

第 10 章

インターネット通信量からみる社会 (中山貴夫)

1 はじめに

我々の身の回りには様々な情報が溢れており、インターネットを利用して日々さまざまな情報にアクセスしたり発信したりしている。インターネットは道路や橋、電気、水道、ガスのように社会や経済活動を支えるための基盤（インフラ）の一つとし、現代社会において欠かせない情報インフラとしての役割を果たしている。

本章では、まず情報通信の歴史とインターネット登場の背景を振り返り、インターネットがどのようにして生まれたのかを紹介する。そして、インターネットと現代社会のかかわりの一例として、通信量という観点から現代社会とインターネットの関連を考えてみる。

2 情報通信の歴史とインターネット

人間は古来より様々な手段を用いて情報伝達を行ってきた。その原動力は自分の知っている情報を他人に伝えたい、他人の情報を知りたい、情報を交換したい、つまり他人とコミュニケーションを取りたいというものである。現在のインターネットでもこの原動力は生きている。また、文明の発達とともに情報を伝達するということが重要視されるようになるのは現代と変わらない。より遠くへ、より多くの情報を同時に伝達する方法が重要視されるのも自然なことである。まずは古来から行われていた通信手段の歴史を振りかえろう。

2.1 古代の情報伝達手段から電気通信の登場

紀元前の時代は情報伝達手段として狼煙や手紙が用いられていた。

狼煙は小さな塔の上で高い煙を上げて合図として利用するものである。紀元前のペルシアやローマでは、火薬を用いて煙の色を変えたり煙の形を変えることで様々な意図を伝達する方法も考案された。狼煙は主に侵入者の伝達に利用され、ヨーロッパやアジアでも狼煙を上げる塔が建てられていた。モンゴル帝国で利用された狼煙はその伝達速度が時速 150km に達したともいわれている。

手紙は情報を紙に書いて伝達する手段ととらえれば古くから用いられた情報伝達手段であるといえる。紙は植物の繊維を原料として作られるもので、紀元前 3 世紀には古代エジプトや中国で発明されたといわれている。紙はその後ヨーロッパにも伝わり、手紙は情報伝達手段として広く利用されるよ

うになった。手紙は情報を文字で伝達するため情報の伝達速度は狼煙に比べて遅いが、情報の内容をより詳細に伝達することができる。

1800 年代に電気通信が可能になってから情報伝達手段は大きく変化する。そのきっかけは 1837 年にアメリカで考案されたモールス信号である。モールス信号は短点「・」と長点「-」の二種類の符号を組み合わせてアルファベットや数字を表現する。例えば ABC は「・ - - ・ ・ ・ - ・ ・ ・」と表現され、これを電気信号を用いて伝達する。

その後 1876 年にアメリカのベルによる電話の発明、20 世紀初頭にはイタリアのマルコーニによる大西洋を横断する無線通信の成功、ラジオやテレビ放送の開始と続き、電気通信による情報伝達が広まっていく。

2.2 インターネットの誕生

現在のインターネットの基となったネットワークは 1957 年に組織されたアメリカの ARPA (高等研究計画局) の研究開発によるものである。このネットワークはもともと旧ソ連のミサイル攻撃に耐えるためのネットワーク構築が目標であったとされている。

初めての通信が成功したのは 1969 年であり、アメリカ西海岸のカリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA) とスタンフォード研究所 (現 SRI インターナショナル) の間での通信である。この通信の成功がきっかけとなり、同年に 4 地点の大学や研究所を相互接続して ARPANET の基礎が実現し、現在のインターネットの原型となった。2 年後の 1971 年には接続拠点は 15 地点に増え、1972 年の一般向けデモンストレーションをきっかけとして ARPANET への接続数は増加した。初の国際間の接続は 1973 年であり、イギリスやノルウェーと接続した。その後 ARPANET と同様の研究ネットワークが多数構築され、それらが相互接続を繰り返しながら規模が拡大し 1984 年には接続組織が 1000 程度に増加した。

これまでのネットワークは接続組織の研究者のみが利用できるものであったが、1990 年に使用料を支払って一般の人も利用できる商用利用が認められ、研究者以外の利用者も増加した。日本では 1984 年にいくつかの大学や研究所がコンピュータネットワークを構築し、日本の学術ネットワークの基礎ができた。

2.3 WWW の登場

インターネットが爆発的な広まりを見せた一番の要因は WWW (Web) の登場である。WWW は 1989 年にヨーロッパの原子核研究機構 (CERN) が文献検索のために開発したもので、複数の文章をハイパーリンクで結びつける仕組みを応用したものである。当初は文字データのみしかやり取りされていなかったが、1993 年に開発された Mosaic というブラウザ (Edge や Chrome などのような Web ブラウザ) で画像が表示されるようになり、操作性も向上した。さらにネットワーク越しということの特を意識せずに大量の情報が得られたり、当時は難しかった画像や音声を手軽に取り扱えるという特徴も備えていた。このような WWW を用いて簡単に情報が得られるという利点があり、研究者のみならず一般の利用者に広く受け入れられた。Mosaic の登場はインターネットの商用利用開始の時期と重なったこともあり利用者が爆発的に増え始めた。

WWW 自体はインターネット上で提供されているサービスの 1 つに過ぎないが、このような経緯から一般には「インターネット = WWW」と誤解されているほどである。実際に SNS や動画配信など現在インターネット上で提供されているサービスのはほとんどは WWW の仕組みを利用している。

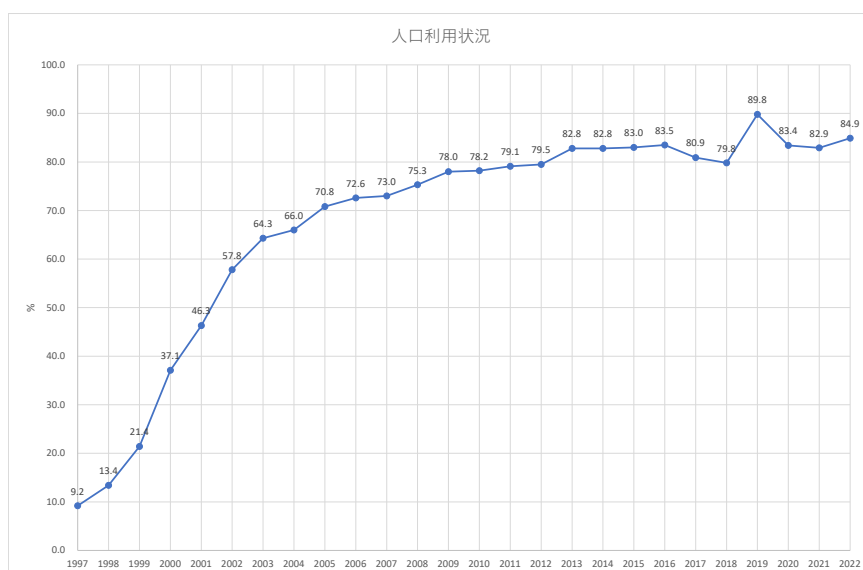


図1 インターネット利用率の推移
出典：各年の総務省「通信利用動向調査」より作成

2.4 日本におけるインターネットの普及

日本では2000年前後から本格的にインターネットの利用が広まった。そのきっかけは前述のWWWの広まりに加えて、国の情報化政策によるところが大きい。日本の情報化政策は2001年に策定された「e-Japan戦略」が始まりである。これは2005年までに日本のインターネット環境を世界最高水準にするという計画であった。具体的には「5年以内に超高速アクセスが可能な世界最高水準のインターネット網整備を促進し、必要な国民が低廉な料金で利用できるようにする」というのが目標であった。2000年以前のインターネット接続は接続時間に応じて課金される方式が主流であったが、この計画によりインターネットへ常時接続できるサービスが安価で登場したことにより利用者が増加した。また、同時期に携帯電話によるインターネット接続が可能になったことも利用者増加の要因に挙げられる。

その後も国の情報化政策は少しずつ計画を変えながら続けられ、それとともにインターネット利用者は増加した。総務省が毎年公表している「通信利用動向調査」によるとインターネットの人口普及率は1997年に9.2%であったが2000年に37.1%、2005年に70.6%と増加し、2013年に82.8%と初めて80%を超えた。これは人口でいうと1億人以上にあたり、現在ではほとんどの人が当たり前のようにインターネットを利用するネット時代になっている（図1）。

3 通信量からみるインターネットと社会

前述したようにインターネットは情報基盤（情報インフラ）とも呼ばれており、情報を伝達するための土管のようなものである。世界中に張り巡らされた土管を使ってあらゆるデータをやり取りでき

ようになったことで、我々の生活は大きく変わった。日常生活の様々な出来事がインターネット上に反映され、逆にインターネット上での出来事が日常生活に反映されたりしている。そのことを示すデータの一例として、インターネットの通信量という観点からインターネットと社会のかかわりを考えてみよう。

3.1 デジタルデータと通信量

インターネットにはスマートフォンやパソコンだけではなくゲーム機、テレビやロボット掃除機といった家電、工場で使われる産業用ロボットなどあらゆるデバイスが接続されている、これらのデバイスはNTTやKDDIといった通信事業者のネットワークに接続されており、さらに通信事業者のネットワークは相互に接続され、海外とも繋がり世界中のデバイスが接続されている。この通信事業者のネットワークは我々利用者からはどのように繋がっているか分からないため雲のように表現される場合が多い(図2)。

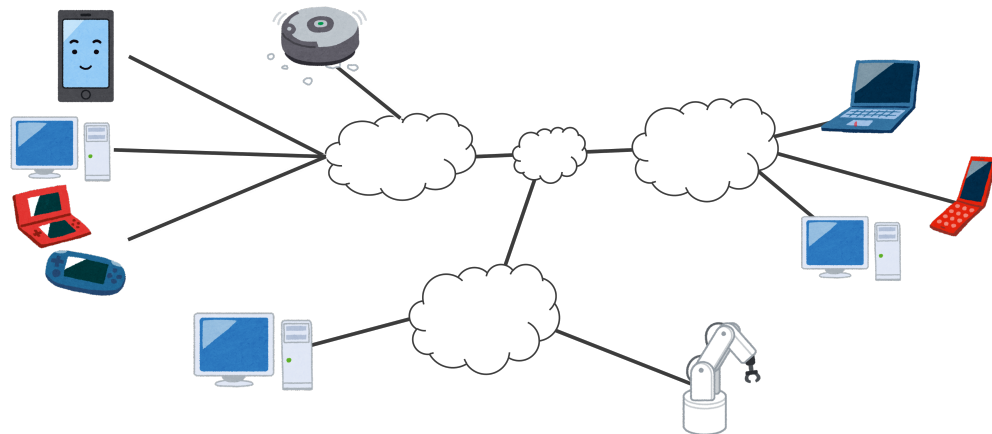


図2 様々なデバイスがつながるインターネット

何か情報を送りたいデバイスは、その情報をデジタルデータという形に変換しそれをパケットという単位に分割して送信する。デジタルデータとは、文字や音声、画像、動画などの情報をコンピューターで扱えるよう数値化したデータのことであり、文字であれば「A」は「01000001」、「B」は「01000010」というように文字毎に数値を対応させて数値化しており、画像や音声も何らかのルールに基づいて数値化されている。ルールさえ決めて数値化すれば何でもデジタルデータとして扱うことができる、というわけだ。例えば特定の動きに対して特定の数値を対応させるルールを作れば、その数値を相手に送ることで動きを伝えることが可能であり、遠隔地で手術をする遠隔手術などにも利用されている。送信されたパケットは雲の中を通過して目的のデバイスに届けられ、受信したデバイスは受け取ったパケットを元の情報に復元して利用する(図3)。

文字のデータであればパケットの量は少なく済むが、音声や動画のデータは大量のパケットが必要となる。メールの送受信やニュースサイトなどの閲覧は文字データが主であるため、流れるパケットの量(=通信量)はそれほど多くない。一方で音楽や動画を視聴しているときには大量のパケットが流れるため通信量が多くなる。つまり雲の中を通るパケットの量を計測すると、どれくらい、どのようにインターネットが利用されているか推測できる、というわけである。

身近な例ではスマートフォンの料金プランにあるデータ通信量がこれにあたり、例えば月々5ギガバイトのプランであれば1ヶ月間に5ギガバイト分のパケットを送受信することができる。多くの



図 3 データが送信される様子

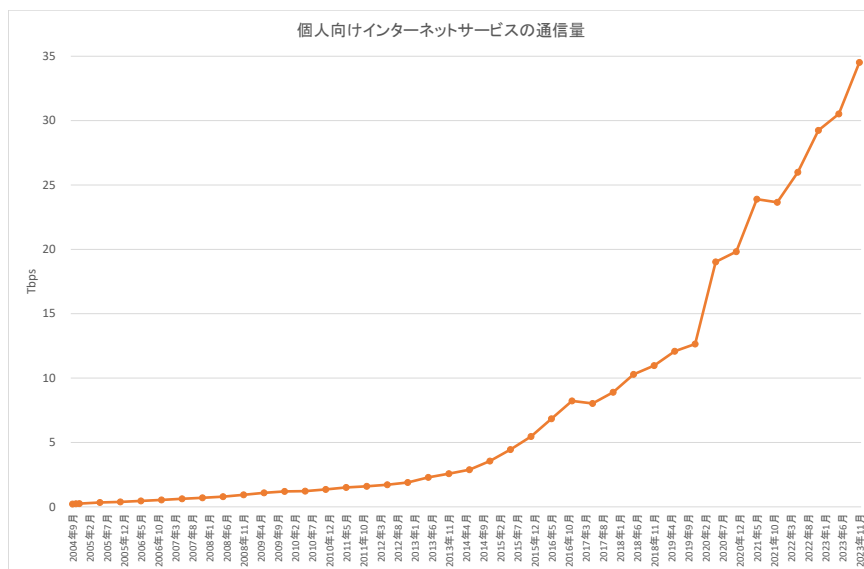


図 4 個人向けインターネットサービスの通信量推移

出典：総務省「我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計結果」より作成

場合は定められた容量を超えるパケットを送受信した場合は通信速度が低下する、あるいは追加料金が発生するといった制限が設けられている。このように通信量は利用者にとって重要な情報であり、通信事業者にとっても利用者の通信量を把握することは重要である。

3.2 インターネット全体の通信量の変化

では実際にはどのくらいの通信量が流れているのだろうか。図 4 は総務省が半年ごとに公表している「我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計結果」(トラフィックは通信量のことである)を元に作成した、個人利用向けのインターネットサービスの通信量の推移を示したグラフである。横軸は年月、縦軸は 1 秒あたりの通信量であり、集計を始めた 2004 年以降年々増加していることが分かる。

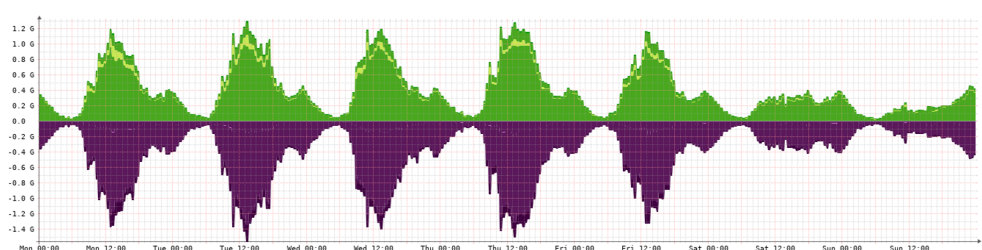


図 5 京都女子大学のある一週間の通信量

詳しく見てみるよう。2000年代当初は通信量はそれほど多くなかったが、これは当時はメールや掲示板のような文字が中心の情報であったためである。2008年にスマートフォンが登場して音声や動画のデータが手軽に扱われるようになったことにより通信量が増加し始める。そしてSNSや動画配信サービスが一般化した2014年以降に増加の速度が上がり、2015年には5Tbps（1秒あたり5テラビット）を超える通信量が流れるようになった。さらに新型コロナウイルス感染症の流行により在宅勤務やオンライン授業が増加した2019年以降は通信量が急増しており、2021年までの2年間で通信量が2倍に増加していることが読み取れる。2023年11月には1秒間に35Tbpsの通信量が流れており、今後も増加が続くことが予想される。ちなみに全世界のインターネットの通信量は2023年の時点で1秒間に1000Tbpsを超えていると推計されている。

3.3 日々の通信量の変化

次に、日々の通信量の変化を見てみよう。JPNAPやIPIX、BBIXといったIX（インターネットエクステンジ、図2の雲と雲を接続している小さな雲と思えばよい）サービスを提供している事業者は、日々の通信量を公開している。これらの事業者が公開している日々の通信量を見ると（検索してみよう、どんなワードで検索するとよいだろうか）、朝の6時ころから通信量が増加し、18時ころまで緩やかに増加しており、その後21時から22時ころまでがピークとなる。その後深夜にかけて減少し明け方頃が通信量の底となり、我々の生活リズムと一致していることが分かる。つまり、朝の通信量増加は朝に家を出るときにスマートフォンで天気予報を確認したり電車の中でニュースを見たりするのが原因であり、夕方から夜にかけてピークとなるのは帰宅してから動画を視聴したりSNSを見たりする人が多いからだと考えられる。

また、身近なところで京都女子大学のある一週間の通信量を示したグラフを見てみよう（図5）。左端が月曜の0時、右端が日曜の24時である。授業のある平日は9時ころから増加し、2限目が始まる10時30分頃からさらに増加している。昼休みの間が通信量が一番多くなっており、5限目が終わる18時ころから急に減少する。夕方から夜中にかけてはあまり変化はなく、深夜はかなり通信量が少ない。一方授業のない土曜と日曜は平日に比べて通信量が少ないことが読み取れる。ここでも、学生の生活リズムと通信量が関連していることがわかる。

3.4 イベントによる通信量の変化

最後に、イベントによる通信量の変化を紹介しよう。近年では、オリンピックやサッカーワールドカップなどの世界的なスポーツイベントが開催されると、その配信を視聴するために大量の通信量が発生する。例えば、2022年に行われたサッカーワールドカップはインターネットで全試合が生配信された初めての大会であり、特に日本対スペインの試合が行われた12月1日の深夜4時ころから通

通信量が増加し、試合が終わった6時ころまで通常ではありえない通信量が観測された。

スポーツイベント以外でも、音楽ライブや花火大会などのイベント配信、人気オンラインゲームのアップデートなどにより通信量が増加することが観測されている。また、大規模な自然災害が発生すると、被災地の情報収集や救援活動のために通信量が増加することもある。

4 おわりに

日常生活にインターネットが浸透している事を示すデータとしての通信量から我々の生活リズムが見える例を紹介した。ここでは生活リズムと関連付けて説明したが、通信量の変化には国際政治や経済、さらには自然災害など社会の大きな出来事が反映されていることもある。また通信量だけではなくその種類、さらに検索サイトに用いられたキーワードや SNS の投稿内容、動画の視聴数などからも社会の動きを読み取ることができる（もちろん、そのような分析は個人を特定できない形で行わなければならない）。一つのデータを一つの角度から見るのではなく、様々な角度から見たり、他のデータと組み合わせるとことで新たな発見があるかもしれない。

大学の学びも同様で、一つの分野だけではなく広い視点で様々な分野を学び、また互いの関連を考えながら学ぶことが大切である。

5 課題

- 日々の通信量の変化で説明した IX 事業者の通信量のグラフを検索してみよう。
 - それぞれの事業者のグラフを見比べて、通信量の変化の違いはあるだろうか？
 - 通信量が最も少ない時間帯でも 0 ではなくある程度の通信量がある、それはなぜだろうか？
 - 事業者によっては週間や月間の通信量も公開している場合がある、それらのデータも見て気づくことはないだろうか？
- スマートフォンやパソコンで毎月どれくらいの通信量を使っているか確認してみよう。ここで紹介した通信量の値と比較して日本全体の通信量が想像できるだろうか（ここで紹介している通信量は 1 秒あたりの通信量であることに注意しよう）。
- 台風などの自然災害が発生したときに通信量がどのように変化するか考えてみよう。
 - 増加する？減少する？その理由は？

参考文献

- [1] 中山貴夫 (2015) 「ネットワーク社会を生き抜く」、嘉本伊都子・霜田求・手塚洋輔・中田兼介・中山貴夫・西尾久美子編『現代社会を読み解く』、晃洋書房、pp. 277–286.
- [2] 村井純 (2014) 「角川インターネット講座 1 インターネットの基礎 情報革命を支えるインフラストラクチャー (角川学芸出版全集)」、KADOKAWA
- [3] インターネット白書編集委員会 (2024) 「インターネット白書 2024」、インプレス NextPublishing
- [4] 総務省「令和 5 年版情報通信白書」
- [5] 総務省「通信利用動向調査」(<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05b1.html>)
- [6] 総務省「我が国のインターネットにおけるトラフィックの集計・試算」(<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05b1.html>)

jp/joho_tsusin/eidsystem/market01_05_03.html