

インターネットはプロトコルでつながっている 当日資料

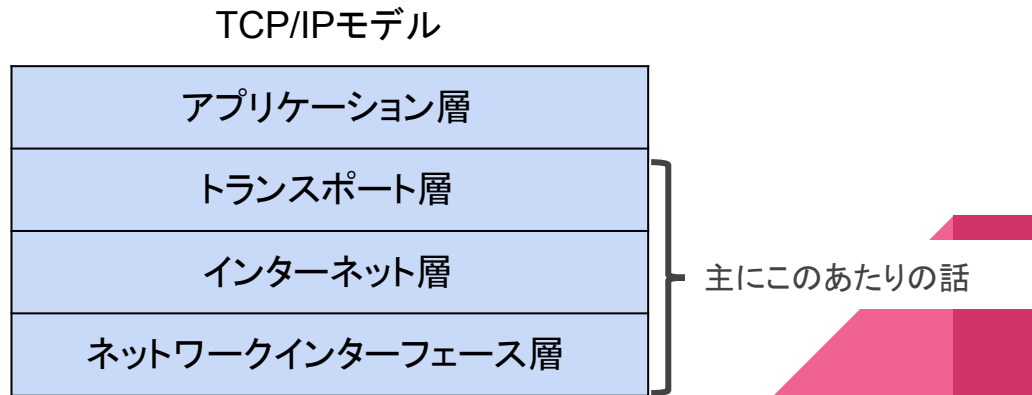
ネットワーク運用チュートリアル

2020-07-09 InternetWeek ショーケース

株式会社 KADOKAWA Connected
Megumi Takagi

申し送り

- 本資料はインターネットのデータ通信に関わるプロトコルを紹介することを目的としています
- 主に、ネットワークインターフェース層～トランスポート層を取り上げます
- 正確性よりも分かりやすさを優先しているため、詳細について実際と異なる場合があります
- 特定の組織・企業等を宣伝する意図はありません



目次

1. 前半 - プロトコル

- a. プロトコルとは
- b. WEBページを見る場合のプロトコル
- c. プロトコルはたくさんある
- d. なぜプロトコルが必要か
- e. パケット
- f. データをパケットとして運ぶためのプロトコル
- g. プロトコルの階層化
- h. プロトコルスタック
- i. インターネットは全世界に広がるパケット通信ネットワーク
- j. 前半のまとめ

2. 後半 - ルーティング

- a. パケットを宛先へ届けるということ
- b. インターネット全体の経路情報
- c. ルーティングプロトコル
- d. インターネットで使われているルーティングプロトコル
- e. BGP
- f. BGPのベストパス
- g. BGPの考え方
- h. BGPピアリング
- i. 後半のまとめ
- j. WEBページを見るということ

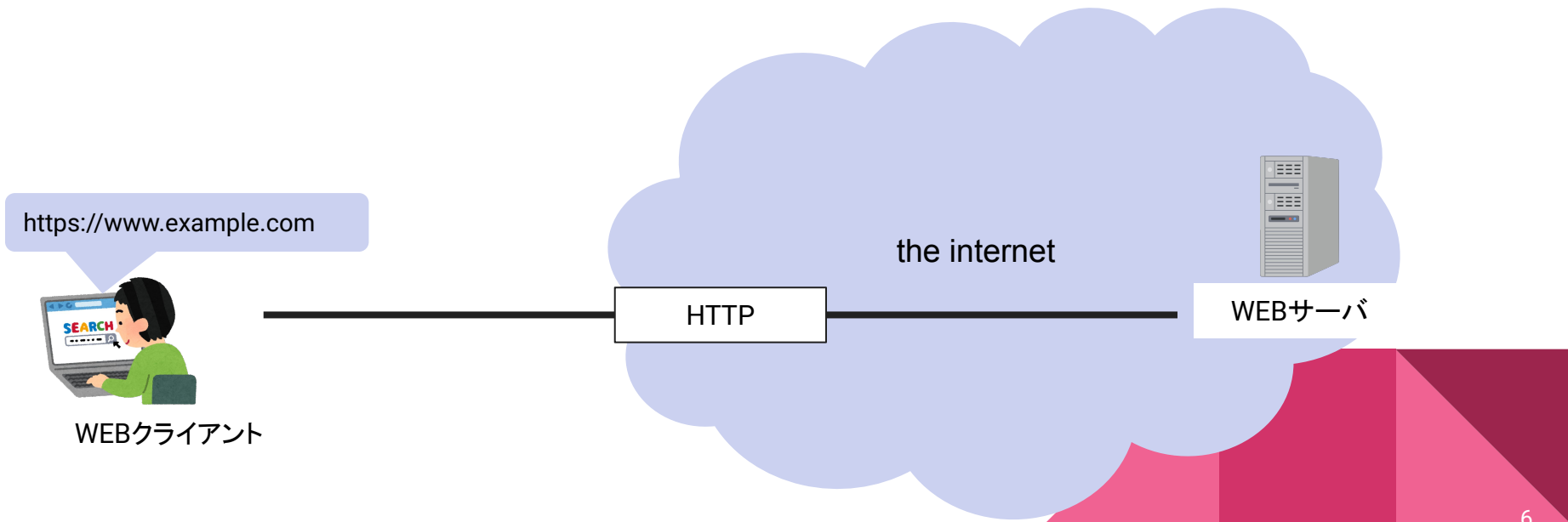
プロトコルとは

プロトコルは、通信相手と会話を成立させるために決めるルール・約束ごと(表現方法+話す手法)です



WEBページを見る場合のプロトコル

例えば、私たちがWEBページをみるとき、「HTTP」というプロトコルにしたがってWEBサーバと通信します。



WEBページを見る場合のプロトコル

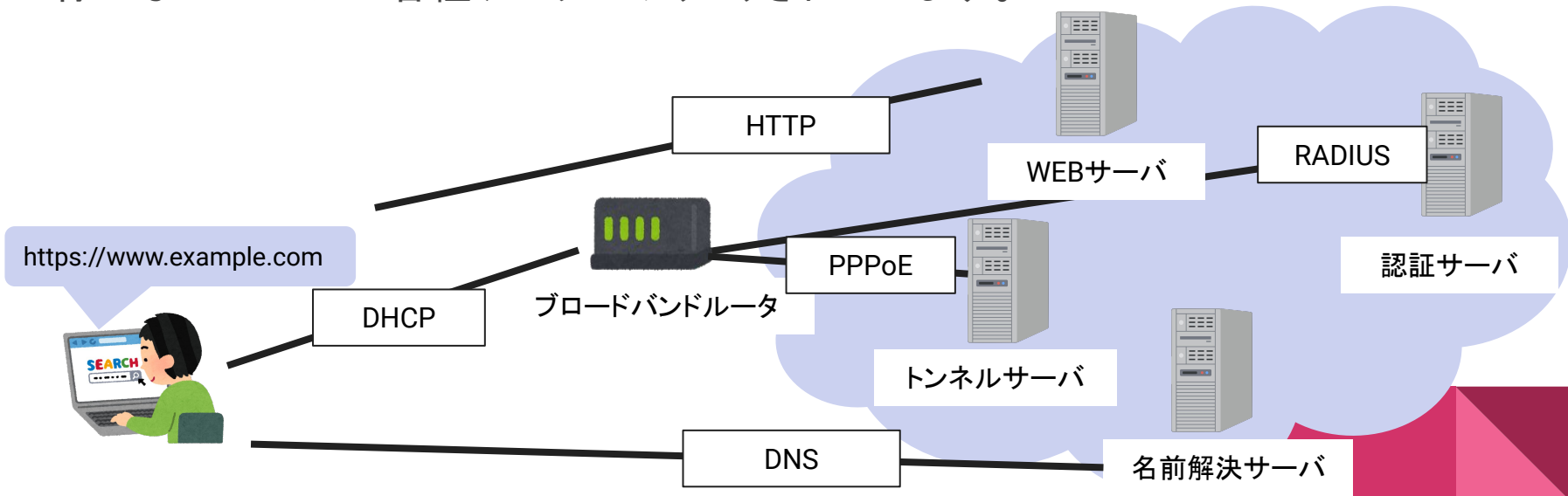
HTTPは「WEBページのデータをクライアントとサーバ間でやりとりするためのプロトコル」です。

HTTPでは、例えば以下のような約束ごとが定義されています。

- データを取得するにはGETというコマンドを使う
- クライアントからの要求に問題なく応えられるときは「200」と返事する
- クライアントから求められたデータが存在しないときは「404」と返事する

プロトコルはたくさんある

「インターネットに接続して、WEBページを見る」という行為を考えると、HTTP以外にも様々なプロトコルで各種データがやりとりされています。



プロトコルはたくさんある

各プロトコルと、プロトコルが決められていることの表です。ここで紹介したプロトコル以外にも、情報通信では実にたくさんのプロトコルが存在します。

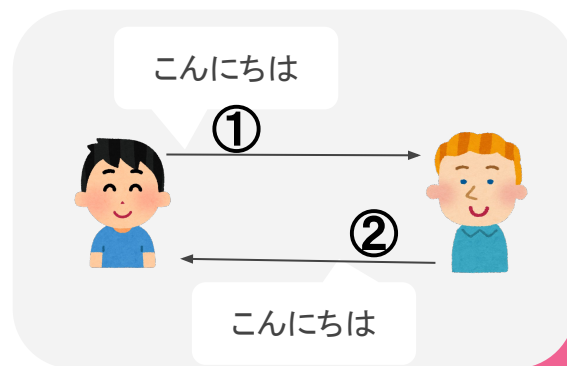
プロトコル名	定めていること
HTTP・HTTPS	WEBコンテンツの取得方法
DNS	FQDN(人が認識しやすい形式)とIPアドレス(通信で扱いやすい形式)の変換方法
DHCP	通信に必要なIPアドレスの自動設定方法
PPPoE	イーサネット上で二者間リンクを確立する方法
RADIUS	アカウントの認証方法・認証情報の管理方法

なぜプロトコルが必要か

プロトコルは、正しく相手とコミュニケーションをとるための約束ごとです。

例えば、二人とも「朝の挨拶をしたい」と同じ認識を持っていても、プロトコルのない世界ではお互い好き勝手言語やタイミングを決めるので、挨拶が成立しません。

コンピュータ同士も同じで、通信するための約束事を決めることで初めて情報のやりとりが可能になります。

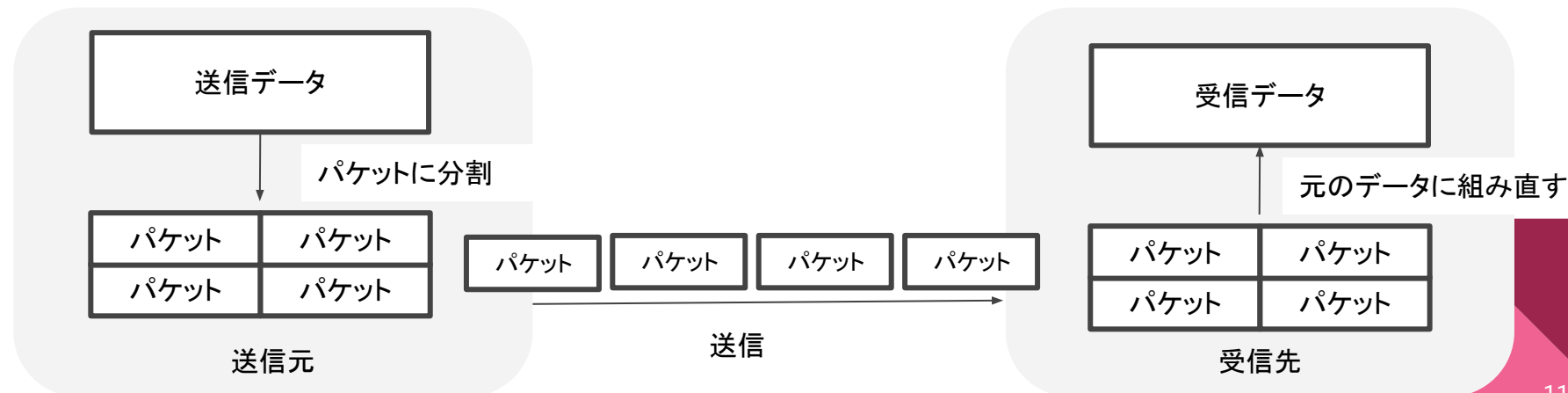


パケット

コンピュータの通信でやりとりされる大きなデータは「パケット」と呼ばれる単位に分割して送信されます。

パケットには「もとのデータのどの部分にあったか」という情報が含まれるので、パケットを受信した側はその情報を元に、パケットを本来の大きなデータに組み直します。

この「データ→パケットの分割」・「パケット→データの再構築」を定めたプロトコルとしてTCPがあります。TCPについては、後ほど説明します。



データをパケットとして運ぶためのプロトコル

はじめに例として挙げた HTTP では、クライアントとサーバ間でのデータを表示するための約束ごとを定めていましたが「データの運び方」には触れていません。

データをパケットとして運ぶためのプロトコルで代表的なものを挙げます。

プロトコル名	プロトコルにより提供されること	プロトコル名	プロトコルにより提供されること
TCP	一対一通信で使えるプロトコルで、パケットの到着確認と到着できなかった場合の再送機能により、信頼性の高いデータ通信を行う。	UDP	データの到着は保証されないが、一斉送信が可能で、送信効率を重視した通信を行う。
IP	IPアドレスという識別子をもとにパケットを宛先へ届ける		
Ethernet	直接接続された機器間の通信を提供する		

HTTP は信頼性の高い通信を前提とするため、パケットを運ぶプロトコルとして TCP をもとに定義されています。

プロトコルの階層化

「WEBページのデータをクライアントとサーバ間でやりとりする」という通信を通して出てきたプロトコルを整理します。

この図のようにHTTPが全ての通信のやりとりを定めているわけではなく、各プロトコルがそれぞれの役割を担っています。

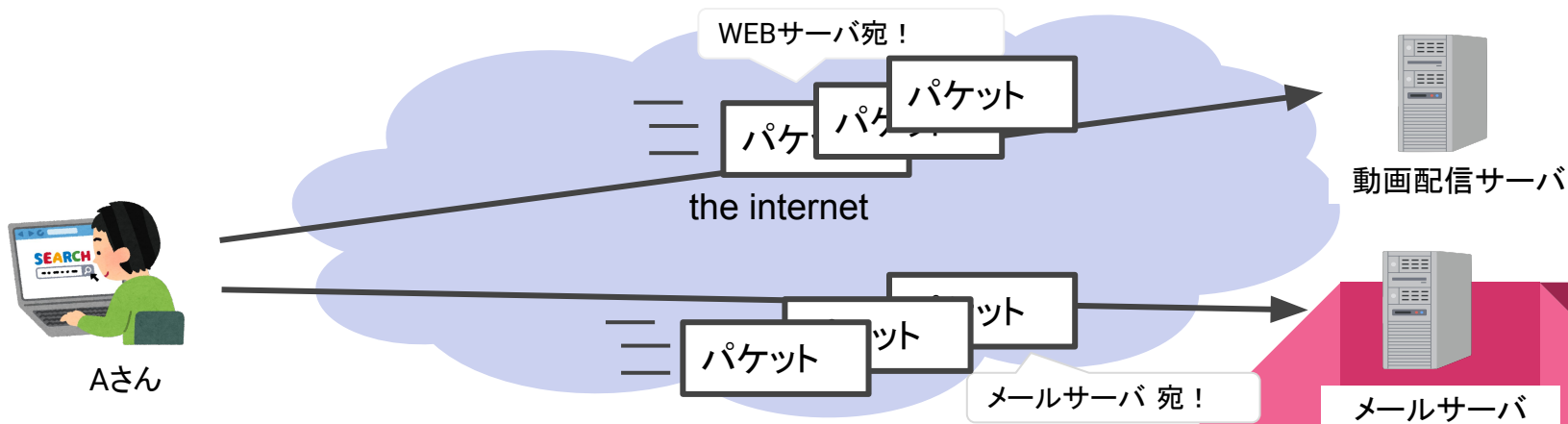
HTTP	WEBブラウザで表示するデータをやりとりする
TCP	信頼性の高いデータの通信を上位層へ提供する
IP	ホスト間のパケットの送信を上位層へ提供する
Ethernet	直接接続された機器間の通信を上位層へ提供する

各プロトコルの層は役割分担がはっきりしています。これによって、例えば一番上位のプロトコルがHTTPからSSHに変わったとしても、データ通信全体の仕組みを変更する必要はなく、TCPやIP、Ethernetの層は変わりません。

インターネットは全世界に広がるパケット通信ネットワーク

インターネットの機能は「IPというプロトコルにしたがって、パケットを世界のどこかにいる宛先へ届ける」ということです。

インターネットを通じて提供されているサービスが動画配信であっても、電子メールであっても、インターネットがやることは「パケットを転送する」から変わりません。



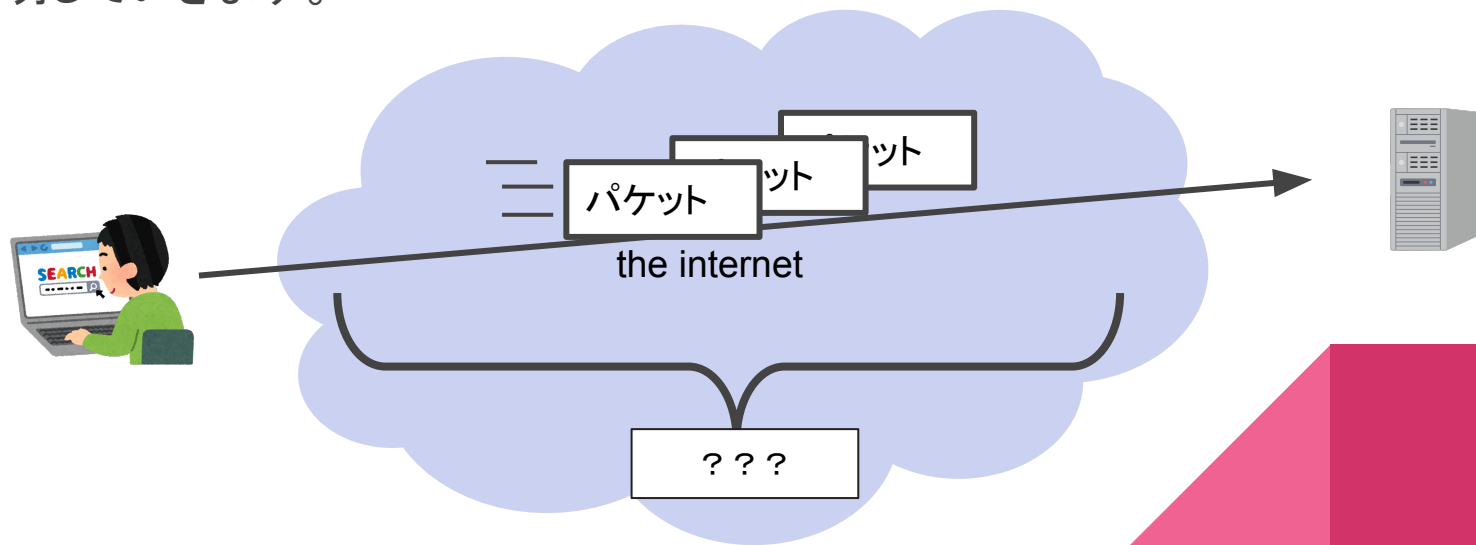
前半のまとめ

- 通信を成立させるための約束ごとをプロトコルと呼びます。
- データ通信ではデータはパケットという単位に分割されます。
- データ通信は、プロトコルが層として積み重なっていると考えます。
- 下の層から上の層へ、各層のプロトコルによって機能が提供されます。
- 各層でプロトコルの役割 (提供すること) が分担されています。
- インターネットではIPがパケット通信を行なっています。

パケットを宛先へ届けるということ

これまでで、データ通信においてインターネットが行っていることは「宛先へのパケット送信」である、と説明しました。

次に、この「インターネットがパケットを宛先へ届ける」ということについて、より具体的に説明していきます。

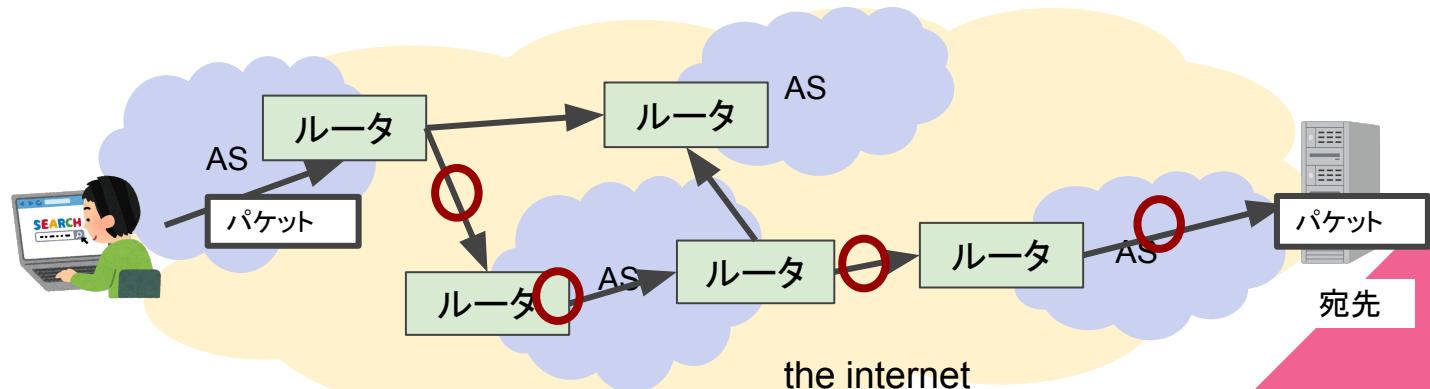


パケットを宛先へ届けるということ

「パケットを宛先へ届ける」とは、より正確に表現すると「宛先IPアドレスに応じて、パケットを適切な相手へ転送する」ということです。

宛先に応じて適切な相手へパケットを転送する機器を「ルータ」、転送する処理を「ルーティング」と呼びます。

インターネットは、ASという組織が管理するネットワークが集まって(繋がって)できています。このネットワークをルータが繋いでいます。



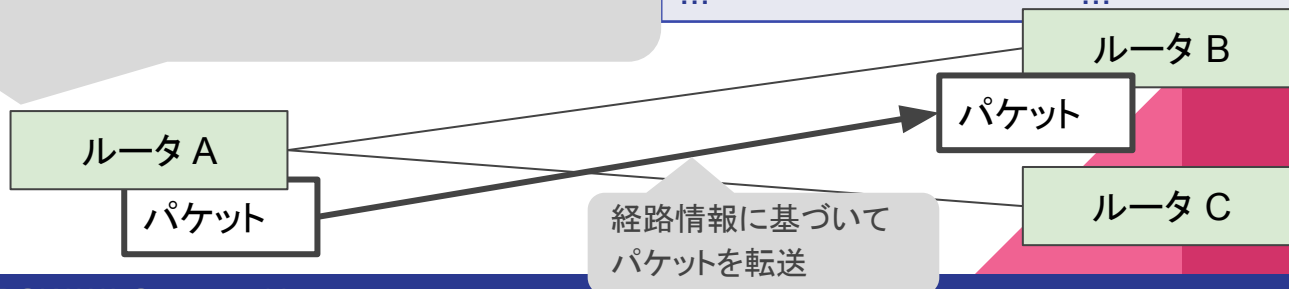
パケットを宛先へ届けるということ

ルータはルーティングを行うために「この宛先IPアドレスなら、次はこのIPアドレスを持つホストに渡す」というパケット転送ための経路情報のリスト(ルーティングテーブル)を持っています。

パケットを受信したルータは、自分が持つ経路情報を参照し、パケットの宛先IPアドレスに応じて「ネクストホップ(宛先に到達するためにパケットを渡す次のホスト)」にパケットを振り分けます。

宛先IPアドレス	ネクストホップ
203.0.113.100	192.0.2.1(ルータB)
203.0.114.100	192.0.3.1(ルータC)
...	...

宛先IPアドレスが203.0.113.100だから、経路情報をだとネクストホップはルータB。



インターネット全体の経路情報

インターネット全体を網羅する経路情報は、82万行(経路)もあります。

さらに、それは固定的な情報ではありません。インターネットのどこかで新しく機械が設置されたり、古くなった機械が撤去されたりと、状況が変化することで、経路情報も時時刻々と変化しています。

宛先IPアドレス	ネクストホップ
203.0.113.100	192.0.2.1
...	...
...	...

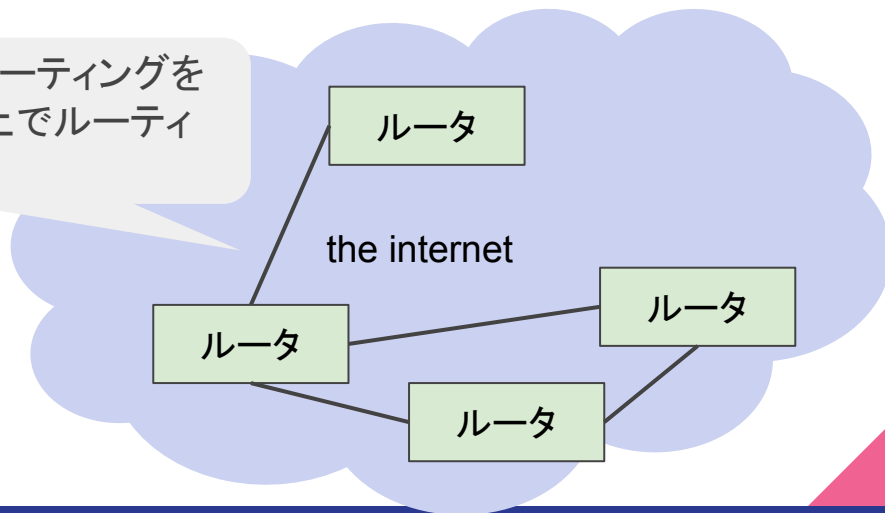
82万行！

ルーティングプロトコル

インターネットのどこかで変化が起きるたびにルーティングテーブルを手動で更新していたらとても間に合いません。

そこで、ルータ同士が経路情報を交換し合うことで、動的に経路情報を更新する「ダイナミックルーティング」という仕組みがあります。

各ルータがダイナミックルーティングを使用して、インターネット上でルーティングを実現



ルーティングプロトコル

ダイナミックルーティングで使用されるプロトコルを「ルーティングプロトコル」と呼びます。

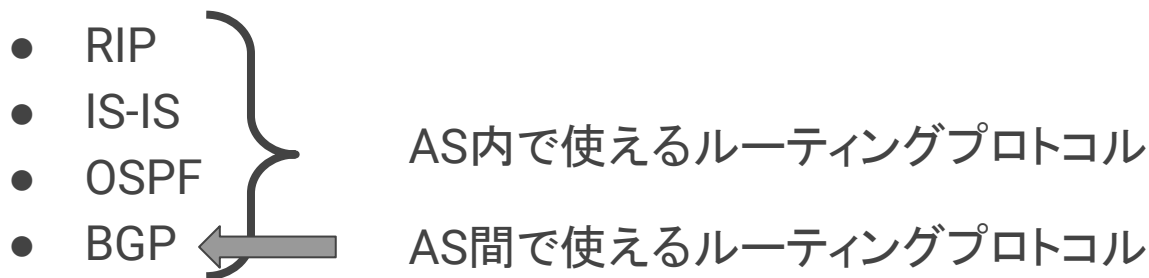
ルーティングプロトコルにもたくさん種類がありますが、代表的なルーティングプロトコルとしては以下のようなものがあります。

- RIP
- IS-IS
- OSPF
- BGP

インターネットで使われているルーティングプロトコル

インターネットは、ASという組織が管理するネットワークが集まって(繋がって)できています。

ASの中でダイナミックルーティングを行うのに、どんなルーティングプロトコルを採用するかはAS運用者の自由です。一方、AS間のルーティングにはBGPが使用されます。ASが繋がらなければインターネットとはならないため、BGPはインターネットをつくるうえで重要なルーティングプロトコルです。

- RIP
 - IS-IS
 - OSPF
 - BGP
- AS内で使えるルーティングプロトコル
- AS間で使えるルーティングプロトコル
- 

BGP

BGPでは、ダイナミックルーティングを実現するために、例えば以下のような約束ごとが定義されています。

- やりとりするメッセージ
- 経路情報の表し方 (メッセージフォーマット)
- 経路情報からベストパス※を選択する方法 (ベストパス選択アルゴリズム)
- 相手に伝える経路情報はベストパスである (ベストパスじゃ無いのを伝えてはならない)

※ベストパス＝最適な経路のこと

BGPのベストパス

BGPルータ(BGPを使ってルーティングを行なっているルータ)は、相手から受け取った経路を元に、BGPで定めた方法に沿ってベストパスを計算します。
また、BGPルータは自分ベストパスを相手に伝えます。

どれがベストパスか？を以下の基準で判断

BGPベストパス選択アルゴリズム	
判断基準	LOCAL_PREF属性の値が最も大きい
	LOCALで生成された経路
	ASパス長が最短
	MED属性の値が最も小さい
	...

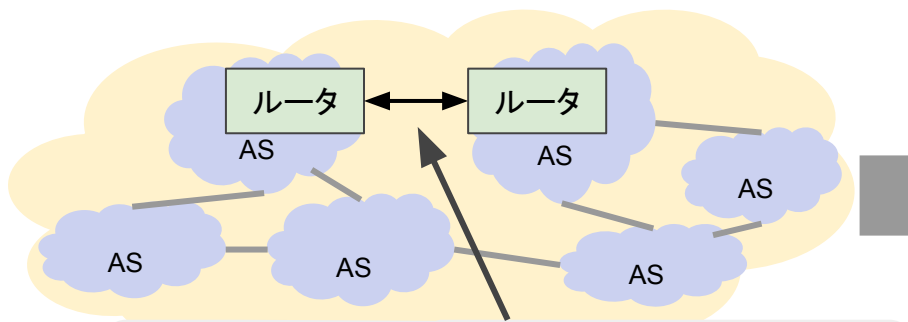
ルータAは、ルータB・ルータCから受信した経路から、ベストパスを計算する

BGPの考え方

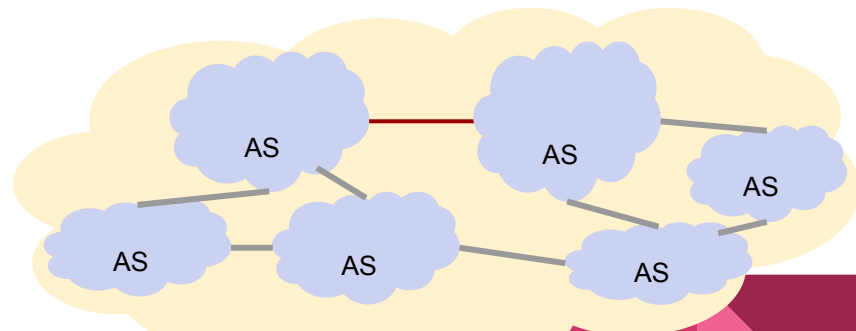
BGPで大切なのは

- インターネット全体を管理する人がいなくても、どこかで誰かと誰かがルータを繋いで経路情報を交換すれば、インターネット全体でルーティングが成立するというところです。

BGPではルータを繋いで経路情報を交換することを「ピアリング」と呼びます。



インターネットのどこかで(関係ないASから見れば)勝手にピアリングが行われる

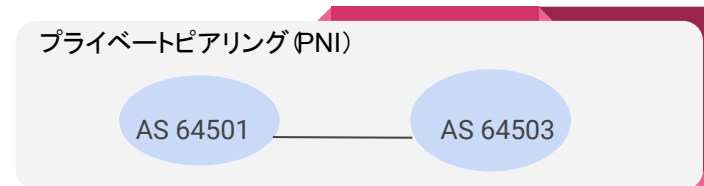
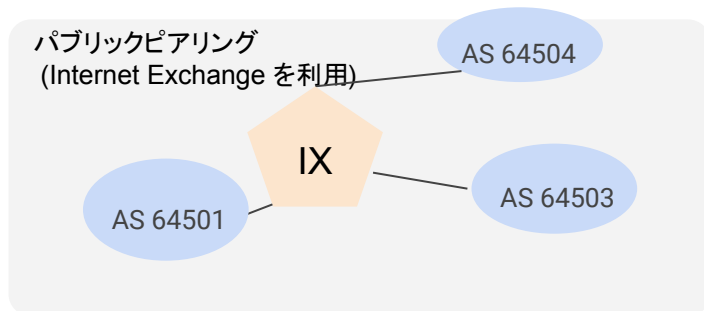
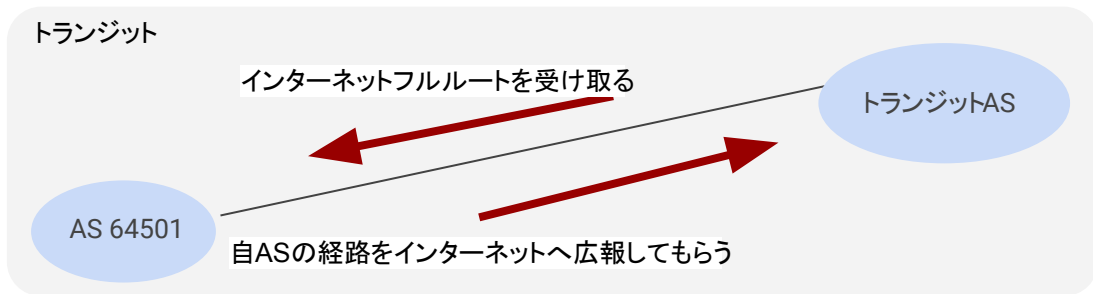


ベストパスに変化があればルーティングテーブルが更新され、インターネット全体のルーティングは正しい状態を維持

BGPピアリング

実際にBGPルータを運用するときの話をしてします。

ルータは複数の相手とピアリングを行って「ベストパスの選択肢」を複数準備しておきます。選択肢を多く持つておくことで、ピアリングしていたとあるASのルータが壊れたとしても、別のピアからの受信した経路をベストパスとして採用することが可能になります。



後半のまとめ

- 「宛先IPアドレスに応じて適切な相手へパケットを転送する」ということをたくさんのルータが行うことで、パケットはインターネット上の任意の相手へ運ばれます。
- ルータ同士が経路情報を交換し合うことで、動的に経路情報を更新するルーティングを「ダイナミックルーティング」と呼びます。
- インターネットで使われているプロトコルとして「BGP」があります。
- BGPはピアリングしたルータ同士がベストパスを交換しあうことで、インターネット全体のダイナミックルーティングを実現します。

WEBページを見るということ

インターネットではパケット転送を行うだけで、インターネットを通じて様々な通信サービスが実現できています。

これは、通信に必要な機能が、IPをベースとしてその上で各種プロトコルを定める役割分担の形をとることができるからです。

