

# 初心者向け「インターネット入門」 インターネットとは

一般社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター  
インターネット推進部/技術部  
塩沢 啓  
2020年8月20日



一般社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2019 Japan Network Information Center

## 内容

- インターネット ことはじめ
  - ARPANET
  - Ethernet、TCP/IP
  - インターネットの技術/運用組織に採用される考え方
- ドメイン名とIPアドレス
  - ドメイン名
  - IPアドレス
  - AS番号とBGP
- インターネットの標準
  - IETF



Copyright © 2020 Japan Network Information Center

2

# インターネット ことはじめ

「インターネット」は「internetworking」つまりネットワーク同士がつながったネットワークという意味からきているそうだけど、どういう事なのかしら？



## 1960年代

- 文化
  - ボブ・ディラン、ローリングストーンズ
  - ヒッピー
- 国際
  - ベトナム戦争
  - 文化大革命
- 日本
  - 高度経済成長
  - 東海道新幹線の開業



冷戦という背景と共に、技術や通信設備を保護する風潮が強くてコンピューターは高額、仕様は原則非公開。新しいサービスを作ろうにも難しい時代でした。

# ARPANET

- アメリカ国防総省 高等研究計画局（ARPA）で1960年代後半に開発された、インターネットの起源に位置づけられるネットワーク
    - ARPA - Advance Research Projects Agency
- ⇒”インターネットの起源”となる2つの出来事

# 出来事 その一

- 論文「人間とコンピューターの共生」,1960年1月, J.C.R.リックライダー（のちにARPA 情報処理技術研究室 部長）
  - 当時のコンピューターはバッチ処理が主流。そこにインタラクティブの概念が登場する。

- ネットワークで繋がったコンピューターによって、人の能力を拡張
- コンピューターを使って人がリアルタイムに考えて課題を解決

## 出来事 その二

### • パケット交換

– 1960年代後半に、米国ランド研究所 ポール・バラン、イギリス国立物理学研究所 ドナルド・デービスが別々に考案

- 小分けにしたデータを「パケット」と呼び、通信中に一部のデータがなくなって、それを送りなおすときにも効率がいい
- 通信回線の質が悪かったり一部が故障してもネットワークを維持できる

⇒ **パケット交換の概念が登場**

## パケット交換と分散ネットワーク

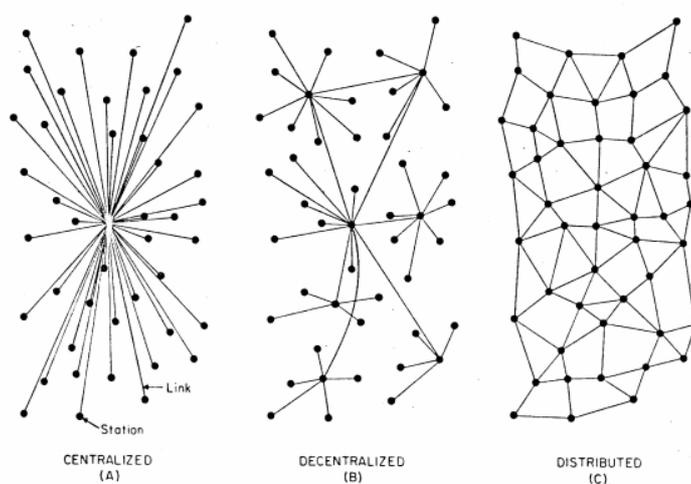


FIG. 1 - Centralized, Decentralized and Distributed Networks

“On Distributed Communications Networks”, 1962年9月, ポール・バラン

# ARPANETとIMP

- インタラクティブに使うために「複数のコンピューターを一つの端末で操作したい」
  - 種類の異なるコンピューター
  - 遠隔地にあるコンピューター
- IMP(Interface Message Processor)の開発

⇒異なる機種コンピューター同士でも同じ方式の packets 通信ができるようになる。



[https://ja.wikipedia.org/wiki/Interface\\_Message\\_Processor](https://ja.wikipedia.org/wiki/Interface_Message_Processor)

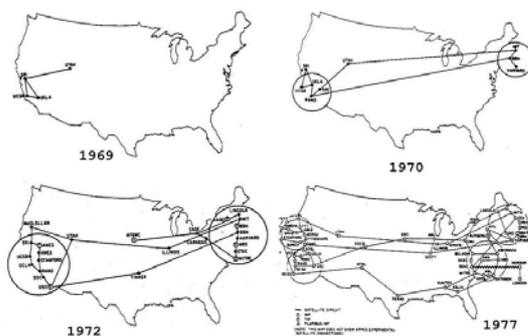


Copyright © 2020 Japan Network Information Center

9

## 現代にも続いている設計上の考え方

- 相互運用性
  - コンピューターの種類が違って通信できる
- エンドツーエンド
  - 通信に関わる処理はなるべく末端同士で行う



ARPANET の発展

<https://en.wikipedia.org/wiki/ARPANET>



Copyright © 2020 Japan Network Information Center

10

# Ethernet

- 1970年 ノーマン・エブラムソン（ハワイ大学）によって複数の島の間で行われる無線通信の方式であるALOHAが開発される。ALOHAnetではIMPを改良して利用。
- 1973年 ゼロックス パロアルト研究所で開発が進み特許が取られるが、後に特許を開放。
- 1980年 米国のIEEE802委員会でオープンな規格「Ethernet 1.0」となる。

一つの線に複数のコンピューターがつながるのなら、線を一本引くだけで新しいコンピューターをつなげられて楽なことだね。



# TCP/IP

## • Transmission Control Protocol / Internet Protocol

- 1973年 ロバート・カーン（DARPA）とヴィントン・サーフ（スタンフォード大学）によって開発に着手
- 1974年 TCPの仕様が文書化される（RFC675）
- 1975年 TCP/IPを使った接続実験が行われる
- 1983年 ARPANETがTCP/IPに移行  
4.2BSDにおけるTCP/IPの実装が登場

パケットを送りなおしたり、途中が混んできたなら緩和させたり...TCP/IPが今でも広く使われています。



## ここまでのまとめ

ARPANETは、機種が違ったり場所が離れていたりするコンピューターをつないで「これまでにない便利なもの」を作る構想だったのね。



ARPANETにEthernetやTCP/IPが組み込まれていくことで、現在のインターネットのサイズにまで、大きくできるようなものが作られていったんだね(規模拡張性:スケーラビリティ)。

## インターネットの技術や運用組織に 共通して採用されている考え方

- オープンであること
  - 技術標準や「ポリシー」が公開されており、議論に参加することで提案したり改善したりできる。
- 自律的であること
  - 他の組織に依存せずにネットワーク同士が接続していく。
- グローバルな視点であること
  - オープンであることにも通じるが、インターネットへの接続性や技術標準・ポリシーにおいてもグローバルな視点で議論される。

# ドメイン名とIPアドレス



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2019 Japan Network Information Center

# ドメイン名



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2019 Japan Network Information Center

## ドメイン名

- WebのURL  
– https://www.nic.ad.jp/
- メールアドレス  
– query@nic.ad.jp



人間が入力したり、  
解釈しやすい形式に  
なってるんだ。

ネットワークの管理の範囲やアクセスする先の名前を表したり、アクセスに必要な情報に名前を付けるための、表記方法が決められた文字列のこと

## ホスト名から始まるドメイン名の歴史

- 1970年代 ネットワーク名やホスト名とアドレスの組み合わせをテキスト形式で記述した**ホスト表**が配布されていた。  
**ホストの増加に伴って最新のファイル配布が困難に。**
- 1982年 名前を問い合わせるとアドレスを答えるネームサーバが提案される[rfc811]
- 1983年 DNS(Domain Name System)が提案され最初のプログラムが作成される[rfc882]
- 1984年 BIND(Berkeley Internet Name Daemon)が開発され広まっていく

### ホスト表の例

```
HOST : 26.0.0.73, 10.0.0.51 : SRI-NIC.ARPA  
HOST : 10.2.0.11 : SU-TAC.ARPA
```

## DNSの目指したもの

- ホスト表の目的を引き継ぎつつ、規模が大きくなっても動いて便利なものを目指す
  - ネットワーク上で分散して名前を管理でき、その上で名前を調べられるようにする
    - 予め名前の範囲を確保できるようにする  
(全体で重複しない)
  - 電子メールなどのサービスのために名前を使えるようにする

## ドメイン名とラベル

- www.nic.ad.jp
  - jp トップレベルドメイン
  - ad 第2レベルドメイン
  - nic 第3レベルドメイン
- ドメイン名の長さは253文字以下
- ひとつのラベルの長さは63文字以下

## ドメイン名の種類

- TLD – トップレベルドメイン
  - gTLD (generic TLD)
    - 分野別トップレベルドメイン「.com」「.org」「.net」
  - ccTLD (country code TLD)
    - 国コードトップレベルドメイン「.jp」「.uk」
  - インフラストラクチャーTLD
    - インターネットのアドレス変換などのために作られたドメイン名「.arpa」

ドメイン名の種類 - JPNIC  
<https://www.nic.ad.jp/ja/dom/types.html>

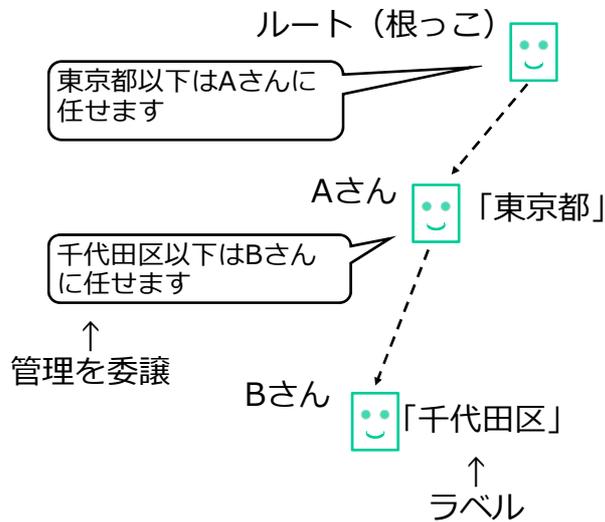


## 世界でドメイン名が使えるのはなぜ？

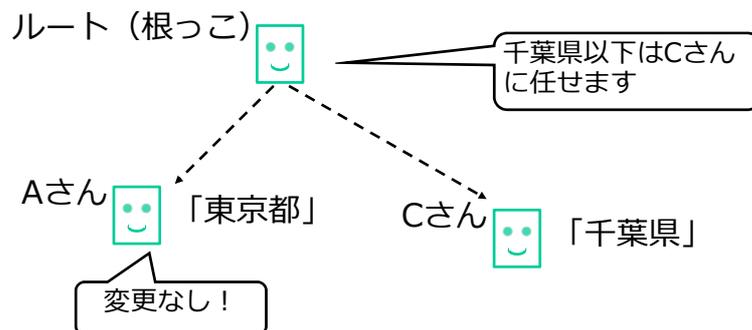
- ドメイン名の管理の仕組み
- ドメイン名の検索の仕組み



## ドメイン名の管理(1/2)

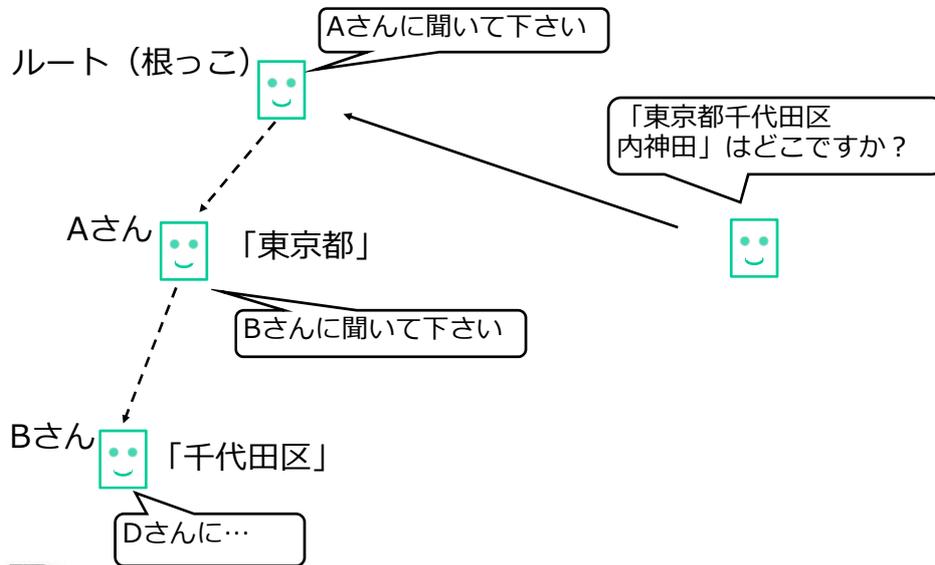


## ドメイン名の管理(2/2)

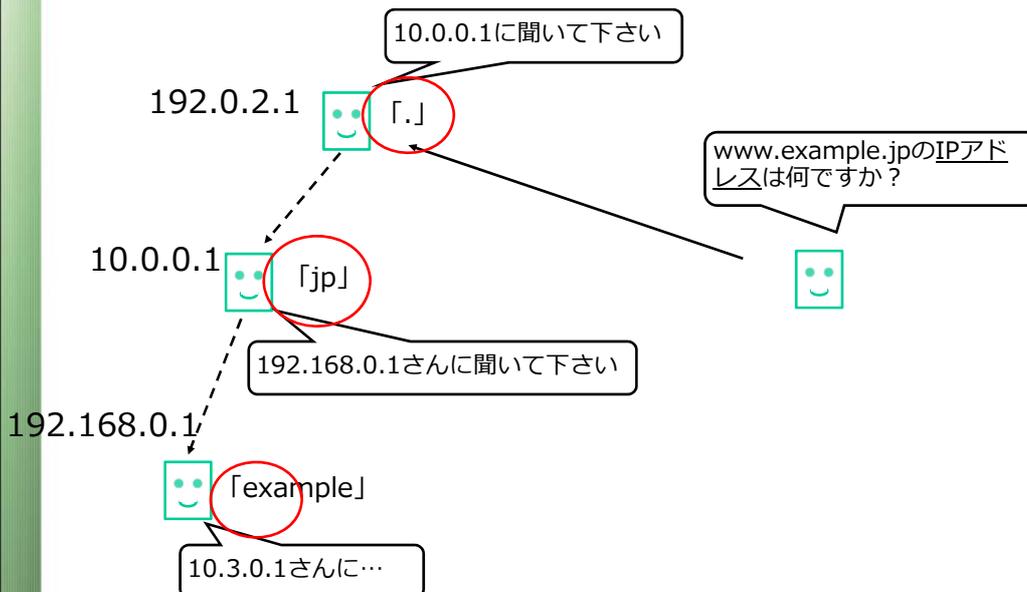


名前の全体をゾーンに分けて、管理するところを委譲していくことで、一部のゾーン（ドメイン）に変更があっても他は変更しなくて良い。

## ドメイン名の検索(1/3)

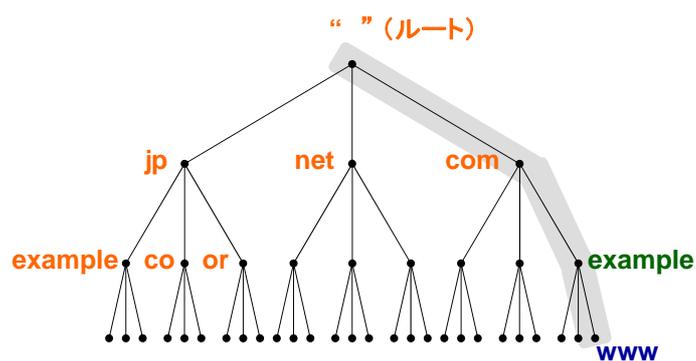


## ドメイン名の検索(2/3)



# DNSのツリー構造

- 木を逆さまにした形となっており、一番上の「ルート (root)」と呼ばれる部分 (「 ” 」で表現される)を頂点にして、下の階層へと空間が広がっていく



# IPアドレス





## IPv4アドレスの表記

- 8ビット毎に区切り、それぞれを10進数で表記

11000000 00000000 00000010 00000000



192 . 0 . 2 . 0

## IPv6アドレスの表記

- 16ビット毎に区切り、それぞれを16進数で表記

0010000000000001 0000110110111000 0000000000000000  
0000000000000000 0000000000000000 0000000000000000  
0000000000000000 0000000000000000



2001:db8:0000:0000:0000:0000:0000:0000

- 先頭の0の省略や、0が連続するフィールドは「::」で省略できるルールなどを適用



2001:db8::

## IPアドレスの役割

- 「識別する」

192.0.2.1



192.0.2.2



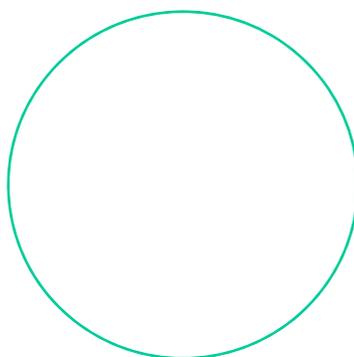
192.0.2.3



## IPアドレスの役割

- 「場所を示す」

192.0.2.1



10.0.0.1



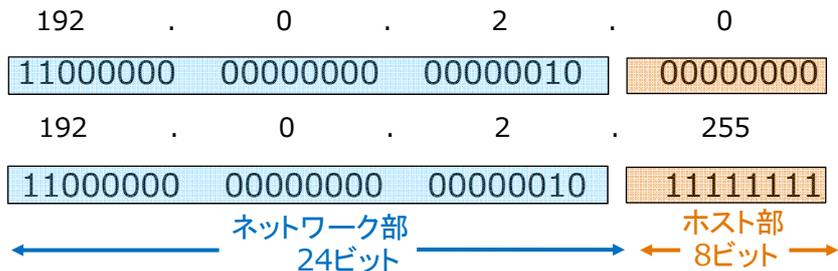
# ネットワークを示すもの

192 . 0 . 2 . 0

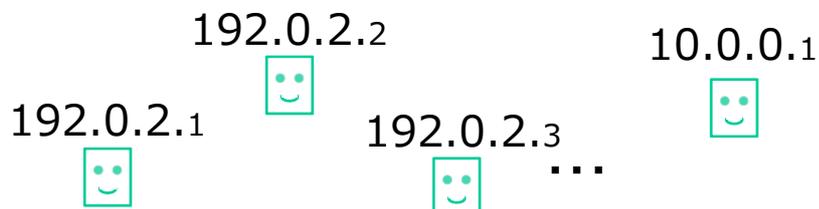
← ネットワーク部    →    ← ホスト部 →

- ネットワーク部は24bit ⇒ 192.0.2.0/24 とも表記
- ホスト部は8bit = 256アドレス

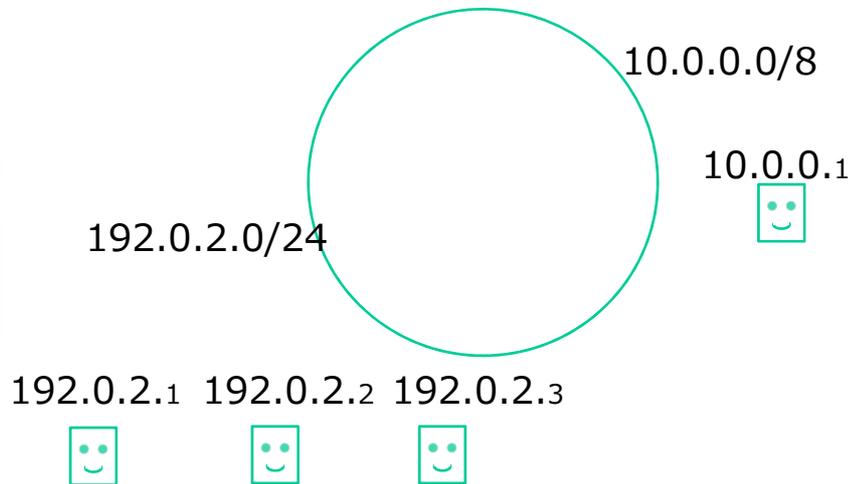
192 . 0 . 2 . 0 ~ 192 . 0 . 2 . 255



# ネットワークはどうつながるの？



## ネットワークはどうつながるの？



## ネットワークはどうつながるの？

ルーター

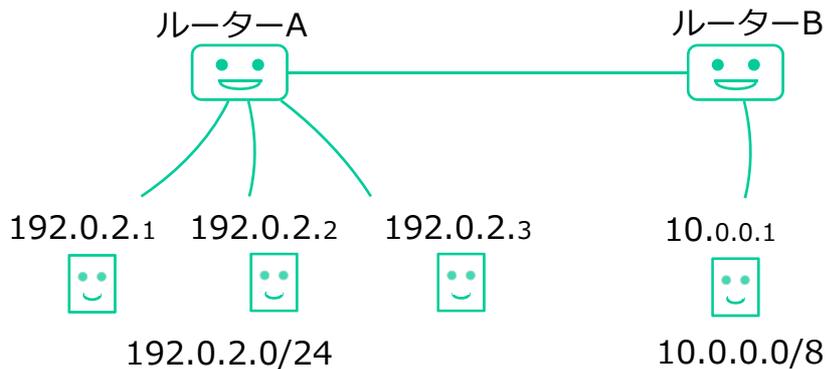


- ネットワークとネットワークを繋げる
- L3（ネットワーク層）の情報 = IPアドレスをもとにパケットを送っている
  - 「ルーティング」

# ネットワークはどうつながるの？

- ルータの役割

同じネットワークにあるノードを収容している

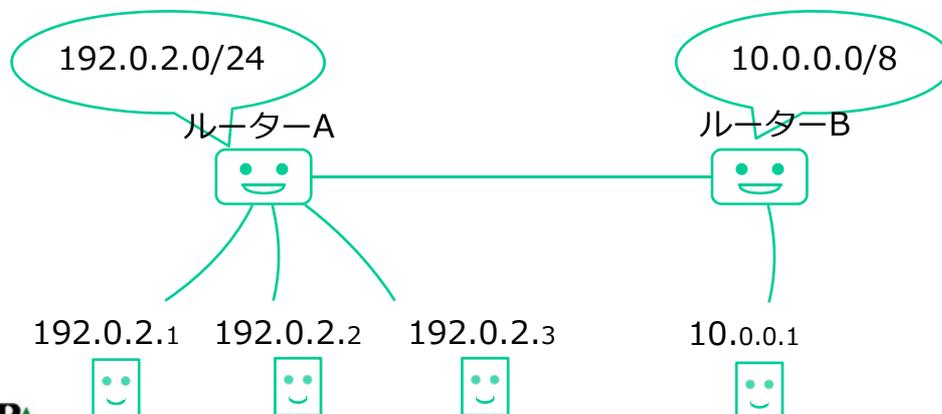


# 経路情報

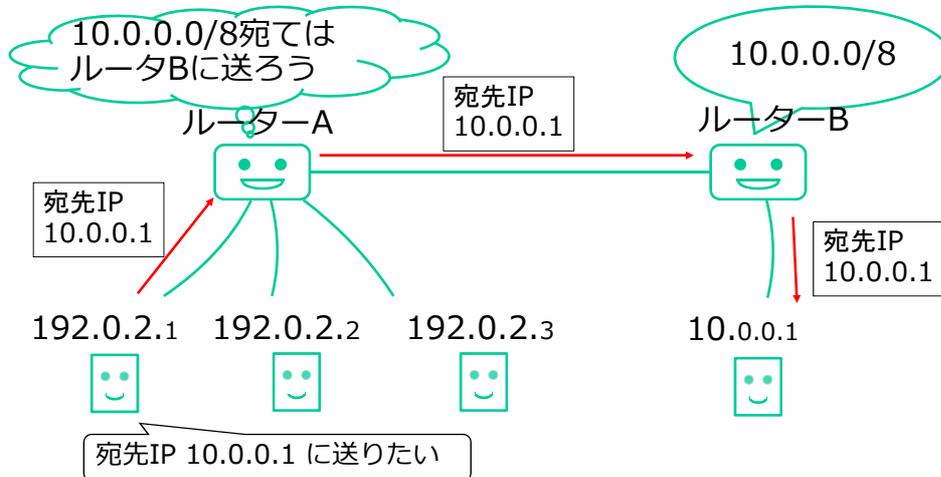
- ルータの役割

– 経路情報を交換

経路情報 = パケットの伝送に必要なアドレスの情報



# 経路制御



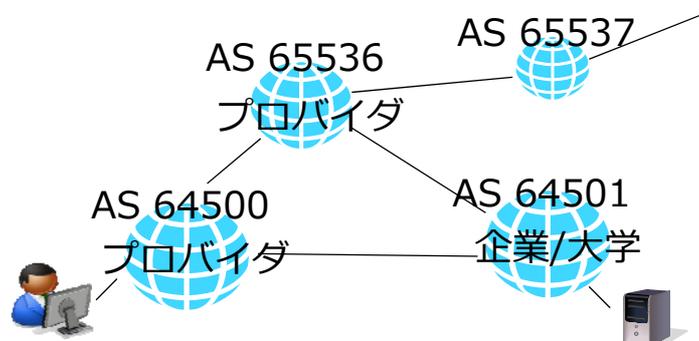
経路制御 = ルーターに伝送路を決めさせること



# AS番号

## ・ AS(Autonomous System) 自律システム

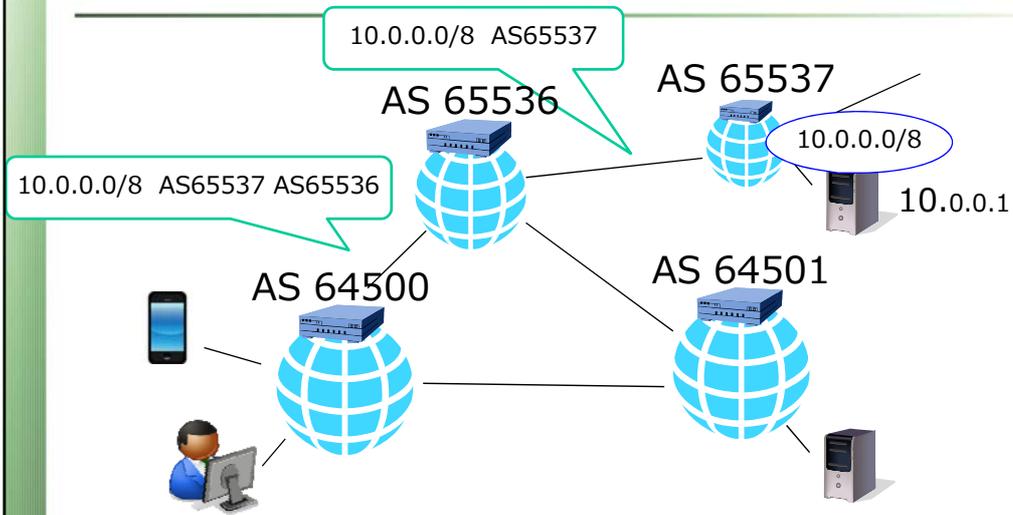
- インターネットは、自律的なネットワーク「AS」同士がつながって構成されている



- ASを識別する番号の「AS番号」は、JPNICのような「レジストリ」によって割り当てられる。



# AS間ルーティングとBGP

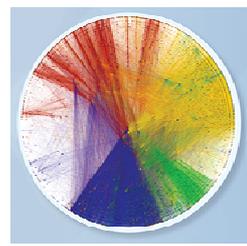
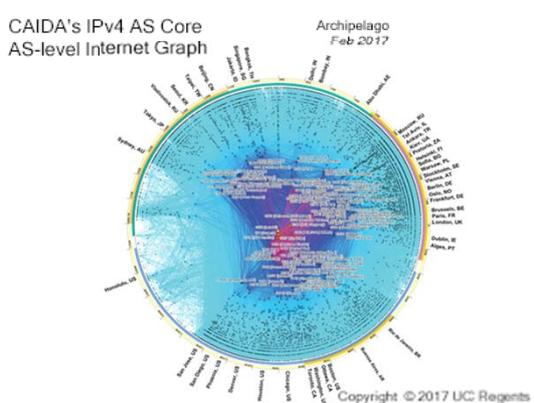


ASで収容されているIPアドレスは「経路情報」と呼ばれ「BGP」を使って伝播される。



# インターネットとASのつながり

IPv4 and IPv6 AS Core: Visualizing IPv4 and IPv6 Internet Topology at a Macroscopic Scale in 2017  
[http://www.caida.org/research/topology/as\\_core\\_network/2017/](http://www.caida.org/research/topology/as_core_network/2017/)



2020年4月時点野のAS番号  
 割り当て数 102,399

The 32-bit AS Number Report  
<http://www.potaroo.net/tools/asn32/>



# インターネットの標準

Internet Engineering Task Force (IETF)



一般社団法人 日本ネットワークインフォメーションセンター

Copyright © 2019 Japan Network Information Center

## IETFとは

- インターネット技術の標準仕様を策定することを目的として組織されたグループ
  - 企業等の代表としてではなく個人として参加
- IETFにおける技術仕様はRFC (Request for Comments)という名前で文章化され公開される
- 活動
  - IETFメーリングリスト
    - アナウンスMLとWGのディスカッションMLなどがある
  - IETFミーティング 年3回
    - WGやワークショップの中間 (Interim) ミーティングもある
    - 昨今はオンラインで開催される



Copyright © 2020 Japan Network Information Center

46

## IETFにおける理念

- Jon Postel
  - "Be conservative in what you send and liberal in what you accept"
  - 「送るものには保守的であれ、受け取るものには寛容であれ」
- David Clark, (INET92 in Kobe)
  - "We reject kings, presidents and voting; we believe in rough consensus and running code."
  - 「私は王様、大統領、投票を拒否します。**大まかな合意と動作するコード（プログラム）**を信じます。」



## デファクト標準とデジュール標準

- デジュール 標準
  - De jure = 合意決議による標準
  - 公的な標準化機関が仕様や企画を策定、トップダウン
    - ITU、ISOなど
- デファクト標準
  - De facto = 事実上の標準
  - 市場で広く利用されているものが標準、ボトムアップ
  - **インターネットはデファクトを重視**
    - ラフコンセンサス+ランニングコード
    - IETF、W3Cなど



# IETFミーティングの様子



天気に合った服装

出入り自由

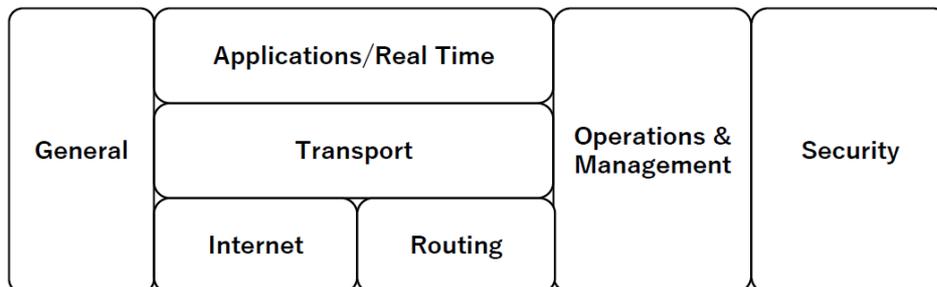
前方にチェア席と発表者席が、通路に議論用のマイクがある。  
参加者個々のハミングによってラフコンセンサスを確認



Copyright © 2020 Japan Network Information Center

49

# IETFにおけるエリア(分野)



Newcomers Training in Japanese  
<https://www.ietf.org/edu/tutorials/98-newcomers-japanese.pdf>



Copyright © 2020 Japan Network Information Center

50

## まとめ

- インターネット ことはじめ
  - ARPANETを起源としたネットワークの発展
- IPアドレスとドメイン名
  - インターネットの規模拡張性を支えてきた技術
  - インターネットは地球規模で動くネットワークで、いろいろなネットワークが相互に接続
- インターネットの標準
  - ラフコンセンサスとランニングコードを理念に掲げるIETF

