【完全理解】

IPアドレスと通信の仕組み

・世界中から端末を特定する仕組み
・宛先の経路を取得するルーティング技術
（サブネットマスクとデフォルトゲートウェイの役割）
・EthernetにおけるMACアドレスとの役割分担

全体目次

１．　IPアドレス概要

1-1.　RFCとは？

1-2.　TCP/IPとは？

1-3.　プロトコルスタック

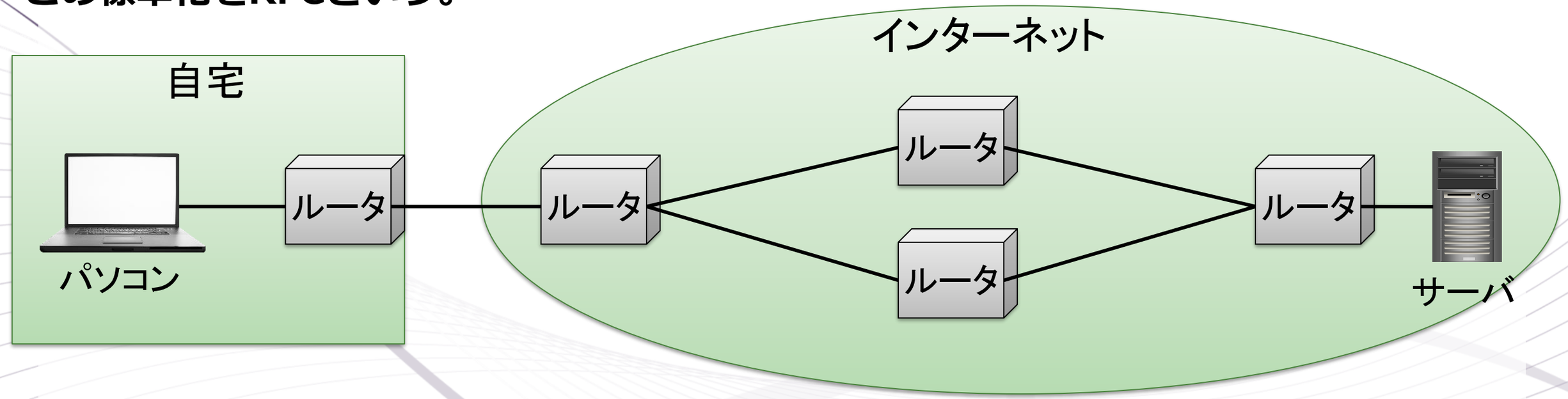
1-4.　パケットデータ（キャプチャ）

1-5.　「IPv4」と「IPv6」

1-6.　IPアドレスのデータフォーマット

1-1.　RFCとは？

インターネット通信に関わる全ての機器は予め規定された技術でデータを扱うことが必要。
そのため、インターネット技術の標準化（取り決め）が行われている。
この標準化をRFCという。



- **標準化を行う団体：IETF（Internet Engineering Task Force）**
- **標準化された規定：RFC（Request for Comments）**
  - **1) IP　：　RFC791(IPv4), RFC8200(IPv6)　2017年7月公開（RFC2460廃止）**
  - **2) TCP：　RFC9293　2022年8月公開（RFC793廃止）**

1-2.　TCP/IPとは？

- TCP/IP　インターネットで通信を行うための規定

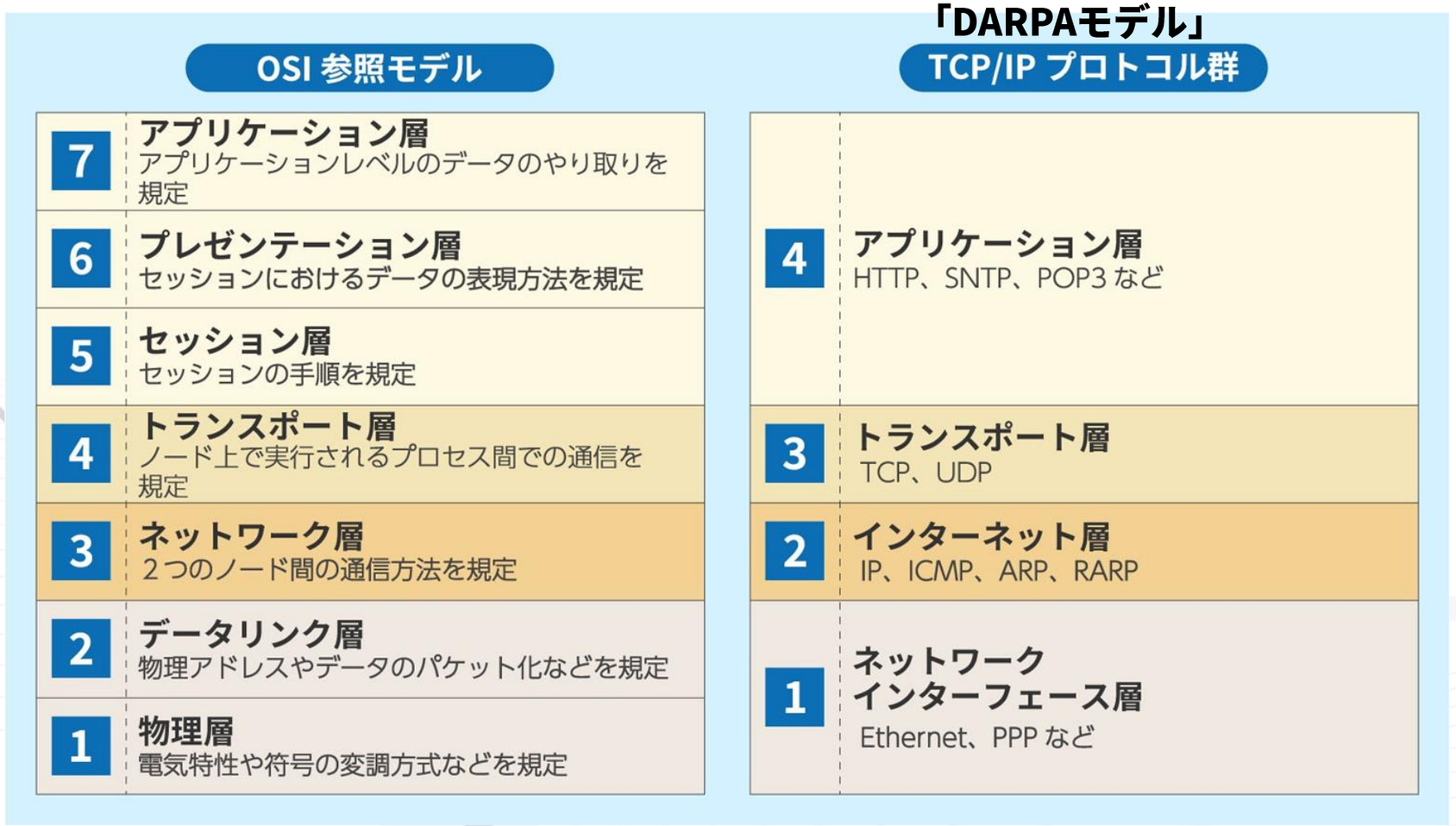
  ①IP　　：インターネット上の住所を表す役割

  ②TCP ：通信路の状態に応じて効率的かつ確実にデータを
  　　届ける役割

- UDP/IP

  ③UDP ：届けるだけで通信制御をおこなわない。

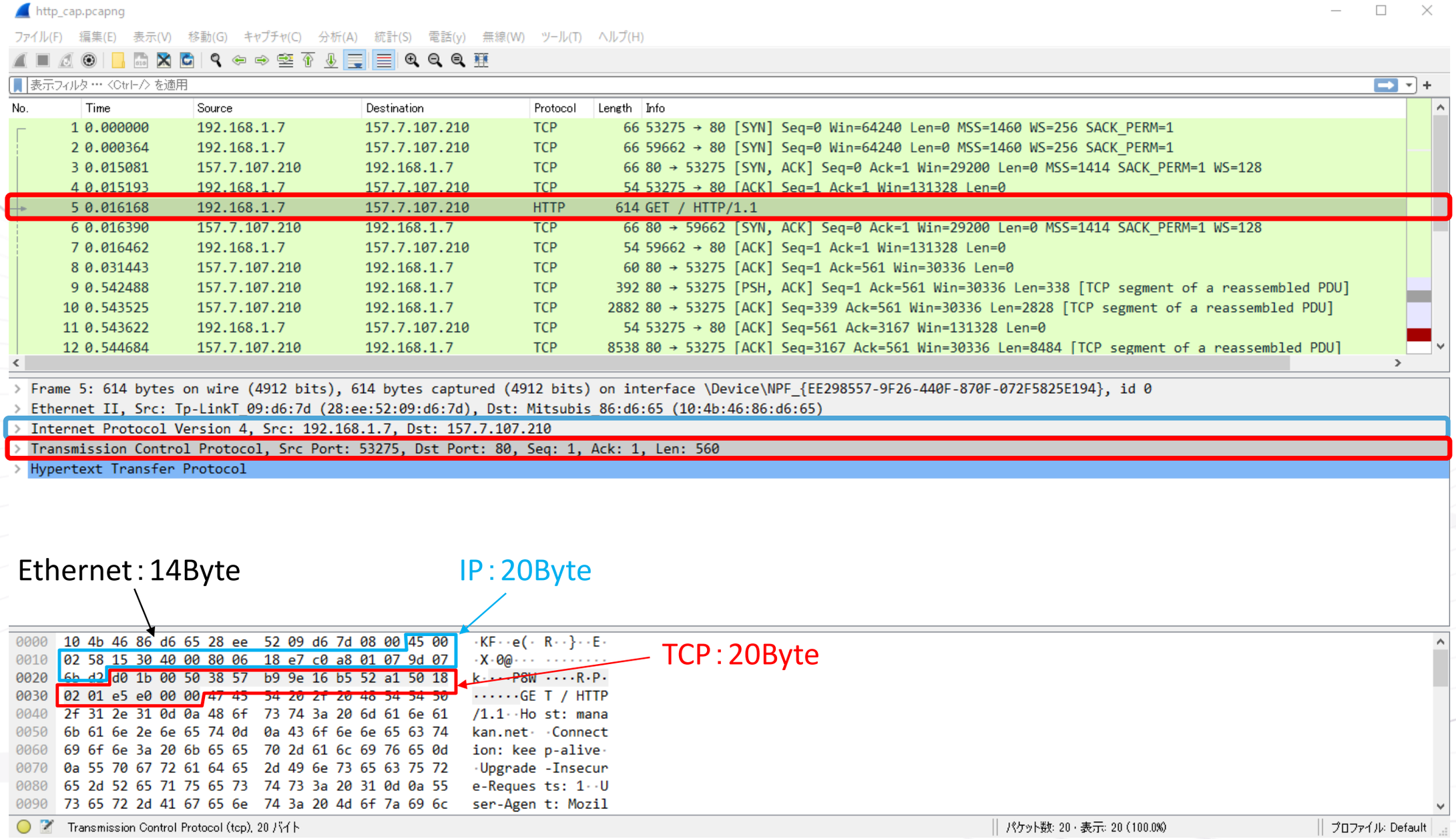
1-3.　プロトコルスタック



- 送受信端末で各層の利用する規定を一致させる
- 各層間の依存関係がない。各々の層毎に利用する規定を決める

【出典：（ビジネス＋IT） OSI参照モデルとTCP/IPの階層の違いとは？】
https://www.sbbit.jp/article/cont1/12099

1-4. パケットキャプチャ（WireShark）



1-5.　「IPv4」と「IPv6」

アドレスに用いるBit数の差

- IPv4　32Bitで識別する。➡ 2の32乗なので「4,294,967,296（約4億3千万）」

10進表記　192 . 168 . 1 . 7

10進数表記で
8bitを0～255で表す

2進表記　128 64 32 16 8 4 2 1

1100 0000 | 1010 1000 | 0000 0001 | 0000 0111

8bit | 8bit | 8bit | 8bit

8bit × 4
合計　32Bit

- IPv6　128Bitで識別する ➡ 2の128乗なので「3.4×10の32乗（約340澗?）」

（340282366920938463463374607431768211456）

16進表記　2 0 0 1 : 0 D b 8 : (全てゼロは省略可)

16進数表記で
4bitを0～fで表す

2進表記　8 4 2 1

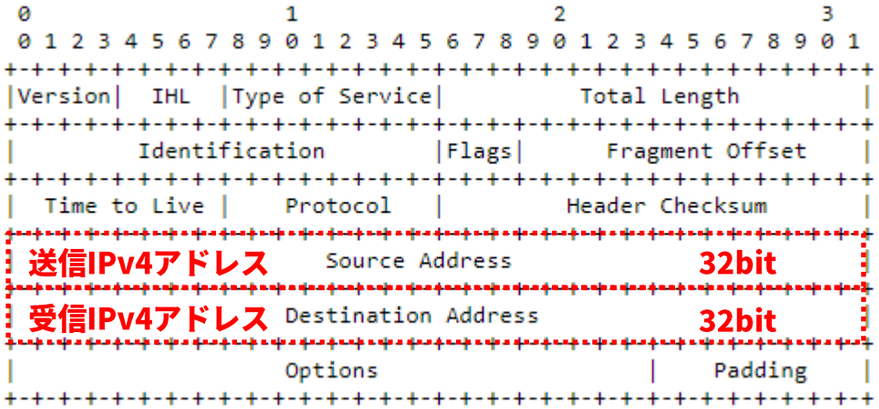
0010 0000 | 0000 0001 | 0000 1101 | 1011 1000 | 0000 0000 | 0000 0000 | 000・・・（省略）

4bit 4bit | 4bit 4bit | 4bit 4bit | 4bit 4bit | 4bit 4bit | 4bit 4bit

合計　128Bit

1-6.　IPデータフォーマット（規定RFCより抜粋）

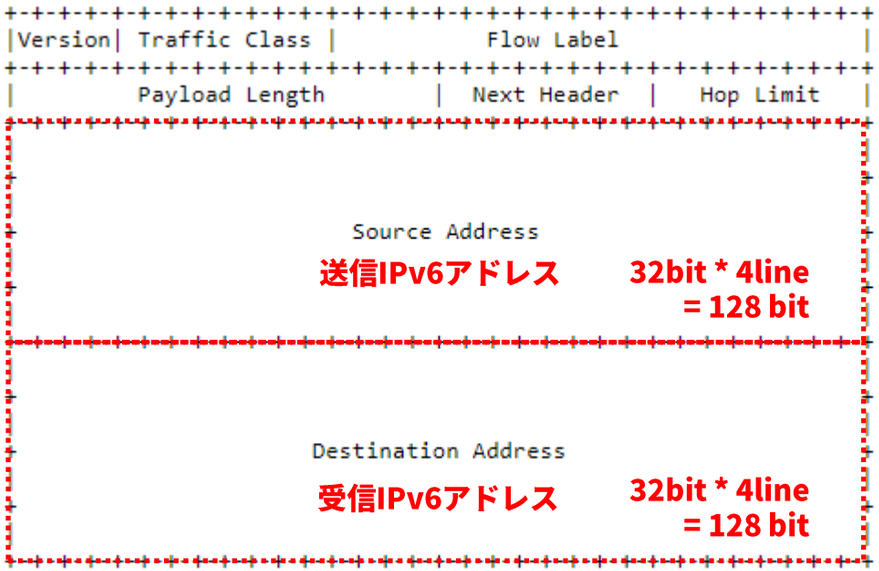
- IPv4　　RFC791



基本サイズはこの２０バイト
（１行は32Bitなので4バイト）

オプション部分になり、
必要なオプション情報により
サイズは可変

- IPv6　　RFC8200



基本サイズはこの４０バイト
（１行は32Bitなので4バイト）

2.　IPアドレスの種類と割り当て

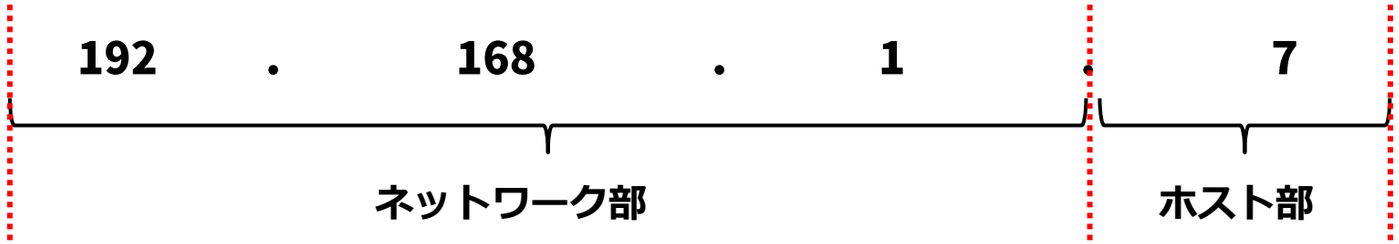
2-1.　クラスとCIDR

2-2.　IPアドレスの管理組織と割り当て

2-3.　グローバルとプライベート

2-4.　プライベートIPアドレスでのネット通信

2-1.　クラスとCIDR



- クラス：以下の表に示すとおり、予め決められた大きさの単位でネットワークを構築する　➡　無駄が多くなる

クラス	アドレス範囲	ネットワーク部	端末数
クラスA	0.0.0.0 ～ 127.255.255.255	8 Bit	約1600万個
クラスB	128.0.0.0 ～ 191.255.255.255	16 Bit	約65000個
クラスC	192.0.0.0 ～ 233.255.255.255	24 Bit	254個
クラスD/E	224.0.0.0 ～ 255.255.255.255	（マルチキャスト及び予約用）	-

- CIDR（Classless Inter-Domain Routing）：クラスに関係なく、自由な範囲で利用する　普通に、こちらが利用されている

  サブネットマスクを設定し、ネットワーク部とホスト部の区切りを明確にして利用する

  例）　1.0.16.0 / 20
  　　192.168.10.0 / 23

2-2.　IPアドレスの管理組織と割り当て

・IPアドレスは世界中で重複しないよう厳しく管理
・日本では次の順番で払い出されて管理されており、場所を特定できるようになっている。
　　IANA　→　APNIC　→　JPNIC　→　ISP　→　エンドユーザ

●　IPアドレス管理組織

地域	管理組織	記事
世界	IANA (Internet Assigned Numbers Authority)	世界レベルで管理
アジア	APNIC (Asia-Pacific Network Information Centre)	世界を5地域に分けて管理
日本	JPNIC (Japan Network Information Center)	国レベルで管理

●　日本への割り当て

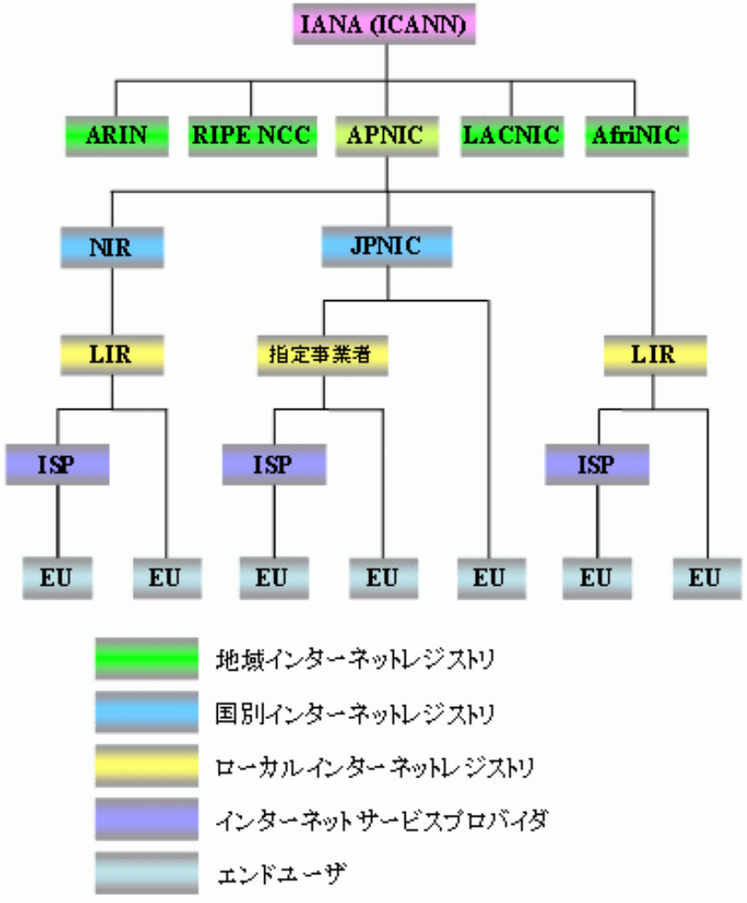
https://ipv4.fetus.jp/jp　より抜粋

« ‹ 1 2 3 › »

CIDR	IPアドレス	割り振り日	レジストリ
1.0.16.0/20	1.0.16.0 - 1.0.31.255	2011/04/12	APNIC
1.0.64.0/18	1.0.64.0 - 1.0.127.255	2011/04/12	APNIC
1.1.64.0/18	1.1.64.0 - 1.1.127.255	2011/04/12	APNIC
1.5.0.0/16	1.5.0.0 - 1.5.255.255	2011/04/01	APNIC
1.21.0.0/18	1.21.0.0 - 1.21.63.255	2010/06/16	APNIC
1.21.64.0/19	1.21.64.0 - 1.21.95.255	2010/06/16	APNIC
1.21.96.0/20	1.21.96.0 - 1.21.111.255	2010/06/16	APNIC
1.21.112.0/20	1.21.112.0 - 1.21.127.255	2010/06/16	APNIC
1.21.128.0/20	1.21.128.0 - 1.21.143.255	2010/06/16	APNIC

日本：190,438,656個
・全アドレス空間の4.43%
・予約除くと5.14%

●　管理組織の構造



https://www.nic.ad.jp/ja/ip/admin.html

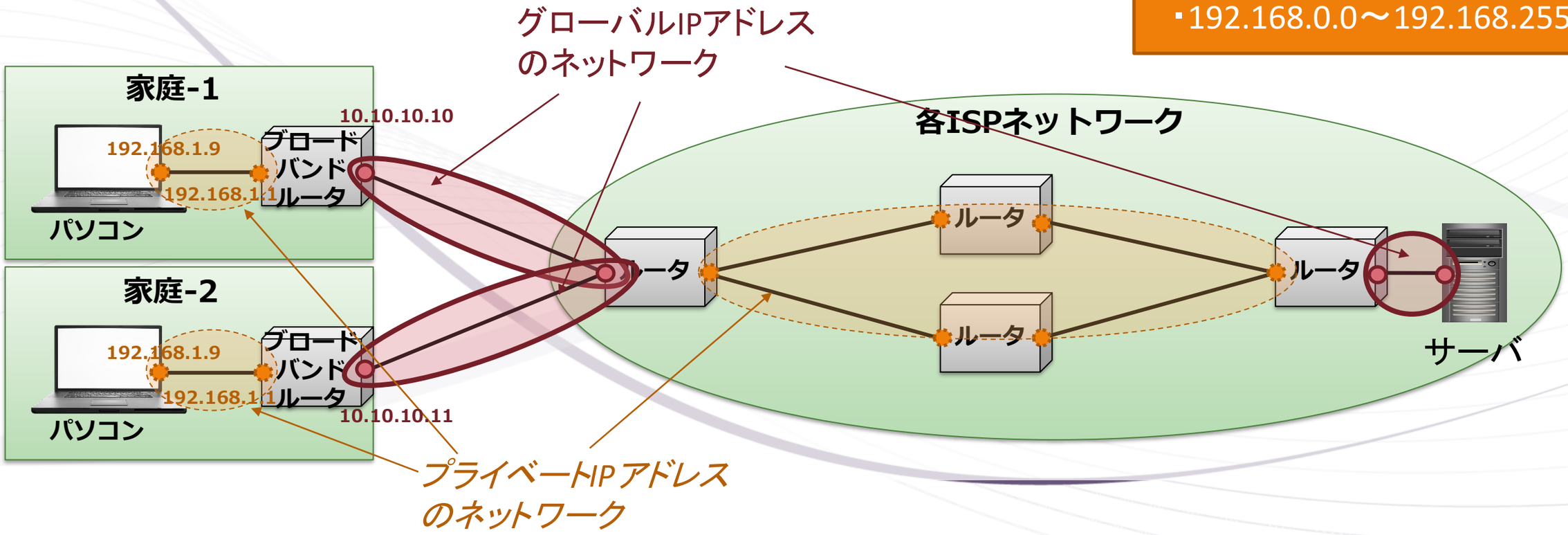
2-3. グローバルとプライベートIPアドレス

IPv4で理解

- **グローバルIPアドレス**
  世界で唯一のアドレス（世界中から特定できるので、ネット通信するために利用）

- **プライベートIPアドレス**
  各家庭や企業内などのネットワークで繰り返し利用されるアドレス。
  （世界中から特定できないが、該当のネットワーク内では重複しないでユニーク）

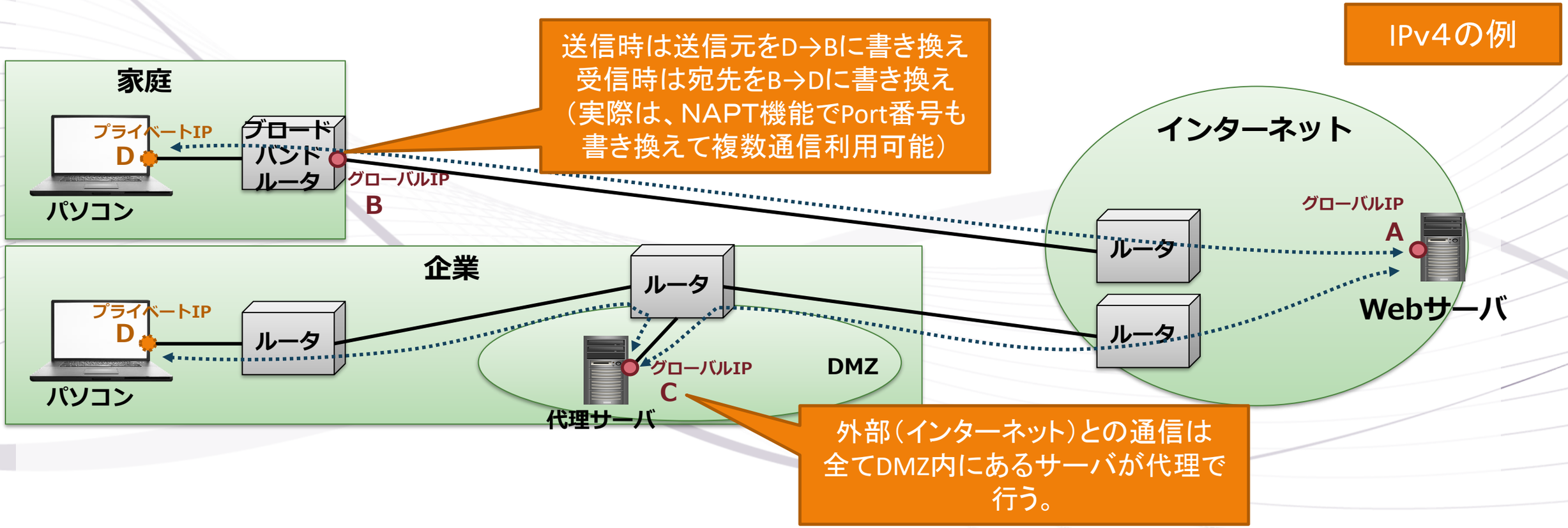
【プライベートIPアドレス範囲】
- 10.0.0.0～10.255.255.255
- 172.16.0.0～172.31.255.255
- 192.168.0.0～192.168.255.255



2-4.　プライベートIPアドレスでのネット利用

- **各家庭でのプライベートIP利用**
  ブロードバンドルータにて、グローバルIPアドレスとプライベートIPアドレスを置き換えて通信

- **各企業でのプライベートIP利用**
  DMZ内のProxyサーバが外部との通信を中継し通信を行う。



３．　ルーティングの仕組み

3-1.　ルーティングとは

3-2.　サブネットマスクとは

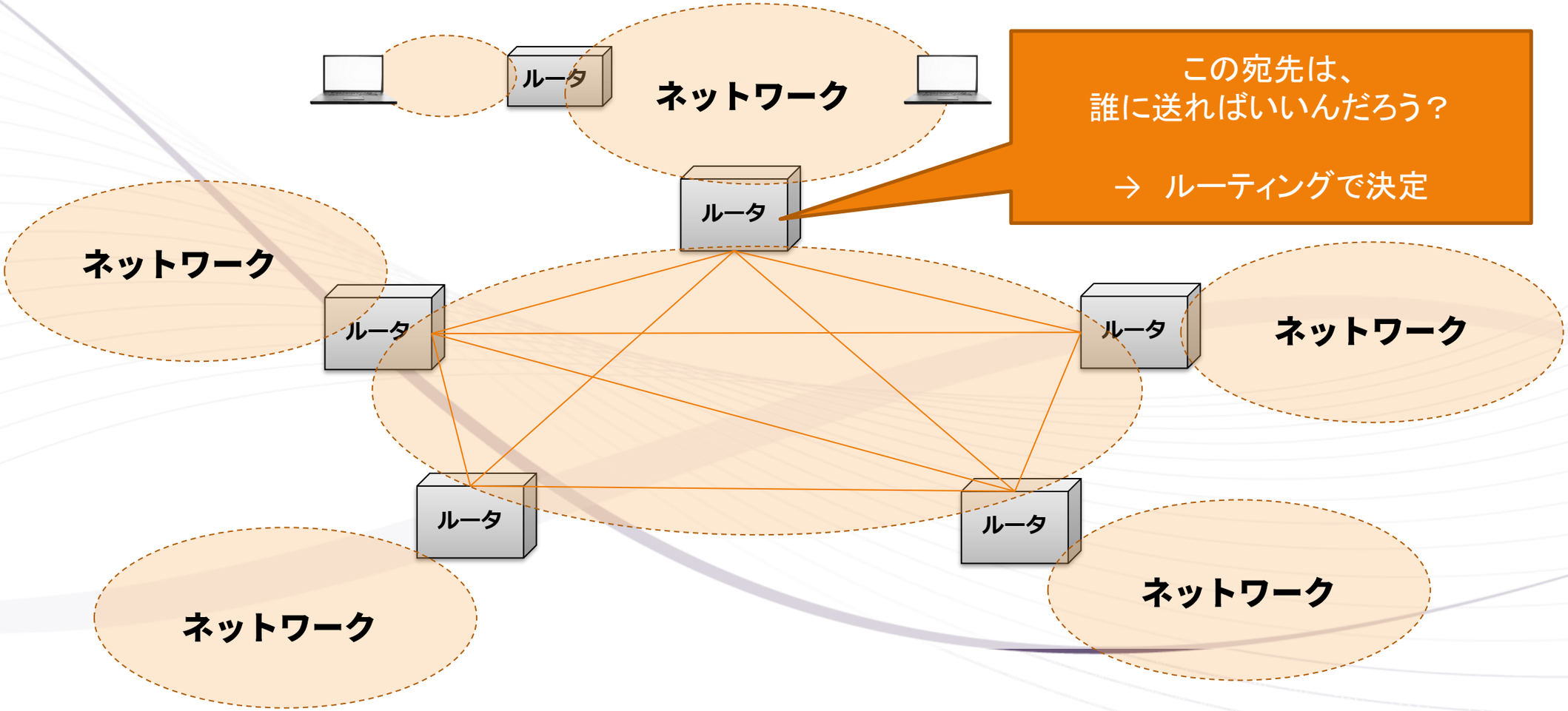
3-3.　ルーティングテーブルによる決定

3-4.　ルーティング決定の優先度

3-5.　インターネットのルーティング

3-1.　ルーティングとは？

宛先アドレスから、接続されているネットワーク内の誰に送信するか決定する。



3-2.　サブネットマスクとデフォルトゲートウェイ

- サブネットマスクはネットワーク部の長さを表す（ネットワークの大きさを表す）
  ⇒　ネットワーク部が同じビット列か否かで、同じネットワークか判定

- デフォルトゲートウェイはネットワーク部がゼロで設定されるので「全アドレスが該当」

サブネットマスクが「255.255.255.0」の場合は２４Ｂｉｔとなります。

サブネットの記載方法

255.255.255.0

全く同じ

192.168.1.7 / 24

ビット数でも記載可

宛先のIPアドレスが「192.168.1.7」の場合

● **ネットワークが「192.168.1.0/24」**

宛先：	1100 0000	1010 1000	0000 0001	0000 0111
NW ：	1100 0000	1010 1000	0000 0001	0000 0000

ネットワーク部が同じビット列なので「同じネットワーク」

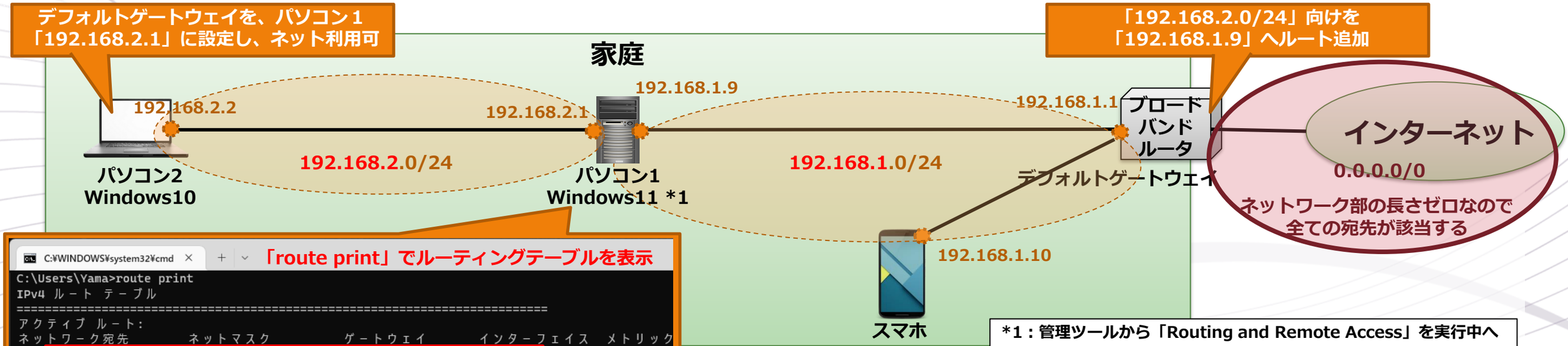
● **ネットワークが「10.10.10.0/24」**

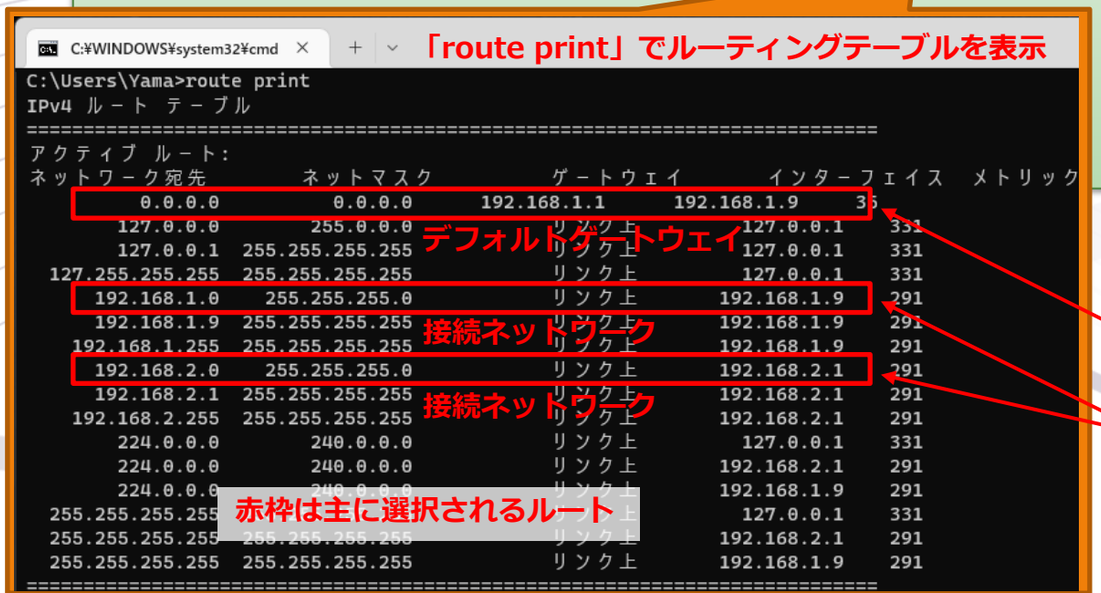
宛先：	1100 0000	1010 1000	0000 0001	0000 0111
NW ：	0000 1010	0000 1010	0000 1010	0000 0000

ネットワーク部のビット列が異なるので「同じではない」

3-3. ルーティング

- パソコンやルータなどの端末は送信先を解決するためのルーティングテーブルを持っている。
- 宛先アドレスに対して、ルーティングテーブルから同じネットワークアドレスの宛先を見つける。
- 該当するネットワークアドレスの送信先（Next-Hop）にパケットを送信する。





*1：管理ツールから「Routing and Remote Access」を実行中へ

- 宛先が、サブネットマスクで示されるネットワーク部の長さのbit列に対して合致する宛先に送信される。
- デフォルトゲートウェイはネットワーク部が長さが０なので、全ての宛先が該当先となるので、インターネット向けの全アドレスが選択される。
- 接続されているリンクはネットワーク部の長さが２４なので、デフォルトゲートウェイより優先して選択される

3-3. ルーティング決定の優先度

・ルーティングは複数の要因で決定されるが優先度がある。
・優先度は、以下のようになっている

優先度１：Longest Match
ネットワーク部の長さ（サブネットマスクの長さ）が最も優先される。

例）ルーティングテーブルに①，②の２つが存在する場合において
宛先「192.168.1.1」は以下の両方に該当するが、長さ24の①が選択される

	ネットワークアドレス	Next-Hop
①	192.168.1.0/24	192.168.1.1
②	192.168.0.0/16	192.168.1.11

← ネットワーク超の長いこのルートが選択される

優先度２：アドミニストレーティブディスタンス
どの経路種別を優先させるかが決まっている。

・スタティックルート
運用者が手動で設定したルート
・ダイナミックルーティング
ルーティングプロトコルにより自動で経路情報を更新すること
自分の経路を相手に通知することにより動的に経路情報を更新

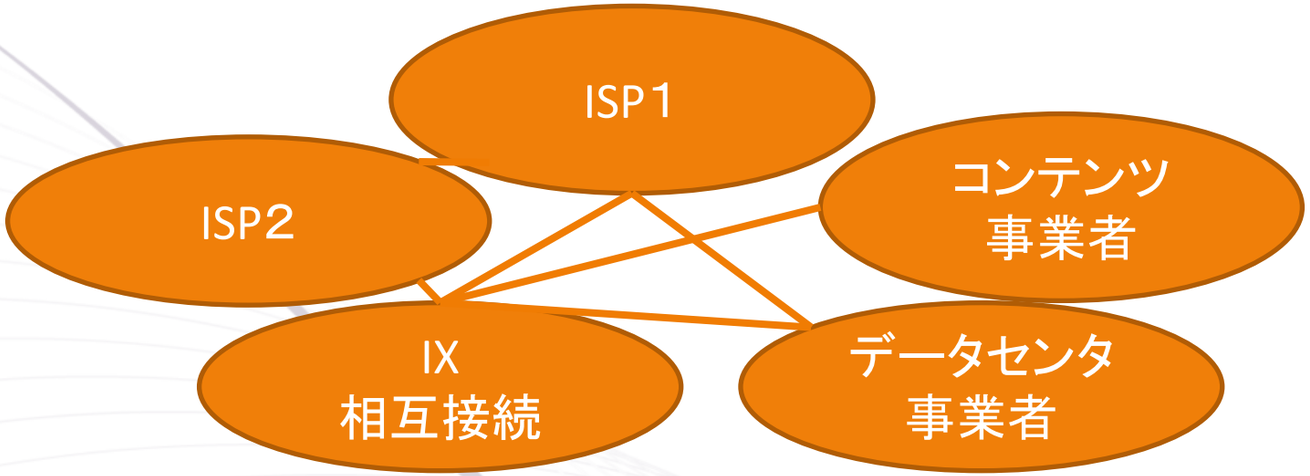
《標準的な設定値》（一部抜粋）

経路の情報元		アドミニストレーティブ ディスタンス値
直接接続（同じネットワーク）		0
スタティックルート		1
ダイナミック ルーティング	BGP（外部）	20
	OSPF	110
	RIP	120
	BGP（内部）	200

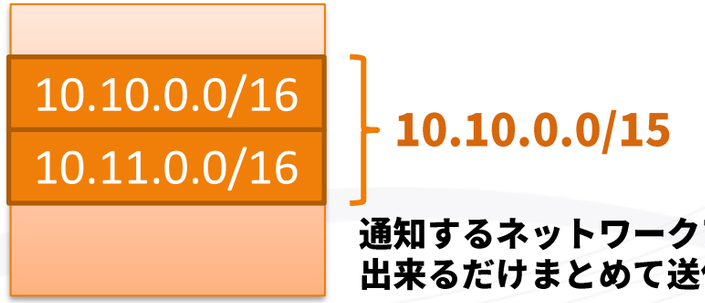
優先度３：メトリック
手動で優先度を設定したり、ホップ数やコストにより経路の優先度を操作する場合に利用します。

3-4.　インターネットのルーティング

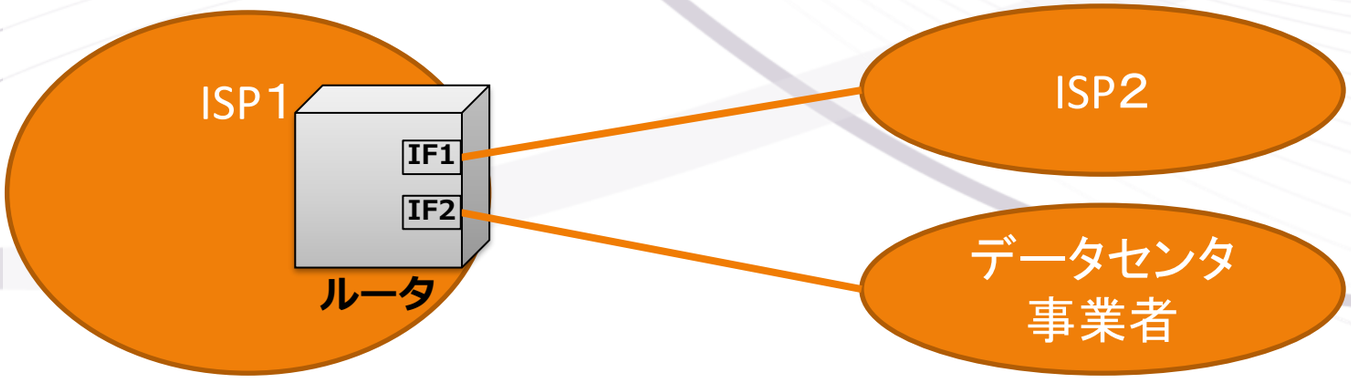
・利用しているネットワークアドレスを事業者間で交換することでルーティングを構築



各事業者は自分の利用しているネットワークアドレスを接続先に相互に通知している。（BGPというプロトコルで自動で相互に通知している）



通知するネットワークアドレスは出来るだけまとめて送信します。



基本的に、相手から通知されたネットワークアドレスは、その事業者が利用しているということなので、送信先になります。

４．EthernetとMACアドレス

4-1.　Ethernetとは？

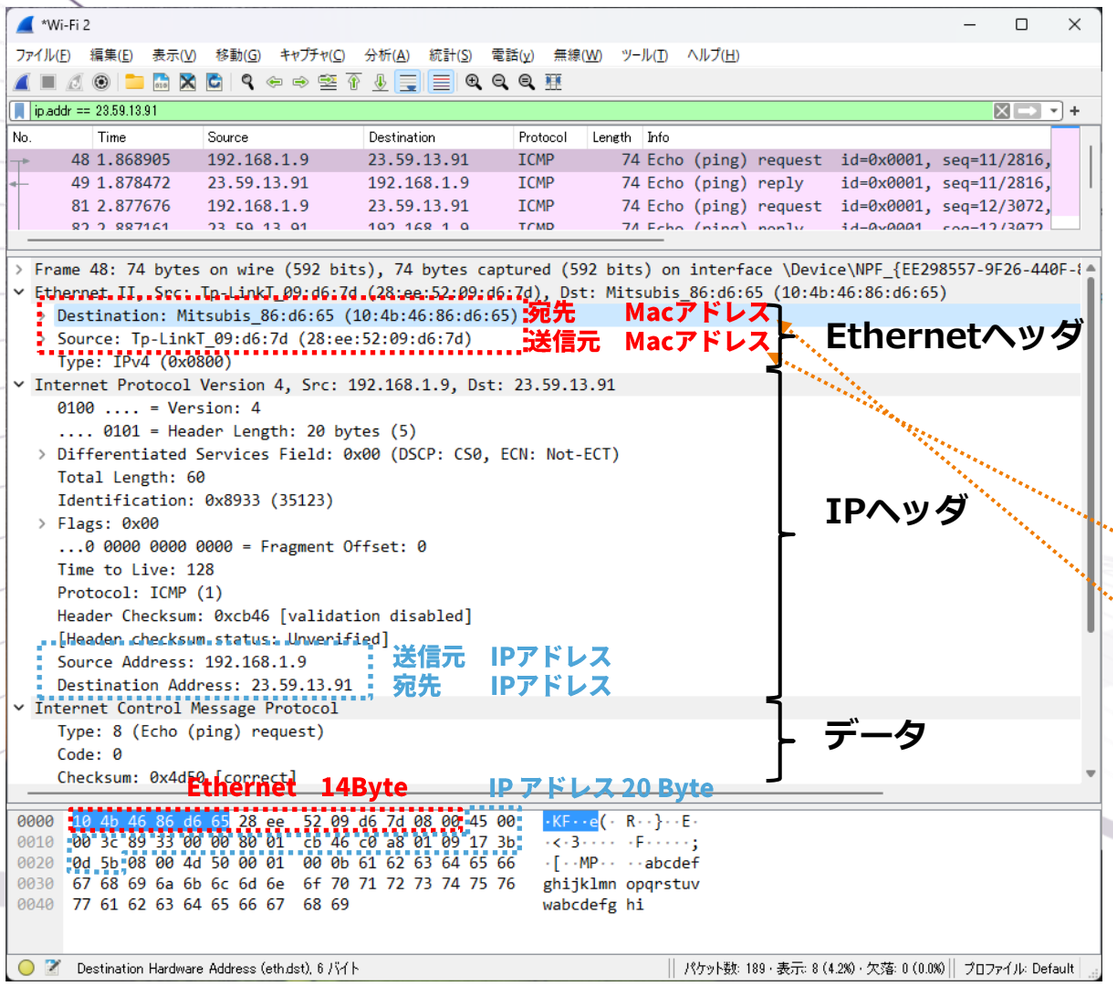
4-2.　Nex-Hopへの送信とMacアドレス

4-2.　MACアドレス解決の仕組み「ARP」

4-3.　Ethernet端末における送信処理まとめ

4-1.　Ehternetとは？

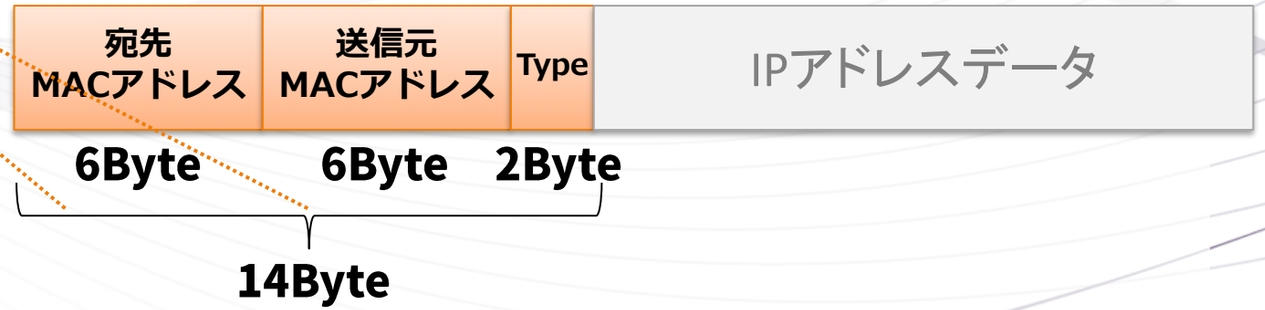
・EthernetはIEEEの通信技術で、レイヤ2のデータリンク層の技術
・Ethernetでは端末識別にMACアドレスを用いる。



- **Ethernet規格**
  - 有線：LANケーブル、同軸、光ケーブル
    標準化 IEEE802.3
  - 無線：Wi-Fi
    標準化 IEEE802.11 ac/a/n/g/b

- **プロトコルスタックの位置づけ**
  - OSI参照モデルの物理～データリンク層に相当（IPアドレスの下層）

- **Ethernet　データフォーマット**



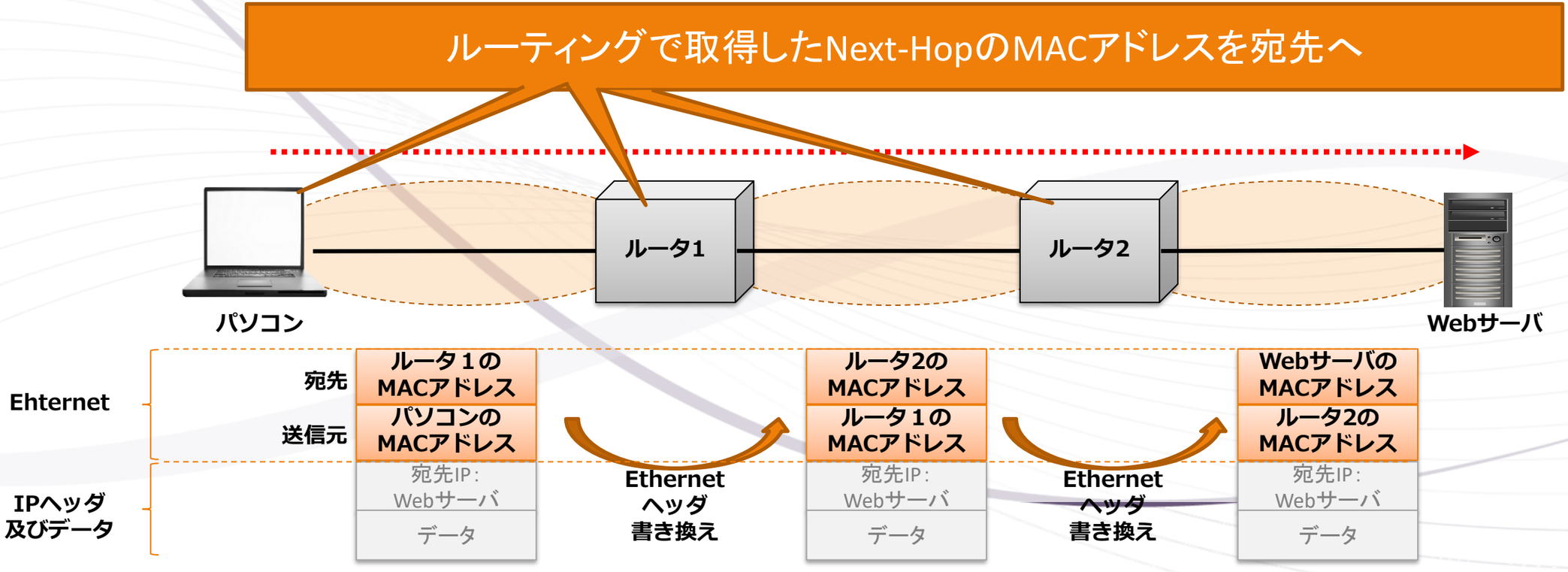
- **MACアドレスとは？**
  - インターフェースに付与された６Byteのアドレス。製造メーカが付与。

4-1.　Nex-Hopへの送信とMacアドレス

・ルーティングで取得したNext-Hopの宛先端末のMACアドレス宛に送信を行う。

- **パソコンからWebサーバへの通信**

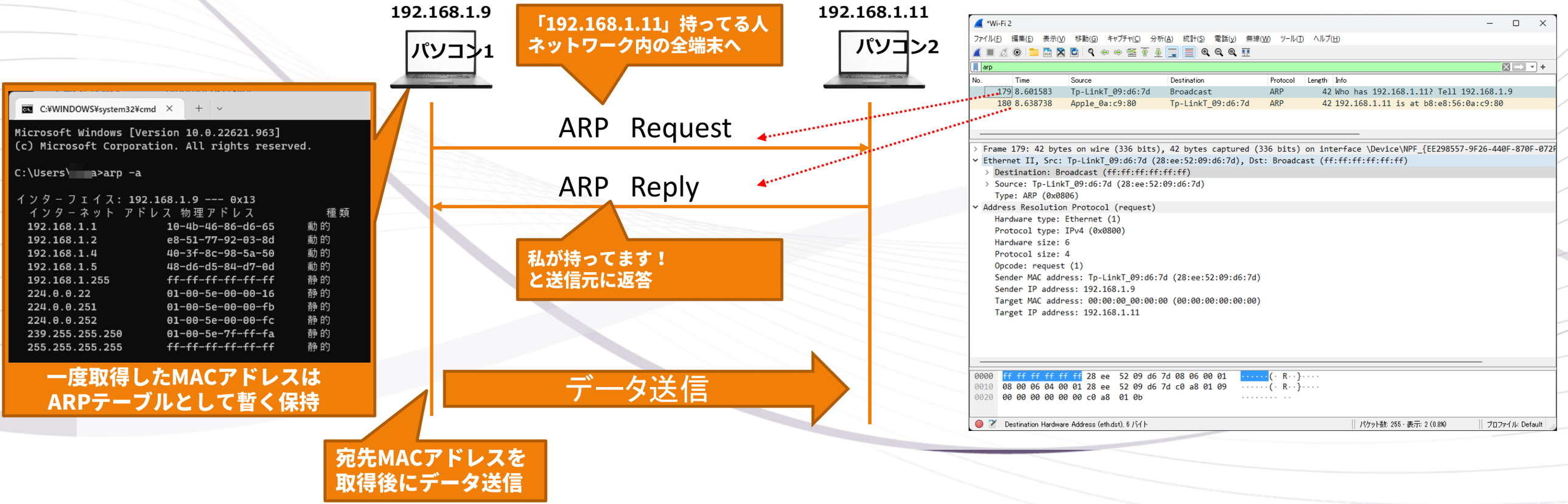
端末やルータはルーティングで取得したNext-HopのMACアドレスにEhternetヘッダを作成し送信する。
そのため、ルータを経由する度にEthernetヘッダが書き換えて通信する。



4-2.　MACアドレス解決の仕組み「ARP」

・ルーティングでは取得するのはIPアドレスのため、MACアドレスを取得する仕組みが必要。
・宛先MACアドレスはルーティングで取得したIPアドレスからARPを用いて取得する。

● パソコン１がパソコン２へ通信する場合



4-3.　Ethernet端末における送信処理まとめ

宛先の決定からデータ送信までの処理

ルーティングテーブルから送信先（Next-Hop）を決定する

↓

ARPで送信先（Next-Hop）のMACアドレスを取得する。

↓

Ehternetヘッダを付加し、データを構築して送信する