

コンピュータネットワーク(2025)

第01回 はじめに

オリエンテーションのお品書き

1. 自己紹介
2. キャリア論 - なぜITインフラが分かるべきか? -
3. ITインフラ演習科目群における本科目の位置づけ
4. なぜITインフラは難しそうに見えるのか?
5. 本科目の詳細
 - 目的,目標
 - シリーズ構成
 - 各回の取り組み方
6. 用語
7. 演習のイメージを実演・紹介
 - 前半のグループワーク（第6回の予定）を実演します
 - 後半については、TA/SAさんが例を紹介します
8. 目標設定&アンケート入力
 - これが本日の出席がわりです
 - 全体を半分ずつ2グループに分けて、デモの見学を交互に行います。
デモを見ていないグループは、これらを入力してください。

自己紹介

- フリーソフトウェア(== Perl)歴 > 30年
 - ソースコード > 20万行? -> [github](#)
 - 書籍、技術雑誌 > 100万文字くらい?
- 本来の専門は理論物理学ですが、インターネットの方が楽しい(業界あるあるですね?)
- 東京工業大学 -> IJ(日本初ISP) -> (私立)千歳科学技術大学 -> 公立千歳科学技術大学
- 環境: NetBSD, Debian, Chromebook
- 言語: とくいなのは(古代の(w))Perl、よく使う言語はPerlとシェル、**研究室はGo言語**



Internet Initiative Japan



(脚注1) 半分は、[YAPC::Hakodate 2024](#) の使いまわし:-)

(脚注2) 授業のバックエンド側もGo言語です。6月になったら有志あつめてGo言語勉強会でもしようかな? Perlで正規表現もどう?

(脚注3) 推しのアニメ製作会社は富山県のP.A.Worksです。祝25周年。

あと(会社ちがうけど)、演出:山田尚子・脚本:吉田玲子コンビなら、見てなくても円盤デフォルト買いでOKと思う今日この頃

(脚注4) 専門は北海道グルメと温泉ですよ? とか言われたりしますが(w)... まあいいけど:-)

キャリア論 - なぜITインフラが分かるべきか？ -

1. すべてのシステムの根幹/裏側にはITインフラストラクチャがあるから
2. ITシステムの基盤を理解し、設計・構築・運用できる人材への市場ニーズが高いため
3. キャリアの選択肢を広げ、より専門性の高い分野へのステップアップをめざすため

(脚注1) ITインフラはサイバースペースの「水、電気、ガス、石油、道路」です。非定番のものを作るにはITインフラの操作も必須

(脚注2) 現在および近未来におけるアメリカで求人意欲が高い職種は次のとおりで、これらの職種では、特定の専門知識やスキルが求められています。日本は数周おくれでアメリカの追っかけをしているので、妥当な推測でしょう。なお、ソフトウェアエンジニアは（生成AIの高機能化により）求人の減少が見込まれています

(1) ソフトウェアエンジニア (2) データサイエンティスト (3) クラウドエンジニア (4) サイバーセキュリティアナリスト

(脚注3) qiita に私見をまとめてあります、興味のある方は、ぜひ読んでくださいね -> [こちら](#)

なぜITインフラは難しそうに見えるのか？

1. 専門用語の多さ

-> 演習に必要なものだけをやります（リカバリは大学院の授業でやります）

2. 抽象的な概念の理解

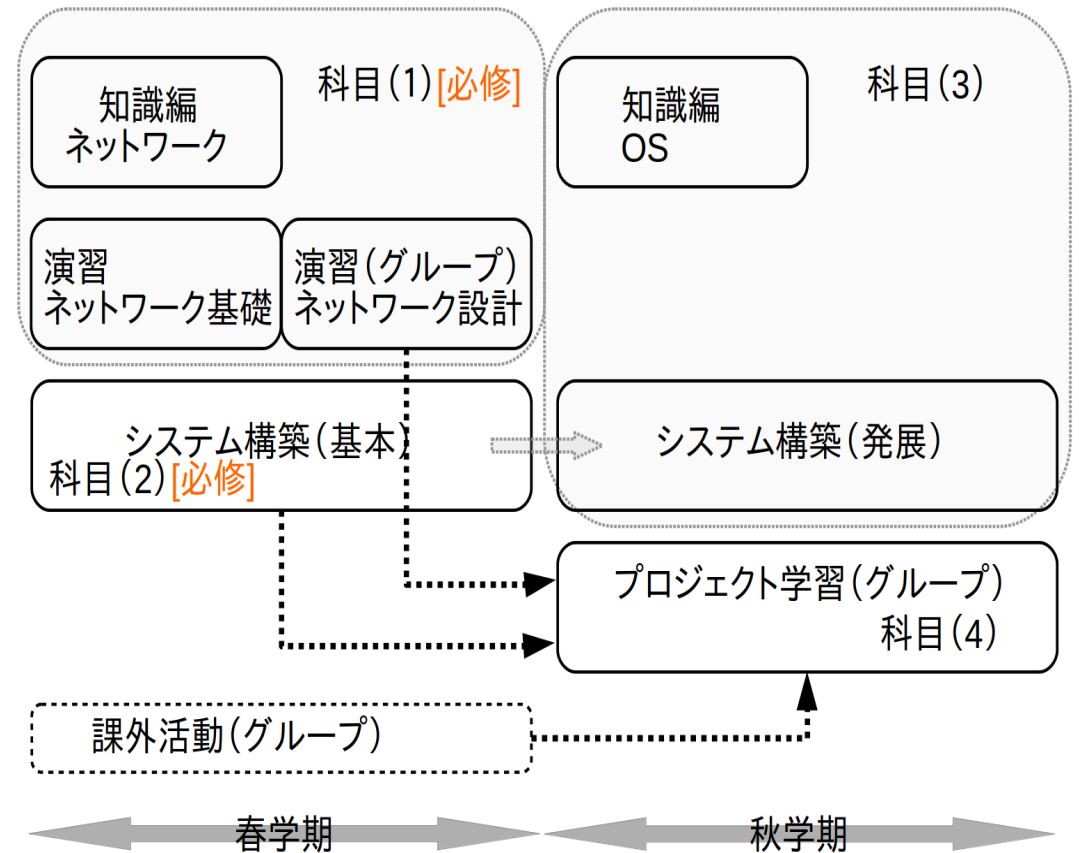
-> 主要な2, 3の概念を集中的にやります

3. 実践的なスキル習得の難しさ

-> だから3年生のITインフラ科目では主に手を動かします！

ITインフラ演習科目群における本科目の位置づけ

- 科目(1) ... コンピュータネットワーク
- 科目(2) ... 情報システム開発基礎演習(#01～06)
- 科目(3) ... クラウドコンピューティング(秋)
 - 科目(2)は体験でしかないので、秋学期に、もうすこし本気のシステム構築をやります



(脚注) 科目(1)(3)に「知識編」とありますが、演習に必要な知識を少し(スライド数枚)講義するだけです。

これらの授業は基本情報処理試験の範囲すらカバーしていません。知識編は大学院の授業でリカバリを行います

本科目の目的・目標

- 目的 ... コンピュータネットワーク(TCP/IP)の基礎の基礎の習得
- 目標
 1. ネットワークの(基礎の基礎の)知識の習得
 2. 実務(ネットワークの調査)を通じて「(上述の)知識」の実感を得る
 3. 実務(システム構築の提案)を通じて「(上述の)知識」の理解を深める
(応用・活用)

本科目のシリーズ構成（１）

1. 演習(02-08) ... (基礎)知識編（個人戦）
 - 反転学習で基礎知識を予習
 - ELで予習した知識を確認
 - 演習: 「ネットワークを探索し、その構成図を書く」演習を通じて知識を確認
 - 体験: 第6回はグループワークをやります(H101、第1回のデモは第6回の予告相当)
2. 演習(09-15) ... 設計編（個人戦＋団体戦）
 - 大学のネットワークをネタに「ネットワーク設計と提案」をしてもらいます
 - 具体的な提案を考える回はグループワークです。第15回に発表会(H101)を予定
3. 期末試験(EL)も行います
 - 内容は主に前半（知識編）が対象です

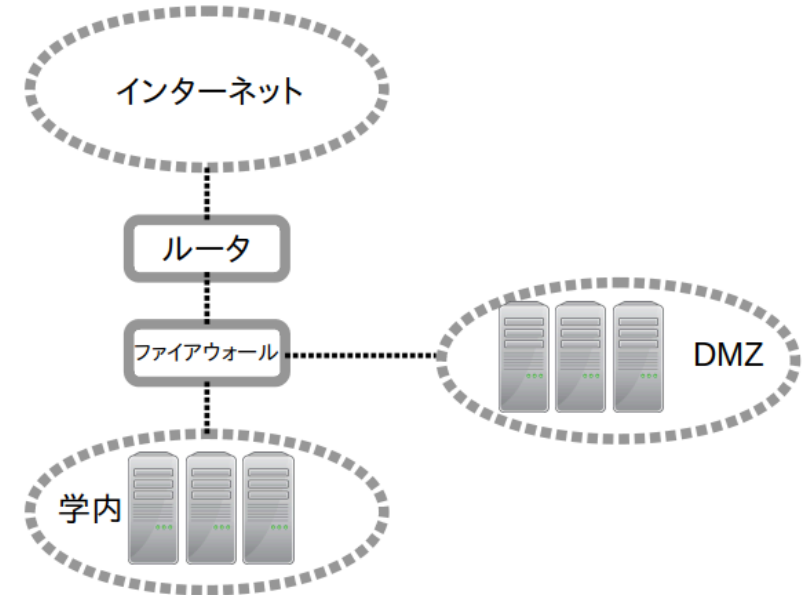
(脚注1) 特記事項のない回はZOOMです

(脚注2) 前半が（高校の）"情報 1"の発展版、後半は"情報 2"の発展版に相当すると考えられます

本科目のシリーズ構成（２）：前半



- 前半で探検する物理NW(学内)

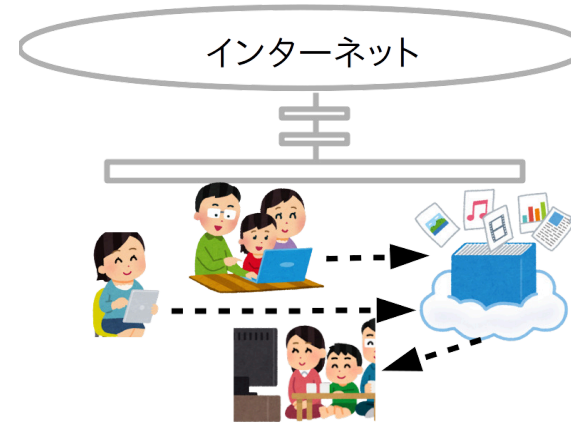


- 少しずつネットワークを調べて、こういう図を書いていきます

(脚注) 探索する環境(右図)は大学のミニチュア、これをリバースエンジニアリングしていきます

本科目のシリーズ構成（３）：後半

- 後半の「ネットワーク設計と提案」は、グループで取り組むアイデアソンみたいなものですが
- 提案書には見積もり（お金の計算）をつけてください。原価表あります:-)
- 楽しく提案してもらえればOK



(脚注1) ITインフラの資格試験授業なら多数ありますけどね

(脚注2) 知るかぎり他に、こういう授業はないです。そもそもITインフラの授業自体がありません 唯一、スタンフォード大学の software ??? engineering という演習科目が似ています。これは元エンジニアの人がおこなっている演習科目で、（Slurぽい本演習よりも）ベンチャー企業の立ち上げに近い内容らしいです。シリコンバレーのスタンフォードらしい授業ですよ？

本科目(#2-#14)の取り組み方/来週以降むけの諸注意

- 予習をしてきてください
 - スライド数枚、動画あり (N回目の授業の際に、N+1回目の用意をしておきます)
 - 予習スライドは次回の添付資料欄 (例: 4/14分は授業の第2回) を見てください
- 授業時間の構成
 1. ELで確認テストをします(2～5分)
 2. スライドの要点を解説します(ふりかえります)
 3. 演習の説明
 4. 演習(例題) ... (例題がある場合) 例題は一緒に手を動かします
 5. 演習(課題)
 - 課題レポートの提出もしくはTA/SAによる確認
 - 各回(a)ELと(b)課題の提出で課題点(これが出席点相当)を累積していきます

(脚注1) プログラミング演習でおなじみの予習してきてね(flipped classroom)方式です。

(脚注2) きちんと予習・復習をしていれば半分くらいの時間で終わる感じ、 昼ご飯へどうぞ

本日の課題

1. ポータルの授業ページで「目標設定」をしてください。
2. アンケートに回答してください

【注意】 全体を2グループに分けて、1グループずつデモを見せます。デモを見ていないグループは、目標設定とアンケート記述を行ってください。

事例紹介とデモ

演習のイメージ

1. 最低限の用語を説明します
2. 後半の設計編については、TA/SAさんが過去の例を紹介します
3. 前半のグループワークについて、TA/SAさんが実演します
 - 詳細は分からなくてOK。イメージを見てもらうためのデモです
 - デモの見学は半分ずつ行います。見学しないグループは、目標設定とアンケートをやってください。
 - 三々五々解散です

用語: LAN、パケット、ルーティング、IPアドレス

- LAN(発音：らん) ... Local Area Network
- ネットワークを流れるデジタルデータは**小さな小包**群になっています
 - この小包のことを**パケット**と呼びます (“小さな包”は英語でpacket)
 - パケットは郵便や宅配便の配送のように輸送されていきます(-> デモ)
 - **ルーティング(経路選択)** ... 輸送経路上の分岐点で「どちらに行くか」を判断すること
- IPアドレス(発音：あいぴーあどれす) ... IP Address
 - **コンピュータを識別**するために数字を振っています。この数字を**IPアドレス**と呼んでいます
 - 住所がないと互いに区別できないので、コンピュータにも住所をつけると考えてください
 - 数字の長さは**32ビット(4バイト = 4オクテット)**
 - コンピュータは2進数で動いているため、2進数のほうが都合が良いのですが、人間には辛いので、**「数字を4分割し、ドット(.)くぎりの10進数4つ」**で表現しています (そういう”お約束”)

[AWS EC2の例]

172.31.0.4

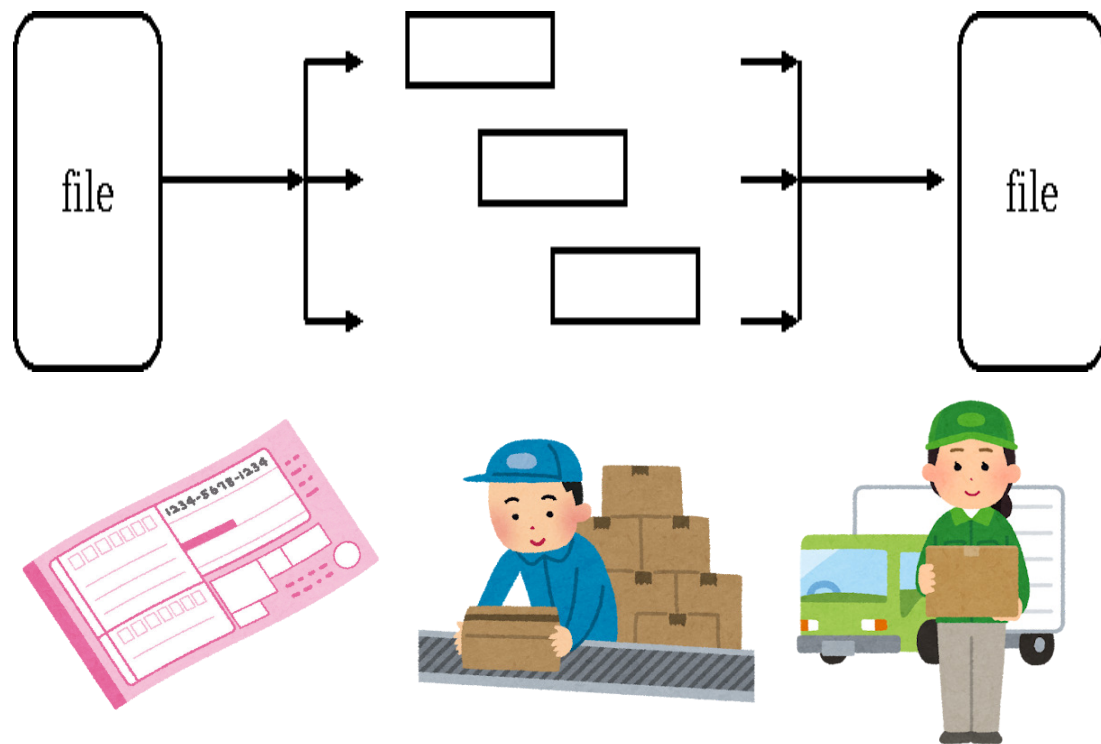
(10進数)

10101100 00011111 00000000 00000100

(2進数で表示すると)

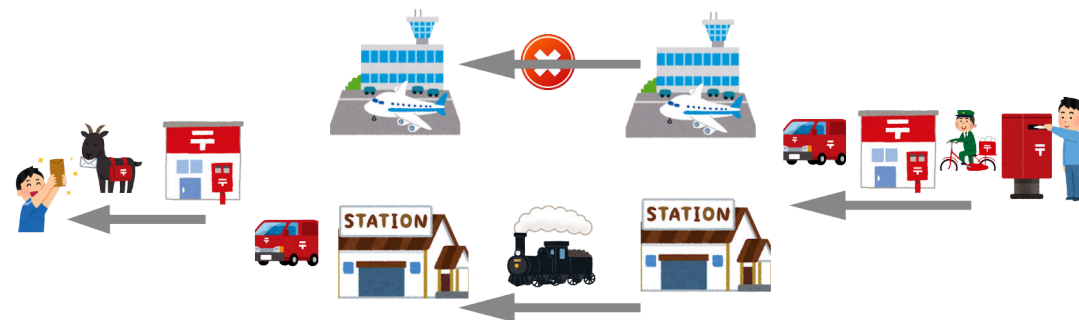
(脚注) これらを、おいおいやっていくので、後日、これらの用語が再登場します

イメージ: パケット、ルーティング



データを多数の小包に分割,伝票をつけ発送(到着後,再合成)

(脚注) イメージだけなので分からなくてOK、おいおいやっていきます



異なるLANをつなぐ機器が行う「どちらの経路を選ぶか？」がルーティング(経路制御)です。サイバースペースの中でやっていることは郵便や宅急便の配送と同様です

参考文献

「厳選UNIXコマンド 第2版」を紙とPDF
両方で配布しています [\[pdf\]](#)

厳選Unixコマンド 第2版

- Selected Unix Commands for Beginners -

公立千歳科学技術大学ITインフラ部 著

深町 賢一 監修

ls

cd ..

\$ ssh -i id_rsa ...

\$ aws s3 ls ...



月曜日の
授業に特化したコマンドリファレンス

ブラウザのフタを開けてHTTP体験しよう

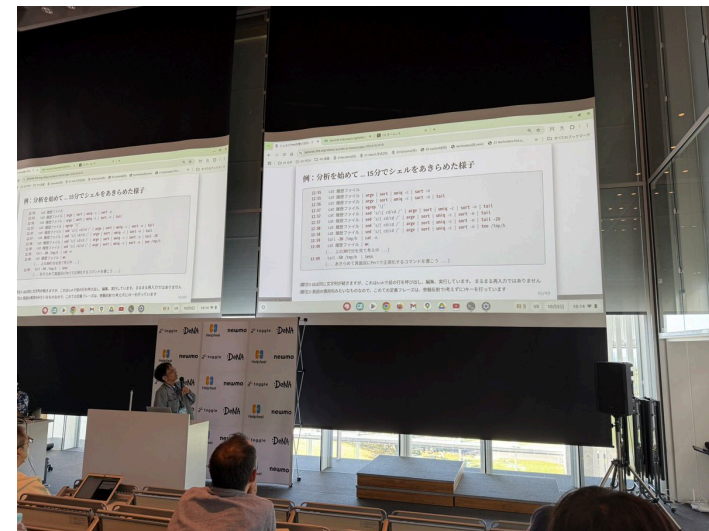
Webinar



深町 賢一 様
公立千歳科学技術大学
理工学部情報システム工学科

Linux Professional Institute

月曜日の授業のダイジェストになっているWebinar (Youtube動画とスライド)の
まとめサイト [\[スライド\]](#) [\[動画\]](#)



コンピュータ開発史とキャリア論(2024-
10, YAPC::Hakodate 2024講演)のまとめ
サイト [\[スライド\]](#)

(脚注) あと、キャリア論については qiita に私見をまとめてあります、興味のある方は、ぜひ読んでくださいね -> [こちら](#)

コンピュータネットワーク(2024-)

第02回 IP,WAN

用語集

- **プロトコル** ... Protocol
 - 相互に取り決めた約束事。インターネットの場合は「通信規約」といった意味
- **IPアドレス** (発音：あいぴーあどれす) ... IP Address
 - コンピュータを識別する数字。ちなみにIPはInternet **Protocol**の略
- **LAN** (発音：らん) ... Local Area Network
 - WANの反対語、演習で登場するのは、もうすこし後。前回デモしたのはLANです
- **WAN** (発音：わん) ... Wide Area Network
 - 文字どおり、広域的なネットワークのこと。わりとふんわりとした定義
- **ISP** (発音：あいえすぴー) ... Internet Service Provider
 - インターネット接続を提供する会社、ほぼ全部が民間企業だが一部は国営
 - 携帯電話の場合、NTTやAUなどの販売元が電話会社(キャリア)とISPを兼ねている
- **キャリア** ... Carrier
 - 通信の場合は「電話会社」(e.g. NTT,KDDI)のこと。一般に輸送関係は何でもCarrier

IPアドレス

- 住所がないと互いに区別できないため、コンピュータにも住所をつけます(復習)
 - この住所は数字です。長さは32ビット(4バイト = 4オクテット)
 - コンピュータは2進数で動いているので2進数のほうが都合が良いのですが、人間には辛い「ドット(.)くぎりの10進数4つ」で表現しています (数字を8ビットずつ4ブロックに分割したのち、各ブロックごとに10進数に翻訳)

[AWS EC2の例]

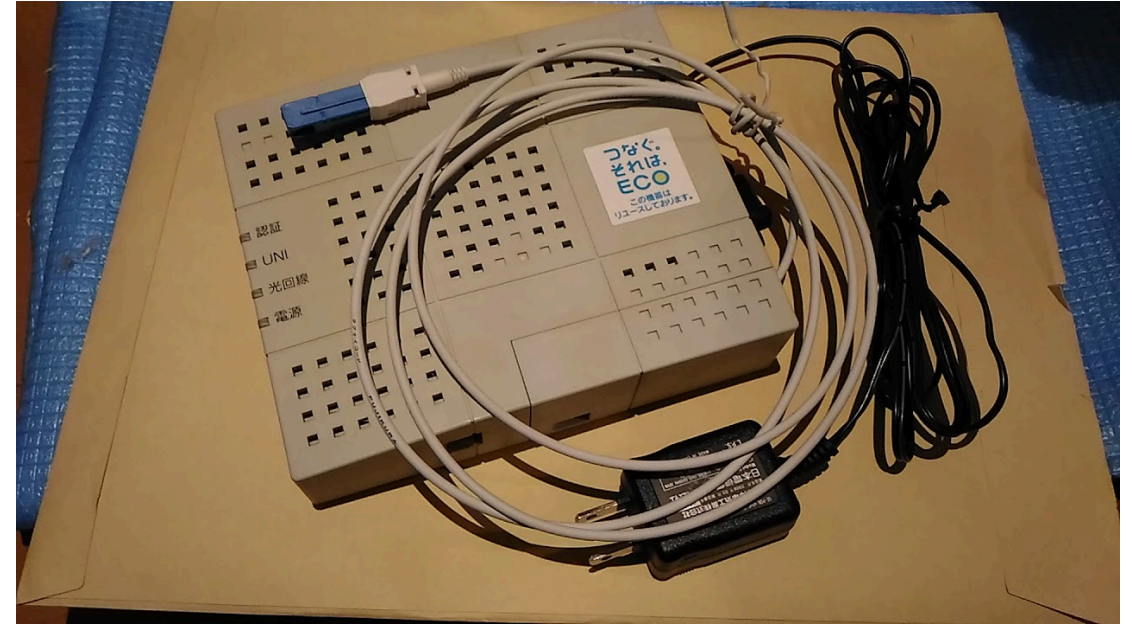
172.31.0.4

(2進数で表示すると)

10101100 00011111 00000000 00000100

インターネットに接続するには？【契約の話】

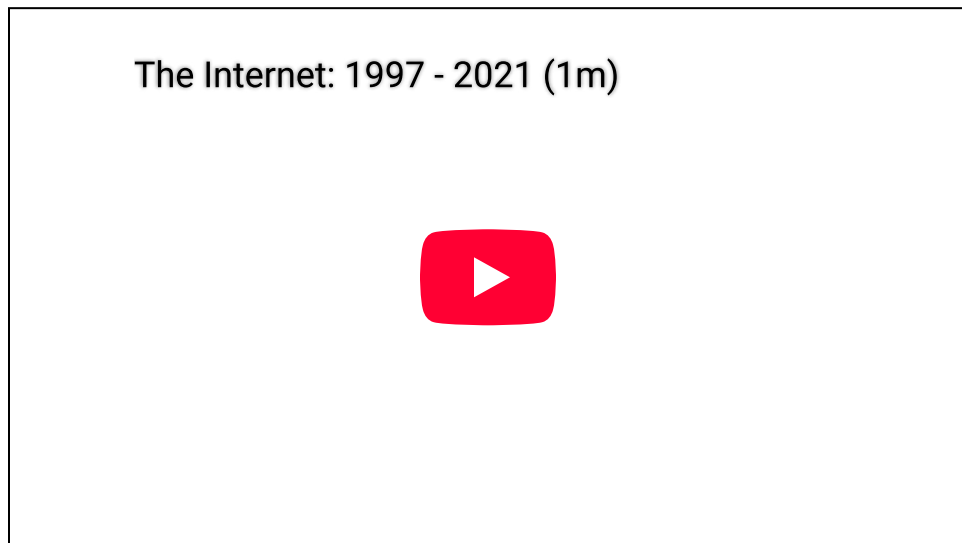
- 電話線の上にインターネットが論理的に構築されています(WANの話)
- よって、インターネットを使うには2つの契約が必要です
 1. [物理的配線] 電話会社(キャリア) e.g. NTT, KDDI, ソフトバンク (右図)
 2. [論理的配線] ISP e.g. NTTなんか, IIJ, その他たくさん



(脚注1) IIJについては、[「祝30周年！日本の商用インターネット」](#)とか、[togetterまとめ"#商用インターネット30周年 と昔話"](#)

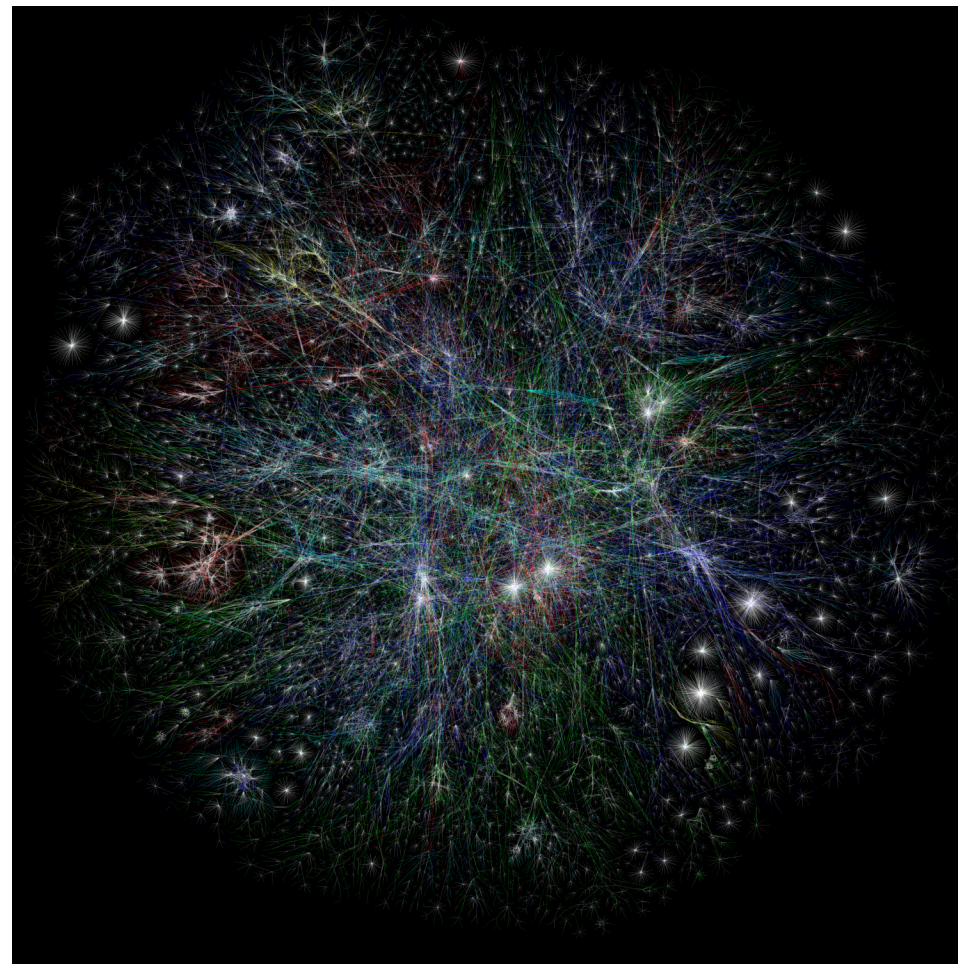
(脚注2) 右図（写真）は一般家庭等に設置される光ファイバーと接続装置です。いまだき自分で契約したことがないでしょうから、実感ないと思いますが... ちなみに、契約などの話は後半「設計編」で見つもりを作る際に再登場します

インターネットとは数万のISPで構成された転送システムの総称



“The Internet: 1997 – 2021 (1m)” by Barret Lyon, CC-BY 3.0

- イメージを伝えるためのスライド; サイバースペース上の論理的な配線を、ルーティング情報をもとに、可視化したもの
- この銀河系団のような図では点一つ一つがISP

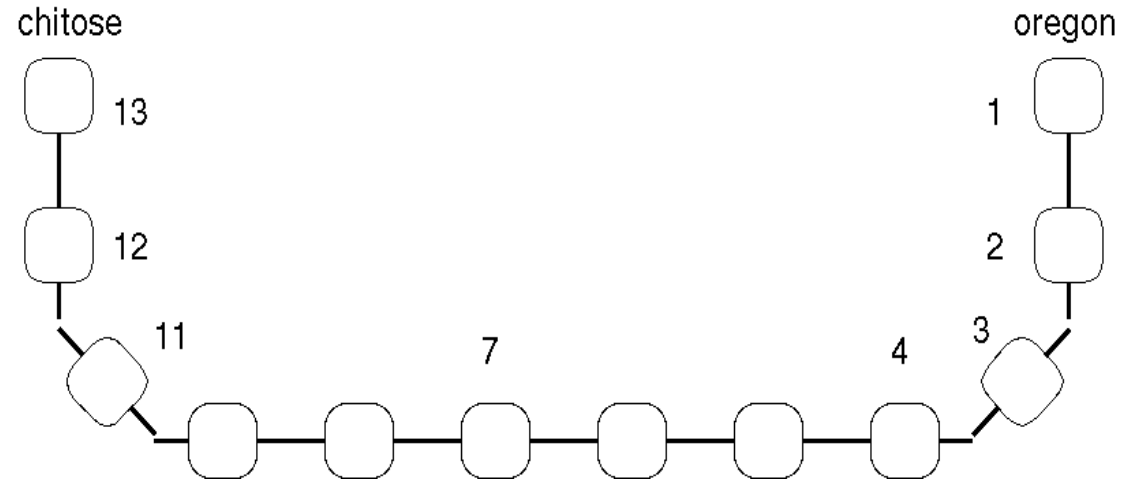


The Internet 2003 by Barret Lyon, CC BY 4.0

WANの経路上のネットワーク機器を視覚化する

- インターネット(WAN)上には、たくさんの中継機器があります。ISPを実感するのは難しいですが、途中にあるネットワーク機器（ルータ）を見ることは出来ます。このあと体験します

```
$ tracepath -n 210.128.53.193
1: 172.31.32.1 0.082ms
... 略 ...
7: 206.81.80.237 7.548ms
8: 58.138.88.225 124.263ms
...
12: 210.128.52.7 138.867ms
13: 210.128.53.193
```



(脚注) 210.128.53.193 は大学にある本科目の演習環境(図(下))の入口

第2回のダンドリ

おしながき

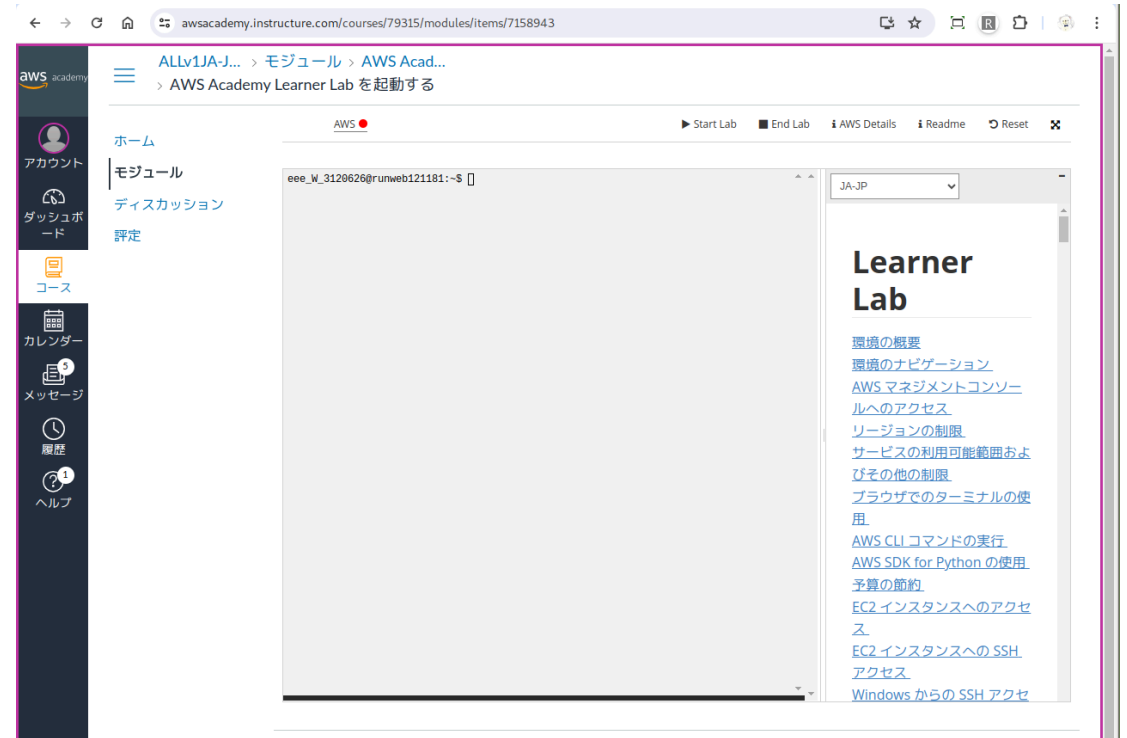
1. お知らせ等
2. EL (MAX3分)
3. 解説: ELおよび今回のテーマの解説/ハイライト
4. 演習
 - (a) AWS Academy (vocareum)にログインしてください
 - AWS Academyの解説は、[\[こちら\]](#)を見てください(PDFはポータルに置きました)。
 - [動画](#)もあります
 - (b) 演習のための講義・解説
 - (c) 【演習】 Vocareum のターミナルから遠隔でネットワークを調査します
5. 【課題】 ポータルのレポート機能で、提出してください
 - EL + **課題**で（出席というか）**授業に参加しているとみなします**

(脚注1) EL + **課題**で（出席というか）**授業に参加しているとみなします**(第3回以降も同様です、以下略)

(脚注2) ログインできない人！は申し出てください。 vocareum演習環境が前提なので、ここを揃えてからスタートです。 もっとも月曜日の午後の授業でAWSを使っているので、いないはずなのですが ...

本科目は、このターミナルからやります

- 授業が始まったら、この演習環境を立ち上げておいてください
- 本科目ではAWS Academy (vocareum)のターミナルから作業します
- 【想像力】 ブラウザ（アプリケーション）は手元で実行されていますが、ブラウザ中のターミナル(中央の灰色)部分は、アメリカ、オレゴン州にあるAWSのサーバで実行されています。1万キロ先のサーバへコマンドを入力し、実行した出力結果が表示されています



(脚注1) サイバースペースは目に見えないので、想像力です、想像力が大事！

(脚注2) 午前中の授業ではAWS Academyだけを使います。AWS（本物）は利用しません

第2回 ITインフラ演習

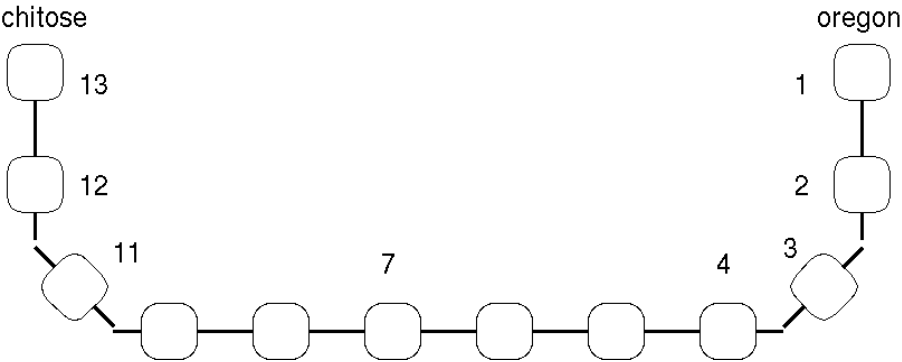
前半戦（#01-#08）の目標

- コマンドの使い方の訓練（実務）という面もありますが、それよりは、コマンドの出力から、**ネットワークの構成を解読**していく訓練と言えます（第02回～第08回）
この構成図づくりは後半戦の設計編の準備も兼ねています
- **サイバースペース（論理空間）をイメージする訓練**でもあります
 - サイバースペースにも物理的実体があることを実感してもらいます
 - ひとつアプリを叩くだけで、場合によっては数万キロ往復していることもあるのです
(業界人が言うところの**モッサリ**している状態、それを数字で見てもらいます)

(脚注) コマンドの使い方(実務)を教えている面もありますが ... コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隅のテーブルのところ）で配布しています。売りきれていたらH205を訪問してみてください

今日の演習は、配送状況のサイバースペース版（に似ている）

お問い合わせ送り状No.	4408-3538-3796	
出荷日	2025年03月10日	
集荷に関するお問い合わせ	大阪鶴見営業所 TEL:0570-01-0325 FAX:06-6915-3399	
配達に関するお問い合わせ	千歳営業所 TEL:0570-01-0246 FAX:0123-24-8757	
お荷物個数	1個	
荷物状況	日時	担当営業所
↓ 集荷	03/10 14:45	大阪鶴見営業所
↓ 輸送中	03/10 18:13	関西中継センター
↓ 輸送中	03/12 10:43	北海道中継センター
↓ 配達中	03/13 08:09	千歳営業所
⇒ 配達完了	03/13 10:18	千歳営業所
^		



本日の演習は、いわば配送状況のサイバースペース版に近いです。AWS Academy (オレゴン)側から調査するので、「オレゴン -> 千歳」向きです（左側の例が「大阪 -> 千歳」向きなように?)

郵便や宅急便の配送状況を確認しますよね?

[凡例] Unixマニュアルorドキュメントの読み方

[コマンドの記述例]

```
$ sudo python3 www.py
```

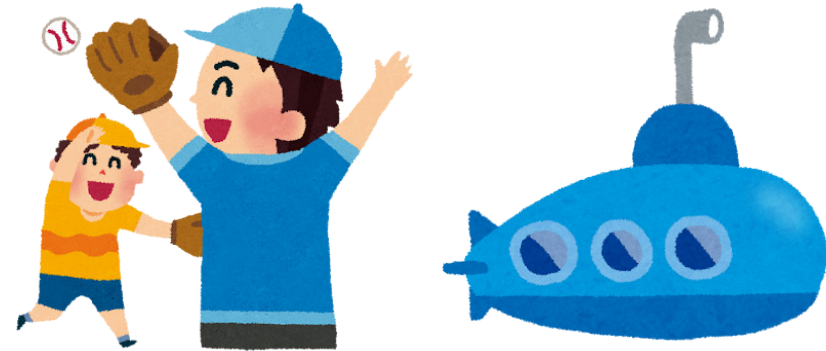
- 左端の\$をプロンプトと呼んでいます。osが「入力まち」を意思表示していると考えてください
 - プロンプト\$部分はOSやユーザごとに異なるので、あくまでも一例です
 - 通常、左端にある特殊文字部分は、プロンプトとして無視してください（そのうち慣れます）
- 英語なので空白区切りです。初心者は日本語のつもりか連続して文字を打ちこみがちなので注意
- ユーザが打ちこむ部分は `sudo python3 www.py` です。
 - 行末では（書いてありませんが）、**ENTERキーを押してください**
 - 通常マニュアルにENTERキーは書いてありません。みなさんが頭の中で補完してください
- 上の例では、sudoが実行するコマンド、sudoコマンドの引数が `python3 www.py` です

(脚注1) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隅のテーブルのところ）で配布しています

(脚注2) 雑誌や書籍では、組版(くみはん)の際にデザイナーさんがENTER印を書きこんでくれているのです

[演習1] 送信先の生死を確認する

- 送信先にメッセージ（パケット）を送り、返事をもらえるかどうか？で生死を確認します
- 要するに、キャッチボールをやってみるのです
- ping (発音：ぴん) コマンドを使います
 - 用例: 「ピンを打って!」「ピンが返るか確認!」
 - 元ネタは潜水艦のソナー(音波で周囲や敵艦を探索する仕組み)で音波を出すこと(=PING)
 - [実演\(wikipedia\)](#)



(脚注1) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隅のテーブルのところ）で配布しています

(脚注2) そもそも、相手が動いているか否か？（生死確認）を確認してから作業ですよ？

(脚注3) 相手が反応を返すか？でネットワークが正常かを確認するのですが、反応を返さない場合、複数の可能性 (a)相手が死んでいるのか？(b)ネットワークが不調なのか？はたまた両方か？は、さらに調査をしないと分かりません

pingコマンドの出力の読み方



- ping は次のようなメッセージを次々と表示してきます

```
64 bytes from 210.128.53.193: icmp_seq=1 ttl=240 time=134 ms
```

- pingコマンドは引数の目標(ここでは210.128.53.193)に対してデジタルデータを送り返事をもらっています
- 図の往復分(1)+(2)の時間の合計が time = 134 ms (0.134秒 = 134ミリ秒)です
 - timeが大きい = 往復に時間がかかる = 遠いということです

(脚注) 潜水艦のたとえ話を続けると、ソナーの「音波」に相当するのは、あるデジタルデータです (前ページも参照)

例題: pingで相手の生死を確認する(1)

[コマンドの解説]

\$ ping -n IPアドレス

[実行例] 生死確認したい先は 172.31.0.1 (AWS Academyの出口の機材)

```
eee_W_3120626@runweb121229:~$ ping -n 172.31.0.1
```

```
PING 172.31.0.1 (172.31.0.1) 56(84) bytes of data.
```

```
64 bytes from 172.31.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.054 ms
```

```
64 bytes from 172.31.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.043 ms
```

```
^C
```

Ctrl-Cを打ちこんだ行

```
--- 172.31.0.1 ping statistics ---
```

```
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 999ms
```

```
rtt min/avg/max/mdev = 0.043/0.048/0.054/0.008 ms
```

- pingは止まらないので、Ctrl-C (CtrlとCを同時に押す)で止めてください
- pingコマンドの引数172.31.0.1はAWS Academy(vocareum)演習環境の出口の機材
- 0.000054秒 = 0.054ミリ秒 = 54 マイクロ秒で返事が返っています。まさに一瞬ですね？

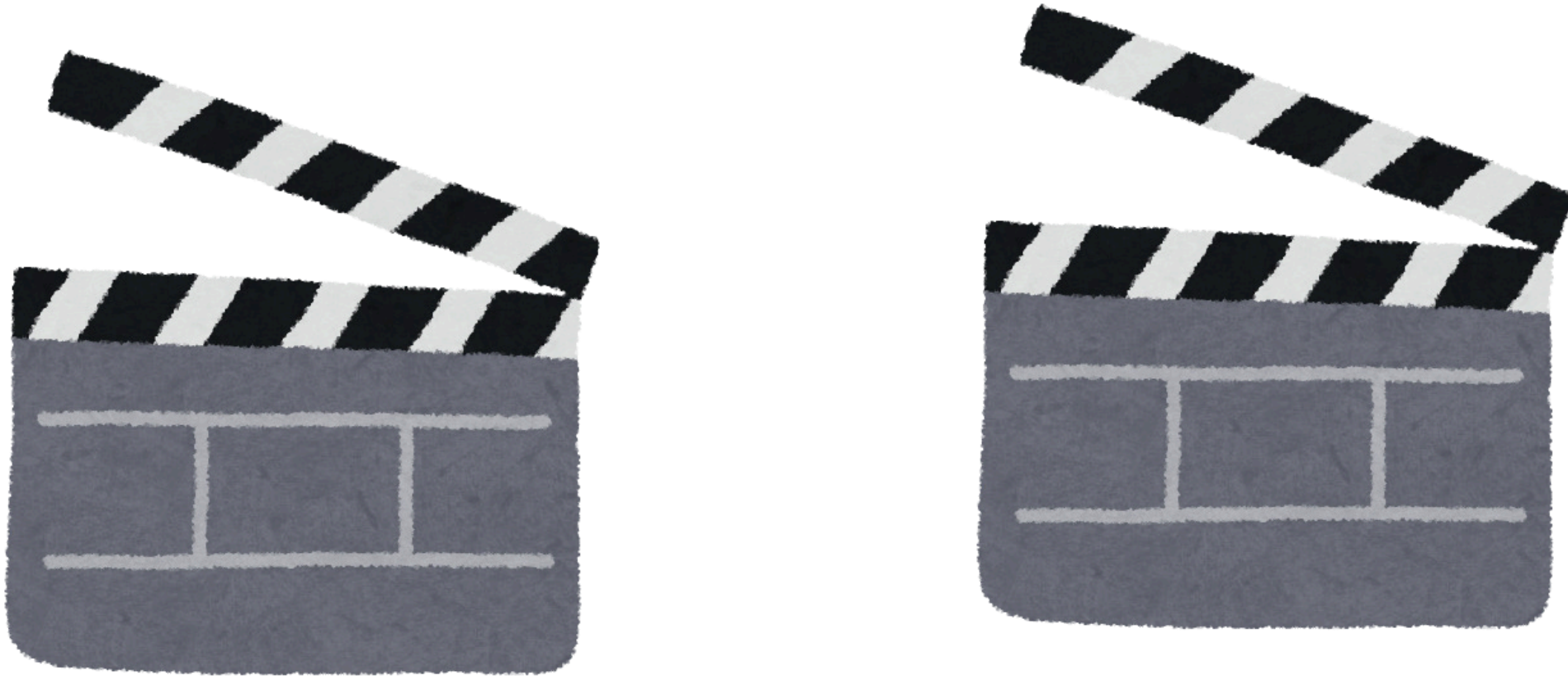
デモ: pingで相手の生死を確認する(1)

ping -n 172.31.0.1



再生できない人は[ココ](#)

(アーカイブ動画で見ている人は)一時停止して手を動かしてください



困っている人は「手をあげる」かチャットで合図を！ ブレイクアウトルームでTAさんが相談にのります

例題: pingで相手の生死を確認する(2)

[実行例] 生死確認したい先は 210.128.53.193

```
eee_W_3120626@runweb121229:~$ ping -n 210.128.53.193
PING 210.128.53.193 (210.128.53.193) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 210.128.53.193: icmp_seq=1 ttl=240 time=134 ms
64 bytes from 210.128.53.193: icmp_seq=2 ttl=240 time=134 ms
64 bytes from 210.128.53.193: icmp_seq=3 ttl=240 time=134 ms
^C
--- 210.128.53.193 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2000ms
rtt min/avg/max/mdev = 134.023/134.272/134.671/0.285 ms
eee_W_3120626@runweb121229:~$
```

Ctrl-Cを打ちこんだ行

- pingは止まらないので、Ctrl-C (CtrlとCを同時に押す)で止めてください
- pingコマンドの引数210.128.53.193は大学に構築した演習環境のネットワーク機器の一つです
- 返事に 134 ms (0.134秒 = 134ミリ秒)かかっています、だいぶ遠くなりましたよね？

(脚注) この環境の出口の 172.31.0.1 (前ページ参照) まで0.05くらいなので約2500倍とおくになった？

デモ: pingで相手の生死を確認する(2)

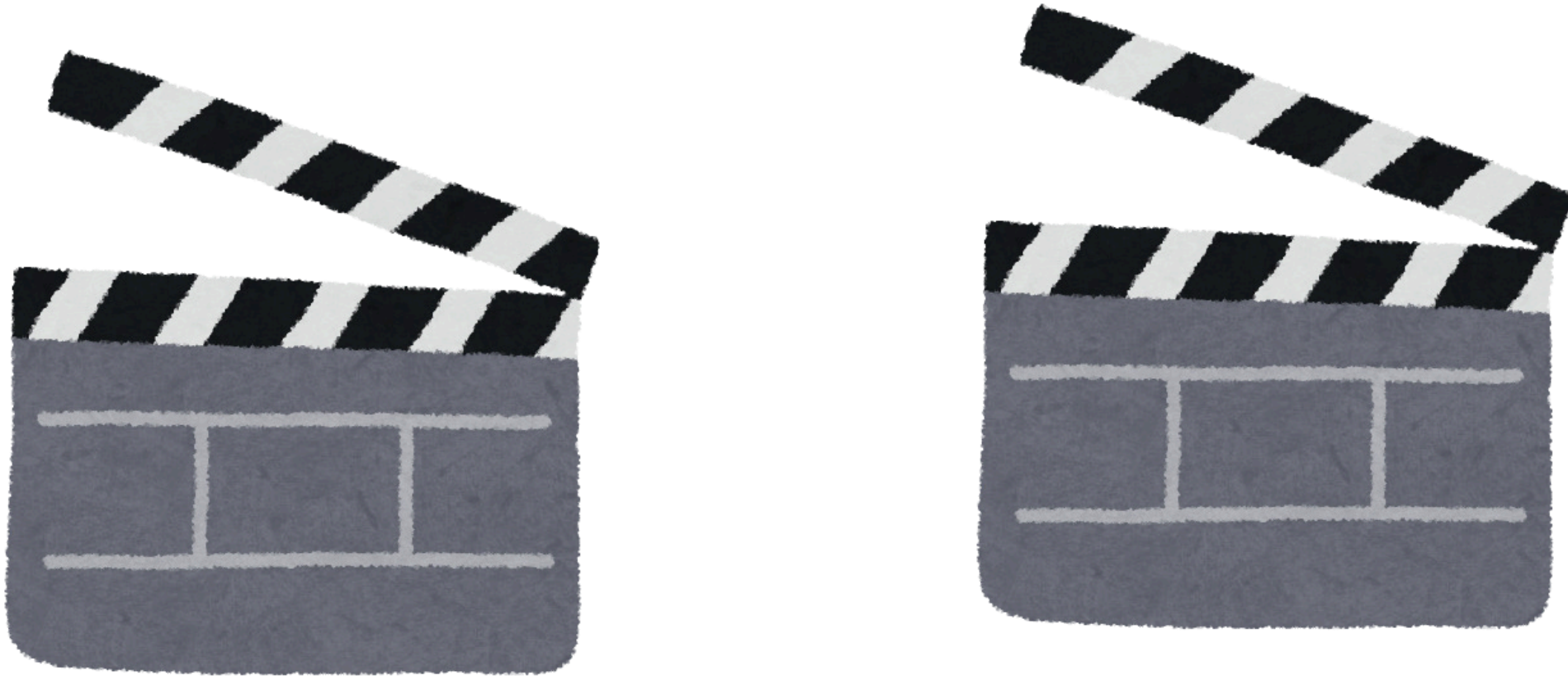
ping -n 202.232.140.10



再生できない人は[ココ](#)

(脚注) デモ動画のIPアドレスは、わざと例題/演習課題とは異なります

(アーカイブ動画で見ている人は)一時停止して手を動かしてください



困っている人は「手をあげる」かチャットで合図を！ ブレイクアウトルームでTAさんが相談にのります

サイバースペース上の遠い・近いとは一体なんだろう？

- サイバースペースからは見えませんが、当然
- 通信（データ転送）を行う**実体**があります
- 通信経路上**には、**通信を中継する装置**が多数あります。郵便や宅急便の配送と同じです -> 右図

お問い合わせ送り状No.	4408-3538-3796	
出荷日	2025年03月10日	
集荷に関するお問い合わせ	大阪鶴見営業所 TEL:0570-01-0325 FAX:06-6915-3399	
配達に関するお問い合わせ	千歳営業所 TEL:0570-01-0246 FAX:0123-24-8757	
お荷物個数	1個	
荷物状況	日時	担当営業所
↓集荷	03/10 14:45	大阪鶴見営業所
↓輸送中	03/10 18:13	関西中継センター
↓輸送中	03/12 10:43	北海道中継センター
↓配達中	03/13 08:09	千歳営業所
⇒配達完了	03/13 10:18	千歳営業所
^		

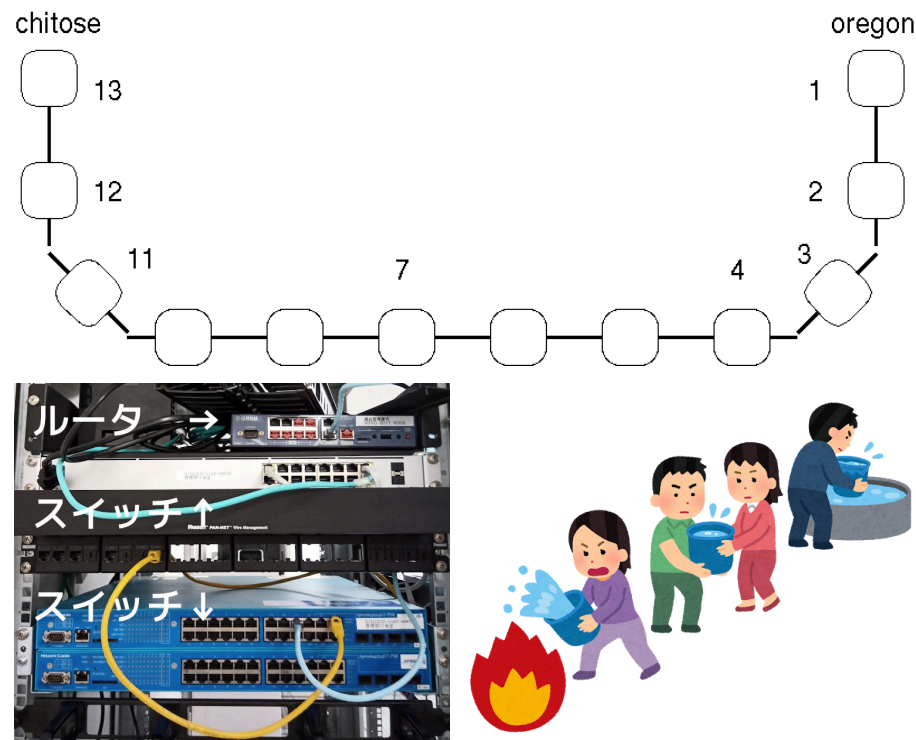
(脚注) 実体は、中継装置（ルータ）とイーサネット(銅線)や光ファイバーで構築されています（詳細は後半戦です）。

そして、通信速度は有限で、どんなに速くても**光速度(秒速30万キロ)**以下です（正確には、真空中ではないので、もっと遅い）。

(脚注2) 図：配送状況の様子：大阪～千歳、途中に3ヶ所中継場所があることが分かる。ちなみに「厳選UNIXコマンド 第2版」の例

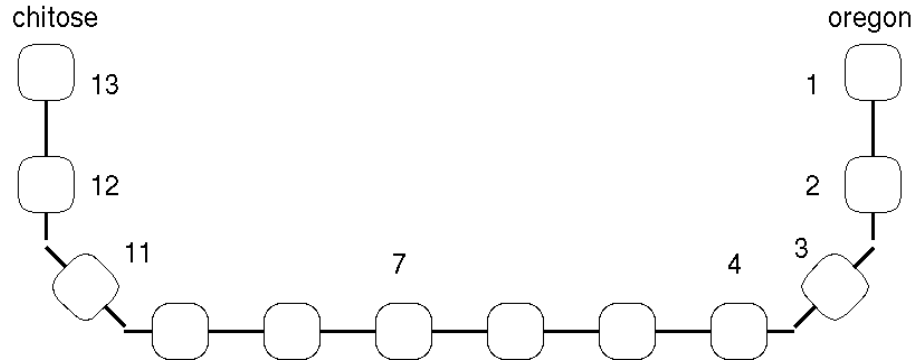
[演習2] 通信経路上の中継機器情報を表示する

- インターネットの可視化は難しいですが
- **通信経路上の中継機器情報を表示させることが出来ます** -> 演習でやります
- 図(上)の四角い箱は全て中継機器（ルータという種類のネットワーク機器）です
- 中継とは「機材から機材へパケットをバケツリレー」すると考えてください(図(右下))



(脚注1) バケツリレー：バケツリレーとは「複数の人が列を作り、水の入ったバケツを隣の人に次々と渡していき、火元に連続して水をかける消火方法」のことです(脚注2)（演習に合わせて）図(上)の右上の出発点はオレゴン、左上は千歳になっていることに注目

使い方: tracepath コマンドで経路を表示する



[コマンドの解説]

```
$ tracepath -n IPアドレス
```

- tracepathは自動的に停止します。Ctrl-Cは不要です
- 経路上の機材に次々とpingを打っていると考えてください

(脚注1) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隅のテーブルのところ）で配布しています

(脚注2) 実際のしくみは「次々とpingを打っている」わけではありませんが、説明がややこしいので省略

デモ: tracepathで経路を確認する

```
tracepath -n 202.232.140.10
```



再生できない人は[ココ](#)

(脚注) デモ動画のIPアドレスは、わざと例題/演習課題とは異なります

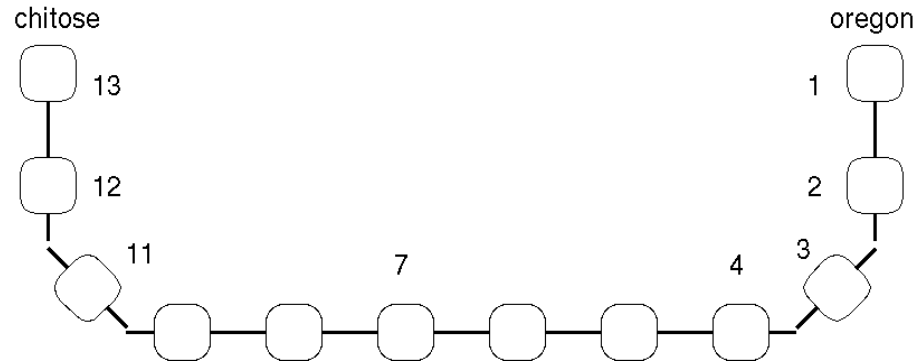
実行例: tracepathで経路を確認する

[実行例]

```
eee_W_3120626@runweb121229:~$ tracepath 210.128.53.193
1?: [LOCALHOST] pmtu 9001
1: ip-172-31-32-1.us-west-2.compute.internal 0.084ms pmtu 1500
1: no reply
2: 240.4.228.1 0.308ms
3: 240.1.228.15 7.090ms asymm 5
... 中略 ...
7: 240.1.228.15 5.884ms asymm 5
8: tky009bb10.IIJ.Net 121.730ms asymm 16
... 中略 ...
12: rtx-7.chitose.ac.jp.52.128.210.in-addr.arpa 135.974ms asymm 79
13: 210.128.53.193 136.529ms reached
Resume: pmtu 1500 hops 13 back 16
```

- tracepathは自動的に停止します。Ctrl-Cは不要です

読み方: tracepathの読み方



7:	240.1.228.15	5.884ms	asymm	5
8:	tky009bb10.IIJ.Net	121.730ms	asymm	16
	... 中略 ...			
13:	210.128.53.193	136.529ms	reached	

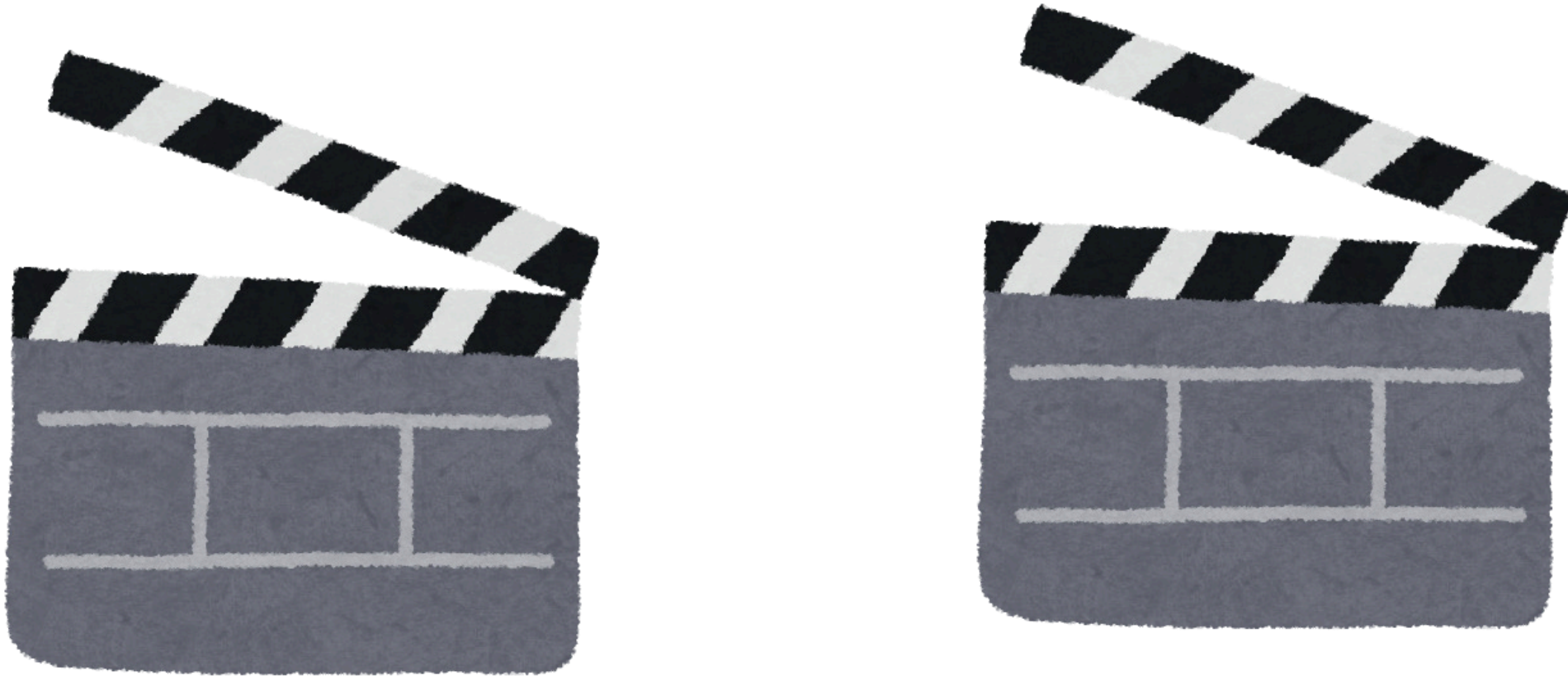
- 最後の13(大学にあるルータ 210.128.53.193)からの応答時間が、136msとpingの答え(134ms)とほぼ同じ
- 7と8の間で、応答時間が 8.884 から 121.730 と一気に 0.1 秒以上長くなっています。なんででしょう？

例題: 経路を表示してください

- 210.128.53.193 への経路

(脚注) 172.31.0.1 への経路の表示は、うまくいかない例です。こういう（中継機器が答えてくれない）ことも、よくあります。30秒くらい待てば勝手に止まりますが、待つのに飽きたら Ctrl-C で止めてください

(アーカイブ動画で見ている人は)一時停止して手を動かしてください



困っている人は「手をあげる」かチャットで合図を！ ブレイクアウトルームでTAさんが相談にのります

第02回の課題

- 右図（現実の配送状況）を参考に「AWS Academy -> 大学」間の経路を説明してください
- 図に書き入れるべき必須要素は次のとおり(もちろん、必須以外に、いろいろ追記しても良い)
 - [地名] 千歳、オレゴン
 - [機材] 自分のPC、中継機器のIPアドレス(機器は要所要所だけでよい、13個も要らない)
 - [ソフトウェア] ブラウザ、ターミナルの実体
 - 210.128.53.193
 - 往復135msであることを意味する矢印
- ポータルのレポートボックスへ提出（レポート作成ツールは何でも良いですが提出物はpdf形式にしてください）

お問い合わせ送り状No.	4408-3538-3796	
出荷日	2025年03月10日	
集荷に関するお問い合わせ	大阪鶴見営業所 TEL:0570-01-0325 FAX:06-6915-3399	
配達に関するお問い合わせ	千歳営業所 TEL:0570-01-0246 FAX:0123-24-8757	
お荷物個数	1個	
荷物状況	日時	担当営業所
↓集荷	03/10 14:45	大阪鶴見営業所
↓輸送中	03/10 18:13	関西中継センター
↓輸送中	03/12 10:43	北海道中継センター
↓配達中	03/13 08:09	千歳営業所
⇒配達完了	03/13 10:18	千歳営業所
^		

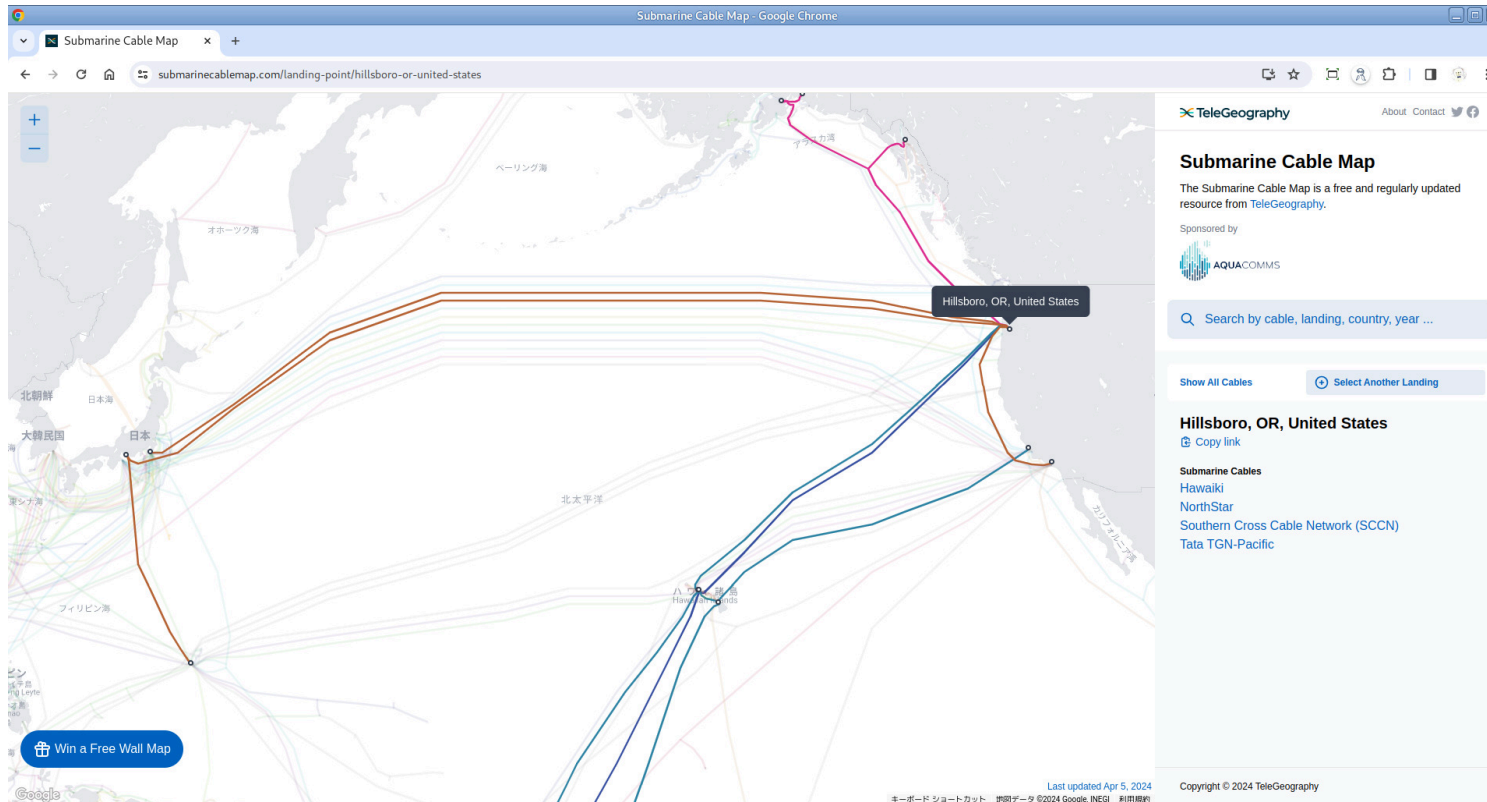
(脚注) 要所要所の選び方とセンスが試されてます。 右図っぽい解説だけでなく、絵もあると、さらにわかりやすくて良いですね

【解説】 施設

海底ケーブルとデータセンター

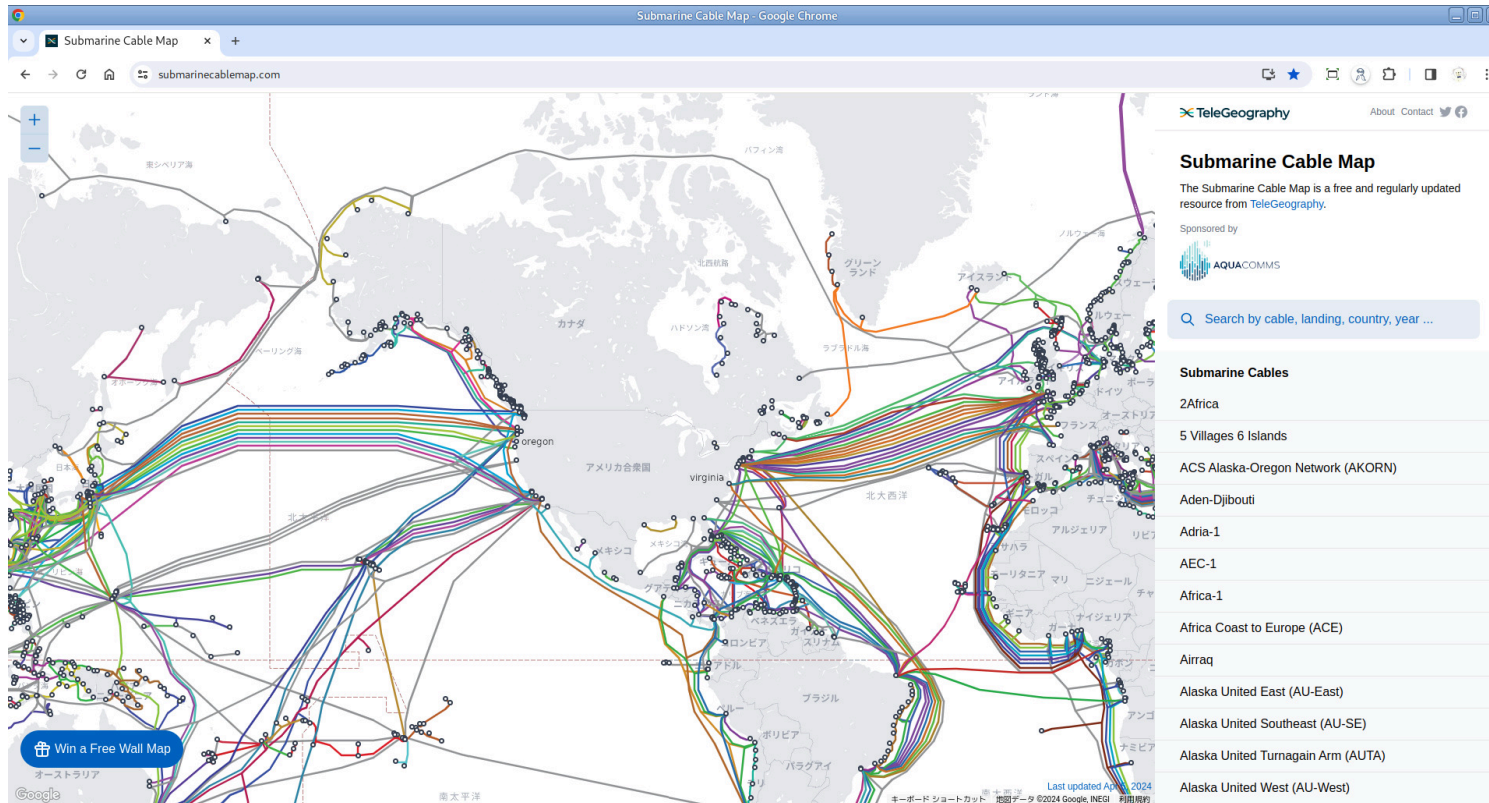
もし希望者がいれば、データセンター見学をするかな？ -> ポータルの添付資料欄の希望調査URLへGo

[解説] 海底ケーブル (日本～オレゴン州(アメリカ))



Any reference to TeleGeography's [Submarine Cable Map](https://submarinecablemap.com/), URL, or any screenshot of the map is made available under the Creative Commons License: Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0).

[解説] 海底ケーブル (日本～アメリカ～ヨーロッパ)



Any reference to TeleGeography's [Submarine Cable Map](https://submarinecablemap.com), URL, or any screenshot of the map is made available under the Creative Commons License: Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0).

[解説] データセンター(1)

- みなさん（ブラウザの中のターミナルで作業しているあなた）は、いまオレゴンでコマンドpingやtracertpathを打ちこんでいます
- 授業の演習環境は、こういったサーバ群の上で動作しています。また、このようなサーバ群を置いている設備をデータセンターと呼びます。
 - スマートフォンで使っているアプリケーション、ウェブメール、Googleのあらゆるサービスの裏側も同様



(脚注1) AWSは何も教えてくれませんが、なんか検索すると出てきますね、 たぶん、この中のどれか？ -> オレゴン州のデータセンターの一覧：<https://www.datacentermap.com/usa/oregon> (脚注2) AWSの場合1つの建物に4万～8万台のサーバが設置されています（1 region/AZではなく、1つの建物の話であることに注意。1つのAZには複数の建物があるはずですが、その数は非公開です）

[解説] データセンター(2): 北海道の例



NTTの局舎(電話局,データセンターではない)



さくらインターネット 石狩データセンター(3号棟)

(脚注1) 図(右)は"さくらインターネット 石狩データセンター" (2号棟の裏から見た3号棟;

<https://cloud.watch.impress.co.jp/docs/news/1508614.html>)。データセンターは、どれもこんな感じの味気のない巨大なビルです。ちなみに大学のとなりにある(バス停から見える)エプソンの工場は、データセンターのイメージにぴったりです:-)

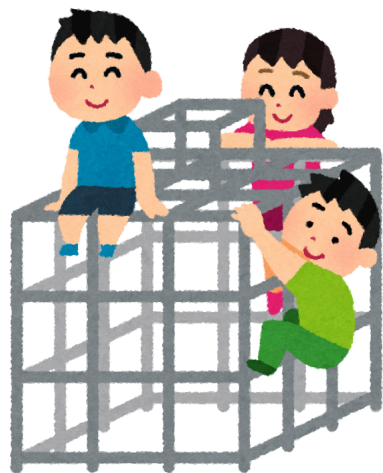
(脚注2) データセンターの建物にも流行り廃りがあり、最近 (2022年~2030年くらい?) の流行は**生成AI専用データセンター**です

コンピュータネットワーク(2024-)

第03回 モデル化と手動HTTP体験

抽象化されたモデルを考えられることは重要です

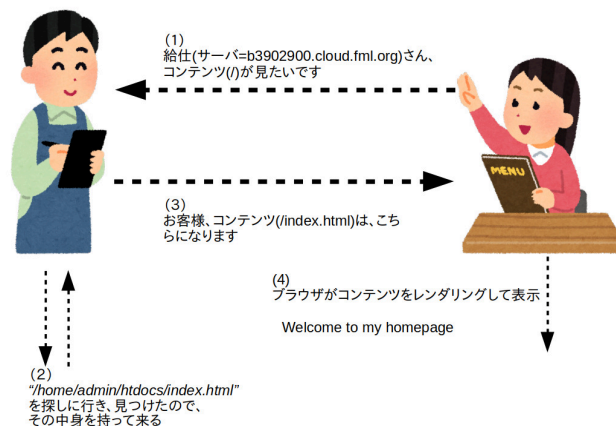
抽象化とは



少し高いところから見れば「世の中のやりとりは全部おなじ」と考えられる

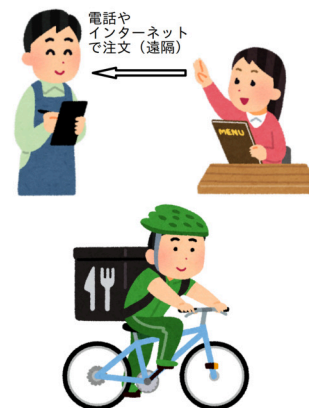
(脚注) 人間は複雑すぎると理解できなくなるので、モデル化することで、複雑さを軽減し、認知負荷を下げることができます。モデルによる説明ができれば、コミュニケーションオーバーヘッドも下がり、議論も意思決定もシステム設計も効率的になるはずです

サーバクライアントモデル



「客が依頼（リクエスト）」すると「処理結果」が返る（-> 次頁以降）

階層モデル



仕事は分担したほうがよい（仕事を接客担当と配送担当で分担した様子）

用語

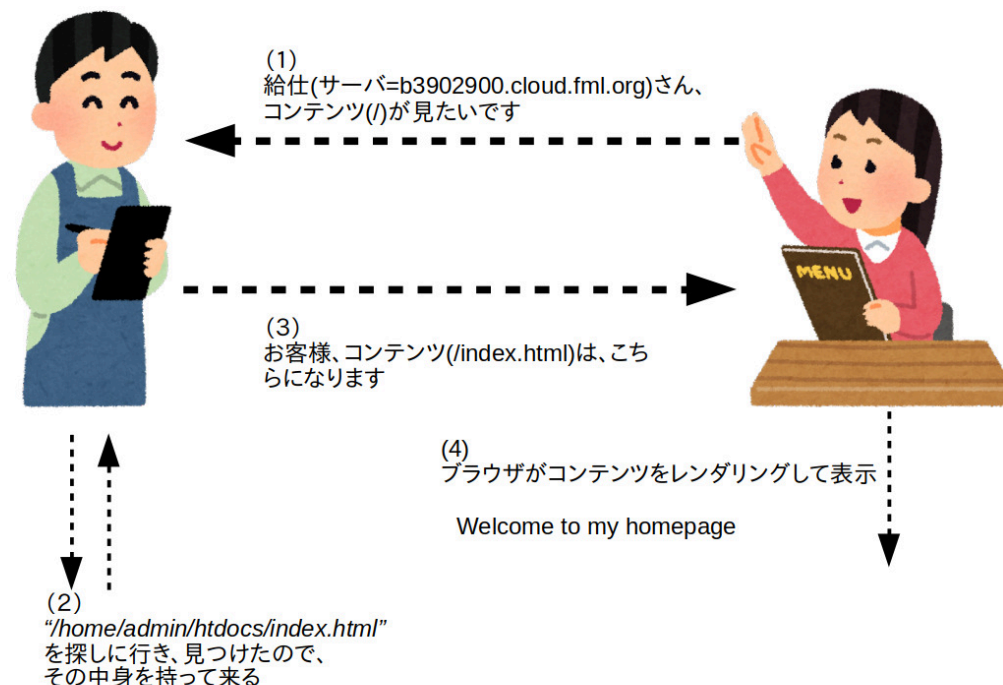
- **サーバクライアントモデル**
 - インターネットのサービスのほとんど全てがこれで説明できる抽象モデル
- **階層モデル**（英語ではlayer-model；そのため「～層」も「～レイヤー」という言い回しをする）
 - コンピュータネットワークとは役割ごとの階層から構成されていると考える抽象モデル
- **ドメイン名**
 - ドット(.)でつないだ文字列で組織名やサーバ名などに使う。例: サーバ名のportal.net.fml.org
- **WWW** (発音：わーるどわいどうえぶ/だぶりゅーすりー/うえぶ)
 - 一番有名なアプリケーションで、一般人がイメージするインターネットはコレ(1993/09以降)
- **HTML** (発音：えいちていーえむえる)
 - `index.html`などのハイパーテキストというコンテンツを記述する言語
- **HTTP** (発音：えいちていーていーぴー)
 - WWWのコンテンツ転送時の約束事(プロトコル)の名称

(脚注1) 【参考】 WWWブラウザが登場した頃の詳細は、qiitaの拙著記事 [Ep.001「1993/04 世界は色づいた」](#)を参照

(脚注2) WWWとは、インフラエンジニア目線では「空前のヒットを飛ばしたアプリケーション」のひとつに過ぎません。そして「WWW = コンテンツ(HTMLなど) + 転送システム(HTTP)」です

ホームページ (WWW) のしくみ

- (1) URL(`http://b2902900.cloud.fml.org/`)をブラウザでクリックすると
- (2) 【WWWサーバの内側の動作】
URL右端の `/` を `/index.html` と解釈し
`index.html`の中身を返す準備をします
- (3) WWWサーバはブラウザにコンテンツ(`index.html`)を送り返します
- (4) ブラウザは受け取ったコンテンツを解釈して表示します(レンダリング)



(脚注) これを「サーバ(給仕)・クライアント(お客様)モデル」と呼んでいます

URL = プロトコル + サーバ名 + 見たいコンテンツの場所

URL = プロトコル + サーバ名 + 見たいコンテンツの場所

例: `http://b2902900.cloud.fml.org/` = サーバ名(`b2902900.cloud.fml.org`) + パス(`/...`)

- 左端は「プロトコル://」で、ここではhttpプロトコルを利用するという意味
- サーバ名は `b2902900.cloud.fml.org` 部分
- サーバ名の右側部分(ここでは`/`)がパスで、サーバOS上でコンテンツがある場所の指定です。
`/`に続けてファイル名なども指定できます (注: ファイル名を省略した時は`index.html`とみなされます(例外処理))

[例]

`http://b2902900.cloud.fml.org/` ... デフォルトのコンテンツ `/home/admin/htdocs/index.html`

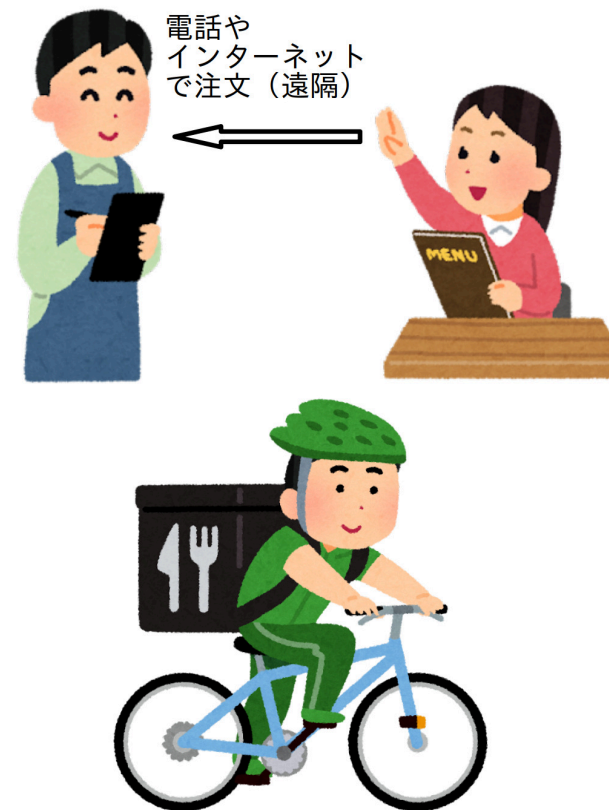
`http://b2902900.cloud.fml.org/janken.html` ... この場合のコンテンツは `/home/admin/htdocs/janken.html`

`http://portal.net.fml.org/`

(脚注1) `www.py`とか、具体的なコンテンツ場所の説明は、月曜午後の科目にあわせています。(脚注2) あらかじめ、WWWサーバ(`www.py`)は、`/`を `/index.html` と解釈し、そのOS上の位置を `/home/admin/htdocs/index.html` と解釈するルールを教えられています

階層モデル

- 遠隔で注文を受けた様子
 - 仕事を接客担当と配送担当で分担
- 接客担当（アプリケーション層）
 - ここがHTTP、
 - 注文（**依頼**）を受け、（裏側で料理を手配して）、料理を出荷（**処理**）します。
 - ここはサーバクライアントモデルの典型
- 配送担当（トランスポート層）
 - ここの担当がTCP
 - データ転送システムの実体



(脚注) 今のところは「TCPに依頼すればデータを運んでくれる」とだけ理解してください。より正確に述べればTCP/IPは4階層です。実際には、トランスポート層以下の3つが協調して、データ転送を行っています。おいおいやっていきます

演習「HTTPを体験しよう」

今日の午後、各自WWWサーバを構築し、ホームページを作成してもらいます

おしながき

1. お知らせ等
2. EL (3分)
3. 解説: EL解説 (+ 今回のテーマの解説/ハイライト -> 演習の冒頭解説)
4. 演習(手を動かします)
 - ブラウザでWWWサーバにアクセス
 - コマンドでWWWサーバにアクセス
 - 手動操作でWWWサーバにアクセス
5. 課題&アンケートは google form で回答してください (-> ポータル)

【解説】

サーバクライアントモデルの様々な例え話

たとえば動画「HTTPのGETモードはUFOキャッチャー」

HTTPでGETする様子をUFOキャッチャーで説明する



- WWWサーバ（UFOキャッチャーのwww.py）がコンテンツ（index.html）を探してきます。
WWWサーバ（www.py）はコンテンツをWWWブラウザに返し、ブラウザがコンテンツを表示します
- これはHTTPのGETメソッド：サーバからコンテンツをダウンロードするだけ、一方通行です
- HTTPのPOSTメソッドは、サーバとデータのやり取りを行える、もう少し複雑な動作です(-> 午後)

【たとえ話】 サーバークライアントモデル：注文,お買い物,図書館



レストランで注文



スーパーやコンビニのレジ



図書館で本を借りる

(脚注) 予習にも出てくるレストランやコンビニで注文する様子です。注文（依頼、リクエスト）をすると、結果（注文した料理が来る、購入品を渡される）が返ってくる身近な例になっています

【たとえ話】 サーバークライアントモデル：ネットワーク



スマートフォンのアプリ



アマゾン他



ヤフオク他

(脚注) ブラウザもアプリの一つです。見栄えが少し違うかもしれませんが、スマートフォンでもPCでもアプリはアプリです。アプリの上で何かする（リンクをクリック、何か入力して送信ボタンをクリック）と、サーバへ依頼が送信され、サーバが処理結果を返します。身近な例ですが、裏側は見ていないので、想像力が試されると言えるでしょう

【たとえ話】 サーバークライアントモデル：生活インフラ



蛇口をひねる（依頼「水が欲しい」）
と、水が出てくる（結果）



電気ガス水道すべて同様

(脚注) 蛇口をひねる（依頼「水が欲しい」）と、水が出てくる（結果）はサーバークライアントモデルで説明できます。電気ガス水道すべて同様です。インフラ全体を考えると小難しいかもしれませんが...

【たとえ話】 サーバークライアントモデル：マスメディア



天気予報

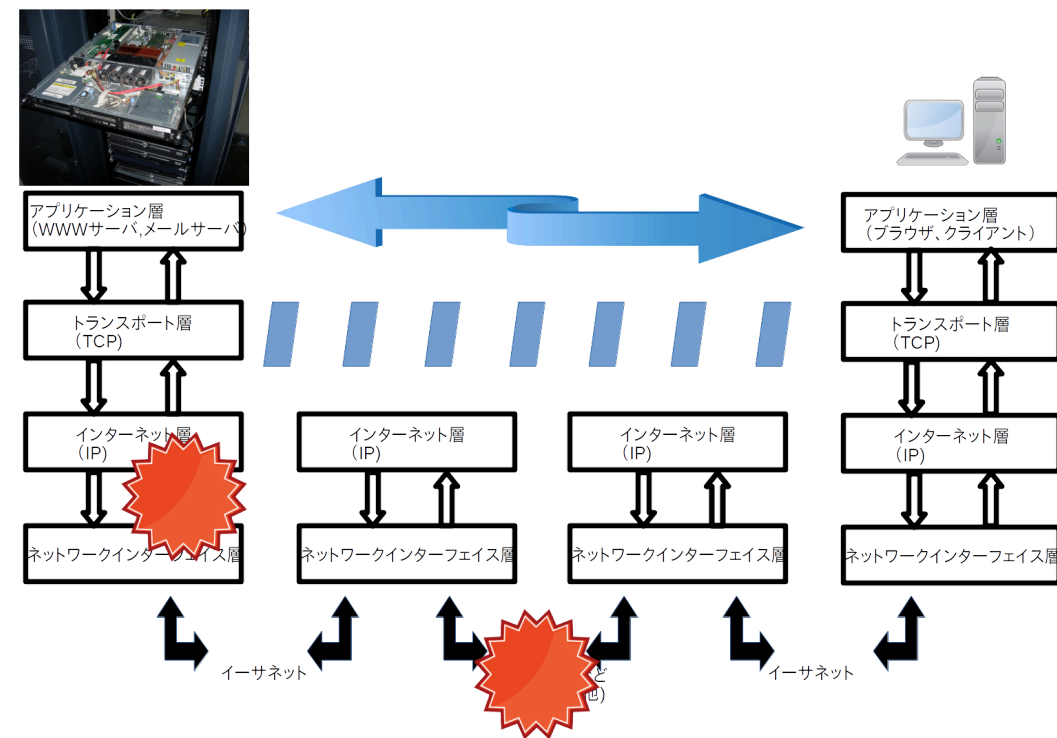
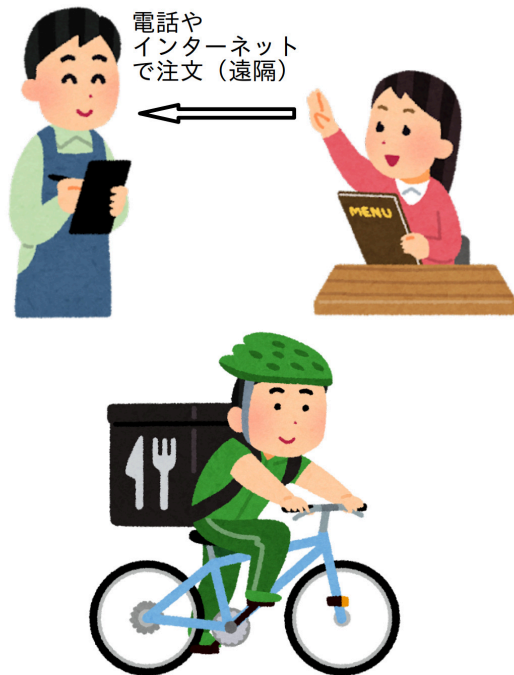


ワイドショー

(脚注) チャンネルほげほげを見たいとTVに依頼すると、そのチャンネルが表示されるという点で、サーバクライアントモデルと言えるでしょう。ただし、他の例とは少し異なり、クライアント側が受身と考えられます。（さいきん流行してませんが）サーバ側からクライアント側へ定期的にデータを送る形態のものをプッシュ型と言います。逆に、素のHTTPは「クライアントが主導して、データをサーバからクライアントへダウンロード」するのでプル型です

【解説】 階層モデル

階層モデル



より正確なTCP/IP

(脚注1) 左図（再掲）では、自転車の人がTCP/IP(右図)の下3層分をまとめて担当していると解釈してください

(脚注2) 右図では、下の2層のあちこちで障害（図の赤い火花部分）が起きているイメージです

(にせ)ポータルサイトへHTTPアクセス

いろいろな手法で体験

例題1: ブラウザで(にせ)ポータルサイトへHTTPアクセス

- まずは、ふつうにブラウザを使ってアクセスします
- アクセスする先は /

```
http://210.128.53.254/
```

例題2: curlコマンドで(にせ)ポータルサイトへHTTPアクセス

```
$ curl http://210.128.53.254/
```

- ブラウザが裏で実行している動作をコマンドで行えます

(脚注1) 動作確認するために、いちいちブラウザなんて重たいものを起動する必要はありません。そもそも、システム構築の際にブラウザが使えるとは限りません。たとえば、2万キロ先のサーバを構築中に、そこから HTTP が使えるか？の動作確認をしたい場合、2万キロ先のサーバ上でブラウザを起動するのは非常に重たいです (注: 巨大な画面のデータが2万キロも転送されてきます)

(脚注2) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隅のテーブルのところ）で配布しています

【デモ】 telnetコマンドでサーバへHTTPアクセス

HTTP/1.0のデモ



- 動画ではサーバがlocalhostですが、**演習では、サーバを 210.128.53.254 に変更してください**

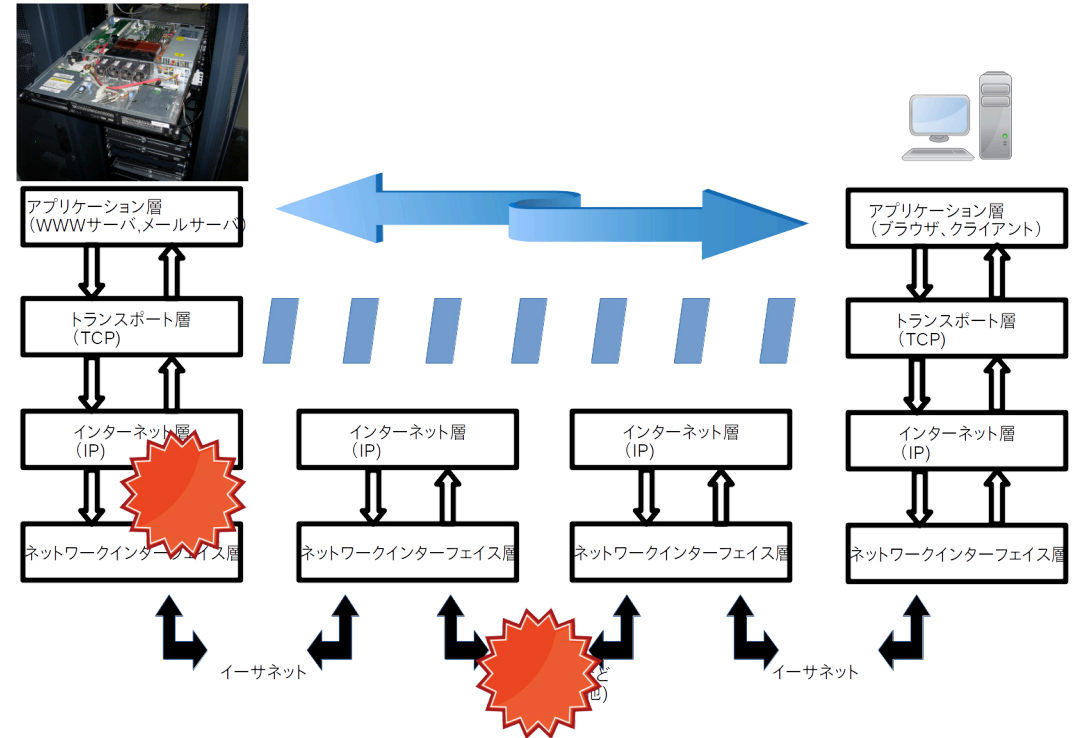
(脚注1) ブラウザが裏で行っている動作はtelnetとcurlで疑似体験できます。

(脚注2) 動画のサーバはlocalhost(IPアドレス: 127.0.0.1)です。 よって curl http://localhost/ もしくは curl http://127.0.0.1/と同等です

【アプリケーション層】マジックナンバーの80とは？

```
$ telnet サーバのIPアドレス 80
```

- telnetコマンドの引数(右端)にある80をポート番号と呼んでいます
 - サービスを識別する数字です。サービスごとに割り当てられています。WWWサーバつまりHTTPはポート番号80を使います
- 図の一番上の層（左右へ矢印が伸びているところ）でアプリケーションを区別する番号です
 - アプリケーション層と呼んでいます



(脚注) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隅のテーブルのところ）で配布しています

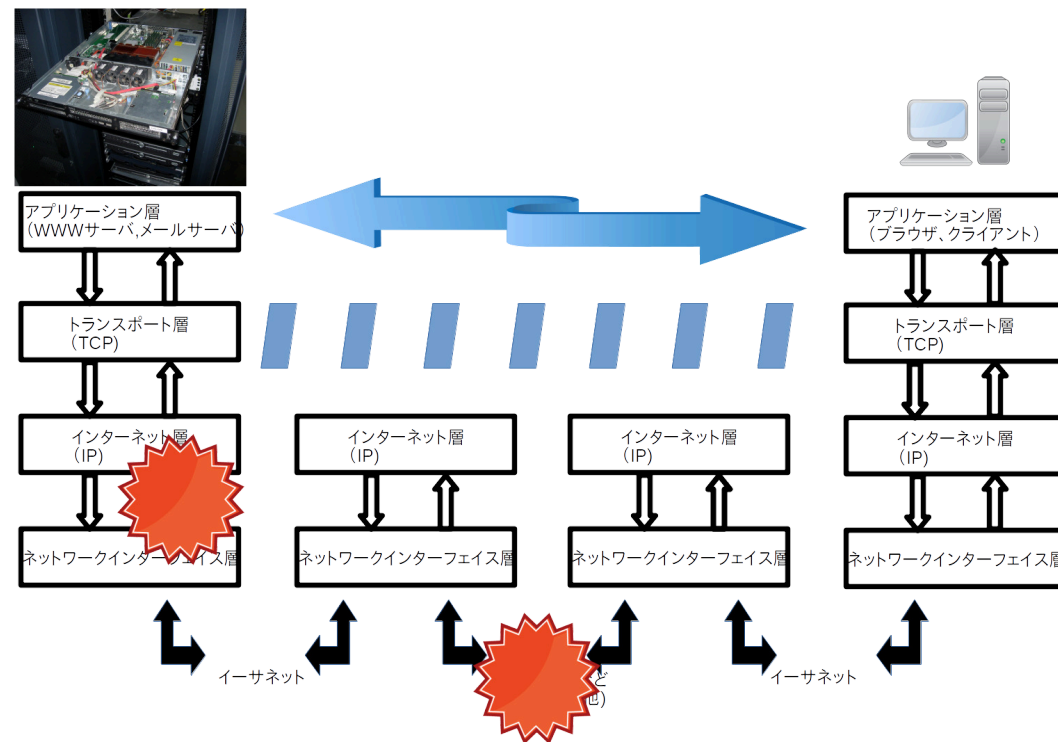
【トランスポート層】 telnet ... 80でTCPの通信路を作成

```
$ telnet localhost 80
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^['.
```

- 動画にあるサーバかの応答の最初の3行が「TCPの仮想通信路を作成」したところ
図の下から3層目（青い箱が並んでいるところ）がTCPの仮想通信路です

。トランスポート層と呼んでいます

- 青い箱がパケットです



例題3: telnetコマンドで(にせ)ポータルサイトへHTTPアクセス

- ブラウザが裏でやっていることを実感するために、生々しくHTTPを手動でやってみましょう一緒にやります。字面だとタイミングがよくわからないでしょうから
- 手順
 1. まずtelnetコマンド「telnet 空白 サーバ名 空白 80」でサーバへ接続
TCPの通信路を作ります【トランスポート層】

```
$ telnet 210.128.53.254 80
```

2. ここで次の1行をコピー＆ペーストし、ENTERを2回たたいてください
ここがHTTP【アプリケーション層】

```
GET / HTTP/1.0
```

(脚注) サーバの動作確認をする際に年中やります。いままでに何百回やったことがあるかと...

[例題] telnetコマンドで手動HTTPしてみよう

[実行例]

```
$ telnet 210.128.53.254 80
Trying 210.128.53.254...
Connected to 210.128.53.254.
Escape character is '^]'.
GET / HTTP/1.0

HTTP/1.0 200 OK
Server: nginx/1.22.1
Date: Thu, 29 Feb 2024 23:02:03 GMT
Content-type: text/html
Content-Length: 23
Last-Modified: Thu, 29 Feb 2024 23:01:46 GMT

welcome to my homepage
Connection closed by foreign host.
```

(脚注) サーバが返すHTTPヘッダ(制御情報;HTTP/1.0～) ,空行,コンテンツ(welcome～)。最終行(Connection closed ...)はtelnetの出力

課題

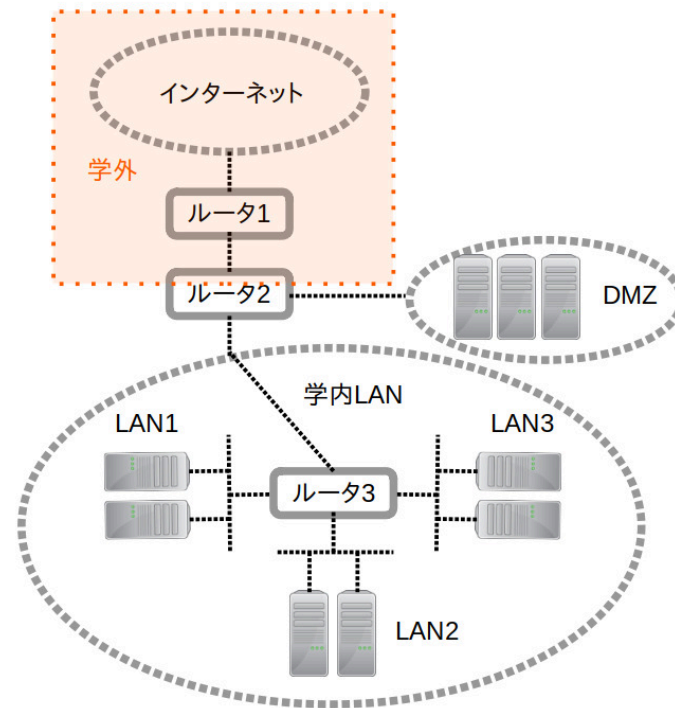
- アンケート & 課題は google form で回答してください
 - URLは、ポータルの添付資料を参照
- 三々五々、解散です
- おつかれさまでした

コンピュータネットワーク(2024-)

第04回 LANの基本構成

用語集

- DMZ (発音：でいーえむぜっと)
 - インターネット向けサービスをするサーバを置く場所。例: ポータル、EL(solomon)
- 学内LAN
 - 学内にあるネットワークの総称
 - 学内LAN = LAN1 + LAN2 + LAN3 ...
- LAN1,2,3,...
 - 学内LAN内は、より小さなネットワーク(LAN)群の集まり
 - 役割ごとに異なるLANを作ることが普通
 - LANごとに利用するIPアドレス帯も異なる
- ルータ
 - 異なるLANをつなぐネットワーク機器

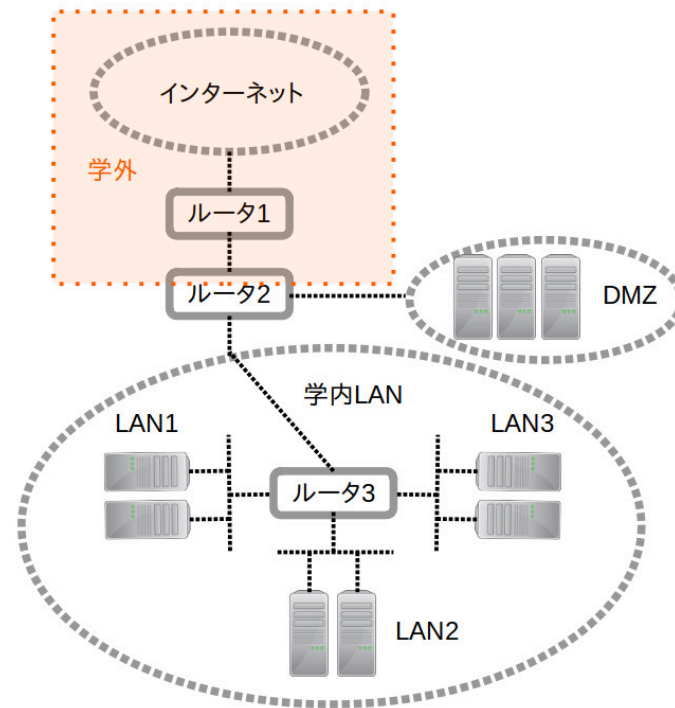


(脚注1) DMZ (DeMilitarized Zone) ... 直訳は「非武装地帯」=戦場の間にもうけられた緩衝地帯。今となっては変な用語

(脚注2) ルータ1,2,3に利用する製品は異なります。学期後半の「設計編」で詳しく扱います

学内ネットワークの基本構成を覚える(1)

- ルータ2より上側（インターネットとルータ1）を「学外」と便宜上よびます。
- 機器ごとに役割があります
 - ルータ1: インターネットへの接続
 - ルータ2: 学内・学外・DMZとの境界に置く
 - ルータ3: 学内LAN群をつなぐ
- ルータ2の役割は重要で色々やっています
 - (a)必要なプロトコルのみ許可(フィルタ)
 - (b)通信記録を取る(ログ取り)

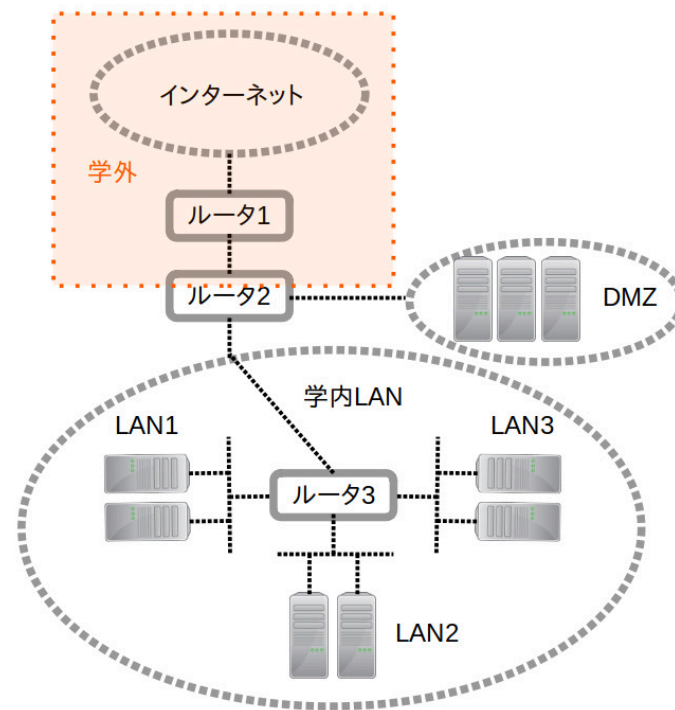


(脚注1) ルータ2より上は「論理的に外側」だという主張です。とうぜん物理的には学内に設置されています

(脚注2) ルータ2の(a)「フィルタ」がAWSのセキュリティグループに相当します

学内ネットワークの基本構成を覚える(2)

- LAN1,LAN2,LAN3 ...
 - 役割や組織ごとにLANを作成
- 例:
 - LAN1 ... 情報システム工学科
 - LAN2 ... PC教室
 - LAN3 ... 事務



(脚注1) どう組織を分割するとよい設計か？は業務のやり方に依存。お客様の話をよく聞き、使い勝手を想像する力が大事

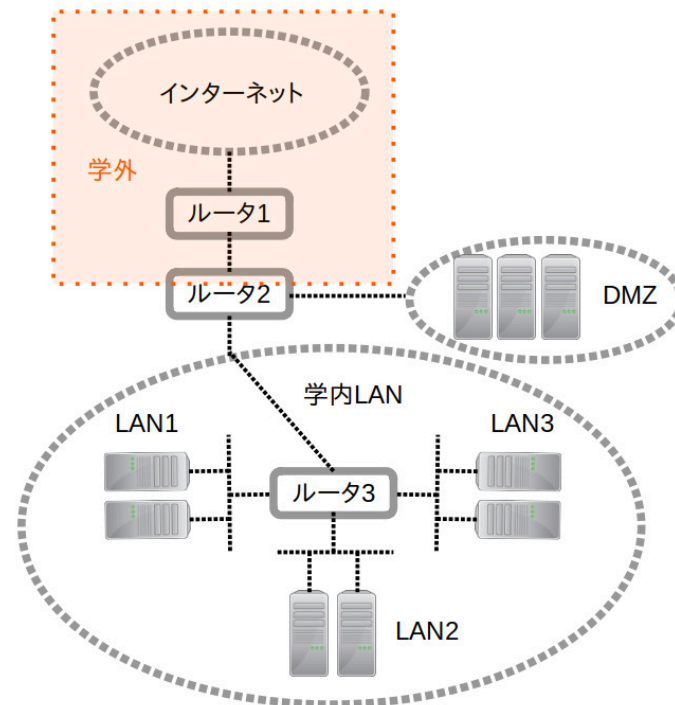
LANごとにIPアドレス帯を分ける

- IPアドレスの復習

- コンピュータを区別するために識別子の数字を割り振っています。これがIPアドレス
 - 数字4つをドット(.)でつないで表現
- 住所に相当すると考えてください
- 住所に相当するので、とうぜん各PC、各LANのIPアドレスは異なります

- LANのIPアドレス帯の例(読み方は次頁)

- 210.128.53.200/29 ... ルータ1～ルータ2の間
- 210.128.53.248/29 ... DMZ



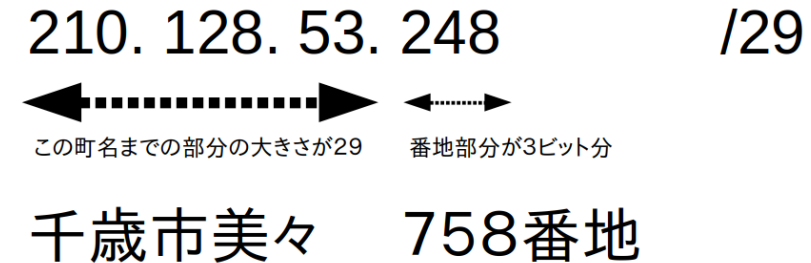
(脚注1) IPアドレスは2種類ありますが、古いほうのバージョン4略してIPv4（発音：あいぴーう いふぉー）だけを勉強します

(脚注2) イメージとしては、「LANは町内」「PCは家に相当するのでPCの住所は番地まで必要」です。

例: LAN1,LAN2,... = 千歳市本町1丁目,2丁目,... LAN1の3番目のPCには 10.20.1.3 のようなIPアドレスをつけるといった具合

IPアドレスの読み方: DMZの例: 210.128.53.248/29

- LAN(ネットワーク)は「先頭のIPアドレス/大きさ」で表現します(脚注2)
 - LANには「32-大きさ」ビット分のIPアドレスがある
 - 「大きさ」部分は可変長(/1~/32)
 - 住所のたとえ(右)でいえば「町内」の「大きさ」
- 演習では、わかりやすさ優先で演習環境のLANは**全て/29固定**になっています。どのLANでもIPアドレスは連続する6個が利用可能です
 - どのLANでも両端の2個は特別な目的に使うため、PCやサーバには使えません。
 - つまり演習環境で利用可能なIPは $8 - 2 = 6$ 個です



(脚注1) 図の住所のたとえはイメージを伝えるためです。10進数のままでは少し不正確ですが ...

(脚注2) 「大きさ」からIPアドレス数を計算する方法は直感と逆なので注意してください。

計算方法: $32 - 29 = 3$ ビット(2の3乗=10進数の8個)分のIPアドレスが利用できます

IPアドレスの数え方: DMZの例: 210.128.53.248/29

- 32ビットの数字(この例では210.128.53.248)を「ドット(.)くぎりの10進数4つ」で表現しています
 - 各数字は8ビット(=256)分なので、210.128.53.Xの右端Xは0～255です
- 演習環境のLANは全て大きさ/29固定です(注: これは本科目特有の話です) -> IPアドレス早見表を参照
 - IPアドレス8個ずつのLAN、つまり合計256/8=32個のLANに小分けしています
 - 一番数字の小さいLAN00が210.128.53.0/29 ($8 \times 0 = 0$, 1個目のLAN, 早見表には無い)
 - 一番大きい数字のLAN31が210.128.53.248/29 ($8 \times 31 = 248$, 32個目のLAN, 早見表の一番下)
- 210.128.53.248/29の詳細
 - LANで使えるIPアドレスは、210.128.53.248 ～ 210.128.53.255ですが、
 - **両端 210.128.53.248 と 210.128.53.255 は住所には使えません**
 - PCやサーバに使えるIPアドレスは210.128.53.249から210.128.53.254までの連続する6個です

(脚注1) ネットワークの大きさは/29なのでIPアドレスが8個分です。210.128.53丁目には256軒分の家が分譲可能ですが、それを8軒ずつの区画(大きさが/29のLAN)として切り売りするイメージ

(脚注2) IPアドレスの計算も、C言語の数え方のように0から数え始めるので、一つずれることに注意 (off by one)

【参考】 IPアドレス早見表

LAN	IP-addr/29	IP(1)	IP(2)	IP(3)	IP(4)	IP(5)	IP(6)	IP(7)	IP(8)
LAN16	210.128.53.128/29	128							135
LAN17	210.128.53.136/29	136							143
LAN18	210.128.53.144/29	144							151
LAN19	210.128.53.152/29	152							159
LAN20	210.128.53.160/29	160							167
LAN21	210.128.53.168/29	168							175
LAN22	210.128.53.176/29	176							183
LAN23	210.128.53.184/29	184							191
LAN24	210.128.53.192/29	192							199
LAN25	210.128.53.200/29	200							207
LAN26	210.128.53.208/29	208							215
LAN27	210.128.53.216/29	216							223
LAN28	210.128.53.224/29	224							231
LAN29	210.128.53.232/29	232							239

LAN	IP-addr/29	IP(1)	IP(2)	IP(3)	IP(4)	IP(5)	IP(6)	IP(7)	IP(8)
LAN30	210.128.53.240/29	240							247
LAN31	210.128.53.248/29	248							255

- 注：演習で用いる後半部分だけを載せています
 - 一番下が前頁までで例にしていた DMZ です
- IP(2)～IP(7)列が住所として利用可能なIPアドレス
- 両端のIP(1)とIP(8)列はPCには割当不可
- 各LANのIPアドレスは8個ずつなので、
 - 表の縦方向は8ずつずれていることに注意
 - IP(1)列が、ちょうど「LAN番号×8」です。
 - 例: LAN31のIP(1)は $31 \times 8 = 248$

本日の演習

おしながき

1. おしらせ

- 。来週はGWで休講、再来週が#05(05/12)、#06(5/19)はグループワークです、H101に集合
- 。6月の石狩データセンター見学やります、先方の都合を確認中。後日、希望者には調整URLを配布。たぶん土日のどこか？

2. EL

3. 解説

4. 演習

- 。IPアドレスに慣れましょう
 - AWS AcademyからSSHで調査対象(右図)のPCにログインし、ネットワークを調査
 - コマンドによるネットワーク構成の推定
- 。【例題】は一緒にやります
- 。【課題】をやってください

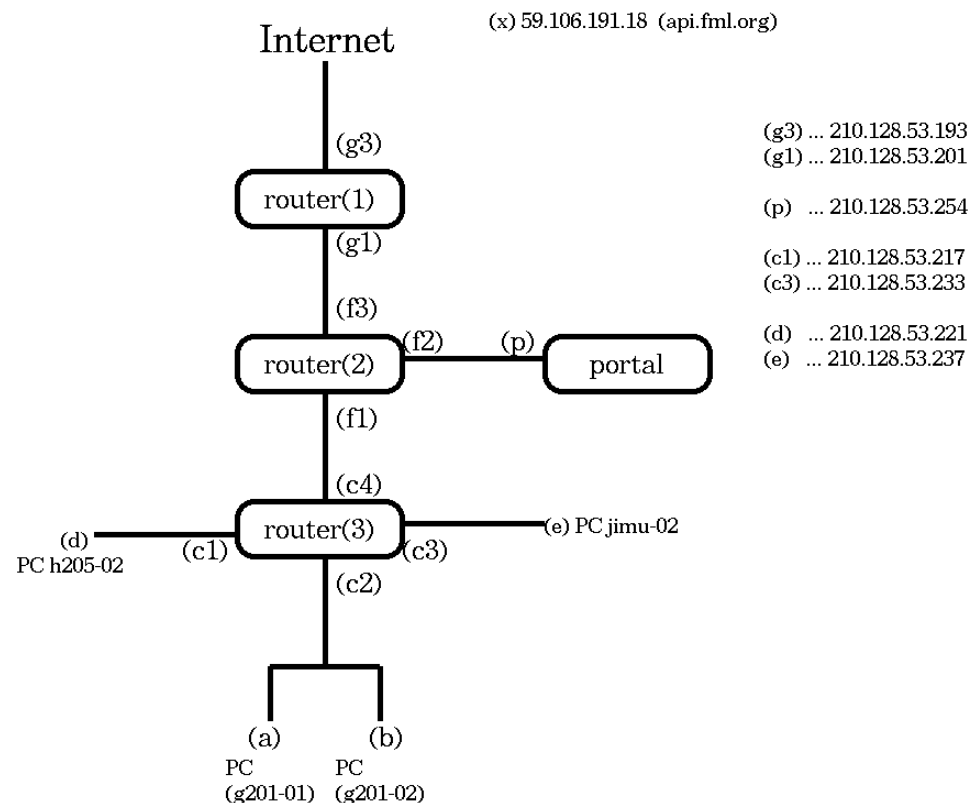
5. 提出物

- 。課題の結果をワークシートに反映させ
- 。ポータルレポート機能で提出



課題

- コマンドの実行結果を元に構成図の不明瞭な部分(a)(b)(c2)(c4)のIPを解読してください。なお利用するコマンドはpingとipコマンドです
- 演習の手順
 - 【例題】ルータ2にログインし、調査(ここは一緒にやります)
 - 【課題】ルータ3にログインし、調査
 - (a)(b)(c2)(c4)のIPを決めてください(注：(a)(b)は数字の小さな順とします)
- 課題の提出
 - 解読した結果をワークシートに書きこみ、ポータルのレポートボックスへ！
 - このワークシートは第4回～第6回まで使うので確実に保存しておいてください



(脚注) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隅のテーブルのところ）で配布しています

例題をコマンドの解説とともに

(脚注1) SSHに必要なパスワードはチャットに書きます (脚注2) [例題のデモ動画（再生リスト）](#)

STEP-1: ルータ2にSSHログインする

[SSHコマンドの書式]

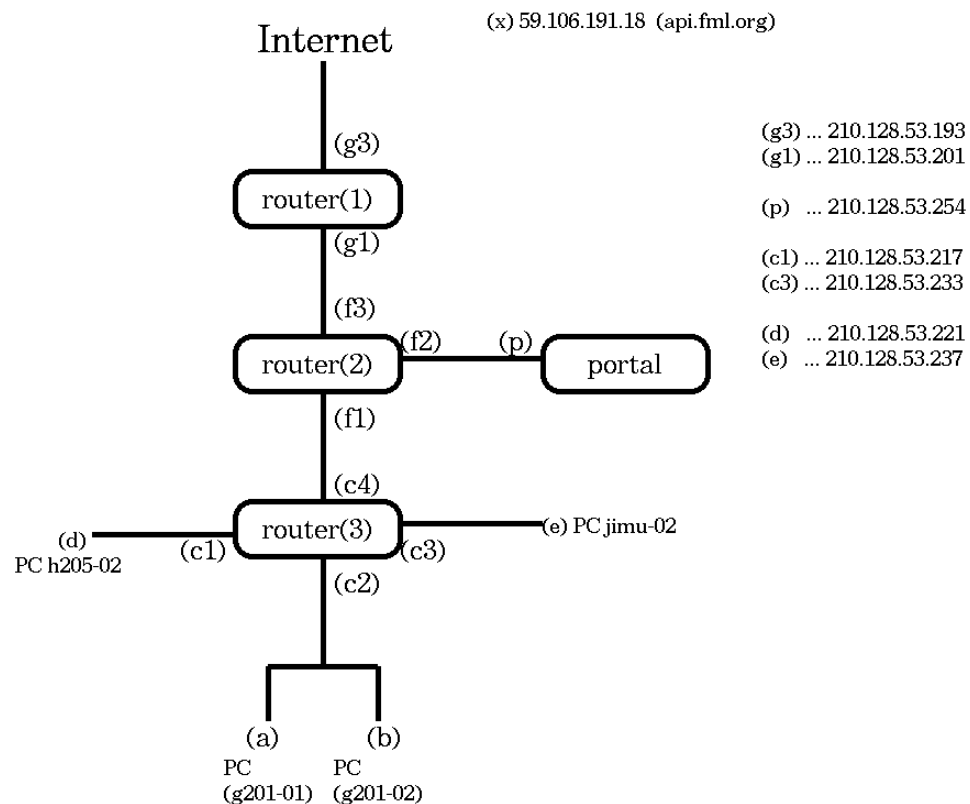
ssh 学籍番号@IPアドレス

[実行例]

```
$ ssh b2902900@210.128.53.204
```

- sshコマンドについて
 - 210.128.53.204 はルータ 2 のIPアドレスの一つです
 - ユーザ名は各自の学籍番号
 - パスワードはチャットに書きこみます
- ログインすると次のようなプロンプトが表示されます

```
学籍番号@fw:~$
```



(脚注) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隣のテーブルのところ）で配布しています

STEP-2: ルータ2のIPアドレスを調べる(2a)

```
学籍番号@fw:~$ ip addr
```

～省略～

```
2: enp3s8: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> ...
```

～省略～

```
inet 210.128.53.204/29 brd 210.128.53.207 ...
```

～省略～

```
3: enp1s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> ...
```

～省略～

```
inet 210.128.53.209/29 brd 210.128.53.215 ...
```

～省略～

```
4: enp2s0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> ...
```

～省略～

```
inet 210.128.53.249/29 brd 210.128.53.255 ...
```

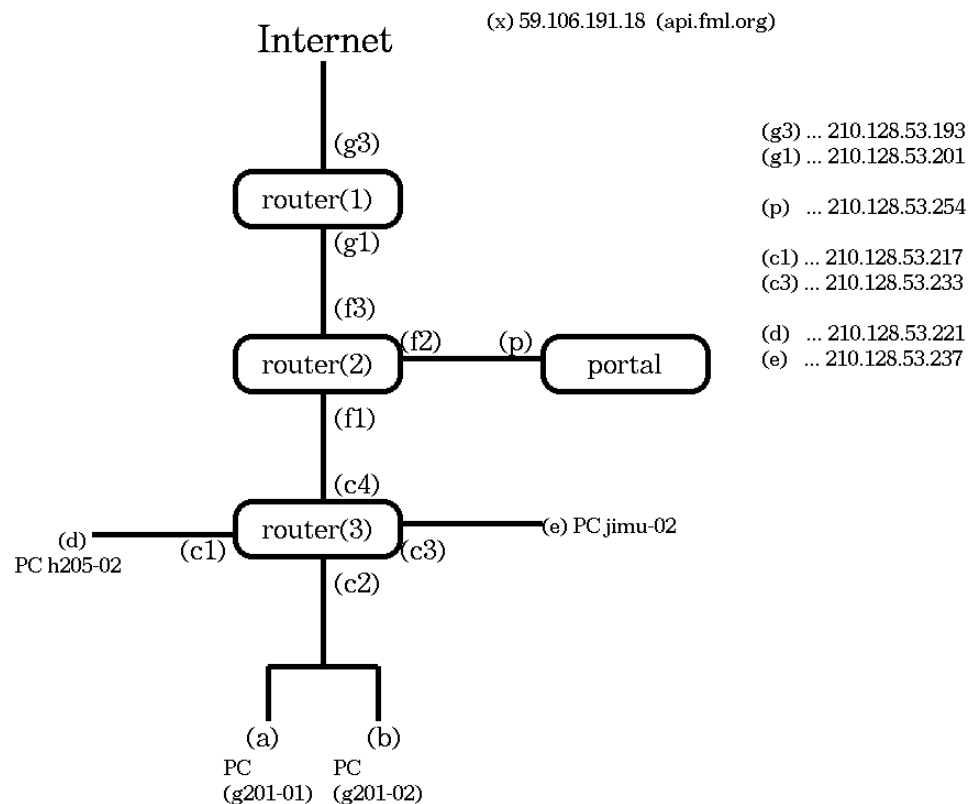
～省略～

(脚注) ipコマンドを使います。出力は重要な部分だけを抜き出しています

STEP-2: ルータ2のIPアドレスを調べる(2b)

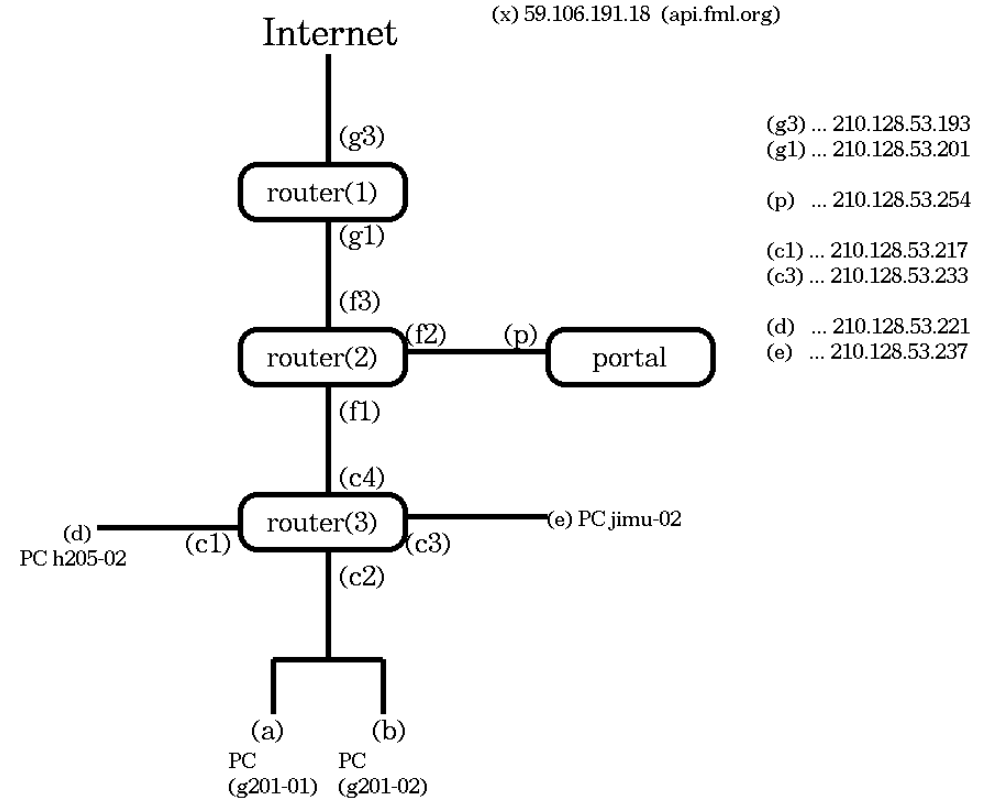
210.128.53.204/29 brd 210.128.53.207
210.128.53.209/29 brd 210.128.53.215
210.128.53.249/29 brd 210.128.53.255

- ルータ2のIPアドレスは .204 .209 .249 の3つ
- 各行のbrdはブロードキャストアドレスなので、IP早見表の最右端をみると該当するLANが分かる
 - .204 は LAN25 のIP(5)列
 - .209 は LAN26 のIP(2)列
 - .249 は LAN31 のIP(2)列



STEP-2: ルータ2のIPアドレスを調べる(2c)

- ルータ2のIPアドレスは .204 .209 .249 の3つ
 - .204 は LAN25 のIP(5)列
 - .209 は LAN26 のIP(2)列
 - .249 は LAN31 のIP(2)列
- 図と辻褄が合うように(f1)(f2)(f3)のIPアドレスを決めていきます。IP早見表と見比べてください
 - (f3) ... 対向の(g1)は.201なのでLAN25
 - (f2) ... 対向の(p)は「にせポータル」
.254 は LAN31 の（有効なIPの）右端
 - (f1) ... 残りなのでLAN26
- まとめ
 - (f3) 210.128.53.204/29
 - (f2) 210.128.53.249/29
 - (f1) 210.128.53.209/29



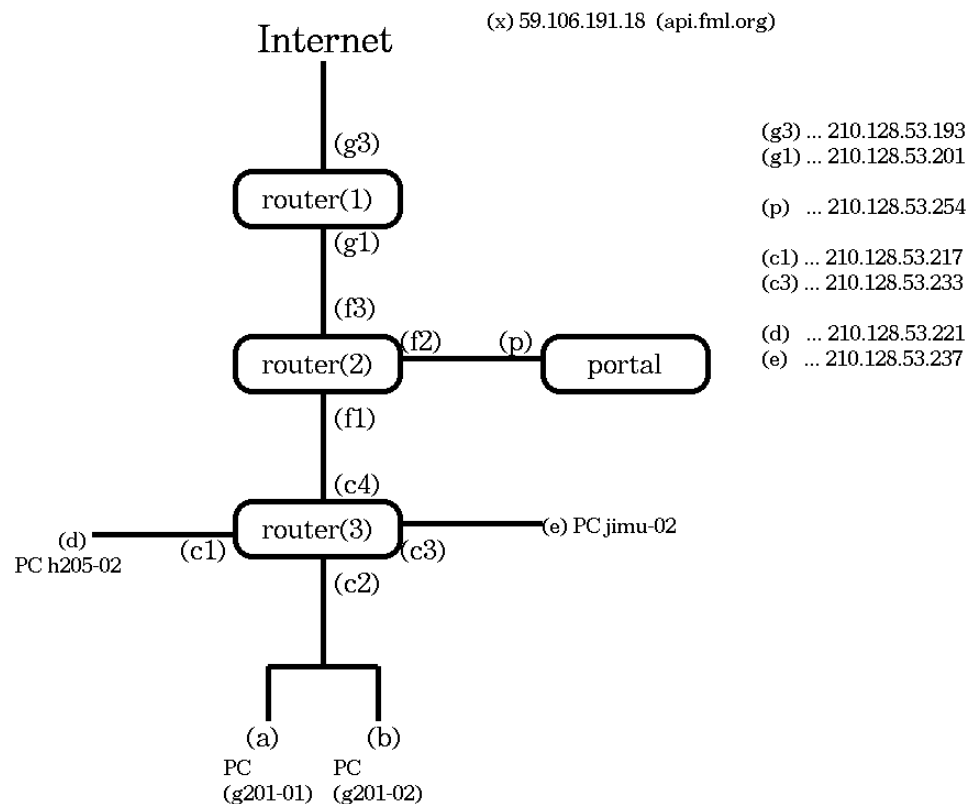
STEP-3: ルータ2からログアウト(3)

- `exit` コマンドか `logout` コマンド

[実行例]

```
b2902900@fw:~$ exit  
logout  
Connection to 210.128.53.204 closed.
```

- ログアウトするとAWS Academy (vocareum)のプロンプトに戻っているはず



(脚注) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隣のテーブルのところ）で配布しています

【デモ】 IPアドレスを表示する

第04回 IPアドレスを表示する



(脚注) ポータルにも、この [例題のデモ動画（再生リスト）](#) のURLは貼ってあります

例題：pingコマンドで実在するPCを探す(1)

- (このあとの課題で必要なので)これもやっておきましょう
- pingによる生死確認の応用（第2回を参照）です
- LANの全IPアドレスに対してpingを打ってみて、反応を返したIPアドレス=生きているPCを探します
- **例題：LAN31には「にせポータル」しかPCがないのか？を確認してみましょう**
 - 210.128.53.249 ～ 210.128.53.254 の6アドレスが対象です
 - .249はルータ2、.254はポータルなのでpingに応答しますが残りの4個はどうでしょう？

(脚注) /29なので6回ですが、/24では254回くりかえすことになります。これはとても鬱な作業なので、こういうときにこそ **シェルスクリプト(プログラミング)**を使います。ただ、別のプログラミング言語の勉強が始まってしまうので、授業では取り上げません。シェルは、日常つかいの100倍速で仕事をするためのツールです。シェルを使いこなせることはUnixの真髄です。そしてIaC(Infrastructure as Code)の必須要素でもあります。IaC=スケールの基礎なので、クラウドでもシェルの理解は必須の技術です。この運用思想をtoolbox orientedとかpipe orientedと呼んでいます。OOPにメソッドチェーンという書き方がありますが、あれ単にUnixの再発明をしているだけね。ちなみに、雑誌ソフトウェアデザインでキチガイじみたシェルプログラミングを競って喜ぶ記事が不定期に掲載されていますが、シェルプログラミングは、ああいう宴会芸ではありません

例題：pingコマンドで実在するPCを探す(2)

[実行例]

```
$ ping 210.128.53.253
PING 210.128.53.253 (210.128.53.253) 56(84) bytes of data.
^C                                     <-- Ctrl-Cで止めた
--- 210.128.53.253 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 8ms <-- 100% lossつまり死んでいる

$ ping 210.128.53.254
PING 210.128.53.254 (210.128.53.254) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 210.128.53.254 (210.128.53.254): icmp_seq=1 ttl=255 time=0.200 ms
64 bytes from 210.128.53.254 (210.128.53.254): icmp_seq=2 ttl=255 time=0.595 ms
^C                                     <-- Ctrl-Cで止めた
--- 210.128.53.254 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 31ms <-- 0% lossつまり生きている
rtt min/avg/max/mdev = 0.200/0.397/0.595/0.198 ms
```

(脚注) 100% packet lossならターゲットは死んでいます。逆に100%未満であればターゲットは生きていることになります

【デモ】 pingコマンドで生きているPCを探す

第04回 pingコマンドで生きているPCを探す



(脚注) ポータルにも、この [例題のデモ動画（再生リスト）](#) のURLは貼ってあります

コンピュータネットワーク(2024-)

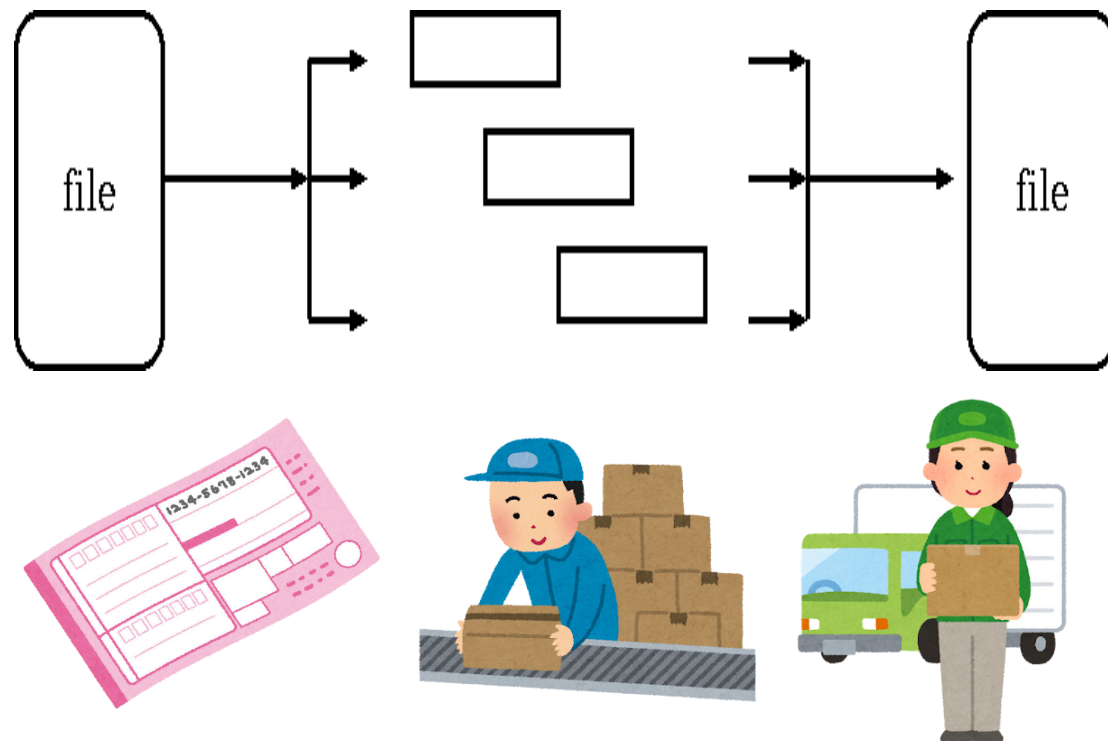
第05回 ルーティング

用語集

- パケット ... packet
 - デジタルデータのかたまり(もじどおり「packet = 小包」)
- 経路制御、ルーティング ... routing
 - 経路の選択肢がある場合に、ルールに沿って、いずれかの経路へ通信を曲げる
- 静的経路制御 ... static routing
 - 管理者が設定したルールにそって経路制御すること
 - おもにLANで使われる設定
- 動的経路制御 ... dynamic routing
 - 各ネットワーク機器が自律的に考えて経路制御すること
 - おもにWANで使われる設定

パケット交換方式(1)

- TCP/IPにおけるデータ転送の仕組みは、現実の郵便や宅急便に非常によく似ています
- デジタルデータは、ある程度の大きさに切って、小包や宅急便のように送ります
- 送信元で、大きいデータは多くの小包に分けられ、配送されます。送信先で小包群をつなぎ合わせてデータを再現するのです(右図(上))

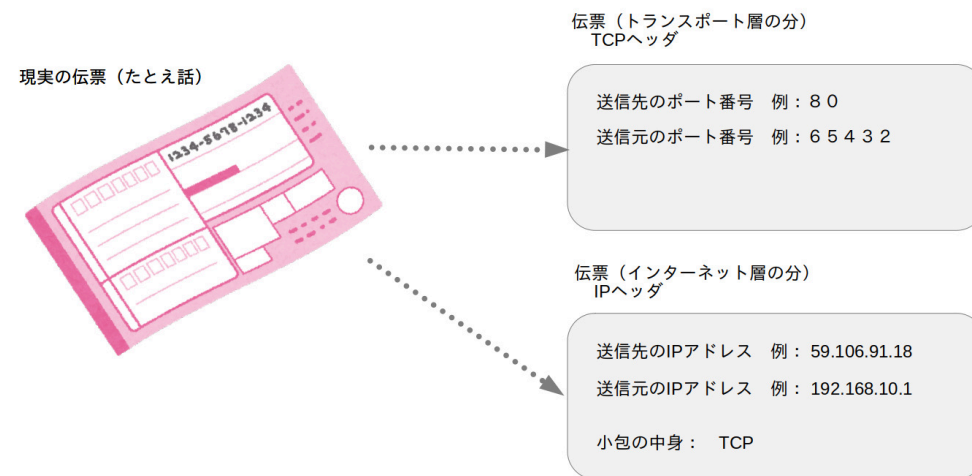
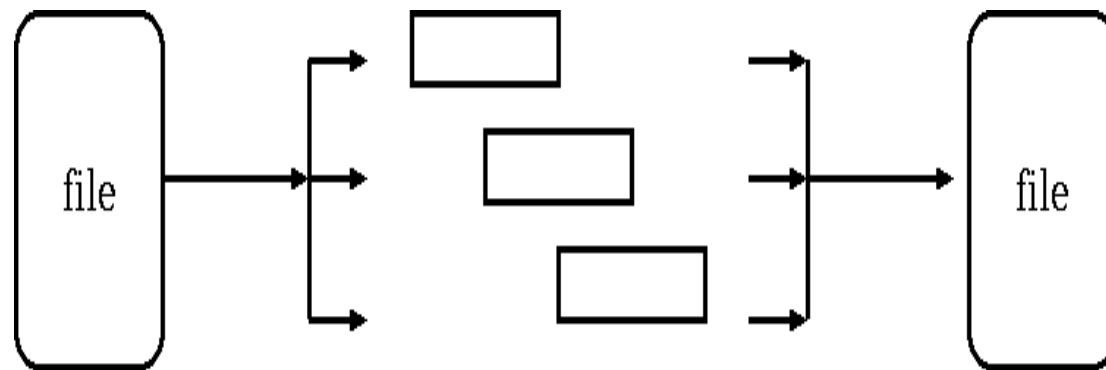


(脚注1) TCPは錬金術=「理解・分解・再構築」((C)鋼の錬金術師)みたいなものです！という例え話はどうでしょう？(w)

(脚注2) 「パケット交換」の対極は「回線交換」です。古典的なアナログ電話はTCP/IPとは全然ことなり、巨大な糸電話みたいなものです。電話をしている人どうしの間に、実際に(物理的に)電話線(銅線)が接続している状態を作っていました

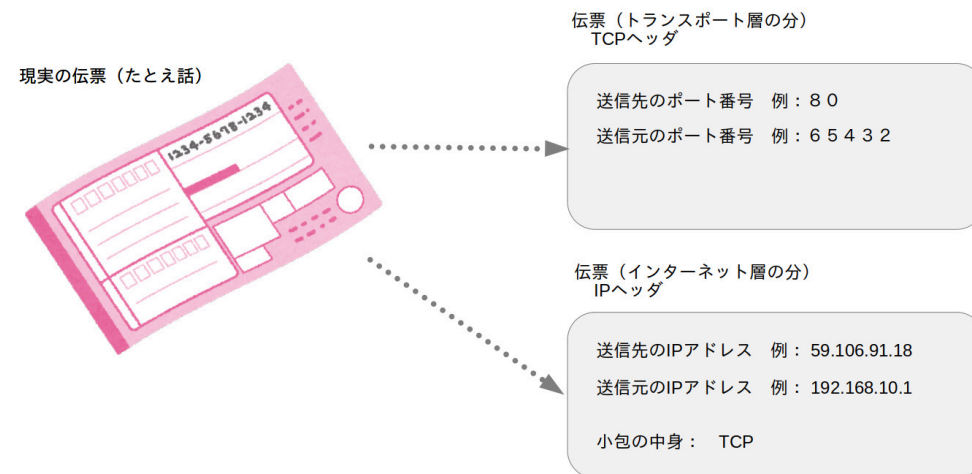
パケット交換方式(2)

- デジタルデータの小包（パケット）にも伝票を付けて送信します
- このデジタルデータの伝票には、**送り主と宛先の住所、誰から誰、中身について書きます**これを**ヘッダ**と呼びます。伝票の中身は次のとおり
 - 送信元と送信先のIPアドレス
 - 送信元と送信先のポート番号
(例:WWWサーバの80)
 - 中身(TCP)



パケット交換方式(3): 伝票とヘッダ

- たとえ話として郵便や宅急便は良くできていますが、一点だけ「伝票」について注意を！
- **階層モデルの各階層（担当）ごとに別々の伝票を書く（担当者に指示を出す）必要があります**
- HTTPを例に取れば、HTTPにもHTTPヘッダがあります。そして、実際のデータ転送を担当するTCP/IP（の伝票は）TCPヘッダとIPヘッダの二つから構成されます

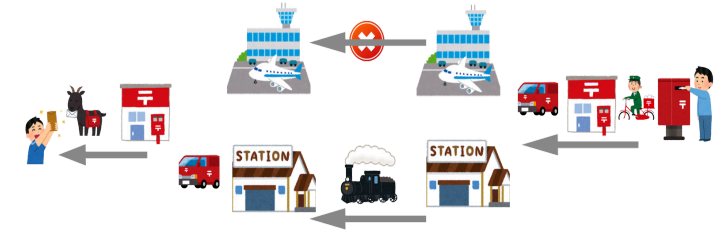


(脚注1) 正確には各階層ごとに伝票(ヘッダ) = 制御情報が必要です。つまりHTTP、TCP、IP、イーサネットのヘッダがあります

(脚注2) 各階層ごとに別々の配送担当者がいると考えてください。各担当者に指示書（伝票、ヘッダ）が必要なのです

パッケージが転送されていく様子は現実の郵便そっくり

- パッケージの転送も現実の郵便や宅急便そっくり
 - パッケージ（小包）ごとに配送
- 途中で中継する拠点が多数
 - ルータ群のことです
- 伝票の宛先をみながら配送
 - ヘッダを見ながら考えます

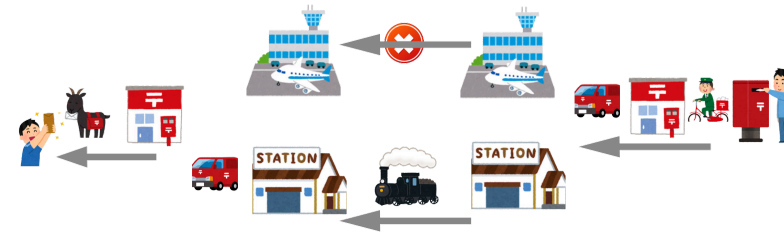


経路制御(ルーティング)とは

- 郵便配送の例え話(右図)

1. 札幌から東京行の小包(群)を送り出します
2. 千歳まで持ってきました
3. ふだんは飛行機に載せますが
4. 天候が悪くて、今日は飛行機が飛ばません
5. JRに載せかえて送ることにしました

- 4.から5.のステップで行われた「**どちらの経路を選ぶか?**」これがルーティング(経路制御)です



経路制御の設計：学内は静的、域的には動的

- 前頁の郵便配送は目的地(例:東京)行きの選択枝が複数ある例です
 - これは大域的なインターネットに相当しています。障害を回避するために、各機器が自分の判断で宛先を考える **動的経路制御**で動作しています
- 一番右は学内の模式図ですが、そもそも経路の選択枝がありません。このようなLANでは、管理者が事前に設定したルールに沿って動作する **静的経路制御**で十分です

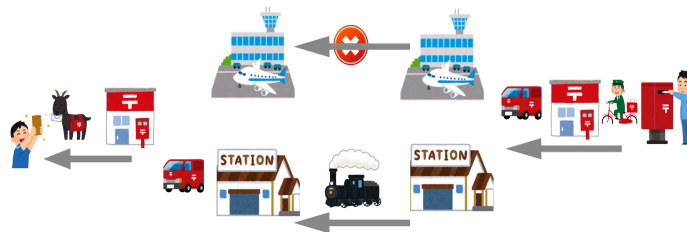
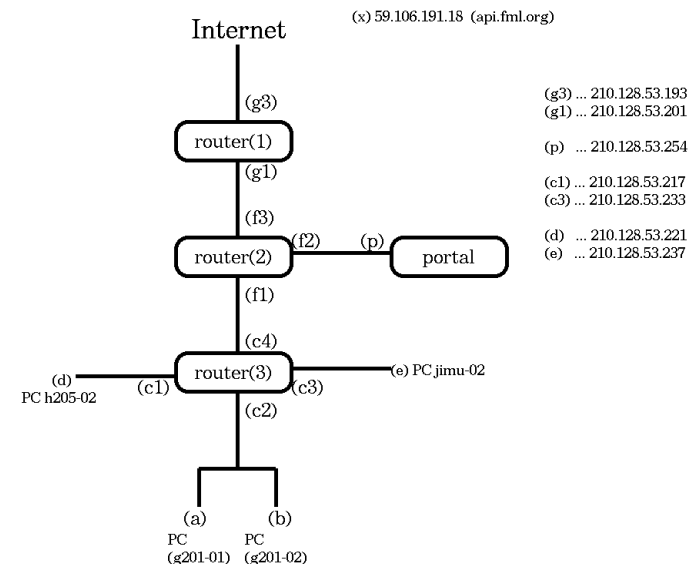


図:郵便配送



図：学内LAN(上がInternet)

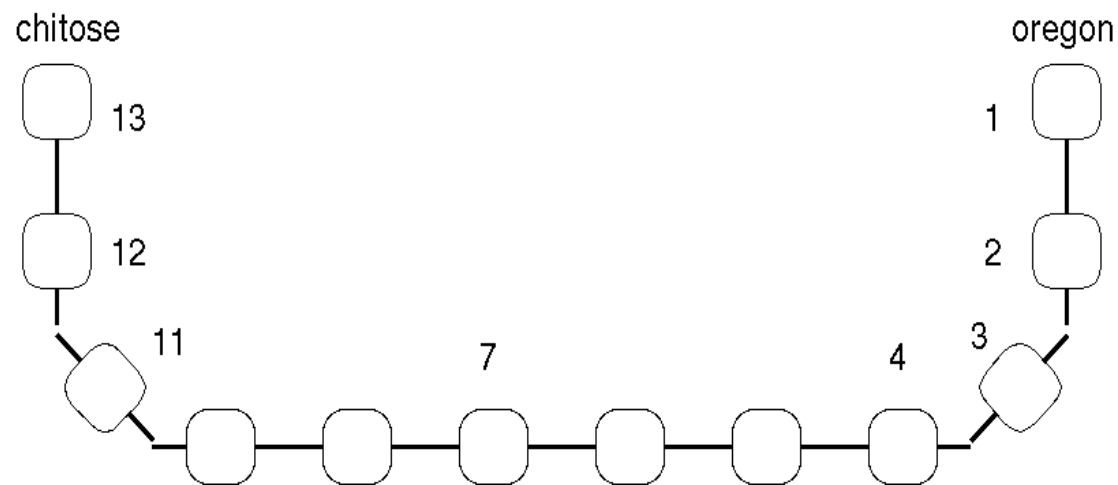
(脚注1) 動的経路制御のプロトコルが色々あるのですが、すべて省略します。大学院の授業で少し解説しています

(脚注2) 動的経路制御 = dynamic routing、静的経路制御 = static routing

【ふりかえり】 第2回の演習は何をやっていたのか？

- 第2回の tracepath を使う演習では、どのようにデータが流れていくかを可視化していました
- これは各機器の経路制御の判断結果を次々と表示していたわけです

```
$ tracepath -n 210.128.53.193
1: 172.31.32.1 0.082ms
... 略 ...
7: 206.81.80.237 7.548ms
8: 58.138.88.225 124.263ms
...
12: 210.128.52.7 138.867ms
13: 210.128.53.193
```



(脚注) 210.128.53.193 は大学にある本科目の演習環境(図(下))の入口

第05回の演習パート

おしながき

1. おしらせ

- **第6回(来週)はグループワークなのでH101に集合**
 - 第1回にデモをしてみせたアレを、こんどは自分たちでやってもらいます
- 第6回分の予習スライドはありません
- 第6-9回あたり（次の一月）月曜日の授業は変則なので、よく掲示をみてください
- ELの注意：(1)ELのタブを複数開く(2)再読み込み -> 強制退出(涙)

2. EL

3. 解説

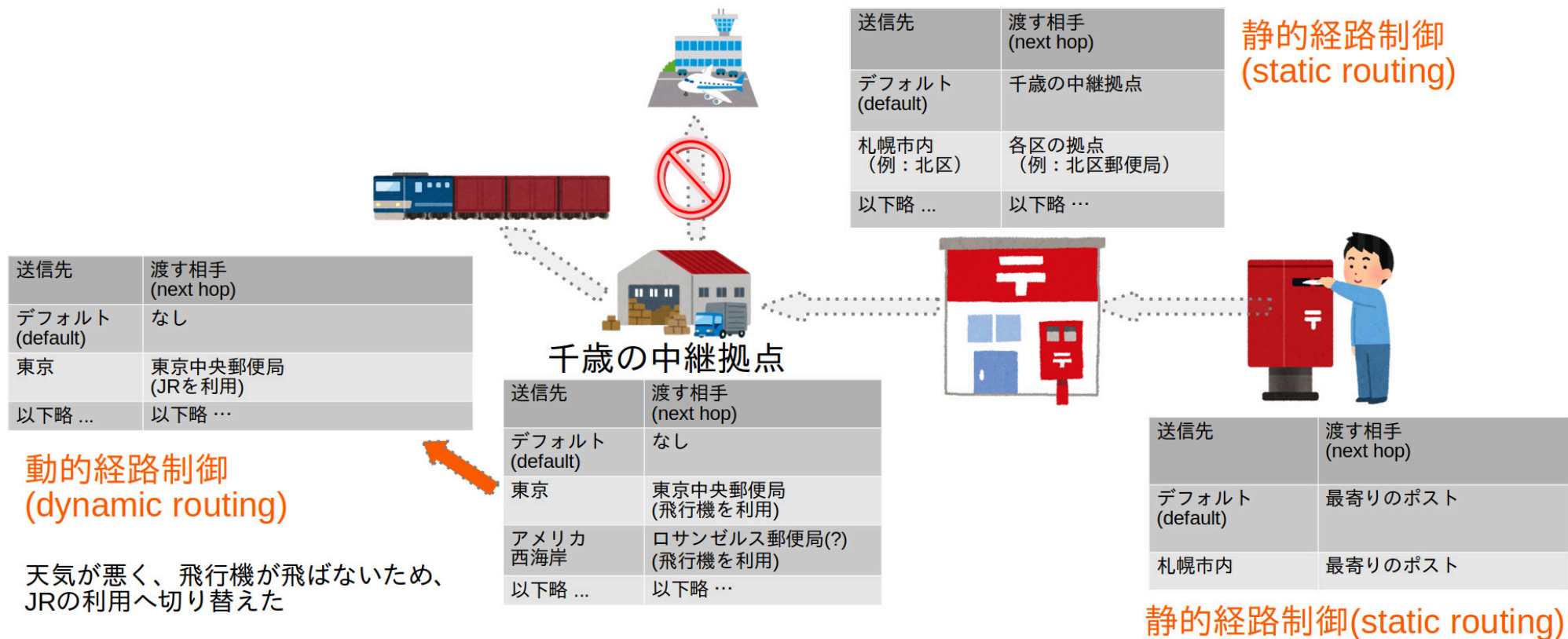
4. 演習

- 経路表を作成できる
- ルーティングを実感し経路表をつかいルーティングの説明ができる
- 例題は一緒にやります

5. 【課題】

- ポータルのレポート機能で提出してください

【例題】経路表を書こう（郵便局たたとえ話版）

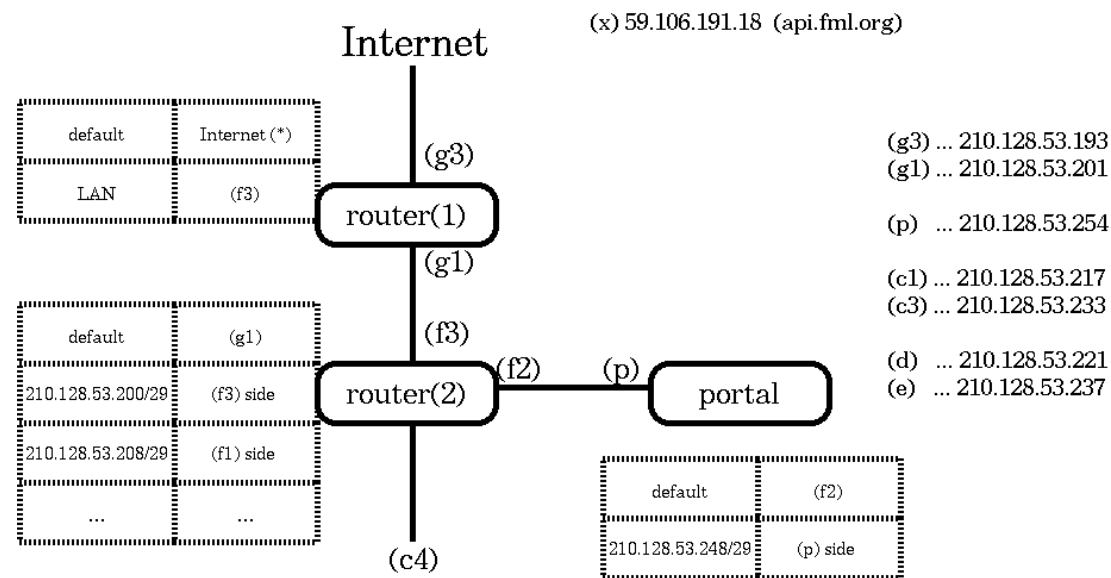


送信先=デフォルトが「具体的な送信先が見つからない場合すべて」に使うエントリです。いわゆる丸投げ先(w)ですね

【例題】 経路表を書こう: router(1)

送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	インターネット(*)
LAN	210.128.53.204 (f3)
(図の下側すべて)	

- 送信先「LAN(図の下側すべて)」は文字どおりの意味です。IPアドレスに直せば（図の(f3)より下に割り当てられている）210.128.53.208 - 210.128.53.255 の範囲
- 渡す先が「インターネット(*)」... 正確にはインターネット側にあるISPのルータのIPアドレスになります



(脚注1) ここからが本番です。サイバースペース版、IPアドレスを扱います (脚注2) 図はイメージです。細部は無視してください

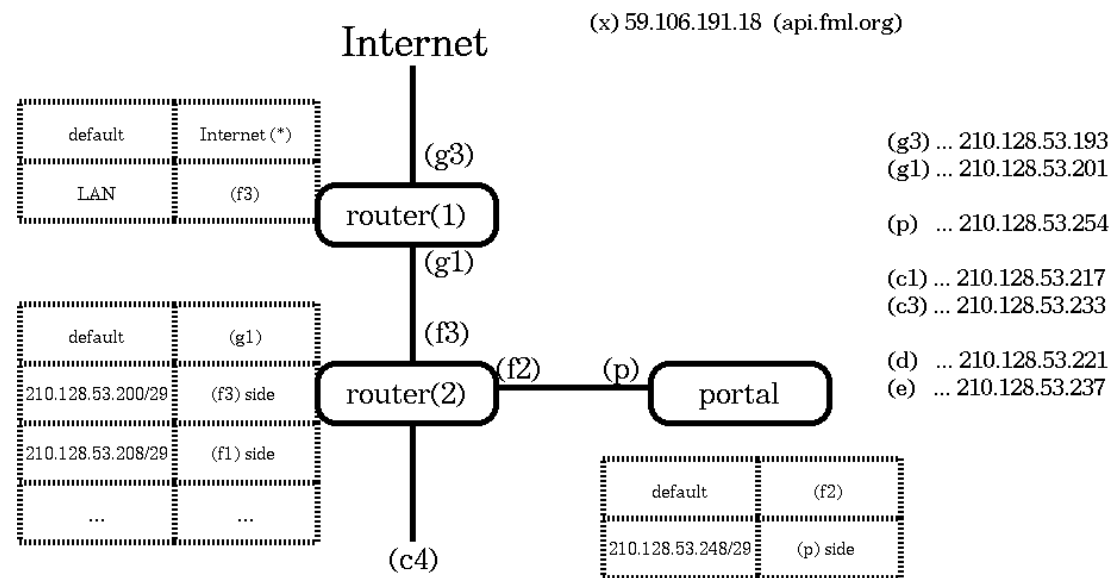
(脚注3) router(1)にはSSHログイン出来ないので経路表（解答）を示しています

(脚注4) 上の表ではrouter(1)に直結している210.128.53.200/29のエントリを省略しています

【例題】 経路表を書こう: にせポータル (portal)

送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	210.128.53.249 (f2)

- portal (にせポータル) には経路が一つしかありません (ネットワークケーブル1本)
- よって送信先は事実上一つだけです。
 - 「デフォルト」は対向の(f2) 210.128.53.249です
 - 対向の(f2)宛に、すべてのパケットを送信します

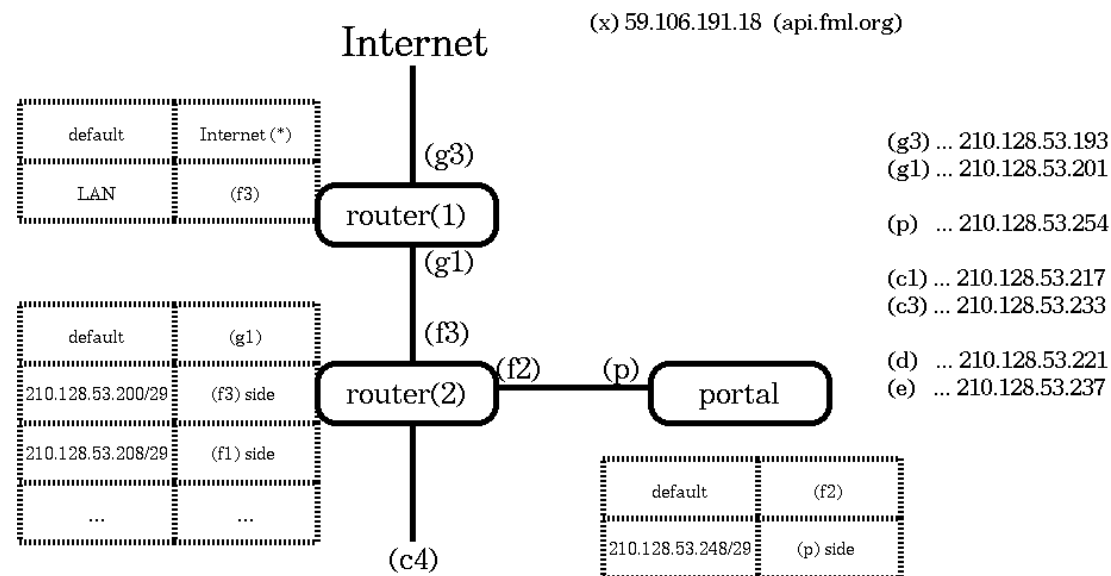


(脚注1) この機材にはSSHログイン出来るので確認してみるとよいでしょう (脚注2) この機器でip routeを実行すると、直結している「210.128.53.248/29は(p)側へ送信」エントリも表示されますが、上の表では省略しました

【例題】 経路表を書こう: router(2)

送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	210.128.53.201(g1)
210.128.53.200/29	
210.128.53.208/29	
210.128.53.216/29	
210.128.53.224/29	
210.128.53.232/29	
210.128.53.248/29	

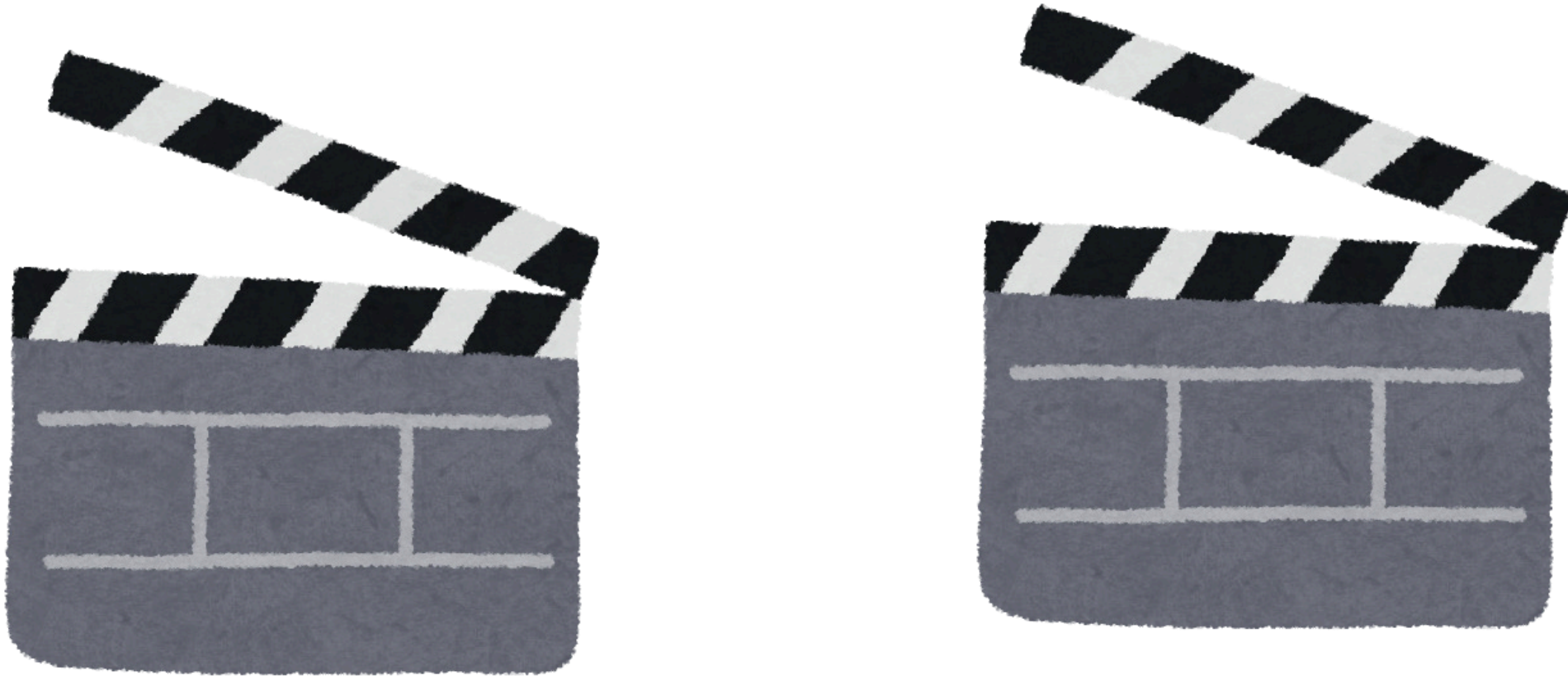
- `ip route`コマンドの出力を読み解いていきます
(スライド末/コマンドリファレンスp.21を参照)



(脚注1) ワークシートに記入してください。このあとの課題でも使います

(脚注2) この機材にはSSHログイン出来るので確認してみるとよいでしょう

(アーカイブ動画で見ている人は)一時停止して手を動かしてください



困っている人は「手をあげる」かチャットで合図を！ ブレイクアウトルームでTAさんが相談にのります

【参考】 ルータ 2 の経路表を作成する(1a)

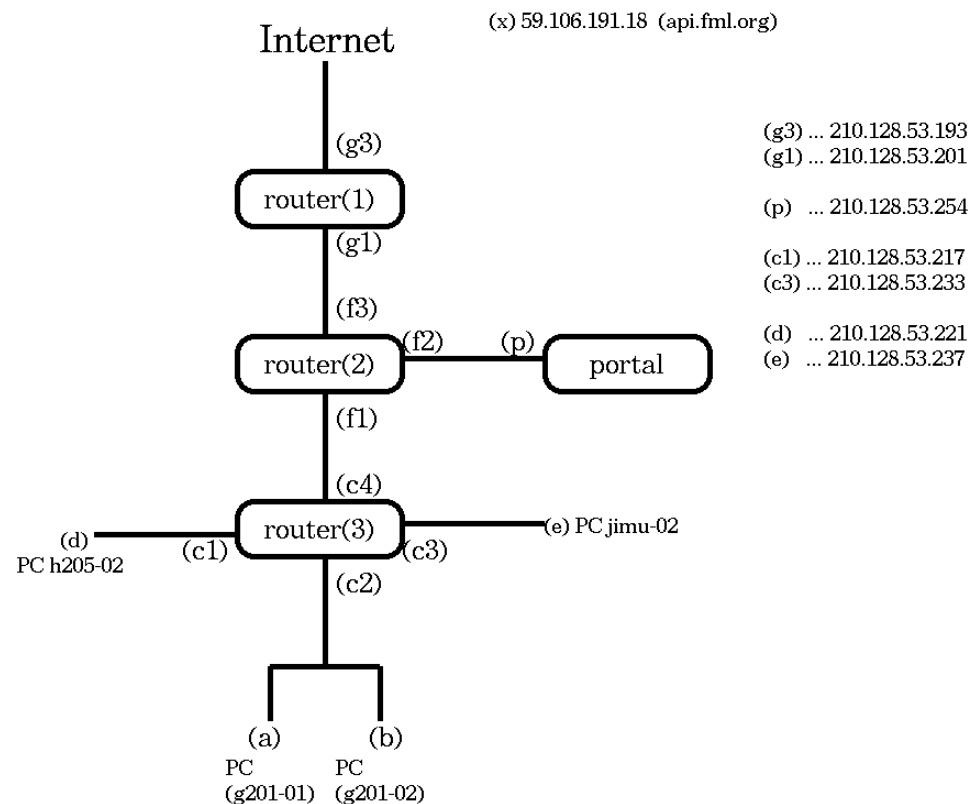
1. ルータ 2 (210.128.53.204)にSSHログインしてください
2. ipコマンドを使います。 具体的には `ip route` を実行してください
3. 前回作成したIPアドレスの表を参考にしながら、経路表を埋めていきます

```
学籍番号@fw$ ip route
default via 210.128.53.201 dev enp3s8 onlink
210.128.53.200/29 dev enp3s8 proto kernel scope link src 210.128.53.204
210.128.53.208/29 dev enp1s0 proto kernel scope link src 210.128.53.209
210.128.53.216/29 via 210.128.53.212 dev enp1s0
210.128.53.224/29 via 210.128.53.212 dev enp1s0
210.128.53.232/29 via 210.128.53.212 dev enp1s0
210.128.53.248/29 dev enp2s0 proto kernel scope link src 210.128.53.249
```

(脚注) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隅のテーブルのところ）で配布しています

【参考】 ルータ 2 の経路表を作成する(1b)

- IPアドレスは前回の例題の解答を参照してください。ちなみに次のとおり
- ルータ2のIPアドレス
 - (f1) 210.128.53.209/29
 - (f2) 210.128.53.249/29
 - (f3) 210.128.53.204/29



【参考】 ルータ 2 の経路表を作成する(2): 直結のネットワーク

- ip routeの出力で「link src IPアドレス」のある行は、 ルータ2に直結しているネットワークの情報です
 - 「src IPアドレス」の部分は上の(f1)(f2)(f3)と同じですね？ 左端のネットワーク（ルータ2と直結しているネットワーク）は、この「src IPアドレス」の先にあると読みます
 - 例: 210.128.53.248/29 ... の行は「**LAN31(210.128.53.248/29)はイーサネットの口(f2)210.128.53.249の先**」にあると読みます。実際に**セポータル(210.128.53.254)は(f2)の先**にありますよね？

```
210.128.53.200/29 dev enp3s8 proto kernel scope link src 210.128.53.204
210.128.53.208/29 dev enp1s0 proto kernel scope link src 210.128.53.209
210.128.53.248/29 dev enp2s0 proto kernel scope link src 210.128.53.249
```

送信先	渡す先(next hop)
210.128.53.200/29	(f3)側へ送信
210.128.53.208/29	(f1)側へ送信
210.128.53.248/29	(f2)側へ送信

(脚注1) dev右のenp3s8といった文字列は、OSがネットワークインターフェイス(ケーブルを挿す口)を識別するための名前(デバイス名)

【参考】 ルータ 2 の経路表を作成する(3): 経由先があるネットワーク

```
default via 210.128.53.201 dev enp3s8 onlink
210.128.53.216/29 via 210.128.53.212 dev enp1s0      <- ここ
210.128.53.224/29 via 210.128.53.212 dev enp1s0      <- ここ
210.128.53.232/29 via 210.128.53.212 dev enp1s0      <- ここ
```

- 「via 〜」という表示がある行が4行あります。まず、より宛先が具体的な下の3つから
- 「via 〜」部分は**経由**する機器のIPアドレスです。ルータ2と直結していないため**経由**する機器があります。その情報です。ちなみに210.128.53.212はルータ3のIPアドレス(c4)ですね？ 前回のワークシートと照らし合わせて、IPアドレスと構成図を確認してみてください

送信先	渡す先(next hop)
210.128.53.216/29	210.128.53.212(c4)
210.128.53.224/29	210.128.53.212(c4)
210.128.53.232/29	210.128.53.212(c4)

(脚注) 直結でないネットワークです。経由先のIPアドレスが via ... 部分で表示されています

【参考】 ルータ 2 の経路表を作成する(4): デフォルトルート

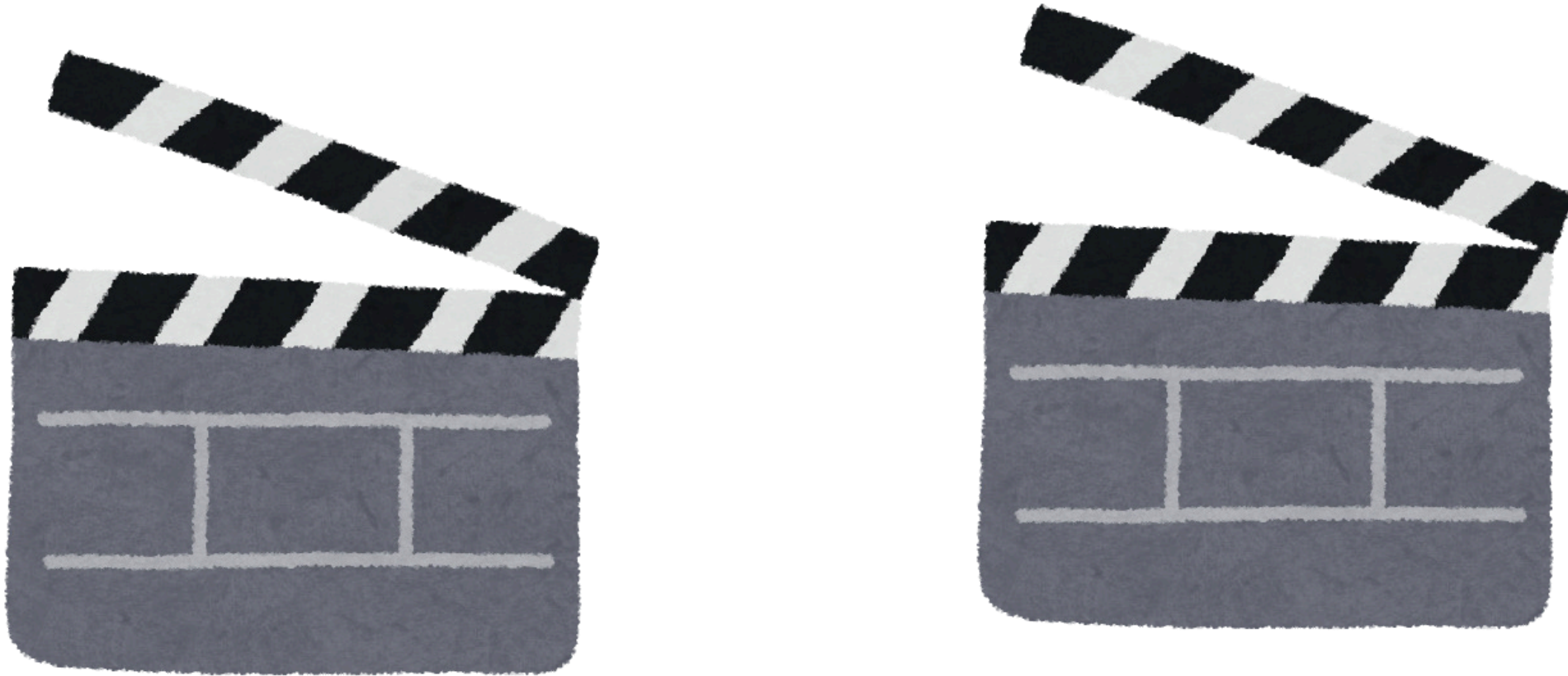
```
default via 210.128.53.201 dev enp3s8 onlink
```

- 最後にdefault行です。これも「経由先があるネットワーク」の一つですが特別な意味があります
 - これは、いままでに登場した宛先（210.128.53.x/29）のどれにも一致しない場合に使うエントリです
 - 当然インターネット宛の通信はdefault行を使うことになります

送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	210.128.53.201(g1)

(脚注1) 直結でないネットワークです。 経由先のIPアドレスが via ... 部分で表示されています (脚注2) 設定の文脈では、たいていデフォルトは「最後に使うもの」（last resort, 丸投げ先）という意味です。 当然インターネット宛の通信はdefaultに該当します

(アーカイブ動画で見ている人は)一時停止して手を動かしてください

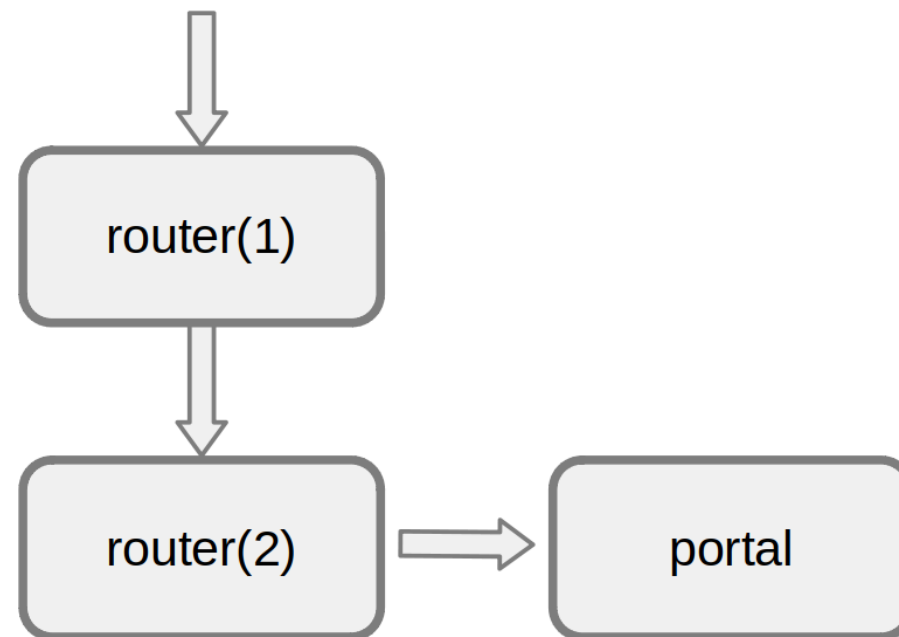


困っている人は「手をあげる」かチャットで合図を！ ブレイクアウトルームでTAさんが相談にのります

【例題】 AWS Academy～ポータルの経路を読み解く(1)

```
eee_W_3120626@runweb121229:~$ ping -n 210.128.53.193  
PING 210.128.53.193 (210.128.53.193) 56(84) bytes of data:  
64 bytes from 210.128.53.193: icmp_seq=1 ttl=240 time=
```

- 経路: AWS Academy -> ... 太平洋を越えて ... -> router(1) -> router(2) -> portal
- 次頁から「router(1) -> router(2) -> portal」の部分を詳細に見ていきます



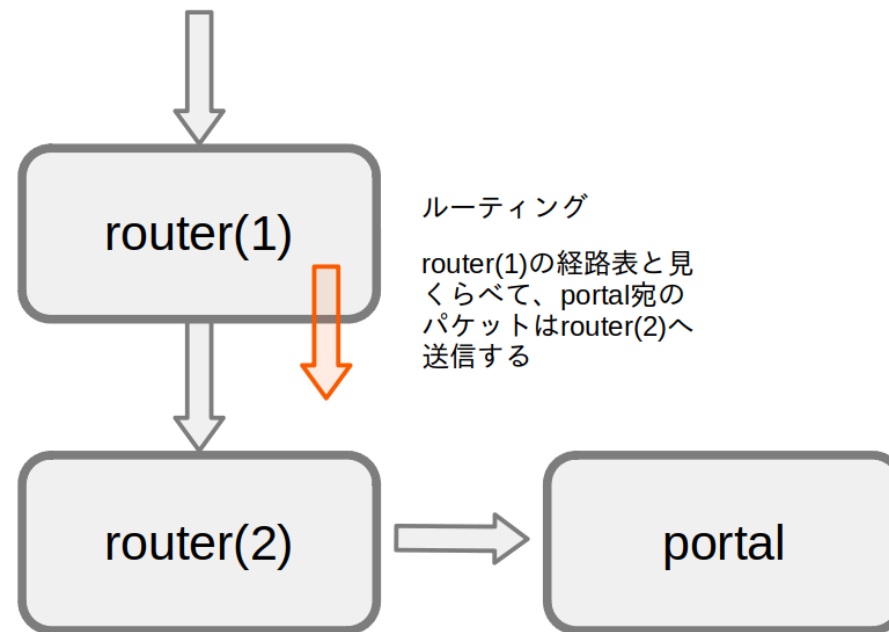
(脚注1) 第2回では、AWS Academy (vocareum)から 210.128.53.193 (ルータ1、図の(g3)) へpingを撃ちました。第3回では、AWS Academy (vocareum)から 210.128.53.254 (portal、図の(p)) へ telnet 80をしました。おぼえてる？

(脚注2) 本当は途中に13～14個ルータがあるのですが、そこは無視して、図にある部分だけを見てください

【例題】 AWS Academy～ポータルの経路を読み解く(2)

送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	インターネット
LAN	210.128.53.204 (f3)

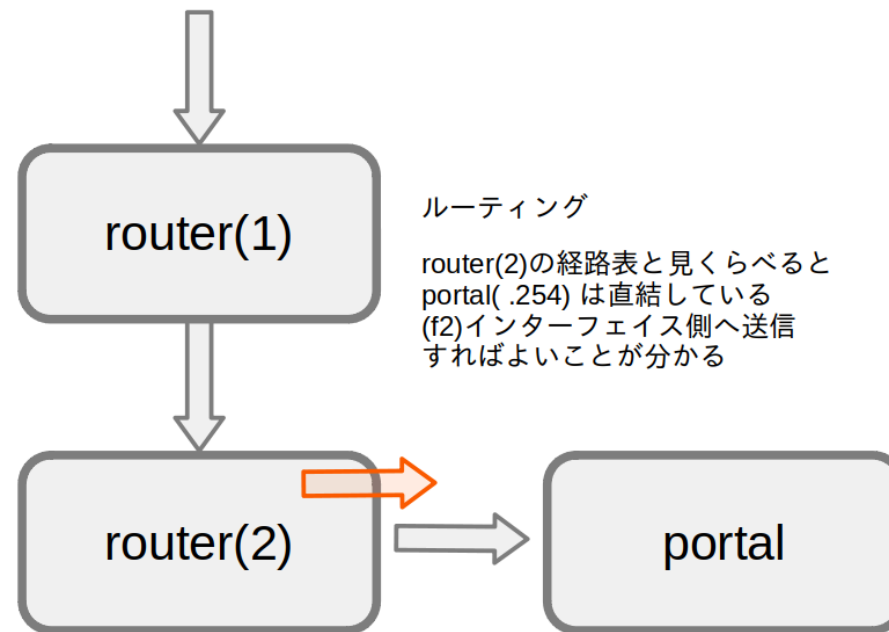
- AWSから送信されたパケットがrouter(1)に到着
- パケットの宛先(destination)は210.128.53.254です
- 経路表と照らし合わせるとIPアドレスはLANに含まれています。パケットを渡す先は210.128.53.204です。これはrouter(2)（ワークシートの図中(f3)) に当たります
- 210.128.53.204 (router(2)) へパケットを転送



(脚注) LANの範囲は210.128.53.208 - 210.128.53.255 の範囲です

【例題】 AWS Academy～ポータルの経路を読み解く(3)

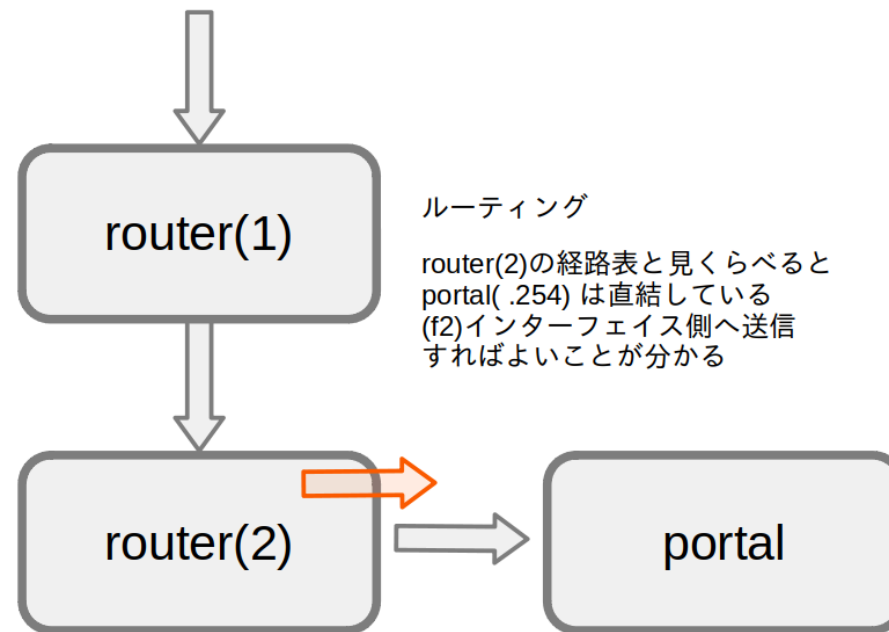
- パケットがrouter(2)に到着
- 経路表を照らし合わせると？



(脚注) ここで少々、時間を取ります。各自かんがえてみてください

【例題】 AWS Academy～ポータルの経路を読み解く(4)

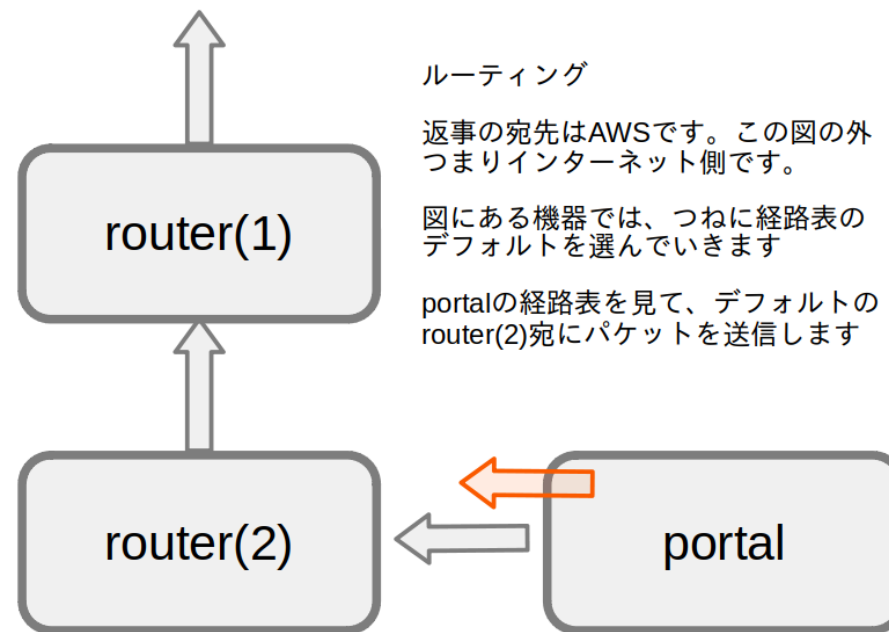
送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	210.128.53.201(g1)
210.128.53.200/29	
210.128.53.208/29	
210.128.53.216/29	
210.128.53.224/29	
210.128.53.232/29	
210.128.53.248/29	



(脚注) こたえあわせ: 経路表を照らし合わせ、ルーティングの説明をしてください

【例題】 AWS Academy～ポータルの経路を読み解く: 返事(1)

- portalはpingの返事を送信元(AWS)へ返します
- pingの返事の宛先はAWS Academyです。この図の外つまりインターネット側になります
- portalの経路表を見て、デフォルトのrouter(2)宛にパケットを送信します

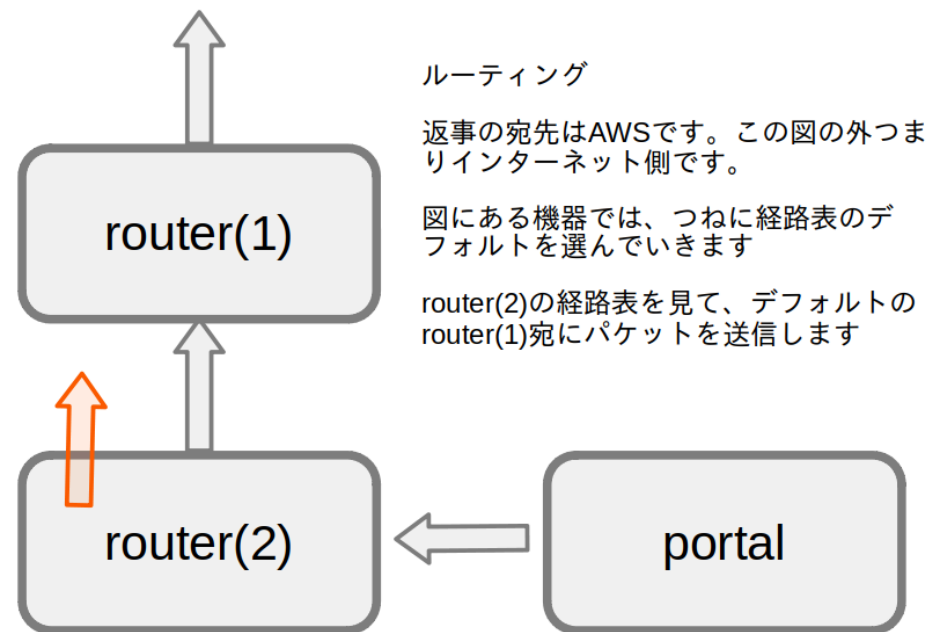


(脚注) 返りのパケットはAWS宛つまり図外になるため、図の機器群では、つねに経路表のデフォルトを選んでいくことになります

【例題】 AWS Academy～ポータルの経路を読み解く: 返事(2)

送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	210.128.53.201(g1)
210.128.53.200/29	
210.128.53.208/29	
210.128.53.216/29	
210.128.53.224/29	
210.128.53.232/29	
210.128.53.248/29	

- pingの返事の宛先はAWS Academyです。この図の外つまりインターネット側になります
- 経路表の一番上がデフォルトです
- router(2)はrouter(1)へパケットを送信します

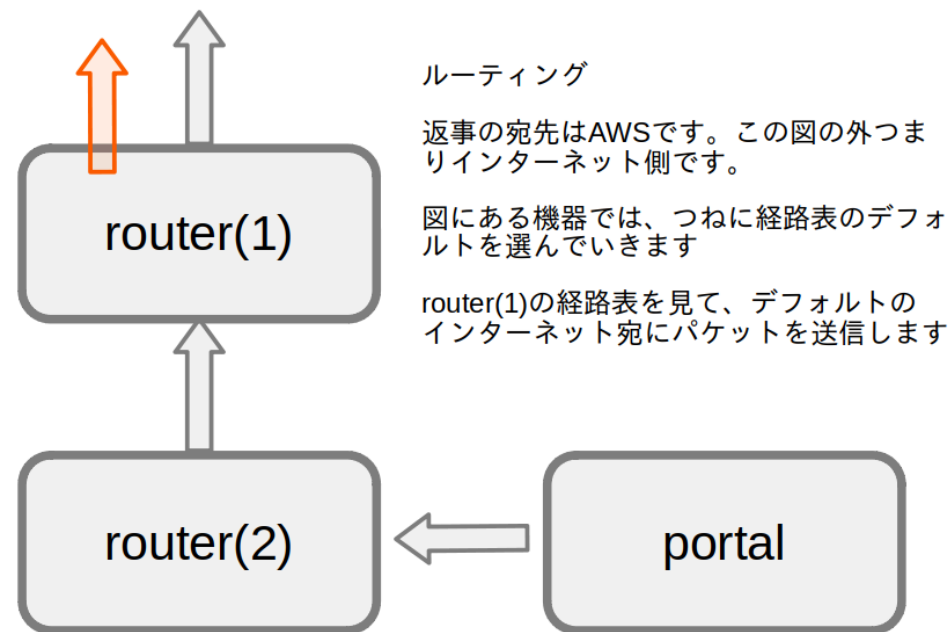


(脚注) 該当行は元々のスライドにあるので、返りの分は、最初から解答が書いてあったわけですね:-)

【例題】 AWS Academy～ポータルの経路を読み解く: 返事(3)

送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	インターネット
LAN	210.128.53.204 (f3)

- router(2)からパケットがrouter(1)に到着すると
- router(1)の経路表を見くらべ
- 前述のように、返事のパケットの宛先はインターネットの彼方なので、インターネット側へ（上側へ）パケットを送信します



(脚注1) 図には書いてありませんが、パケットを送信する先はISPのルータになります

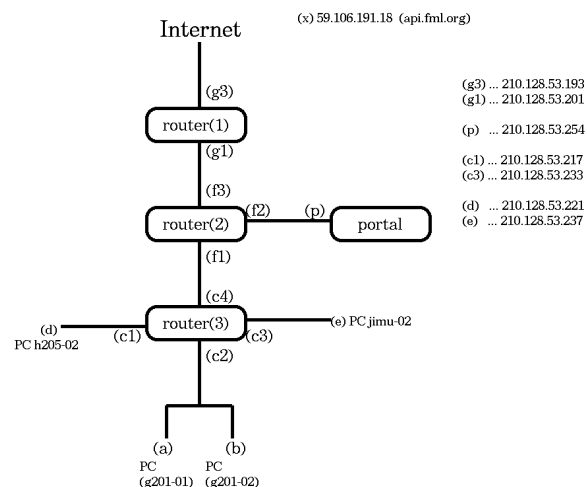
(脚注2) router(1)の先でも、同じように十個くらいルータがパケットを中継していき、AWS Academyへパケットが返っていきます

【課題】 各機器の経路情報と動作を説明してください

Q: 次の課題 1～3をワークシートに記入し、ポータルレポートボックスで提出してください。なお、PC(g201-01)の経路表は右上の表を参照のこと

1. 「ルータ3」の経路表を作成してください
2. PC(g201-01)からポータル（図の(a) -> (p)）に向かうパケットは、各機器で、どの経路を選択しますか？パケットが通過する各機器の経路表を用いて説明してください。
3. 図の(a) -> (x)に向かうパケットは、各機器で、どの経路を選択しますか？パケットが通過する各機器の経路表を用いて説明してください。
 - 。注：ルータ1の上(インターネット)側は調べようがないので「インターネットを通過」などと省略してOK

送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	210.128.53.225

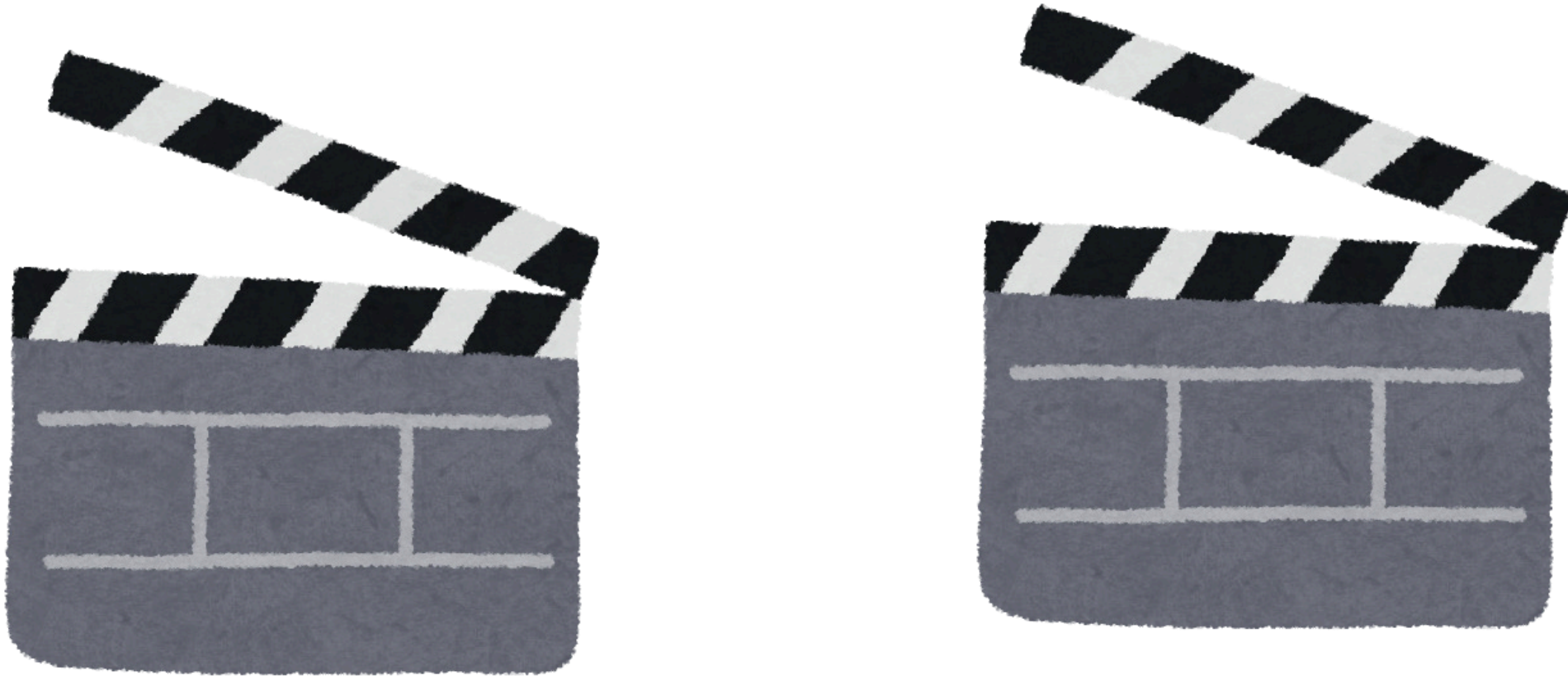


(脚注) インターネット側も、できればtracpathかtracerouteコマンドで推測を頑張ってください ... まあ出来れば、ね

【参考】 router(3)で ip routeを実行した結果

```
default via 210.128.53.209 dev enp3s0 onlink  
210.128.53.208/29 dev enp3s0 proto kernel scope link src 210.128.53.212  
210.128.53.216/29 dev enp1s0 proto kernel scope link src 210.128.53.217  
210.128.53.224/29 dev enp2s0 proto kernel scope link src 210.128.53.225  
210.128.53.232/29 dev enp3s8 proto kernel scope link src 210.128.53.233
```

(アーカイブ動画で見ている人は)一時停止して手を動かしてください

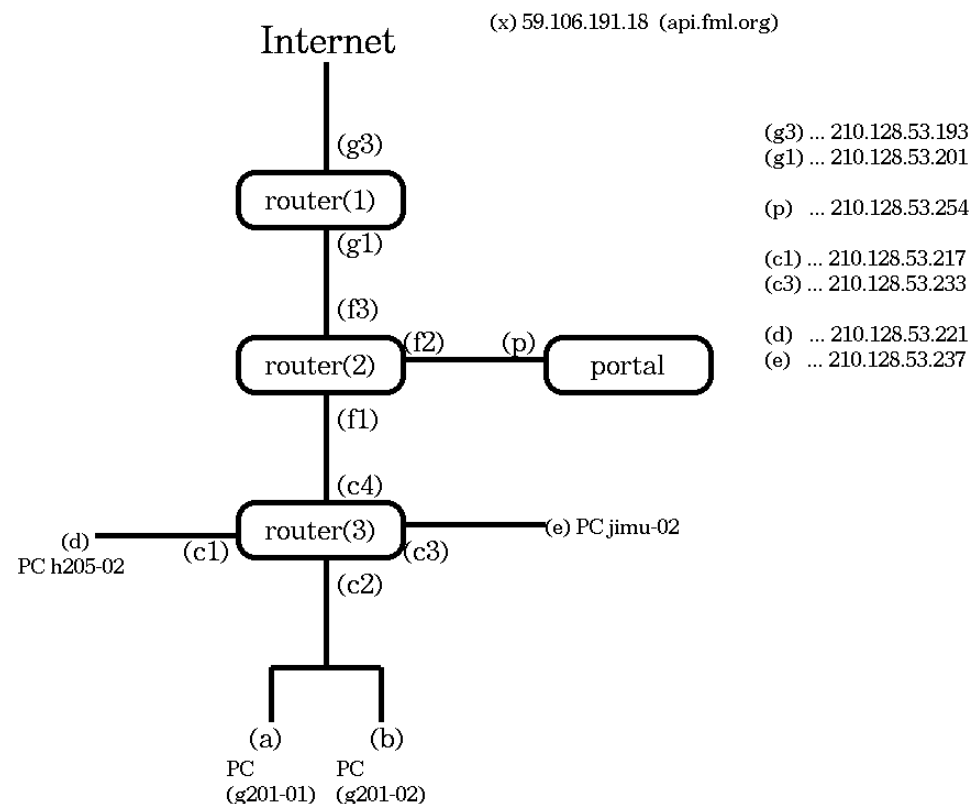


困っている人は「手をあげる」かチャットで合図を！ ブレイクアウトルームでTAさんが相談にのります

参考：ip route コマンドによる経路表の作成
(答え合わせ)

まとめ: router(2) 経路表

送信先	渡す先(next hop)
デフォルト	210.128.53.201(g1)
210.128.53.200/29	(f3)側へ送信
210.128.53.208/29	(f1)側へ送信
210.128.53.216/29	210.128.53.212(c4)
210.128.53.224/29	210.128.53.212(c4)
210.128.53.232/29	210.128.53.212(c4)
210.128.53.248/29	(f2)側へ送信



(脚注) この機材にはSSHログイン出来るので確認してみるとよいでしょう

コンピュータネットワーク

第06回 物理でシステム構築とルーティング体験

おしながき

- 本日の目標：(a) 配線だけですが、ネットワーク構築体験をします (b) 構成図が実感できる (c) 設計編のイメージをつかむ

1. だんどり

- 手元に用意するもの：第04,05回で作成したワークシート
- 機材の数が足りないので、交互にやります
 - 手を動かしてないグループ群はアンケートに答えてください
- 本日は (a) アンケート 2 つと (b) グループワーク(GW)の課題の合計3つで出席代わりです
- GWの課題：GWの動作を（第05回と同様に）各機器の判断を説明してください
 - 第05回の例題を参考にしてください。「機器Aにパケットが来て、機器Aの経路表を見ると、こちらに転送と判断し～」という説明(文章)を、先週までのワークシートに追加して提出してくればOKです

2. 【TA/SAさん主導】グループワークの説明（全体）、諸注意

3. 【TA/SAさん主導】グループワーク(1)

4. 【TA/SAさん主導】グループワーク(2)

- グループを入れ替えます。さきほどと反対の作業をしてください

コンピュータネットワーク(2024-)

第07回 DNS

用語集

- DNS(発音：でいーえぬえす) ... Domain Name Service/System
 - ドメイン名とIPアドレス(+他の属性)間の対応関係を管理するしくみ
- ドメイン名 ... domainname
 - 英数字と特殊文字の一部（例: “-”）をドット(".")でつないだ文字列
 - (右から逆方向に読むと)階層構造を表していることに注目

例: portal.mc.chitose.ac.jp
- 正引き
 - ドメイン名からIPアドレスを検索する操作
- 逆引き
 - IPアドレスからドメイン名を検索する操作。正引きの逆

IPアドレスだと覚えきれないよね？そこでドメイン名をつけます

- 演習で「210.128.53.何か」というIPアドレスが10個登場しましたが覚えてますか？ふつう覚えてないよね
 - 大丈夫です、プロも覚えてません
- もっと覚えやすくするために**ドメイン名**というものを考えました
 - 210.128.53.254 (にせポータル)には portal.net.fml.org というドメイン名でもアクセス出来ます
 - 少しは覚えやすそうでしょ？

(脚注1) さすがに最重要的なサーバは覚えてますね～ たぶん覚えようとしているわけではなくて、よく使うサーバのアドレスを覚えてしまうだけですけど (脚注2) Googleが登場する以前の話です。 いまは検索してしまうのでドメイン名を覚えていなくても困らない？

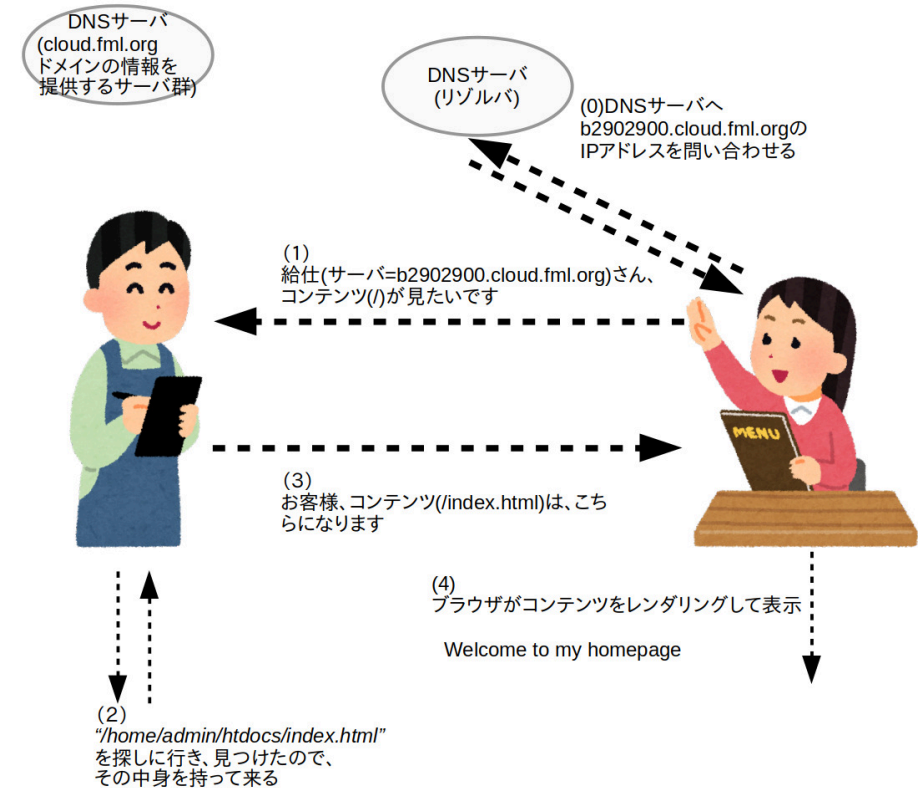
ドメイン名の例

- ドメイン名とは、英数字などを . (ドット) でつないだ文字列
 - 例: portal.mc.chitose.ac.jp ... (本物のポータル)
 - 例: portal.net.fml.org ... (演習で使っている二セポータル)
- 読み方の例: portal.mc.chitose.ac.jp を右から読むと、それっぽいです
 - 日本(jp)の
 - 高等学術機関(ac = academic の冒頭部分)の
 - 公立千歳科学技術大学(を表す用語 = chitose)
 - メディアセンター(mc)(管轄の)
 - ポータル(portal)
- 右側が大きい組織の単位であることに注目です

(脚注) 右側が大きい単位なのは、英語圏での住所の書き方を考えれば、自然ですよ？

DNSサーバ

- DNSという仕組みを運用しています
- 当然DNSサーバというものがあります
- DNSサーバは二種類あります
 1. 自分のドメインの情報を世界に提供するDNSサーバ
 2. 他ドメインの情報を検索するDNSサーバ(リゾルバ)



(脚注) サーバその1の説明は省略します。大学院の授業で、きちんと動作原理を解説します

正しいブラウザの動作

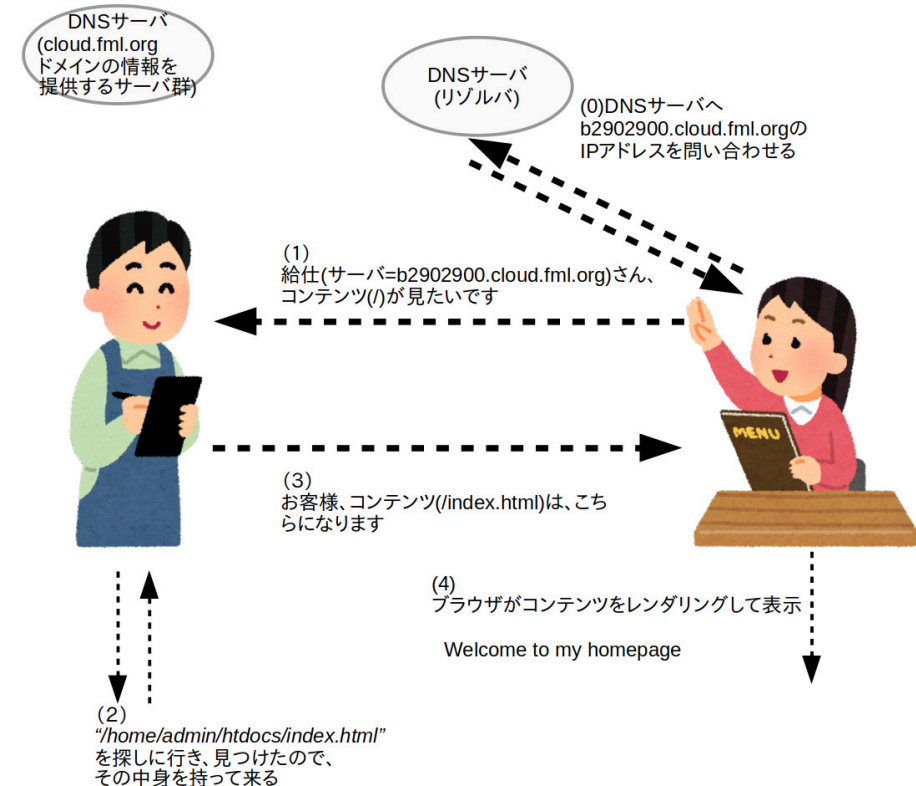
例 : <http://b2902900.cloud.fml.org/> にアクセス

1. ブラウザは b2902900.cloud.fml.org のIPアドレスを調べます(名前解決)

- DNSサーバ(リゾルバ)に問い合わせ、(図(0))
- 10.20.30.40 と回答されました(図(0))

2. ブラウザは10.20.30.40との間にTCPコネクション(論理的なデータ転送路)を作成します

3. ブラウザはデータ転送路の上でHTTPを使いWWWサーバとデータのやりとりをします(図(1))



(脚注) 10.20.30.40は説明用に選んだ適当なIPアドレスです

【参考】 付録: DNSなどを学ぶマンガ小冊子

- JPRS(ドメイン名を管理している組織)が、教育機関を対象に無償で配布するマンガ小冊子「ポン太のネットの大冒険 ～楽しくわかるインターネットのしくみ～」



演習

おしながき

1. おしらせ
 - 出席パスワードは F8Tm
2. EL
3. ハイライト&&解説
4. 例題
5. 課題
 - ポータルのレポートボックスに提出してください

【例題】

1. 210.128.53.254のドメイン名を調べる（逆引き）
2. portal.net.fml.orgのIPアドレスを調べる（正引き）
3. コマンド「telnet portal.net.fml.org 80」の挙動を説明する
 - AWS Academy (vocareum)のターミナルで実行する想定です

(脚注1) 例題なので、一緒にやります

(脚注2) コマンドの解説は、コマンドリファレンス「厳選UNIXコマンド 第2版」を参照してください。このリファレンスは、[PDF](#) も印刷物も配布しています。印刷版はH101のメディアコンサルタント席（プリンタがある隅のテーブルのところ）で配布しています。

【例題】 DNSを調べるコマンド (逆引き)

[コマンドの使い方]

host 調べたいもの

[実行例]

```
$ host 210.128.53.254
```

```
254.53.128.210.in-addr.arpa domain name pointer portal.net.fml.org.
```

- 出力（最終行）の読み方
 - 右端のportal.net.fml.orgがドメイン名（回答部分）
 - 左端の254.53.128.210.in-addr.arpaは全世界のDNS階層構造を表現したもの
 - ここは分からなくても大丈夫です（プロ/インフラエンジニアは分からないとダメ）

(脚注1) DNS三大コマンドは nslookup host dig です。 Debianの場合はじめからhostコマンドは利用できます。 nslookupとdigはdnsutilsパッケージをインストールすると使えます。 nslookupはWindowsにもあるので覚えておくならnslookupのほうがよい?(でも素Debianのように入っていないこともある) (脚注2) DNSサーバの設定の際には～.arpaドメインの理解が必要です (-> 大学院の授業)

【例題】 DNSを調べるコマンド (正引き)

[コマンドの使い方]

host 調べたいもの

[実行例]

```
$ host portal.net.fml.org
```

```
portal.net.fml.org has address 210.128.53.254
```

- 前ページの逆をやってみます。正引き(ドメイン名 → IPアドレス)です
- 出力（最終行）の読み方
 - 右端の210.128.53.254がIPアドレス（回答部分）
 - 左端のportal.net.fml.orgがドメイン名（hostコマンドの引数にあった質問部分）

【例題】 portal.net.fml.orgへtelnet 80する

```
$ telnet portal.net.fml.org 80
Trying 10.20.30.40...
Connected to 10.20.30.40.
Escape character is '^]'.
GET / HTTP/1.0

HTTP/1.0 200 OK
Server: SimpleHTTP/0.6 Python/3.7.3
Date: Thu, 29 Feb 2024 23:02:03 GMT
Content-type: text/html
Content-Length: 23
Last-Modified: Thu, 29 Feb 2024 23:01:46 GMT

welcome to my homepage
Connection closed by foreign host.
```

(脚注) 第03回に、ほぼ同じ演習をやりましたね？ね？ -> [第03回のtelnet ... 80](#)

参考：（サーバが異なるけれど） [telnet portal.mc.chitose.ac.jp 80する例](#)が参考になります

【課題】

- 問：DNSを考慮に入れた正しい手順を説明してください
 - ポータルのレポートボックスへ提出
1. ブラウザで<http://portal.net.fml.org/>へアクセスする
 2. portal.net.fml.orgへSSHログインする

(脚注) SSHについてはインターネットさんに聞いてください。公開鍵暗号が大事なのですが、そこは本科目のテーマではないので、公開鍵暗号うんぬんのところは書かなくて大丈夫です