

コンピュータネットワーク(2024-)

第01回 はじめに

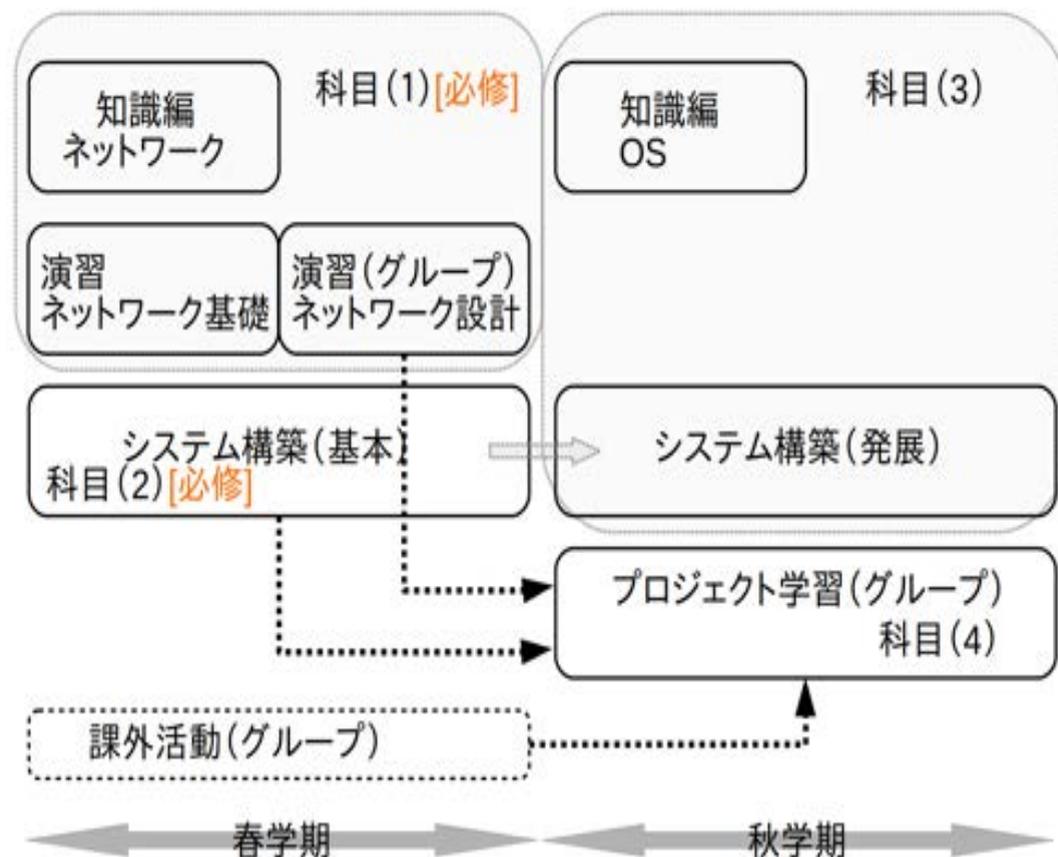
3年、春学期、必修:旧「コンピュータネットワーク」(-2023)

オリエンテーションのお品書き

1. ~~なぜITインフラが分かるべきか？~~
2. ITインフラ演習科目群における本科目の位置づけ
3. 本科目の詳細
 - 目的,目標
 - シリーズ構成
 - 各回の取り組み方
4. 演習のイメージを実演・紹介
 - 前半を少し実演
 - 後半については、TA/SAさんが、これまでの例を紹介します
5. 用語 (午後)
6. 目標設定

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」
月曜午前
- 科目(2) ... 「情報システム開発基礎演習」のITインフラ編(01回～07回の前半);月曜午後
- 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、秋学期は、もうすこし本気のシステム構築をやります
- 備考
 - 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ですら全然カバーしていません。試験を受ける人は各自でがんばってください



(脚注) 基本情報処理試験の範囲ですら内容が多すぎるのだそうで、その授業は、やらなくなりました

~~君は生きのびることができるか？~~

10年後も食べつづけるためには？を実感する

就職はゴールではありません、うむ。まあ、上のスローガンは、じわじわ実感出来ればいいのです、はい

目標

1. (基礎の基礎の)ネットワークの知識
2. ネットワーク実務の基礎
3. ネットワーク実務を通じてのネットワークの理解と実感

シリーズ構成: 概要

1. 演習(02-09)

- ネットワークを探索して構成図を書く
- 個人戦

2. 演習(10-15)

- ネットワーク設計と提案
- グループワーク
- #15は発表会

3. 期末試験(EL)

シリーズ構成: 演習(#02-#09): ネットワークの探索

- 探索する環境(右図)は大学のミニチュアえいやっと学内に作りました
- 8週かけてAWS Academy(アメリカ、オレゴン州)から右図の環境を遠隔で探索してもらいます。その結果をもとに構成図を書いてください



シリーズ構成: 演習(#10-#15)「ネットワーク設計と提案」

- 5週かけてグループで相談し、「次期大学ネットワーク」を提案してください
 - グループワークのアイデアソンみたいなものなので、楽しく提案してもらえればOK
- 最後はプレゼンテーション大会をします
- 前半で作成した構成図を元に、より現実的な構成を考えて提案してください。提案では見積書もつけてもらいます(おもしろいもので、かなり妥当な金額が出てきます:-)
- 現実的な設計演習をやるぞ！です(practical ... ?)
 - 知るかぎり他(日本?)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。ITインフラの資格試験の授業なら(特に専門学校に)多いのですが...
 - スタンフォード大学の software ??? engineering という演習科目(quarter制なので7週?)が、この演習に似ています。スタンフォードの授業も元エンジニアの人がおこなっている演習科目で、(Slrの業務そのものの)本演習より、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といえばスタンフォードらしい授業ですよ?

本科目(#2-#12)の取り組み方

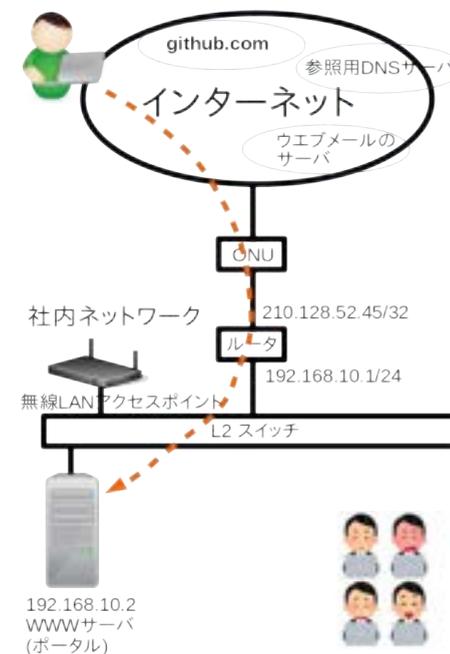
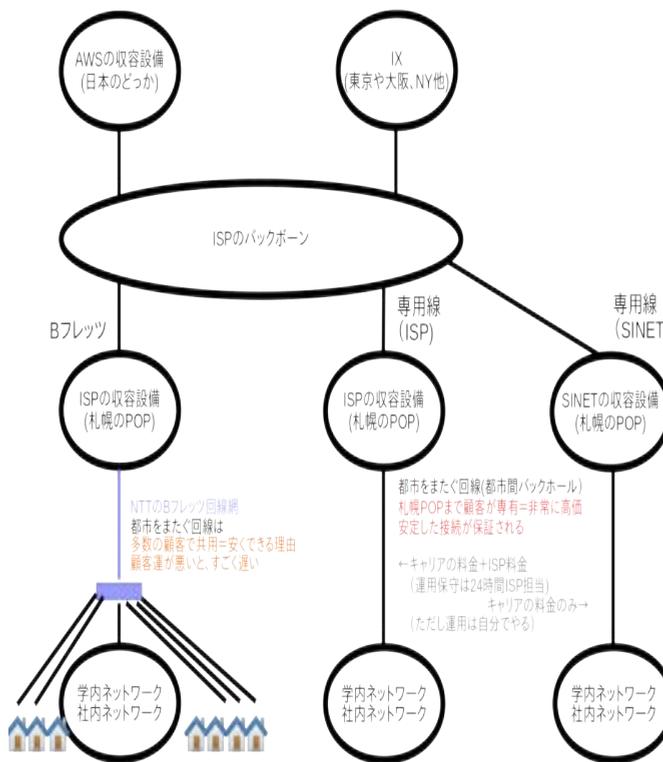
- 予習をしてきてください
 - スライド数枚、動画あり
- 授業時間の構成
 1. ELで確認テストをします(最大で5分程度)
 2. スライドの要点を解説します(ふりかえります)
 3. 演習の説明
 4. 演習(例題) ... 例題は、一緒に手を動かします
 5. 演習(課題)
 - 課題の提出もしくはTA/SAによる確認

(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。あと10回目以降はグループワークです

(脚注2) きちんと予習・復習をしている人なら半分くらいの時間で終わってしまうでしょう。どうぞ昼ご飯にいらしてください

演習のイメージ

1. 前半の演習について、実演します
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



(脚注) 答えにならないように、わざと少し違うイメージの図になっています

来週以降むけの諸注意

- 来週の予習をやってください
 - スライドと動画
- 授業の最初に確認テスト(EL)をやります
 - 確認テストの範囲は過去2回分とします
 - 例: 第3回冒頭のELの範囲は第2~3回。出題数は、第3回:第2回で8:2とかかな？
- ELと課題の提出で課題点(これが出席点)を累積していきます
 - ポータルの出席も入れていますが、あれは(1)父兄(スポンサー)向けサービスのためで、あとは(2)システム障害等の場合に確認することがあります(だから、きちんと入れましょう)

(脚注) いちおう「脳の仕組み」を考慮した授業設計。2週間に3回以上、試験やら何やらでアウトプットすると、だんぜん忘れない。海馬にキャッシュされている2-4週間で何度も使えば長期記憶領域へ移行するらしい

本日の課題

- ポータルの授業ページで「目標設定」をしてください。
- 本日は、これで課題提出とみなします

コンピュータネットワーク(2024-)

第02回 IP,WAN

3年、春学期、必修:旧「コンピュータネットワーク」(-2023)

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
- 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
- LAN(発音：らん) ... Local Area Network
 - WANの反対語なので用語だけ紹介です。後日やります
- 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

IPアドレス

- 住所がないと互いに区別できないから、コンピュータにも住所をつけます
- 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、本当は2進数だけど、人間には辛すぎるので、「ドット(.)くぎりの10進数4つ」で表現しています

[AWS EC2の例]

172.31.0.4

(2進数で表示すると)

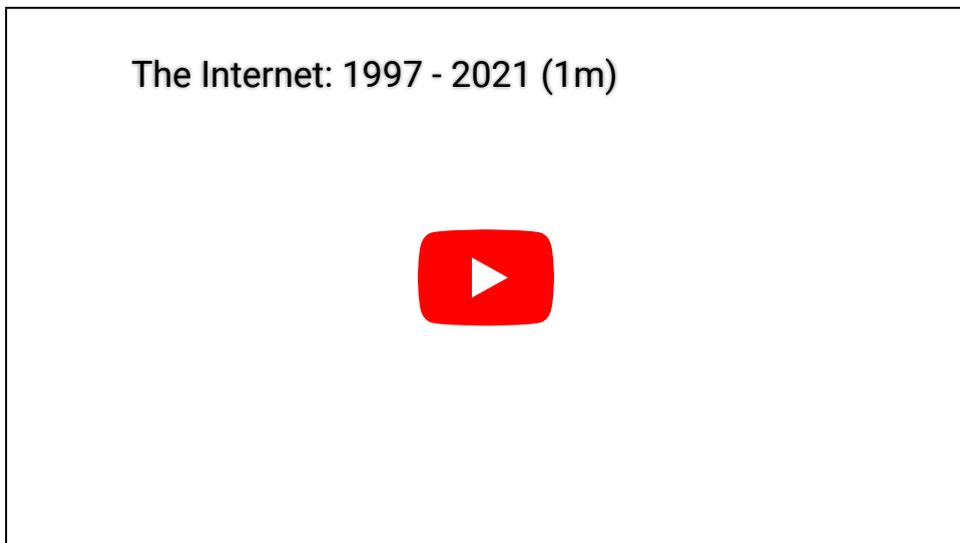
10101100 00011111 00000000 00000100

(脚注) 本当は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 いふおー) だけを勉強します

インターネットに接続するには？

- 物理的には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. 電話会社(キャリア) e.g. NTT, KDDI, ソフトバンク
 2. ISP e.g. NTTなんとか, IIJ, その他たくさん
 - いまどき自分で契約したことないだろうから、実感ないと思いますが...
 - この話は設計編で見つもり作る際に、また出てきます

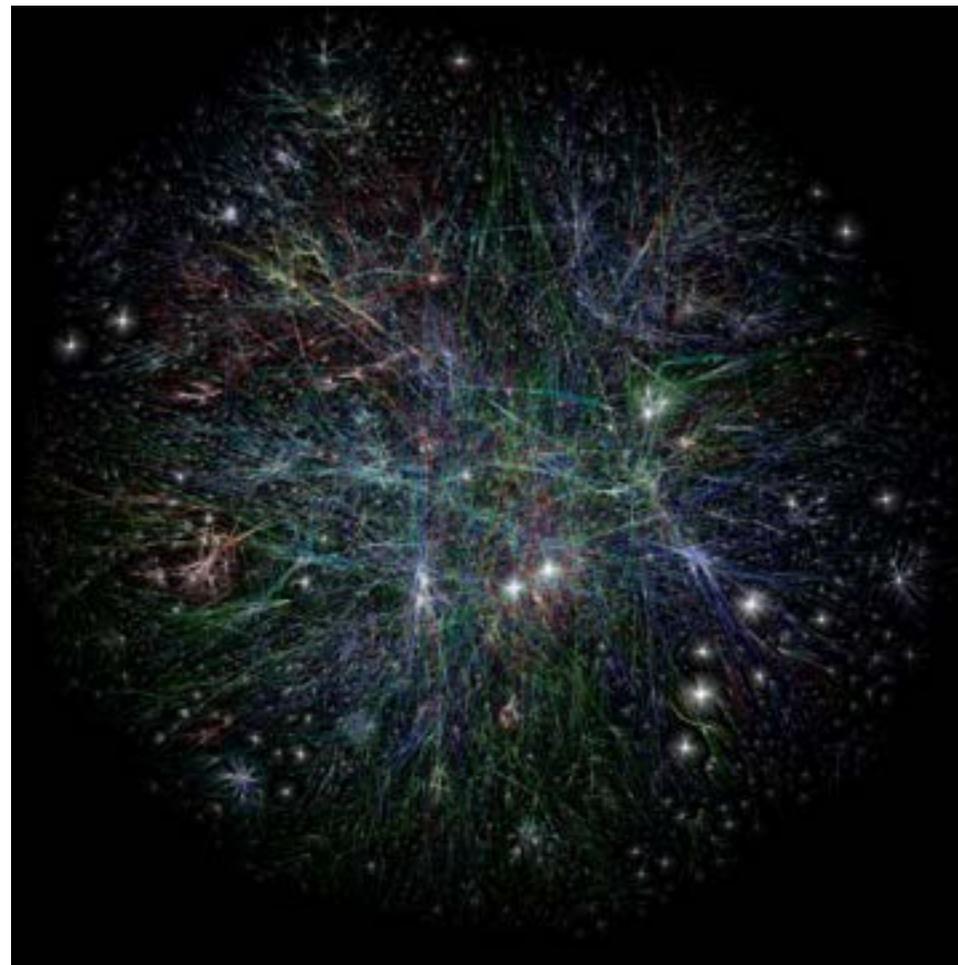
インターネットとは数万のISPで構成された転送システムの総称



“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です

- ルーティング情報をもとに可視化したもの
(生物的なイメージ?生命の樹?)

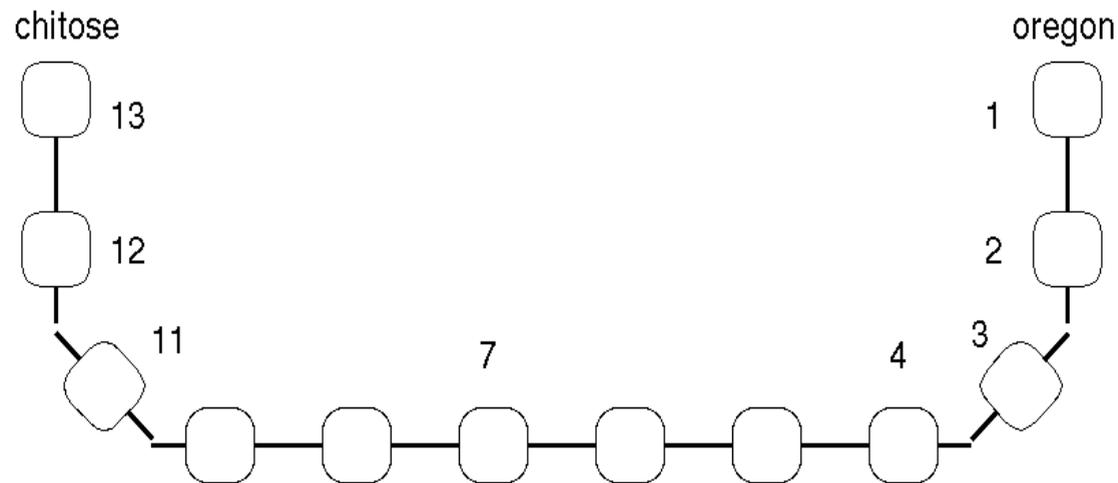


The Internet 2003 by Barret Lyon, CC BY 4.0

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

本日の演習

本日の演習おしながき

1. AWS Academy (vocareum)にログイン
 - 解説の[資料](#)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
 - ログインできない人！(vocareum演習環境が前提なので、ここを揃えてから)
2. Vocareumのターミナルから遠隔で調査
3. [課題] 構成図を書き、ポータルのレポート機能で、提出してください

目的・目標

- コマンドの使い方(実務)を教えている面もありますが、
- その出力から、構成を解読していく訓練ですね(第02回～第09回)
 - サイバー空間にも物理的実体があることを実感してもらおう
 - 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(いわゆるモッサリしている状態、それを数字で見てもらおう)

本科目では、このターミナルからやります

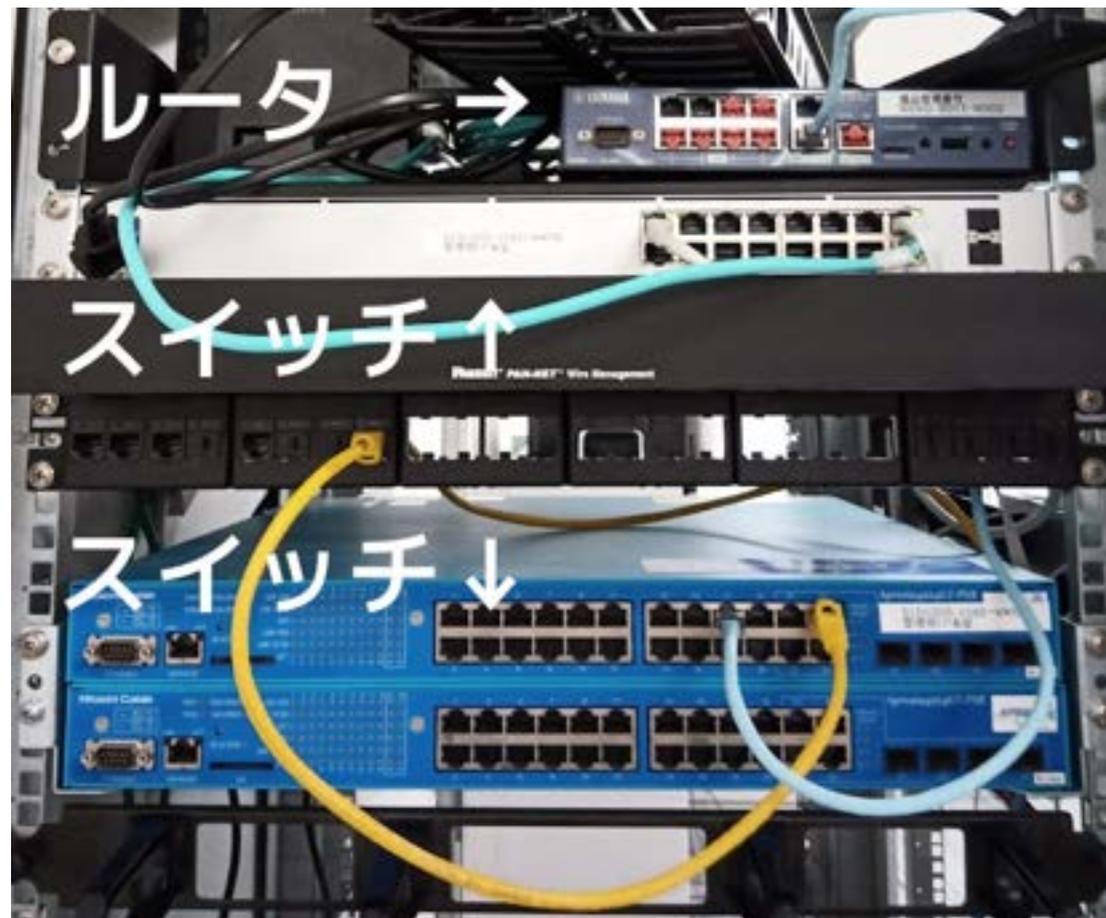
- 授業が始まったら、この演習環境を立ち上げておいてください
- 本科目ではAWS Academy (vocareum)のターミナルから作業します
- [備考] ブラウザは手元で実行されていますが、ブラウザ中のターミナル(中央の灰色)部分は、アメリカ、オレゴン州にあるAWSのサーバで実行されています



(脚注) サイバースペースは目に見えないので、想像力だよ、想像力が大事

用語

- コマンド
 - コンピュータに与える命令で擬似英語っぽい単語(+文章)、スペース区切りに注意
- ルータ (router)
 - データの中継機材。正確にはルーティングをする機材、詳細は後日
- スイッチ (switch)
 - 第5回くらいまで登場しません。写真にあるので用語だけ紹介。見た目ではルータと区別できないと思いますが、そういうものです:-)



用語: WANの様子を調べるための定番コマンド

- ping (発音：ぴん)
 - 用例: 「ピンを打って!」「ピンが返るか確認して~」
 - 目的: 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。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?が混在している
 - 元ネタは潜水艦のソナー(音波で周囲や敵艦を探査する仕組み)で音波を出すこと(=PING)
 - [実演\(wikipedia\)](#)
- tracepath (発音：とれーすぱす)
- traceroute (発音：とれーするーと)
 - 用例: 「トレースルートしてみなよ」
 - 目的: 引数で指定した目的地までの経路を表示する(tracepath,tracerouteともに同じ)
 - 開設: 本当はtracepathより(30年以上つかわれている)tracerouteのほうが定番ですが、AWS Academy (vocareum)では使わせてくれないので、本演習ではtracepathを使います

(脚注1) 正確には「アクティブソナー(active sonar) ... こちらから音波を送り出し、反応を探る」こと。こちらの存在を相手に教えてしまう諸刃の剣。 ちなみに反対語はpassive sonar (脚注2) いまなら「沈黙の艦隊」(実写版)を見る? ... しらんけど(見たことないあるよ)

[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]

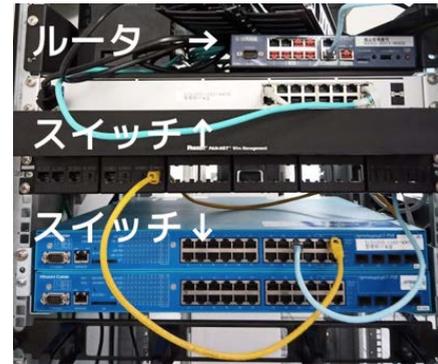
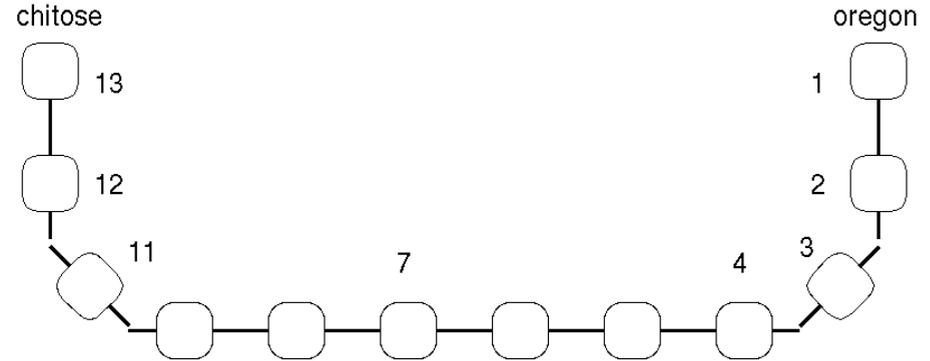
```
$ sudo python3 www.py
```

- 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。そしてENTERキーを押します
 - 通常マニュアルにENTERキーは書きませんので、ユーザが頭の中で補完してください
 - 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
- 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) これは4/22の月曜日の午後に使うコマンドです。先取り

インターネット上にある中継機器群

- 知識編のスライド(P.6)で紹介したように、インターネットを可視化することは難しいのですが、通信している際の経路上にある機材を表示させることは出来ます
- 図(上)の四角い箱は全てルータです
- 機材から機材へはデータをバケツリレーしています (図(右下))



(脚注) 図(上)の右上の出発点がオレゴンになっていることに注目してね(スライドのP.10参照)

例題: pingで相手の生死を確認する

[コマンドの解説]

```
$ ping IPアドレス
```

[実行例]

```
eee_W_3120626@runweb121229:~$ ping 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
```

Ctrl-Cを打ちこんだ行

```
--- 210.128.53.193 ping statistics ---
```

```
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2000ms
```

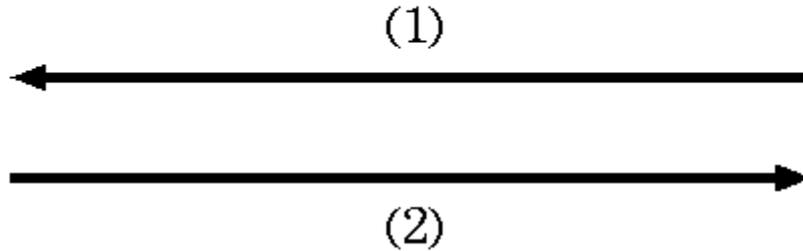
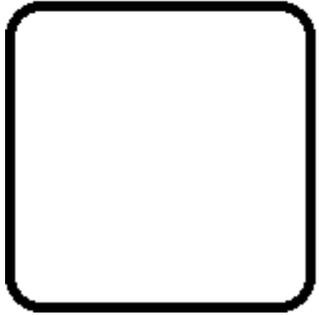
```
rtt min/avg/max/mdev = 134.023/134.272/134.671/0.285 ms
```

```
eee_W_3120626@runweb121229:~$
```

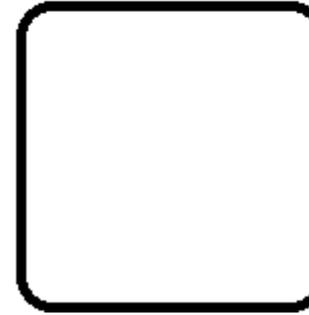
- pingコマンドの引数210.128.53.193は大学に構築した演習環境の出口のルータです ([ソナー音\(wikipedia\)](#))
- Ctrl-C (CtrlとCを同時に押す)でコマンドを止めてください(殺してください)

ping コマンドの出力の読み方

210.128.53.193



AWS Academy
(vocareum)

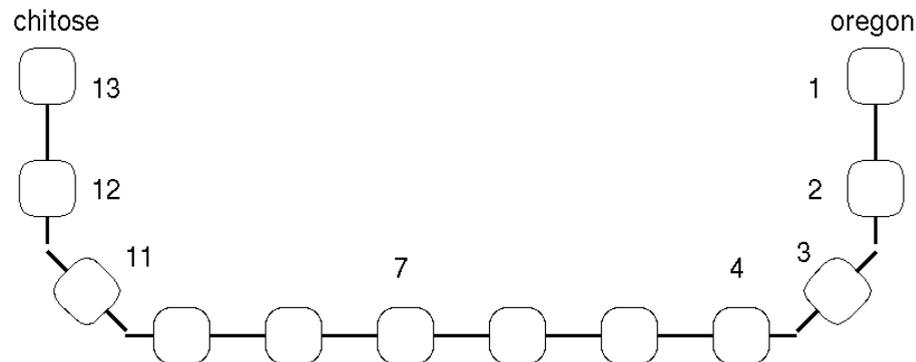


```
64 bytes from 210.128.53.193: icmp_seq=1 ttl=240 time=134 ms
```

- 図の往復分 (1)+(2) の時間の合計が time = 134 ms (0.134秒) です
- 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してもらっています (ソナーの「音波」に相当するのは、あるデジタルデータです) ([ソナー音\(wikipedia\)](#))

(脚注) おまけ: 考えてみよう~この0.134秒って速いの? 遅いの?

例題: tracerouteで経路を確認する



[コマンドの解説]

```
$ traceroute IPアドレス
```

- traceroute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) 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

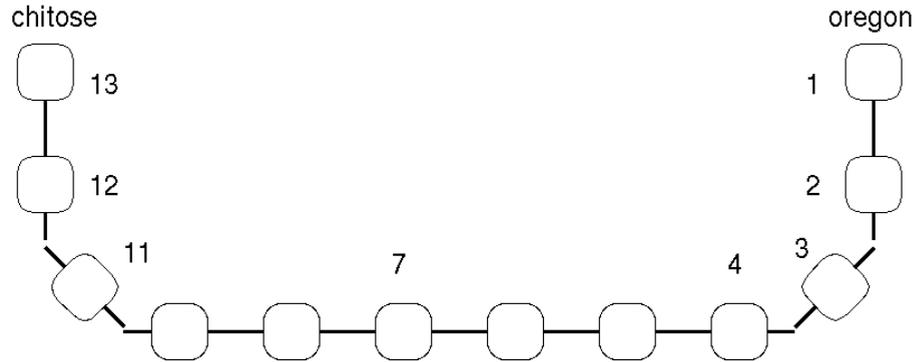
例題: tracerouteで経路を確認する(実行例)

[実行例]

```
eee_W_3120626@runweb121229:~$ traceroute 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
```

- tracerouteは自動的に停止します。Ctrl-Cは不要です

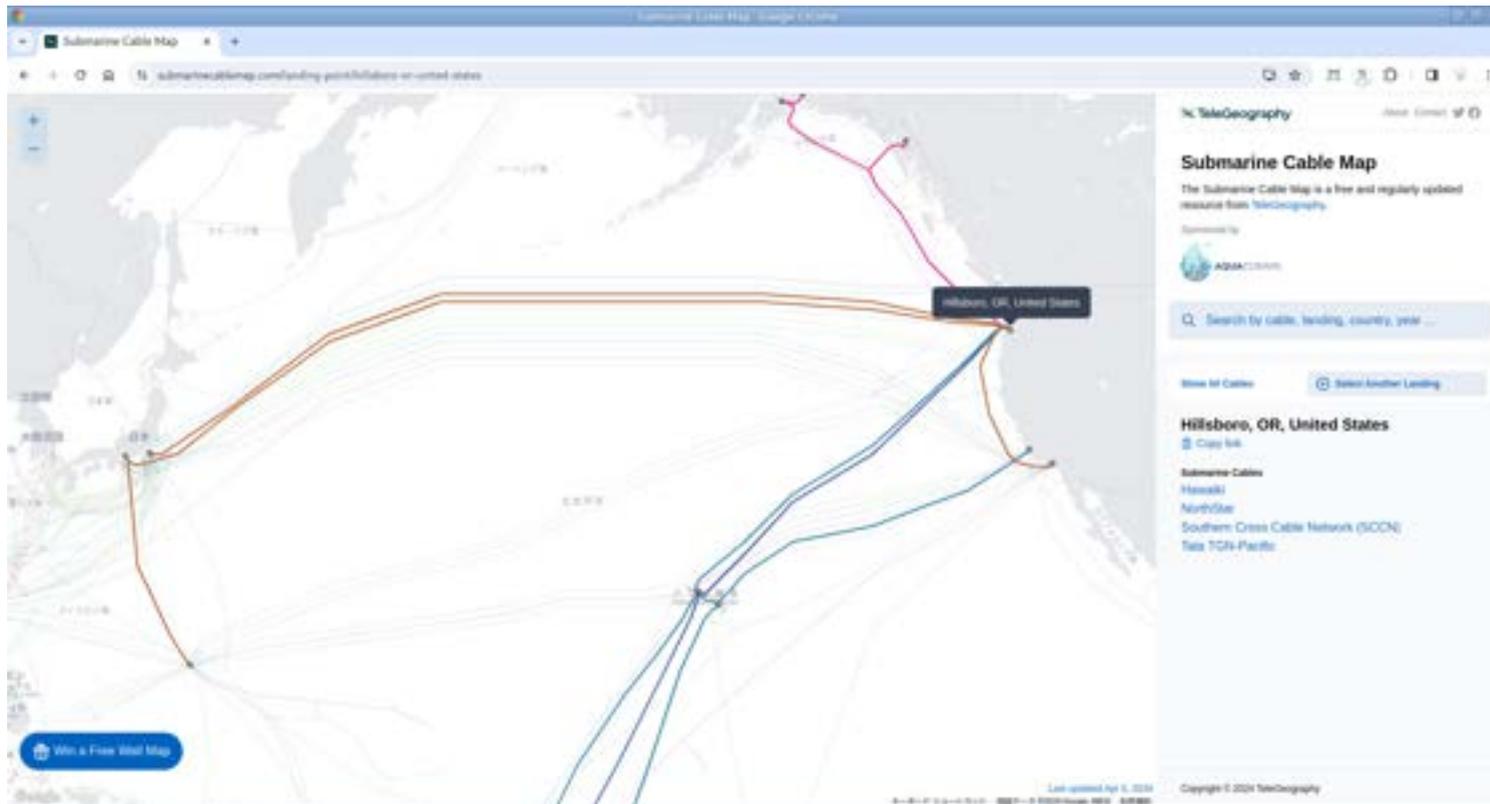
tracertの読み方



```
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
```

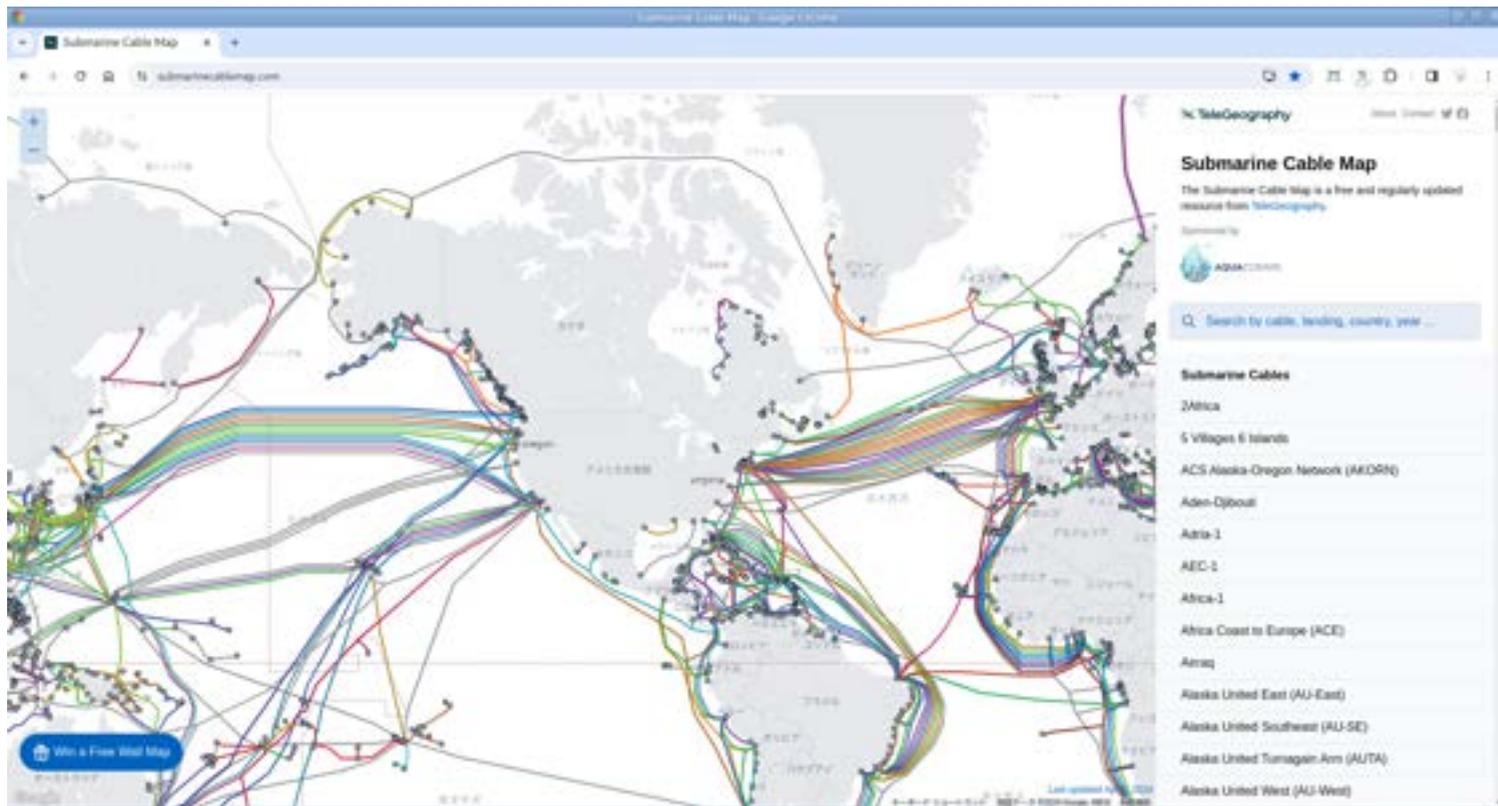
- 最後の13(大学にあるルータ 210.128.53.193)からの応答時間が、136msとpingの答え(134ms)とほぼ同じ
- 7と8の間で、応答時間が8.884から121.730と一気に0.1秒以上長くなっています。なんででしょう？

[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
- AWSは教えてくれないけど、なんか検索すると出てくるな... たぶんvocareumで使っているAWSのサーバ(実体)はポートランドの真ん中に流れている川の上流にあるかな？
 - [オレゴン州のデータセンター一覧](#)



[解説] データセンター(2): 北海道の例

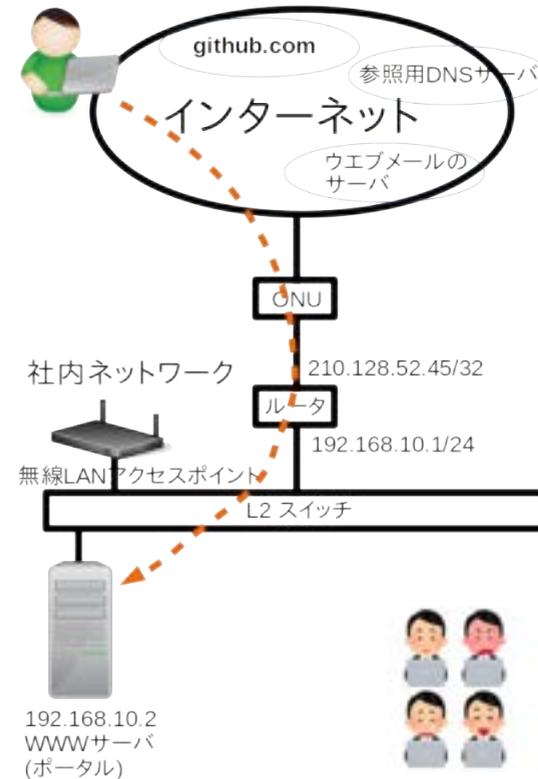


図(左)はデータセンターではなくNTTの局舎(電話局)、 図(右)は"さくらインターネット 石狩データセンター" (2号棟の裏から見える3号棟; <https://cloud.watch.impress.co.jp/docs/news/1508614.html>)。 データセンターは、どれもこんな感じの味気のない巨大なビルです。 ちなみに大学のとなりにある(バス停から見える)エプソンの工場は、データセンターのイメージにぴったりです:-)

Q: ところで、データセンターの見学に行きたい人っているのかな? -> お手々あげて?

必須課題

- 構成図(ポンチ絵)を書いてください。
 - どこに、何or誰がいて、何が動いている?
- 図に書き入れるべき要素(必須); (もちろん、必須以外に、いろいろ追記してOK)
 - [地名] 千歳、オレゴン
 - [機材] 自分のPC、ルータ(複数、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



(脚注) 右図は構成図(ポンチ絵)の見本です。課題とは何の関係もありません

自由課題

- とりくむかどうかは任意です。ポータルのリポートボックスに提出してください

課題

- 問1：134msの値の説明をしてください。この数字って妥当なのでしょうか？
- 問2：インターネットの運用に人工衛星（正確には静止衛星）は使わない。それは何故か？
 - 備考：
 - バックアップのバックアップくらいで使うことなら、考えないこともないが...使わないな
 - 人工衛星でも、スターリンクは別のシステムです。あれならバックアップに使える(けど、同業他社の営利事業なので、買いたくない:-)

コンピュータネットワーク(2024-)

第03回 HTTPを体験しよう

3年、春学期、必修: 旧「コンピュータネットワーク」(-2023): 今日の午後、各自WWWサーバを構築します

基本用語(1)

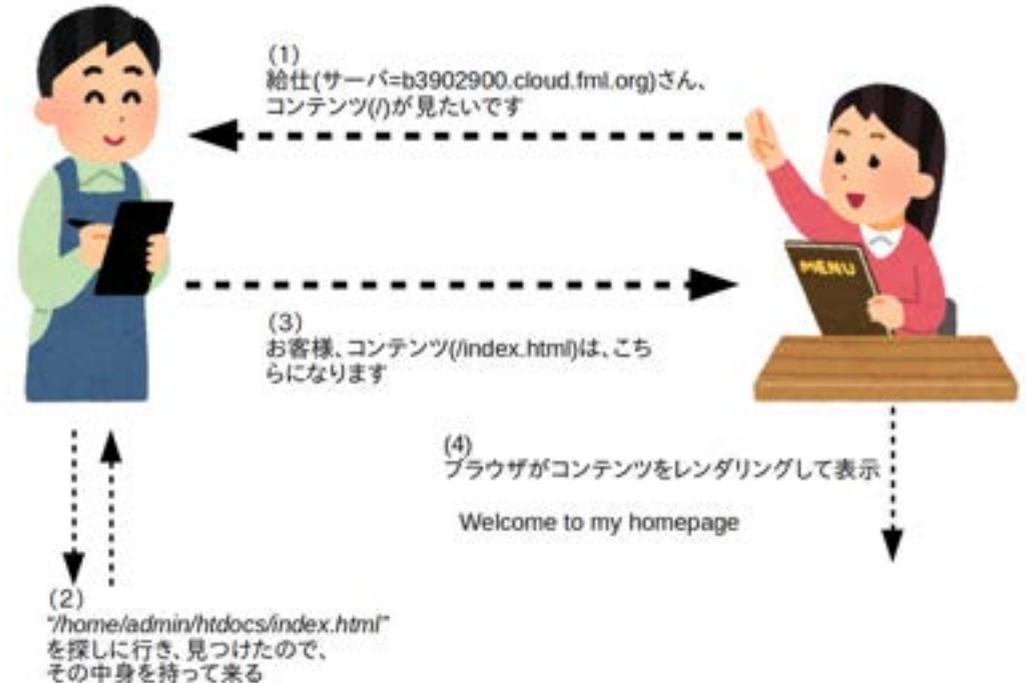
- サーバクライアントモデル or クライアントサーバモデル
 - インターネットのサービスを抽象化したモデルで、インターネットのサービスのほとんど全てがこれで説明できる。身近なところでは「レストランの給仕(サーバ)とお客(クライアント)」が、これ
- ドメイン名
 - ドット(.)でつないだ文字列で組織名やサーバ名などに使われるもの
 - 例: サーバ名のportal.net.fml.org

基本用語(2)

- WWW (World Wide Web略してW3やWeb, 1989-)
 - 発音は「わーどわいどうえぶ」もしくは「だぶりゅーすりー」らしい、あとは略して「うえぶ」
 - 一般人がイメージするインターネットのこと(1993/09以降);
(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
 - WWW = コンテンツ(HTMLなど) + 転送システム(HTTP)
- 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
 - 適当に書いてもブラウザが何とかしてくれる(ので動作確認なら正確さは気にしなくてOK:-)
- 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

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とは「サーバ名+見たいコンテンツの場所」

URL = 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) + 場所(/)

- (ここでは、午後の科目で使うWWWサーバの仕様で説明します)
- サーバ名が b2902900.cloud.fml.org
- サーバ名の右側部分(ここでは /)がサーバ上でのコンテンツの場所の指定
(注: / = /index.html は相対位置です。WWWサーバ(www.py)には /index.html の実在する位置は /home/admin/htdocs/index.html であると解釈する設定が入っています)

[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) 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

ハイライトは前ページのスライド

第2回 必須課題必須の模範解答

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

演習のお品書き

1. ブラウザでWWWサーバにアクセス
2. コマンドでWWWサーバにアクセス
3. 手動操作でWWWサーバにアクセス

登場するコマンドたち

- コマンド
 - コンピュータに与える命令で擬似英語っぽい単語(+文章)、スペース区切りに注意
- curl
 - ダウンロードやブラウザの代わりに出来る便利なコマンド(発音:しーゆーあーるえる or かーる)
 - HTTPを話すことが出来る
- telnet
 - 本来はリモートのコンピュータにログインするコマンド(発音:てるねっと)
 - 本演習ではWWWサーバへの(TCP)接続に使用

(脚注) もともとUnixにsu(えすゆー)コマンドがあって、のちにsudo登場なので、すなおに「えすゆーどー」な気がするんですけどね

[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]

```
$ curl 210.128.53.254
```

- 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 curl 210.128.53.254 です。そしてENTERキーを押します
 - 通常マニュアルにENTERキーは書きませんので、ユーザが頭の中で補完してください
 - 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

(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

- アクセスする先は

`http://210.128.53.254/`

- ふつうにブラウザを使ってください。さすがに、これはいいよね？

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
- 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
- システム構築の際にブラウザが使えるとは限りません
 - 例: 2万キロ先のサーバを構築中。そこから HTTP が使えるか？の動作確認
 - 2万キロ先のサーバ上でブラウザを起動してどうする
(注: 巨大な画面のデータが2万キロ転送されてくるぞ)

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」でサーバへ接続し、**TCPの通信路を作ります。**

```
$ telnet 210.128.53.254 80
```

サーバ名は各自こととなります。右端の80がWWW(というサービス)を意味しています

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)

```
GET / HTTP/1.0
```

(脚注1) 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(2)

[実行例]

```
$ telnet 210.128.53.254 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
```

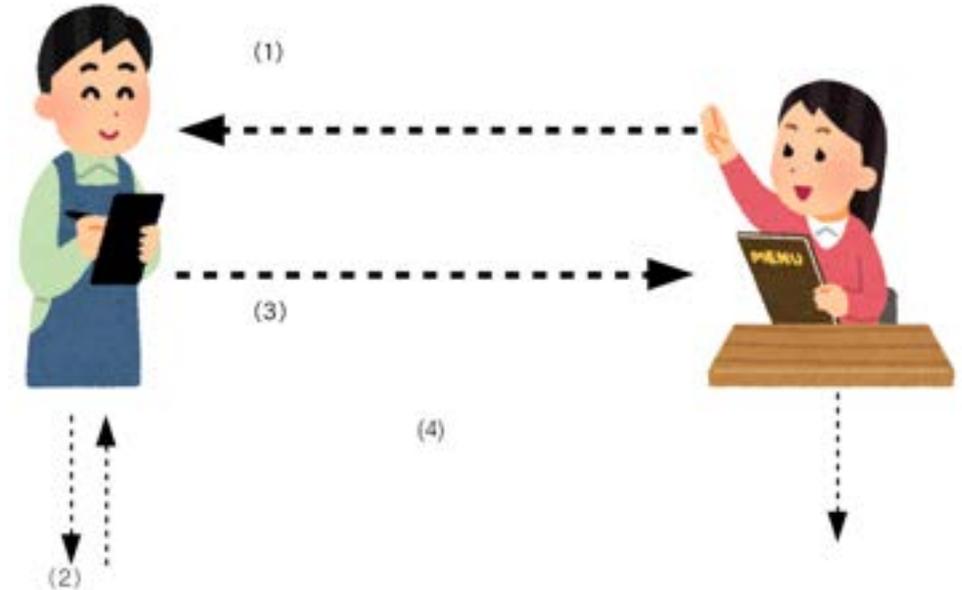
```
Connection closed by foreign host.
```

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サーバはポート番号80を使っています

課題

- 問1と2：次の文字列は、図の(1)～(4)の、どこに入れるのかが適切か？
 - GET / HTTP/1.0
 - Welcome to my homepage
- 問3：<http://210.128.53.254/api/janken/v1>が見たいコンテンツの場合、図の(1)の部分に入る文字列は、どうなるか？
- 次のgoogle formで回答してください
 - ついでに自由記述欄も付け加えたので、よかったら、ご意見ご感想などをお書きください



コンピュータネットワーク(2024-)

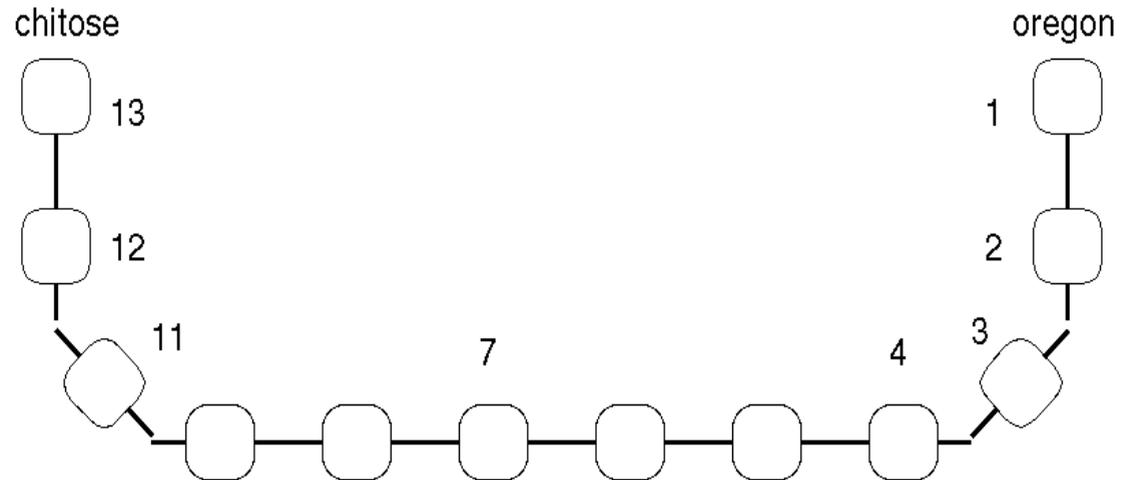
第04回 LAN(1): FW, DMZ

3年、春学期、必修: 旧「コンピュータネットワーク」(-2023)

LANの構成を理解する、構成図が書けるようになる(1)

- いままでは大域的な話(WAN)でしたが、
- ここからは学内に構築したシステム(LAN,右図(下))の中を探検します。右図(上)のchitose(図の左上)の詳細、210.128.53.193よりも向こう側

```
$ 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
```



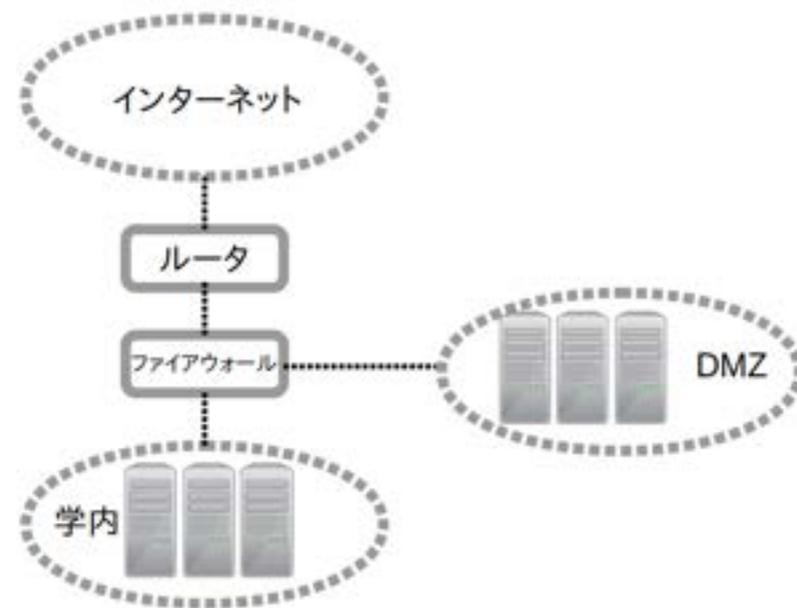
(脚注) 210.128.53.193 は大学にある本科目の演習環境(図(下))の入口

用語集

- LAN(発音：らん) ... Local Area Network
 - (物理的に)学内に設置されている機器やPCの集合体(学内ネットワーク)のこと
- ファイアウォール ... firewall
 - 文字どおり「防火壁」... インターネット側からの攻撃を防いでいるイメージ
 - AWS 用語では「セキュリティグループ」が、この機材に対応する
 - 管理者が決めたルールに沿って、とおしてよい通信だけを通す装置
 - ついでに、通信の記録も取っている
- DMZ (発音：でいーえむぜっと) ... DeMilitarized Zone
 - 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)
 - 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

LANの基本構成を覚える

- ファイアウォール(以下fw)とDMZを用意する
 - つまり直接インターネットと通信させない
 - 学内のPCやスマートフォンはfw経由で通信
 - 学内とDMZのPCやサーバはfw経由で通信
- インターネット向けサーバはDMZに設置し、fw経由でインターネットにサービスする
 - 例:ポータルやEL
- fwでは(a)必要なプロトコルのみ許可(b)通信記録を取る(ログを取る)
 - (a)がAWSのセキュリティグループ相当



(脚注) 四角のルータやファイアウォールは「ひとつの形のあるネットワーク機器」を意識した図ですが、楕円で書いてあるDMZと学内はネットワークを意味しています。ここにはPCが一台かもしれないし、複数かもしれません。第4-5回で具体的に調べていきます

IPアドレス (再掲)

- 住所がないと互いに区別できないから、コンピュータにも住所をつけます
- 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、本当は2進数だけど、人間には辛すぎるので、「ドット(.)くぎりの10進数4つ」で表現しています

[AWS EC2の例]

172.31.0.4

(2進数で表示すると)

10101100 00011111 00000000 00000100

(脚注) 本当は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 いふおー) だけを勉強します

IPアドレスの読み方: 例: 210.128.53.248/29

例: 210.128.53.248/29

- LAN(ネットワーク)は「IPアドレス/大きさ」で表現する。「大きさ」部分は可変長(/1~/32)
 - 「大きさ」とは、そのLANで利用できる(連続した)IPアドレス数(計算方法が逆向きなので注意,次行)
 - $32 - 29 = 3$ 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る
- わかりやすさ優先で**演習環境のLANは全て/29**になっているので、どのLANでもIPアドレスは連続する8個
- どのLANでも両端の2個は特別な目的に使うので住所には使えない。つまりPCやサーバには使えない。よって、演習環境では、どのLANでも $8 - 2 = 6$ 個のPCしか接続できない

210. 128. 53. 248 /29



千歳市美々 758番地

(脚注) 住所のたとはイメージを伝えるためです。しかしながら10進数のままでは不正確です。/29は2進数で説明すれば正確に...

IPアドレスの数え方: 例: 210.128.53.248/29

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」で表現しているの、各数字は8ビット(8ビット=256)分の大きさ。つまり 210.128.53.Xの右端Xの部分8ビット分の大きさ
- **ただし、C言語の数え方と同じで、0から数え始めることに注意する**
- 演習環境は/29でIPアドレス8個ずつのLANに小分けされている。256/8=32個のLANに小分けされる
 - 一番数字の小さいLANが210.128.53.0/29 (8 × 0 = 0, 1個目のLAN)
 - 一番大きい数字のLANが210.128.53.248/29 (8 × 31 = 248, 32個目のLAN)
- 210.128.53.248/29のLANで使えるIPアドレスは、210.128.53.248から210.128.53.255までの連続する8個
 - ただし両端210.128.53.248と210.128.53.255は住所には使えない
 - 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

(脚注) 210.128.53丁目には256軒分の家が分譲可能です。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

本日の演習

おしながき

1. EL
2. 解説
3. 先週の[答え合わせ](#)
4. 演習の課題 & 操作の解説
5. 演習
 - a. AWS Academy (vocareum)にログイン
 - b. VocareumのターミナルからSSHでfwにログインしてネットワークを調査します
 - c. [課題] IPアドレスの一覧表を書き、ポータルのレポート機能で、提出してください(今日中)



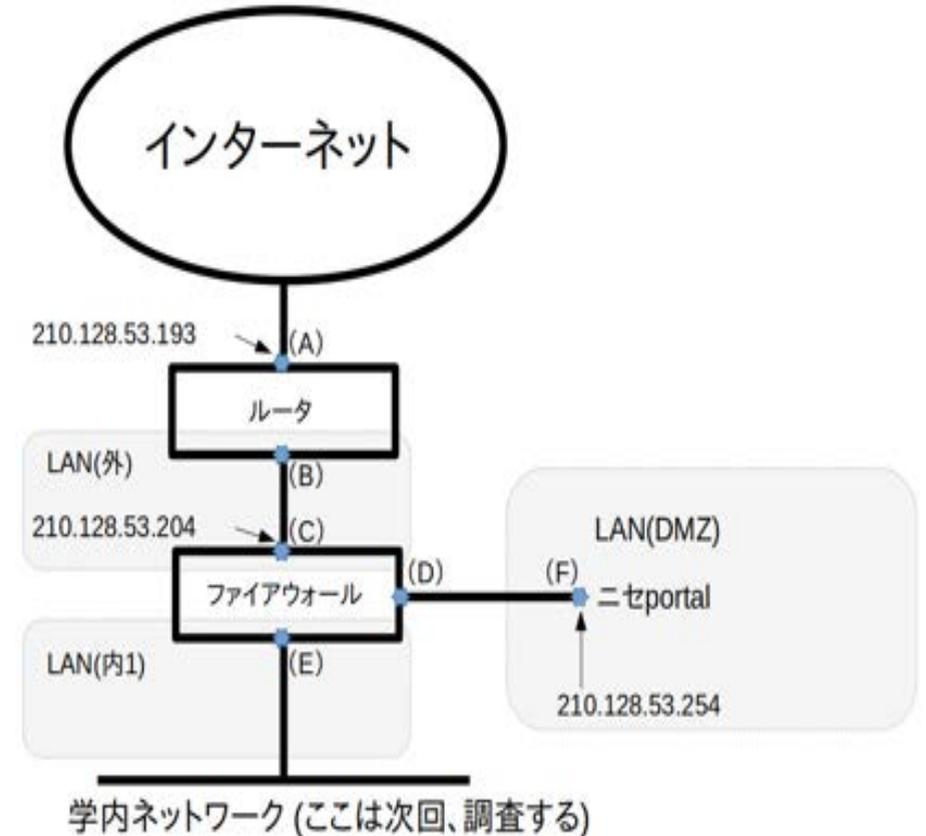
(脚注) 調査対象は、右図です。今回は、調査全2回の前編

目的・目標

- SSHでリモートログインできる
 - SSHを明示的に使う演習は、実は今回が初めてです
- ipコマンドの出力の読み方を覚える
- ipやpingコマンドを用いてネットワーク構成を推定できる

必須課題

- 右の構成図(ポンチ絵)とコマンドの実行結果を元に、ポータルで配布するスプレッドシートを埋めてください。埋める項目は次のとおりです
 - LAN(外)、LAN(DMZ)、LAN(内1)のネットワークアドレス
 - 図の(B)~(F)のIPアドレス; 使われていないIPアドレスも多数あるので、そこは空欄でOK



(脚注1) この構成図のさらに下側(学内側)は来週、探索します

(脚注2) 図やスライド中に、書き方の見本としてLAN(DMZ)のネットワークおよび(C)と(F)の分は答えが書いてあります

配布するスプレッドシートの例: 210.128.53.???

名前/役割	IPアドレス/大きさ	IP(1)	IP(2)	IP(3)	IP(4)	IP(5)	IP(6)	IP(7)	IP(8)	備考
		未使用							未使用	
LAN(外)						204(C)			207	
LAN(DMZ)	210.128.53.248/29							254(F)	255	
LAN(内1)										
LAN()										
LAN()										
LAN()										
LAN()										
LAN()										

わかりやすいように、各ネットワークの大きさは同じにしている、各ネットワークに割り当てたIPアドレスは8個ずつです。ただし両端は特別な目的に使っているためPC等には使えません。そのため見本では「未使用」と書いてあります。210.128.53.は共通なので、それは省略し、各セルでは最後の数字だけ書けばOKです。また解答の(B)-(F)を適切なセルに追記してください。なお表の下側は来週使う分です。例:254(F)は210.128.53.254の略で、図の(F)のIPアドレス

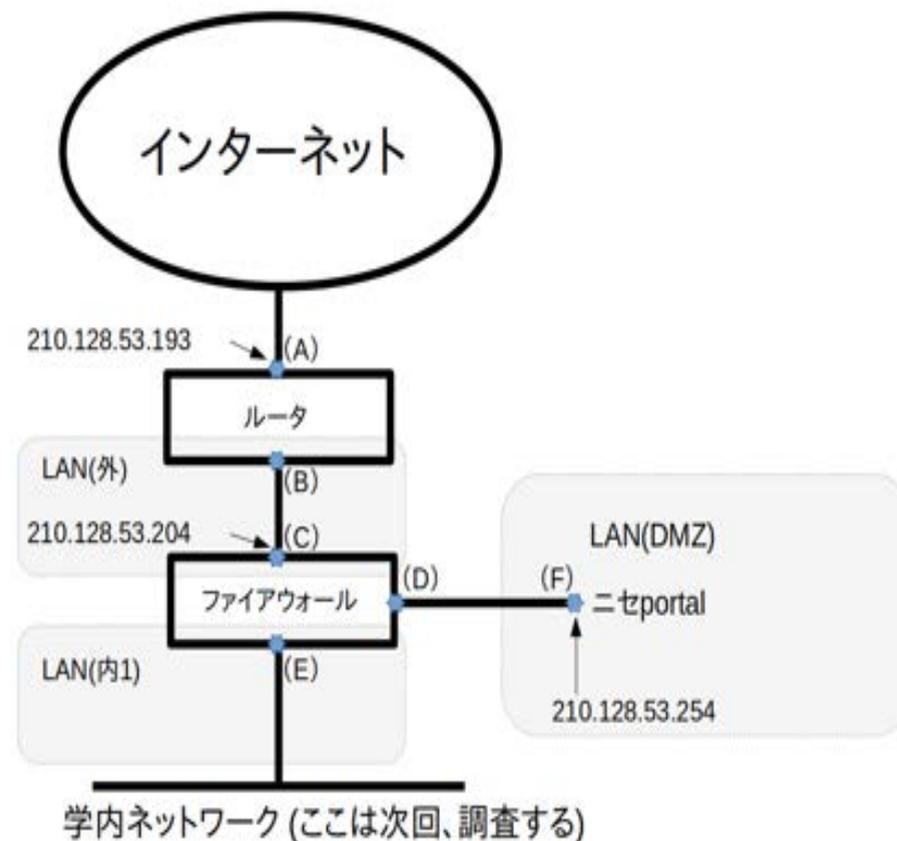
演習の解説

用語: LANの様子を調べるための定番コマンド

- ping (発音：ぴん) (再掲)
 - 用例: 「ピンを打って!」「ピンが返るか確認して~」
 - 目的: 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。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?が混在している
 - 元ネタは潜水艦のソナー(音波で周囲や敵艦を探查する仕組み)で音波を出すこと(=PING)
 - [実演\(wikipedia\)](#)
- ip (発音：あいぴー)
 - 目的: Linuxのネットワーク設定情報を表示する
 - `ip [global options] サブコマンド [options] [引数]`というOOP風のシンタックスのコマンド

作業手順

1. ファイアウォール(以下fw)にSSHログインする
 - fwのIPアドレスは、210.128.53.204
 - ユーザ名は学籍番号
 - パスワード認証
2. fwのIPアドレスをすべて調べる
 - ipコマンドを使い調べる
 - ここまでで(C)～(F)までは情報が表示済み
3. (B)はpingコマンドで総当たり戦をして調べる
4. つじつまが合うように、スプレッドシートの該当部分を埋めていく(ここは推測)



(注1) スプレッドシートの数字ですが「縦方向には8の倍数分ずれている」はず。あっているか確認するべき

(注2) 先にLANの両端の数字を計算してから、つじつま合わせを始めるといいと思う

sshコマンドの使い方(1) ログインの仕方

[書式]

```
ssh 学籍番号@IPアドレス
```

[実行例]

```
$ ssh b2902900@210.128.53.204
```

- 目標は次の2つのIPアドレスです
 - 210.128.53.204 ... ファイアウォールのIPアドレス(の一つ)
 - 210.128.53.254 ... ポータル(にせ)のIPアドレス
 - vocareumのターミナルから、どちらのIPアドレスへも直接SSHできます
 - ちなみに、これらは前ページの図にある(C)と(F)のIPアドレスであることに注意

(脚注1) パスワードはチャットに書きます

(脚注2) 一般には「ssh ユーザ名@IPアドレス」です。 ユーザ名=学籍番号としてサーバを構築してあります

sshコマンドの使い方(2) ログアウトの仕方

- `exit` コマンドでログイン先のサーバから抜けてください(logoutしてください)

[実行例]

```
$ ssh b2902900@210.128.53.204
```

```
  ~ 省略 ~
```

```
Last login: Mon May  6 06:38:57 2024 from 59.106.191.18
```

```
b2902900@fw:~$ ip a
```

```
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
```

```
  ~ 省略 ~
```

```
b2902900@fw:~$ exit
```

```
logout
```

```
Connection to 210.128.53.204 closed.
```

ipコマンドの使い方

[コマンド]

ip [オプション] サブコマンド [サブコマンドのオプション] [サブコマンドの引数]

今回つかうのはコレだけです

```
$ ip address
```

省略してaだけでもOK

```
$ ip a
```

- サブコマンドが、たくさんありますが、今回つかうのはip addressだけです
- 一意に特定できればサブコマンドは省略形でも受け付けます。この例ではaだけでもOK

(脚注) 省略形でも受け付けるかどうか？はソフトウェアの作者の設計方針なので、この動作をするコマンドもあれば、そうでないものもあります。個別に覚えていくしかありません。ただし、間違ったときにはヘルプメッセージを表示するのがUnixの作法なので、よく画面をみれば、どう対処すれば良いのか分かります

ipコマンドの読み方(1)

[実行例]

```
$ ip address
```

```
1: lo: <LOOPBACK,UP,LOWER_UP> mtu 65536 qdisc noqueue state UNKNOWN group default qlen 1000
   link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
   inet 127.0.0.1/8 scope host lo
       valid_lft forever preferred_lft forever
   inet6 ::1/128 scope host
       valid_lft forever preferred_lft forever
2: ens3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
   link/ether 52:54:0e:00:12:44 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
   inet 10.20.30.40/24 brd 10.20.30.255 scope global ens3
       valid_lft forever preferred_lft forever
   inet6 fe80::5054:eff:fe00:1244/64 scope link
       valid_lft forever preferred_lft forever
3: ens4: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
   link/ether 52:54:0e:00:17:44 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

ipコマンドの読み方(2)

```
2: ens3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
    link/ether 52:54:0e:00:12:44 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.20.30.40/24 brd 10.20.30.255 scope global ens3
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::5054:eff:fe00:1244/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: ens4: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
    link/ether 52:54:0e:00:17:44 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

- 2: とか 3: は単にN番目と表示しているだけなので無関係
- 2: enc3: のens3部分が「ネットワークインターフェイス名」(ケーブルを挿す口の名前)
 - PCにある口の数だけ表示されます
 - **各口ごとにIPアドレスを割り当てることができます。fwでは3つ表示されます**
- `inet 10.20.30.40/24`の部分が一番知りたい情報
 - **この例では10.20.30.40がPCについているIPアドレス、ネットワークの大きさが/24**

pingコマンドで総当たり戦(1)

- 全IPアドレスに対してpingを打ってみて、反応があるIPアドレスをメモっていきます
- 前のページのIPアドレス 10.20.30.40/24 を例にすると、このLANには 10.20.30.1 ~ 10.20.30.254 というPCの住所があります。254回ためす
- 課題は「LAN(外)」です。「LAN(外)」の全IPアドレスに対してpingを打ってみればよい
- **注意:** pingコマンドは無限ループしているのでCtrl-Cで止めてください

(脚注1) 254回ためすとかな鬱なので、こういうときにシェルスクリプト(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(脚注2) 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。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

pingコマンドで総当たり戦(2): 実行例

[実行例]

```
$ ping 10.20.30.1
```

```
PING 10.20.30.1 (10.20.30.1) 56(84) bytes of data.
```

```
^C
```

<-- Ctrl-Cで止めた

```
--- 10.20.30.1 ping statistics ---
```

```
2 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 8ms <-- 100% lossつまり死んでいる
```

```
$ ping 10.20.30.2
```

```
PING 10.20.30.2 (10.20.30.2) 56(84) bytes of data.
```

```
64 bytes from 10.20.30.2 (10.20.30.2): icmp_seq=1 ttl=255 time=0.200 ms
```

```
64 bytes from 10.20.30.2 (10.20.30.2): icmp_seq=2 ttl=255 time=0.595 ms
```

```
^C
```

<-- Ctrl-Cで止めた

```
--- 10.20.30.2 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
```

注意: lossつまり失敗の方を表示している。100% packet lossが相手が死んでいて、100未満は生きているということ

付録

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)
LAN(16)	210.128.53.128/29	128							135
LAN(17)	210.128.53.136/29	136							143
LAN(18)	210.128.53.144/29	144							151
LAN(19)	210.128.53.152/29	152							159
LAN(20)	210.128.53.160/29	160							167
LAN(21)	210.128.53.168/29	168							175
LAN(22)	210.128.53.176/29	176							183
LAN(23)	210.128.53.184/29	184							191
LAN(24)	210.128.53.192/29	192							199

LAN	IP-addr/29	IP(1)	IP(2)	IP(3)	IP(4)	IP(5)	IP(6)	IP(7)	IP(8)
LAN(25)	210.128.53.200/29	200							207
LAN(26)	210.128.53.208/29	208							215
LAN(27)	210.128.53.216/29	216							223
LAN(28)	210.128.53.224/29	224							231
LAN(29)	210.128.53.232/29	232							239
LAN(30)	210.128.53.240/29	240							247
LAN(31)	210.128.53.248/29	248							255

- 各LANのIPアドレスは8個ずつ
- 表の縦方向は8ずつずれていることに注意

お知らせ

- 今月のダンドリをまとめておきます、間違えないようにしてください(リマインダ)
 - 5/27 午前だけは大学で行います
 - 5/27 午後は休講です
 - (5/27 午後に、大学で用事がある人もいます)
- (午前中の授業の) 今後の予定
 - 5/27が例外なだけで、基本オンラインです
 - まだ未確定ですが、最終回のプレゼンも大学でやろうかな~と考えています (午後はモクモク会?)
 - ちなみに期末試験が別途あります
 - 去年までは中間あり、期末なしだったのです。今年は中間なし、期末あり
 - いつものELの総集編+なにか(手を動かす演習方面からも出題しますか)
- 本日のダンドリは、いつもと同じですけど、演習は先週の続きなので解説は短いです

今日の解説は短か目なので、後半、5/27午後の相談をどこかの部屋でしてOK。メインルームは授業の質問対応

コンピュータネットワーク(2024-)

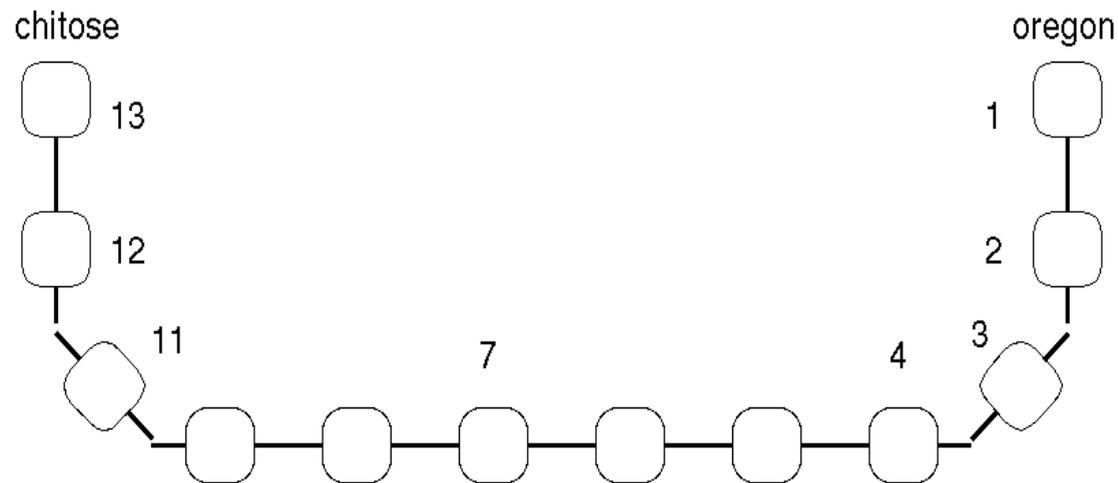
第05回 LAN(2)

3年、春学期、必修:旧「コンピュータネットワーク」(-2023)

LANの構成を理解する、構成図が書けるようになる(2)

- いままでは大域的な話(WAN)でしたが、
- ここからは学内に構築したシステム(LAN,図(右下))の中を探検します。図(左上)のchitoseの詳細、210.128.53.193よりも向こう側です

```
$ 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
```



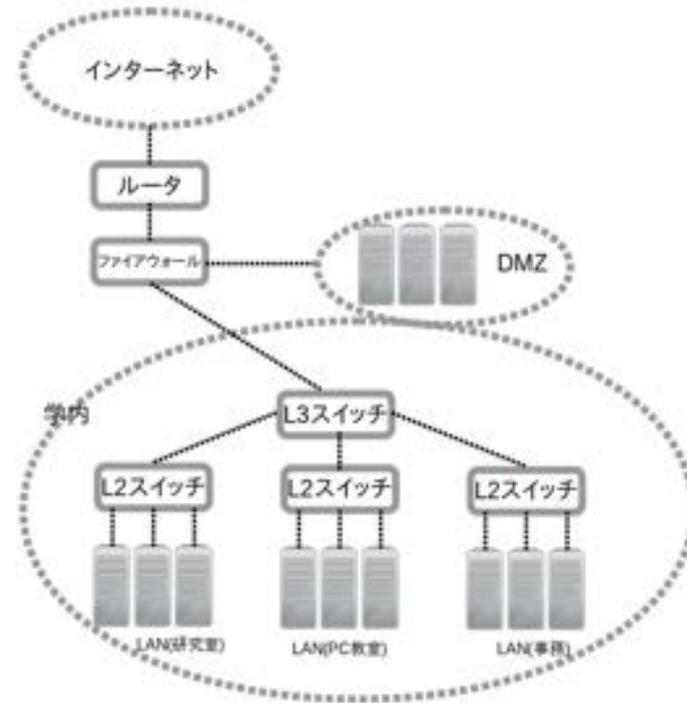
(脚注) 210.128.53.193 は大学にある本科目の演習環境(図(下))の入口。 前は写真は左半分、今回は右半分が調査対象

用語集

- LAN(発音：らん) ... Local Area Network
 - WANの反対語
- スイッチ ... switch
 - LAN同士やPCをつなぐネットワーク機器
 - 見た目は、ルータと区別がつかないが、役割が異なる
 - L2スイッチとL3スイッチという製品がある
- コアスイッチ ... core switch
 - 学内ネットワークの中央に配置する一番強力なスイッチ(スイッチの上位機種)のこと。センタースイッチでもいいが、コアと呼ぶことが多い(気がする)。たいてい”L3スイッチ”という種類の機器を使う

用語解説: ルータ、スイッチ、ファイアウォールの違い

- どちらも役割としては同じで「異なるLANをつなぐ」機器だが
- 製品のセールスポイントが異なる
 - L3スイッチ ... 専用LSIで高速な処理がメイン。ソフトウェア(ファームウェア)は賢くないので、難しい設定はこなせない。LANでは**難しい設定をしないので、これで十分**
 - L2スイッチ ... ケーブルを挿す先を増やす機材。PCとL3スイッチをつなぐ。枝分かれ
 - ルータ ... 賢いソフトウェアで難しい設定が出来る。ふつうはISPが長距離で使う機材
 - ちなみにファイアウォールも「異なるLANをつなぐ」機器だが、主目的はセキュリティで、ルータよりも賢い、その分おそい



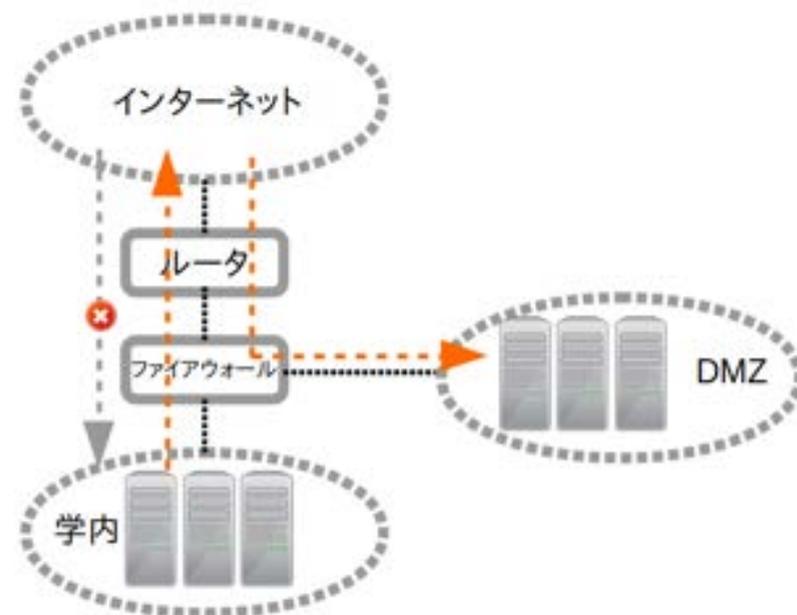
用語解説: ルータ、スイッチ、ファイアウォールの違い

機種	主目的(役割)	速度	ソフトウェア
L2スイッチ	機器をつなぐ	高	賢くない
L3スイッチ	LANをつなぐ	高	(少し)賢い
ルータ	ルーティング	中	賢い
ファイアウォール	セキュリティ	低	とても賢い

(脚注) ルーティング(経路制御)は次回やります

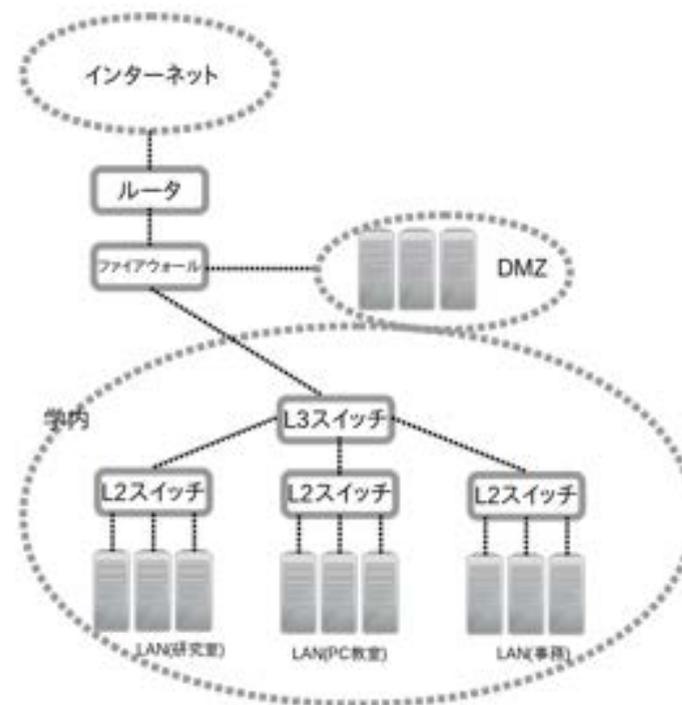
学内側の設計: 役割ごとにネットワークを作る(1): 復習

- 右図は先週までにやった範囲で、明確に(技術的に)役割が違うネットワークから構成されている
- **原則として「内側 -> 外側 (学内からインターネット)への通信」は許可する**
 - 家庭では何でも許可だろうが、法人では特定の通信だけ許可。特定の通信(アプリケーション, プロトコル)だけ許可するルールを作成
 - ルールを強制する装置がファイアウォール
- **「外 -> 内 (インターネットから学内)側への通信」は不許可。例外が(インターネット向けサービスを提供する)DMZ**



学内側の設計: 役割ごとにネットワークを作る(2): 学内

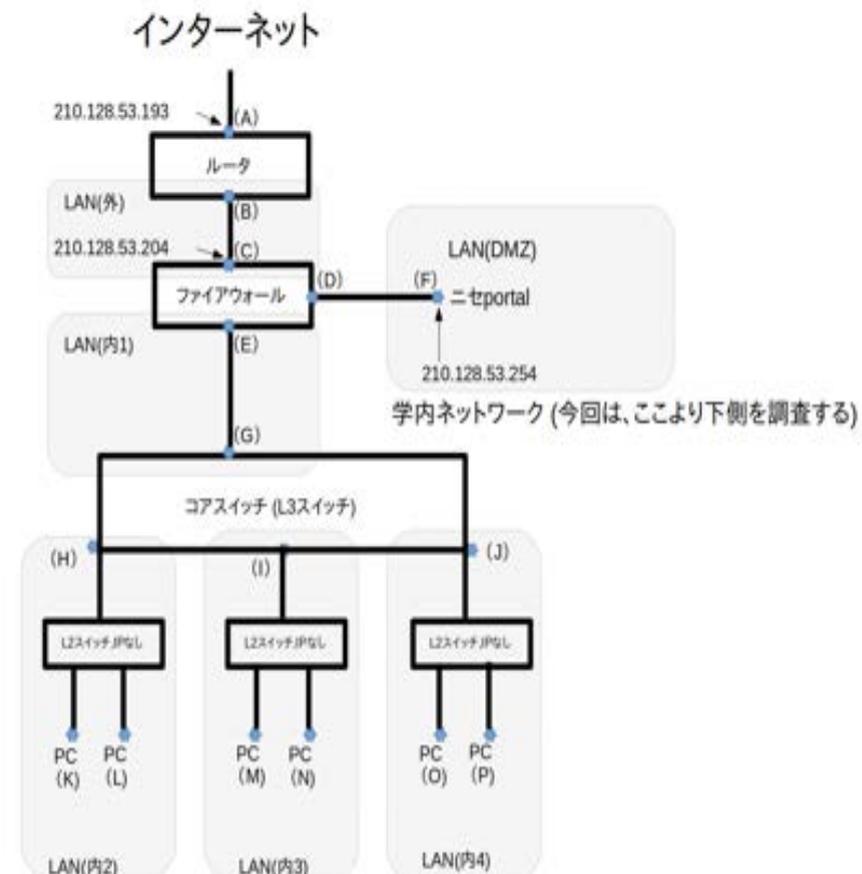
- LAN(学内)側のルールは同じ
 - 学内からインターネットは使える
 - 逆方向は禁止 e.g. 家から大学のPCへアクセスできない
- 1000台のPCで一つのLAN(学内)でも良いが、トラブル時の対応が大変
- (おもに技術的理由ではなく)トラブル対応のしやすさなど、**管理上の都合で、LAN(学内)を役割や組織単位で分ける。**
IPアドレスの割り振りも、これを考慮



付録: 機材の物理的解説

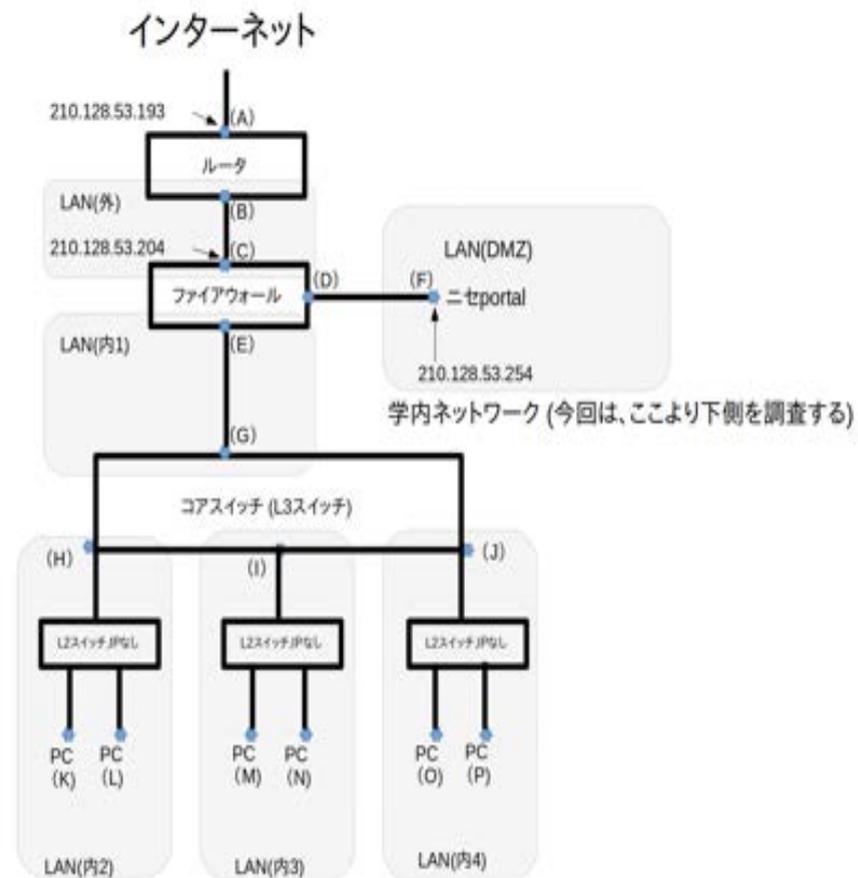
(脚注) 来週のグループワークで、設定はしませんけど、実物に触れてもらうこともあるし、すこし物理の話

機材の紹介: ルータとファイアウォール



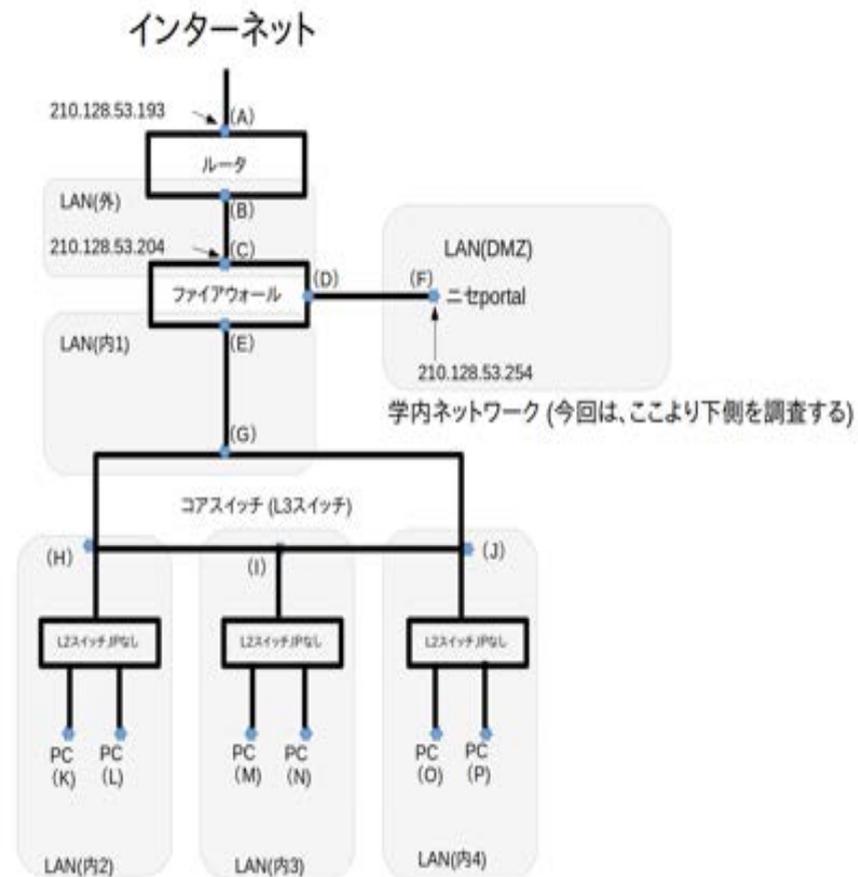
上にある青い機材がYAMAHAのルータ、下がファイアウォール(fw)。fwからケーブルが3本出ていて、青いケーブルはルータにつながっています。この青いケーブルの上(YAMAHA)側が(B),下が(C)。残りの2つの白いケーブルの口が図の(D)と(E)

機材の紹介: コアスイッチ



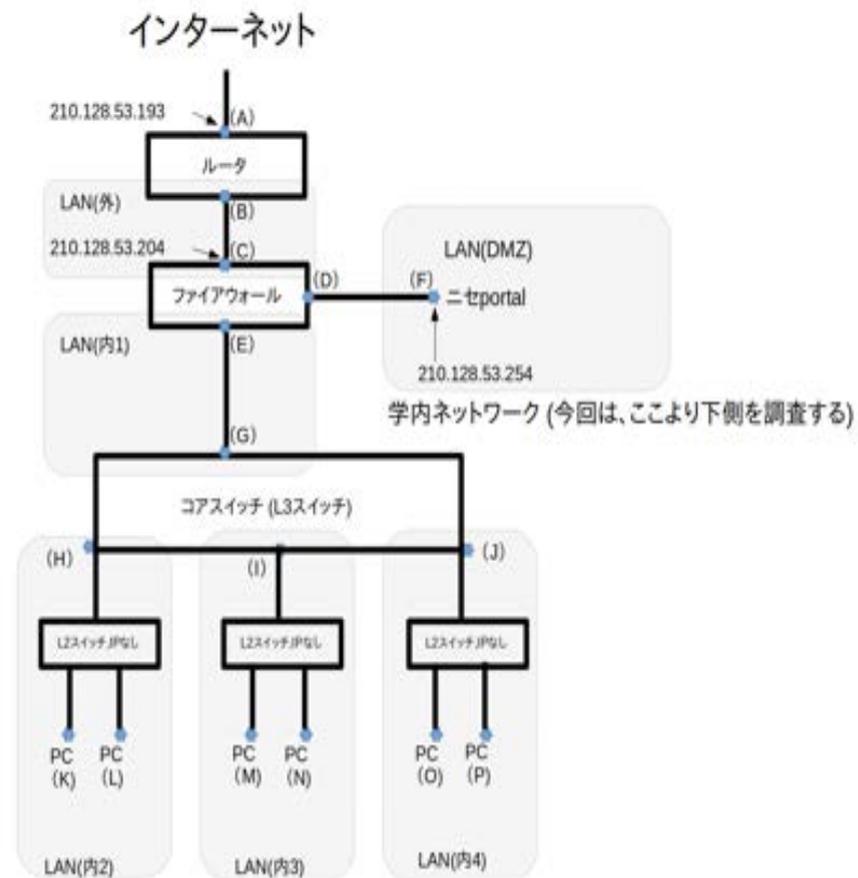
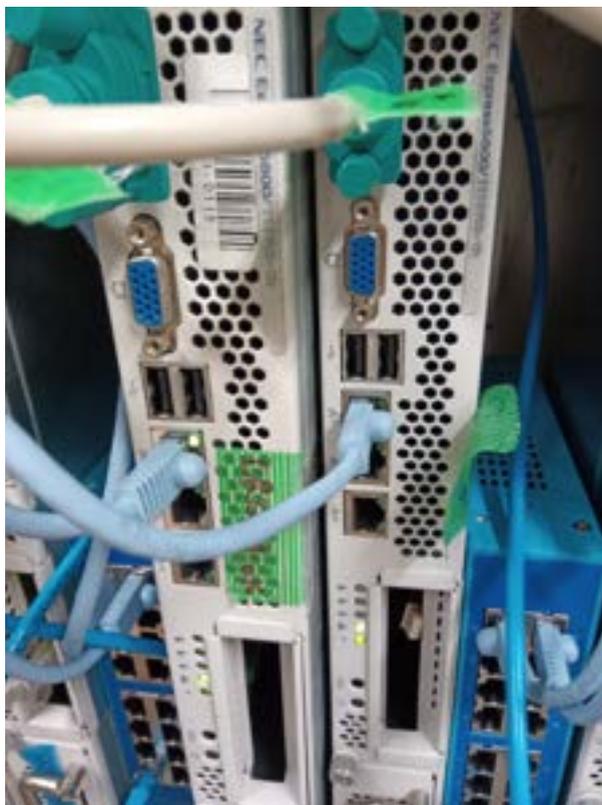
右側がコアスイッチ。ケーブルが4本(青いケーブルが3本、下に白いケーブルが1本)挿さっているPC。白いケーブルの口が(G)で、反対側はファイアウォールにつながっています。ちなみに左側のPCは、ニセportalです。左上の白いケーブルの口が(F)

機材の紹介: L2スイッチ



この青い機材がL2スイッチ(製品名は日立電線のApresia)です。そもそもIPアドレスがついていないので調査しても見つからない

機材の紹介: L2スイッチと末端のPC



青い機材(前頁で紹介したL2スイッチ)で枝分かれして図の下端のPCたちにケーブルが伸びています。この写真は(K)~(P)のどれかです

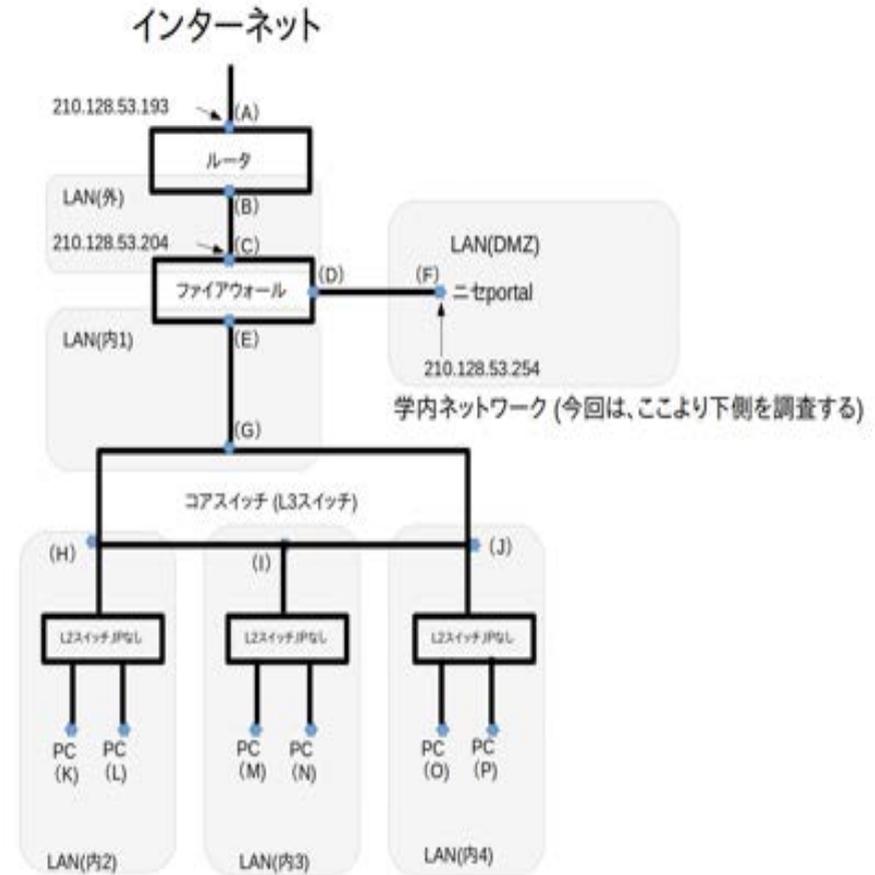
本日の演習

本日の演習おしながき

1. AWS Academy (vocareum)にログイン
2. VocareumのターミナルからSSHでコアスイッチにログインして調査
 - コアスイッチにログインし、前回と同様の手順で順に探してください
 - コアスイッチのIPアドレス(G)は(E)の並びのどこかです(図は次頁を参照)。まず、これを突き止めてください
 - スライドの最終頁に付録としてIP早見表をつけておきました、参考にしてください
3. [課題] IPアドレスの整理票を完成し、ポータルレポート機能で、提出してください
 - 前回のExcelの下側(続き)を書いて完全版にしてくださいということです

必須課題

- 右の構成図とコマンドの実行結果を元に、前回のスプレッドシートの続き(下側)を埋めてください。埋める項目は図の(G)~(P)のIPアドレスです
- なお、LAN(内2)~(内4)について
 - 割り当てられているIPアドレスの小さい順番です
 - 各LANには2台ずつPCが接続されています。図の(K)~(P)です。アルファベット順に、PCのIPアドレスの小さい順でIPを割り当てています



(脚注) 使うツールもやり方も前回と同様です。コアスイッチにログインして調査してください

先週の答え合わせ

名前/役割	IPアドレス/大きさ	IP(1)	IP(2)	IP(3)	IP(4)	IP(5)	IP(6)	IP(7)	IP(8)	備考
		未使用							未使用	
LAN(外)	210.128.53.200/29	200	201(B)			204(C)			207	gw-lan1、fw-lan3
LAN(DMZ)	210.128.53.248/29	248	249(D)					254(F)	255	fw-lan2、portal
LAN(内1)	210.128.53.208/29	208	209(E)							fw-lan1

- ip addrの表示からIPアドレスを見つけ、8の倍数を頭の中で計算してIP(1)を埋める。(計算できない人は、IP早見表をみる)。これで(C)~(F)までは埋まる。ちなみにIP(1)が分かれば2列(B列)目も書ける。
- (B)の探し方が少し異なる。LAN(外)のIP(1)が200なのは右端が207なので自明。IP(1)~IP(6)つまり210.128.53.201から210.128.53.206までfwからpingを撃ってみると201だけが返事をするので(B)は201
 - (G)の探し方は同様です。ここからスタート。(G)にログインしないと先に進めません

(脚注) 備考欄は(遠隔調査では無理な)現地にいかないと分からない参考情報です。前述の写真も参考にしてください

付録

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)
LAN(16)	210.128.53.128/29	128							135
LAN(17)	210.128.53.136/29	136							143
LAN(18)	210.128.53.144/29	144							151
LAN(19)	210.128.53.152/29	152							159
LAN(20)	210.128.53.160/29	160							167
LAN(21)	210.128.53.168/29	168							175
LAN(22)	210.128.53.176/29	176							183
LAN(23)	210.128.53.184/29	184							191
LAN(24)	210.128.53.192/29	192							199

LAN	IP-addr/29	IP(1)	IP(2)	IP(3)	IP(4)	IP(5)	IP(6)	IP(7)	IP(8)
LAN(25)	210.128.53.200/29	200							207
LAN(26)	210.128.53.208/29	208							215
LAN(27)	210.128.53.216/29	216							223
LAN(28)	210.128.53.224/29	224							231
LAN(29)	210.128.53.232/29	232							239
LAN(30)	210.128.53.240/29	240							247
LAN(31)	210.128.53.248/29	248							255

- 各LANのIPアドレスは8個ずつ
- 表の縦方向は8ずつずれていることに注意

コンピュータネットワーク(2024-)

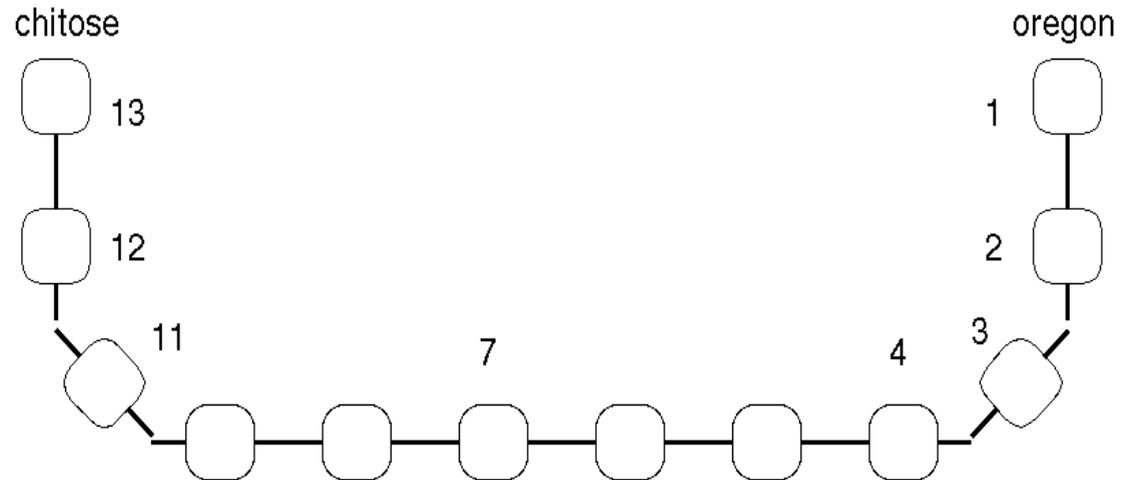
第06回 ルーティング

3年、春学期、必修:旧「コンピュータネットワーク」(-2023)

LANの構成を理解する、目に見えない設定(3)

- インターネットは自律的な分散システムで、WANとLANでは挙動が異なります
- 第2回の tracepath は、WANの上を、どのようにデータが流れていくかを可視化しているツール

```
$ 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
```



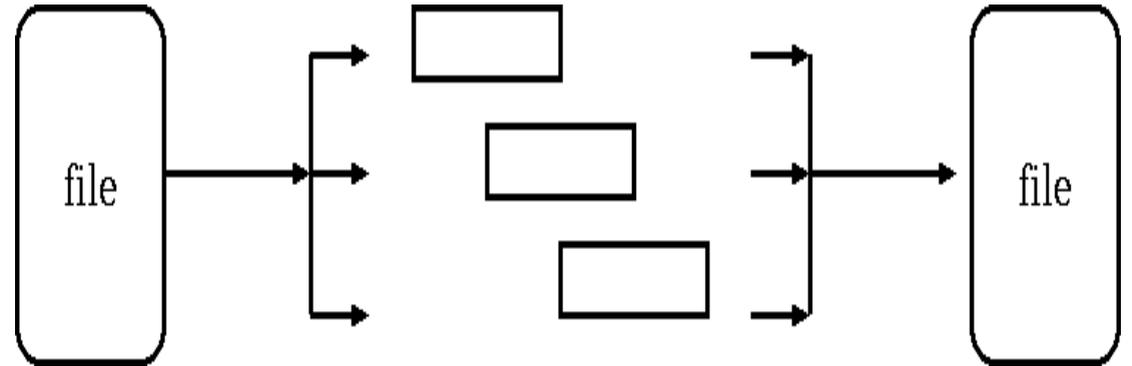
(脚注) 210.128.53.193 は大学にある本科目の演習環境(図(下))の入口

用語集

- LAN(発音：らん) ... Local Area Network
 - WANの反対語
- 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

- デジタルデータの転送は、ある程度の大きさに切って、小包や宅急便のように送る。**大域転送のプロトコルがIP、つかう住所がIPアドレス**
- 大きいデータは多くの小包に分けられ配送先でつなぎ合わせてデータを再現する(右図(上))
- 現実の伝票と同じく、デジタルデータでも、**送り主と宛先の住所、誰から誰、中身について書く必要がある**。デジタルデータの伝票部分つまり制御情報を書く部分を**ヘッダ**と呼ぶ。
 - IPパケットのヘッダには、IPアドレス(210.128.53.193)やポート番号(WWWサーバの80)、中身(TCP)などの情報が書かれている

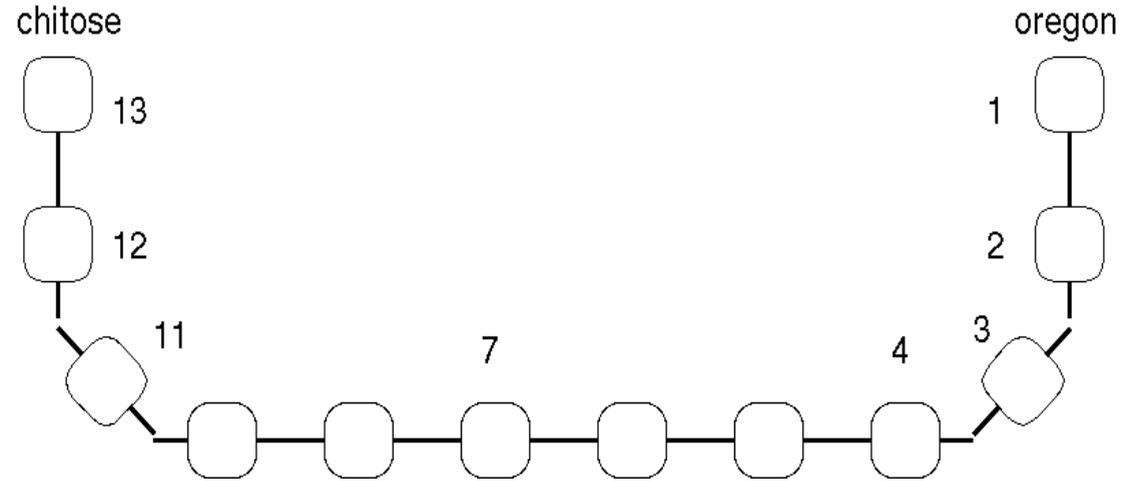


(脚注) 古典的なアナログ電話は全然ことなり、巨大な糸電話みたいなもので、電話をしている人間どうしの間に、実際に(物理的に)電話線(銅線)が接続している状態を作っていました。これを回線交換方式と呼んでいます

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

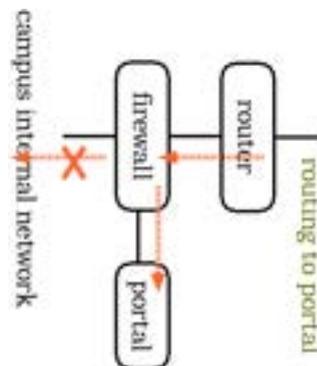
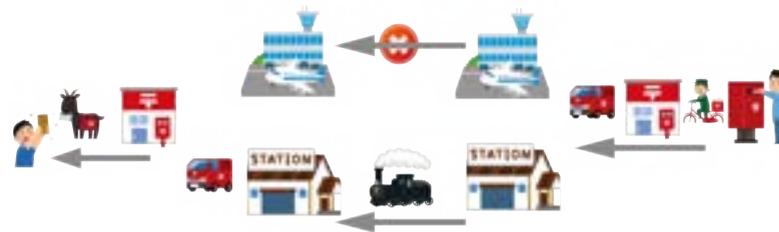
- IPパッケージの転送は現実の郵便や宅急便そっくり
 - 小包ごとに配送
 - 途中で中継する拠点がある
 - 伝票の配送は宛先をみながら行う
- サイバースペース内でパッケージを中継していく様子が、第2回に体験した `tracert` の表示

```
$ tracert -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
```



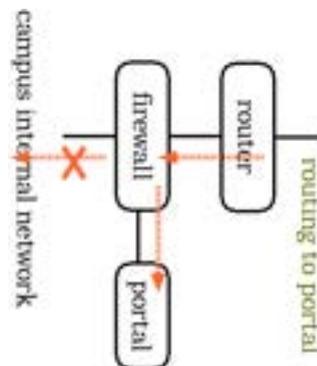
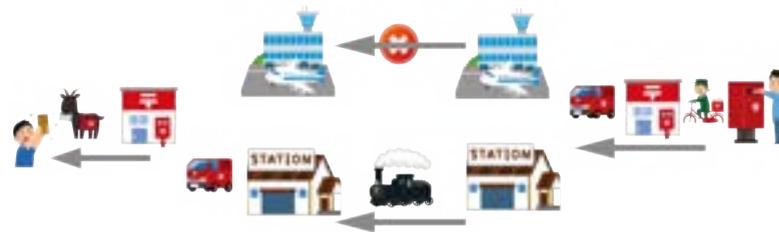
経路制御(ルーティング)とは

- tracepath は結果だけなので経路が一直線に見えますが実際には選択肢が複数ありえます。この説明も現実の郵便そっくりです(右図(上))
 1. 札幌から東京行の小包(群)を送り出した
 2. 千歳まで持ってきた
 3. ふだんは飛行機に載せる
 4. 天候が悪くて、今日は飛行機が飛ばない
 5. JRに載せかえて送る
- 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
 - 右図(下)は、インターネット -> router -> firewall-fw)と来て、fwから先の経路が2つあるケースです。ヘッダをみるとportal宛と分かるので、学内側ではなく、portal側へパケットを転送しています



学内の経路制御設計は静的で十分だが大域的には動的

- 右図(上)(下)は事情が異なります
右図(上)は同じ目的地(例:東京)行きの選択肢が複数ある場合、右図(下)の学内は選択肢なしです(ある目的地までの経路は一つしかない)
- 右図(上)の場合は、自動的に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ます。これが動的経路制御です。大域的なインターネットは動的経路制御で動作しています
- 右図(下)の場合は、経路の選択自体がありません。易しく安価なLAN設計。管理者が事前に設定したルールに沿った静的経路制御で十分です



本日の演習

おしながき

- 来週はグループワークなのでH101に集合
- 講義編
 - EL
 - 解説
- 演習編 “ルーティング”

1. AWS Academy (vocareum)にログイン
2. VocareumのターミナルからSSHで末端のPCにログインして調査してもらいます
3. まずは例題を一緒にやってみます
4. [必須課題] ルーティングの解説を書き、ポータルレポート機能で提出してください
 - 図もあると良いですね
 - 使う道具はご自由に。最終的にPDFで出してくれればよいです
 - 本日の目標
 - ルーティングを実感すること
 - ルーティングの説明が出来ること

用語: LANの様子を調べるための定番コマンド

- ping (発音：ピン) (再掲)
- traceroute (発音：とれーすぱす) (再掲)
- ip (発音：あいぴー)
 - 目的: Linuxのネットワーク設定情報を表示する
 - `ip route`(発音：あいぴーるーと)コマンドはOSに設定されたルーティング情報を表示する

例題: ファイアウォールをip routeで調べる(1)

- (一緒にやります)
1. ファイアウォール(210.128.53.204)にログインしてください
 2. ip route を実行
 3. 先週までに作ったネットワークアドレスの表と見くらべてください

```
$ 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
```

例題: ファイアウォールをip routeで調べる(2a)

- ip routeの出力で「via がない行」を先に説明します
 - ファイアウォールにはケーブルが3本つまり3つのLANがあるので合計3行(先週の写真を参照)

```
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
```

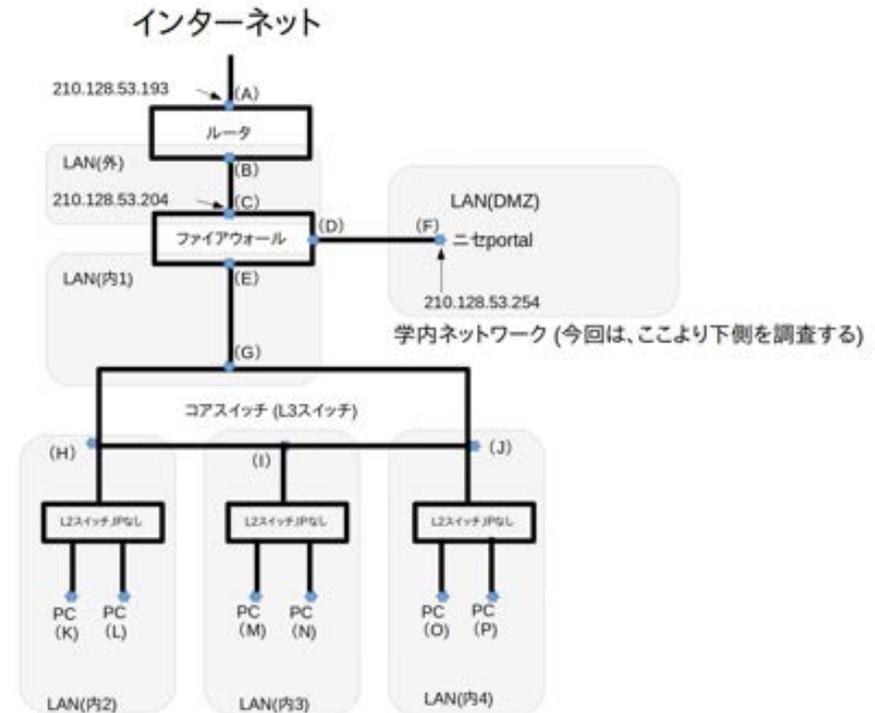
- この3つは、ファイアウォールに直接つながっているLANです。隣接しているLAN
 - 先週までに各自が作成したアドレス表とみくらべてください
 - 順に「LAN(外)」「LAN(内1)」「LAN(DMZ)」と対応していることがわかるはずです
- srcの右側にあるIPが図の(C)(E)(D)に対応していることを確認してください

(脚注1) Cisco用語では**directly connected**なルーティングです

(脚注2) 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)
OSのネットワーク設定をするなら必要ですが、本演習では設定をしないので関係ありません

例題: ファイアウォールをip routeで調べる(2b)

- 210.128.53.200/29, 210.128.53.208/29, 210.128.53.248/29 の3つのLANは、ファイアウォールに直接つながっているLANです。隣接LAN
- 順に「LAN(外)」「LAN(内1)」「LAN(DMZ)」と対応していることがわかるはずです
- srcの右側にあるIPが図の(C)(E)(D)に対応していることを確認してください



例題: ファイアウォールをip routeで調べる(3a)

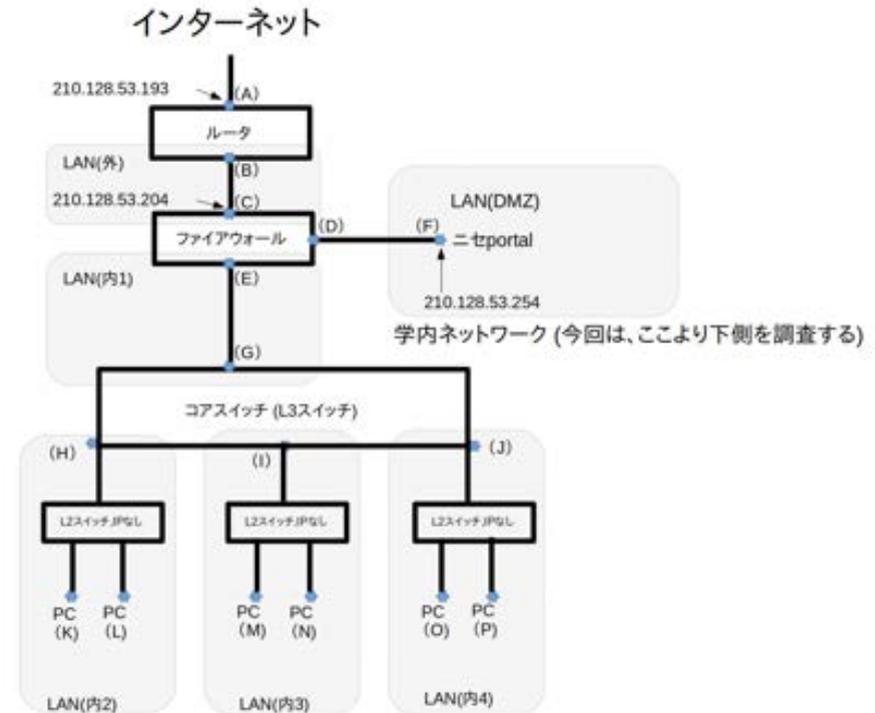
- via がついている行について(default以外)

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

- ファイアウォールと直接つながっていないLAN(内2,3,4)の設定です
- 210.128.53.216/29, 210.128.53.224/29, 210.128.53.232/29が、 LAN(内2), LAN(内3), LAN(内4)と対応していることを、表と見くらべて確認してください
- via 210.128.53.212とは何か? というと、コアスイッチの(G)のアドレスです。「(G)を経由(via)LAN(内2,3,4)へ到達できる」と教えられていることがわかります

例題: ファイアウォールをip routeで調べる(3b)

- 210.128.53.216/29, 210.128.53.224/29, 210.128.53.232/29が、LAN(内2), LAN(内3), LAN(内4)と対応しています
- via 210.128.53.212 とは何か? というと、コアスイッチの(C)のアドレスです。
- 「(G)経由(via)でLAN(内2,3,4)へ到達できる」と教えられていることがわかります



例題: ファイアウォールをip routeで調べる(4)

- viaがついている行について(default)

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

- via 210.128.53.201は図の(B)、つまりルータです
 - インターネット方向にある機材
 - つまり、このLAN群の出口
- **default**は「自分が知らないもの」全部を意味します
 - 自分が知らないIPアドレスの機器は、きっとインターネットのどこかにあるはずです(たぶん)
- **とりあえずルータへパケットを転送し、あとの処理はルータに任せます**
 - 本当に目的地に到達できるのかは、やってみるまでわかりません
 - いい加減といえ、いい加減ですけどね:-)このくらい緩い設計が大事なのです

(脚注1) ひらたく言うと「(自分が困ったときに)丸投げする先」がデフォルトルート(default route)です;-)

(脚注2) インターネットでは大域的な最適化はされていません。複雑なシステムをガチガチに作ると、逆に動かないです

必須課題

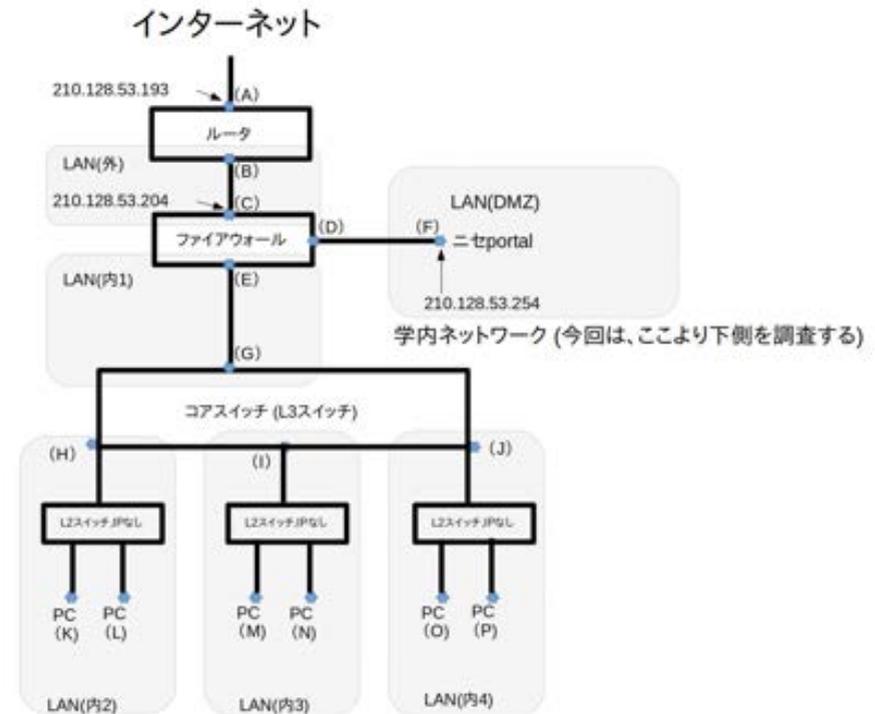
- 末端のPC(210.128.53.237)からの経路を説明してください。ポータルへのレポートボックスへ提出

1. そこからニセポータル(210.128.53.254)までのルーティングを調べてください

- まずtracpathを試してみる
- 途中にある機器(必要な全機器)について、
 - それぞれの機器でip routeを表示し
- 210.128.53.254への経路を選ぶ動作を説明してください

2. 本物のポータル(210.128.52.45)へは、どのようなルーティングになるでしょうか？

- 途中までは問1と同じなので、問1との差分だけ解説してくれればよいです



コンピュータネットワーク

第07回 復習と物理で構築体験

3年、春学期、必修

おしながき

1. 総集編

2. グループワークの説明

3. グループワーク(1)

- **いつもの構成図(一部省略)を実際に作り、パケットを流す体験です**
 - いつものExcelを用意してください
- 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)アンケートと(b)グループワーク(の課題)の2つで出席代わりです

4. グループワーク(2)

- 機材の数が足りないので、交互にやります。さっきと反対の役割

本日の目標

1. 配線だけですが構築体験をします
2. 構成図が実感できる
3. 設計編のイメージをつかむ

コンピュータネットワーク(2024-)

第08回 DNS

3年、春学期、必修:旧「コンピュータネットワーク」(-2023)

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
(注意:他の属性の話は、今回、省略)
- ドメイン名 ... domainname
 - 英数字(と特殊文字の一部,例:“-“)の文字列をドット(".")でつないだもの
 - (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

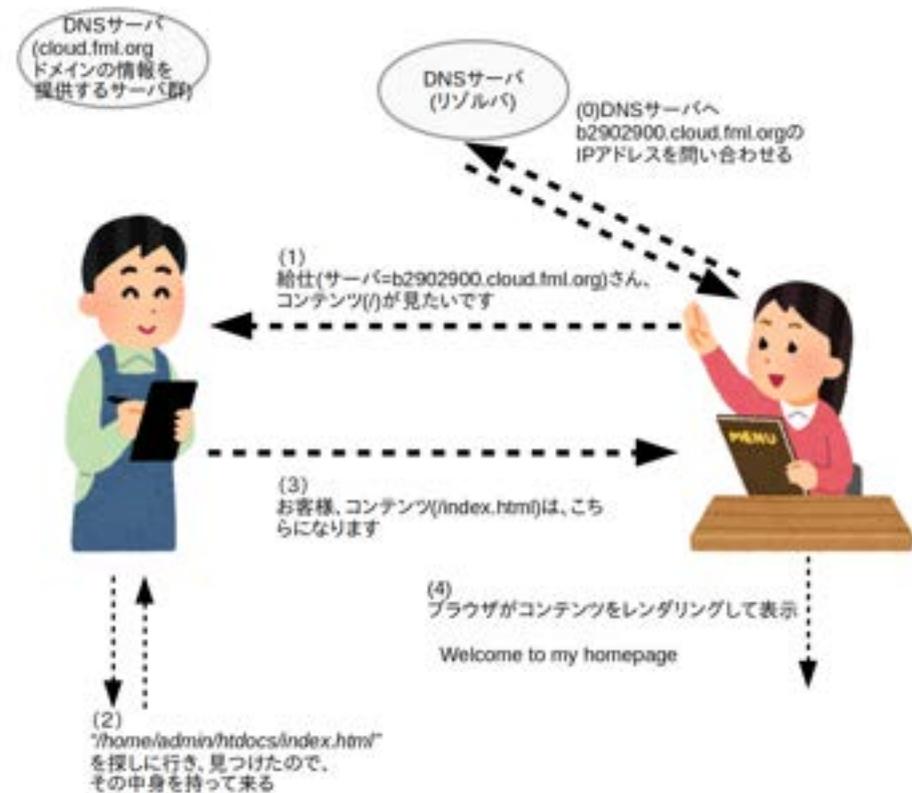
- 演習で、"210.128.53.ほげ"というIPアドレスが10個でてきてますが、みなさん覚えてますか？ふつう覚えてないよね
- 大丈夫です、プロも覚えてません
 - さすがに最重要なサーバは覚えてますね～
 - たぶん覚えようとしているわけではなくて、よく使うサーバのアドレスを覚えてしまうだけ
- もっと覚えやすくするには？というわけで、ドメイン名というものを考えました
 - 210.128.53.254 ((にせポータル)には portal.net.fml.org というドメイン名でもアクセス出来ます
 - 少しは覚えやすそうでしょ？

ドメイン名の例

- 英数字の文字列を . (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 ... (演習で使っているニセポータル)
- 読み方の例: portal.mc.chitose.ac.jp を右から読むと？それっぼいです
 - 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

DNSサーバ

- DNSという仕組みを運用しているので当然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ためのDNSサーバ
 2. 他ドメインの情報を検索するためのDNSサーバ(リゾルバ)

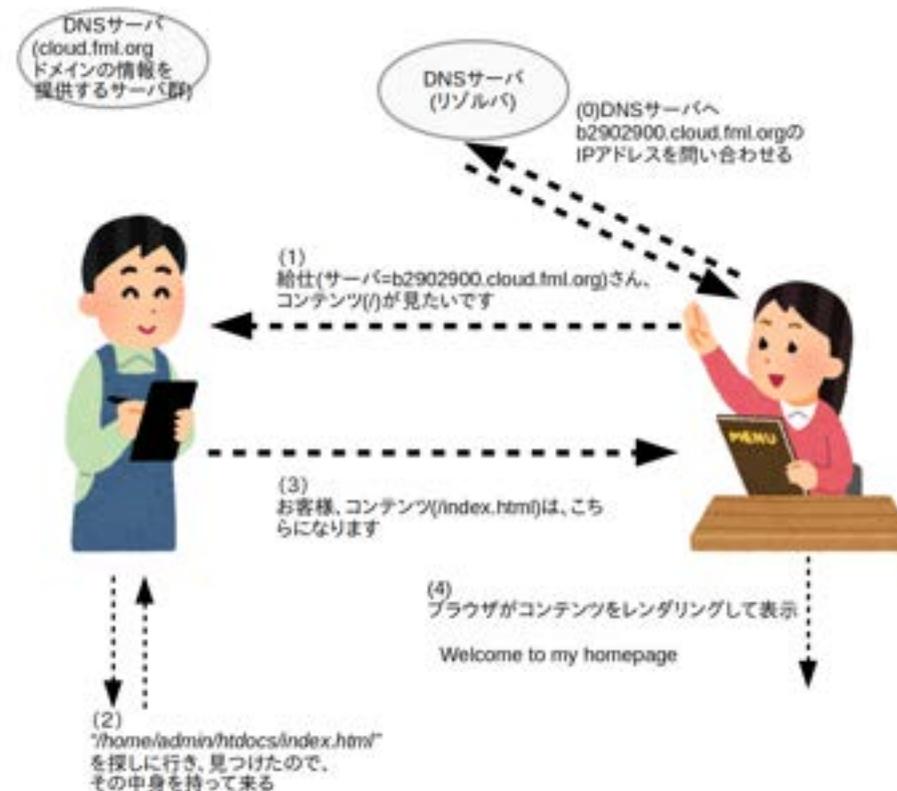


(脚注) 通常、前者(1)は各組織のネットワーク管理者しか触りません

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アドレスを調べる(名前解決)
 - DNSサーバ(リゾルバ)に問い合わせ、10.20.30.40 と分かる(図(0))
2. ブラウザは 10.20.30.40 とのあいだにTCPのデータ転送路を作成する
3. 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する(図(1))



演習

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）

(脚注) 例題なので、一緒にやります

解説: 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.
```

- 読み方

- 右端のportal.net.fml.orgがドメイン名です
- 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です。スライドP.5に出てくる「自ドメインのドメイン情報を世界に提供する」には、この階層構造を考えて設定を書いています。とりあえず、ネットワーク管理者だけが分かっていたらいい話です

(脚注) 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とnslookupのほうがよい?(でも素Debianのように入ってないこともある)

解説: 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
```

- せっかくなので、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
- 読み方
 - 右端の210.128.53.254がIPアドレス
 - 左端のportal.net.fml.orgがドメイン名(コマンドの引数)

必須課題

1. Excelにある全てのIPアドレスについて逆引きしなさい
 2. 逆引きした結果(ドメイン名)を見ると、その機器の役割がだいたい分かる。各LANの役割について推定しなさい
 - Excelに新たな列(C列?)を作成して、役割を書きこんでください
- ポータルのレポートボックスに提出