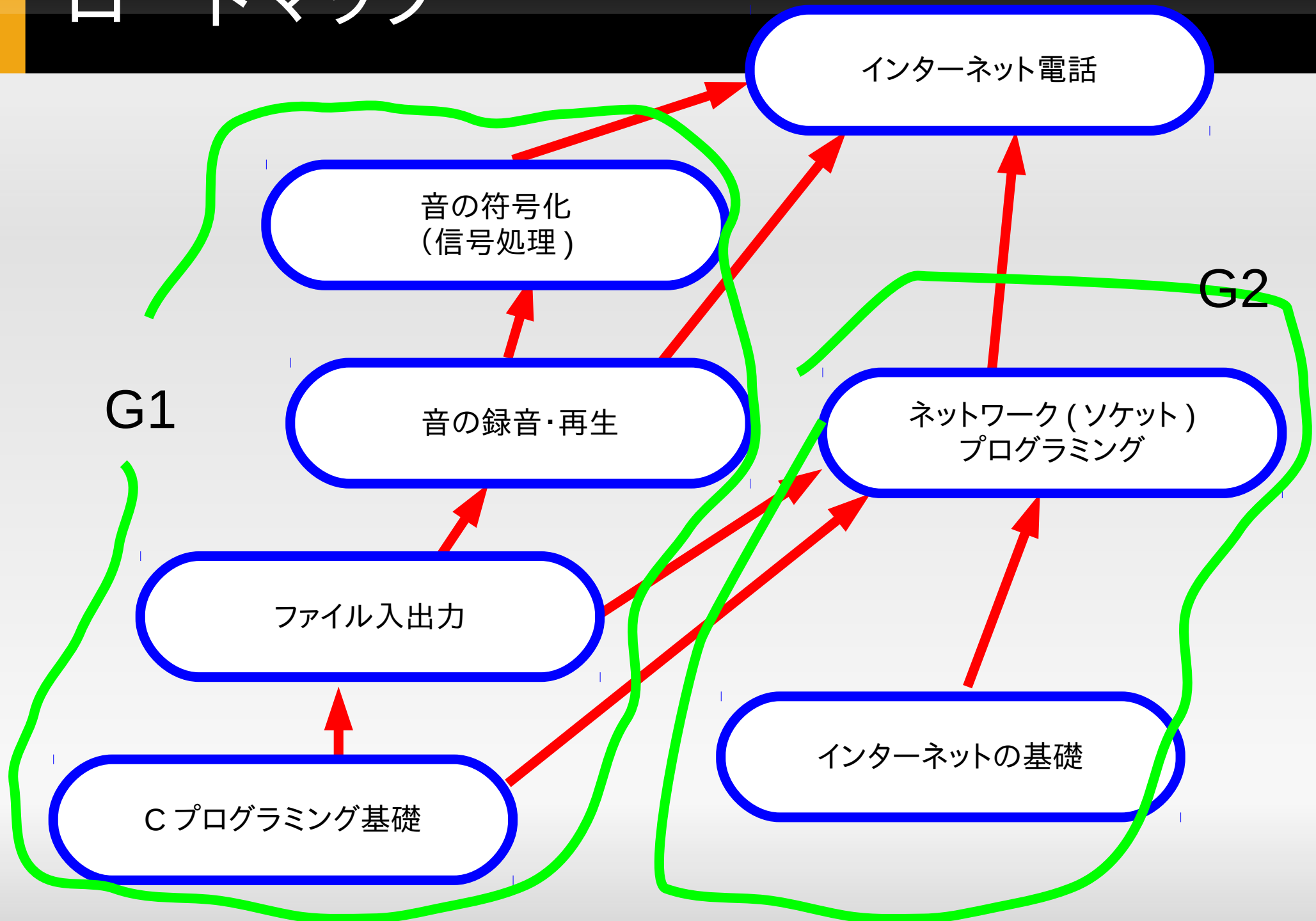


インターネットの基礎

ロードマップ



G2 のロードマップ

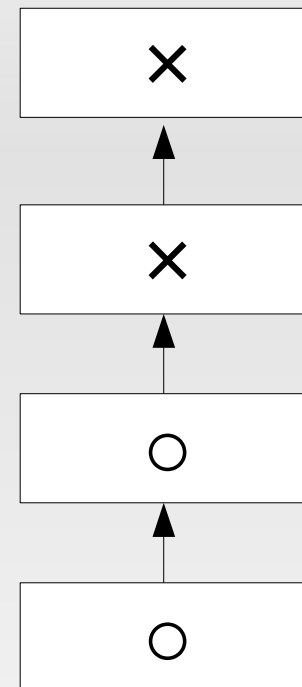
- 第 5 日 :
 - プログラミング以前の「ネットワーク・インターネット」基礎
- 第 6 日 :
 - プログラミング (クライアント)
- 第 7 日
- 第 8 日
 - プログラミング (サーバ)

動機

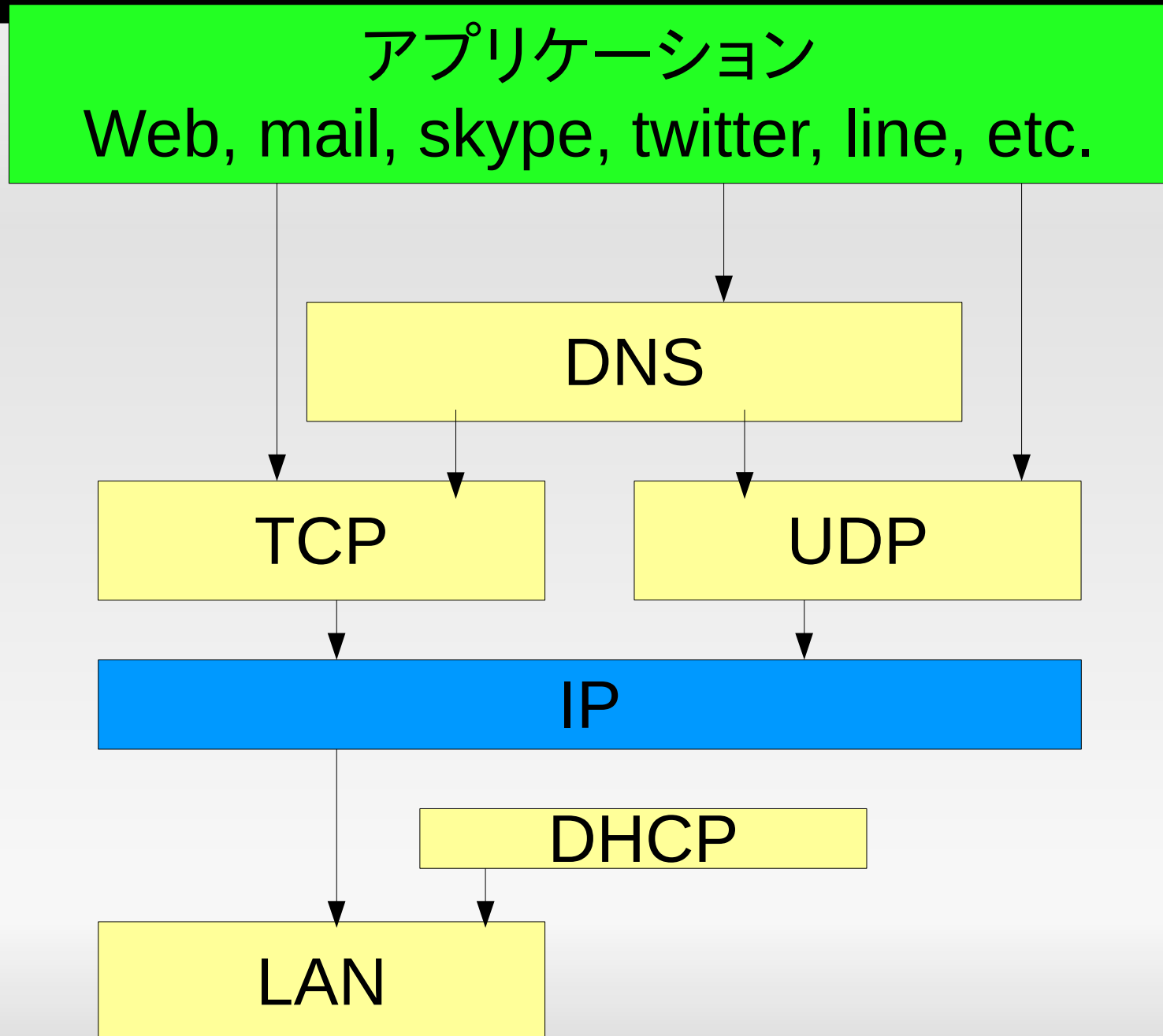
- ケーブルをハブに刺す，もしくは無線のキーを設定するだけで世界中の HP が見られ，Email ができる
 - なぜか？ どこで何が起きているのか？
 - つながらないときは何を調べたら良いのか？
- 研究室 LAN をまかされた（インフラづくりから）
- インフラのない環境で隣の人と直接有線でつなげてみよう（快適にデスクトップ共有できます）
- 大切な考え方：機能のレイヤ（依存関係）

機能の「レイヤ」の考え方

- Web ページ www.yahoo.co.jp が見れない, **何が悪いのか?**
 - Web サーバがダウン?
 - DNS の設定の失敗?
 - IP の設定の失敗?
 - 経路上のルータがダウン?
 - 自分の PC の NIC 故障?
- 機能間の関連 = **「どのレイヤまで動けば何が動くはずか」**を理解することで, 問題の所在を突き止められるようになる (バグの所在を突き止めるのと同じ考え方)

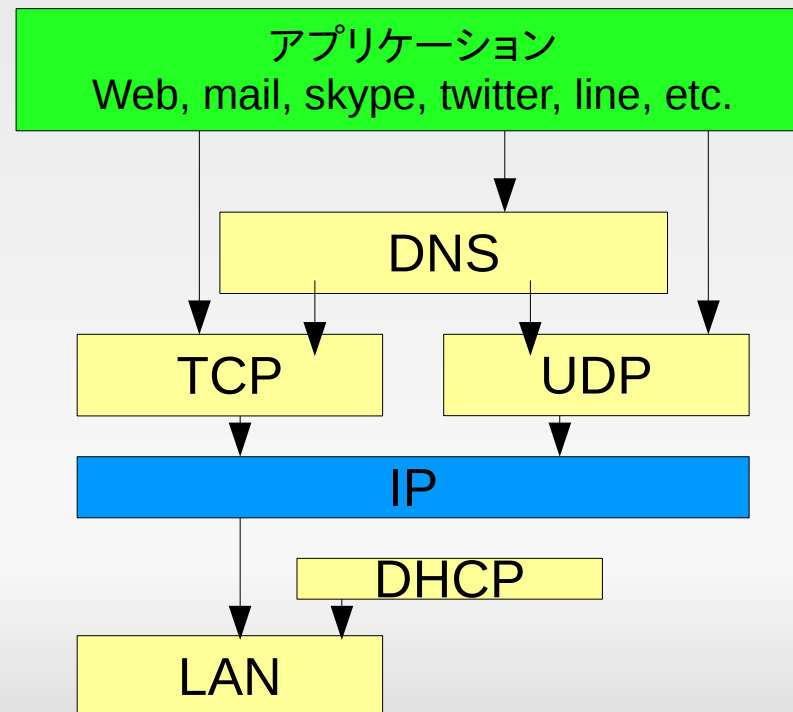


機能のレイヤ



IP: インターネットプロトコル

- いわゆる「インターネット」の技術的中核
- 宛先「IP アドレス」を指定するだけで世界中に IP パケットを届けることができるプロトコル



比喩：郵便

- 住所を書いてポストに入れば手紙が届く
- いろいろな決まりごと + インフラが必要
 - 住所を割り当てる
 - 住所から配送経路を求める
 - 郵便局を配置する
 - 自宅から最寄りの郵便局までの道を作る
- IP の通信も同様

無理矢理な対応表

郵便

住所

住所から配送経路を求める

郵便局

最寄りの郵便局までの道

インターネット

IPアドレス

ルーティング

ルータ

LAN内の通信

IP アドレス

- 郵便の住所に相当
- IPv4 (32 bit = 8 bit x 4)
 - 各 8 bit は 10 進 (0...255) で表記
 - 例 : 123.234.56.78
- IPv6 (128 bit = 16 bit x 8)
 - 各 16 bit は 16 進
 - 例 : 3ae3:90a0:bd05:01d2:288a:1fc0:0001:10ee

IP で通信できるための要件 (1): IP アドレスの設定

- そのホスト自身に IP アドレスを割り当てる
- 当然！
 - 住所がないと手紙の送りようがない（返事の受け取りようがない）

ifconfig (interface config) コマンド

- ネットワークインタフェースの設定，設定情報の表示を行う
- 以下の 2 つに注目
 - IP アドレス (inet アドレス)
 - サブネットマスク (マスク; 後述)
- なぜ自分で設定した覚えもないのに設定されているのか ⇒ **DHCP** (後述)

(もちろん)IP アドレスをふれば即通信 できるわけではない

- 自分の IP アドレス，宛先の IP アドレスが分かったとして ... 宛先 IP アドレスへどうパケットを届けられるのか (ルーティング)
 - 「住所」からそこへ至る道をどう見つけるか？

2つの場合

- 自分と宛先が同じ LAN 内 \Rightarrow LAN を用いて通信
 - 同じ区に住んでいる (実はこの場合, 普通の郵便と違い, 郵便局すら行かずに直接相手の家へ届ける)
 - \Rightarrow 要件 (2): サブネットマスク
- 自分と宛先が異なる LAN \Rightarrow LAN 内にはいるはずのルータに転送を依頼
 - 最寄りの郵便局へ投函 (あとは郵便局にお任せ)
 - \Rightarrow 要件 (3): デフォルトゲートウェイ

サブネット

- 一つの LAN に属する IP アドレスの集合
- サブネットを表す表記
 - 「IP アドレス /prefix 長」
 - Prefix 長 : 0 ~ 32 までの数字 ; 集合の範囲を指定
 - 「IP アドレス」と上位「prefix 長」bit が一致するアドレスの集合を表す
- 例
 - 133.11.238.128/25
 - 133.11.238.128 と上位 25bit が一致するアドレスの集合 = 133.11.238.128, 133.11.238.129, ..., 133.11.238.255 を表す

IP で通信できるための要件 (2): サブネットマスクの設定

- 各ホスト (正確には IP アドレス) に「そのホストが所属するサブネット」を設定
 - 自分と宛先が同じ LAN 内か否かを判定できる
 - もちろん自分の IP アドレスはそのサブネットに属している
- 「サブネットマスク」の形で設定
 - 例 : 255.255.255.128 (/25 に相当)

IP で通信できるための要件 (3): デフォルトゲートウェイの設定

- LAN 外にいるホストへパケットを届けるのに、「最初の一步」となる宛先
 - 仕組みにより、それは自分と同じ LAN(サブネット) にいなくてはならない
 - 「最寄りの郵便局の住所」
- デフォルトゲートウェイ
- これは正確には、IP で「 LAN 外と」通信できるための要件 (LAN 内としか通信しないなら必要ない)

ping コマンド

- IP パケットが届く (+ 自分に帰ってくる) ことを確かめるコマンド
- ping が通る \approx 「 IP で通信できる 」最低限の状態

route コマンド

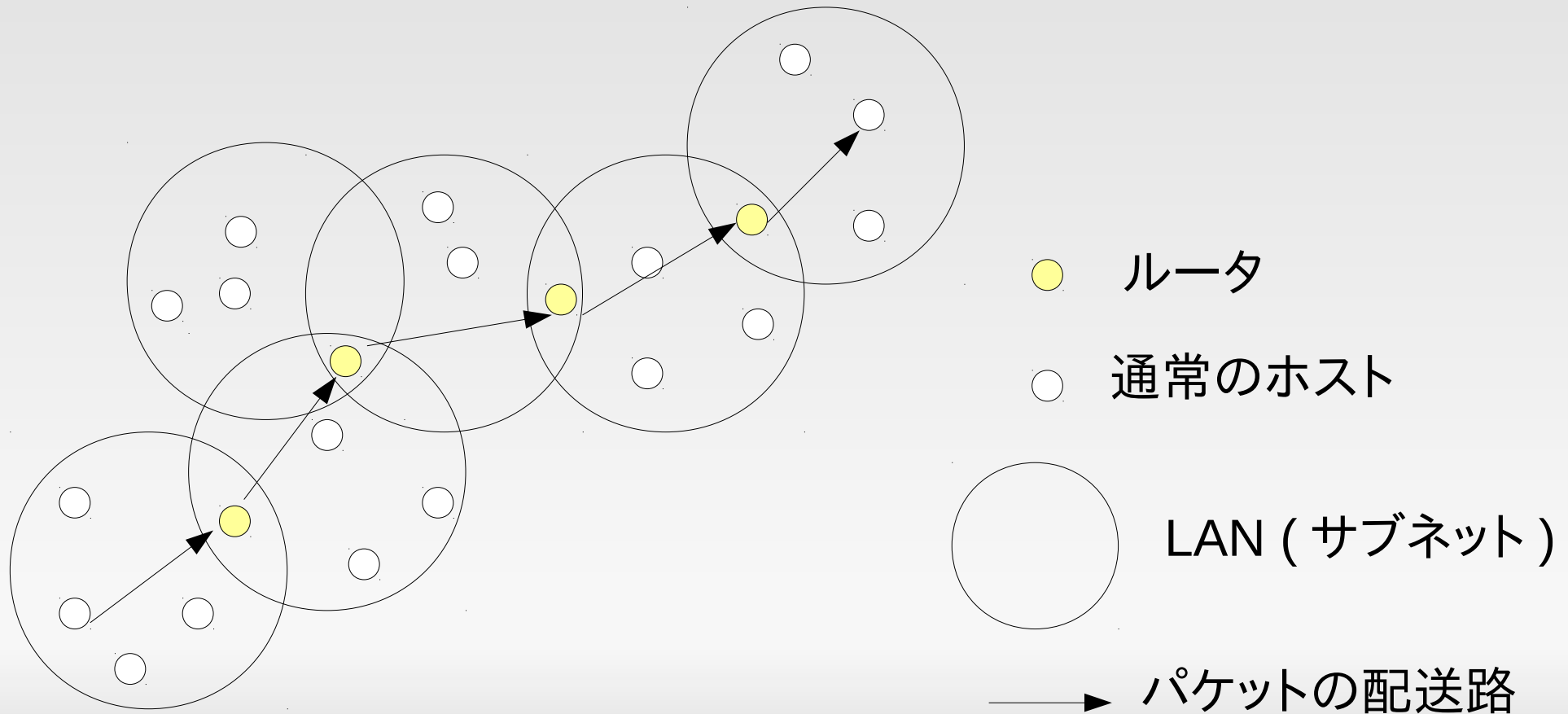
- どのアドレス向けのパケットがどこに送られるか (ルーティング表) を設定・表示する

ルータ

- 郵便局
- 宛先 IP アドレスごとに「次はどのルータへ送れば良いのか」が設定されているマシン
- 仕組み上，複数のサブネットに所属
 - 複数の IP アドレス，それぞれのサブネットマスクを持つ

インターネットのイメージ

- LAN 内通信はできているとして、それをつないで世界中をつなぐのがインターネット



traceroute コマンド

- ある宛先までの経路（経由するルータの IP アドレス）を表示するコマンド

自動設定

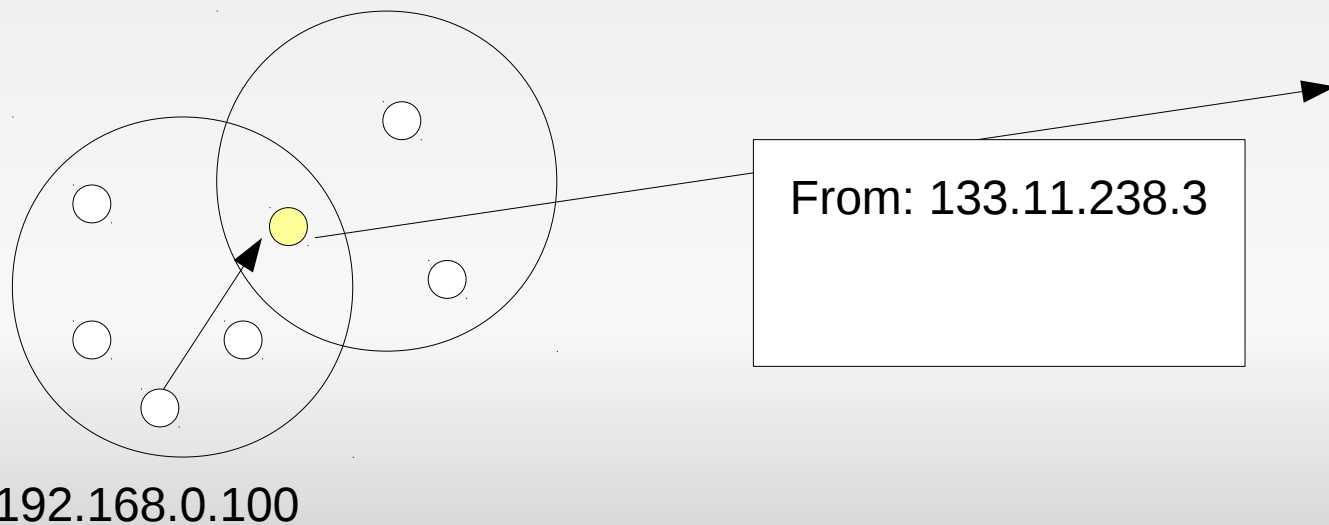
- DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)
- LAN 内の DHCP サーバを自動的に発見し,
 - IP アドレス
 - ネットマスク
 - デフォルトゲートウェイ
 - DNS サーバのアドレス (後述)
- などの情報が自動的に設定される
- DHCP サーバ: 自宅ではモデムや無線 LAN のステーションがやっていることが多い
- 「インターネットに簡単につながる」理由

プライベートアドレス

- 慣習により以下のサブネット当てのパケットは、ルータが配送しない
 - 192.168.0.0/16
 - 172.16.0.0/12
 - 10.0.0.0/8
 - 家庭の PC に自動設定されるアドレスはほとんどがこれ
- 結果
 - LAN 内の送受信は可能
 - LAN 外への送信も可能
 - LAN 外からの受信は不可能 (トリック (NAT) により通信)

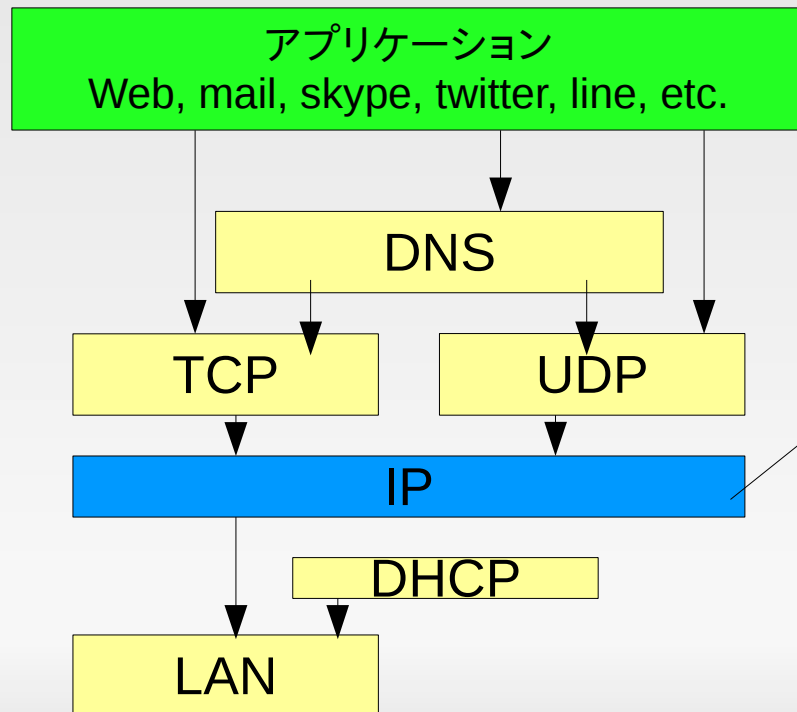
NAT (NAT ルータ)

- プライベートサブネットから、その外への送信の際、パケットの送信元アドレスを (NAT ルータのアドレスに) 書き換え
 - 受け取った人は NAT ルータのアドレスと信じて返事を送る
 - NAT ルータが受け取った返事を、元の送信者に送信
- ≈ 中から「始めた」通信は OK



IP のレイヤ : まとめ

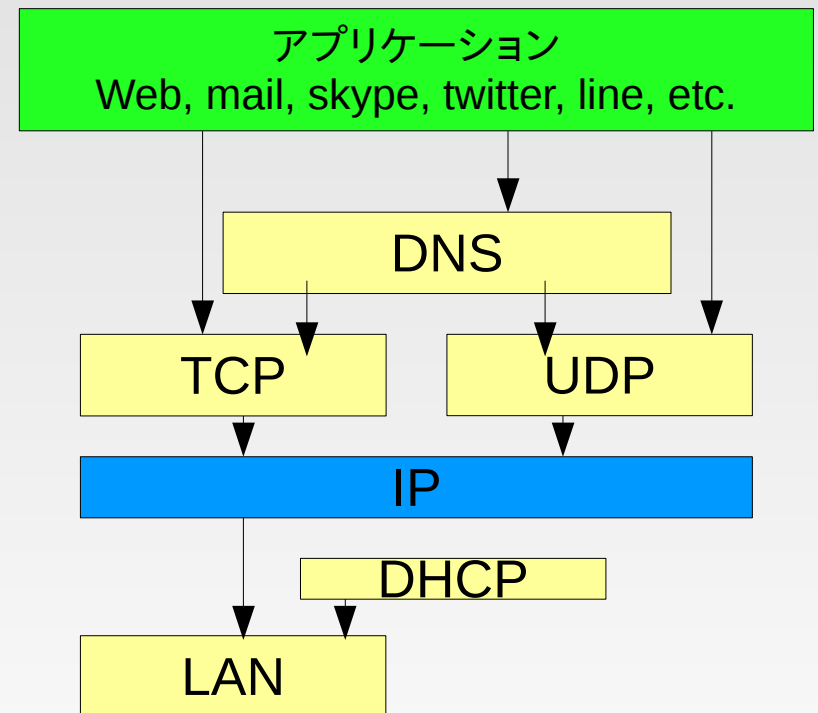
- 任務 : IP アドレス一つで世界のどこまでもパケットを届ける



ifconfig (アドレス , サブネット)
route (ルーティング , ゲートウェイ)
ping(パケット到達性)
traceroute (パケットの経路)
DHCP アドレスの自動割り当て

IP の制限

- 1 ホスト = 1 (または少数) アドレス
- 信頼性がない
- ⇒ IP の上に構築されたさらに「高水準の」プロトコル
- インターネットアプリケーションといえたいがいが UDP または TCP を利用



ポート番号

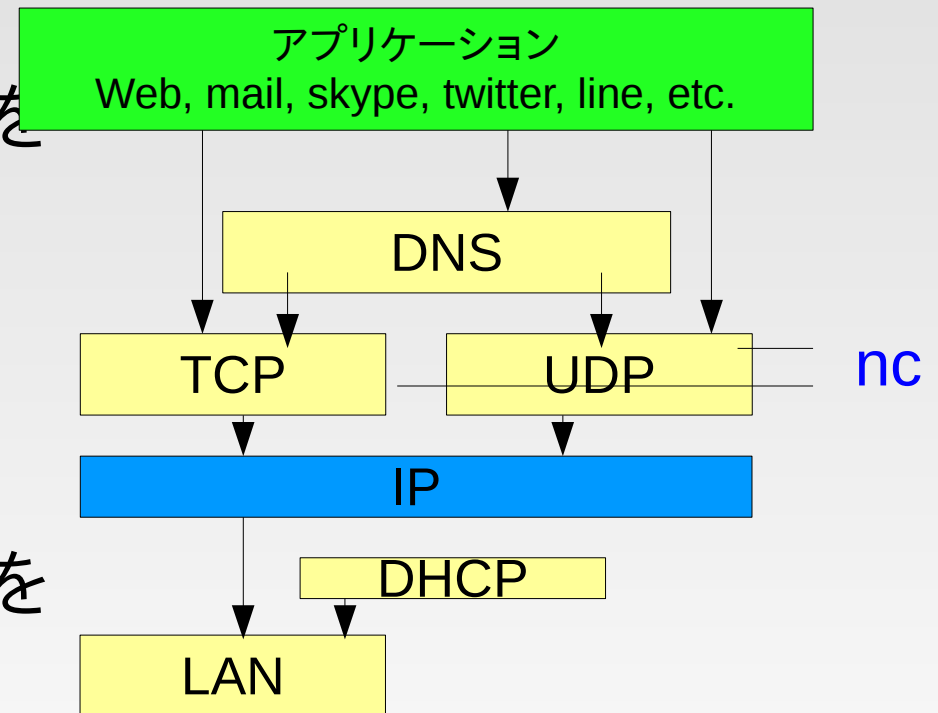
- IP で「IP アドレスを指定」してそのホストに IP パケットを届けられるようになる
- しかし実際にやりたいのはホスト上のある「プロセス」との通信
 - 多数のプロセスが一ホスト内にいる
 - Web サーバ, メールサーバ, Skype, P2P ファイル共有,
 - 同じ住所にも複数の人がすんでいる．自分が届けたいのはその中の○○ちゃん
- ⇒ **ポート番号**

信頼性のなさ

- IP は信頼性のない通信 = パケットが理由なく、通知なく落とされる (届けられない) かもしれない
 - ルータ故障・停電・計画停止
 - 過負荷によるパケットバッファあふれ
- この前提で正しくアプリケーションを書くのは困難
- ⇒ 信頼性のある通信

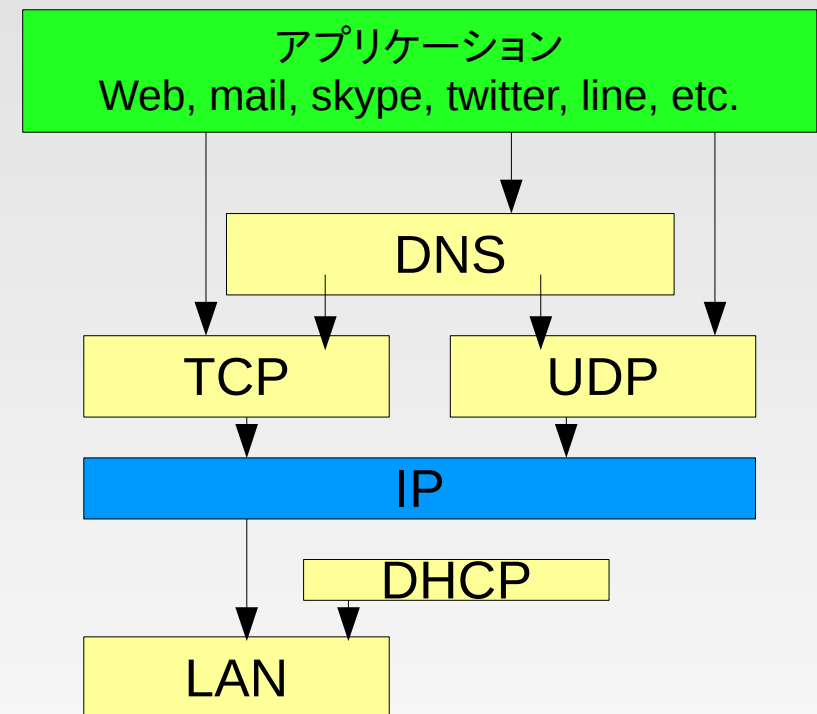
UDP と TCP

- UDP ≈
 - IP
 - + (IP アドレス, **ポート番号**) を宛先とした通信
- TCP ≈
 - IP
 - + (IP アドレス, **ポート番号**) を宛先とした通信
 - + **信頼性** (送ったパケットは送った順に届くことを保証)



DNS (Domain Name System) 名

- IP アドレスの代わりの
(人間にとってもう少し覚えやすい) 名前
- 例 : www.yahoo.co.jp
- これを見て「URL みたい」「ホームページのアドレスみたい」と言っているわけではない。正しくは,
 - URL がその一部に DNS 名を使っている



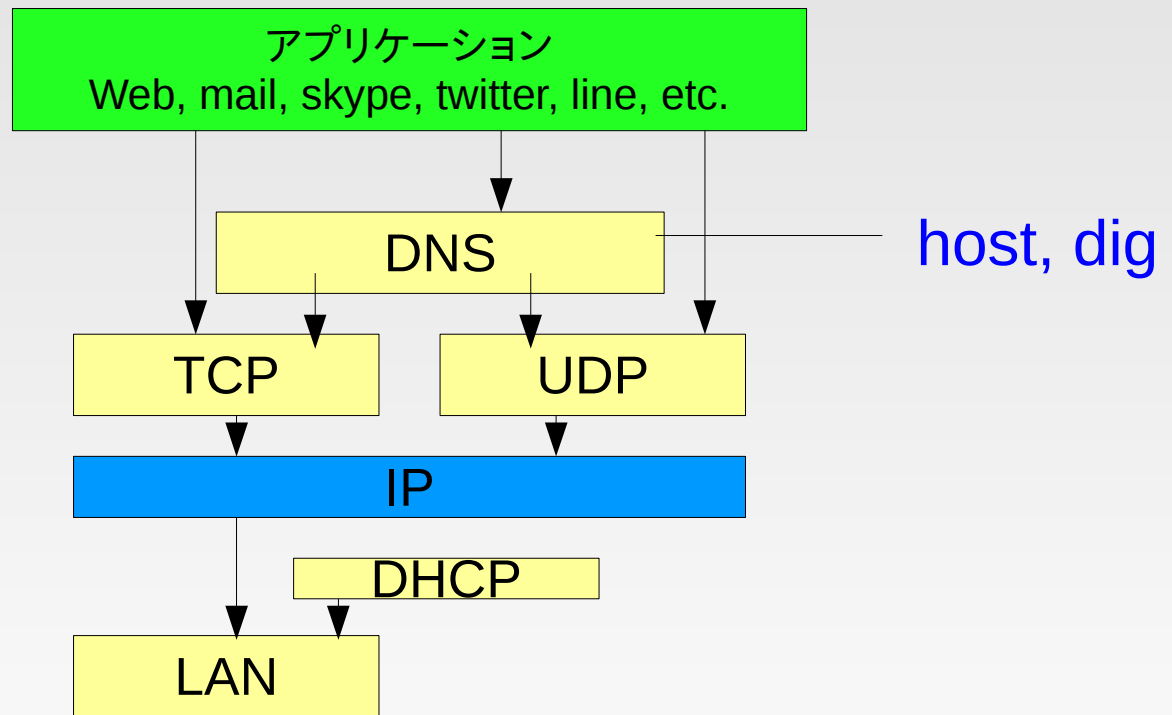
DNS 名と IP アドレス

- あるホスト (例えば web サーバ) と通信する際 ,
それに先立って、DNS 名 → IP アドレスの変換を行っている
 - 変換を行う仕組みのことを DNS という
 - お店の名前から住所を調べる電話帳のようなもの

- IP で通信できていてもこの変換に失敗して通信できない (例 : <http://www.yahoo.co.jp/> が見れない) こともある
- ほとんどのアプリケーションで , DNS 名を指定すべきところに代わりに IP アドレスを直接指定しても良い
 - IP アドレスの「直打ち」

host コマンド, dig コマンド

- DNS 名 IP アドレスへの変換を行う



DNS の大雑把な仕組み

- 世の中の多数のサーバ (DNS サーバ) が連携
 - 名前空間を分割して担当
 - logos.ic.i.u-tokyo.ac.jp を担当するサーバ
 - ic.i.u-tokyo.ac.jp を担当するサーバ
 - ...
- 各ホストはその中の一つのサーバを「primary サーバ」として指定 (もちろん IP アドレスで)
 - 複数 (secondary) 指定する場合もある
- サーバとの通信には IP (UDP/TCP) を使う
 - IP で通信できるのは DNS で変換できるための, 当然の前提要件

ネットワーク設定方法

- Ubuntu (Debian) Linux の場合
 - 方法 1: ネットワークアプレットで設定
 - 方法 2: ifconfig コマンドで設定
 - 初期設定は「DHCP で設定」となっているのであまり意識する必要がない
 - 参考 http://winter.logos.ic.i.u-tokyo.ac.jp/html/local_network.html
- DHCP サーバがない環境では手動設定が必要
 - デスクトップ共有したいけど無線だと遅い, という人は有線で直接つないでみることをおすすめ (手動設定の練習にもなります)

詳しく喋っていないこと (1)

- そもそも LAN 中の通信はどう行われるのか？
 - 最寄りのポストまでの道はどうして分かるのか？
- というか、そもそも LAN とは？
 - 仕組みが違うからこそ区別が必要になる

詳しく喋っていないこと (2)

- TCP の「信頼性のある通信」はどう構築されているのか？

詳しく喋っていないこと (3)

- ルータ間の経路はどのように設定されるのか？
- 郵便局間の経路はどうして分かるのか？

- それらについては
 - 時間の関係
 - ホスト (PC) をいじっている限りはいじる・見ることができない
- という理由で省略
- ネットワーク工学の授業，後期の実験をお楽しみに

まとめに代えて

- お父さんが「web ブラウザで yahoo (<http://www.yahoo.co.jp/>) を見ようと思ったがつながらない！お前は電子情報の学科に行ってるんだから直せるだろ！」と言ってきた
 - なぜかお父さんは Ubuntu を使っているとして
 - どういう手順でトラブルシュートするか？フローチャートを書いてみよ
- 道具：ifconfig, ping, route, host, ...