

## 第6回 12/05/21 (CS3年・荒井) ネットワークプランニング

### サブネット化とIPアドレスの割り振り

※本資料は授業後(数日以内)にWEBで閲覧できるようにします※

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

1

## 今日の予定

- IPアドレスの割り振り
  - アドレスクラス・サブネットをきちんと理解して、各ネットワークのIPアドレス範囲がきちんとわかるようにしよう！
- クラスC2本のNW設計(復習)
- サブネット化(※6.6)
  - サブネット化とサブネットマスク
  - ネットワークアドレスとブロードキャストアドレス
  - プライベートアドレスとグローバルアドレス
  - サブネットとIPアドレスの計算(※2章2-5)
- 演習: サブネット化したNWとIPアドレス設計と計算

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

2

## ○IPアドレスの割り振り

- IPアドレスを各ノードに割り振るのは、ネットワーク管理者として基本中の基本
  - 組織のネットワーク管理は必ずしも1箇所とは限らない
  - 例えば、大学場合、大学全体、学科NW、研究室NWなどと階層化して分割管理することも多い
  - このような場合IPアドレスは、下の各管理者に任せて管理する場合も多い
- アドレスクラス・サブネットをきちんと理解して、各ネットワークのIPアドレス範囲がきちんとわかるようにしないといけない
  - 今回は実践的なサブネットについて勉強しよう。
- IPアドレス割り振りの基本方針(ポリシー)は管理者によって違う
  - 例: ユーザが直接利用する端末は小さなIPアドレスから、
  - 管理者が利用する機器などは大きなIPアドレスからなど

2012/05/21

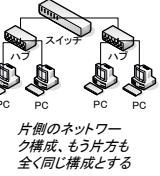
第6回ネットワークプランニング(荒井)12

3

## ◆先週の演習課題復習: °°○ クラスC2本のNW設計

先週の課題の解説です。

- 2本のクラスCネットワークから構成される一つのネットワークを設計し、Visioで描画しよう！
- 2本のネットワーク(いずれもクラスC)は、192.168.1と192.168.129のネットワークアドレスであるとする。
- 各ネットワークにはスイッチ1台(合計2台)を接続し、各スイッチにはハブ2台(合計4台)を接続し、各ハブにはPC2台(合計8台)を接続しなさい。
- 必要なノードに対して全てIPアドレスを具体的に割り振って、それを記入しなさい。
  - PCなどのユーザ利用機器は一番小さい数字から、
  - ネットワーク機器は一番大きい数字から割り当てる
  - IPアドレスが不要な機器には割り振らないこと
- 各サブネット上の最大接続ホスト数を求めよ。
  - 計算式と結果を記入しなさい。

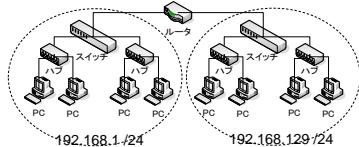


4

## ◆先週の演習課題復習: °°○ クラスC2本のNW設計

先週の課題の解説です。

- 2本のネットワーク(いずれもクラスC)は、192.168.1と192.168.129のネットワークアドレスであるとする。
- 各ネットワークにはスイッチ1台(合計2台)を接続し、各スイッチにはハブ2台(合計4台)を接続し、各ハブにはPC2台(合計8台)を接続しなさい。



2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

5

## ◆先週の演習課題復習: °°○ クラスC2本のNW設計

先週の課題の解説です。

- ※予備知識※
- いずれのネットワークもクラスCなので、ホスト部が8bit(1オクテッド)のネットワーク
- ネットワーク部は固定で、ホスト部で表現できる範囲だけ論理的にはIPアドレスが存在する
- 8bitで表現できるのは、0～255、よって例えば192.168.1のネットワークにおいては、192.168.1.0～192.168.1.255までの256個のIPアドレスが論理的には存在する
- しかし、ホスト部のビットが全て0(ネットワークアドレス: 192.168.1.0)、全て1(ブロードキャストアドレス: 192.168.1.255)の二つは特殊なIPアドレスで、ノードに割り振ることは不可能

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

6

## ◆先週の演習課題復習:○○○ クラスC2本のNW設計

先週の課題の解説です。

- 必要なノードに対して全てIPアドレスを具体的に割り振って、それらを記入しなさい。
  - PCなどのユーザ利用機器は一番小さい数字から、
    - ※例えば: 192.168.1.0~192.168.1.255で、192.168.1.0が一番小さいがネットワークアドレスなのでノードに割り振ることはできないから、⇒192.168.1.1が一番小さく、次は192.168.1.2...
  - ネットワーク機器は一番大きい数字から割り当てる
    - ※例えば: 192.168.1.0~192.168.1.255で、192.168.1.255が一番大きいがブロードキャストアドレスなのでノードに割り振ることはできないから、⇒192.168.1.254が一番大きい
  - IPアドレスが不要な機器には割り振らないこと
    - ※ハブ、スイッチは、L2で動作する機器であり、IPアドレスは原則として不要
    - ※ルータは、L3で動作する機器であり、IPアドレスは絶対に必要
    - ※ルータでは、接続するネットワークに対して各々IPアドレスを割り振る必要がある

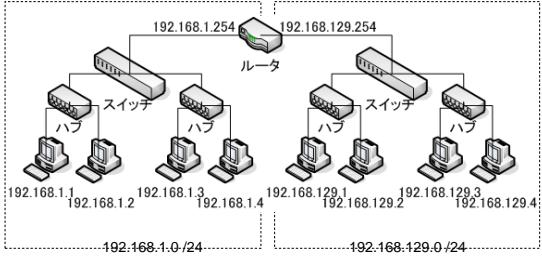
2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

7

## ◆先週の演習課題復習:○○○ クラスC2本のNW設計

先週の課題の解説です。



2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

8

## ◆先週の演習課題復習:○○○ クラスC2本のNW設計

先週の課題の解説です。

- 各ネットワーク上の最大接続ホスト数を求めよ。
  - 計算式と結果を記入しなさい。
- いずれのネットワークもクラスCなので、ホスト部が8bit(1オクテッド)のネットワーク
  - 8bitで表現できるのは、0~255の $2^8=256$ 個あり、例えば192.168.1のネットワークにおいては、192.168.1.0 ~ 192.168.1.255までのIPアドレスが論理的には存在する
  - しかし、ホスト部のビットが全て0(ネットワークアドレス: 192.168.1.0)、全て1(ブロードキャストアドレス: 192.168.1.255)の二つは特殊なIPでホスト(ノード)に割り振ることは不可能
  - よって、8bit分の $2^8=256$ 個の論理的IPアドレス数から、2個の特殊なIPアドレス数を引いて、
  - $2^8 - 2 = 256 - 2 = 254$ 個のIPアドレスが、実際にノードに割り振ることが可能なIPアドレス数である。

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

9

## サブネットマスク(※6.6)

- 32bitのIPアドレスにおいて、ネットワーク部とホスト部の境界を判別するための情報
  - クラスAは1オクテッド、Bは2、Cは3が標準
- 表記方法には複数ある
  - 例えば、ネットワーク部24bit+ホスト部8bit
    - **/24** 「ブレフィックス表記」
    - **11111111 11111111 11111111 00000000**
    - **F F . F F . F F . 0 0** 「16進表記」
    - **255 . 255 . 255 . 0** 「10進表記」

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

10

## ○サブネット化(※6.5,6.6)

- 本来のクラスの定義のまま利用→クラスフルアドレス
- 一つのネットワークは、用途に応じて適切な大きさとすることにより、限られたIPアドレスを有効に利用できる
  - ネットワーククラスA,B,Cでは、最低(クラスC)でも、一つのネットワークに200台程度(254台以内)のノードを接続することが前提となる
    - クラスBだと、6万台以上
  - 例えば研究室を一つのネットワークとしたい場合は、たかだか30台程度のノードしか接続しないと考えられるので、1研究室に対してクラスC1本を使ってしまうのは非常に無駄
- 一つのネットワーククラスを分割して、複数のネットワークとして利用することができる
  - ⇒サブネット化
  - 例えば、クラスCを4つに分割する。約256台のネットワーク一つから、約64台のネットワークが4本利用できるようになる。

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

11

## サブネットとIPアドレスの計算

- 大きなネットワークは、ネットワーク効率が落ちる
  - 1対1の通常通信ではないブロードキャストだけの通信で混雑してしまうなど
    - セキュリティ的にあまり良くない
  - 大きなネットワークに、少数のノードしか接続しない(少数のIPアドレスしか使わない)のは、有限なIPアドレス空間が無駄
- ネットワークを設計する上でサブネット化は重要
  - 全体でいくつのネットワークが必要なのか?
  - 各ネットワークで、何台のノードが接続されそうなのか?
  - 利用予定のノード数をやや余裕をもって接続可能なネットワーク空間規模としてサブネット化するといい
  - ユーザーの利用想定と、サブネットに関する知識が必要
    - サブネット化により、一つのネットワークがいくつのIPアドレス数(ホストアドレス数)となるのかきちんと計算できる必要がある

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

12

## サブネット化の例

- クラスCの192.168.1/24のネットワークを4つに分割
  - 本来クラスCのホスト部は下位1オクテッドのみ(クラスCの定義)
    - 192.168.1.0 ~ 192.168.1.255
  - 4つに分割すると、
    - 1) 192.168.1.0 ~ 192.168.1.63
    - 2) 192.168.1.64 ~ 192.168.1.127
    - 3) 192.168.1.128 ~ 192.168.1.191
    - 4) 192.168.1.192 ~ 192.168.1.255
  - の4つのネットワークとして利用できるようになる
- ホスト部である下位8ビットを4つ=2^2に分割、つまり8ビットの上位2ビット分をネットワーク部、下位6ビットがホスト部

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

13

## サブネット化によるサブネットマスクの変化

- サブネット化は、本来ホスト部である部分の上位ビットを(サブ)ネットワーク部とすることによりサブネット化する。
- (サブ)ネットワーク部のビット数は、分割するのに必要なビット数分
- サブネット化によるサブネットマスク = 本来のネットワーク部ビット数 + (サブ)ネットワーク部ビット数
- 分割するのに必要なビット数とは;
  - 4分割するなら2ビット( $2^2=4$ )
  - 8分割するなら3ビット( $2^3=8$ )
  - 256分割するならば8ビット( $2^8=256$ )...

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

14

## サブネット化のサブネットマスクの例(1)

- クラスC(/24)のネットワークを4つに分割(サブネット化)
  - 本来のホスト部1オクテッド=8ビットの内、上位2ビット( $2^2=4$ 通り)をネットワーク部とする⇒ /26 (=24+2)
    - ホスト部は8ビット→6ビット
  - /24: 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 0000 0000 を4分割すると、
  - /26: 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 1100 0000 になる。つまり
  - /26 = FF.FF.FF.C0 = 255.255.255.192
- クラスB(/16)のネットワークを256個に分割(サブネット化)
  - 本来のホスト部2オクテッド=16ビットの内、上位8ビット(256通り)をネットワーク部とする⇒ /24 (=16+8)
    - /24はクラスCと同じ
  - /24 = FF.FF.FF.00 = 255.255.255.0

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

15

## サブネット化のサブネットマスクの例(2)

- クラスC(/24)を8個のサブネットに分ける場合、
  - 本来の8ビットのホスト部の内、上位3ビットをネットワーク部に割り振ればよい。なぜならば $2^3=8$ だから。
  - ネットマスクは、24+3で→ /27, FF.FF.FF.E0
- つまりサブネットに分ける場合は、2,4,8,16,...のように2のべき乗個でしか分けれない
  - 3つに分割する等はできない
  - クラスCは256個に分けることはできない。ホスト部が元々8ビット(256)しかないから。
  - クラスCを128個に分けると、一つのサブネットでは、二つのIPアドレスのみになる。これは次のネットワークアドレスとブロードキャストアドレスに相当し、結果として無意味な分割となる。

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

16

## サブネット化のサブネットマスクの例(3)

- 本来のクラスB
  - ネットワーク部が上位16bit(ホスト部は下位16bit)
    - よって、本来のサブネットマスクは/16, FF.FF.00.00
- クラスBを二つに分割する場合
  - サブネットマスクは、
    - 1111 1111 . 1111 1111 . 1000 0000 . 0000 0000 /17 もしくは FF.FF.80.00 となる
- クラスBを256個に分割する場合
  - 本来のホスト部16bitの内上位8bit分をネットワーク部とすればよい
  - よって、クラスCと同じ/24のネットワークが256個できる

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

17

## サブネットとIPアドレス範囲

- クラスCの192.168.1を4つに分割した場合
  - 上位24+2ビットがネットワーク部、下位8-2ビットがホスト部: サブネットマスクは/26
    - 以下「xx xxxx」部分がホスト部で、[]内と共にビット表記
    - 1番目のサブネット: 192.168.1.0/26のサブネットと呼ぶ
      - 192.168.1.[00]xx xxxx つまり 192.168.1.0 ~ 192.168.1.63
    - 2番目のサブネット: 192.168.1.64/26のサブネットと呼ぶ
      - 192.168.1.[01]xx xxxx つまり 192.168.1.64 ~ 192.168.1.127
        - 0100 0000は64で、つまりネットワークアドレス
    - 3番目のサブネット: 192.168.1.128/26のサブネットと呼ぶ
      - 192.168.1.[10]xx xxxx つまり 192.168.1.128 ~ 192.168.1.191
    - 4番目のサブネット: 192.168.1.192/26のサブネットと呼ぶ
      - 192.168.1.[11]xx xxxx つまり 192.168.1.192 ~ 192.168.1.255

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

18

## [復習] ネットワークアドレスとブロードキャストアドレス

- IPアドレスは32bitで、上位ネットワーク部+ホスト部という構成
- ネットワークアドレスとは、ネットワークそのものを意味する特殊なIPアドレス
  - ホスト部のビットが全て0
  - 例えば、192.168.128.0/24のクラスCネットワークの場合、
    - ネットワーク部3オクテット: 192.168.128
    - ホスト部1オクテット:[0000 0000]二進=0
    - ネットワークアドレス=192.168.128.0
- ブロードキャストアドレスとは、ブロードキャスト(一斉回報通信)をする際の特殊なIPアドレス
  - ホスト部のビットが全て1
  - 例えば、192.168.128.0/24のクラスCネットワークの場合、
    - ネットワーク部3オクテット: 192.168.128
    - ホスト部1オクテット:[1111 1111]二進=255
    - ブロードキャストアドレス=192.168.128.255

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

19

## [復習] ネットワークアドレスとブロードキャストアドレス例

- 例えば、172.26.0.0/16のクラスBのネットワークの場合、
- ネットワーク部2オクテッド: 172.26
- ホスト部2オクテッド:
  - 全て0:[0000 0000 . 0000 0000]二進=0.0
  - 全て1:[1111 1111 . 1111 1111]二進=255.255
- ネットワークアドレス=172.26.0.0
- ブロードキャストアドレス=172.26.255.255

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

20

## サブネットにおけるネットワークアドレスとブロードキャストアドレス例(1)

- クラスCの192.168.1/24のネットワークを4つに分割した最初の、「192.168.1.0～192.168.1.63」の例
  - ネットワーク部は24+2=26bit、ホスト部下位6bit
- サブネットマスク: /26 FF.FF.FF.C0 255.255.255.192
- ネットワーク部上位26bit: 192.168.1.[00xx xxxx]
  - [.]内は2進数。4オクテッド目は、数字としては表せず、ビット表現
- ネットワークアドレス=192.168.1.0
  - ホスト部下位6bit全て0:[xx00 0000]二進
    - 下位1オクテッドのみについて:[0000 0000]=0となる
    - 簡単に言うと、IPアドレス範囲の一一番最初
- ブロードキャストアドレス=192.168.1.63
  - ホスト部下位6bit全て1:[xx11 1111]二進
    - 下位1オクテッドのみについて:[0011 1111]=63となる
    - 簡単に言うと、IPアドレス範囲の一一番最後

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

21

## サブネットにおけるネットワークアドレスとブロードキャストアドレス例(2)

- クラスCの192.168.1/24のネットワークを4つに分割した二番目の、「192.168.1.64～192.168.1.127」の例
  - ネットワーク部は24+2=26bit、ホスト部下位6bit
- サブネットマスク: /26 FF.FF.FF.C0 255.255.255.192
- ネットワーク部上位26bit: 192.168.1.[01xx xxxx]
  - [.]内は2進数。4オクテッド目は、数字としては表せず、ビット表現
- ネットワークアドレス=192.168.1.64
  - ホスト部下位6bit全て0:[xx00 0000]二進
    - 下位1オクテッドのみについて:[0100 0000]=64となる
    - 簡単に言うと、IPアドレス範囲の一一番最初
- ブロードキャストアドレス=192.168.1.127
  - ホスト部下位6bit全て1:[xx11 1111]二進
    - 下位1オクテッドのみについて:[0111 1111]=127となる
    - 簡単に言うと、IPアドレス範囲の一一番最後

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

22

## サブネットにおけるネットワークアドレスとブロードキャストアドレス例(3)

- クラスCの192.168.1/24のネットワークを4つに分割した場合
  - ネットワーク部は24+2=26bit、ホスト部下位6bit
  - サブネットマスク(4ついずれも): /26 FF.FF.FF.C0 255.255.255.192
- 1) IP空間: 192.168.1.0 ~ 192.168.1.63 (64個分)
  - [NW-ad] 192.168.1.0 [BC-ad] 192.168.1.63
- 2) IP空間: 192.168.1.64 ~ 192.168.1.127 (64個)
  - [NW-ad] 192.168.1.64 [BC-ad] 192.168.1.127
- 3) IP空間: 192.168.1.128 ~ 192.168.1.191 (64個)
  - [NW-ad] 192.168.1.128 [BC-ad] 192.168.1.191
- 4) IP空間: 192.168.1.192 ~ 192.168.1.255 (64個)
  - [NW-ad] 192.168.1.192 [BC-ad] 192.168.1.255

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

23

## サブネットにおけるネットワークアドレスとブロードキャストアドレス例(4)

- クラスBの172.26/16のネットワークを128個に分割した場合
  - (2<sup>7</sup>=128) ネットワーク部は16+7=23bit、ホスト部下位16-7=9bit
  - サブネットマスク(いずれも): /23 FF.FF.FE.00 255.255.254.0
  - 512個(=2<sup>9</sup>)のIP-ad × 128個のネットワーク=65,536個
    - これは本来のクラスBと同じ数
- 1番目) IP空間: 172.26.0.0 ~ 172.26.1.255 (512個分)
  - [NW-ad] 172.26.0.0 [BC-ad] 172.26.1.255
- 2番目) IP空間: 172.26.2.0 ~ 172.26.3.255 (512個分)
  - [NW-ad] 172.26.2.0 [BC-ad] 172.26.3.255
- ...
- 128番目) IP空間: 172.26.254.0 ~ 172.26.255.255 (512個分)
  - [NW-ad] 172.26.254.0 [BC-ad] 172.26.255.255

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

24

## 参考 ; FLSM, VLSM, CIDR ※6.6

- FLSM
  - 全てのサブネットで同じサブネットマスクを利用する
    - 本授業のサブネット化はFLSMを基本とします。
- Variable Length Subnet Mask ; 可変長サブネットマスク
  - 複雑なサブネット化により、より効率よくIP空間を構築できるようになる
  - 様々なサブネットマスクを使って一つのネットワークを分割可能な技術
    - サブネット化されたネットワークを更にサブネット化するなど
      - 例えば、クラスCを、64個+64個+128個のIP空間にサブネット化することも可能
- Classless Inter-Domain Routing
  - クラスの境界を無視したIPアドレスの割り当てと、経路集約ができるメカニズム

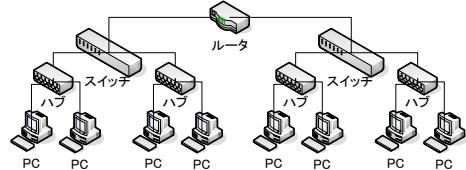
2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

25

## 今日の演習課題準備 ; Visioによる作画

- (2ネットワーク) 1ルータと1×2台スイッチ+2×2台HUBによるLAN構成と8台(2×2×2台)PC接続構成をVisioで作画しよう
- クラスCとクラスBをサブネット化して、その内の二つを利用
- IPアドレスや機器の説明(PC,ハブなど)は不要
  - IPアドレスが必要な機器と不要な機器は頭にいれておこう



2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

26

## ●演習 ; サブネット化とIPアドレス設計と計算(1)

- クラスBとクラスCを各々サブネット化し、その内の2つのサブネットをルータ1台に接続。
  - まず作画(先に準備したものそのまま利用)
  - 詳細な条件は次の通り。
- 必要な各機器にIPアドレスを割り振って記入！
- 各ネットワークのネットワークアドレス+サブネットマスク、及びブロードキャストアドレスを記入！
- 各サブネットには理論上何台のノードを接続できるのかを計算して記入！

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

27

## ●演習 ; サブネット化とIPアドレス設計と計算(2)

- ネットワーク1(クラスCのサブネット化)
  - プライベートアドレス・**クラスC:192.168.129.0**
  - このネットワークを8個にサブネット化し、**5番目のサブネット**を利用
- ネットワーク2(クラスBのサブネット化)
  - プライベートアドレス・**クラスB:172.26.0.0**
  - **1024(=2^10)個**にサブネット化し、**1024番目のサブネット**を利用
- 必要な各機器にIPアドレスを割り振って記入しなさい。
  - ホストのIPは小さい方から、ネットワーク機器のIPは大きい方から割り振るものとする。
- 各ネットワークのネットワークアドレス+サブネットマスク、及びブロードキャストアドレスを記入しなさい。
- 各サブネットにおいて、理論上何台のノードを接続できるのかを計算して記入しなさい。

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

28

## 今日のまとめ

- ○IPアドレスの割り振り
  - アドレスクラス・サブネットをきちんと理解して、各ネットワークのIPアドレス範囲がきちんとわかるようにしよう！
- □クラスC2本のNW設計(復習)
- ○サブネット化(※6.6)
  - サブネット化とサブネットマスク
  - ネットワークアドレスとブロードキャストアドレス
  - サブネットとIPアドレスの計算
- ●演習 ; サブネット化したNWとIPアドレス設計と計算

2012/05/21

第6回ネットワークプランニング(荒井)12

29