

# ネットワークレポート (3144 吉高僚眞)

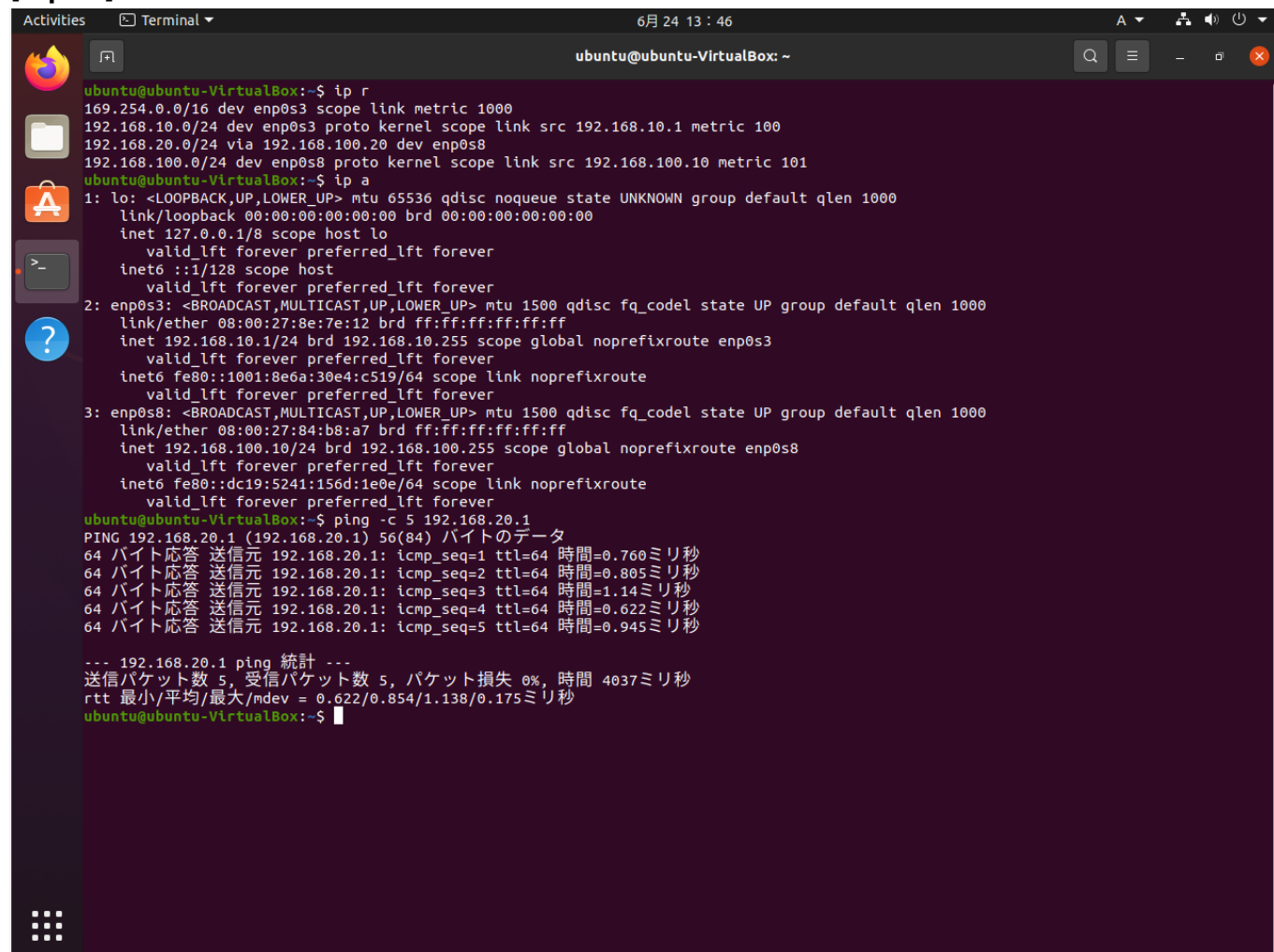
## 目的

- インターネット層における、IPプロトコルを使ったIPルーティングについて理解し、どのようにIPパケットを伝送しているかを理解する。
- ubuntu(Linux)の基本的なネットワーク設定について理解する。
- Wiresharkを用いてパケットキャプチャを行い、IPパケット、MACフレームの構造について理解する。
- NATやNAPT(IPマスカレード)の目的と用途について理解する。

## 実験1: ネットワークインターフェース(NIC)とIPアドレス、ネットワークルーティング

### 動作確認

#### [exp1-1]



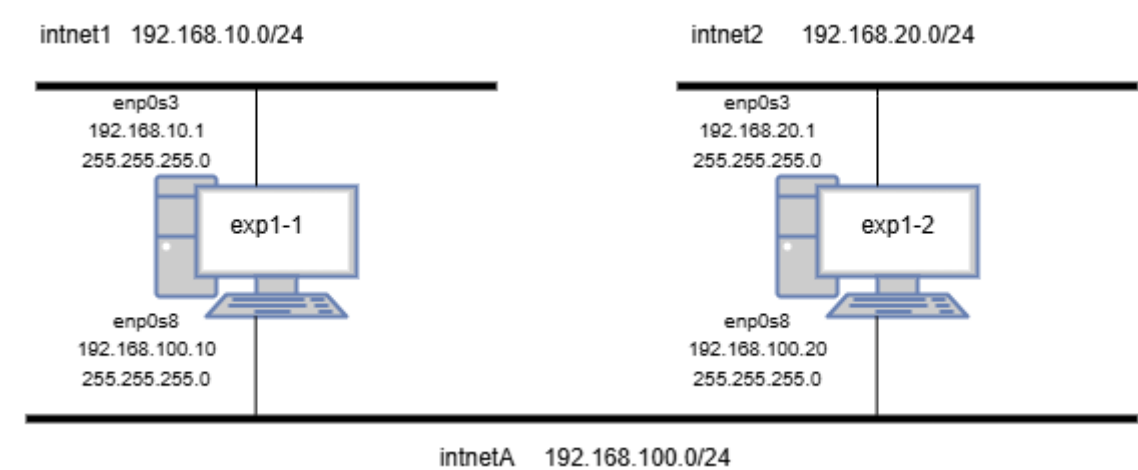
```
ubuntu@ubuntu-VirtualBox: ~  
$ ip r  
169.254.0.0/16 dev enp0s3 scope link metric 1000  
192.168.10.0/24 dev enp0s3 proto kernel scope link src 192.168.10.1 metric 100  
192.168.20.0/24 via 192.168.100.20 dev enp0s8  
192.168.100.0/24 dev enp0s8 proto kernel scope link src 192.168.100.10 metric 101  
$ ip a  
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: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000  
    link/ether 08:00:27:8e:7e:12 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff  
    inet 192.168.10.1/24 brd 192.168.10.255 scope global noprefixroute enp0s3  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
    inet6 fe80::1001:8e6a:30e4:c519/64 scope link noprefixroute  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
3: enp0s8: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen 1000  
    link/ether 08:00:27:84:b8:a7 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff  
    inet 192.168.100.10/24 brd 192.168.100.255 scope global noprefixroute enp0s8  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
    inet6 fe80::dc19:5241:156d:1e0e/64 scope link noprefixroute  
        valid_lft forever preferred_lft forever  
$ ping -c 5 192.168.20.1  
PING 192.168.20.1 (192.168.20.1) 56(84) バイトのデータ  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=1 ttl=64 時間=0.760ミリ秒  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=2 ttl=64 時間=0.805ミリ秒  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=3 ttl=64 時間=1.14ミリ秒  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=4 ttl=64 時間=0.622ミリ秒  
64 バイト応答 送信元 192.168.20.1: icmp_seq=5 ttl=64 時間=0.945ミリ秒  
--- 192.168.20.1 ping 統計 ---  
送信パケット数 5, 受信パケット数 5, パケット損失 0%, 時間 4037ミリ秒  
rtt 最小/平均/最大/ndev = 0.622/0.854/1.138/0.175ミリ秒  
ubuntu@ubuntu-VirtualBox: ~
```

[exp1-2]

ActivitiesTerminal6月 24 13 : 46ubuntu@ubuntu-VirtualBox: ~

ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~\$ ip r  
169.254.0.0/16 dev enp0s3 scope link metric 1000  
192.168.10.0/24 via 192.168.100.10 dev enp0s8  
192.168.20.0/24 dev enp0s3 proto kernel scope link src 192.168.20.1 metric 102  
192.168.100.0/24 dev enp0s8 proto kernel scope link src 192.168.100.20 metric 101  
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~\$ ip a  
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: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER\_UP> mtu 1500 qdisc fq\_codel state UP group default qlen 1000  
link/ether 08:00:27:0d:f7:ce brd ff:ff:ff:ff:ff:ff  
inet 192.168.20.1/24 brd 192.168.20.255 scope global noprefixroute enp0s3  
valid\_lft forever preferred\_lft forever  
inet6 fe80::b8c1:6c3:7774:a1/64 scope link noprefixroute  
valid\_lft forever preferred\_lft forever  
3: enp0s8: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER\_UP> mtu 1500 qdisc fq\_codel state UP group default qlen 1000  
link/ether 08:00:27:aa:f7:3f brd ff:ff:ff:ff:ff:ff  
inet 192.168.100.20/24 brd 192.168.100.255 scope global noprefixroute enp0s8  
valid\_lft forever preferred\_lft forever  
inet6 fe80::2d71:9d56:4729:2a2c/64 scope link noprefixroute  
valid\_lft forever preferred\_lft forever  
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~\$ ping -c 5 192.168.10.1  
PING 192.168.10.1 (192.168.10.1) 56(84) バイトのデータ  
64 バイト 応答 送信元 192.168.10.1: icmp\_seq=1 ttl=64 時間=0.804ミリ秒  
64 バイト 応答 送信元 192.168.10.1: icmp\_seq=2 ttl=64 時間=1.86ミリ秒  
64 バイト 応答 送信元 192.168.10.1: icmp\_seq=3 ttl=64 時間=3.02ミリ秒  
64 バイト 応答 送信元 192.168.10.1: icmp\_seq=4 ttl=64 時間=0.991ミリ秒  
64 バイト 応答 送信元 192.168.10.1: icmp\_seq=5 ttl=64 時間=0.419ミリ秒  
  
--- 192.168.10.1 ping 統計 ---  
送信パケット数 5, 受信パケット数 5, パケット損失 0%, 時間 4022ミリ秒  
rtt 最小/平均/最大/mdev = 0.419/1.419/3.024/0.930ミリ秒  
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~\$ ss

ネットワーク図



ルーティングテーブル

ネットワーク	ネクストホップ
192.168.10.0/24	直接接続

ネットワーク	ネクストホップ
192.168.100.0/24	直接接続
192.168.20.0/24	192.168.100.20

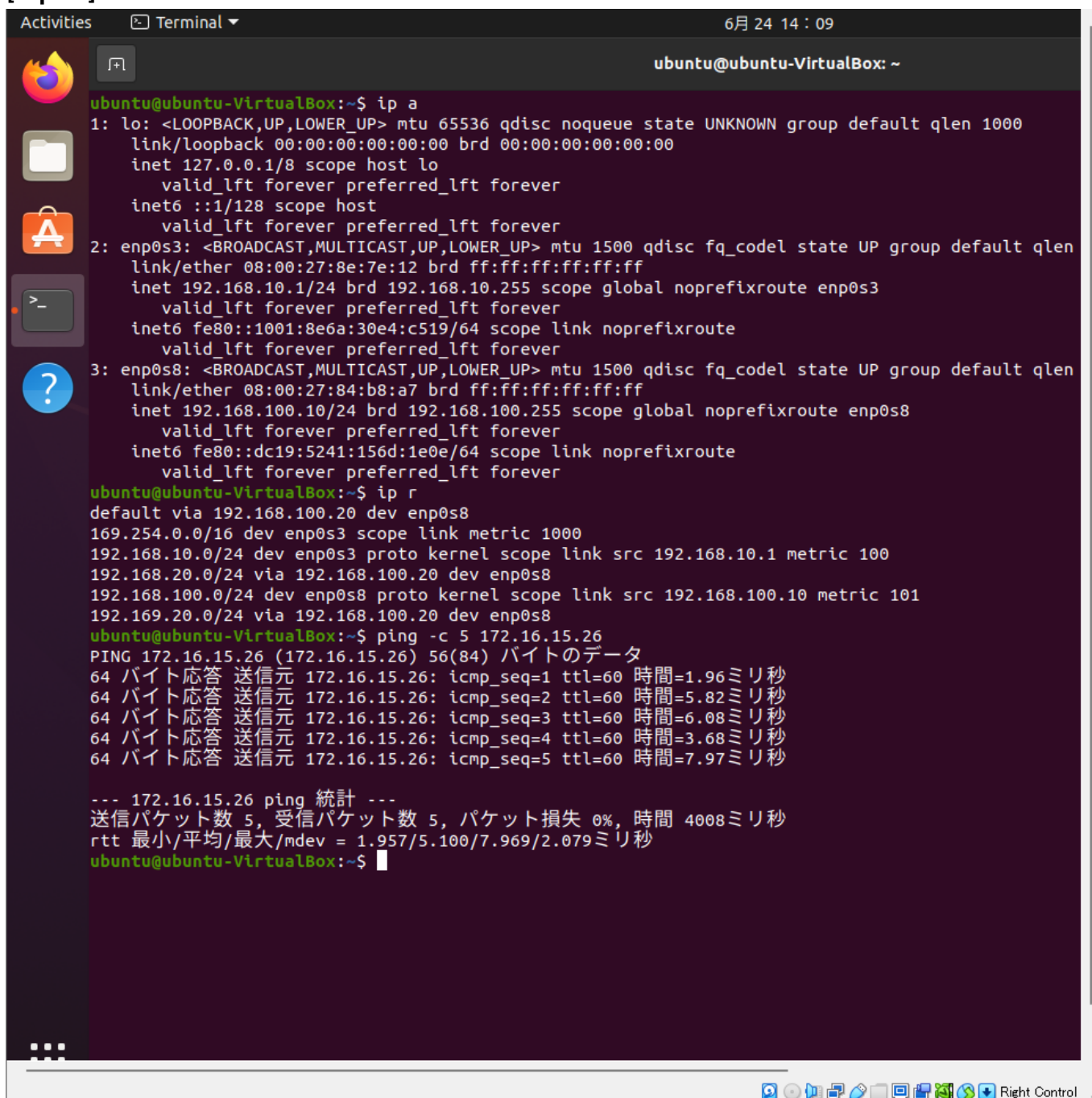
[exp1-1]

ネットワーク	ネクストホップ
192.168.20.0/24	直接接続
192.168.100.0/24	直接接続
192.168.10.0/24	192.168.100.10

NAPT, IPマスカレード

動作確認

## [exp1-1]



A terminal window titled "Terminal" with a dark background and light text. The window shows the output of several network-related commands. The first command is `ip a`, which displays details for three network interfaces: `lo` (loopback), `enp0s3` (ethernet), and `enp0s8` (ethernet). The second command is `ip r`, which shows the routing table. The third command is `ping -c 5 172.16.15.26`, which shows the results of five ping attempts to the IP address 172.16.15.26. The output is in Japanese, showing the IP address, sequence number, TTL, and round-trip time for each ping. The final line shows the ping statistics: 5 packets sent, 5 received, 0% loss, and a round-trip time of 4008ms.

```
Activities Terminal 6月 24 14:09
ubuntu@ubuntu-VirtualBox: ~
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ip a
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: enp0s3: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen
    link/ether 08:00:27:8e:7e:12 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.10.1/24 brd 192.168.10.255 scope global noprefixroute enp0s3
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::1001:8e6a:30e4:c519/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
3: enp0s8: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc fq_codel state UP group default qlen
    link/ether 08:00:27:84:b8:a7 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.100.10/24 brd 192.168.100.255 scope global noprefixroute enp0s8
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::dc19:5241:156d:1e0e/64 scope link noprefixroute
        valid_lft forever preferred_lft forever
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ip r
default via 192.168.100.20 dev enp0s8
169.254.0.0/16 dev enp0s3 scope link metric 1000
192.168.10.0/24 dev enp0s3 proto kernel scope link src 192.168.10.1 metric 100
192.168.20.0/24 via 192.168.100.20 dev enp0s8
192.168.100.0/24 dev enp0s8 proto kernel scope link src 192.168.100.10 metric 101
192.169.20.0/24 via 192.168.100.20 dev enp0s8
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ ping -c 5 172.16.15.26
PING 172.16.15.26 (172.16.15.26) 56(84) バイトのデータ
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=1 ttl=60 時間=1.96ミリ秒
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=2 ttl=60 時間=5.82ミリ秒
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=3 ttl=60 時間=6.08ミリ秒
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=4 ttl=60 時間=3.68ミリ秒
64 バイト応答 送信元 172.16.15.26: icmp_seq=5 ttl=60 時間=7.97ミリ秒

--- 172.16.15.26 ping 統計 ---
送信パケット数 5, 受信パケット数 5, パケット損失 0%, 時間 4008ミリ秒
rtt 最小/平均/最大/mdev = 1.957/5.100/7.969/2.079ミリ秒
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$
```

[exp1-2]

Activities Terminal 6月 24 14 : 09

ubuntu@ubuntu-VirtualBox: ~

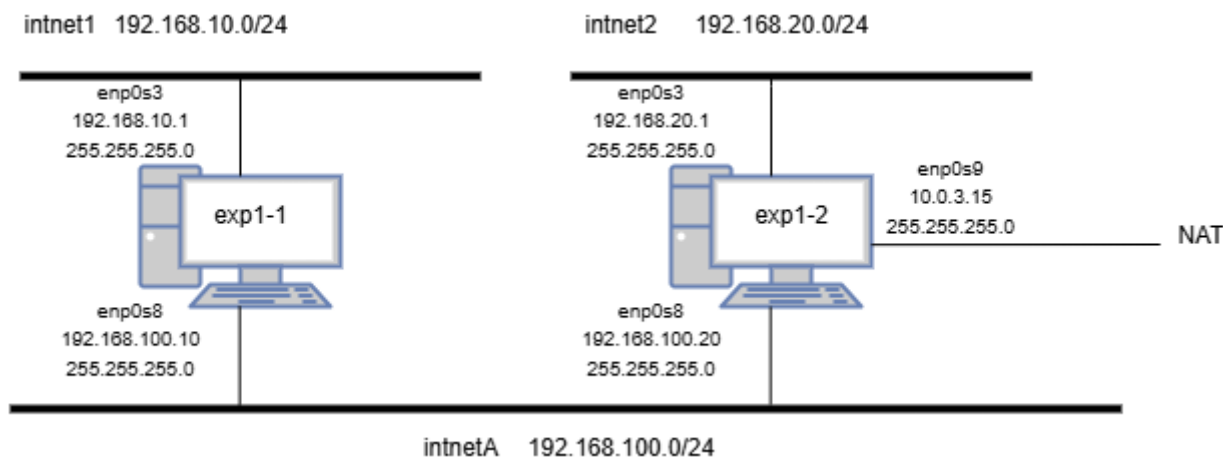
```
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$ sudo iptables -L -t nat
Chain PREROUTING (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain INPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain POSTROUTING (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination
MASQUERADE all  --  192.168.100.0/24      anywhere
ubuntu@ubuntu-VirtualBox:~$
```

ネットワーク図



[exp1-1]

ネットワーク	ネクストホップ	メトリック
192.168.10.0/24	直接接続	0
192.168.100.0/24	直接接続	0
192.168.20.0/24	192.168.100.20	1
10.0.4.0/24	192.168.100.20	1

[exp1-2]

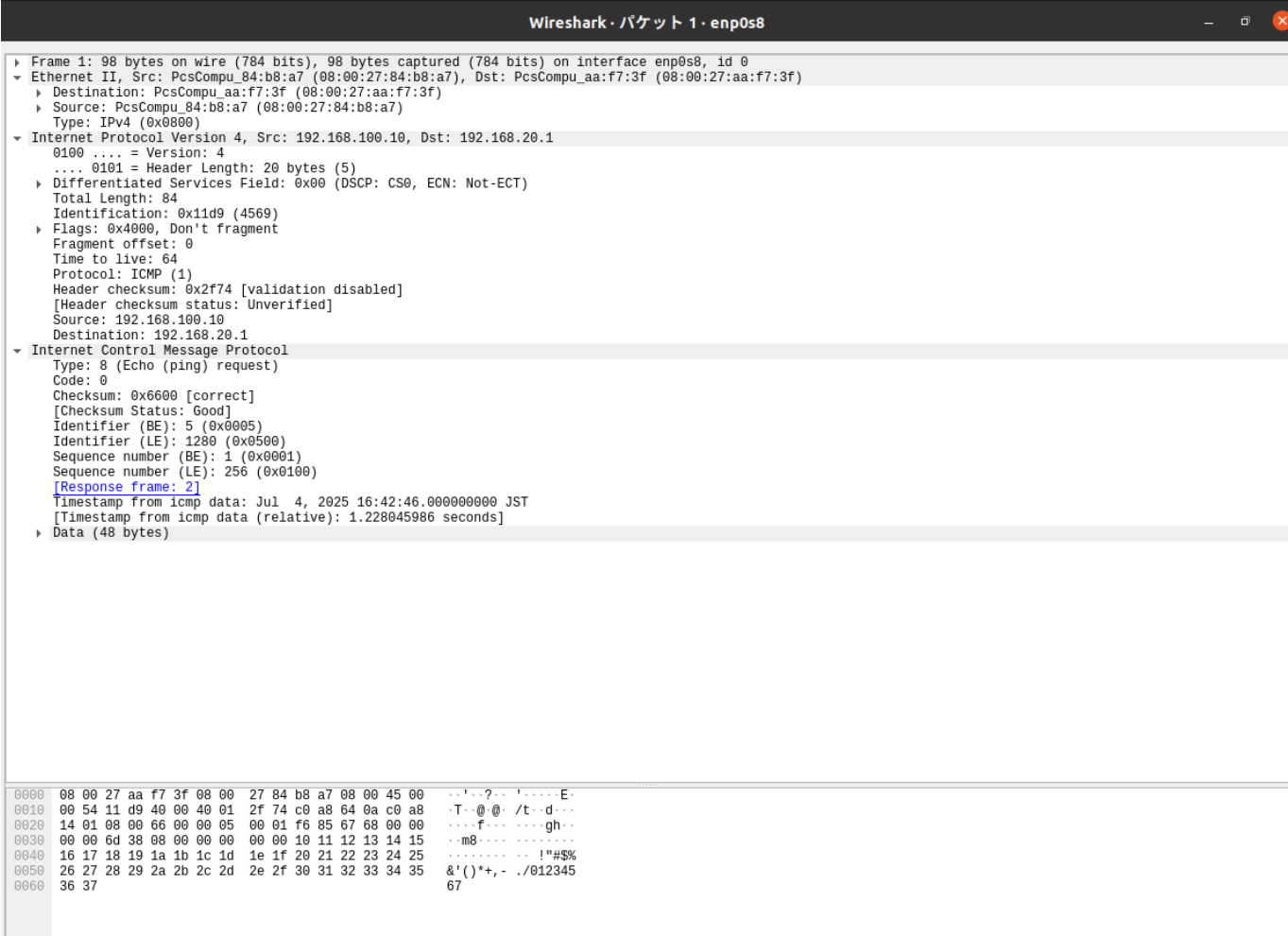
ネットワーク	ネクストホップ	メトリック
192.168.20.0/24	直接接続	0
192.168.100.0/24	直接接続	0
192.168.10.0/24	192.168.100.10	1
10.0.4.0/24	直接接続	0

実験2 Wiresharkを使ってパケットキャプチャする

ネットワーク間

- 1. ICMPパケット一つ(往復分)を詳細を観察し、ICMPパケットの構造をレポートにまとめる

要求



フィールド	値
Ethernet ヘッダ	
宛先 MAC	08:00:27:aa:f7:3f
送信元 MAC	08:00:27:84:b8:a7
EtherType	IPv4 (0x0800)
IP ヘッダ	
送信元 IP	192.168.100.10
宛先 IP	192.168.20.1
Total Length	84
Identification	4569(0x11d9)
Flags	Don't fragment (0x4000)
Frag Offset	0
TTL	64 (0x40)
Protocol	ICMP (0x01)
Header Checksum	0x2f74
ICMP ヘッダ	

フィールド	値
Type	8
Code	0
Checksum	0x6600
Identifier (BE)	5
Identifier (BE)	1280
Sequence Number (LE)	1
Sequence Number (LE)	256

応答

Wireshark - パケット 2 - enp0s8

▶ Frame 2: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface enp0s8, id 0

▼ Ethernet II, Src: PcsCompu\_aa:f7:3f (08:00:27:aa:f7:3f), Dst: PcsCompu\_84:b8:a7 (08:00:27:84:b8:a7)

▼ Destination: PcsCompu\_84:b8:a7 (08:00:27:84:b8:a7)

Address: PcsCompu\_84:b8:a7 (08:00:27:84:b8:a7)

....0. .... = LG bit: Globally unique address (factory default)

....0. .... = IG bit: Individual address (unicast)

▶ Source: PcsCompu\_aa:f7:3f (08:00:27:aa:f7:3f)

Type: IPv4 (0x0800)

▼ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.20.1, Dst: 192.168.100.10

0100 .... = Version: 4

....0101 = Header Length: 20 bytes (5)

▶ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)

Total Length: 84

Identification: 0x9152 (37202)

▶ Flags: 0x0000

Fragment offset: 0

Time to live: 64

Protocol: ICMP (1)

Header checksum: 0xeffa [validation disabled]

[Header checksum status: Unverified]

Source: 192.168.20.1

Destination: 192.168.100.10

▼ Internet Control Message Protocol

Type: 0 (Echo (ping) reply)

Code: 0

Checksum: 0x6e00 [correct]

[Checksum Status: Good]

Identifier (BE): 5 (0x0005)

Identifier (LE): 1280 (0x0500)

Sequence number (BE): 1 (0x0001)

Sequence number (LE): 256 (0x0100)

[Request frame: 1](#)

[Response time: 0.064 ms]

Timestamp from icmp data: Jul 4, 2025 16:42:46.000000000 JST

[Timestamp from icmp data (relative): 1.22810308 seconds]

▶ Data (48 bytes)

0000 08 00 27 84 b8 a7 08 00 27 aa f7 3f 08 00 45 00 ..'....'...E.

0010 00 54 91 52 00 00 40 01 ef fa c9 a8 14 01 c0 a8 .T.R. @. ....

0020 64 0a 00 00 6e 00 00 05 00 01 f6 85 67 68 00 00 d..n....gh..

0030 00 00 6d 38 08 00 00 00 00 00 10 11 12 13 14 15 ..m8.....

0040 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 .....!""#\$\$%

0050 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35 &'()\*+,-./012345

0060 36 37 67

フィールド	値
Ethernet ヘッダ	
宛先 MAC	08:00:27:84:b8:a7
送信元 MAC	08:00:27:aa:f7:3f
EtherType	IPv4(0x0800)
IPv4 ヘッダ	

8 / 11



フィールド	値
送信元 IP	192.168.20.1
宛先 IP	192.168.100.10
Total Length	84
Identification	37202(0x9152)
Flags	0x0000
Fragment offset	0
TTL	64(0x40)
Protocol	ICMP(0x01)
Header Checksum	0x6e00
ICMP ヘッダ	
Type	0
Code	0
Checksum	0x6e00
Identifier (BE)	5
Identifier (BE)	1280
Sequence Number (LE)	1
Sequence Number (LE)	256

ICMPヘッダの構造

- ICMPパケットは、L1のイーサネットヘッダ、L2のIPヘッダ、L3のICMPヘッダからなる。
- ICMPヘッダの構造
  - Type
  - Code
  - Checksum
  - Identifier(BE)
  - Identifier(LE)
  - Sequence number(BE)
  - Sequence(LE)
  - Timestamp
  - Data

のような要素からなる。

- 要求と応答でTypeが異なっていることからその部分にはエコー要求の場合は8,エコー応答の場合は0が入ることがわかる。

外部との通信

1. キャプチャするNICの位置によって、ICMPパケット(IPフレーム)の内容がどのように変わっているか確認し、ex1-2で何が行われているか(実験1でex1-2に対してどのような設定を行ったのかを考えて)考察する。

要求

enp0s8

\*enp0s8

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 移動(G) キャプチャ(C) 分析(A) 統計(S) 電話(Y) 無線(W) ツール(T) ヘルプ(H)

表示フィルタ... <Ctrl-/> を適用

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	192.168.100.10	172.16.15.26	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0014, seq=1/256, ttl=64 (reply in 2)
2	0.001348343	172.16.15.26	192.168.100.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0014, seq=1/256, ttl=60 (request in 1)
3	1.003656415	192.168.100.10	172.16.15.26	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0014, seq=2/512, ttl=64 (reply in 4)
4	1.006843826	172.16.15.26	192.168.100.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0014, seq=2/512, ttl=60 (request in 3)
5	2.003949136	192.168.100.10	172.16.15.26	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0014, seq=3/768, ttl=64 (reply in 6)
6	2.006878093	172.16.15.26	192.168.100.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0014, seq=3/768, ttl=60 (request in 5)
7	3.004938817	192.168.100.10	172.16.15.26	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0014, seq=4/1024, ttl=64 (reply in 8)
8	3.006523493	172.16.15.26	192.168.100.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0014, seq=4/1024, ttl=60 (request in 7)
9	4.006309244	192.168.100.10	172.16.15.26	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0014, seq=5/1280, ttl=64 (reply in 10)
10	4.007891951	172.16.15.26	192.168.100.10	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0014, seq=5/1280, ttl=60 (request in 9)

Frame 1: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface enp0s8, id 0

Ethernet II, Src: PcsCompu\_84:b8:a7 (08:00:27:84:b8:a7), Dst: PcsCompu\_aa:f7:3f (08:00:27:aa:f7:3f)

Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.100.10, Dst: 172.16.15.26

- 0100 .... = Version: 4
  - .... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
- Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
- Total Length: 84
- Identification: 0x0670 (1648)
- Flags: 0x4000, Don't fragment
- Fragment offset: 0
- Time to live: 64
- Protocol: ICMP (1)
- Header checksum: 0x545c [validation disabled]
- [Header checksum status: Unverified]
- Source: 192.168.100.10
- Destination: 172.16.15.26

Internet Control Message Protocol

0000 08 00 27 aa f7 3f 08 00 27 84 b8 a7 08 00 45 00 ..?...E

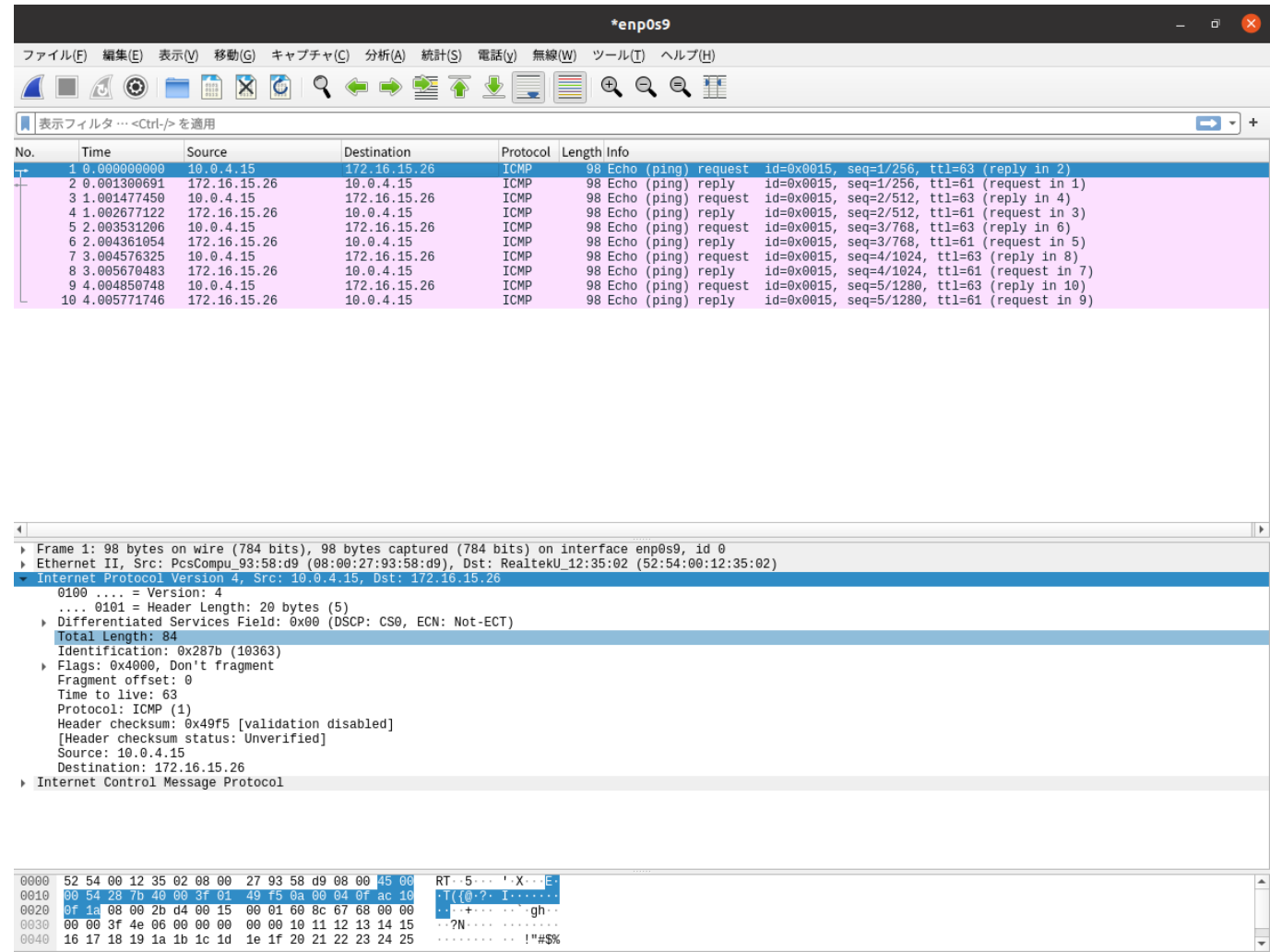
0010 00 54 06 70 40 00 40 01 54 5c c0 a8 64 0a ac 10 .T.p0-@.T\d

0020 0f 1a 08 00 1b 54 00 14 00 01 15 8c 67 68 00 00 ....T...gh

0030 00 00 9f cf 01 00 00 00 00 00 10 11 12 13 14 15 ....

0040 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25 ....!##S

enp0s9



考察

この実験ではexp1-2でIPマスカレードする設定を追加したため、exp1-1のパケットがexp1-2でアドレス変換されているはずである。enp0s8で見ると、192.168.100.10から172.16.15.26に送られているが、enp0s9で見ると、10.0.4.15から172.16.15.26に送られている。そのため、正しくIPアドレスが変換されていると考えられる。

今回の実験で理解できたこと、できなかったこと

- インターネット層における、IPプロトコルを使ったIPルーティングについて理解し、どのようにIPパケットを伝送しているかは理解できたと思う。
- Linuxのネットワーク設定の方法については理解できた。
- Wiresharkを用いてパケットキャプチャを行う方法、IPパケット、MACフレームの構造について理解できた。
- NATやNAPT(IPマスカレード)の目的と用途について理解できた。