

システムアーキテクト実験 2

ネットワーク実験第 2 回レポート

報告者：小川貴史
学籍番号：2600180068-9

2019 年 11 月 27 日

1 はじめに

第 1 章では、本実験を通しての目的を述べる。

本実験では、ネットワーク機器の設定、ネットワークの構築、ネットワークトラフィックの設定を体験することで、基本的な TCP/IP ネットワークの構築・運用ができる能力を習得することを目的とする。

また、今回の実験において使用する機器は、

- クライアント PC (LIFEBOOK A574)
- ルータ兼サーバ (CELSIUS W530)
- L2SW
- HUB (EH-507) (RH505EL)

の 4 つである。この実験ではクライアント PC を L2SW または HUB を介して有線で接続したり、またデスクトップ PC の CELSIUS W530 をルータ兼サーバとして接続する。クライアント PC やデスクトップ PC からコマンドを入力し、その結果を観測することで、基本的な TCP/IP ネットワークの構築・運用の方法を学ぶ。

このレポートは、本実験の第 5 週から第 7 週にかけて行った実験の成果を報告するものである。

2 第 5 週：アプリケーション通信

第 2 章では、第 5 週目に取り組んだ内容について、その報告事項を記述する。

2.1 実験 1：HTTP 通信の観測

2.1.1 実験内容

図 1 に示すネットワークを使用し、Web サーバとブラウザの通信を観測する。この実験では、サブネットマスクを **255.255.255.0** とし、ホスト X は無差別モードに設定し、通信内容を観測する。まず、サーバ S において **httpd** を起動する。これは、「**sudo service apache2 start**」というコマンドを使うことで起動できる。次に、ホスト A において以下の内容の HTML ファイル **index.html** を作成し、**/home/ritsumei/public_html**

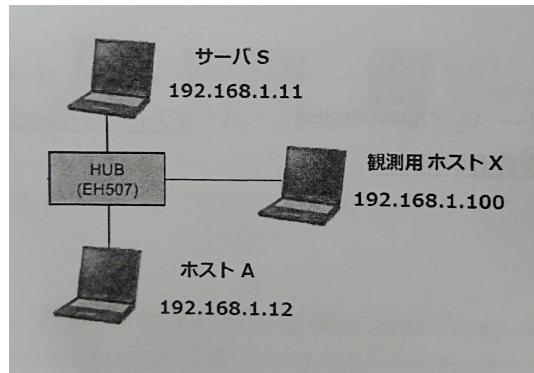


図1 Web サーバとブラウザ通信のネットワーク

内に保存する。ホスト A から指定した URL にアクセスし、その通信内容を観測する。

```

<!DOCTYPE html>
<html>
    <head>
        <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html charset= utf-8">
        <title>Index Sample</title>
    </head>
    <body>
        <h1>Welcome to my page !</h1>
    </body>
</html>

```

2.1.2 報告内容

- ホスト A において,[http://192.168.1.11/ ritsumei/](http://192.168.1.11/)にアクセスし、その通信内容を観測する。
- サーバ S のポート番号を 80 から 8888 に変更し、Web サーバを再起動したのち、ホスト A において,[http://192.168.1.11/ ritsumei/](http://192.168.1.11/)にアクセスし、その通信内容を観測する。
- 2 の後に、ホスト A において,[http://192.168.1.11:8888/ ritsumei/](http://192.168.1.11:8888/)にアクセスし、その通信内容を観測する。
- サーバ S のポート番号を元に戻し Web サーバを再起動し、サーバ S のファイル `index.html` を `indexnew.html` に変更したのち、ホスト A において,[http://192.168.1.11/ ritsumei/](http://192.168.1.11/)にアクセスし、その通信内容を観測する。
- 4 ののち、ホスト A において,[http://192.168.1.11/ ritsumei/indexnew.html](http://192.168.1.11/) にアクセスし、その通信内容を観測する。

2.1.3 実験結果

実験結果を図 2,3,4,5,6 に示す。

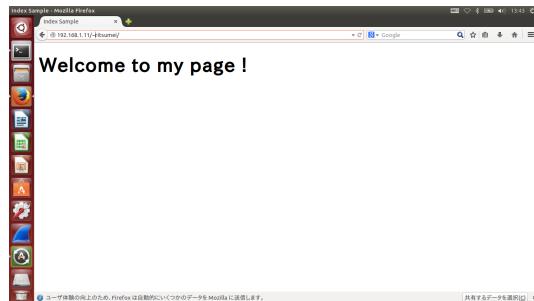


図 2 第 5 週実験 1 報告内容 1



図 3 第 5 週実験 1 報告内容 2

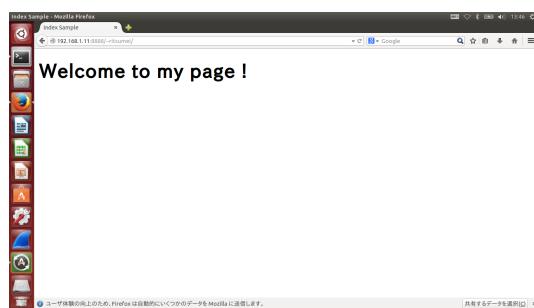


図 4 第 5 週実験 1 報告内容 3



図 5 第 5 週実験 1 報告内容 4

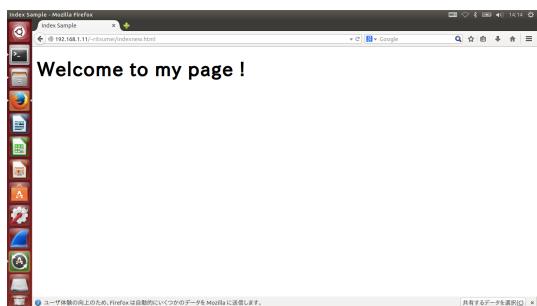


図 6 第 5 週実験 1 報告内容 5

2.2 実験 2：キャッシュがある場合の HTTP 通信

2.2.1 実験内容

図 1 に示すネットワークを使用し、HTTP パケットの中身を観測する。サーバ S において、実験 1 にて使用した `indexnew.html` をコピーした `test.html` を使用する。`test.html` の内容を以下に示す。

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html charset= utf-8">
    <title>Index Sample</title>
  </head>
  <body>
    <h1>Welcome to my page !</h1>
    
  </body>
</html>
```

2.2.2 報告内容

1. ホスト A において,`http://192.168.1.11/ ritsumei/test.html` にアクセスし、その通信内容を観測する。
2. 1 ののち、ホスト A のブラウザで F5 キーを押しページを再読み込む。このときの通信内容を観測する。
3. 2 ののち、サーバ S において `touch sample01.jpeg` というコマンドを実行し、そしてホスト A のブラウザで F5 キーを押しページを再読み込む。このときの通信内容を観測する。このときの 2 との違いを観察する。

2.2.3 実験結果

実験結果を図 7 に示す。

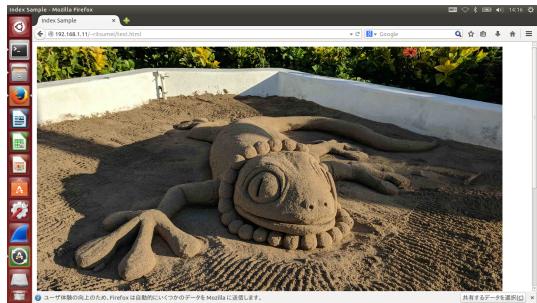


図 7 第 5 週実験 2 報告内容 1

2.3 実験 3：画像の転送順序

2.3.1 実験内容

図 1 に示すネットワークを使用し、画像ファイルを用いた HTTP 通信フレームを観測する。サーバ S において、実験 1 にて使用した **indexnew.html** をコピーした **image.html** を使用する。**test.html** の内容を以下に示す。

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html charset= utf-8">
    <title>Index Sample</title>
  </head>
  <body>
    <img src = "small.jpg" alt="image" width ="80" height = "60">
    <img src = "big01.jpg" alt="image" width ="80" height = "60">
    <h1>Welcome to my page !</h1>
  </body>
</html>
```

2.3.2 報告内容

- ホスト A のブラウザから <http://192.168.1.11/> **ritsumei/image.html** にアクセスし、その通信内容を観測する。
- サーバ S において **image.html** の 2 つの img タグの順番を入れ替えたのち、ホスト A においてキャッシュを削除し F5 キーを押して再読み込む。このときの通信内容を観測し、また 1 との違いを確認する。
- サーバ S において **big01.jpeg** を複数枚、それに応じて img タグを増やす。このとき、**small.jpg** のタグを最後になるようにする。そして、ホスト A のブラウザでキャッシュを削除し再読み込む。このときのホスト A のブラウザ上での画像の描画の順番を観察する。このとき、すべての **bigXX.jpeg** ファイルが描画される前に **small.jpg** が描画されるまで **big01.jpeg** を複数枚、それに応じて img

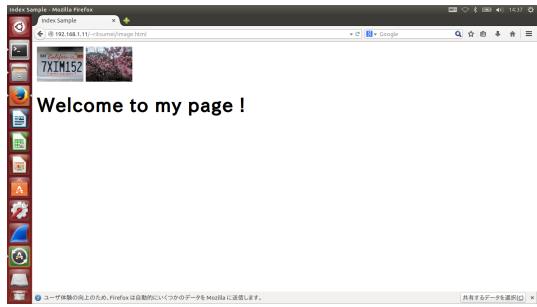


図 8 第 5 週実験 3 ホスト A

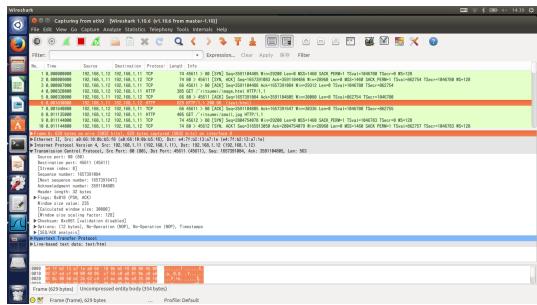


図 9 第 5 週実験 3 観測ホスト

タグを増やし、キャッシュ削除と再読み込みを繰り返す。

2.3.3 実験結果

実験結果を 8,9 に示す。また、観測用ホストでの観測結果はすべて記載すると膨大な量になるため、ここでは画像 1 枚のみに割愛する。

2.4 実験 4：Form メソッドを用いた HTTP 通信

2.4.1 実験内容

図 1 に示すネットワークを使用し、Web サーバとブラウザの通信の準備をする。ホスト S において、**post.html** を作成し、**/home/ritsumei/public_html** 内に保存する。ここで用いる **post.html** の内容を以下に示す。

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html charset= utf-8">
    <title>Index Sample</title>
  </head>
  <body>
    <form name="form1" action="http://192.168.1.11/post.php">
```

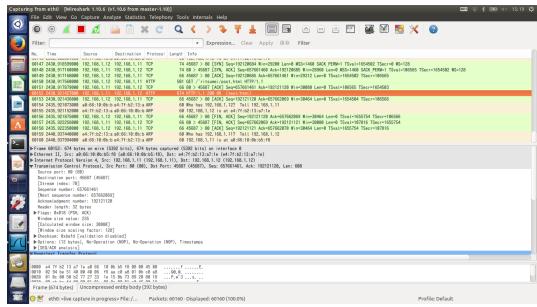


図 10 第 5 週実験 4 ホスト X

```

method="POST">
    input your name.
    <input type ="name" name ="name">
    <button type= "submit">SEND</button>
    <h1>Welcome to my page !</h1>
</body>
</html>

```

また、**post.php** を作成し、**/var/www/html** 内に保存する。**post.php** の内容を以下に示す。

```

<?php
header ("Content-Type: text/html; charset=UTF-8")
$name = \$_POST[ 'name' ];
echo "Hello ", \$name;

```

2.4.2 報告内容

ホスト A のブラウザから <http://192.168.1.11/ritsumei/post.html> にアクセスする。表示されたフォームのテキストボックスに適当な文字列を入力し、Send ボタンを押す。このときの通信内容を観測する。

2.4.3 実験結果

実験結果を 10 に示す。

3 第 6 週：動画配信

第 3 章では、第 6 週目に取り組んだ内容について、その報告事項を記述する。

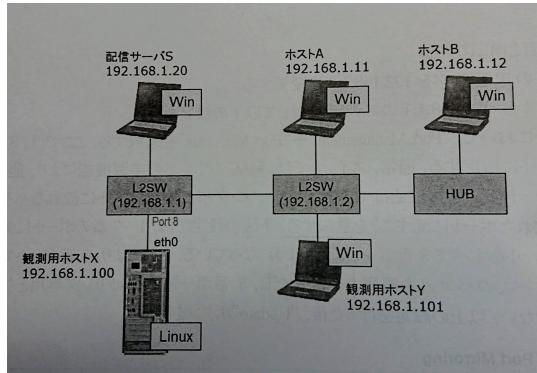


図 11 動画配信ネットワーク

3.1 実験 1：準備（L2SW の IP アドレスとモニタポートの設定）

- 3.1.1 実験内容
- 3.1.2 報告内容
- 3.1.3 実験結果
- 3.1.4 考察

3.2 実験 2：動画配信

3.2.1 実験内容

図 11 に示すネットワークを使用し、トラフィックを測定する。観測用ホスト X にて無差別モードに設定し、Wireshark を起動、配信サーバ S において動画配信ソフト Windows Media Encoder 9 を起動、ホスト A とホスト B にて Windows Media Player を起動する。その後、サーバ S においてポート番号を 8080 に指定し、動画を配信する。そして、ホスト A にて動画を受信する。このとき、ホスト A の [URL を開く] から <http://192.168.1.20.8080> を指定する。

3.2.2 報告内容

1. 流れているパケット、配信されている動画の映像の乱れや遅延の様子、ホスト A およびサーバ S におけるポートの状態を観測する。
2. 観測用ホスト Y を通して、L2SW (192.168.1.2) のトラフィックを測定する。10 秒間のおおよそのパケット数を測定する。
3. ホスト B においても動画を受信し、1 同様、流れるパケット、配信されている動画の映像の乱れや遅延の様子、ホスト A, B およびサーバ S におけるポートの状態を観測する。
4. 2 と同様に、観測用ホスト Y を通して、L2SW (192.168.1.2) に流れるパケット数を測定する。
5. ホスト A やホスト B をネットワークから切り離したり、戻したりする。このときのパケットや動画の様子を観察する。

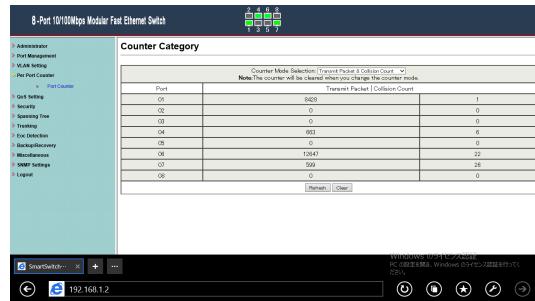


図 12 第 6 週実験 2 報告内容 2

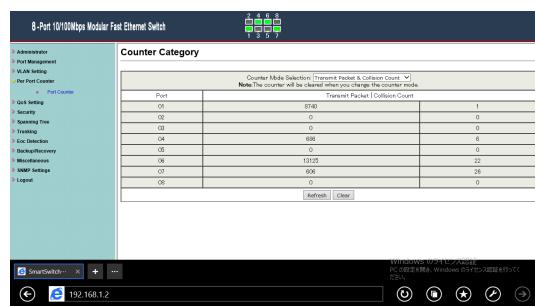


図 13 第 6 週実験 2 報告内容 2 (2)

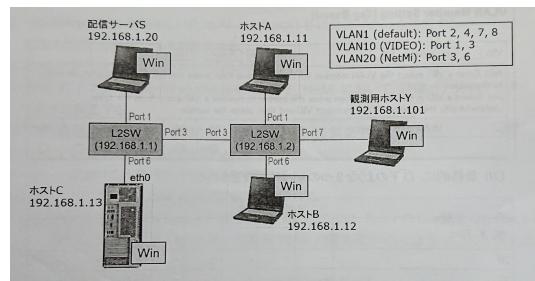


図 14 動画配信ネットワークと VLAN

3.2.3 実験結果

1. 受信側のホスト A にて,8~9 秒程度の遅延があった. 動画の乱れは観測されなかった.
2. 図 12,13 に示す.
3. 8~9 秒程度の遅延と, 少しの動画の乱れが観測された.
4. 2 とほぼ同様の結果が得られた.
5. 3 ほぼ同様の結果が得られた.

3.3 実験 3：動画配信と VLAN の作成

3.3.1 実験内容

図 14 に示すネットワークを使用する。まず、ホスト Y から 2 台の L2SW に動画用と負荷用に 2 つの VLAN を設定する。次に、VLAN に対して CoS 値 (Class of Service) を指定された通りに割り当てる。そして、各 VLAN の優先度を設定する。また、いかにこの実験の大まかな流れを説明する。

1. サーバ S とホスト A で動画配信とその受信を行い、配信されている動画の様子を観察する。
2. ホスト Y から 2 台の L2SW のトラフィックを測定する。
3. ホスト B とホスト C で NetMi を起動する。ホスト B からサーバとして動作させる。ホスト C は「バインドするアダプターの IP アドレス」に自分のアドレス、「相手の IP アドレス」にホスト B の IP アドレスを指定する。また、NetMiにおいて、送信パケットのデータサイズを 512 に設定する。
4. 「送信開始」ボタンを押すことで、ホスト C からホスト B へ負荷パケットを送信し、配信されている動画の様子を観察する。
5. ホスト Y から 2 台の L2SW のトラフィックを測定する。
6. ホスト C における負荷パケットの送信を中断する。NetMiにおいて、送信パケットのデータサイズを 8 に変更する。
7. 「送信開始」ボタンを押し、動画の様子を観察する。
8. ホスト Y から 2 台の L2SW のトラフィックを測定する。
9. ホスト C における負荷パケットの送信を中断する。また、ホスト Y から、2 台の L2SW の VLAN 設定を変更する。ここでは、Port1 の CoS 値を Q2、Port6 の CoS 値を Q1 に変更する。その後、NetMiにおいて、送信パケットのデータサイズを 512 に変更する。
10. 「送信開始」ボタンを押し、動画の様子を観察する。
11. ホスト Y から 2 台の L2SW のトラフィックを測定する。

3.3.2 報告内容

1. 上記の本実験の流れの 1,4,7 番での動画の様子を比較して報告する。
2. 上記の本実験の流れの 2,5,8 番での L2SW (192.168.1.2) のパケット数を報告する。
3. 上記の本実験の流れの 10 番と 4 番を比較する。
4. 上記の本実験の流れの 11 番において、L2SW (192.168.1.2) の出力レートを測定し、5 番と比較しながら各ポートを流れるパケット数を報告する。

3.3.3 実験結果

図 15～23 に示す。

4 第 7 週：ルーティング

第 4 章では、第 7 週目に取り組んだ内容について、その報告事項を記述する。

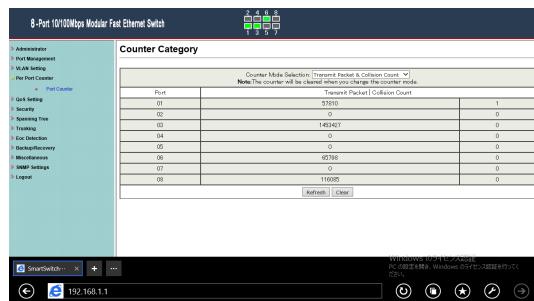


図 15 第 6 週実験 3 報告内容 2

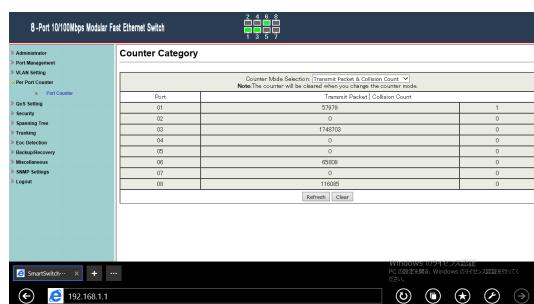


図 16 第 6 週実験 3 報告内容 2 (2)

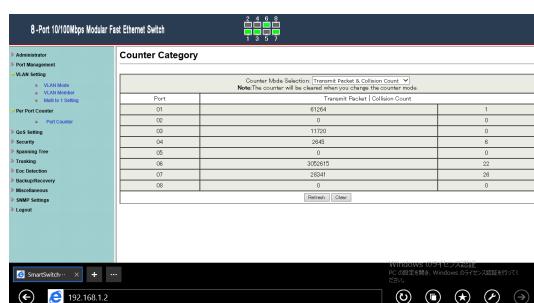


図 17 第 6 週実験 3 報告内容 2 (3)

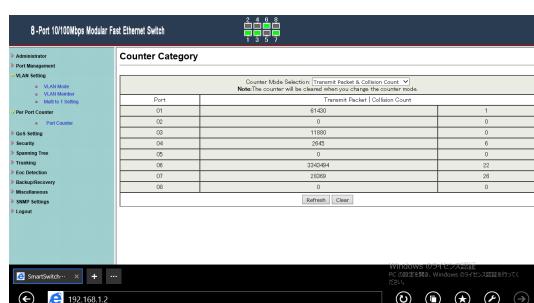


図 18 第 6 週実験 3 報告内容 2 (4)

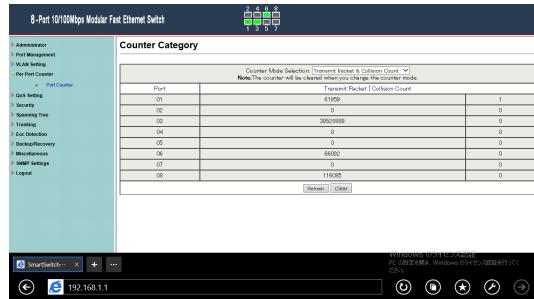


図 19 第 6 週実験 3 報告内容 2 (5)

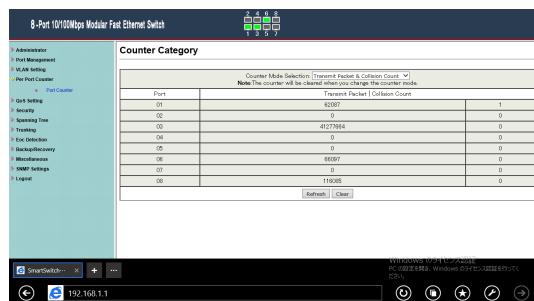


図 20 第 6 週実験 3 報告内容 2 (6)



図 21 第 6 週実験 3 報告内容 2 (7)

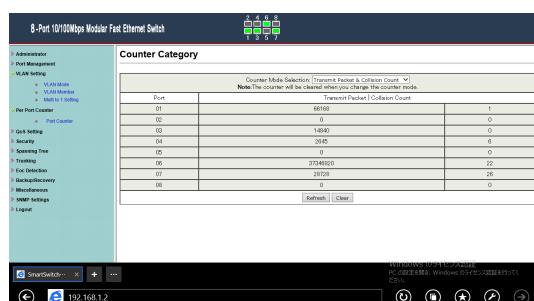


図 22 第 6 週実験 3 報告内容 2 (8)

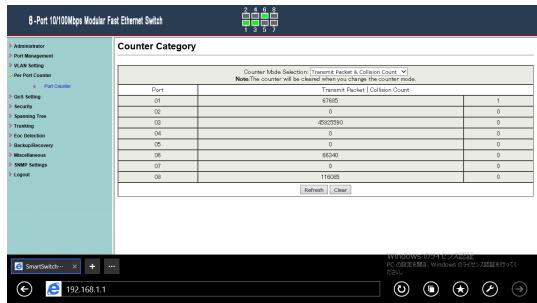


図 23 第 6 週実験 3 報告内容 4 (7)

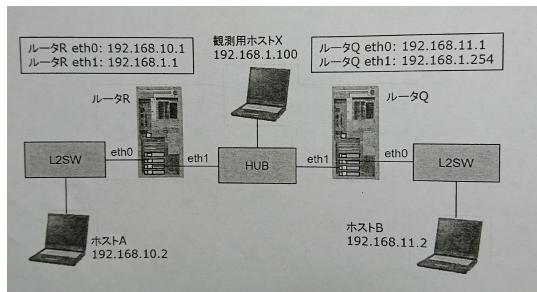


図 24 ルータで接続されたネットワーク

4.1 実験 1：静的経路によるルーティング

4.1.1 実験内容

図 24 に示すネットワークを使用し、経路情報に関するパケットを観測する。

4.1.2 報告内容

- ホスト A からホスト B, ホスト B からホスト A に対して `traceroute -mtu` を実行し、その結果を報告する。
- ルータ R とルータ Q において `ip` でそれぞれの経路情報を確認する。

4.1.3 実験結果

図 25,26 に示す。

4.2 実験 2：OSPF によるルーティング（単一エリア）

4.2.1 報告内容

- OSPF 設定後に観測したパケットを報告する。
- 1 の後に、ホスト A からホスト B, ホスト B からホスト A に対して `traceroute -mtu` を実行し、その結果を報告する。
- ルータ R とルータ Q において `ip` でそれぞれの経路情報を確認する。

図 25 第 7 週実験 1 報告内容 1

図 26 第 7 週実験 1 報告内容 2

```
rttsum@rttsum-OptiPlex-5090:~$ traceroute -m 2 192.168.10.2
traceroute: sending 32 byte packets
 1  192.168.11.1 (192.168.11.1)  0.900 ms F+1000  0.481 ms  0.484 ms
 2  *          *          *          0.360 ms  0.366 ms  1.220 ms
 3  + 192.168.10.2 (192.168.10.2)  0.222 ms *
rttsum@rttsum-OptiPlex-5090:~$
```

図 27 第 7 週実験 2 報告内容 1

4. OSPF のリンクステート情報を報告する。

4.2.2 実験結果

図 27,28,,29 に示す.

4.3 実験 3：OSPF によるルーティング（複数エリア）

4.3.1 実験結果

図 30 に示す。

図28 第7週実験3報告内容4

図 29 第 7 週実験 3 報告内容 4 (2)

```
rttsum@rttsumel:~/Downloads$ traceroute -m 10 192.168.10.2
traceroute to 192.168.10.2 (192.168.10.2), 10 hops max, 56 byte packets
 1  192.168.11.1 (192.168.11.1)  0.913 ms  0.846 ms  0.886 ms
 2  192.168.10.1 (192.168.10.1)  1.271 ms  1.271 ms  1.271 ms
 3  192.168.10.2 (192.168.10.2)  2.158 ms  2.158 ms  2.158 ms
rttsum@rttsumel:~/Downloads$
```

図 30 第 7 週実験 3 報告内容 2

4.4 実験 4：OSPF によるルーティング（リンクの切断および復帰）

4.4.1 実験結果

図 31 に示す.

4.5 実験 5：経路の切り替え

4.5.1 実験結果

図 32 以降に示す。

図31 第7週実験4報告内容

```
itsumet@itsumet:~/MWS5981$ traceroute -nrt 192.168.2  
traceroute to 192.168.2.2 (192.168.19.2), 30 hops max, 80 byte packets  
1  192.168.1.1 (192.168.1.1)  1.282 ms  1.299 ms  1.255 ms  
2  192.168.1.1 (192.168.1.1)  1.282 ms  1.298 ms  1.298 ms  
itsumet@itsumet:~/MWS5981$
```

図 32 第 7 週実験 5 報告内容 1

図 33 第 7 週実験 5 報告内容 2

5 おわりに

ケーブル等の機材の不具合の問題に悩まされた。