

平成 27 年度名古屋大学技術職員研修（情報通信コース）受講報告

谷口泰広^{A)}、田上奈緒^{A)}、柘植朗^{A)}、眞野篤志^{B)}

^{A)}共通基盤技術支援室 情報通信技術系

^{B)}教育・研究技術支援室 計測・制御技術系

概要

平成 27 年 9 月 2 日から 9 月 4 日にかけて、名古屋大学技術職員研修(情報通信コース)が名古屋大学東山地区で開催された。

RaspberryPi を用いた IPv6 ネットワークの構築について講義と実習で学ぶ型式であった。

本報告では、大きく RaspberryPi、Ipv6、実習に分けて受講内容を報告する。

1 RaspberryPi について



図 1. RaspberryPi の外観

RaspberryPi は、イギリスのラズベリーパイ財団（Raspberry Pi Foundation）が開発した超小型のコンピューターで、学校で基本的なコンピュータ科学の教育を促進することを意図している。モデルが複数あるが、本研修では、RaspberryPi2Model を使用した。OS も複数対応しているが、本研修では Debian をベースとした Raspbian（ラズビアン）を使用した。ストレージとして、SD メモリーカードを利用した。

RaspberryPi の仕様を次に示す。

表 1. RaspberryPi の仕様

項目	Raspberry Pi 2 Model
SoC	Broadcom BCM2836 ARM Cortex-A7 クアッドコアプロセッサ
CPU	900 MHz (ARMv7 ファミリ)
GPU	Broadcom VideoCore IV, OpenGL ES 2.0, 1080p 30fps
メモリ	1 GB LPDDR2
USB 2.0	4 (統合 USB ハブ)

映像出力	HDMI (rev1.3&1.4) , コンポジットビデオ
音声出力	HDMI, 3.5mm4 極ジャック
ストレージ	microSD メモリーカードスロット (SDIO 対応)
ネットワーク	10/100Mbps イーサネット
電源ソース	5 V / USB Micro-B コネクタ 900mA (4.5W-5.5W)
大きさ	86 x 56 x 20 mm
OS	Debian, Fedora, Arc, Windows 10

キーボードとマウスを USB ポートに接続し、ネットワークケーブルを LAN ポートに、ディスプレイケーブルは HDMI 端子に接続して使用する。電源スイッチはなく USB の Micro-B コネクタに接続すると電源 ON の状態になる。

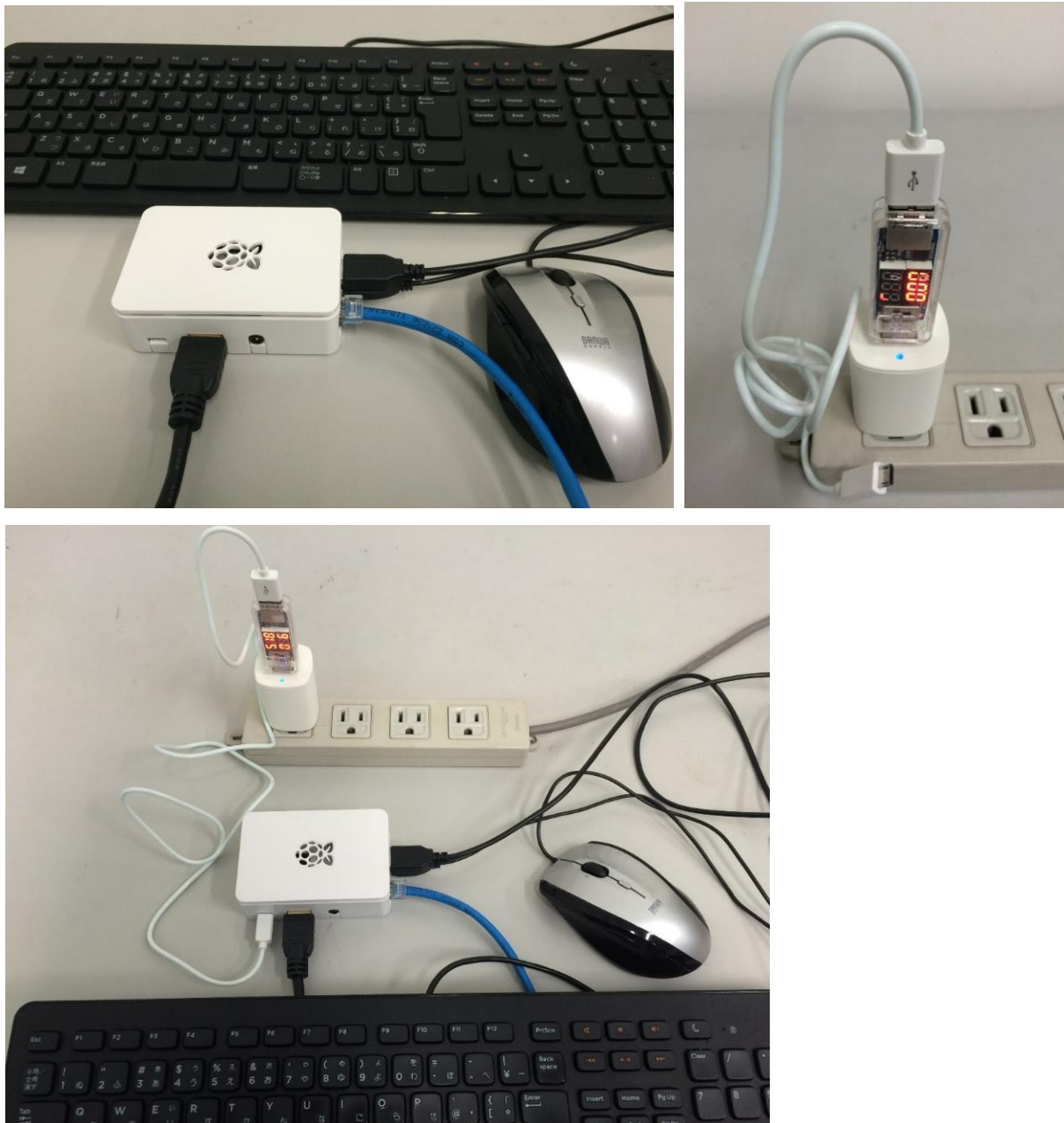


図 2. 周辺機器の接続

OS のインストールは、「NOOBS」を使った。

本来は NOOBS をダウンロードしなければいけないが、既に microSD カードに保存するまで準備されていたため、RaspberryPi を起動するだけで、インストーラーの画面になった。

インストールする OS に Raspbian を選択し、メニューに従って進めるだけで簡単にインストールができた。

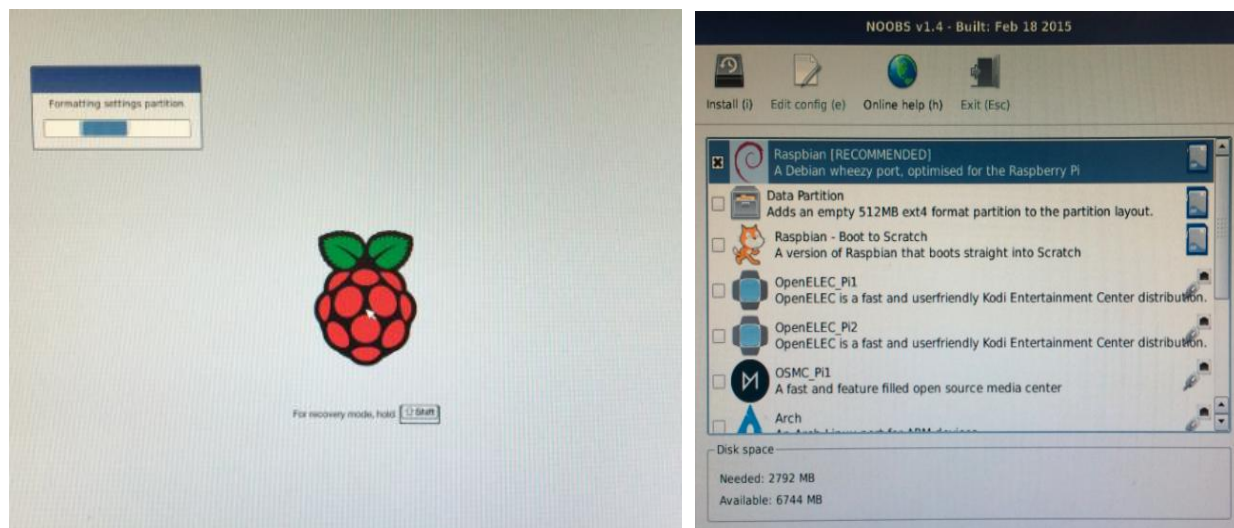


図 3. インストール画面

2 IPv6 基礎

RaspberryPi を用いた IPv6 実習に先立ち IPv6 の基礎について講義を受講した。

2.1 IPv6 パケット構成

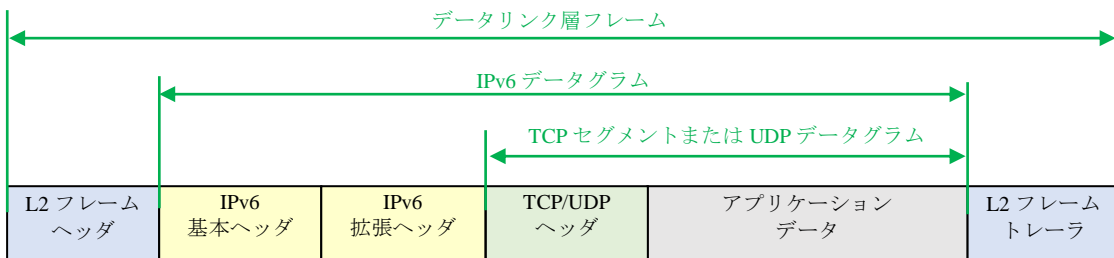


図 4. IPv6 パケット構成

主な特徴として、以下の点がある。

- ① IPv6 パケットのヘッダー自体は IPv4 と比較して長くなっているが
基本ヘッダー (40 バイト固定長)
拡張ヘッダー (7 種類の拡張ヘッダーのうち必要なものが数珠つなぎになっている)
に別れており、ルータが参照するのは基本ヘッダーのみ (一部拡張ヘッダーも参照) としてネットワーク系路上におけるルータの負荷を軽減している。
- ② フロー (通信における端末間の 1 連のパケットの流れ) を識別する番号であるフローラベルが基本ヘッダーにあり、ルータは UCP/UDP ヘッダーを参照しなくてもフロー制御が可能。
- ③ IPv4 におけるフラグメントでは、パケットサイズがデータリンク層におけるフレーム最大長 (MTU) 内に収まるよう経路上の各ルータで分割されるが、IPv6 ではフラグメント処理をルータでは行わず、送信元で経路上の最小 MTU を探索し、そのサイズに収まるようあらかじめ分割されるため、ルータでの分割が不必要。

2.2 IPv6 アドレス構成

1.2.1 アドレス構成

IPv6 のアドレスは 128 ビットであり、以下の構成となる。

サブネットプレフィックス (n ビット)	インターフェース ID (128-n ビット)
----------------------	-------------------------

図 5. IPv6 パケット構成

一般的には「サブネットプレフィックス 64 ビット」+「インターフェース ID 64 ビット」で、前者は IPv4 のネットワークアドレスに、後者は IPv4 のホストアドレスに相当する。

1.2.2 アドレスの種類

通信方法により以下の 3 種類に分類される。

ユニキャストアドレス	[1 : 1]通信	通常の通信
マルチキャストアドレス	[1 : 他]通信	複数のノードに同一 IP を割り当て、グループ内通知を送信する。ブロードキャストはここに含まれる。近隣探索などでも使用
エニーキャストアドレス	[1 : 他の中の 1]通信	複数のノードに同一 IP を割り当て、そのグループ内で経路が最短のノード 1 つのみに送信 経路最短の判断・・・RIP の場合ホップ数、OSPF の場合通信速度

表 2. 通信方法によるアドレス分類

さらに、ユニキャストアドレスはスコープにより以下のように分類される。

リンクローカル ユニキャストアドレス	同一セグメント（同一サブネット）内の通信のみ可能 ルータ越えしない
ユニークローカル ユニキャストアドレス	企業内・組織内など特定ネットワーク内で通信可能 ex) 名大学内ネットワーク ルータ越えするが、インターネットには出て行けない
グローバル ユニキャストアドレス	インターネット上でユニークなアドレス

表 3. スコープによるユニキャストアドレス分類

1.2.3 アドレス分類まとめ

上記をまとめると以下ようになる。

種類	スコープ	サブネットプレフィックス (一般に 64bit)		インターフェース ID (一般に 64bit)
		上位 16bit		
ユニキャスト アドレス	リンク ローカル	FE80		<ul style="list-style-type: none"> ・ 手動生成
		FE80:0000:0000:0000 (64bit)		
	ユニーク ローカル	FCxx or FDxx		<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動生成 EUI-64・MAC アドレスから生成 (*) or 匿名アドレス
		11111100 or 11111101 (8bit) + グローバル ID (40bit) + サブネット ID (16bit)		(*) MAC アドレス上位 24bit + 0xFFFFE + MAC アドレス下位 24bit
	グローバル	2xxx or 3xxx		で 7bit 目を反転
		001 (3bit) + グローバルルーティングプレフィックス (主に 45bit) + サブネット ID (主に 16bit)		
マルチキャスト アドレス		FFxx		WellKnown マルチキャストアドレス
		11111111 (8bit) + 各フラグ (4bit) + スコープ (4bit) ex) 0010:リンクローカル or 1110:グローバル + グループ ID (112bit)		FF0x:: 予約済みマルチキャスト FF01::1 全ノードアドレス (ノードローカル) FF01::2 全ルータアドレス (ノードローカル) FF02::1 全ノードアドレス (リンクローカル) ... IPv4 のブロードキャスト FF02::2 全ルータアドレス (リンクローカル) FF02::1:FFxx:xxxx 要請ノードアドレス ... 近隣探索など グループ ID は上記予約アドレス以外は自由に割り当て
エニーキャスト アドレス		?		
その他	未指定 アドレス			0:0:0:0:0:0:0 または ::
	ループバック アドレス			0:0:0:0:0:0:1 または ::1

表 4. アドレス分類まとめ

ユニキャストアドレスのリンクローカル・ユニークローカル・グローバルそれぞれのアドレス割当ては以下の方法で行なわれる。

リンクローカル ユニキャストアドレス	インターフェースの初期化時に自動的に割り当て
ユニークローカル ユニキャストアドレス	DHCPv6 サーバから割り当て (ステートフル) または ルータから自動割り当て (ステートレス) グローバル ID は組織内で決定 サブネット ID は組織内でサブネット分割する場合割当て 上記2つの ID を、ルータ orDHCP サーバに設定しておく
グローバル ユニキャストアドレス	DHCPv6 サーバから割り当て (ステートフル) または ルータから自動割り当て (ステートレス) グローバル ID は管理団体 (プロバイダ) から割り当て サブネット ID は組織内でサブネット分割する場合割当て 上記2つの ID を、ルータ orDHCP サーバに設定しておく

表 5.ユニキャストアドレスの IP アドレス割当て方法

ユニークローカルとグローバルについては、ネットワークアドレスをルータから取得する“ステートレス自動構成”と、DHCPv6 サーバから取得する“ステートフル自動構成”があり、両方の組み合わせることで、必要なネットワーク情報が全て取得できる。
以下にルータ・DHCPv6 サーバのそれぞれから取得可能な情報を示す。

(○ : 取得可能 △ : 場合による × : 取得不可能)

	ルータ (ステートレス)	DHCPv6 (ステートフル)
IP アドレス	○	○
デフォルトゲートウェイ	○	×
DNS サーバ	△	○

表 6. ステートレスとステートフルの取得可能な情報

1.2.4 アドレス表記の規則

128 ビットを 16 ビットずつ 8 ブロックに分け、16 進数で表現

例) 1080:0000:0000:0008:0800:200C:417A:3210

↓ ブロック毎の前 0 は省略可能、0000 は 0 に省略可能

1080:0:0:8:800:200C:417A:3210

↓ ブロック=0 が続く場合何ブロックでも::に省略可能 (ただし 1 箇所のみ)

1080::8:800:200C:417A:3210

2.3 ICMPv6 の機能

IPv6 においては、その各機能を実現するために ICMPv6 が重要な役割を果たす。

IPv4 における ICMP 機能に加えて、マルチキャストリスナ探索・近隣探索の機能もあるがここでは割愛する。

2.4 IPv4 から IPv6 移行技術

IPv4 と IPv6 を共存させる技術は以下のものがある。

デュアルスタック	IPv4, IPv6 両方のプロトコルスタックがインストールされてる。 ある相手と通信する際にまず、IPv6 の AAAA レコードで名前解決しようとし、 あれば IPv6 で通信・なければ IPv4 で通信 経路上のすべてに IPv6 がインストールされている必要がある
トンネリング	IPv4 の経路では IPv6 パケットを IPv4 パケットでカプセル化

表 7. IPv4→IPv6 移行技術

3 実習

「RaspberryPi について」「Ip-v6 について」等の講義のあとに RaspberryPi を用いた IPv6 の実習を行った。

3.1 実習環境

実習は2名ずつ4班に分かれて行い、それぞれサーバ PC とクライアント PC を担当した (図 6)。

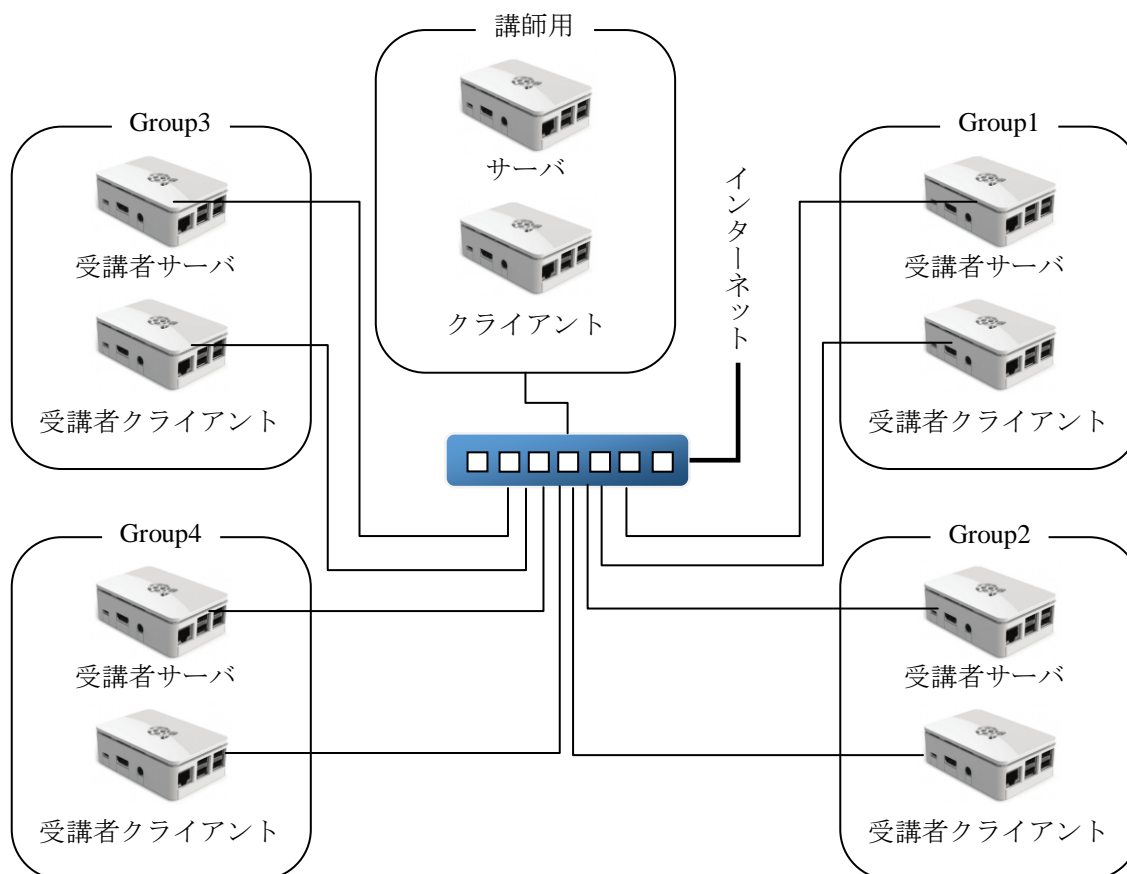


図 6. 実習環境

3.2 サーバ PC とクライアント PC の設定

受講者はテキストに従い、以下の設定を行った[1]。

- パスワード変更
- ユーザ作成
- ネットワーク設定
- 時間合わせ
- SSH 設定
- VNC サーバ
- VNC クライアント
- HTTP 設定
- DNS 設定(図 7)

その後、DNS の動作確認を行い、正しく設定されたことが確認できた。


```

$TTL      86400
@         IN SOA  sv.ドメイン名. postmaster.ドメイン名. (
          2015090300      ;Serial
          10800           ;Refresh 3 hours
          3600            ;Retry 1 hour
          86400           ;Expire 1 day
          3600            ;Minimum 24 hours
          IN      A      サーバ IP
          IN      NS     sv.ドメイン名.

gw        IN      A      ゲートウェイ IP
sv        IN      A      サーバ IP
cl        IN      A      クライアント IP
www       IN      CNAME  sv

```

図 7. DNS の設定

3.3 Wireshark と Tshark の設定

Wireshark とは、ネットワークを流れるデータを捕縛して内容を解析・表示するプロトコルアナライザ（ネットワークアナライザ）の一つである(図 8)。Wireshark をインストールしたコンピュータの所属するネットワークの packets を収集・記録し、内部のプロトコルを解析、送信元や宛先、各プロトコル固有の制御情報などを表示することができる。ネットワークの障害やトラブルの原因究明などのためによく利用される[2]。

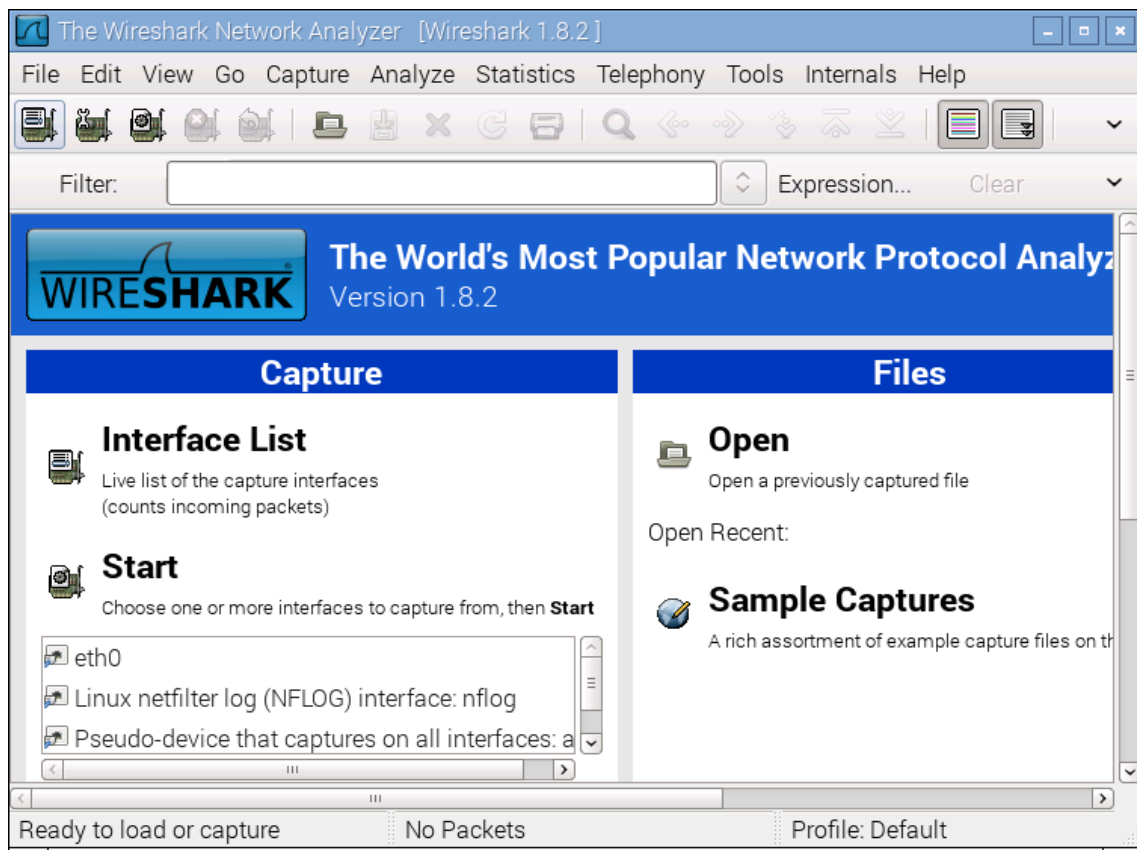


図 8. Wireshark の起動画面

実習では Wireshark のインストールを行った後、相手に対して Ping コマンドを実行し、Wireshark 上にレスポンスが追加されていく様子を確認した。

参考文献

- [1] 平成 27 年度名古屋大学技術職員研修（情報通信コース）講義資料 「ネットワークの基礎」
- [2] IT 用語辞典 e-Words, <http://e-words.jp/w/Wireshark.html>
- [3] 平成 27 年度名古屋大学技術職員研修（情報通信コース）講義資料 「ネットワークのパケットキャプチャ」
- [4] 平成 27 年度名古屋大学技術職員研修（情報通信コース）講義資料 「IPv6 設定」
- [5] 平成 27 年度名古屋大学技術職員研修（情報通信コース）講義資料 「Raspberry Pi について」
- [6] NEC ラーニング株式会社講習会テキスト 「IPv6 基礎」