

# OAI Master v1.2.2に スマホにつないだ結果

**2021/4/13**

**富士通株式会社 原田将如**

## ■発表の流れ

- OAIについてと最新リリースバージョンMaster v1.2.2について
- Master v1.2.2で動かしてみたパターン一覧
- 今回紹介するシステム
- インストール手順
- 問題点
- 測定結果

OPENAIRINTERFACE

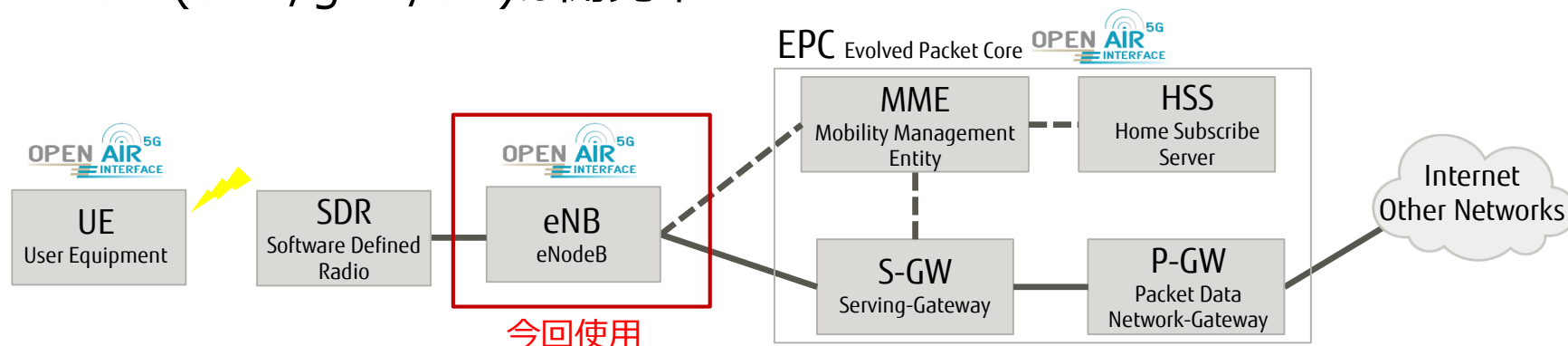
THE FASTEST GROWING COMMUNITY AND  
SOFTWARE ASSETS IN 5G WIRELESS

# OAIと最新リリースの動作について

## ■ OpenAirInterface(OAI)とは



- OpenAirInterface Software Alliance(OAI)が提供する3GPPプロトコルに準拠したアクセスネットワーク、コアネットワーク系のソフトウェア
- LTE(EPC/eNB/UE)ネットワークをソフトウェア処理にて実現
- 5G (5GC/gNB/UE)は開発中



## ■ 最新リリースv1.2.2で動かして確認したもの

- **LTEシステム スマートフォン接続**
- X2ハンドオーバー
- 各種Simulator : OMNI Hands-on#1で紹介予定

# OAI basic LTE 基地局サポート機能

無線アクセス方式

Verified OFDMA (DL) / Verified SC-FDMA (UL)

多重化方式

Verified FDD / Verified TDD (Configuration 1/3)

変調方式

Verified QPSK / Verified 16QAM / Verified 64QAM (DL only)

帯域幅

Verified 5MHz / Verified 10MHz / Verified 20MHz

Transmission Mode

Verified TM1 / TM2 / TM3 / TM4 / TM5 / TM6 / TM7

最大アンテナ数

2

DLチャネル

Verified PSS / Verified SSS / Verified PBCH / Verified PCFICH / Verified PHICH / Verified PDCCH

ULチャネル

Verified PRACH / Verified PUSCH / Verified PUCCH (format 1/1a/1b) / SRS

S1 interface

Multiple PLMNs / S1-flex / NNSF

X2 interface数

Broken  
1

移動機制御

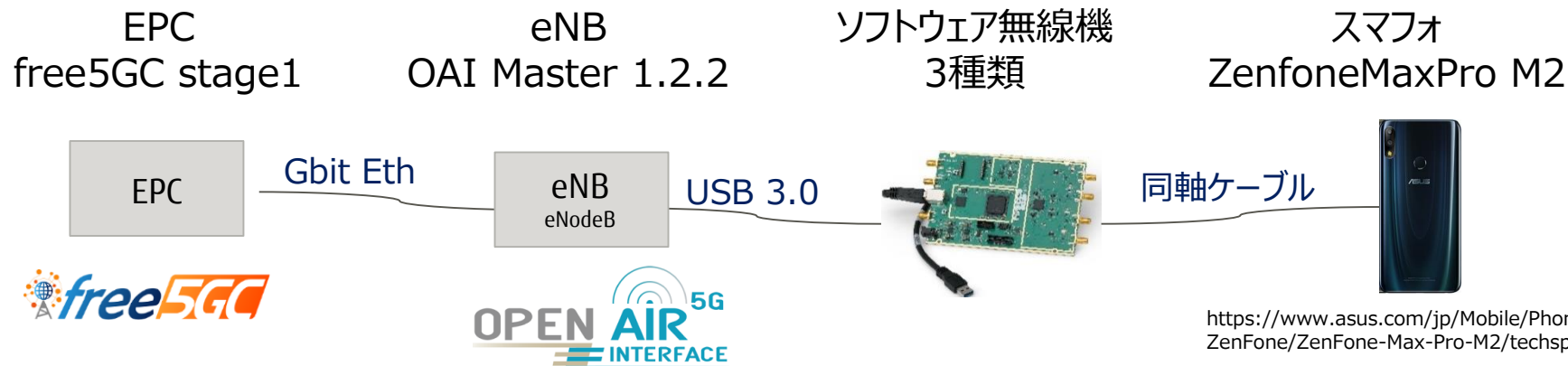
Verified Connection / Verified Release / Verified Paging / Broken 再接続 / Broken X2HO

Broken  
動作確認できず

Verified  
実端末接続にて動作確認済の機能

# 今回紹介するシステム構成

## ■ システム構成



## ■ ソフトウェア無線機

(\*) : オプション設定及び購入先により変動あり

	USRP B210	Blade RF x115	LimeSDR mini
インターフェース	USB 3.0	USB 3.0	USB 3.0
システム	FDD-LTE/TDD-LTE/5G(40M)	FDD-LTE	FDD-LTE
ポート	2アンテナ 20MHz	1アンテナ 20MHz	1アンテナ 20MHz
周波数	70MHz~6GHz	300M~3.8GHz	0.1MHz~3.8GHz
価格	17~20万円 (*)	7~10万円 (*)	3~5万円 (*)
送信電力	10dBm	6dBm	10dBm



<https://www.ettus.com/all-products/ub210-kit/>



<https://www.nuand.com/product/bladerf-x115/>



<https://wiki.myriadrf.org/LimeSDR-Mini>

## ■ BBU用コンピュータのマシンスペック

### ■ 公式情報

<https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/-/wikis/OpenAirSystemRequirements>

- メモリ 8GB以上
- CPU周波数3GHz以上
- CPUコア数4コア以上

## ■ 今回使用するマシン

	MiniデスクトップPC	ノートPC
品名	ESPRIMO Q556/R	LIFEBOOK U939X/B
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-7700T CPU @ 2.90GHz	Intel(R) Core(TM) i7-8665U CPU @ 1.90GHz
コア数	4	4
メモリ	8GByte	16GByte
DISK	SSD 128GByte	SSD 256GByte



[http://www.fujitsu-webmart.com/pc/ui016?WEB\\_STYLE=FMVB0901E\\_S643](http://www.fujitsu-webmart.com/pc/ui016?WEB_STYLE=FMVB0901E_S643)



[http://www.fujitsu-webmart.com/pc/ui073?DAI\\_CODE=2795](http://www.fujitsu-webmart.com/pc/ui073?DAI_CODE=2795)

## ■ 公式wiki

<https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/-/wikis/OpenAirKernelMainSetup>

## ■ BIOS設定

- Secure Bootをoff
- Hyper Threading、Turbo Boostをoff
- 省電力関連の設定があれば切る

## ■ OSのインストール

- Ubuntu 18.04をインストール
- linux kernelを4.15.0-137-lowlatencyに変更

## ■ 周波数固定化

### ■ GRUBの設定

/etc/default/grubを編集

```
GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="quiet splash intel_pstate=disable processor.max_cstate=1 intel_idle.max_cstate=0 idle=poll"
```

設定反映

```
> sudo update-grub
> reboot
```

### ■ 周波数固定化

```
> sudo -E apt install cpufrequtils
```

/etc/init.d/cpufrequtilsを編集

```
GOVERNOR="performance"
```

ondemand無効化

```
> sudo -E update-rc.d ondemand disable
> sudo /etc/init.d/cpufrequtils restart
```

## ■ git とsubversionをインストール

```
> sudo -E apt install git subversion
```

## ■ OAIのインストール

### ■ ソースコード取得

[https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/blob/master/doc/GET\\_SOURCES.md](https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/blob/master/doc/GET_SOURCES.md)

- いろいろ書いてあるけどgit cloneで持って来ればOK

```
> git clone https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g.git
```

### ■ OAIのインストールコマンド実施

<https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/blob/master/doc/BUILD.md>

- インストールオプション(-I)を付けることで関連パッケージを自動取得してくれる

```
> cd openairinterface5g
> source oaienv
> cd cmake_targets
USRP B210
> sudo -E ./build_oai -c -I -w USRP --eNB
BLADERF
> sudo -E ./build_oai -c -I -w BLADERF --eNB
LimeSDR mini
> sudo -E ./build_oai -c -I -w LMSSDR --eNB
```

- 失敗していないかは確認する事
- Proxyを通す必要がある場合は先にhttpとhttpsとsvnをproxy設定

## ■ コンパイル

- 環境変数設定(source oaienv)はターミナルや作業パスを変えた場合再度実施

```
USRP B210
> sudo -E ./build_oai -c -w USRP --eNB
BLADERF
> sudo -E ./build_oai -c -w BLADERF --eNB
LimeSDR mini
> sudo -E ./build_oai -c -w LMSSDR --eNB
```



# インストール時の注意事項

## ■ USRP B210

- 追加手順・修正無しでインストールできました

## ■ BLADE RF

- コンパイルエラー発生
  - 修正パッチ作成しました
- ファームとFPGAの更新が必要

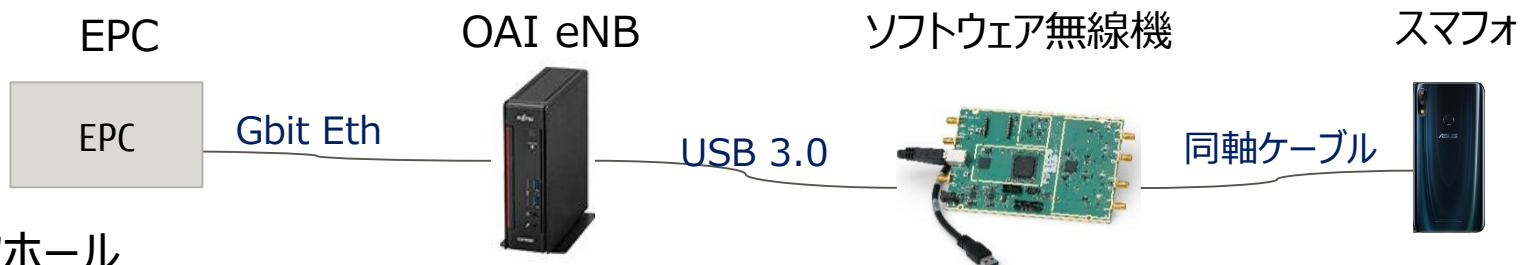
```
> sudo -E bladeRF-install-firmware
※defaultでは /usr/share/Nuand/bladeRF に格納される
> cd /usr/share/Nuand/bladeRF
> sudo bladeRF-cli -f bladeRF_fw.img
> sudo bladeRF-cli -l hostedx115.rbf
→ BLADER RFの電源入れ直し
```

- Configの電力設定にバグ
  - コンフィグファイルでtx\_attに設定した値をそのまま送信ゲインとして使用してしまう

## ■ LimeSDR

- ドライバを手動でインストール  
<https://open-cells.com/index.php/2017/05/10/limesdr-installation/>
- コンパイルエラー発生
  - 修正パッチ作成しました
- Configの電力設定にバグ
  - コンフィグファイルでtx\_attに設定した値をそのまま送信ゲインとして使用してしまう
- 起動時にRFデバイスのコンフィグが必要
  - LimeSDR用のコンフィグはOAI内に存在 : openairinterface5g/targets/ARCH/LMSSDR
  - Mini用のConfigは共有します

## ■ システム構成



## ■ バックホール

- eNBとEPCを1Gbit LANケーブルで直結

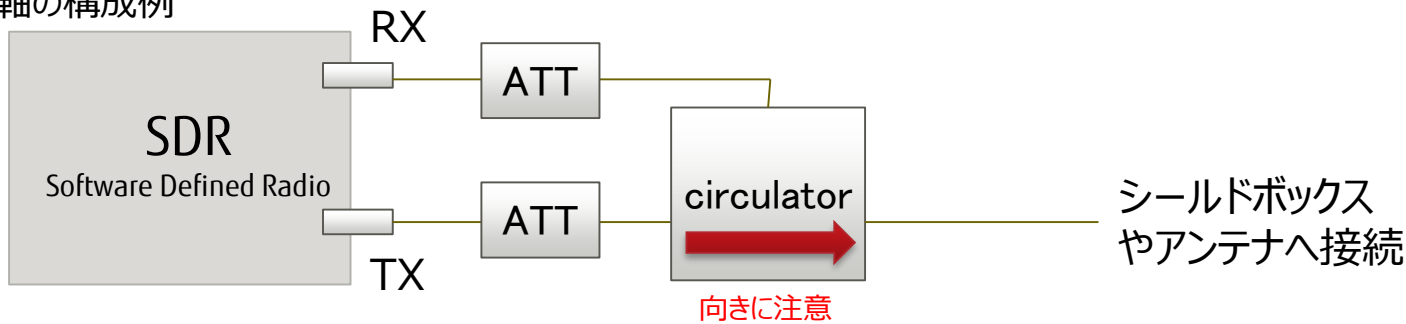
## ■ フロントホール

### ■ BBU・RF間

- USB3で接続する (USB2では帯域不足)
- たまにUSB2で認識されるので挿し直す

### ■ RF・スマホ間

- 同軸の構成例



- 使ってないポートは終端
- ATTは環境に合わせて挿入 シールドBOX:10~30dB 同軸:40dB シールドルームでアンテナ使用:0dB

## ■ SIMカード：Anritsuのテスト用SIMカードを使用

- 認証アルゴリズムはMilenageのものを用意
- 複数端末を使用する場合にはIMSIの書き換えが必要
  - 1台ならdefaultでOK
- SIM情報をEPC(free5GC stage1)側のDBに登録

### Subscriber Configuration

IMSI\*

001010123456789

Subscriber Key (K)\*

000102030405060708090A0B0C0D0E0F

Authentication Management Field (AMF)\*

8000

USIM Type

OPc

Operator Key (OPc/OP)\*

87E22C5BC166ADA6D290CDB5F465002A

UE-AMBR Downlink (Kbps)\*

1024000

UE-AMBR Uplink (Kbps)\*

1024000

### APN Configurations

Access Point Name (APN)\*

oai.ipv4

QoS Class Identifier (QCI)\*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 65 66 69 70

ARP Priority Level (1-15)\*

8

Capability\*

Disabled

Vulnerability\*

Disabled

APN-AMBR Downlink (Kbps)

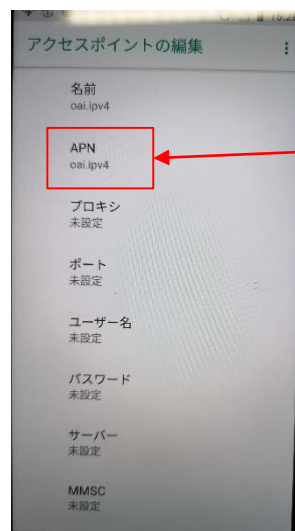
APN-AMBR Uplink (Kbps)

PGW IPv4 Address

PGW IPv6 Address

## ■ スマホ：ZenFone Max Pro (M2)

- 使用するBandに対応しているかを確認
- SIMを挿入しAPNを設定
  - APNはコアのAPN設定名と合わせる
  - 必要ないAPNは削除する
- VoLTEは設定OFF



一致させる

# 起動とスマホの接続確認

## ■ システム構成 EPC



## ■ コンフィグの設定で変更が必要な箇所

### ■ eNB IDとPLMN

```
eNB_ID    = 0xe00; // EPCによっては登録したeNB IDにする必要がある
...
plmn_list = ( { mcc = 001; mnc = 01; mnc_length = 2; } ); // SIMカードとEPCの設定に合わせる
```

### ■ バックホール関連の設定

```
////////// MME parameters:
mme_ip_address = ( { ipv4      = "192.168.20.60"; // 接続先のMMEのIP
                    ipv6      = "192:168:30::17";
                    active     = "yes";
                    preference = "ipv4";
                    }
                );
```

```
NETWORK_INTERFACES :
{
    ENB_INTERFACE_NAME_FOR_S1_MME = "enx50c4dd6dad0e"; // eNBのS1で使用するIF
    ENB_IPV4_ADDRESS_FOR_S1_MME   = "192.168.20.30/24"; // eNBのS1で使用するIP
    ENB_INTERFACE_NAME_FOR_S1U    = "enx50c4dd6dad0e"; // eNBのGTP-uで使用するIF
    ENB_IPV4_ADDRESS_FOR_S1U      = "192.168.20.30/24"; // eNBのGTP-uで使用するIP
    ENB_PORT_FOR_S1U              = 2152; # Spec 2152
    ...
}
```

## ■ 起動コマンド

```
USRP B210
> sudo -E lte_build_oai/build/lte-softmodem -O enb.band3.tm1.25PRB.usrpb210.conf
BLADERF
> sudo -E ./lte_build_oai/build/lte-softmodem -O enb.band3.tm1.25PRB.bladerf.conf
LimeSDR mini 追加のConfigが必要
> sudo -E ./lte_build_oai/build/lte-softmodem -O enb.band3.tm1.25PRB.limemini.conf
--rf-config-file limesdrmini.ini
```

# 動作結果1:帯域幅5MHzでのスループット

## ■ 動作条件

Band	3(FDD)
帯域幅	5MHz
アンテナ	SISO

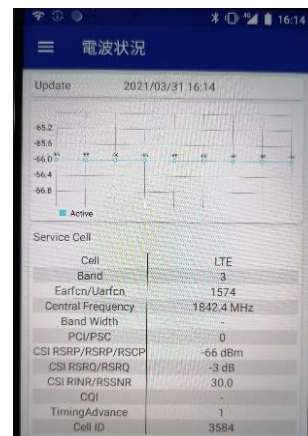
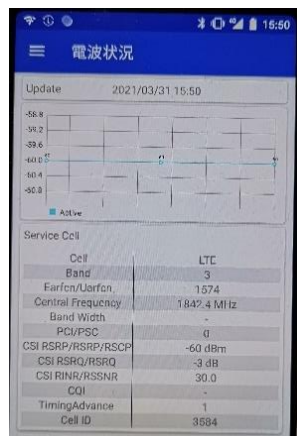
## ■ マシン情報

	MiniデスクトップPC
品名	ESPRIMO Q556/R
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-7700T CPU @ 2.90GHz
コア数	4

## ■ 動作確認結果

	USRP B210	Blade RF x115	LimeSDR mini
ping	rtt min/avg/max/mdev = 20.841/31.616/39.863/4.769 ms	rtt min/avg/max/mdev = 19.945/31.887/108.916/9.676 ms	疎通せず
DL iperf	17.1Mbits/sec	16.8 Mbits/sec	疎通せず
UL iperf	8.3 Mbits/sec	7.12 Mbits/sec	疎通せず

## ■ 電波強度



- USRPとBlade RF(一部修正)は、スループットが大きく劣化することなく疎通
- Blade RFは若干ULが低い
- LimeSDRminiはセルサーチでセルが見えず、周波数偏差が1khz以上ありチューニングが必要

# 動作結果2:帯域幅変更時のスループット

## ■ 動作条件

Band	3(FDD)
帯域幅	5MHz/10MHz/20MHz
アンテナ	SISO

## ■ マシン情報

	MiniデスクトップPC
品名	ESPRIMO Q556/R
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-7700T CPU @ 2.90GHz
コア数	4

## ■ 動作確認結果

### ■ 帯域幅5MHz

	USRP B210	BLADE RF x115
DL iperf	17.1Mbits/sec	16.8 Mbits/sec
UL iperf	8.3 Mbits/sec	7.12 Mbits/sec

### ■ 帯域幅10MHz

	USRP B210	BLADE RF x115
DL iperf	35.0 Mbits/sec	33.1 Mbits/sec
UL iperf	18.7 Mbits/sec	疎通断

- BladeRFはCalibration errorと表示され起動に失敗することがある

### ■ 帯域幅20MHz

	USRP B210	BLADE RF x115
DL iperf	72.2 Mbits/sec	50.8 Mbits/sec
UL iperf	18.7 Mbits/sec	1~2Mbps 入れすぎると疎通断

- 20MHz(100リソースブロック)のULはOAIのスケジューラでは1UEあたりのリソースは45RBまでの制限があるため10Mと同等となる

### ■ USRP B210はOAIの20MHzのULを45RB限定想定するとスループット劣化はない

### ■ BladeRFは10MHz以上はDL、ULともにスループット劣化が大きい

# 動作結果3:マシン毎のスループット比較

## ■ 動作条件

Band	3(FDD)
帯域幅	5MHz/10MHz/20MHz
アンテナ	SISO

## ■ マシン情報

	MiniデスクトップPC	ノートPC
品名	ESPRIMO Q556/R	LIFEBOOK U939X/B
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-7700T CPU @ 2.90GHz	Intel(R) Core(TM) i7-8665U CPU @ 1.90GHz
コア数	4	4

## ■ 動作確認結果

### ■ 帯域幅5MHz

	MiniデスクトップPC	ノートPC
DL iperf	17.1Mbits/sec	17.1Mbits/sec
UL iperf	8.3 Mbits/sec	8.3 Mbits/sec

### ■ 帯域幅10MHz

	MiniデスクトップPC	ノートPC
DL iperf	35.0 Mbits/sec	35.0 Mbits/sec
UL iperf	18.7 Mbits/sec	18.7 Mbits/sec

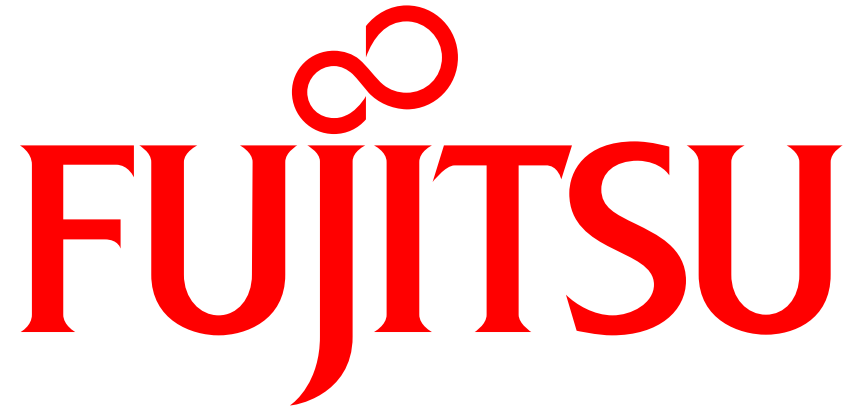
### ■ 帯域幅20MHz

	MiniデスクトップPC	ノートPC
DL iperf	72.2 Mbits/sec	72.2 Mbits/sec
UL iperf	18.7 Mbits/sec	2~3 Mbits/sec流れてeNB down

- CPU周波数1.9GHzのマシンでも帯域幅10MHzまで動作可能
- CPU周波数2.9GHzのマシンでは帯域幅20MHzまで動作可能
- ただし、収容UE数が増えるとマシンの必要スペックが高くなることが想定される

- 今回使用したパッチやコンフィグの情報
  - github上にリポジトリ用意予定  
<https://github.com/omni-jp>
  - 作成完了後slackで連絡します
- Open Mobile Network Infra Hands-on #1  
テーマ : OpenAirInterface
  - 6/8(火) 18:00~
  - Connpass 詳細更新予定  
<https://omni-jp.connpass.com/event/210491/>
  - 予定コンテンツ
    - OpenAirInterface RANソフトウェアアーキテクチャ紹介
    - OpenAirInterfaceエミュレータ・シミュレータ動作
- お困りの際はOMNIのslackで気軽に聞いてください





**shaping tomorrow with you**