

Open Mobile Network Infra Hands-on #1

OpenAirInterface RAN

2021年6月8日

井上 義雄 / Inoue Yoshio

原田 将如 / Harada Masayuki

質疑応答について

- OMNI Slack #hands-on-1 チャンネルへ
書き込みをお願いいたします
- 質疑応答のarchiveも兼ねてさせていただきます

本日の流れ

1. OpenAirInterface(OAI) RANとは

- ざっくりLTE説明
- OpenAirInterface RANで出来ること

2. OAI RANのインストール

- 事前準備でスキップしているインストール手順

3. Basic Simulator noS1モード

- 事前準備で動作させたBasic Simulator noS1モードを使ったeNBとUE間の動作説明

4. OAI RANソフトウェアアーキテクチャの概要

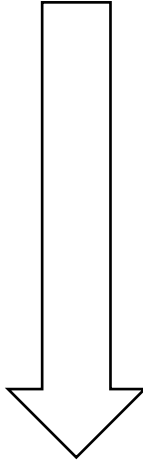
- RANソフトウェアアーキテクチャ、インタフェースの概要説明

5. L2 nFAPI Simulator

- L2 nFAPI Simulatorをfree5GC stage1へ接続させる
- L2 nFAPI Simulatorを使ったeNB/UE-CN間の動作説明

ハンズオンでの習得できる？イメージ

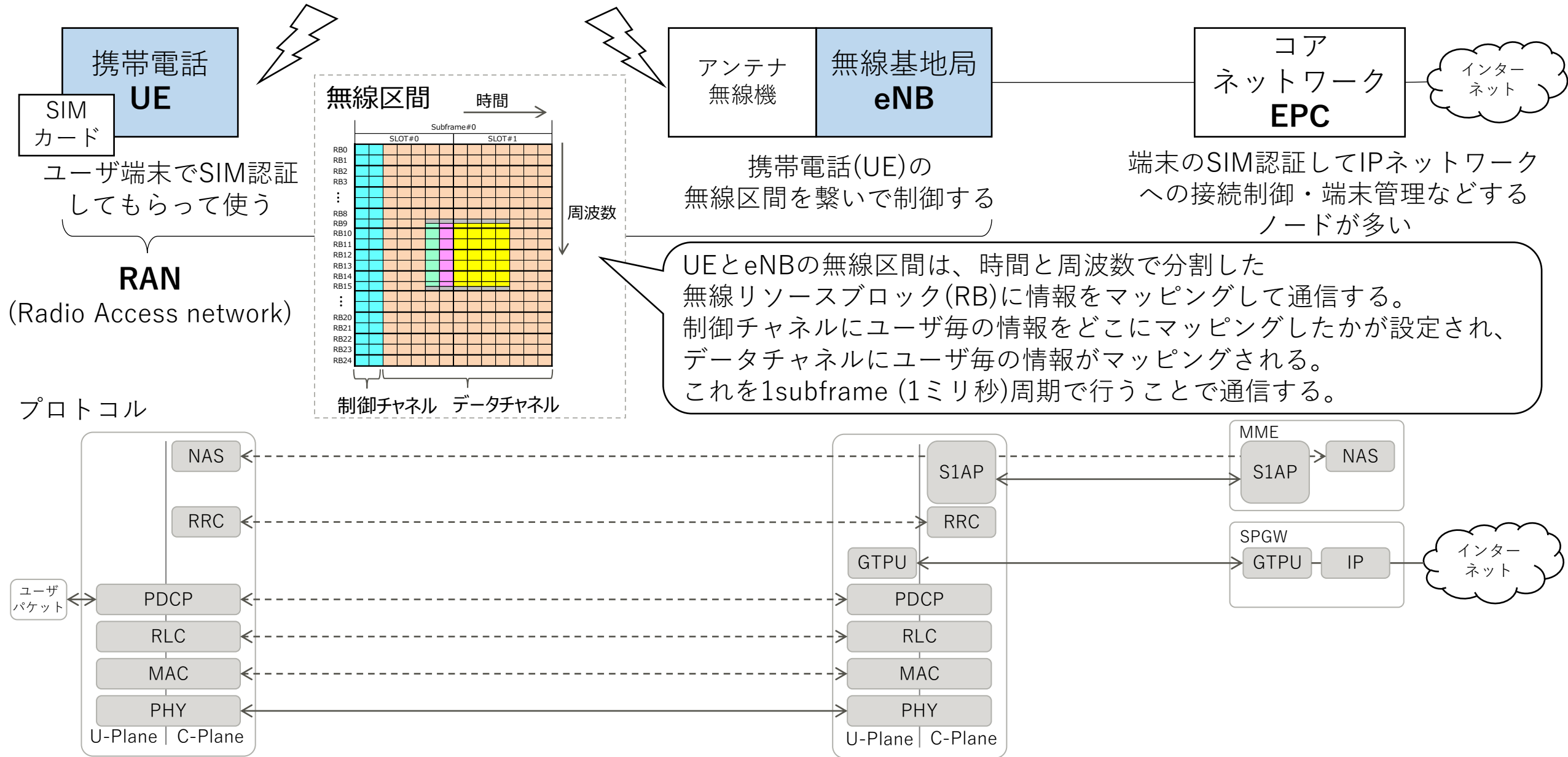
1. OAIを知っている
2. OAIを動かせる
3. OAIがどのように動いてるも知っている
4. OAIを改造して動かせる



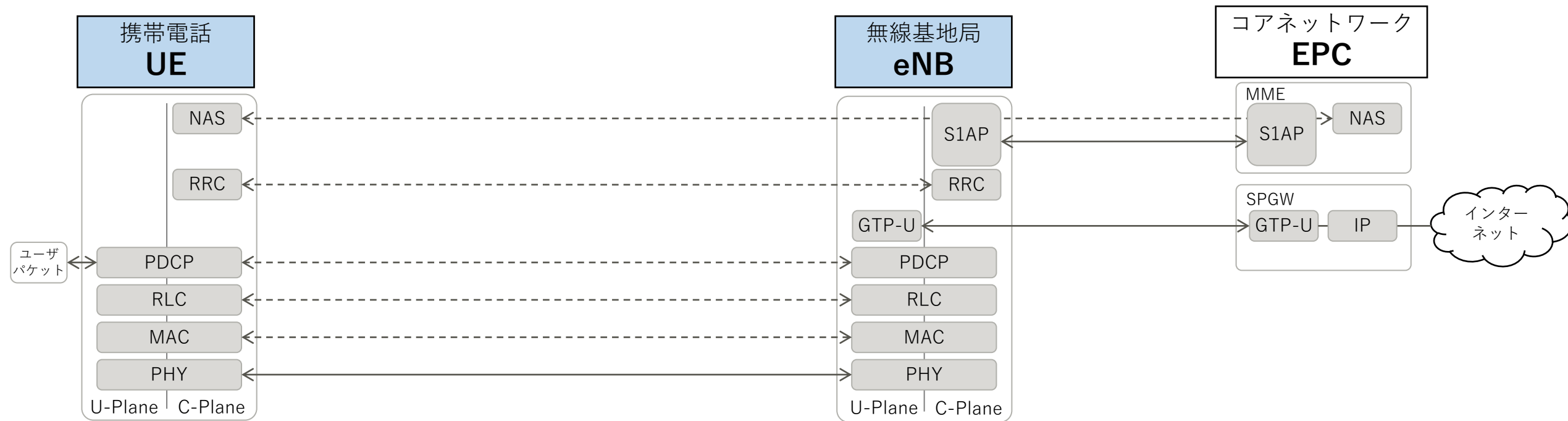
今回のハンズオンは
3.のさわりあたりまでを
想定してコンテンツ化

1. OpenAirInterface(OAI) RANとは

ざっくりLTEの通信



ざっくりLTEのプロトコル



	プロトコル名	処理概要
NAS	None Access Stratum	認証、セキュリティ等の端末機能を取り扱う
S1AP	S1 Application Protocol	ベアラ管理、認証、セキュリティ、ページング等のアイドルモード手順
RRC	Radio Resource Control	UEと無線アクセスネットワーク間の通信に必要なパラメータ設定
GTP-U	GPRS Tunneling Protocol for User Plane	UE毎のユーザデータを転送、ベアラ設定
PDCP	Packet Data Convergence Protocol	IPヘッダの圧縮、暗号化やC-plane完全性保証、順序保持配信、ハンドオーバーでの重複データ除去
RLC	Radio Link Control	データ分割と連結、再送制御、重複データ検出、順序保持配信
MAC	Medium Access Control	論理チャネルの多重化、ハイブリッドARQ再送、DL/ULの無線リソースブロックへのスケジューリング
PHY	Physical Layer	符号化と暗号化、変調と復調、アンテナ及び無線リソースへのデータマッピング

OAIとは

- OpenAirInterface Software Alliance(OAI)が提供する3GPPプロトコルに準拠したRAN(Radio Access Network)、CN(Core Network)系のソフトウェア
- RANは、eNB(無線基地局)とUE(無線端末)の機能を実現するソフトウェア
- ざっくり説明したLTEのプロトコルをオールソフトウェアで実現している
- OAIに関するアクティビティ(OAIメンバやロードマップ、git構成など)はOMNI meetup#1「OpenAirInterfaceの紹介」資料をご参照ください
https://github.com/omni-ip/meetup/blob/master/meetup%201/20210204_OpenAirInterface%E3%81%AE%E7%B4%B9%E4%BB%8B.pdf
- OAI RANのOverview, Installation, Usageがまとまった資料
(2019年12月のworkshopでの資料のため少し古め)
https://www.openairinterface.org/docs/workshop/8_Fall2019Workshop-Beijing/Training/2019-12-03-KALTENBERGER-1.pdf

OAI RANソフトで出来ること

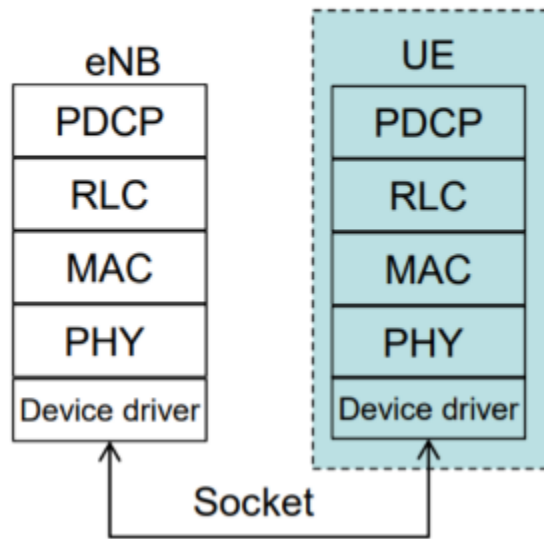
- RANの各種プロトコルに関するシミュレーション(エミュレーション)、OAIの無線基地局への商用端末接続、無線区間でのOAI UE接続

起動方法	説明	
ulsim/dlsim	PHY各種チャネルのソフトウェアを動作させるシミュレータ	
Basic simulator	無線機無しでeNB/UEの全てのプロトコルスタックを起動させ、eNBとUEを接続させるシミュレータ	ハンズオン で実施
L1 simulator	PHY OFDM以下を除く (IF4.5)、eNB/UEの全てのプロトコルスタックを起動させ、eNBとUEを接続させるシミュレータ	
L2 nFAPI simulator	eNB/UEのPHYを除くプロトコルスタックを起動させ、eNBとUEをnFAPIインタフェース(eNB MAC-PHY)により接続させるシミュレータ	ハンズオン で実施
eNB	無線機を接続し、OAI eNBの全プロトコルスタックを起動させる OMNI meetup#2「OAI Master v1.2.2にスマホにつないだ結果」資料参照 https://github.com/omni-jp/meetup/blob/master/meetup%232/20210413_OAI_Master_v1.2.2%E3%81%AB%E3%82%B9%E3%83%9E%E3%83%9B%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%AA%E3%81%84%E3%81%A0%E7%B5%90%E6%9E%9C.pdf	
UE	無線機を接続し、OAI eNBの全プロトコルスタックを起動させる	
noS1モード	EPC接続なし、S1/GTP-U/NASを除くeNBとUEの接続完了を行うことができるすべてのシミュレータ/無線機接続でnoS1モードが可能	ハンズオン で実施

シミュレータ起動構成

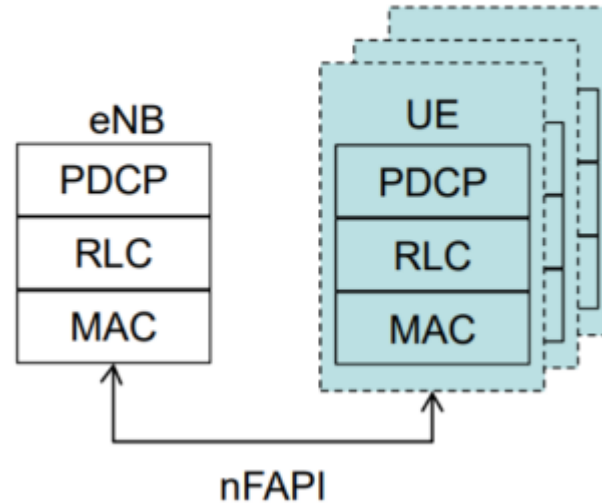
※記載はすべてnoS1モード

Basic simulator



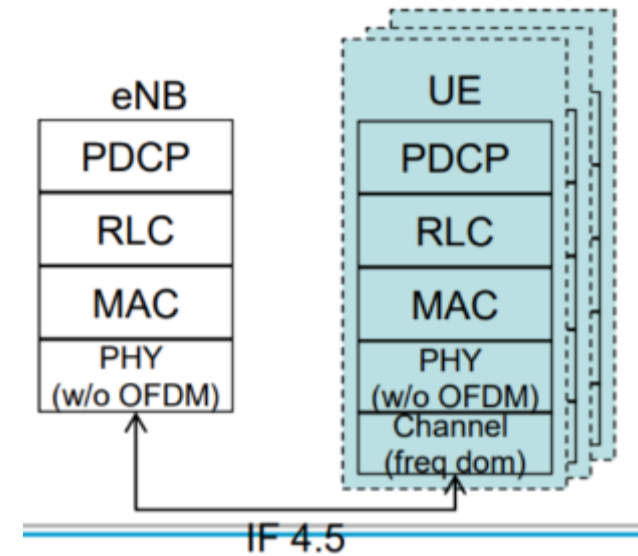
ハンズオンで実施
(事前準備で動作済)

L2 simulator



ハンズオンで実施
S1有でEPC(free5GC)接続
UE Attachを実施する

L1 simulator

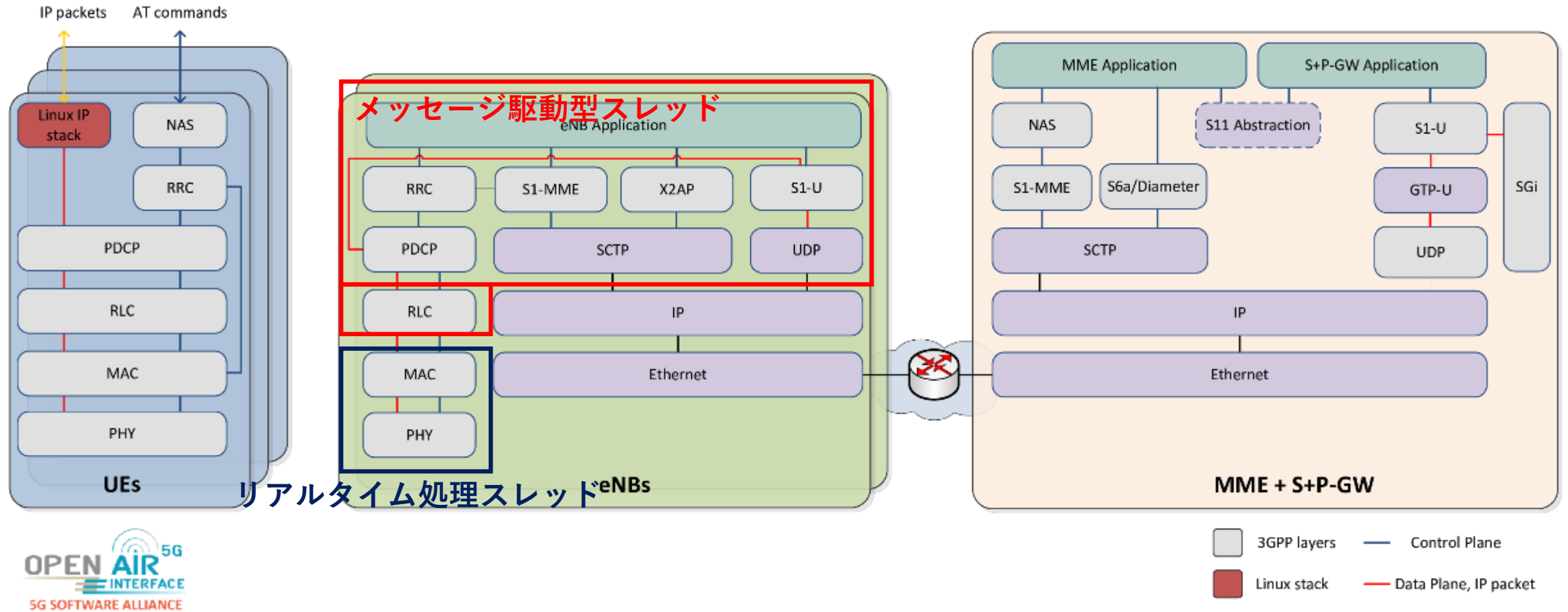


2. OAI RANのインストール

3. Basic simulator noS1モード

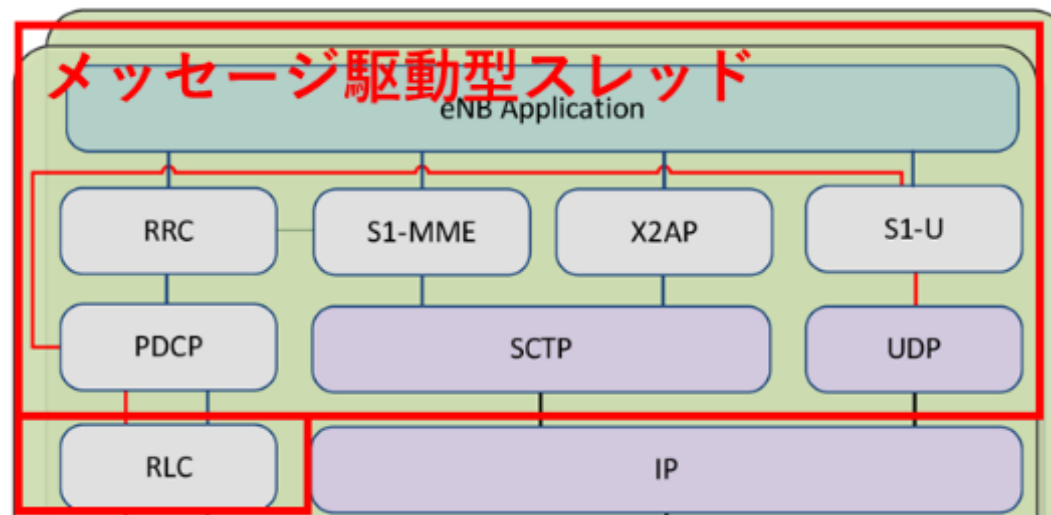
4. OAI RANソフトウェアアーキテクチャの概要

RAN-CNの概要説明



OAIのRANアーキテクチャ メッセージ駆動型

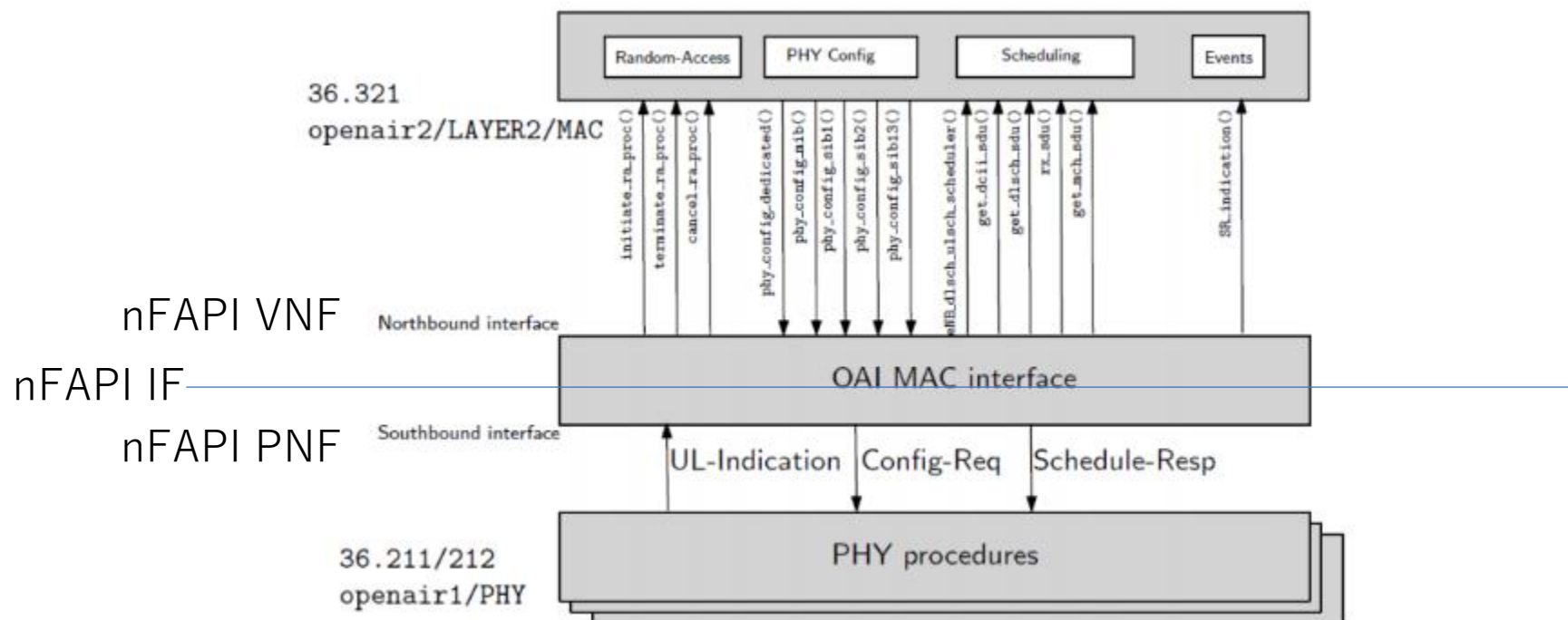
- メッセージ駆動型
 - 上位のプロトコルはそれぞれメッセージ駆動型のスレッド内で処理
 - メッセージを受信時に処理を行ってまたメッセージ待ちに入る
 - ITTIと呼ばれるOAIのmiddlewareを使用
 - ITTIはheaderで定義されたタスク毎にITTIのスレッドとキューを作成
 - スレッド間通信、タイマ、外部ソケットの追加・読み取りをサポート
 - PDCP/RLCの一部はリアルタイムから直接コールされる



OAIのRANアーキテクチャ リアルタイム処理

- PHY MACのアーキテクチャ

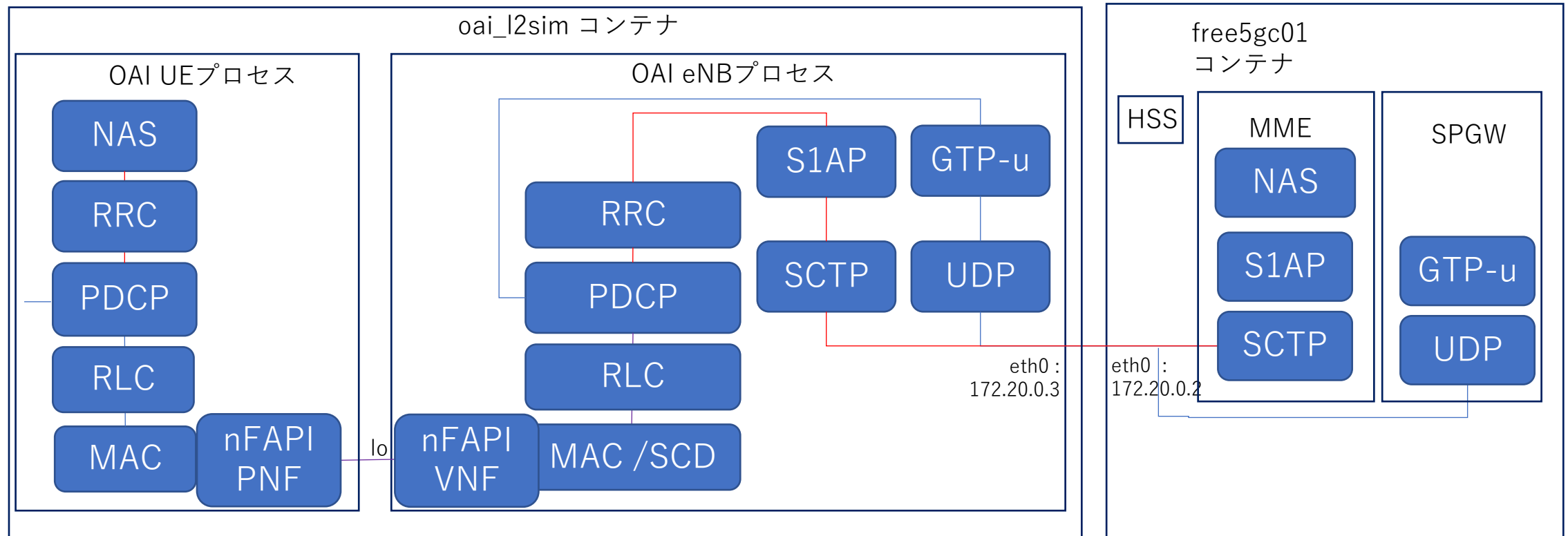
- nFAPIベースの関数・構造体でのデータの受け渡し
- 無線機からの信号でPHYの信号処理がキックされる



5. L2 nFAPL Simulator

エミュレータ② L2 nFAPI Emulator with S1

- L2 nFAPI Emulator (L2-Emu)の構成
 - EPCとの間をS1/NASとGTP-uで疎通
 - eNBのMACとUEのMAC間をnFAPI IFで疎通



nFAPIとは

- CiscoがSmall Cell Forumで提案したMACとPHYの間のIF
- FAPIを複数PHY収容できるように拡張されたIF
- 呼処理に使用するのは主にP5,P7(OAIはP5,P7に対応)

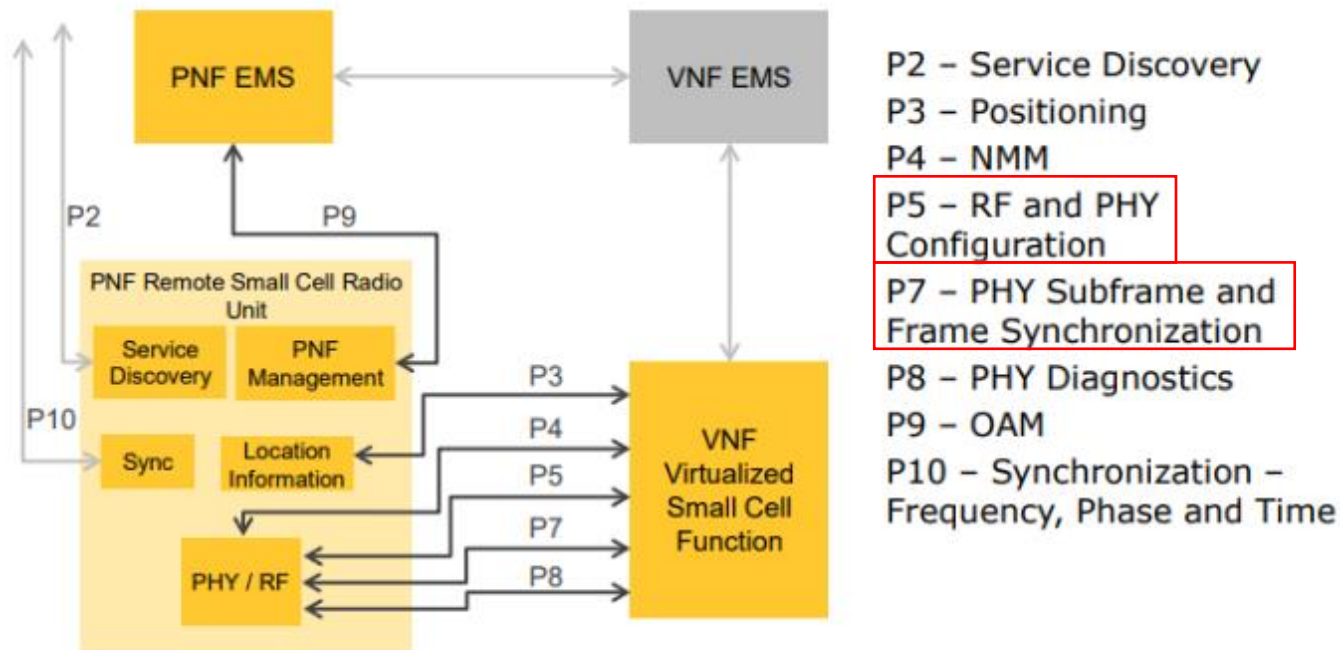


Figure 1-2 nFAPI Interfaces

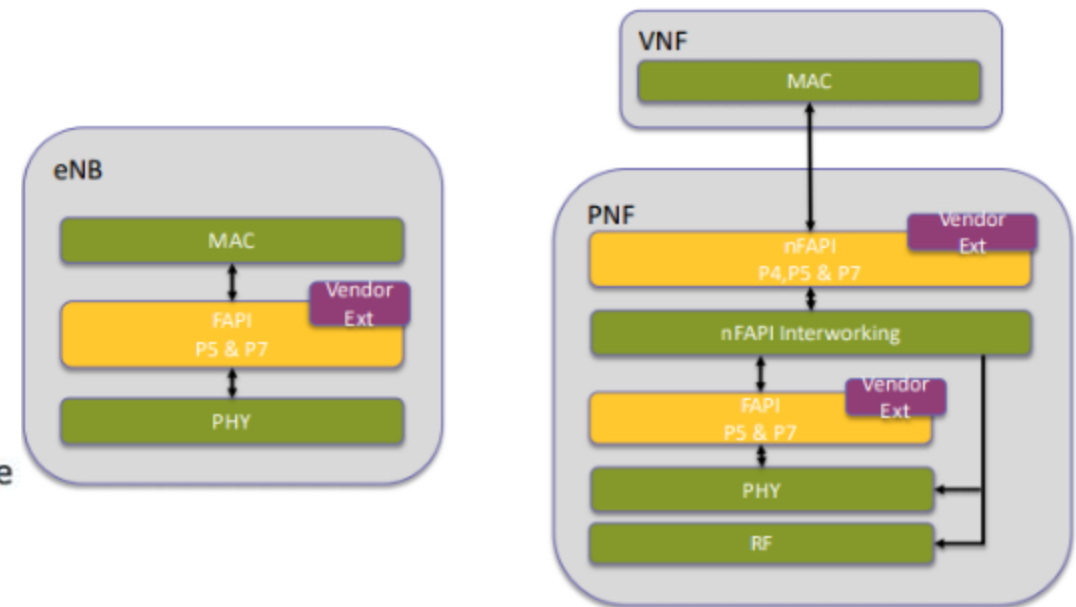
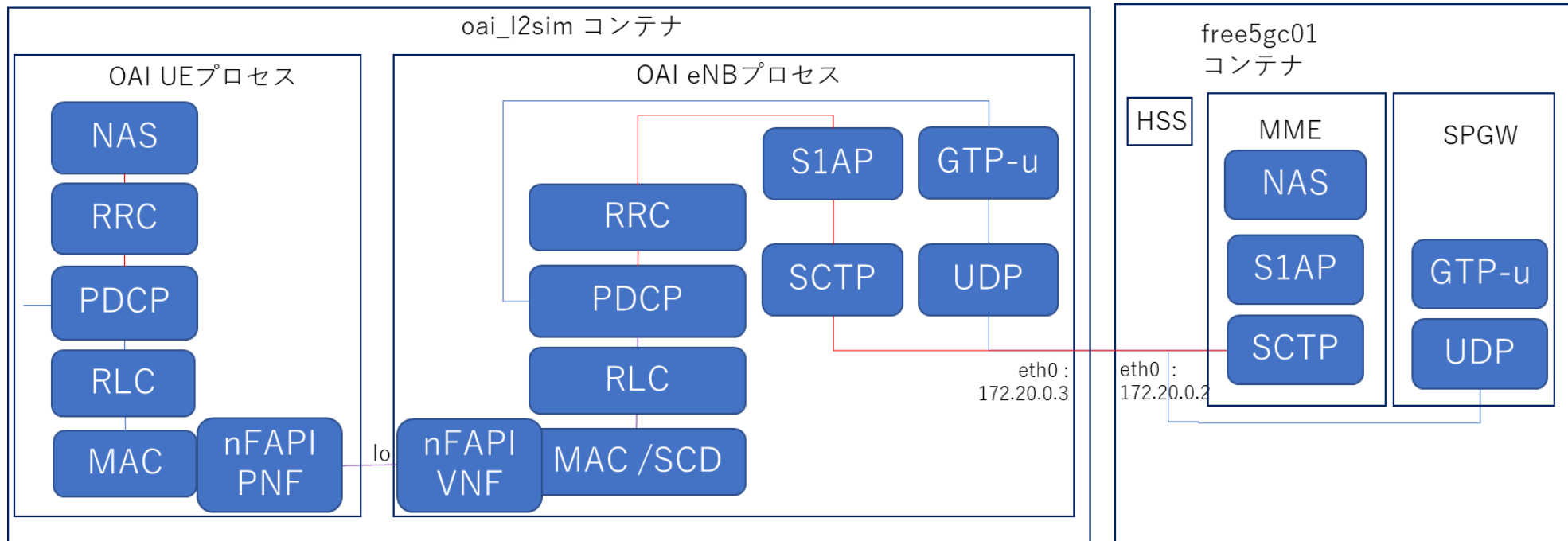


Figure 1-4 FAPI vs nFAPI architecture

エミュレータ② L2-Emu 起動手順

- 起動手順についてはgithub上の手順を参考
- URL:[hands-on/2.L2-nFAPI-Simulator起動手順.md at main · omni-jp/hands-on \(github.com\)](https://github.com/omni-jp/hands-on/blob/main/hands-on/2.L2-nFAPI-Simulator起動手順.md)



エミュレータ② L2-Emuの動作確認 1

- C-planeの動作確認

1. nFAPI IFの立ち上がり

- wiresharkの設定
- nFAPIメッセージの説明

[仕様情報](#)

2. RRC messages

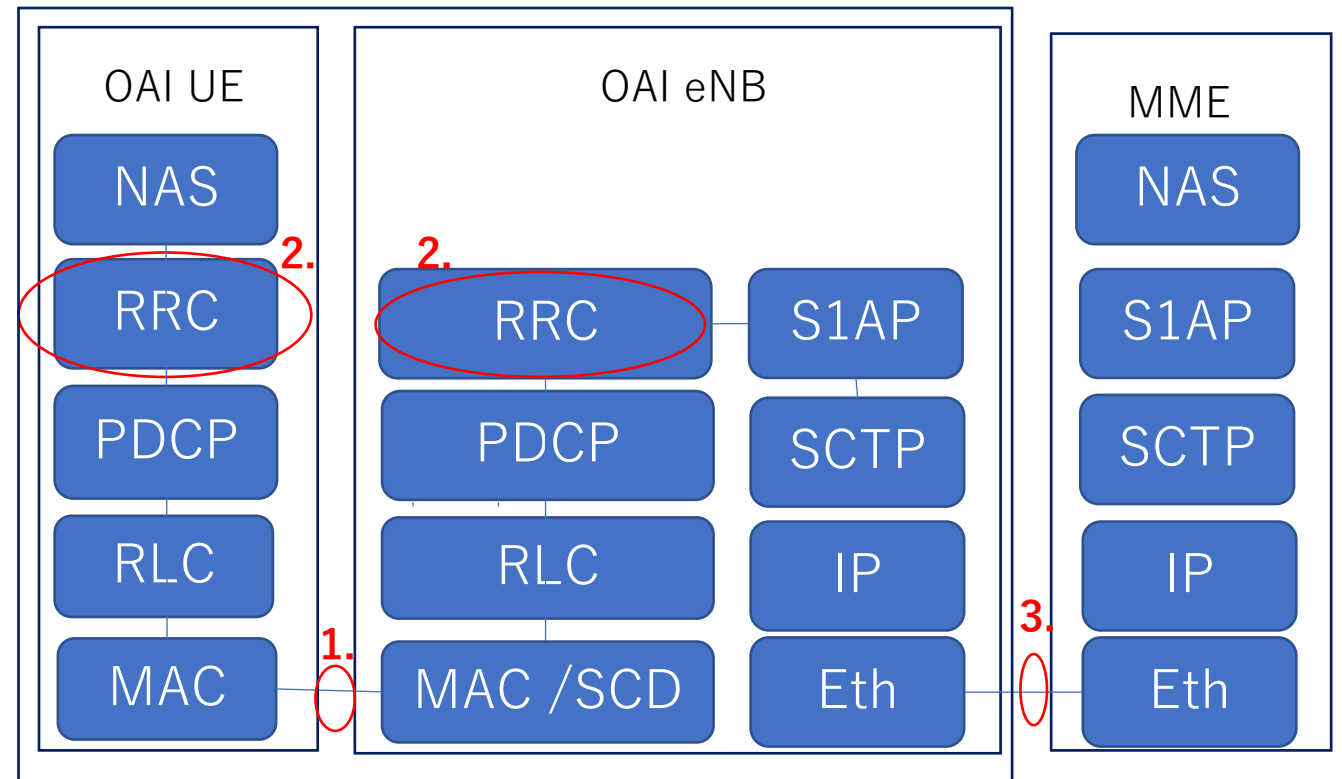
- eNBのコンソールログ
- UEのコンソールログ

[シーケンス](#)

3. S1/NAS messages

- eNBとEPC間のIFをcapture
- Wiresharkで確認

[シーケンス](#)



- 動作確認手順については[github上の手順](#)を参考

動作確認：nFAPI IFの起動シーケンスについて

- 仕様情報から起動シーケンスを抜粋

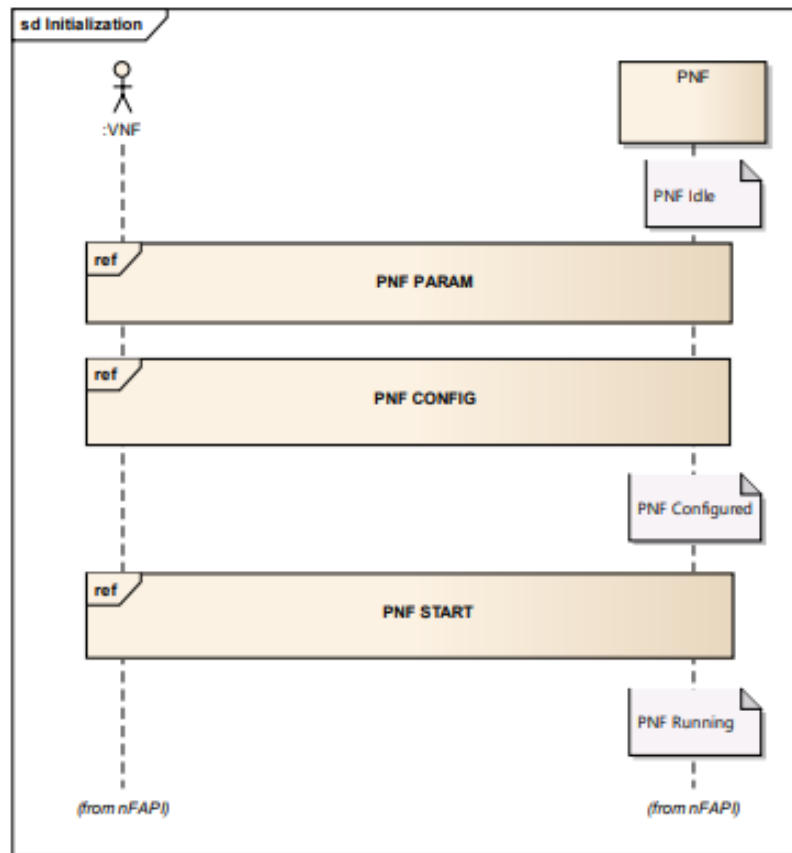


Figure 2-3 PNF Initialization procedure

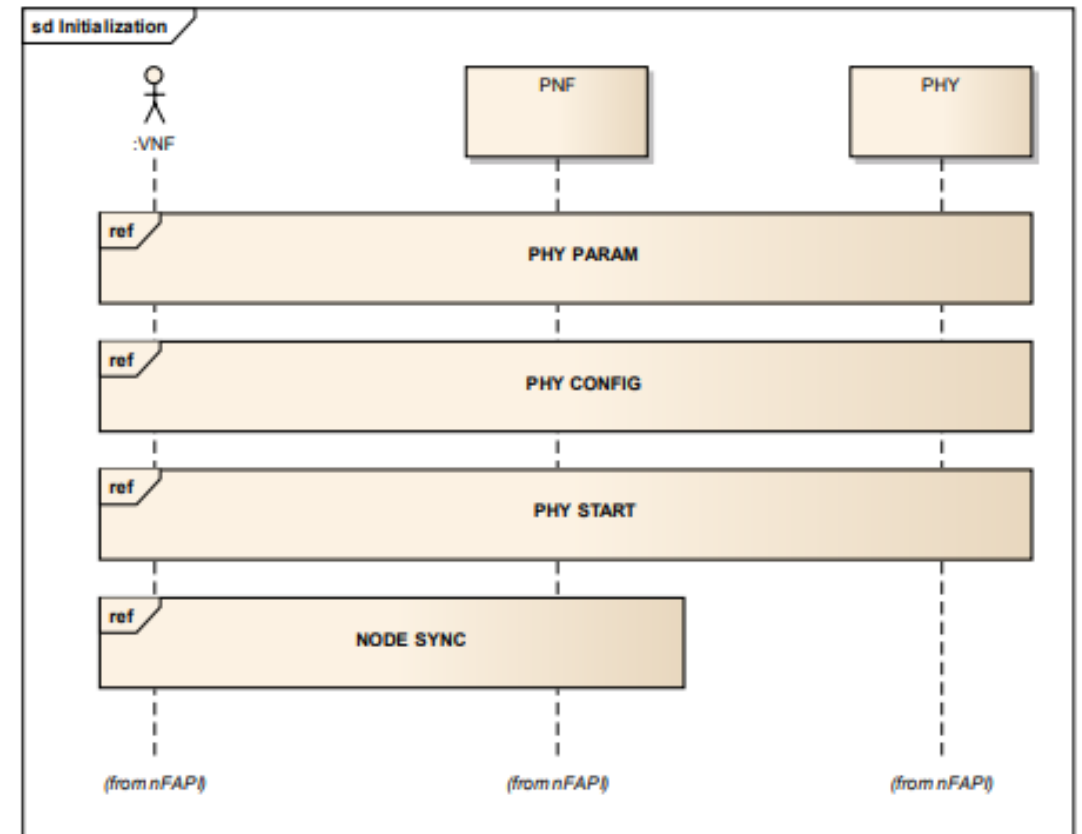
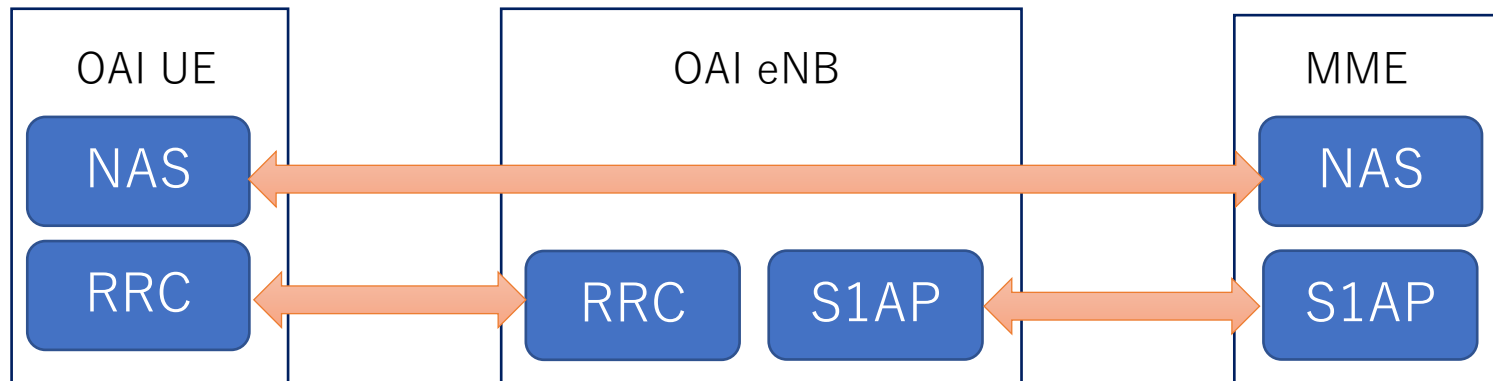


Figure 2-10 PHY Initialization procedure

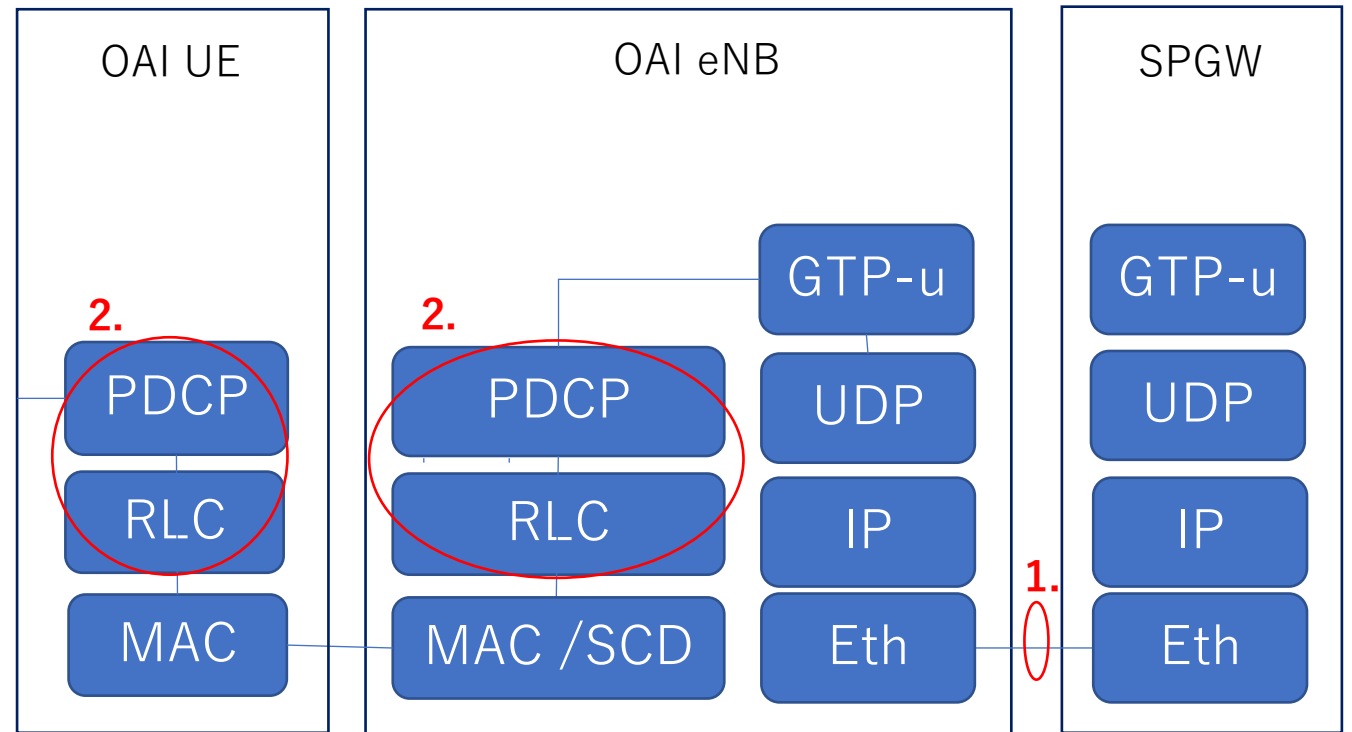
動作確認：RRC/S1/NASのシーケンス

- OAIのRRC/S1/NASのシーケンスの情報を参照
 - RRCはeNBとUE間の無線アクセスの制御メッセージ
 - S1はeNBとMME間の制御メッセージ
 - NASはMMEとUE間の制御メッセージ



エミュレータ② L2-Emuの動作確認 2

- U-planeデータ確認
 1. GTP-uのキャプチャ
 - eNBとEPC間のIFをcapture
 - Wiresharkで確認
 2. PDCP/RLCのログ
 - ログレベルを変更して起動
 - ログの確認



- 動作確認手順については[github上の手順](#)を参考

動作まとめ

- Basic SIM noS1
 - EPCなしで、eNB・UE間はEth上でのBB信号交換によるシミュレータでの動作確認
 - RRC、U-planeの動作確認
- L2-Emu with S1
 - EPCあり、eNB・UE間はnFAPIを使用したEmulatorでの動作確認
 - eNB・UE間のIFキャプチャからnFAPIの動作を確認
 - EPC・eNBのIFキャプチャからS1、GTP-uの動作を確認
- 実機動作については meetup#2のOAI Master v1.2.2にスマホにつないだ結果やhassiwebさんブログを参照
 - URL:[Open Mobile Network Infra Meetup #2 - connpass](#)
 - URL:<https://hassiweb-programming.blogspot.com/2020/03/in-home-lte-network-recipe.html>

OAIの5G状況について

- 5G SA

実端末との1call及びping疎通を確認

<https://drive.google.com/file/d/1QogLk6bvfBCBfG1yFuwUq3Jz9Xlijy1Y/view?usp=sharing>

develop branchへのマージ実施中

- OAI Workshop

6/24 23:00~27:00で開催予定

[OpenAirInterface 2021 Summer Virtual Workshop 24th June 2021 – Call for Participation – OpenAirInterface](#)

- MOSAIC5G

OSAのプロジェクトに移管

gitlab上のソースコードが公開

[mosaic5g · GitLab \(eurecom.fr\)](#)