

マルチスライス同時使用を模擬した 伝送遅延測定と経路制御のデモ

大阪大学 大平健司



講演者自己紹介

- 大平 健司 (おおひら けんじ)
- 大阪大学 情報推進本部 准教授
- 博士 (情報学) : 2010年7月取得、京都大学
- 第三級陸上特殊無線技士 : 2022年8月取得

- ResearchMap: <https://researchmap.jp/torus>
- 連絡先: ohira.kenji.oict@osaka-u.ac.jp



研究の概要

- Beyond 5GネットワークはeMBB、URLLC、MIoT、V2X等多様な種類のサービスに用いられることが想定されています。
- 同一のネットワークにそれらを同時に収容する場合、ネットワーク側はスライスを複数化し、それぞれの特性に合わせた帯域や遅延制約を設定することが想定されます。
- 本研究では、アプリケーション開発者向けに、UEのIMSI毎に特性の異なるネットワークに接続させる環境を提供します。

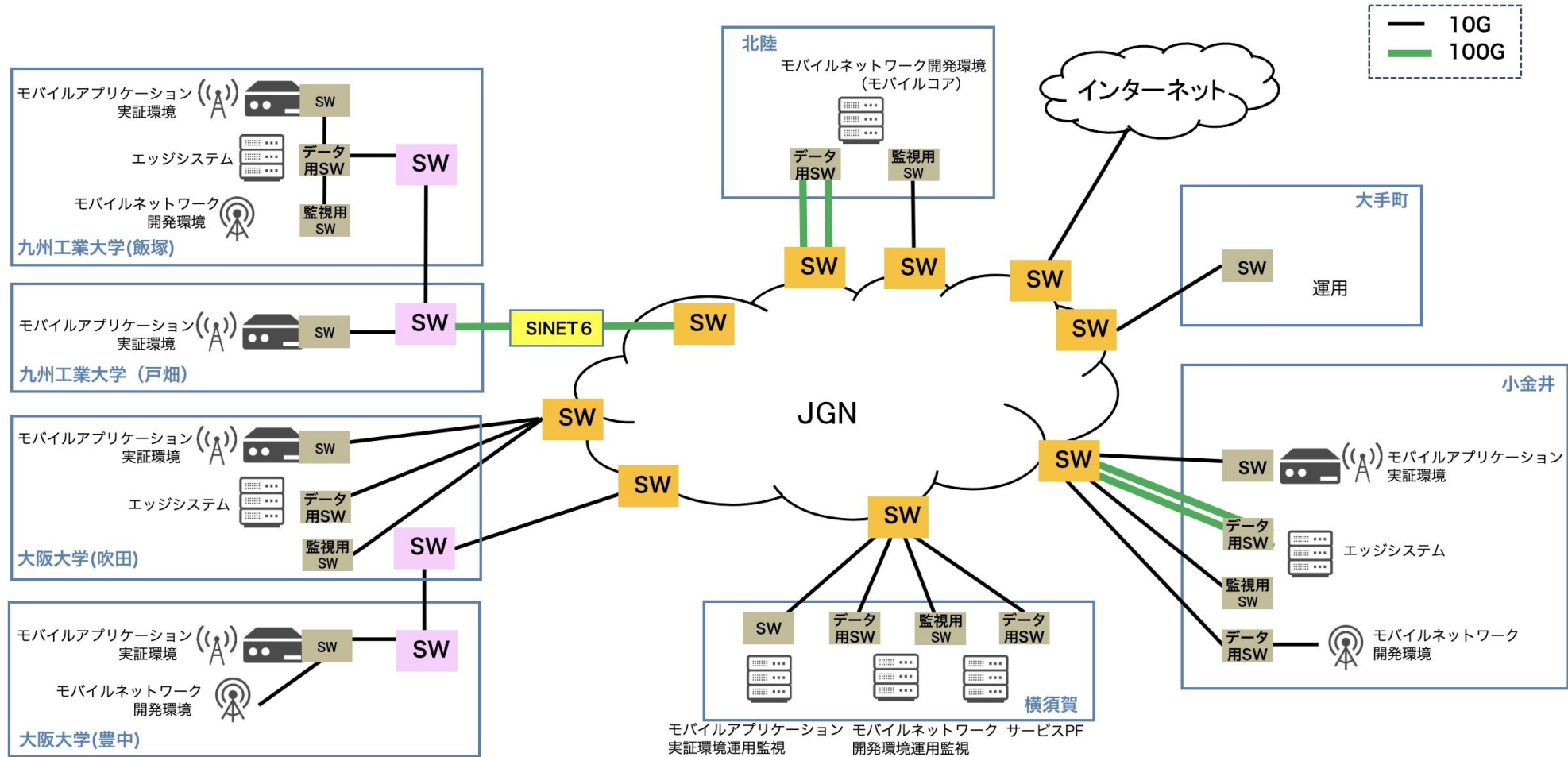


テストベッドの活用シーン

- B5Gモバイルテストベッド モバイルアプリケーション開発環境 (A面) は、Beyond 5Gに求められる多種多様なアプリケーションを中心とした技術の研究開発・実証のための環境です。
- 本デモンストレーションでは、下記の状況を想定して、A面において、UEのIMSI毎に指定したネットワークに接続させるデモンストレーションを実施します。
 - 管理者が異なるDNへの接続 (BYONへの接続)
 - 品質が異なるRAN (アプリケーションごとの使い分け)



B5Gモバイル環境の全体構成



引用: <https://testbed.nict.go.jp/b5gm/>



3種類の実証環境

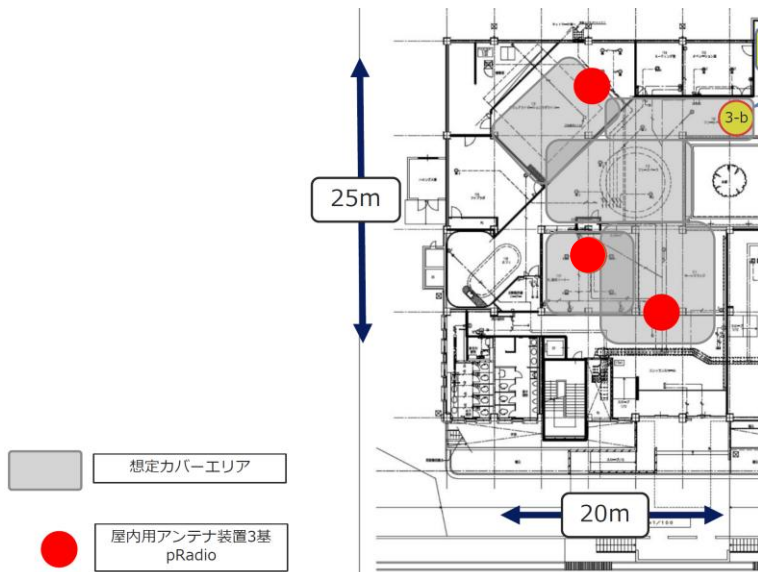
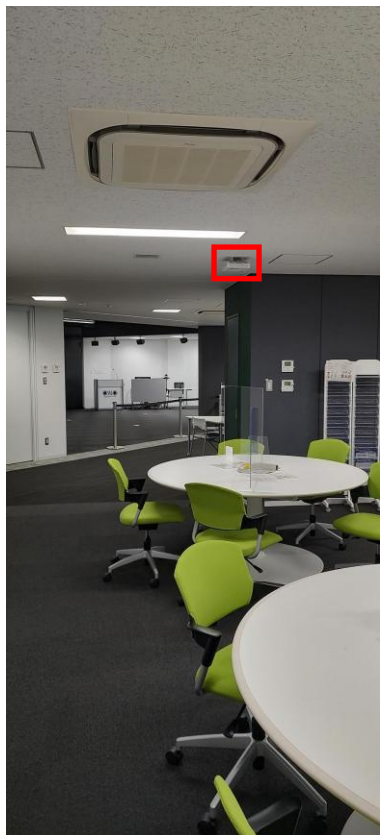
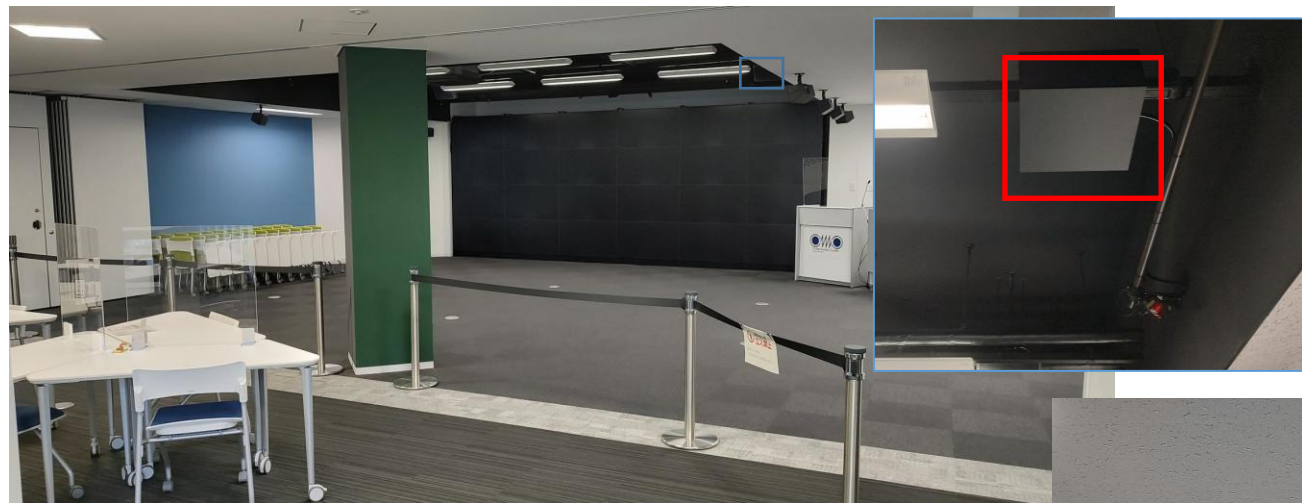
- モバイルアプリケーション実証環境 (A面)
 - 多種多様なアプリケーションを中心とした技術の研究開発・実証
- モバイルネットワーク開発環境 (B面)
 - Open5GCore や Free5GC によるモバイルコアや基地局ソフトウェアの開発
- モバイル基地局開発環境 (C面)
 - 28GHz帯、Sub-6GHz帯基地局の無線エリアを備える

大阪大学には上記のうちA面とB面の環境が展開されている



アンテナ設置場所 (A面:吹田・屋内)

サイバーメディアセンター
コモンズ

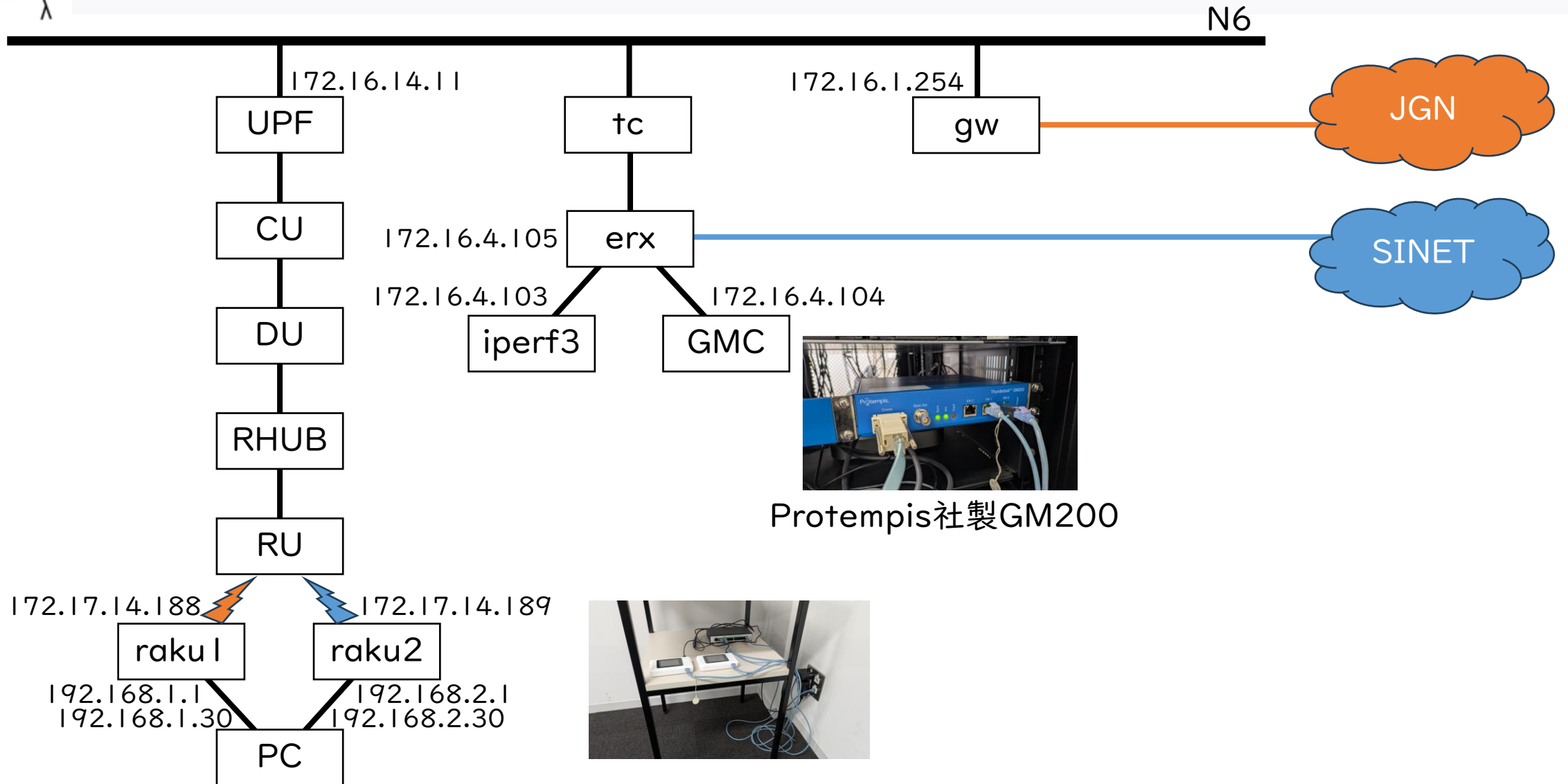


January 27, 2025

B5Gモバイルテストベッド実証イベント



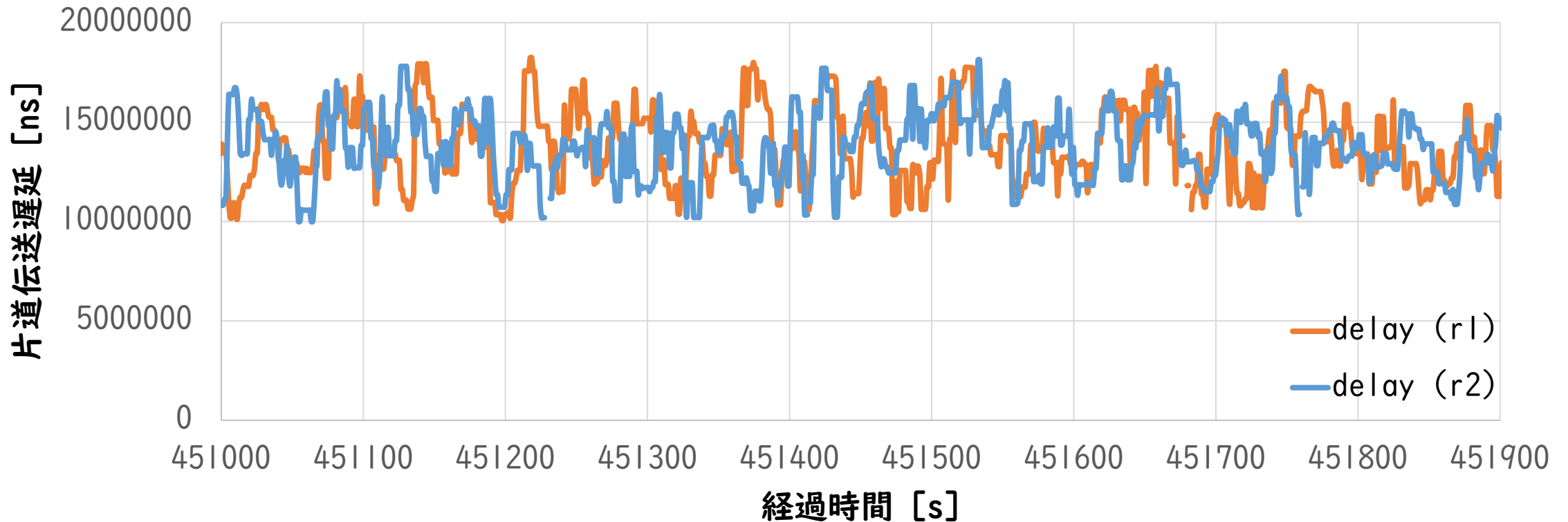
デモネットワークの構成





MECの伝送遅延測定

- PTPを用いPC-GMC間の片道伝送遅延を測定
 - 無線区間は2経路同時接続





マルチスライスの用途

- 管理者が異なるDNへの接続 (BYONへの接続)
 - 上流JGN / 上流SINET
 - 品質が異なるRAN (アプリケーションごとの使い分け)
 - 低遅延・狭帯域 / 高遅延・広帯域
- ◆ ◆ ◆
- 複数UEを用意し、各UEをIMSI毎に指定したネットワークに接続させる



参考：B面RANに設定されているスライス

- 3スライス設定されていることが5Gコアのログから確認できる

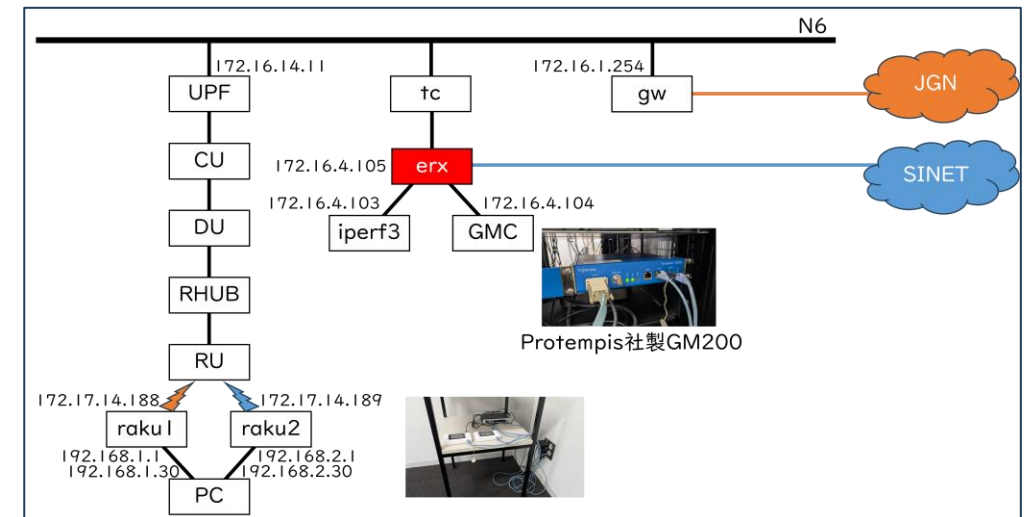
```
01/23 01:32:03.217: [amf] DEBUG: amf_state_operational(): OGS_EVENT_NAME_SBI_CLIENT (./src/amf/amf-sm.c:78)
01/23 01:32:03.217: [sbi] DEBUG: ogs_sbi_nf_state_registered(): OGS_EVENT_NAME_SBI_CLIENT (./lib/sbi/nf-sm.c:211)
01/23 01:32:07.674: [amf] INFO: gNB-N2 accepted[10.202.2.64]:38412 in ng-path module (./src/amf/ngap-sctp.c:113)
01/23 01:32:07.674: [amf] DEBUG: amf_state_operational(): AMF_EVENT_NGAP_LO_ACCEPT (./src/amf/amf-sm.c:78)
01/23 01:32:07.674: [amf] INFO: gNB-N2 accepted[10.202.2.64] in master_sm module (./src/amf/amf-sm.c:741)
01/23 01:32:07.688: [amf] DEBUG: ngap_state_initial(): ENTRY (./src/amf/ngap-sm.c:28)
01/23 01:32:07.688: [amf] DEBUG: ngap_state_operational(): ENTRY (./src/amf/ngap-sm.c:55)
01/23 01:32:07.688: [amf] INFO: [Added] Number of gNBs is now 1 (./src/amf/context.c:1231)
01/23 01:32:07.689: [amf] DEBUG: SCTP_ASSOC_CHANGE:[T:32769, F:0x0, S:0, I/O:2/2] (./src/amf/ngap-sctp.c:152)
01/23 01:32:07.689: [amf] DEBUG: SCTP_COMM_UP (./src/amf/ngap-sctp.c:161)
01/23 01:32:07.689: [amf] DEBUG: amf_state_operational(): AMF_EVENT_NGAP_LO_SCTP_COMM_UP (./src/amf/amf-sm.c:78)
01/23 01:32:07.689: [amf] INFO: gNB-N2[10.202.2.64] max_num_of_ostreams : 2 (./src/amf/amf-sm.c:780)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: amf_state_operational(): AMF_EVENT_NGAP_MESSAGE (./src/amf/amf-sm.c:78)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: ngap_state_operational(): AMF_EVENT_NGAP_MESSAGE (./src/amf/ngap-sm.c:55)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: NGSetupRequest (./src/amf/ngap-handler.c:144)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: IP[10.202.2.64] GNB_ID[0x0] (./src/amf/ngap-handler.c:195)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: PLMN_ID[MCC:999 MNC:2] (./src/amf/ngap-handler.c:199)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: PagingDRX[0] (./src/amf/ngap-handler.c:203)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: TAC[1] (./src/amf/ngap-handler.c:227)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: PLMN_ID[MCC:999 MNC:2] (./src/amf/ngap-handler.c:256)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: S_NSSAI[SST:1 SD:0x0] (./src/amf/ngap-handler.c:296)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: S_NSSAI[SST:1 SD:0x1] (./src/amf/ngap-handler.c:296)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: S_NSSAI[SST:1 SD:0x2] (./src/amf/ngap-handler.c:296)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: TAC[1] (./src/amf/ngap-handler.c:70)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: PLMN_ID[MCC:999 MNC:2] (./src/amf/ngap-handler.c:71)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: SERVED_TAI_INDEX[0] (./src/amf/ngap-handler.c:76)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: PLMN_ID[MCC:999 MNC:2] (./src/amf/ngap-handler.c:98)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: S_NSSAI[SST:1 SD:0x0] (./src/amf/ngap-handler.c:103)
01/23 01:32:07.697: [amf] DEBUG: NG-Setup response (./src/amf/ngap-path.c:260)
01/23 01:32:07.698: [amf] DEBUG: NGSetupResponse (./src/amf/ngap-build.c:36)
01/23 01:32:07.698: [amf] DEBUG: IP[10.202.2.64] RAN_ID[0] (./src/amf/ngap-path.c:69)
01/23 01:32:13.222: [amf] DEBUG: amf_state_operational(): OGS_EVENT_NAME_SBI_TIMER (./src/amf/amf-sm.c:78)
01/23 01:32:13.222: [sbi] DEBUG: ogs_sbi_nf_state_registered(): OGS_EVENT_NAME_SBI_TIMER (./lib/sbi/nf-sm.c:211)
```

```
S_NSSAI[SST:1 SD:0x0]
S_NSSAI[SST:1 SD:0x1]
S_NSSAI[SST:1 SD:0x2]
```



管理者が異なるDN

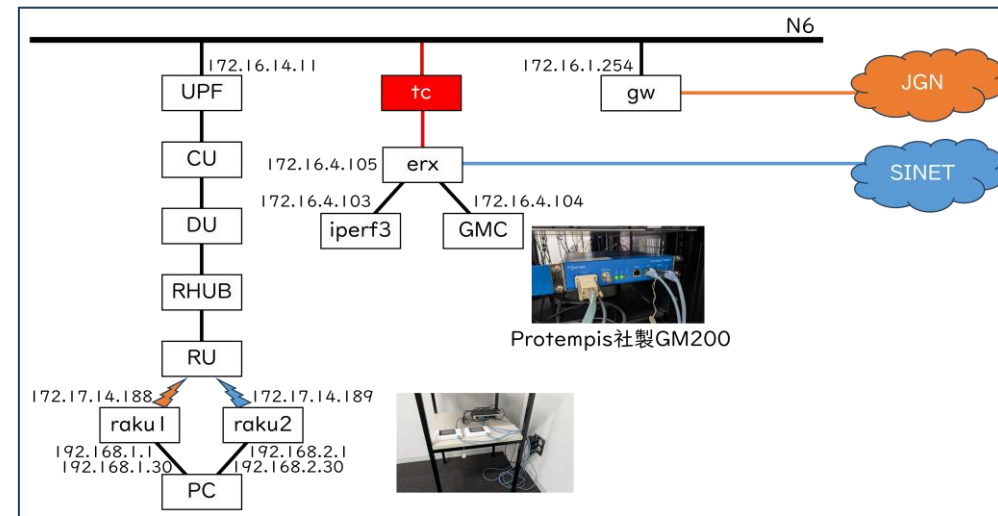
- マルチスライス模擬
 - 各UEに割り当てられるIPアドレスによりUE識別
 - N6に振り分け用ルータを接続
 - UEから上流に向かうパケットについて、UPFの次ホップをerxに向ける
- 振り分け用ルータでポリシールーティングを実施
 - raku1からのパケットをJGNに
 - raku2からのパケットをSINETに





品質が異なるRAN

- マルチスライス模擬
 - 各UEに割り当てられるIPアドレスによりUE識別
 - N6上にLinuxマシンを配置しtcにより制御
- 遅延制御
 - raku1側を低遅延、raku2側を高遅延
 - raku2側に片道15msの遅延を追加
- 帯域制御
 - raku1側を狭帯域、raku2側を広帯域
 - raku1側に10Mbpsの帯域制限を設定





参考: tcの設定内容 (1/2)

- N6側インタフェース (ens4f0)
 - tc qdisc add dev ens4f0 root handle 1: htb
 - tc class add dev ens4f0 parent 1: classid 1:1 htb rate 1000mbit
 - tc class add dev ens4f0 parent 1:1 classid 1:10 htb rate 10mbit
 - tc class add dev ens4f0 parent 1:1 classid 1:11 htb rate 1000mbit
 - tc qdisc add dev ens4f0 parent 1:11 handle 10: netem delay 15ms
 - tc filter add dev ens4f0 protocol ip parent 1:0 prio 1 u32 match ip dst 172.17.14.188 flowid 1:10
 - tc filter add dev ens4f0 protocol ip parent 1:0 prio 1 u32 match ip dst 172.17.14.189 flowid 1:11



参考: tcの設定内容 (2/2)

- erx側インタフェース (eno8403)
 - tc qdisc add dev eno8403 root handle 1: htb
 - tc class add dev eno8403 parent 1: classid 1:1 htb rate 1000mbit
 - tc class add dev eno8403 parent 1:1 classid 1:10 htb rate 10mbit
 - tc class add dev eno8403 parent 1:1 classid 1:11 htb rate 1000mbit
 - tc qdisc add dev eno8403 parent 1:11 handle 10: netem delay 15ms
 - tc filter add dev eno8403 protocol ip parent 1:0 prio 1 u32 match ip src 172.17.14.188 flowid 1:10
 - tc filter add dev eno8403 protocol ip parent 1:0 prio 1 u32 match ip src 172.17.14.189 flowid 1:11