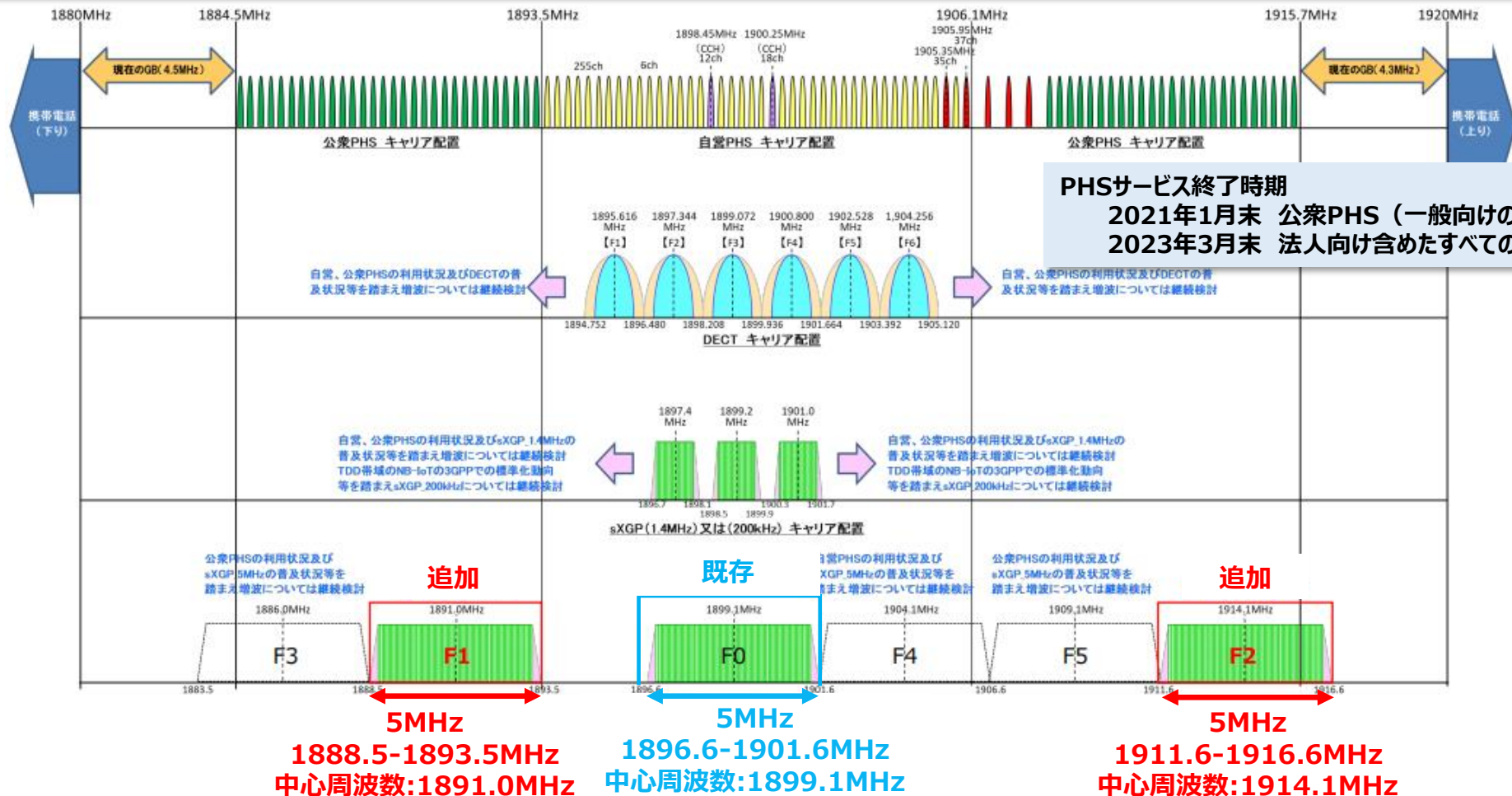


NextEPCを用いた sXGP環境構築と実機検証

Sei Kim

sXGPとは

- sXGPとは、1.9GHz帯でのLTE方式を利用した自営無線規格であり、PHSおよびDECTのチャネル保護のため、キャリアセンス機能を具備している。（最大理論値は**上り：4Mbps、下り：12Mbps**）
- また、免許不要のため導入しやすく、SIM認証を採用しておりセキュアなネットワーク構築が可能、システム一式の持ち運びが容易、といった特徴がある。
- sXGPの周波数として、既存の**F0**に加え、**F1**と**F2**が追加されている

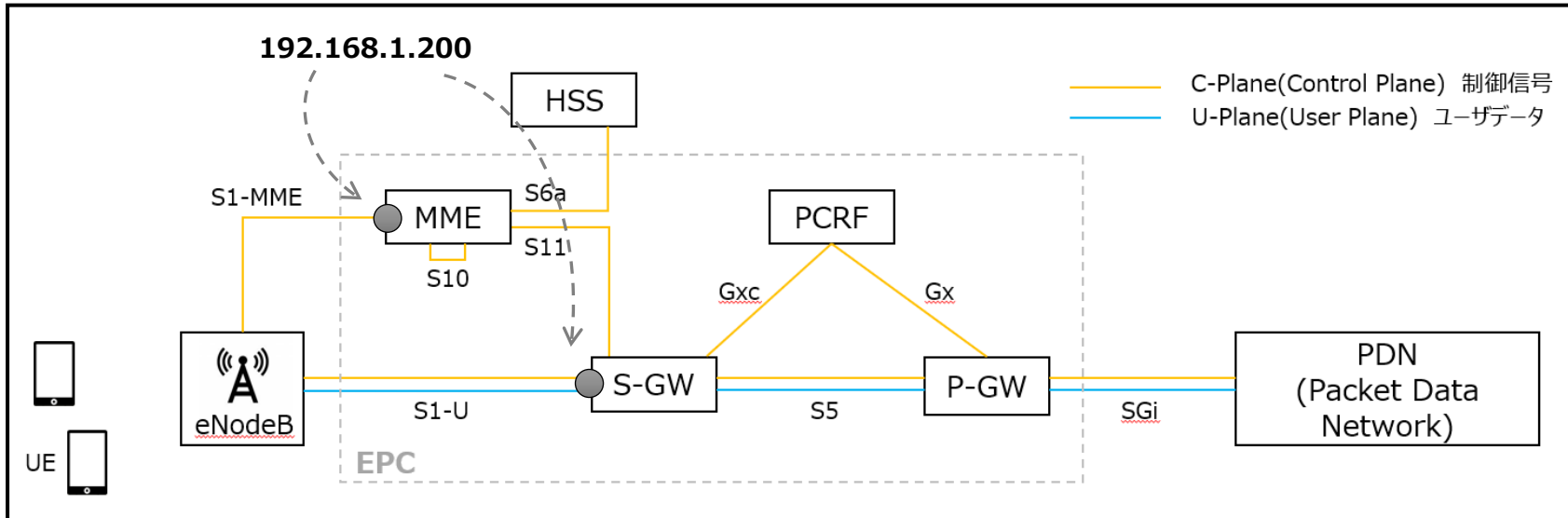
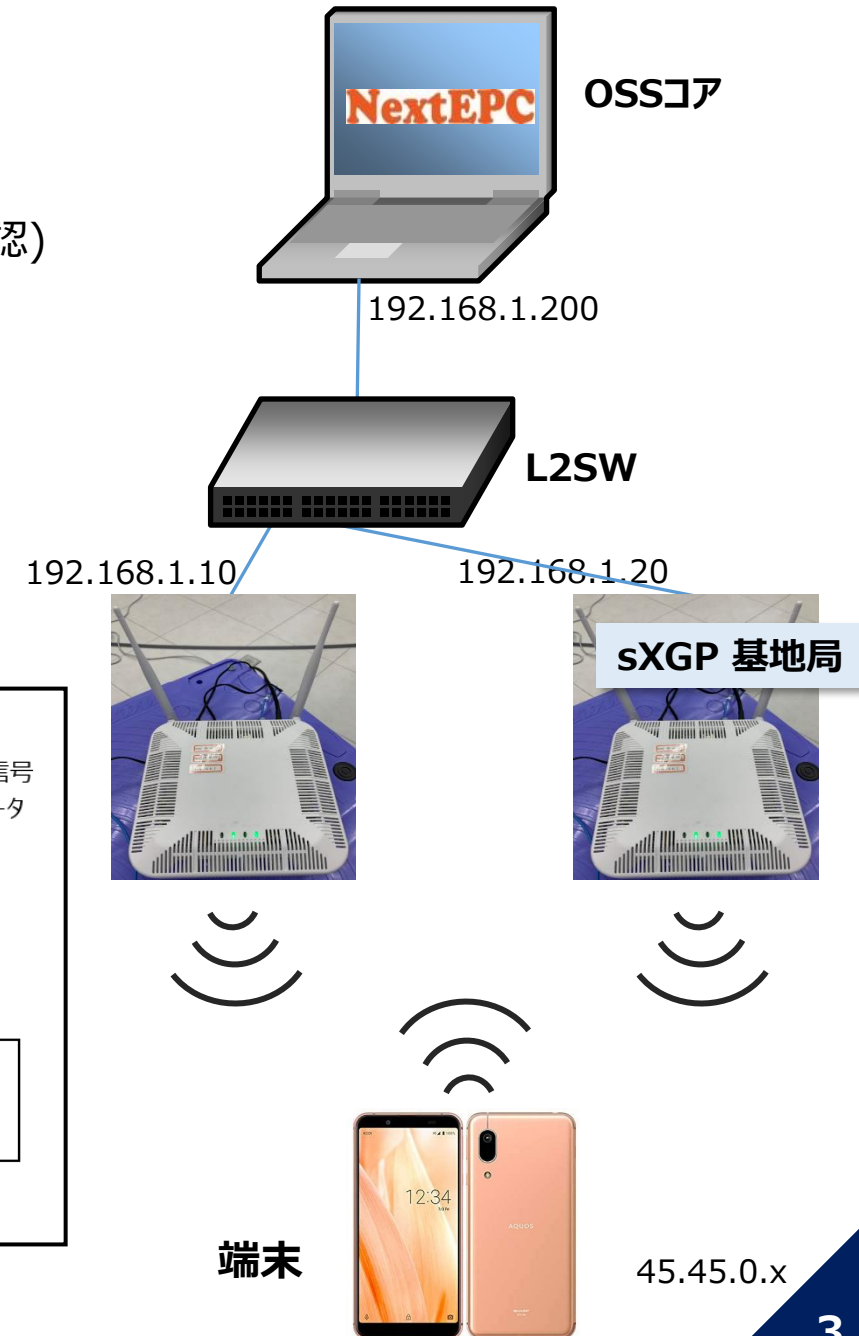


準備

使用する物

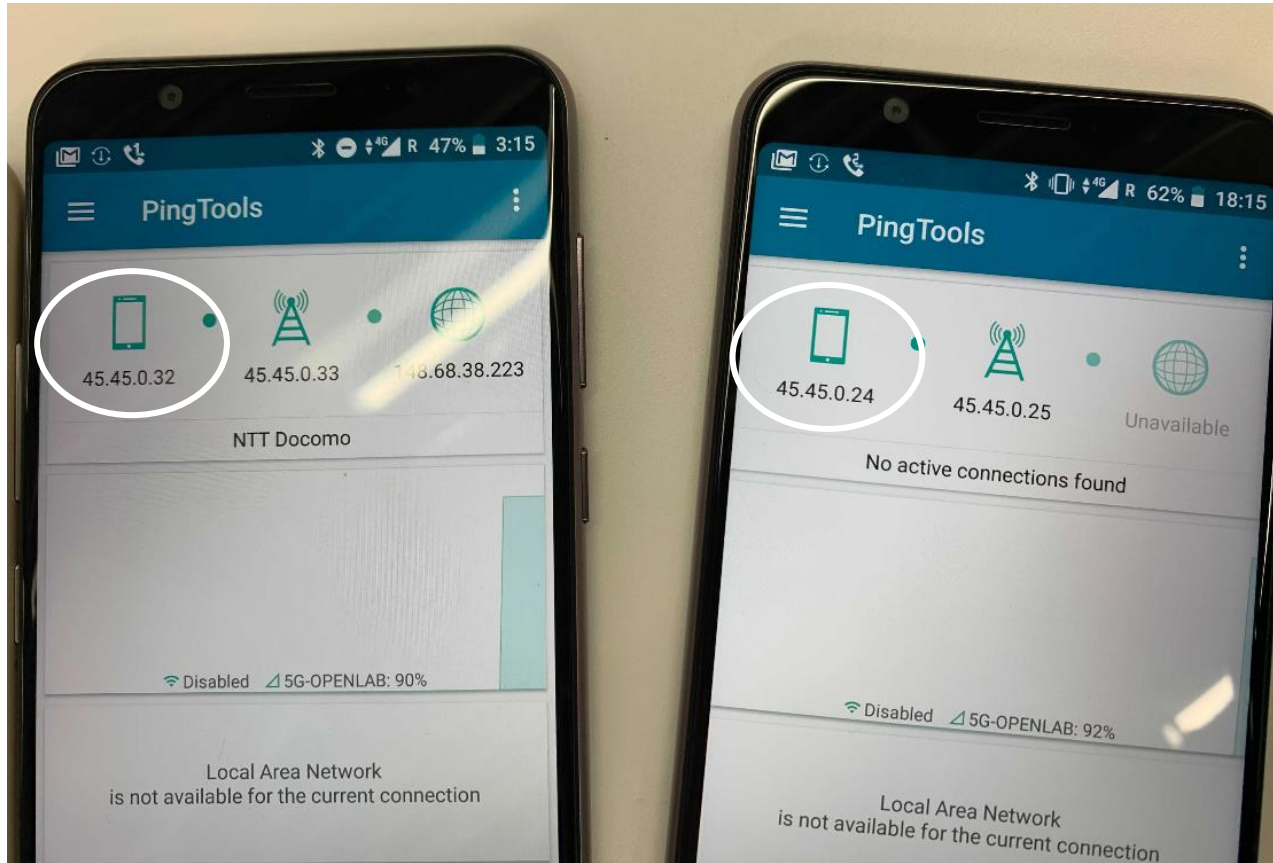
⇒ sXGP基地局、sXGP対応端末、sim、PC(コアインストール&基地局のWebGUI確認)

- ①VirtualBoxをインストールする。
- ②<https://nextepc.org/> に従い、仮想マシン(OS:Ubuntu)上にNextEPCをパッケージインストールする。
- ③MMEとSGWのIPアドレスを書き換える。
- ④sXGP基地局とNextEPCを接続し、電波をふけることを確認する。



準備

- ⑤端末にsimを差し込み、APN設定を入れ、アタッチさせる。
- ⑥端末にIPアドレスがふられていることを確認する。



Ping Tools



Network Cell Info

端末情報

	AQUOS sense3 SH-M12
外観	
Dimensions	147mm × 70mm × 8.9mm
OS	Android™ 9 Pie
対応WiFi	IEEE802.11a/b/g/n/ac
対応Band	FDD-LTE: B1/B3/B5/B8/B12/B17/B18/B19 TD-LTE: B39/B41
チップセット	Snapdragon630(2.2GHz、4コア + 1.8GHz、4コア)

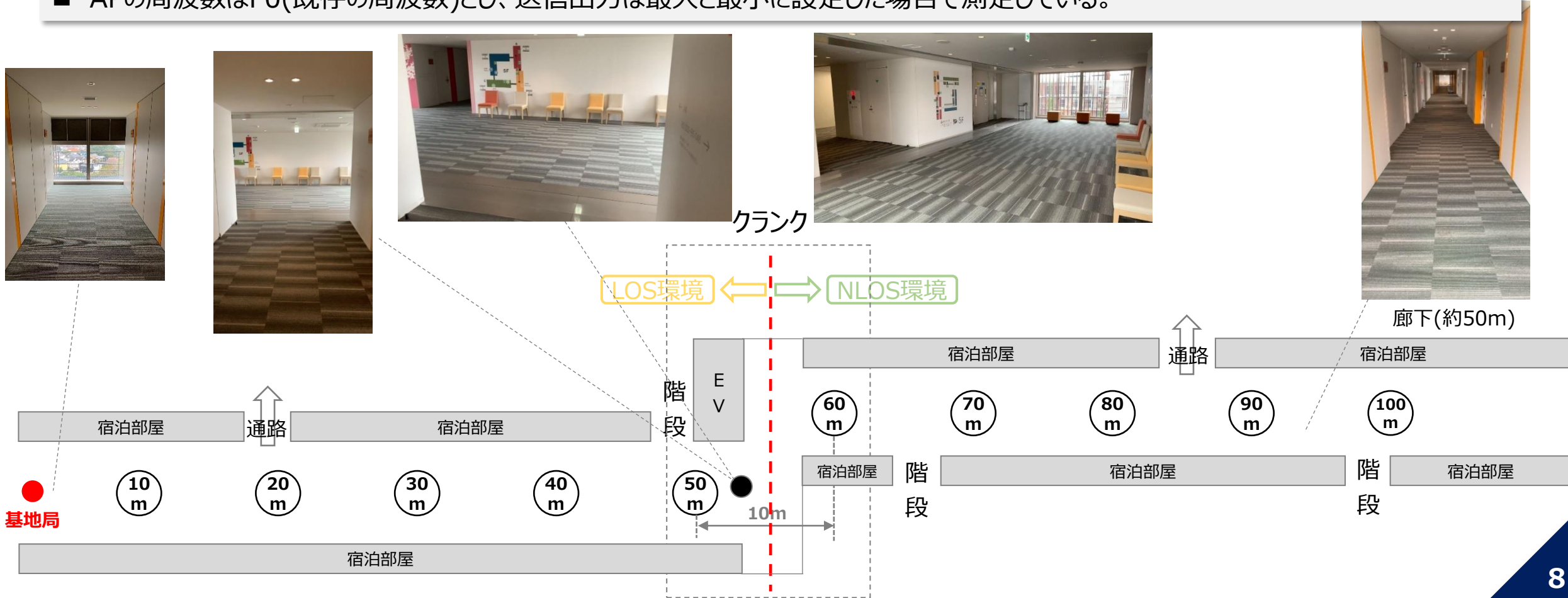
検証項目

項番	項目	検証内容
1	電波伝搬特性	受信電波強度とスループット、および電波伝搬距離を測定し、sXGPの電波伝搬特性を確認する。
2	複数端末 同時通信	同時に複数台の端末で通信した際の通信品質を測定する。

検証1 電波伝搬特性

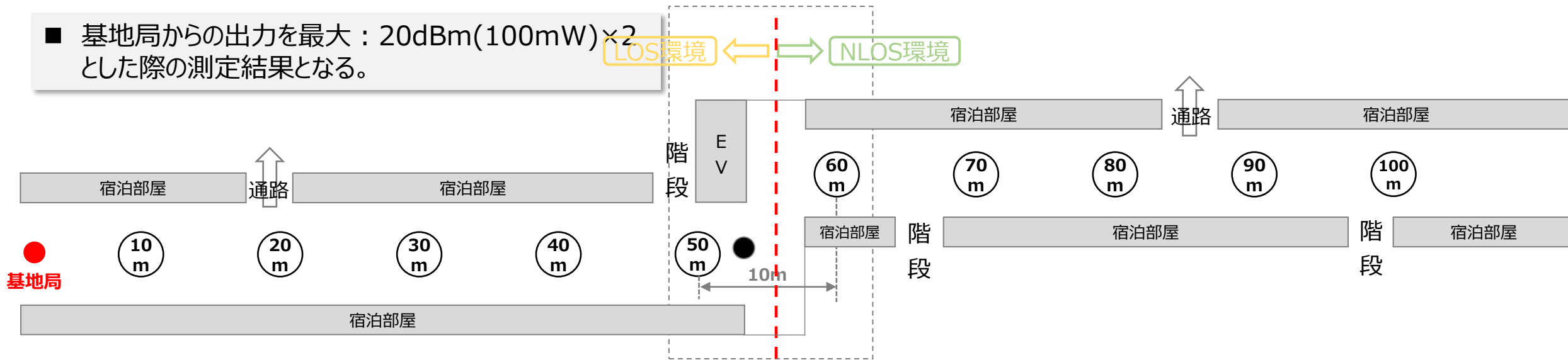
検証 1-1 電波伝搬特性

- 測定環境として、中間地点にクランクを挟んだ、約100mの廊下を使用している。
- 基地局からの距離が、10m、20m、・・・、100mである各10地点において、受信電波強度とスループット(プロトコルはTCP、UDP)を測定している。
- 測定ツールとして、受信電波強度はNetwork Cell Infoアプリを、スループットはmagic iperfアプリ(iperf2)を使用し、上り/下りともに30Mbpsのトラフィックを1分間印加し、平均値を算出している。
- APの周波数はF0(既存の周波数)とし、送信出力は最大と最小に設定した場合で測定している。



検証 1 - 1 電波伝搬特性 検証結果 (RSRP、スループット)

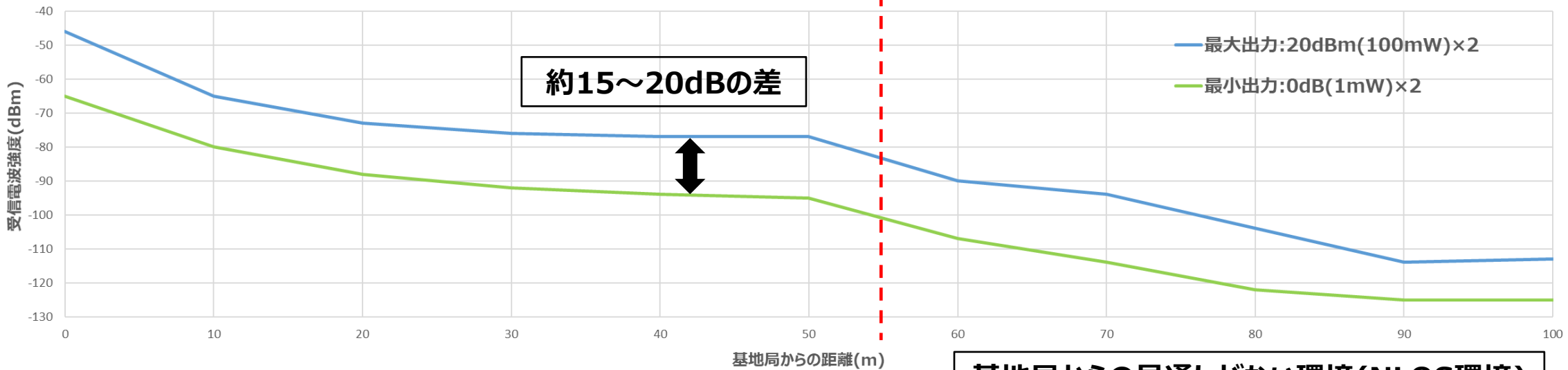
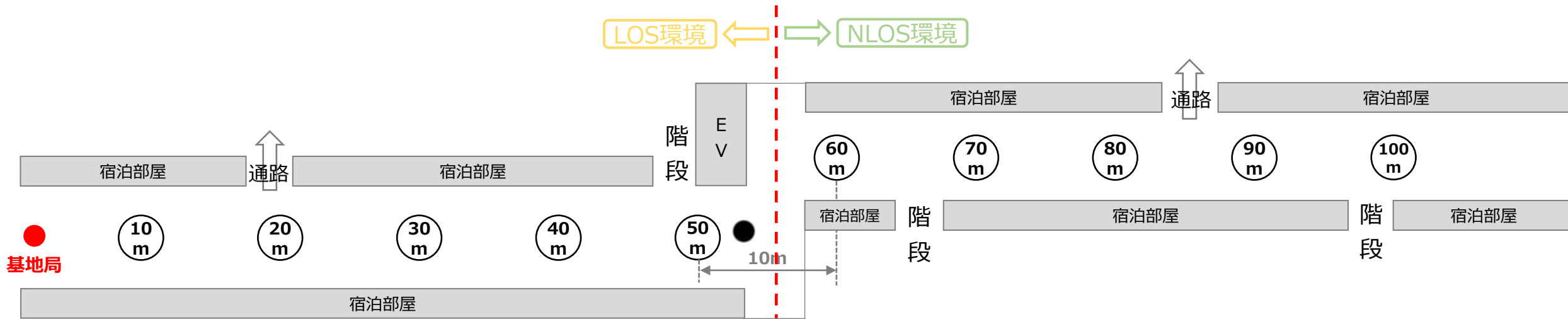
- 基地局からの出力を最大：20dBm(100mW)×2とした際の測定結果となる。



		LOS環境					NLOS環境					
		0m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m
TCP	上り[Mbps]	3.0	3.0	2.8	2.6	3.0	2.6	2.2	2.2	1.7	0.3	0.4
	下り[Mbps]	11.5	11.5	11.5	11.5	11.3	11.3	9.5	10.4	4.6	3.2	2.3
UDP	上り[Mbps]	3.1	2.9	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	2.6	0.6	0.2	0.3
	下り[Mbps]	11.6	11.7	11.3	11.6	11.5	11.2	11.1	10.7	5.0	2.1	3.1
RSRP[dBm]		-46	-65	-73	-76	-77	-77	-90	-94	-104	-114	-113

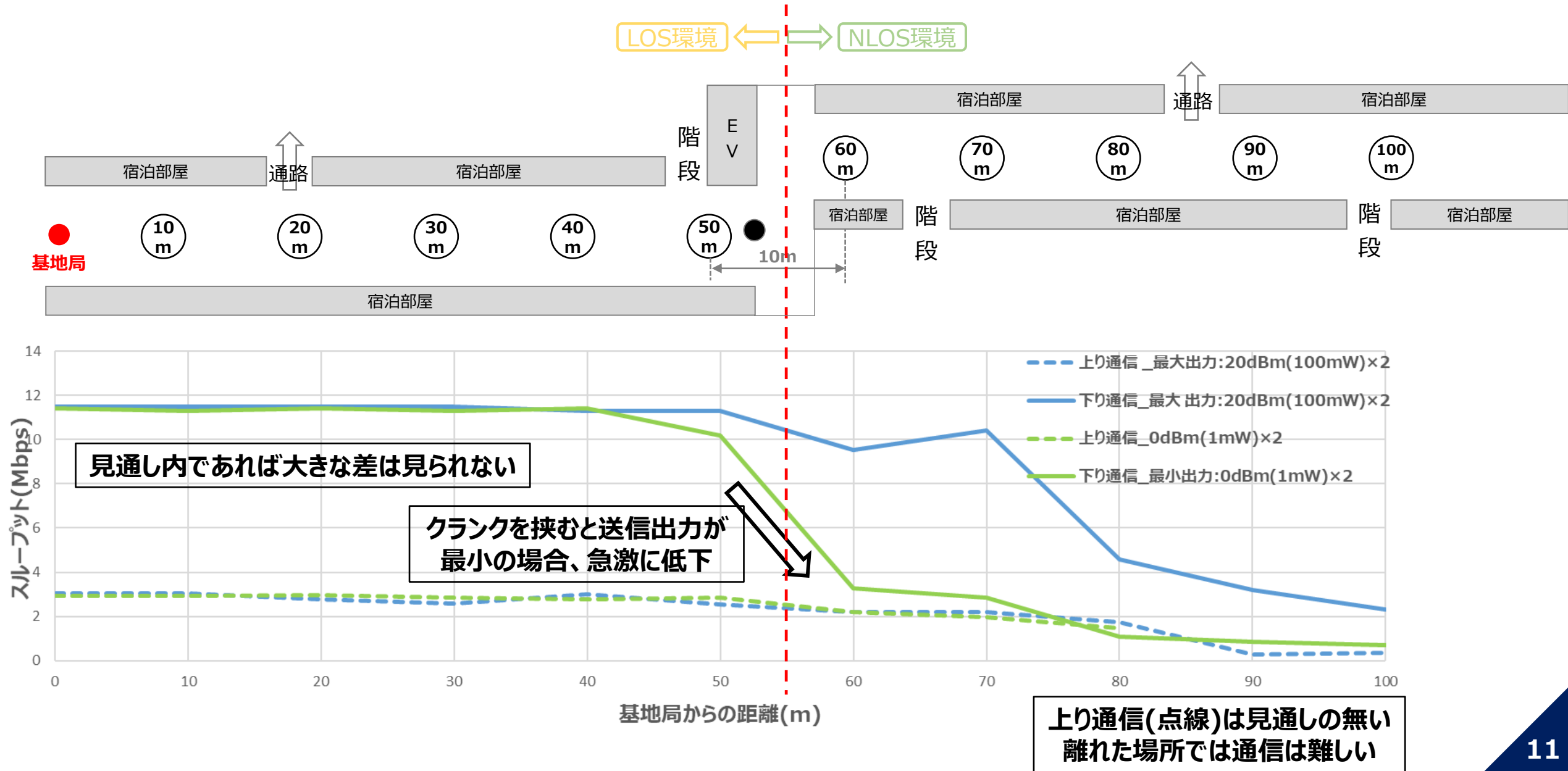
見通しが無い、約100m地点においても、下り通信は可能

検証 1 - 1 電波伝搬特性 検証結果 (RSRP)

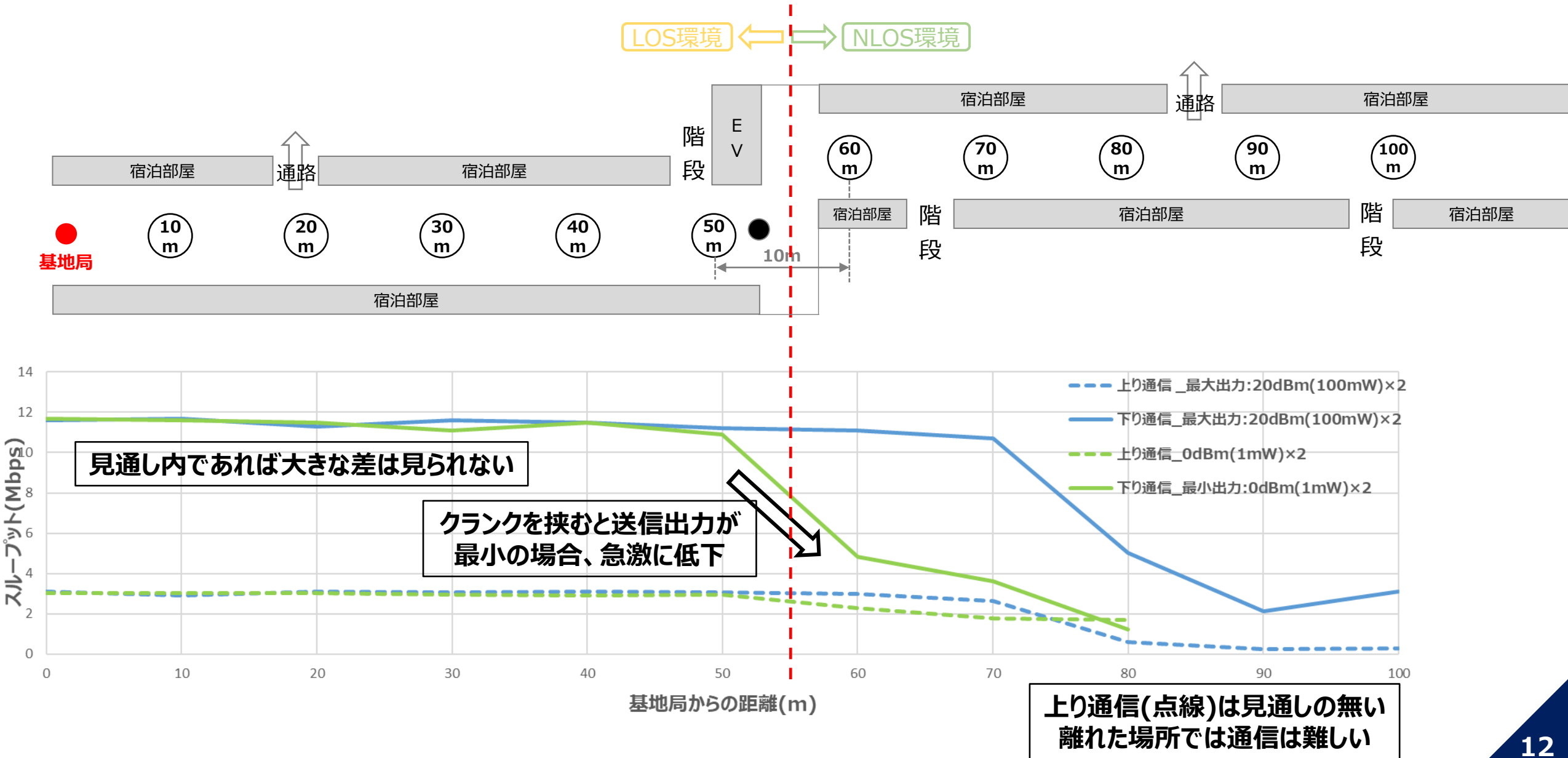


基地局からの見通しがない環境(NLOS環境)においても、ある程度電波は回り込む

検証 1 - 1 電波伝搬特性 検証結果 (スループット-TCP)



検証 1 - 1 電波伝搬特性 検証結果 (スループット-UDP)



検証 1 - 2 電波伝搬距離 検証結果

- 検証1-1同様、屋外の約200mの直線環境を用いて、合計5地点において、受信電波強度とスループット(下りのみ)を測定している。
- 測定ツールとして、受信電波強度はNetwork Cell Infoアプリを、スループットはmagic iperfアプリ(iperf2)を使用し、下り30Mbpsのトラフィックを1分間印加し、平均値を算出している。
- APの周波数はF0(既存の周波数)とし、送信出力は最大としている。

基地局から200m程離れた場所であっても、見通し内であれば大きく低下することはない



sXGP基地局～講堂まで直線距離約200m

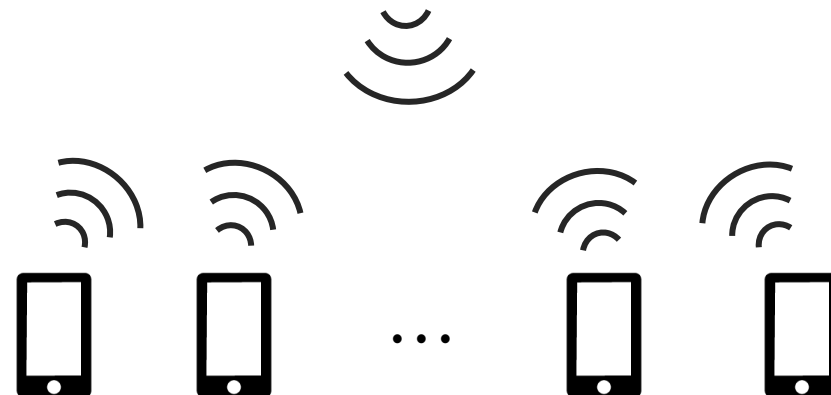
検証 2 複数端末同時通信

検証 2 複数端末同時通信

- 同時に複数台の端末で通信した際のスループット(プロトコルはTCP、UDP)を測定する。
- 測定ツールとして、magic iperfアプリ(iperf2)を使用し、上り:5Mbps、下り:30Mbpsのトラフィックを1分間印加し、平均値を算出している。
- APの周波数はF2(新たに追加された周波数)とし、送信出力は最大としている。
- APと端末間は約1m離し配置している。



sXGP基地局



端末

TCP - 上り

- 同時通信可能であり、スループットも按分される。

トラフィックを印加した端末数	1台目	2台目	3台目	4台目	5台目	6台目	7台目	8台目	9台目	10台目	計
1	2.90										2.90
2	1.52	1.51									3.03
3	0.95	1.19	0.95								3.09
4	0.77	0.78	0.76	0.76							3.07
5	0.59	0.68	0.59	0.66	0.59						3.11
6	0.52	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53					3.14
7	0.46	0.44	0.44	0.47	0.44	0.44	0.44				3.12
8	0.40	0.40	0.40	0.39	0.40	0.39	0.39	0.40			3.16
9	0.36	0.40	0.37	0.35	0.36	0.35	0.34	0.34	0.34		3.21
10	0.33	0.30	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.32	0.30	0.29	3.14

TCP - 下り

- 同時通信可能であり、スループットも平均すると按分されているが、通信途中で途切れる事象が発生する。

トラフィックを印加した端末数	1台目	2台目	3台目	4台目	5台目	6台目	7台目	8台目	9台目	10台目	計
1	11.50										11.50
2	5.62	5.84									11.46
3	4.18	3.65	3.76								11.59
4	2.98	2.91	2.91	2.94							11.74
5	2.34	2.35	2.37	2.37	2.37						11.80
6	1.99	1.98	1.98	1.97	1.86	1.94					11.72
10	1.19	1.14	1.18	1.37	1.21	1.15	1.20	1.33	1.19	1.18	12.14

TCP - 下り (端末5台を用いた通信)

1台目	2台目	3台目	4台目	5台目
[4] 0.0- 1.0 sec 286 KBytes 2.34 Mbits/sec	[4] 0.0- 1.0 sec 283 KBytes 2.32 Mbits/sec	[4] 0.0- 1.0 sec 310 KBytes 2.54 Mbits/sec	[4] 0.0- 1.0 sec 294 KBytes 2.41 Mbits/sec	[4] 0.0- 1.0 sec 257 KBytes 2.11 Mbits/sec
[4] 1.0- 2.0 sec 283 KBytes 2.32 Mbits/sec	[4] 1.0- 2.0 sec 273 KBytes 2.24 Mbits/sec	[4] 1.0- 2.0 sec 315 KBytes 2.58 Mbits/sec	[4] 1.0- 2.0 sec 303 KBytes 2.48 Mbits/sec	[4] 1.0- 2.0 sec 235 KBytes 1.92 Mbits/sec
[4] 2.0- 3.0 sec 301 KBytes 2.47 Mbits/sec	[4] 2.0- 3.0 sec 260 KBytes 2.13 Mbits/sec	[4] 2.0- 3.0 sec 317 KBytes 2.59 Mbits/sec	[4] 2.0- 3.0 sec 280 KBytes 2.29 Mbits/sec	[4] 2.0- 3.0 sec 296 KBytes 2.42 Mbits/sec
[4] 3.0- 4.0 sec 286 KBytes 2.34 Mbits/sec	[4] 3.0- 4.0 sec 286 KBytes 2.34 Mbits/sec	[4] 3.0- 4.0 sec 310 KBytes 2.54 Mbits/sec	[4] 3.0- 4.0 sec 294 KBytes 2.41 Mbits/sec	[4] 3.0- 4.0 sec 257 KBytes 2.11 Mbits/sec
[4] 4.0- 5.0 sec 283 KBytes 2.32 Mbits/sec	[4] 4.0- 5.0 sec 273 KBytes 2.24 Mbits/sec	[4] 4.0- 5.0 sec 315 KBytes 2.58 Mbits/sec	[4] 4.0- 5.0 sec 303 KBytes 2.48 Mbits/sec	[4] 4.0- 5.0 sec 235 KBytes 1.92 Mbits/sec
[4] 5.0- 6.0 sec 267 KBytes 2.19 Mbits/sec	[4] 5.0- 6.0 sec 266 KBytes 2.18 Mbits/sec	[4] 5.0- 6.0 sec 305 KBytes 2.50 Mbits/sec	[4] 5.0- 6.0 sec 298 KBytes 2.44 Mbits/sec	[4] 5.0- 6.0 sec 238 KBytes 1.95 Mbits/sec
[4] 6.0- 7.0 sec 273 KBytes 2.24 Mbits/sec	[4] 6.0- 7.0 sec 283 KBytes 2.32 Mbits/sec	[4] 6.0- 7.0 sec 314 KBytes 2.57 Mbits/sec	[4] 6.0- 7.0 sec 297 KBytes 2.43 Mbits/sec	[4] 6.0- 7.0 sec 256 KBytes 2.10 Mbits/sec
[4] 7.0- 8.0 sec 264 KBytes 2.17 Mbits/sec	[4] 7.0- 8.0 sec 274 KBytes 2.25 Mbits/sec	[4] 7.0- 8.0 sec 300 KBytes 2.46 Mbits/sec	[4] 7.0- 8.0 sec 307 KBytes 2.51 Mbits/sec	[4] 7.0- 8.0 sec 233 KBytes 1.91 Mbits/sec
[4] 8.0- 9.0 sec 267 KBytes 2.19 Mbits/sec	[4] 8.0- 9.0 sec 260 KBytes 2.13 Mbits/sec	[4] 8.0- 9.0 sec 263 KBytes 2.15 Mbits/sec	[4] 8.0- 9.0 sec 266 KBytes 2.18 Mbits/sec	[4] 8.0- 9.0 sec 273 KBytes 2.24 Mbits/sec
[4] 9.0-10.0 sec 284 KBytes 2.33 Mbits/sec	[4] 9.0-10.0 sec 280 KBytes 2.29 Mbits/sec	[4] 9.0-10.0 sec 288 KBytes 2.36 Mbits/sec	[4] 9.0-10.0 sec 288 KBytes 2.36 Mbits/sec	[4] 9.0-10.0 sec 205 KBytes 1.68 Mbits/sec

1台目			2台目			按分されている			3台目		
Interval	Transfer	Bandwidth	Interval	Transfer	Bandwidth	Interval	Transfer	Bandwidth	Interval	Transfer	Bandwidth
[4] 3.0- 4.0 sec	286 KBytes	2.34 Mbits/sec	[4] 3.0- 4.0 sec	286 KBytes	2.34 Mbits/sec	[4] 3.0- 4.0 sec	310 KBytes	2.54 Mbits/sec	[4] 3.0- 4.0 sec	315 KBytes	2.58 Mbits/sec
[4] 4.0- 5.0 sec	283 KBytes	2.32 Mbits/sec	[4] 4.0- 5.0 sec	273 KBytes	2.24 Mbits/sec	[4] 4.0- 5.0 sec	315 KBytes	2.58 Mbits/sec	[4] 4.0- 5.0 sec	305 KBytes	2.50 Mbits/sec
[4] 5.0- 6.0 sec	267 KBytes	2.19 Mbits/sec	[4] 5.0- 6.0 sec	266 KBytes	2.18 Mbits/sec	[4] 5.0- 6.0 sec	298 KBytes	2.44 Mbits/sec	[4] 5.0- 6.0 sec	314 KBytes	2.57 Mbits/sec
[4] 6.0- 7.0 sec	273 KBytes	2.24 Mbits/sec	[4] 6.0- 7.0 sec	283 KBytes	2.32 Mbits/sec	[4] 6.0- 7.0 sec	297 KBytes	2.43 Mbits/sec	[4] 6.0- 7.0 sec	256 KBytes	2.10 Mbits/sec
[4] 7.0- 8.0 sec	264 KBytes	2.17 Mbits/sec	[4] 7.0- 8.0 sec	274 KBytes	2.25 Mbits/sec	[4] 7.0- 8.0 sec	307 KBytes	2.51 Mbits/sec	[4] 7.0- 8.0 sec	233 KBytes	1.91 Mbits/sec
[4] 8.0- 9.0 sec	267 KBytes	2.19 Mbits/sec	[4] 8.0- 9.0 sec	260 KBytes	2.13 Mbits/sec	[4] 8.0- 9.0 sec	266 KBytes	2.18 Mbits/sec	[4] 8.0- 9.0 sec	273 KBytes	2.24 Mbits/sec
[4] 9.0-10.0 sec	284 KBytes	2.33 Mbits/sec	[4] 9.0-10.0 sec	263 KBytes	2.15 Mbits/sec	[4] 9.0-10.0 sec	288 KBytes	2.36 Mbits/sec	[4] 9.0-10.0 sec	205 KBytes	1.68 Mbits/sec

[4] 32.0-33.0 sec 274 KBytes 2.25 Mbits/sec	[4] 32.0-33.0 sec 286 KBytes 2.34 Mbits/sec	[4] 32.0-33.0 sec 293 KBytes 2.40 Mbits/sec	[4] 32.0-33.0 sec 245 KBytes 2.00 Mbits/sec	[4] 32.0-33.0 sec 259 KBytes 2.12 Mbits/sec
[4] 33.0-34.0 sec 284 KBytes 2.33 Mbits/sec	[4] 33.0-34.0 sec 308 KBytes 2.53 Mbits/sec	[4] 33.0-34.0 sec 296 KBytes 2.42 Mbits/sec	[4] 33.0-34.0 sec 297 KBytes 2.43 Mbits/sec	[4] 33.0-34.0 sec 257 KBytes 2.11 Mbits/sec
[4] 34.0-35.0 sec 286 KBytes 2.33 Mbits/sec	[4] 34.0-35.0 sec 253 KBytes 2.07 Mbits/sec	[4] 34.0-35.0 sec 283 KBytes 2.32 Mbits/sec	[4] 34.0-35.0 sec 266 KBytes 2.18 Mbits/sec	[4] 34.0-35.0 sec 273 KBytes 2.24 Mbits/sec
[4] 35.0-36.0 sec 263 KBytes 2.15 Mbits/sec	[4] 35.0-36.0 sec 307 KBytes 2.51 Mbits/sec	[4] 35.0-36.0 sec 245 KBytes 2.00 Mbits/sec	[4] 35.0-36.0 sec 272 KBytes 2.22 Mbits/sec	[4] 35.0-36.0 sec 288 KBytes 2.36 Mbits/sec
[4] 36.0-37.0 sec 294 KBytes 2.41 Mbits/sec	[4] 36.0-37.0 sec 165 KBytes 1.36 Mbits/sec	[4] 36.0-37.0 sec 320 KBytes 2.62 Mbits/sec	[4] 36.0-37.0 sec 311 KBytes 2.55 Mbits/sec	[4] 36.0-37.0 sec 205 KBytes 1.68 Mbits/sec
[4] 37.0-38.0 sec 208 KBytes 1.70 Mbits/sec	[4] 37.0-38.0 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec	[4] 37.0-38.0 sec 137 KBytes 1.12 Mbits/sec	[4] 37.0-38.0 sec 140 KBytes 1.15 Mbits/sec	[4] 37.0-38.0 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec
[4] 38.0-39.0 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec	[4] 38.0-39.0 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec	[4] 38.0-39.0 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec	[4] 38.0-39.0 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec	[4] 38.0-39.0 sec 0.00 Bytes 0.00 bits/sec

1台目			2台目			3台目		
Interval	Transfer	Bandwidth	Interval	Transfer	Bandwidth	Interval	Transfer	Bandwidth
[4] 35.0-36.0 sec	245 KBytes	2.00 Mbits/sec	[4] 35.0-36.0 sec	272 KBytes	2.22 Mbits/sec	[4] 35.0-36.0 sec	288 KBytes	2.36 Mbits/sec
[4] 36.0-37.0 sec	320 KBytes	2.62 Mbits/sec	[4] 36.0-37.0 sec	311 KBytes	2.55 Mbits/sec	[4] 36.0-37.0 sec	205 KBytes	1.68 Mbits/sec
[4] 37.0-38.0 sec	137 KBytes	1.12 Mbits/sec	[4] 37.0-38.0 sec	140 KBytes	1.15 Mbits/sec	[4] 37.0-38.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec
[4] 38.0-39.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec	[4] 38.0-39.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec	[4] 38.0-39.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec
[4] 39.0-40.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec	[4] 39.0-40.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec	[4] 39.0-40.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec
[4] 40.0-41.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec	[4] 40.0-41.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec	[4] 40.0-41.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec
[4] 41.0-42.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec	[4] 41.0-42.0 sec	179 KBytes	1.47 Mbits/sec	[4] 41.0-42.0 sec	503 KBytes	4.12 Mbits/sec
[4] 42.0-43.0 sec	889 KBytes	7.28 Mbits/sec	[4] 42.0-43.0 sec	539 KBytes	4.41 Mbits/sec	[4] 42.0-43.0 sec	457 KBytes	3.74 Mbits/sec
[4] 43.0-44.0 sec	536 KBytes	4.39 Mbits/sec	[4] 43.0-44.0 sec	670 KBytes	5.49 Mbits/sec	[4] 43.0-44.0 sec	468 KBytes	3.83 Mbits/sec
[4] 44.0-45.0 sec	488 KBytes	4.00 Mbits/sec	[4] 44.0-45.0 sec	270 KBytes	2.21 Mbits/sec	[4] 44.0-45.0 sec	267 KBytes	2.19 Mbits/sec
[4] 45.0-46.0 sec	150 KBytes	1.23 Mbits/sec	[4] 45.0-46.0 sec	700 KBytes	5.73 Mbits/sec	[4] 45.0-46.0 sec	94.7 KBytes	776 Kbits/sec
[4] 46.0-47.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec	[4] 46.0-47.0 sec	79.2 KBytes	649 Kbits/sec	[4] 46.0-47.0 sec	0.00 Bytes	0.00 bits/sec

UDP - 上り

- 同時通信可能であり、スループットも按分される。

トラフィックを印加した端末数	1台目	2台目	3台目	4台目	5台目	6台目	7台目	8台目	9台目	10台目	計
1	2.94										2.94
2	1.72	1.60									3.32
3	1.14	1.32	0.91								3.37
4	0.88	0.89	0.84	0.75							3.36
5	0.65	0.72	0.67	0.68	0.66						3.38
6	0.58	0.56	0.57	0.58	0.57	0.55					3.41
7	0.48	0.41	0.51	0.49	0.47	0.49	0.53				3.39
8	0.41	0.42	0.43	0.43	0.42	0.43	0.44	0.43			3.40
9	0.36	0.42	0.40	0.39	0.38	0.37	0.38	0.36	0.38		3.44
10	0.37	0.36	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.34	0.34	3.46

UDP - 下り

- 同時通信可能であり、スループットも按分される。

トラヒックを印加した端末数	1台目	2台目	3台目	4台目	5台目	6台目	7台目	8台目	9台目	10台目	計
1	11.70										11.70
2	5.89	5.73									11.62
3	3.90	3.64	4.11								11.65
4	3.08	2.97	2.76	2.93							11.74
5	2.35	2.34	2.45	2.39	2.07						11.60
6	1.97	1.79	1.94	1.94	1.92	1.73					11.29
10	1.34	1.25	1.23	1.42	1.26	1.40	1.40	1.23	1.24	0.56	12.33

まとめ

- sXGPはアンライセンスで、コアごとシステム一式を持ち運べるため、色々な環境で気軽に検証することができる。
- コアについて初心者状態で今回の検証を実施したが、5GCのベースとなるEPCについて先に知っておくことで大きな抵抗なく5GCへ入りやすい。EPCと比較をしながら5GCの理解が進みやすい。
- コアはOSSを利用することでコスト面ではかなりメリットが大きい一方、サポートがないため、不具合(多端末通信時に通信途中で途切れる、どの端末を使ってもアタッチしないことが時々ある)などがある際に初心者では解決が難しいことを実感した。

議論したい内容

- 多端末通信時（TCP-下り）に発生する事象について