
**逸般の誤家庭にぜひ！
～自作モバイルシステムのすすめ～**

Yuta Tanizaki

はじめに

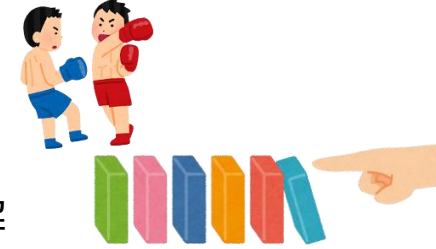
- **モバイルシステムはその関連領域の広さ・複雑性から、様々例えられている**

- » **IT分野の異種総合格闘技**

- 無線/有線、L1~L7、電話、ITシステム、仮想化、端末、SIM、基地局建設…

- » **壮大なピタゴラスイッチ**

- なぜこれが24365で数千万オーダーの端末を処理できているのか非常に不可解

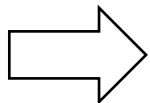


上記によりしばしば観測される日常風景



どうして、お昼になるとスマホが
繋がりにくいのでしょうか？

私は、
コア/無線/伝送/端末/基盤/標準化/運用/建設/etc...
側の人間なのでちょっとわかりません……



「一回、自分で全部作ってみたらもっとわかるんじゃないか？」

サマリ

- 「ぼくのかんがえたさいきょうのLTEシステム」を作って動かしてみた（合法）
- iPhoneやPixelがつながる！「キミも、今日からおうちMNO(モバイルネットワークオペレーター)だ！」

制御信号が丸見え！

Signaling (Filtered)

EMM	↑ Detach Request	14:45:51.124
ESM	↑ PDN Connectivity Request	14:45:54.238
EMM	↑ Attach Request//PDN Connectivity Request	14:45:54.238
EMM	↓ Identity Request	14:45:54.438
EMM	↑ Identity Response	14:45:54.438
EMM	↓ Authentication Request	14:45:54.438
EMM	↑ Authentication Response	14:45:54.540
EMM	↓ Security Mode Command	14:45:54.589
EMM	↑ Security Mode Complete//Attach Request//PDN Connectivity Request	14:45:54.589
ESM	↓ ESM Information Request	14:45:54.640
ESM	↑ ESM Information Response	14:45:54.641
EMM	↓ Attach Accept//Activate Default EPS Bearer Context Request	14:45:54.790
ESM	↓ Activate Default EPS Bearer Context Request	14:45:54.790
ESM	↑ Activate Default EPS Bearer Context Accept	14:45:54.790
EMM	↑ Attach Complete//Activate Default EPS Bearer Context Accept	14:45:54.790
EMM	↓ EMM Information	14:45:54.852

好きなオペレータ名をつけられるぞ



出力、基地局情報、ぜーんぶ見えるぜ！

LTE Band	B39 TDD 1900+			
Antenna eNB Tx/Dev. Rx	2 x 1			
EARFCN/Freq DL	38591 / 1914.1 MHz			
Bandwidth	5 MHz			
Carrier RSSI	-74.0 dBm			
PUSCH/PUCCH TxPower	-3.0 dBm	-20.0 dBm		
PDSCH BLER	0.0 %			
Timing Advance	-			
LTE Cell Table				
Band	EARFCN	PCI	RSRP	RSRQ
P 39	38591	001 / 1	-95.0	-7.0

キミが第5のキャリアだ！



これらを用意すればキミもつくれるぞ！

① sXGP無線機



Accuver/Baicells/パナソニック/Ubiikなど

③ SIMカード/eSIM SaaS



simlessly

試験用SIMカード

SM-DP+なSaaS。1枚発行分は無料

② モバイルコア (Open5GS他)



Linuxが動いたらミニPCでもVMでもOK

④ LTE Band39 対応スマホ



iPhone
(SE2以降は対応)

Pixel4以降は対応
root化すると尚良し

① sXGP無線機

- これがないと始まらない。が、一番調達難易度が高い
- とはいっても、**国内電波法に準拠していないとNG!** 怪しいものはつっちゃだめ



Accuver/Baicells/パナソニックコネクト/Ubiikなど

評価項目	点数	備考
調達難易度	★★★	個人では厳しい?
コスト	★★★	数十万~

参考：sXGP (shared eXtended Global Platform)

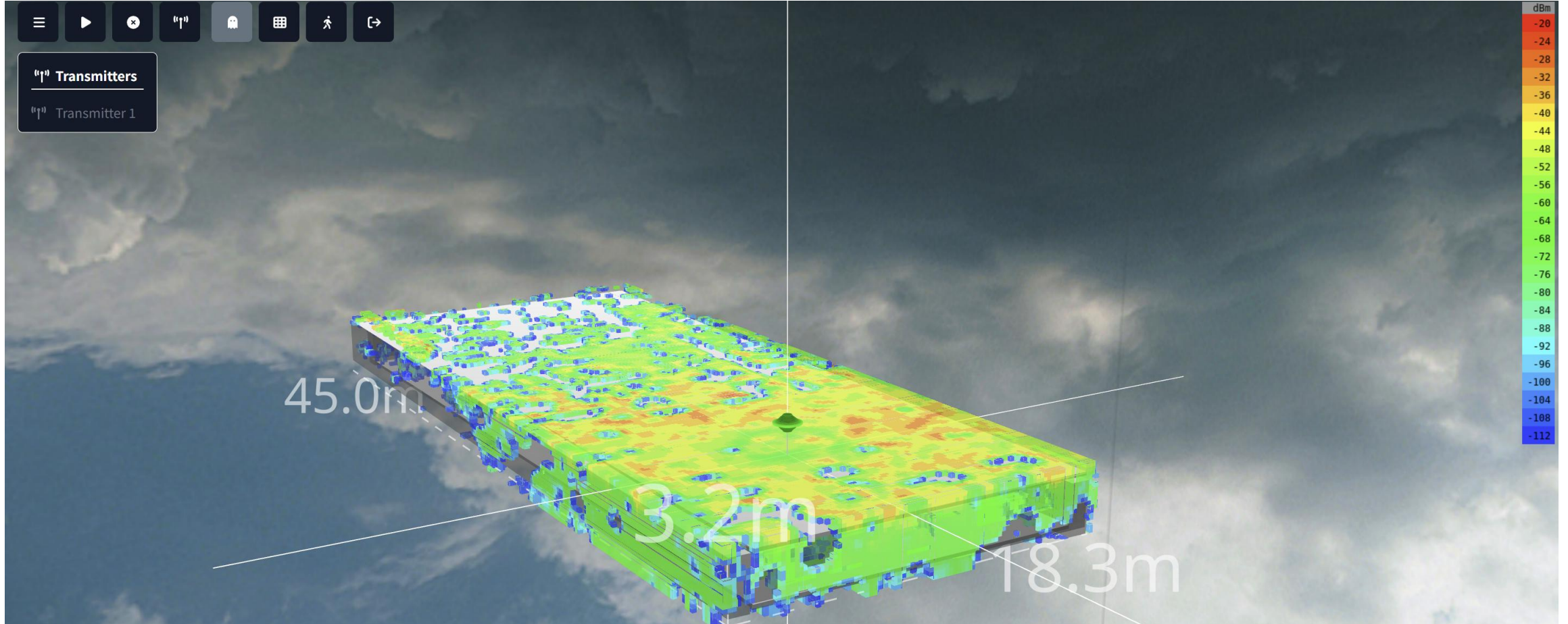
PHSで使用していた周波数を利用したアンライセンスのLTEシステム

→ 免許不要のため、Wi-Fiと同じ感覚で利用することができる

	sXGP	Wi-Fi	ローカル5G
基地局免許	不要	不要	必要
通信距離(半径)	約100m~200m (屋外可)	約30m~50m	1W = 約100m 5W = 約500m (屋外に限る)
安定性	安定	不安定	安定
データレート	UpLink : 約3Mbps DownLink : 約8Mbps	UL : 約1Gbps DL : 約1Gbps	UL : 約400Mbps DL : 約700Mbps
ハンドオーバー	可能	不可	可能
セキュリティー	SIM認証	SSID、パスワード	SIM認証
可搬性	あり	あり	なし

とある会場にsXGP基地局を置いてみたらどうなる？

- CloudRFなるSaaSな電波伝搬シミュレーションでサクッと
- 1台で会場の半分ぐらいはとどきそう？



<https://cloudrf.com/>

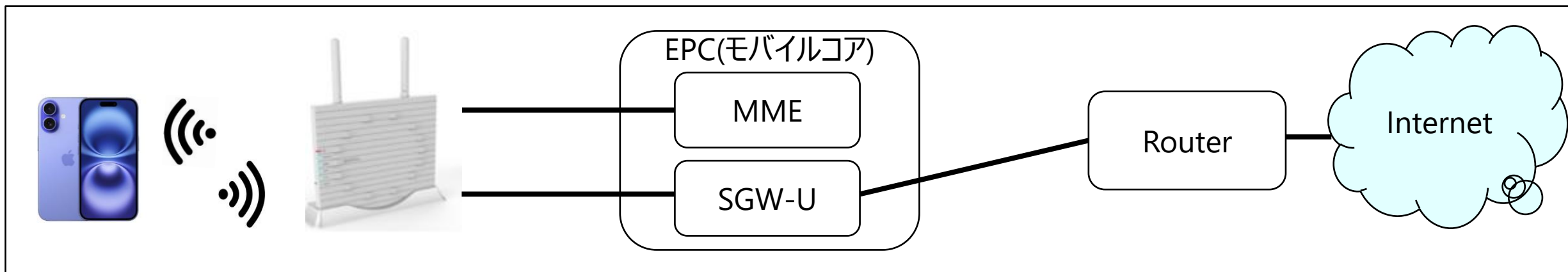
②モバイルコア(Open5GS他)

- EPC (LTEのモバイルコア) であれば、大抵オツケーのはず (NextEPC等でも)
- わたしはOpen5GSでやりました



評価項目	点数	備考
調達難易度	★☆☆	OSSなのですぐ使える
コスト	★☆☆	ミニPC/VMで余裕

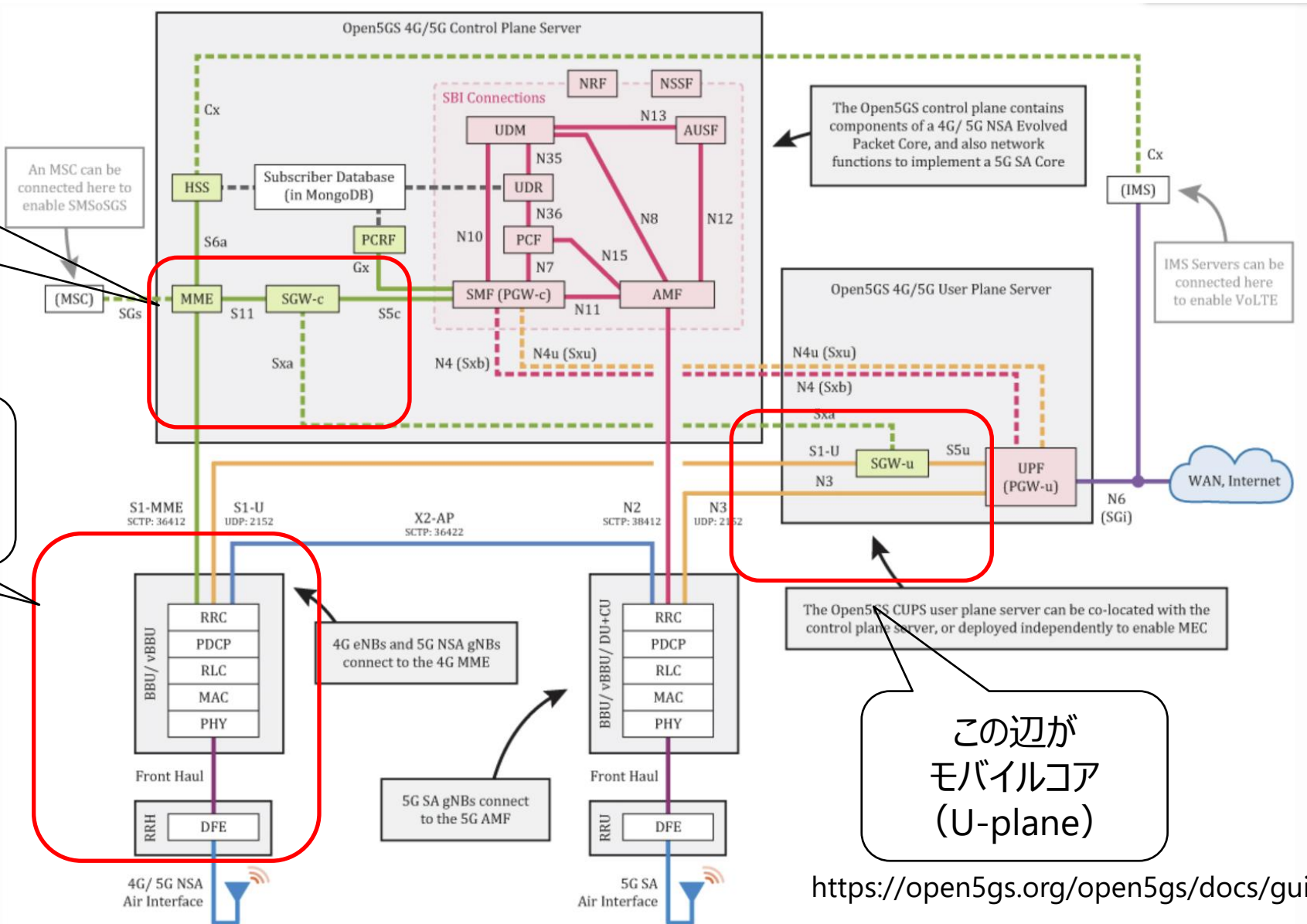
- ざっくり構成図



参考：構成図 (Open5GS)

この辺が
モバイルコア
(C-plane)

この辺が基地局
(無線機)



この辺が
モバイルコア
(U-plane)

<https://open5gs.org/open5gs/docs/guide/01-quickstart/>

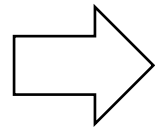
③SIMカード/eSIM SaaS

- 従来までは、試験用SIMカードを調達してカードライターで書き込み
- 令和の時代は、**eSIM SaaS**を活用すれば物理SIMの準備不要！

平成



令和



simlessly

比較項目	点数	備考
調達難易度	★☆☆	物理だとやや怠い (1枚300円ぐらい) eSIMなら1枚タダ
コスト	★☆☆	

• simlesslyって何者？

- eSIM発行におけるSM-DP+サーバ(eSIMを発行する)のSaaS (<https://simlessly.com/>)
- プライベートLTE/5G向けにもサービスを提供中

→ モバイルコアに登録した鍵情報と同じ情報を登録すれば、QRコード発行→端末で登録→すぐつかえる！

④ LTE Band39 対応スマホ

- 海外では公衆網でもBand39が利用されており、グローバル向け端末だと対応機種が多い
- Androidだと電測アプリも種類豊富



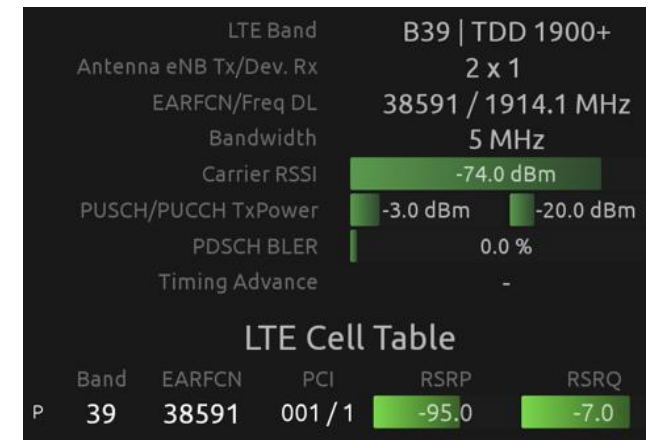
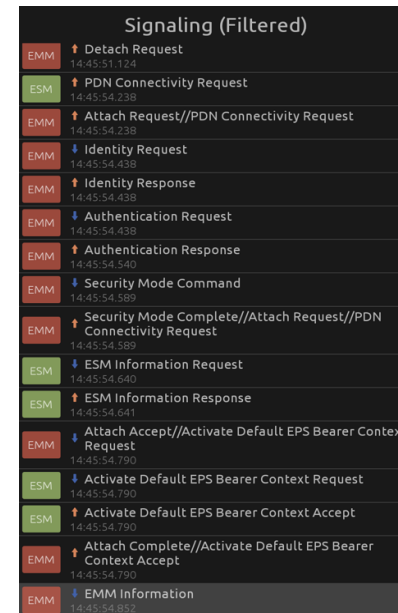
iPhone
(SE2以降は対応)

Pixel4以降は対応
root化すると尚良し

比較項目	点数	備考
調達難易度	★☆☆	中古端末であれば 比較的安価に入手可
コスト	★★☆	

電測アプリ(NetworkSignalGuru等)

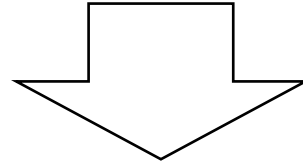
- Root化されていれば、信号のやりとりも見られる
- RSRP等の電波強度もリアルタイムに確認可能
- もちろん、モバイルコア側でもパケットキャプチャ可



まとめ

sXGP無線機をつかって、キミもおうちモバイルネットワークオペレーターになろう！

評価項目	①sXGP無線機	②モバイルコア	③SIMカード/eSIM	④B39対応スマホ
調達難易度	★★★	★☆☆	★☆☆	★☆☆
コスト	★★★	★☆☆	★☆☆	★★☆



「モバイルシステムってなんて複雑なんだろう…」 を肌で実感！
→自分たちが考えた、さいきょうのモバイルシステムだって実装できる！
(そして、標準化議論中の6Gは果たしてどうなる…？ 乞うご期待)