

---

# 未来を担うモバイル人材の育成に向けた取り組みについて

～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（諸説あり）



上記によりしばしば観測される日常風景

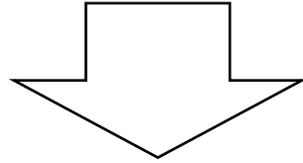


どうして、お昼になるとスマホが  
繋がらづらいのでしょうか？

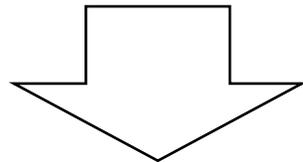
私は、  
コア/無線/伝送/端末/基盤/標準化/運用/建設/etc...  
側の人間なのでちょっとわかりません……



**幅広さゆえに分業化が進行**



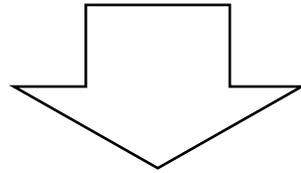
**End to End で俯瞰できる  
システムアーキテクトの不在**



**整合性の欠けたシステムになりつつある？**

# じゃあどうすればええんや！

- インターネットの発展にも大いに寄与した、ガレージ・ラボ的存在のモバイル版が必要
  - » 今まさに始まろうとしている6Gの検討に向けて、従来システム全体を俯瞰し、作り直すチャンス！
- **小さなモバイルシステムを誰でも簡単に作って壊して試せるようにしよう**
  - » 業務上では分業化されていて、関わることのない分野にも触れることでシステム全体を俯瞰
  - » そもそもモバイルシステムに触れられる機会が少ない学生にも門戸を広げられる
  - » 新たなアーキテクチャを思いつくままに実装してみよう 仕様化は実装してみたあと！



## 本日はそのプロトタイプをご紹介します

# 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!** 怪しいものはつかっちゃだめ



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

Accuver/Baicells/パナソニックコネクト/Ubiikなど

## • GNSSアンテナも基本必要

- ローカル5Gと同じくTDDなので正確な同期が必要
- Amazonで1,500円程度で買えるような→を窓際においておけばOK
- 製品によってはGNSSアンテナも不要であったり、PTP対応もしている



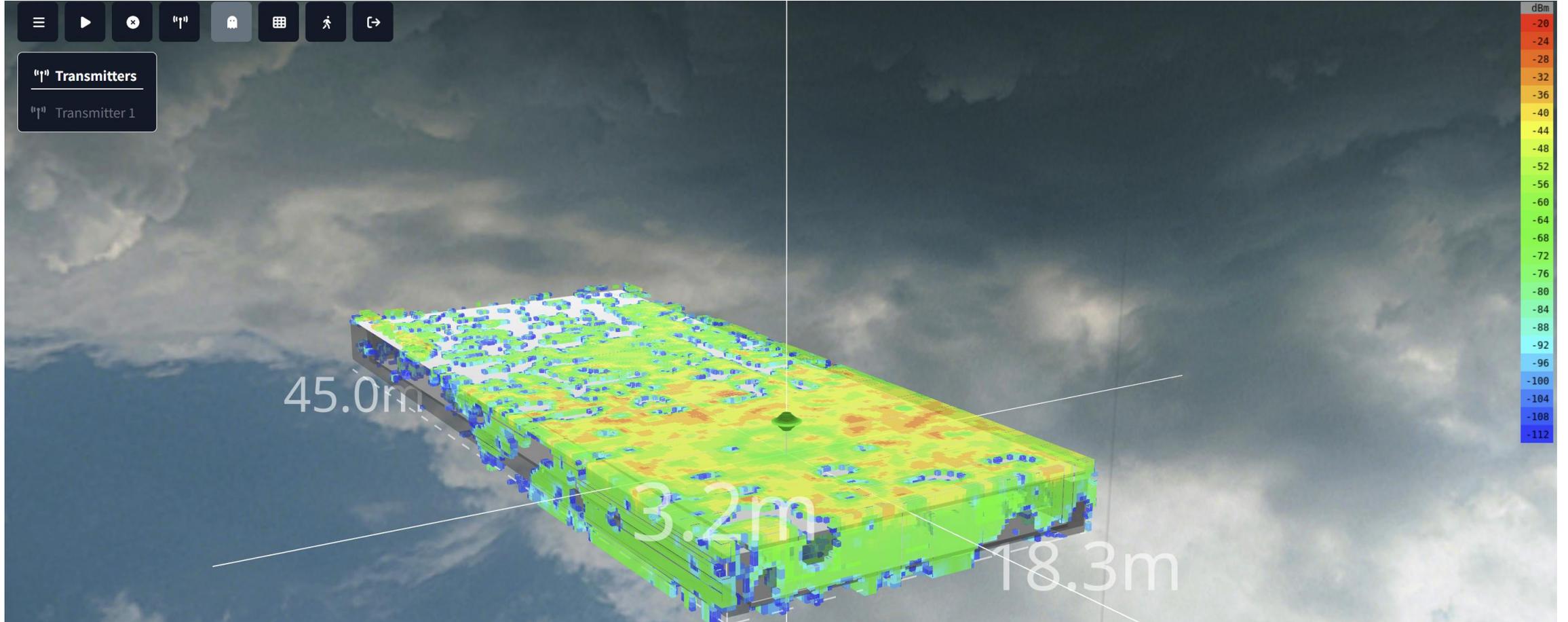
## sXGP (shared eXtended Global Platform)

**PHSで使用していた周波数(1.9GHz)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(1.9GHz)	Wi-Fi(2.4/5/6GHz)	ローカル5G(4.9GHz)
基地局免許	不要	不要	必要
通信距離(半径)	約100m~200m	約30m~50m	~約1km
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、パスワード等	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誰でもできてしまう時代
- 1台で会場の半分ぐらいはとどきそう？



<https://cloudrf.com/>

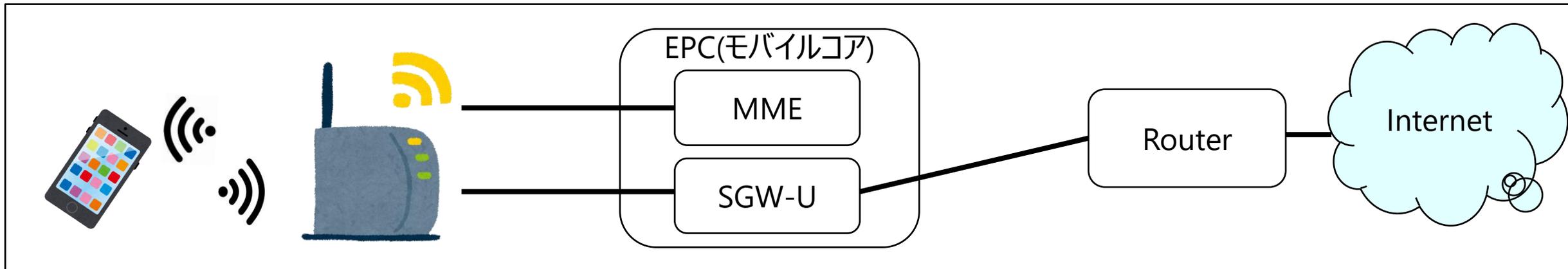
## ②モバイルコア(Open5GS他)

- 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

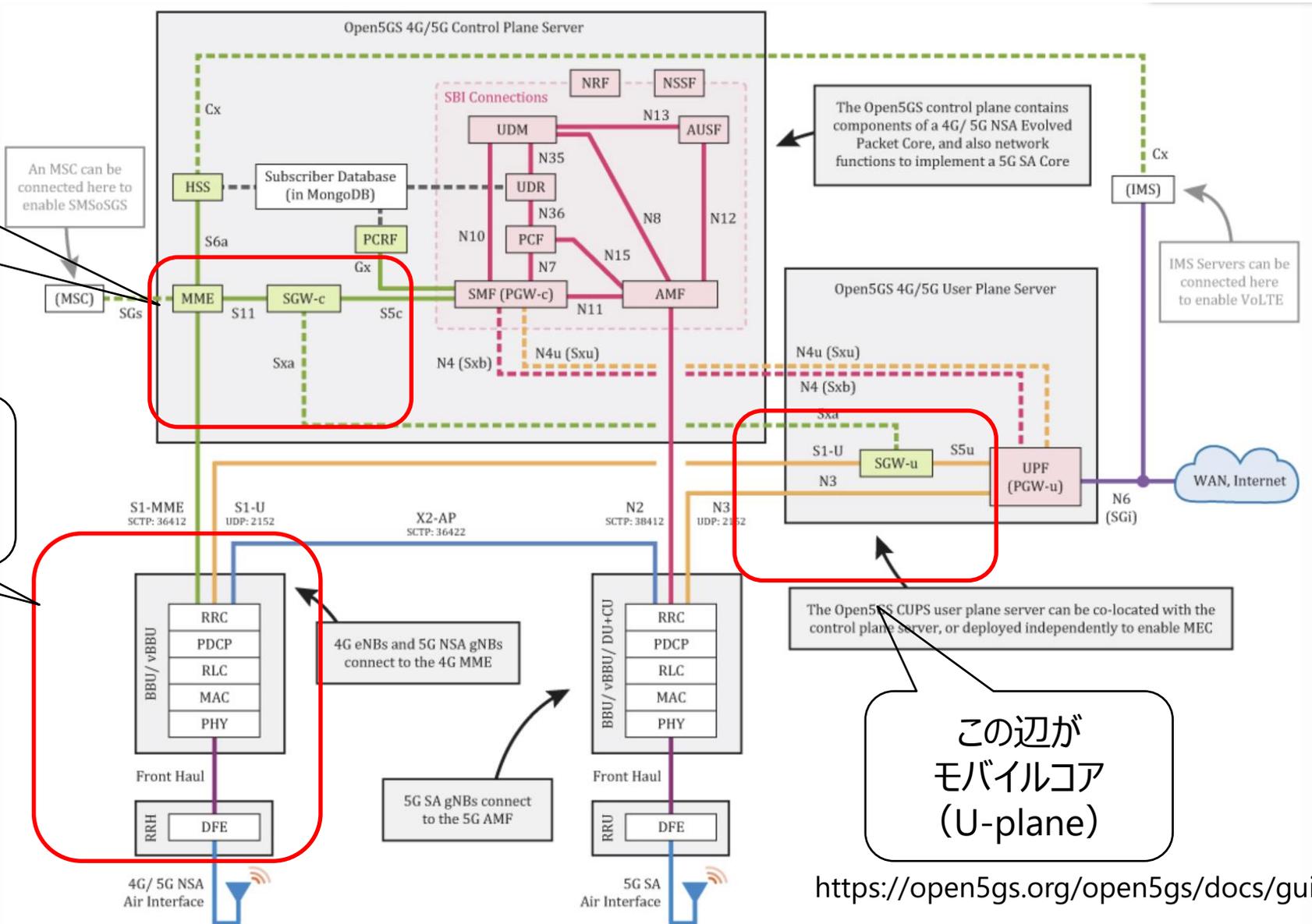
- ざっくり構成図



# 参考：構成図 (Open5GS)

この辺が  
モバイルコア  
(C-plane)

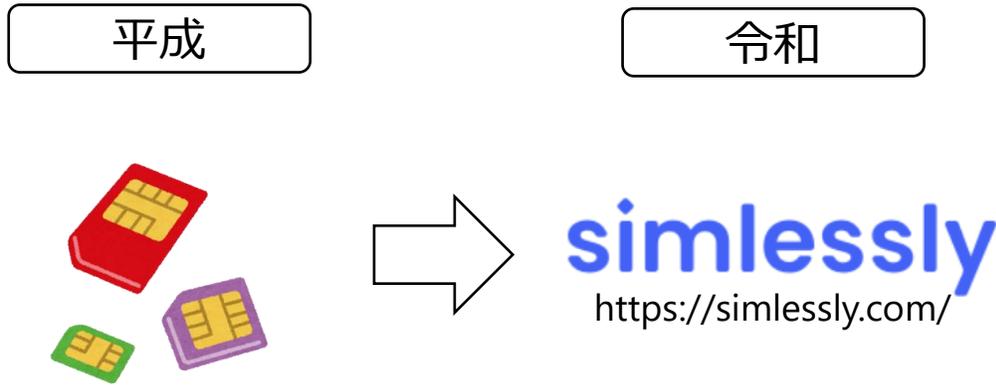
この辺が基地局  
(無線機)



<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！



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
- 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



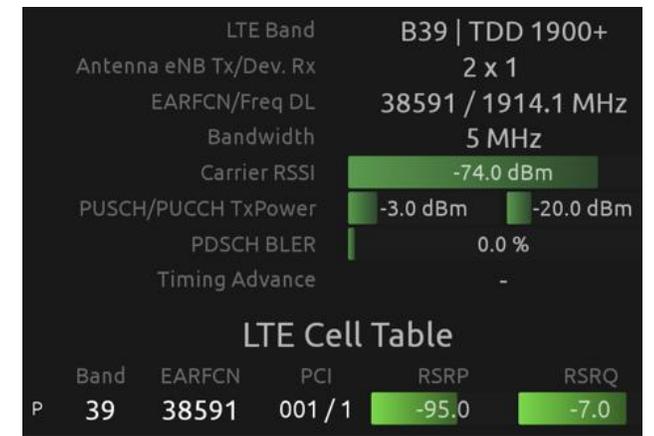
iPhone  
(SE2以降は対応)

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)

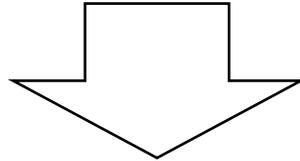
- Root化されていれば、信号のやりとりも見られる
- RSRP等の電波強度もリアルタイムに確認可能
- もちろん、モバイルコア側でもパケットキャプチャ可



# 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	★★★	★☆☆	★☆☆	★★☆



そして、6Gやその先の  
モバイルシステムを作るのは君だ！