

＜OSSによるローカル5G基地局実験キットの開発＞



戸部英彦

2. 共同研究：採択されました。



2021年7月1日

中小企業の5G・IoT・ロボット普及促進事業 公募型共同研究 採択テーマ決定

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター（都産技研）は中小企業との共同研究を通じて、**5Gを利用したロボットやIoT関連の製品開発を促進する「公募型共同研究」**を実施しています。この度、以下の5テーマを採択しましたのでお知らせします。採択したテーマについては、都産技研内に整備されたローカル5G環境を活用した技術的な支援を実施し、開発経費は都産技研が負担（委託）します。

公募研究概要

研究種類	ローカル5Gを活用した サービスロボットの実証型研究	次世代通信技術を活用した ソリューション研究
研究内容 および目的	ローカル5Gの特徴を活かし、サービスロボットの機能向上やソリューションを目的とした研究開発を行うもの。	次世代通信技術を活用したソリューション研究

■ 次世代通信技術を活用したソリューション研究

研究テーマ名	申請事業者名（所在地）
OSSによるローカル5G基地局実験キットの開発	株式会社アイダックス （東京都杉並区）
携帯圏外にて各種センサーデータ及び撮影画像の遠距離送信を可能にする統合型モニタリングカメラの研究・開発	株式会社フォレストシー （東京都江東区）
ブロックチェーンとIoTによる物流データのバリューチェーン化	モノコトデザイン株式会社 （東京都中央区）

こちらの共同研究に採択されました。

1年間、2000万円、助成率100%。

2つのテーマがあり、ロボットが多い。
通信は募集が少なく、チャンス！

3. 共同研究：無事完了

6月末で無事達成し、報告書を提出。
先週には、経理のチェックも終了した。

<無線部>



<PC部>



4. お客様第一号

AnalogDialogueEngineerZoneWiki採用情報

ANALOG DEVICES
AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™

キーワード／製品検索

🌐

🛒 ショッピングカート

企業情報

MYANALOG製品アプリケーション設計支援調べる／学ぶお問合せ

★ ADIについて > ニュースルーム > プレス・リリース > 2022 > 沖縄オープンラボラトリーの5Gプロジェクトに参画

🖨️ Print

🔍 myanalog

会社概要
お問合せ
採用情報
社会的責任
品質&信頼性
パートナー検索
マキシム・インテグレーションとの統合
投資家向け情報／IR

プレス・リリース

Contact
穂村 裕美

✉️

沖縄オープンラボラトリーの5Gプロジェクトに参画

～アイダックス社とローカル5Gシステムを共同開発、本プロジェクトの5Gテストベッドとして導入～

2022年07月06日 - 東京

アナログ・デバイセズ株式会社（本社：東京都港区、代表取締役社長：中村 勝史、以下：アナログ・デバイセズ）は、一般社団法人沖縄オープンラボラトリ（所在地：沖縄県浦添市、代表理事：伊藤 幸夫、以下：沖縄オープンラボラトリ）の5Gプロジェクトに半導体企業として初めて参画したことを発表しました。また、高速、広帯域性能を持つミックスド・シグナル・フロントエンド（MxFE）製品「AD9986」を搭載し、5Gオープンソースソフトウェア（OSS）を実装した無線装置である5G RUを株式会社アイダックス（本社：東京都杉並区、代表取締役：戸部 英彦、以下：アイダックス）と5月よりシステム仕様の策定を行い、8月にローカル5Gシステム装置（4.7GHz、5G-SA）を沖縄オープンラボラトリの5Gテストベッドに導入予定です。

第一号の出荷が決定！

順調な滑り出し、、、？

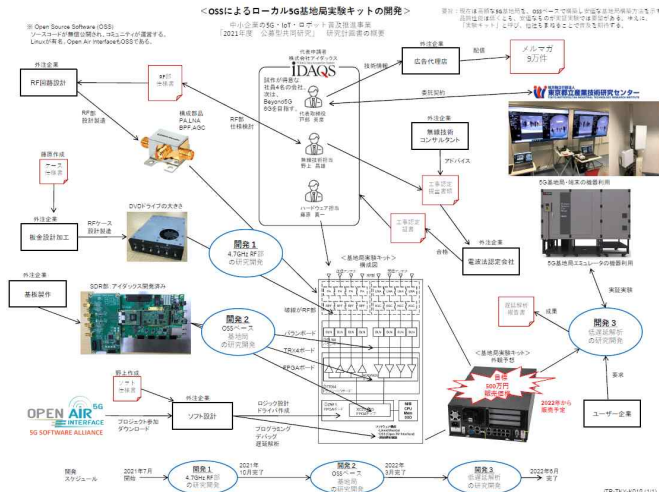
半導体不足を
乗り越えねば！

電波新聞2022.07.18



Give Feedback

5. 共同研究の概要

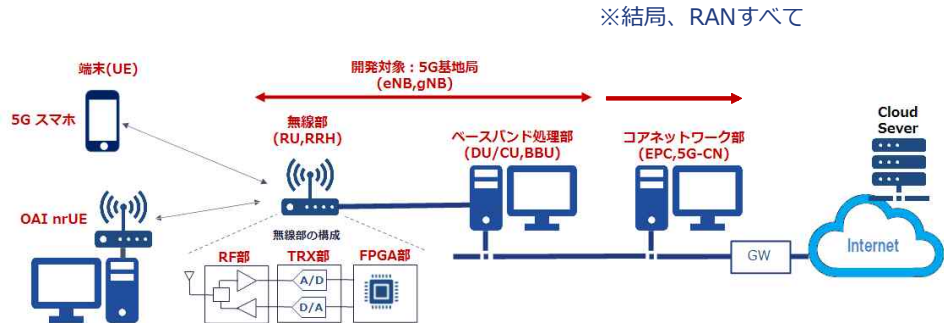


開発 1 :
RF部の開発

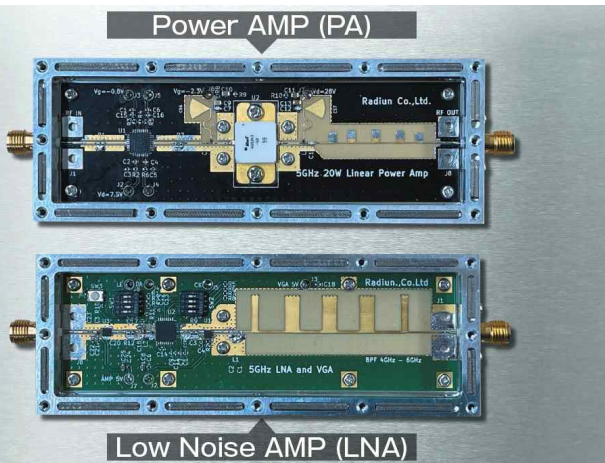
開発2： OSSベース基地局

開発3： 低遅延解析の開発

6. 5Gの構成



7. RF部の開発

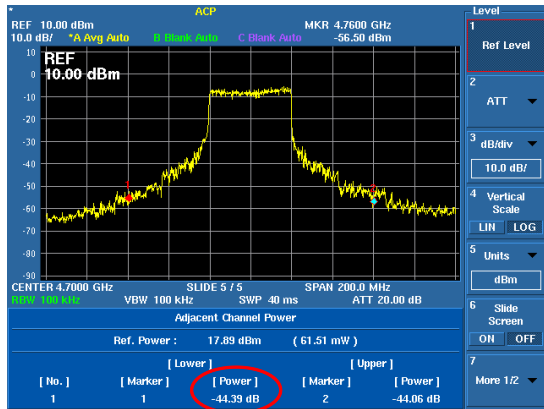


ラジアン：加藤様に設計頂いた。

PA (Power AMP)
空中線電力：100mW

LNA (Low Noise AMP)
受信感度：-50dBm

8. RF部の開発：PA特性



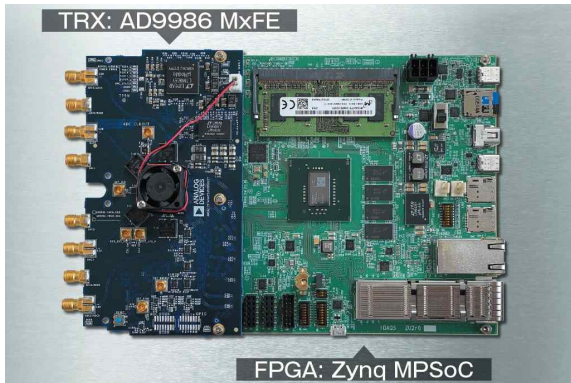
隣接チャネル漏洩(ACP)

4.7GHz, 40MHz帯域

ACP : -44.39dB 達成

規格上は-43dB以下

9. SDR部



TRX部

Analog Devices: AD9986評価ボード

MxFE:

6GSPS ADC, 12GSPS DAC

DDC(Digital Down Converter)

DUC(Digital Up Converter)

200MHz – 1GHz 帯域

RF周波数 – 7.5GHz

FPGA部

アイダックス製

Xilinx MPSoC XCZU4CG

80GbE(QSFP28), 1GbE(RJ45)

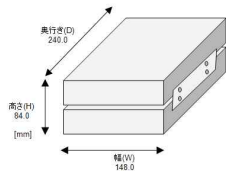
PS DDR4: 16GB, PL DDR4: 8GB

SIM: 2 slots, PMOD: 2 ports

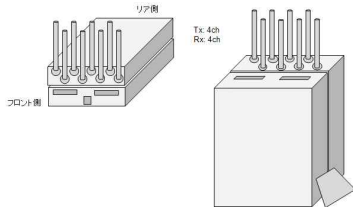
USB Type-C, Mini Display Port

FMC: x8 Lanes

10. ケース外観



1.3. RU部 横置き、縦置きのイメージ



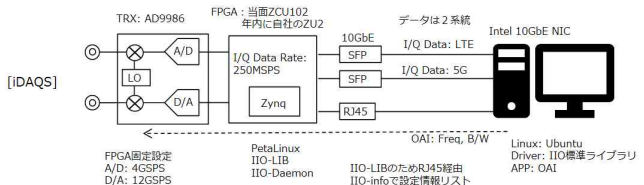
※2Uの5"ベイサイズとして、PC組込み可能。

※縦置き、横置きも検討

設計製造：ホルックテクノ株式会社



11. プログラム開発担当者

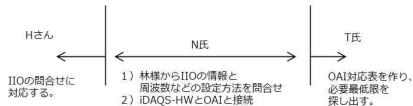


※データ転送
 $122.88\text{MSPS} \times I/Q \times 16\text{bit}$
 $= 491.52\text{MB/sec}$

※4+1=5名で開発

FPGAロジック : Fさん
 9986ドライバ : Hさん
 iHD/UHD : N氏
 OAIアプリ : T氏
 無線全般 : Nさん

iDAQS-Daemon
I/Q Stream Handling



Fさん



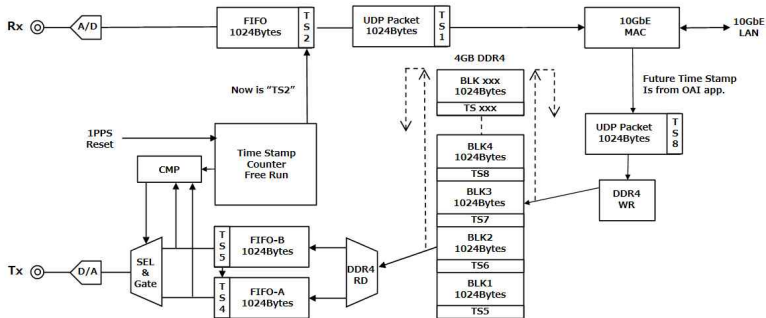
Github: Logic

I/Q Data:
UDP Packet? Format, Frame, Header

12. FPGAロジック概要

※5GはTDD(Time Division Duplex)、タイミング制御が厳しい？

※ソフトが、受信のTS(Time Stamp)を読み、送信にTSを指定する。



13. Open Air Interfaceとは？



Founding Member



※OSSのコミュニティ

※2019年から弊社もメンバー

Strategic Members



Associate Members and Partners



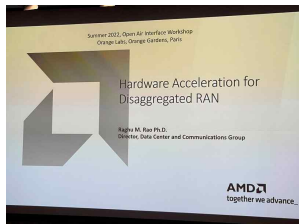
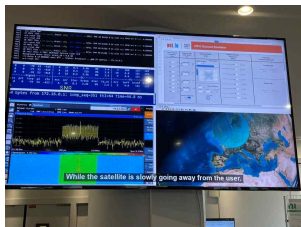
14. Open Air Interface: Workshop2022、先々週開催



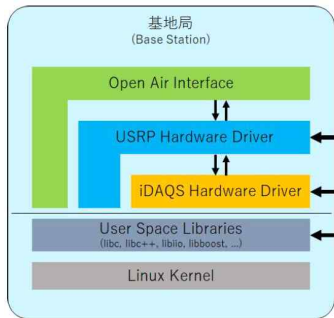
※最速300Mbpsのデモ

※5G-NTNが話題(ルクセンブルグ)

※AMD(Xilinx)のアクセラレータ



15. Open Air Interface: ドライバ開発



※X310からの移植を進める。

※iHDを独立が望ましいが、UHDの配下の構成とし、X310とZU2を比較してデバッグを用意とした。

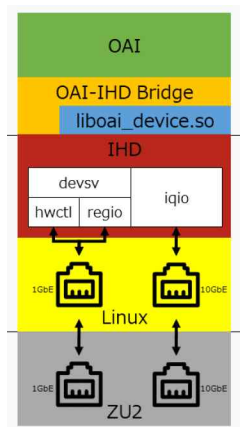
設計協力：リベラルロジック(株)



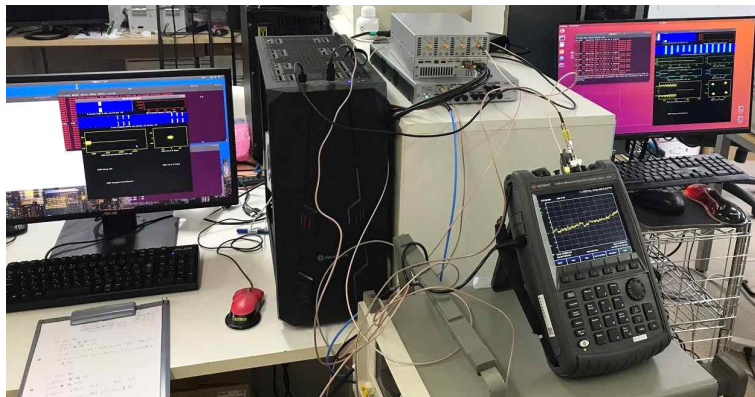
USRP X310



iDAQS ZU2



16. 実験風景：PC同士の疎通



noS1モードの疎通

不完全な写真ですが、

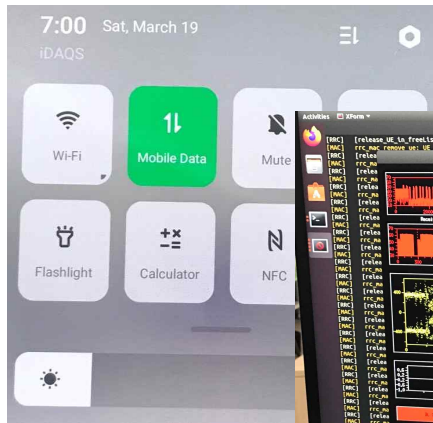
17. 実験風景



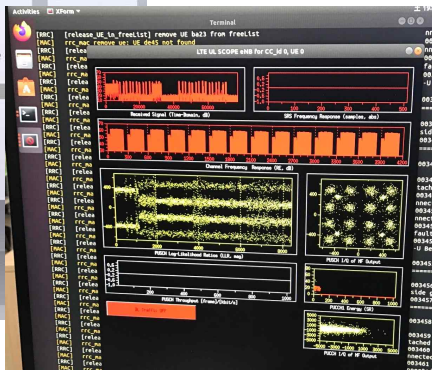
OPPOスマホ
Ubuntuの画面に表示

ゲーミングPC
Intel Core-i9

18. 動作画面



OPPOスマホ
iDAQSが通信事業者？



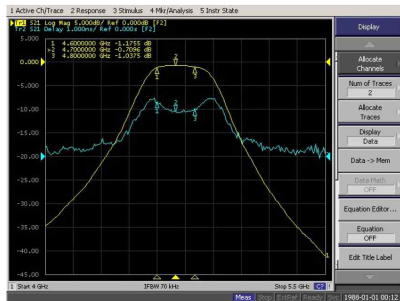
USRPのSDRマシン
16QAM, LTEの疎通

19. 都産技研様での実験(1/3)



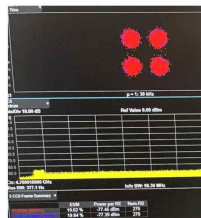
※市販のバンドパスフィルタ(BPF)を使い、
通信品質(EVM)を評価する。

=> 群遅延の影響でBPFは使えない。
LPFを採用することにした。



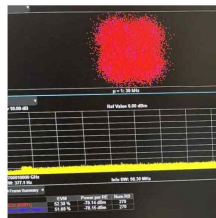
テレコムセンターでの通信実験

2021/10/26



FilterなしでEVM測定

Filter	なし	あり
EVM	19.62	52.38



Filter付でEVM測定

群遅延 100ps/100MHz ではEVMの悪化がかなり激しい。

20. 都産技研様での実験(2/3)

3.実験結果

3.1キーサイト様5G対応SIMをOPPO端末に挿入

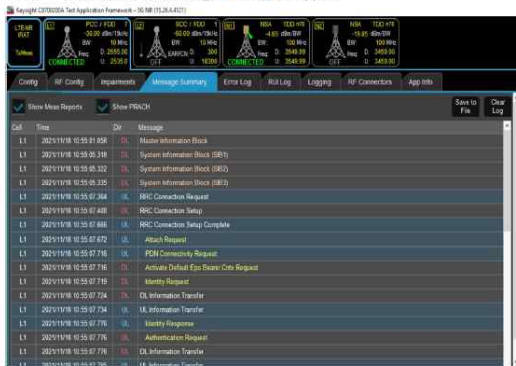


図2:キーサイト様SIMでのLTE認証及び5G認証完了画面

※SIMの認証を検証する

キーサイトの
基地局シミュレータを使用

OAIの設定を書き込む

OPPOのスマホにSIMを挿入

弊社作成のSIMの信頼を
担保することが出来た。

21. 都産技研様での実験(3/3)



※認証プロトコルを比較する。

端末はQuectelの同じもの

基地局エミュレータと
OAI基地局が同じメッセージの
やり取りを確認した。

- DL: Master Information Block
- DL: System Information Block (SIB1)
- DL: System Information Block (SIB2)
- DL: System Information Block (SIB3)

-
- DL: MIB
- DL: SIB1
- UL: NR Msg1
- UL: NR Msg1
- DL: NR Msg2
- DL: NR Msg2
- UL: NR Msg5
- UL: RRC Connection Setup Request (NR Msg3)
- DL: RRC Connection Setup (NR Msg4)
- UL: RRC Connection Setup Complete
- UL: Registration Request

22. 工事設計認証(技適)

JET

JAPAN ELECTRICAL SAFETY & ENVIRONMENT TECHNOLOGY LABORATORIES
TOKYO LABORATORY

工事設計認証書

Certificate of Construction Design

認 証 を 受 け た 者 Manufacturer	株式会社アイダックス
特 定 無 線 設 備 の 種 別 Classification of Specified Radio Equipment	証明規則第2条第1項第11号の29に掲げる 無線設備
電波の型式、周波数及び空中線電力 Type of Emission, Frequency and Antenna Power	40M0X7W 4700MHz 0.1W, 0.03W
特 定 無 線 設 備 の 型 式 又 は 名 称 Model/Name of Equipment	L5G-iRU4700
製 造 者 名 Manufacturer Name	株式会社アイダックス

技適サポートの会社と
年間契約した。
CQ研究所様

0.1Wと0.03Wの2種類
北海道、東北一部に制限

試験を3回実施した。
1. 30MHzのスプリアス
2. TDDのバースト確認

期限ギリギリの6/27に
認証されました。

23. 開発協力 : Firecell

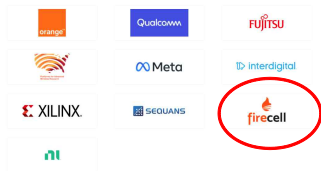


<https://firecell.io/>

※開発を依頼し協力を得た。

※毎週WEB会議しサポート。

Strategic Members



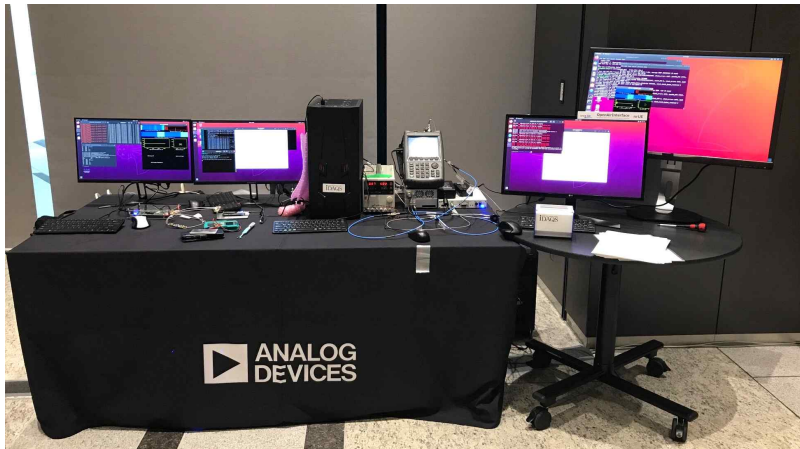
※RU/DU/CU/5GC全て商用レベルで
実績のある企業

※XilinxのIPLレベルも提供
 > LDPC Offload

[illegible]

- Band: n78 (3.3-3.8 GHz)
- Bandwidth(max): 100 MHz
- Duplex Mode: TDD
- Modulation: QAM 256/64/16
- Carriers: 1
- MIMO: 2T2R or 4T4R
- RF Output Power per port: +24 dBm (250mWatt)
- Antennas: 4 (Internal antennas)

※このテーブルの上に 5 G があります。



ローカル5Gは、まだまだこれからではないでしょうか？

弱小の日本では協力が必要。一緒に開発・研究しませんか？
OAIはカスタマイズ出来ることが研究向き！

キラーアプリを探せ！

スライシング、オーケストレーション、MEC
SIer様！連携しませんか？