

第1部 準備編：SDRフロントエンドとLinux



第1章 GNU Radioが対応している 代表的なハードウェア

SDRフロントエンドを準備しよう

高橋 知宏
Tomohiro Takahashi

GNU Radioで実際にRF信号を入出力するためには、RF信号とデジタル信号を変換するSDRフロントエンドが必要になります。GNU Radioで利用できるSDRフロントエンドは、当初はEttus Research社のUSRPシリーズしか選べませんでした。しかし、これ

は比較的高価なハードウェアでした。

最近では多種の安価なハードウェアが入手可能になってきています。それらのうちGNU Radioが対応している代表的なものを表1.1と表1.2にまとめました。カバーする周波数範囲や、帯域幅、インターフェース、

〈表1.1〉GNU Radio対応のSDRハードウェア例(その1)

項目	USRP B200/B210	HackRF One	ADALM-Pluto
メーカー	Ettus Research (ナショナルインスツルメンツ)	Great Scott Gadgets	アナログ・デバイセズ
周波数範囲	70 M ~ 6 GHz	1 M ~ 6 GHz	325 M ~ 3.8 GHz
帯域幅	56 MHz	20 MHz	61.44 MHz
RFチップ・セット	AD9364/AD9361	MAX2837	AD9363
ADC/DAC分解能	12ビット	8ビット	12ビット
全二重/半二重	B200：全二重(1ch) B210：全二重(2ch)	半二重(1ch)	全二重(1ch)
FPGA	ザイリンクス Spartan 6 (XC6SLX150)	ザイリンクス XC2C64A	ザイリンクス Zynq 7010
マイコンやコントローラ	サイプレス EZ-USB FX3	NXP LPC4350	
インターフェース	USB 3.0	USB 2.0	USB 2.0
ウェブ・サイト	http://www.ettus.com/	http://greatscottgadgets.com/hackrf/	https://wiki.analog.com/university/tools/pluto
価格	B200：US\$ 675 B210：US\$ 1,100	US\$ 299 (秋月電子通商：税込33,000円)	US\$ 149 (実売US\$ 99)

〈表1.2〉GNU Radio対応のSDRハードウェア例(その2)

項目	LimeSDR	LimeSDR-Mini	bladeRF x40	RTL-SDR
メーカー	Lime Microsystems	Lime Microsystems	Nuand	(各社)
周波数範囲	100 k ~ 3.8 GHz	100 k ~ 3.8 GHz	300 M ~ 3.8 GHz	24 M ~ 1800 MHz
帯域幅	61.44 MHz	61.44 MHz	40 MHz	3.2 MHz
RFチップ・セット	LMS7002M	LMS7002M	LMS6002D	R820Tなど
ADC/DAC分解能	12ビット	12ビット	12ビット	8ビット
全二重/半二重	全二重(2ch)	全二重(1ch)	全二重(1ch)	受信のみ
FPGA	インテル(Altera) Cyclone IV (40kLE)	インテル(Altera) MAX10M16	インテル(Altera) Cyclone IV (40k/115kLE)	-
マイコンやコントローラ	サイプレス EZ-USB FX3	FTDI FT601	サイプレス EZ-USB FX3	Realtek RTL2832U
インターフェース	USB 3.0	USB 3.0	USB 3.0	USB 2.0
ウェブ・サイト	https://myriadrf.org/projects/limesdr/	https://wiki.myriadrf.org/LimeSDR-Mini	http://nuand.com/	https://github.com/steve-m/librtlsdr
価格	US\$ 299	US\$ 159	US\$ 420	US\$ 20 ~

ビット数、ポート数などに違いがあります。以下にそれぞれのSDRフロントエンドの特徴や入手先を紹介します。

1.1 HackRF One

HackRF One⁽¹⁾ (写真1.1)は、米国コロラド州在住のセキュリティ・エンジニアであるMichael Ossmann (写真1.2)が開発したもので、1 M~6000 MHzを連続カバーするSDRフロントエンドです。ADCとDACはI/Qそれぞれ8ビット分解能と少しビット数が少なめで、送信と受信を同時に行うことができない半二重のトランシーバ(送受信機)です。しかし、20 Mspsの広い帯域があるので、さまざまな実験には十分な機能をもっていると思います。半二重のため、RF入出力は共用のSMAコネクタ一つだけです。内部はLPC4320 (NXPセミコンダクター製、ARM Cortex-M4)というマイコンを使用し、USB 2.0インターフェースを実装しています。

図1.1のブロック図のように2.3 G~2.7 GHzをカバーするトランシーバのRF入出力に、周波数帯に応じてアップパータとダウンパータを適宜通したり、その



〈写真1.1〉 HackRF One (Great Scot Gadgets)



〈写真1.2〉
HackRF Oneを開発した
マイケル・オズマン氏

まま通過させたりすることで、1 M~6000 MHzをカバーします。

ソフトウェアはlibHackRFというドライバがgithubにてソースで提供されています。GNU Radioの対応も、osmocom SDRモジュールが標準でlibHackRFに対応

