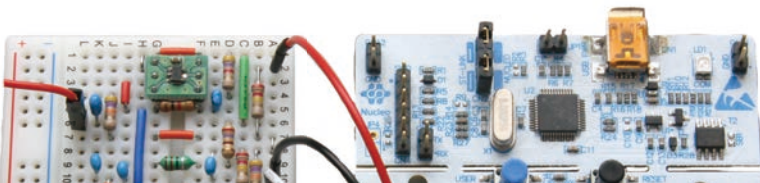


FPGAを使わない! Cortex-M4のプログラムで
誰でも簡単にソフトウェア・ラジオの実体験

Armマイコンでつくる ダイレクト・サンプリング SDR 見本

三上 直樹



このPDFは、CQ出版社発売の「Armマイコンでつくるダイレクト・サンプリングSDR」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <https://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/51/51021.htm>

購入方法 <https://www.cqpub.co.jp/order.htm>

【CONTENTS】

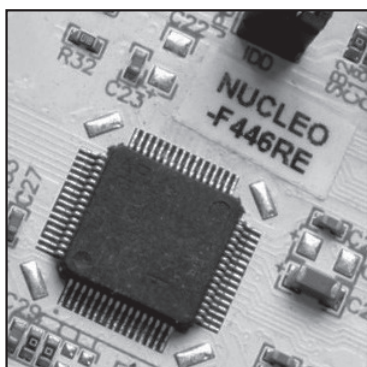
秋月電子通商で入手可能な部品で作る…1

SDR のプログラム作成に必要な基礎知識…8

SDR で使う信号処理…15

AM 用フルディジタル SDR…23

FM 用フルディジタル SDR…32



FPGAを使わない! Cortex-M4のプログラムで 誰でも簡単にソフトウェア・ラジオの実体験 Armマイコンでつくる ダイレクト・サンプリングSDR

第1回 秋月電子通商で入手可能な
部品で作る

三上 直樹 Naoki Mikami

SDR(Software-defined radio)は、本誌や姉妹誌インターフェース誌でも何回か取り上げられていますが、ハードルが高そうで、簡単には始められないと思っている読者も多いのではないかと思います。

しかし、中波のAM放送に限定すれば、FPGA、超高速A-Dコンバータ、広帯域低雑音アンプなどの特別な部品を使わなくても、ArmマイコンのCortex-M4F(浮動小数点演算ユニットを内蔵するCortex-M4)程度の処理能力のあるマイコンを使って、誰でも簡単にSDRを体験できます。

この連載では、マイコン・ボードとしてSTマイクロエレクトロニクス社のNUCLEO-F446REを使います。このマイコン・ボードは、2,000円程で安価に入手できます。他のArmマイコンを使う場合は、コラム1を参考にしてください。

プログラム開発環境としては、統合開発環境(IDE)を自分のところのパソコンにインストールせ

ずにフリーで使えるMbedを使います。MbedはクラウドベースのArmマイコンのプログラム開発環境です。インターネットに接続された環境とGoogle Chromeなどのブラウザがあれば簡単に使えます。SDRのプログラムはC++で作ります。

写真1に示すのは、この連載で作るSDRを構成するマイコン・ボードと外付け回路です。外付け回路は電子工作の経験のない方でも簡単に組み立てられるようにブレッドボード上に作ります。

見本

一本連載の筆者によるセミナー開催のご案内—
実習・Armマイコンでつくる
ダイレクト・サンプリング方式のSDR

- 日時：2021年2月19日(金)10:00～17:00
 - 講師：三上 直樹 ●受講料：26,000円(税込み)
 - 会場：東京・巣鴨 CQ出版社セミナ・ルーム
- 本囲み情報は雑誌掲載時のものです。最新のセミナー情報は以下Webページで確認してください。
<https://seminar.cqpub.co.jp>

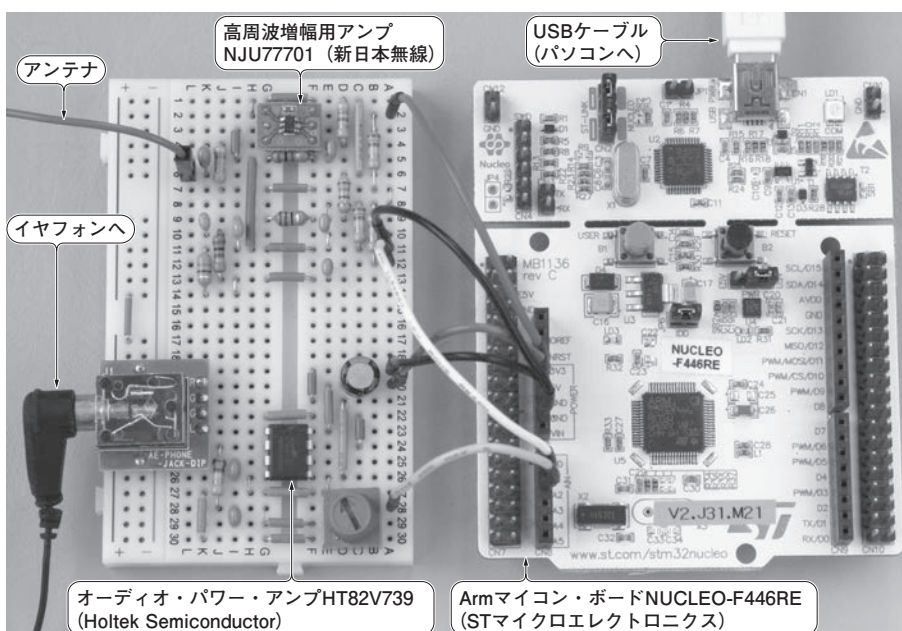
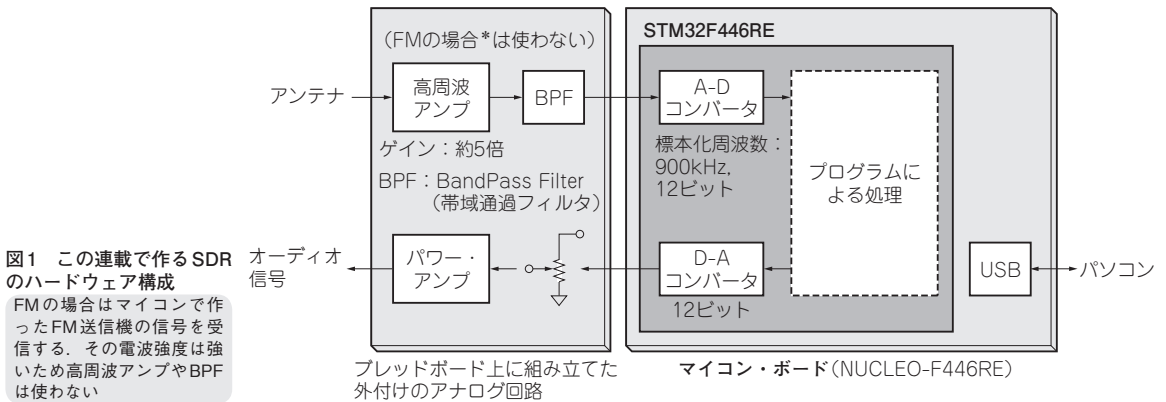


写真1 マイコン・ボードとブレッドボードに組み立てた外付け回路
外付け回路は電子工作の経験のない方でも簡単に組み立てられるようにブレッドボードの上に作った



この連載でつくるSDRについて

製作したSDRのハードウェア構成の概要を図1に示します。

アンテナから入ってきたAM放送の信号は、外付け高周波アンプで約5倍に増幅され、AM中波放送の周波数帯域を通すバンドパス・フィルタ(BPF)を通ります。

FM放送は周波数が高いので、残念ながらこの連載で使うハードウェアでは対応できません。そこで、別にマイコンでFM送信機を作っておき、それを受信して復調するようにします。この場合は高周波アンプやBPFは使いません。その代わりに、マイコン・ボードのA-Dコンバータの入力(端子A1)に直接ワイヤをつなぎます。その上で、このワイヤの片方の端をマイコンで作った送信機の近くに置くようにします。

これらの信号はマイコン内蔵のA-Dコンバータに入力され、標準化周波数900 kHzで標準化されます。その後、マイコン内のプログラムにより放送局の選択と復調処理が行われ、D-Aコンバータからオーディオ信号として出力されます。このオーディオ信号は外付けのパワー・アンプで増幅され、ヘッドホンやスピーカーなどを鳴らします。放送局の選択はパソコンのターミナル・ソフトから行います。

なお、標準化定理から考えて、標準化周波数が

900 kHzではうまくいかないように思うかもしれませんが、問題はありません。詳しくは連載の第2回目で解説します。

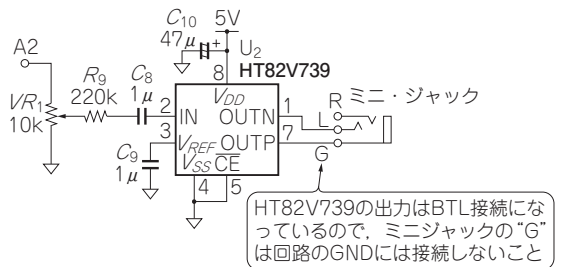
外付け回路の構成

すぐにもマイコンで作るSDRを試してみたいという読者もいると思います。そこで、マイコンに外付けするハードウェアとアンテナについて説明します。アンテナを除くと外付け回路の構成は、次の2つの部分になります。

(A) RFのフロントエンド部

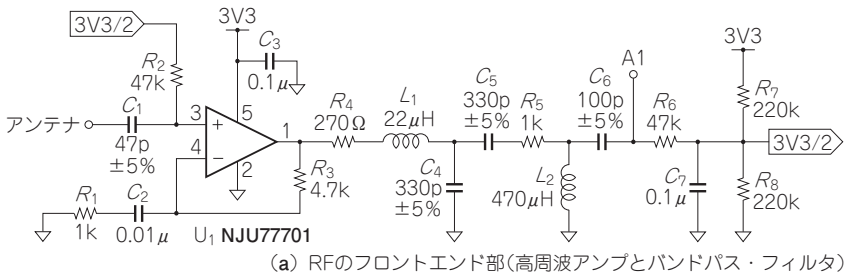
(B) オーディオ・パワー・アンプ部

外付け回路は1枚のブレッドボードの上に組み立て



- コンデンサC₁₀は電解コンデンサ
- C₈とC₉は高誘電率率の積層セラミック・コンデンサ

(b) パワー・アンプ部



- コンデンサは積層セラミック・コンデンサ、±5%となっているものは温度補償用、それ以外は高誘電率率
- コンデンサC₃はチップ・コンデンサ
- コイルはアキシアル・リード・タイプ、許容差±10%のマイクロ・インダクタ
- 抵抗器は許容差±5%のカーボン(炭素皮膜)抵抗器

図2 AM受信機用の外付け回路

外付け回路は1枚のブレッドボードの上に組み立てる