

---

# RX610 グループ

R01AN0695JU0100

Rev.1.00

## RX-Stick 音声処理デモンストレーション

---

2011.09.27

### 要旨

本アプリケーションノートでは、RX アーキテクチャの性能と、浮動小数点ユニットなどの機能を用いたリアルタイム音声処理の実現方法について説明しています。

### 動作確認デバイス

RX610 グループ

### 目次

1. 要旨 .....	2
2. アプリケーションの要点.....	2
3. 参考資料.....	2
4. アプリケーションの概要.....	3
5. プログラムの詳細.....	3
6. プログラムフローチャート .....	5

## 1. 要旨

RX アーキテクチャは、ベンチマークとして、1.65 DMIPS/MHz という高性能な MCU を実現しました。また、オンチップ浮動小数点ユニット (FPU)、DSP ライクな命令、100 MHz までのノーウェイトでのフラッシュメモリ上でのプログラム実行などの、強力な機能を内蔵しています。これらの機能により、以前は DSP でしかできなかった用途で RX を使用することができます。

このアプリケーションノートでは、そのような用途の 1 つである音声処理の詳細について説明します。このデモンストレーションでは、RX が ADPCM 圧縮音声のリアルタイムデコードと再生をどのように実行し、同時に FFT を使用して音声のスペクトルを分析し、スペクトルをリアルタイムに表示することができるかを示します。

## 2. アプリケーションの要点

- ADPCM 音声サンプリングは内蔵フラッシュメモリに格納されます。
- 音声サンプリングは 16 ビット、44.1 kHz で記録されます。
- 音声の再生は RX610 の 10 ビット DAC を使用して行います。
- 再生時の音声データに対する 1024 ポイント FFT 処理がリアルタイムで実行されます。
- 内蔵の DMA コントローラにより、プロセッサのオーバーヘッドなしに LED 表示をリフレッシュすることができます。

## 3. 参考資料

RX-Stick のユーザマニュアル : REJ10J2168:RX-Stick ユーザーズマニュアル

RX610 のハードウェアマニュアル : REJ09B0460:RX610 グループハードウェアマニュアル

RX610 のソフトウェアマニュアル : REJ09B0435:RX ファミリソフトウェアマニュアル

### 3.1 ハードウェアマニュアルと関連する章

アドレス空間 - RX のメモリマップについて

I/O レジスタ - すべてのレジスタの一覧

クロック生成回路 - RX のバスおよび周辺クロックのセットアップ方法について

割り込み制御ユニット - 割り込みコントローラから CPU および DMAC への割り込み許可の方法について

DMA コントローラ (DMAC) - LED 表示を駆動するために使用する DMAC について

I/O ポート - GPIO または周辺の使用のためのポート端子の設定方法について

16 ビットタイマパルスユニット (TPU) - 複数のタイマチャンネルを使用して表示および音声再生を行います。

D/A コンバータ - DAC を使用して音声出力用のスピーカを駆動します。

## 4. アプリケーションの概要

アプリケーションには、ADPCM 音声デコード、音声レンダリング(再生)、スペクトル分析(FFT ライブラリ)、スペクトル表示という4つの主要な機能ブロックがあります。



タイマ割り込みは 44.1 kHz で発生するように設定されます。タイマ割り込み時に、1つの音声サンプルがフラッシュから読み出され、ADPCM デコーダによってデコードされます。デコードされたサンプルは RX の DAC によってスピーカに出力されます。データがデコードされると、音声サンプルは分析機能に渡され、FFT を使用してスペクトル分析が行われます。音声サンプルの成分周波数は、周波数の選択されたブロックを示すリアルタイムのスペクトル表示の形式で LED 表示に視覚化されます。

### 4.1 アプリケーションの実行

RX-Stick を PC に接続し、ワークスペース「C:\¥Workspace¥RX\_Stick\_ADPCM\_FFT」を開き、Build メニューから「Build All」を選択します。プログラムがビルドされた後、画面の上部にあるメニューから「Debug | Download Modules | Download All Modules」を選択します。音声データのダウンロードが完了するのに1、2分かかります。モジュールがダウンロードされたら、ツールバーの「Reset Go」ボタンをクリックして(または Shift-F5 を押して)、プログラムを起動します。

### 4.2 ミュートボタン

RX-Stick の押しボタン K1 は、デモンストレーション用のミュートボタンとして機能します。ボタンを押すと、音声はミュートされます。ADPCM デコード、スペクトル分析および視覚化はリアルタイムで行われますが、音声サンプルはスピーカを駆動するための DAC にはコピーされません。ボタンをもう一度押すことで、スピーカがオンになります。TPU タイマを使用して押しボタンをのチャタリング回避を行っています。

## 5. プログラムの詳細

以下のセクションでは、デモプログラムの主なブロックの機能の詳細について説明します。フローチャートについては、セクション 6 を参照してください。

### 5.1 ADPCM 音声デコード

ADPCM 音声デコードは、44.1 kHz のレートで TPU チャンネル 0 によってトリガされるタイマ割り込みサービスルーチンによって実行されます。ADPCM ライブラリは、未加工の ADPCM データをフラッシュから取り出して、DAC への書き込みに適切な値を返すことにより動作します。

### 5.2 音声レンダリング

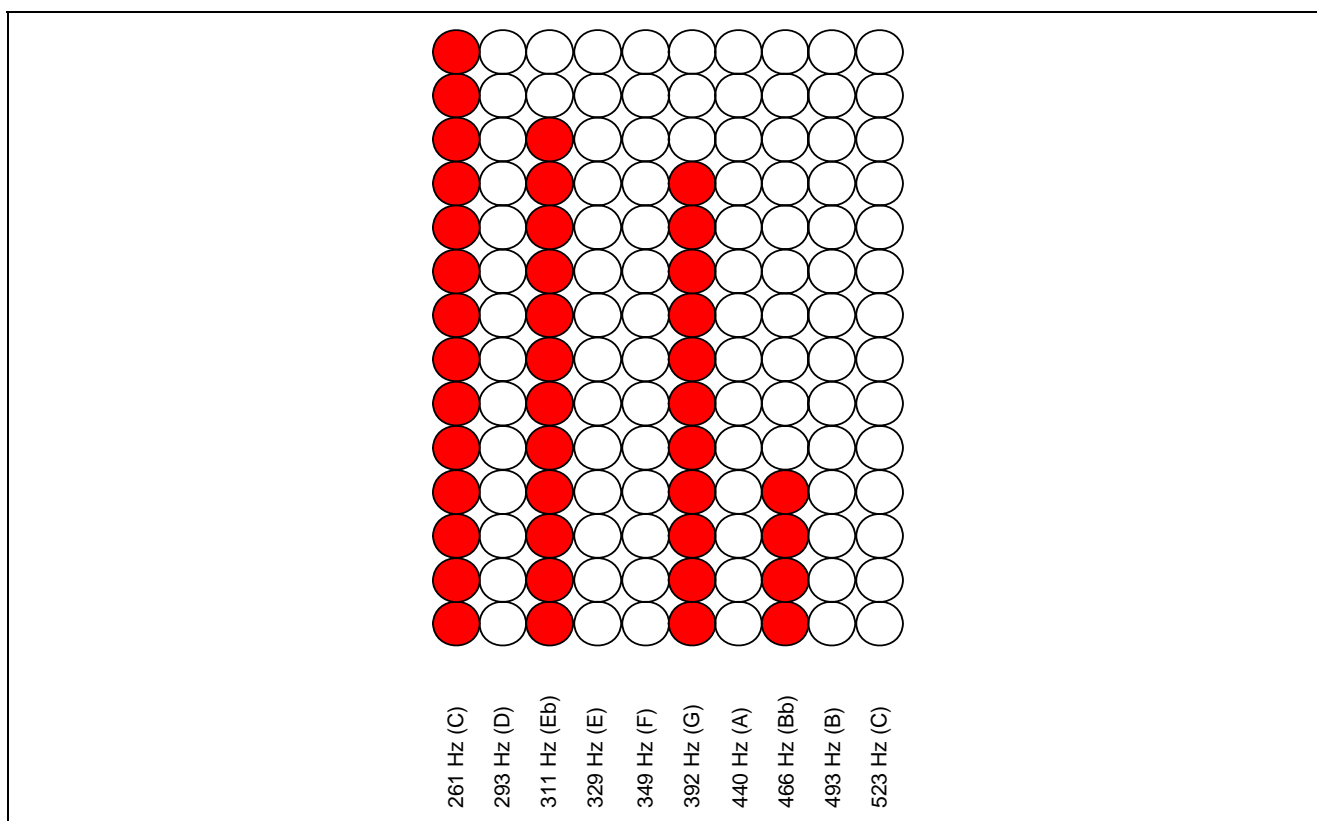
音声は割り込み発生時に 44.1 kHz のレート(提供されたデモンストレーション音声クリップのサンプリングレート)でレンダリングされます。割り込み時に、ADPCM デコーダによって格納された PCM バッファから次の PCM サンプリングが取り出されます。サンプリングは 16 ビットから 10 ビットに変換され、DAC にコピーされます。次に、DAC によってオペアンプを介してスピーカが駆動されます。レンダリング機能は、サンプリングを FFT スペクトル分析ブロックにコピーします。

### 5.3 FFT スペクトル分析

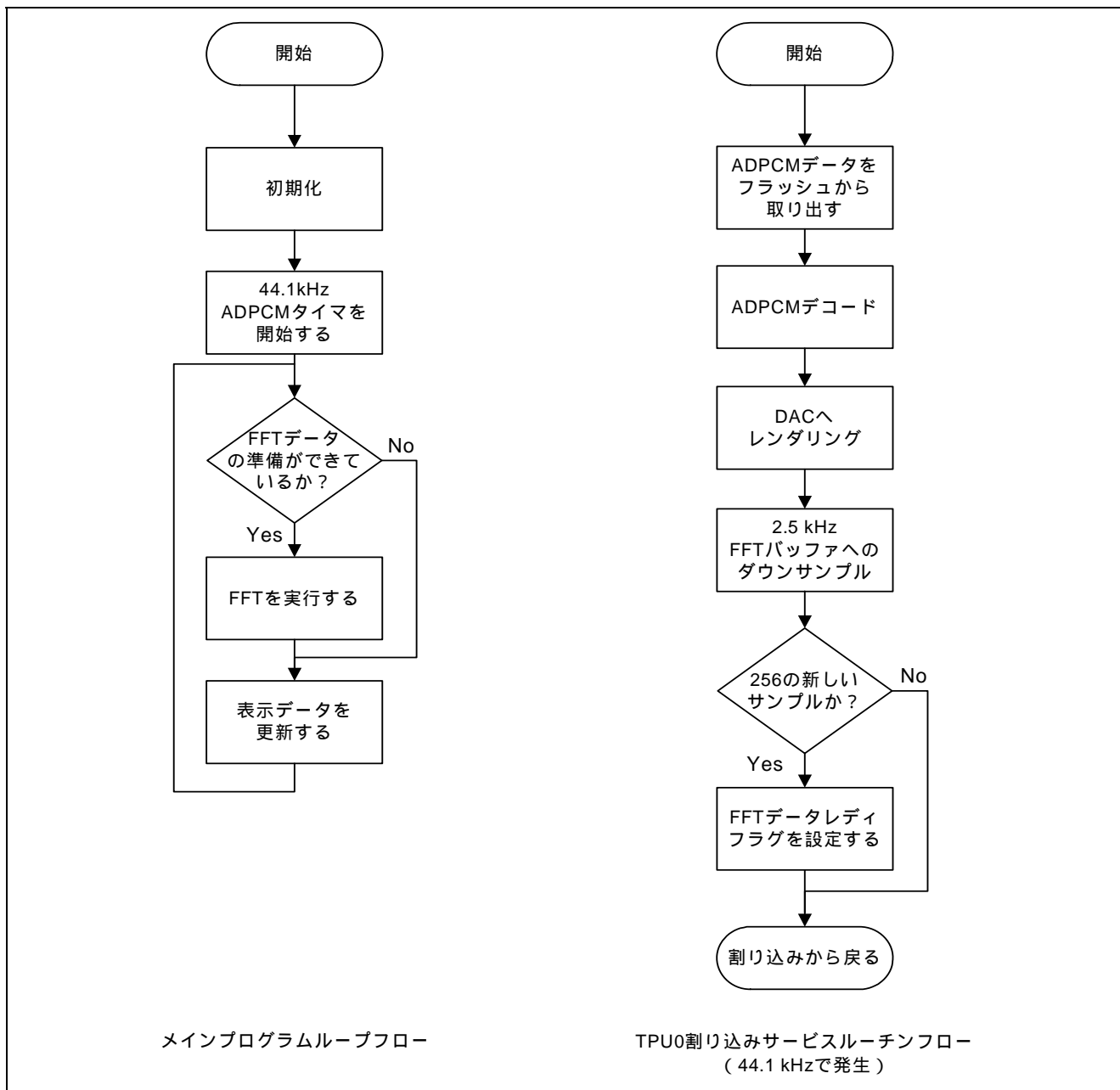
1024 ポイント FFT は再生音声に対して一定周期で実行され、1 kHz 以下の周波数のスペクトル成分に変換します。再生音声は 44.1 kHz から 2.75 kHz に低減され、1024 サンプルのバッファに対して 256 サンプルごとに FFT が実行されます。約 93 ms ごとに (2.75 kHz/256 サンプル) FFT が実行され、結果が 256 スペクトルビンに格納されます。約 1 オクターブの間隔を表す少数のこれらのビンの値は、スペクトルの視覚化のために使用されます。

### 5.4 スペクトルの視覚化

LED 表示の 10 個のカラムを使用して、再生中の音声の周波数成分を簡単に表示する方法として 10 の FFT 出力ビンの相対的な大きさを示します。選択されたピンはほぼ 1 オクターブの範囲に対応します。ピン値は高さが 14 ピクセルの LED 表示に合うように調整されます。TPU タイマチャネルはスクリーンバッファから LED を駆動するポート端子への DMA 転送を起動します。FFT ビンからのデータはフォアグラウンドタスクでスクリーンバッファにコピーされます。



6. プログラムフローチャート



ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2011.09.27	—	初版発行

## 製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

### 1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

### 2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。

外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

### 3. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレス（予約領域）がありません。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

### 4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。

リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

### 5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部 ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が異なる製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。



## ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。  
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/inquiry>