
RL78 ファミリ

R20AN0150JJ0103

FFT ライブラリ: 導入ガイド

Rev.1.03

2015.10.01

要旨

本資料は、FFT ライブラリ V.1.01 Release 00(以下 FFT ライブラリ)を導入するための情報を記します。FFT (Fast Fourier Transform) とは離散フーリエ変換(Discrete Fourier Transform) を高速に実行するためのアルゴリズムです。Cooley 氏、Tukey 氏が 1965 年に開発した実装方法が FFT として一般的によく知られており、デジタル信号処理アプリケーションの飛躍的な発展に貢献しています。

FFT ライブラリはルネサスマイコン向けにより効率的に処理できるように、アセンブラチューニング版を用意しています。

動作確認デバイス

RL78/G13, RL78/G14

目次

1. 製品構成.....	3
2. ライブラリ関数.....	4
3. CS for CA, CX 用.....	5
3.1 制限事項.....	5
3.2 コンパイラオプション.....	5
3.3 開発環境.....	5
3.4 ROM / RAM / スタックサイズ.....	6
3.5 セクション情報.....	6
3.6 ライブラリ性能.....	6
3.7 バージョン情報.....	7
4. CS for CC 用.....	8
4.1 制限事項.....	8
4.2 コンパイラオプション.....	8
4.3 開発環境.....	8
4.4 ROM / RAM / スタックサイズ.....	9
4.5 セクション情報.....	9
4.6 ライブラリ性能.....	9
4.7 バージョン情報.....	10
5. IAR Embedded Workbench 用.....	11
5.1 制限事項.....	11
5.2 コンパイラオプション.....	11
5.3 開発環境.....	11
5.4 ROM / RAM / スタックサイズ.....	12
5.5 セクション情報.....	12
5.6 ライブラリ性能.....	12
5.7 バージョン情報.....	13

1. 製品構成

本製品は、以下のものから構成されています。

1. FFT ライブラリ V.1.01 Release00
2. FFT ライブラリ V.1.01 Release 00 導入ガイド (r20an0150jj0103_rl78_fft.pdf)

本製品の型名 : ROM7800LF0010RRC

本製品は、以下の表 1 のファイルが含まれます。

表 1 FFT ライブラリ の製品構成

	内容
r20an0150jj0103_rl78_fft.pdf	導入ガイド(本書)
ワークスペース (workspace)	
ドキュメント (doc)	
英語(en)	
r20uw0099ej0102_fft.pdf	ユーザーズマニュアル
r20an0150ej0103_rl78_fft.pdf	導入ガイド
日本語(ja)	
r20uw0099jj0102_fft.pdf	ユーザーズマニュアル
r20an0150jj0103_rl78_fft.pdf	導入ガイド (本書)
CS+ for CA, CX 用(CS+ for CA)	
FFT ライブラリ(lib)	
libfft_rl78g13.lib	RL78/G13 用 FFT ライブラリ (アセンブラ版) version 1.01
libfft_rl78g14.lib	RL78/G14 用 FFT ライブラリ (アセンブラ版) version 1.01
r_fft_int16.h	FFT ライブラリヘッダファイル
r_stdint.h	型定義ヘッダファイル
サンプルプログラム(sample)	
rl78g14_fft	サンプル CS +for CA プロジェクト(RL78/G14)
CS+ for CC 用(CS+ for CC)	
FFT ライブラリ(lib)	
libfft_rl78g13.lib	RL78/G13 用 FFT ライブラリ (アセンブラ版) version 1.01
libfft_rl78g14.lib	RL78/G14 用 FFT ライブラリ (アセンブラ版) version 1.01
r_fft_int16.h	FFT ライブラリヘッダファイル
r_stdint.h	型定義ヘッダファイル
サンプルプログラム(sample)	
rl78g14_fft_ccrl	サンプル CS +for CC プロジェクト(RL78/G14)
IAR Embedded Workbench 用(IAR)	
FFT ライブラリ(lib)	
libfft_rl78g13.a	RL78/G13 用 FFT ライブラリ (アセンブラ版) version 1.01
libfft_rl78g14.a	RL78/G14 用 FFT ライブラリ (アセンブラ版) version 1.01
r_fft_int16.h	FFT ライブラリヘッダファイル
r_stdint.h	型定義ヘッダファイル
サンプルプログラム(sample)	
rl78g14_fft_iar	サンプル IAR Embedded Workbench プロジェクト (RL78/G14)

2. ライブラリ関数

FFT ライブラリは、以下のライブラリ関数 (API) をサポートしています。

API	説明
R_rfft64_int16	16-bit 固定小数点 実数 FFT (64 ポイント)
R_rfft128_int16	16-bit 固定小数点 実数 FFT (128 ポイント)
R_rfft256_int16	16-bit 固定小数点 実数 FFT (256 ポイント)

3. CS for CA, CX 用

3.1 制限事項

RL78/G13 用 FFT ライブラリは内蔵の乗除積和算器を積和演算のために使用しています。そのため、ユーザの割り込み関数の内部で以下のレジスタ値を変更しないでください。なお、乗除積和算器および関連レジスタについては「RL78/G13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編」の第 14 章「第 14 章 乗除積和算器」を参照ください。

レジスタ

- ・ 乗除算データ・レジスタ A (L) (MDAL)
- ・ 乗除算データ・レジスタ A (H) (MDAH)
- ・ 乗除算データ・レジスタ B (L) (MDBL)
- ・ 乗除算データ・レジスタ B (H) (MDBH)
- ・ 乗除算データ・レジスタ C (L) (MDCL)
- ・ 乗除算データ・レジスタ C (H) (MDCH)

制御レジスタ

- ・ 乗除算コントロール・レジスタ (MDUC)

3.2 コンパイラオプション

本ライブラリは、以下のコンパイルオプションにてライブラリを生成しています。

【コンパイルオプション】

```
-qx2 -common -mm -mi0 -ng
```

3.3 開発環境

弊社の開発環境を以下に示します。

ユーザアプリケーション開発時は以下のバージョンより新しいものをご使用下さい。

[ソフトウェアツール]

-統合開発環境

CS+ for CA,CX V3.00.01

-C コンパイラ

CA78K0R V1.71

-デバッガ

RL78 Simulator; Debugger Library V3.00.00

3.4 ROM / RAM / スタックサイズ

各 FFT ライブラリの ROM / RAM / スタックのサイズは次のとおりです (単位はバイト数)。

RL78/G13 用 FFT ライブラリ :

API	ROM	RAM	スタック
R_rfft64_int16	1261	0	66
R_rfft128_int16	1513	0	66
R_rfft256_int16	2019	0	66

RL78/G14 用 FFT ライブラリ :

API	ROM	RAM	スタック
R_rfft64_int16	1225	0	66
R_rfft128_int16	1477	0	66
R_rfft256_int16	1983	0	66

3.5 セクション情報

各 FFT ライブラリは、次の表に示すセクション (セグメント) を使用します。

セクション名	内容	セクション属性
@CODEL	プログラム	CSEG
@CNST	定数データ	CSEG MIRRORP

3.6 ライブラリ性能

以下に本ライブラリのライブラリ関数 (API) 呼び出し毎の処理時間を示します。

RL78/G13 用 FFT ライブラリ :

API	time(system clock = 32MHz)
R_rfft64_int16	約 0.4ms
R_rfft128_int16	約 0.9ms
R_rfft256_int16	約 1.9ms

RL78/G14 用 FFT ライブラリ :

API	time(system clock = 32MHz)
R_rfft64_int16	約 0.4ms
R_rfft128_int16	約 0.9ms
R_rfft256_int16	約 1.9ms

3.7 バージョン情報

本ライブラリは、`r_fft_a_version` 変数に文字列でバージョン情報を格納しています。以下の `extern` 宣言によりこの変数にアクセスすることが出来ます。

```
extern const char r_fft_a_version[];
```

また、本製品のライブラリに格納されているデータは以下の通りです。

RL78/G13 用 FFT ライブラリ :

```
const char r_fft_a_version[] =  
"FFT Library version 1.01 for RL78 Family (RL78G13) (Dec 07 2015, 17:29:14)";
```

RL78/G14 用 FFT ライブラリ :

```
const char r_fft_a_version[] =  
"FFT Library version 1.01 for RL78 Family (RL78G14) (Dec 07 2015, 17:28:57)";
```

4. CS for CC 用

4.1 制限事項

RL78/G13 用 FFT ライブラリは内蔵の乗除積和算器を積和演算のために使用しています。そのため、ユーザの割り込み関数の内部で以下のレジスタ値を変更しないでください。なお、乗除積和算器および関連レジスタについては「RL78/G13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編」の第 14 章「第 14 章 乗除積和算器」を参照ください。

レジスタ

- ・ 乗除算データ・レジスタ A (L) (MDAL)
- ・ 乗除算データ・レジスタ A (H) (MDAH)
- ・ 乗除算データ・レジスタ B (L) (MDBL)
- ・ 乗除算データ・レジスタ B (H) (MDBH)
- ・ 乗除算データ・レジスタ C (L) (MDCL)
- ・ 乗除算データ・レジスタ C (H) (MDCH)

制御レジスタ

- ・ 乗除算コントロール・レジスタ (MDUC)

4.2 コンパイラオプション

本ライブラリは、以下のコンパイルオプションにてライブラリを生成しています。

【コンパイルオプション】

```
-asmopt=-mirror_source=common -memory_model=medium
```

4.3 開発環境

弊社の開発環境を以下に示します。

ユーザアプリケーション開発時は以下のバージョンより新しいものをご使用下さい。

[ソフトウェアツール]

-統合開発環境

CS+ for CC V3.01.00

-C コンパイラ

CC-RL V1.01

-デバッガ

RL78 シミュレータ

Device V3.01.00

DeviceRI78 V3.01.00

ConfigurationRI78Simulator V3.01.00

EngineManager V3.01.00

EngineManagerExec V3.01.00

RL78 Asm/Disasm V3.01.00

DBEvaluatorManager V3.01.00

LoadModuleManager V3.01.00

4.4 ROM / RAM / スタックサイズ

各 FFT ライブラリの ROM / RAM / スタックのサイズは次のとおりです (単位はバイト数)。

RL78/G13 用 FFT ライブラリ :

API	ROM	RAM	スタック
R_rfft64_int16	1260	0	68
R_rfft128_int16	1512	0	68
R_rfft256_int16	2018	0	68

RL78/G14 用 FFT ライブラリ :

API	ROM	RAM	スタック
R_rfft64_int16	1224	0	68
R_rfft128_int16	1476	0	68
R_rfft256_int16	1982	0	68

4.5 セクション情報

各 FFT ライブラリは、次の表に示すセクション (セグメント) を使用します。

セクション名	内容	セクション属性
.textf	プログラム	.CSEG TEXTF
.const	定数データ	.CSEG CONST

4.6 ライブラリ性能

以下に本ライブラリのライブラリ関数 (API) 呼び出し毎の処理時間を示します。

RL78/G13 用 FFT ライブラリ :

API	time(system clock = 32MHz)
R_rfft64_int16	約 0.4ms
R_rfft128_int16	約 0.9ms
R_rfft256_int16	約 1.9ms

RL78/G14 用 FFT ライブラリ :

API	time(system clock = 32MHz)
R_rfft64_int16	約 0.4ms
R_rfft128_int16	約 0.9ms
R_rfft256_int16	約 1.9ms

4.7 バージョン情報

本ライブラリは、`r_fft_a_version` 変数に文字列でバージョン情報を格納しています。以下の `extern` 宣言によりこの変数にアクセスすることが出来ます。

```
extern const char r_fft_a_version[];
```

また、本製品のライブラリに格納されているデータは以下の通りです。

RL78/G13 用 FFT ライブラリ :

```
const char r_fft_a_version[] =  
"FFT Library version 1.01 for RL78 Family (RL78G13) (Dec 7 2015, 17:30:04)";
```

RL78/G14 用 FFT ライブラリ :

```
const char r_fft_a_version[] =  
"FFT Library version 1.01 for RL78 Family (RL78G14) (Dec 7 2015, 17:29:42)";
```

5. IAR Embedded Workbench 用

5.1 制限事項

RL78/G13 用 FFT ライブラリは内蔵の乗除積和算器を積和演算のために使用しています。そのため、ユーザの割り込み関数の内部で以下のレジスタ値を変更しないでください。なお、乗除積和算器および関連レジスタについては「RL78/G13 ユーザーズマニュアル ハードウェア編」の第 14 章「第 14 章 乗除積和算器」を参照ください。

レジスタ

- ・ 乗除算データ・レジスタ A (L) (MDAL)
- ・ 乗除算データ・レジスタ A (H) (MDAH)
- ・ 乗除算データ・レジスタ B (L) (MDBL)
- ・ 乗除算データ・レジスタ B (H) (MDBH)
- ・ 乗除算データ・レジスタ C (L) (MDCL)
- ・ 乗除算データ・レジスタ C (H) (MDCH)

制御レジスタ

- ・ 乗除算コントロール・レジスタ (MDUC)
- ・

5.2 コンパイラオプション

本ライブラリは、以下のコンパイルオプションにてライブラリを生成しています。

【コンパイルオプション】

RL78/G13 用 FFT ライブラリ :

```
--core rl78_1 --code_model far --data_model near  
--near_const_location rom0 -e -Oh --library_module
```

RL78/G14 用 FFT ライブラリ :

```
--core rl78_2 --code_model far --data_model near  
--near_const_location rom0 -e -Oh --library_module
```

5.3 開発環境

弊社の開発環境を以下に示します。

ユーザアプリケーション開発時は以下のバージョンより新しいものをご使用下さい。

[ソフトウェアツール]

-統合開発環境

IAR Embedded Workbench for Renesas RL78 V2.10.1

-C コンパイラ

IAR C/C++ Compiler for Renesas RL78 V2.10.1.1362

-デバッガ

IAR C-SPY Debugger Kernel V7.2.2.3718

5.4 ROM / RAM / スタックサイズ

各 FFT ライブラリの ROM / RAM / スタックのサイズは次のとおりです (単位はバイト数)。

RL78/G13 用 FFT ライブラリ :

API	ROM	RAM	スタック
R_rfft64_int16	1262	0	68
R_rfft128_int16	1514	0	68
R_rfft256_int16	2020	0	68

RL78/G14 用 FFT ライブラリ :

API	ROM	RAM	スタック
R_rfft64_int16	1226	0	68
R_rfft128_int16	1478	0	68
R_rfft256_int16	1984	0	68

5.5 セクション情報

FFT ライブラリは、次の表に示すセクション (セグメント) を使用します。

セクション名	内容
.textf	プログラム
.const	定数データ

5.6 ライブラリ性能

以下に本ライブラリのライブラリ関数 (API) 呼び出し毎の処理時間を示します。

RL78/G13 用 FFT ライブラリ :

API	time(system clock = 32MHz)
R_rfft64_int16	約 0.4ms
R_rfft128_int16	約 0.9ms
R_rfft256_int16	約 1.9ms

RL78/G14 用 FFT ライブラリ :

API	time(system clock = 32MHz)
R_rfft64_int16	約 0.4ms
R_rfft128_int16	約 0.9ms
R_rfft256_int16	約 1.9ms

5.7 バージョン情報

本ライブラリは、`r_fft_a_version` 変数に文字列でバージョン情報を格納しています。以下の `extern` 宣言によりこの変数にアクセスすることが出来ます。

```
extern const char r_fft_a_version[];
```

また、本製品のライブラリに格納されているデータは以下の通りです。

RL78/G13 用 FFT ライブラリ:

```
const char r_fft_a_version[] =  
"FFT Library version 1.01 for RL78 Family (RL78G13) (Dec 7 2015, 17:32:09)";
```

RL78/G14 用 FFT ライブラリ:

```
const char r_fft_a_version[] =  
"FFT Library version 1.01 for RL78 Family (RL78G14) (Dec 7 2015, 17:31:03)";
```

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/>

お問い合わせ先

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

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
1.03	2015.10.01	—	CubeSuite+から CS+ for CA,CX に変更 CS+ for CC 対応
1.02	2015.04.01	P2	パッケージバージョン V.1.00 Release 02 に合わせて製品構成を更新。
1.01	2014.04.01	—	パッケージバージョン V.1.00 Release 01 に合わせて製品構成を更新。 IAR Embedded Workbench 対応を追加。
1.00	2012.03.31	—	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）があります。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。型名が違う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・システムの設計において、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て、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。
2. 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。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因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に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等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。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
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、産業用ロボット等
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、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図し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損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の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。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、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、社会的損害等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、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。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、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の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い合わせください。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て、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている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・システムに使用することはできません。また、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用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「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。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にご負担して頂きますのでご了承ください。
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禁じます。

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

■営業お問い合わせ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問い合わせ窓口の住所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 エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24 (豊洲フォレシア)

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