

e² studio 統合開発環境

R20AN0310JJ0100

Rev.1.00

2014.03.15

C 言語およびアセンブリ言語でのデバッグ

要旨

埋め込み用途のプログラムでは、移植性の高さからアプリケーション・コードを C 言語や C++ 言語で記述することが一般的です。コンパイラ・ツールチェーンを用いることで、C ソース・コードをデバッガで実行可能なオブジェクト・コードに容易に変換できます。しかしこのように変換すると、デバッガは C ソース・コードとは異なる順序で実行する場合があります。したがって、C 言語とアセンブリ言語のオブジェクト・コードの両方のデバッグ技術を習得することが必要になります。

本アプリケーションノートでは、Renesas Starter Kit for RX111 CPU ボードおよび E1 エミュレータを e² studio 統合開発環境で用いる際の逆アセンブル機能を使用する方法について説明します。

e² studio V.2.2.0.13

RX ファミリ用 C/C++コンパイラパッケージ : V2.01.00

動作確認デバイス

RX ファミリ

目次

1. 概要	2
2. [逆アセンブル] ビューでのデバッグ (最適化を有効にした場合)	3
3. [逆アセンブル] ビューでのデバッグ (最適化を無効にした場合)	4
4. まとめ	5

1. 概要

[逆アセンブル] ビューでは、ロードしたプログラムのアセンブリ言語命令と C ソース・コードの両方を表示します。"アクティブなデバッグ・コンテキストにリンク" (🔗 アイコン) と "ソースの表示" (📄 アイコン) を有効にすると、[C ソース] ビューと [逆アセンブル] ビューの表示が同期します。[逆アセンブル] ビューでステップ実行するには "命令ステップ・モード" (👉 アイコン) を有効にします。[C ソース] ビューでステップ実行するには "命令ステップ・モード" を無効にします。

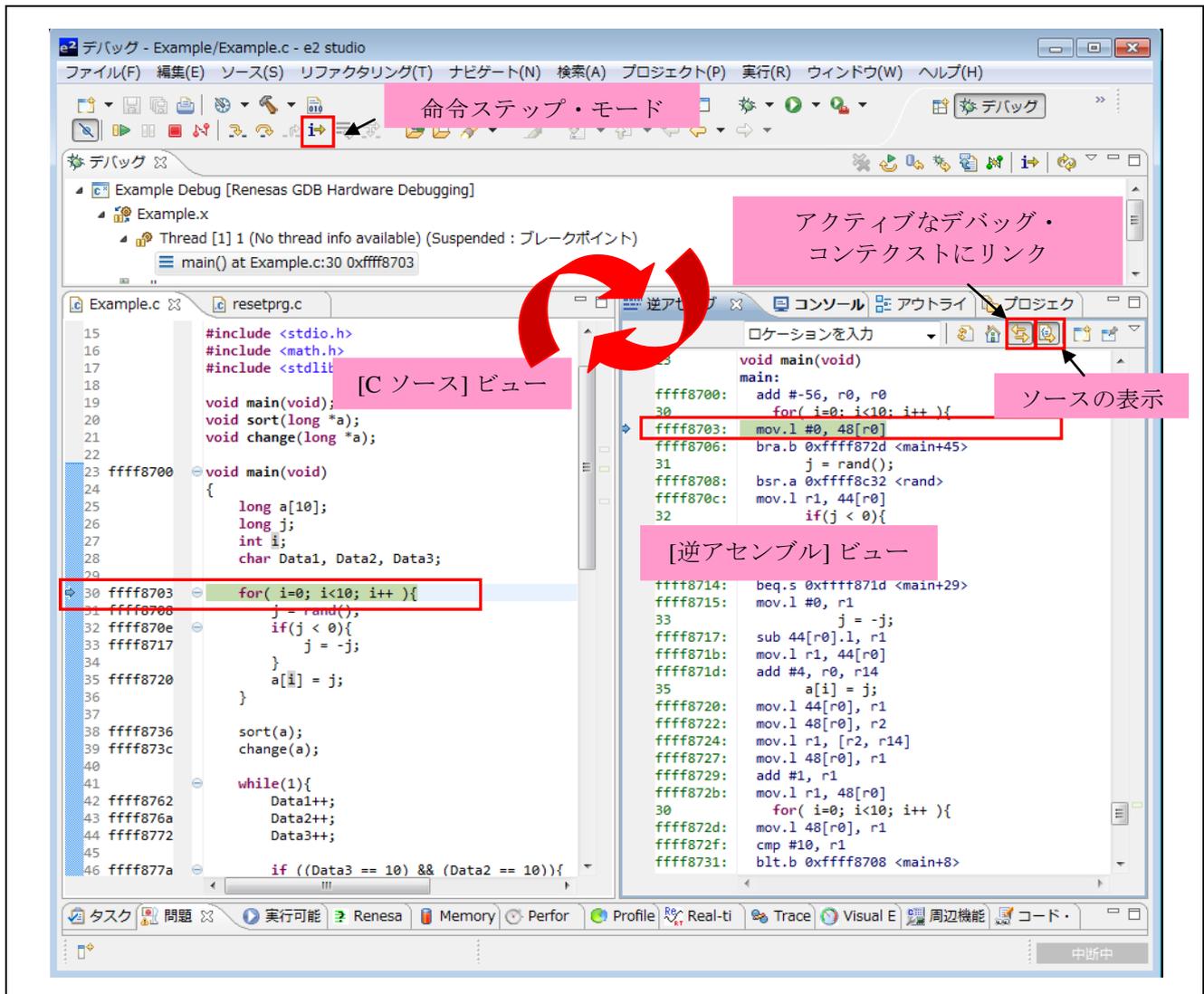


図1 [逆アセンブル] ビュー

多くの場合、デバッグ段階ではコンパイラとリンカの両方で最適化設定を無効にすることが推奨されます (たとえば最適化レベル=0)。最適化を有効にすると、サイズと速度のどちらかを優先にした場合でも、コンパイラが生成するオブジェクト・コード数 (アセンブリ言語命令に対応する) が少なくなりがちであるからです。この場合、デバッグ実行が C ソース・コードの論理的な実行順と異なることがあり、デバッグが難しくなります。

2. [逆アセンブル] ビューでのデバッグ（最適化を有効にした場合）

RX111 CPU ボード（対象デバイス：RX111 MCU、型名：R51115AxFM）を例として、コンパイラで "Optimization for Size" を選択し最適化レベルを 2 に設定して [逆アセンブル] ビューでデバッグする方法を説明します。

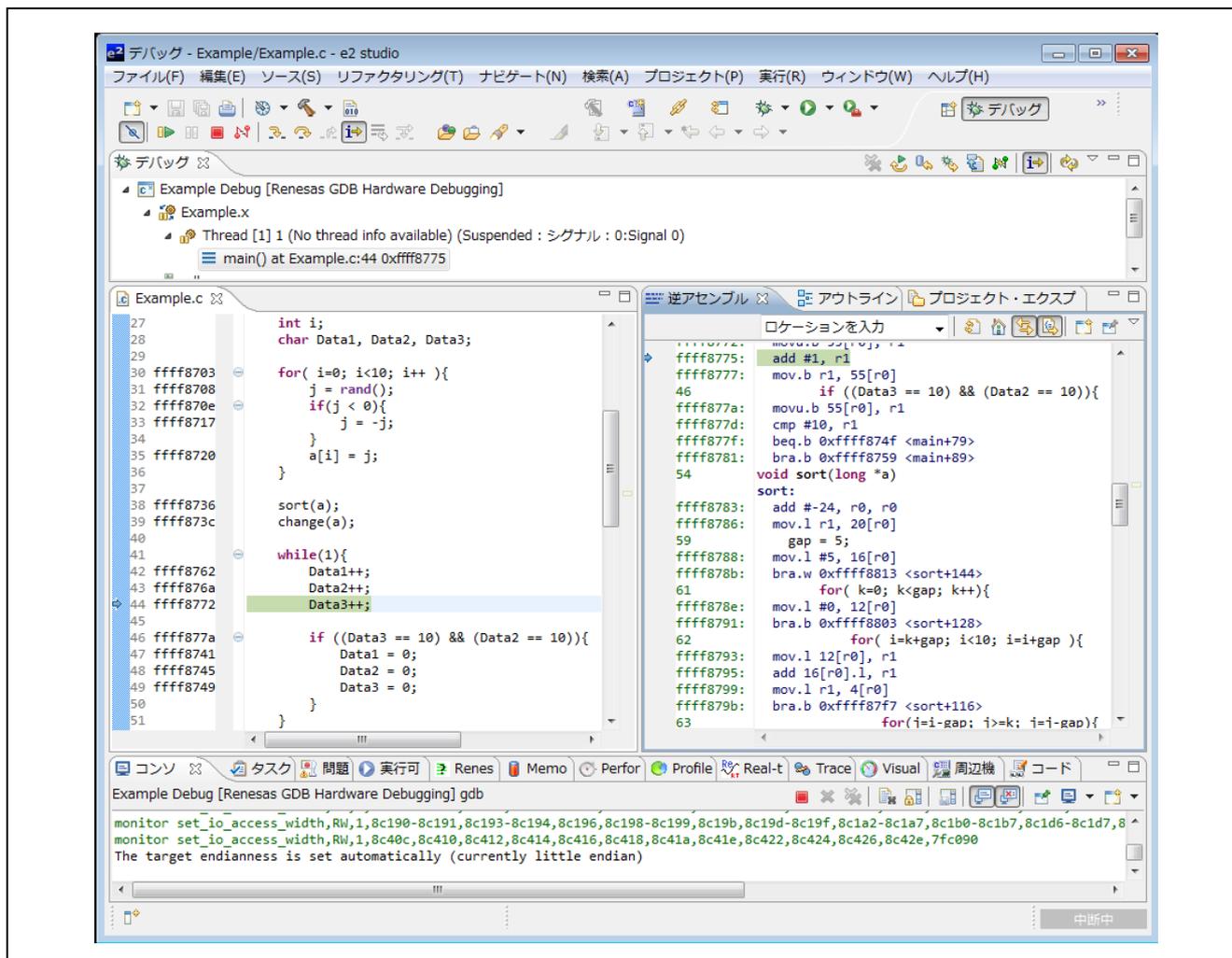


図 2 [逆アセンブル] ビューでのデバッグ（最適化を有効にした場合）

[C ソース] ビューを見ると、最適化により以下のようになっていることがわかります。

- 変数 "Data1" のアドレスが省略されている
- "Data3++"（アドレス：0xffff871e）および "if ((Data3 == 10) && (Data2 == 10))"（アドレス：0xffff8722）が "Data2++"（0xffff8720）より先に実行される

[逆アセンブル] ビューを参照すると、変数 "Data1" は使用されていないために省略され、"Data2" と "Data3" の実行順は [逆アセンブル] ビューに示すアセンブリ言語命令の実行順であることが確認できます。

3. [逆アセンブル] ビューでのデバッグ（最適化を無効にした場合）

RX111 CPU ボード（対象デバイス：RX111 MCU、型名：R51115AxFM）を例として、コンパイラで最適化を無効にして（最適化レベル=0）[逆アセンブル] ビューでデバッグする方法を説明します。

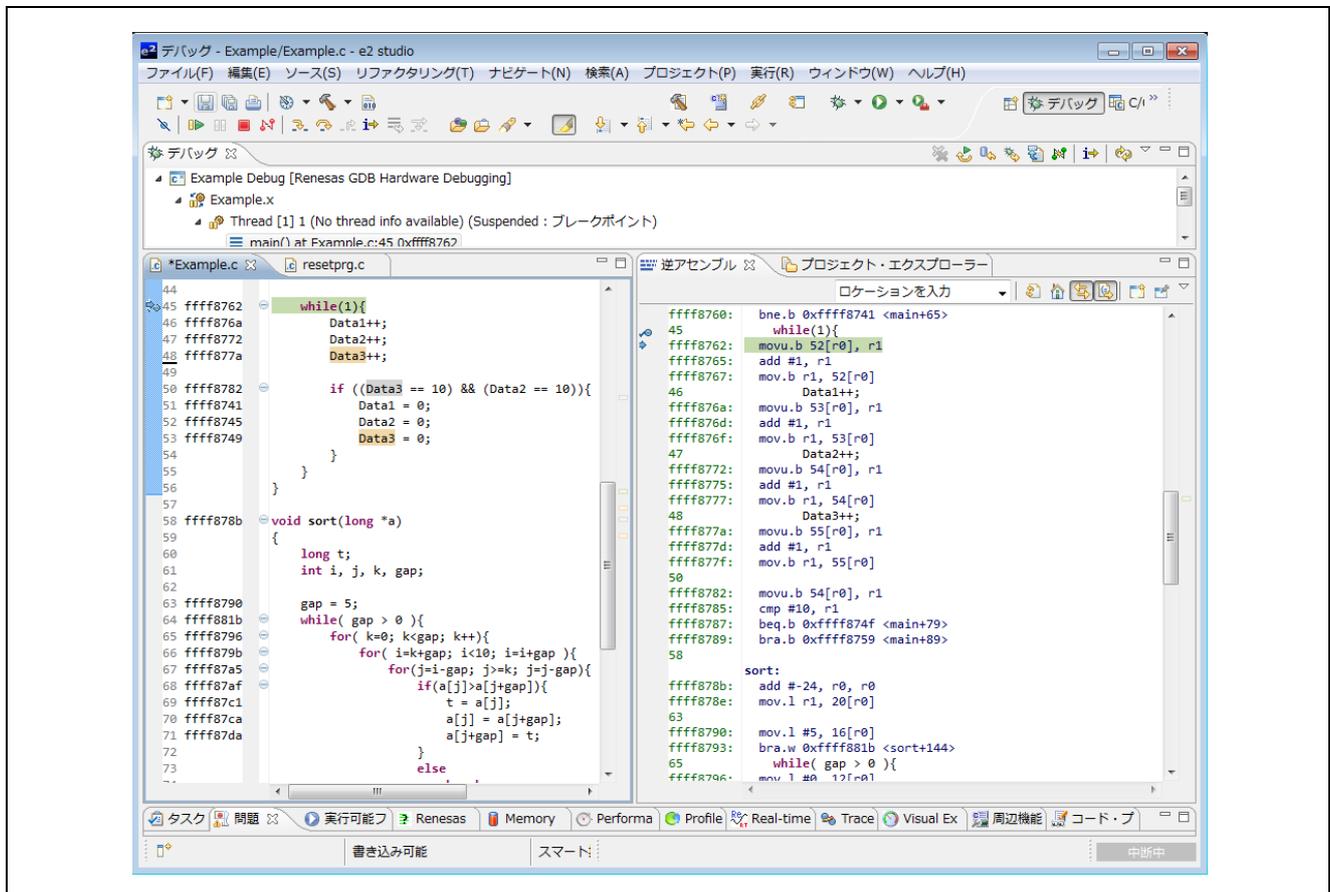


図3 [逆アセンブル] ビューでのデバッグ（最適化を無効にした場合）

[C ソース] ビューを見ると、最適化を無効にしたことにより以下のようになっていることがわかります。

- "Data1"、"Data2"、"Data3" のアドレスが生成されている
- "Data1"、"Data2"、"Data3" は C ソース・コードの順どおりに実行される

[逆アセンブル] ビューを参照すると、変数 "Data1"、"Data2"、"Data3" の実行順は [C ソース] ビューでの実行順と同じであることが確認できます。

4. まとめ

- ルネサス・デバッガは、コンパイラ・ツールチェーンが生成したオブジェクト・コード（アセンブリ言語命令）の順にしたがって実行を行うため、最適化により C ソース・コードに記述された順に実行されるとは限らない場合があります。
- 最適化を行わないほうがアプリケーション・コードを理解しデバッグしやすくなります。デバッグ段階では最適化設定を無効にする方が都合良いかもしれません。

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
1.00	2014.03.15	-	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、誤りが無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、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

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合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 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

■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/contact/>