RX/RA/RL78 ファミリ　Renesas Synergy™プラットフォーム

QE for Capacitive Touch 3D ジェスチャ認識アプリケーション開発ガイド

要旨

本アプリケーションノートでは、静電容量タッチセンサ対応開発支援ツール(QE for Capacitive Touch)を用いて、AI を利用した 3D ジェスチャ認識を行う方法を説明します。

本アプリケーションノートは RA2L1 で動作確認していますが、QE for Capacitive Touch で 3D ジェスチャ認識を行う方法は、デバイスに依存しません。本アプリケーションノートは、RX/RA/RL78 ファミリ Renesas Synergy™プラットフォームの静電容量タッチ IP 搭載のデバイスに活用することができます。

動作確認評価キット

RA2L1 搭載静電容量タッチ評価システム(RSSK RA2L1)

3D ジェスチャ電極ボード

目次

1. 概要 4
1.1 システム概要 4
1.2 動作環境 5
1.3 参考文献 5

2. 事前準備 6
2.1 QE for Capacitive Touch のインストール 6
2.2 ボード接続 8

3. ジェスチャ認識手順 9

4. ジェスチャ認識例 10
4.1 準備 10
4.1.1 QE for Capacitive Touch を起動 10
4.1.2 プロジェクトの選択 11
4.1.2.1 プロジェクトの作成例 11
4.1.3 構成の選択 14
4.1.3.1 タッチインタフェースの設定 16
4.2 調整 17
4.2.1 調整の開始 17
4.2.2 調整結果の出力 18
4.3 ジェスチャ設定 19
4.3.1 ジェスチャ環境の導入 19
4.3.1.1 e-AI ライセンスファイルの更新 20
4.3.2 構成の選択 23
4.3.3 ジェスチャの登録 24
4.3.3.1 センサ閾値調整 26
4.3.4 ジェスチャの学習 27
4.3.5 学習結果の出力 29
4.4 実装 32
4.4.1 実装例の表示 32
4.4.1.1 ジェスチャメイン関数の呼び出し 33
4.5 動作確認 34
4.5.1 デバッグの開始 34
4.5.2 モニタリングの開始 34
4.5.2.1 ジェスチャ認識 35
4.5.2.2 誤認識ジェスチャの登録 36
4.5.2.3 パラメータ変更 37
4.5.2.4 ログの記録と再生 39

5. QE for Capacitive Touch 出力ファイル 40
5.1 ユーザプログラムの追加 41

6. ヘルプ機能 42

改訂記録 43

1.　概要

1.1　システム概要

QE for Capacitive Touch は、静電容量タッチキーを使用した組み込みシステム開発に必要なタッチインタフェースの初期設定や感度調整に対応した開発支援ツールです。

QE for Capacitive Touch の「3D ジェスチャ認識」は、AI を利用したジェスチャアプリケーション開発ををサポートします。工程が多く難易度の高い AI アプリ開発を QE の 3 つの機能がサポートし、AI の専門知識不要で誰でも AI アプリ開発をすることができます。

「3D ジェスチャ認識」の主な機能は次のとおりです。

- レコーディング機能
  静電容量センサ上で AI に覚えさせたいジェスチャを実際に行うだけで、ジェスチャデータの登録が可能です。登録したデータはリスト表示され、失敗したデータの削除や、インポート機能もサポートしています。

- AI 生成機能
  AI を作成する工程 (データ前処理・AI の学習・C ソースへの変換) は、ジェスチャに最適な処理を QE が自動で行います。

- モニタリング ＆ チューニング機能
  作成した AI の精度の確認と、チューニングを実機上で行えます。もし正しく認識されないジェスチャがあった場合は、その波形を即座に学習データへ追加し AI へのフィードバックが可能です。これにより AI エンジンの改善イテレーションを簡単にまわすことができます。

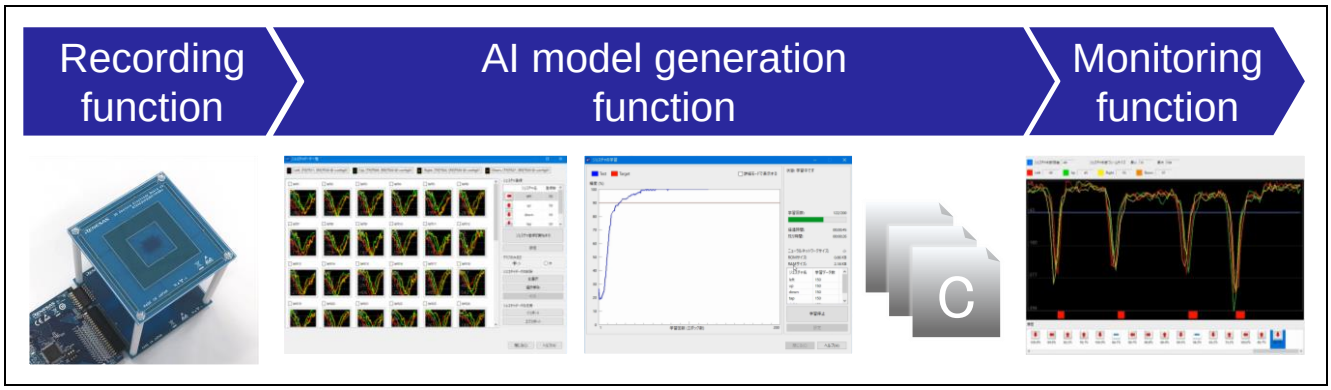

図 1-1 QE for Capacitive Touch の主な機能

1.2　動作環境

QE for Capacitive Touch の 3D ジェスチャ認識の動作環境は表 1-1 と図 1-2 のとおりです。

本アプリケーションノート内の図は、対象デバイスを RA2L1 とし、e² studio + J-Link で動作しています。QE for Capacitive Touch で 3D ジェスチャ認識を行う方法は、デバイスや IDE に依存しません。本アプリケーションノートは、RX/RA/RL78 ファミリ　Renesas Synergy™プラットフォームの静電容量タッチ IP 搭載のデバイスに活用することができます。

本アプリケーションノートで使用するプロジェクトは、「test」というプロジェクト名を使用しています。

表 1-1　動作環境

項目	内容
統合開発環境 (IDE)	e² studio バージョン 2021-10 以降 Flexible Software Package (FSP) v3.5.0 以降
ツールチェーン	GNU Arm Embedded Toolchain: 10.3-2021.10 以降 (GNU ARM Embedded 10.3.1.20210824)
QE	QE for Capacitive Touch V3.1.0 以降
e-AI ソリューション	e-AI Translator V2.1.0 以降
評価ボード	RA2L1 CAP Touch CPU Board - RTK0EG0018C01001BJ
センサ	3D Gesture Electrode Board - RTK0EG0023B01002BJ
エミュレータ	Segger J-Link E2 エミュレータ※ E2 エミュレータ Lite※

※：コネクタ形状が異なるため変換ケーブルを使用してください
RTE0T00020KCAC1000J：E2 エミュレータ用ユーザインタフェースケーブル(20-10 pins)

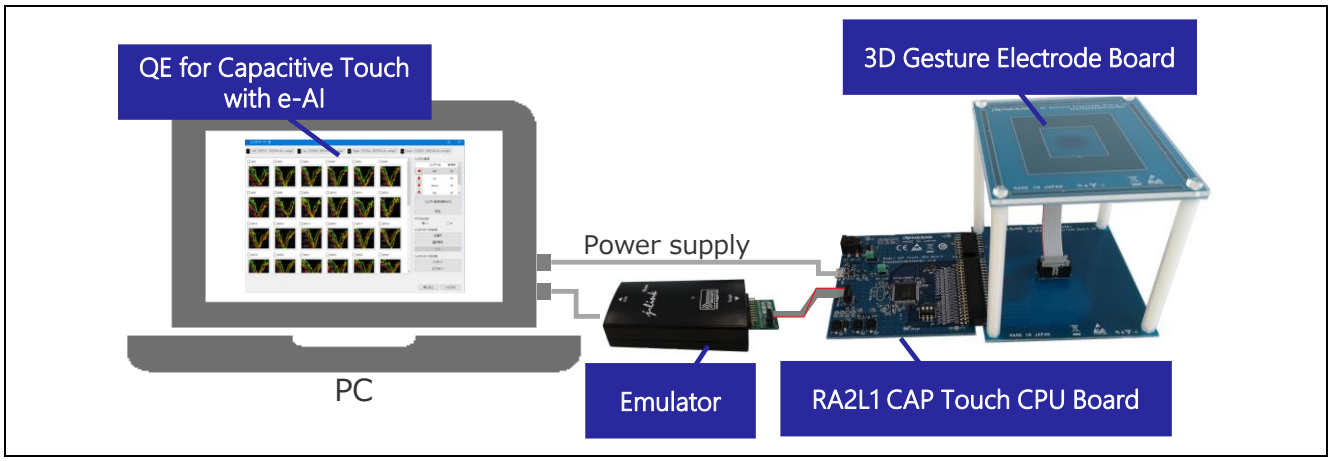

図 1-2 動作環境

1.3　参考文献

- R01UH0853　RA2L1 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編
- R12QS0040　RA2L1 グループ Renesas Solution Starter Kit
  静電容量タッチ評価システム クイックスタートガイド

QE for Capacitive Touch の参考文献は、ルネサスの下記サイトを参照してください

- 静電容量式タッチセンサ対応開発支援ツール QE for Capacitive Touch ユーザ向け情報サイト
  www.renesas.com/software-tool/qe-qe-for-capacitive-touch-support

2.　事前準備

QE for Capacitive Touch で 3D ジェスチャ認識を行うために必要な準備は以下のとおりです。

- e² studio をインストール
- e² studio に以下のツールを適用
  - — コンフィグレーションツール
  - — ツールチェーン
  - — QE for Capacitive Touch
  - — e-AI ソリューション (ライセンスの定期的な更新が必要)
- ボードに接続

本章では、QE for Capacitive Touch のインストールと、ボード接続について説明します。e-AI ソリューションの適用は、プロジェクトの作成が必要なため 4.3.1 章で説明します。

2.1　QE for Capacitive Touch のインストール

e² studio の Renesas Software Installer から QE をインストールする方法を説明します。

e² studio のメニューから Renesas Software Installer を選択します。Renesas Software Installer のウィンドウが表示されたら、Renesas QE を選択し「次へ」をクリックします。

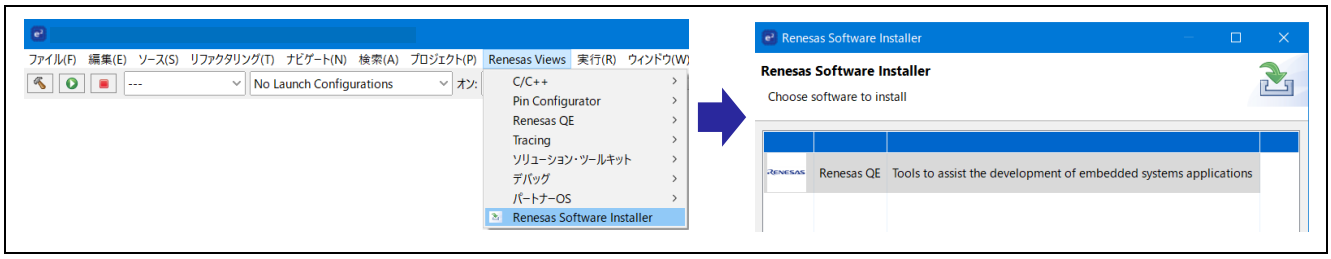

図 2-1 Renesas Software Installer

Install Extensions が表示されたら、QE for Capacitive Touch にチェックを入れ、「終了」をクリックします。

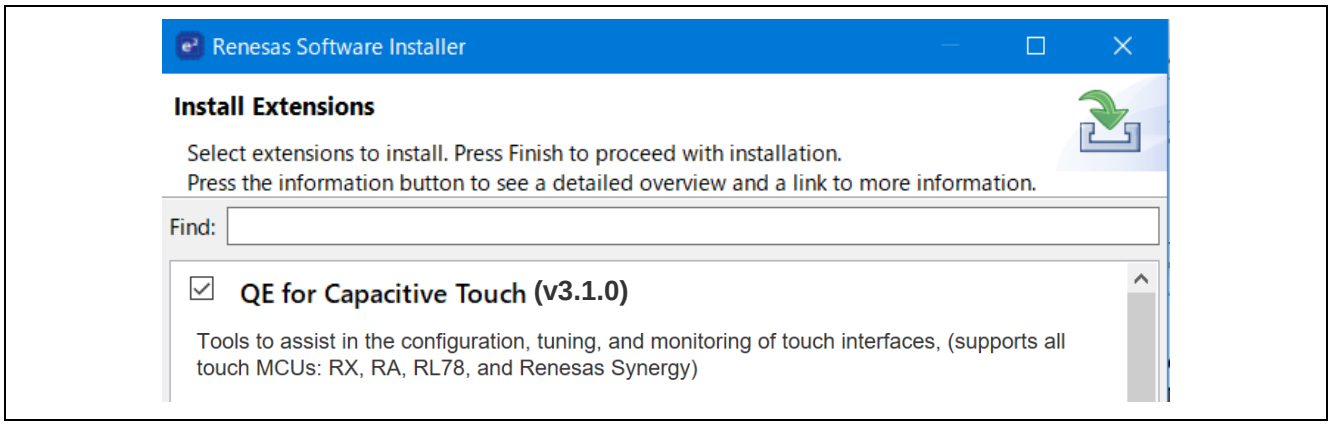

図 2-2 Install Extensions

インストールしたい項目の Renesas QE for Capacitive Touch にチェックを入れ、「次へ」をクリックします。

図 2-3 QE インストール

以下のウィンドウが表示された場合は、信頼するツールに設定すると、インストールが実行されます。

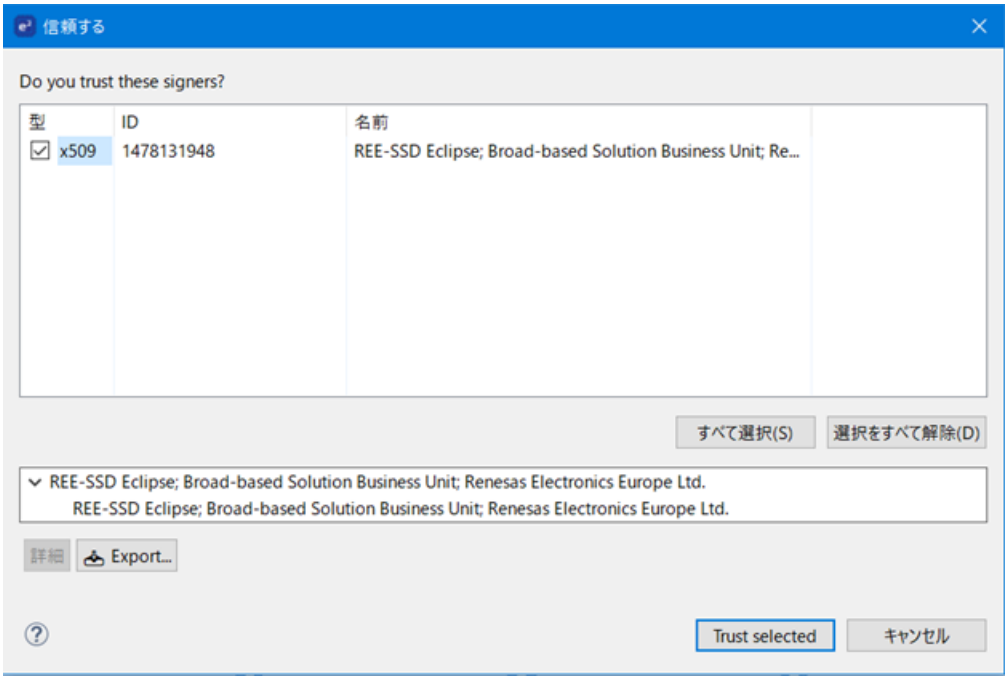

図 2-4 ツールの信頼性

2.2　ボード接続

本章では、PC と評価ボードの接続方法と、電源供給について説明します。電源は AC アダプタまたは USB から供給することができます。PC と評価ボードの接続にはエミュレータを使用します。

- 電源を USB から供給する場合の接続図を図 2-5 に示します。
  - — J1　　: エミュレータを接続
  - — JP2　　: 2-3 ショート
  - — CN1, CN2　　: センサを接続
  - — CN5　　: USB で電源を供給

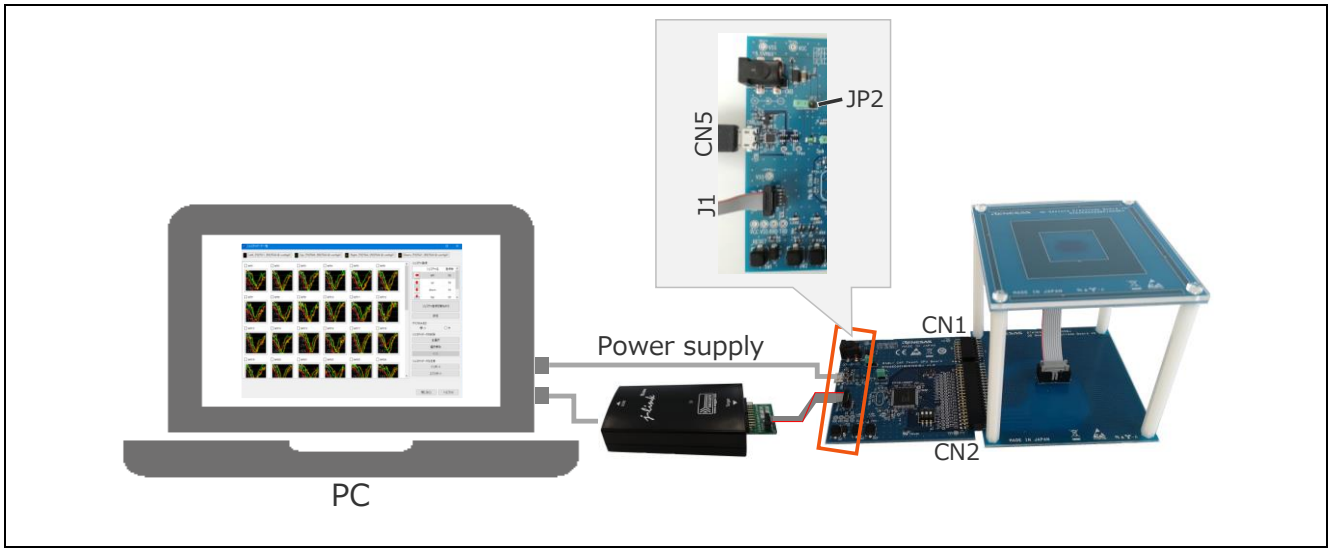

図 2-5 電源を USB から供給する場合の接続図

- 電源を AC アダプタから供給する場合の接続図を図 2-6 に示します。
  - — J1　　: エミュレータを接続
  - — JP2　　: 1-2 ショート
  - — CN1, CN2　　: センサを接続
  - — CN3　　: AC アダプタで電源を供給

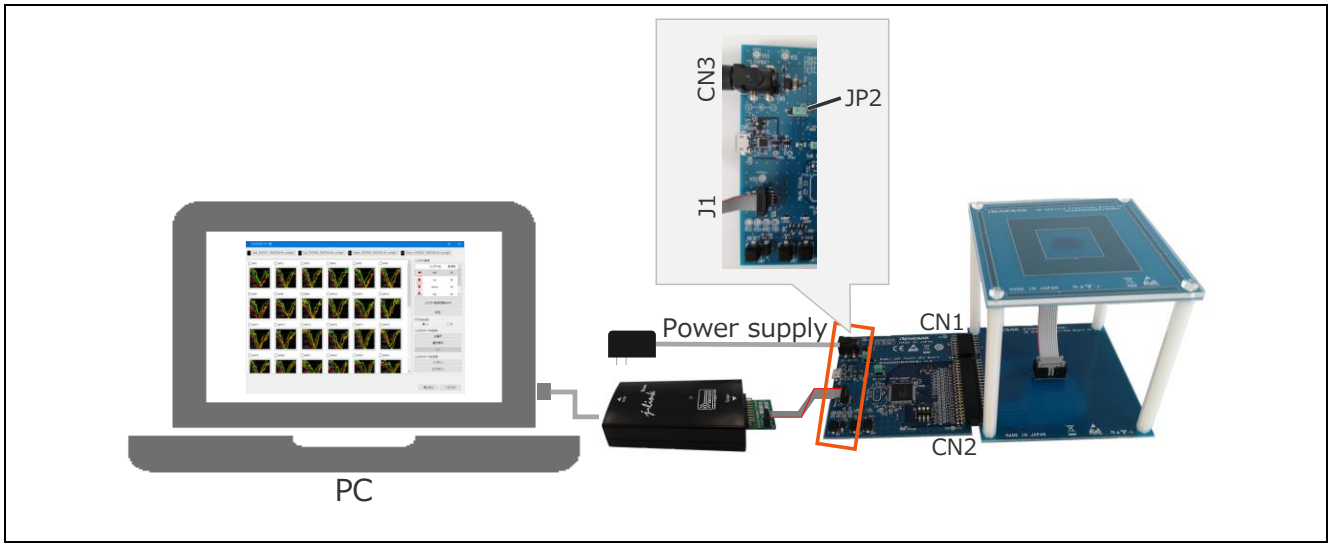

図 2-6 電源を AC アダプタから供給する場合の接続図

3.　ジェスチャ認識手順

QE for Capacitive Touch のワークフローに従って設定することで、AI を利用した 3D ジェスチャ認識が可能です。各項目を表 3-1 に示します。本表の章番号は、関連章にリンクされています。章番号をクリックして使い方を確認してください。

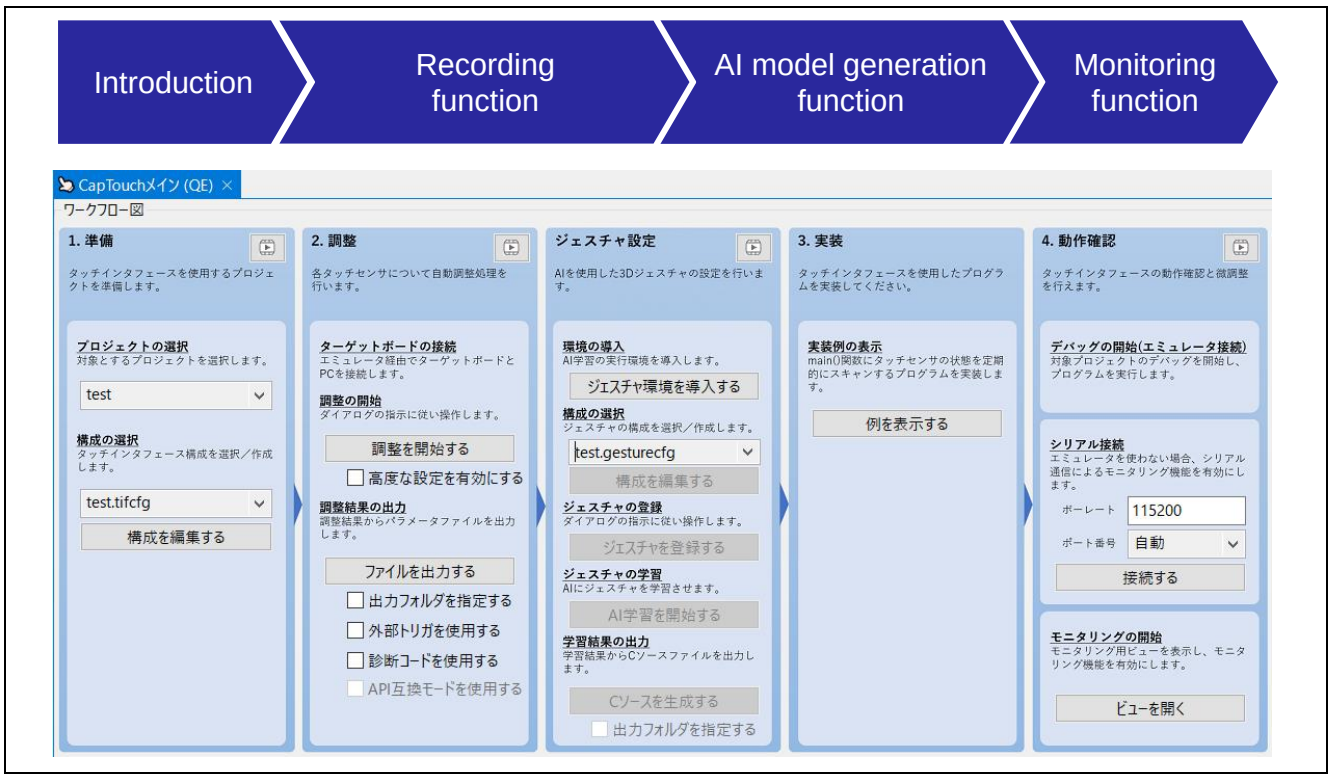

図 3-1 ジェスチャ認識手順

表 3-1 QE for Capacitive Touch の項目と内容

項目		内容	章番号
準備	プロジェクトの選択	プロジェクトを作成し対象プロジェクトに設定	4.1.2
	構成の選択	3D ジェスチャインタフェースを配置	4.1.3
	-タッチインタフェースの設定	センサ仕様にあわせ端子を設定	4.1.3.1
調整	調整の開始	センサの電極感度の調整	4.2.1
	調整結果の出力	動作確認に使用する C ソースファイルを出力	4.2.2
ジェスチャ設定	ジェスチャ環境の導入	e-AI ソリューションなどの適用	4.3.1
	構成の選択	認識対象のジェスチャを設定	4.3.2
	ジェスチャの登録	センサ上でのジェスチャを登録	4.3.3
	ジェスチャの学習	認識したジェスチャを AI で学習	4.3.4
	学習結果の出力	動作確認に使用する C ソースファイルを出力	4.3.5
実装	実装例の表示	動作確認に使用する C ソースファイルを出力	4.4.1
	-ジェスチャメイン関数の呼び出し	生成された関数の呼び出しコードを追記	4.4.1.1
動作確認	デバッグの開始	実装したプログラムの動作を開始	4.5.1
	モニタリングの開始	モニタリング環境の立ち上げ	4.5.2
	-ジェスチャ認識	ジェスチャ認識状況のモニタリング	4.5.2.1
	-誤認識ジェスチャの登録	誤認識ジェスチャデータの追加登録	4.5.2.2

4.　ジェスチャ認識例

本章では、下図のとおり 2 種類のジェスチャを認識するプログラムの作成例を説明します。QE for Capacitive Touch の項目に従って説明します。

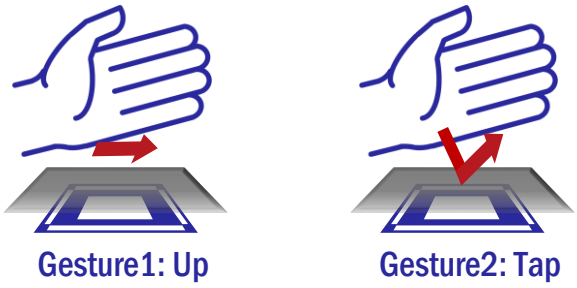

図 4-1 ジェスチャ認識例

4.1　準備

4.1.1　QE for Capacitive Touch を起動

下図のとおり e² studio のメニューから CapTouch メイン(QE) を選択し、QE for Capacitive Touch の CapTouch メインウィンドウを表示します。この時点では「ジェスチャ設定」の項目は表示されません。

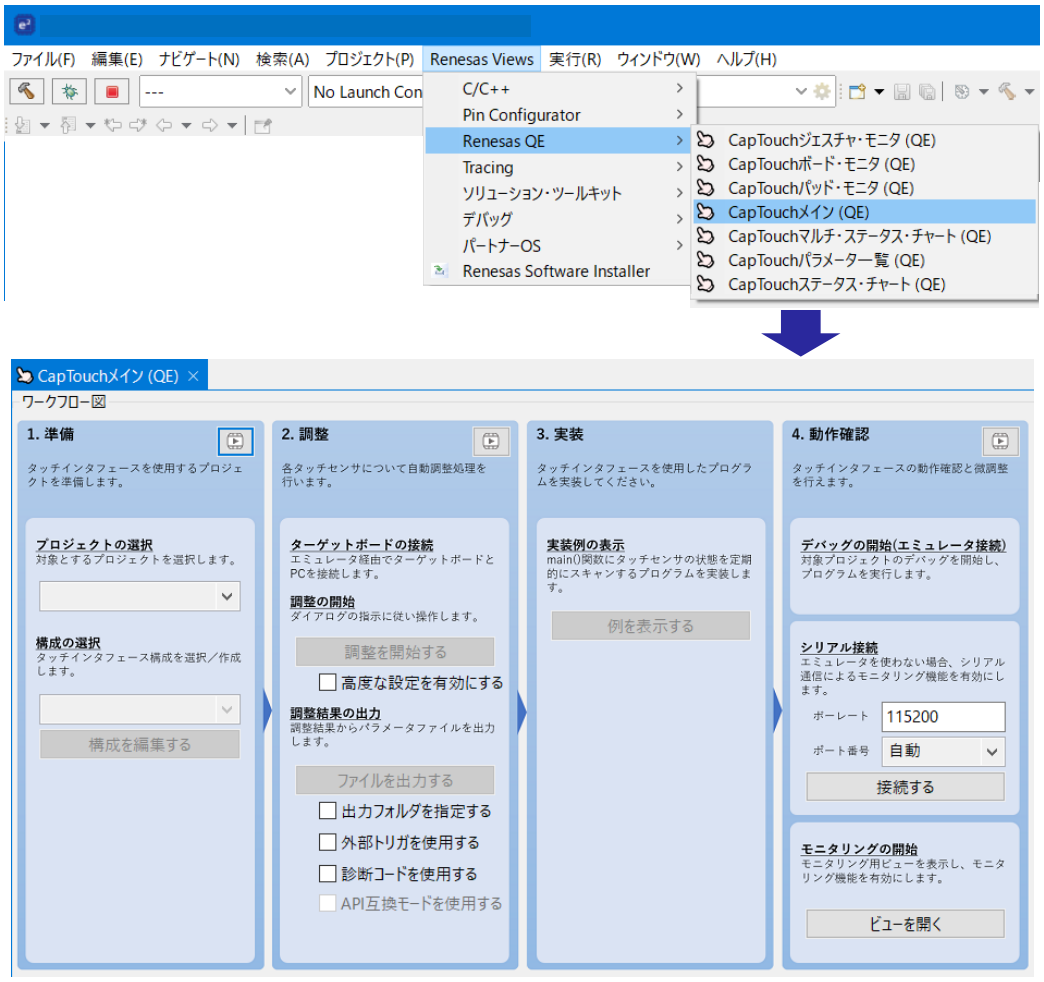

図 4-2 Cap Touch メインの選択

4.1.2　プロジェクトの選択

e² studio で新規プロジェクトを作成し、下図のとおりプロジェクトを選択します。

図 4-3 プロジェクトの選択

4.1.2.1　プロジェクトの作成例

本章では、RA2L1 のプロジェクトを新規に作成する場合の例を図 4-4～図 4-8 で示します。

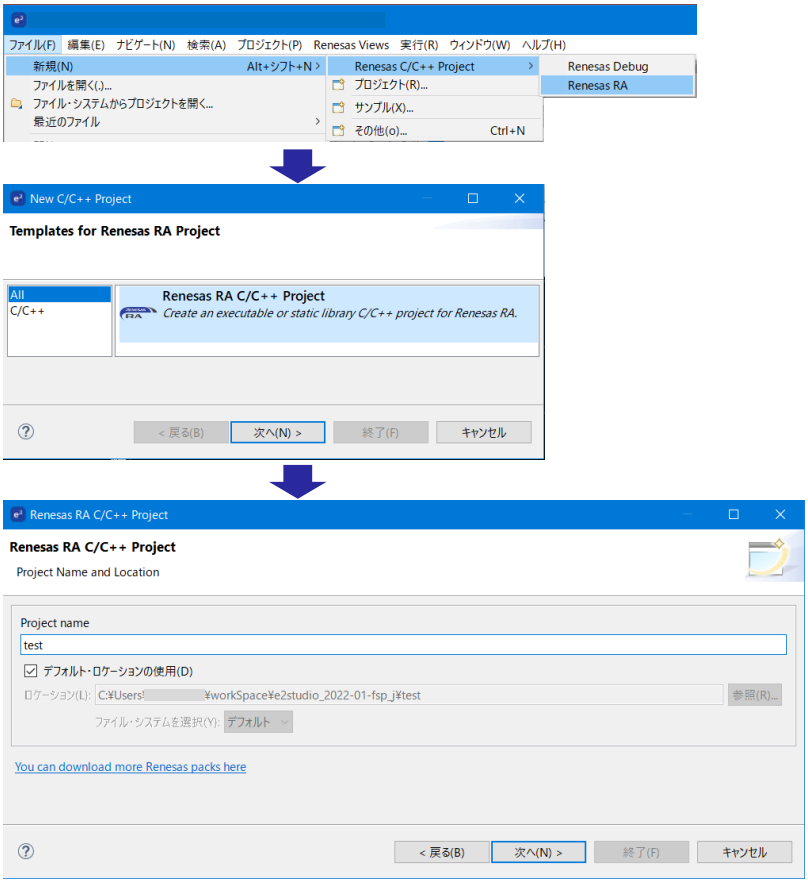

図 4-4 新規プロジェクト作成

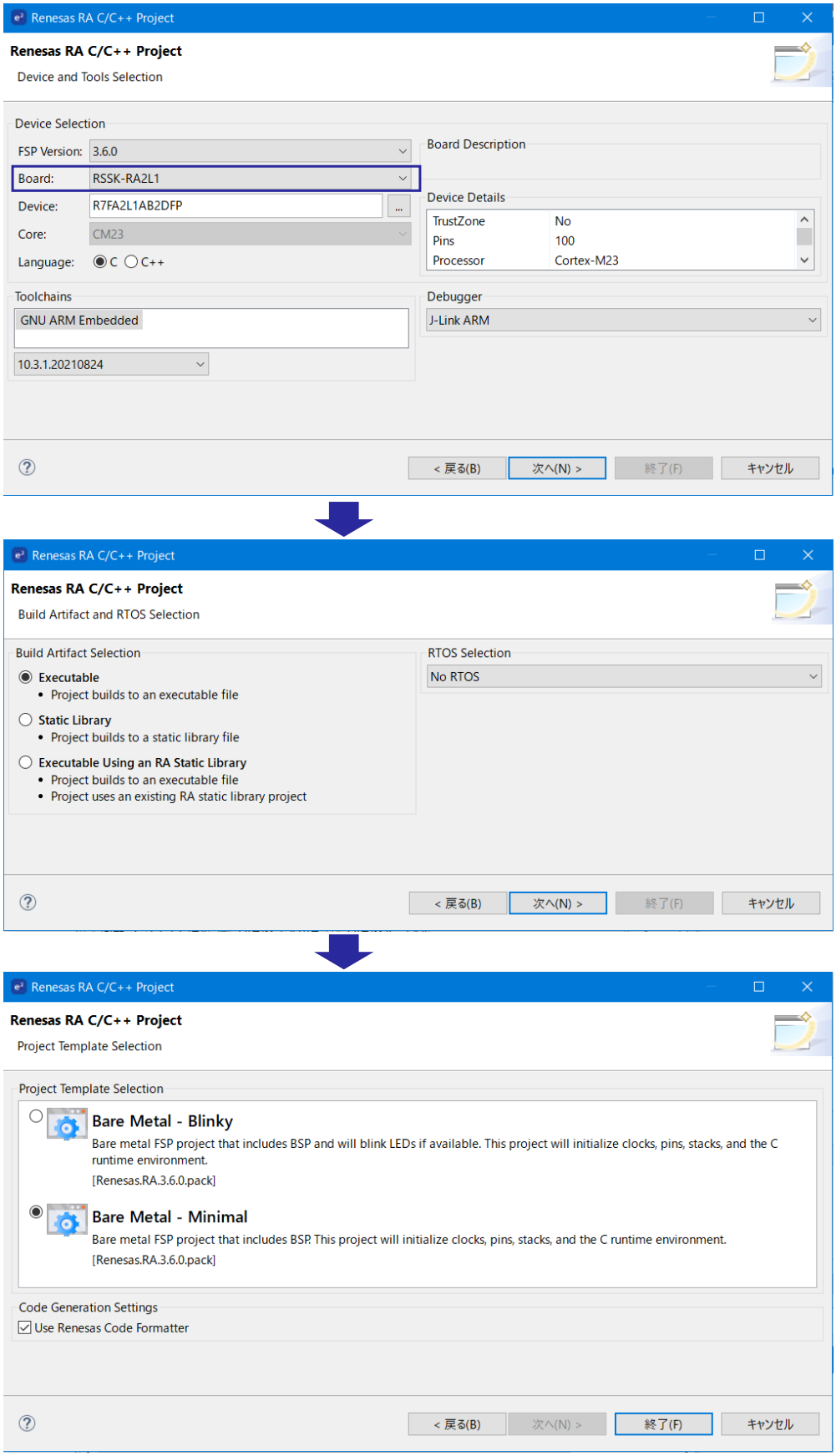

図 4-5 プロジェクトの設定

BSP のヒープサイズを変更します。

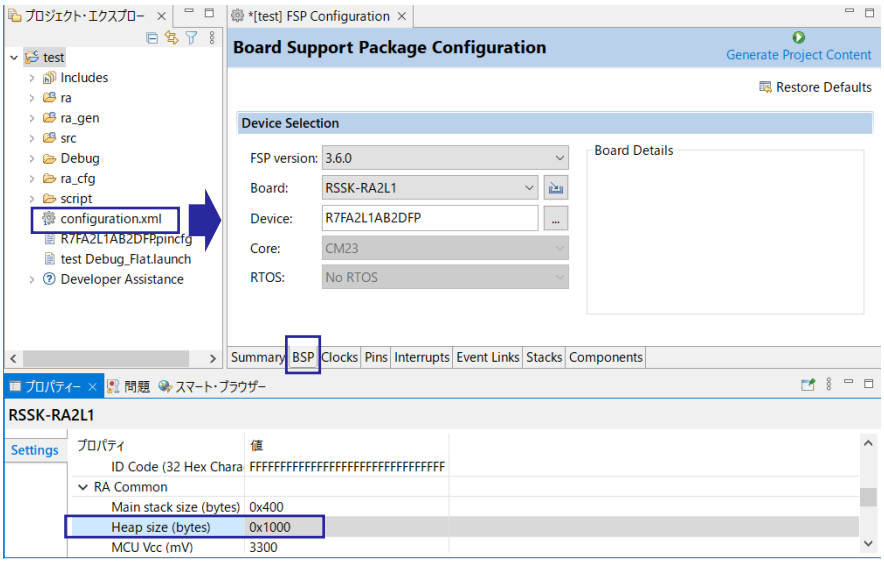

図 4-6 ヒープサイズの変更

3D ジェスチャ認識を行うために Touch ミドルウェアを追加します。

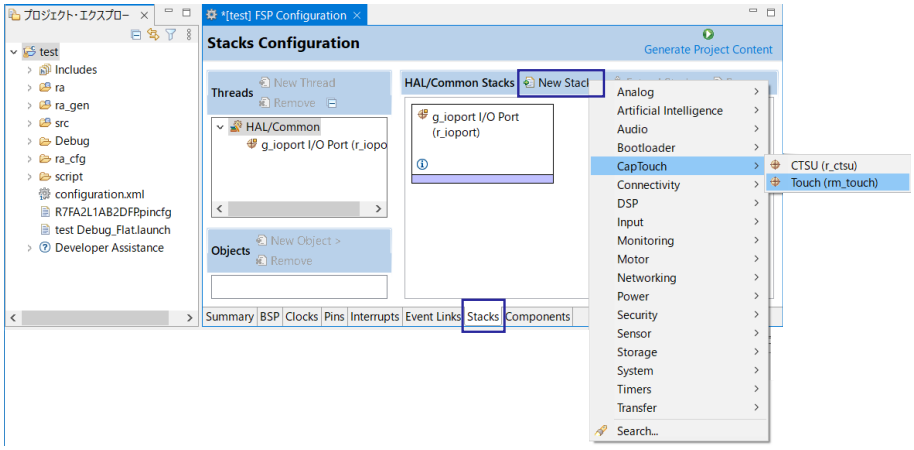

図 4-7 Touch の追加

FSP でコードを生成します。

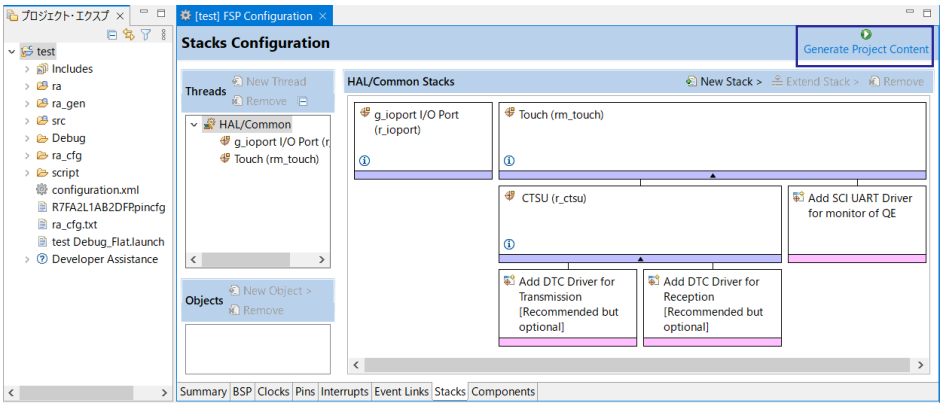

図 4-8 コードの生成

4.1.3　構成の選択

下図のとおり「タッチインタフェース構成の新規作成」をクリックして、タッチインタフェース構成の作成ウィンドウを表示します。タッチインタフェース構成に 3D ジェスチャ I/F を配置し終えると、CapTouch メインウィンドウに「ジェスチャ設定」の項目が表示されます。

図 4-9 タッチインタフェース構成の新規作成

タッチインタフェース構成の作成ウィンドウが表示されたら、以下の手順で 3D ジェスチャ I/F を配置します。

- 静電容量方式の「相互容量」を選択 - (1)
- 「3D ジェスチャ(AI)」をクリック – (2)
- 3D ジェスチャ I/F を配置 – (3)
- 「3D ジェスチャ(AI)」を再度クリックし、配置モードを解除 – (4)
- 配置した 3D ジェスチャ I/F をクリック – (5)
- 「タッチ I/F の設定」をクリックして、タッチインタフェースの設定ウィンドウを表示 – (6)

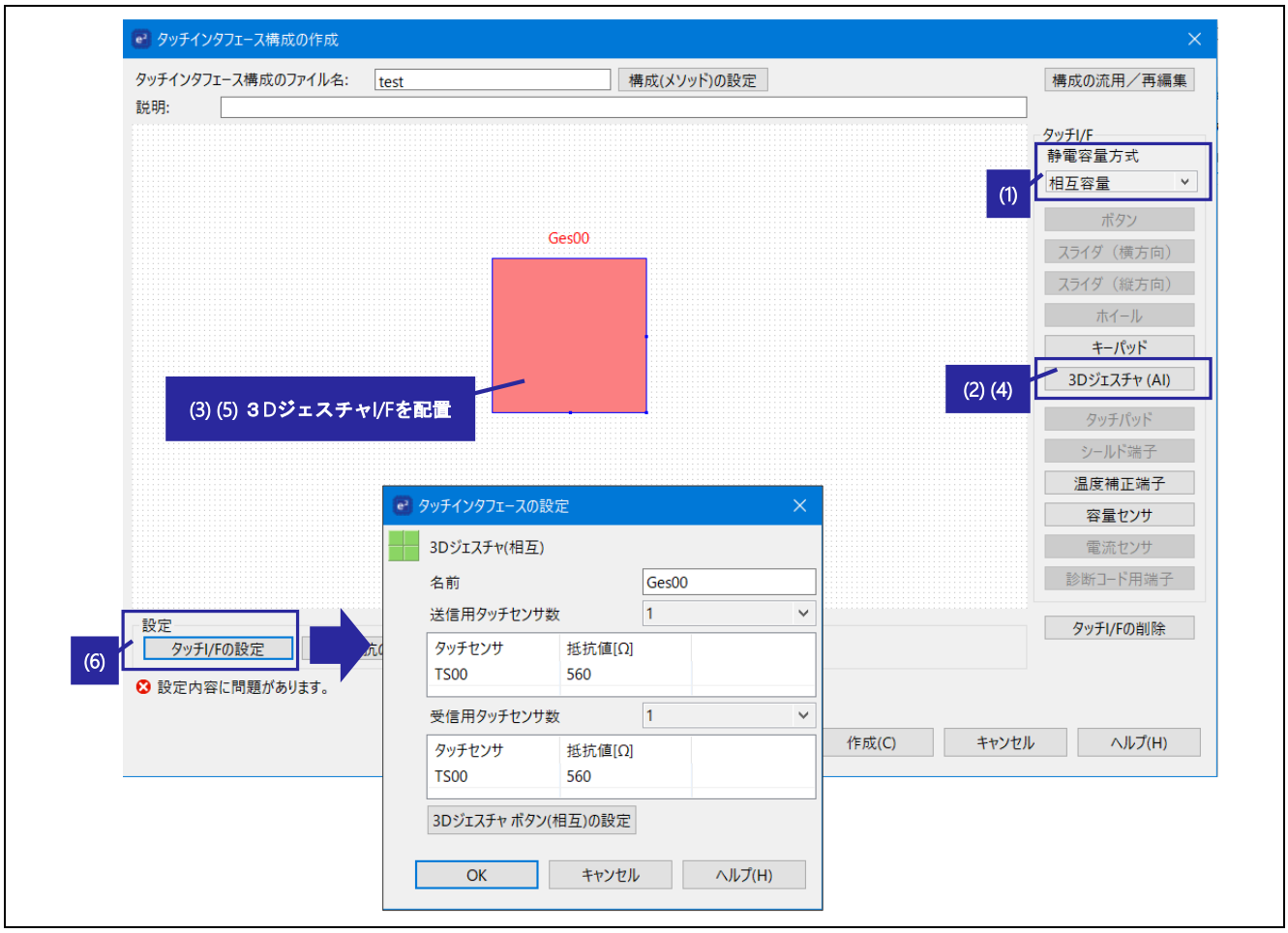

図 4-10 3D ジェスチャ I/F の配置

4.1.3.1　タッチインタフェースの設定

タッチインタフェースの設定ウィンドウが表示されたら、以下の手順でセンサの端子を設定します。タッチインタフェースの設定が正しく行われると、対象 I/F が緑色になります。

センサの端子は、使用するセンサボードの仕様にあわせて設定する必要があります。

- 送信用タッチセンサ数を「4」に設定 – (1)
- 送信用タッチセンサ端子に、TS02, TS08, TS09, TS10 を設定 – (2)
- 受信用タッチセンサ数を「1」に設定 – (3)
- 受信用タッチセンサ端子に、TS18 を設定 – (4)
- 「3D ジェスチャボタン(相互)の設定」をクリック – (5)
- ボタンの名称を設定 – (6) — 任意

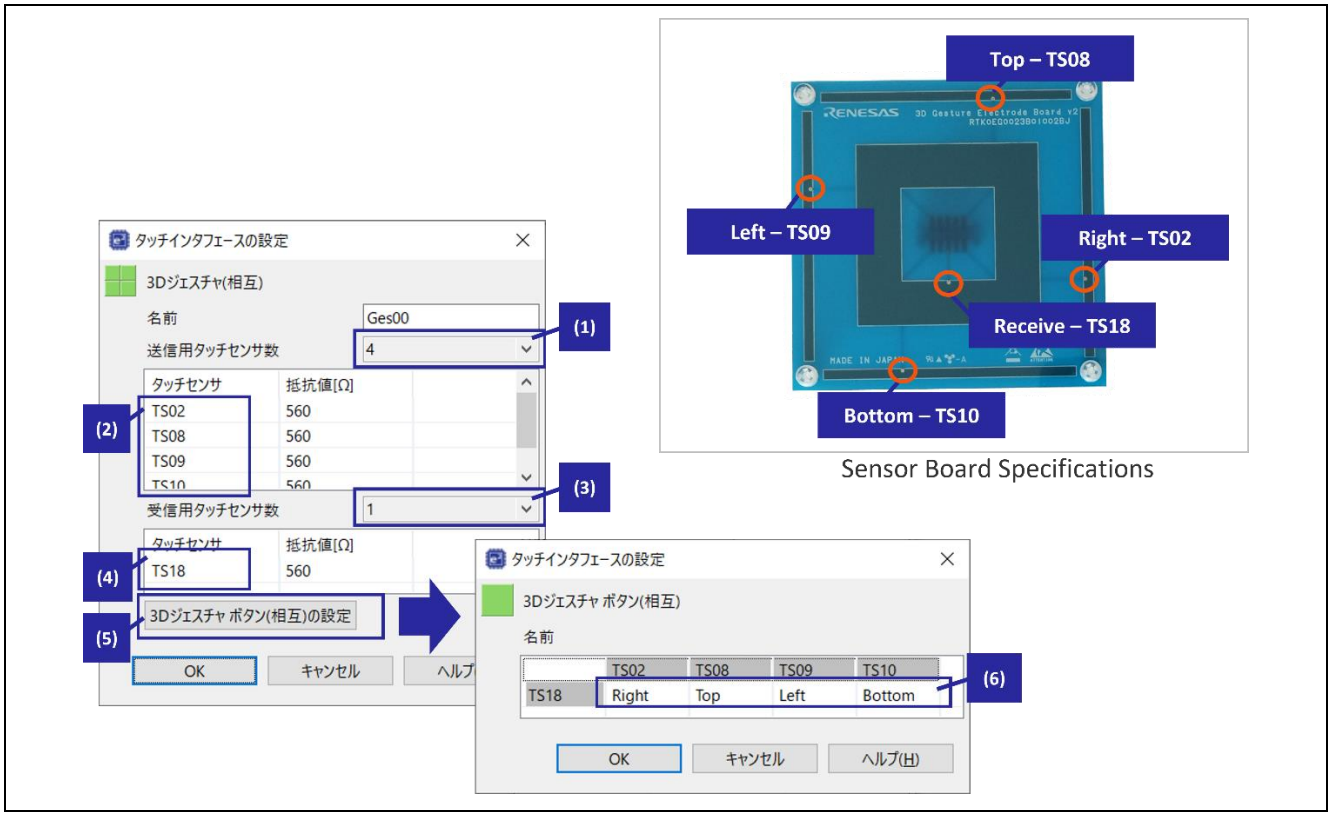

図 4-11 タッチインタフェースの設定

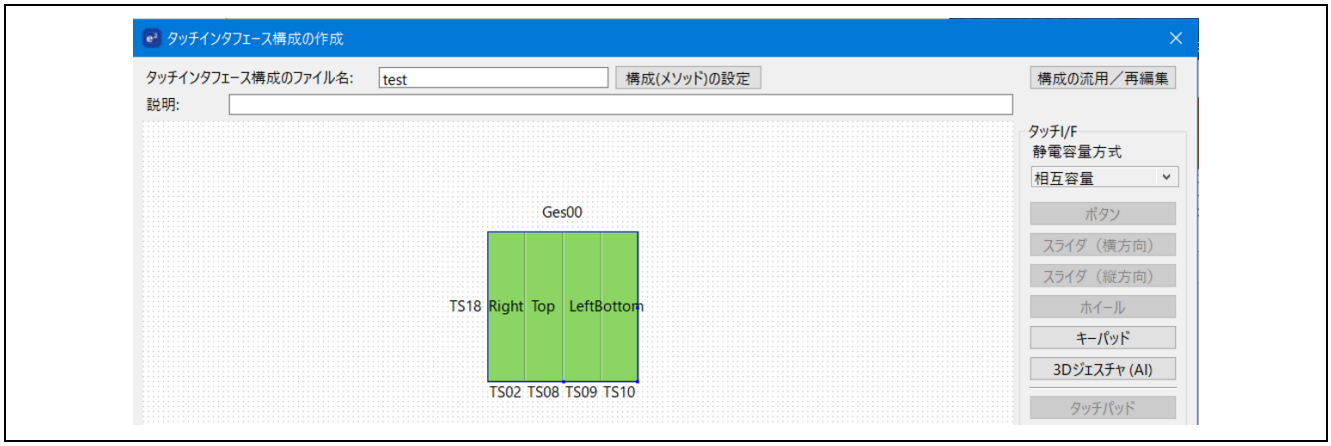

図 4-12 タッチインタフェースの設定に成功

4.2　調整

センサの電極感度調整には PC と評価ボードの接続が必要です。接続方法については 2.2 章を参照してください。

- 感度調整時の注意点
  - — 評価ボードは絶縁物などの上に置いてください
  - — 鉄板などの上に直接置くと正しく測定できません
  - — 指示があるまでセンサの上に物をかざさないでください

4.2.1　調整の開始

以下の手順で感度調整を行います。調整結果の閾値絶対値が極端に大きい場合は、4.1.3.1 章で行ったセンサ端子の設定が正しくない可能性があります。

- 「調整を開始する」をクリック
- 図 4-14 のメッセージが表示されたら指定されたセンサの上に手をかざしながらキーをクリック
- 図 4-15 のメッセージが表示されたら「調整処理の継続」をクリック

図 4-13 感度調整の開始

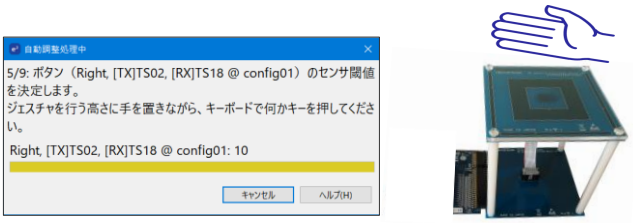

図 4-14 感度調整中

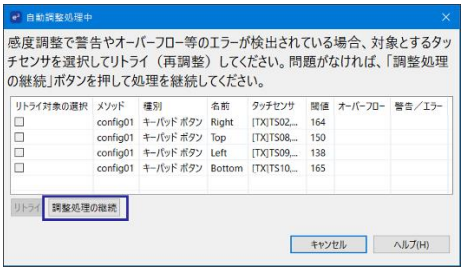

図 4-15 感度調整結果

4.2.2　調整結果の出力

下図のとおり「ファイルを出力する」をクリックして、調整結果の C ソースファイルを出力します。本章で出力したファイルは qe_gen フォルダに格納され、実装の工程で使用します。

QE for Capacitive Touch が出力する C ソースファイルについては、5 章を参照してください。

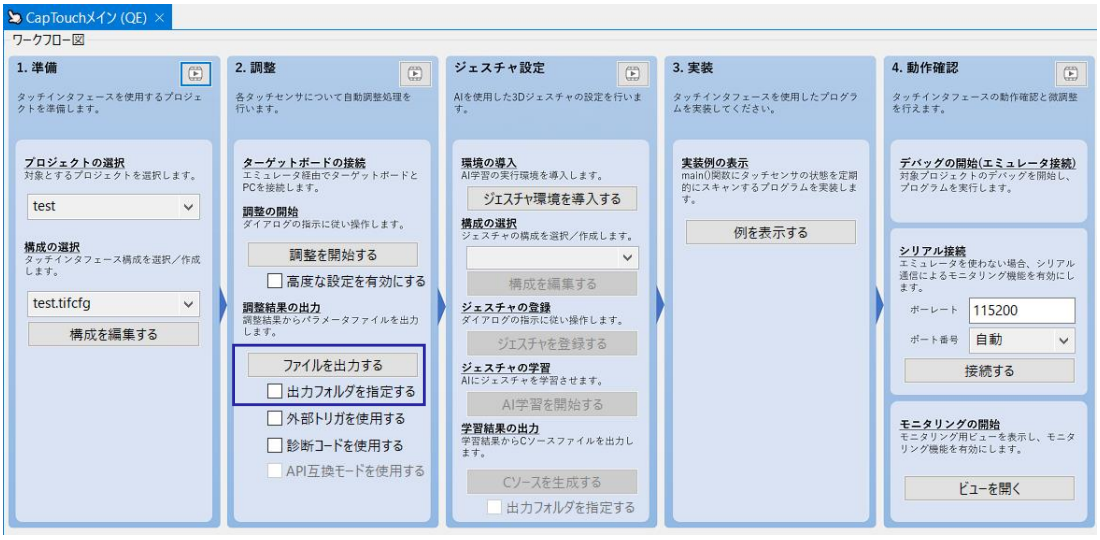

図 4-16 調整結果のファイル出力

4.3　ジェスチャ設定

4.3.1　ジェスチャ環境の導入

ジェスチャ環境が未導入、またはライセンスの更新が必要な場合はエラーマークが表示されます。

下図のとおり「ジェスチャ環境を導入する」をクリックして、ジェスチャ環境を導入します。ジェスチャ環境の導入は一度行えば、以降は定期的に e-AI ライセンスを更新するだけです。

図 4-17 ジェスチャ環境の導入

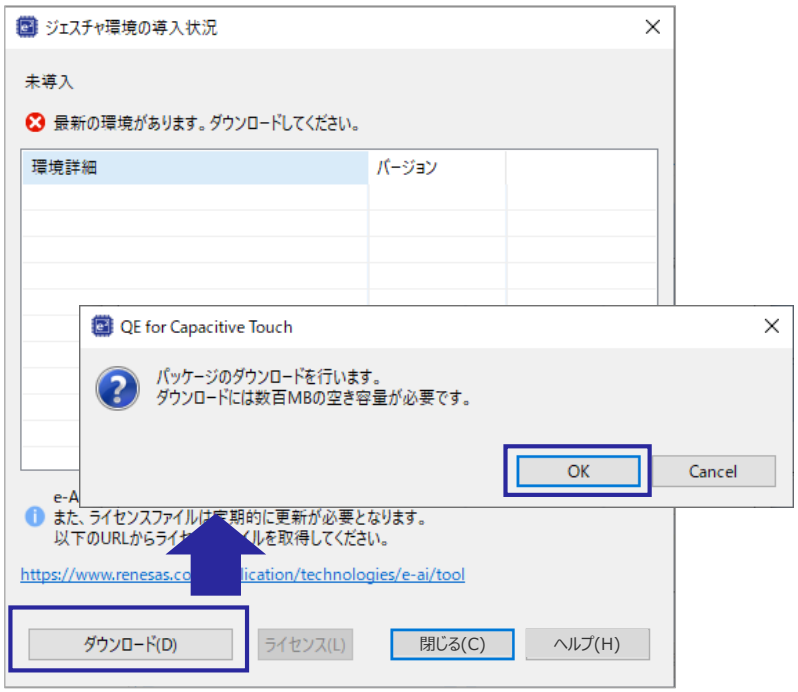

図 4-18 ジェスチャ環境のダウンロード

ジェスチャ環境の導入が完了すると、導入したツールの一覧が表示されます。

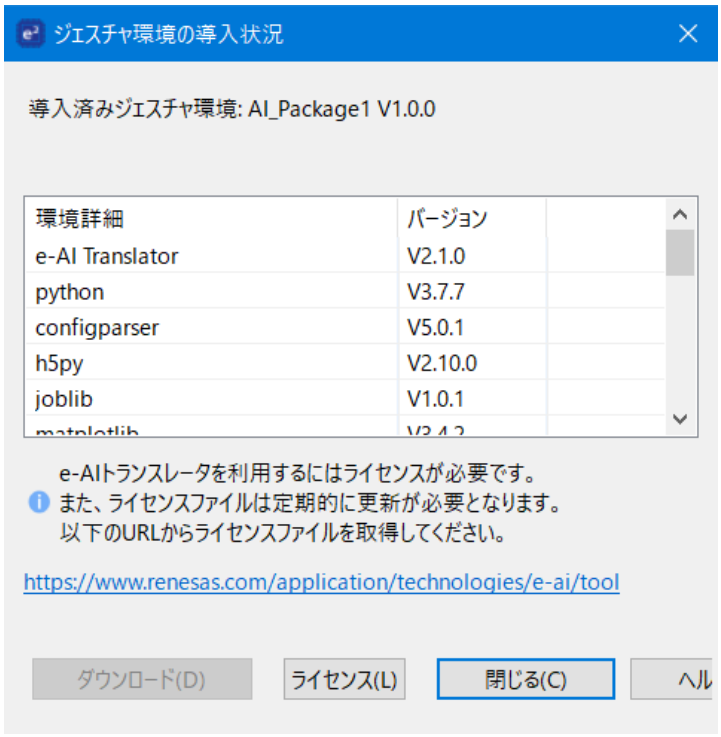

図 4-19 導入ツールの一覧

4.3.1.1 e-AI ライセンスファイルの更新

e-AI ライセンスは定期的な更新が必要です。ルネサスの Web サイトから、「QE for Capacitive Touch 同梱版 e-AI トランスレータ ライセンス延長」のライセンスファイルを入手してください。ライセンスファイルは、サポートフォルダ内ダウンロードエリアの以下の場所に置いてください。

<サポートフォルダのダウンロードエリア>¥QE¥AI_Package1¥Tools¥eAITranslator_<version> ¥bin

サポートフォルダを初期設定から変更していない場合は、以下の場所に置いてください。

C:¥Users¥<user>¥.eclipse¥com.renesas.platform_download¥QE¥AI_Package1¥Tools¥eAITranslator_<version> ¥bin

サポートフォルダのダウンロードエリアの場所は、図 4-20 のとおり e² studio のヘルプから「Support Folders」の「e² studio download area」で確認することができます。サポートフォルダは、図 4-21 のとおり変更することも可能です。

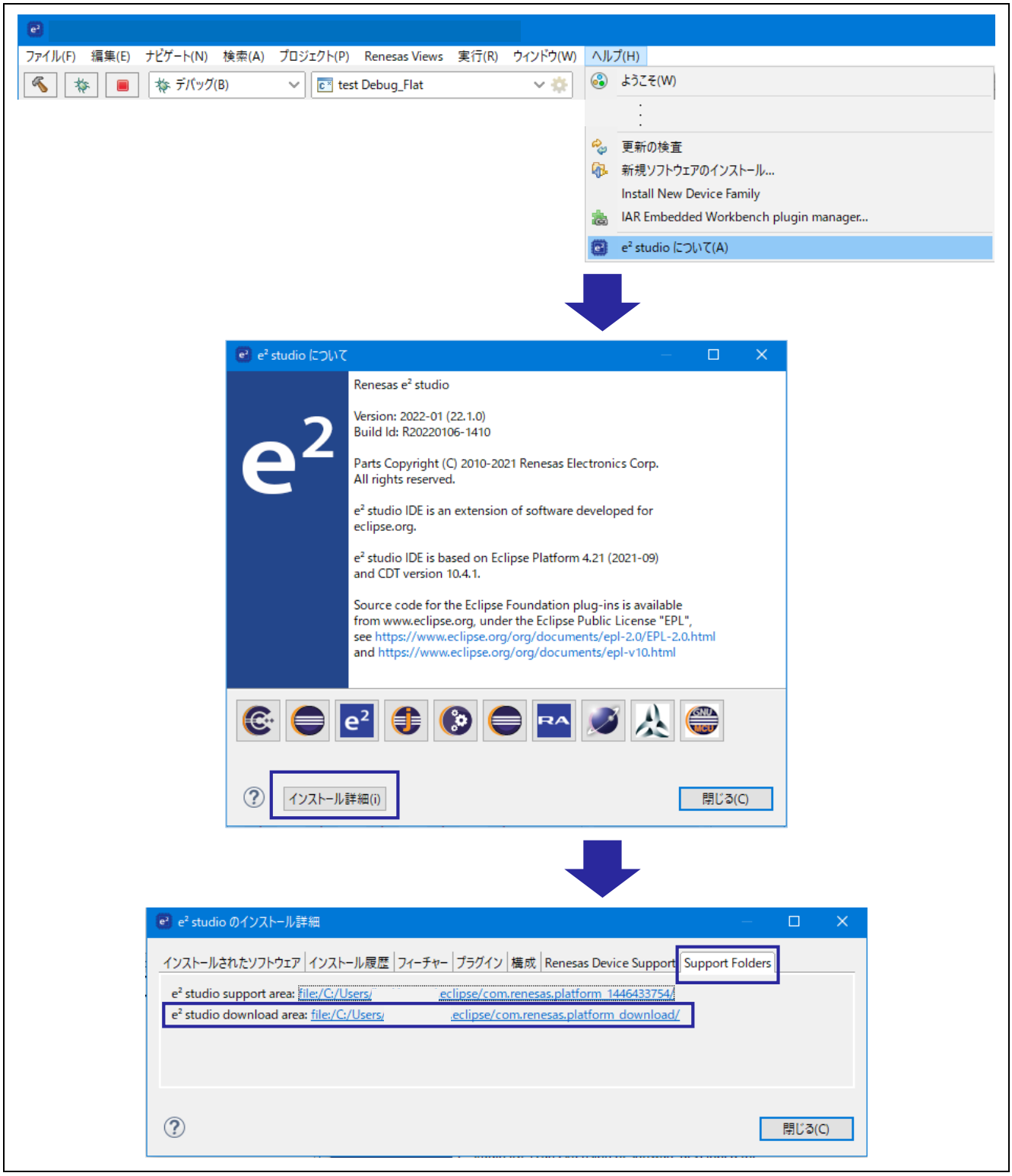

図 4-20 サポートフォルダのダウンロードエリア

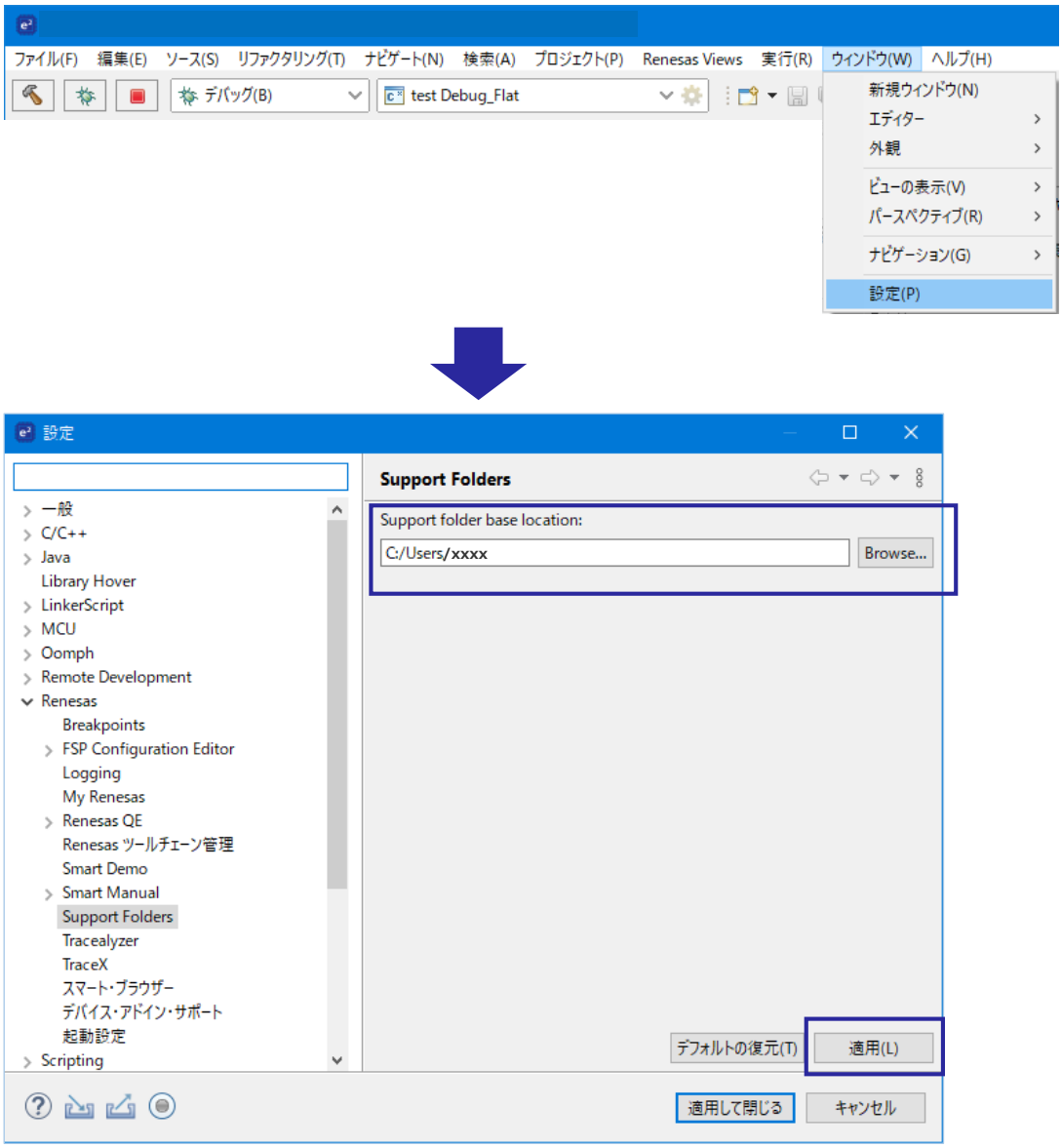

図 4-21 サポートフォルダの変更

4.3.2　構成の選択

以下の手順で、ジェスチャ構成を作成します。初期状態で 4 種類のジェスチャが登録されているため、不要なジェスチャを除外し、ジェスチャ一覧から必要なジェスチャを登録します。

- 「ジェスチャ構成の新規作成」を選択して、ジェスチャ構成の作成ウィンドウを表示
- ジェスチャ構成のうち使用しないジェスチャにチェックを入れ「除外>>」をクリック
- ジェスチャ一覧のうち使用するジェスチャにチェックを入れ「<<登録」をクリック

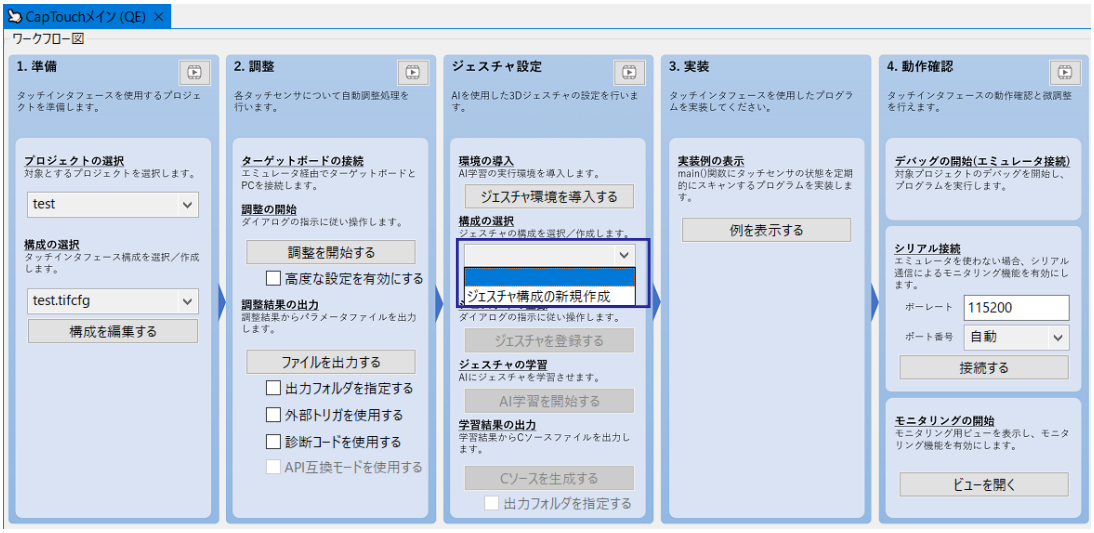

図 4-22 ジェスチャ構成の新規作成

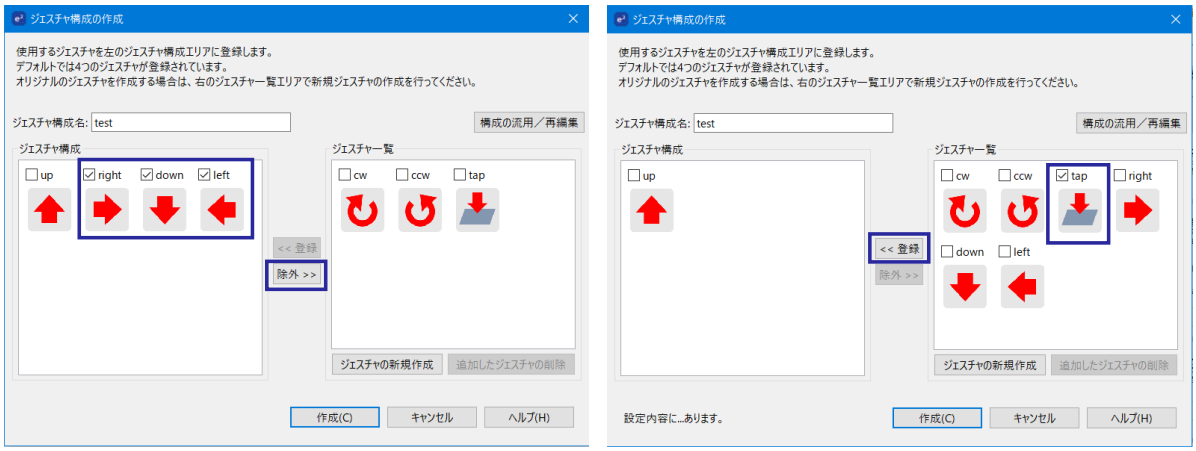

図 4-23 ジェスチャの除外と登録

4.3.3　ジェスチャの登録

以下の手順で、センサの上で行ったジェスチャを登録します。1 種類のジェスチャに対し、50 個以上のジェスチャデータの登録が推奨です。手の角度を変えたり、右手と左手で登録したりすると、ジェスチャの認識精度が上がります。

- 「ジェスチャを登録する」をクリックし、ジェスチャ一覧のウィンドウを表示
- 「設定」を選択し「ジェスチャ登録の完了を音で通知する」にチェックを入れる ― 任意
- ジェスチャ登録から、登録したいジェスチャ名を 1 つ選択
- 「ジェスチャ登録を開始する」をクリックして、ジェスチャ登録中ウィンドウを表示
- センサの上でジェスチャを行う

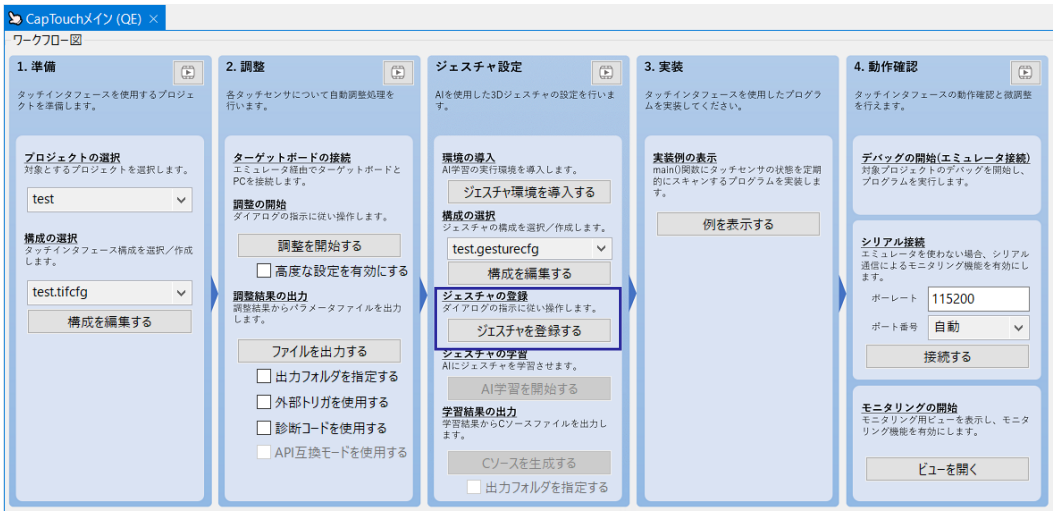

図 4-24 ジェスチャを登録

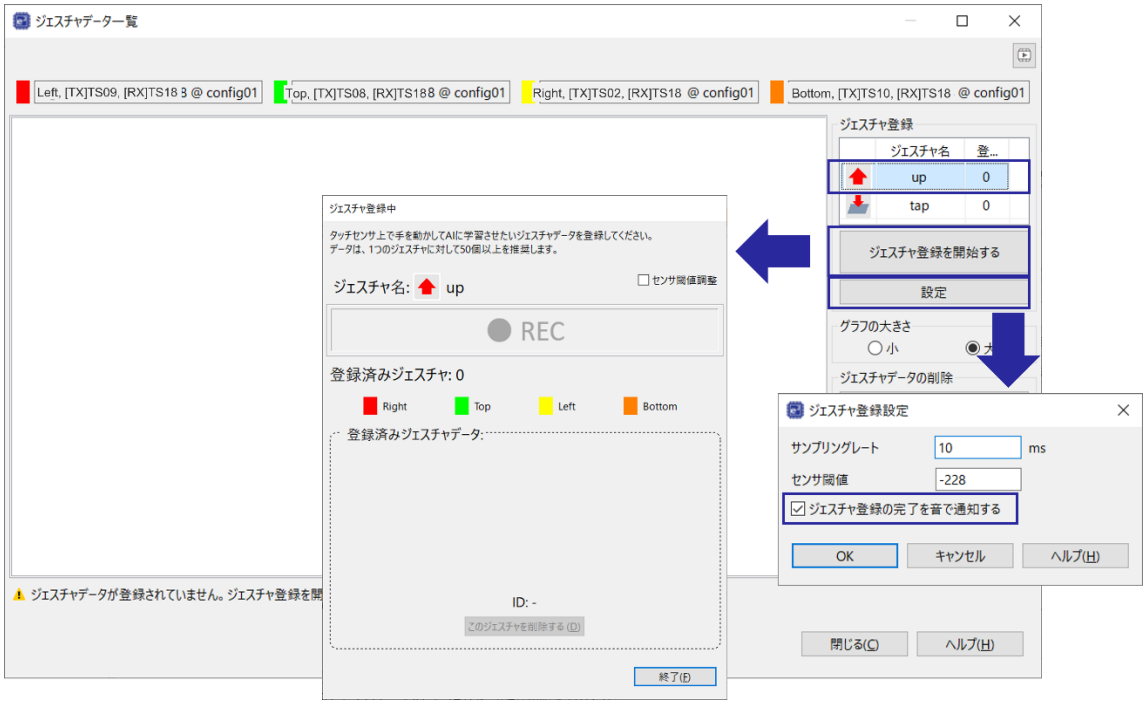

図 4-25 ジェスチャを開始

ジェスチャを検知すると REC が赤くなり、登録したジェスチャデータを表示します。

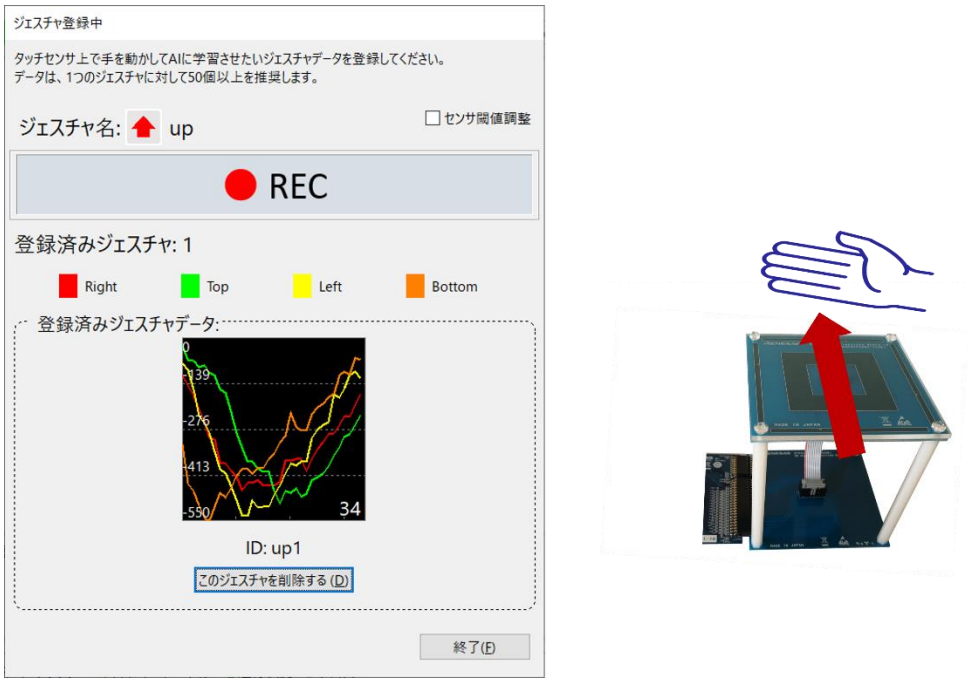

図 4-26 ジェスチャを認識

ジェスチャの登録を終了すると、登録したジェスチャデータの一覧が表示されます。不要なデータはチェックを入れて削除することができます。

登録したジェスチャデータ一覧を CSV ファイル形式でエクスポートすることができます。複数の人が登録したジェスチャデータを取り込んだり、別のプロジェクトで登録したジェスチャデータを取り込むこともできます。

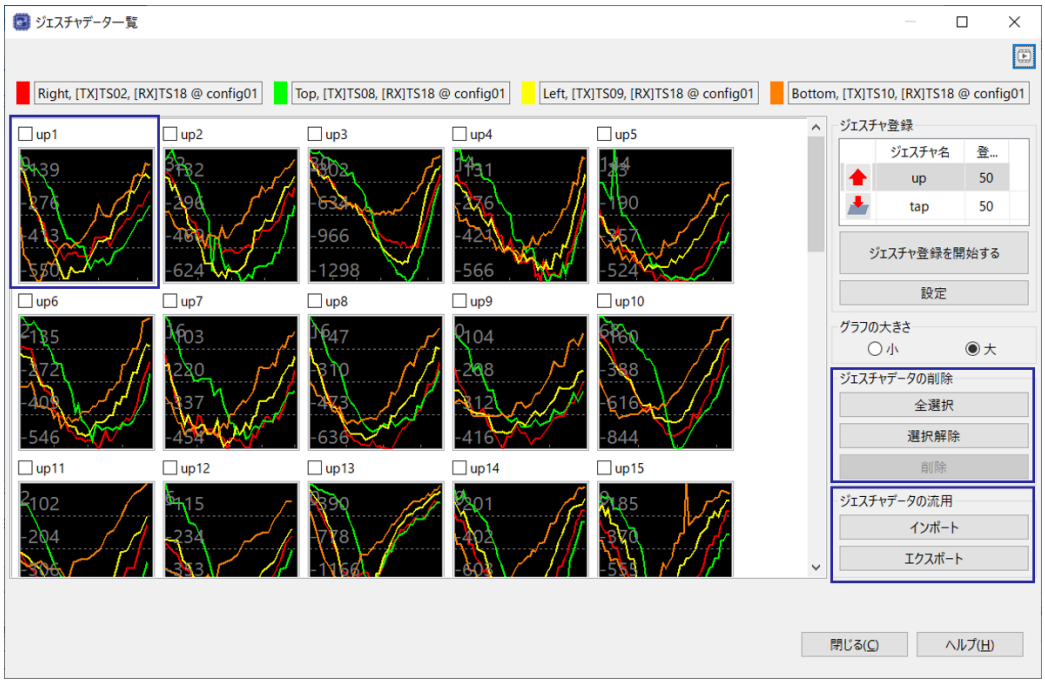

図 4-27 ジェスチャデータ一覧

「ジェスチャを登録する」をクリックした際に図 4-28 のウィンドウが表示される場合があります。周辺モジュールクロックの周波数は、図 4-29 のとおり FSP Configuration で確認することができます。

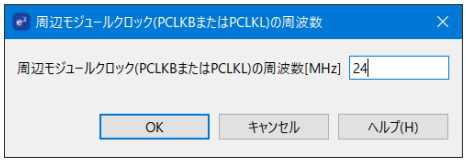

図 4-28 クロック周波数の設定

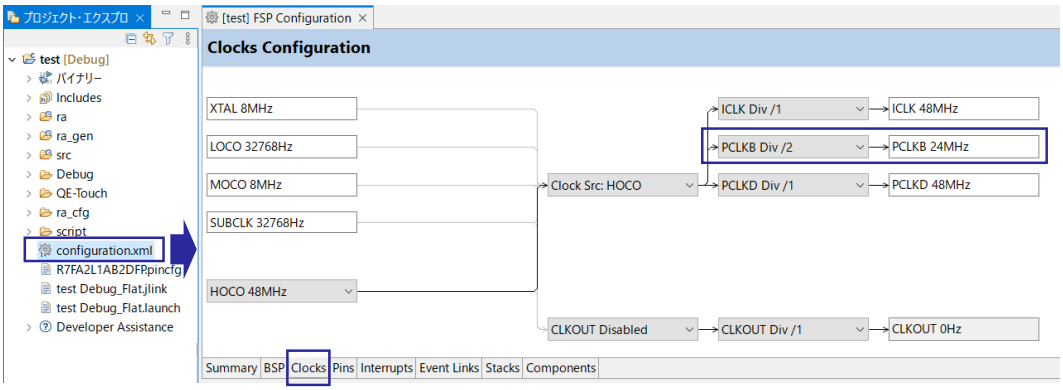

図 4-29 クロック周波数の確認

4.3.3.1 センサ閾値調整

REC が赤くならない場合は、手をかざす高さが適切ではない可能性があります。「センサ閾値調整」にチェックを入れると、手の高さを変えながら感度を確認することができます。センサに手を近づけて REC が赤くなった高さが、ジェスチャを登録できる高さです。高さの確認が終わったら、「終了」をクリックしてください。

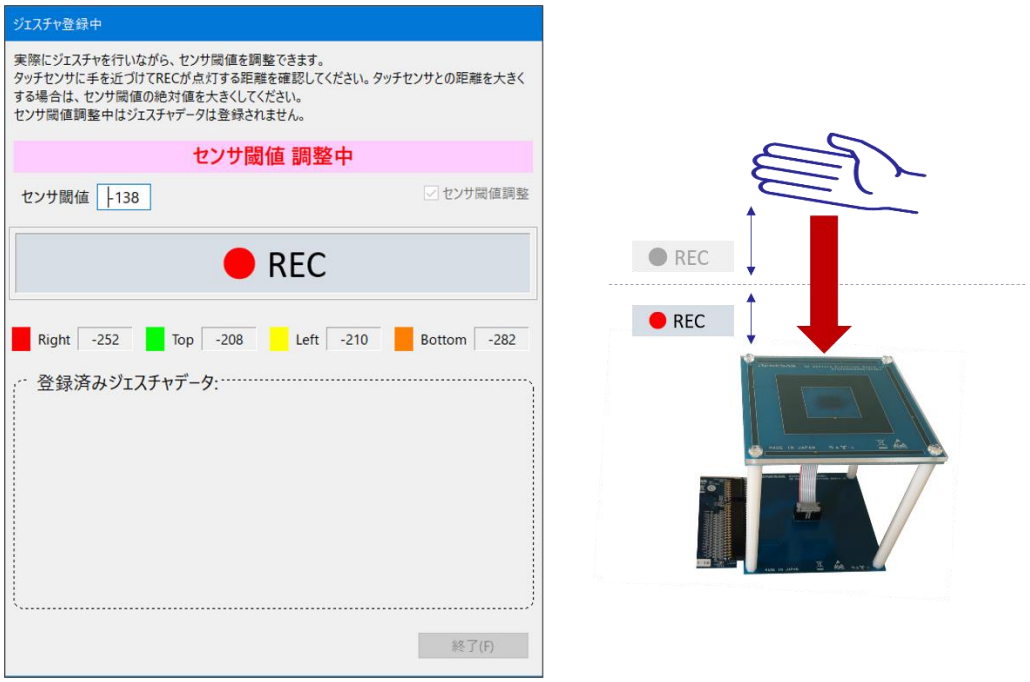

図 4-30 センサ閾値調整

4.3.4　ジェスチャの学習

以下の手順で、登録したジェスチャの AI 学習を行います。AI 学習の結果、精度が 90%を超えることが目標です。学習データを増やしたり、失敗データを削除することで AI 学習の精度を高めることができます。精度が 90%を超えない場合は、登録したジェスチャデータを見直してください。

- 「AI 学習を開始する」をクリックして、ジェスチャの学習ウィンドウを表示
- AI 学習の設定を行う場合は、「設定」をクリック※ — 任意
- 「学習開始」をクリック

※：ニューラルネットワークサイズは、AI 学習に必要なメモリサイズに影響します。RL78 の一部デバイスでは内蔵 ROM/RAM サイズの制限によりニューラルネットワークサイズの[小]のみが使用可能です。

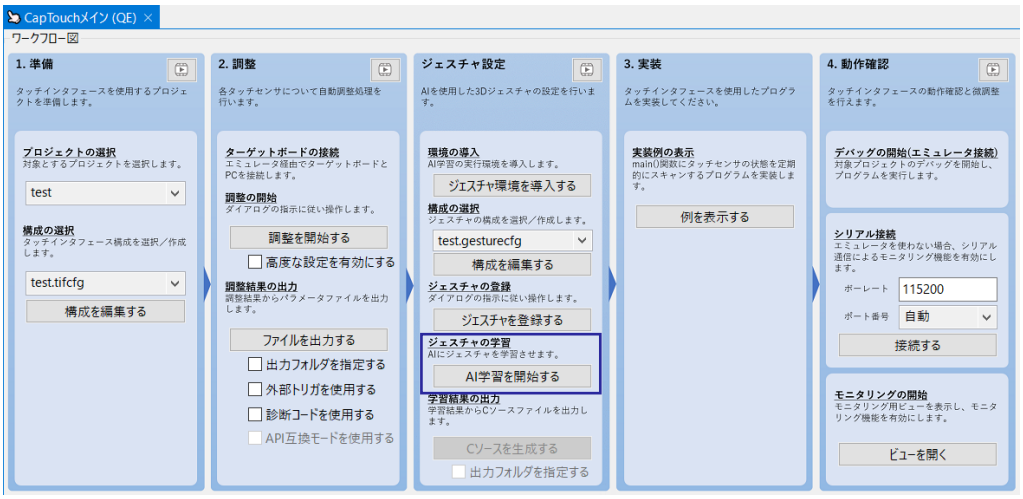

図 4-31 AI 学習の開始

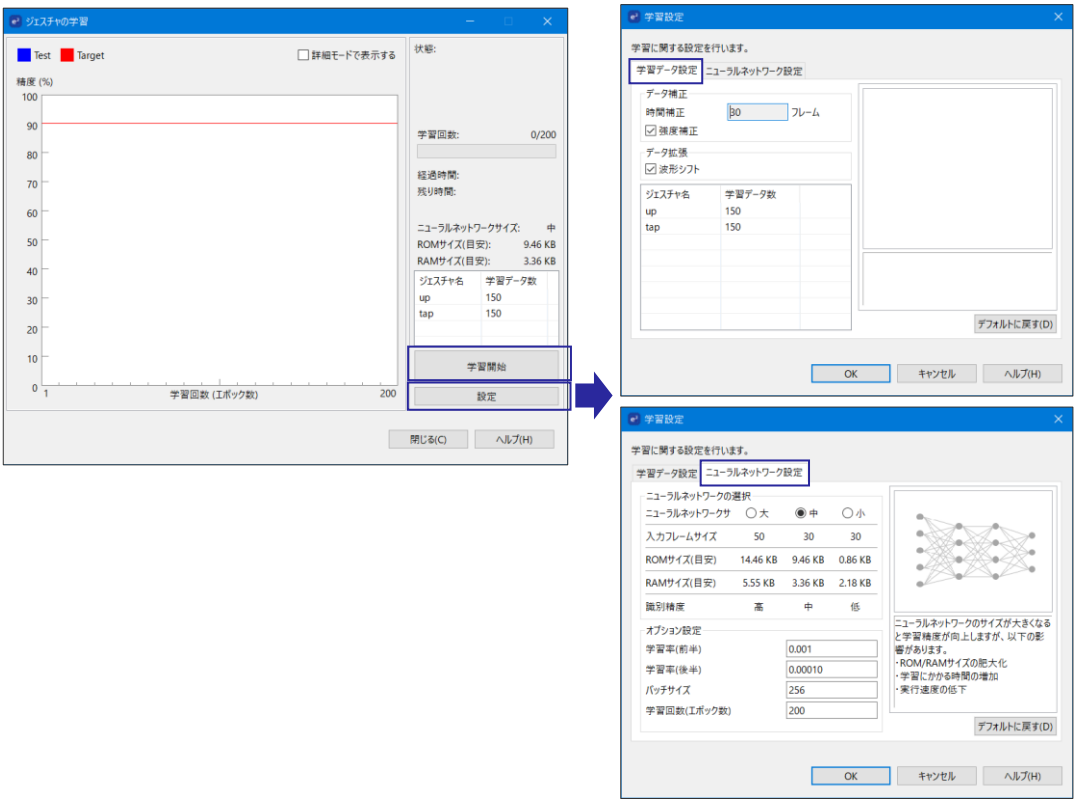

図 4-32 AI 学習

AI 学習が終了すると、学習の精度がグラフで表示されます。精度が 90%を超えていない場合は、登録したジェスチャデータを見直し、再度 AI 学習を実行してください。

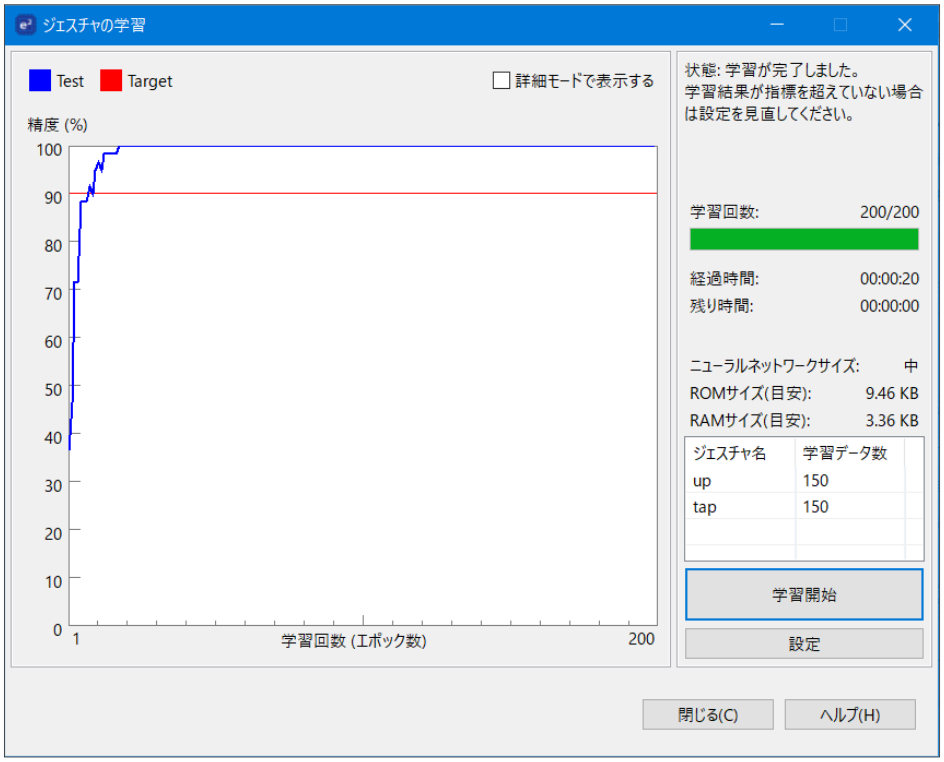

図 4-33 AI 学習結果

4.3.5　学習結果の出力

下図のとおり「C ソースを生成する」をクリックして、AI 学習結果を C ソースファイルに出力します。本章で出力したファイルは qe_gen フォルダに格納され、実装の工程で使用します。

QE for Capacitive Touch が出力する C ソースファイルについては、5 章を参照してください。

図 4-34 AI 学習結果の C ソース生成

ルネサス製コンパイラの CC-RX、CC-RL を使用する場合、以下のようなコンパイラ設定の変更が必要となる場合があります。CC-RX のコンパイラ設定例を図 4-35 に、CC-RL のコンパイラ設定例を図 4-36 に示します。

- 標準ライブラリ設定の追加
  コンパイラのデフォルト設定で標準ライブラリ math.h が有効になっていないため、ビルドエラーとなることがあります。このような場合はコンパイラの標準ライブラリ設定で math.h を有効にしてください。
- C99 オプションへの設定変更
  コンパイラのデフォルト設定が C89 や C90 となっているため、ビルドエラーとなることがあります。このような場合は C99 へ設定を変更してください。

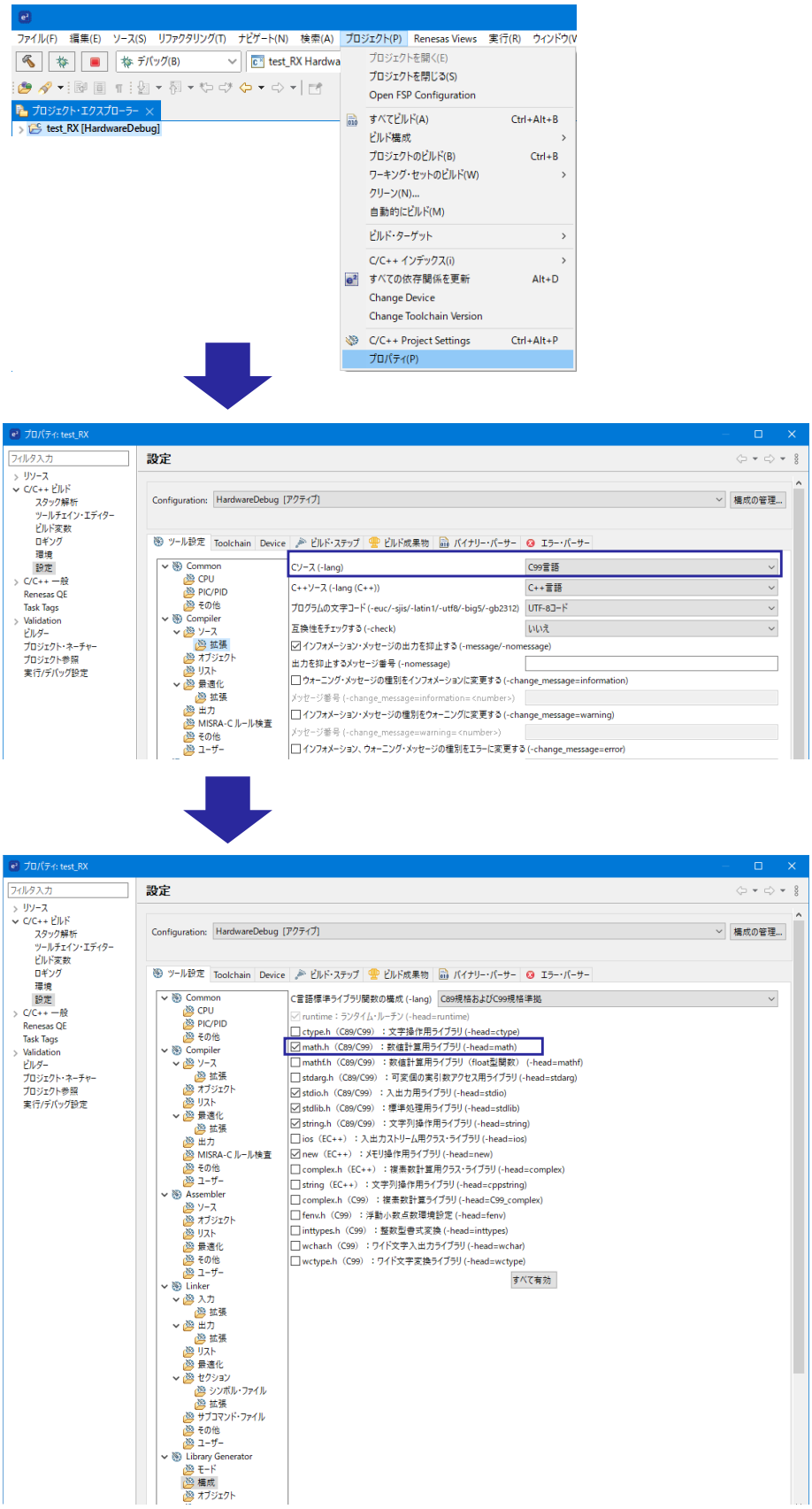

図 4-35 CC-RX コンパイラの設定例

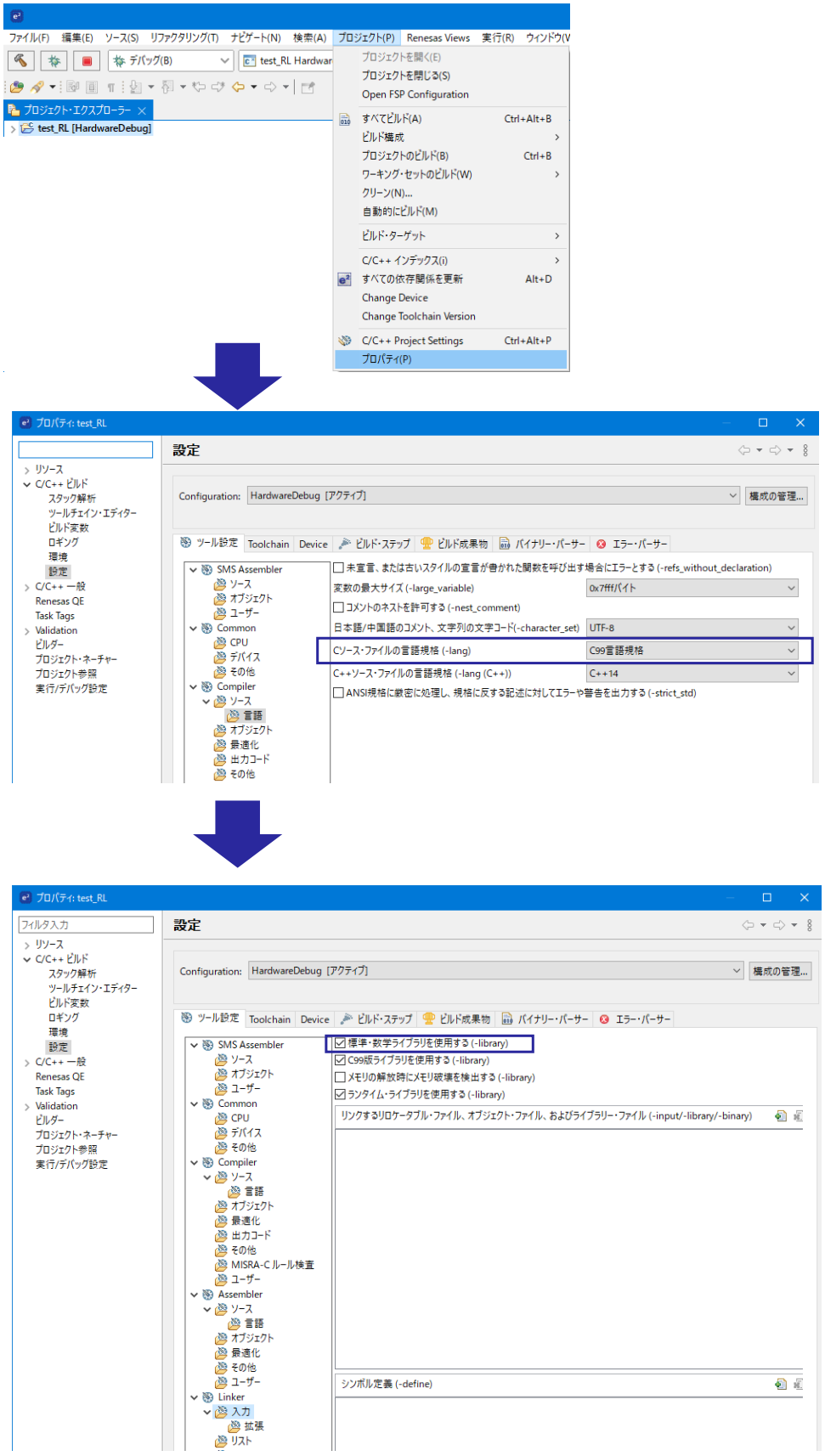

図 4-36 CC-RL コンパイラの設定例

4.4　実装

QE for Capacitive Touch が出力した C ソースコードをプロジェクトに組み込みます。

4.4.1　実装例の表示

下図のとおり「例を表示する」と「ファイルに出力」をクリックして、ジェスチャ認識のメイン関数を C ソースファイルに出力します。本章で出力したファイルは、qe_gen フォルダに格納されます。

QE for Capacitive Touch が出力する C ソースファイルについては、5 章を参照してください。

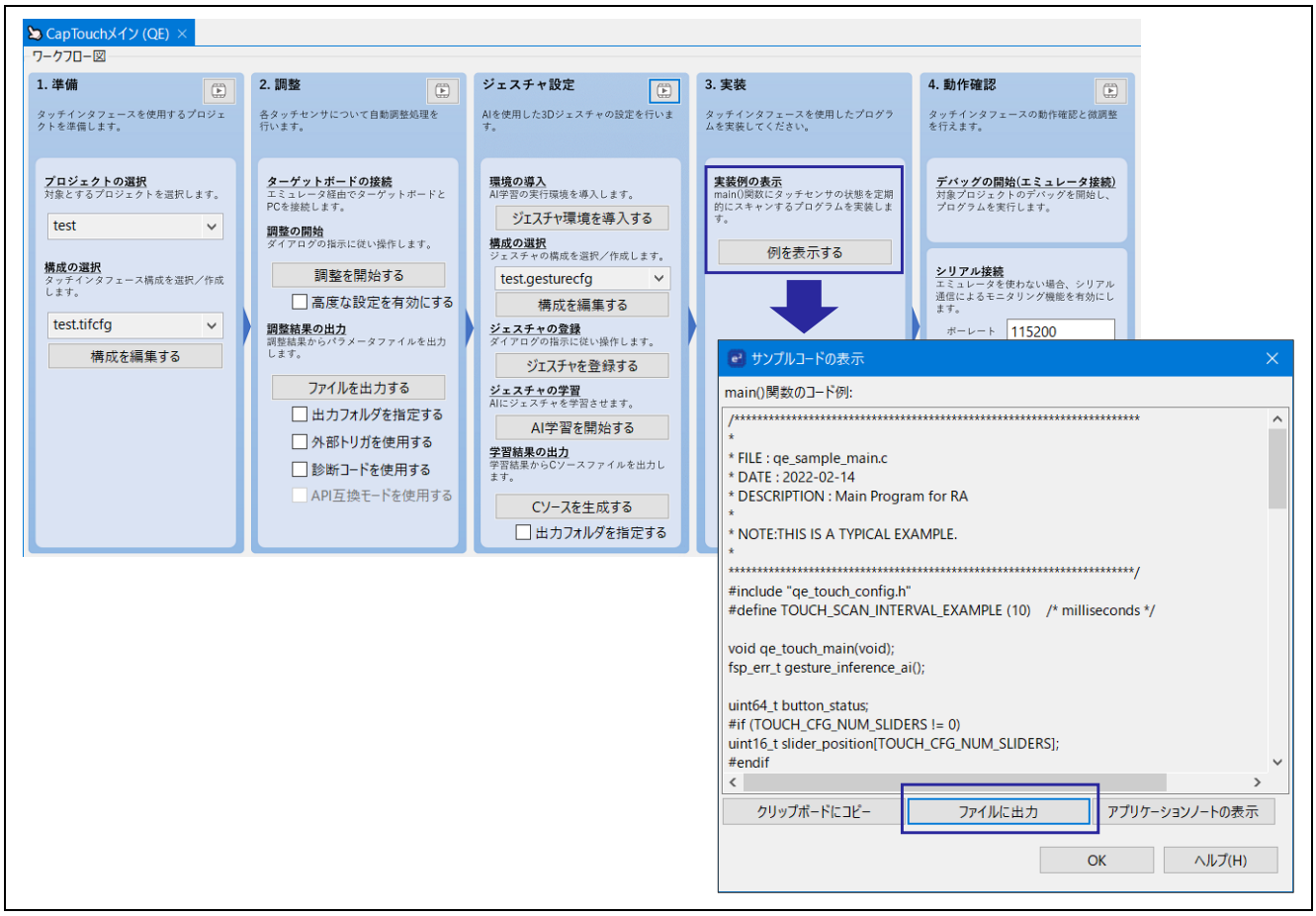

図 4-37 実装例のファイル出力

4.4.1.1　ジェスチャメイン関数の呼び出し

以下の手順で、QE for Capacitive Touch が生成したジェスチャ認識メイン関数の呼び出しを C ソースファイルに記述します。

- プロジェクトの src フォルダにある hal_entry.c ファイルを開く
- hal_entry.c ファイル内の hal_entry()関数に、qe_touch_main()関数の呼び出しを追記
- プロジェクトをビルド

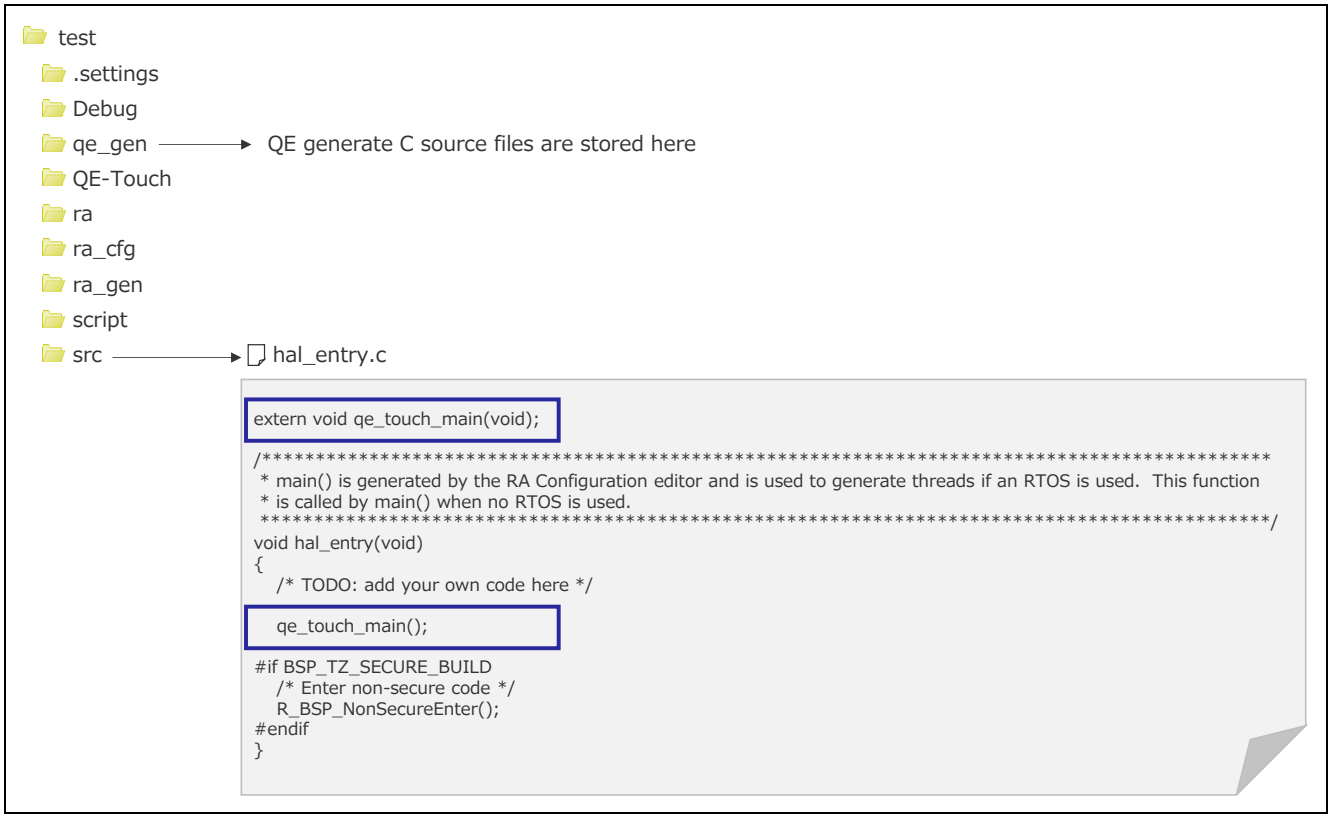

図 4-38 QE 生成関数の呼び出し

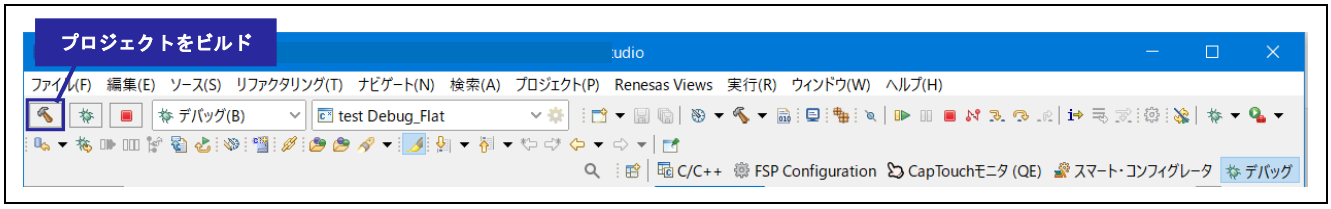

図 4-39 プロジェクトをビルド

4.5　動作確認

4.5.1　デバッグの開始

以下の手順で実装したプログラムのデバッグを開始します。

- デバッグを開始 – (1)
- プログラムを開始 – (2)

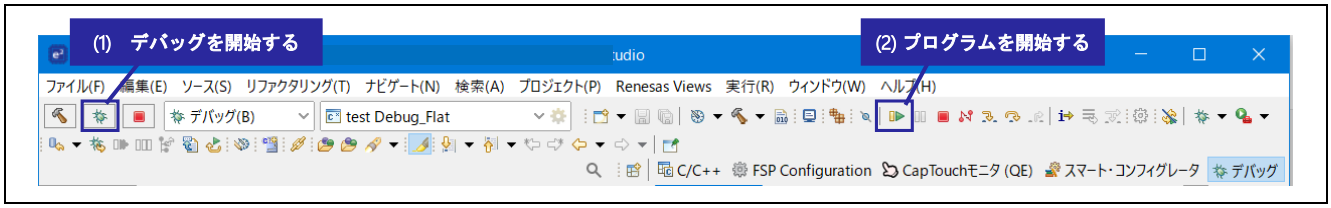

図 4-40 デバッグとプログラムの開始

4.5.2　モニタリングの開始

以下の手順でモニタリングのためのビューを表示します。

- CapTouch メインを表示 – (1)
- 「ビューを開く」をクリックして、Cap Touch ステータス・チャートウィンドウを表示

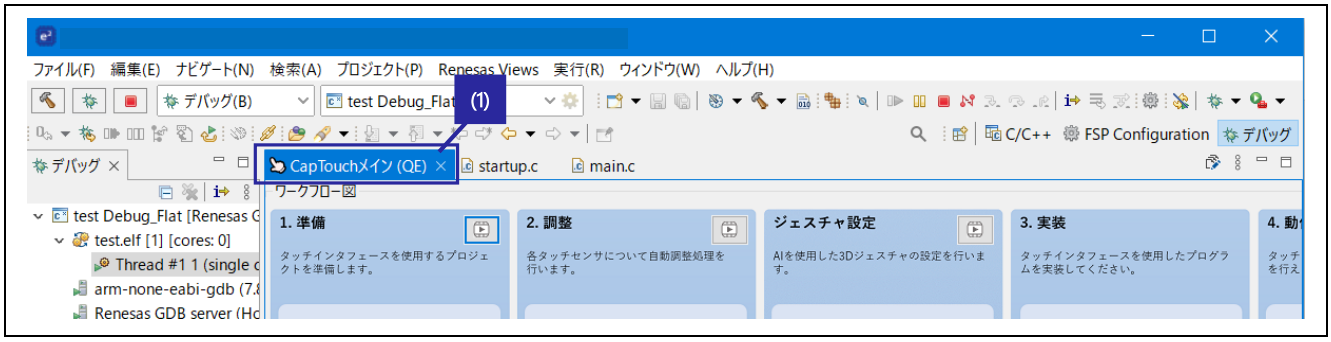

図 4-41 CapTouch メインを表示

図 4-42 モニタリング開始

4.5.2.1　ジェスチャ認識

以下の手順でジェスチャ認識状況をモニタリングします。

- タッチ I/F から対象の I/F を選択して、Cap Touch ジェスチャ・モニタウィンドウを表示 – (1)
- モニタリングを有効化 – (2)
- センサの上でジェスチャを行う
- 認識したジェスチャが表示される

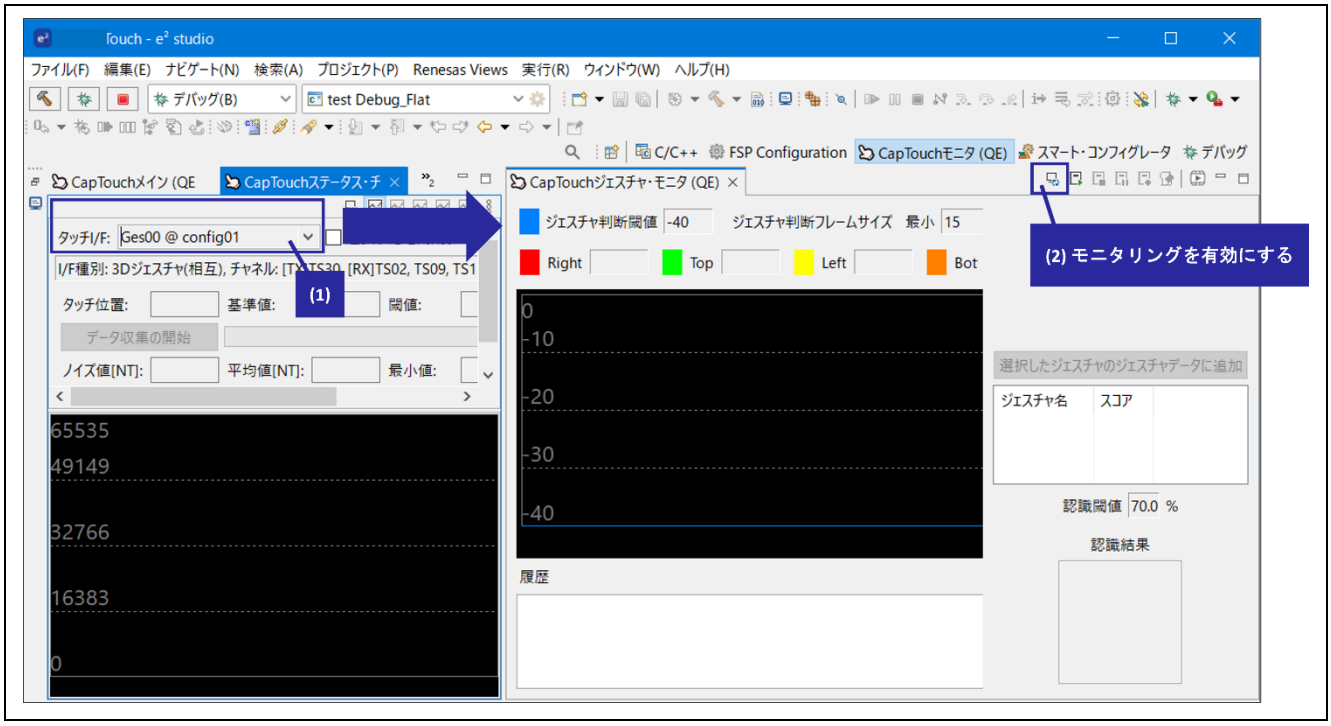

図 4-43 モニタリングを有効化

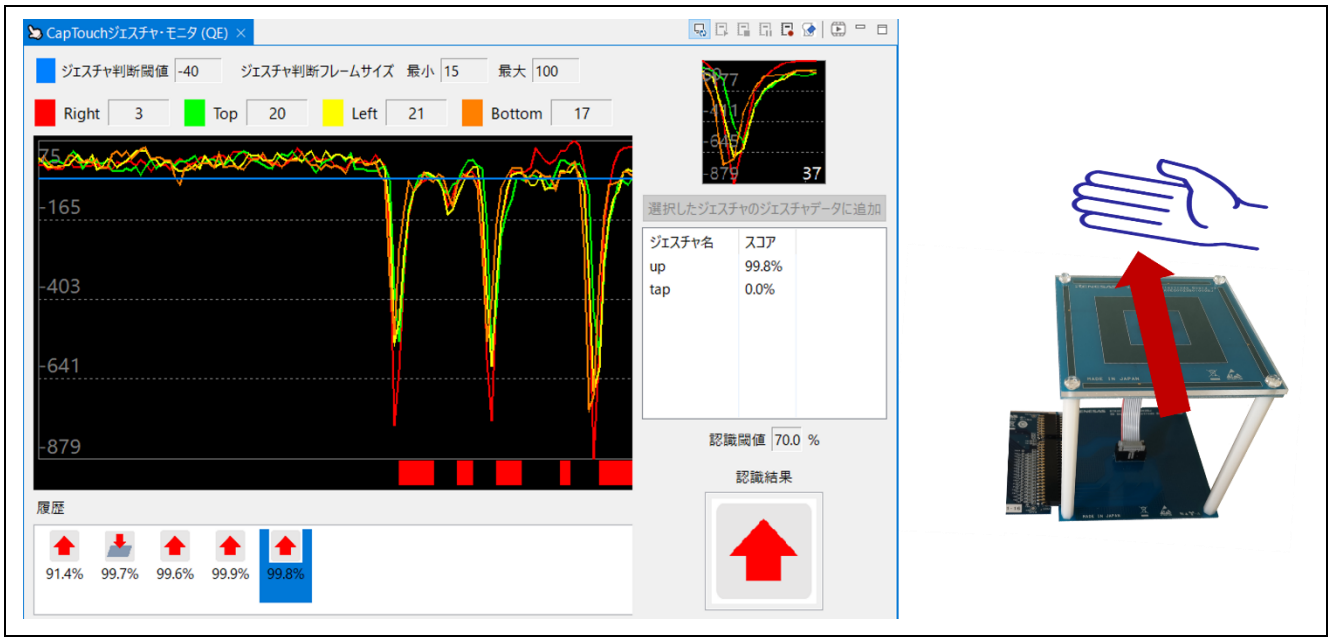

図 4-44 ジェスチャ認識

4.5.2.2　誤認識ジェスチャの登録

期待どおり認識できなかった場合は、誤認識したジェスチャデータを追加登録することができます。追加登録したジェスチャデータは、4.3.3 章のジェスチャデータ一覧に反映されます。再度モニタリングを行うためには、4.3.4 章からやり直してください。

以下の手順で誤認識したジェスチャを追加登録することができます。

- モニタリングを無効化 – (1)
- 履歴から誤認識したジェスチャを選択 – (2)
- 登録したいジェスチャ名を選択 – (3)
- 「選択したジェスチャのジェスチャデータに追加」をクリック – (4)
- デバッグを停止し、4.3.4 章からやり直す – (5)

図 4-45 誤認識ジェスチャの登録

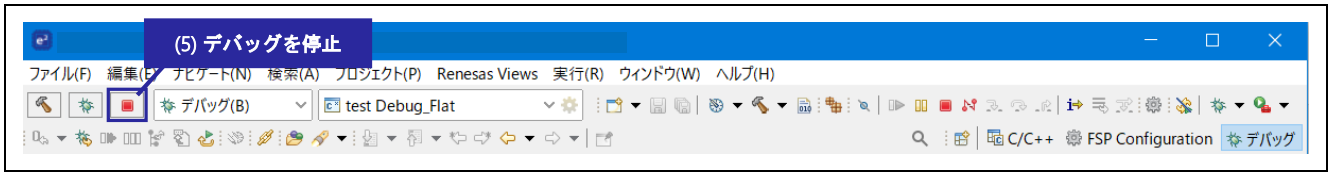

図 4-46 デバッグを停止

4.5.2.3　パラメータ変更

CapTouch ジェスチャ・モニタウィンドウでジェスチャ認識状況をモニタしながら、CapTouch パラメーター覧ウィンドウで以下のパラメータを変更することができます。CapTouch パラメーター覧ウィンドウは、e² studio のメニューから CapTouch パラメーター覧(QE) を選択して表示することができます。

- ジェスチャ判断閾値：ジェスチャ判断を開始するセンサの閾値 – (1)
- ジェスチャ判断フレームサイズ範囲：ジェスチャ判断を行うフレームサイズ(サンプリング数) – (2)
- 認識閾値：そのジェスチャが行われたと判断する閾値 – (3)

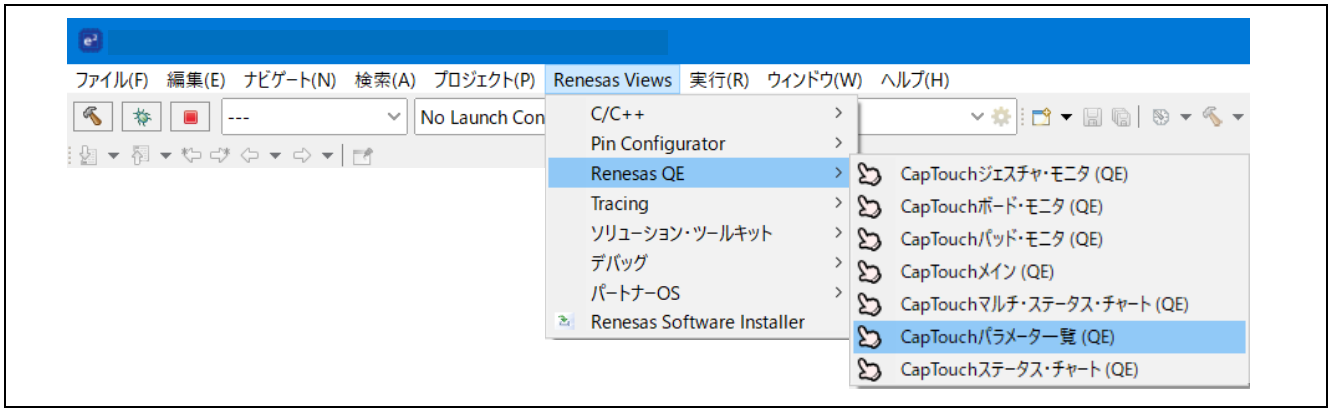

図 4-47 CapTouch パラメーター覧の選択

図 4-48 可変パラメータ

ジェスチャ判断閾値は、以下の手順で変更することができます。他のパラメータも同様の手順で変更することができます。

- タッチ I/F から対象の I/F を選択 – (1)
- ジェスチャ判断閾値の値を変更 – (2)
- ターゲットボードへ書き込む – (3)
  CapTouch ジェスチャ・モニタウィンドウのジェスチャ判断閾値に反映されます
  C ソースファイルには反映されませんが、パラメータ変更後の動作をモニタリングすることができます
- パラメータが確定したら、パラメータファイルを生成 – (4)
  qe_gen フォルダの C ソースファイルに反映されます
- パラメータ変更後のプログラムで動作を確認する場合は、モニタリングを無効化 – (5)
  CapTouch ジェスチャ・モニタウィンドウと CapTouch パラメーター覧ウィンドウのどちらでも、モニタリングを無効にすることができます
- デバッグを停止しプロジェクトをビルド後、4.5.1 章からやり直す – (6)

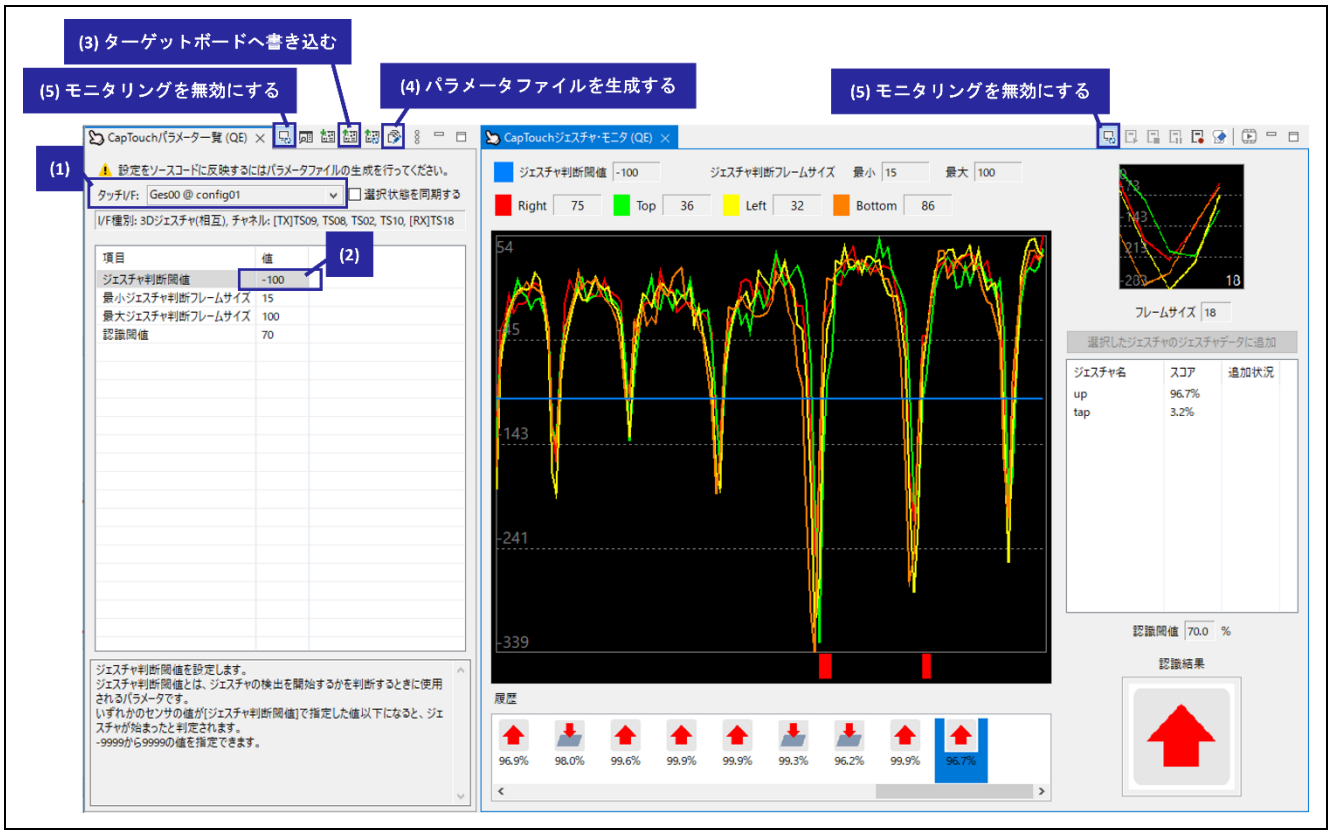

図 4-49 パラメータ変更手順

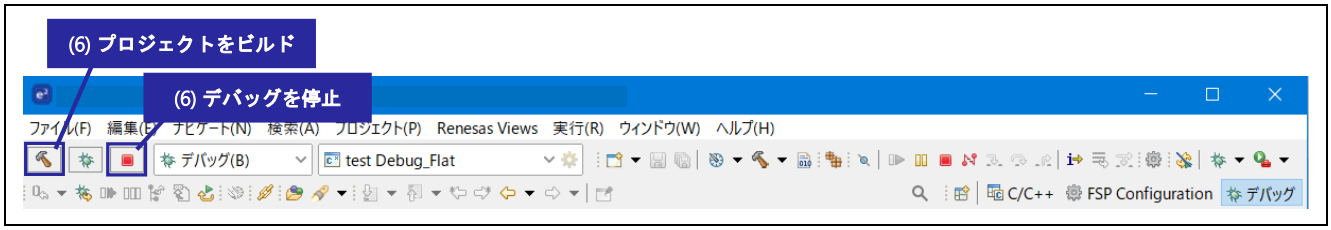

図 4-50 デバッグの停止とビルド

4.5.2.4　ログの記録と再生

CapTouch ジェスチャ・モニタウィンドウでは、以下の手順でモニタリングログを記録し再生することができます。

- モニタリングを有効化 – (1)
- モニタリングログの記録を開始 – (2)
- センサの上でジェスチャを行う
- ログの記録を停止 – (3)
  拡張子に「.qegesmon」をつけてログファイルを保存してください
- モニタリングを無効化 – (4)
- モニタリングログを再生 – (5)

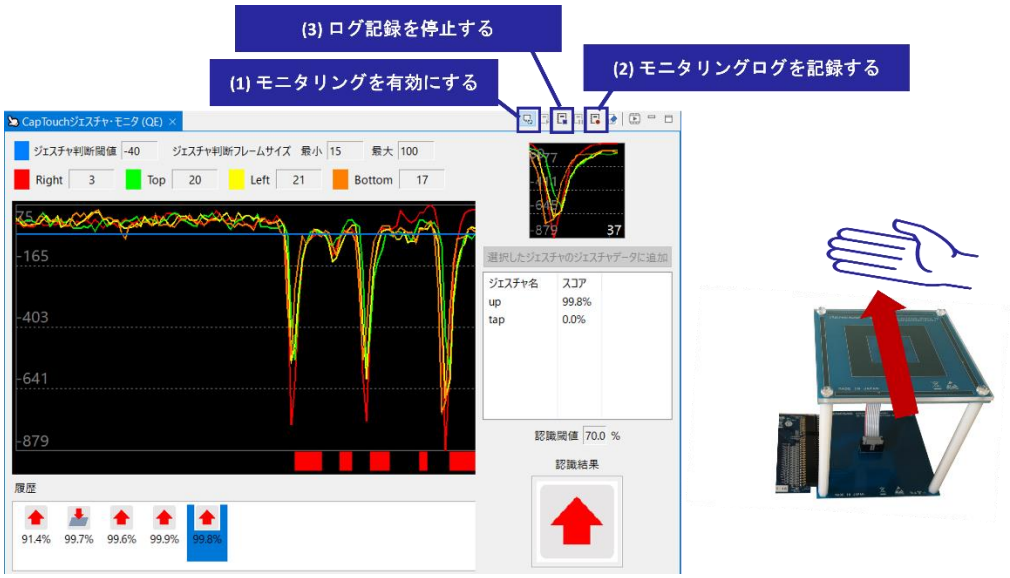

図 4-51 モニタリングログを記録

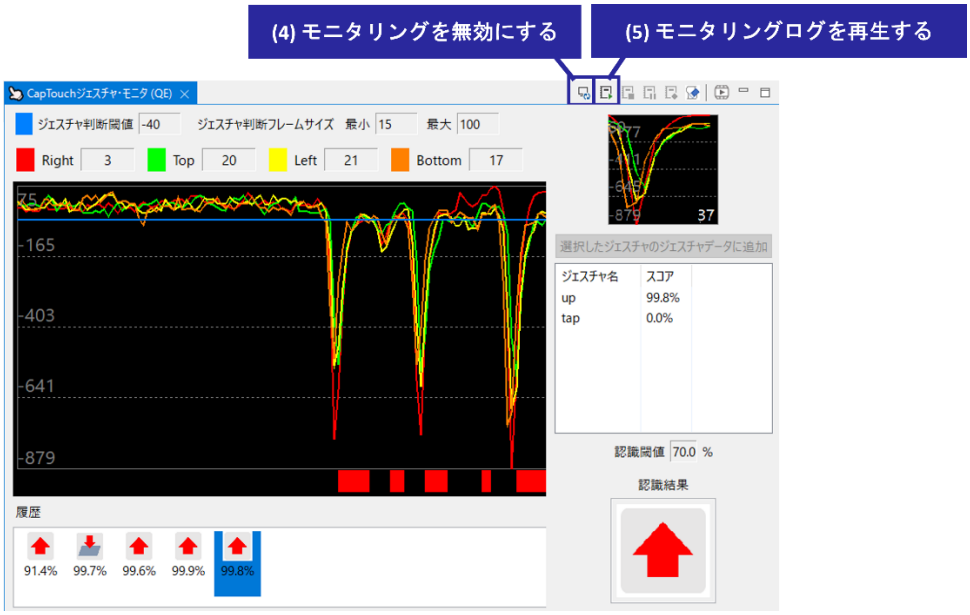

図 4-52 モニタリングログを再生

5. QE for Capacitive Touch 出力ファイル

QE for Capacitive Touch が出力するファイルは以下のとおりです。

表 5-1 QE 出力ファイル一覧

フォルダ名	ファイル名	生成項目
qe_gen	qe_touch_sample.c	実装例の表示
	qe_gesture.c	ジェスチャ調整結果の出力
	qe_gesture.h	
	qe_gesture_user.c	
	qe_touch_config.c	タッチ電極調整結果の出力
	qe_touch_config.h	
	qe_touch_define.h	
qe_gen¥Translator	checker_log_output.txt	学習結果の出力
	dnn_compute.c	
	input_image_0.h	
	layer_graph.h	
	layer_shapes.h	
	network.c	
	network_description.txt	
	Typedef.h	
	weights.h	

5.1　ユーザプログラムの追加

本章では、各ジェスチャを検出した場合の処理を追加する方法を説明します。

以下の手順で QE for Capacitive Touch が生成した qe_gesture_user.c ファイルにユーザプログラムを追加します。

- プロジェクトの qe_gen フォルダにある qe_gesture_user.c ファイルを開く
- qe_gesture_user.c ファイル内の関数に、ユーザプログラムを追記

gesture_user()関数の引数 frame_size には、ジェスチャ判断フレームサイズが設定されます。frame_size を使用することで、ユーザは同一ジェスチャに対しても手を動かす速さの違いによって処理を分けることができます。

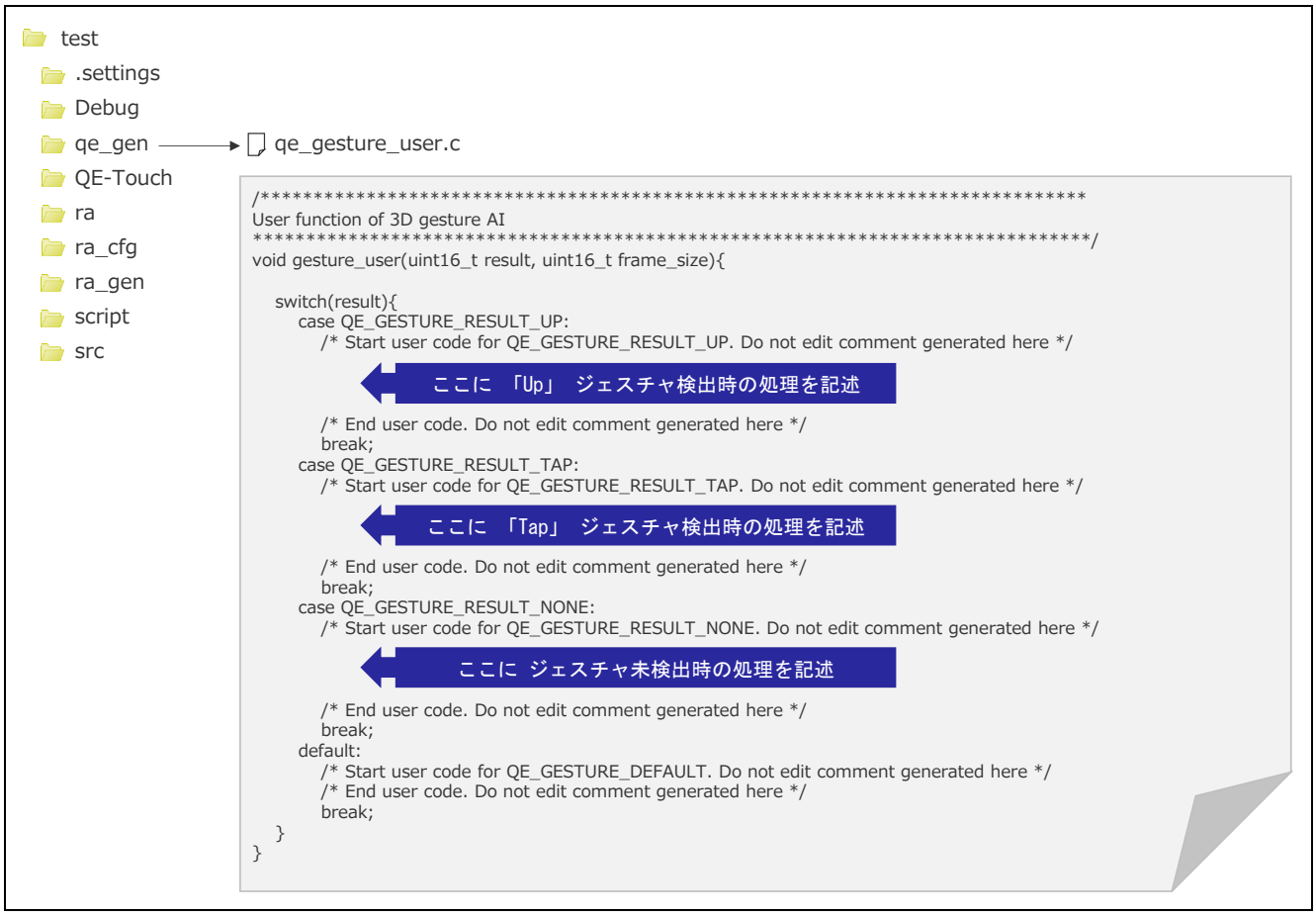

図 5-1 ユーザプログラムの追加

6.　ヘルプ機能

e² studio のヘルプから、QE for Capacitive Touch の機能の詳細を確認することができます。

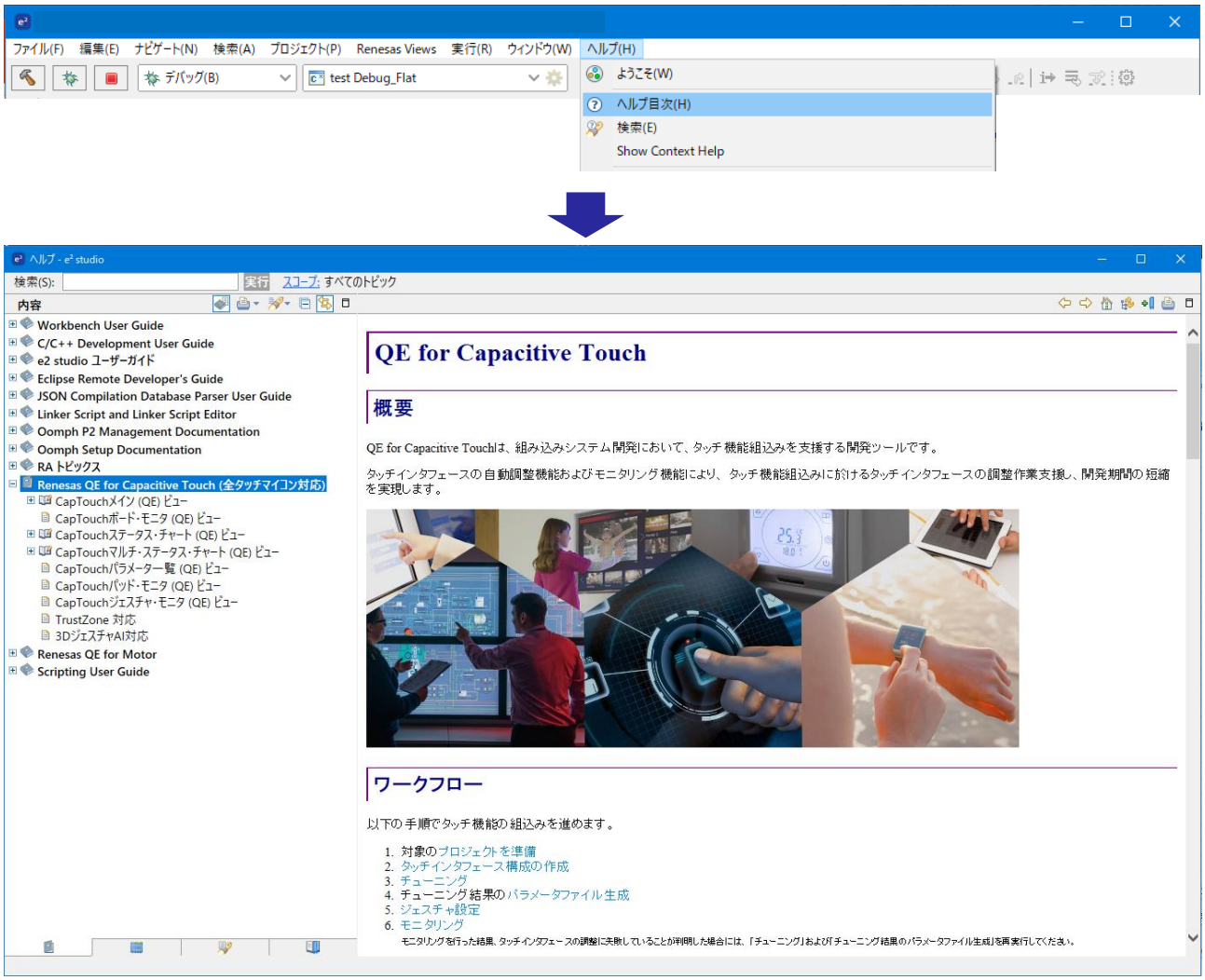

図 6-1 ヘルプ機能

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	Apr.22.22	—	初版
1.10	Oct.7.22	16-17, 24-26, 35-39	図の差し替え

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. 静電気対策
   CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。
2. 電源投入時の処置
   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. 電源オフ時における入力信号
   当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。
4. 未使用端子の処理
   未使用端子は、「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。
5. クロックについて
   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。
6. 入力端子の印加波形
   入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。
7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止
   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、将来の拡張機能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。
8. 製品間の相違について
   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うと、フラッシュメモリ、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。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、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品または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またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 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. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング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。
6. 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）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

   当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、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（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア／ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限りません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因しまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア／ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合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、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他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。
10. 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。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。
11. 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。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
13. 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。
14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

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が直接的、間接的に支配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。

(Rev.5.0-1　2020.10)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。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。

© 2022 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.