IAR SYSTEMS

Armv8-Mセキュアマイコンプログラミングテクニック

技術チーム / 殿下　信二

IAR DEVCON

このセッションの目的

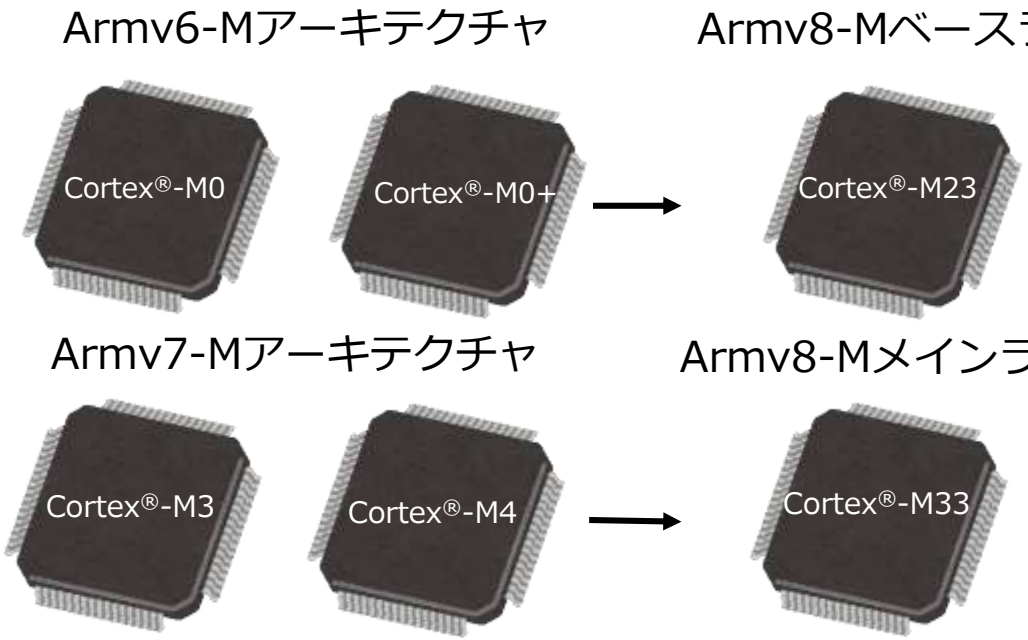
- Armv8-Mセキュアマイコンの使い方の基礎を学ぶ
  - ✓ Cortex-MマイコンとArmv8-Mセキュアマイコンの違い
  - ✓ 簡単です、Armv8-Mセキュアマイコンプログラミング

なぜセキュアマイコンが必要ですか？

- 製品が偽造・模造・過剰生産されるリスクの低減
- IoT製品のメリット(コネクティビティ)を最大限活用
- 攻撃を防御するためには、プロセッサからソフトウェアにいたる、システム全体の対策が必要

Armv8-Mセキュアマイコンとは？

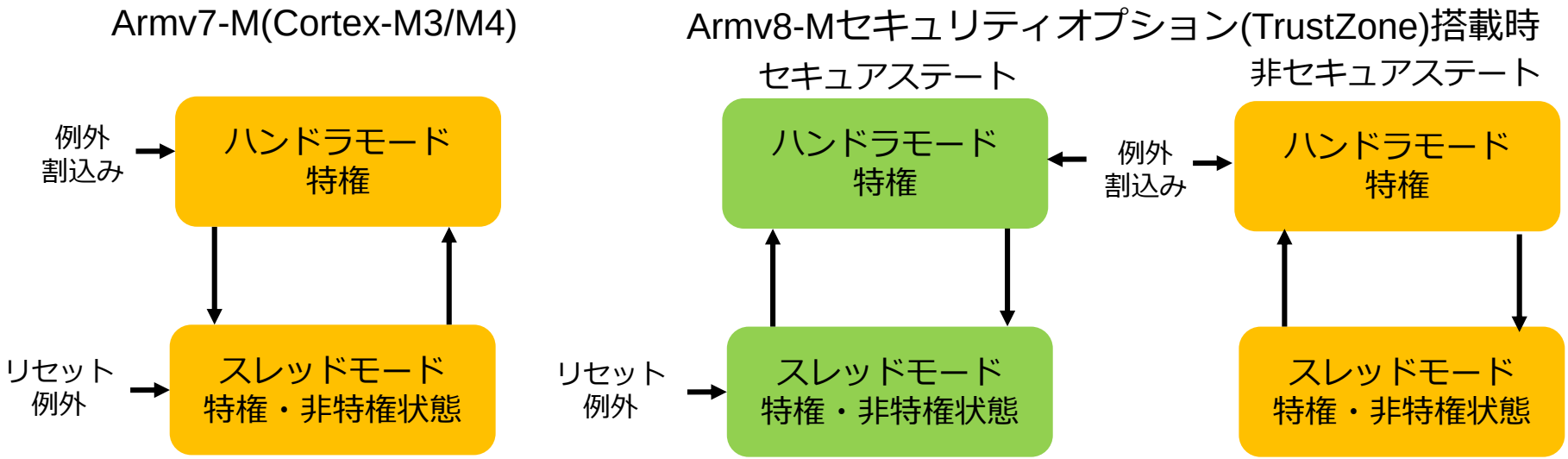
- Armv8-Mマイコンは、2種類に分類



- TrustZone技術を備えたシステム全体に渡るセキュリティ機能の提供
- セキュアステートと非セキュアステートによる保護
- セキュリティデバッグ機能提供

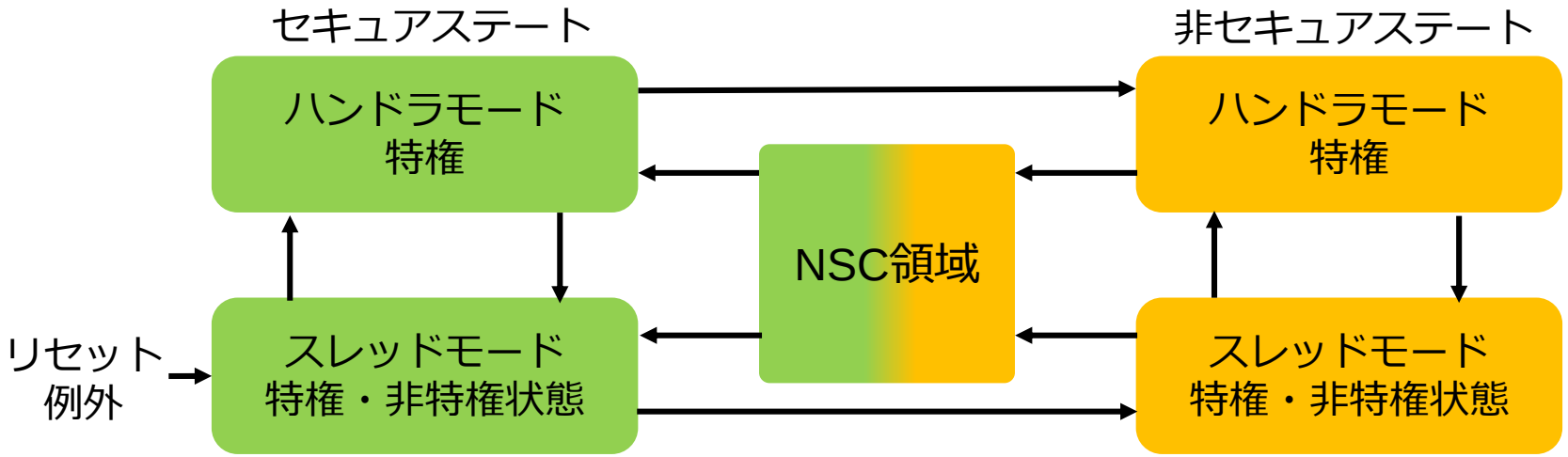
プロセッサモードの追加

- Armv7-M(Cortex-M3/M4)マイコンは、スレッドモード(非特権)とハンドラモード（特権）
- Armv8-Mセキュアマイコンは、**非セキュアステート**と**セキュアステート**が追加



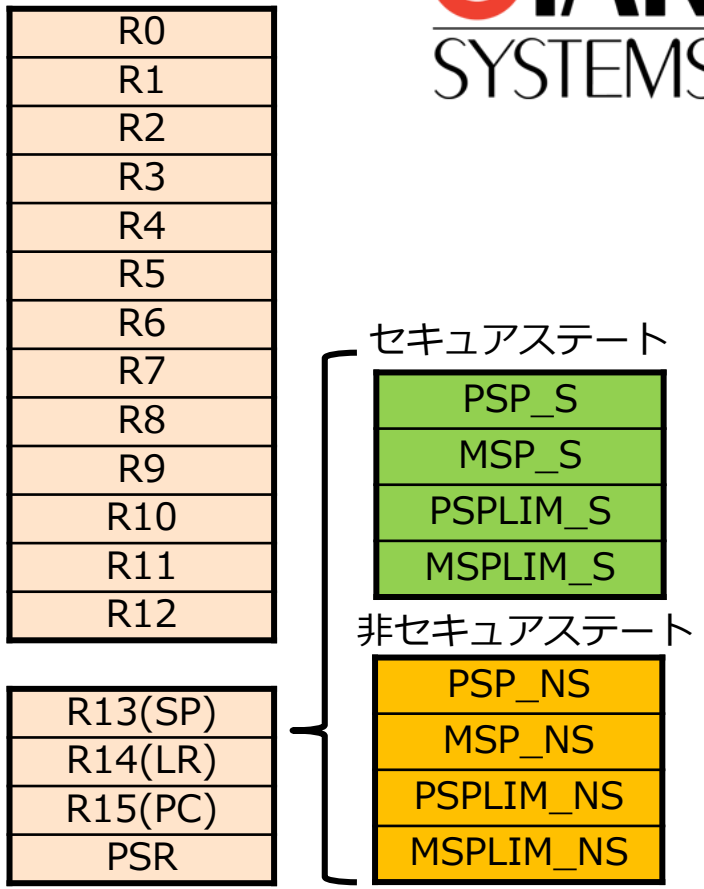
セキュアステートの移行

- セキュアステートの移行は、関数呼び出し
- 非セキュアステートからセキュアステートへ遷移は、NSC(非セキュアコール可能)領域のSG命令(セキュアゲートウェイ命令)を必ず最初に実行することが条件



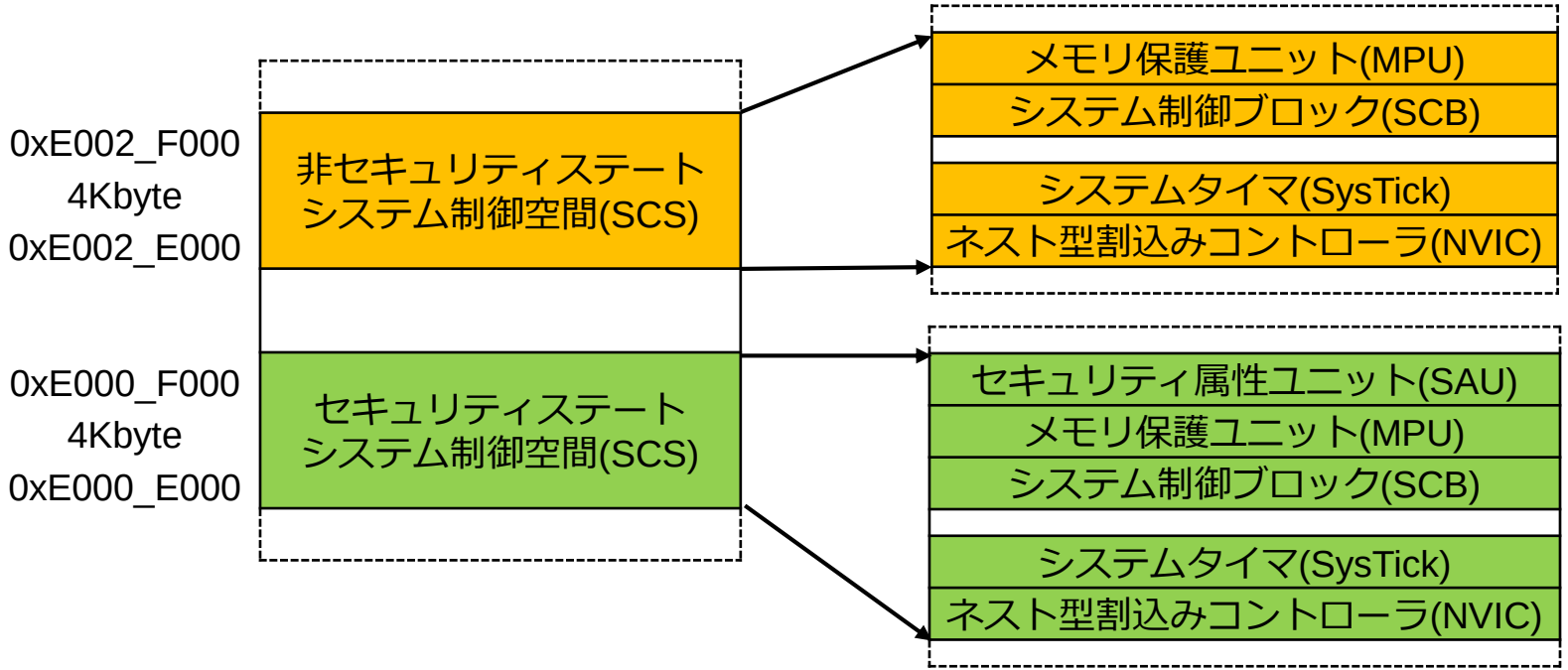
汎用レジスタ構成の違い

- セキュアステートと非セキュアステートでレジスタが**バンク化**
- レジスタR0-R7
  - ✓ すべての命令がアクセス
- レジスタR8-R12
  - ✓ 一部16ビット命令がアクセスと32ビット命令がアクセス
- R13はスタック・ポインタ (SP)
  - ✓ セキュアステートで**バンク化**
- R14はリンク・レジスタ (LR)
- R15はプログラム・カウンタ (PC)



システム制御空間(SCS)

- システム制御レジスタは、セキュアステート毎に設定



始まりは、リセットから…でも

- 例外ベクタは、セキュアステート毎に設定

例外番号	セキュアステート	非セキュアステート	優先度	セキュアステート
16…	割込み#0 - N	割込み#0 – N	設定可能	設定可能
15	SysTick	SysTick	設定可能	バンク化
14	PendSV	PendSV	設定可能	バンク化
12	デバッグモニタ	デバッグモニタ	設定可能	設定可能
11	SVCall	SVCall	設定可能	バンク化
7	セキュアフォールト	-	設定可能	セキュアステート
6	用法フォールト	用法フォールト	設定可能	バンク化
5	バスフォールト	バスフォールト	設定可能	設定可能
4	メモリ管理フォールト	メモリ管理フォールト	設定可能	バンク化
3	-	非セキュアハードフォルト	-1	非セキュアステート
3	セキュアハードフォルト	-	-3または-1	セキュアステート
2	NMI	-	-2	設定可能
1	リセット	-	-4	セキュアステート

※:Armv8-Mメインライン（TrustZone搭載時）

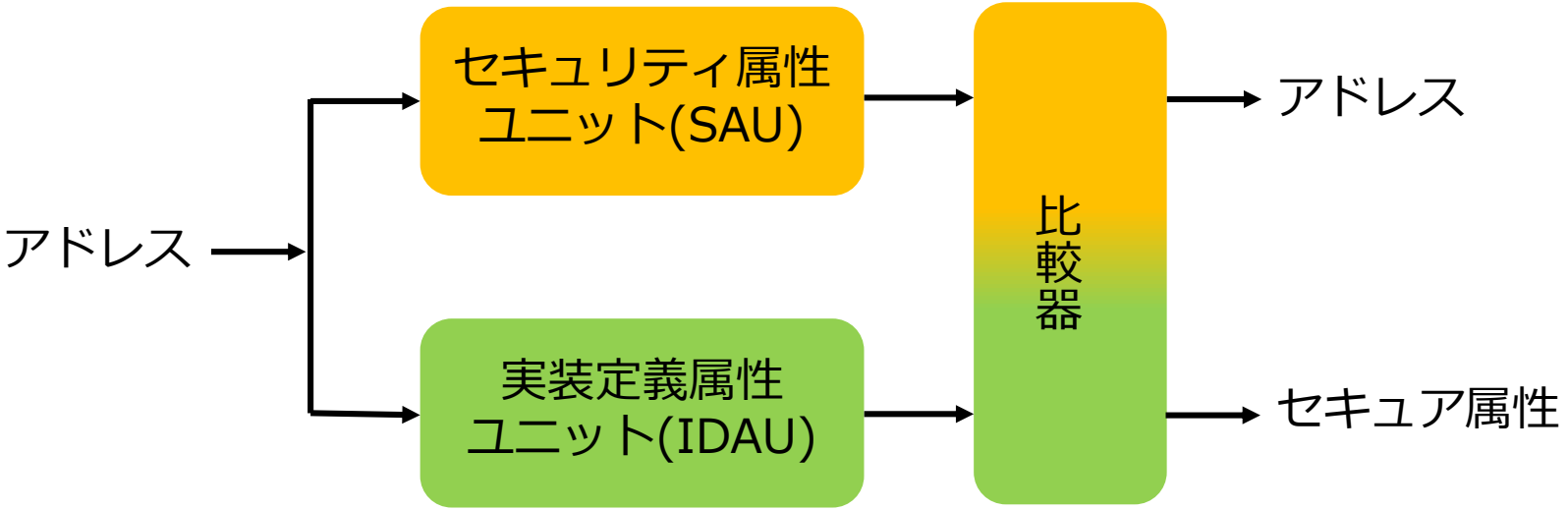
セキュアステート毎のメモリアクセス

- セキュアステートは、セキュアアドレス空間アクセス
- 非セキュアステートは、非セキュアアドレス空間アクセス
- NSC (非セキュアコール可能)領域は、SG (セキュアゲートウェイ)命令を実行する場合に限り、非セキュアステートからの実行可能

ステート	セキュア アドレス空間	NSC領域	非セキュア アドレス空間
セキュアステート	○	○	×
非セキュアステート	×		○

セキュアステートの設定方法

- セキュリティ属性ユニット(SAU)と実装定義属性ユニット(IDAU)で選択された、最も高いセキュア属性を使用



セキュリティを意識したソフトウェアで必要な事は？

- セキュアステートの処理は小さく、最低限！
- セキュアステート関数コールは、最低限！

セキュアステート

高信頼性RTOSなど
（ハンドラモード：特権）

高信頼性アプリケーション
（スレッドモード：非特権）

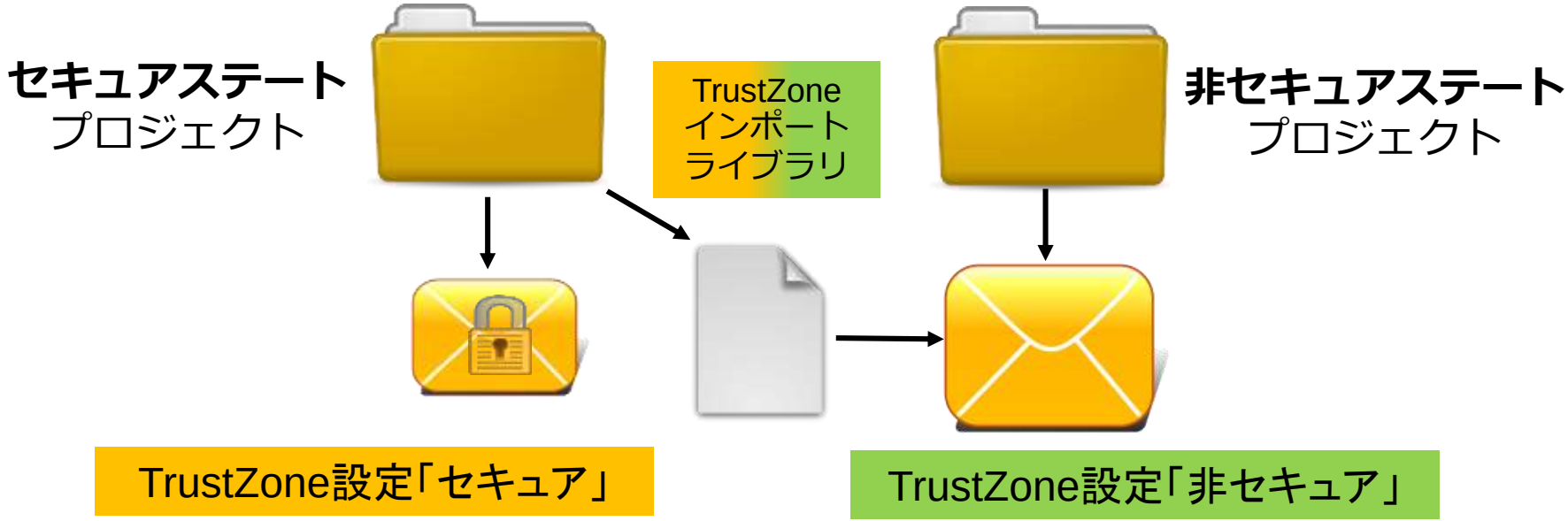
非セキュアステート

RTOSなど
（ハンドラモード：特権）

アプリケーション
（スレッドモード：非特権）

統合開発環境IAR Embedded Workbench® for Arm で開発する場合は？

- セキュアステート毎にアプリケーションを作成

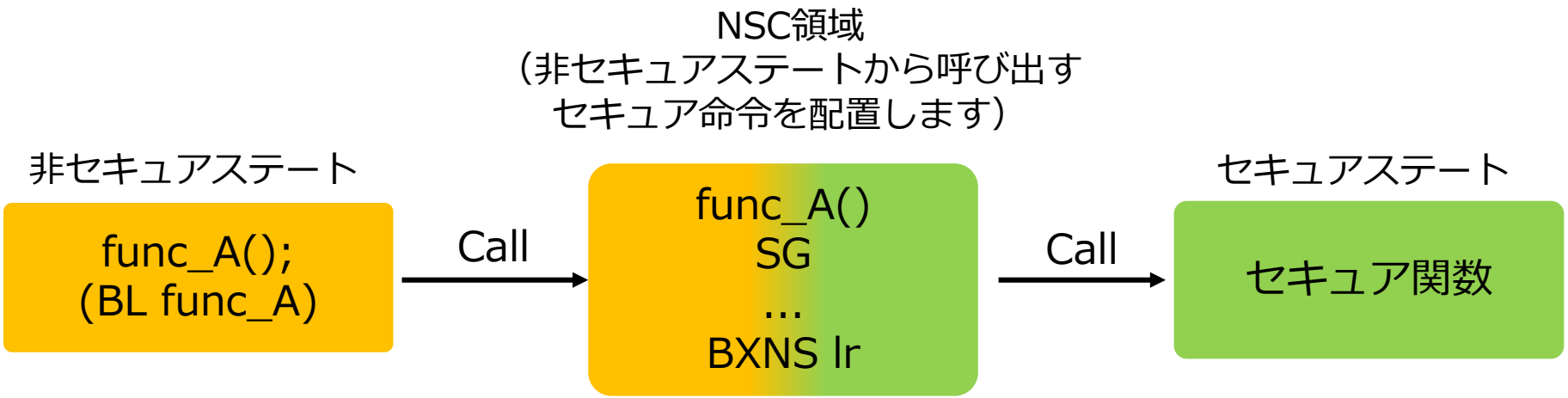


非セキュアステートから
セキュアステートの関数呼び出しは

- 非セキュアステートからセキュアステート関数の実行時、セキュアステート関数の配置情報が必要
- セキュアステートプログラムをビルド時に、 **TrustZoneインポートライブラリ**が作成
- 非セキュアステートは、**TrustZoneインポートライブラリで**、セキュアステート関数を利用

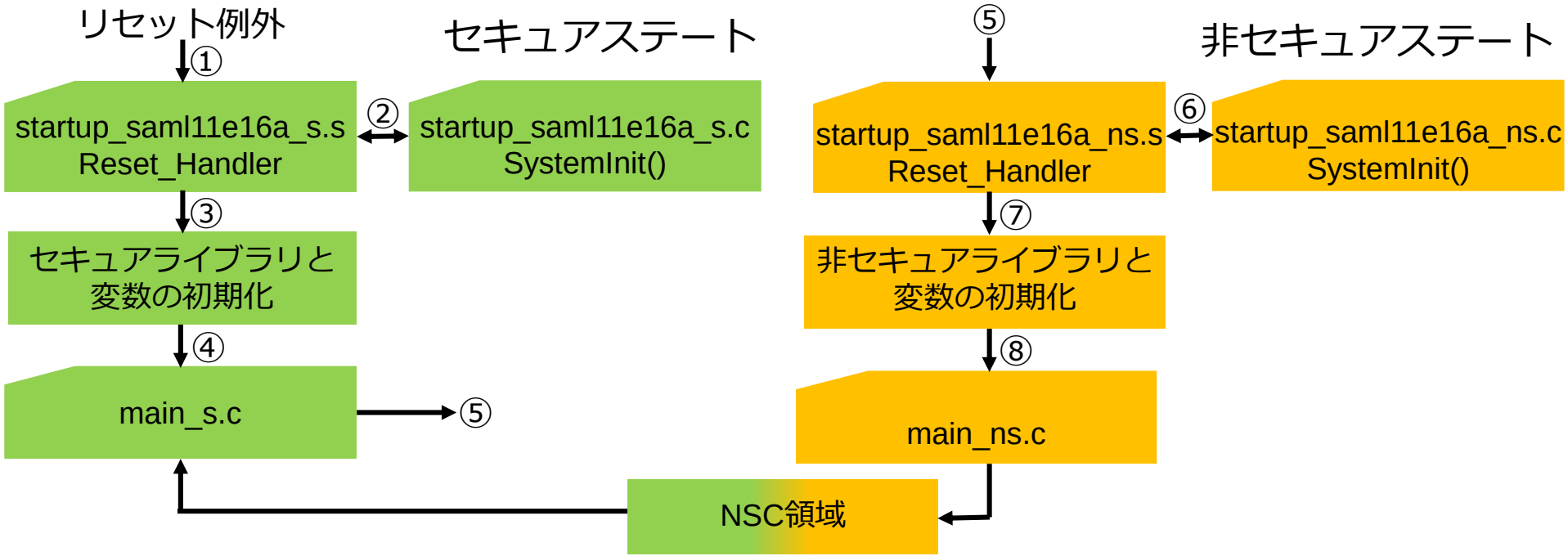
セキュリティステートの呼び出しは？

- 非セキュアステートからセキュアステートで実行は、関数に「__cmse_nonsecure_entry」を設定
- コンパイラがNSC (非セキュアコール可能)領域にSG (セキュアゲートウェイ)命令を最初に実行するコード生成

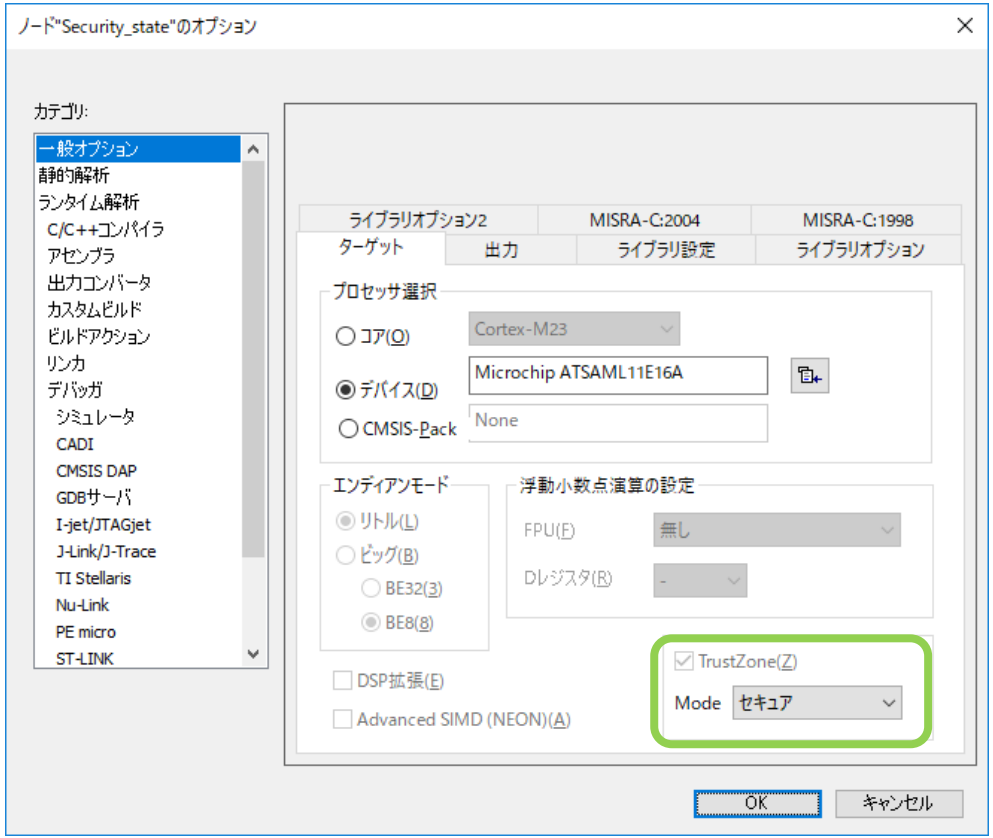


セキュリティを意識した起動シーケンス

- セキュアステートのリセット例外から実行開始

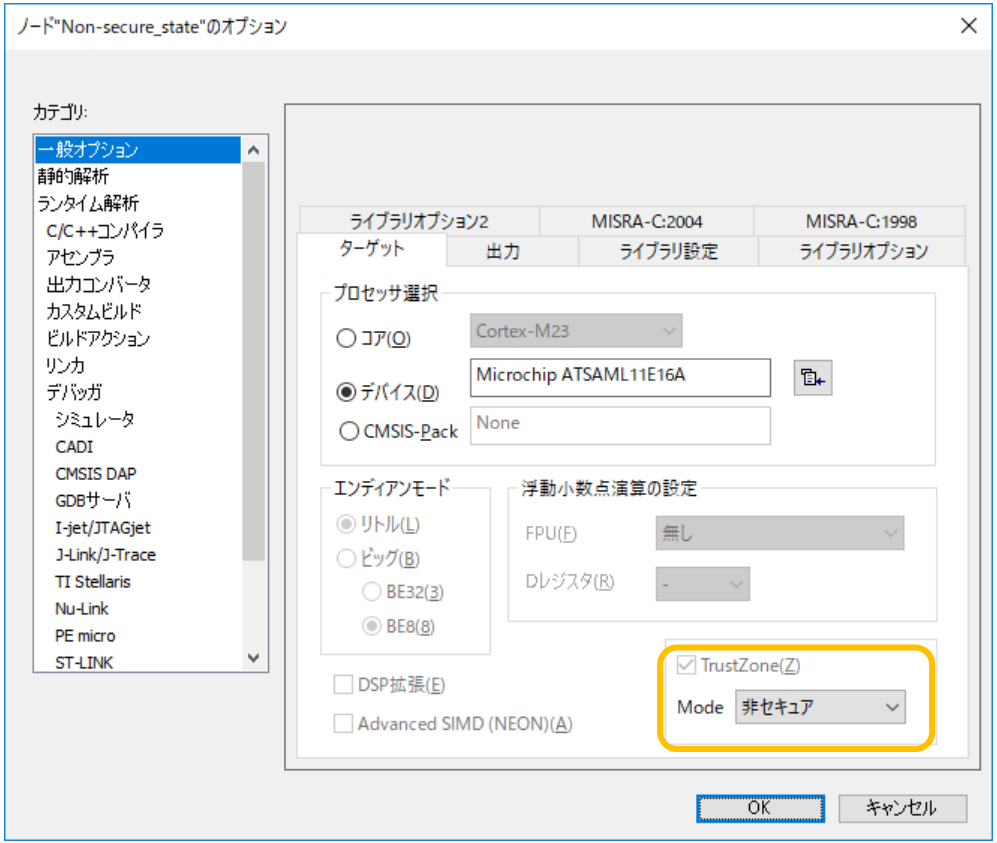


セキュアステートアプリケーション設定



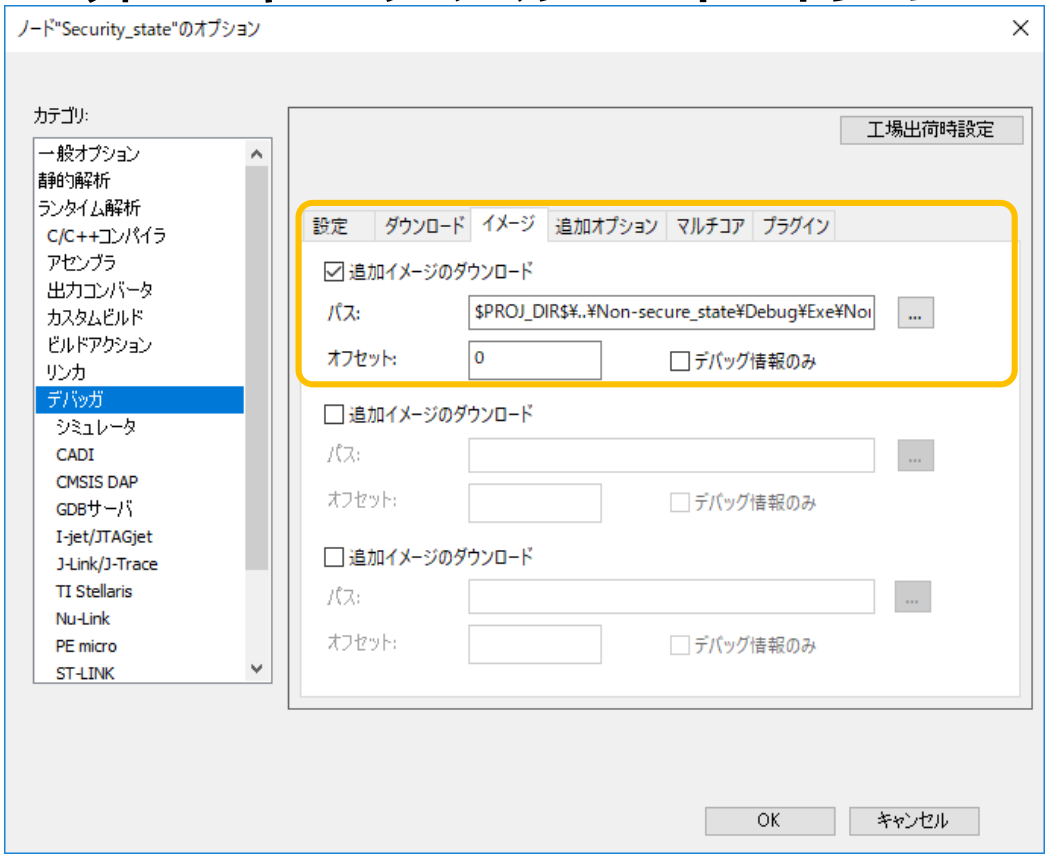
- アプリケーションプログラムのセキュア属性は、「オプション」設定で設定
- 「一般オプション」-「ターゲット」を選択
- TrustZone(Z)の「**セキュア**」に設定

非セキュアステートアプリケーション設定



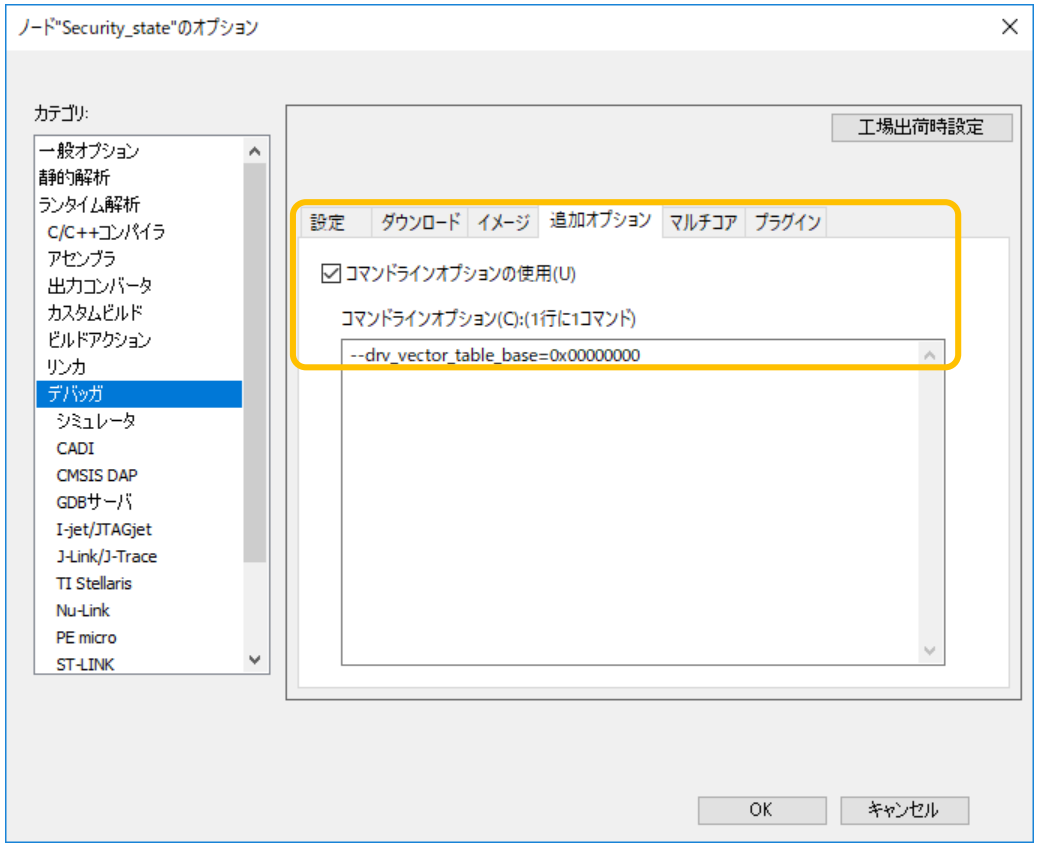
- アプリケーションプログラムのセキュア属性は、「オプション」設定で設定
- 「一般オプション」-「ターゲット」を選択
- TrustZone(Z)の「**非セキュア**」に設定

非セキュアステートオブジェクト選択



- 「デバッガ」-「イメージ」を選択
- 「追加イメージのダウンロード」を有効にし、**非セキュアステートのオブジェクト**を選択

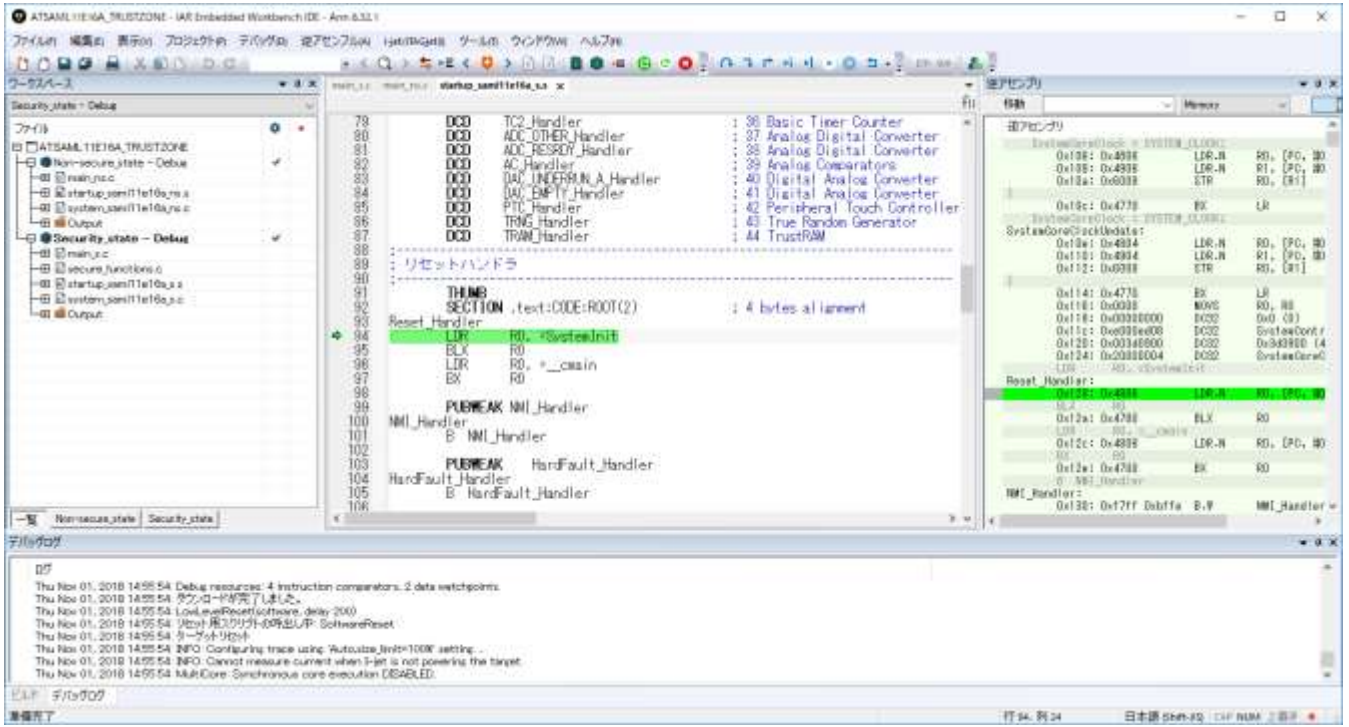
例外ベクタ選択



- 「デバッガ」-「追加オプション」を選択
- 「コマンドラインオプションの使用(U)」を有効にし、「コマンドラインオプション」に、「**--drv_vector_table_base=0x00000000**」を設定

デバッグの開始は、セキュアステート

- セキュアステートからデバッグを開始



まとめ

- セキュリティ対策は、製品開発全体で考える事が必要で、セキュアマイコンの導入はその中で必須の１ステップ
- セキュアステートと非セキュアステートを活用したプログラミングスキルが必要
- 今後の組込み開発には、セキュリティの実装を行うことが必要不可欠

セキュアマイコンの開発を体験！

- 展示コーナでは、最新版IAR Embedded Workbench® for Arm(EWARM)とMicrochip社製SAML11(Cortex-M23)プロセッサのデモを用意
- 最新のArmv8-Mシリーズに対応
  - ✓ STマイクロエレクトロニクス社製
    - STM32L5シリーズ(Cortex-M33)
  - ✓ NXP社製
    - LPC5500/i.MX RT600シリーズ(Cortex-M33)
  - ✓ Nuvoton社製
    - M2351(Cortex-M23)

IAR DevCon Tokyo

#IARdevcon