SOLIDのアドレスサニタイザを使ってみよう！

2018.06.07

京都マイクロコンピュータ

アドレスサニタイザの機能

何ができるか

アドレスサニタイザの機能

- 以下の実行時バグを動的に検出する機能です
  - 変数のサイズを超えたアクセス (コード例1)
  - 配列オーバーラン(コード例2)
  - malloc() した領域に対して… (コード例3)
    - 領域の境界を越えたアクセス
    - free()後に、その領域にアクセス

※動的検出機能であって、ソースの静的解析とは異なる機能で、検出されるバグも異なります

具体的に検出されるバグのコード例1

```
char var1;

void func()
{
    char var2;
    short * p_var;
    short var3;

    p_var = &var1;
    *p_var = 0;      <- 検出

    p_var = &var2;
    var3 = *p_var;      <- 検出
}
```

(例) char 型 8bit の変数のアドレスを short型16bitのポインタを介してアクセス

- 外部変数、内部変数問わず検出されます。
- Read/Write どちらでも検出されます。

具体的に検出されるバグのコード例2

```
func()
{
    int i;
    char buf[10];

    for (i=0; i <= 10; i++) {
        buf[i] = i;  <- i=10の時に検出
    }
}
```

(例) メンバーが10個の配列に対して、11番目のメンバーにアクセスしようとする

i=0～9 の間は正常に実行。i=10 の時、初めてエラー検出。

- 外部変数、内部変数問わず検出されます。
- Read/Write どちらでも検出されます。

具体的に検出されるバグのコード例3

```
static const int BUFFER_SIZE = 1024;

func()
{
  char *buffer;
  char var;

  buffer=(char *)malloc(BUFFER_SIZE);

  memset(buffer,0,BUFFER_SIZE*2); <-検出

  free(buffer);
  var = *buffer; <-検出
}
```

(例1) malloc() のサイズを越えてアクセス。

(例2) free() 後にアクセス

- Read/Write どちらでも検出されます。

アドレスサニタイザを使うための準備

使うために前もって決めたり設定したりする内容

アドレスサニタイザを使うための準備

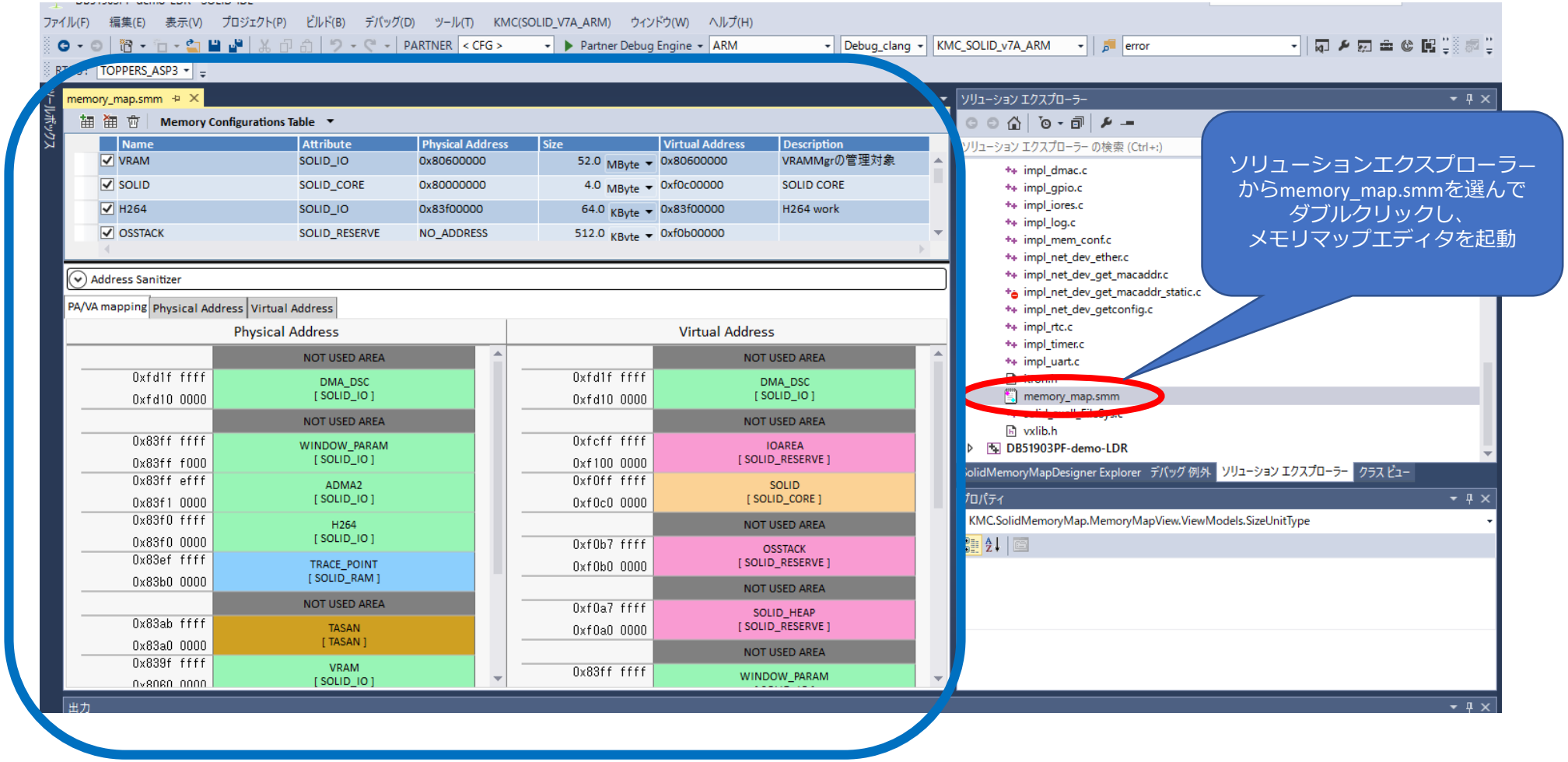
- **システム設計チームのやるべきこと**

1. 適用するメモリアドレスの範囲を決めて、その範囲のサイズに対応した「アドレスサニタイザのワークメモリ(シャドウメモリ)」を確保する。
   ※メモリマップエディタ

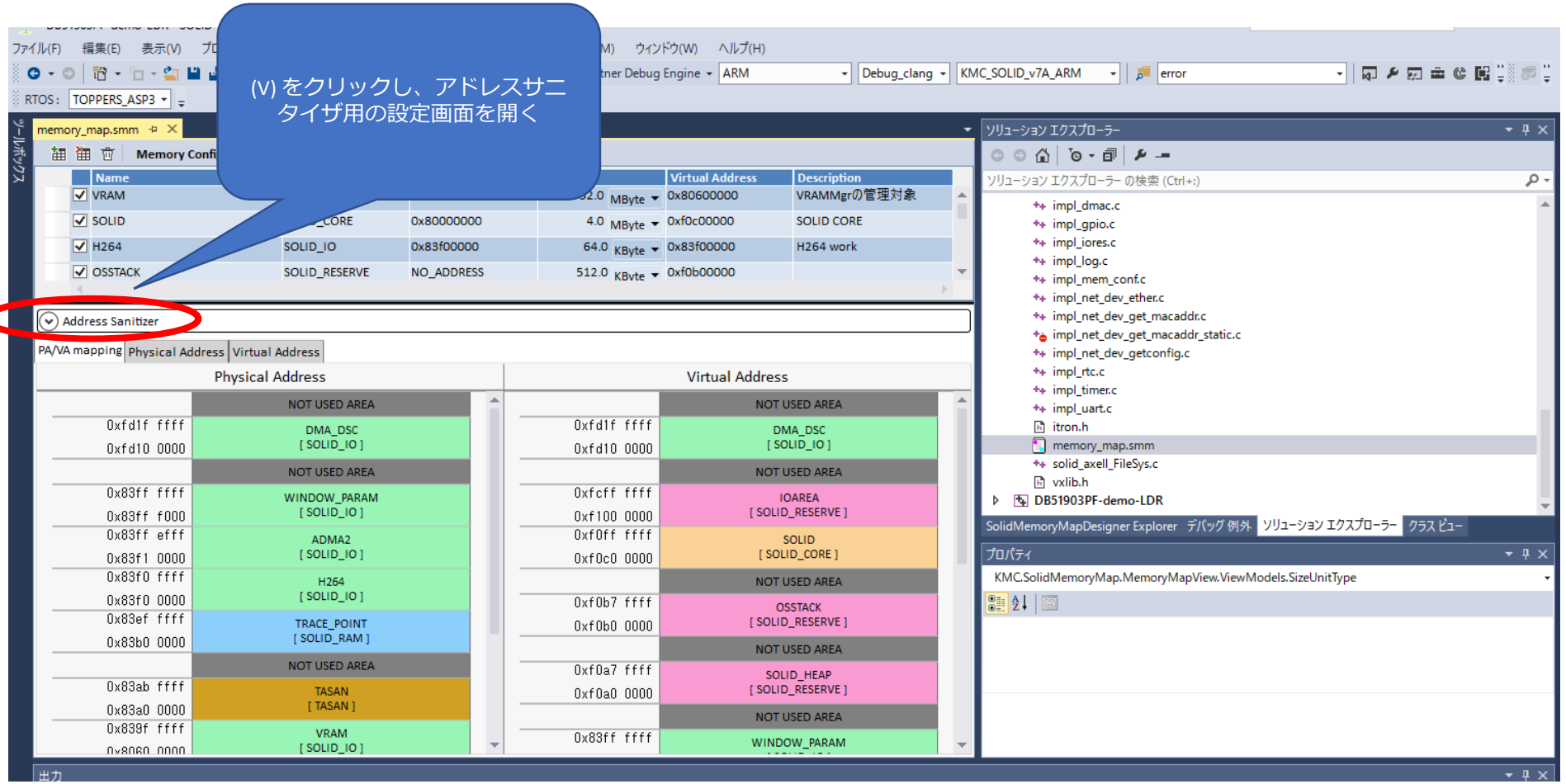
- **各エンジニアのやるべきこと (P.15までスキップ)**

1. アドレスサニタイザ有効モードでビルド
   ※ ソリューション構成 “Debug_tasan”を選択
2. 除外するプロジェクトがある場合には、除外の設定
   ※プロジェクトのプロパティ
3. 除外するソースファイルがある場合には、除外の設定
   ※ソースファイルのプロパティ
4. 除外する関数がある場合には、除外の設定
   ※関数に NOSANITIZE をつける

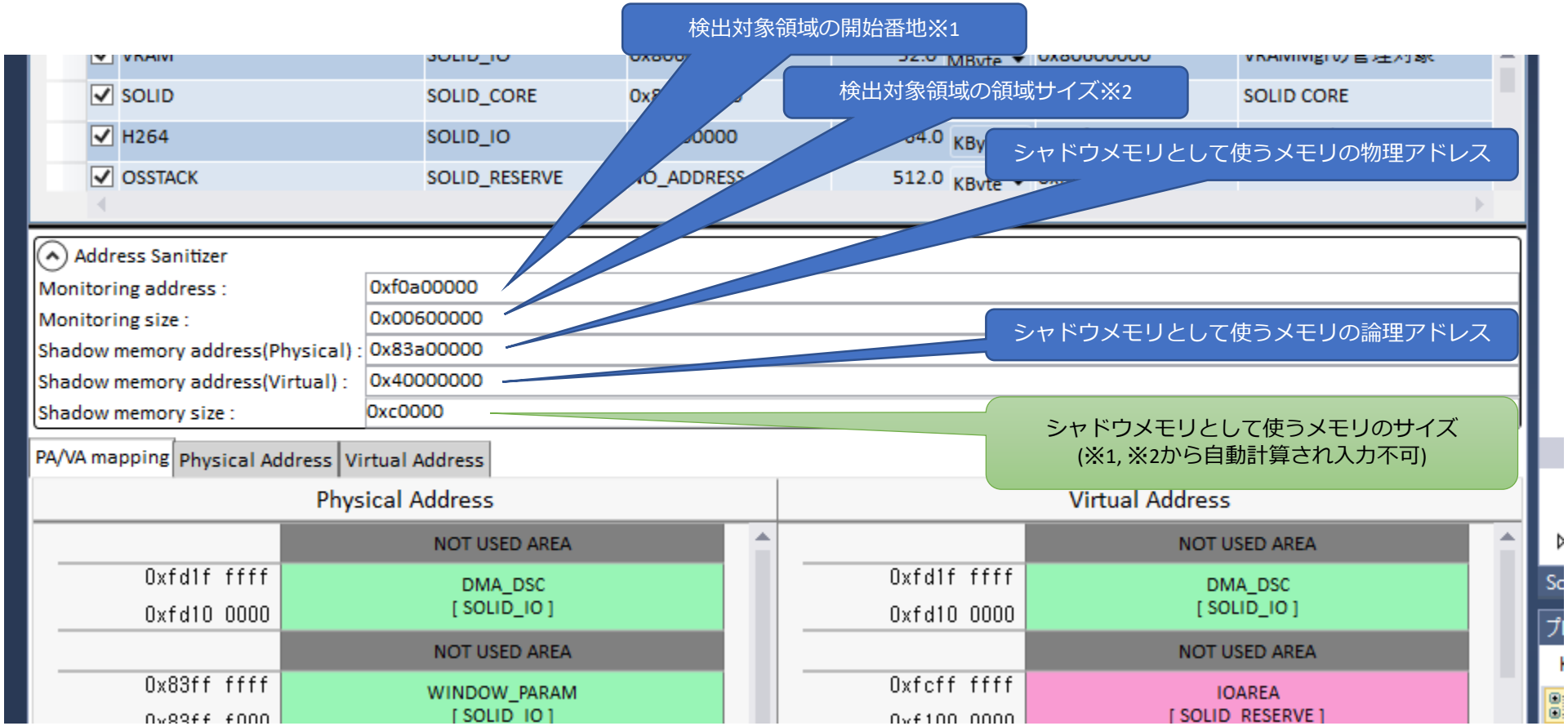
検出対象領域とシャドウメモリの設定



検出対象領域とシャドウメモリの設定

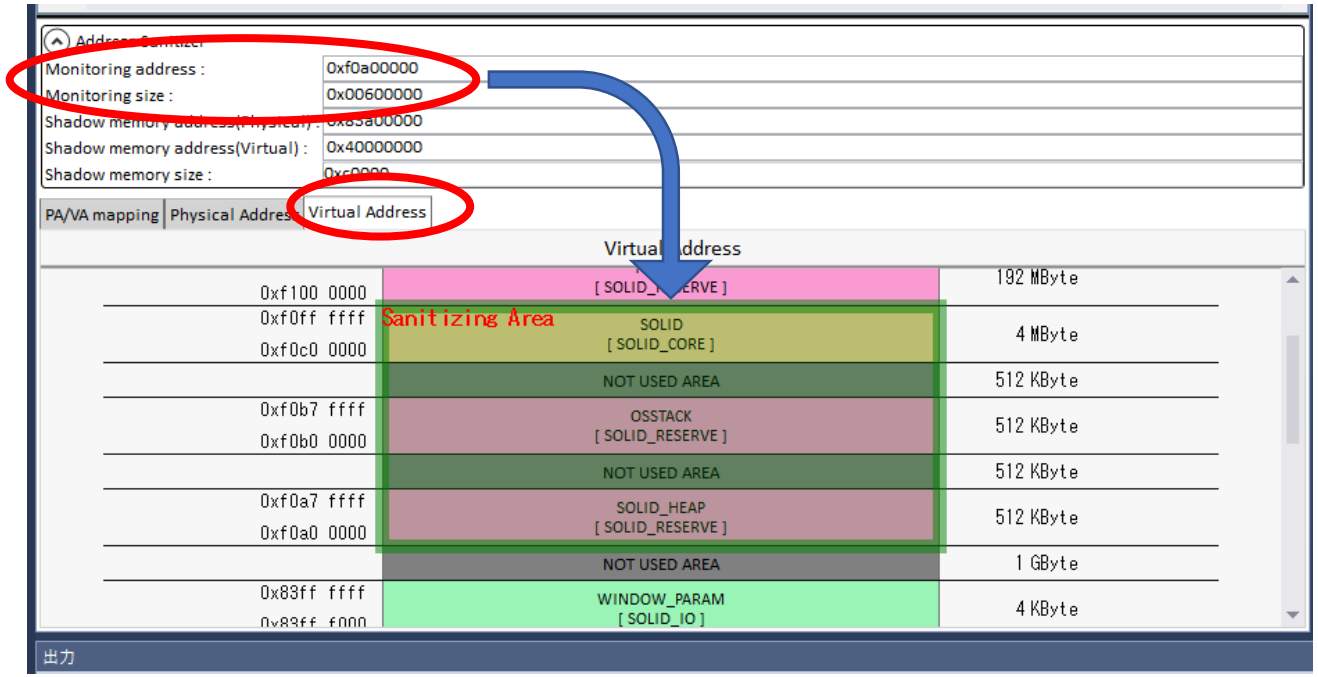


検出対象領域とシャドウメモリの設定



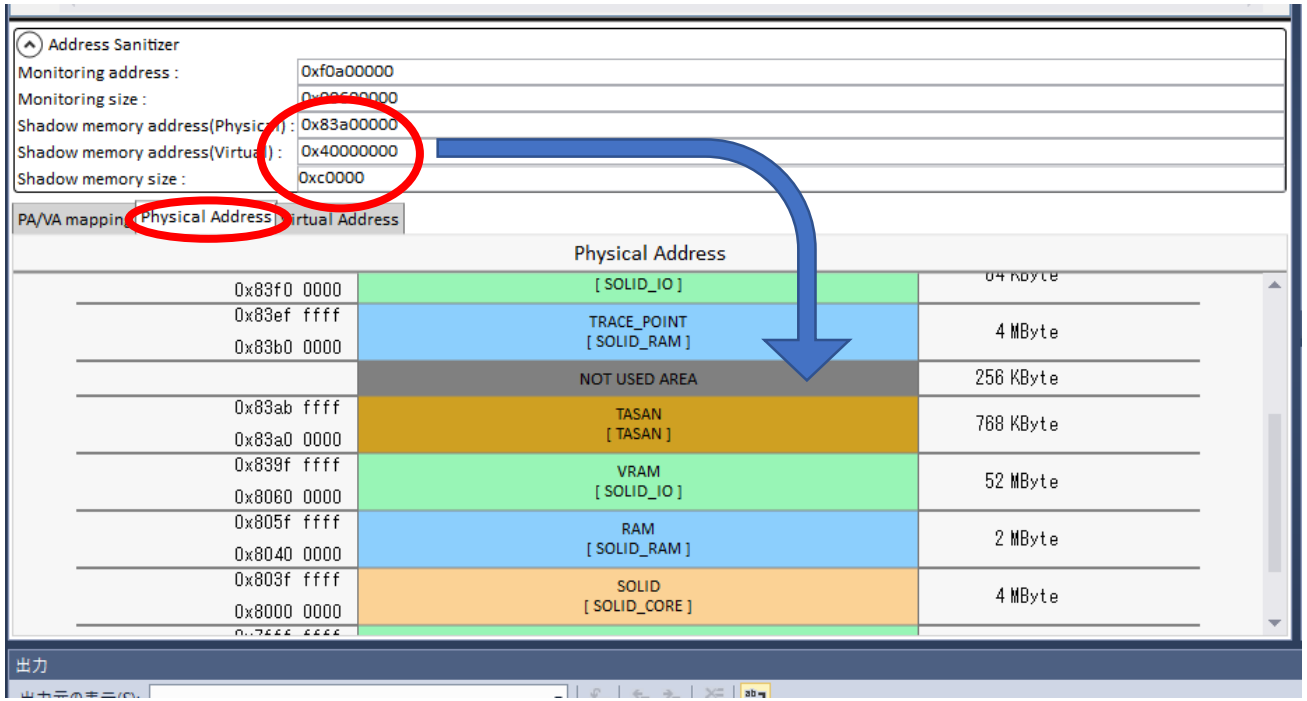
検出領域の設定結果

- メモリマップエディタの “Virtual Address” タブを選択すると、アドレスサニタイザーの検出対象領域をグラフィカルに確認できます。



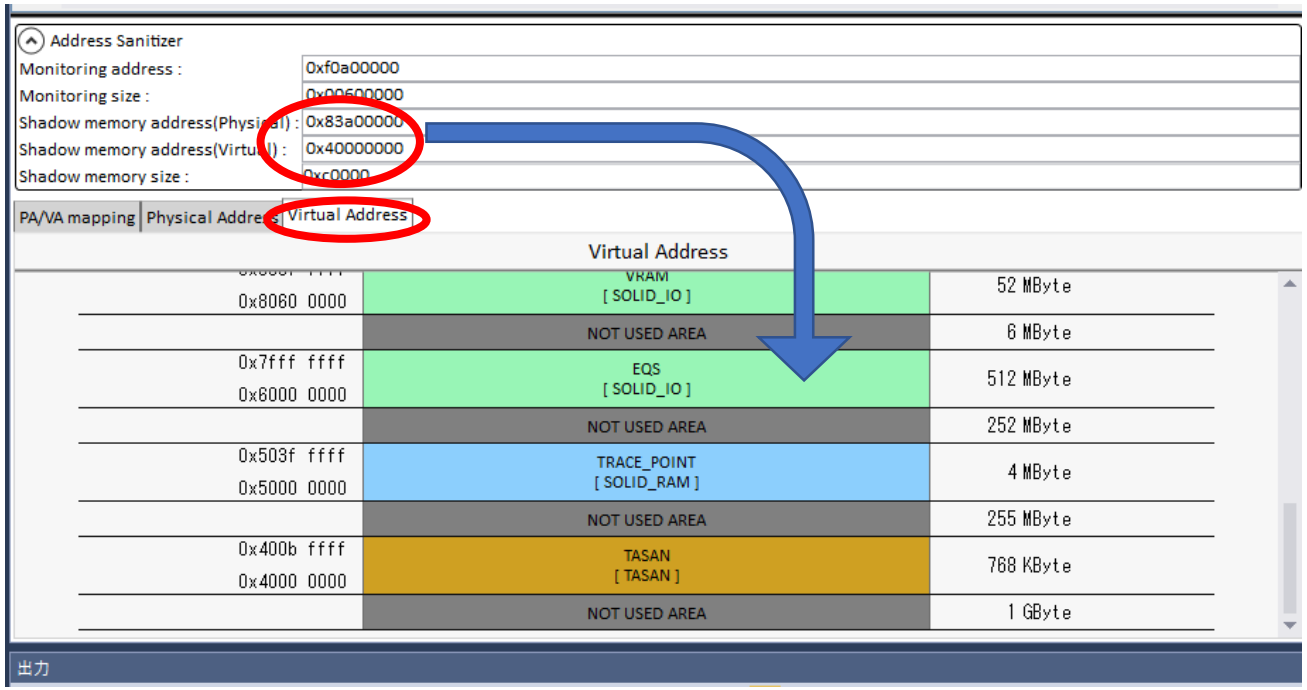
検出領域の設定結果

- メモリマップエディタの “Physical Address” タブを選択すると、シャドウメモリに使われる領域が確認できます。
- 領域名 “TASAN” 領域属性 “[TASAN]”



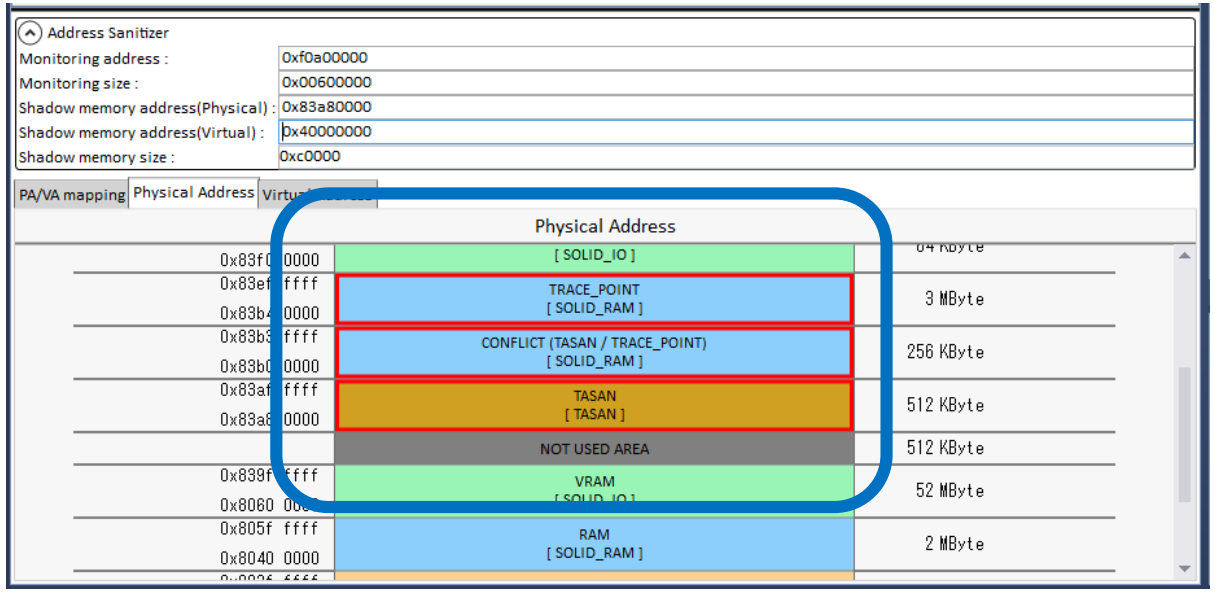
検出領域の設定結果

- メモリマップエディタの “Virtual Address” タブを選択すると、シャドウメモリに使われる領域が確認できます。
- 領域名 “TASAN” 領域属性 “[TASAN]”

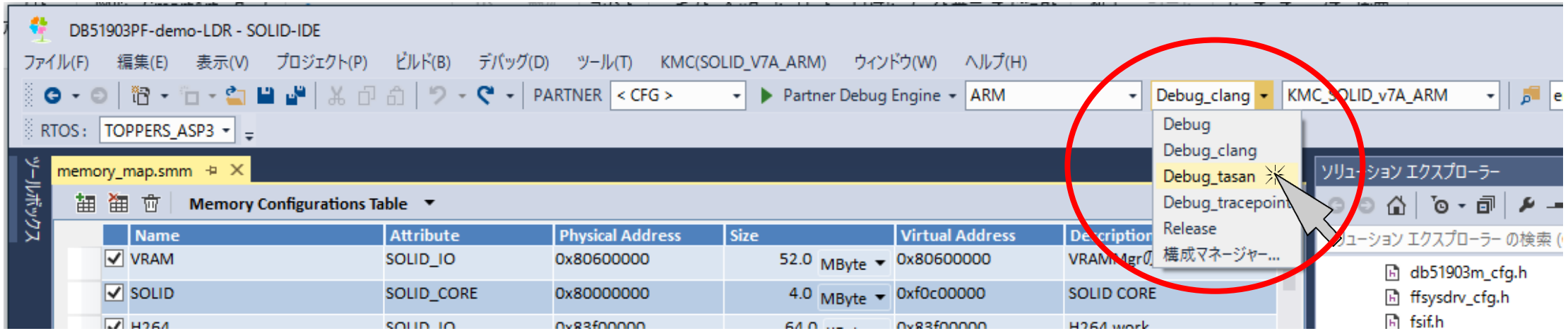


シャドウメモリ設定の注意点

- シャドウメモリが他の領域と重ならないようにしてください。右図は重なった場合の表示。
- シャドウメモリの論理アドレスは、極力低いアドレスにしてください (0x40000000推奨)。物理アドレスの配置には制限は有りません。

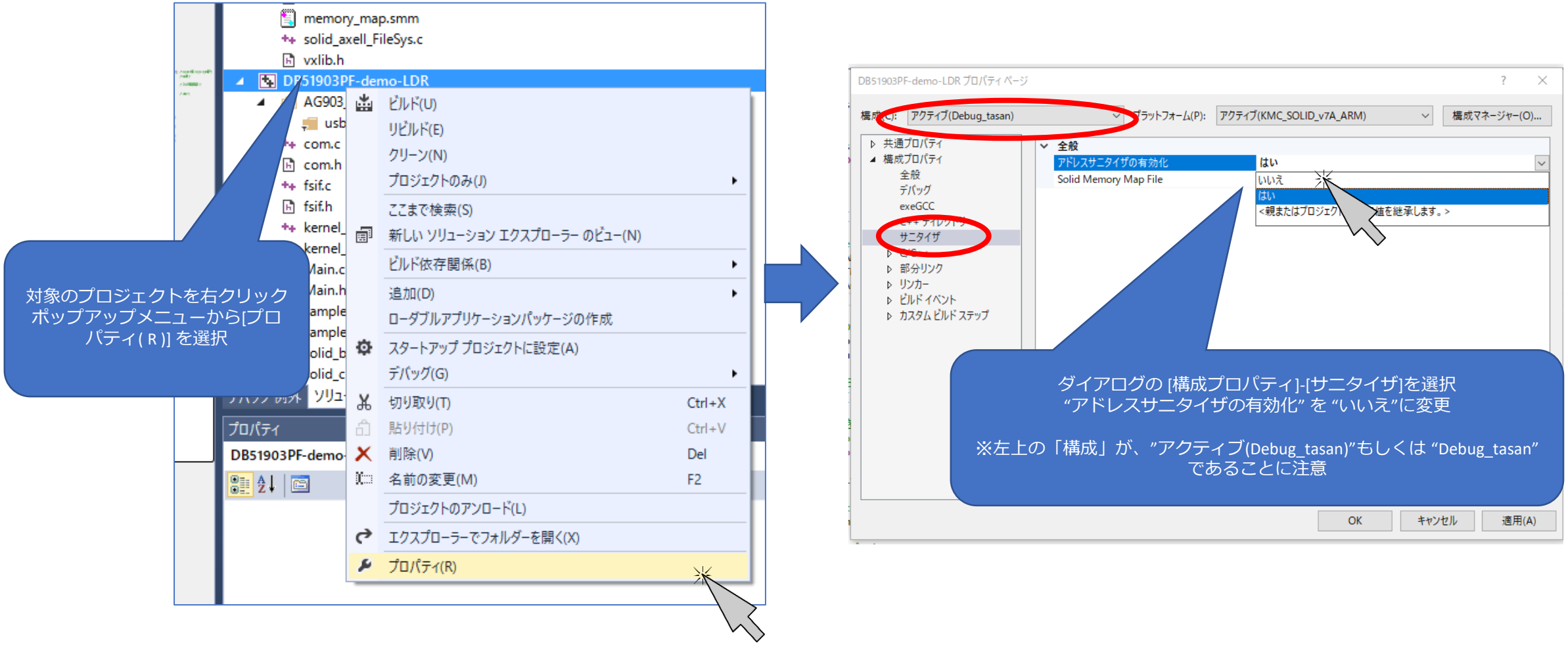


アドレスサニタイザ有効モードでビルド



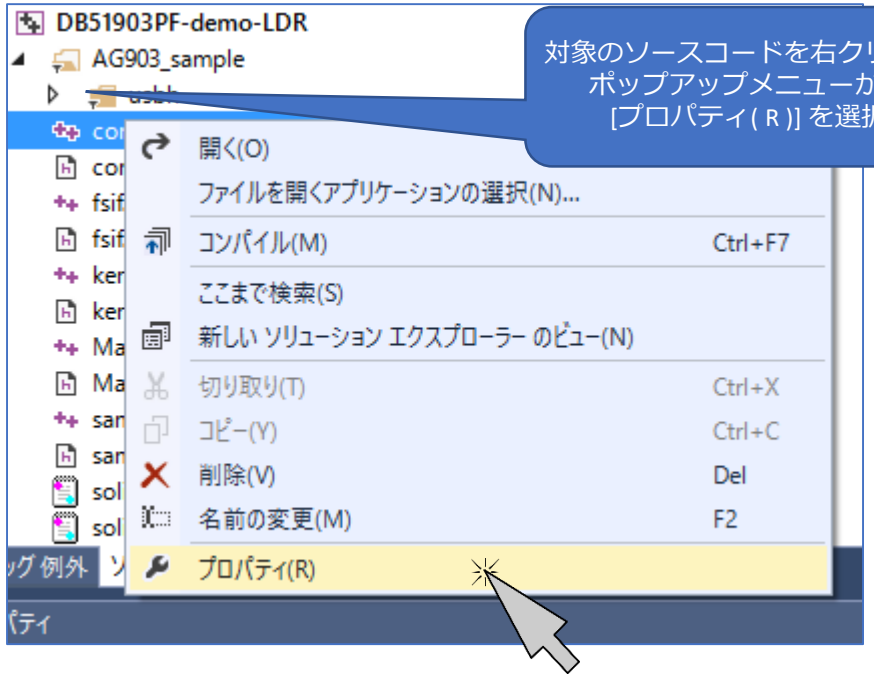
IDEの「ソリューション構成」選択リストボックスから
“Debug_tasan” を選択。

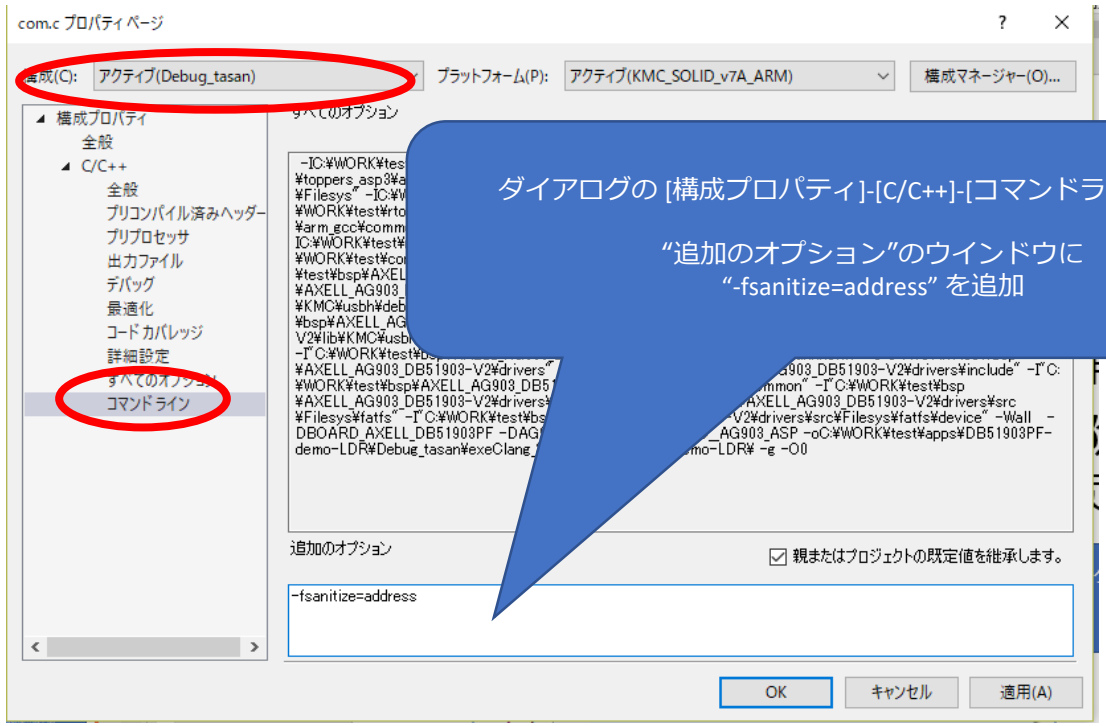
プロジェクト単位での対象除外方法



ソースコード単位での対象除外方法

- 選択的に除外する方法は有りません。
- プロジェクト単位で対象除外をしたうえで、対象にするソースコードについて以下の設定をします





関数単位の対象除外方法

- 関数単位の対象除外方法

1. #include “solid_asan.h” を追加
2. 関数の定義の前に “NO_SANITIZE” を追加

```
#include “solid_asan.h”
 . . . . .
NO_SANITIZE
void function1()
{
 . . . . .
```

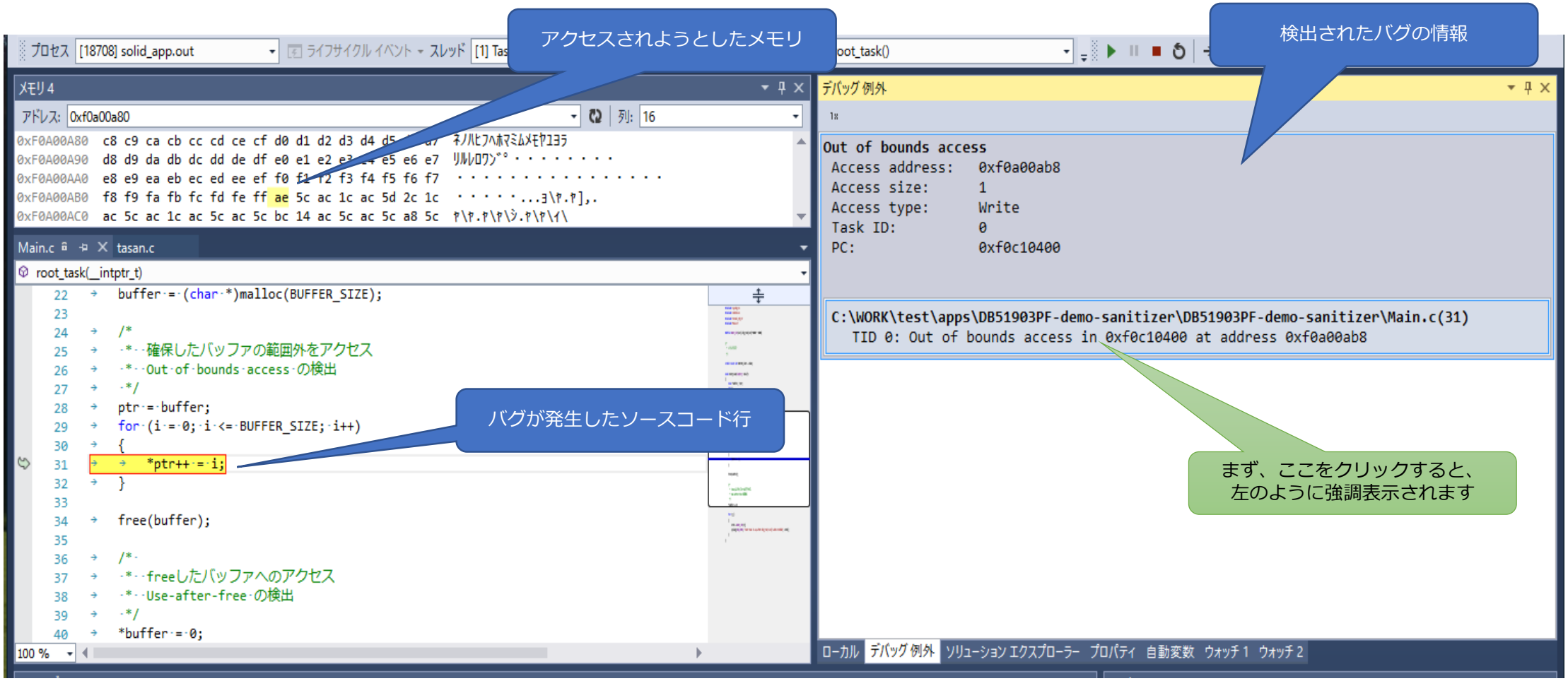
アドレスサニタイザの使い方

実行する際の手順

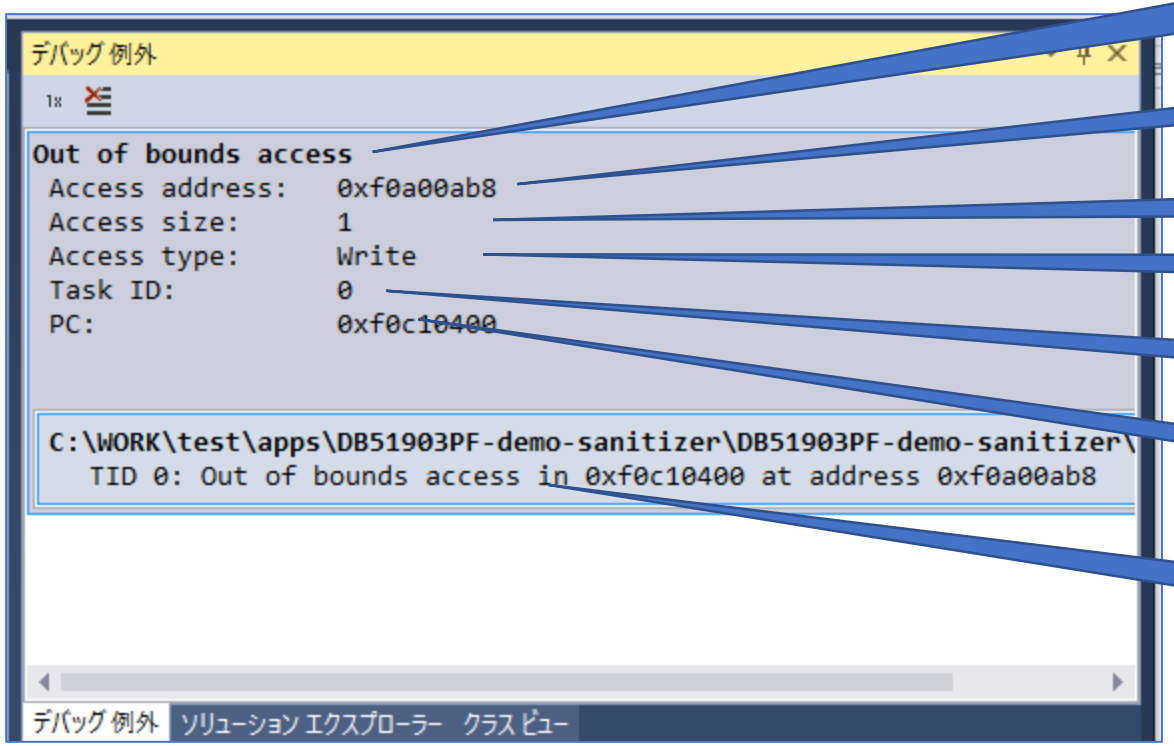
アドレスサニタイザの使い方

- 前述の「アドレスサニタイザ有効モード」でビルドされ、ビルドが正常終了していることを確認。
  ※ビルドがうまく行かない場合は、P.24 以降を確認
- 通常のデバッグと同じように「デバッグの開始」を行います
- 何もなければ、いつも通り動きます。

アドレスサニタイザがバグを検出した時の画面



アドレスサニタイザがバグを検出した時の画面



検出されたバグの内容
- Out of bounds access (変数、配列等の領域がアクセス)
- Access after free (malloc 領域を free後にアクセス)

不正にアクセスしようとしたアドレス

アクセスのサイズ

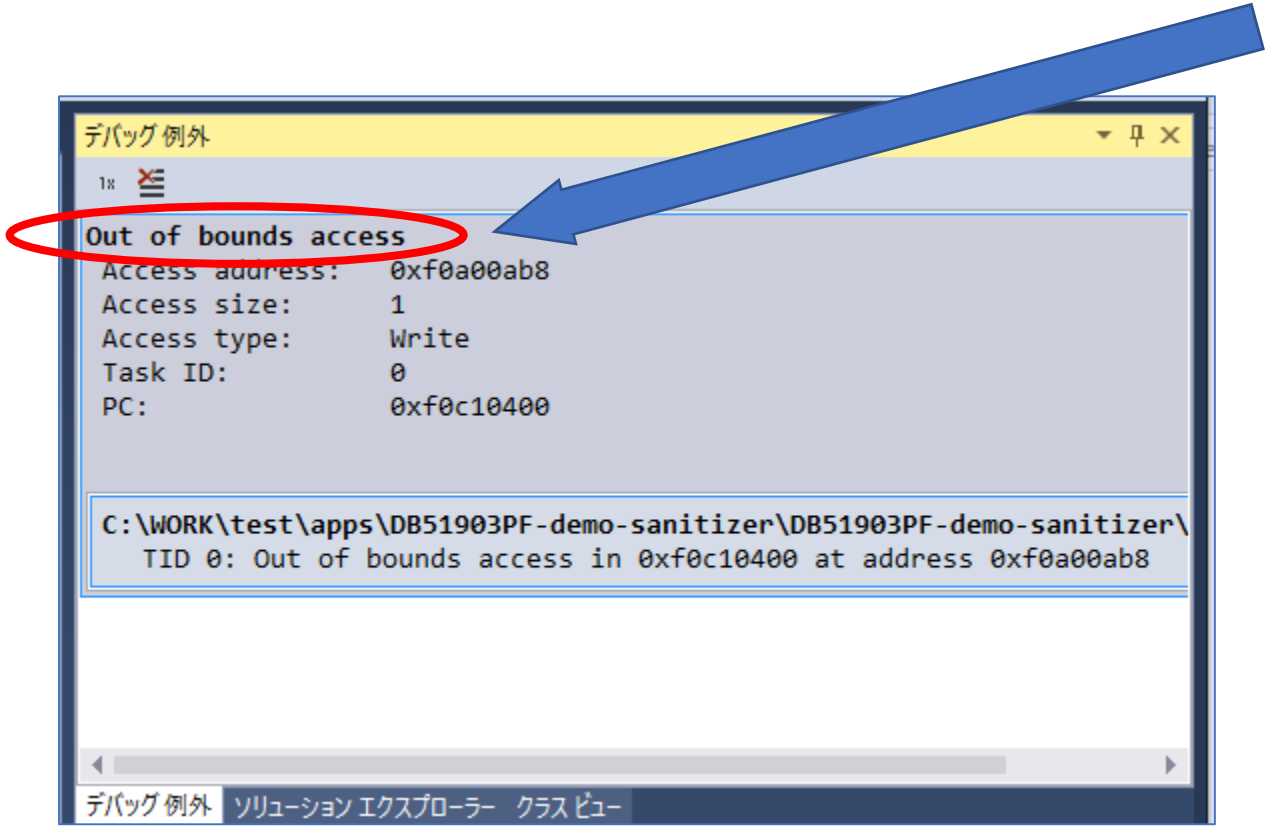
アクセスの種別 (Read/Write)

検出された時点の実行タスク ID

検出された時点のプログラムカウンタの値

検出された時点のプログラムカウンタがある場所のソースコード
および、上記のサマリ

他の例外が発生した場合



- 例外の種類が下記以外の場合は、アドレスサニタイザによる検出ではありません
  - Out of bounds access
  - Access after free
- 例えば
  - Data abort
  - Prefetch abort
  - Translation fault

問題が起きたときに

アドレスサニタイザを有効にしたら動かなくなった

アドレスサニタイザを有効にしたら動かなくなった

- 原因が判らないが動かない
  メモリマップの影響かもしれません。構成を”Debug_clang” にしてビルドしなおし、正しく動作するか確認してください。
- リンク時に “SOLID AREA Full” エラーが出てビルドが失敗する
  アドレスサニタイザの対象のファイル、関数を減らしてみてください。
- スタックオーバーフローが起きた (Data abort caused by stack overflow)
  アドレスサニタイザを有効にすると、通常よりタスクのスタック消費量が増えます。スタックオーバーフローが起きた場合には、スタックサイズを通常2倍程度に増やしてください。

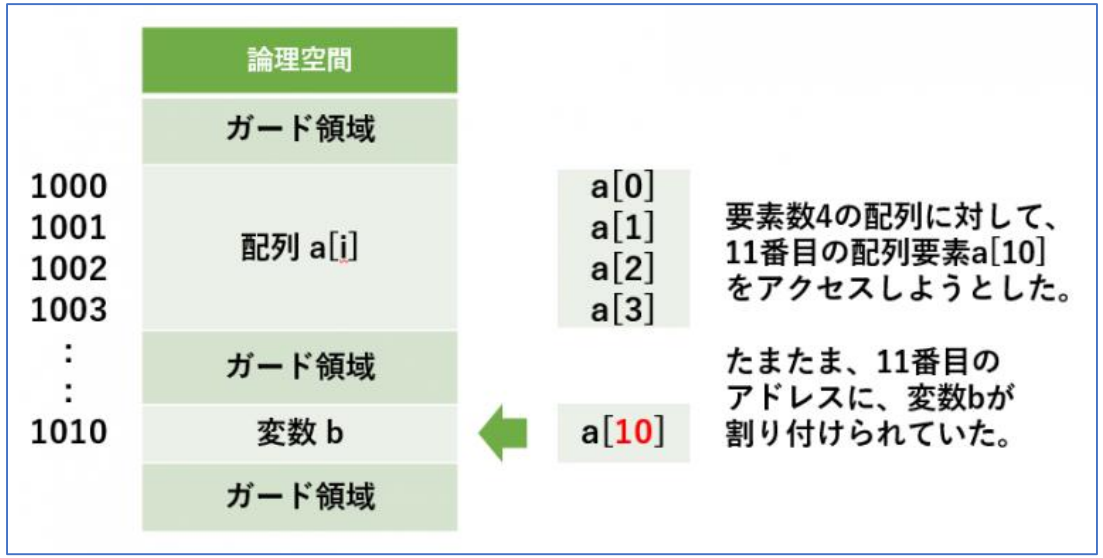
アドレスサニタイザを有効にしたら動かなくなった

- リアルタイム性が必要な処理が間に合わなくなった
  - その部分の処理を行っているファイル、関数をアドレスサニタイザの対象から外してみてください。
  - データの複写や初期値設定を行っている処理があれば、SOLIDの標準関数(memcpy, memset 等)に置き換えてみてください。アドレスサニタイザの実行時間オーバーヘッドが減る可能性があります。

アドレスサニタイザで検出できないケース

アドレスサニタイザは万能ではありません

検出できないケース



- 配列オーバーランしても、偶然、そのアドレスに他の変数や配列があった場合には検出できません。

検出できないケース

```
task1()
{
  char *buffer;
  char var;

  buffer=(char *)malloc(BUFFER_SIZE);
  . . .
  free(buffer);
  . . .  <- ここに task2 が割り込む
  var = *buffer;
    <- task_2がmallocした領域に含まれていた
}
```

```
task2()
{
  char *buffer2;
  buffer2=(char *)malloc(BUFFER_SIZE);
  . . .
}
```

- free()した領域が他のタスク等の malloc() によって割り当てられてしまった場合。
- そのタスクとしては free() した領域でも、不正アクセスとは判定されません。

アドレスサニタイザのオーバーヘッド

メモリサイズ、実行スピードのオーバーヘッドについての注意

オーバーヘッドに注意

- アドレスサニタイザは実現するための原理上、メモリサイズや実行スピードのオーバーヘッドが有ります。
- アドレスサニタイザの仕組みについては以下の URL 参照
  https://solid.kmckk.com/SOLID/archives/2859

オーバーヘッドの概算

- メモリサイズ
  - 前出の「シャドウメモリ」が必要です。
  - 前出のスタックサイズについても有効化時には増やす必要がある場合があります。
  - 変数のガード領域をつくるので、その分スタックや.data, .bss のサイズが増えてコードサイズが大きくなります。
  - チェックコードの呼び出し分、コードサイズが大きくなります。

シャドウメモリ分 : 検出対象エリアサイズ/8

スタックサイズ : 100% 増程度

その他を含め、ざっくり 1～3割程度多くのメモリが必要になります。

オーバーヘッドの概算

- 実行スピードオーバーヘッド
  - バグ発生の可能性があるようなメモリアクセス毎に、チェックコードを呼び出す分、実行スピードのオーバーヘッドがあります。

コードの書き方次第なところもありますが、実行速度は、平均的には2倍程度に低下します。

以上です