

インテル® Parallel Inspector 入門ガイド

本ガイドでは、インテル® Parallel Inspector の基本的な機能を使用して、スレッド化とメモリーに関する問題を特定し、分析する方法を説明します。簡単なコードサンプルを使用して、以下の作業を行います。

- スレッド化エラーやメモリーエラーの分析を設定し、実行する。
- スレッド化エラーとメモリーエラーを特定する。
- 分析を管理し、結果を解釈する。
- 問題を解決する。

注: インテル® Parallel Inspector のビデオデモ ([Show Me](#)) をご利用いただけます。ビデオデモ (Show Me) を表示するには、Adobe® Flash® Player が必要です。

目次

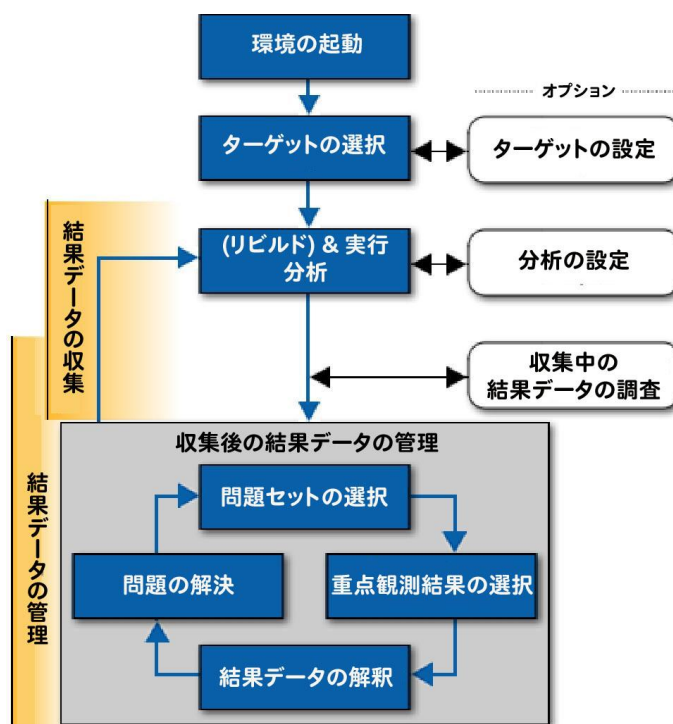
1	概要.....	2
2	ターゲットの選択とビルド.....	4
3	スレッド化データ - 結果データの収集と管理.....	5
4	メモリーエラー - 結果データの収集と管理.....	10
5	ユーザー・リファレンス・ドキュメント.....	14
	著作権と商標について.....	15

1 概要

基本ワークフロー

本ガイドでは、基本的なワークフローに沿ってスレッド化エラーとメモリーエラーを特定し、分析する方法を説明します。

また、このワークフローは、インテル® Parallel Inspector ヘルプの基本編成を示します。



基本的なインテル® Parallel Inspector ワークフロー



ガイドの目的

サンプル・アプリケーションで **abcde** バナーが正しく表示されない原因であるスレッド化エラーとメモリーエラーを特定し、分析します。

```

aaa      b      ccc      d      eee
a a      bbb     c       ddd     e e
a a a    b b     c       d d     e
aaaaa    bbb     ccc     d d     eee

```

サンプル・バナー・アプリケーション

ツール

本ガイドでは、以下のツールを使用します。

- Microsoft* Visual Studio* 2005 または 2008 開発環境
- インテル® Parallel Inspector
- インテル® Parallel Inspector ヘルプ

ヘルプを表示するには、Visual Studio のヘルプメニューから、**[Intel Parallel Studio (インテル(R) Parallel Studio)] > [Parallel Studio Help (インテル(R) Parallel Studio ヘルプ)] > [Inspector Help (インテル(R) Parallel Inspector ヘルプ)]** を選択します。Visual Studio 環境で、インテル® Parallel Inspector を使用する場合は、F1 キーを押すか、または **[?] ボタン** をクリック、あるいは **[Dynamic Help (ダイナミックヘルプ)]** ウィンドウのリンクをクリックして、関連するヘルプをインタラクティブに表示することができます。
- インテル® Parallel Inspector に付属のサンプル・アプリケーション

注: すべてのコードサンプルは、インテル® Parallel Inspector の機能を示すためにだけ設計されています。コードサンプルはマルチスレッド・コードを作成するための最良の事例を表しているわけではありませぬ。分析の性質により、結果は異なることがあります。

準備

1. インテル® Parallel Inspector インストール・フォルダー (デフォルトのインストール・フォルダーは、C:\Program Files\Intel\Parallel Studio\Inspector) の samples*locale* フォルダーからサンプルの .zip ファイルを My Documents\Visual Studio 200x\Intel\samples フォルダーなどにコピーします。
2. サンプルファイルを .zip ファイルから抽出します。

2 ターゲットの選択とビルド

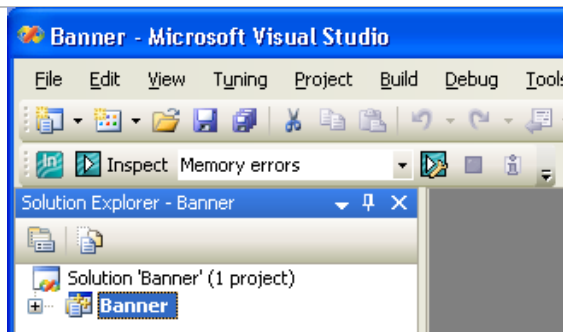
注: このガイドでは、Visual Studio 2005 開発環境のスクリーンショットを使用しています。

注: サンプル・アプリケーションは非決定的です。実際の画面は、本ガイドで示されている画面とは異なることがあります。

ターゲットとは、インテル® Parallel Inspector を使用してスレッド化エラーおよびメモリーエラーを分析する実行ファイルです。

正確な結果データを生成するコンパイラ/リンカーオプションの詳細は、インテル® Inspector ヘルプの「Choosing Targets (ターゲットの選択)」>「About Choosing Targets (ターゲットの選択について)」を参照してください。

1. Microsoft Visual Studio 2005 または 2008 メニューから [File (ファイル)] > [Open (開く)] > [Project/Solution (プロジェクト/ソリューション)] を選択します。
2. **[Open Project (プロジェクトを開く)]** ダイアログボックスで、`banner\Banner.sln` ファイルを開き、**[Solution Explorer (ソリューションエクスプローラ)]** にソリューション/プロジェクトを表示します。
3. Banner プロジェクトがハイライトされていることを確認してください。
4. Visual Studio メニューから **[Debug (デバッグ)] > [Start Without Debugging (デバッグなしで開始)]** を選択し、プロジェクトをコンパイル、リンク、テストします。
5. **出力を確認して**、プロジェクトが正常にコンパイルされているかどうかを確認します。
6. コンソールウィンドウでバナーの表示を確認します。これにより、インテル® Parallel Inspector を使用せずにプロジェクトが実行されていることが確認できます。Enter キーを 2 回押して、コンソールウィンドウを閉じます。



```
Banner - 0 error(s), 0 warning(s)
***** Build: 1 succeeded, 0 failed, 0 up-to-date, 0 skipped *****
```

```
aaa      b      eee
aa       b      ee
a a      bbb     ee
a a a    b b     e
aaaa    bbb     ccc
```



3 スレッド化データ

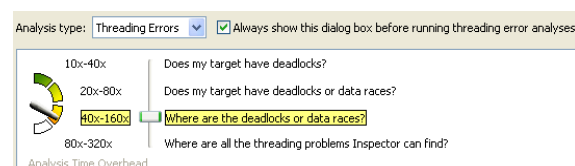
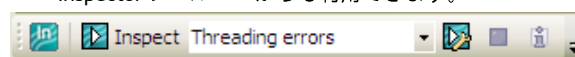
- 結果データの収集と管理

[Show Me](#)

分析の設定と実行

1. Visual Studio メニューから [Tools (ツール)] > [Intel Parallel Inspector (インテル(R) Parallel Inspector)] > [Inspect Threading Errors (スレッド化エラーの検証)] を選択し、[Configure Analysis (分析の設定)] ダイアログボックスを表示します。
2. [Analysis type (分析の種類)] ドロップダウン・リストに [Threading Errors (スレッド化エラー)] が表示されていることを確認します。
3. 結果スコープのスライダを [Where are the deadlocks or data races? (デッドロックまたはデータの競合の場所は?)] プリセットレベルに合わせます。

注: このメニューコマンドは、インテル® Parallel Inspector ツールバーからも利用できます。




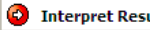
構成レベルのプリセットについての情報は、インテル®Parallel Inspector ヘルプの「Configuring Analyses (分析の設定)」 > 「About Configuring Analyses (分析の構成について)」を参照してください。



4. **[Run Analysis (分析の実行)]** ボタンをクリックして、ターゲットを実行し、ソリューション・フォルダーの My Inspector Results\resultdir*.insp ファイルに結果データを収集します。
5. バナーが正しく表示されていないことに注目してください (abcde ではなく、abce になっている)。
6. Enter キーを押して、ターゲットの実行を終了し、コンソールウィンドウを閉じます。
7. **[Event Log (イベントログ)]** ウィンドウで、**[Interpret Result (結果の解釈)]** ボタンをクリックし、結果データの処理を開始します。

例: My Inspector Results\r000-ti3\r000-ti3.insp (ti = スレッドエラー結果タイプ、3 = 3 番目のプリセットレベル)。

```
aaa      b      ccc      eee
a a      b      c      e e
a a a    bbb     c      eee
a a a    b b     c      e
aaaaa    bbb     ccc     eee
```

 Analysis completed successfully 

問題セットの選択

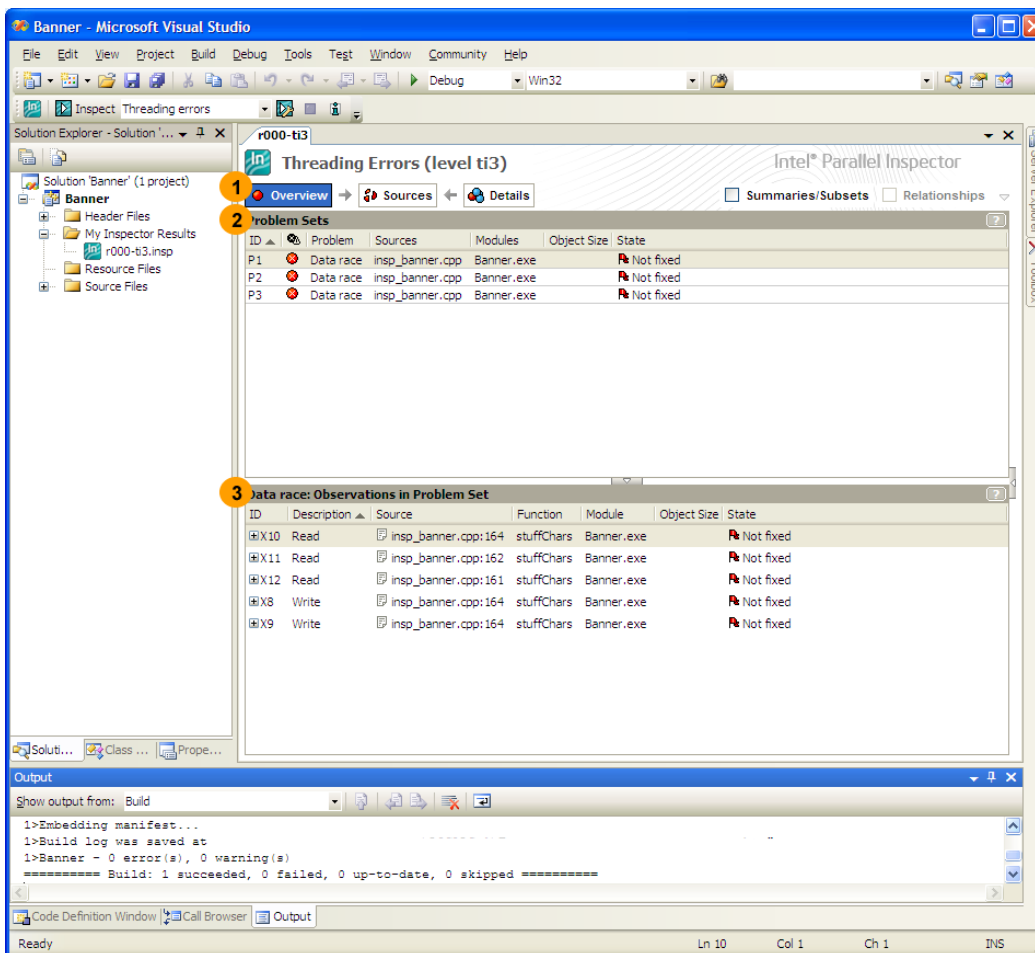
「観測結果」とは、ターゲット・ソース・コードについての事実です。

「問題」とは、エラーを示す、密接に関連した観測結果の小さなグループです。

「問題セット」とは、共通のソリューションを持つ可能性のある、大まかに関連した観測結果の大きなグループです。

データ競合の問題は次のような場合に発生します。

- 適切な同期処理が行われずに複数のスレッドが同じメモリー位置に書き込む場合。
- 1つのスレッドが読み込みを行う際に、適切な同期処理が行われずに別のスレッドが同時に同じメモリー位置に書き込みを行う場合。
- 1つのスレッドが書き込みを行う際、別のスレッドが同じメモリー位置から同時に読み込みを行う場合。



- 1 **[Overview (概要)]** ウィンドウは、結果データの処理を開始するデフォルトのスタート地点です。
- 2 **[Problem Sets (問題セット)]** ペインは、重大度とサイズによって問題セットの優先度付けを行います。**[Problems Sets (問題セット)]** ペインは、「やること」のリストと考えてください。上から下へ順に作業していきます。
- 3 インテル® Parallel Inspector はデフォルトで最初の問題セットを選択し、そのセットのすべての問題の観測を **[Observations in Problem Set (問題セットの観測結果)]** に表示します。

重点観測結果の選択

「重点観測結果」とは、調査対象と関連のある観測結果を指します。

問題を解決する上で知っておくべきことは、問題タイプの説明(この場合は「Data race (データ競合)」)と観測タイプの説明(この場合は「Read (読み取り)」と「Write (書き込み)」)の2点です。場合によっては、1つまたは複数の観測結果のソースコードを表示するだけで済むかもしれませんが。その場合は、**+** アイコンをクリックして、ソース・コード・スニペットを表示します。しかし、問題の解決には観測結果間の関係を理解しなければならないことがあります。その場合は、**[Observations in Problem Set (問題セットの観測結果)]** ペインの最初の「Write」観測結果をダブルクリックして、**[Sources (ソース)]** ウィンドウを表示し、問題セットのその他の観測結果の関係を検証します。

結果データの解釈



The screenshot displays the Intel Parallel Inspector interface for a data race problem. The 'Sources' window (1) shows the source code for 'insp_banner.cpp:164 - Write'. The 'Call Stack' window (3) shows the call stack for the selected observation. The 'Related Observation' window (4) shows the source code for the related observation. The 'Race: Observations in Problem Set' table (2) lists the observations, and the 'Observation Relationships' window (5) shows the relationship between two 'Write' observations at the same location.




ID	Desc...	Source	Function	Module	Object Size	State
X10	Read	insp_banner.cpp:164	stuffChars	Banner.exe		Not fixed
X11	Read	insp_banner.cpp:162	stuffChars	Banner.exe		Not fixed
X12	Read	insp_banner.cpp:161	stuffChars	Banner.exe		Not fixed
X8	Write	insp_banner.cpp:164	stuffChars	Banner.exe		Not fixed
X9	Write	insp_banner.cpp:164	stuffChars	Banner.exe		Not fixed

- 1 **[Sources (ソース)]** ウィンドウは、観測結果の関係を解明するさまざまなヒントを提供します。

- 結果データの収集と管理

- 2 **[Observations in Problem Sets (問題セットの観測結果)]** ペインには、問題セットのすべての問題の観測結果が表示されます。
- 3 **[Focus Observation Code (重点観測結果コード)]** ペインと **[Focus Observation Call Stack (重点観測結果のコールスタック)]** ペインには、選択された重点観測結果のソースコードと親の場所が表示されます。
- 4 **[Related Observation Code (関連観測結果コード)]** ペインと **[Related Observation Call Stack (関連観測結果のコールスタック)]** ペインには、重点観測結果に関連する1つの観測結果のソースコードと親の場所が表示されます。異なる関連観測結果のソースコードを表示するには、**[Observations in Problem Set (問題セットの観測結果)]** で観測結果をクリックします。
- 5 **[Observation in Relationships (関係による観測結果)]** ペインには、問題セットの問題における現在の重点観測結果と関連観測結果の関係がグラフィカルに表示されます。

[Sources (ソース)] ウィンドウの  アイコンと  アイコンに注意してください。

アイコン	意味
	この観測結果は、重点観測結果です。観測結果には、インテル® Parallel Inspector で表示して、Visual Studio コードエディターで編集することができるソースコードが含まれています。ソースコードは、 [Focus Observation Code (重点観測結果コード)] ペイン ([Sources (ソース)] ウィンドウの上部) に現在表示されています。
	この観測結果は、重点観測結果と関係があります。表示と編集が可能なソースコードが含まれ、 [Related Observation Code (関連観測結果コード)] ペイン ([Sources (ソース)] ウィンドウの中央) に現在表示されています。
	この観測結果には、表示と編集が可能なソースコードが含まれています。
なし	この観測結果には、表示と編集が可能なソースコードは含まれていません。

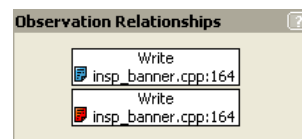
ダイアグラムを右クリックして、ポップアップメニューを表示し、**[Explain Problem (問題の説明)]** を選択すると、この問題に関するインテル® Parallel Inspector ヘルプ情報が表示されます。

[Observation Relationships (観測結果の関係)]

ペインのダイアグラムを確認してください。

関係ダイアグラムには、次の項目があります。

- ダイアグラムの各ボックスは、問題の観測結果を表しています。
- 1つのボックスしかないダイアグラムは、関連する観測結果のない小さな問題です。
- 縦に積み重ねられたボックスは、同時発生の観測結果を示しています。
- 左右に並べられ、矢印で結合されたボックスは、時間順を示しています。
- 線で結合されたボックスは、関係を示しています。



このダイアグラムでは、問題が明確に特定されています。適切な同期処理が行われずに2つのスレッドが同じメモリー位置に書き込みを行うデータ競合が発生しています。

問題の解決

標準デバッグの状態で、次の操作を行います。

1. **[Focus Observation Code (重点観測結果コード)]** ペインと **[Related Observation Code (関連観測結果コード)]** ペインでソースコードを確認します。
2. 編集するソースコードをダブルクリックします。
ソースファイルをダブルクリックすると、新しいタブが開き、Visual Studio コードエディターでコードを編集することができます。
3. この問題のソースコードの変更が終了したら、結果データのタブに戻り、**[Observations in Problem Set (問題セットの観測結果)]** ペインで別の観測結果をクリックして、問題セットのその他の問題を調査します。必要に応じて、ソースコードを変更します。
4. ソースコードの変更後、結果データタブの **[Overview (概要)]** ボタンをクリックして、**[Overview (概要)]** ウィンドウに戻ります。
5. 最初の問題セットと同じように残りの問題セットも処理します。
6. 問題セットを処理したら、ターゲットをリビルドして、分析に戻ります。Visual Studio メニューから、**[Tools (ツール)]** > **[Intel Parallel Inspector (インテル(R) Parallel Inspector)]** > **[Re-inspect (再検証)]** をクリックします。

注: 結果の種類と範囲は、再設定されるまでターゲットで保持されます。

すべてのスレッド化問題が適切に処理されると、インテル® Parallel Inspector には、問題セットは表示されません。ただし、**Banner** ターゲットには、まだエラー (メモリーエラー) が含まれているため、バナーは正しく表示されません。

「メモリーエラー - 結果データの収集と管理」セクションに進んでください。

4 メモリーエラー - 結果データの収集と管理

[Show Me](#)

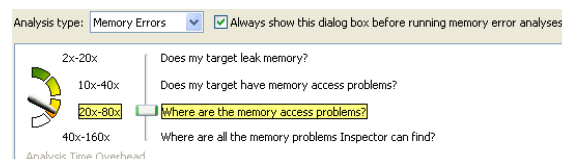
メモリー結果データの収集と管理は、スレッド化結果データの収集と管理の方法に似ています。主な違いは、**[Configure Analysis (分析の設定)]** ダイアログボックスでの選択項目です。

注: インテル® Parallel Inspector を使用して、シングルスレッド・アプリケーションのメモリーエラーも検証できます。



分析の設定と実行

1. Visual Studio メニューから [Tools (ツール)] > [Intel Parallel Inspector (インテル(R) Parallel Inspector)] > [Inspect Memory Errors (メモリーエラーの検証)] を選択し、[Configure Analysis (分析の設定)] ダイアログボックスを表示します。
2. [Analysis type (分析の種類)] ドロップダウン・リストに [Memory Errors (メモリーエラー)] が表示されていることを確認します。
3. 結果スコープのスライダーを [Where are the memory access problems? (メモリアクセスの問題が発生している場所は?)] プリセットレベルに合わせます。
4. [Run Analysis (分析の実行)] ボタンをクリックしてターゲットを実行し、ソリューション・フォルダーの別の My Inspector Results\resultdir*.insp ファイルに結果データを収集します。
5. バナーが正しく表示されていないことに注目してください (abcde ではなく、ab cd になっている)。
6. Enter キーを押して、ターゲットの実行を終了し、コンソールウィンドウを閉じます。
7. [Event Log (イベントログ)] ウィンドウで、[Interpret Result (結果の解釈)] ボタンをクリックし、結果データの処理を開始します。



例: My Inspector Results\r000-mi3\r000-mi3.insp (mi = メモリーエラー結果タイプ、3 = 3 番目のプリセットレベル)。



問題セットの選択

メモリーリーク問題は、メモリーブロックが割り当てられ、解放されない場合に発生します。

ID	Problem	Sources	Modules	Object Size	State
P1	Memory leak	insp_banner.cpp	Banner.exe	15	Not fixed

インテル® Parallel Inspector は、デフォルトで1つの問題セットが選択されます。

重点観測結果の選択

[Allocation site (割り当てサイト)]の観測結果は、メモリーブロックが割り当てられた場所と関連コールスタックを表します。

ID	Description	Source	Function	Module	Object Size	State
X1	Allocation site	insp_banner.cpp:52	main	Banner.exe	15	Not fixed

X1 観測結果をダブルクリックします。

結果データの解釈

The screenshot displays the Intel Parallel Inspector interface. The main window shows the 'Memory Errors (level mi3)' view with the 'Sources' tab selected. A focused observation is shown for 'insp_banner.cpp:52 - Allocation site'. The source code is visible, highlighting the line: `char* prefix = (char*)malloc(15);`. The 'Call Stack' on the right shows the call path: `Banner.exe!main - insp_bann...`. Below the source code, a table shows the 'Memory leak: Observations in Problem Set' with one entry: X1 Allocation site at insp_banner.cpp:52. The 'Observation Relationships' panel at the bottom right shows a box for 'Allocation site insp_banner.cpp:52'.



問題の解決

標準デバッグの状況で、次の操作を行います。

1. **[Focus Observation Code (重点観測結果コード)]** ペインをダブルクリックして、新しいタブにソースファイルを開きます。Visual Studio のコードエディターで編集できます。
2. ソースコードの変更後、結果データタブの **[Overview (概要)]** ボタンをクリックして、**[Overview (概要)]** ウィンドウに戻ります。
3. ターゲットをリビルドして、分析に戻ります。Visual Studio メニューから、**[Tools (ツール)] > [Intel Parallel Inspector (インテル(R) Parallel Inspector)] > [Re-inspect (再検証)]** をクリックします。

メモリー問題を適切に処理したら、インテル® Parallel Inspector では、問題は表示されなくなります。

代わりに、スレッド化エラーとメモリーエラーがない場合、インテル® Parallel Inspector の結果を調査します。

1. **Banner** ソリューション/プロジェクトを閉じます。
2. `banner\BannerFixed.sln` ファイルを開きます。
3. **BannerFixed** ターゲットをビルドします。
4. スレッド化分析を設定して、実行します。
 - バナーが正しく表示されていることに注目してください。
 - 任意のキーを押して、ターゲットの実行を終了し、コンソールウィンドウを閉じて **[Event Log (イベントログ)]** ウィンドウの **[Interpret Result (結果の解釈)]** ボタンをクリックすると、**[Overview (概要)]** ウィンドウには問題セットは表示されません。
5. メモリー分析を設定して実行します。
 - バナーが正しく表示されていることに注目してください。
 - 任意のキーを押して、ターゲットの実行を終了し、コンソールウィンドウを閉じて **[Event Log (イベントログ)]** ウィンドウの **[Interpret Result (結果の解釈)]** ボタンをクリックすると、**[Overview (概要)]** ウィンドウには問題セットは表示されません。
6. 必要に応じて任意の差分ツールを使用し、`banner\insp_banner.cpp` ファイルと `banner\insp_bannerfixed.cpp` ファイルを比較します。

注: 次のステップとして、『*インテル® Parallel Inspector サンプル・コード・ガイド*』(英語)を参照してください。このガイドでは、追加のコードサンプルを使用して、5つの基本的なスレッド化とメモリー問題を解決する方法を説明します。

5 ユーザー・リファレンス・ドキュメント

本ガイドは、インテル® Parallel Inspector の基本機能を紹介しています。より詳細な機能については、次の資料を参照してください。

資料	説明
インテル® Parallel Inspector ドキュメント	この HTML ページから、その他のインテル® Parallel Inspector のドキュメントへリンクされています。Windows* の [スタート] メニューから、 [Intel Parallel Studio (インテル(R) Parallel Studio)] > [Parallel Studio Documentation (インテル(R) Parallel Studio ドキュメント)] > [Inspector Documentation (インテル(R) Parallel Inspector ドキュメント)] をクリックして表示します。
サンプルコード	一般的なスレッド化とメモリーエラーの解決方法を学習できるサンプルファイルが <install_dir>\samples に zip 形式で提供されています。 <install_dir>\documentation\<locale> のサンプル・コード・ガイド (英語) を参照してください。
インテル® Parallel Studio の資料	インテル® Parallel Studio は、インテル® Parallel Amplifier、インテル® Parallel Composer、インテル® Parallel Inspector が含まれた並列化のための包括的なツールセットを提供します。 インテル® Parallel Studio の全コンポーネントの概要は、『インテル® Parallel Studio 入門ガイド』を参照してください。Windows の [スタート] メニューから、 [Intel Parallel Studio (インテル(R) Parallel Studio)] > [Getting Started (入門ガイド)] > [Parallel Studio Getting Started Guide (インテル(R) Parallel Studio 入門ガイド)] をクリックして表示します。 インストールされている各インテル® Parallel Studio ツールのドキュメントを開くには、Windows の [スタート] メニューから、 [Intel Parallel Studio (インテル(R) Parallel Studio)] > [Parallel Studio Documentation (インテル(R) Parallel Studio ドキュメント)] > [Inspector Documentation (インテル(R) Parallel Inspector ドキュメント)] を選択します。 インテル® Parallel Studio に関するその他の情報は、 http://www.intel.com/software/products/ を参照してください。



著作権と商標について

本資料に掲載されている情報は、インテル製品の概要説明を目的としたものです。本資料は、明示されているか否かにかかわらず、また禁反言によるとよらずにかかわらず、いかなる知的財産権のライセンスも許諾するものではありません。製品に付属の売買契約書『Intel's Terms and Conditions of Sale』に規定されている場合を除き、インテルはいかなる責を負うものではなく、またインテル製品の販売や使用に関する明示または黙示の保証(特定目的への適合性、商品性に関する保証、第三者の特許権、著作権、その他知的財産権の侵害への保証を含む)にも一切応じないものとします。

インテルによる書面での合意がない限り、インテル製品は、その欠陥や故障によって人身事故が発生するようなアプリケーションでの使用を想定した設計は行われていません。

インテル製品は、予告なく仕様や説明が変更される場合があります。機能または命令の一覧で「留保」または「未定義」と記されているものがありますが、その「機能が存在しない」あるいは「性質が留保付である」という状態を設計の前提にしないでください。これらの項目は、インテルが将来のために留保しているものです。インテルが将来これらの項目を定義したことにより、衝突が生じたり互換性が失われたりしても、インテルは一切責任を負いません。この情報は予告なく変更されることがあります。この情報だけに基づいて設計を最終的なものとししないでください。

本資料で説明されている製品には、エラッタと呼ばれる設計上の不具合が含まれている可能性があり、公表されている仕様とは異なる動作をする場合があります。現在確認済みのエラッタについては、インテルまでお問い合わせください。

最新の仕様をご希望の場合や製品をご注文の場合は、お近くのインテルの営業所または販売代理店にお問い合わせください。

本書で紹介されている注文番号付きのドキュメントや、インテルのその他の資料を入手するには、1-800-548-4725 (アメリカ合衆国) までご連絡いただくか、インテルの Web サイトを参照してください。

インテル® プロセッサ・ナンバーはパフォーマンスの指標ではありません。プロセッサ・ナンバーは同一プロセッサ・ファミリー内の製品の機能を区別します。異なるプロセッサ・ファミリー間の機能の区別には用いません。詳細については、http://www.intel.co.jp/products/processor_number/ を参照してください。

Intel、インテル、Intel ロゴは、アメリカ合衆国およびその他の国における Intel Corporation の商標です。

* その他の社名、製品名などは、一般に各社の表示、商標または登録商標です。

© 2009 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

Microsoft 製品のスクリーンショットは、Microsoft Corporation の許可を得て使用しています。