インテル® Visual Fortran コンパイラー 11.0 Windows* 版 プロフェッショナル・エディション

ー 入門ガイド ー

エクセルソフト株式会社
www.xlsoft.com

ー 目次 ー

1．はじめに

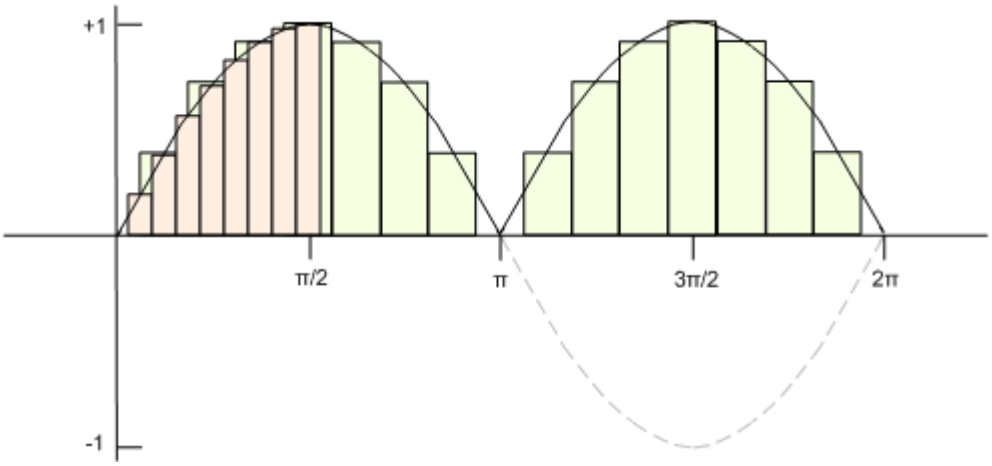
インテル® Visual Fortran コンパイラー 11.0 プロフェッショナル・エディションのインストールが完了したら、適切なインストール、設定、およびインテル® Visual Fortran コンパイラーの基本動作を確認するため、本ドキュメントで説明する動作検証を行ってください。動作検証は、コマンドラインおよび Microsoft* Visual Studio* 統合開発環境 (IDE) を使用して行います。なお、この検証では IA-32 対応アプリケーション用インテル® Visual Fortran コンパイラー、および以下に示すサンプルコードを使用します。

<Install-Dir>¥Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥Samples¥Fortran¥optimize¥int_sin.f90

Note : <Install-Dir> は、インテル® Visual Fortran コンパイラーのインストール・パスです。デフォルトは “C:¥Program Files¥Intel” です。また “xxx” はマイナーバージョン番号を示します。

1－1．検証用サンプルコード

検証用サンプルコードは、1 サイクル 2πラジアンの正弦曲線の絶対値を積分する数値演算プログラムです。次の図は、計算に使用される方法を示しています。この方法は、曲線と上辺の中央部分が一致するように長方形を連続的に追加します。長方形の数が増えると (長方形の幅が狭くなると)、計算される領域は 4 (4.0) に近づきます。次の図は、2^4 内点と 2^5 内点の最初の 8 片で何が計算されているかを示しています。



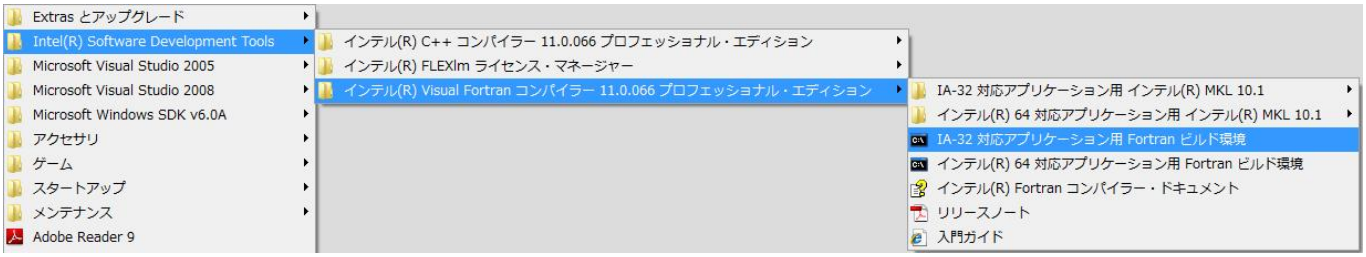
検証用ソースファイルをコンパイルして実行し、出力が既知の正しい値である 4 に収斂するかどうかをチェックすることで、コンパイラーが適切にインストールされたかどうかを確認できます。また、このサンプルコードには、インテルの数値演算ライブラリーを使用しますので、インテル・ライブラリーが正しくインストールされているかどうかも確認することができます。サンプルコード内の時間関数は、プログラム実行の開始から終了までを測定したアプリケーションの時間を返します。

2. コマンドラインからの操作方法

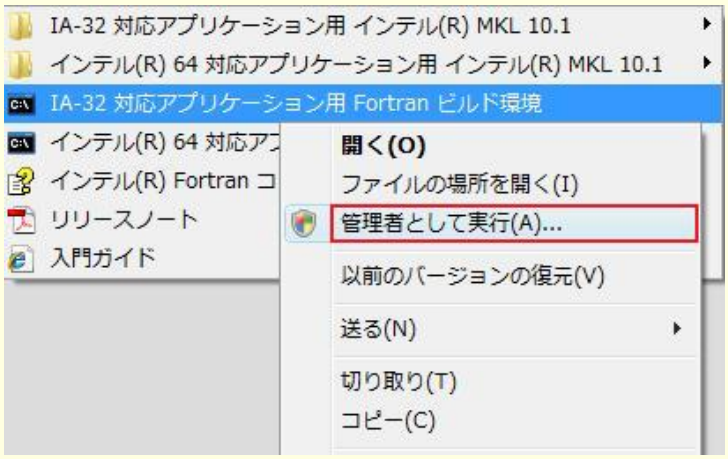
インテル® Visual Fortran コンパイラーは、ifort コマンドを使用してコマンドラインから実行します。作業の大部分をコマンドラインからではなく、Microsoft Visual Studio IDE を使用して行っている場合でも、このセクションをスキップせず、動作検証を行うことをお勧めします。
以下の手順に従って、コマンドラインにおける動作検証を行ってください。

1. Windows [スタート] メニューから [プログラム] > [Intel(R) Software Development Tools] > [インテル (R) Visual Fortran コンパイラー 11.0.xxx プロフェッショナル・エディション] > [IA-32 対応アプリケーション用 Fortran ビルド環境] を選択して、インテル Visual Fortran コンパイラー専用コマンドウィンドウを開きます。このウィンドウでは、ビルドに必要な環境変数（PATH、LIB、INCLUDE）の設定が行われています。これは、コマンドウィンドウ起動時に以下のバッチファイルが起動されるからです。

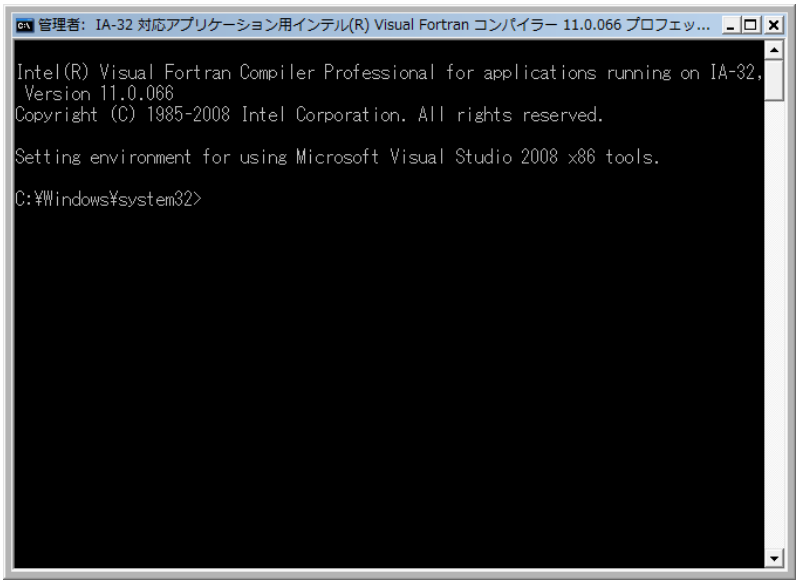
   “<install-dir>¥Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥Bin¥ifortvars.bat ia32”



ご注意：Microsoft Windows Vista* を使用している場合は、下図のようにショートカットを右クリックして表示されるメニューから [管理者として実行] を選択してください。



図：インテル® Visual Fortran コンパイラー専用コマンドウィンドウ



2. 表示されるコマンドプロンプトに、まずは以下のように ifort コマンドを実行してみましょう。この実行でコンパイラーのバージョン情報などが表示されていれば、ifort コマンドへのパスが確認されたことになります。

```
prompt> ifort
```

3. 次にマイクロソフト・リンカー link コマンドを実行してみましょう。この実行で link コマンドの使用方法などが表示されることを確認してください。このマイクロソフト・リンカーは、ifort コマンドのビルド過程でコールされます。

```
prompt> link
```

ご注意： link コマンドの実行が正常に行われない場合は、Visual Studio などのビルド環境が正しくインストールされていない可能性があります。インテル® Visual Fortran コンパイラーのサポートするビルド環境を確認の上、インテル® コンパイラーの再インストールを行ってください。

Note： ifort コマンドは、内部でインテル® Visual Fortran コンパイラー（fortcom.exe）をコールしてコンパイル処理を行い、その後マイクロソフト・リンカー（link.exe）をコールしてリンク処理を行います。このように、ifort はビルド工程を処理しているので一般的にインテル® コンパイラー・ドライバーと呼ばれています。

4. カレント･ディレクトリーを int_sin.f90 検証用サンプルコードが存在するフォルダーまで移動します。

```
prompt> cd <install-dir>¥ Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥Samples¥Fortran¥optimize
```

２－１．コンパイル（最適化オプションなし）

最初に、最適化オプションを使用しないでコンパイルし、パフォーマンスの基準を確認します。次のようにインテル® Visual Fortran コンパイラーを実行してサンプルコードのコンパイルを行ってください。

```
prompt> ifort /Od int_sin.f90
```


Note：インテル® Visual Fortran コンパイラーは、特にオプションを指定しなくても、デフォルトでいくつかの最適化オプションが有効になります。そのため、最適化なしでコンパイルする場合は、オプション（/Od）を付加してデフォルトの最適化オプションを無効にする必要があります。なお、/Od などの “O” は大文字アルファベットのオーです。これは、Optimization（最適化）の頭文字を意味しています。

また、以下のように /Zi デバッグ・オプションを使用しても構いません。この場合もデフォルトの最適化オプションが無効になり、かつデバッグ情報が組み込まれます。

```
prompt> ifort /Zi int_sin.f90
```

２－２．実行/プログラムの検証

実行プログラムは、サンプルコードと同じディレクトリーに “int_sin.exe” という名前で生成されます。次のようにプログラムを実行します。

```
prompt> int_sin.exe
```

各計算で消費される実行時間 (プロセッサー・クロック・サイクルの数) は、内点の数が増えると、計算された整数値 4.0 に近く (または等しく) なります。プログラムを実行すると、次のような出力結果が表示されます。

```
     Number of          | Computed Integral |
 Interior Points |                         |
---------------------------------------------
                4    |    3.1415927E+00    |
---------------------------------------------
                8    |    3.7922378E+00    |
---------------------------------------------
               16    |    3.9484632E+00    |
---------------------------------------------
               32    |    3.9871407E+00    |
```

64	3.9967867E+00
128	3.9991968E+00
256	3.9997992E+00
512	3.9999498E+00
1024	3.9999875E+00
2048	3.9999969E+00
4096	3.9999992E+00
8192	3.9999998E+00
16384	4.0000000E+00
32768	4.0000000E+00
65536	4.0000000E+00
131072	4.0000000E+00
262144	4.0000000E+00
524288	4.0000000E+00
1048576	4.0000000E+00
2097152	4.0000000E+00
4194304	4.0000000E+00
8388608	4.0000000E+00
16777216	4.0000000E+00
33554432	4.0000000E+00
67108864	4.0000000E+00

CPU Time = 8.751657 seconds

２－３．コンパイル（最適化オプションあり）

インテル® Visual Fortran コンパイラーには多くの最適化オプションが用意されています。これらの最適化オプションを使用してプログラムのパフォーマンスを向上させることができます。ここでは、次のようにインテル® コンパイラーのデフォルトの最適化オプションを使用してコンパイラーを実行してください。

```
prompt> ifort int_sin.f90
```

デフォルトの最適化オプションには以下のようなオプションが含まれます。

- /O2 ・・・ 速度重視の最適化オプション
- /arch:SSE2・・・ SSE2 の命令を搭載したプロセッサーに特化した最適化オプション

２－４．実行/パフォーマンスの比較

次のように、最適化された int_sin プログラムを実行します。

```
prompt> int_sin.exe
```

最適化を行わなかった場合と、CPU 時間を比較します。実際の時間の差は使用するシステムのアーキテクチャーに依存します。

```
                :
                :
---------------------------------------
        16777216    |    4.0000000E+00    |
---------------------------------------
        33554432    |    4.0000000E+00    |
---------------------------------------
        67108864    |    4.0000000E+00    |
---------------------------------------

 CPU Time =       1.575610         seconds
```

Note : インテル® Visual Fortran コンパイラーは、デフォルトで最適化オプション /arch:SSE2 を使用しているため、作成される実行形式ファイルは、SSE2 命令を搭載したプロセッサーでのみ実行可能です。それ以外のプロセッサー、例えば、インテル® Pentium III などの SSE2 命令を持たないプロセッサーで動作可能な実行形式ファイルを作成する場合は、/Od オプションにてデフォルト最適化オプションを無効にするか、または /arch:IA32 オプションを指定して以下のようにコンパイルしてください。

```
prompt> ifort /arch:IA32 int_sin.f90
```

２－５．コンパイル（最適化オプションあり）－ その２

ここでは、さらに有効な最適化オプションを２つ試してみます。
１つ目は、/O2 よりもさらに強力な /O3 オプションです。
２つ目は、SSE の命令を搭載するインテル® プロセッサーに特化したベクトル化と呼ばれる /QxHost オプション です。このオプションは、プログラム内のループ処理を対象に最適化を行いますが、すべてのループ処理がベクトル化されるとは限りません。本オプションは、各ループ処理を診断しベクトル化可能であると判断されたループに対してのみ最適化が実行されます。


Note：インテル® コンパイラーの提供するベクトル化オプションは、以下のように SSE のバージョンごとに分かれています。

/QxSSE2、/QxSSE3、 /QxSSSE3、 /QxSSE4.1、 /QxSSE4.2

/QxHost オプションは、コンパイルが実行されるシステムのプロセッサーが持つ最新の SSE 命令に対応したベクトル化オプションを自動で選択してくれる便利なオプションです。例えば、コンパイル作業を行う開発システムが SSSE3 を搭載するインテル® Core™2 Duo プロセッサーなどの場合は、/QxHost オプションは /QxSSSE3 オプションに置き換えられます。なお、作成される実行形式ファイルは、SSSE3 に特化したバイナリーコードであるため、実行環境は少なくとも SSSE3 命令を搭載したプロセッサーである必要があります。一般的に /QxHost オプションは、開発システムが実行環境となる場合に使用されるオプションです。これら /Qx 系オプションに対し、インテル® コンパイラーは、/Qax 系というオプションが用意されています。このオプションを使用した場合は、作成される実行形式ファイルは、SSE 命令に特化したコードに加え、汎用コード（/arch:SSE2）も追加されるので、実行環境を特定しません。このオプションも SSE のバージョンごとに以下のように分かれています。

/QaxSSE2、/QaxSSE3、 /QaxSSSE3、 /QaxSSE4.1、 /QaxSSE4.2

/arch オプションも SSE 命令を使用したベクトル化オプションで、SSE の各バージョン単位でオプションが存在しますが、/Qx、/Qax オプションはよりインテル® プロセッサーに最適なバイナリーを生成するように設計されています。

ここでは、ベクトル化オプションとして /QxHost を使用してコンパイルを行いますが、特定のベクトル化オプションを直接指定しても構いません。ベクトル化オプションに関する詳細は、インストールされるコンパイラー・マニュアル、または以下の『インテル® コンパイラー最適化クイック・リファレンス・ガイド』を参照してください。

http://jp.xlsoft.com/documents/intel/compiler/qr_guide_jp.pdf

では、/O3 オプションと /QxHost オプションを指定して以下のようにコンパイルしてください。

```
prompt> ifort /O3 /QxHost int_sin.f90
```

Note：インテル® コンパイラーはデフォルトのコンパイルオプションを有しますが、オプションが指定された場合は、その指定されたオプションと同種類のデフォルトオプションが置き換えられます。この例の場合、デフォルトオプション /O2 が /O3 に置き換えられ、/arch:SSE2 が /QxHost オプションに置き換えられます。

Note：インテル® コンパイラーでは、ベクトル化の診断情報を表示するオプションがあります。以下のように /Qvec-report オプションに診断レベルの番号を指定してコンパイルを実行すると、プログラム内の各ループし対して診断情報を表示することができます。

```
prompt> ifort /O3 /QxHost /Qvec-report:3 int_sin.f90
```

２－６．実行/パフォーマンスの比較 － その２

実際にベクトル化された int_sin.exe プログラムを実行し、結果を比較してください。

```
prompt> int_sin.exe

        :
        :
---------------------------------------
     8388608    |    4.0000000E+00    |
---------------------------------------
    16777216    |    4.0000000E+00    |
---------------------------------------
    33554432    |    4.0000000E+00    |
---------------------------------------
    67108864    |    4.0000000E+00    |
---------------------------------------

 CPU Time =      1.544410        seconds
```

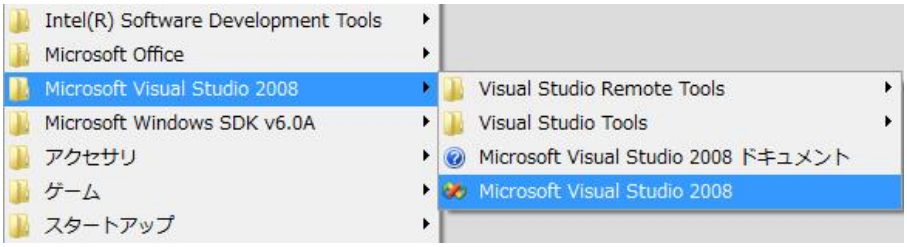
Note：実行結果は、搭載されるプロセッサーの SSE バージョンによるため、場合によってはデフォルトオプションの結果と変わらない場合もあります。

3. Microsoft Visual Studio IDE からの操作方法

インテル® Visual Fortran コンパイラーを Microsoft Visual Studio 環境で使用する手順を説明します。Microsoft Visual Studio 環境を使用する場合は、まずプロジェクトを作成し、ビルド環境を設定する必要があります。ここでは、Microsoft Visual Studio 環境として、Visual Studio 2008（以下、VS2008）を使用して説明しますが、その他のサポートされている Visual Studio IDE でも同じ手順で検証できます。なお、サンプルコードはコマンドライン同様、“int_sin.f90” を使用します。

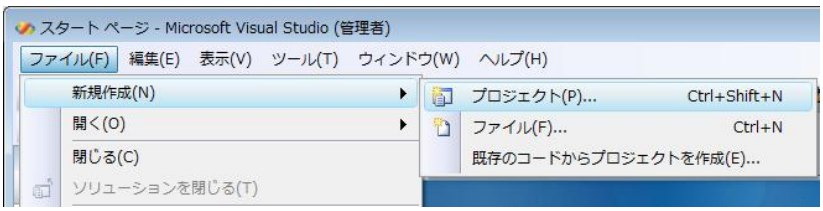
それでは、以下の手順に従って、Microsoft Visual Studio 環境における動作検証を行ってください。

1. まず、Windows [スタート] メニューから VS2008 を起動します。

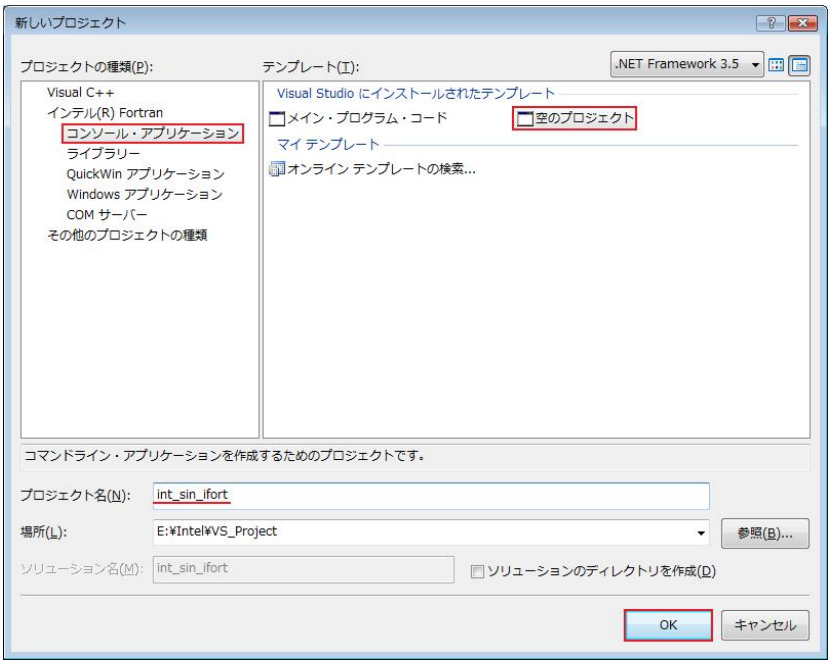


ご注意： Microsoft Windows Vista を使用している場合は、下図のようにショートカットを右クリックして表示されるメニューから [管理者として実行] を選択してください。

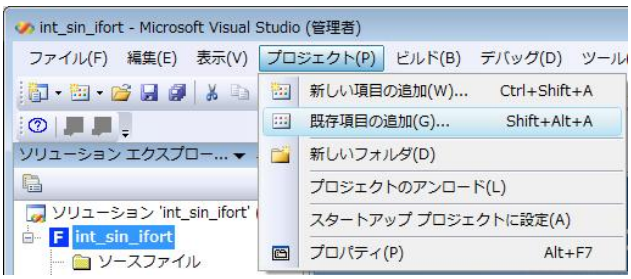
2. VS2008 のメニューから、[ファイル] - [新規作成] - [プロジェクト] を選択して [新しいプロジェクト] ダイアログを表示します。下図に示すように、[プロジェクトの種類] で [インテル(R) Fortran] - [コンソール・アプリケーション] を選択し、 [テンプレート] で [空のプロジェクト] を選択します。プロジェクト名として int_sin_ifort を指定して、[OK] ボタンをクリックします。なお、プロジェクトを作成する “場所” は任意で構いません。



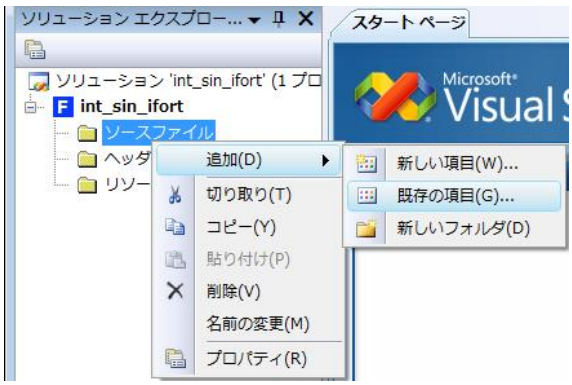
図：新しいプロジェクト



3. 作成したプロジェクトにサンプルコード（int_sin.f90）を追加します。メニューから [プロジェクト] - [既存項目の追加...] を選択するか、または [ソリューション エクスプローラ] から “ソースファイル” を右クリックして表示されるメニューから [追加] - [既存の項目] を選択します。



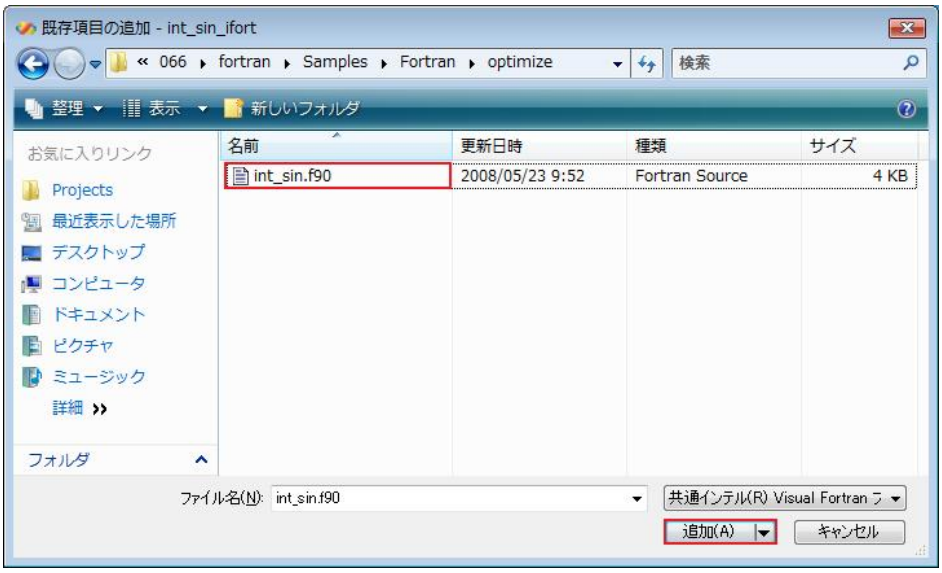
または、



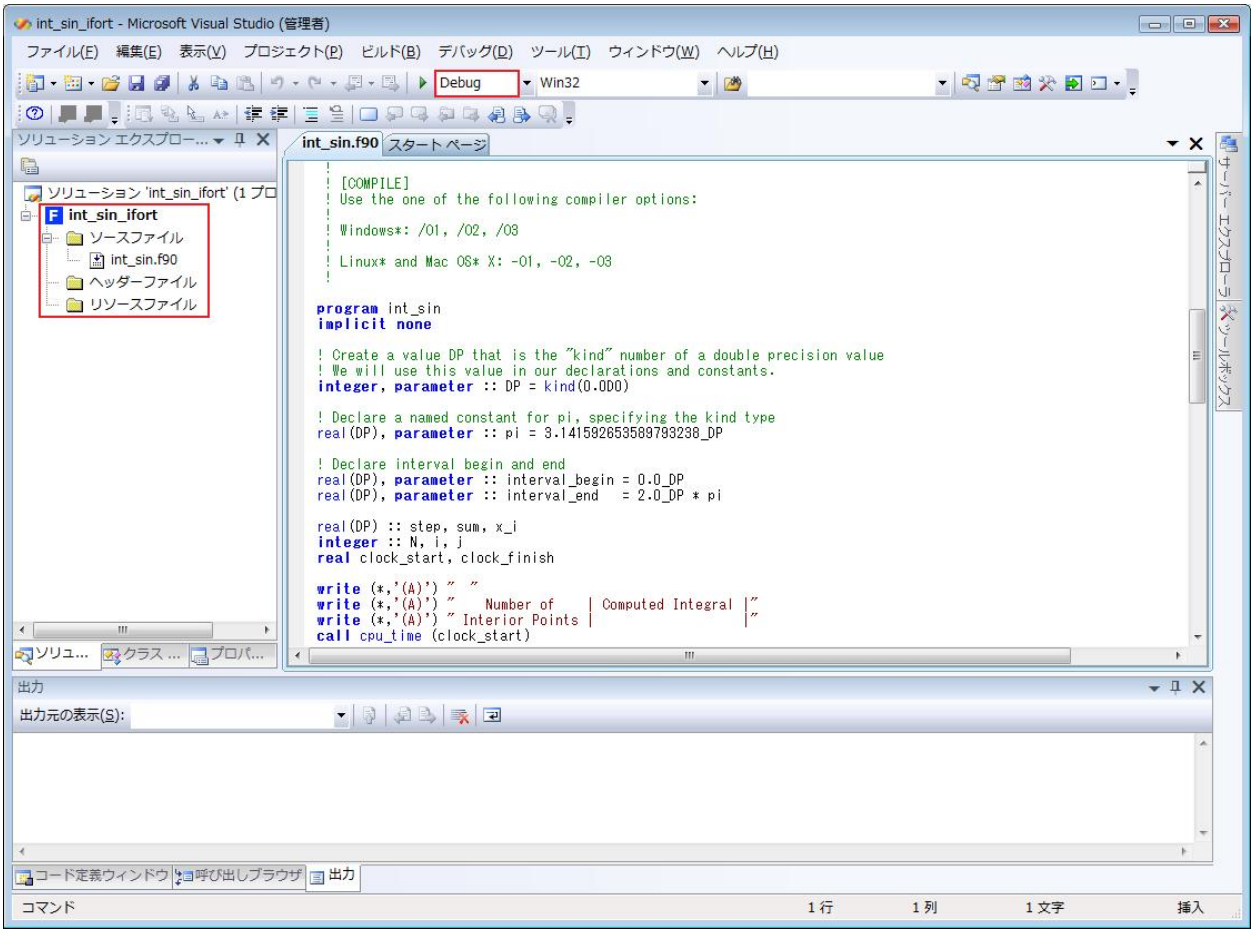
表示される [既存項目の追加] ダイアログで以下のサンプルコードを選択して [追加] ボタンをクリックします。

<install-dir>¥Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥Samples¥Fortran¥optimize¥int_sin.f90

図：既存項目の追加



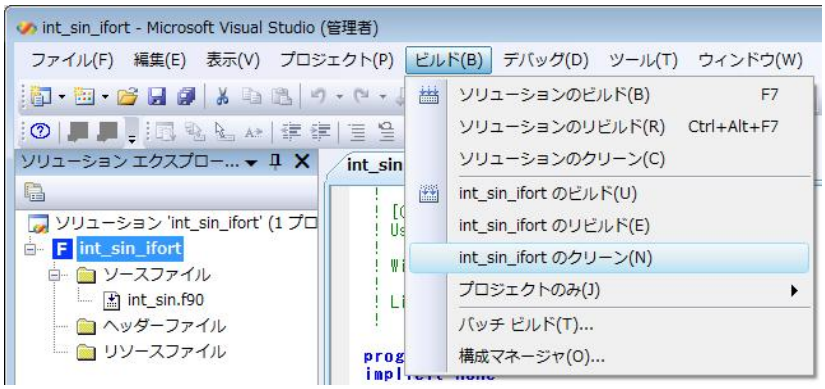
4. 新しいプロジェクト int_sin_ifort の “ソースファイル” に、サンプルコード “int_sin.f90” が追加されたことを確認します。また、プロジェクト構成が “Debug” に設定されていることも確認してください。



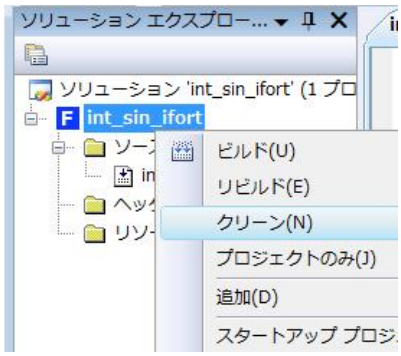
３－１．ビルド（最適化オプションなし）

まず、最適化オプションなしでビルドを行います。次の手順を実行します。

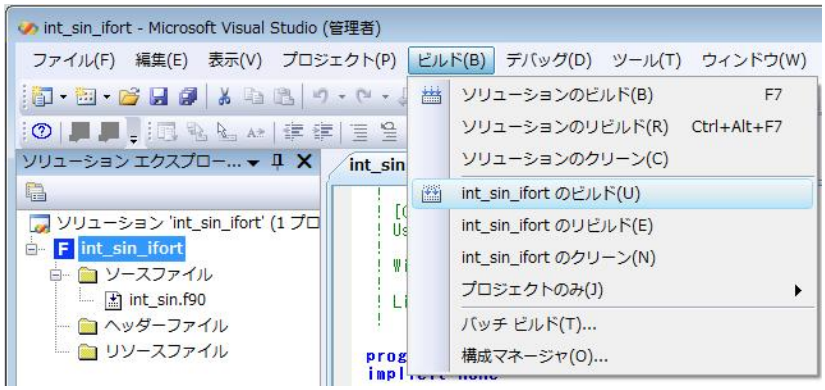
1. 作成したプロジェクトをビルドする前に、プロジェクトの内容を初期化します。VS2008 のメニューから、[ビルド] - [int_sin_ifort のクリーン] を選択するか、または [ソリューションエクスプローラ] からプロジェクトを右クリックして表示されるメニューから、[クリーン] を選択します。



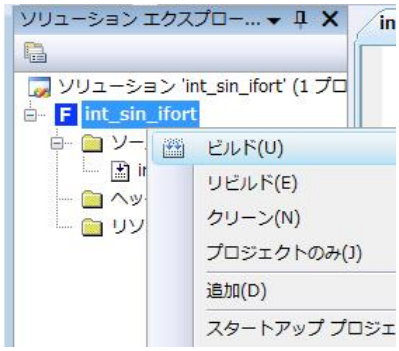
または

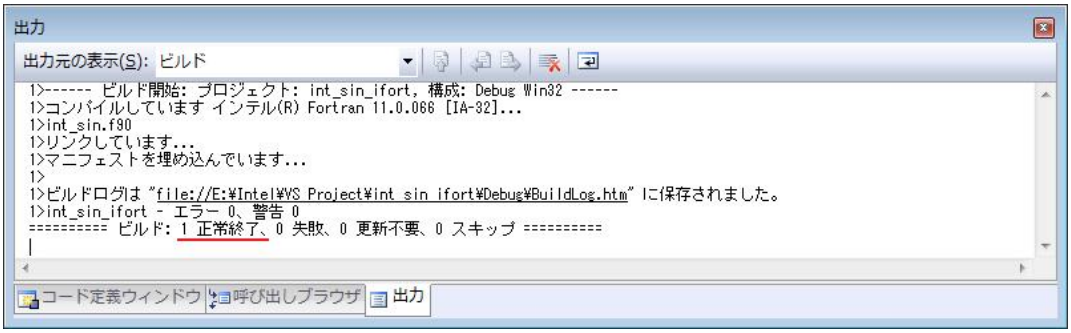


2. 次にプロジェクトのビルドを行います。VS2008 のメニューから、[ビルド] - [int_sin_ifort のビルド] を選択するか、または [ソリューションエクスプローラ] からプロジェクトを右クリックして表示されるメニューから、[ビルド] を選択します。ビルドが完了するとビルド結果が表示されますので、正常終了していることを確認してください。



または

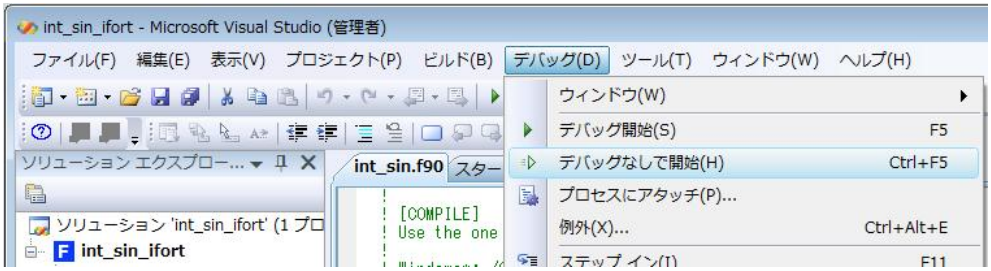


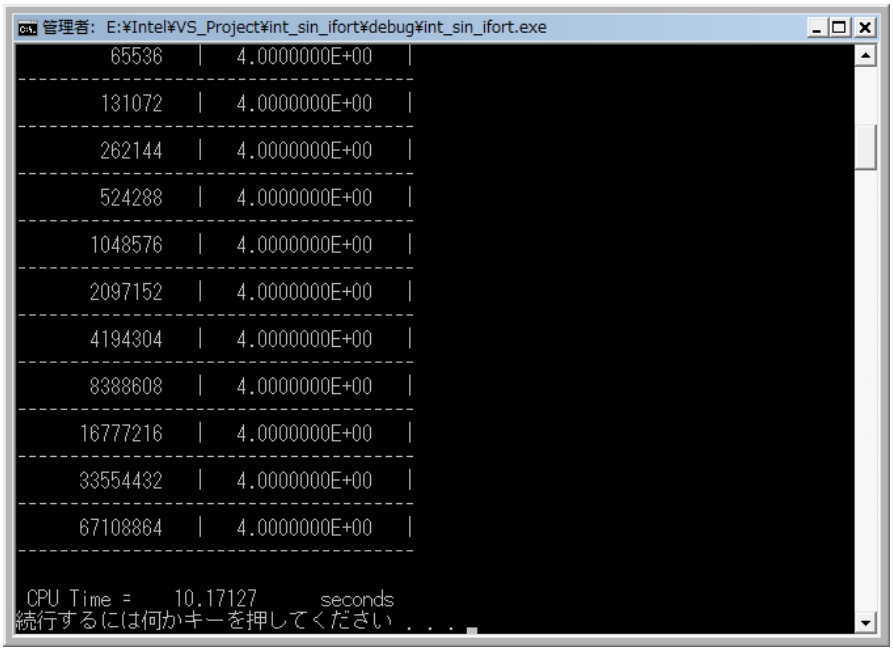


Note：プロジェクトには通常、Debug 構成と Release 構成という２種類のプロジェクト構成（ビルド設定環境）が用意されています。一般的に開発中のプロジェクトは Debug 構成で作業を行い、開発が完了した製品を Release 構成でビルドします。デフォルトのプロジェクト構成は Debug 構成で、プロジェクトは最適化なし、シンボリック・デバッグ情報付きでビルドされます。これはコマンドラインから、 ifort /Od /Zi int_sin.f90 と入力した場合とほぼ同じです。

３－２．実行/プログラムの検証

1. VS2008 メニューから、[デバッグ] - [デバッグなしで開始] を選択します。コマンドウィンドウにプログラムの実行結果が表示されます。





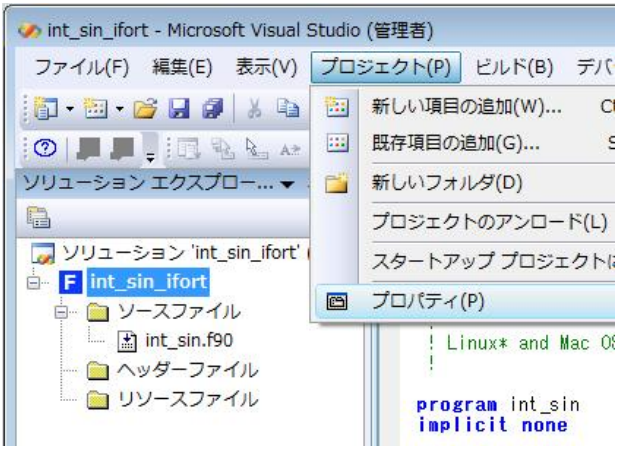
2. プログラム実行にかかった CPU 時間をメモします。

ご注意：プログラムの実行が正常に行われない場合は、Windows のシステム環境設定に問題があります。一度本製品をアンインストールして、以下の『インテル® Visual Fortran コンパイラー 11.0 インストールガイド』を参考に、再インストールをお試しください。
http://jp.xlsoft.com/documents/intel/fwin/IVF_J_Install.pdf

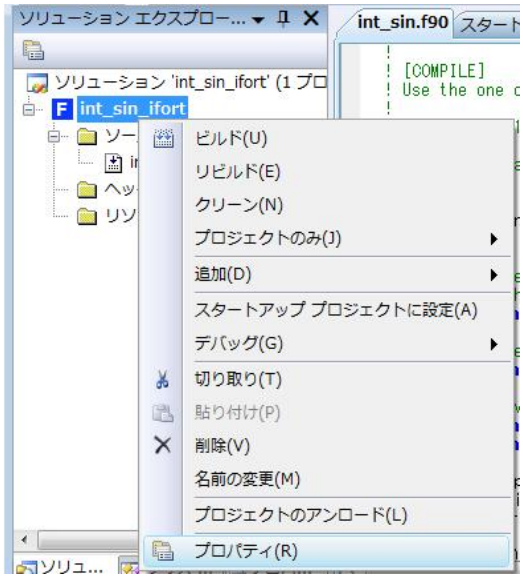
３－３．ビルド（最適化オプションあり）

次に、最適化オプションを使用してビルドを行います。次の手順を実行します。

1. まず、[プロパティ ページ] ダイアログを表示します。VS2008 メニューから [プロジェクト] - [プロパティ] を選択します。または、[ソリューション エクスプローラ] 内のプロジェクト（int_sin_ifort）を右クリックして [プロパティ] を選択します。

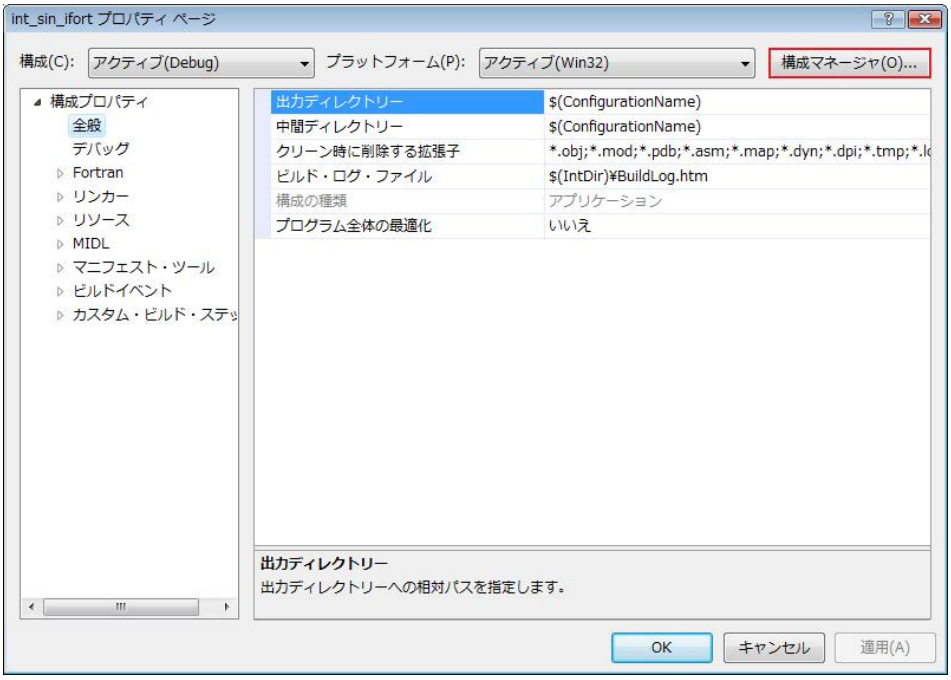


または



表示される [プロパティ ページ] ダイアログ で、[構成マネージャ...] ボタンをクリックして、 [構成マネージャ] ダイアログを表示します。

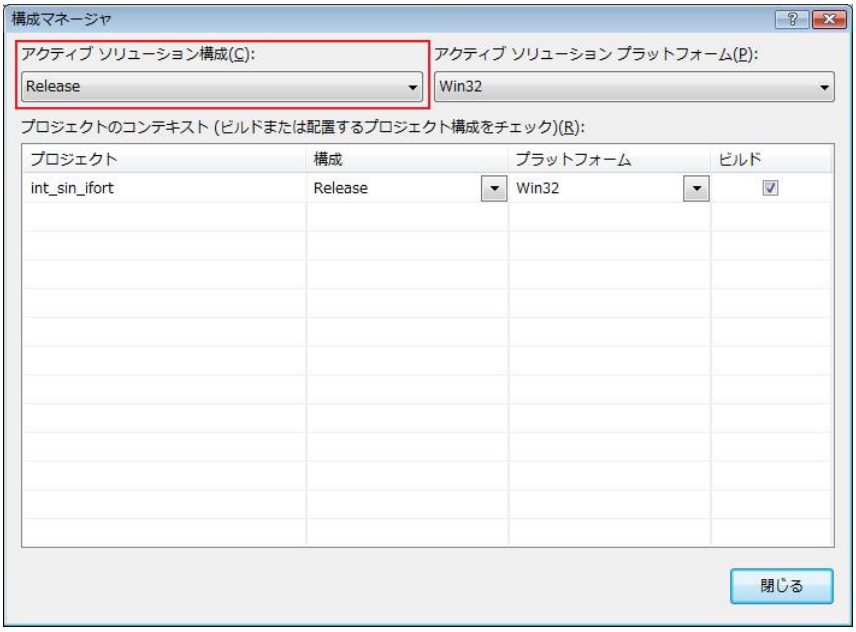
図：プロパティ ページ



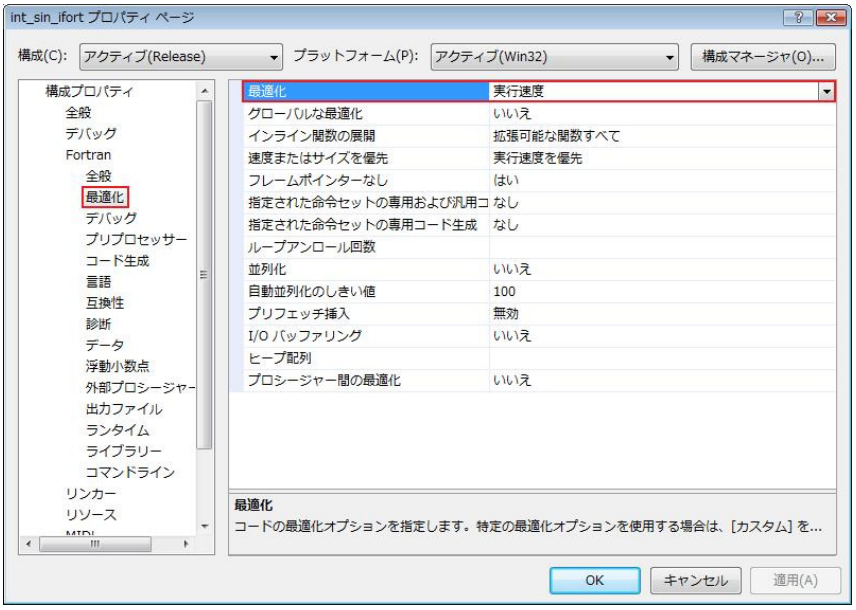
Note : この [プロパティ ページ] ダイアログは、コンパイルオプションの設定やインクルードファイル、ライブラリー・ファイルの指定など、プロジェクトのビルドに関するさまざまな設定を行う非常に重要なダイアログです。また、この [プロパティ ページ] は、Debug／Release それぞれのプロジェクト構成において個別のプロパティページを持っています。

2. [構成マネージャ] ダイアログで、[アクティブ ソリューション構成] を “Debug” から “Release” に変更し、 [閉じる] ボタンをクリックします。

図：構成マネージャ



3. [プロパティ ページ] ダイアログに戻り、[構成プロパティ] - [Fortran] - [最適化] を選択して、[最適化] が “実行速度” に設定されていることを確認します。

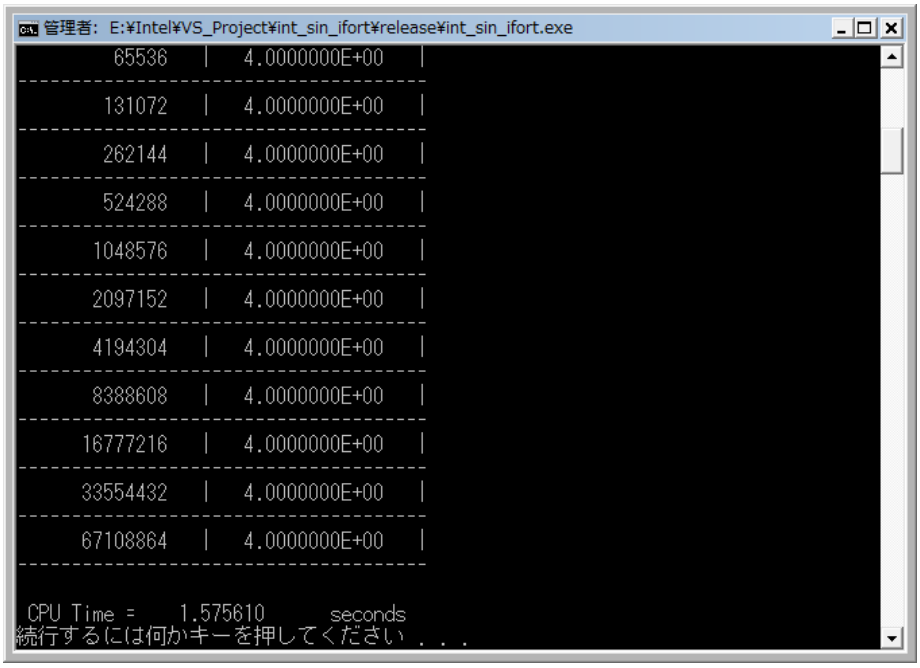


4. VS2008 のメニューから [ビルド] - [int_sin_ifort のクリーン] を選択し、続いて [ビルド] - [int_sin_ifort のビルド] を選択して、“Release” 構成で int_sin_ifort プロジェクトをビルドします。

> Note: プロジェクト構成を Debug 構成から Release 構成に変更すると、最適化が有効になります。Release 構成において、デフォルトの最適化オプションは “実行速度”、つまり “/O2” が設定されています。なお、Debug 構成では “無効（/Od）” が設定されています。

３－４．実行/パフォーマンスの比較

1. VS2008 のメニューから、[デバッグ] - [デバッグなしで開始] を選択します。コマンドウィンドウに最適化されたプログラムの実行結果が表示されます。



2. 最適化を行った場合の CPU 時間をメモして、最適化を行わなかった場合と比較します。

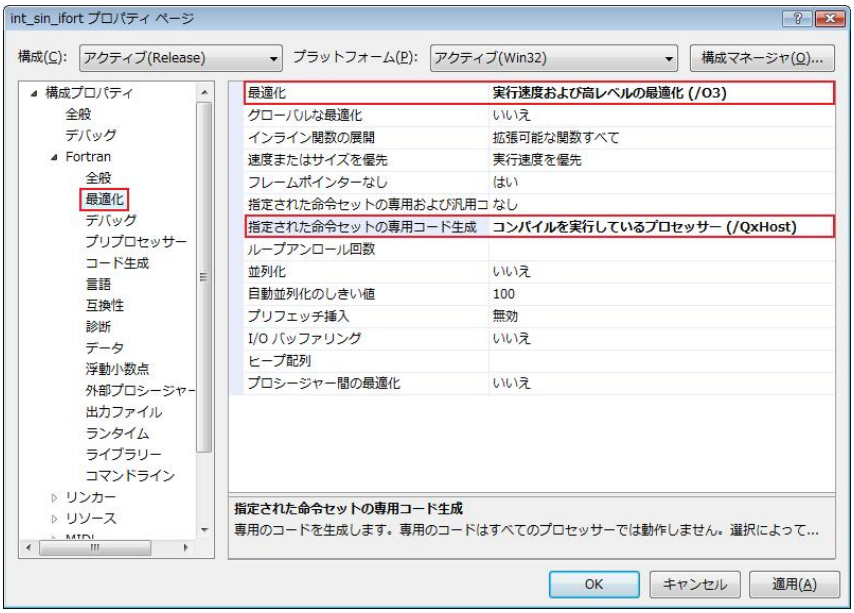
> Note： この例における (最適化なしから最適化ありにした場合の) 実行時間の大幅な向上はすべてのプログラムにあてはまるものではありませんが、通常は、適切な最適化を行うことで、インテル® プロセッサー上で実行するプログラムの実行時間を向上できます。インテル® Visual Fortran コンパイラーは、デフォルトで /O2 レベルの最適化オプション、および SSE2 命令を使用するオプション（/arch:SSE2）にて最適化が行われることに注意してください。

３－５．ビルド（最適化オプションあり）－ その２

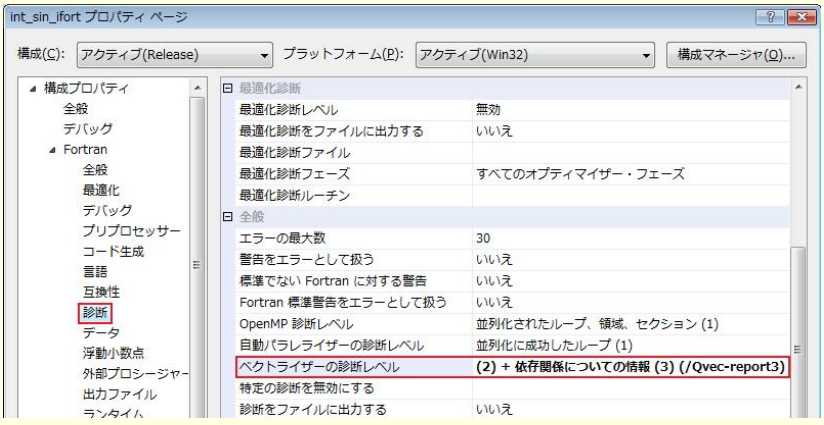
コマンドライン同様、ここでもさらに最適化を行ってみましょう。使用する最適化オプションは、/O3 およびベクトル化オプションの /QxHost です。

1. プロジェクトの [プロパティ ページ] ダイアログを開き、[構成プロパティ] - [Fortran] - [最適化] を選択して、下図のように [最適化] の値を “/O3”、 [指定された命令セットの専用コード生成] を ”/QxHost” に設定します。ここでも特定のベクトル化オプションを直接指定しても構いません。

図：プロパティ ページ

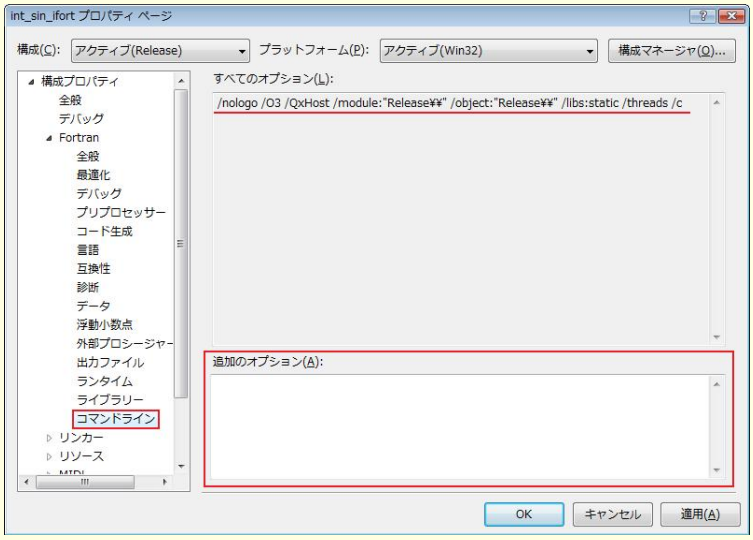


Note： ベクトル化の診断情報を表示する場合は、[Fortran] - [診断] を選択して、下図のように [ベクトライザーの診断レベル] を指定してください。



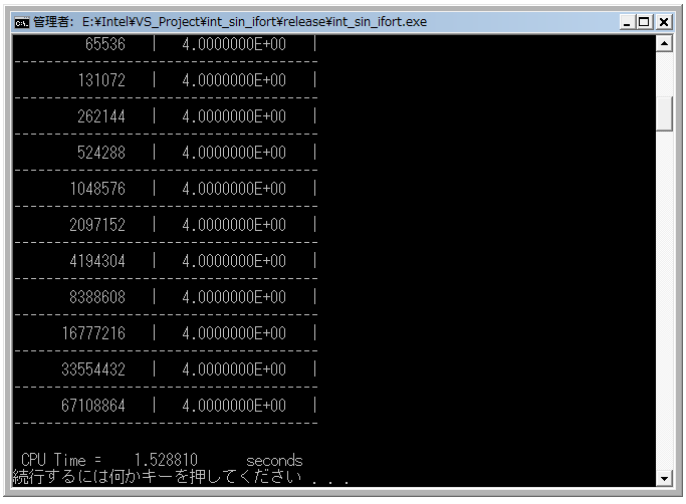
2. VS2008 のメニューから [ビルド] - [int_sin_ifort のクリーン] を選択し、続いて [ビルド] - [int_sin_ifort のビルド] を選択して、int_sin_ifort プロジェクトをビルドします。

Note : 設定したすべてのコンパイルオプションを確認する場合は、[プロパティ ページ] ダイアログから、[構成プロパティ] - [Fortran] - [コマンドライン] を選択してください。今回の例では、"/O3" および "/QxHost" オプションが設定されていることが確認できます。なお、[追加のオプション] には手動でコンパイルオプションを追加することができます。



3－6．実行/パフォーマンスの比較 ― その２

1. VS2008 のメニューから、[デバッグ] - [デバッグなしで開始] を選択してプログラムを実行します。



2. 最適化を行った場合の CPU 時間をメモして、結果を比較します。

Note : 実行結果は、搭載されるプロセッサーの SSE バージョンによります。また、最適化オプションの概要に関しては以下の『インテル® コンパイラー最適化クイック・リファレンス・ガイド』を参照してください。
http://jp.xlsoft.com/documents/intel/compiler/qr_guide_jp.pdf

4．既存ソースのコンパイル

ここでは、既存のソースファイルをコンパイルする際のいくつかのポイントをご紹介します。

4－1．ソースコードの拡張子

インテル® Visual Fortran コンパイラーは、ファイルの拡張子によりコンパイル方法を決定します。例えば、ソースファイルは、固定形式／自由形式フォーマットで以下の拡張子が使用されます。

固定形式フォーマット： .for .f .fpp （例 prog.for prog.f prog.fpp）

自由形式フォーマット： .f90 （例 prog.f90）

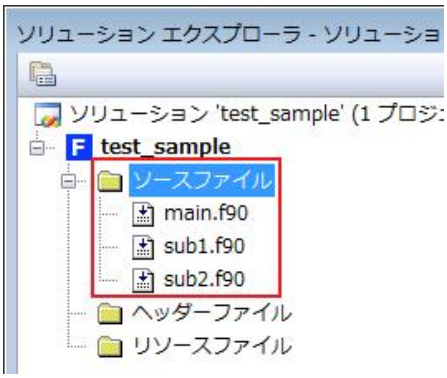
その他のファイル拡張子に関しては、コンパイラー・ドキュメントを参照し適切な拡張子を使用してください。

4－2．複数のソースコードをコンパイルする場合

コマンドラインから、複数のソースコードをコンパイルする場合は、以下の例のようにすべてのソースコードをコマンドラインに指定してコンパイルしてください。以下の例でコンパイルが完了すると、main.exe という名前の実行形式ファイルが作成されます。

```
prompt> ifort  main.f90 sub1.f90 sub2.f90
```

また、Visual Studio IDE から、複数のソースコードをコンパイルする場合は、下図のようにすべてのソースコードを [ソリューション エクスプローラ] の “ソースファイル” に追加してください。



4－3．特定のヘッダー／ライブラリー・ファイルを使用する場合

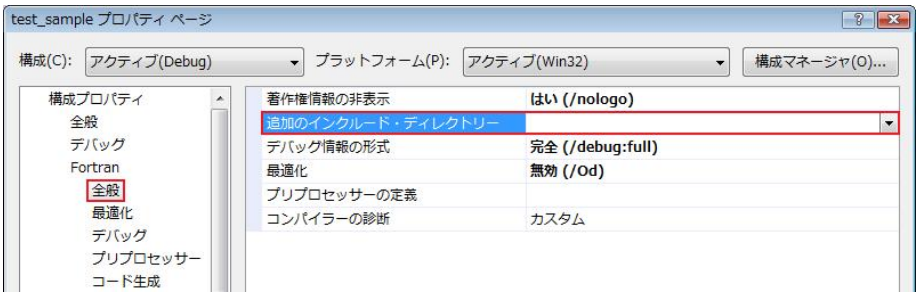
特定のヘッダーおよびライブラリー・ファイルをコマンドラインから使用する場合は、一般的に環境変数を使用します。設定する環境変数は、以下の３種類です。

- INCLUDE：ヘッダーファイル、モジュールファイルの検索パス
- LIB：　　静的ライブラリー・ファイル（.lib）の検索パス
- Path：　　動的ライブラリー・ファイル（.dll）の検索パス

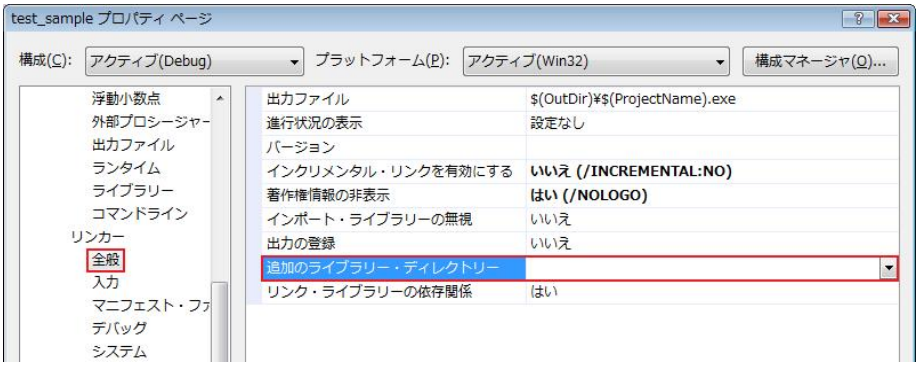
なお、これらの環境変数は、コマンドライン・ウィンドウ内で SET コマンドにて設定する環境変数、または Windows のシステム環境変数が利用できます。システム環境変数の設定方法は「５－３．環境変数について」を参照してください。

また、Visual Studio IDE から使用する場合は、対象のファイルおよびパスの設定が必要です。これらの設定は [プロパティ ページ] ダイアログで行います。

① ヘッダー・ファイル・パスの指定は、 [構成プロパティ] - [Fortran] - [全般] を選択して、[追加のインクルード・ディレクトリー] に設定してください。



② ライブラリー・ファイル・パスの指定は、 [構成プロパティ] - [リンカー] - [全般] を選択して、[追加のライブラリー・ディレクトリー] に設定してください。

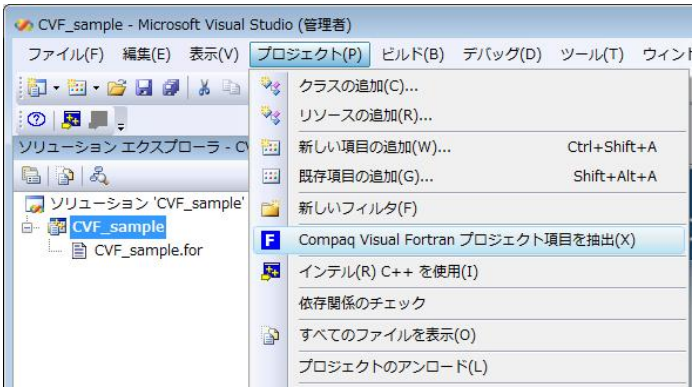


③ ライブラリー・ファイルの指定は、 [構成プロパティ] - [リンカー] - [入力] を選択して、[追加の依存ファイル] に設定してください。

４－４．CVF プロジェクトを Visual Studio IDE からビルドする場合

インテル® Visual Fortran コンパイラーは、Compaq* Visual Fortran 6.x プロジェクトをサポートしています。Compaq Visual Fortran プロジェクトを Visual Studio IDE で開く場合、まず Visual C++ プロジェクトに変換する必要があります。

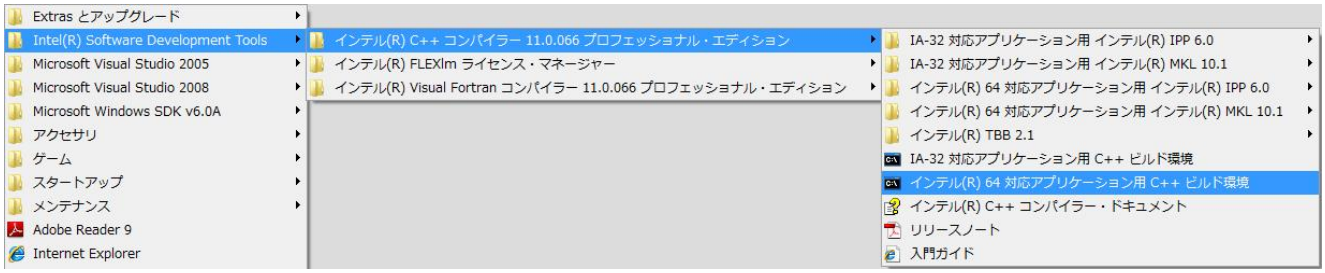
プロジェクトを開いたら、次に [プロジェクト] - [Compaq Visual Fortran プロジェクト項目を抽出] を選択してインテル® Visual Fortran コンパイラーのプロジェクトに変換します。



ご注意： この CVF プロジェクトの変換機能は、Visual Studio 2005/2008 からは利用できますが、インテル® Visual Fortran コンパイラーに付属する Visual Studio 2005 Premier Partner Edition からはこの機能を使用することができません。この場合、新規にインテル® Visual Fortran コンパイラーのプロジェクトを作成して、CVF プロジェクト内のソースコードを追加してください。

4－5．64 ビット（インテル® 64）対応アプリケーションの作成

コマンドラインからインテル® Visual Fortran コンパイラーを使用して 64 ビット対応アプリケーションを作成する場合は、Windows [スタート] メニューから [プログラム] - [Intel(R) Software Development Tools] - [インテル(R) Visual Fortran コンパイラー 11.0.xxx プロフェッショナル・エディション] - [インテル(R) 64 対応アプリケーション用 Fortran ビルド環境] を選択してください。このコマンドウィンドウでは、インテル® 64 対応アプリケーションをビルドするに必要な環境変数（PATH、LIB、INCLUDE）の設定が完了しています。



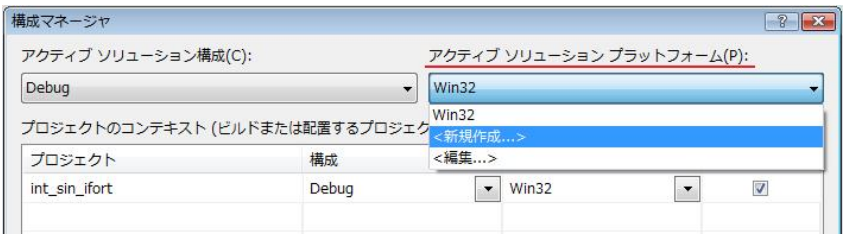
表示されるコマンドプロンプトに、以下のように ifort コマンドを実行し、インテル® 64 対応アプリケーション用のインテル® コンパイラーが動作していることを確認してください。

```
prompt> ifort
```

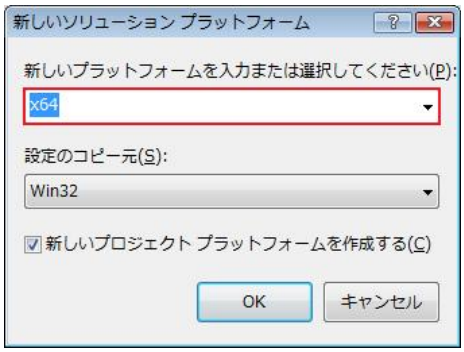
Visual Studio IDE からインテル® Visual Fortran コンパイラー を使用して 64 ビット対応アプリケーションを作成する場合は、プロジェクトを作成してから以下の操作を実行してください。

まず、[構成マネージャ] で、[アクティブ ソリューションプラットフォーム] から “<新規作成...>” を選択して [新しいソリューション プラットフォーム] 画面を開きます。同画面で、下図のように新しいプラットフォームに “x64” を選択します。この操作で、ビルド環境が 64 ビット（インテル® 64）に変更されます。Visual Studio IDE のメイン画面に戻り、ビルドを実行します。

図：構成マネージャ



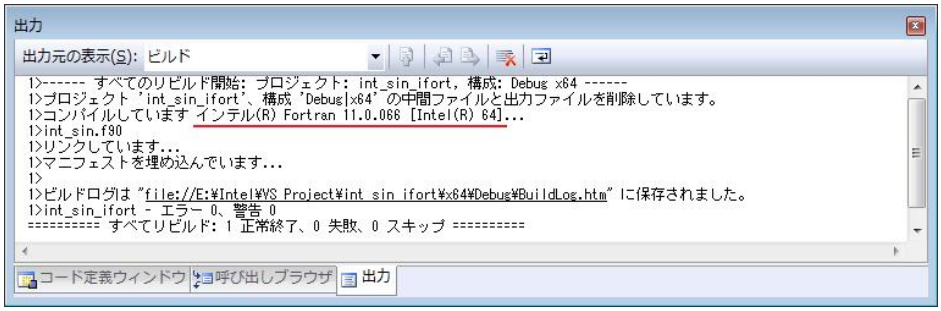
図：新しいソリューション プラットフォーム



ビルドの結果は、[出力] 画面にて確認することができます。

インテル® 64 用インテル® Visual Fortran コンパイラー が使用されていることを確認してください。

図：出力



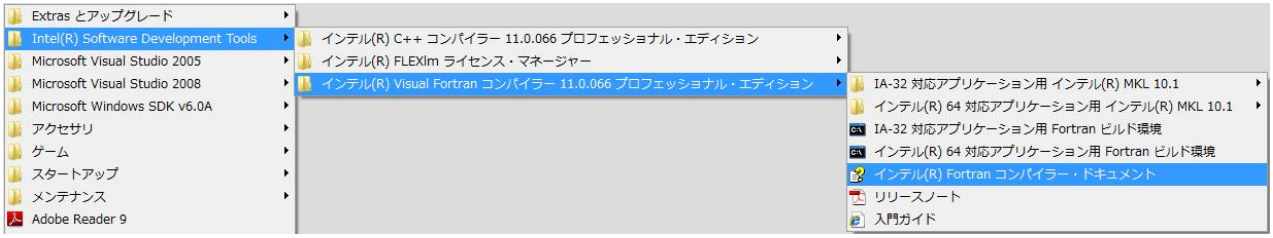
ご注意： 64 ビット対応アプリケーションを作成する場合は、インテル® 64 対応アプリケーション用インテル® コンパイラーのインストールはもちろん、リンク環境である Microsoft Visual Studio IDE 側でも 64 ビット用のライブラリー、その他必要なツールがインストールされている必要があります。インテル® Visual Fortran コンパイラー付属の Visual Studio 2005 Premier Partner Edition または Visual Studio 2005/2008 Standard Edition はデフォルトで X64 用ツールがインストールされますが、Professional Edition 以上ではインストールする際にカスタム・インストールを選択し（またはアップデートで [機能の追加と削除] を選択し）以下の [セットアップ オプションページ] 画面にて、"X64 コンパイラおよびツール" をチェックしてインストールする必要があります。

5． 追加情報

追加情報として、インテル® Visual Fortran コンパイラー関連事項をいくつか説明します。

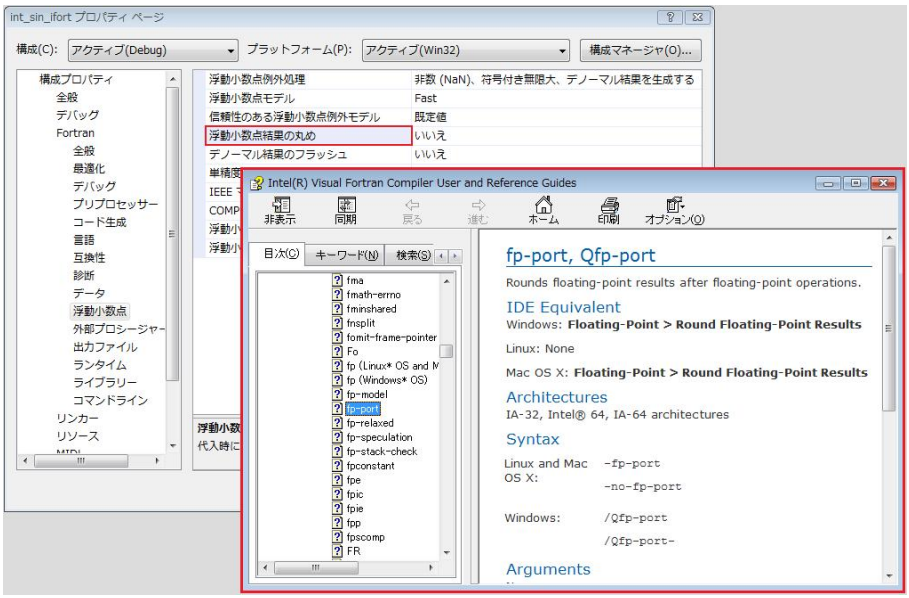
5－1． ドキュメントの参照方法

インストールされるドキュメントを参照するには、以下のように Windows [スタート] メニューからアクセスしてください。本製品に付属するライブラリーへのマニュアルも参照可能です。

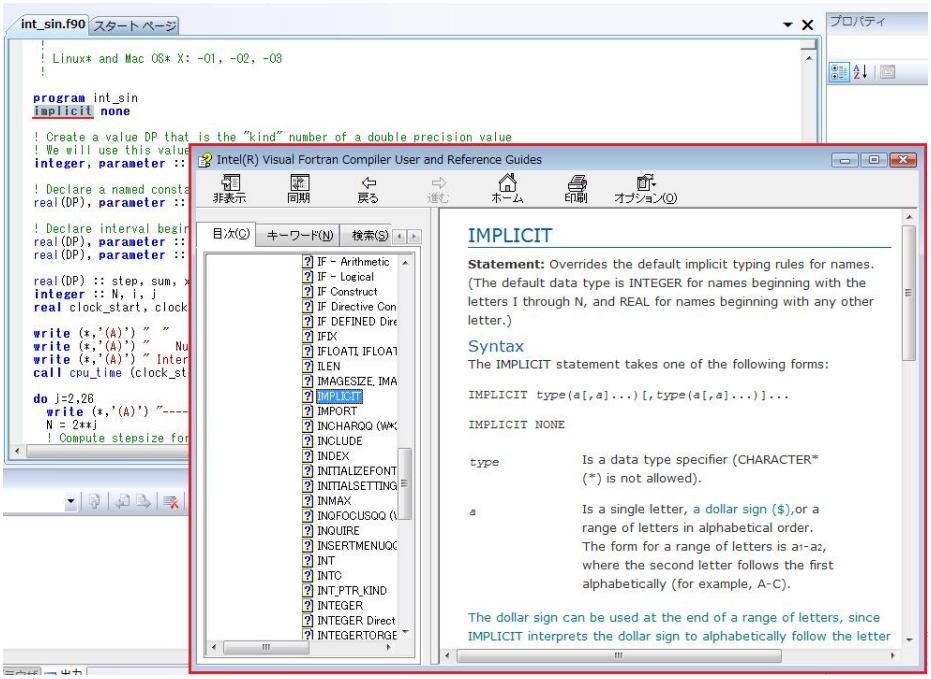


Visual Studio IDE からは、『インテル(R) Visual Fortran コンパイラー・ヘルプ』への参照が可能です。

また、Visual Studio IDE から、"F1" キーによる状況依存ヘルプ機能が利用できます。これは、例えば以下のようにプロジェクトの [プロパティ ページ] で [浮動小数点精度の丸め] をクリックしてフォーカスを置いた状態で、キーボードの "F1" キーを押下することにより、『インテル® Visual Fortran コンパイラー・ドキュメント』がポップアップされて浮動小数点演算結果の丸めに関するオプションの内容が表示されます。

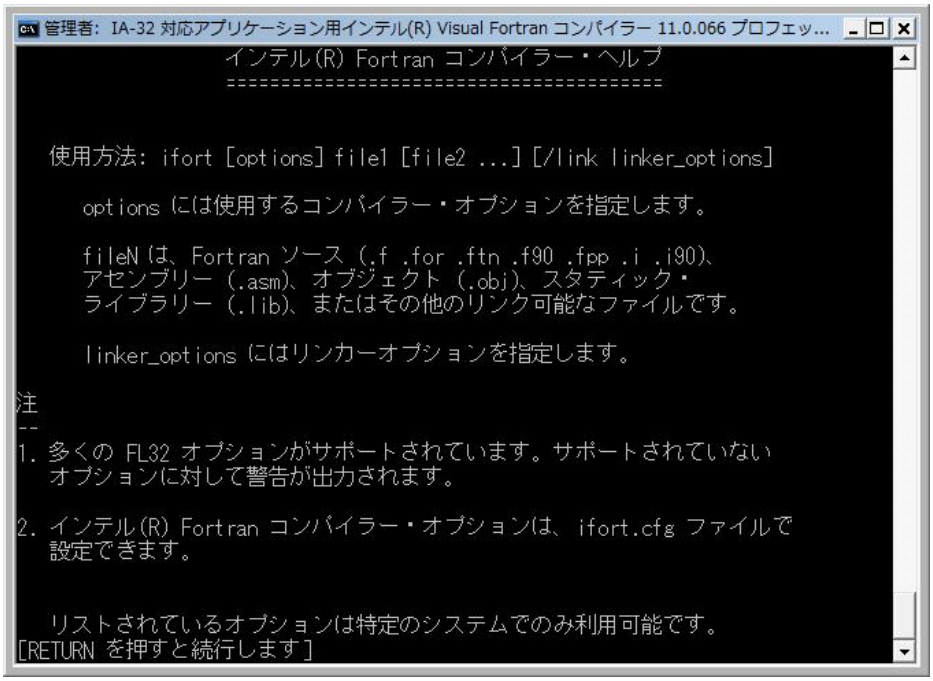


また、同様にソースコード内のキーワードをハイライトして、キーボードの “F1” キーを押下することにより、『インテル® Visual Fortran コンパイラー・ドキュメント』がポップアップされてキーワードに関する内容を参照することができます。



コマンドラインからは、以下のコマンドにてコンパイラーオプションなどに関するヘルプが表示されます。

```
prompt> ifort /help
```



５－２．サンプルコード

本ドキュメントでは、サンプルコード（int_sin.f90）を使用しましたが、インテル® Visual Fortran コンパイラーには、この他にも多くのサンプルが用意されています。以下にそのいくつかを紹介します。

- インテル® Fortran DLL ライブラリーのビルドサンプル
- C メインプログラムから Fortran サブルーティンの呼び出しサンプル
- Fortran メインプログラムから C サブルーティンの呼び出しサンプル
- VB プログラムからインテル® Fortran DLL 関数の呼び出しサンプル
- OpenGL* の使用サンプル

サンプルコードに関する詳細は、以下の “samples.htm” を参照してください。

<Install-Dir>¥Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥Samples¥Fortran¥ja_JP¥samples.htm

５－３．環境変数について

インテル® コンパイラーの使用において基本的な環境変数には、「ビルド環境変数」と「ランタイム環境変数」の２つの設定があります。

① 「ビルド環境変数」・・・ビルド時に、開発環境やコンパイラー、リンカーに必要とされる環境変数

ビルド環境変数には以下のものが含まれます。

- PATH： コンパイラーやリンカーなど各種ツールの存在するディレクトリー
- INCLUDE：ヘッダーファイル、モジュールファイルが存在するディレクトリー
- LIB： 静的ライブラリー・ファイル（.lib）が存在するディレクトリー

② 「ランタイム環境変数」・・・実行時にアプリケーションにより参照されるシステム環境変数

ランタイム環境変数には以下のものが含まれます。

- Path： 動的ライブラリー・ファイル（.dll）が存在するディレクトリー

これらの環境変数は、コマンドラインにおけるビルドと Visual Studio 開発環境におけるビルドで設定する場所が異なります。

＜コマンドライン＞

コマンドラインにおけるビルド環境変数は、以下の環境変数設定バッチファイルを実行することで設定することができます。

< install-dir >¥Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥bin¥ifortvars.bat

このバッチファイルを実行するためには、引数が必要です。

この引数の値は、開発環境に応じて以下のように指定する必要があります。

ia32　・・・ IA-32 / Intel64 ホストシステムで IA-32 用アプリケーションをコンパイルする場合

ia32_intel64 ・・・ IA-32 ホストシステムで Intel64 用アプリケーションをクロスコンパイルする場合

ia32_ia64 ・・・ IA-32 ホストシステムで IA-64 用アプリケーションをクロスコンパイルする場合

intel64 ・・・ Intel64 ホストシステムで Intel64 用アプリケーションをコンパイルする場合

ia64 ・・・ IA-64 ホストシステムで IA-64 用アプリケーションをコンパイルする場合

通常インテル® コンパイラーでは、これらの環境変数設定バッチファイルは、インテル® コンパイラー専用コマンドウィンドウを起動した際に、適切な引数を使用して実行されます。なお、本ドキュメントのコマンドラインで起動したコマンドライン･ウィンドウでは､以下のように環境変数設定バッチファイルが実行されます。

< install-dir >¥Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥bin¥ifortvars.bat ia32

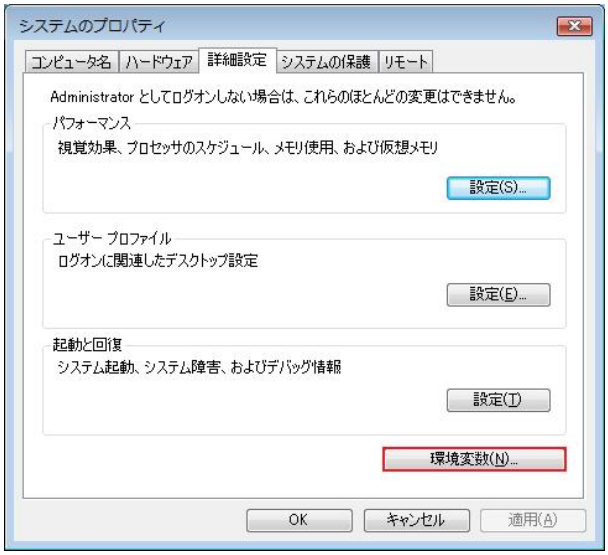
一方、コマンドラインにおけるランタイム環境変数は、上記で説明したビルド環境変数のバッチファイルが実行されたインテル® コンパイラー専用コマンドウィンドウ環境では特に設定する必要はありませんが、それ以外の例えば Windows のデフォルトのコマンドプロンプトを使用して作成したアプリケーションを実行する場合はシステム環境変数（PATH）を別途確認する必要があります。

このシステム環境変数は、Windows Vista の場合、[コンピュータ] を右クリックして表示されるメニューから [プロパティ] を選択して、続いて左メニューから [システムの詳細設定] を選択します。そして、[システムのプロパティ] ダイアログの [詳細設定] タブから [環境変数] ボタンをクリックし、[環境変数] ダイアログのシステム環境変数の Path で確認することができます。

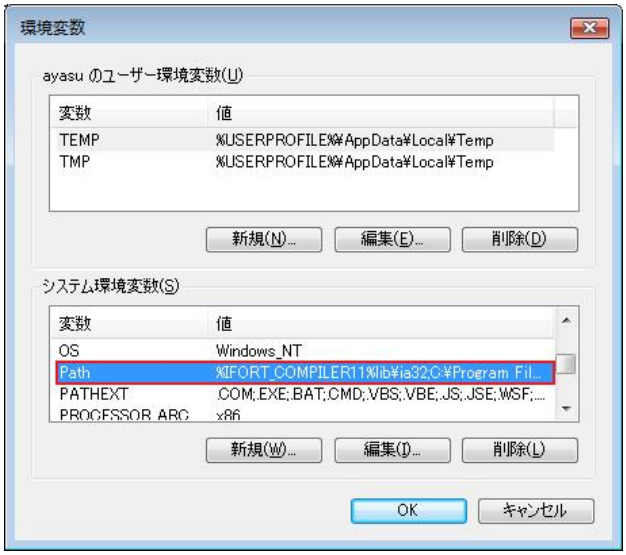
通常、この Path には、インテル® コンパイラーをインストールした時点で適切な値が設定されています。例えば、IA-32 システムにインストールした場合は以下のインテル® コンパイラーの提供するライブラリーへのパスがシステム環境変数に設定されています。

< install-dir >¥Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥lib¥ia32

図：システムのプロパティ



図：システム環境変数



＜Visual Studio 開発環境＞

Visual Studio 開発環境におけるビルド環境変数は、Visual Studio のメニューより、[ツール] - [オプション] を選択して表示される [オプション] ダイアログで設定します。

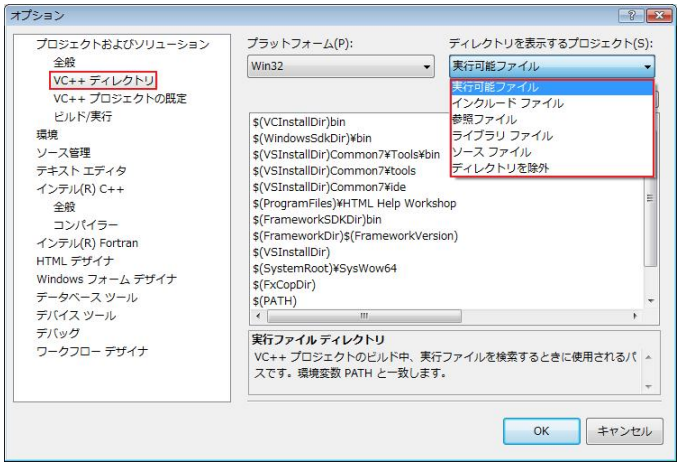
この [オプション] ダイアログは、マイクロソフト・コンパイラー用の環境変数とインテル® コンパイラー用の環境変数設定画面が存在します。マイクロソフト・コンパイラー用の設定画面は、左のメニューから [プロジェクトおよびソリューション] - [VC++ディレクトリ] で表示され、またインテル® コンパイラー用の設定画面は、[インテル(R) C++] - [コンパイラー] にて表示されます。

これらのビルド環境変数は、デフォルトで適切な値に設定されているため、特に変更する必要はありませんが、特定のビルド環境を設定する場合は、マイクロソフト・コンパイラー用の環境変数に追加設定してください。

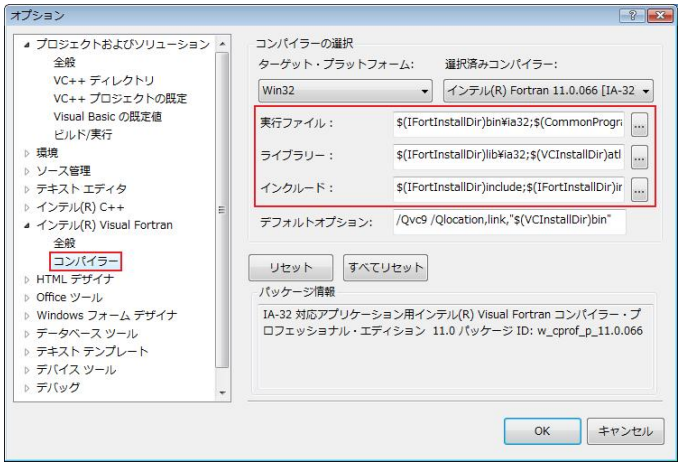
インテル® コンパイラーは、インテル® コンパイラー用の環境変数設定値のほかに、マイクロソフト・コンパイラー用の環境変数値も参照しています。

なお、これらビルド環境変数の変更は、 Visual Studio 開発環境レベルの変更となるため、通常は、「４－３．特定のヘッダー／ライブラリー・ファイルを使用する場合」で説明したプロジェクト・レベルでの変更をお勧めします。

図：マイクロソフト・コンパイラー用の環境変数



図：インテル® コンパイラー用の環境変数



ご注意： Visual Studio 2005 Premier Partner Edition には、マイクロソフト・コンパイラー用の環境変数画面は表示されませんが、ビルドに必要な設定は正しく行われています。

一方、Visual Studio 開発環境におけるランタイム環境変数は、コマンドラインにおけるランタイム環境変数と同様、Windows のシステム環境変数として設定します。Visual Studio のメニューから、[デバッグ] - [デバッグなしで開始] を選択した際にインテル® コンパイラーが提供するライブラリーの参照エラーが表示される場合は、システム環境変数の設定値を確認してください。

インテル® コンパイラーのデフォルト・インストールを行った場合は、このシステム環境変数は適切な値が自動で設定されています。例えば、IA-32 システムにインストールした場合は以下のような値が設定されます。

< install-dir >¥Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥lib¥ia32

５－４．マルチスレッドによる並列化について

インテル® コンパイラーはマルチコア、マルチプロセッサーに対応したマルチスレッドによる並列化をサポートしています。通常、シングルスレッド処理をマルチスレッド化することによりパフォーマンスの向上が見込まれます。インテル® コンパイラーのマルチスレッド化の対象箇所はプログラム内のループ処理であり、このループ処理をマルチスレッド化することにより複数のコアまたはプロセッサーに処理を分配して効率良く処理を行うことができます。この効果はプロセッサーのコア数、またはプロセッサー数に伴って大きくなります。

インテル® コンパイラーでは、マルチスレッド化の方法として以下の２つの手法をサポートしています。

- インテル® コンパイラーの自動並列化機能を使用する
- OpenMP 標準規格を使用する

① インテル® コンパイラーの自動並列化機能を使用する場合

インテル® コンパイラーには、自動でマルチスレッド化を行う自動並列化機能があります。この機能は、コンパイル時にプログラム内のループ処理に対してチェックが行われ、プログラムロジック的に安全にマルチスレッド変換が可能で、しかもマルチスレッド化による効率性が見込まれると診断されたループ処理に対してマルチスレッド変換が実行されます。この自動並列化機能を使用するには、コンパイル時に /Qparallel オプションを付加します。コマンドラインでは、以下のように指定することができます。

```
prompt> ifort /Qparallel main.f90
```

また、自動並列化機能には、見込まれる効率性のしきい値を調整することができます。このしきい値は 0 から 100 の範囲で設定が可能で、デフォルトでは 100 の値が設定されており、確実な効率性の向上が見込まれるループに対してのみマルチスレッド変換が適用されます。例えば、効率性の診断を無視して安全に変換可能なループに対してマルチスレッド変換を適用させたい場合は、次のようにしきい値に 0 を指定します。

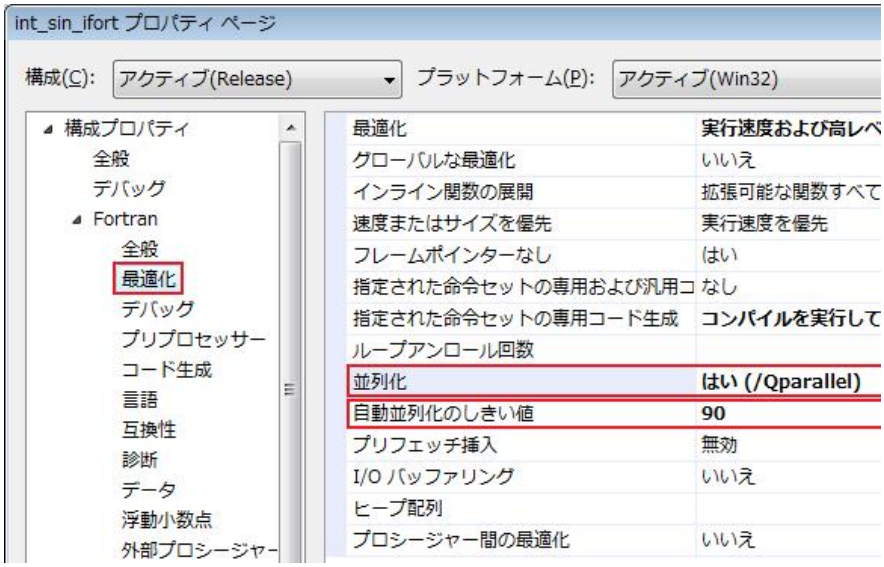
```
prompt> ifort /Qparallel /Qpar-threshold:0 main.f90
```

なお、自動並列化機能による診断結果を表示することも可能です。診断結果表示には /Qpar-report オプションに診断レベルを付けて、例えば以下のように指定します。

```
prompt> ifort /Qparallel /Qpar-threshold:0 /Qpar-report2 main.f90
```

> Note：自動並列化機能は、しきい値を下げても安全にマルチスレッド化できないと診断されたループに対しては実行することができません。マルチスレッド化に関する詳細は、コンパイラー・ドキュメントを参照してください。

自動並列化機能を Visual Studio IDE から使用する場合は、プロジェクトの [プロパティ ページ] ダイアログで、[構成プロパティ] - [Fortran] - [最適化] を選択して、下図のように [並列化] に “はい” を選択し、 [自動並列化のしきい値] の数値を調節してください。



Note：サンプルコード int_sin.f90 を以下のように自動並列化することが出来ます。

prompt> ifort /Qparallel /Qpar-threshold:0 int_sin.f90

ただし、1 点ソースコードの変更が必要となります。計算時間を測定する関数として cpu_time 関数を使用していますが、この関数は全てのスレッド時間の合計を計測するので実測時間を得ることが出来ません。そこで cpu_time 関数の代わりに dclock 関数を使用します。この変更に伴うソースコードの修正内容は以下の 3 箇所です。

real clock_start, clock_finish → real clock_start, clock_finish, dclock （dclock を追加します）
call cpu_time (clock_start) → clock_start = dclock() （dclock 関数を使用します）
call cpu_time(clock_finish) → clock_finish = dclock() （dclock 関数を使用します）

また、マルチスレッドにすることによりパフォーマンスが向上し、システム環境によっては実行時間が短すぎて十分に観察することが出来ない場合があります。このサンプルコードの場合、以下の行のループ回数を大きくすることにより計算量を増やすことが出来ます。
do j=2,26 → do j=2,29 （たとえば、26 から 29 に変更）

マルチスレッドによる CPU 使用状況は、「Windows タスク マネージャ」などで確認することができます。「パフォーマンス」タブで CPU の使用率が 100% になっていることを確認してください。

② OpenMP 標準規格を使用する場合

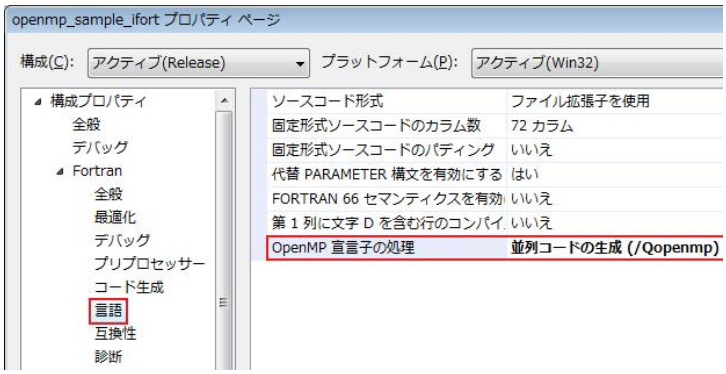
インテル® コンパイラーは、OpenMP によるマルチスレッドもサポートします。OpenMP では、マルチスレッド化したいループに対して、OpenMP 記述子（!$omp）を追加します。OpenMP のプログラム例は、インストールされる以下のサンプルを参考にしてください。

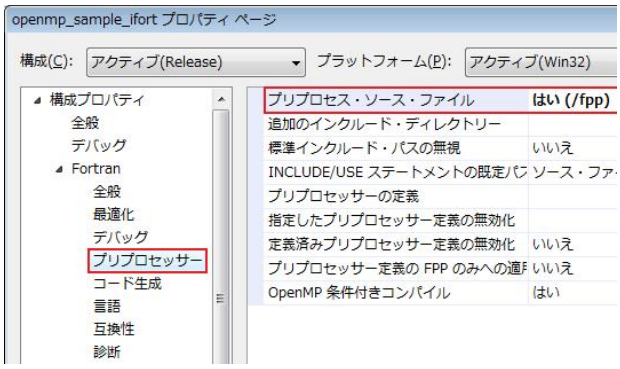
< install-dir >¥Compiler¥11.0¥xxx¥fortran¥Samples¥Fortran¥openmp_samples¥openmp_sample.f90

本サンプルにおけるコマンドラインでのコンパイルは、以下のように実行します。

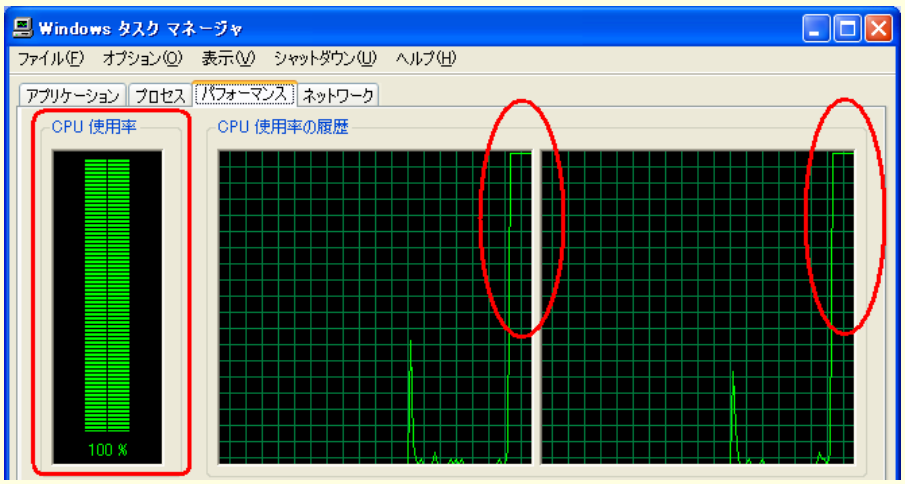
prompt> ifort /Qopenmp /Qfpp openmp_sample.f90

Visual Studio IDE から使用する場合は、プロジェクトの [プロパティ ページ] ダイアログで、[構成プロパティ] - [Fortran] - [言語] を選択して、下図のように [OpenMP 宣言子の処理] に “/Qopenmp” を選択してください。また、[構成プロパティ] - [Fortran] - [プリプロセッサー] から [プリプロセス・ソース・ファイル] を “はい” に設定してください。





Note：OpenMP を使用したマルチスレッド化でも CPU 使用率を「Windows タスク マネージャ」で確認することが出来ます。



Note：OpenMP 標準規格に関する詳細は、以下のドキュメントをご参照ください。

http://jp.xlsoft.com/documents/intel/compiler/527J-001.pdf

6. 最後に

インテル® Visual Fortran コンパイラーの動作検証が完了したら、次はさまざまな最適化オプションを試してアプリケーションのパフォーマンス向上を図りましょう。インテル® Visual Fortran コンパイラーには、本ドキュメントで使用した最適化オプションのほかにも、多くのオプションが用意されています。最適化オプションの詳細はコンパイラー・ドキュメント、または以下の『インテル® コンパイラー最適化クイック・リファレンス・ガイド』を参照してください。
http://jp.xlsoft.com/documents/intel/compiler/qr_guide_jp.pdf

その他ご不明な点がありましたら、下記お問い合わせ窓口より弊社サポートまでご連絡ください。
https://www.xlsoft.com/jp/services/xlsoft_form.html

2008 年 12 月 1 日