Windows デバッグ講座

株式会社風太

萩原 宏紀

第 1 回「はじめに」

本書では、Windows のデバッグ方法について、かつてマイクロソフト株式会社でテクニカルサポートエンジニアとして従事していた著者が解説していきます。

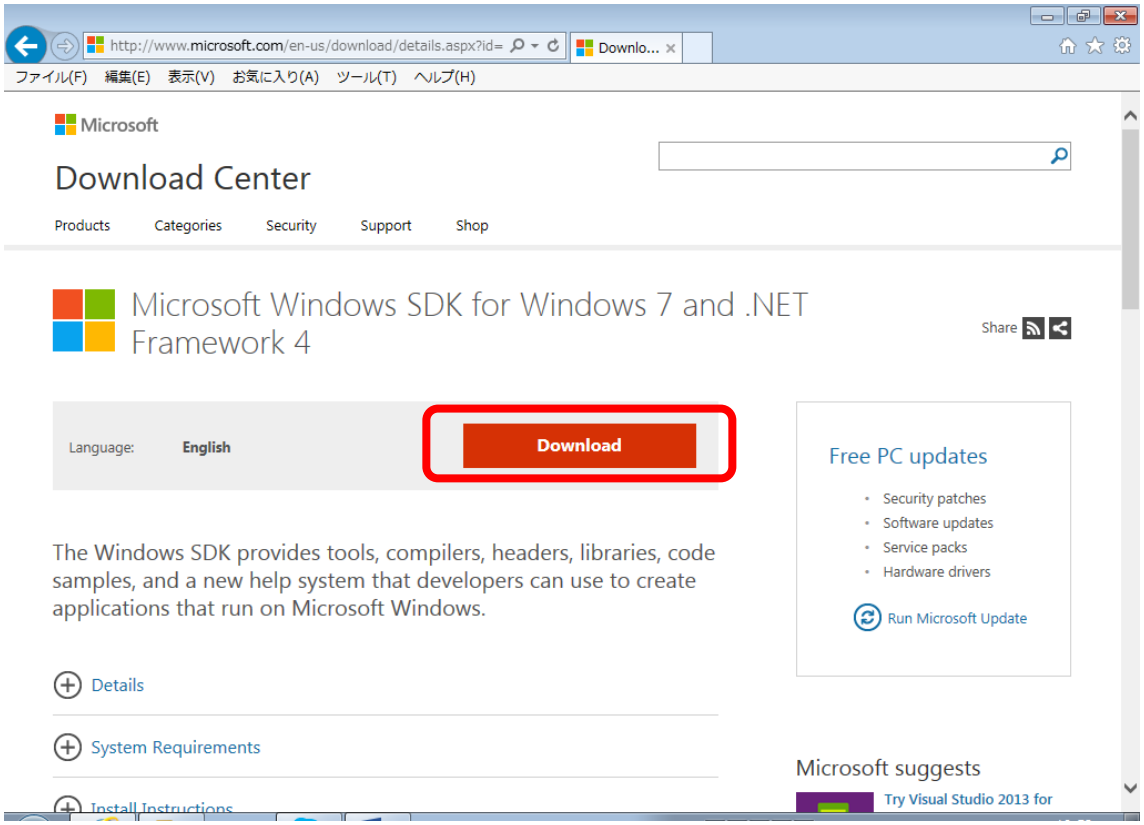
具体的には、Microsoft が無償提供しているデバッガを使ってプロセスや OS そのものにアタッチしたり、クラッシュダンプを解析する事によって、OS がどの様に動いているのか、プロセスやスレッドとは何か、アプリケーションがどの様に OS と関連しているのか、といった事が理解出来る様になると思います。

なお、本書は Windows のデバッグ方法についての解説ですので、Windows の内部アーキテクチャなどを詳細に掲載しているマニュアル本ではありません。細かい部分は割愛し、デバッグに必要な最低限の知識を記載しております。

事前準備として、デバッガのインストールをお願いします。
昔は "Debugging Tools for Windows" という名で Microsoft からリリースされていましたが、2013 年現在は Windows SDK に同梱されています。

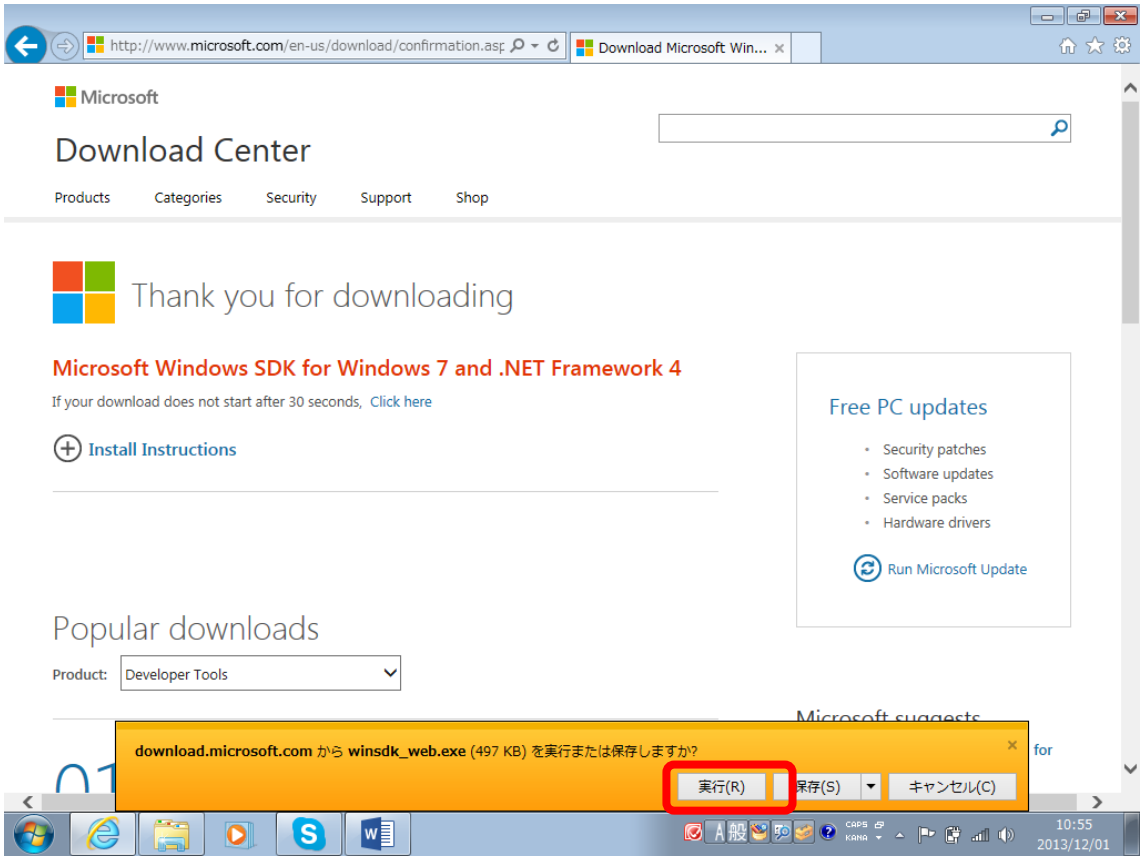
以下のサイトから、Windows SDK をダウンロードし、ご自身の PC にインストールして下さい。（本書では Windows 7 x86 環境を想定しています。）

Microsoft Windows SDK for Windows 7 and .NET Framework 4
http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=8279

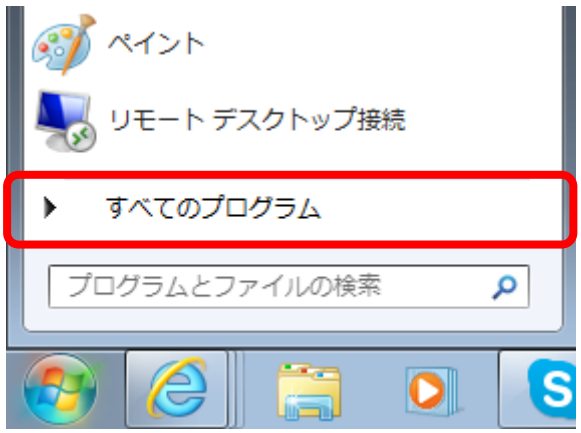


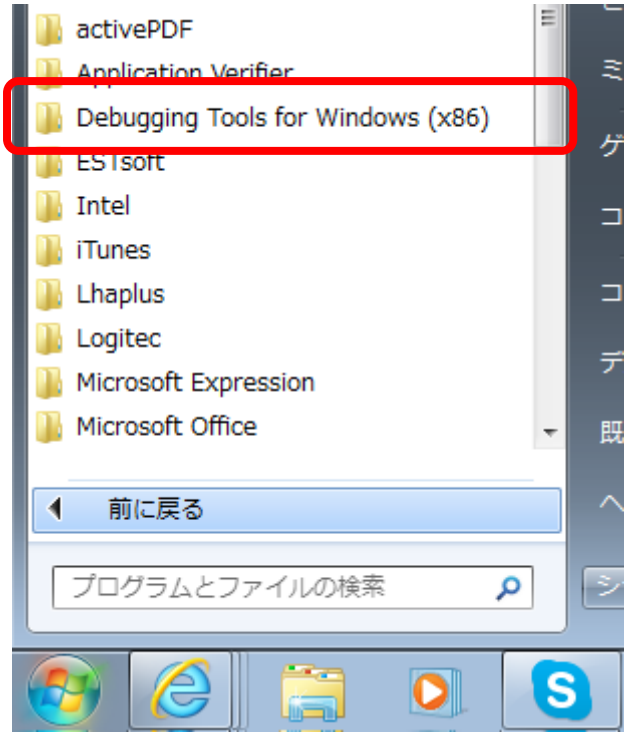
ちなみに、英語版しかありません。日本語版を探しても見つかりませんのであしからず。

[Download] ボタンをクリックすると、次の様な画面が表示されますので、[実行(R)]をクリックします。

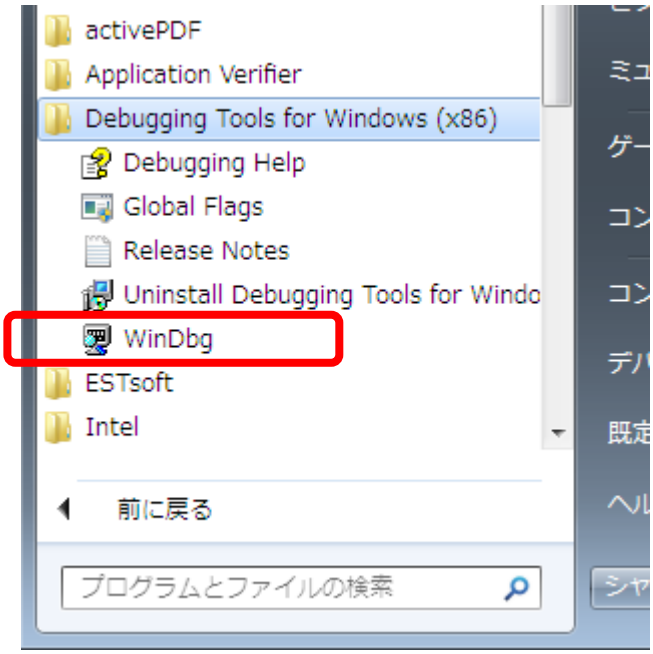


インストールが完了すると、スタートメニューから[すべてのプログラム]をクリックした時に、「Debugging Tools for Windows (x86) 」が出現します。



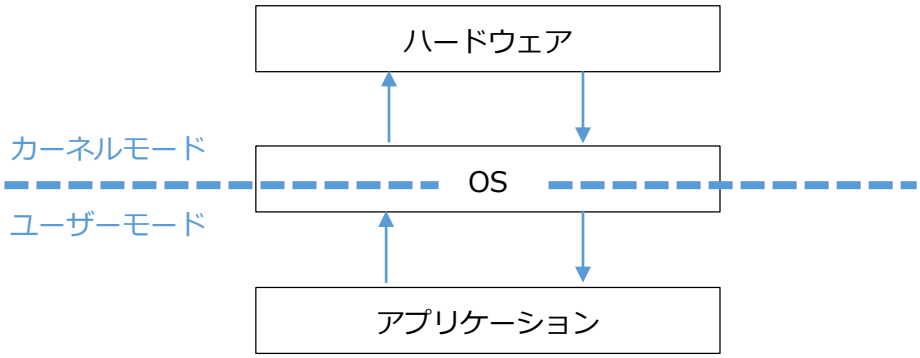


ここをクリックすると、この中に ”WinDbg” というアプリケーションがありますが、これがデバッガです。



WinDbg はユーザーモードにもカーネルモードにも使えるデバッガです。ただし、今回はこの WinDbg は使いません。まずは、ユーザーモード専用デバッガを使い、ユーザーモードのプロセスについて勉強していきます。

その前に、ユーザーモード、カーネルモードについて少しだけ解説します。
簡単に言えば、Windows をはじめ、Linux にしても、UNIX にしても、オペレーティングシステムというのは、ハードウェアを動かすためのプログラムです。そのオペレーティングシステムのコア（核）の部分がカーネルモード（Linux や UNIX ではスーパーバイザーモードと呼んだりします。）、そして一般にサードパーティーベンダーなどが作成するアプリケーションプログラムはユーザーモードと呼ばれるモードで動作します。ユーザーモードのアプリケーションが、カーネルモードの関数を呼び出し、カーネルモードの関数が、ハードウェアにアクセスする。OS から命令を受けたハードウェアが返した値をカーネルモードが受け取り、それをユーザーモードのアプリケーションに返していく、こんな感じでコンピュータ上のプログラムは動いています。



ところで、デバッガはどこにインストールされているのでしょうか？

デフォルトであれば、c:¥Program Files¥Debugging Tools for Windows (x86) にインストールされます。

では、このフォルダを開いてみて下さい。
エクスプローラーではなく、コマンドラインから開いてみて下さいね。

スタートメニューから[プログラムとファイルの検索]で、”cmd.exe” と入力して下さい。コマンドラインが起動したら、"cd c:¥pro*" と入力して [ENTER] キーを押して下さい。続いて、"cd deb*"と入力して [ENTER]キーを押して下さい。これでデバッガのあるフォルダに移動します。

dir コマンドを打ってみましょう。
以下の様に出力されるはずです。

```
c:¥Program Files¥Debugging Tools for Windows (x86)>dir
 ドライブ C のボリューム ラベルがありません。
 ボリューム シリアル番号は 2E78-B389 です
 c:¥Program Files¥Debugging Tools for Windows (x86) のディレクトリ
2013/11/12  23:27    <DIR>          .
2013/11/12  23:27    <DIR>          ..
2013/11/12  22:59    <DIR>          1394
2009/08/24  14:38            71,168 adplus.doc
2010/02/01  12:27            97,040 adplus.exe
2010/02/01  12:27            29,056 adplusext.dll
2010/02/01  12:27            80,656 adplusmanager.exe
2009/08/24  14:38             2,068 adplusmanager.exe.config
2010/02/01  12:27           200,530 adplus_old.vbs
2010/02/01  12:27            36,736 agestore.exe
2010/02/01  12:27            17,168 breakin.exe
2010/02/01  12:27           364,816 cdb.exe
2013/11/12  22:59    <DIR>          clr10
2010/02/01  12:27            32,128 convertstore.exe
2010/02/01  12:27           112,512 dbengprx.exe
```

```
2010/02/01  12:27         3,557,648 dbgeng.dll
2010/02/01  12:27         1,213,200 dbghelp.dll
2010/02/01  12:27            39,184 dbgrpc.exe
2010/02/01  12:27            32,528 dbgsrv.exe
2010/02/01  12:27           151,824 dbh.exe
2010/01/08  11:07           326,336 debugger.chi
2010/01/08  11:07         5,117,792 debugger.chm
2010/02/01  12:27           419,088 decem.dll
2009/08/24  14:38            56,832 dml.doc
2010/02/01  12:27            20,864 dumpchk.exe
2010/02/01  12:27            19,840 dumpexam.exe
2010/02/01  12:27           145,168 gflags.exe
2010/02/01  12:27           362,768 i386kd.exe
2010/02/01  12:27           362,768 ia64kd.exe
2010/02/01  12:27           376,080 kd.exe
2010/02/01  12:27            34,576 kdbgctrl.exe
2010/02/01  12:27           170,256 kdsrv.exe
2009/08/24  14:38         1,196,032 kernel_debugging_tutorial.doc
2010/02/01  12:27            34,064 kill.exe
2009/09/18  11:35            10,237 license.txt
2010/02/01  12:27            80,768 list.exe
2010/02/01  12:27            28,944 logger.exe
2010/02/01  12:27           211,328 logviewer.exe
2010/02/01  12:27           365,328 ntsd.exe
2010/02/01  12:27            23,312 pdbcopy.exe
2010/02/01  12:08             2,819 redist.txt
2010/01/28  21:21            12,615 relnotes.txt
2010/02/01  12:27            69,504 remote.exe
2010/02/01  12:27            25,360 rtlist.exe
2013/11/12  22:59    <DIR>          sdk
2013/11/12  22:59    <DIR>          srcsrv
2010/02/01  12:27            92,944 srcsrv.dll
2010/02/01  12:27            30,992 symbolcheck.dll
2010/02/01  12:27            80,144 symchk.exe
2013/11/12  22:59    <DIR>          symproxy
2010/02/01  12:27           131,856 symsrv.dll
2009/08/24  14:38                 1 symsrv.yes
2010/02/01  12:27           145,168 symstore.exe
2013/11/12  22:59    <DIR>          themes
2010/02/01  12:27            47,376 tlist.exe
2013/11/12  22:59    <DIR>          triage
2010/02/01  12:27           143,232 umdh.exe
```

```
2013/11/12  22:59    <DIR>          usb
2010/02/01  12:27           139,136 usbview.exe
2010/02/01  12:27            74,512 vmdemux.exe
2013/11/12  22:59    <DIR>          w2kchk
2013/11/12  22:59    <DIR>          w2kfre
2010/02/01  12:27           532,752 windbg.exe
2013/11/12  22:59    <DIR>          winext
2013/11/12  22:59    <DIR>          winxp
              51 個のファイル          16,929,054 バイト
              14 個のディレクトリ   52,810,719,232 バイトの空き領域
c:¥Program Files¥Debugging Tools for Windows (x86)>
```

この中に cdb.exe というモジュールがあります。これが、コマンドライン形式のユーザーモード専用デバッガです。一方、kd.exe というモジュールがカーネルモード専用デバッガです。そして、よく使うツールとして tlist.exe が同梱されています。

tlist を実行してみて下さい。

```
c:¥Program Files¥Debugging Tools for Windows (x86)>tlist
   0 System Process
   4 System
 264 smss.exe
 340 csrss.exe
 388 wininit.exe
 396 csrss.exe
 444 winlogon.exe
 476 services.exe
 492 lsass.exe
 500 lsm.exe
 616 svchost.exe
 704 svchost.exe
 768 MsMpEng.exe
 860 svchost.exe
 892 svchost.exe
 932 svchost.exe
 988 svchost.exe
1104 svchost.exe
1284 svchost.exe
1400 wlanext.exe
       ・・・
```

tlist.exe は、現在実行中のユーザーモードプロセスを表示します。左の数字はプロセスに紐づけられるプロセス ID です。右は実行モジュール名です。

それでは、メモ帳を起動してみて下さい。

スタートメニューから[プログラムとファイルの検索]で、”notepad” と入力して下さい。メモ帳が起動したら、コマンドラインに戻り、tlist をもう一度実行してみて下さい。今度は以下の様に出力されるでしょう。

```
3684 notepad.exe       無題 - メモ帳
3944 tlist.exe
c:¥Program Files¥Debugging Tools for Windows (x86)>
```

tlist の結果に、今起動したメモ帳が表示されたかと思います。
ちなみに、プロセス ID は固定ではありません。起動する度に OS が適当に振るので、こうやって都度 tlist でプロセス ID を調べる必要があります。（注：一度起動されたプロセスのプロセス ID は、そのプロセスが終了するまでは同じ ID です。）

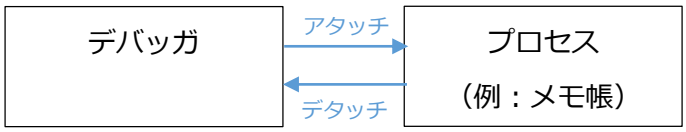
さて、ようやくデバッガの起動です。先程起動したメモ帳をデバッグしてみましょう。
cdb.exe の引数に -p をつけ、notepad.exe のプロセス ID を入力します。
例えば、上のプロセス ID の例でいえば、

"cdb -p 3684"

となります。これを入力してみると、

```
・・・・
(e64.16a0): Break instruction exception - code 80000003 (first chance)
eax=7ffdb000 ebx=00000000 ecx=00000000 edx=773ef1d3 esi=00000000 edi=00000000
eip=77384108 esp=02aefce4 ebp=02aefd10 iopl=0         nv up ei pl zr na pe nc
cs=001b  ss=0023  ds=0023  es=0023  fs=003b  gs=0000             efl=00000246
ntdll!DbgBreakPoint:
77384108 cc              int     3
0:004>
```

となって止まるはずです。この時、メモ帳はどうなっていますか？おそらく、クリックしても、ウンともスンとも言わないはずです。この状態をブレイクと言います。つまり、cdb を使って、notepad.exe をデバッグできる状態に停止した事になります。これを、デバッガでアタッチ（attach）したと言います。この状態で "qd" と入力すると、デバッガが notepad.exe を解放し、メモ帳は操作可能な状態に戻ります。これをデタッチ（detach）と言います。



では、もう一度アタッチしてみて下さい。
そして、"~0kb" と入力してみて下さい。

```
0:004> ~0kb
ChildEBP RetAddr  Args to Child
WARNING: Stack unwind information not available. Following frames may be wrong.
0027f964 0020148a 0027f988 00000000 00000000 ntdll!KiFastSystemCallRet
0027f9a4 002016ec 00200000 00000000 000b23da notepad+0x148a
0027fa34 764bed5c 7ffdf000 0027fa80 773b37eb notepad+0x16ec
0027fa40 773b37eb 7ffdf000 77d0196d 00000000 kernel32!BaseThreadInitThunk+0x12
0027fa80 773b37be 00203689 7ffdf000 00000000 ntdll!RtlInitializeExceptionChain+0xef
0027fa98 00000000 00203689 7ffdf000 00000000 ntdll!RtlInitializeExceptionChain+0xc2
```

"~0" とは、0 番のスレッドを指定、"kb" とはスタックバックを表示するコマンドです。つまり、notepad.exe というプロセスで動いている複数のスレッドのうち、0 番のスレッドのスタックバックを表示しなさい、という命令が "~0kb" となります。

スタックバックですが、あるモジュールの関数が次のモジュールの関数を呼ぶ度に、スタックというメモリ領域にその履歴を記録していきます。スタックの名の通り、これは下から順に積まれていきますので、見る時も下から見ていきます。上の例でいうと、ntdll というモジュールの RtlInitializeExceptionChain という関数から ntdll というモジュールの RtlInitializeExceptionChain を呼び、更に、kernel32 というモジュールの

BaseThreadInitThunk を呼び、そこから notepad.exe を呼ぶ…という感じです。
ただ、notepad+0x16ec とか書かれていても、何の事かわかりませんよね？

では、
".sympath srv*c:¥localsymbols*http://msdl.microsoft.com/download/symbols"
と入力してみて下さい。

```
0:004> .sympath srv*c:¥localsymbols*http://msdl.microsoft.com/download/symbols
Symbol search path is: srv*c:¥localsymbols*http://msdl.microsoft.com/download/symbols
Expanded Symbol search path is: srv*c:¥localsymbols*http://msdl.microsoft.com/download/symbols
```

その後、
”.reload"
と入力します。

```
0:004> .reload
Reloading current modules
.....................................
```

そして、もう一回、"~0kb" と入力してみて下さい。

どうなりましたか？
今度は、以下の様に notepad の横に関数名が出てきたかと思います。

```
0:004> ~0kb
ChildEBP RetAddr  Args to Child
0027f944 7707cde0 7707ce13 0027f988 00000000 ntdll!KiFastSystemCallRet
0027f948 7707ce13 0027f988 00000000 00000000 USER32!NtUserGetMessage+0xc
0027f964 0020148a 0027f988 00000000 00000000 USER32!GetMessageW+0x33
0027f9a4 002016ec 00200000 00000000 000b23da notepad!WinMain+0xe6
0027fa34 764bed5c 7ffdf000 0027fa80 773b37eb notepad!_initterm_e+0x1a1
0027fa40 773b37eb 7ffdf000 77d0196d 00000000 kernel32!BaseThreadInitThunk+0xe
0027fa80 773b37be 00203689 7ffdf000 00000000 ntdll!__RtlUserThreadStart+0x70
0027fa98 00000000 00203689 7ffdf000 00000000 ntdll!_RtlUserThreadStart+0x1b
```

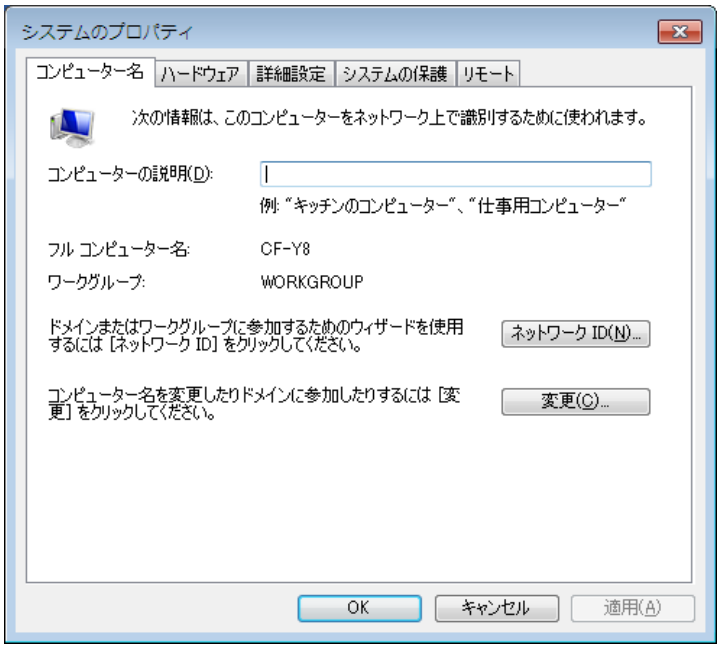
これは、何をしたのでしょうか？
実は、Microsoft の提供するシンボルサーバーという所にアクセスして、シンボルファイルというファイルをダウンロードしたのです。

エクスプローラーで c ドライブを見ると、
c:¥localsymbols
というフォルダが出来ていると思います。この中に、必要なシンボルファイルがダウンロードされており、そのおかげで関数名が出てくるようになったのです。
ここまでで、何となく推測できると思いますが、このシンボルファイルはモジュールごとに作られ、このモジュールのこの関数は、どこのアドレスから始まっていますよ、という情報が格納されているのです。

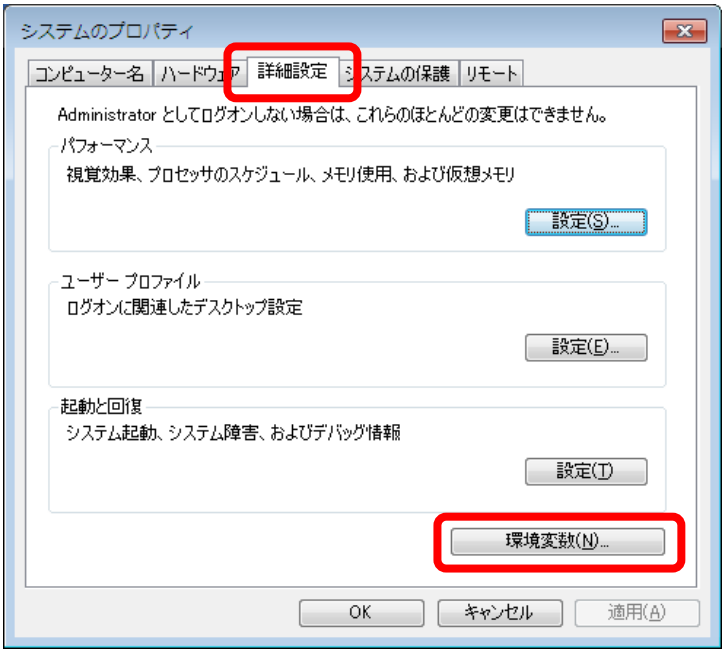
ただ、いちいちデバッガ上で、シンボルの場所を入力するのは面倒ですよね？

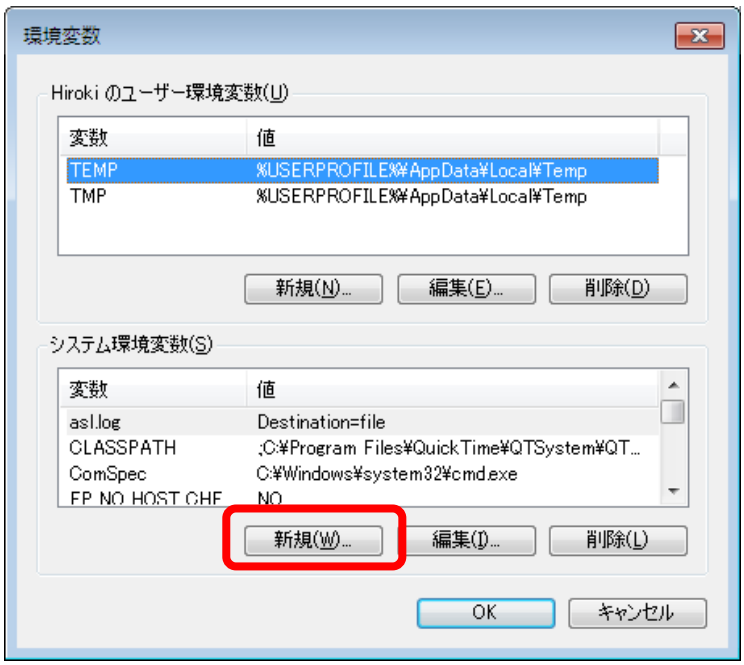
そんな人のために、デバッガには環境変数を設定する事が出来ます。

スタートメニューからコントロールパネルを開き、[システムとセキュリティ] - [システム]-[設定の変更]をクリックし、システムのプロパティを開きます。
（もしくはコマンドラインから、"control sysdm.cpl" でも結構です。）



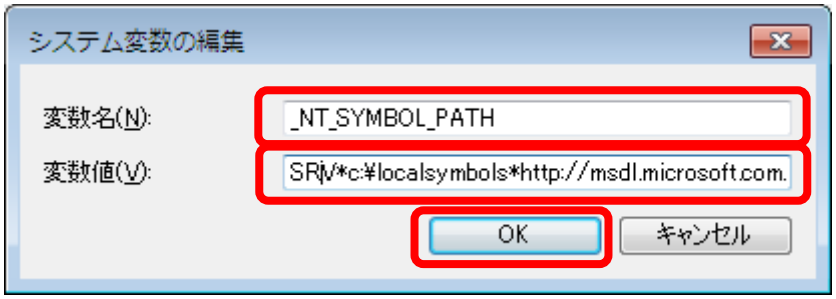
システムのプロパティが開いたら、[詳細設定]タブを開き、下の[環境変数(N)...]ボタンをクリックします。



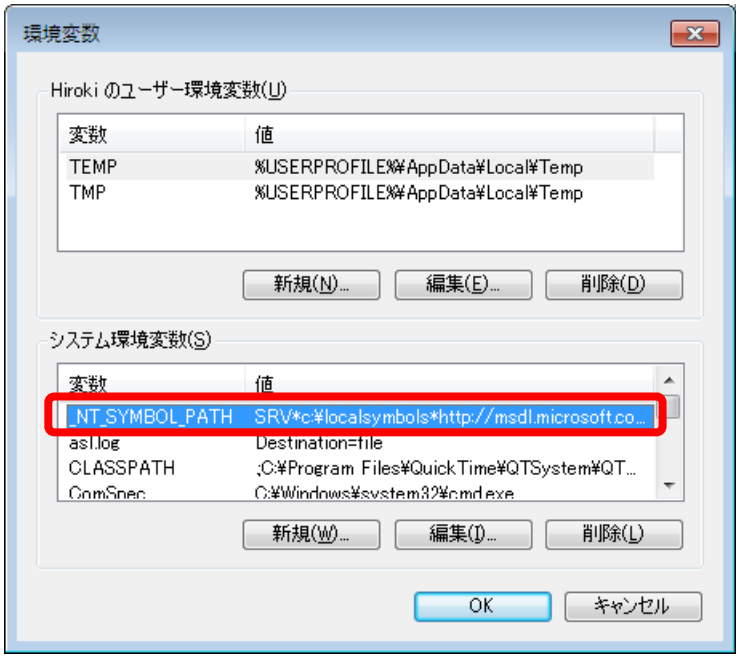


下の[システム環境変数(S)]の[新規(W)...]ボタンをクリックし、
[変数名(N):]に
"_NT_SYMBOL_PATH"、

[変数値(V):]に
"SRV*c:¥localsymbols*http://msdl.microsoft.com/download/symbols"
を入力し、[OK] をクリックします。



すると、[システム環境変数(S)]の所に、_NT_SYMBOL_PATH が設定されると思います。
それが確認できたら、[OK]をクリックしてシステムのプロパティを閉じます。



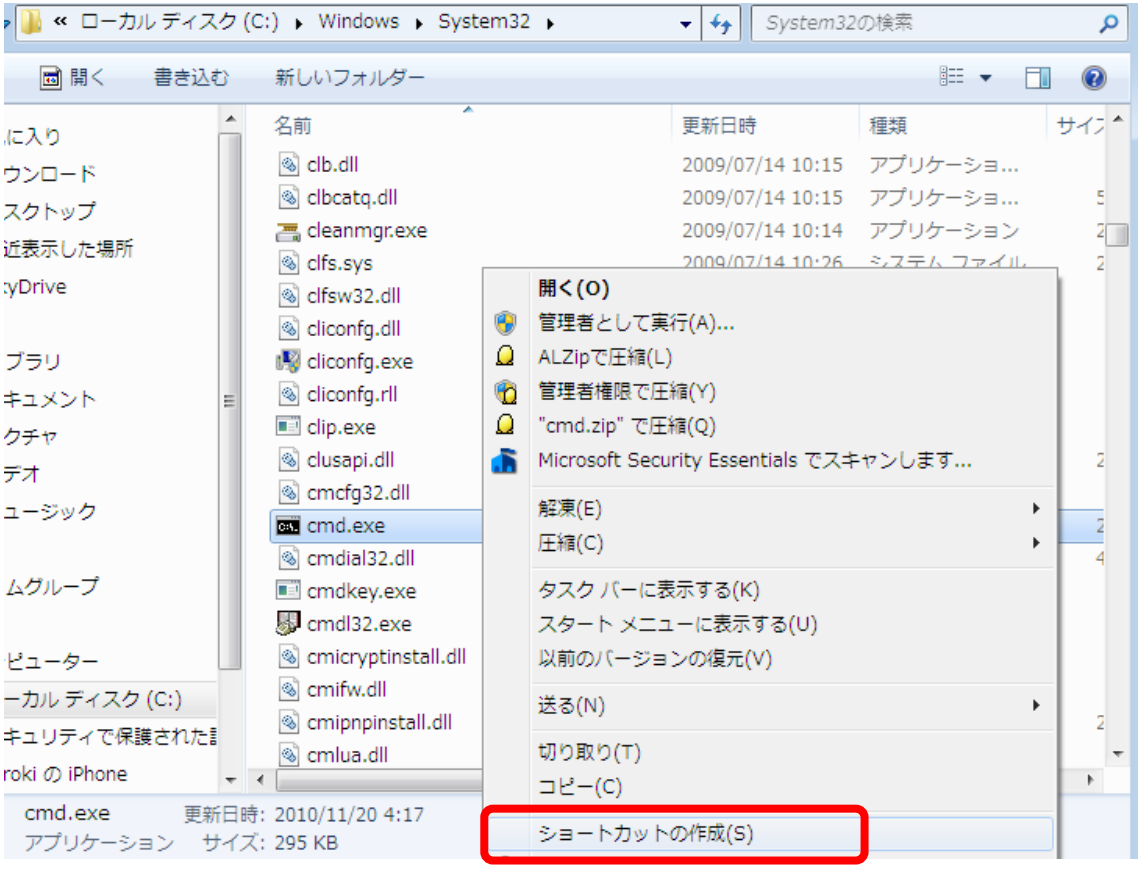
以降、PC を再起動した後にはこの環境変数が自動で設定されますので、デバッガを動かしたとき、自動でシンボルサーバーから必要な OS のシンボルをダウンロードしてくれます。

OS のシンボルファイルはこれで良いのですが、その他のアプリケーション用のシンボルファイルは別途、アプリケーション提供元から入手し、.sympath で指定して読み込む必要がありますので、注意して下さい。

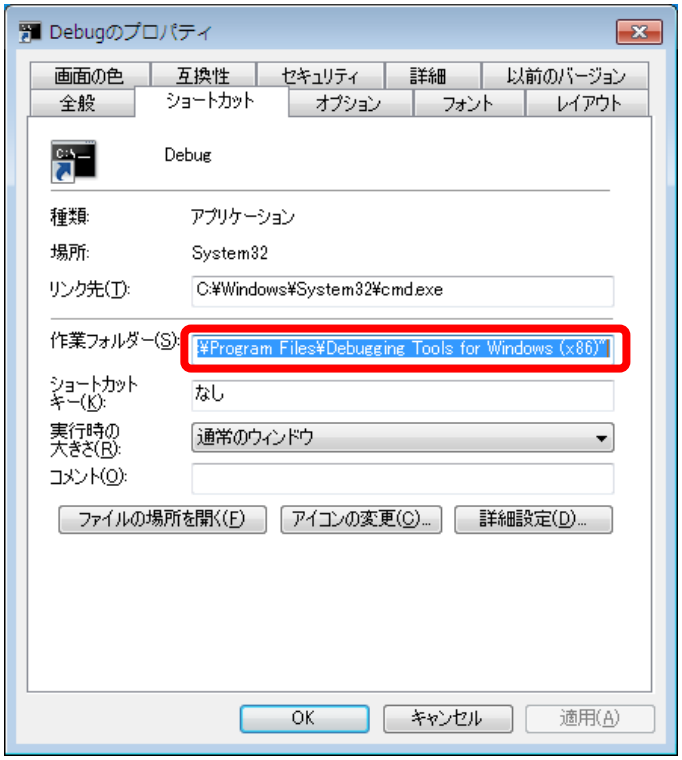
あと、デバッガ用のコマンドラインのショートカットをデスクトップに作成しておくと便利です。コマンドラインのモジュールは

C:¥Windows¥System32¥cmd.exe

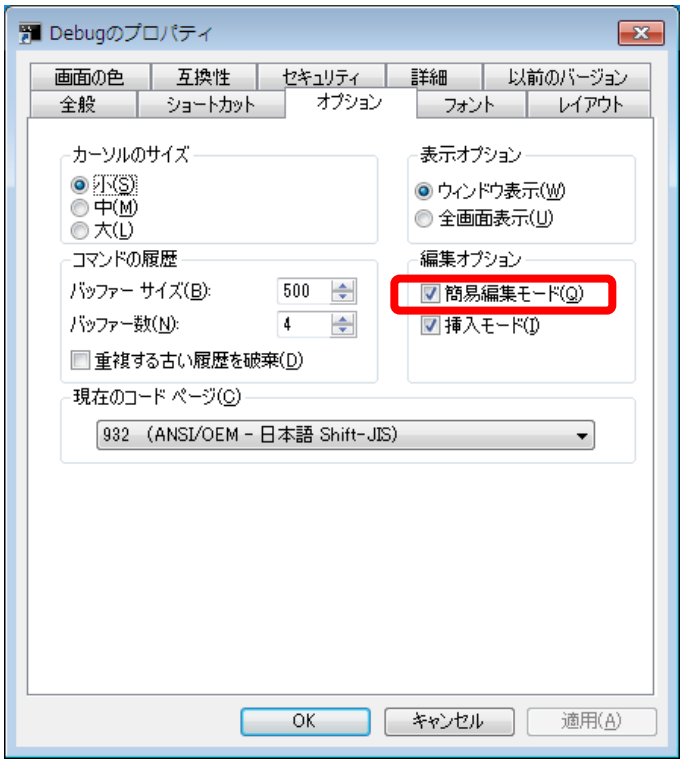
ですので、エクスプローラで c:¥Windows¥System32 に移動し、cmd.exe 上で右クリックしてショートカットを作成します。



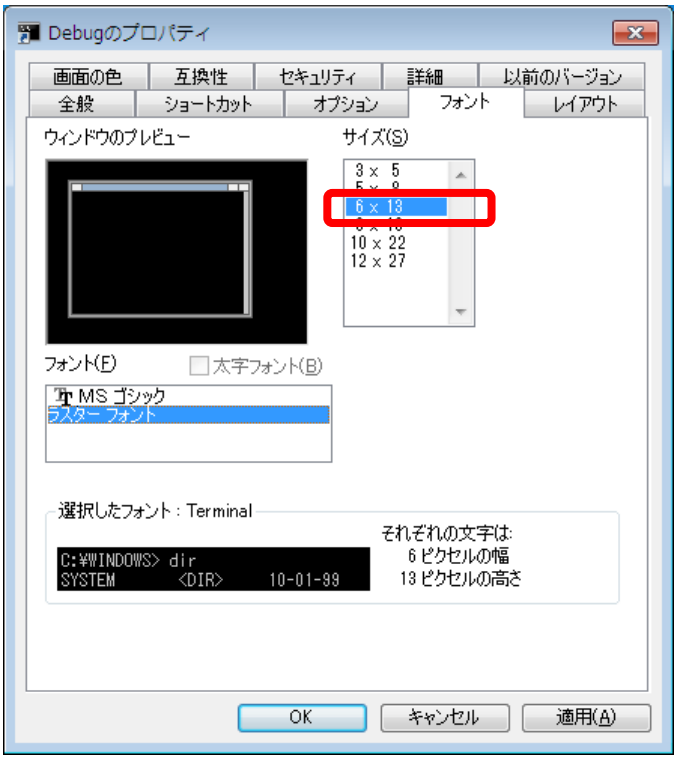
これをデスクトップに移動し、右クリックしてプロパティを開きます。プロパティを開いたら、[ショートカット] タブの [作業フォルダー(s)]を"C:¥Program Files¥Debugging Tools for Windows (x86)"とします。こうする事で、このショートカットを起動した直後からカレントディレクトリは、"C:¥Program Files¥Debugging Tools for Windows (x86)"となります。

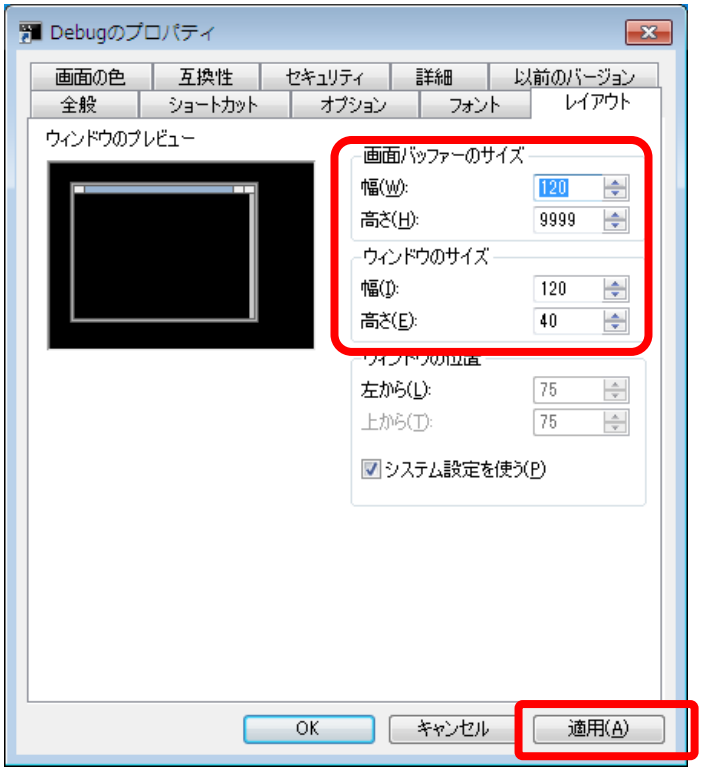


次に、[オプション]タブの［編集オプション］で［簡易編集モード(Q)］にチェックを入れます。この［簡易編集モード(Q)］にチェックを入れる事で、コマンドライン上でカット＆ペーストなどが使用出来る様になります。



あと、[フォント]タブ、[レイアウト] タブは好みで変更します。(ちなみに、私は [フォント] タブでは [6×13]、[レイアウト] タブでは、[画面バッファーのサイズ] で [幅(W):] 120 [高さ(H):] 9999 とし、[ウィンドウのサイズ] で [幅(I):] 120 [高さ(E):] 40 とします。)





これで、準備は完了です。[適用(A)] をクリックして、プロパティ画面を閉じます。

では、今回のまとめです。

【まとめ】
- ユーザーモードはアプリケーション、カーネルモードは OS のコア
- デバッガのインストールフォルダは c:¥Program Files¥Debugging Tools for Windows (x86)
- tlist でプロセス ID を確認
- プロセスへのアタッチとデタッチ
- スタックバック
- シンボルファイルの有無による動作の違い
- シンボルサーバー用の環境変数の設定
- コマンドラインのショートカットの設定変更（推奨）

今回は、盛りだくさんの内容でしたが、いかがでしたでしょうか？
おそらく、ここまででユーザーモードのプロセスについてアタッチ、デタッチ、スタックバックの確認は出来る様になったと思いますので、次回はもう少し深く見ていきます。