ユニットテストと継続的ビルド

－ －

2014年2月10日 初版

板垣 衛

改訂履歴

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 版 | リリース | 担当 | 改訂内容 |
| 初版 | 2014年2月10日 | 板垣 衛 | （初版） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

目次

[ 概略 1](#_Toc379345837)

[ 目的 1](#_Toc379345838)

[ 「ユニットテスト」と「回帰テスト」 1](#_Toc379345839)

[ ユニットテストのコーディング 2](#_Toc379345840)

[▼ ユニットテストの使い方①：テスト処理の書き方 2](#_Toc379345841)

[▼ ユニットテストの使い方②：実行の指定 4](#_Toc379345842)

[▼ ユニットテストの使い方③：ビルド方法 5](#_Toc379345843)

[▼ ユニットテストの使い方④：実行結果 6](#_Toc379345844)

[▼ ユニットテストの使い方⑤：Jenkinsの設定 7](#_Toc379345845)

[▼ ユニットテストの使い方⑥：Jenkinsの実行結果 10](#_Toc379345846)

[▼ ユニットテストを自作するメリット 11](#_Toc379345847)

[ 処理実装サンプル 11](#_Toc379345848)

[▼ ユニットテスト処理 12](#_Toc379345849)

[▼ ユニットテスト実行処理サンプル 30](#_Toc379345850)

# 概略

ユニットテストを作成する方法と、CIツール（Continuous Integration：継続的ビルド）の「Jenkins」を使用したその定期実行方法を説明する。

安易なコード修正が思いがけず影響して別のバグを生むことがある。とくに開発末期の視野狭窄状態で起き易い問題のため、余裕をもって開発している普段から準備し続けることが重要。そのためにも、極めて手軽に記述できるユニットテストの仕組みを作成する。

また、自動テスト以外にもユニットテストを効果的に利用する方法を示す。

# 目的

本書は、ユニットテストを実践し、問題を早期発見できる安全な開発を行うことを目的とする。

ユニットテストは、開発中の処理を繰り返しテストする際にも役立つため、普段の開発効率の向上も目的とする。

更に、この仕組みをゲーム中の特定の状況でのみ有効なテストにも活用できるものとし、QA作業のルーチンワークに組み込んでQA作業を効率化することも目的とする。

# 「ユニットテスト」と「回帰テスト」

本書が実際に重視するのは、「回帰テスト」（「Regression Test：レグレッションテスト」とも呼ぶ）である。

「ユニットテスト」はその名の通り「単体テスト」のことで、特定の関数やクラスを単体で実行した時に、期待通りの結果になるかどうかをテストするものである。

「回帰テスト」は何度も繰り返し同じテストを実行することを意味する。思いがけず挙動が変わってしまったものを検出するのが目的である。

多数のユニットテストを日々回帰テストすることで、作成済みの処理の品質を維持するものとなる。

# ユニットテストのコーディング

ユニットテストのツールはいろいろあるが、何かと融通が利くように、自作するものとする。そのため、以降の説明に記載するコードは、オリジナルのユニットテストコードである。自作する理由については後述する。

なお、この自作ユニットテスト処理のコーディングスタイルはGoogleのC++ Unit Test Framework「Google Test」を参考にしている。

## ユニットテストの使い方①：テスト処理の書き方

ユニットテストを実施したい処理と同一のソースファイル（.cpp）に、テスト用の処理を記述するのが基本的な使い方である。

テスト用処理は特定の書式にに従って記述する。具体的なコードのサンプルを示す。

ユニットテスト処理を記述したコードのサンプル：

【module\_a.cpp】

|  |
| --- |
| //----------------------------------------  //処理モジュールＡ  class CModuleA  {  public:  //関数１  int func1(int p1, int p2)  {  return p1 + p2;  }  //関数２  bool func2()  {  return true;  }  //関数３  bool func3()  {  throw std::exception("Thrown message");//例外が発生  return true;  }  };  //----------------------------------------  #include "unit\_test.h"//ユニットテスト用のインクルードファイル  //----------------------------------------  //ユニットテスト関数：モジュールＡ用  UT\_BEGIN(MODULE\_A, 0, UnitTest::UT\_ATTR\_AUTO)//他と重複しない識別名（任意の名称）を第１引数に指定する  {  CModuleA \_CModuleA;//テスト用オブジェクト（結果表示が分かり易いようにクラス名と同じような変数名にしておく）  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleA.func1(1, 2), 3); // CModuleA::func1(1, 2) == 3 ?  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleA.func1(3, 4), 7); // CModuleA::func1(3, 4) == 7 ?  UT\_EXPECT\_NE(\_CModuleA.func1(4, 5), 9); // CModuleA::func1(4, 5) != 9 ?  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleA.func2(), true); // CModuleA::func2() == true ?  UT\_EXPECT\_NE(\_CModuleA.func2(), true); // CModuleA::func2() != true ?  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleA.func3(), true); // CModuleA::func3() == true ?  }  UT\_END() |

【module\_b.cpp】

|  |
| --- |
| //----------------------------------------  //処理モジュールＢ  class CModuleB  {  public:  //関数１  int func1(int p1, int p2, int p3)  {  return p1 \* p2 \* p3;  }  //関数２  void func2(int p1, int p2, int& ret)  {  ret = p1 \* p2;  }  };  //----------------------------------------  //処理モジュールＣ  class CModuleC  {  public:  //関数  float func(float p1, float p2, float& ret1, float& ret2)  {  ret1 = p1 + p2;  ret2 = p1 - p2;  return p1 \* p2;  }  };  //----------------------------------------  #include "unit\_test.h"//ユニットテスト用のインクルードファイル  //----------------------------------------  //ユニットテスト関数：モジュールＢ用  UT\_BEGIN(MODULE\_B, 0, UnitTest::UT\_ATTR\_AUTO)//他と重複しない識別名（任意の名称）を第１引数に指定する  {  CModuleB \_CModuleB;//テスト用オブジェクト（結果表示が分かり易いようにクラス名と同じような変数名にしておく）  int out = 0;  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleB.func1(1, 2, 3), 1+2+3); // CModuleB::func1(1, 2, 3) == 1 + 2 + 3 ?  UT\_EXPECT\_NE(\_CModuleB.func1(3, 4, 5), 60); // CModuleB::func1(3, 4, 5) != 60 ?  UT\_EXPECT\_GT(\_CModuleB.func1(5, 6, 7), 10); // CModuleB::func1(5, 6, 7) > 10 ?  UT\_EXPECT\_GE(\_CModuleB.func1(7, 8, 9), 20); // CModuleB::func1(7, 8, 9) >= 20 ?  UT\_EXPECT\_LT(\_CModuleB.func1(9, 10, 11), 30); // CModuleB::func1(9, 10, 11) < 30 ?  UT\_EXPECT\_LE(\_CModuleB.func1(11, 12, 13), 40); // CModuleB::func1(11, 12, 13) <= 40 ?  UT\_EXPR(\_CModuleB.func2(1, 2, out)); UT\_EXPECT\_EQ\_CHILD(out, 2); // CModuleB::func2(1, 2, out); out == 2 ?  UT\_EXPR(\_CModuleB.func2(3, 4, out)); UT\_EXPECT\_NE\_CHILD(out, 12); // CModuleB::func2(3, 4, out); out != 12 ?  }  UT\_END()  //----------------------------------------  //ユニットテスト関数：モジュールＣ用（無理に分ける必要はないが分けても書ける）  UT\_BEGIN(MODULE\_C, 0, UnitTest::UT\_ATTR\_NOAUTO)//他と重複しない識別名（任意の名称）を第１引数に指定する  {  CModuleC \_CModuleC;//テスト用オブジェクト（結果表示が分かり易いようにクラス名と同じような変数名にしておく）  float out1 = 0.f;  float out2 = 0.f;  UT\_EXPR\_WITH\_RET(\_CModuleC.func(1.1f, 2.2f, out1, out2));  UT\_EXPECT\_EQ\_CHILD(out1, 2.f); UT\_EXPECT\_LT\_CHILD(out2, 0.f);  // CModuleC::func(1.1f, 2.2f, out1, out2); out1 == 2.f ? out2 < 0.f ?  UT\_EXPR\_WITH\_RET(\_CModuleC.func(3.3f, 4.4f, out1, out2));  UT\_EXPECT\_NE\_CHILD(out1, 7.f); UT\_EXPECT\_GT\_CHILD(out2, 0.f);  // CModuleC::func(3.3f, 4.4f, out1, out2); out1 != 7.f ? out2 > 0.f ?  UT\_EXPR\_WITH\_RET(\_CModuleC.func(5.5f, 6.6f, out1, out2));  UT\_EXPECT\_LE\_CHILD(out1, 20.f); UT\_EXPECT\_GE\_CHILD(out2, 10.f);  // CModuleC::func(5.5f, 6.6f, out1, out2); out1 <= 20.f ? out2 >= 10.f ?  UT\_EXPR\_WITH\_RET(\_CModuleC.func(7.7f, 8.8f, out1, out2));  UT\_EXPECT\_LT\_CHILD(out1, 1.f); UT\_EXPECT\_LE\_CHILD(out2, 2.f);  // CModuleC::func(7.7f, 8.8f, out1, out2); out1 < 1.f ? out2 <= 2.f ?  }  UT\_END() |

「UT\_BEGIN()」マクロ～「UT\_END()」マクロの範囲がテスト用関数となる。

多数のテスト用関数が作られても競合しないように、「UT\_BEGIN()」の第一引数に任意の識別名を渡す。大抵はクラス名をそのまま指定する。

この関数の中で「UT\_EXPECT\_\*\*\*()」マクロを使用し、計算式と期待する結果を書くことでテストする。関数の戻り値を評価せず、参照渡しの引数に返された値を評価したい場合は、「UT\_EXPR\_\*\*\*()」マクロと「UT\_EXPECT\_\*\*\_CHILD()」マクロを組み合わせてテストする。

重要なポイントとして、記述すべきテストは、正常動作のパターンだけではなく、エラー値が返るパターンも検証すべきである。期待通りのエラーが返るなら「テストとしてはOK」ということになる。期待通りに処理が失敗することもまた重要なテストである。

## ユニットテストの使い方②：実行の指定

テスト処理を書いただけではまだ実行できない。

これらの処理を呼び出す処理を記述する必要がある。

一般的なユニットテストは、main() 関数の最初に実行して即終了することが多いが、ゲームの場合、「メモリマネージャが初期化された後でないとまともに動作する処理が少ない」といった事情があるため、「初期化処理の後」などの任意のタイミングで呼び出すようにする。

ユニットテスト処理を実行するコードのサンプル：

【main.cpp】

|  |
| --- |
| #include "unit\_test.h"//ユニットテスト用のインクルードファイル  //メイン処理  int main(const int argc, const char\* argv[])  {  //初期化処理  //…（略）…    //ユニットテスト実行  UT\_RUN\_MAIN();//ユニットテスト実行モードで実行されたら、この処理の実行後に即 returnする。エラー数を返す。    //…（略）…  } |

ユニットテストを実行したいタイミングで「UT\_RUN\_MAIN()」マクロを実行する。

このマクロは、ユニットテストの実行が終了すると return するので注意。エラー数を返すため、Windowsなら環境変数「%ERRORLEVEL%」をチェックすることでエラーの有無がわかる。

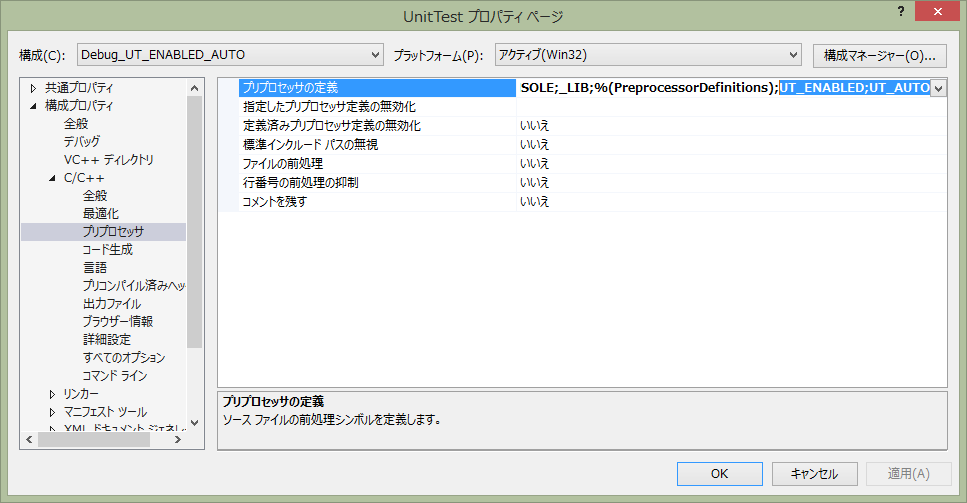
## ユニットテストの使い方③：ビルド方法

ユニットテスト処理は、ゲーム用プロジェクトにそのまま記述する。

しかし、通常のビルドではユニットテストは無効となり、普通にゲームが起動する。この時、ユニットテストの全ての処理コードは、実行時のプログラムから完全に消滅している。

ユニットテストを有効にするには、特定のマクロをプリプロセッサに指定する。

ユニットテスト処理を有効化するビルド設定のサンプル：



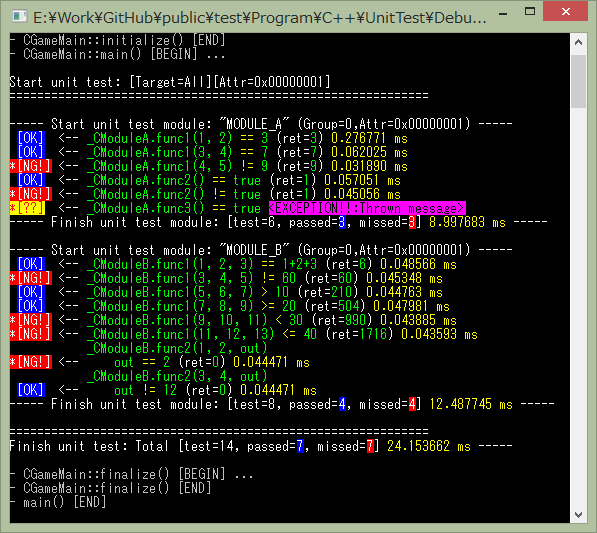
マクロ「UT\_ENABLED」でユニットテストの処理コードを有効化し、マクロ「UT\_AUTO」で「UT\_RUN\_MAIN()」マクロによる実行を許可する。

このように、マクロの設定によってユニットテストの有効化／無効化を切り替えできるため、専用プロジェクトを作成する必要はない。ただし、CIツールで自動ビルドと自動実行をできるように、専用のビルドターゲットは用意したほうが良い。

## ユニットテストの使い方④：実行結果

ユニットテストを実行すると、下記のような結果が出力される。

ユニットテスト処理を有効化するビルド設定のサンプル：



このサンプルでは、OK だったもの、NGだったもの、例外が発生して結果が得られなかったものが示されている。（例外はNGにカウントされる）

ユニットテストでは、1件のNGも許されない。なぜなら、NGになるようなテストは一件も登録していないはずだからである。

これは、「関数がエラー終了した」という意味ではなく、正常終了にしろエラー終了にしろ、「期待通りの結果ではない」という意味である。1件でもそのような結果が返ったら、最優先で修正しなければならない。

なお、テスト結果には処理時間も表示されるため、パフォーマンスのチェックを兼ねることができる。

また、テスト結果にサンプルで用意した「MODULE\_C」が表示されていないのは、「MODULE\_C」は自動実行しない設定で登録していたからである。

例えば、「特定のあるステージでしかテストできない」といった特殊な条件が必要なテストは自動実行しない設定でテストを登録することができる。

ユニットテスト処理を任意に実行するコードのサンプル：

【debug\_unit\_test.cpp】

|  |
| --- |
| #include "unit\_test.h"//ユニットテスト用のインクルードファイル  //デバッグ処理　※デバッグメニューから実行される  void debugUnitTest(DEBUG\_DESC desc, const int argc, const char\* argv[])  {  //ユニットテスト手動実行：モジュールＣ  UT\_OUTPUT("手動ユニットテスト:MODULE(\"MODULE\_C\")\n");//ユニットテスト有効時のみ処理されるプリント文  UT\_RUN\_MODULE("MODULE\_C", UnitTest::UT\_ATTR\_ANY);//モジュールを指定して実行  } |

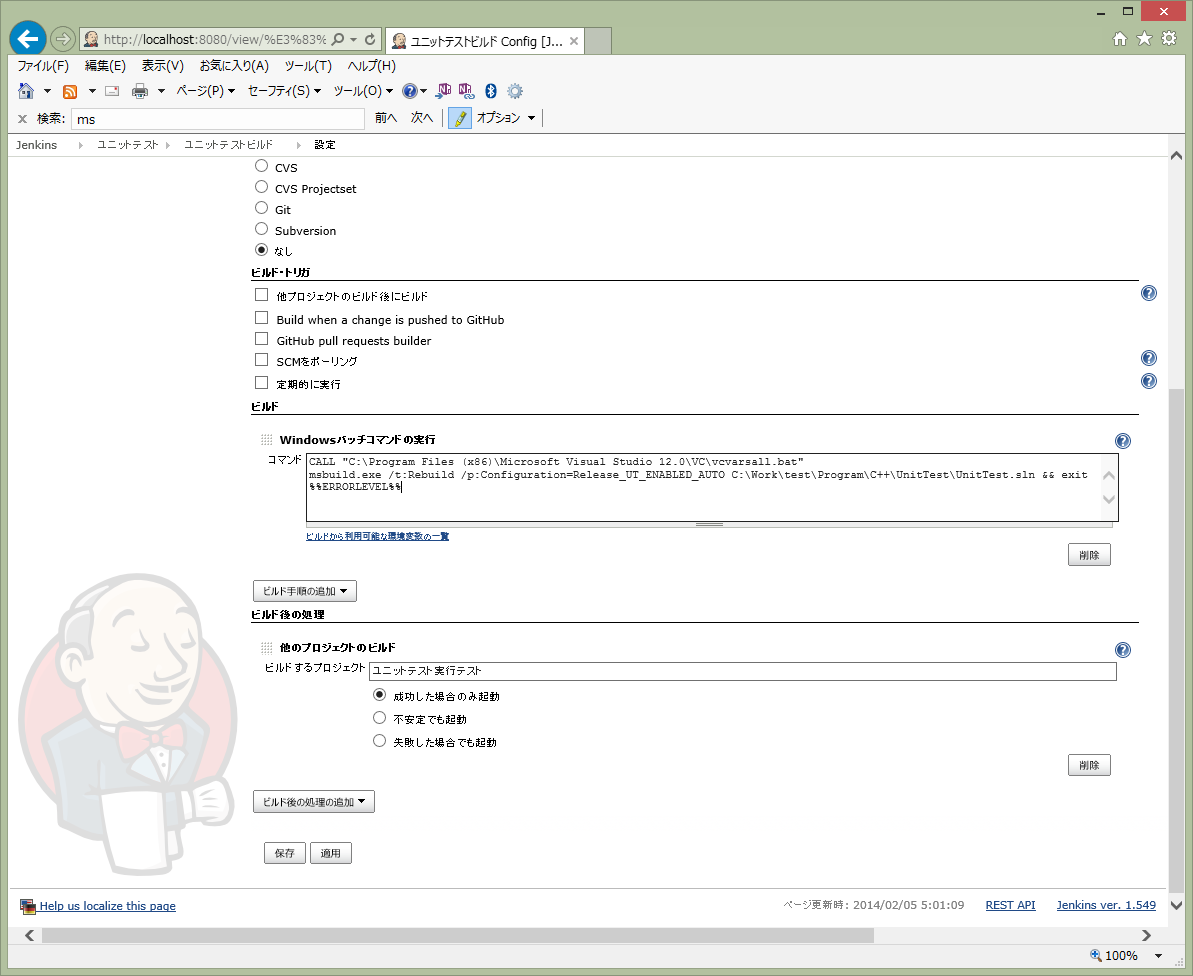
## ユニットテストの使い方⑤：Jenkinsの設定

Jenkinsから自動的にユニットテストを実行する場合は、最低限、ユニットテストターゲットのビルドとその実行ができればよい。（Jenkinsの使い方そのものは解説しない）

Jenkinsのジョブ設定サンプル：



Jenkinsのビルド設定サンプル：



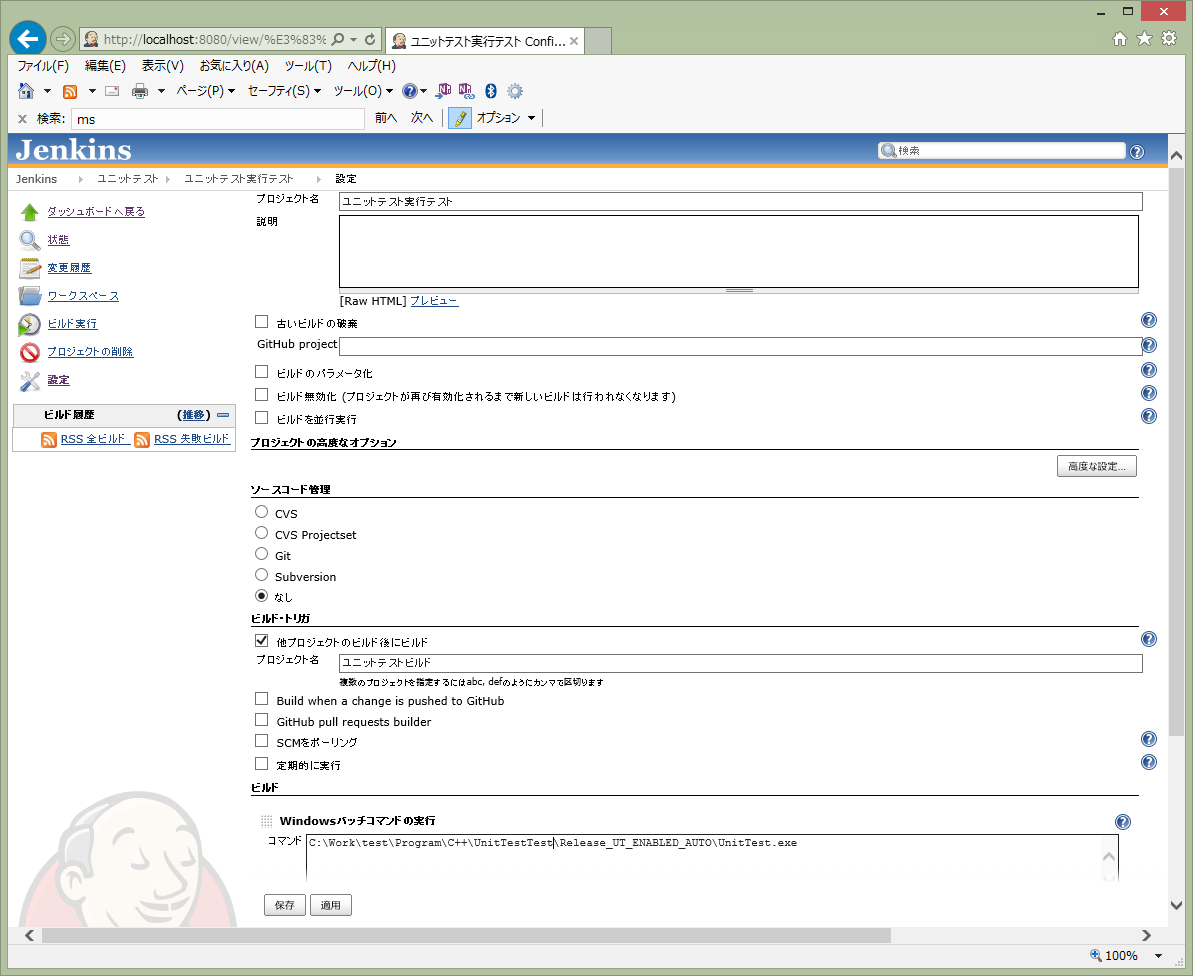
これは、Visual Studio 2013のソリューションに対して、MSBuild.exeを使用してビルドするサンプルである。普段Visual Studio のパスを通していないことや、ビルドターゲット指定したかったことから、MSBuildプラグインは使用せず、バッチコマンドを使用している。ビルド成功後は、そのままユニットテストを実行するようにジョブ（プロジェクト）をつなぐようにしている。

また、ここでは使っていないが、「SCMをポーリング」の設定と組み合わせて扱い、定期ビルドと言わず、コミットがある度にテストすることも推奨する。

JenkinsからバッチコマンドでVisual Studioソリューションをビルドするサンプル：

|  |
| --- |
| rem 環境変数を設定し、MSBuildexe が実行できるようにパスを通す  CALL "C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual Studio 12.0\VC\vcvarsall.bat"  rem MSBuild.exe を使用してビルド：構成「Release\_UT\_ENABLED\_AUTO」をリビルド  msbuild.exe /t:Rebuild /p:Configuration=Release\_UT\_ENABLED\_AUTO C:\Work\test\Program\C++\UnitTestTest\Test.sln && exit %%ERRORLEVEL%% |

Jenkinsのユニットテスト実行設定サンプル：



ユニットテスト用にビルドしたプログラムをそのまま実行しているだけである。

他、失敗時のメール通知の設定なども行うべきだが、割愛する。

Jenkinsからバッチコマンドでユニットテストを実行するサンプル：

|  |
| --- |
| rem ユニットテストを実行  C:\Work\test\Program\C++\UnitTestTest\Release\_UT\_ENABLED\_AUTO\UnitTest.exe |

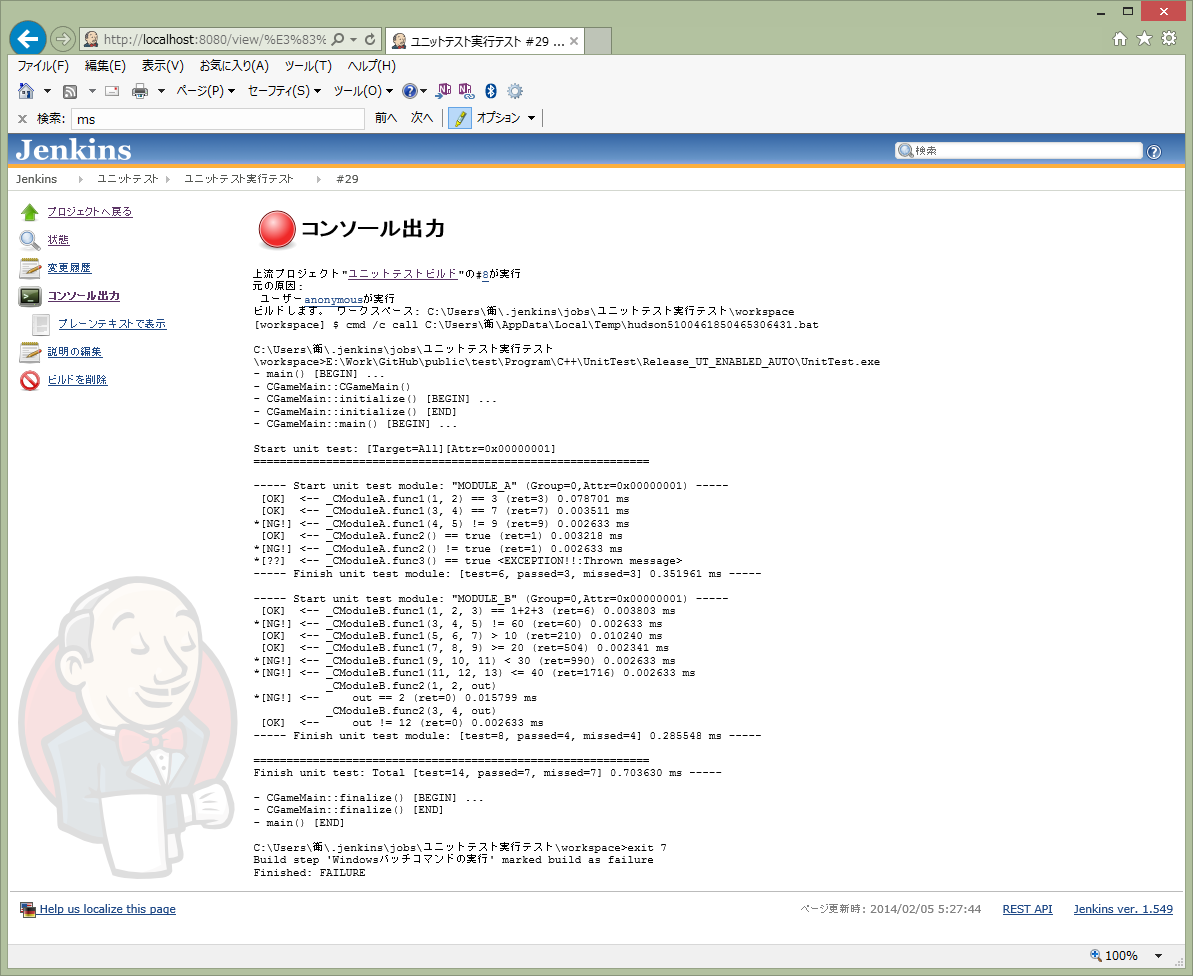
## ユニットテストの使い方⑥：Jenkinsの実行結果

Jenkinsからのユニットテストの実行結果のサンプルを示す。

Jenkinsのビルド～ユニットテスト実行結果サンプル：



Jenkinsのユニットテスト実行結果（コンソール出力）サンプル：



## ユニットテストを自作するメリット

ここまでのサンプルで示したように、ユニットテストを自作することで、「手動実行」のような、ゲーム開発で扱い易い機能を実装する。

# 処理実装サンプル

（やや乱暴だが）今回のサンプルのために作成したユニットテストのプログラムを全文記載する。コメントが少なめで少々分かりにくいが、そのままの状態とする。

まだまだ改善の余地がある処理で、大量のテストコードが追加された場合の対処を考慮できていない。特定のテスト処理だけ実体化されるような工夫を組み込んだほうが良い。

普通に new / delete や std::string を使用している点も改善のポイント。

## ユニットテスト処理

ユニットテストの処理サンプルを示す。赤字はユニットテスト処理作成時に直接使用するマクロ／関数。

【unit\_test.h】

|  |
| --- |
| #pragma once  #ifndef \_\_UNIT\_TEST\_H\_\_  #define \_\_UNIT\_TEST\_H\_\_  //プロジェクト設定の［C/C++］→［プリプロセッサ］→［プリプロセッサの定義］にて定義されるマクロ  //#define UT\_ENABLED ... ユニットテストの処理コードが有効になる。  //  //#define UT\_AUTO ... ユニットテストの自動実行を有効にする。  // ※main処理の冒頭で「UT\_RUN\_MAIN();」と記述しておく。  // 以後の処理は実行せずに return する。この return 値を main 関数の戻り値にするように。  // メモリ管理などの基本的な初期化処理が終わった後で実行するように。  //#define UT\_TARGET\_MODULE ... UT\_AUTO で自動実行時に、指定のモジュール名を対象に限定して実行する。  // 省略した場合は全て対象。  //#define UT\_TARGET\_GROUP ... UT\_AUTO で自動実行時に、指定のグループIDを対象に限定して実行する。  // 省略した場合は全て対象。  //  //※これらのマクロを使用せずとも、「UT\_RUN\_ALL();」「UT\_RUN\_MODULE();」「UT\_RUN\_GROUP();」のいずれかを直接呼び出せば、  //　いつでもユニットテストを実行可能。  //　戻り値はテストにミスした数。これは常に 0 でなければならない。  #ifdef UT\_ENABLED  #include <stdio.h>  #include <string.h>  #include <stdarg.h>  #include <string>  #include <sstream>  #include <exception>  #include <assert.h>  #ifndef ASSERT  #define ASSERT(expr) assert(expr)  #endif//ASSERT  namespace UnitTest  {  class CCollection;  class CElapsedTime;    //ユニットテスト実行属性  typedef unsigned int T\_UT\_ATTR;  enum E\_UT\_ATTR  {  UT\_ATTR\_NONE = 0x00000000, //属性無し  UT\_ATTR\_ANY = 0xffffffff, //全て  UT\_ATTR\_AUTO = 0x00000001, //自動実行用  UT\_ATTR\_NOAUTO = 0x00000002, //非自動実行用  };    //ユニットテスト比較演算子指定用定数  enum E\_UT\_OPE  {  UT\_OPE\_UNKNOWN = 0, //??  UT\_OPE\_EQ, //==  UT\_OPE\_NE, //!=  UT\_OPE\_GT, //>  UT\_OPE\_GE, //>=  UT\_OPE\_LT, //<  UT\_OPE\_LE, //<=  UT\_OPE\_NUM,  };  struct T\_UT\_OPE\_UNKNOWN\_DUMMY{};  struct T\_UT\_OPE\_EQ\_DUMMY{};  struct T\_UT\_OPE\_NE\_DUMMY{};  struct T\_UT\_OPE\_GT\_DUMMY{};  struct T\_UT\_OPE\_GE\_DUMMY{};  struct T\_UT\_OPE\_LT\_DUMMY{};  struct T\_UT\_OPE\_LE\_DUMMY{};  //ユニットテストメインクラス  class CCollection  {  private:  // explicit CUnitTestMain(){}  explicit CCollection(CCollection&){}  public:  typedef int(\*UNIT\_TEST\_FUNC\_P)(int& passed, int& missed);  typedef int(\*UNIT\_TEST\_OUTPUT\_FUNC\_P)(const char\* fmt, va\_list list);  struct UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO  {  CCollection::UNIT\_TEST\_FUNC\_P m\_func;  const char\* m\_moduleName;  int m\_groupId;  T\_UT\_ATTR m\_attr;  int passed;  int missed;  double elapsed\_time;  };  public:  //コンストラクタ  explicit CCollection(){}  //デストラクタ  ~CCollection(){}  public:  //アクセッサ  static int getFuncInfoListNum();  static const UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* getFuncInfoListTop();  static const UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* getFuncInfo(const int index);  static const UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* getFuncInfo(const char\* module\_name);    //前回の結果  static int getLastPassedTotal();  static int getLastMissedTotal();  public:  //前回の実行結果をリセット  static void resetLastResult();  public:  //ユニットテスト実行  static int runUnitTest(const char\* target\_module\_name = nullptr, const int target\_group\_id = 0,  const T\_UT\_ATTR target\_attr = UT\_ATTR\_ANY);  static int runUnitTestStandard(const T\_UT\_ATTR target\_attr = UT\_ATTR\_ANY);  public:  //ユニットテスト登録  static bool addFuncInfo(UNIT\_TEST\_FUNC\_P func, const char\* module\_name, const int group\_id,  const T\_UT\_ATTR attr);  //ユニットテスト結果表示  static void setOutputFunc(UNIT\_TEST\_OUTPUT\_FUNC\_P func);  static int output(const char\* fmt, ...);  static void outputRunUTBegin(const char\* target\_module\_name, const int target\_group\_id,  const T\_UT\_ATTR target\_attr);  static void outputRunUTEnd(const char\* target\_module\_name, const int target\_group\_id,  const T\_UT\_ATTR target\_attr, const int total\_passed,  const int total\_missed, const double elapsed\_time);  static void outputRunUTModuleBegin(const char\* module\_name, const int group\_id, const T\_UT\_ATTR attr);  static void outputRunUTModuleEnd(const char\* module\_name, const int group\_id, const T\_UT\_ATTR attr,  const int passed, const int missed, const double elapsed\_time);    //ユニットテスト結果格納クラス  class CExprCResultObjBase  {  public:  CExprCResultObjBase();  ~CExprCResultObjBase();  public:  void setResult(const bool result){ this->m\_result = result; }  bool getResult() const { return this->m\_result; }  void setHasResult(const bool has\_result){ this->m\_hasResult = has\_result; }  bool hasResult() const { return this->m\_hasResult; }  void setException(std::exception const& e);  bool hasException() const { return this->m\_hasException; }  bool hasExprStr() const { return this->m\_hasExprStr; }  bool hasValueStr() const { return this->m\_hasValueStr; }  bool hasOpeStr() const { return this->m\_hasOpeStr; }  bool hasExpectStr() const { return this->m\_hasExpectStr; }  void setExprStr(const char\* expr);  const char\* getExprStr() const { return m\_exprStr.c\_str(); }  void setValueStr(const char\* value);  const char\* getValueStr() const { return m\_valuieStr.c\_str(); }  void setOpeStr(const char\* ope);  const char\* setOpeStrFromId(const E\_UT\_OPE ope);  const char\* getOpeStr() const { return this->m\_opeStr.c\_str(); }  void setExpectStr(const char\* expect);  const char\* getExpectStr() const { return this->m\_expectStr.c\_str(); }  const char\* getExceptionStr() const { return this->m\_exceptionStr.c\_str(); }  private:  bool m\_result;  bool m\_hasResult;  bool m\_hasException;  bool m\_hasExprStr;  bool m\_hasValueStr;  bool m\_hasOpeStr;  bool m\_hasExpectStr;  std::string m\_exprStr;  std::string m\_valuieStr;  std::string m\_opeStr;  std::string m\_expectStr;  std::string m\_exceptionStr;  };  template<typename T>  class CExprCResultObj : public CExprCResultObjBase  {  public:  CExprCResultObj(const T value, const T expect) :  m\_hasValue(true),  m\_hasExpect(true),  m\_value(value),  m\_expect(expect),  CExprCResultObjBase()  {  }  CExprCResultObj(const T value) :  m\_hasValue(false),  m\_hasExpect(false),  m\_value(0),  m\_expect(0), CExprCResultObjBase()  {  this->setValue(value);  }  CExprCResultObj() :  m\_hasValue(false),  m\_hasExpect(false),  m\_value(0),  m\_expect(0),  CExprCResultObjBase()  {  }  ~CExprCResultObj()  {  this->~CExprCResultObjBase();  }  public:  void setValue(const T value)  {  this->m\_value = value;  this->m\_hasValue = true;  std::ostringstream os;  os << value;  this->setValueStr(os.str().c\_str());  }  T getValue() const { return this->m\_value; }  void setExpect(const T expect)  {  this->m\_expect = expect;  this->m\_hasExpect = true;  }  T getExpect() const { return this->m\_expectStr; }    public:  void setOpeStrFromType(T\_UT\_OPE\_UNKNOWN\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromId(UT\_OPE\_UNKNOWN);  }  void setOpeStrFromType(T\_UT\_OPE\_EQ\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromId(UT\_OPE\_EQ);  }  void setOpeStrFromType(T\_UT\_OPE\_NE\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromId(UT\_OPE\_NE);  }  void setOpeStrFromType(T\_UT\_OPE\_GT\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromId(UT\_OPE\_GT);  }  void setOpeStrFromType(T\_UT\_OPE\_GE\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromId(UT\_OPE\_GE);  }  void setOpeStrFromType(T\_UT\_OPE\_LT\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromId(UT\_OPE\_LT);  }  void setOpeStrFromType(T\_UT\_OPE\_LE\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromId(UT\_OPE\_LE);  }  void calcResult(T\_UT\_OPE\_UNKNOWN\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromType(ope);  obj.setResult(false);  obj.setHasResult(false);  }  void calcResult(T\_UT\_OPE\_EQ\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromType(ope);  this->setResult(this->m\_value == this->m\_expect);  this->setHasResult(true);  }  void calcResult(T\_UT\_OPE\_NE\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromType(ope);  this->setResult(this->m\_value != this->m\_expect);  this->setHasResult(true);  }  void calcResult(T\_UT\_OPE\_GT\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromType(ope);  this->setResult(this->m\_value > this->m\_expect);  this->setHasResult(true);  }  void calcResult(T\_UT\_OPE\_GE\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromType(ope);  this->setResult(this->m\_value >= this->m\_expect);  this->setHasResult(true);  }  void calcResult(T\_UT\_OPE\_LT\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromType(ope);  this->setResult(this->m\_value < this->m\_expect);  this->setHasResult(true);  }  void calcResult(T\_UT\_OPE\_LE\_DUMMY ope)  {  this->setOpeStrFromType(ope);  this->setResult(this->m\_value <= this->m\_expect);  this->setHasResult(true);  }    private:  T m\_value;  T m\_expect;  bool m\_hasValue;  bool m\_hasExpect;  };  template<typename T, typename OPE>  static CExprCResultObj<T>\* makeResultObj2(const T value, typename T expect, OPE ope, const char\* expr\_str,  const char\* expect\_str)  {  CExprCResultObj<T>\* obj = new CExprCResultObj<T>(value, expect);  obj->setValue(value);  obj->setExpect(expect);  obj->setExprStr(expr\_str);  obj->setExpectStr(expect\_str);  obj->calcResult(ope);  return obj;  }  template<typename OPE>  static CExprCResultObj<int>\* makeResultObj2ex(OPE ope, const char\* expr\_str, const char\* expect\_str)  {  CExprCResultObj<int>\* obj = new CExprCResultObj<int>();  obj->setExprStr(expr\_str);  obj->setExpectStr(expect\_str);  obj->setOpeStrFromType(ope);  obj->setResult(false);  obj->setHasResult(false);  return obj;  }  template<typename T>  static CExprCResultObj<T>\* makeResultObj1(const T value, const char\* expr\_str)  {  CExprCResultObj<T>\* obj = new CExprCResultObj<T>(value);  obj->setExprStr(expr\_str);  obj->setResult(false);  obj->setHasResult(false);  return obj;  }  static CExprCResultObj<int>\* makeResultObj1ex(const char\* expr\_str)  {  CExprCResultObj<int>\* obj = new CExprCResultObj<int>();  obj->setExprStr(expr\_str);  obj->setResult(false);  obj->setHasResult(false);  return obj;  }  static void outputUTResult(const bool is\_child, int\* passed, int\* missed, CElapsedTime\* elapsed\_time,  CExprCResultObjBase\* result\_obj);  };    //処理時間計測  class CElapsedTime  {  public:  typedef double TIMERCOUNT;  public:  CElapsedTime();  ~CElapsedTime();  public:  TIMERCOUNT getBeginTime() const { return this->m\_beginTime; }  TIMERCOUNT getEndTime() const { return this->m\_endTime; }  TIMERCOUNT getElapsedTime() const { return this->m\_elapsedTime; }  double getResult() const { return static\_cast<double>(this->m\_elapsedTime); }//経過時間（秒）  double getResultMS() const { return static\_cast<double>(this->m\_elapsedTime) \* 1000.0; }//経過時間（ミリ秒）  public:  TIMERCOUNT finish();  private:  TIMERCOUNT getTimer();  private:  TIMERCOUNT m\_beginTime;  TIMERCOUNT m\_endTime;  TIMERCOUNT m\_elapsedTime;  };  }; //namespace UnitTest  #define UT\_BEGIN(module\_name, group\_id, attr) \  namespace \_\_UnitTest\_module\_##module\_name##\_\_ \  { \  class \_\_CUnitTestModle \  { \  public: \  \_\_CUnitTestModle() \  { \  UnitTest::CCollection::addFuncInfo(runUnitTest, #module\_name, group\_id, attr); \  } \  ~\_\_CUnitTestModle() \  { \  } \  public: \  static int runUnitTest(int& \_\_passed, int& \_\_missed) \  { \  const char\* \_\_module\_name = #module\_name; \  const int \_\_group\_id = group\_id; \  UnitTest::CElapsedTime \_\_elapsed\_time; \  const UnitTest::T\_UT\_ATTR \_\_attr = attr; \  \_\_passed = 0; \  \_\_missed = 0; \  UnitTest::CCollection::outputRunUTModuleBegin(\_\_module\_name, \_\_group\_id, \_\_attr);  #define UT\_END() \  \_\_elapsed\_time.finish(); \  UnitTest::CCollection::outputRunUTModuleEnd(\_\_module\_name, \_\_group\_id, \_\_attr, \_\_passed, \_\_missed, \  \_\_elapsed\_time.getResultMS()); \  return \_\_missed; \  } \  }; \  static \_\_CUnitTestModle \_\_unit\_test\_obj; \  }; //namespace \_\_UnitTest\_##module\_name  #define \_UT\_PRINT\_EXPR\_AND\_RESULT(is\_child, expr, ope, expect) \  { \  UnitTest::CCollection::CExprCResultObjBase\* \_\_\_result\_obj = nullptr; \  try \  { \  UnitTest::CElapsedTime \_\_\_elapsed\_time; \  \_\_\_result\_obj = UnitTest::CCollection::makeResultObj2(expr, expect, ope, #expr, #expect); \  \_\_\_elapsed\_time.finish(); \  UnitTest::CCollection::outputUTResult(is\_child, &\_\_passed, &\_\_missed, &\_\_\_elapsed\_time, \_\_\_result\_obj); \  } \  catch(std::exception const &e) \  { \  if(!\_\_\_result\_obj) \  { \  \_\_\_result\_obj = UnitTest::CCollection::makeResultObj2ex(ope, #expr, #expect); \  } \  \_\_\_result\_obj->setException(e); \  UnitTest::CCollection::outputUTResult(is\_child, nullptr, &\_\_missed, nullptr, \_\_\_result\_obj); \  } \  if(\_\_\_result\_obj) \  { \  delete \_\_\_result\_obj; \  } \  }  #define \_UT\_PRINT\_EXPR\_AND\_VALUE(is\_child, expr) \  { \  UnitTest::CCollection::CExprCResultObjBase\* \_\_\_result\_obj = nullptr; \  Try \  { \  UnitTest::CElapsedTime \_\_\_elapsed\_time; \  \_\_\_result\_obj = UnitTest::CCollection::makeResultObj1(expr, #expr); \  \_\_\_elapsed\_time.finish(); \  \_\_\_result\_obj->setResult(true); \  UnitTest::CCollection::outputUTResult(is\_child, nullptr, nullptr, &\_\_\_elapsed\_time, \_\_\_result\_obj); \  } \  catch(std::exception const &e) \  { \  if(!\_\_\_result\_obj) \  { \  \_\_\_result\_obj = UnitTest::CCollection::makeResultObj1ex(#expr); \  } \  \_\_\_result\_obj->setException(e); \  UnitTest::CCollection::outputUTResult(is\_child, nullptr, &\_\_missed, nullptr, \_\_\_result\_obj); \  } \  if(\_\_\_result\_obj) \  { \  delete \_\_\_result\_obj; \  } \  }  #define \_UT\_PRINT\_EXPR(is\_child, expr) \  { \  UnitTest::CCollection::CExprCResultObjBase\* \_\_\_result\_obj = nullptr; \  Try \  { \  \_\_\_result\_obj = UnitTest::CCollection::makeResultObj1ex(#expr); \  \_\_\_result\_obj->setResult(true); \  UnitTest::CCollection::outputUTResult(is\_child, nullptr, nullptr, nullptr, \_\_\_result\_obj); \  } \  catch(std::exception const &e) \  { \  if(!\_\_\_result\_obj) \  { \  \_\_\_result\_obj = UnitTest::CCollection::makeResultObj1ex(#expr); \  } \  \_\_\_result\_obj->setException(e); \  UnitTest::CCollection::outputUTResult(is\_child, nullptr, &\_\_missed, nullptr, \_\_\_result\_obj); \  } \  if(\_\_\_result\_obj) \  { \  delete \_\_\_result\_obj; \  } \  }  #define UT\_EXPECT(expr, ope, expect) \_UT\_PRINT\_EXPR\_AND\_RESULT(false, expr, ope, expect);  #define UT\_EXPECT\_CHILD(expr, ope, expect) \_UT\_PRINT\_EXPR\_AND\_RESULT(true, expr, ope, expect);  #define UT\_EXPR\_WITH\_RET(expr) \_UT\_PRINT\_EXPR\_AND\_VALUE(false, expr)  #define UT\_EXPR\_WITH\_RET\_CHILD(expr) \_UT\_PRINT\_EXPR\_AND\_VALUE(true, expr)  #define UT\_EXPR(expr) \_UT\_PRINT\_EXPR(false, expr)  #define UT\_EXPR\_CHILD(expr) \_UT\_PRINT\_EXPR(true, expr)  #define UT\_EXPECT\_EQ(expr, expect) UT\_EXPECT(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_EQ\_DUMMY(), expect)  #define UT\_EXPECT\_NE(expr, expect) UT\_EXPECT(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_NE\_DUMMY(), expect)  #define UT\_EXPECT\_GT(expr, expect) UT\_EXPECT(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_GT\_DUMMY(), expect)  #define UT\_EXPECT\_GE(expr, expect) UT\_EXPECT(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_GE\_DUMMY(), expect)  #define UT\_EXPECT\_LT(expr, expect) UT\_EXPECT(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_LT\_DUMMY(), expect)  #define UT\_EXPECT\_LE(expr, expect) UT\_EXPECT(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_LE\_DUMMY(), expect)  #define UT\_EXPECT\_EQ\_CHILD(expr, expect) UT\_EXPECT\_CHILD(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_EQ\_DUMMY(), expect);  #define UT\_EXPECT\_NE\_CHILD(expr, expect) UT\_EXPECT\_CHILD(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_NE\_DUMMY(), expect);  #define UT\_EXPECT\_GT\_CHILD(expr, expect) UT\_EXPECT\_CHILD(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_GT\_DUMMY(), expect);  #define UT\_EXPECT\_GE\_CHILD(expr, expect) UT\_EXPECT\_CHILD(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_GE\_DUMMY(), expect);  #define UT\_EXPECT\_LT\_CHILD(expr, expect) UT\_EXPECT\_CHILD(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_LT\_DUMMY(), expect);  #define UT\_EXPECT\_LE\_CHILD(expr, expect) UT\_EXPECT\_CHILD(expr, UnitTest::T\_UT\_OPE\_LE\_DUMMY(), expect);  #ifndef UT\_TARGET\_MODULE  #define UT\_TARGET\_MODULE nullptr  #endif//UT\_TARGET\_MODULE  #ifndef UT\_TARGET\_GROUP  #define UT\_TARGET\_GROUP 0  #endif//UT\_TARGET\_GROUP  #define UT\_RUN\_ALL(attr) UnitTest::CCollection::runUnitTest(nullptr, 0, attr)  #define UT\_RUN\_MODULE(module\_name, attr) UnitTest::CCollection::runUnitTest(module\_name, 0, attr)  #define UT\_RUN\_GROUP(group\_id, attr) UnitTest::CCollection::runUnitTest(nullptr, group\_id, attr)  #define UT\_RUN\_STANDARD(attr) UnitTest::CCollection::runUnitTestStandard(attr)  #define UT\_RETURN() {return UnitTest::CCollection::getLastMissedTotal();}  #define UT\_RETURN\_WHEN\_MISSED() \  { \  if(UnitTest::CCollection::getLastMissedTotal() > 0) \  { \  return UnitTest::CCollection::getLastMissedTotal(); \  } \  }  #define UT\_EXIT\_WHEN\_MISSED() \  { \  if(UnitTest::CCollection::getLastMissedTotal() > 0) \  { \  exit(UnitTest::CCollection::getLastMissedTotal()); \  } \  }  #define UT\_ABORT\_WHEN\_MISSED() \  { \  if(UnitTest::CCollection::getLastMissedTotal() > 0) \  { \  abort(); \  } \  }  #define UT\_ASSERT\_WHEN\_MISSED() ASSERT(UnitTest::CCollection::getLastMissedTotal() == 0)  #ifdef UT\_AUTO  #define UT\_RUN\_MAIN(result\_var) \  UnitTest::CCollection::runUnitTestStandard(UnitTest::UT\_ATTR\_AUTO); \  result\_var = UnitTest::CCollection::getLastMissedTotal(); \  UT\_RETURN()  #else//UT\_AUTO  #define UT\_RUN\_MAIN(result\_var)  #endif//UT\_AUTO  #define UT\_RESET\_LAST\_RESULT() UnitTest::CCollection::resetLastResult()  #define UT\_LAST\_PASSED\_TOTAL() UnitTest::CCollection::getLastPassedTotal()  #define UT\_LAST\_MISSED\_TOTAL() UnitTest::CCollection::getLastMissedTotal()  #define UT\_SET\_OUTPUT\_FUNC(func) UnitTest::CCollection::setOutputFunc(func)  #define UT\_OUTPUT(fmt, ...) UnitTest::CCollection::output(fmt, \_\_VA\_ARGS\_\_)  #define UT\_WITH\_(statement) statement  #else//UT\_ENABLED  #define UT\_BEGIN(module\_name, group\_id, attr) \  namespace \_\_UnitTest\_module\_##module\_name##\_\_ \  { \  template<class T> \  class \_\_CUnitTestModle\_dummy \  { \  private: \  void \_\_dummy(T dummy) \  { \  if (false) \  {  #define UT\_END() \  } \  } \  }; \  }; //namespace \_\_UnitTest\_##module\_name  #define UT\_PRINT\_RESULT(is\_child, expr, value)  #define UT\_PRINT\_EXPR(is\_child, expr)  #define UT\_PRINT\_EXPR\_WITH\_RET(is\_child, expr)  #define UT\_CLAC\_AND\_PRINT\_RESULT(is\_child, expr, value, ope, expect)  #define UT\_EXPECT(expr, ope, expect)  #define UT\_EXPECT\_CHILD(expr, ope, expect)  #define UT\_EXPR(expr)  #define UT\_EXPR\_CHILD(expr)  #define UT\_EXPR\_WITH\_RET(expr)  #define UT\_EXPR\_WITH\_RET\_CHILD(expr)  #define UT\_EXPECT\_EQ(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_NE(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_GT(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_GE(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_LT(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_LE(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_EQ\_CHILD(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_NE\_CHILD(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_GT\_CHILD(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_GE\_CHILD(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_LT\_CHILD(expr, expect)  #define UT\_EXPECT\_LE\_CHILD(expr, expect)  #define UT\_RUN\_ALL(attr)  #define UT\_RUN\_MODULE(module\_name, attr)  #define UT\_RUN\_GROUP(group\_id, attr)  #define UT\_RUN\_STANDARD(attr)  #define UT\_RETURN()  #define UT\_RETURN\_WHEN\_MISSED()  #define UT\_EXIT\_WHEN\_MISSED()  #define UT\_ABORT\_WHEN\_MISSED()  #define UT\_ASSERT\_WHEN\_MISSED()  #define UT\_RUN\_MAIN(result\_var)  #define UT\_RESET\_LAST\_RESULT()  #define UT\_LAST\_PASSED\_TOTAL() 0  #define UT\_LAST\_MISSED\_TOTAL() 0  #define UT\_SET\_OUTPUT\_FUNC(func)  #define UT\_OUTPUT(fmt, ...)  #define UT\_WITH\_(statement)  #endif//UT\_ENABLED  #endif//\_\_UNIT\_TEST\_H\_\_ |

【unit\_test.cpp】

|  |
| --- |
| #include "unit\_test.h"  #ifdef UT\_ENABLED  #include <stdio.h>  //for Windows  #include <windows.h> //コンソールのカラー表示用にインクルード  #include <conio.h> //（同上）  #include <winbase.h> //パフォーマンスカウンターの計測用にインクルード  namespace UnitTest  {  //ユニットテスト情報  static const int UNIT\_TEST\_FUNC\_LIST\_NUM\_MAX = 1024;  static int s\_funcListNum = 0;  static CCollection::UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO s\_funcList[UNIT\_TEST\_FUNC\_LIST\_NUM\_MAX];  static int s\_lastPassedTotal = 0;  static int s\_lastMissedTotal = 0;  static int outputFuncDefault(const char\* fmt, va\_list list)  {  return vfprintf(stdout, fmt, list);  }  static CCollection::UNIT\_TEST\_OUTPUT\_FUNC\_P s\_outputFunc = outputFuncDefault;  //ユニットテストメインクラス  //ユニットテスト登録  bool CCollection::addFuncInfo(UNIT\_TEST\_FUNC\_P func, const char\* module\_name, const int group\_id,  const T\_UT\_ATTR attr)  {  if (s\_funcListNum >= UNIT\_TEST\_FUNC\_LIST\_NUM\_MAX)  {  return false;  }  UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* info = &s\_funcList[s\_funcListNum++];  info->m\_func = func;  info->m\_moduleName = module\_name;  info->m\_groupId = group\_id;  info->m\_attr = attr;  info->passed = 0;  info->missed = 0;  info->elapsed\_time = 0.;  return true;  }  //アクセッサ  int CCollection::getFuncInfoListNum()  {  return s\_funcListNum;  }  const CCollection::UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* CCollection::getFuncInfoListTop()  {  return s\_funcList;  }  const CCollection::UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* CCollection::getFuncInfo(const int index)  {  return index >= 0 && index < s\_funcListNum ? &s\_funcList[index] : nullptr;  }  const CCollection::UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* CCollection::getFuncInfo(const char\* module\_name)  {  UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* info = s\_funcList;  for (int i = 0; i < s\_funcListNum; ++i, ++info)  {  if (strcmp(module\_name, info->m\_moduleName) == 0)  {  return &s\_funcList[i];  }  }  return nullptr;  }  int CCollection::getLastPassedTotal()  {  return s\_lastPassedTotal;  }  int CCollection::getLastMissedTotal()  {  return s\_lastMissedTotal;  }    //前回の実行結果をリセット  void CCollection::resetLastResult()  {  s\_lastPassedTotal = 0;  s\_lastMissedTotal = 0;  UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* info = s\_funcList;  for (int i = 0; i < s\_funcListNum; ++i, ++info)  {  info->passed = 0;  info->missed = 0;  info->elapsed\_time = 0.;  }  }    //ユニットテスト実行  int CCollection::runUnitTest(const char\* target\_module\_name, const int target\_group\_id,  const T\_UT\_ATTR target\_attr)  {  int passed\_total = 0;  int missed\_total = 0;  CElapsedTime elapsed\_time\_total;  outputRunUTBegin(target\_module\_name, target\_group\_id, target\_attr);  UNIT\_TEST\_FUNC\_INFO\* info = s\_funcList;  for (int i = 0; i < s\_funcListNum; ++i, ++info)  {  if ((target\_module\_name == nullptr ||  (target\_module\_name != nullptr && info->m\_moduleName != nullptr &&  strcmp(target\_module\_name, info->m\_moduleName) == 0)) &&  (target\_group\_id == 0 || (target\_group\_id != 0 && target\_group\_id == info->m\_groupId)) &&  (target\_attr == UT\_ATTR\_ANY || (target\_attr != UT\_ATTR\_ANY &&  (target\_attr & info->m\_attr) != UT\_ATTR\_NONE)))  {  int passed = 0;  int missed = 0;  CElapsedTime elapsed\_time;  info->m\_func(passed, missed);  elapsed\_time.finish();  passed\_total += passed;  missed\_total += missed;  info->passed = passed;  info->missed = missed;  info->elapsed\_time = elapsed\_time.getResultMS();  }  }  elapsed\_time\_total.finish();  s\_lastPassedTotal = passed\_total;  s\_lastMissedTotal = missed\_total;  outputRunUTEnd(target\_module\_name, target\_group\_id, target\_attr, passed\_total, missed\_total,  elapsed\_time\_total.getResultMS());  return missed\_total;  }  int CCollection::runUnitTestStandard(const T\_UT\_ATTR target\_attr)  {  return runUnitTest(UT\_TARGET\_MODULE, UT\_TARGET\_GROUP, target\_attr);  }  //ユニットテスト結果表示  #if 0  //for Unix  #define \_COLOR\_BEGIN()  #define \_COLOR\_RESET() output("\x1b[0m")  #define \_COLOR\_NORMAL() output("\x1b[40m\x1b[37m")  #define \_COLOR\_OK() output("\x1b[40m\x1b[34m")  #define \_COLOR\_NG() output("\x1b[41m\x1b[37m")  #define \_COLOR\_UNKNOWN() output("\x1b[44m\x1b[31m")  #define \_COLOR\_EXPR() output("\x1b[40m\x1b[32m")  #define \_COLOR\_OPE() output("\x1b[40m\x1b[37m")  #define \_COLOR\_EXPECT() output("\x1b[40m\x1b[32m")  #define \_COLOR\_VALUE() output("\x1b[40m\x1b[32m")  #define \_COLOR\_ELAPSED\_TIME() output("\x1b[40m\x1b[32m")  #define \_COLOR\_EXCEPTION() output("\x1b[41m\x1b[37m")  #define \_COLOR\_END()  #else  //for Windows  CONSOLE\_SCREEN\_BUFFER\_INFO \_csb\_info\_backuped;  HANDLE \_hStdout = INVALID\_HANDLE\_VALUE;  #define \_COLOR\_BEGIN() \  { \  \_hStdout = GetStdHandle(STD\_OUTPUT\_HANDLE); \  GetConsoleScreenBufferInfo(\_hStdout, &\_csb\_info\_backuped); \  }  #define \_COLOR\_RESET() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, \_csb\_info\_backuped.wAttributes); \  }  #define \_COLOR\_NORMAL() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, FOREGROUND\_BLUE|FOREGROUND\_GREEN|FOREGROUND\_RED|FOREGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_OK() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, FOREGROUND\_BLUE|FOREGROUND\_GREEN|FOREGROUND\_RED|FOREGROUND\_INTENSITY| \  BACKGROUND\_BLUE|BACKGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_NG() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, FOREGROUND\_BLUE|FOREGROUND\_GREEN|FOREGROUND\_RED|FOREGROUND\_INTENSITY| \  BACKGROUND\_RED|BACKGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_UNKOWN() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, FOREGROUND\_RED|FOREGROUND\_INTENSITY|BACKGROUND\_GREEN| \  BACKGROUND\_RED|BACKGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_EXPR() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, FOREGROUND\_GREEN|FOREGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_OPE() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, FOREGROUND\_GREEN|FOREGROUND\_RED|FOREGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_EXPECT() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, FOREGROUND\_GREEN|FOREGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_VALUE() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, FOREGROUND\_GREEN|FOREGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_ELAPSED\_TIME() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, FOREGROUND\_RED|FOREGROUND\_GREEN|FOREGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_EXCEPTION() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, BACKGROUND\_BLUE|BACKGROUND\_RED|BACKGROUND\_INTENSITY); \  }  #define \_COLOR\_END() \  { \  SetConsoleTextAttribute(\_hStdout, \_csb\_info\_backuped.wAttributes); \  \_hStdout = INVALID\_HANDLE\_VALUE; \  }  #endif  void CCollection::setOutputFunc(UNIT\_TEST\_OUTPUT\_FUNC\_P func)  {  s\_outputFunc = func;  }  int CCollection::output(const char\* fmt, ...)  {  if (!s\_outputFunc)  return 0;  va\_list list;  va\_start(list, fmt);  const int ret = s\_outputFunc(fmt, list);  va\_end(list);  return ret;  }  void CCollection::outputRunUTBegin(const char\* target\_module\_name, const int target\_group\_id,  const UnitTest::T\_UT\_ATTR target\_attr)  {  \_COLOR\_BEGIN();  \_COLOR\_RESET();  \_COLOR\_NORMAL();  output("\n");  output("Start unit test: ");  if (target\_module\_name)  {  output("[Target module=\"%s\"]", target\_module\_name);  }  if (target\_group\_id != 0)  {  output("[Target group=%d]", target\_group\_id);  }  if (!target\_module\_name && target\_group\_id == 0)  {  output("[Target=All]");  }  if (target\_attr != UT\_ATTR\_ANY)  {  output("[Attr=0x%08x]", target\_attr);  }  else  {  output("[Attr=ANY]");  }  output("\n");  output("============================================================\n");  \_COLOR\_END();  }  void CCollection::outputRunUTEnd(const char\* target\_module\_name, const int target\_group\_id,  const UnitTest::T\_UT\_ATTR target\_attr, const int passed\_total,  const int missed\_total, const double elapsed\_time\_total)  {  \_COLOR\_BEGIN();  \_COLOR\_RESET();  \_COLOR\_NORMAL();  output("\n");  output("============================================================\n");  output("Finish unit test: Total [test=%d, passed=", passed\_total + missed\_total);  if (passed\_total > 0)  {  \_COLOR\_OK();  output("%d", passed\_total);  }  else  {  \_COLOR\_NORMAL();  output("%d", passed\_total);  }  \_COLOR\_NORMAL();  output(", missed=");  if (missed\_total > 0)  {  \_COLOR\_NG();  output("%d", missed\_total);  }  else  {  \_COLOR\_NORMAL();  output("%d", missed\_total);  }  \_COLOR\_NORMAL();  output("] ");  \_COLOR\_ELAPSED\_TIME();  output("%.6lf ms", elapsed\_time\_total);  \_COLOR\_NORMAL();  output(" -----\n");  output("\n");  \_COLOR\_END();  }  void CCollection::outputRunUTModuleBegin(const char\* module\_name, const int group\_id,  const UnitTest::T\_UT\_ATTR attr)  {  \_COLOR\_BEGIN();  \_COLOR\_RESET();  \_COLOR\_NORMAL();  output("\n");  output("----- Start unit test module: \"%s\" (Group=%d,Attr=0x%08x) -----\n", module\_name, group\_id, attr);  \_COLOR\_END();  }  void CCollection::outputRunUTModuleEnd(const char\* module\_name, const int group\_id, const UnitTest::T\_UT\_ATTR attr,  const int passed, const int missed, const double elapsed\_time)  {  \_COLOR\_BEGIN();  \_COLOR\_RESET();  \_COLOR\_NORMAL();  output("----- Finish unit test module: [test=%d, passed=", passed + missed);  if (passed > 0)  {  \_COLOR\_OK();  output("%d", passed);  }  else  {  \_COLOR\_NORMAL();  output("%d", passed);  }  \_COLOR\_NORMAL();  output(", missed=");  if (missed > 0)  {  \_COLOR\_NG();  output("%d", missed);  }  else  {  \_COLOR\_NORMAL();  output("%d", missed);  }  \_COLOR\_NORMAL();  output("]");  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  \_COLOR\_ELAPSED\_TIME();  output("%.6lf ms", elapsed\_time);  \_COLOR\_NORMAL();  output(" -----\n");  \_COLOR\_END();  }  void CCollection::outputUTResult(const bool is\_child, int\* passed, int\* missed, CElapsedTime\* elapsed\_time,  CExprCResultObjBase\* result\_obj)  {  \_COLOR\_BEGIN();  \_COLOR\_RESET();  \_COLOR\_NORMAL();  bool is\_count\_passed = false;  bool is\_count\_missed = false;  if (result\_obj->hasOpeStr() && result\_obj->hasExpectStr())  {  if (result\_obj->hasResult())  {  if (result\_obj->getResult())  {  is\_count\_passed = true;  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  \_COLOR\_OK();  output("[OK]");  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  }  else  {  is\_count\_missed = true;  \_COLOR\_NG();  output("\*[NG!]");  }  }  else  {  is\_count\_missed = true;  \_COLOR\_UNKOWN();  output("\*[??]");  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  }  \_COLOR\_NORMAL();  output(" <-- ");  }  else  {  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  output(" ");  }  if (is\_child)  {  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  }  if (result\_obj->hasExprStr())  {  \_COLOR\_EXPR();  output("%s", result\_obj->getExprStr());  }  if (result\_obj->hasOpeStr())  {  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  \_COLOR\_OPE();  output("%s", result\_obj->getOpeStr());  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  }  if (result\_obj->hasExpectStr())  {  \_COLOR\_EXPECT();  output("%s", result\_obj->getExpectStr());  }  if (result\_obj->hasValueStr())  {  \_COLOR\_NORMAL();  output(" (ret=");  \_COLOR\_VALUE();  output("%s", result\_obj->getValueStr());  \_COLOR\_NORMAL();  output(")");  }  if (elapsed\_time)  {  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  \_COLOR\_ELAPSED\_TIME();  output("%.6lf ms", elapsed\_time->getResultMS());  }  if (result\_obj->hasException())  {  is\_count\_missed = true;  \_COLOR\_NORMAL();  output(" ");  \_COLOR\_EXCEPTION();  output("<EXCEPTION!!");  const char\* msg = result\_obj->getExceptionStr();  if (msg)  {  output(":%s", msg);  }  output(">");  }  \_COLOR\_RESET();  output("\n");  \_COLOR\_END();    if (is\_count\_passed && passed)  {  ++(\*passed);  }  if (is\_count\_missed && missed)  {  ++(\*missed);  }  }  //処理時間計測  CElapsedTime::CElapsedTime() :  m\_beginTime(0.f),  m\_endTime(0.f),  m\_elapsedTime(0.f)  {  this->m\_beginTime = getTimer();  }  CElapsedTime::~CElapsedTime()  {  }  CElapsedTime::TIMERCOUNT CElapsedTime::finish()  {  this->m\_endTime = getTimer();  this->m\_elapsedTime = this->m\_endTime - this->m\_beginTime;  return this->m\_endTime;  }  CElapsedTime::TIMERCOUNT CElapsedTime::getTimer()  {  //for Windows  static bool freq\_initialized = false;  static LARGE\_INTEGER freq;  if (!freq\_initialized)  {  QueryPerformanceFrequency(&freq);  freq\_initialized = true;  }  LARGE\_INTEGER counter;  QueryPerformanceCounter(&counter);  const TIMERCOUNT timer = static\_cast<TIMERCOUNT>(counter.QuadPart) / static\_cast<TIMERCOUNT>(freq.QuadPart);  return timer;  }  //ユニットテスト結果格納クラス  CCollection::CExprCResultObjBase::CExprCResultObjBase() :  m\_result(true),  m\_hasResult(false),  m\_hasException(false),  m\_hasExprStr(false),  m\_hasValueStr(false),  m\_hasOpeStr(false),  m\_hasExpectStr(false),  m\_exprStr(),  m\_valuieStr(),  m\_opeStr(),  m\_expectStr(),  m\_exceptionStr()  {  }  CCollection::CExprCResultObjBase::~CExprCResultObjBase()  {  }  void CCollection::CExprCResultObjBase::setException(std::exception const& e)  {  this->m\_hasException = true; this->m\_exceptionStr = e.what();  }  void CCollection::CExprCResultObjBase::setExprStr(const char\* expr)  {  if (expr)  {  this->m\_exprStr = expr;  this->m\_hasExprStr = true;  }  }  void CCollection::CExprCResultObjBase::setValueStr(const char\* value)  {  if (value)  {  this->m\_valuieStr = value;  this->m\_hasValueStr = true;  }  }  void CCollection::CExprCResultObjBase::setOpeStr(const char\* ope)  {  if (ope)  {  this->m\_opeStr = ope;  this->m\_hasOpeStr = true;  }  }  const char\* CCollection::CExprCResultObjBase::setOpeStrFromId(const E\_UT\_OPE ope)  {  static const char\* ope\_str[UT\_OPE\_NUM] = { "??", "==", "!=", ">", ">=", "<", "<=" };  this->setOpeStr(ope\_str[ope]);  return this->getOpeStr();  }  void CCollection::CExprCResultObjBase::setExpectStr(const char\* expect)  {  if (expect)  {  this->m\_expectStr = expect;  this->m\_hasExpectStr = true;  }  }  };  #endif//UT\_ENABLED |

## ユニットテスト実行処理サンプル

ユニットテストの実行処理のサンプルを示す。赤字はユニットテスト処理。

【unit\_test\_id.h】

|  |
| --- |
| #pragma once  #ifndef \_\_UNIT\_TEST\_ID\_H\_\_  #define \_\_UNIT\_TEST\_ID\_H\_\_  #include "unit\_test.h"  #ifdef UT\_ENABLED  //ユニットテストグループID  enum E\_UT\_GROUP  {  UT\_GROUP\_NONE = 0,  UT\_GROUP\_USER\_A = 1,  UT\_GROUP\_USER\_B = 2,  };  #endif//UT\_ENABLED  #endif//\_\_UNIT\_TEST\_ID\_H\_\_ |

【moculde\_a.cpp】

|  |
| --- |
| #include <exception>  class CModuleA  {  public:  int func1(int p1, int p2)  {  return p1 + p2;  }  bool func2()  {  return true;  }  bool func3()  {  throw std::exception("Thrown message");  return true;  }  };  //ユニットテスト  #include "unit\_test.h"  #include "game/unit\_test\_id.h"  UT\_BEGIN(CModuleA, UT\_GROUP\_USER\_A, UnitTest::UT\_ATTR\_AUTO)  //モジュール名とグループID、属性を指定 ※特定のモジュール名やグループIDに絞ったテストを実行可能。  // ※mainから自動実行するには UT\_ATTR\_AUTO 属性を付与する必要がある。  // 属性は第0ビット目が自動実行用に予約されている以外は自由に使って良い。  // テスト実行時に対象属性の指定があり、ビットマスク（&演算の結果が  // 0以外かどうか）で実行の可否が判定される仕組み。  {  CModuleA \_CModuleA;  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleA.func1(1, 2), 3);  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleA.func1(3, 4), 7);  UT\_EXPECT\_NE(\_CModuleA.func1(4, 5), 9);  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleA.func2(), true);  UT\_EXPECT\_NE(\_CModuleA.func2(), true);  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleA.func3(), true);  }  UT\_END() |

【moculde\_b.cpp】

|  |
| --- |
| class CModuleB  {  public:  int func1(int p1, int p2, int p3)  {  return p1 \* p2 \* p3;  }  void func2(int p1, int p2, int& ret)  {  ret = p1 \* p2;  }  };  class CModuleC  {  public:  float func(float p1, float p2, float& ret1, float& ret2)  {  ret1 = p1 + p2;  ret2 = p1 - p2;  return p1 \* p2;  }  };  //ユニットテスト  #include "unit\_test.h"  #include "game/unit\_test\_id.h"  UT\_BEGIN(CModuleB, UT\_GROUP\_USER\_B, UnitTest::UT\_ATTR\_AUTO)  //モジュール名とグループID、属性を指定 ※特定のモジュール名やグループIDに絞ったテストを実行可能。  // ※mainから自動実行するには UT\_ATTR\_AUTO 属性を付与する必要がある。  // 属性は第0ビット目が自動実行用に予約されている以外は自由に使って良い。  // テスト実行時に対象属性の指定があり、ビットマスク（&演算の結果が0以外か  // どうか）で実行の可否が判定される仕組み。  {  CModuleB \_CModuleB;  int out\_par = 0;  UT\_EXPECT\_EQ(\_CModuleB.func1(1, 2, 3), 1+2+3);  UT\_EXPECT\_NE(\_CModuleB.func1(3, 4, 5), 60);  UT\_EXPECT\_GT(\_CModuleB.func1(5, 6, 7), 10);  UT\_EXPECT\_GE(\_CModuleB.func1(7, 8, 9), 20);  UT\_EXPECT\_LT(\_CModuleB.func1(9, 10, 11), 30);  UT\_EXPECT\_LE(\_CModuleB.func1(11, 12, 13), 40);  UT\_EXPR(\_CModuleB.func2(1, 2, out\_par)); UT\_EXPECT\_EQ\_CHILD(out\_par, 2);  UT\_EXPR(\_CModuleB.func2(3, 4, out\_par)); UT\_EXPECT\_NE\_CHILD(out\_par, 12);  }  UT\_END()  UT\_BEGIN(CModuleC, UT\_GROUP\_USER\_B, UnitTest::UT\_ATTR\_NOAUTO)//モジュール名とグループID、属性を指定  {  CModuleC \_CModuleC;  float out\_par1 = 0.f;  float out\_par2 = 0.f;  UT\_EXPR\_WITH\_RET(\_CModuleC.func(1.1f, 2.2f, out\_par1, out\_par2));  UT\_EXPECT\_EQ\_CHILD(out\_par1, 2.f); UT\_EXPECT\_LT\_CHILD(out\_par2, 0.f);  UT\_EXPR\_WITH\_RET(\_CModuleC.func(3.3f, 4.4f, out\_par1, out\_par2));  UT\_EXPECT\_NE\_CHILD(out\_par1, 7.f); UT\_EXPECT\_GT\_CHILD(out\_par2, 0.f);  UT\_EXPR\_WITH\_RET(\_CModuleC.func(5.5f, 6.6f, out\_par1, out\_par2));  UT\_EXPECT\_LE\_CHILD(out\_par1, 20.f); UT\_EXPECT\_GE\_CHILD(out\_par2, 10.f);  UT\_EXPR\_WITH\_RET(\_CModuleC.func(7.7f, 8.8f, out\_par1, out\_par2));  UT\_EXPECT\_LT\_CHILD(out\_par1, 1.f); UT\_EXPECT\_LE\_CHILD(out\_par2, 2.f);  }  UT\_END() |

【game\_main.h】

|  |
| --- |
| #pragma once  #ifndef \_\_GAME\_MAIN\_H\_\_  #define \_\_GAME\_MAIN\_H\_\_  //ゲームメインクラス  class CGameMain  {  public:  //コンストラクタ  explicit CGameMain(const int argc, const char\* argv[]);  private:  explicit CGameMain() :m\_argc(0), m\_argv(nullptr){}//デフォルトコンストラクタ無効化（private化）  explicit CGameMain(CGameMain&) : m\_argc(0), m\_argv(nullptr){}//コピーコンストラクタ無効化（private化）  public:  //デストラクタ  ~CGameMain();  public:  //アクセッサ  int getArgc() const { return this->m\_argc; }  const char\* getArgv(const int index) const  { return index >= 0 && index < this->m\_argc ? this->m\_argv[index] : nullptr; }  int getInitializeResult() const { return this->m\_initializeResult; }  int getFinalizeResult() const { return this->m\_finalizeResult; }  int getMainResult() const { return this->m\_mainResult; }  operator int() const { return this->m\_mainResult; }//キャスト演算子オーバーロード  public:  //初期化処理  int initialize();    //終了処理  int finalize();  //メイン処理  int main();  private:  //実行時パラメータ  const int m\_argc;  const char\*\* m\_argv;    //処理結果  int m\_initializeResult;  int m\_finalizeResult;  int m\_mainResult;  };  #endif//\_\_GAME\_MAIN\_H\_\_ |

【game\_main.cpp】

|  |
| --- |
| #include <stdio.h>  #include <stdlib.h>  #include "game/game\_main.h"  #include "unit\_test.h"  #include "game/unit\_test\_id.h"  //ゲームメインクラス  //コンストラクタ  CGameMain::CGameMain(const int argc, const char\* argv[]):  m\_argc(argc),  m\_argv(argv),  m\_initializeResult(EXIT\_SUCCESS),  m\_finalizeResult(EXIT\_SUCCESS),  m\_mainResult(EXIT\_SUCCESS)  {  printf("- CGameMain::CGameMain()\n");  }  //デストラクタ  CGameMain::~CGameMain()  {  printf("- CGameMain::~CGameMain()\n");  }  //初期化処理  int CGameMain::initialize()  {  printf("- CGameMain::initialize() [BEGIN] ...\n");  this->m\_initializeResult = EXIT\_SUCCESS;  printf("- CGameMain::initialize() [END]\n");  return this->m\_initializeResult;  }  //終了処理  int CGameMain::finalize()  {  printf("- CGameMain::finalize() [BEGIN] ...\n");  this->m\_finalizeResult = EXIT\_SUCCESS;  printf("- CGameMain::finalize() [END]\n");  return this->m\_finalizeResult;  }  //メイン処理  int CGameMain::main()  {  printf("- CGameMain::main() [BEGIN] ...\n");  //自動ユニットテスト  //※UT\_ENABLED と UT\_AUTO が定義されている時だけ処理が有効化される  //　UT\_TARGET\_MODULE と UT\_TARGET\_GROUP の定義の影響を受けて、実行されるユニットテストが限定される。  //　メイン処理の最初に実行されるようにしておく。メモリ管理などの基本的な初期化処理が終わった後が良い。  //※ユニットテストの結果に一つでもミスがあったら return する。return 値はミス数。  //　その前に、パラメータで指定された変数に同結果値を格納する。  //　この return 値を main関数の return 値にする。  //　これにより、jenkins などのツールからユニットテストの結果をハンドリングできる。  UT\_RUN\_MAIN(this->m\_mainResult);    #if 1  //手動ユニットテスト  //※UT\_ENABLED が定義されている時だけ処理が有効化される  //　プログラム中の任意の場所から呼び出せる。  UT\_OUTPUT("手動ユニットテスト:ALL\n");  UT\_RUN\_ALL(UnitTest::UT\_ATTR\_ANY); //UT\_AUTO と無関係に全モジュールのテストを実行するマクロ  //※実行対象属性を指定する。テスト登録されている関数の属性との  //　ビットマスク（両者の&演算の結果が0以外かどうか）によって  //　実行対象がマスクされる。  UT\_OUTPUT("手動ユニットテスト:MODULE(\"CModuleB\")\n");  UT\_RUN\_MODULE("CModuleB", UnitTest::UT\_ATTR\_ANY); //UT\_AUTO と無関係に指定のモジュールのテストを実行するマクロ  UT\_OUTPUT("手動ユニットテスト:GROUP(2)\n");  UT\_RUN\_GROUP(2, UnitTest::UT\_ATTR\_ANY); //UT\_AUTO と無関係に指定のグループのテストを実行するマクロ  UT\_OUTPUT("手動ユニットテスト:STANDARD\n");  UT\_RUN\_STANDARD(UnitTest::UT\_ATTR\_AUTO); //UT\_AUTO と無関係にモジュールのテストを実行するマクロ  //※UT\_TARGET\_MODULE と UT\_TARGET\_GROUP の定義の影響を受けて、  //　実行されるユニットテストが限定される。  #endif  #if 1  //前回のユニットテストの結果を確認／リセット／結果に基づいて終了  UT\_OUTPUT("手動ユニットテスト結果：passed=%d, missed=%d\n", UT\_LAST\_PASSED\_TOTAL(), UT\_LAST\_MISSED\_TOTAL());  //前回のユニットテストの結果を取得  UT\_RESET\_LAST\_RESULT(); //前回のユニットテストの結果をリセット  UT\_OUTPUT("結果をリセット：passed=%d, missed=%d\n", UT\_LAST\_PASSED\_TOTAL(), UT\_LAST\_MISSED\_TOTAL());  UT\_RETURN\_WHEN\_MISSED(); //前回のユニットテストの結果に一つでもミスがあったら return する  UT\_EXIT\_WHEN\_MISSED(); //前回のユニットテストの結果に一つでもミスがあったら exit する  UT\_ABORT\_WHEN\_MISSED(); //前回のユニットテストの結果に一つでもミスがあったら abort する  UT\_ASSERT\_WHEN\_MISSED(); //前回のユニットテストの結果に一つでもミスがあったらアサーション違反とする  #endif  #if 1  //ユニットテストのサポート処理  UT\_OUTPUT("UT\_SET\_OUTPUT\_FUNC()：実行前\n");  UT\_SET\_OUTPUT\_FUNC(nullptr); //ユニットテストの表示用関数を変更する（ターゲットプラットフォームに合わせた  //関数にするなど）  //※型:int(\*UNIT\_TEST\_OUTPUT\_FUNC\_P)(const char\* fmt, va\_list list)  //　nullptr を指定すると一切何も表示されなくなる。  UT\_OUTPUT("UT\_SET\_OUTPUT\_FUNC()：実行後\n");  UT\_WITH\_(printf("UT\_WITH\_()マクロを使ってプリント\n")); //※UT\_WITH\_()マクロ内に書いた処理は、  //　UT\_ENABLED 有効時のみ実行される。  #endif    //以下、本来のゲームメイン処理  printf("本来のゲームメイン処理 ...\n");  this->m\_mainResult = EXIT\_SUCCESS;  printf("- CGameMain::main() [END]\n");  return this->m\_mainResult;  } |

【main.cpp】

|  |
| --- |
| #include <stdio.h>  #include <stdlib.h>  #include "game/game\_main.h"  int main(const int argc, const char\* argv[])  {  printf("- main() [BEGIN] ...\n");    CGameMain\* game\_main = new CGameMain(argc, argv);  //初期化処理  game\_main->initialize();  //メイン処理  game\_main->main();  //終了処理  game\_main->finalize();  printf("- main() [END]\n");    //main関数終了  // exit(\*game\_main); //exit() を実行するとデストラクタが実行されないので、  return \*game\_main; //やむを得ない中断時以外はなるべく main() 関数の return を使う事。  //なお、どちらを使用しても、環境変数 %ERRORLEVEL% には、きちんと結果が返される。  } |

■■以上■■

索引

**索引項目が見つかりません。**

以　上