Gurobi 使用經驗分享

洪懷哲

國立交通大學資訊管理研究所

2015/10/12-13

簡介

安裝

設定

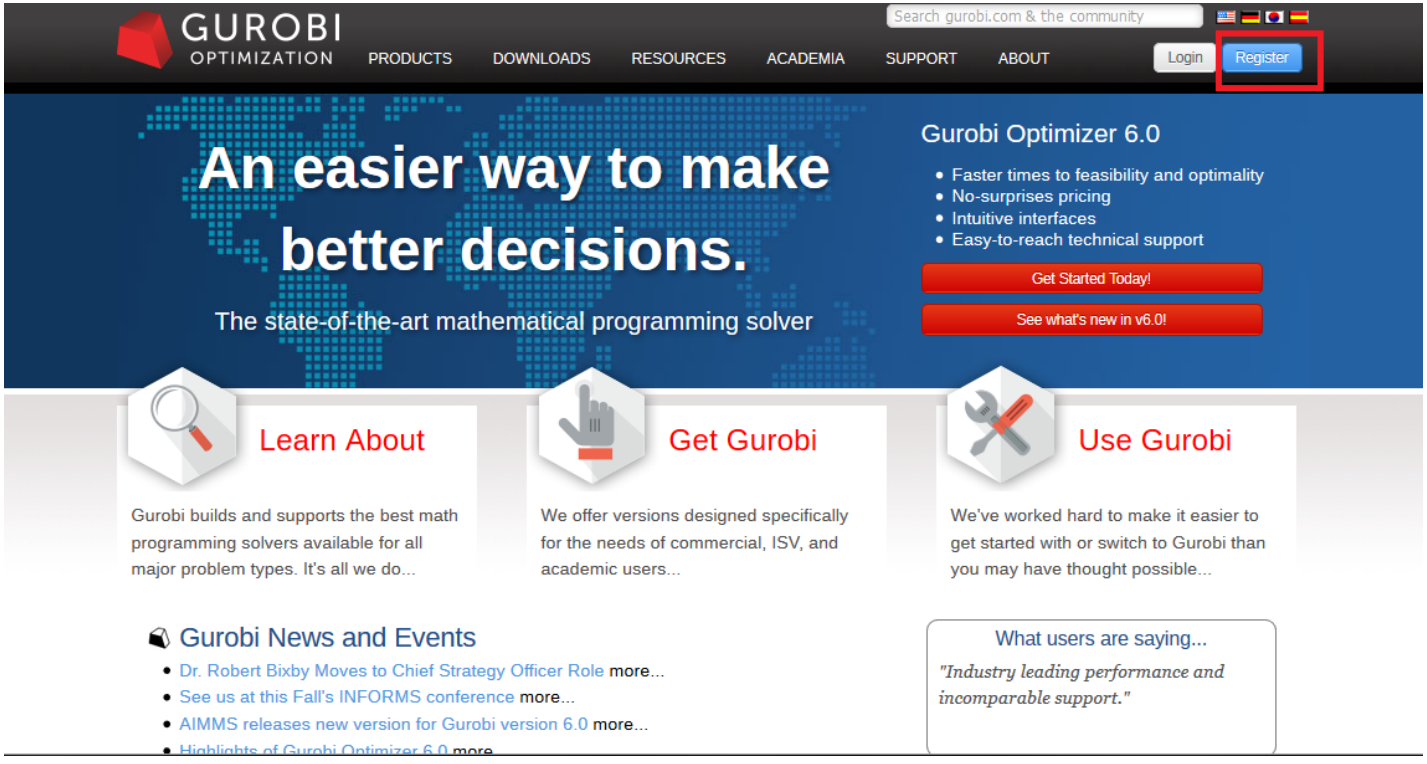
範例

Robert Bixby, Zonghao Gu, Edward Rothberg

什麼是 Gurobi

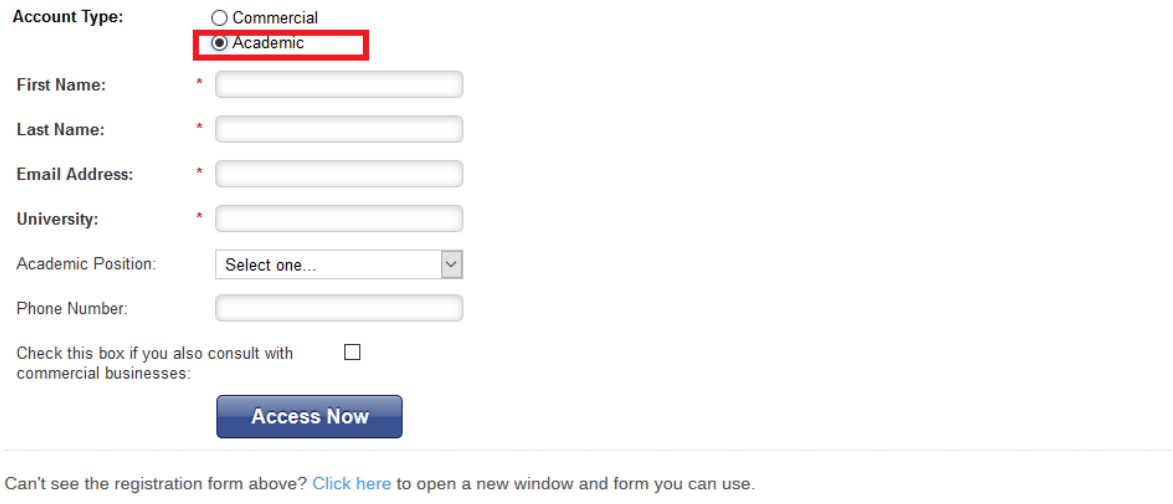
Gurobi 全名為 Gurobi Optimizer，是一套強大的規劃求解工具，其開發團隊為原 CPlex 的開發團隊，在 CPlex 轉售給 IBM 後成立。
Gurobi 可以求解的問題類型包括線性規劃 (LP)、二次規劃 (QP)、二次約束規劃 (QCP)、混合整數規劃 (MILP)、混合整數二次規劃 (MIQP)、混合整數二次約束規劃 (MIQCP) 等。

安裝 1/8



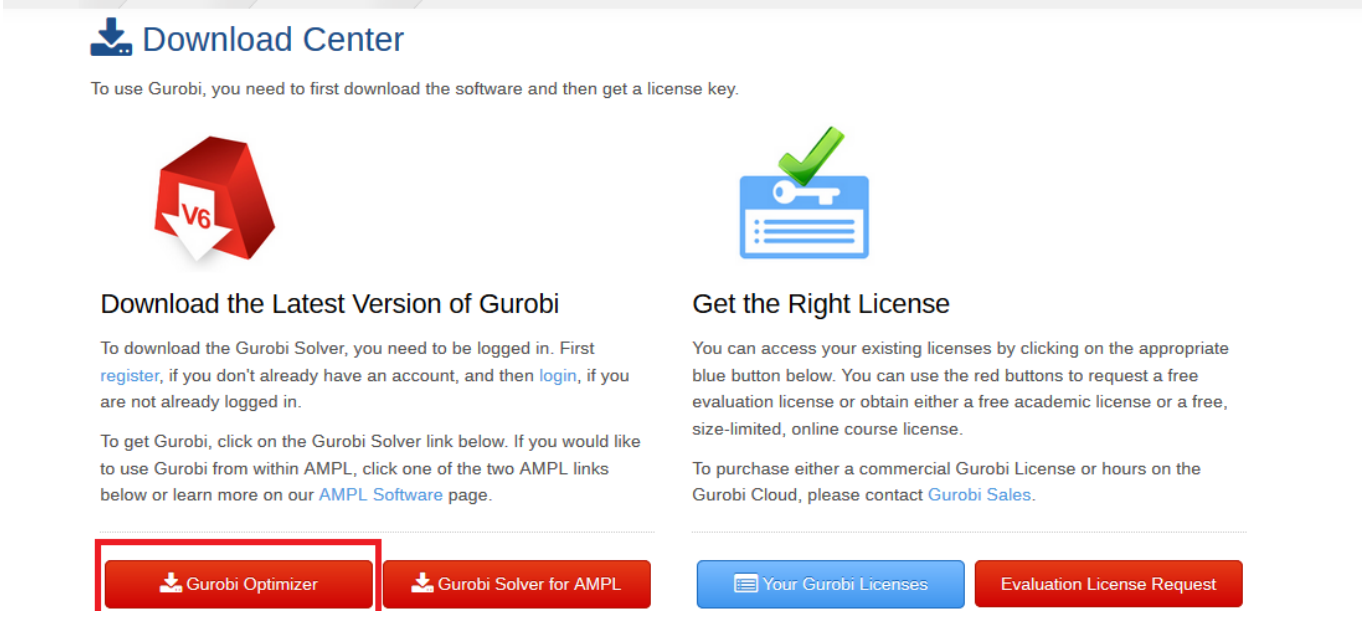
進入Gurobi 官網

安裝 2/8


Account Type:
Commercial
Academic
First Name: *
Last Name: *
Email Address: *
University: *
Academic Position:
Select one...
Phone Number:
Check this box if you also consult with commercial businesses:
Access Now
Can't see the registration form above? Click here to open a new window and form you can use.

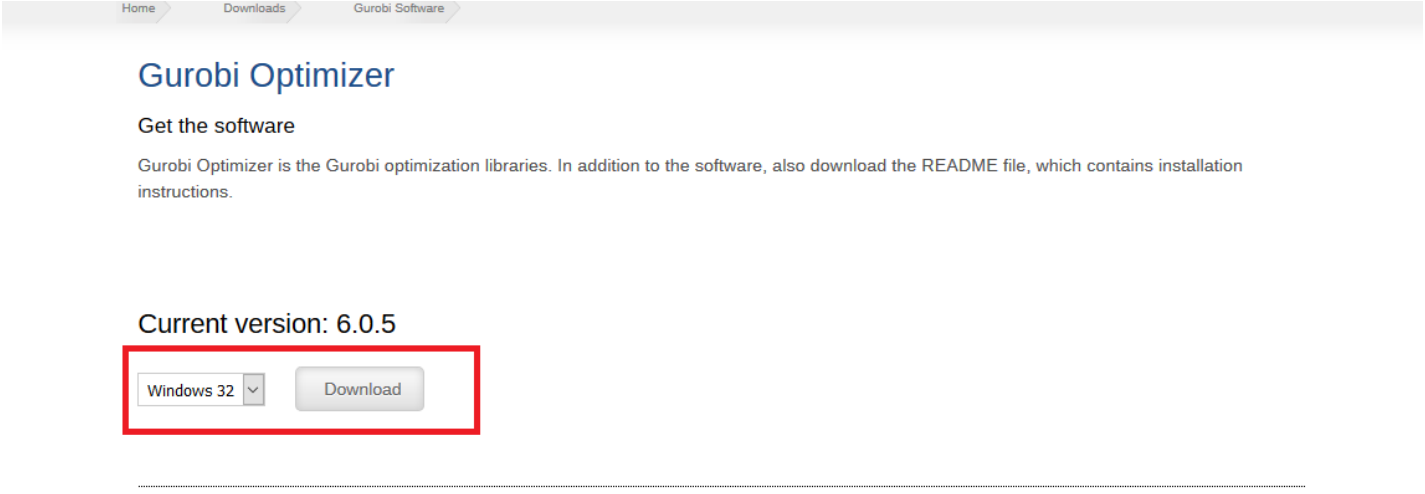
申請學術帳號

安裝 3/8



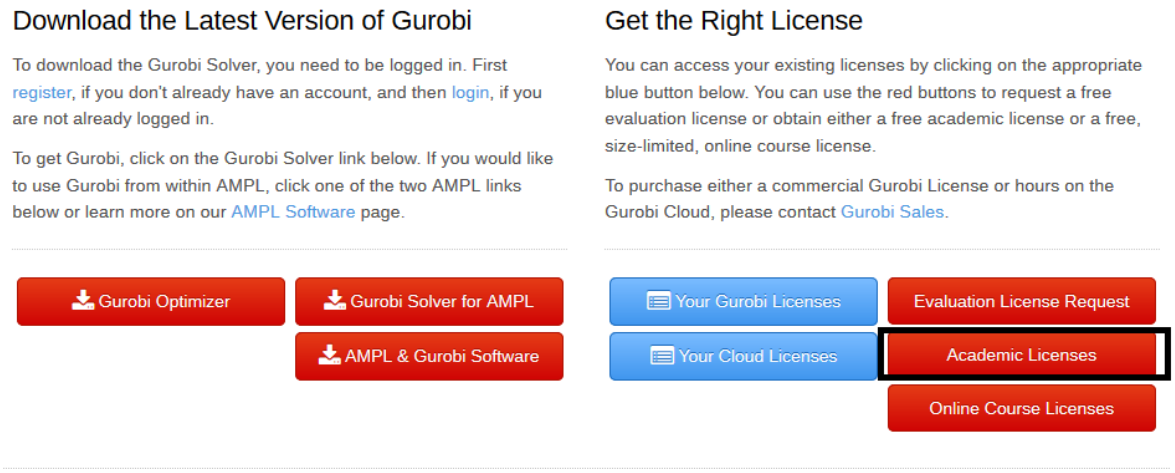
進入 Download 點選 GUROBI OPTIMIZER 下載當前版本

安裝 4/8



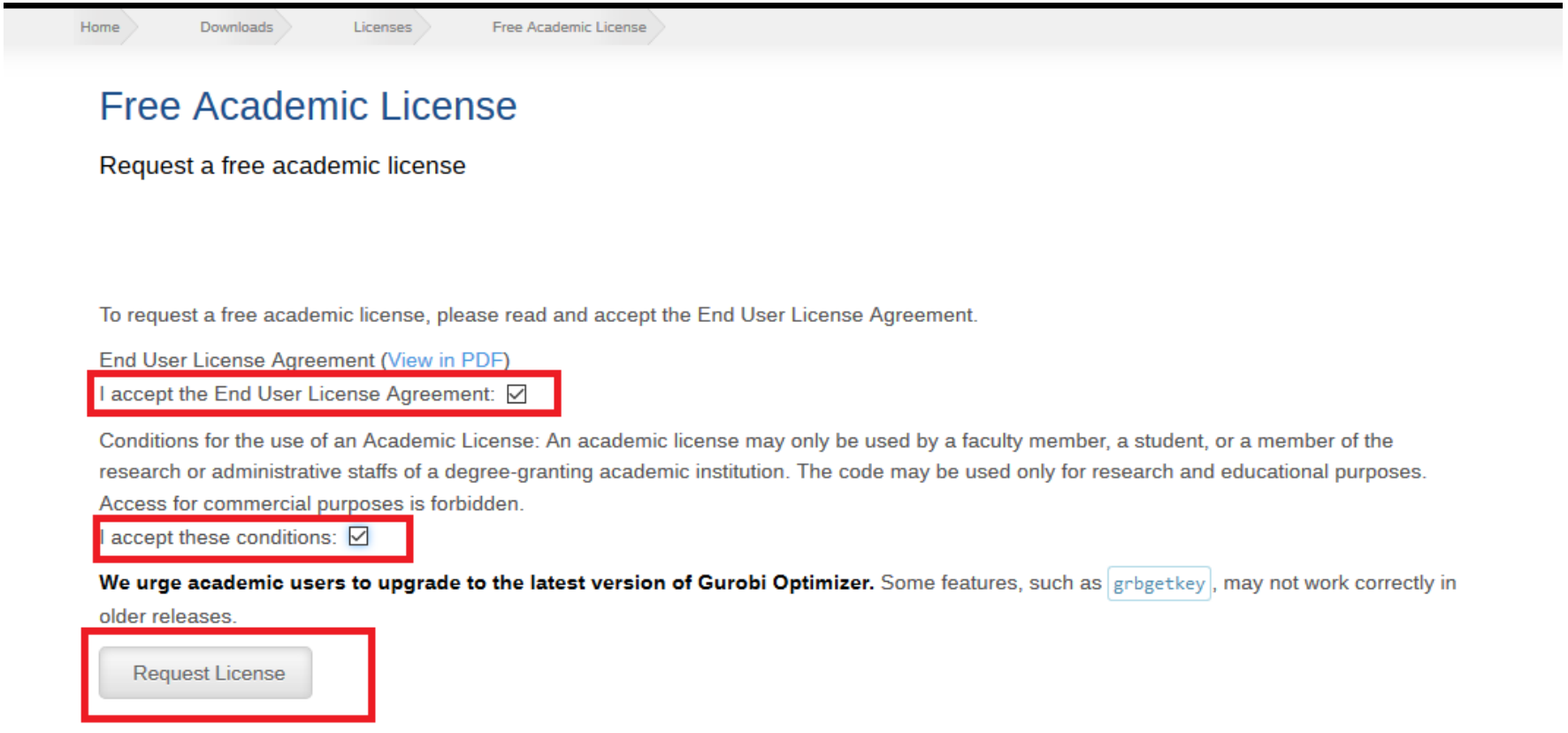
點選紅框內的選單，選擇您的 IDE 環境所需要的位元版本

安裝 5/8



DOWNLOAD/LICENSES/FREE ACADEMIC 中取得授權碼
這份授權的有效期限為一年，過了期限要重新申請

安裝 6/8


Home
Downloads
Licenses
Free Academic License
Free Academic License
Request a free academic license
To request a free academic license, please read and accept the End User License Agreement.
End User License Agreement (View in PDF)
I accept the End User License Agreement:
Conditions for the use of an Academic License: An academic license may only be used by a faculty member, a student, or a member of the research or administrative staffs of a degree-granting academic institution. The code may be used only for research and educational purposes. Access for commercial purposes is forbidden.
I accept these conditions:
We urge academic users to upgrade to the latest version of Gurobi Optimizer. Some features, such as grbgetkey, may not work correctly in older releases.
Request License

安裝 7/8

Home Downloads Licenses Your Gurobi Licenses

License Detail

License ID 104551

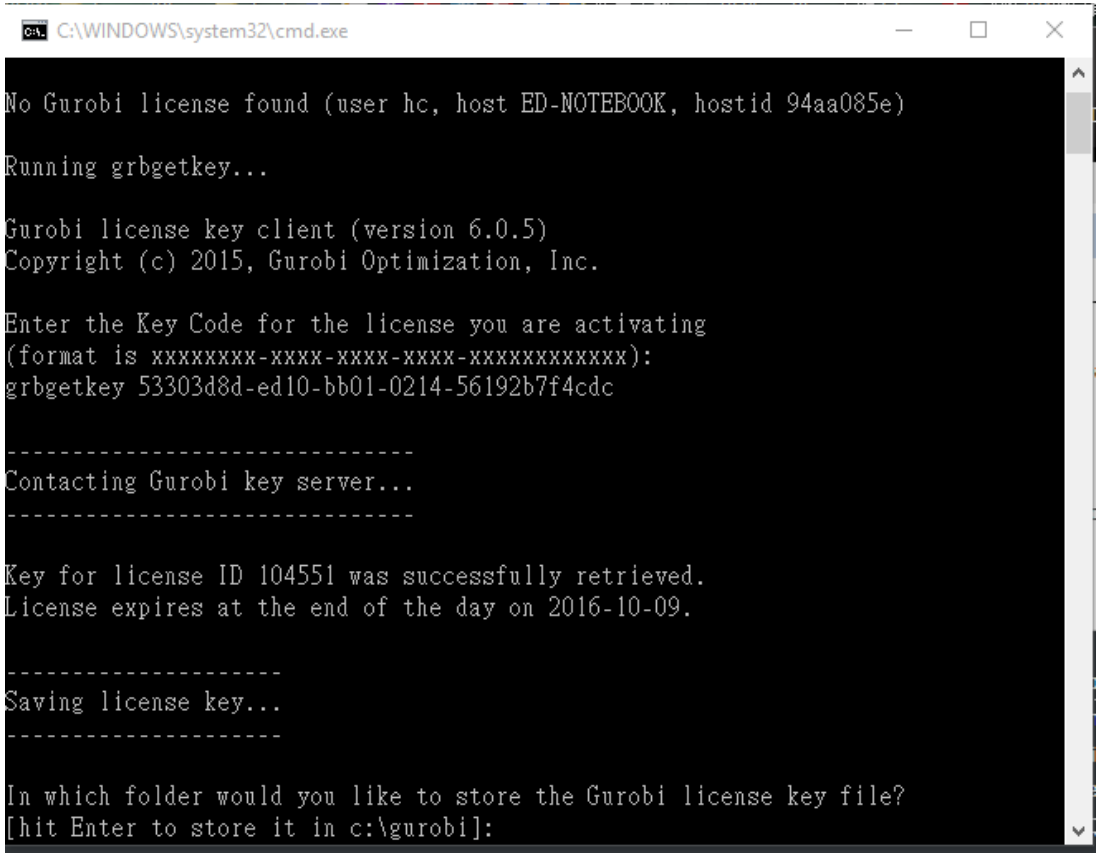
Information and installation instructions

License ID	104551
Date Issued	2015-10-10
Purpose	Trial
License Type	Free Academic
Key Type	ACADEMIC
Version	6
Distributed Limit	0
Expiration Date	2016-10-09
Host Name	
Host ID	

To install this license on a computer where Gurobi Optimizer is installed, copy and paste the following command to the Start/Run menu (Windows only) or a command/terminal prompt (any system):

```
grbgetkey 53303d8d-ed10-bb01-0214-56192b7f4cdc
```

安裝 8/8

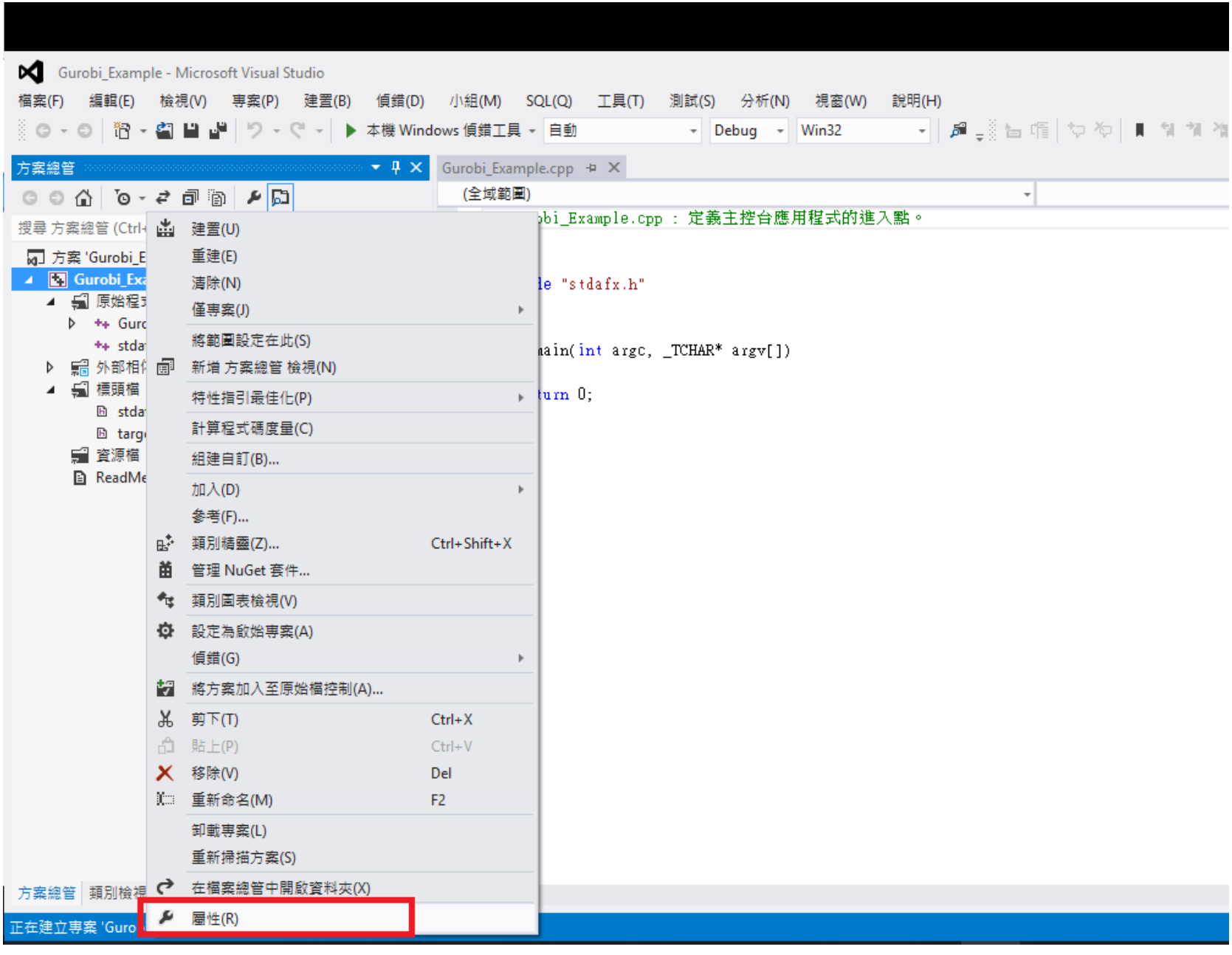


打開桌面的 Gurobi.bat，將您所拿到的 key 複製貼上到裡面，然後一直按 Enter 到這隻程式結束。

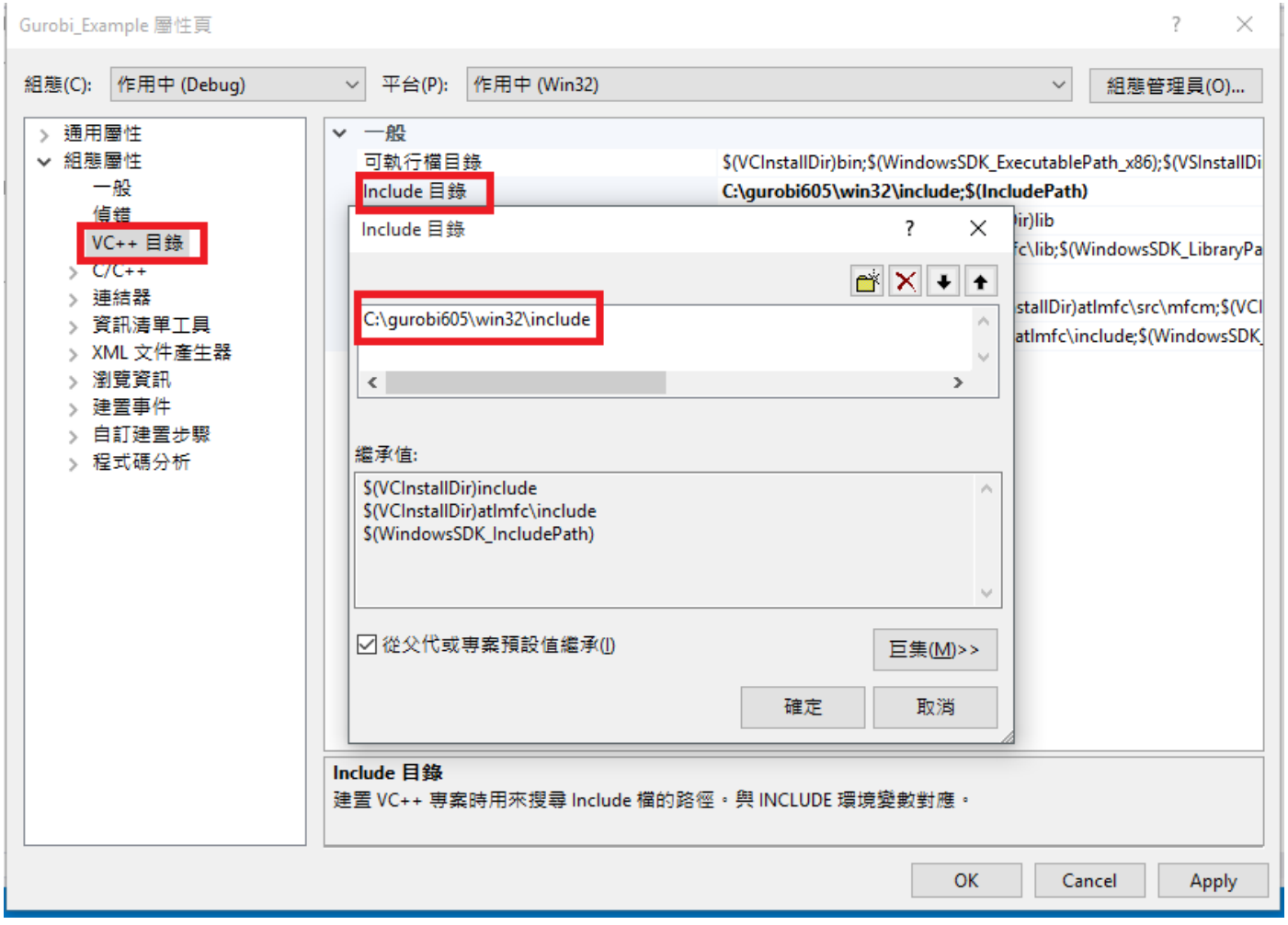
Visual Studio 連接設定

學校的 visual studio 2012 是 32 位元的版本，請同學注意 gurobi 也要下載 32 位元。
同學們可以將 gurobi 當作 library 來使用，但是要將他 include 進去程式裡還需要一些設定。

設定 1/8


Gurobi_Example - Microsoft Visual Studio
檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 專案(P) 建置(B) 偵錯(D) 小組(M) SQL(Q) 工具(T) 測試(S) 分析(N) 視窗(W) 說明(H)
本機 Windows 偵錯工具
自動
Debug
Win32
方案總管
Gurobi_Example.cpp
(全域範圍)
bi_Example.cpp : 定義主控台應用程式的進入點。
le "stdafx.h"
ain(int argc, _TCHAR* argv[])
turn 0;
建置(U)
重建(E)
清除(N)
僅專案(J)
將範圍設定在此(S)
新增 方案總管 檢視(N)
特性指引最佳化(P)
計算程式碼度量(C)
組建自訂(B)...
加入(D)
參考(F)...
類別精靈(Z)... Ctrl+Shift+X
管理 NuGet 套件...
類別圖表檢視(V)
設定為啟始專案(A)
偵錯(G)
將方案加入至原始檔控制(A)...
剪下(T) Ctrl+X
貼上(P) Ctrl+V
移除(V) Del
重新命名(M) F2
卸載專案(L)
重新掃描方案(S)
在檔案總管中開啟資料夾(X)
屬性(R)
方案總管
類別檢視
正在建立專案 'Guro

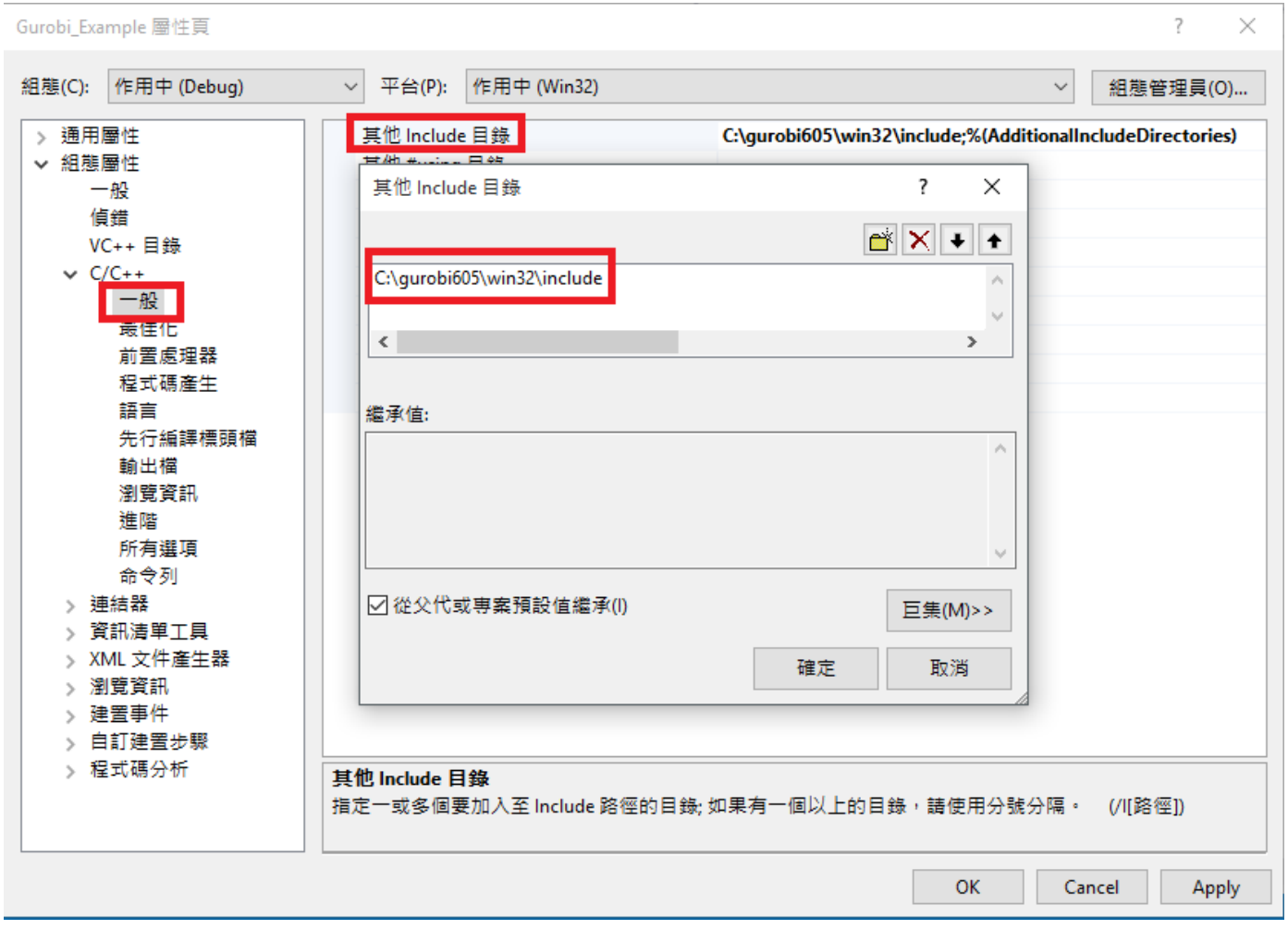
設定 2/8



VC++ 目錄 →Include 目錄

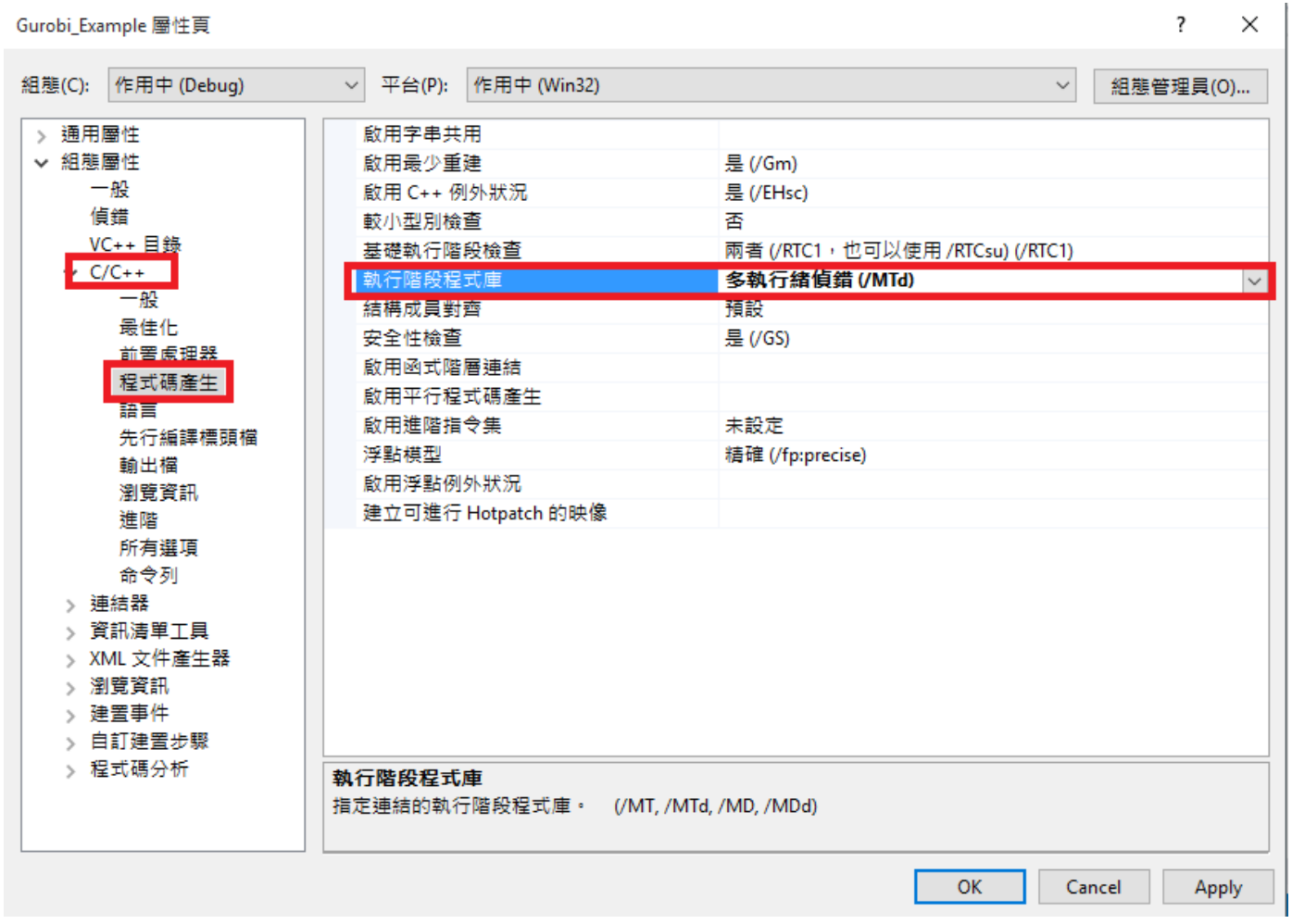
新增您所安裝 Gurobi 的路徑中之 include 資料夾 (畫面上為預設路徑)

設定 3/8



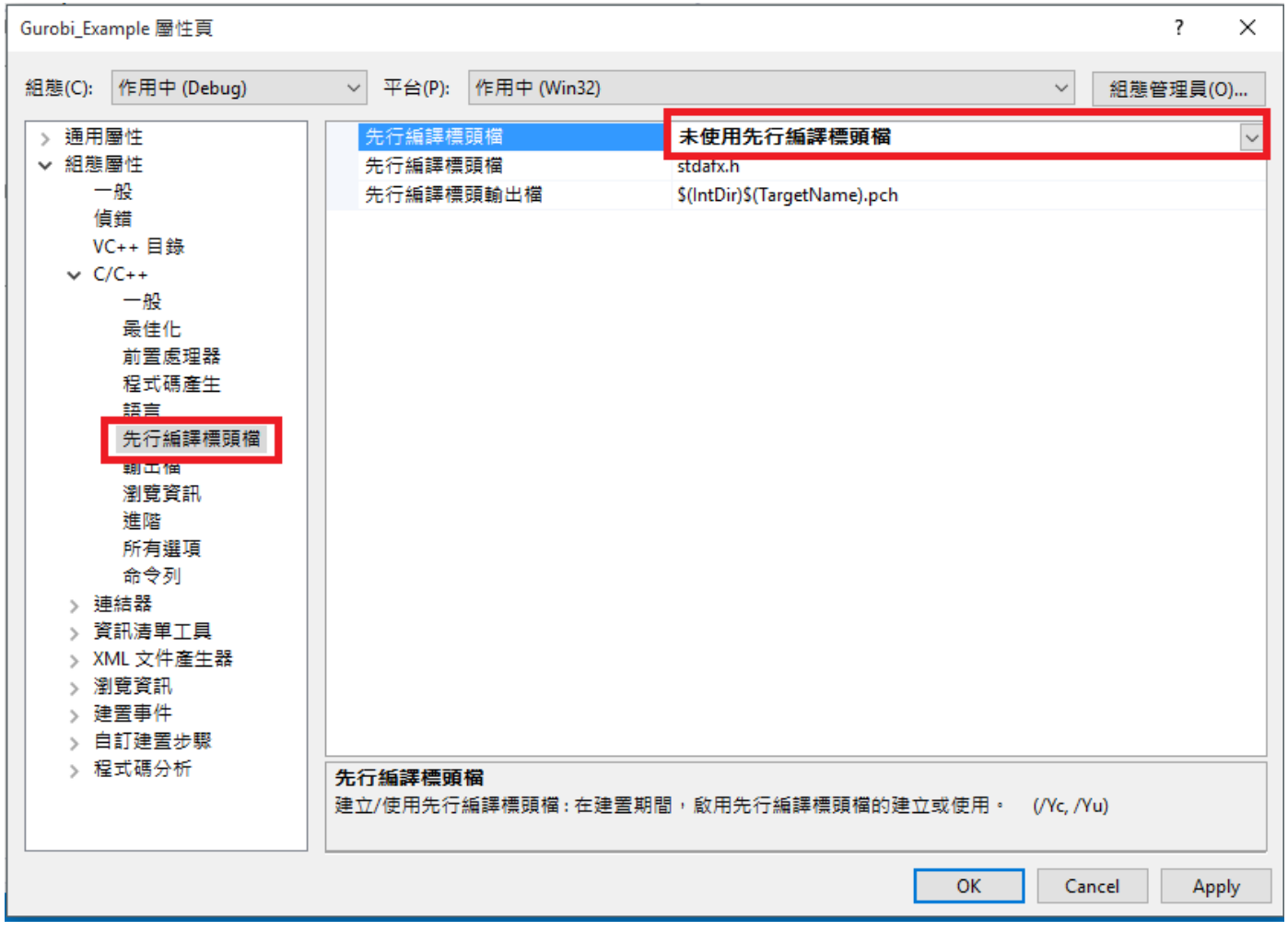
C/C++→ 一般 → 其他 Include 目錄
新增您所安裝 Gurobi 的路徑之 include 資料夾 (畫面上為預設路徑)

設定 4/8



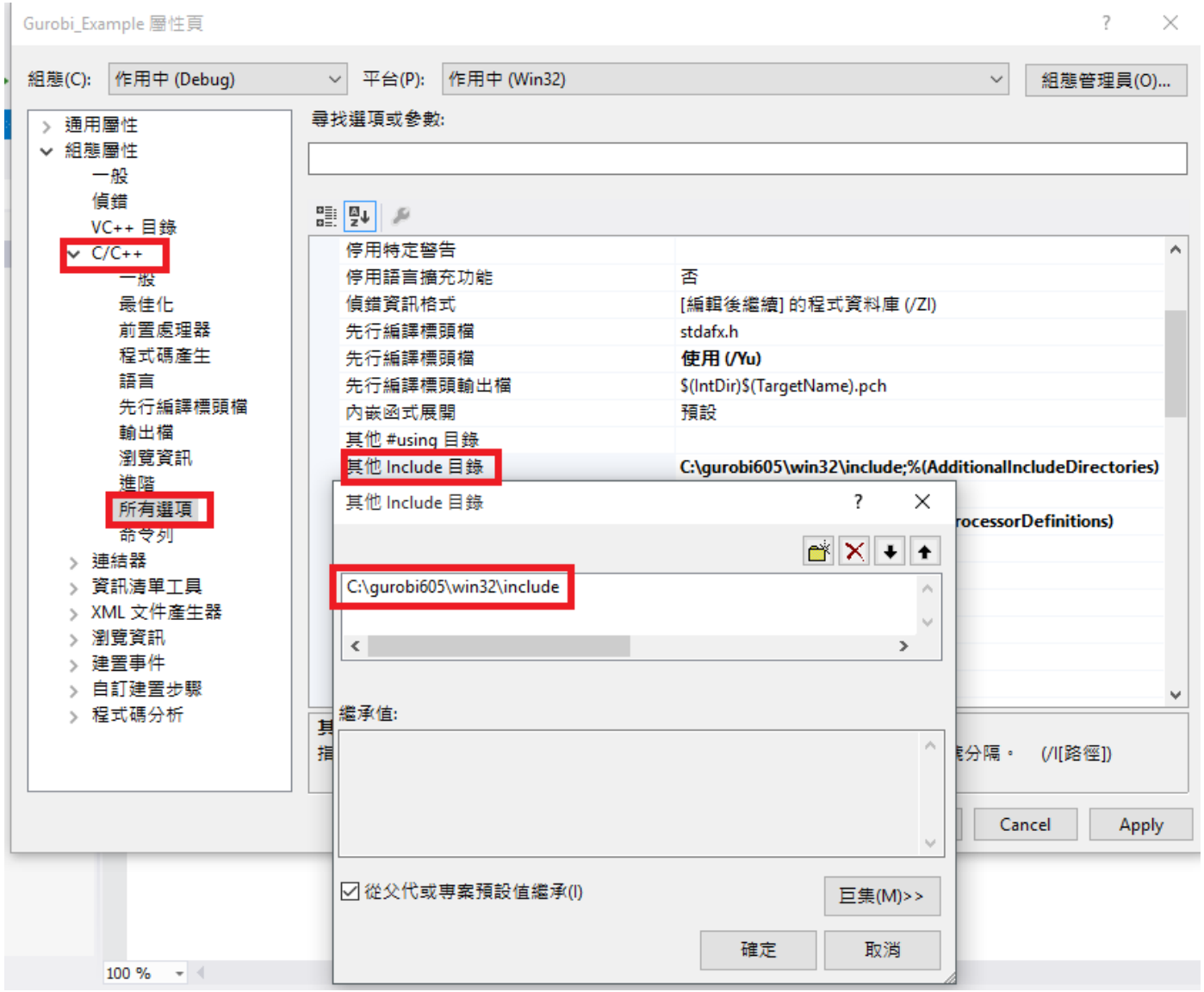
C/C++→ 程式碼產生 → 選取多執行緒偵錯

設定 5/8



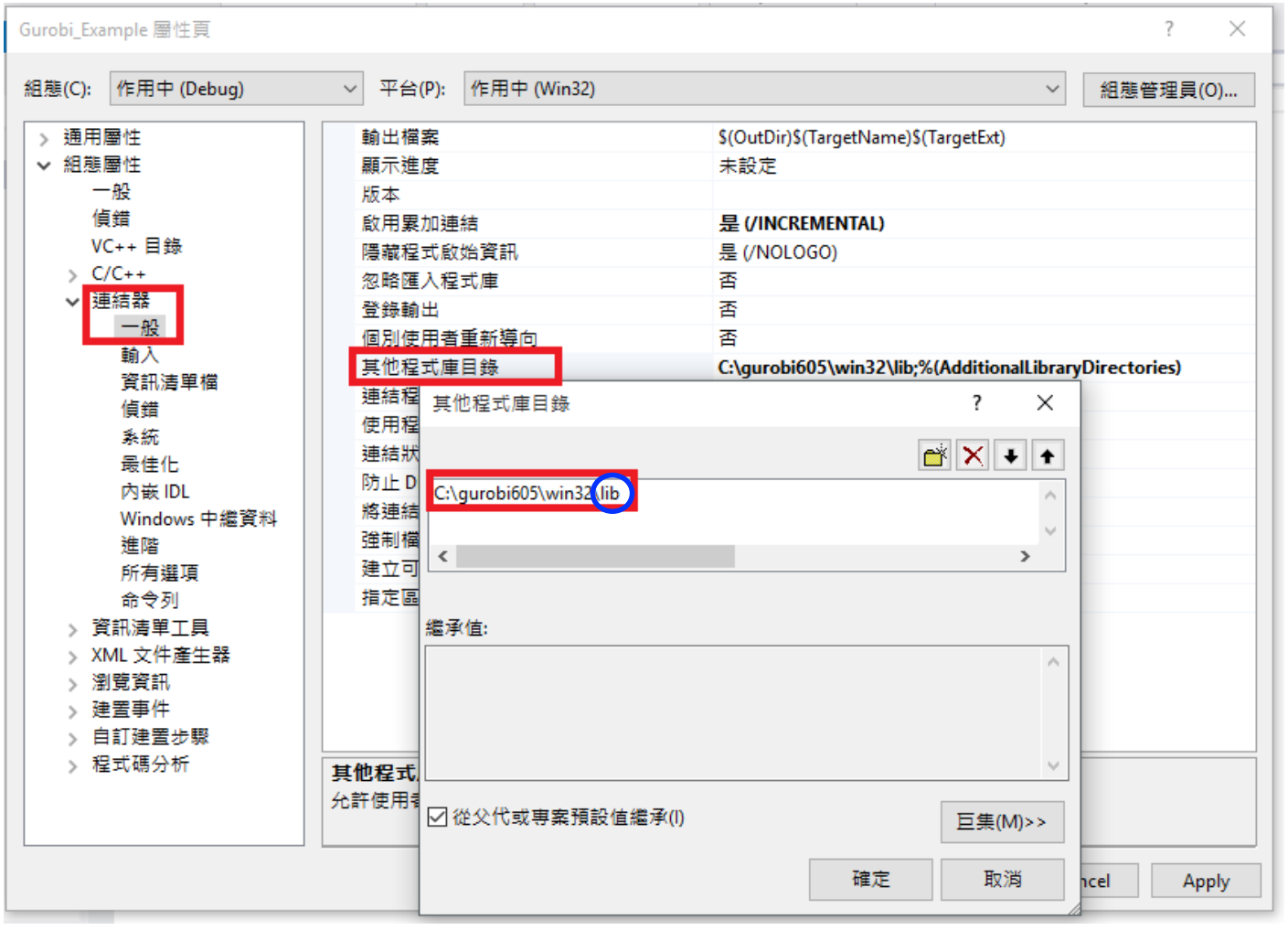
C/C++→ 先行編譯標頭檔 → 選擇未使用先行編譯標頭檔

設定 6/8



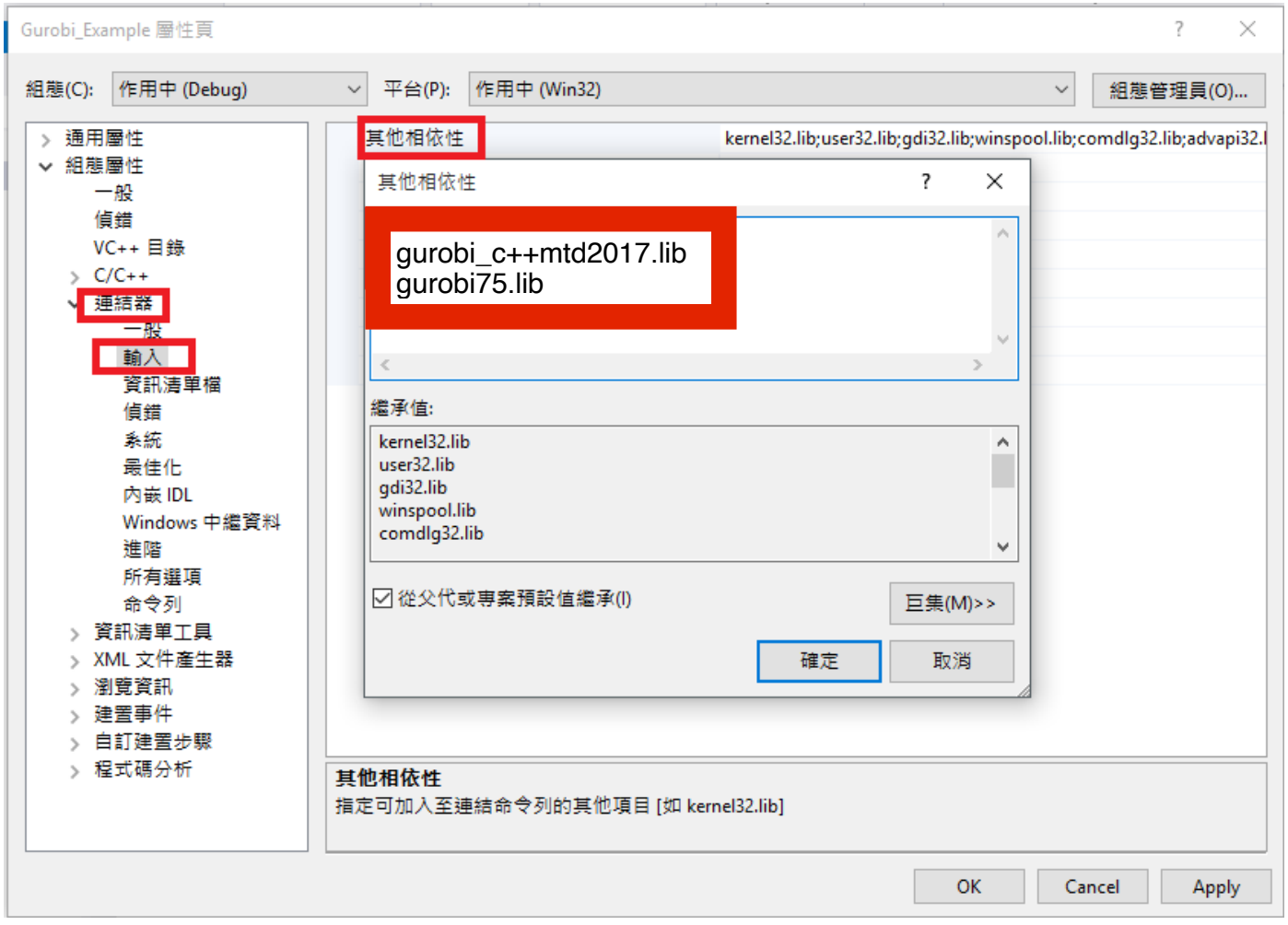
C/C++→ 所有選項 → 其他 Include 目錄

設定 7/8



連結器 → 一般 → 其他程式庫目錄

設定 8/8



連結器 → 輸入 → 其他相依性

PS. 因為是 visual studio2017 版本且 gurobi752 版本

Example 1: Gurobi 範例檔

```
maximize      x +   y + 2 z
subject to    x + 2 y + 3 z <= 4
              x +   y       >= 1
x, y, z binary
```

Example 1: 環境與模型宣告

```
GRBEnv env = GRBEnv();                  //創建一個GUROBI環境叫做 env
GRBModel model = GRBModel(env); //創建一個GUROBI模型叫做model
```

GRBEnv 和 GRBModel 是 Gurobi 自訂的變數類型

Example 1: 宣告變數

```
// Create variables

GRBVar x = model.addVar(0.0, 1.0, 0.0, GRB_BINARY, "x");
GRBVar y = model.addVar(0.0, 1.0, 0.0, GRB_BINARY, "y");
GRBVar z = model.addVar(0.0, 1.0, 0.0, GRB_BINARY, "z");
```

- model 裡面所使用的 decision variable 需要透過 Gurobi 所提供的函式初始化
- 第一個參數與第二個參數分別代表此變數的上下界
- 第四個參數是這個變數的類型包含：
  - **GRB_CONTINUOUS**: 變數為實數
  - **GRB_INTEGER**: 變數為整數
  - **GRB_BINARY**: 變數為 0/1 變數
- 第五個參數為變數的命名

Example 1: 目標式設定

```
// Set objective: maximize x + y + 2 z

model.setObjective(x + y + 2 * z, GRB_MAXIMIZE);
```

- 參數之第一項是 Obj
- 第二項為設定最大化或最小化
  - **GRB_MAXIMIZE**
  - **GRB_MINIMIZE**

Example 1: 限制式設定

```
// Add constraint: x + 2 y + 3 z <= 4

model.addConstr(x + 2 * y + 3 * z <= 4, "c0");

// Add constraint: x + y >= 1

model.addConstr(x + y >= 1, "c1");
```

- 參數之第一項是限制式之條件 (>=, <=, ==)
- 第二項為限制式名稱

Example 1: 開始解題

```
// Optimize model

model.optimize();
```

- 前面所有的程式碼都只是在設定 model 長什麼樣子
- 下達這個指令才會真正開始解題

Example 1: 最佳解變數輸出方法

```
cout << x.get(GRB_StringAttr_VarName) << " "
     << x.get(GRB_DoubleAttr_X) << endl;
cout << y.get(GRB_StringAttr_VarName) << " "
     << y.get(GRB_DoubleAttr_X) << endl;
cout << z.get(GRB_StringAttr_VarName) << " "
     << z.get(GRB_DoubleAttr_X) << endl;
```

- 因為使用 **GRB_VAR** 所宣告的 decision variable 無法直接取得內容
- 必須使用 GUROBI 的函式才能拿到值
- **GRB_StringAttr_VarName** 是變數的名字
- **GRB_DoubleAttr_X** 則是變數值

Example 1: 最佳解之目標式值輸出方法

```
cout << "Obj: " << model.get(GRB_DoubleAttr_ObjVal) << endl;
```

- 使用 **GRB_DoubleAttr_ObjVal** 得到最佳解

Example 1: 印出 error code 的方法

```
} catch(GRBException e) {
  cout << "Error code = " << e.getErrorCode() << endl;
  cout << e.getMessage() << endl;
} catch(...) {
  cout << "Exception during optimization" << endl;
}
```

- 這段 code 是當 model 有問題時，能夠列出出錯的類型
- error type code 的 解釋

遇到 Σ 時

$$\min \sum_{i=0}^{n} \sum_{j \neq i, j=0}^{n} c_{ij} x_{ij}$$

- 方法 1: 寫一大串
- 方法 2: 使用 GRBLinExpr

```
GRBLinExpr sum=0;
for(int i=1;i<10;i++)
    sum+=X[i];
```

小技巧

- 除了最常用的 ObjVal 以外
- gurobi 所定義的 model 有許多的 attributes 可以用
- 請參閱 連結

Example 2 : TSP

$$\min \sum_{i=0}^{n} \sum_{j \neq i, j=0}^{n} c_{ij} x_{ij}$$

$$0 \leq x_{ij} \leq 1 \qquad i, j = 0, \cdots, n$$

$$u_i \in \mathbf{Z} \qquad i = 0, \cdots, n$$

$$\sum_{i=0, i \neq j}^{n} x_{ij} = 1 \qquad j = 0, \cdots, n$$

$$\sum_{j=0, j \neq i}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = 0, \cdots, n$$

$$u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1 \qquad 1 \leq i \neq j \leq n$$