

Rev.0 平成 21 年 6 月 20 日

Rev.1 平成 22 年 6 月 23 日

化学工学会 SIS 部会情報技術教育分科会

プラント建設費コスト推算

Revision 1

1. 概要

コスト推算には、G. D. Ulrich が 1984 年に「A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics」(Wiley) の中で示した、Bare Module Cost Estimation と呼ばれる、Factored Estimation 法を用います。コストデータ、および推算式は“プラント建設費_RX.xls(又は plant_costestimate_RX.xls)”という名前の MS-Excel のファイルに入れてあり、サイジングの情報を所定のシートのカラムに入力してゆくと、2009 年現在のプラント建設費を計算できるようになっています。このファイルを作成するに当たって、参照した資料は、R. Turton, R.C.Bailie, W.B.Whiting, J.A.Shaeiwitz, “Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes,” Prentice Hall です。参考書のデータは、1996 年現在のもので、CEPCI (Chemical Engineering Cost Index) =382 ですので、2008 年現在のコストに直すのに、2009 年の CEPCI (=521.9) を用いてスライド計算して求めるようにしてあります。

Ulrich のプラントコスト推算方法は、まず、機器のサイズやキャパシティを代表する値： A に対して、常圧操作を仮定し、炭素鋼で作られた場合の機器購入コスト (FOB コスト)： C_P を次の式で算出します。

$$\log_{10} C_P = K_1 + K_2 \log_{10} A + K_3 (\log_{10} A)^2$$

K_1 、 K_2 、 K_3 は、機器の種類、タイプによって異なる定数で、 A は例えば熱交換器であれば伝熱面積です。これに対して操作圧力： P がコストに影響するファクター (Pressure Factor) F_P を次の式で算出します。

$$\log_{10} F_P = C_1 + C_2 \log_{10} P + C_3 (\log_{10} P)^2$$

C_1 、 C_2 、 C_3 は、機器の種類、タイプによって異なる定数で、 P の単位は barg (ゲージ圧) です。 F_P は 1 以上の数で、 P は必ず最小最大の範囲に入っていなければなりません。更に Ulrich の方法では、材料の種類がコストに与える影響を考慮したファクター (Material Factor) F_M を導入します。 F_M は機器の種類、タイプによって一意に与えられる 1 以上の数として推算されます。そして、これらの基準となる購入コスト、Pressure Factor、Material Factor より、直接費、間接費を含む機器設置コストとしての Bare Module コスト C_{BM}^0 を算出します。

$$C_{BM}^0 = F_{MB}^0 \cdot C_P = (B_1 + B_2 \cdot F_M \cdot F_P) \cdot C_P$$

F_{BM}^0 は Bare Module Factor と呼ばれ、 B_1 、 B_2 は機器の種類、タイプによって異なるコストフ

アクターです。 C_{BM}^0 の単位は当然ですが US \$ です。 C_{BM}^0 は、配管、計装、土建にかかわる間接費および直接設置費用ですので、主要機器の Bare Module コストの総和がプラント設置コストとなります。このプラント設置コストから、プラント建設コストを算出するには、建設にかかわる不測の損失や予備品費用を加味しなければなりません。この費用は我々が想像するよりもはるかに大きく、ここでは、プラント設置コストに比例したコストとして算出しています。この損失や予備品費用のことを、Contingency と呼び、このコストファクター (Contingency Factor) F_C を用いて、プラント建設コスト C_{BM} を次の式で計算します。

$$C_{BM} = (1 + F_C) \sum C_{BM}^0$$

F_C の値は、細かく言えばプロジェクトによって異なりますが、Contract Value として考えると、統計的に 15%~20%です。ここでは 18%を採用しています。ここで示したプラント建設コストは、既存のコンビナートの中に、プラントを建設する場合のコストです。しかし、場合によっては全く新たに土地を切り開いてプラントを建設する場合もあるでしょう。このような場合のプラントのことを、Grass Roots Plant と呼び、そのときの建設コストを Grass Roots Cost と言います。Grass Roots Cost の見積もりは、場所による差が非常に大きいので、精度的には Factored Estimation として推算するのは難しいですが、Ordered Magnitude レベルで考えるのであれば、プラント建設コスト C_{BM} に、Grass Roots Factor: F_G を掛けて算出します。但し、ここでは既存のコンビナートの中に建設をすることを考えて、Grass Roots Plant の取り扱いについては省略します。

Factored Cost Estimation というと、歴史的には Lang Factor Method から始まると考えて間違えはないでしょう。プラントの建設費用で、直接データとして得られる値は、機器の船積み出荷価格 (FOB) と (契約上の) 建設費です。Lang Factor Method では、この FOB コストと建設費の関係に注目し、主要機器の総 FOB と建設費の関係を、プロセスの種類によって異なる、Lang Factor : f_L という比例乗数で関係付けています。「化学プラントの建設費は、主要機器コスト (FOB) の約 3 倍」というのは、この Lang Factor のことを言っています。Lang Factor Method 以降、Guthrie (Guthrie, K.M., "Capital Cost Estimation", Chem. Eng., 76(3), 114, 1969.) や、Ulrich (Ulrich, G.D., "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", Wiley, New York, 1984.) らによって、プラントコストのコスト構造の解析とそれに基づくデータの整理が行われ、「主要機器の常圧・炭素鋼を仮定した FOB ベースコスト」と「配管・計装・土建費用を含む主要機器モジュールの設置コスト」との関係を表す Bare Module Factor を機器の種類、タイプ、操作圧力、使用材料によって推算する方法へと展開してきています。これにより、総 FOB コストの係数倍でプラント建設コストを推算するのに比べて、精度が格段に向上したばかりか、プロセス設計の違いを、Bare Module の設置コストの差として捕らえることができるようになり、プラント建設費における重みを容易に理解できるようになったことが重要です。

以上のような、コスト推算の流れを、Excel ファイルで行えるようにしてあります。以下、Sheet の構成、各シートの入力について説明します。

2. Spread Sheet の構成

MS-Excel2003 で作ってあります。シートは、3 種類に分かれます。

- 1、機器の種類ごとの Bare Module Cost 推算用シート
- 2、機器の種類ごとのコストデータシート
- 3、プラント建設費算出シート

機器種類に対応する上記 1、2 のシート名との関係は以下のとおりです。

機器種類	1、機器の種類ごとの Bare Module Cost 推算用シート	2、機器の種類ごとのコストデータシート
Vessel	ProcessVessel	PV_Coeff
Sieve Tray	Sieve_Trays	-
Heat Exchanger	HeatExchanger	HE_Coeff、HE_FM
Pump	Pump+EL_DRV	Pump_Coeff、Pump_FM
Compressor	Compressor	Comp_Coeff
Compressor Driver	Driver_for_Compressor	DRV_Coeff
Furnace	Furnace	Furnace_Coeff

「3、プラント建設費算出シート」は、「Plant_Constraction_Cost」シートです。

機器の種類としては、Heat Exchanger、Vessel、Sieve Tray、Pump（モータードライバー付）、Compressor（ドライバーなし）、Compressor Driver、Furnace の 7 種類を準備しました。その他の機器に関しては、必要があれば各自調べて、1998 年のモジュール設置コストとして、「3、プラント建設費算出シート」の Equipment Category と書かれている部分の空白欄に入力してください。

各機器の Item Number、Type、キャパシティ、圧力、材料を「1. 機器の種類ごとの Bare Module Cost 推算用シート」に入力、もしくはプルダウンから選択すると、「2. 機器の種類ごとのコストデータシート」のパラメータを使って Bare Module Cost を算出します。「1. 機器の種類ごとの Bare Module Cost 推算用シート」の内部の行・列の値の参照は、相対位置を使っていますので、必要があれば行・列の挿入は可能です。しかし、「2. 機器の種類ごとのコストデータシート」の行・列の値の参照は、絶対位置を使っていますので、「2. 機器の種類ごとのコストデータシート」の変更は行わないでください。

次に各「機器の種類ごとの Bare Module Cost 推算用シート」および「プラント建設費算出シート」の入力・出力について説明します。

3. 機器の種類ごとの Bare Module Cost 推算用シートおよびプラント建設費算出シートの入出力

各シートの欄は薄緑と、薄い青で色分けされています。緑は入力欄を、青は出力欄を表しています。

3-1 : Vessel

No	Item Number	Type	Diameter[m]	Minimum Length [m]	Maximum Length [m]	Vessel Length [m]	Cp: Purchase Cost Assuming Ambient Operating Pressure and Carbon Steel Construction, [\$]	Operating Pressure [bars]	FP: Pressure Factor	Material	FM: Material Factor	Bare Module Cost [[\$]
11	0	Vertical	1	2.5	30	20	\$46,941	10	1.5204	CS	1	\$240,147
12	1		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
13	2		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
14	3		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
15	4		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
16	5		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
17	6		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
18	7		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
19	8		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
20	9		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
21	10		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
22	11		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
23	12		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
24	13		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
25	14		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
26	15		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
27	16		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
28	17		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
29	18		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
30	19		0.3	0	0	1	\$1	1	1	CS	1	\$0
31												\$0

- ①ProcessVessel のシートを選択します。Vessel には、蒸留塔の Column や Overhead Condenser の Reservoir が含まれます。
- Item Number を入力し②の Type をプルダウンから選択します。Type には「Vertical」と「Horizontal」があり、これが選択されていないと、Bare Module Cost は\$0 となります。
- ③Diameter は、0.3, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4m の中から選択するようになっています。切り上げで適当な数値を選択してください。デフォルトで 0.3 が選択されていますが、この値が 0 であると、他の欄で不都合が生じますので、使わない Item であっても、Diameter の値は消さないでください。

- (4) Diameter が選択されると、その Diameter に対して、最小・最大長さが④に示されますので、この範囲で⑤に長さを入力してください。すると、常圧操作圧力で CS を材料とした場合のこの Vessel の FOB コスト計算して⑥の欄に示します。
- (5) ⑦に操作圧力を入力し、⑧で材料を選択すると、Pressure Factor、Material Factor を出力して⑨にこの Vessel の Bare Module Cost を出力します。
- (6) Vessel 類の Bare Module Cost の和は、⑩にあらわされます。

3-2 Sieve Tray

蒸留塔や吸収塔（スクラバーを含む）のインターナルは段塔を仮定し、Tray は Sieve Tray でコストを算出します。

No.	Tower Item Number	Dia. [m]	Cp: Purchase Cost Assuming Carbon Steel Construction. [\$/Tray]	Number of Trays	Fq: Quantity Factor	Material	FM: Material Factor	Bare Module Cost [\$/]
11	0 Example	2	\$575	32	1	SS	2	\$36,792
12	1							
13	2							
14	3							
15	4							
16	5							
17	6							
18	7							
19	8							
20	9							\$0
21								
22								
23								
24								
25								
26								\$0
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								\$0
40								

入力は Vessel 類とほぼ同様の手順で行います。

- (1) ①の Sieve_Trays シートを選択し、Tower の Item Number を入力し、②に Tower の Diameter を入力します。材料を CS とした場合の Tray1 枚の FOB コストを③に出力します。
- (2) ④Tower の必要段数を入力すると、ディスカウントの逆数のような Quantity Factor を出力します。更に材料として、CS、SS、Ni_alloy の何れかを選択すると、Material Factor を出力し、段数分の Tray の Bare Module コストを⑥の欄に出力します。全ての塔の Tray の Bare Module コストの和は、⑦に算出されます。

3-3 Heat Exchanger

No	Item Number	Heat Transfer Area (m ²)	Heat Exchanger Type	Cp: Purchase Cost Assuming Ambient Operating Pressure and Carbon Steel Construction.[\$]	Shell Operating Pressure [bar(g)]	Tube Operating Pressure [bar(g)]	Fp: Pressure Factor	Shell Material	Tube Material	FM: Material Factor	Bare Module Cost [\$]
9	1 Example	1700	Floating Head	\$19,629	6	6	1	OS	OS	1	\$64,775
10	2	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
11	3	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
12	4	2	3	4	5	6	7	OS	OS	1	\$0
13	5	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
14	6	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
15	7	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
16	8	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
17	9	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
18	10	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
19	11	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
20	12	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
21	13	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
22	14	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
23	15	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
24	16	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
25	17	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
26	18	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
27	19	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
28	20	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
29	21	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
30	22	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
31	23	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
32	24	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
33	25	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
34	26	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
35	27	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
36	28	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
37	29	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
38	30	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
39	31	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0
40	32	1	1	\$0	1	1	1	OS	OS	1	\$0

- ①の HeatExchanger シートを選択し、②伝熱面積を入力します。③Type は、Fixed Tube Sheet or U-tube、Floating Head、Kettle Boiler から選択します。④に常圧操作・SC を仮定したこの熱交換器の FOB コストを出力します。Type の欄が空欄の場合には Bare Module Cost の値は 0\$ となります。伝熱面積の欄で、使用されない Item にデフォルトで 1 が入っていますが、これを 0 もしくは空欄にすると他の欄の計算でエラーが出ますので、使用しない場合でも 1 を入れておいたままにしてください。
- Shell Side、Tube Side の操作圧力を⑤に入力します。但し、Vacuum 条件はこの推算式の範囲に入っていないので、Vacuum の場合は、その流体を Shell Side とし、20[barg]を入力しておいてください。Shell Side、Tube Side の操作圧力の組み合わせに従って、Pressure Factor を出力します。伝熱面積同様に、使用しない熱交換器の欄にデフォルトで操作圧力に 1 が入っていますが、これを 0 もしくは空欄にすると他の欄の計算でエラーが出ますので、使用しない場合でも 1 を入れておいたままにしてください。
- Shell、Tube の材質を、⑥で SC、SS、Ni_alloy から選びます。Shell、Tube の組み合わせに応じた Material Factor を出力し、Bare Module コストを⑦に出力します。Heat Exchanger の Bare Module コスト総和は、スクロールダウンして、右下の欄に計算されるようにしてあります。

3-4 Pump with Electric Driver

No.	Item Number	Pump Type	Shaft Power [kW]	Number of Pumps	Cp: Purchase Cost Assuming 10 [barg] Suction Pressure and Cost Imp. [\$]	Suction Pressure [barg]	FP: Pressure Factor	Material	FM: Material Factor	Bare Module Cost [\$]
1	Example	Centrifugal	5	2	\$13,137	15	1.2459063	Castiron		\$48,360
2			5	0	\$0	1	0			\$0
3			5	0	\$0	1	0			\$0
4		②	③	④	⑤	⑥	⑦			⑧
5			5	0	\$0	1	0			\$0
6			5	0	\$0	1	0			\$0
7			5	0	\$0	1	0			\$0
8			5	0	\$0	1	0			\$0
9			5	0	\$0	1	0			\$0
10			5	0	\$0	1	0			\$0
11			5	0	\$0	1	0			\$0
12			5	0	\$0	1	0			\$0
13			5	0	\$0	1	0			\$0
14			5	0	\$0	1	0			\$0
15			5	0	\$0	1	0			\$0
16			5	0	\$0	1	0			\$0
17			5	0	\$0	1	0			\$0
18			5	0	\$0	1	0			\$0
19			5	0	\$0	1	0			\$0
20			5	0	\$0	1	0			\$0
21			5	0	\$0	1	0			\$0
22			5	0	\$0	1	0			\$0
23			5	0	\$0	1	0			\$0
24			5	0	\$0	1	0			\$0
25			5	0	\$0	1	0			\$0
26			5	0	\$0	1	0			\$0
27			5	0	\$0	1	0			\$0
28			5	0	\$0	1	0			\$0
29			5	0	\$0	1	0			\$0
30			5	0	\$0	1	0			\$0
31										\$0
32										
33										
34										
35										
36										
37										

- (1) ①の Pump+EL_DRV シートを選択します。Item Number を記入して、②で Pump Type として、Centrifugal か、Reciprocating を選択します。Pump の所要動力[kW]を③を入力します。この Shaft Power の欄は、他の例と同様に、上書きするかデフォルトの値をそのままにしておくかどちらかにしてください。
- (2) ④の Number of Pumps には、Stand-by を含めた台数を記入します。すなわち、1 + 1 であれば2を入力します。⑤には、④で入力した Pump+EL_Driver 数分の常圧・CS を仮定した Pump の FOB コストが示されます。⑥、⑦で Pump 入り口圧力、材質を入力または選択し、Pressure Factor、Material Factor を算出し、⑧の Bare Module コストを得ます。
- (3) 総 Pump+EL_Driver コストは、⑨欄に示されます。

3-5 Compressor without Driver

No.	Item Number	Compressor Type	Wfmin	Wfmax	Material	Fluid Power [kW]	Purchase Base Cost [\$]	Bare Module Cost [\$]
0	Example	Centrifugal	50	800	SS	1000	\$719,615	\$4,533,572
1			0	0		1	\$1	\$0
2			0	0		1	\$1	\$0
3			0	0		1	\$1	\$0
4			0	0		1	\$1	\$0
5			0	0		1	\$1	\$0
6			0	0		1	\$1	\$0
7			0	0		1	\$1	\$0
8			0	0		1	\$1	\$0
9			0	0		1	\$1	\$0
10			0	0		1	\$1	\$0
11			0	0		1	\$1	\$0
12			0	0		1	\$1	\$0
13			0	0		1	\$1	\$0
14			0	0		1	\$1	\$0
15			0	0		1	\$1	\$0
16			0	0		1	\$1	\$0
17			0	0		1	\$1	\$0
18			0	0		1	\$1	\$0
19			0	0		1	\$1	\$0
20			0	0		1	\$1	\$0
21			0	0		1	\$1	\$0
22			0	0		1	\$1	\$0
23			0	0		1	\$1	\$0
24			0	0		1	\$1	\$0
25			0	0		1	\$1	\$0
26			0	0		1	\$1	\$0
27			0	0		1	\$1	\$0
28			0	0		1	\$1	\$0
29			0	0		1	\$1	\$0
30			0	0		1	\$1	\$0
31								\$0

- (1) ①の Compressor シートを選択し、Item Number を入力し、②Compressor Type を Centrifugal と Reciprocating から選択します。③で材質を CS、SS、Ni_alloy から選択し、所要動力 [kW] を入力します。所要動力は上下限值が示されますので、その範囲内で、入力してください。
- (2) ベースケースの FOB コストを出力し、④に Bare Module コストを表示します。総 Compressor Bare Module コストは、⑤の欄に算出されます。

3-6 Driver for Compressor

No	Item Number	Type	Ws Min [kW]	Ws Max [kW]	Shaft Power [kW]	Purchase Base Cost [\$]	Bare Module Cost [\$]
0	Example	Electric	3	6000	1000	\$48,806	\$70,209
1					1	\$1	\$0
2					1	\$1	\$0
3					1	\$1	\$0
4					1	\$1	\$0
5					1	\$1	\$0
6					1	\$1	\$0
7					1	\$1	\$0
8					1	\$1	\$0
9					1	\$1	\$0
10					1	\$1	\$0
11					1	\$1	\$0
12					1	\$1	\$0
13					1	\$1	\$0
14					1	\$1	\$0
15					1	\$1	\$0
16					1	\$1	\$0
17					1	\$1	\$0
18					1	\$1	\$0
19					1	\$1	\$0
20					1	\$1	\$0
21					1	\$1	\$0
22					1	\$1	\$0
23					1	\$1	\$0
24					1	\$1	\$0
25					1	\$1	\$0
26					1	\$1	\$0
27					1	\$1	\$0
28					1	\$1	\$0
29					1	\$1	\$0
30					1	\$1	\$0
31							\$0

- (1) ①Driver for Compressor シートを選択し、Item Number を入力して Driver Type を②で選択します。選択肢に Electric、Gas Turbine、Steam Turbine があります。但し、Gas Turbine System や、Steam System をまだ設計していないのであれば、取りあえずは Electric を選択してください。
- (2) Shaft Power の上限、下限値の範囲内で、Shaft Power を③に入力し、ベースとなる FOB コストと、④の Bare Module コストを算出します。総 Driver Bare Module コストは、⑤に計算されます。

3-7 Furnace

	A	B	C	J	K	L	M	N	W	X	AE	AF
6												
7												
8												
9												
10	No	Item Number	Type	Q Min [kW]	Q Max [kW]	Heat Duty [kW]	Purchase Base Cost [\$]	Order of Pressure [barg]	Pressure Factor	Tube Material	Material Factor	Bare Module Cost [\$]
11		0 Example	Reactive Process Heater (Reformer Furnace)	3000	150000	10000	\$811,895	200	1.3	CS	2.1	\$2,216,474
12	1			0	0	1	\$1		0	Alloy	0	\$0
13	2			0	0	1	\$1		0	SS	0	\$0
14	3			0	0	1	\$1		0		0	\$0
15	4			0	0	1	\$1		0		0	\$0
16	5			0	0	1	\$1		0		0	\$0
17	6			0	0	1	\$1		0		0	\$0
18	7			0	0	1	\$1		0		0	\$0
19	8			0	0	1	\$1		0		0	\$0
20	9			0	0	1	\$1		0		0	\$0
21	10			0	0	1	\$1		0		0	\$0
22	11			0	0	1	\$1		0		0	\$0
23	12			0	0	1	\$1		0		0	\$0
24	13			0	0	1	\$1		0		0	\$0
25	14			0	0	1	\$1		0		0	\$0
26	15			0	0	1	\$1		0		0	\$0
27	16			0	0	1	\$1		0		0	\$0
28	17			0	0	1	\$1		0		0	\$0
29	18			0	0	1	\$1		0		0	\$0
30	19			0	0	1	\$1		0		0	\$0
31												\$0
32												
33												
34												

Furnace の計算も、他の機器と同様です。但し、①の Pressure に関しては、オーダーを入力しますので 10、50、100、200[barg]の中から選択してください。

3-8 Plant Construction Cost

	A	B	C	D	E	F	G	H
7								
8								
9								
10		Equipment Category	Bare Module Cost (Equipment Direct and Indirect Cost: CEPCI=382)	②				
11		Process Vessels	\$0					
12		Trays	\$0					
13		Heat Exchangers	\$0					
14		Pump with Electric Driver	\$0					
15		Compressor	\$0					
16		Compressor Driver	\$0					
17		Furnace	\$0					
18								
19								
20								
21		Total Bare Module Cost	\$0	③				
22		Plant Construction Cost Including 18% contingency	\$0	④				
23		Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI) in 2009	521.90					
24		Plant Construction Cost in 2009	\$0	⑤				
25								
26	①							
27								

①の Plant_Construction_Cost シートでは、機器種類ごとに算出した総 Bare Module コストを参照し②に示し、それらの総和を「Total Bare Module Cost」として③に算出します。このコストはいわばプラント設置コストであり、これに Contingency として 18% を上乘せした値が、④ Plant Construction Cost です。しかし、この値は 1996 年現在 (CEPCI=382) コストですので、2009 年の CEPCI=521.9 を使ってスライドする必要があります。④の Plant Construction Cost を $575.40 / 382.0$ でスライドした値が「Plant Construction Cost in 2009」となります。

<注意>

本冊子および本冊子が説明している Spread Sheet (プラント建設費_XX.xls 又は plant_costestimate_XX.xls: 但し XX は Version 番号であり、Version 番号を限定しない) の内容を、化学工学会・SIS 部会・情報技術教育分科会 (情報技術教育分科会) の許可なく、改変、転載することを禁ず。本冊子および本冊子が説明する Spread Sheet は、情報技術教育分科会が主催、共催するコンテスト、および大学・大学院等高等教育機関における教育を目的とした活動に限って、使用、配布を認める。算出された結果により不利益が生じた場合でも、情報技術教育分科会はその責任を負わない。