

NUOPT/SIMPLE/Excel

チュートリアル

(V11)

株式会社数理システム

東京都新宿区新宿 2－4－3

Phone:03-3358-1701

Fax:03-3358-1727

Email:nuopt-support@msi.co.jp

1 例題 1	3
2 例題 2	18
2. 1 例題 2 A	18
2. 2 例題 2 B	28
3. トラブルシューティング編	32

このドキュメントは簡単な例題を通じて NUOPT の Excel インタフェースの使い方について実践的に解説します。全体で二つの例について解説されています。段階的に複雑になりますので、順番にとりくんでみてください。

1 例題 1

では、さっそくチュートリアルの問題を、NUOPT で解いてみることにします。最初は数理計画法としてはごく単純な問題ですが、ぜひ Excel の表の入力から始めて、モデリング言語との関係プレイの方法を覚えてしまいましょう。いったん基本的な操作を覚えてしまえば、モデルを自由に操れる醍醐味を味わえます。

あなたは、あるパーソナルコンピュータ製作所の工場長になったとします。この工場のノートブック型パソコンの製作では

高機能のデラックスなノート型マシン、Note Deluxe Model

モバイル向けの軽量なノート型マシン、Note Mobile Model

の 2 つの製品系列を持っています。そして、それぞれの利益が

Note Deluxe Model は 10,000 円／台

Note Mobile Model は 13,000 円／台

となっています。

また、これらを生産するのに固定的にかかる費用が（製作する機種にかかわらず）月に 500 万円とします。

さて、工場ではパーツ製作部門と組立ライン部門の 2 部門から成り立っています。パーツ製作部門が完全自動工場で作ったパーツを受けて、組立ライン部門が出荷するマシンの製作をしています。パーツ作成部門での供給能力は、以下のようになっています。

Note Deluxe Model は 430 台分

Note Mobile Model は 580 台分

組立ライン部門では 10 本のラインがあり、1 日に 10 回転できます。ただしこのラインの上では、ノートパソコン製作に以下を必要とします。

Note Deluxe Model は 1/10 ラインのスペース

Note Mobile Model は 1/5 ラインのスペース

つまり、Note Mobile Model は Note Deluxe Model の 2 倍のスペースをライン上で必要としています（Note Mobile Model は、マシンは小さいのですが、組立に必要なパーツが意外に多く、かえってスペースをとっています）。

注文がひっきりなしにやってくるために、作った分だけ売れる状況です。

こういう状況で、工場をフル回転させて最も利益が上がるようにするには、Note Deluxe Model と Note Mobile Model をそれぞれどれだけ生産すればよいか、頭を悩ませています。

これを NUOPT で解くとどうなるでしょうか。

まず、問題を表の形式にまとめるのが一番ですね。

	利益	部品供給量	ライン上の スペース	生産量
Note Deluxe Model	10,000	430	1/10	?
Note Mobile Model	13,000	580	1/5	?

問題で明確になっている数字が記入されており、解答となる部分に？が記入されています。そして、このときにかかるコストが月 500 万です。パーツ供給量が1日あたりのものなので、コストも

$$1 \text{ 日あたりのコスト} = 5,000,000 / 30.0$$

という形になります。

ここから表を実際に入力するわけですが、今回は NUOPT の操作を覚えるという趣旨ですので、表を極力簡単にしてみます。表自体もすでに準備してありますので、早速読み込んでみましょう。NUOPT インストール場所の¥Samples¥フォルダ（もしも C:¥Program Files に NUOPT をインストールした場合には、C:¥Program Files¥nuopt¥Samples フォルダの中に入っている「エクセルチュートリアル_NotePC.xls」になります）に用意されているファイル「エクセルチュートリアル_NotePC.xls」をダブルクリックして Excel を起動します。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4	Note Deluxe Model					生産ライン稼働量	10	
5	Note Mobile Model					Deluxe用の部品供給量	430	
6	利益					Mobile用の部品供給量	580	
7								
8								

右側に生産ライン稼働量, Deluxe と Mobile それぞれの部品供給量があります。工場の生産に関するデータはこの3つと仮定して、これらに変動するとどうなるかをシミュレーションすることにします。他の要素はモデル内に直接記述することにして、これらを Excel から NUOPT へ渡される値とするわけです。

左側に Deluxe と Mobile それぞれの生産量, 利益があります。これらは NUOPT で計算した結果が書き込まれる部分です。

こうして、計算のためのデータとなるセルと、計算結果を表示するセルとを作っておきます。

問題の整理をしたので、次にモデルを考えないといけませんね。数理計画法にそった形でモデルをたてて、**SIMPLE** で記述します。少し整理をしておきましょう。

数理計画法にそった形でモデリングする時には、まず変数と目的関数、目的関数を求める際の制約式、という形に分けて考えればいいのです。この例題の場合なら、変数と目的関数はもうわかっています。知りたい答えが変数です。その際に利益をできるだけ大きくしたいわけですから、利益は最大化すべき目的関数です。

変数：Note Deluxe Model と Note Mobile Model の生産量

数値で得られる解

目的関数：利潤（最大化する）

$$\begin{aligned} \text{利益} &= 10000 * \text{NoteDeluxeModel} + 13000 * \text{NoteMobileModel} \\ &\quad - 1 \text{ 日あたりのコスト} \end{aligned}$$

となります。これらを **SIMPLE** で記述すると、以下のようになります。

```
// 変数
Variable Deluxe(name="Note Deluxe Model"), Mobile(name="Note Mobile
Model");

// 目的関数
Objective Profit(name="利益",type=maximize);
Profit = 10000 * Deluxe + 13000 * Mobile - 5000000/30.0;
```

変数の記述は、文字どおり **Variable** で始まります。そして、**name** の指定をします。これは **Excel** とリンクをとるための名前です（リンクの詳細は後述します）。**Excel** のセルにつけたタイトルと同じである必要があります（厳密にはセルそのものの名とは少し違うのですが、これも後述します）。したがって、**Excel** よりコピー&ペーストすると正確で便利です。

他に、**Excel** から渡されるデータがあります。これらはパラメータとして定義されます。以下のような形です。

```
Parameter DeluxeParts(name="Deluxe 用の部品供給量"),
MobileParts(name="Mobile 用の部品供給量");

Parameter Line(name="生産ライン稼働量");
```

Excel の表にあった、右側のデータ欄とリンクされるものです。**Parameter** と宣言され、やはり **name** は **Excel** のセルにあるものと同じタイトルになります。

では、制約式はどうなるでしょうか。

まず、部品供給量の制約があります。生産量が部品供給量を超えることはできません。つ

まり,

$0 \leq \text{Note Deluxe Model 生産量} \leq \text{Note Deluxe Model 部品供給量}$

$0 \leq \text{Note Mobile Model 生産量} \leq \text{Note Mobile Model 部品供給量}$

となります。そのまま、SIMPLE ではこう書き下せます。

$0 \leq \text{Deluxe} \leq \text{DeluxeParts};$

$0 \leq \text{Mobile} \leq \text{MobileParts};$

先ほど宣言しておいた変数とパラメータで、そのまま式を記述すればよいのです。簡単ですね。

次に、Note Deluxe Model と Note Mobile Model それぞれをラインで組み立てられる量と、ラインとの関係があります。

$1/10 * \text{NoteDeluxeModel} + 1/5 * \text{NoteMobileModel} \leq 10 \text{ 回転} * 10 \text{ ライン}$

という形で表わすことができます。同じように、

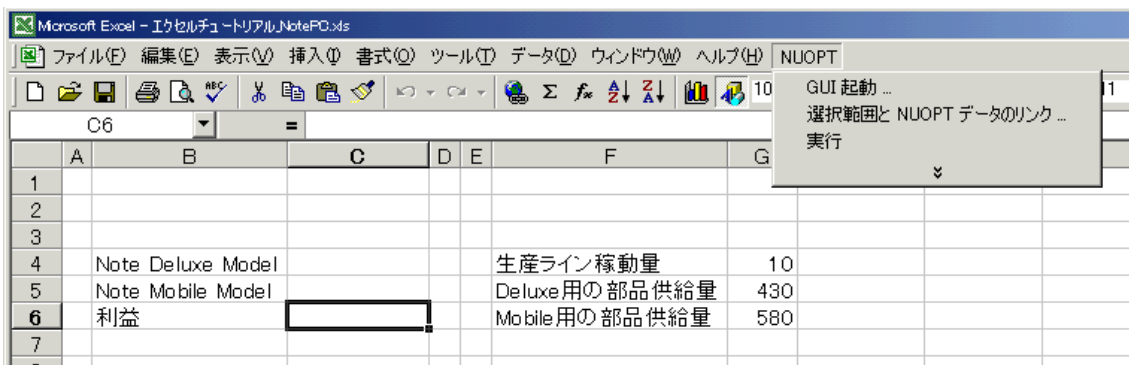
$\text{Deluxe} / 10 + \text{Mobile} / 5 \leq \text{Line} * 10;$

と書けばよいのです。

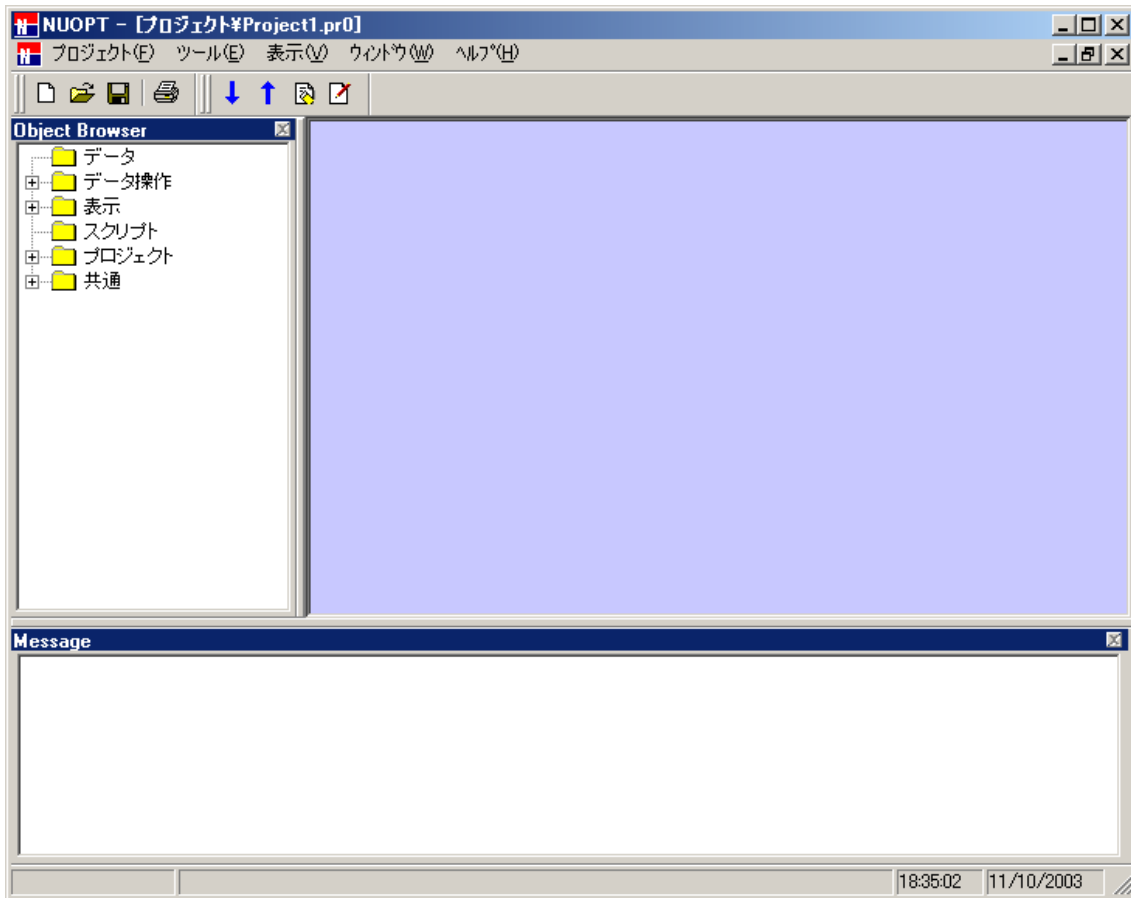
これで問題の整理が済みました。では、実際の操作に入ってみます。

Excel の画面に戻りましょう。もう NUOPT のインストールが済んでいるはずですので、Excel のメニューの一番右端に、NUOPT メニューがあるはずですが、なければ Excel をいったん終了させて、NUOPT インストールガイドで説明しているインストール手順を再度確認なさってください。

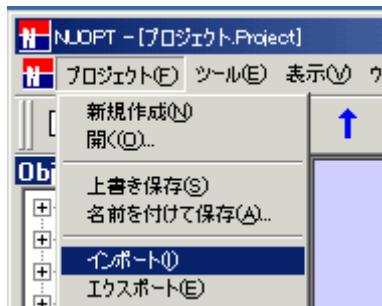
NUOPT メニューを早速押してみます。以下の図のようになるはずです。



「GUI 起動」を選んでみます。すると、以下の図のような、NUOPTGUI のメインウィンドウが出てきたはずです。



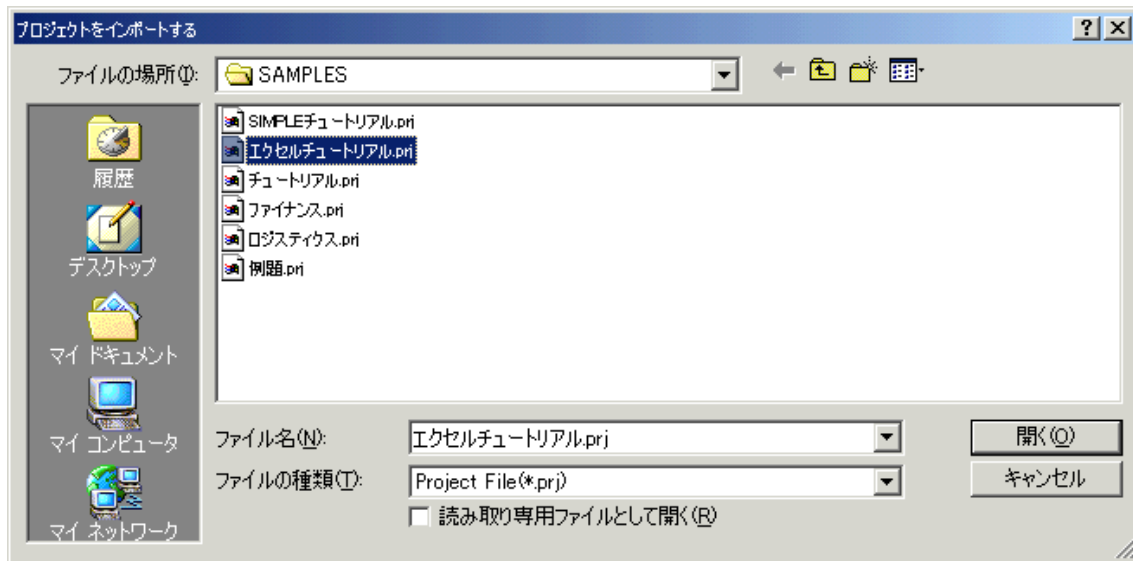
準備として NUOPT GUI メニューの「プロジェクト」→「インポート」から、



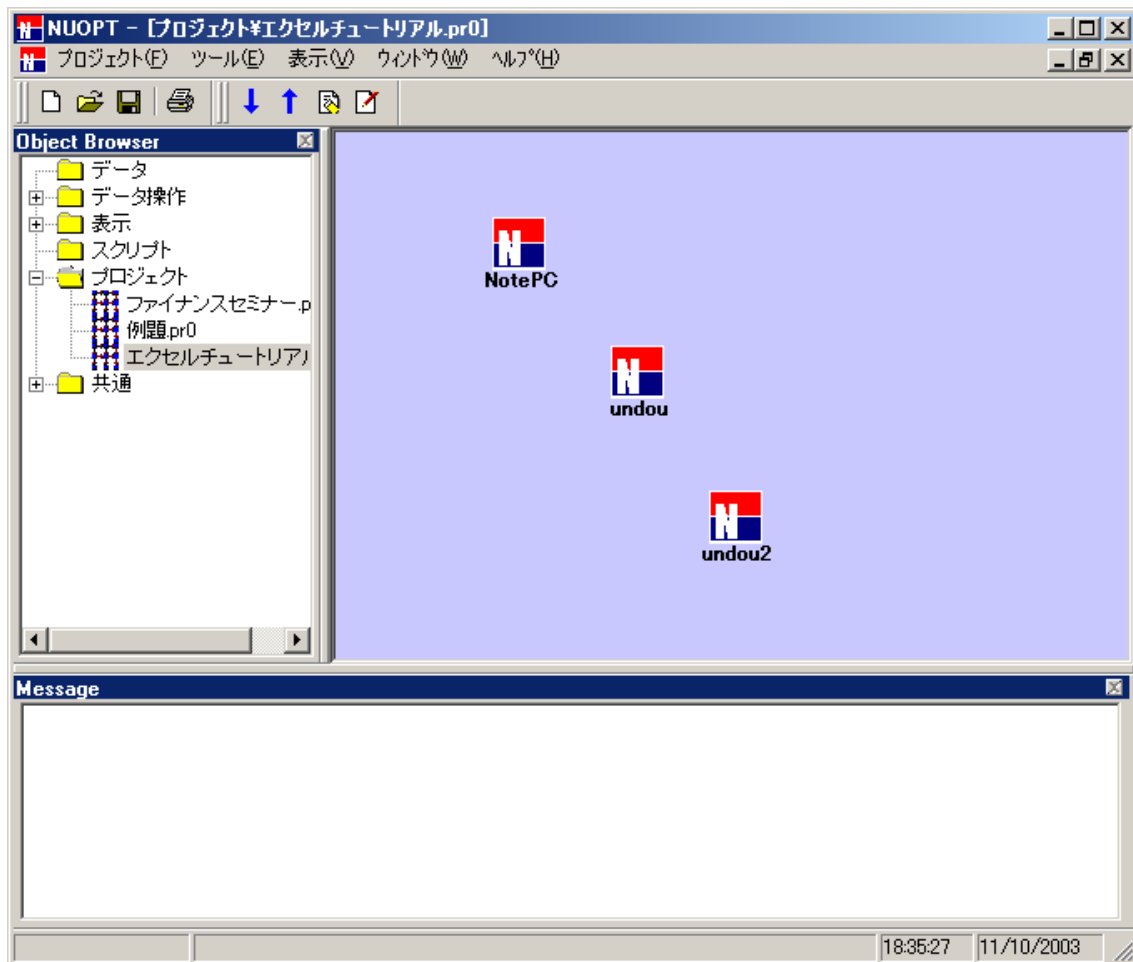
SAMPLES フォルダにあるインポートファイル

エクセルチュートリアル.prj

を開いてください。



プロジェクトとは、モデルやデータや結果をひとまとめにして名前を付けたものです。プロジェクトの内容がプロジェクトボードに表示されます。



アイコンが三つ表示されますが、これらは、このチュートリアルで利用されるモデルに対

応しています。NotePC アイコンの右クリックメニューから「編集」を選ぶと内容が表示されます。この内容はさきほど整理したとおりです。

```
//
// ノート PC の生産計画
//
// 変数宣言
Variable Deluxe(name="Note Deluxe Model"),
           Mobile(name="Note Mobile Model");

// Excel から受け取る値の宣言
Parameter DeluxeParts(name="Deluxe 用の部品供給量"),
           MobileParts(name="Mobile 用の部品供給量");

Parameter Line(name="生産ライン稼働量");

// 目的関数
Objective Profit(name="利益",type=maximize);
Profit = 10000 * Deluxe + 13000 * Mobile - 5000000/30.0;

// 制約式・その1（ラインの状態によるもの）
Deluxe / 10 + Mobile / 5 <= Line * 10;

// 制約式・その2（部品供給量によるもの）
0 <= Deluxe <= DeluxeParts;
0 <= Mobile <= MobileParts;

// 実際に解かせる（これは決まり文句として覚えておけばよい）
solve();

// 解いた結果の変数と目的関数より、値を取り出して Excel に送る
Deluxe.val.dump();
Mobile.val.dump();
Profit.val.dump();
```

最後のほうには、先ほどの説明では出てこなかった文があります。

```
solve();
```

この文で、変数・目的関数・制約式をもとに、ソルバーに解を求めさせます。さらに、

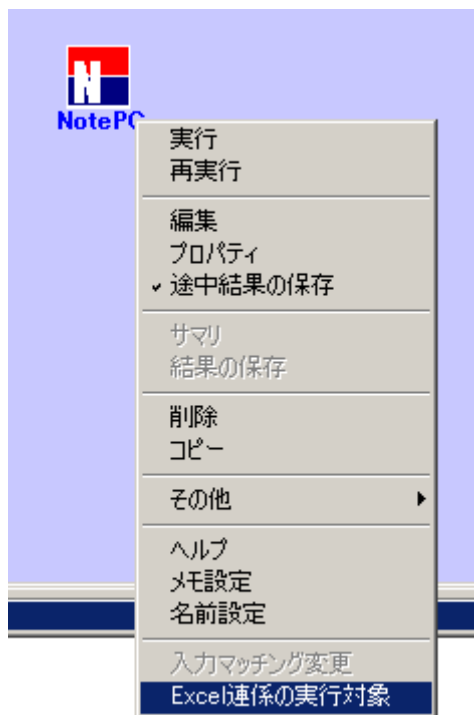
```
Deluxe.val.dump();
```

```
Mobile.val.dump();
Profit.val.dump();
```

という文があります。変数と目的関数に対して、`val` でその値を扱うことを示し、`dump` で中身を取り出すことを示しています。つまり、計算結果を NUOPT から Excel に渡してやるのです。これらを忘れると、NUOPT は当然のことながらせつかくの計算結果を Excel 側に返してくれません。パターンのように覚えてしまいましょう。

通常の GUI 上でのモデルでは自動的に求解・出力が行われますが、ここでは `dump` (Excel へのデータ渡し) を手動で行わねばならないので、`solve0` を行ってのちに求解、という操作が必要になります。`Solve0`を行わないうちに `.dump` を行っても計算結果ではなく、初期値が出力されてしまいます。

さらに、NUOPTGUI のどのアイコンに Excel からデータを送るのかという設定をしておく必要があります。NUOPTGUI のプロジェクトボード上の NotePC で右クリックを行い、「Excel 関係の実行対象」を選択して



右クリックしたときに現れる「Excel 関係の実行対象」の前にチェックがついている状態にします。



これだけでは Excel と NUOPT の間でデータを受け渡しするリンクの設定がまったく行なわれていませんので、動きません。ここでリンクの設定を行ってみます。

Excel の画面に戻してください。さきほどの表が表示されていますね。まず、Note Deluxe Model の生産量（NUOPT で計算された結果が返ってくる場所）が入るセルを、マウスで選択します。表題と一緒に選択しましょう。以下の図のような形です。

	A	B	C
1			
2			
3			
4		Note Deluxe Model	
5		Note Mobile Model	
6		利益	

この状態のままで、NUOPT メニューより「選択範囲と NUOPT のリンク」を選ぶと、ダイアログが現れます。

選択範囲と NUOPT データの対応付け

対応付けされていない範囲

取り込み

bar:\$C\$4
bar:\$F\$4:\$G\$4
bar:\$F\$5:\$G\$5
bar:\$F\$6:\$G\$6
bar:\$C\$5
bar:\$C\$6

→

←

詳細

対応付けされた範囲

データファイルへ保存

Note Deluxe Model

詳細

転送方向

Excel --> NUOPT

SIMPLEオブジェクト

次元 0 ☐ Set (集合)

Excel データ形式

☒ 列 ☒ 先頭行・列をオブジェクト名として使用
 方向 ☐ 行 ☐ データの添え字を表示
☐ 行と列

添字候補(順にクリックして選択)

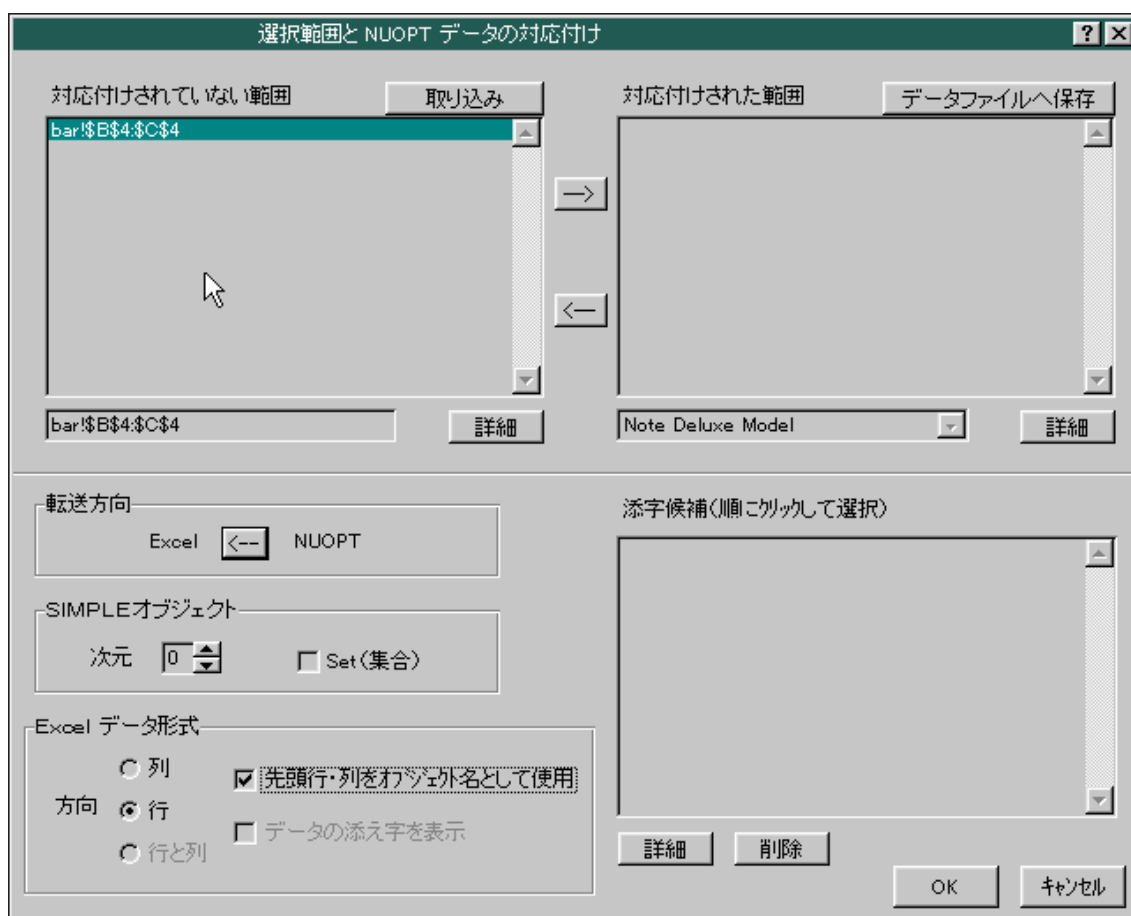
bar:\$C\$16:\$E\$16(行)
bar:\$B\$17:\$B\$21(列)
bar:\$C\$12:\$D\$12(行)
bar:\$B\$13:\$B\$14(列)

詳細 削除

OK キャンセル

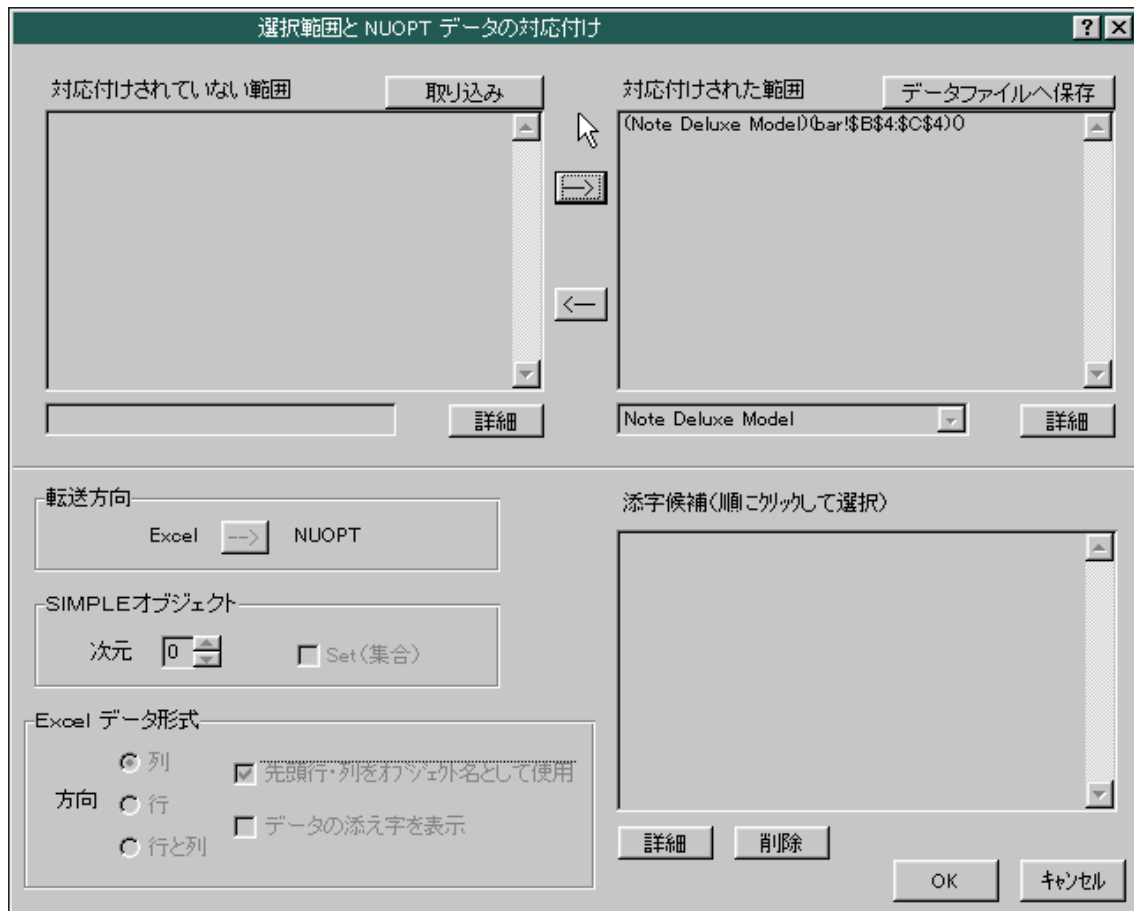
ダイアログの左上のほうにある「対応づけされていない範囲」の近くにある「取り込み」ボタンを押してみてください。事前にマウスで選択しておいたセル範囲が、ここに取り込まれて、ボタン下のリスト表示に入りました。では、今取り込まれた表示を、マウスで選択しておきます。

視線をその下に移すと、リンクの内容を設定する部分があります。この例題では左半分だけの設定でよいので、そちらのみを解説します。まず、「転送方向」を指定します。このセルはNUOPTからExcelに返ってくるのですから、矢印をそうなるように押しておきます。次に、「SIMPLE オブジェクト」という囲みの中ですが、この例題の値は単純なスカラ値であり、次元（添字の数）を考慮する必要がないので、次元0のままです。最後に、「Excel データ形式」という囲みがあります。これはマウスで選択したセルがどちらの方向に伸びているかを選ぶもので、この例題では行方向を選択します（実際、表でもそうになっていますね）。このときに、表題の入ったセルも一緒に選択したので、「先頭行・列をオブジェクト名として使用」チェックボックスも、一緒にチェックしておきましょう。



さて、これでリンク設定の準備が整いました。視線を上に戻して、「対応づけされていない

範囲」を、「対応づけされた範囲」に取り込みましょう。その方向を指す矢印ボタン→を押せばいいのです。これで、「対応づけされた範囲」の表示リストの中に入りました。



これで OK ボタンを押せば、Excel と NUOPT とのリンクが1つ記録されます。同じ操作を、Note Mobile Model と利益のセルにも行なっておきましょう。

同じような操作を何度も行なうのはやや煩わしいかもしれません。このような場合のための簡略化された操作ももちろん、備えています。まだ、Excel から NUOPT に渡すデータの設定が終わっていないので、その方法を試してみましょう。

生産ライン稼動量から Mobile 用部品供給量までのセルを一気にマウスで選択します。

方向を指す矢印ボタン→を押してみてください。一気に「対応づけされた範囲」の表示リストの中に入りました。



これで、3つのセルがいっぺんにリンクされたことになります。これなら、簡便に対応づけを行なえます。

では、Excel の表に戻ります。NUOPT メニューより、「実行」を選びます。NUOPT GUI が現れ、実行がはじめての場合には、モデルのコンパイルを行いますので 10 秒程度時間を所要します。最適化の途中にはかなり短時間ですが実行経過のダイアログが出て消えます。最適化が終了すると、Excel の表には以下のような結果が出ているはずです。

	A	B	C	D	E	F	G	
1								
2								
3								
4		Note Deluxe Model	430.00			生産ライン稼動量	10	
5		Note Mobile Model	285.00			Deluxe用の部品供給量	430	
6		利益	7,838,333.00			Mobile用の部品供給量	580	
7								

数値が指数表記になっていたら、Excelの「書式」メニューより「セル」を選択して、数値表記に変更しておけばよいですね（このあたりは、Excelのマニュアルを参考に、工夫なさってください）。Excelの機能を使えば結果のグラフ化も容易です。

この例題では、Note Deluxe Modelをたくさんラインで生産できるし、それほど利益も悪くないので、こちらをできるだけ多く生産するという結果が出ています。

せっかくだから、もう少し遊んでみましょう。Note Deluxe Modelの部品供給量をもっと少ないと、どうなるでしょうか。試しに、現在の430から380まで落としてみましょう。

生産ライン稼動量	10
Deluxe用の部品供給量	380
Mobile用の部品供給量	580

Excelの表の数値を変更してから、先ほどと同様に「NUOPT」メニューより「実行」を選んで、NUOPTに計算させましょう。NUOPTのGUIは消去しておきます。こうすると、実行のたびにNUOPTのGUIが現れることはないので、Excelのデータのみを変更して繰り返し実行する場合には便利です。（こうしてもExcelとの連結は確保されています）。

Excelに表示される結果は以下のようになります。

	A	B	C	D	E	F	G	
		Note Deluxe Model	380.00			生産ライン稼動量	10	
		Note Mobile Model	310.00			Deluxe用の部品供給量	380	
		利益	7,663,333.00			Mobile用の部品供給量	580	

いかがですか？Note Deluxe Modelの供給量が少ない分、今度は利益率の少ないNote Mobile Modelの生産量を上げなければならないので、利益が少し落ちているのが、すぐにわかります。他の数値も少しずつ動かしてみてください。簡単にモデルをシミュレーションできる醍醐味を味わうことができたと思います。

Excel の表に入れて NUOPT に渡す数値，モデル中に直接記述する数値をどう決めるべきかは，こうして操作してみるとすぐにわかると思います．シミュレーションのためにいろいろ動かす数値は Excel の表に入れて，まったく動かない数値は直接モデルに書き込む，あるいは NUOPTGUI 側にデータファイルとして連結しておけば良いのです．
こうすれば，Excel と NUOPT のリンクの操作も必要最低限で済みますし，モデルの記述の見通しもよくなります．

以上で，最初の例題はできました．操作のコツを飲み込んでしまえば，意外に簡単に数理計画モデルを扱えることが，おわかりいただけたと思います．

2 例題 2

2. 1 例題 2 A

もう Excel と NUOPT との連系の仕方や，Excel からの呼び出し方，操作の仕方は理解できたと思います．

今度はもう少し複雑な例題に取り組みましょう．添字を使った，もう少し表の規模の大きくなる例題です．とはいっても，入力が大変になるほどの表ではないので，ご安心を．

先ほどのノートパソコンの工場で，社内運動会が開かれることになりました．ある作業班のレクリエーショングループでは，運動会の世話役の一環として，飲み物のサービスを行なうのが慣例になっています．

毎回，コーヒー，紅茶，スポーツドリンク，ジュースの4種類を用意します．それぞれを量り売りで買えるお店から，水筒に詰めて持参することになっていて，以下の値段になっています．また，事前にアンケートをとってあったため，参加者が必要とする量がわかっていますし，持ち運べる量などもあるので，購入量の上限と下限があります．これらは，以下のように表にまとめることができます．

飲み物	コーヒー	紅茶	スポーツドリンク	ジュース
値段	0.6	0.5	0.8	0.3
糖分含有量	1.6	1.4	1.2	0.8
購入量上限	1000	1000	1000	1000
購入量下限	100	100	200	100

その上，運動会のための飲み物であるために，運動に適するように，糖分にも最小摂取量と最大摂取量が決まっています．

最大摂取量：3200

最高摂取量：1200

このような種々の制約を満たしながら出費を最小にするためには，それぞれの飲み物をどれくらいずつ買えばいいか，というのが問題です．

直観的に考えれば，これは糖分摂取量を考えつつ，コストを最小にするわけですから，糖分含有量と単位量あたりの値段との関係を見て，コストパフォーマンスが一番高いものを選択すればいい，ということになります．

では，NUOPT で確認してみましょう．

例によって Excel を起動してください．そして，フォルダ SAMPLES にある「エクセル

「チュートリアル_運動会.xls」というファイルを読み込んでください。以下のようになります。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4												
5			飲み物	コーヒー	紅茶	スポーツドリンク	ジュース					
6			値段	0.6	0.5	0.8	0.3					
7			糖分含有量	1.6	1.4	1.2	0.8					
8			購入量									
9			購入量上限	1000	1000	1000	1000					
10			購入量下限	100	100	200	100					
11			購入費用					糖分最大摂取量	3200.00			
12								糖分最小摂取量	1200.00			
13								糖分合計摂取量				
14												

次に、モデルの作成に入ります。NUOPTGUIが出ていなければExcelの「NUOPT」メニューで「GUI起動」を選んでNUOPTGUIを起動し、最初の例題のようにNUOPT GUIの「プロジェクト」メニューから「インポート」で

エクセルチュートリアル.prj

を開きます。最初の例題でやったように、このプロジェクトに既に追加されているモデル（undou）の内容を見てみましょう。

今回のモデルは、飲み物が4種類あって、それぞれについて最適な購入量を求めるものです。こういう場合、SIMPLEでは「飲み物という集合=Setがあって、それぞれの飲み物は添字=Elementで索引化して表記できる」と考えます。たとえば、こんな感じになります。

```
// 飲み物の集合
Set Bevarage;
Element i(set=Bevarage);
```

そして、問題の最初の表にあったような、値段・糖分含有量などの既定値は、この添字を使った表として扱うことができます。このようになります。

```
Parameter cost(name="値段",index=i)
,sugar(name="糖分含有量",index=i)
,xMax(name="購入量上限",index=i)
,xMin(name="購入量下限",index=i);
```

これらはExcelからNUOPTに渡されるパラメータなのですが、飲み物に対応する添え字iで索引化されたテーブル形式になっているので、indexで添字付けをしています。これが

最初の例題と違うところです（また、現実の問題ではこの形式のほうが多いでしょう）。モデルで解となる変数ですが、今回は各飲み物の購入量となります。つまり、

```
Variable x(name="購入量",index=i);
```

となり、これも添字付けが行われています。

目的関数に移る前に、他にも **Excel** から渡ってくるデータがありますので、それらを先に定義してしまいましょう。

```
Parameter totalSugarMax(name="糖分最大摂取量")
, totalSugarMin(name="糖分最小摂取量");
```

```
Expression totalSugar(name="糖分合計摂取量");
```

```
totalSugar = sum(sugar[i]*x[i],i);
```

```
// 糖分摂取量の制約
```

```
totalSugarMax >= totalSugar >= totalSugarMin;
```

糖分の最大摂取量と最小摂取量は、単に値が渡ってくるだけです。そして、糖分の合計摂取量も求めてしまいましょう。求解された各飲み物の購入量から式として表現されるものです。これを **SIMPLE** では上述のように **Expression** として宣言し、続けて実際に式の内容を記述します。これらは

$$\sum (\text{各飲み物の糖分含有量}) \times (\text{各飲み物の購入量})$$

という式になりますが、**SIMPLE** では \sum は **sum** で表記され、添字を指定します。ほとんど数式に近い形です。

続く、糖分摂取量の制約とは、糖分摂取量合計が、最小摂取量と最大摂取量の間に必ずあることを保証させるものです。これがないと、せっかくの糖分摂取量の制約が効かないので、忘れずに指定します。

さて、いよいよ目的関数です。目的関数は、購入費用が最小になる、つまりコスト最小問題です。このような場合は、以下のように記述します。

```
// 目的関数の定義
```

```
Objective totalCost(name="購入費用",type=minimize);
```

```
totalCost = sum(cost[i]*x[i],i);
```

できるだけコストを安く抑えたいのですから、目的関数のタイプが最小化になっています。そして、この値は

$$\sum (\text{各飲み物の値段}) \times (\text{各飲み物の購入量})$$

という式で表わすことができるので、上述のように記述します。

最後に1つ、忘れてはいけない条件があります。

```
// 非負制約
```

```
xMin[i] <= x[i] <= xMax[i];
```

それぞれの飲み物の購入量が，上限と下限を超えないように設定しておくことです．これがないと，この制約条件を満たさない解になってしまいます．

さて，あとは解いて，得られた解を **Excel** へ返却するだけです．

```
//
// 運動会モデル
//

// 飲み物の集合
Set Bevarage;
Element i(set=Bevarage);
Parameter cost(name="値段",index=i)
           ,sugar(name="糖分含有量",index=i)
           ,xMax(name="購入量上限",index=i)
           ,xMin(name="購入量下限",index=i);

Variable x(name="購入量",index=i);

Parameter totalSugarMax(name="糖分最大摂取量")
           ,totalSugarMin(name="糖分最小摂取量");

Expression totalSugar(name="糖分合計摂取量");

totalSugar = sum(sugar[i]*x[i],i);

// 糖分摂取量の制約
totalSugarMax >= totalSugar >= totalSugarMin;

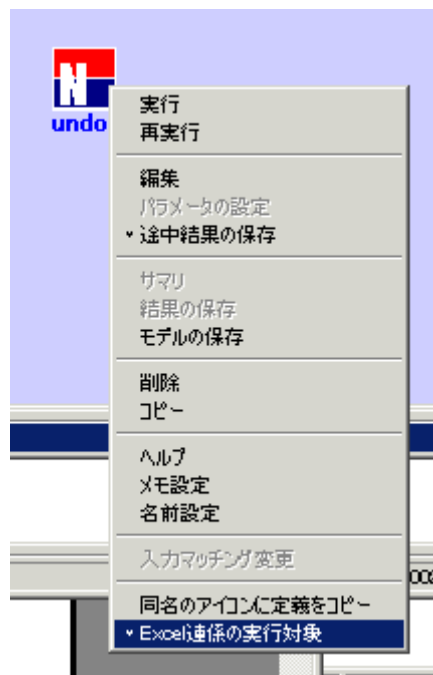
// 目的関数の定義
Objective totalCost(name="購入費用",type=minimize);
totalCost = sum(cost[i]*x[i],i);

// 非負制約
xMin[i] <= x[i] <= xMax[i];

solve();

totalSugar.val.dump();
totalCost.val.dump();
x[i].val.dump();
```

そして，先ほどの **Excel** の表と関連付けをしておきましょう．「**undou**」アイコンの右クリックメニューで，「**Excel 関係の実行対象**」を選び，チェックが入っている状態にします．



あとは，Excel で表と NUOPT とのリンクをするのみです。

まず，先ほどのモデル同様，飲み物という集合の要素を指定するために，添字を指定しないといけません．飲み物の右にあるコーヒーからジュースまでの4つのセルをマウスで選択してください．

飲み物	コーヒー	紅茶	スポーツドリンク	ジュース
値段	0.6	0.5	0.8	0.3
糖分含有量	1.6	1.4	1.2	0.8
購入量				

そして，「NUOPT」メニュー→「選択項目を添字として使用」を実行してください．ダイアログも何も現れませんが，これで添字として使う項目は確実に取り込まれました．

さて，各飲み物に関して，Excel 側から渡る値，返ってくる値が1つにまとまった表があります．このリンクの作業は一連の作業中，もっとも面倒に感じることの1つかもしれません．でも，もう少し楽にする方法があります．最初の例題では，複数のセルをいっぺんに選択しました．ここでもそれを行ないます．値段からジュースの購入量下限までのセルを一気にマウスで選択してください．

飲み物	コーヒー	紅茶	スポーツドリンク	ジュース	
値段	0.6	0.5	0.8	0.3	
糖分含有量	1.6	1.4	1.2	0.8	
購入量					
購入量上限	1000	1000	1000	1000	
購入量下限	100	100	200	100	
購入費用				糖分最大摂取量	3200
				糖分最小摂取量	1200
				糖分合計摂取量	

この状態で「NUOPT」メニュー→「選択範囲と NUOPT データのリンク」を選び、リンク設定ダイアログを表示させます。

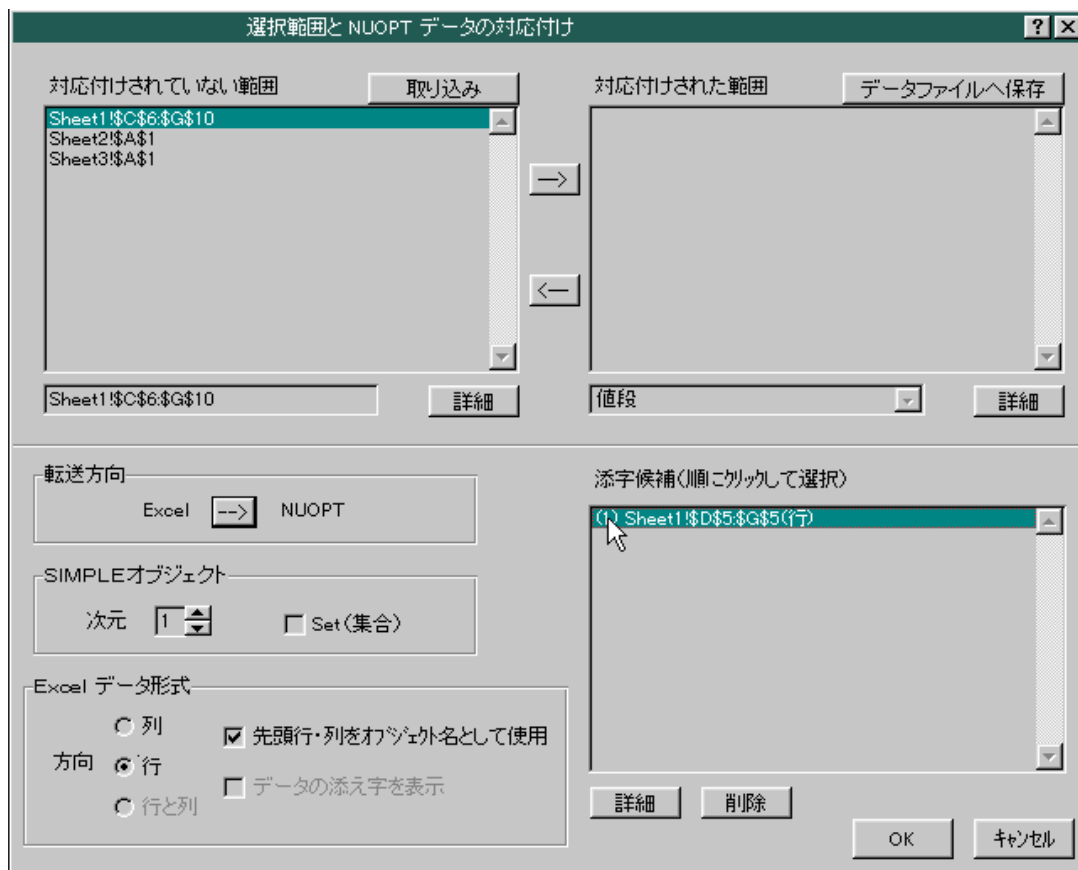
まず、選択してあるセルの範囲を取り込みましょう。左上部の「取り込み」ボタンを押して、「対応づけされていない範囲」リストに入るのを確認します。そして、取り込まれたセル指定を、マウスでクリックして選択状態にします。

そして、転送方向は Excel→NUOPT にします。ここで「購入量だけは Excel←NUOPT なのに、なんで一気に行なうのだろうか？」という疑問が出てくるとは思いますが、きちんと解決しますので、まずは以下の手順に沿って実行してみてください。

次に、SIMPLE オブジェクトですが、今回は値段・購入量などの各項目が 1 次元のテーブルになりますので、1 次元にします。

Excel データ形式は、行方向を選択して「先頭行・列をオブジェクトとして使用」のチェックマークもオンにします。

そして、忘れてはならないのが、添字の指定です。ダイアログ下部右にある「添字の候補」リストには、先ほど指定した添字のセルが 1 つ入っています。これをマウスでクリックして選択してください。複数次元ある場合は、クリックした順番に各次元の添字となります。ここでは添え字が 1 つ（1 次元）ですので、1 つ選択すればいいです。



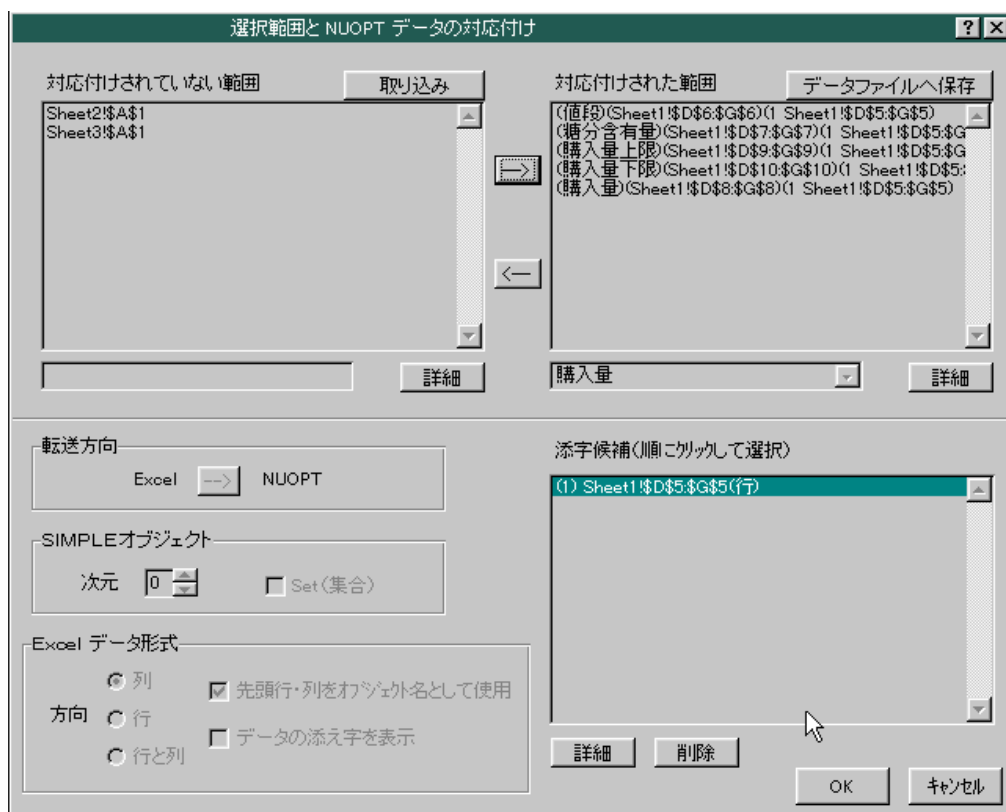
これで一度「対応づけされていない範囲」から「対応づけされた範囲」へ取り込みます。ダイアログ上部中央の「→」ボタンを押してください。いっぺんにたくさんの項目が対応づけされた範囲に入り、各項目の名前も正しくついています。



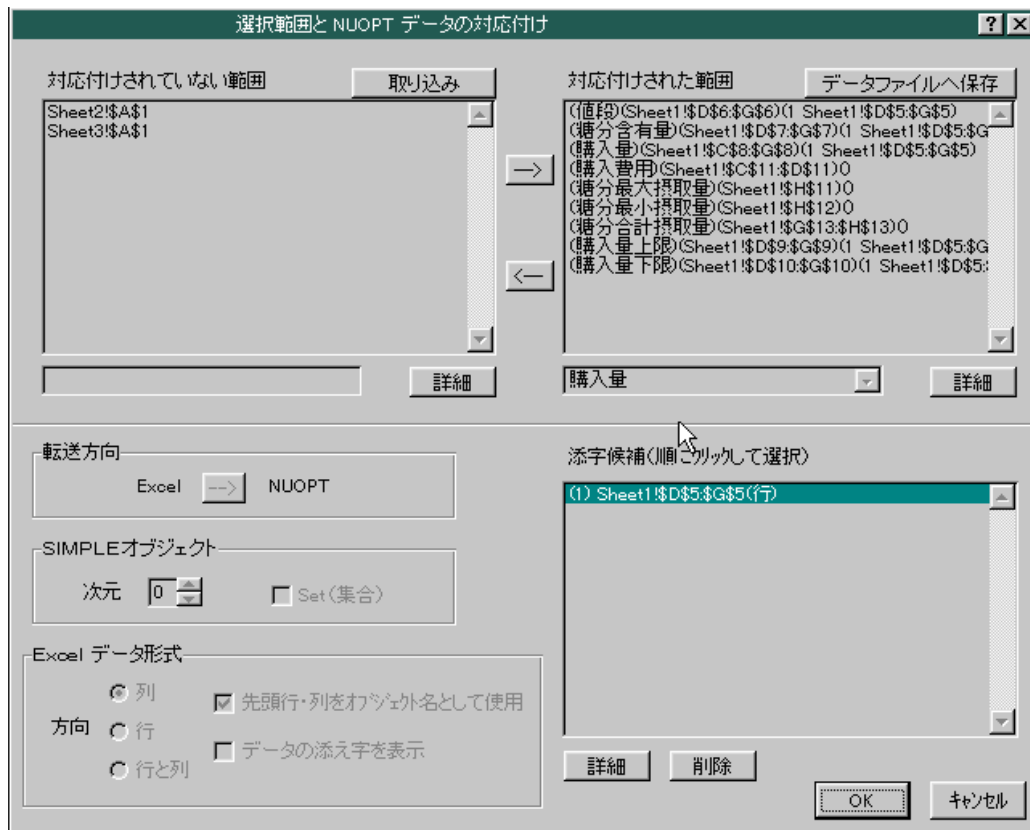
さて、購入量だけは転送方向が逆ですね。これは困ります。そこで「対応づけされた範囲」リストに入っている「購入量」をマウスで選択して、ダイアログ上部中央の「←」ボタンを押します。すると、購入量だけが「対応づけされていない範囲」リストに戻ります。



この戻った項目を再度選択して、転送方向だけを Excel←NUOPT にしてから、「対応づけされた範囲」リストに取り込み直します。



こうして、同じ添字を共有するリストは、すべて選択を終えてしまいました。最初の例題よりさらに効率がよいと思います。では、残った購入費用・糖分最大摂取量・糖分最小摂取量・糖分合計摂取量もすべて、リンクしましょう。このような形になるはずです（対応づけを行なう範囲の順番は必ずしも図とは一致しませんし、一致させる必要もありません）。



これで実行の準備は完了しました。では、「NUOPT」メニュー→「実行」を選んで実行しましょう。解が表示されるはずです。いかがでしょうか。やはり、糖分含有量に対してコストパフォーマンスが高い紅茶を、一番多く買うように答えが出ています。実際の細かい量が一発で出て、しかも見やすい表の形になるのは、Excel ならではです。

ついでに、各飲み物の値段や糖分含有量を少しずつ変化させてみましょう。購入量などがどう変化するでしょうか。こういった事態にも、迅速に解を求めることができますね。

2. 2 例題 2 B

さて、例題 2 A の続きです。この話を聞いた他の作業班は、自分たちも同様に飲み物を用意しようと考えました。同じお店から調達するのも悔しいので、違う店から買おうとしたのですが、実は量り売りの店は近くにはないことがわかりました。

こうなると、缶やボトルで買うしかありません。缶の大きさはそれぞれ、以下のようになっています。

飲み物	コーヒー	紅茶	スポーツドリンク	ジュース
缶のサイズ	250	250	100	150

値段などの条件は、例題 2 A と同じです。しかし、少なくとも缶の単位で買うのですから、「コーヒー 3 缶」というように整数で答えないとはいけません。こうなると、直観的な考えだけでは答えを予想しにくくなりますね。

このような場合こそ、Excel で NUOPT を使ってみれば、一目瞭然で答えがわかります。では、早速やってみましょう。

先ほどの表をコピーして作り直してもいいですが、SAMPLES フォルダに「エクセルチュートリアル_運動会 2.xls」がありますので、それを活用してみます。いつものように、Excel でファイルを読み込んでみましょう。

飲み物	コーヒー	紅茶	スポーツドリンク	ジュース	
値段	0.6	0.5	0.8	0.3	
糖分含有量	1.6	1.4	1.2	0.8	
購入量					
購入量上限	1000	1000	1000	1000	
購入量下限	350	350	350	350	
缶のサイズ	250	250	100	150	
買うべき缶の数					
購入費用				糖分最大摂取量	3200
				糖分最小摂取量	2500
				糖分合計摂取量	

例題 2 A では入っていなかった「缶のサイズ」が表の項目に入るとともに、「買うべき缶の数」も入っています。

NUOPTGUI が出ていなければ Excel の「NUOPT」メニューで「GUI 起動」を選んで NUOPTGUI を起動し、最初の例題のように NUOPT GUI の「プロジェクト」メニューから「インポート」で

エクセルチュートリアル.prj

を開きます。このプロジェクトに既に追加されているモデル（undou2）の内容を見てみましょう。

例題 2 A と違う点は、缶のサイズの導入と、解答が缶の数になる点です。これは、缶のサイズという新しいパラメータが加わることを意味します。また、数理計画モデルとしての変数が、水筒に詰めるべき購入量から缶の数に変更されることも意味します。

まず、新しいパラメータが加わっています。

```
Parameter amtPerCan(name="缶のサイズ",index=i);
```

これが Excel にあった「缶のサイズ」を受け取ります。飲み物の種類ごとに決まっているものですから、当然添字付けが行われていますね（よくわからなくなった方は、例題 2 A のモデリングのところを読み返してみましょう）。ここは、これさえ記述しておけば、すぐに使えるものです。

ここでのハイライトは、変数についてです。これまでの変数は、

```
Variable x(name="購入量",index=i);
```

という形でした。しかし、今回は

買うべき缶の数：変数

しかも、整数でなければいけない

購入量：式で表わすパラメータ

購入量 = 買うべき缶の数 * 缶のサイズ

という形で表わすことができます。つまり、今回の変数は連続量ではなく、離散量（整数）でなければならないわけです（整数計画問題）。これは、SIMPLE では以下のように記述できます。

```
IntegerVariable xn(name="買うべき缶の数",index=i);
```

```
Expression x(name="購入量",index=i);
```

```
x[i] = xn[i]*amtPerCan[i];
```

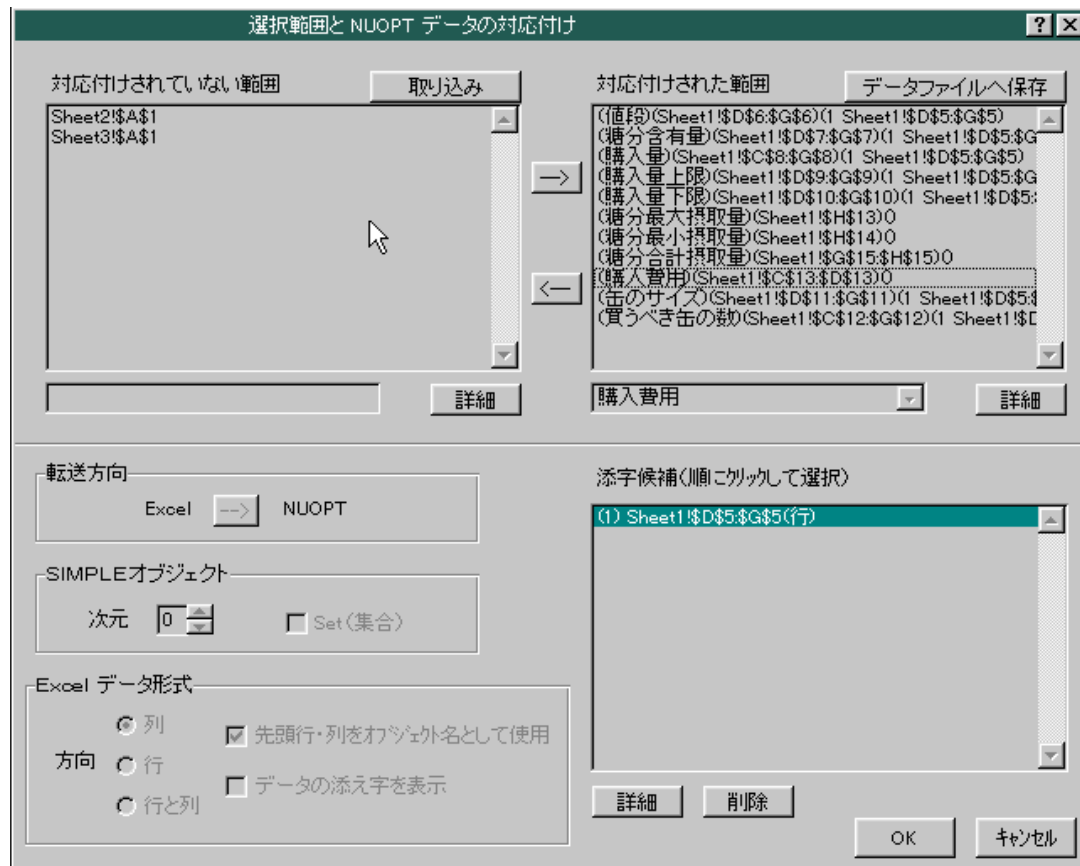
変数を `IntegerVariable` と宣言しています。これで変数が整数であること（整数計画法）を指示できます。さらにこの場合、購入量 `x` は変数 `xn` で表わされる式になりますから、`Expression` として宣言しています。その下に、購入量の内容となる式が記述されています。変更点はこれだけです。

NUOPTGUI を開いて、モデルアイコン undou2 を右クリックして「エクセル連係の実行対象を選択」して Excel とモデルを関連付けます。

さて、今度は表とモデルのリンクです。実は、「運動会 2.xls」に関しては、例題 2 A に出現するリンクはすでに張ってあります。したがって、今回追加すべきリンクを張ればよいわけです。

それは「缶のサイズ」「買うべき缶の数」の 2 つです（購入量はリンクがすでに張られている上に、単に変数から式表現に置き換わっただけなので、まったく変更の必要はないです）。

もうリンクの仕方はおわかりかと思いますが、ご自分でやってみてください。図のような感じになります。



では、実際に動作させてみましょう。買うべき缶の数が、きちんと整数で表示されていますね。

飲み物	コーヒー	紅茶	スポーツドリンク	ジュース	
値段	0.6	0.5	0.8	0.3	
糖分含有量	1.6	1.4	1.2	0.8	
購入量	500.00	500.00	400.00	750.00	
購入量上限	1000	1000	1000	1000	
購入量下限	350	350	350	350	
缶のサイズ	250	250	100	150	
買うべき缶の数	2	2	4	5	
購入費用	1095.00			糖分最大摂取量	3200
				糖分最小摂取量	2500
				糖分合計摂取量	2580.00

値段や糖分含有量などを少しずつ変えてシミュレーションしてみてください。こうして整数計画法のモデリングが自在に行なえると、実際の使用でかなり役に立つと思います。

さて、いかがでしたでしょうか。ここまでチュートリアルを学んでこられた皆様は、もう十分 Excel を土台にして NUOPT/SIMPLE の機能を引き出すことができるのではないかと思います。

別冊「NUOPT/SIMPLE/Excel リファレンスマニュアル」には NUOPT メニューに関する詳しい説明も掲載されていますので、折りに触れて参考になさってください。

なお、途中でうまく動かないことなどがあつた場合のために、この冊子にトラブルシューティング編が掲載されております。そちらも実際にモデルの求解を行う上で有益になると思いますので、ご活用ください。

3. トラブルシューティング編

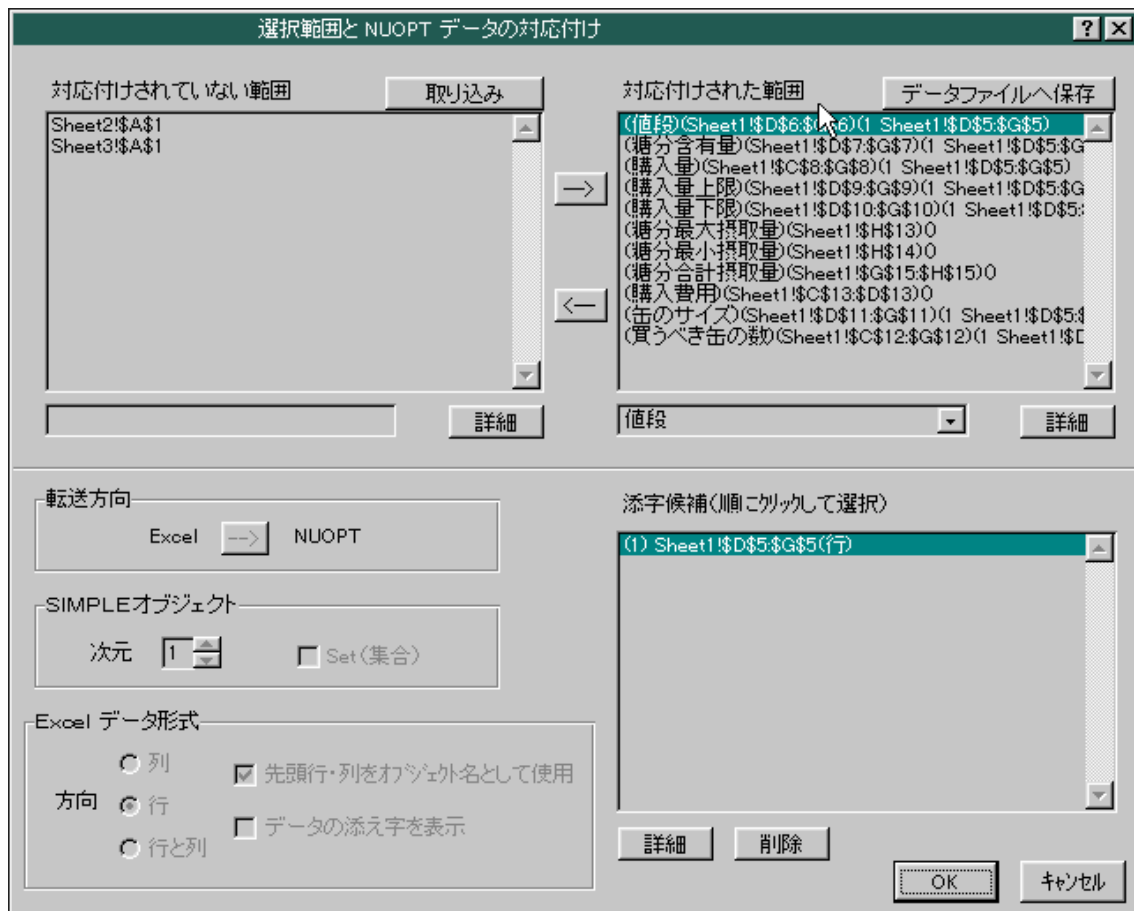
チュートリアルの例題の途中でも、うまく動いていない方もいらっしゃるかもしれません。ここではトラブルに遭遇したときにチェックすべき点をまとめてあります。別冊「NUOPT/SIMPLE/Excel リファレンスマニュアル」とともに参考になさってください。

さて、リンク時にうまく動かないことでチェックすべきことは、だいたい以下のようになります。

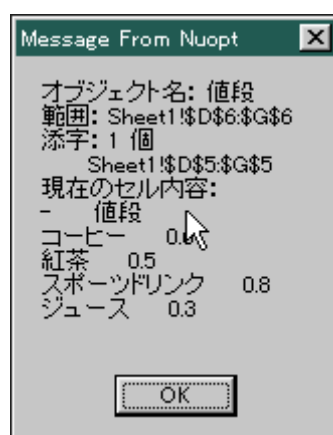
1. 指定したセルが間違っている
2. リンクの転送方向が違っている
3. SIMPLE オブジェクトの次元指定が間違っている
4. Excel データ形式の行方向・列方向などの指定が間違っている
5. 添字が必要なのに、指定していない

どうやって確認すればよいのでしょうか。「NUOPT」メニュー→「選択範囲と NUTOPT データのリンク」でリンク設定ダイアログを表示します。そして、上部右にある「対応づけされた範囲」リストに注目してください。

このリストの1つをマウスクリックすると、そのリストの要素が選択されて、同時にダイアログ下部にある転送方向やデータ形式などの設定内容が表示されます（操作不可能であるために薄い色で出ますが、確実にリンク設定内容を反映したものになっています）。再度リストをクリックすると、選択が解除されます（このリストは複数同時選択が可能になっていますが、リンク設定を確認するときには1つ1つ行なわないといけません）。

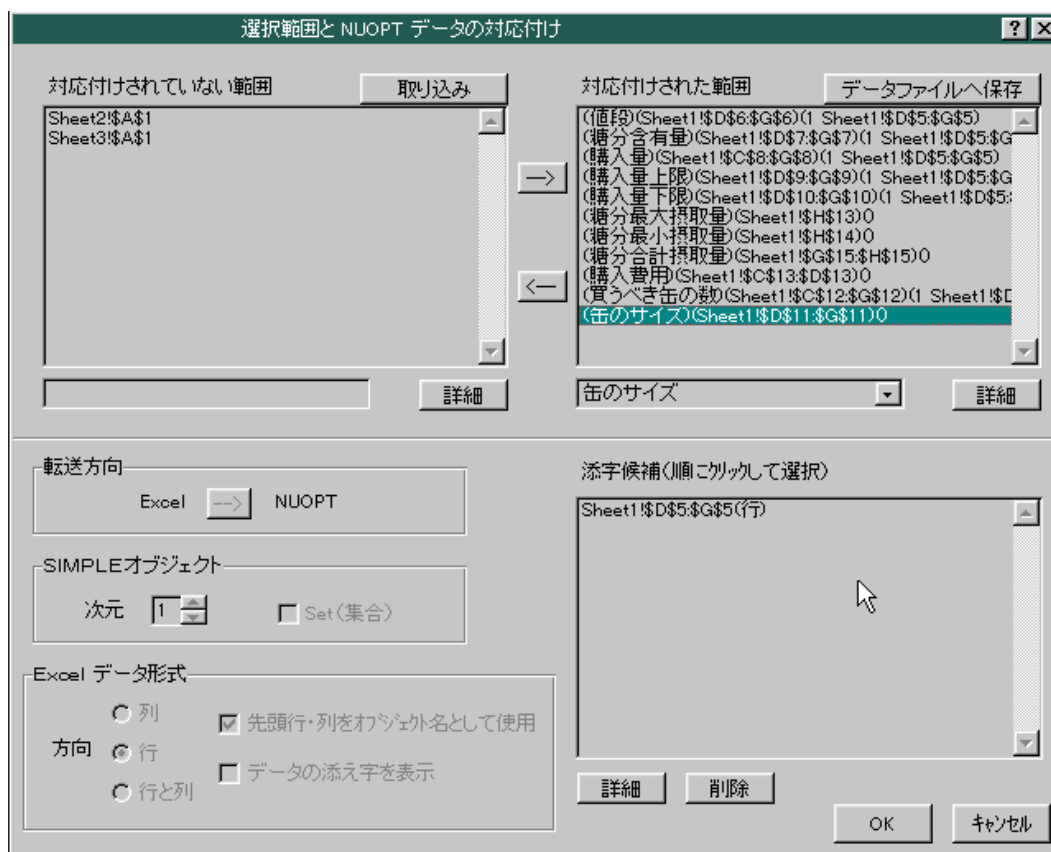


さらに、ここで「詳細」を押すと、別のダイアログにさらに詳しい情報が表示されます。



ところで、上述したうまく動かない原因のうち、意外に多いのが添字の指定忘れかもしれません。例題 2 Bだと缶のサイズですが、この添字がきちんと選択されているでしょうか？

「対応づけされた範囲」リストより、「缶のサイズ」をクリックしてみましょう。ダイアログ下部右側にある「添字の候補」リストに、括弧付きで番号が表示されているでしょうか？この括弧付き番号がなければ、明らかに添字が指定されていません。



こういうときは、選択してある「対応づけされた範囲」リストから「対応づけされていない範囲」リストへ送り返して修正します。ダイアログ上部中央の←ボタンを押しましょう。対応づけされていない状態になったと思います。

すでに他の項目が設定されているので、「添字の候補」リストより、添字を選択するのみです。候補は1つしかないはずですので、それをマウスでクリックして選択します。そして、ダイアログ上部中央の→ボタンで、再び「対応づけされた範囲」リストに取り込みます。リンクの間違いがあった場合には、こうやって変更すればよいのです。再度実行してみてください。

実際に Excel と NUOPT のリンクがうまく設定されているかを、もっと直接的に確認する方法があったほうがいい場合もあります。もちろん、そのための便利な機能も用意されています。

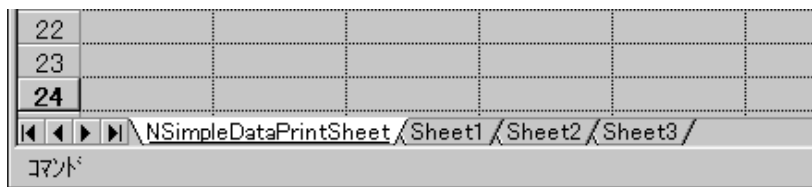
Excel の NUOPT メニューより、「NUOPT データの確認」を選んでみてください。Excel

のシートが変化して、以下のようになったはずです（例題 2 B の場合の図）。

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	NUOPT へ転送するデータの数=7								
2		値段			糖分含有量			購入量上限	
3	コーヒー	0.6		コーヒー	1.6		コーヒー	1000	
4	紅茶	0.5		紅茶	1.4		紅茶	1000	
5	スポーツ	0.8		スポーツ	1.2		スポーツ	1000	
6	ジュース	0.3		ジュース	0.8		ジュース	1000	
7									

これを使うと、Excel から NUOPT に送られるデータの名前と、その内容を確認できます。
添字付きのものも、添字とともにきちんと確認できます。

なお、この機能は Excel のシートのブック構成を利用しているので、Excel ウィンドウ下部にある切り替えタブで簡単にもとの画面に戻せます。



上図の「NSimpleDataPrintSheet」がリンク内容を確認するためのシートになっています。
ここで「Sheet1」を押せば、データの入力と NUOPT の結果を見るための最初のシートに戻せます。

この機能は大変便利ですので、ぜひ活用なさってください。