



Nuorium

ユーザガイド V21

株式会社NTTデータ数理システム

2019年1月

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	Nuorium とは	1
1.2	基本的な使い方	2
1.2.1	メインペイン	2
1.2.2	出力ペイン	4
1.2.3	モデルとデータの連係	4
第 2 章	エディタについて	7
2.1	エディタと SIMPLE	7
2.2	エディタの主な機能	8
第 3 章	モデル・データ連係画面	13
3.1	プロジェクトの新規作成	13
3.1.1	ファイルリンクについて	14
3.1.2	プロジェクト作成後のファイル追加	14
3.2	連系の構成と最適化計算	14
3.3	プロジェクトの保存	15
第 4 章	ビルドと実行について	17
4.1	ビルドプロセス	17
4.1.1	実行ファイルの生成	17
4.1.2	使用できない name 属性について	17
4.1.3	ビルドオプション	18
4.2	実行プロセス	18
4.3	出力ペイン	19
4.3.1	出力ペインの表示領域	19
4.3.2	出力ペインの内容	19
第 5 章	詳細結果について	23
5.1	詳細結果画面	23
5.1.1	詳細結果画面の表示	23
5.2	詳細結果の表示形式	23
5.2.1	共通する表示形式	24

5.2.2	目的関数	25
5.2.3	パラメータ	26
5.2.4	変数	26
5.2.5	式	26
5.3	詳細結果画面上の操作	27
5.3.1	詳細結果画面の自動更新	29
第 6 章	Nuorium と Visual Analytics Platform	31
6.1	はじめに	31
6.2	モデルとデータの連係	31
6.3	入力データ	32
6.3.1	csv 形式データ	32
6.3.2	dat 形式データ	33
6.3.3	Numerical Optimizer パラメータ	33
6.3.4	VAP 専用の表形式データ	33
6.4	出力データ	34
6.5	エクスポート	35
6.5.1	エクスポートの方法	35
6.5.2	エクスポート先の階層構造	35
索 引		37

第 1 章

はじめに

Nuorium とは何か、起動方法、そして基本的な使い方を説明します。Nuorium のひとつおりの操作方法を理解できます。より詳細な内容は本ユーザガイドではなく、『Nuorium リファレンスマニュアル』をご参照ください。なお『Nuorium リファレンスマニュアル』は紙媒体のみのご提供となります。nuopt-support@msi.co.jp にお問い合わせください。

1.1 Nuorium とは

Nuorium は数理計画問題を計算機上で解くために特別に設計された Numerical Optimizer のための GUI 環境です。内部エンジン “Numerical Optimizer” は、次の二つからなる汎用数理計画法パッケージです。

- 数理計画のためのモデリング言語 SIMPLE
- 多様な求解アルゴリズム

Nuorium を使用することで、誰もが Numerical Optimizer の能力を十分に引き出し、数理計画問題の定式化・求解・分析といった一連の流れをスムーズにこなすことができます。Nuorium の代表的な特徴を次に挙げます。

- Nuorium は使いやすさや見やすさのための統一性を意識したデザインが施されています。加えてプログラミングに適した視認性・判読性・可読性が高いフォントを採用しているため、ストレスなく SIMPLE を記述することができます。
- Nuorium なら、モデルの編集環境をいつでもお気に入りの環境へと、簡単にかつ柔軟にカスタマイズすることができます。この他、モダンなエディタに期待する様々な機能を搭載し、基本的な部分から積極的かつ強力に開発を支援します。
- モデルのビルドと実行は、異なる画面を行き来することなく、また特別な環境を必要とすることもなく、Nuorium で完結して行うことができます。もしモデル記述に誤りがあった場合にも、モデル記述のどこで発生しているのか、Nuorium はその手がかりを的確にわかりやすく教えてくれます。
- Nuorium を使うことでモデルの構造を明確に捉え、たとえ複雑なモデルであってもモデルの全容を一望することが可能になります。そして詳細に見たい結果のみを容易に表示でき、膨大な結果を前にしても問題解決に専念することができます。この他、Excel へのコピーも簡単に行うことができます。

以上のように Numerical Optimizer のための場所にふさわしいよう、実に多くの工夫が Nuorium に施されており、すべての人が Numerical Optimizer のポテンシャルを体験することができます。

そう！ Nuorium とは Numerical Optimizer のための場所なのです！

1.2 基本的な使い方

Nuorium は「ファイル編集画面」と「モデル・データ関係画面」からなります。最適化計算はどちらの画面から行うことができます。

ファイル編集画面

ファイル編集がメインの画面です。

モデル・データ関係画面

モデル・データ関係を指定し、各関係の結果を閲覧できます。

Nuorium はこれらの画面を介して、現実の問題をモデリングし、最適化による問題解決を支援します。

Nuorium のファイル編集画面の構成は図 1.1 のとおりで、大別して次の二つの部分からなります。

メインペイン

ファイル編集を行う主たる領域です。

出力ペイン

ビルド・最適化計算の実行結果などの出力を表示する領域です。

以下、数理計画問題の記述から実行、結果の確認方法などの基本的な使用方法に沿って、順に各項目を説明します。

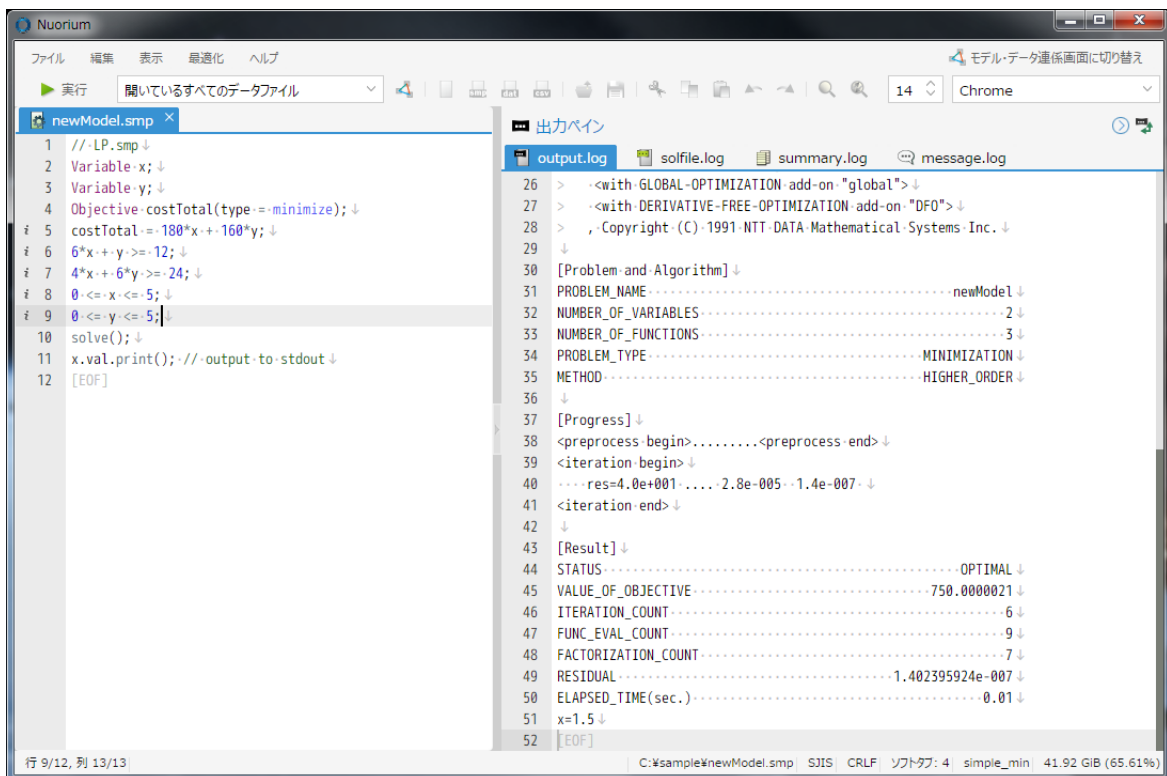
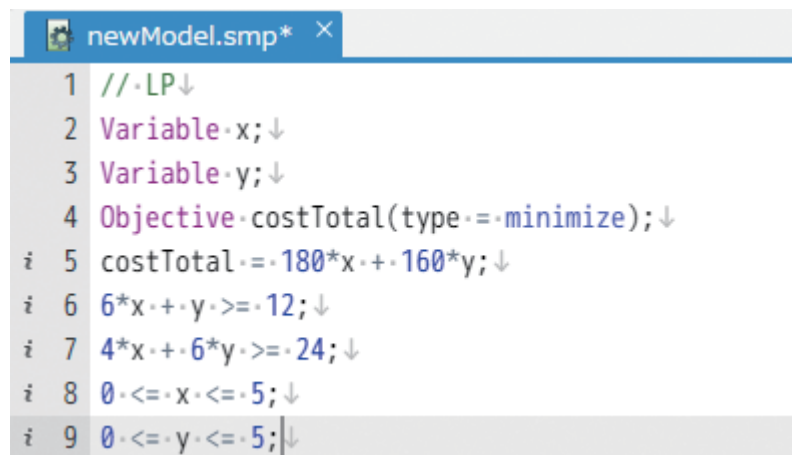


図 1.1 全体画面

1.2.1 メインペイン

数理計画問題はモデリング言語 SIMPLE によって記述を行います。記述する領域は画面左のメイン

ペインにあるエディタ（図 1.2）です。



```
newModel.smp* ×
1 //・LP↓
2 Variable・x;↓
3 Variable・y;↓
4 Objective・costTotal(type・=・minimize);↓
i 5 costTotal・=・180*x・+・160*y;↓
i 6 6*x・+・y・>=・12;↓
i 7 4*x・+・6*y・>=・24;↓
i 8 0・<=・x・<=・5;↓
i 9 0・<=・y・<=・5;↓
```

図 1.2 エディタ

例えば次の内容をエディタに記述します。

```
// LP.smp
Variable x;
Variable y;
Objective costTotal(type = minimize);
costTotal = 180*x + 160*y;
6*x + y >= 12;
4*x + 6*y >= 24;
0 <= x <= 5;
0 <= y <= 5;
solve();
x.val.print(); // output to stdout
```

実行はツールバーの実行アイコンを押すか、[メニューバー]→[最適化]→[実行]を選択してください。その他、右クリックで表示されるコンテキストメニュー（図 1.3）の実行を選択、もしくは F5 キーによるショートカットキーによっても実行することができます。実行を行うことで、記述された内容の数理計画問題を Numerical Optimizer が求解します。



図 1.3 コンテキストメニュー

実行は SIMPLE のビルドも兼ねています。既にビルドを行っていた場合にはビルドプロセスをスキップし、求解プロセスを実行します。ビルドのみを行うことも、メニューバーやコンテキストメニューなどからできます。なおビルドまたは実行中はファイルを編集できません。

1.2.2 出力ペイン

Nuorium はビルドまたは実行途中にログを出力しユーザを支援します。出力ペインには次があります。

output.log

ビルドや実行が成功・失敗したときのログ情報や、SIMPLE 上で記述を行った `.val.print()` などの出力が、プレーンテキストで表示されます。

solfile.log

Numerical Optimizer が出力する `solfile.txt` を表示します。

summary.log

求解に要したモデル中の目的関数、変数、パラメータなどを俯瞰することができます。

`summary.log` では見られない詳細な情報については、詳細結果画面から見るすることができます。詳細結果は別途「5 詳細結果について」にて後述します。

message.log

Nuorium の画面に一時的にポップアップされたメッセージの履歴が表示されます。

1.2.3 モデルとデータの連係

Nuorium 上に連係させるデータファイルを開いて、実行してください。現在開いているデータファ

イルと自動的に連係して、最適化計算を行います。

複数のデータ連係を個別に切り替えて扱う場合には、モデル・データ連係画面を利用します。どのデータ連係で実行するかは、実行アイコンの右にあるコンボボックスから指定します。

モデル・データ連係画面については「[3 モデル・データ連係画面](#)」を参照ください。

第2章

エディタについて

Nuorium のエディタは高度な編集機能を持っています。エディタに習熟することで効率的な開発をすることができます。

以下、エディタの役割、エディタの主な機能について説明します。主な機能は次のとおりです。

マルチタブ

複数のファイルを同時に編集できます。現在編集中のファイルに関連する情報が、画面下のステータスバーに表示されます。

マルチペイン

編集画面を縦または横に画面を分割して編集することができます。分割された各画面をペインとよびます。

ペインにはエディタが複製されて表示されます。各ペインは同期しており、編集を行うとすべてのペインに反映されます。

画面分割によって、複数のファイルや行数が多いファイルをペインに分けて同時に表示できます。

モデル・データ関係との連動

モデル・データ関係画面で構成した関係による最適化計算を実行することができます。

ツールバーの実行ボタンの横にあるコンボボックスから、どのモデル・データ関係で実行するかを指定できます。

プロジェクト未作成時や関係を一つも構成していない状態では、エディタ上に開かれているすべてのデータファイルと現在編集中の SIMPLE ファイルで、モデル・データ関係を構成します。またプロジェクト作成後も、この構成をコンボボックスから指定することができます。

2.1 エディタと SIMPLE

数理計画問題のモデルを記述する SIMPLE は C++ のクラスライブラリとして実装されているため、SIMPLE のシンタックスは基本的な部分で C/C++ に準拠しており、C/C++ と非常に似通った外観を持ちます。

このため SIMPLE の記述はいくつか確立されている C/C++ のコーディングスタイルを引用したり、もしくは SIMPLE 独自のコーディングスタイルに沿った記述を行うことが推奨されることがあります。

これらの多くは SIMPLE の記述の整形に関わる事柄ですが、Nuorium が提供するエディタに備わっている編集機能を用いることで、容易に整形することができます。

エディタはまたテーマ（エディタの色調）に合わせて SIMPLE のキーワードをハイライトするとともに、自動補完機能も備わっているため、簡単にキーワードを思い出したり、キー入力ミスを事前に

防ぐことができます。更に自動補完機能では SIMPLE 独自のイディオム（スニペット）も候補に挙げます。

この他、ビルドや実行に伴う編集ファイルへのフィードバックもアノテーションという形で行われます。そして正規表現による高度な検索や、複数のカーソルを展開した同時編集なども可能です。

上記に述べた SIMPLE を記述する上で役立つ機能が、Nuorium のエディタとして予め付属しています。

2.2 エディタの主な機能

以下にエディタの主要な機能を説明します。これら以外の機能については [メニューバー] → [ヘルプ] → [キーバインド表] を参照してください。

自動インデント

コードブロックを書く際に、タブサイズで選択したサイズで、インデント調整（図 2.1）を自動で行います。

```
16 ▾ for(i=S.first(); i<S; i=S.next(i)){
17   a[i] = 2*S.position(i);
18 }
```

図 2.1 インデント調整

ボックス選択

Alt キーを押しながらテキストをマウス選択すると、ボックス状に選択（図 2.2）することができます。

```
1 // block selection: Alt-MouseSelection
2 Set I; Element i(set=I);
3 Set J; Element j(set=J);
4 Set K; Element k(set=K);
5 Variable z(index=k);
```

図 2.2 ボックス選択

選択領域のコメント化

コメントアウト（またはアンコメント）を行いたい部分を選択し、Ctrl-/または Ctrl-Shift-/をキー入力することで、選択領域をコメントアウト（またはアンコメント）することができます（図 2.3）。

1	Variable x;	1	// Variable x;
2	Variable y;	2	// Variable y;

図 2.3 コメントアウト/アンコメント

集中モード

F10 キーを押すことで、メインペインのみを開いた状態（集中モード）にすることができます。なお再び F10 キーを押すことで集中モードを解除することができます。

自動補完

SIMPLE のコードを編集中に自動補完の候補を挙げます。カーソルキー（↑↓→←）で移動し、Tab キーを押すことで、補完候補を選択できます。Ctrl-Space をキー入力することで、カーソルがある場所の文字列を基に、補完候補を挙げることもできます（図 2.4）。補完候補を消して通常の入力モードに戻すには、Esc キーを入力してください。

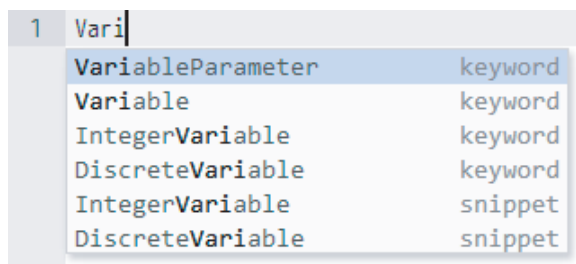


図 2.4 自動補完

補完候補には次の三種類があります。

- keyword : Variable, Parameter などの SIMPLE のキーワード
- snippet : SIMPLE で多用される定型文
- local : ユーザが編集集中に入力した文字列

snippet による補完候補は、図 2.5 のように補足説明が同時に表示されます。補足説明には snippet の内容が記載されています。

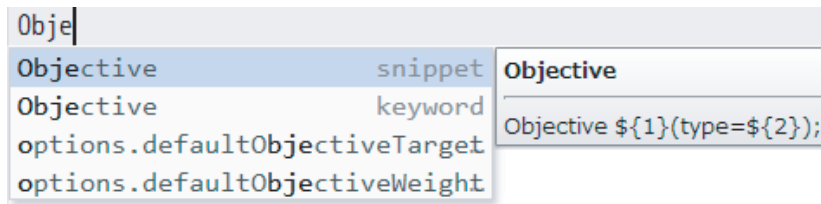


図 2.5 snippet による補完

例えば Objective \${1}(type=\${2}); という snippet は、ユーザによる \${1} と \${2} への入力を受け付けることを表しています。今の場合に実際にこの snippet を選択すると、次のように入力されます。

```
Objective |(type=);
```

| はカーソルを表していますが、snippet の入力とともに | がある位置にカーソルが遷移します。この位置は \${1} の位置になっており、Tab キーを押すことで、次に示すようにカーソルを \${2} の位置へ遷移することができます。

```
Objective (type=|);
```

そしてこの状態から Shift-Tab キーを入力すると、\${1} の位置に遷移することができます。

アノテーション

SIMPLE のコードをビルドまたは実行した際、各種出力の output.log に編集を行っていた

SIMPLE コードの該当行へのリンクが張られることがあります。このリンク情報はエディタの左端に位置する行番号が記されたガター領域にアノテーション（注釈）として表示されます（図 2.6）。このためアノテーションを表示させるには行番号を表示しておく必要があります。

```

1 Set K;
2 Element k(set=K);
3 Variable z(index=k);
i 4 0 <= z[k] <= 1;
⚠ 5 0 <= sum(z[k],k);
6 Objective f(type=minimize);
⚠ 7 f = sum(z[k],k);
✖ 8 solve(f);

```

図 2.6 アノテーション

エディタ内では Alt-E または Alt-Shift-E をキー入力することで、各アノテーションへ現在行からジャンプし、その内容を表示することができます（図 2.7 参照）。

```

1 Set K;
2 Element k(set=K);
3 Variable z(index=k);
4 0 <= z[k] <= 1;

```

newModel.smp:4:info: 展開中 制約式 (1/3) name=""

```

⚠ 5 0 <= sum(z[k],k);
6 Objective f(type=minimize);
⚠ 7 f = sum(z[k],k);
✖ 8 solve(f);

```

図 2.7 アノテーションへのジャンプ

正規表現検索

文字列検索を行う際に [.*] を選択（図 2.8）することで、正規表現を用いた検索ができます。



図 2.8 正規表現検索

あいまい検索

文字列検索を行う際に [Aa] を選択しなかった場合（図 2.9）には、大文字と小文字を区別しない検索（あいまい検索）ができます。例えば Set と検索した場合に、あいまい検索が有効な場合には、set も検索対象になります。

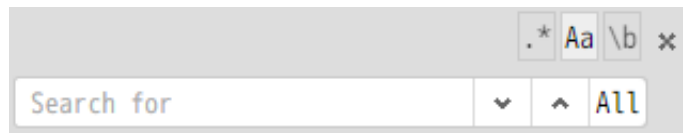


図 2.9 あいまい検索

全文一致検索

文字列検索を行う際に [\b] を選択 (図 2.10) することで、文字列が全文一致したもののみ検索ができます。例えば Variable と検索した場合に、他に IntegerVariable があった場合でも、全文一致していない IntegerVariable は候補に挙がらず、Variable のみ検索対象になります。



図 2.10 全文一致検索

検索結果の全選択

文字列検索を行って [All] を選択 (図 2.11) することで、検索結果を全選択することができます。



図 2.11 検索結果の全選択

選択領域の折り畳み

任意の領域を選択し、Alt-Shift-L または Ctrl-Shift-F1 をキー入力することで、選択領域にあるコードを折り畳むことができます (図 2.12)。例えば // によるコメント領域のみをすべて折り畳みたい場合には、正規表現検索で //.* と検索し [All] を押して、検索結果を全選択した後に、選択領域の折り畳みを実行すると、すべて折り畳むことができます。

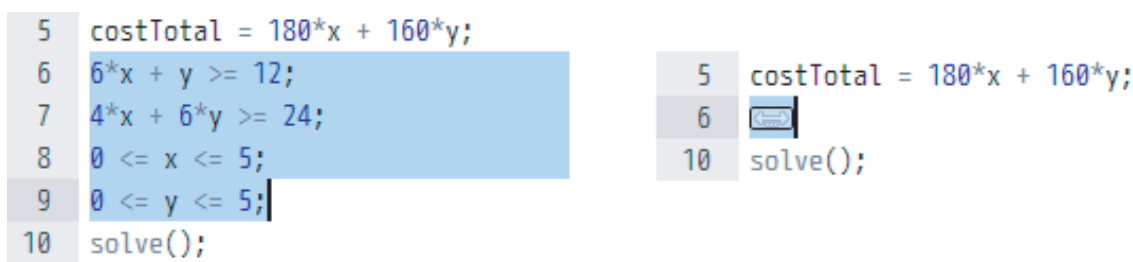


図 2.12 選択領域の折り畳み

なお Ctrl-I によって選択領域を反転することができるので、応用として // によるコメント領域をすべて選択し、Ctrl-I をキー入力して、選択領域を折り畳めば、// によるコメント領域以外をすべて折り畳むことができます。

折り畳みを解除するには、折り畳まれている部分をクリックしてください。もしくは Alt-Shift-0

をキー入力することで、すべての折り畳みを解除することができます。この場合の0キーとしては、テンキーの0キーを利用することができません。

マルチカーソル

Ctrl-Alt-(カーソルキー ↑ ↓ → ←) をキー入力することで、カーソルをマルチにすることができます。解除にはカーソルを重ねるか、または Esc キーを入力して解除できます。マルチカーソルを使用する場面の例として次を挙げます。

複数行にわたって同一の文字列を入力をする場合

図 2.13 に示すように Variable が三行にわたってあったとします。ここで Ctrl-Alt-↓-↓ などと ↓ を二回続けて入力してください。すると図 2.14 に示すように、カーソルが三重になります。このまま図 2.15 のように Integer と入力することで、連続変数の宣言を整数変数の宣言へと一度に置き換えることができます。

```
1 Variable x;
2 Variable y;
3 Variable z;
```

図 2.13

```
1 Variable x;
2 Variable y;
3 Variable z;
```

図 2.14

```
1 IntegerVariable x;
2 IntegerVariable y;
3 IntegerVariable z;
```

図 2.15

離れた位置の文字列を複数選択する場合

図 2.16 に示すように Variable が離れた位置があったとします。カーソルを Variable に合わせて、Ctrl-Alt-→-→ などと → を二回続けて入力してください。すると図 2.17 に示すように、離れた位置にある Variable を複数選択することができます。

```
1 Variable x;
2
3
4 Variable y;
5
6
7 Variable z;
```

図 2.16

```
1 Variable x;
2
3
4 Variable y;
5
6
7 Variable z;
```

図 2.17

グラフィックドライバで Intel Graphics Controller をご利用の場合には、こちらの設定が優先され画面が回転する場合があります。マルチカーソルを使用する場合はグラフィックドライバの設定から画面回転の機能を無効に設定してください。

第3章

モデル・データ関係画面

モデル・データ関係画面では関係を指定して最適化計算を実行することができます。

モデル・データ関係画面を利用した編集の流れは次のとおりです。

プロジェクトの新規作成

- プロジェクト名、保存場所の指定
- モデルファイル、データファイルの登録

関係の構成と最適化計算

- 関係の作成
- 関係の指定
- 最適化計算の実行・比較
- エディタとの連動

3.1 プロジェクトの新規作成

一般にモデルファイル一つに対して複数のデータファイルが入力情報となり、そのようなモデルとデータの組を様々に用意して最適化計算をすることがあります。例えば次は三つのモデル・データ関係です。

- model1.smp, data1.dat
- model1.smp, data2.csv, data3.dat
- model2.smp, data1.dat, data3.dat

このようなモデル・データ関係の集まりを Nuorium はプロジェクトとして管理します。プロジェクトとは複数のモデル・データ関係のパターンを Nuorium が管理する単位で、拡張子が .nuo のファイルとして作成されます。

プロジェクトの新規作成は [メニューバー] → [ファイル] → [新規作成] → [新規プロジェクト (.nuo)] で開かれる新規作成画面から行います。

新規作成画面では次のことを設定してプロジェクトを新規に作成します。

- プロジェクト名
- プロジェクトの保存先
- プロジェクトに含めるファイル

なおプロジェクト作成後もファイルを追加・削除が可能です。またファイルはプロジェクトの保存先から相対的に管理するか絶対的に管理するかを指定できます。後者を Nuorium ではファイルリンクとよんでいます。

設定を終えるとプロジェクトが作成され、モデル・データ関係画面に移行します。

3.1.1 ファイルリンクについて

プロジェクトに含めたファイルはプロジェクトの保存先の src フォルダで管理されます。

この場合はプロジェクトフォルダからの相対パスでファイルを管理します。

必ずしも src フォルダには置かず所定の場所で管理したい場合は、プロジェクトへのリンクとして、ファイルを管理することもできます。

このようにリンクにする場合はプロジェクトに含める際に対象のファイルにチェックを入れて、プロジェクトを作成してください。

3.1.2 プロジェクト作成後のファイル追加

プロジェクトを作成後でも、以下の何れかの方法でファイルを追加することができます。

- [メニューバー] → [ファイル] → [開く] → [既存のファイルをプロジェクトに追加] で開かれる画面に、追加したいファイルをドラッグ&ドロップして、プロジェクトへの登録を行ってください。
- 専用の画面を用いずに Nuorium にドラッグ&ドロップした場合は、ファイルリンクとして登録されます。

ファイルリンクではなく、プロジェクトの src フォルダ以下で相対的に管理したい場合は、コンテキストメニューの「プロジェクトに登録」を選択してください。

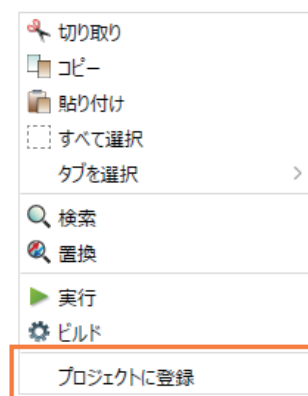


図 3.1 コンテキストメニューからの登録

3.2 関係の構成と最適化計算

モデル・データ関係画面は次からなります。

モデル・データ関係一覧

プロジェクトで管理するすべてのモデル・データ関係を表示します。再生アイコンをクリックすることで最適化計算を実行することができます。

モデルファイル一覧

プロジェクトで管理するすべてのモデルファイルを表示します。アイコンをクリックすることで関係を作成します。

データファイル一覧

プロジェクトで管理するすべてのデータファイルを表示します。アイコンをクリックすることで、どのモデルと関係するかを指定できます。

各関係の結果表示

最適化計算の結果を表示する領域です。output.log, solfile.log, summary.log を閲覧することができます。

モデルファイル一覧、データファイル一覧、モデル・データ関係一覧の各行をダブルクリックすることで、エディタ画面に移行できます。

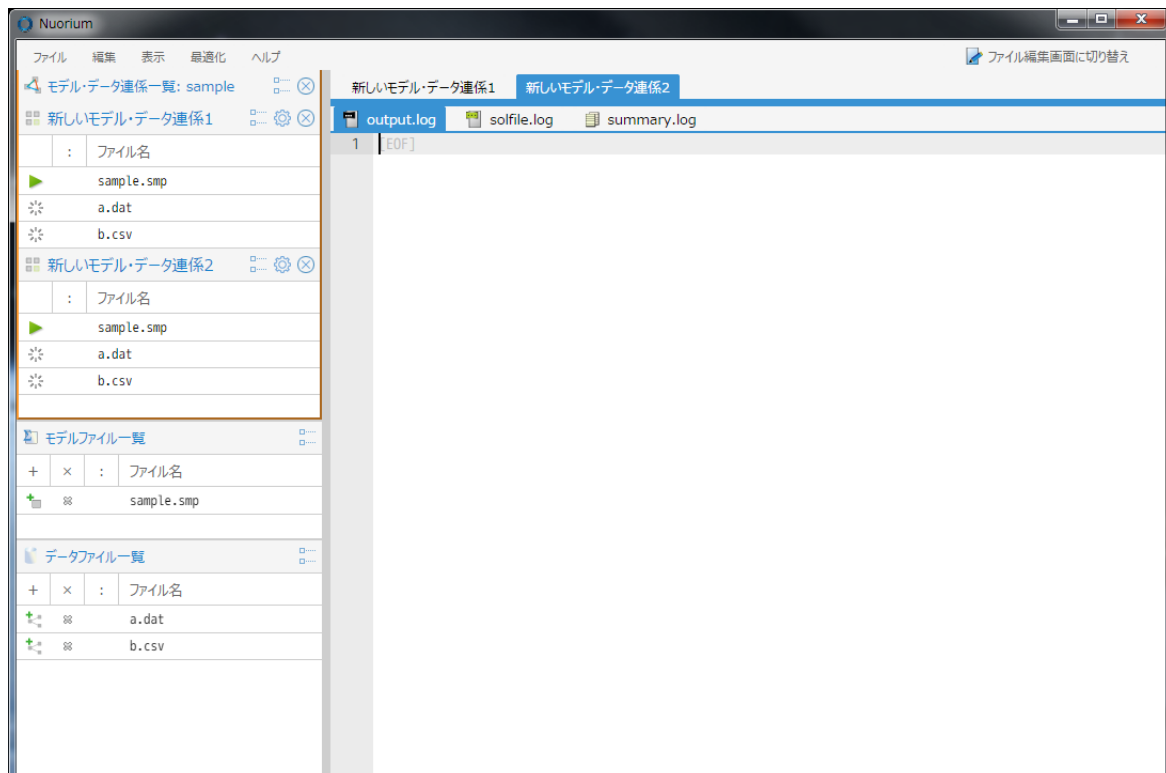


図 3.2 モデル・データ関係画面

3.3 プロジェクトの保存

モデル・データ関係を追加・削除・編集したり、ファイルを追加・削除したプロジェクトを保存する場合は、[メニューバー]→[ファイル]→[プロジェクトを上書き保存]を選択してください。

新たに別のプロジェクトとして保存する場合は、[メニューバー]→[ファイル]→[プロジェクトに名前を付けて保存]を選択してください。

プロジェクトとは「複数のモデル・データ関係のパターンを Nuorium が管理する単位」なので、ファイル自体の内容の変更は個別に保存してください。

第4章

ビルドと実行について

SIMPLE の記述ができれば、次の二つのプロセスを経て、求解結果を得ることができます。

ビルドプロセス

SIMPLE の記述自体が正しく行われているかチェックし実行ファイルを生成するプロセス

実行プロセス

Numerical Optimizer が記述された数理計画問題を求解するプロセス

Nuorium はこれらプロセスの挙動を output.log, solfile.log, summary.log としてユーザに表示し、最適化計算がどのように行われているかを知らせます。これらは結果の検証、モデルのチューニングに役立てることができます。

以下ではビルドプロセス、実行プロセスそして各種出力について説明します。

4.1 ビルドプロセス

4.1.1 実行ファイルの生成

ビルドが成功すると実行ファイル（exe ファイル）が生成されます。新しく編集したファイルについては、新たに再びビルドを行ってください。

またビルドが成功して実行ファイル（exe ファイル）が生成された場合には、ファイル名の左のアイコンが exe アイコンに変化します（図 4.1）。



図 4.1 exe アイコン

4.1.2 使用できない name 属性について

Nuorium では name 属性として次の引数を用いることができません。

- 二重引用符 (")
- 半角コンマ (,)
- 制御文字 (\r, \n, \t など)
- name 引数の重複。以下はその例です。

```
Variable x(name="a"), y(name="a");
```

- name 引数とインスタンス名の重複。以下はその例です。

```
Variable x(name="y");  
Variable y;
```

4.1.3 ビルドオプション

ビルドの際にオプションを付加することができます。[メニューバー]→[最適化]→[ビルドオプション]またはF7キーから、ビルドオプション画面（図4.2参照）を開いてオプション設定を行ってください。

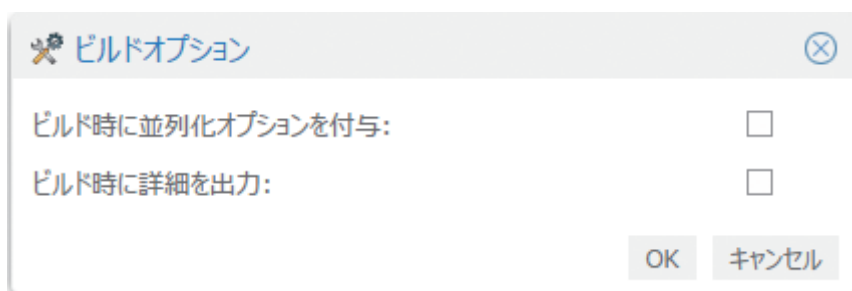


図 4.2 ビルドオプション画面

ビルドオプションの内容を説明すると次のとおりです。

ビルド時に並列化オプションを付与

チェックをするとビルド時に`-parallel` オプションをつけてコンパイルを行います。この指定によって分枝限定法や `wcsp` を利用する際に並列化計算を行うことができます。

なお、並列計算でのスレッド数はモデルファイル（`smp` ファイル）もしくはパラメータファイル（`nuopt.prm`）内で設定します。設定時の記述方法やスレッド数の確認方法については、『Numerical Optimizer/SIMPLE マニュアル』を参照してください。

ビルド時に詳細を出力

チェックをするとビルド時に`-v` オプションをつけてコンパイルを行います。コンパイル環境の詳細な確認が可能になり、コンパイル失敗時の原因究明に役立ちます。

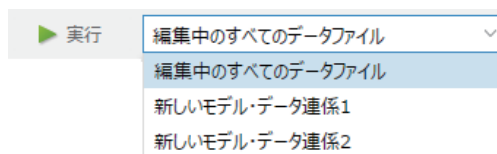
4.2 実行プロセス

実行プロセスでは以下の処理を行います。

SIMPLE ファイルの実行

ビルドプロセスで得られた `exe` ファイルをモデル・データ関係を指定して実行します。未ビルドの場合、自動でビルドを行い実行します。

どのモデル・データ関係を対象にするかは、実行アイコンのそばにあるコンボボックスから指定します。



実行対象の指定

MPS ファイルの実行

MPS ファイルに記述されたモデルが実行されます。

LP ファイルの実行

LP ファイルに記述されたモデルが実行されます。

最適化計算を実行中は新たな最適化計算ができません。最適化計算を停止してから実行してください。

4.3 出力ペイン

通常、モデルの記述には試行錯誤が必須となり、その試行錯誤の中には、単純なビルドエラーから数理計画問題に特有な実行時エラーまで、様々な障壁があります。Nuorium はそれらログが教える解決策や SIMPLE の記述の不備に関する情報と密に連係して、ユーザの試行錯誤をサポートします。

4.3.1 出力ペインの表示領域

出力ペインの表示領域は画面右側か画面下側の何れかの領域を選択することができます。表示位置の変更は [メニューバー] → [表示] → [出力ペイン] → [出力ペインを下側 (または右側) に表示]、もしくは F8 をキー入力して行います。

4.3.2 出力ペインの内容

出力ペインの内容は次のとおりです。

output.log

Nuorium は SIMPLE のビルドメッセージおよび Numerical Optimizer の実行に伴う標準出力などを output.log に表示します (図 4.3)。なおビルドおよび実行を行う度に、表示領域をクリアして最新のログに更新します。

```

26 > <with GLOBAL OPTIMIZATION add-on "global">↓
27 > <with DERIVATIVE-FREE OPTIMIZATION add-on "DFO">↓
28 > , Copyright (C) 1991 NTT DATA Mathematical Systems Inc. ↓
29 ↓
30 [Problem and Algorithm] ↓
31 PROBLEM_NAME.....newModel ↓
32 NUMBER_OF_VARIABLES.....2 ↓
33 NUMBER_OF_FUNCTIONS.....3 ↓
34 PROBLEM_TYPE.....MINIMIZATION ↓
35 METHOD.....HIGHER_ORDER ↓
36 ↓
37 [Progress] ↓
38 <preprocess begin>.....<preprocess end> ↓
39 <iteration begin> ↓
40 ....res=4.0e+001.....2.8e-005...1.4e-007 ↓
41 <iteration end> ↓
42 ↓
43 [Result] ↓
44 STATUS.....OPTIMAL ↓
45 VALUE_OF_OBJECTIVE.....750.0000021 ↓
46 ITERATION_COUNT.....6 ↓
47 FUNC_EVAL_COUNT.....9 ↓
48 FACTORIZATION_COUNT.....7 ↓
49 RESIDUAL.....1.402395924e-007 ↓
50 ELAPSED_TIME(sec.).....0.01 ↓
51 a["p"]=2 ↓
52 a["q"]=4 ↓
53 a["r"]=6 ↓
54 ,[*]=-[i] ↓

```

図 4.3 stdout.log

output.log に表示するメッセージのうち、行番号を記載したメッセージには、Nuorium がエディタ内の該当行へのリンクとアノテーションを自動で追加します。マウスカーソルを合わせてクリックすることで、該当行にカーソルをジャンプさせることができます。

メッセージには次のレベルがあり、識別しやすいようにそれぞれ色分けをします。

- エラー (赤)
- 警告 (黄)
- 情報 (灰)

solfile.log

Numerical Optimizer が出力する solfile.txt を表示します (図 4.4)。


```

1 SYSTEM_CODE_FILE_NAME.....CLASS↓
2 ↓
3 %%↓
4 %%↓
5 %%↓
6 %% RESULT OF NUOPT #1 ↓
7 %%↓
8 %%↓
9 %%↓
10 %%↓
11 PROBLEM_NAME.....newModel↓
12 NUMBER_OF_VARIABLES.....2↓
13 NUMBER_OF_FUNCTIONS.....3↓
14 PROBLEM_TYPE.....MINIMIZATION↓
15 METHOD.....HIGHER_ORDER↓
16 STATUS.....OPTIMAL↓
17 VALUE_OF_OBJECTIVE.....750.0000021↓
18 ITERATION_COUNT.....6↓
19 FUNC_EVAL_COUNT.....9↓
20 FACTORIZATION_COUNT.....7↓
21 RESIDUAL.....1.402395924e-007↓
22 ELAPSED_TIME(sec.).....0.01↓
23 ↓
24 %%↓
25 %% VARIABLES ↓
26 %%↓
27 ... NAME ... VALUE ... STATUS ... SLACK ... [ ... BOUND TYPE ... ] ↓
28 V# 1 x .....1.5...FREE...1.50000001e+000...[ 0 ≤ ... x ... ≤ 5 ] ↓
29 V# 2 y .....3...FREE...2.00000000e+000...[ 0 ≤ ... y ... ≤ 5 ] ↓

```

図 4.4 solfile.log

summary.log

求解に要したモデル中の目的関数，変数，パラメータなどを俯瞰することができます（図 4.5）。

クラス	値	サイズ
Objectives		
costTotal	750.0000021	1
Sets		
S		
Elements		
i ∈ S		
Parameters		
a[i]		
Variables		
x	1.500000013	1
y	2.999999999	1

図 4.5 summary.log

値の列では求解結果の一部情報を確認できます。添字付けされている場合は“[添字] 値”という形式で表示されます。例えば集合 $S = \{1, 2, 3\}$ の要素 i を添字としてもつ変数 x_i があったとします。

```
Set S = "1 2 3";
Element i(set=S);
Variable x(index=i);
```

そしてこのときの $x[1]$, $x[2]$, $x[3]$ についての求解結果が, それぞれ 100, 200, 300 であったとすれば, 値の列には次のように表示されます.

```
[1] 100 [2] 200 [3] 300
```

サイズの列は求解で必要とした数を確認できます. これにより問題の規模を捉えることができます. 添字付けされている場合は“総数 (各添字の総数)”という形式で表示されます. 例えば集合 $I = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ の要素 i と, 集合 $J = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ の要素 j を添字としてもつ変数 $x_{i,j}$ があったとします.

```
Set I = "1 .. 10"; Element i(set=I);
Set J = "1 .. 5"; Element j(set=J);
Variable x(index=(i,j));
```

このとき変数 $x_{i,j}$ は全部で 10×5 で 50 変数あるので, サイズの列には次のように表示されます.

```
50(10,5)
```

message.log

Nuorium は画面右上に一時的に表示されるメッセージの履歴を message.log に表示します (図 4.6).

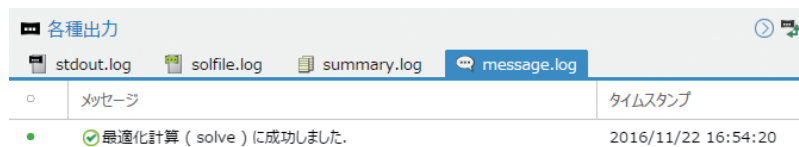


図 4.6 message.log

1 列目にはメッセージの内容に応じた次の四つのカテゴリを表示します.

- エラー (赤)
- 警告 (黄)
- 情報 (灰)
- 成功 (緑)

2 列目にはメッセージを表示します.

3 列目にはメッセージのタイムスタンプを表示します.

第5章

詳細結果について

詳細結果をみることでモデルの最適化結果に関する情報を取得することができます。変数の値のみならず、目的関数、制約式、パラメータ、式の数値も表示することができるため、最適化計算への入力と結果の両方を確認することができます。

5.1 詳細結果画面

詳細結果画面は最適化計算の詳細な結果をグリッド状に表示する画面（図 5.1）です。

i	t	在庫量	lower	upper
I	1	7.999999235	0	+Infinity
I	2	15.86206718	0	+Infinity
I	3	1.158808729e-006	0	+Infinity
II	1	4.220728501e-006	0	+Infinity
II	2	36.89655572	0	+Infinity
II	3	1.324352833e-006	0	+Infinity

図 5.1 詳細結果画面

5.1.1 詳細結果画面の表示

詳細結果画面を表示する方法は次の通りです。

- モデル情報または summary.log から表示したい対象（目的関数、制約式、パラメータ、変数、式）をダブルクリックすると表示します。
- 詳細結果画面を表示している状態で、再度、表示したい対象をダブルクリックすると、ダブルクリックした対象の詳細結果を表示します。

5.2 詳細結果の表示形式

結果表示を行う SIMPLE の主なクラスは次のとおりです。

目的関数

- Objective

パラメータ

- Parameter

変数

- Variable

式

- Expression
- Constraint

詳細結果画面の表示形式は目的関数，パラメータ，変数，式のそれぞれで共通する事柄とそうでない事柄に分けることができます。

そこではじめに共通する表示形式について説明し，その後に目的関数，パラメータ，変数，式，それぞれの表示形式について順に説明します。

5.2.1 共通する表示形式

配列（添字を持つ値）の表示

配列の場合は配列の次元の数だけ列を追加します．n 次元の配列の場合には次のようになります（図 5.2）。

- 1 列目：1 次元目の添字
- 2 列目：2 次元目の添字
- …
- n 列目：n 次元目の添字
- n+1 列目：値

< O 総コスト P 在庫コスト P 原料使用量 P 出荷量		
i	t	出荷量
I	1	30
I	2	60
I	3	80
II	1	20
II	2	50
II	3	90

1次元目の添え字

2次元目の添え字

値

図 5.2 2 次元配列（添え字を持つ値）の表示例

添字を持たない値（スカラー）の表示

スカラーは 0 次元の配列と定義し，1 行 1 列の表示となります（図 5.3）。

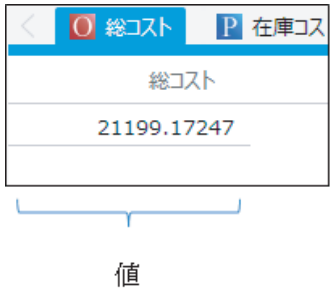


図 5.3 添え字を持たない値（スカラー）の表示例

最適化を繰り返し実行した場合の表示

モデルの中で複数回 solve() 関数を呼び出した（複数回最適化計算を行った）場合は、各々の項目の結果は最大で solve() 関数を呼び出した回数個生成されます。詳細結果ではこの複数個の結果を一つの結果として表示します（図 5.4）。

solve() を n 回呼び出した際の i 回目の最適化計算の結果を「計算番号 i の結果」とよぶと、表示の規則は次のようになります。

- 1 列目：計算番号
- 2 列目：1 次元目の添字
- …
- n+1 列目：n 次元目の添字
- n+2 列目：値

特にスカラーの場合は 0 次元の配列と考えるため次のようになります。

- 1 列目：計算番号
- 2 列目：値

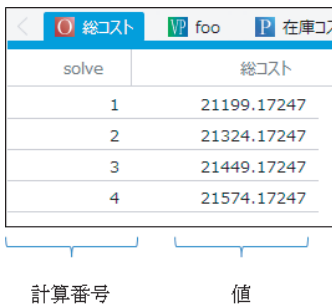


図 5.4 solve() が何度もよばれた場合の結果例

5.2.2 目的関数

目的関数は必ずスカラーな値であるため、「共通する表示形式」で述べたスカラー表示のとおりとなります。値の列には最適化計算で得られた目的関数の値を表示します。

5.2.3 パラメータ

パラメータは配列、スカラーともにあります。「共通する表示形式」のと通りの表示となります。値の列には最適化計算で用いたパラメータの値を表示します。

パラメータの値はデフォルトで表示します。表示/非表示の切替はモデル記述において `options.outputParameter` に次の値を設定することで行えます。

- 1:表示（デフォルト）
- 0:非表示

例えば、非表示とする場合はモデルに次の一行を `solve()` 関数の前に記述します。

```
options.outputParameter = 0;
```

5.2.4 変数

変数は配列、スカラーともにあります。値の列には最適値を与える解の値を表示します。

変数については「共通する表示形式」で述べた値の列の右側に、以下の3列が追加されます（図5.5）。

- 変数の下限値
- 変数の上限値
- 双対変数の値

<div> ○ 総コスト ▽ foo V 生産量 V 在庫量 </div>					
i	t	生産量	lower	upper	dual
I	1	37.99999923	0	+Infinity	2.439623426e-007
I	2	67.86206794	0	+Infinity	1.366079736e-007
I	3	64.13793282	0	+Infinity	1.445381759e-007
II	1	20.00000422	0	+Infinity	4.634804651e-007
II	2	86.8965515	0	+Infinity	1.066844916e-007
II	3	53.10344428	0	+Infinity	1.745785592e-007

└──┬──┘
└──┬──┘
└──┬──┘
└──┬──┘

値
下限値
上限値
双対値

図 5.5 変数の表示例

変数の上下限値として「+Infinity」と「-Infinity」の表示は正負の無限大を表し、上下限値の設定がないことを意味しています。つまり上限値として「+Infinity」の場合は上限値の設定がなく、下限値として「-Infinity」の場合は下限値の制限がありません。

5.2.5 式

式は配列、スカラーともにあります。「共通する表示形式」のと通りの表示となります。値の列には最適化計算で得られた式の値を表示します。

式の値はデフォルトで表示します。表示/非表示の切替はモデル記述において `options.outputExpression` に次の値を設定することで行えます。

- 1:表示（デフォルト）
- 0:非表示

例えば、非表示とする場合はモデルに次の一行を solve() 関数の前に記述します。

```
options.outputExpression = 0;
```

5.3 詳細結果画面上の操作

詳細結果画面（図 5.6）で可能な操作は以下になります。

- 選択ボタン / タブの選択
- フィルタ
- 領域選択とクリップボードへのコピー

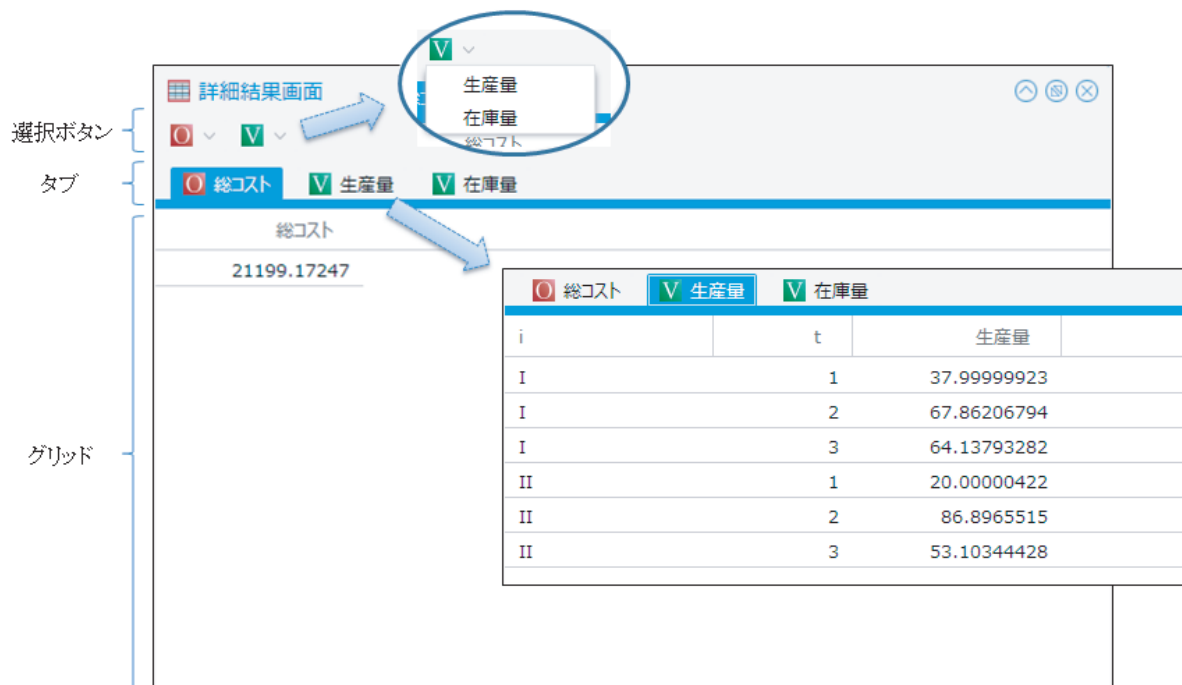


図 5.6 選択ボタン、タブ、グリッド

これらの操作を順に説明すると次のとおりです。

選択ボタン / タブの選択

詳細結果を確認したい項目名を選択ボタンから選ぶ、または、タブを直接クリックするとその画面が表示できます。

フィルタ

フィルタは列ごとに条件を入力でき、すべての条件が満たされている行のみ表示します。また、列は型情報（数値型または文字列型）を保持しています。数値型の場合は数値の範囲または一致の条件を入力できます（図 5.7）。文字列型の場合は文字列を入力でき、入力文字列が含まれている行を条件が満たされている行とします（図 5.8）。

詳細結果画面

総コスト 生産量 在庫量

i	t	生産量	lower	upper
I	1	37.99999923	0	+Infinity
I	2	67.86206794	0	+Infinity
I	3	64.13793282	0	+Infinity
II	1	20.00000422	0	+Infinity
II	2	86.8965515	0	+Infinity
II	3	53.10344428	0	+Infinity

生産量

列選択 > 794

Filters

86.8965

53.10344

Enter Number...

50

Enter Number...

総コスト 生産量 在庫量

i	t	生産量	lower	upper
I	2	67.86206794	0	+Infinity
I	3	64.13793282	0	+Infinity
II	2	86.8965515	0	+Infinity
II	3	53.10344428	0	+Infinity

図 5.7 数値型のフィルタ

詳細結果画面

総コスト 生産量 在庫量

i	t	生産量	lower	upper
I	1	37.99999923	0	+Infinity
I	2	67.86206794	0	+Infinity
I	3	64.13793282	0	+Infinity
II	1	20.00000422	0	+Infinity
II	2	86.8965515	0	+Infinity
II	3	53.10344428	0	+Infinity

i

列選択 >

Filters

II

総コスト 生産量 在庫量

i	t	生産量	lower	upper
II	1	20.00000422	0	+Infinity
II	2	86.8965515	0	+Infinity
II	3	53.10344428	0	+Infinity

図 5.8 文字列型のフィルタ

領域選択とクリップボードへのコピー

詳細結果のグリッドの領域をマウスで選択し、Ctrl-C を押下することでその選択情報をクリップボードにコピー（図 5.9）することができます。クリップボードにはタブ区切りのテキストデータとして格納されているため、Excel やテキストエディタ等にペーストすることができます。

詳細結果画面

Q

V

Q 総コスト

V 生産量

V 在庫量

i	t	生産量	lower	upper
I	1	37.99999923	0	+Infinity
I	2	67.86206794	0	+Infinity
I	3	64.13793282	0	+Infinity
II	1	20.00000422	0	+Infinity
II	2	86.89655515	0	+Infinity
II	3	53.10344428	0	+Infinity

図 5.9 選択領域のコピー

5.3.1 詳細結果画面の自動更新

詳細結果画面を表示している場合に最適化を実行すると、詳細結果画面の表示は最新の情報に自動的に更新されます。

しかし、次の場合には、これまで表示されていた計算結果が削除されますのでご注意ください（図 5.10）。

- 最適化の実行が失敗した場合
- ビルドエラーの場合

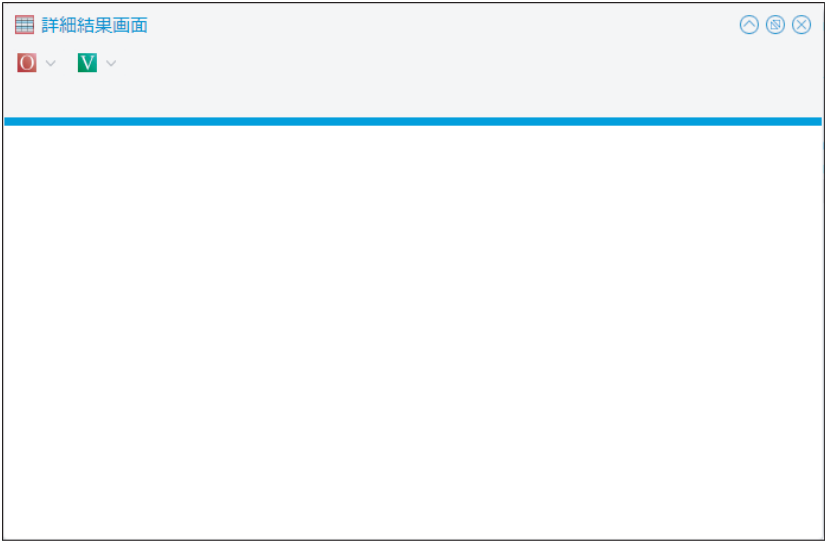


図 5.10 ビルドエラー時の詳細結果画面

第6章

Nuorium と Visual Analytics Platform

Visual Analytics Platform（以下 VAP と略称）上では、アイコンベースの処理フローを描くことにより、Nuorium で作った最適化モデルをデータ分析ツール等と手軽に関係させることができます。

6.1 はじめに

Nuorium は Visual Analytics Platform から、Numerical Optimizer モデルアイコンのコンテキストメニューにある「編集」を選択することで起動できます。

Visual Analytics Platform 上の Nuorium は、Visual Analytics Platform のフローがモデル・データ関係機能を担うため、フローにより関係を指定してください。

6.2 モデルとデータの関係

モデルファイルとは別にデータファイル（dat または csv ファイル）が必要な場合、モデルとデータの関係は Visual Analytics Platform 上のフロー図（図 6.1）によって行います。

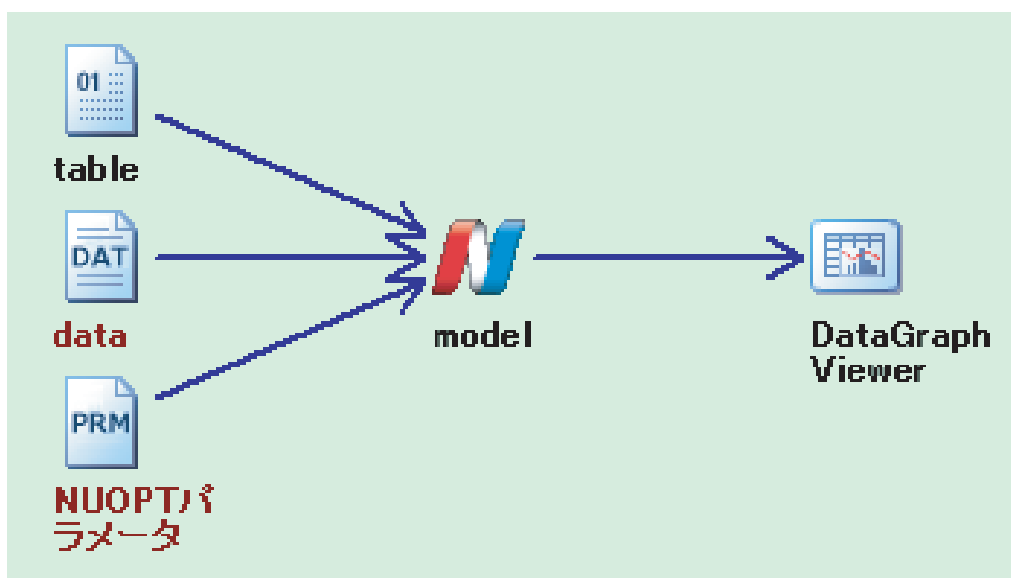


図 6.1 Visual Analytics Platform 上のフロー図

例えば次の内容をエディタに記述したとします。

```
// LP.smp  
Variable x, y;
```

```

Parameter a, b;
Objective costTotal(type = minimize);
costTotal = a*x + b*y;
6*x + y >= 12;
4*x + 6*y >= 24;
0 <= x <= 5;
0 <= y <= 5;

```

この場合には、 a と b がモデルファイル LP.smp のデータであり、これらの具体的な値をデータファイルに記述して、Visual Analytics Platform 上のフロー図を用いてモデルと関係する必要があります。

6.3 入力データ

Nuorium で編集するモデルファイル（smp ファイル）に記述された数理計画問題のモデルと関係できる入力データは次の四種類です。

- csv 形式データ
- dat 形式データ
- Numerical Optimizer パラメータ
- VAP 専用の表形式データ

以下ではこれらについて順に説明しますが、モデルの入力データとして指定するには、何れの場合も Visual Analytics Platform 上のフローで Numerical Optimizer モデルアイコンの上流に配置して指定します。入力データアイコンをモデルアイコンの上流に配置するには、入力データアイコンからモデルアイコンへ「矢印線」を引く必要があります。「矢印線」の引き方については『VAP マニュアル』の「矢印線」の項を参照してください。

6.3.1 csv 形式データ

csv ファイルをデータとして入力したい場合は、VAP 上に csv ファイルをドラッグ & ドロップし、ドロップされたアイコンをダブルクリックして「データインポート」の設定を行い、Numerical Optimizer モデルアイコンの上流に配置して、入力データとして指定します。

csv ファイルの具体的な書き方については、『Numerical Optimizer / SIMPLE マニュアル』の「データファイル」の章を参照してください。また、データインポートについては『VAP マニュアル』の「データインポート」の項を参照してください。



図 6.2 csv 形式データの入力

6.3.2 dat 形式データ

dat ファイルをデータとして入力したい場合は、VAP 上に dat ファイルをドラッグ & ドロップして Numerical Optimizer モデルアイコンの上流に配置して、入力データとして指定します。

dat 形式データは Numerical Optimizer 専用の形式のデータであり、具体的な書き方については、『Numerical Optimizer/SIMPLE マニュアル』の「データファイル」の章を参照してください。



図 6.3 dat 形式データの入力

6.3.3 Numerical Optimizer パラメータ

Numerical Optimizer パラメータは Numerical Optimizer の各種のパラメータを設定する際に用いる専用のデータ形式です。

Numerical Optimizer パラメータの設定は、VAP 上で「Numerical Optimizer パラメータ」アイコンを配置して、「Numerical Optimizer パラメータ」アイコンを編集することで行うことができます。

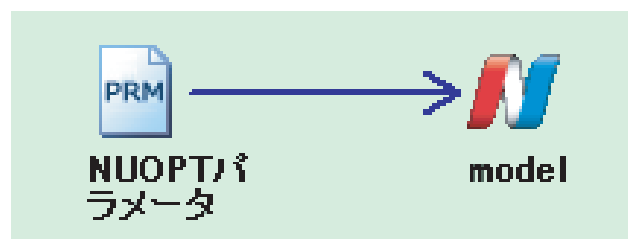


図 6.4 Numerical Optimizer パラメータの設定

設定を行った Numerical Optimizer パラメータを入力データとして指定するには、他の入力データの形式と同様に Numerical Optimizer モデルアイコンの上流に配置して、入力データとして指定します。

6.3.4 VAP 専用の表形式データ

VAP 専用の表形式データを入力することもできます。つまり、Numerical Optimizer モデルアイコンの上流に VAP のスクリプトアイコン、クリーニングアイコン、フィルタリングアイコン等を配置して、上流に配置した各アイコンの処理結果を入力とすることができます。上流に配置する各アイコンについては『VAP マニュアル』を参照してください。

6.4 出力データ

Numerical Optimizer が計算して求めた変数と目的関数の値を VAP 上のフローの下流に流すことができます。下流に流すデータの設定は [メニューバー] → [実行] → [VAP への出力設定]、もしくは結果一覧の右上にある「VAP への出力設定ボタン」(図 6.5 参照) をクリックすることで開かれる「VAP への出力設定」のウィンドウから行います。



図 6.5 VAP への出力設定ボタン

ビルドまたは実行後に変数と目的関数がリストされるので、チェックを入れて下流に流す出力データを設定します。ただし、ファイル名として使用できない次の文字が含まれた名前のデータは、下流に流すことはできません。

\ / : * ? " < > |

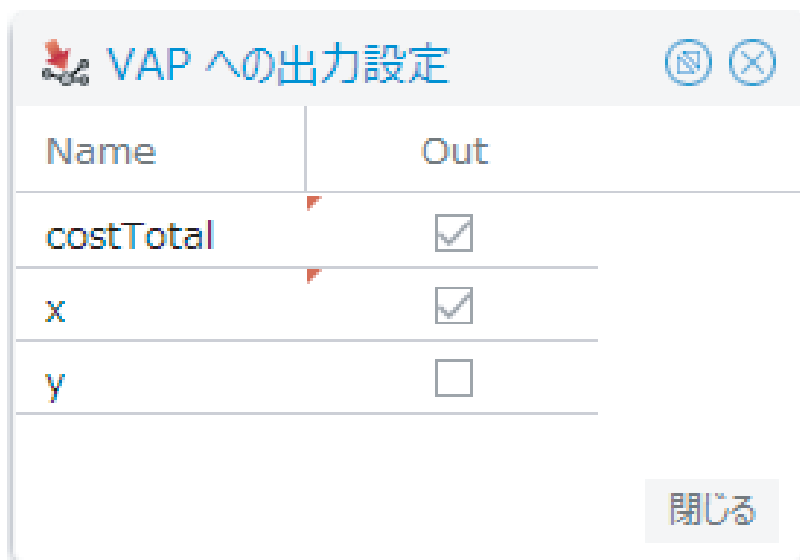


図 6.6 VAP への出力設定の画面

Nuorium を終了後、VAP のフロー上で Numerical Optimizer モデルアイコンの出力データを確認することができます。アイコンの入出力データの確認方法については『VAP マニュアル』の「入出力マッピング」の項を参照してください。

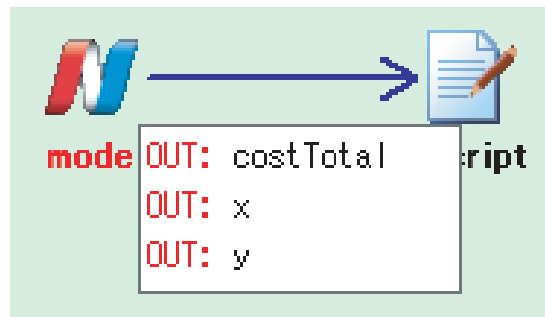


図 6.7 出力設定の確認

6.5 エクスポート

VAP 上の Nuorium で編集が行われるファイルは、VAP が管理しています。このためファイルの保存は、外部からドラッグ&ドロップによって Visual Analytics Platform に持ち込まれた元のファイルには行われません。

VAP が管理しているファイル (SIMPLE ファイルやビルドして生成された実行ファイル (exe ファイル) などの一連の生成物) を外部に持ち出す場合には Nuorium のエクスポート機能を利用してください。

6.5.1 エクスポートの方法

エクスポートは [メニューバー] → [ファイル] → [エクスポート] より開かれるエクスポート画面 (図 6.8) から行います。エクスポート画面にはエクスポート先のフォルダを選択するフォームがあります。エクスポート先を指定して [OK] ボタンを押してエクスポートを行ってください。モデルファイルの名称でフォルダが自動生成されエクスポートが完了します。



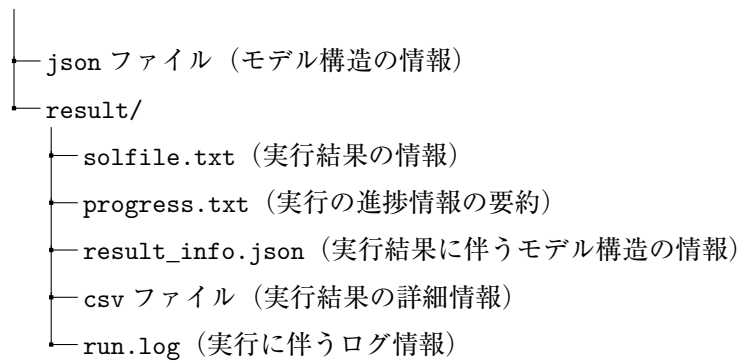
図 6.8 エクスポート画面

6.5.2 エクスポート先の階層構造

実行によって求解結果が得られた状況で、エクスポートを行うと次に示す階層構造が自動で生成されます。

(エクスポート先に自動生成したフォルダ)/

- ├ smp ファイル (編集対象のモデルファイル)
- ├ exe ファイル (ビルドで生成した実行ファイル)
- └ build.log (ビルドに伴うログ情報)



ビルドや実行が完了しておらず、はじめから存在していないファイルがある場合には、それらは存在しないためエクスポートされません。

索引

C

csv ファイル 31, 32

D

dat ファイル 31, 32

E

Excel 28

exe ファイル 17, 35

I

Infinity 26

K

keyword 9

L

local 9

M

message.log 4, 22

N

Numerical Optimizer パラメータ 32

Numerical Optimizer モデルアイコン 32

O

options.outputExpression 26

options.outputParameter 26

output.log 4, 9, 19

S

snippet 9

solfile 36

solfile.log 4, 20

summary.log 4, 21

V

VAP 31

VAP への出力設定 34

Visual Analytics Platform 31, 32

あ

あいまい検索 10

アノテーション 9

アンコメント 8

え

エクスポート 35

エディタ 3

お

折り畳み 11

か

下限値 26

け

検索結果の全選択 11

こ

コメントアウト 8

し

式	24, 26
自動インデント	8
自動補完	9
集中モード	8
出力データ	34
出力ペイン	4
上限値	26
詳細結果画面	23

す

スカラー	24
------------	----

せ

正規表現検索	10
全文一致検索	11

そ

双対変数	26
属性	17

に

入力データ	32
-------------	----

は

配列	24
パラメータ	24, 26

ひ

表形式データ	32
ビルド	17

へ

並列化オプション	18
変数	24, 26

ほ

ボックス選択	8
--------------	---

ま

マルチカーソル	12
---------------	----

め

メインペイン	2
--------------	---

も

目的関数	24, 25
------------	--------