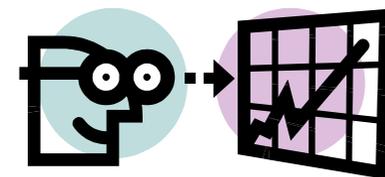


# ソルバーで最適解を求めよう

数理計画ソフトLINDOの使い方



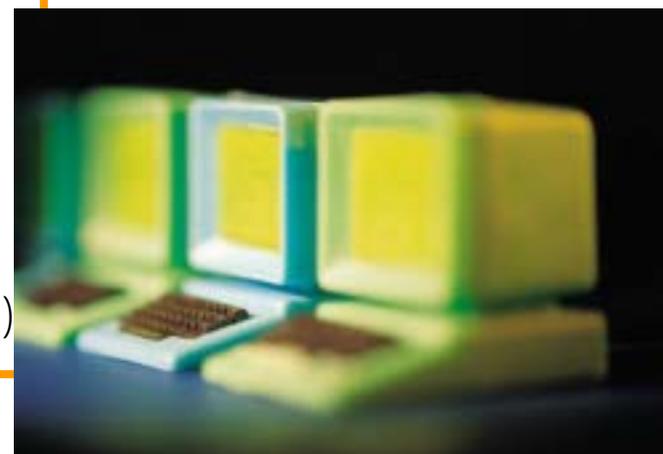
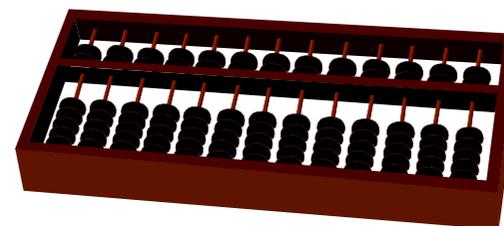
# ソルバー (solver)

ある問題の解を自動的に求めてくれる仕組み

様々なソルバーの例

- 分子動力学法のソルバー
- 汎用固有値求解ソルバー
- 3次元渦電流解析ソルバー
- グラフ分割問題ソルバー

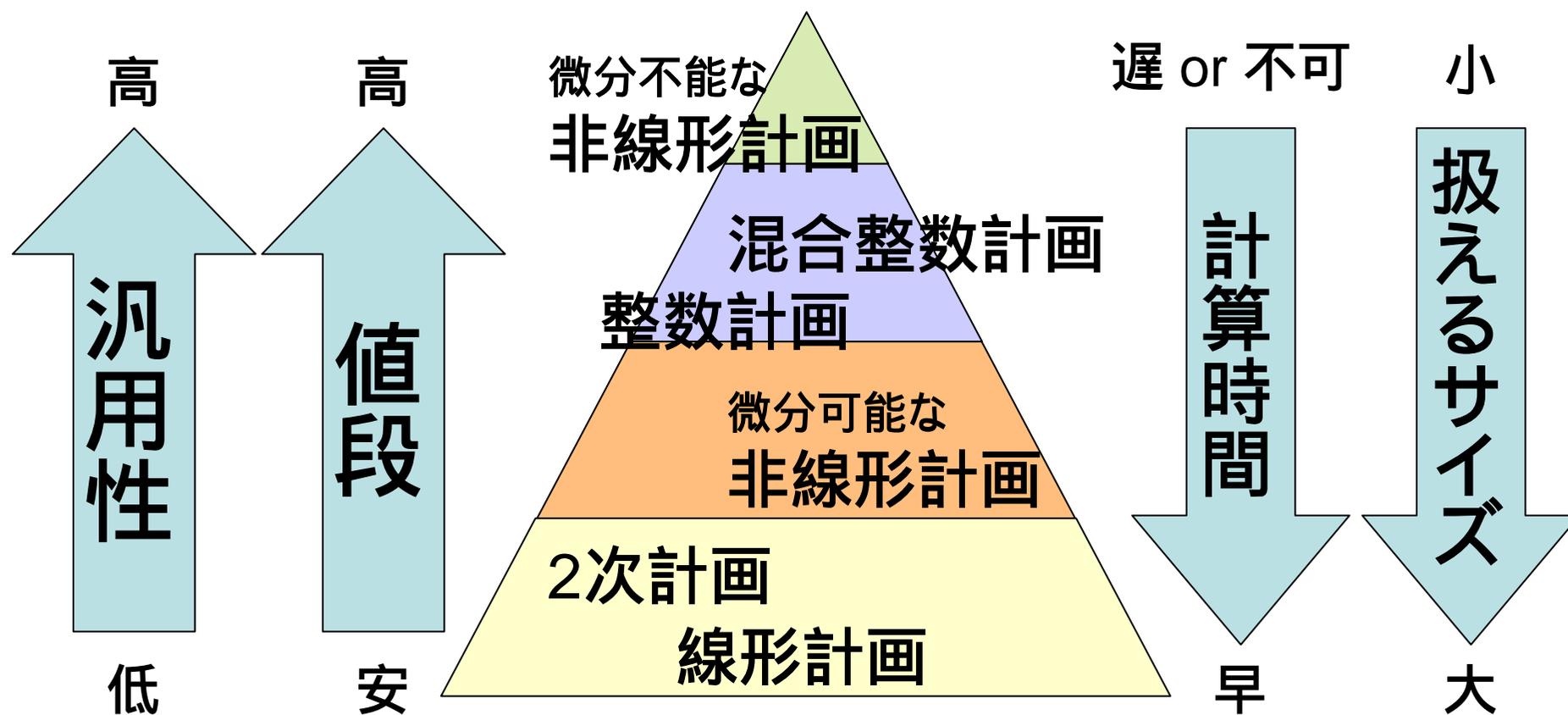
(googleでの検索結果より)



数理計画問題の最適解を計算してくれるソルバー  
数理計画ソルバー

# 数理計画用ソルバー

様々なタイプの問題に対応



問題に応じて使い分けも必要

# 主な数理計画ソルバー(商用)

- LINDO (LINDO) LINGO  
✓ [www.lindo.com](http://www.lindo.com)
- What's Best! (LINDO) Excelのアドイン
- CPLEX (ILOG) 統合環境OPL Studio  
✓ [www.ilog.co.jp](http://www.ilog.co.jp)
- NUOPT (数理システム)  
✓ [www.msi.co.jp](http://www.msi.co.jp)
- Xpress-MP (Dash)  
✓ [www.dashoptimization.com](http://www.dashoptimization.com)

価格は…  
上から下まで

他多数

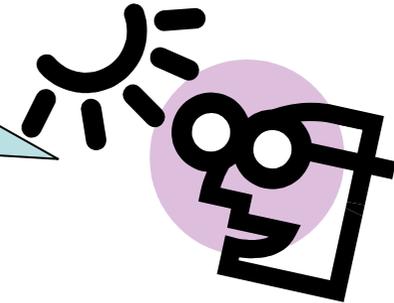
商用ソフトのリスト Optimization Software

<http://www-fp.mcs.anl.gov/otc/Guide/SoftwareGuide/>



# 主な数理計画ソルバー (無償)

性能・サポート  
重視なら商用!



- **lp\_solve**  
✓ [ftp://ftp.es.ele.tue.ne/pub/lp\\_solve](ftp://ftp.es.ele.tue.ne/pub/lp_solve)
- Excel付属のソルバーアドイン
- OR Program Library 問題別ソフト (LP含む)  
✓ [only1.snu.ac.kr/software/or\\_prog/](http://only1.snu.ac.kr/software/or_prog/)
- NEOS 学習用ソフト (Java)  
✓ <http://www-fp.mcs.anl.gov/otc/Guide/CaseStudies/>

情報収集には東京大学松井先生作成のHPが便利

<http://www.misojiro.t.u-tokyo.ac.jp/~tomomi/opt-code.html>

Linear Interactive and Discrete Optimizer

# LINDO体験

非線形計画  
LINGO

## LINDO体験版の入手方法

Lindo社HP [www.lindo.com](http://www.lindo.com)にアクセス

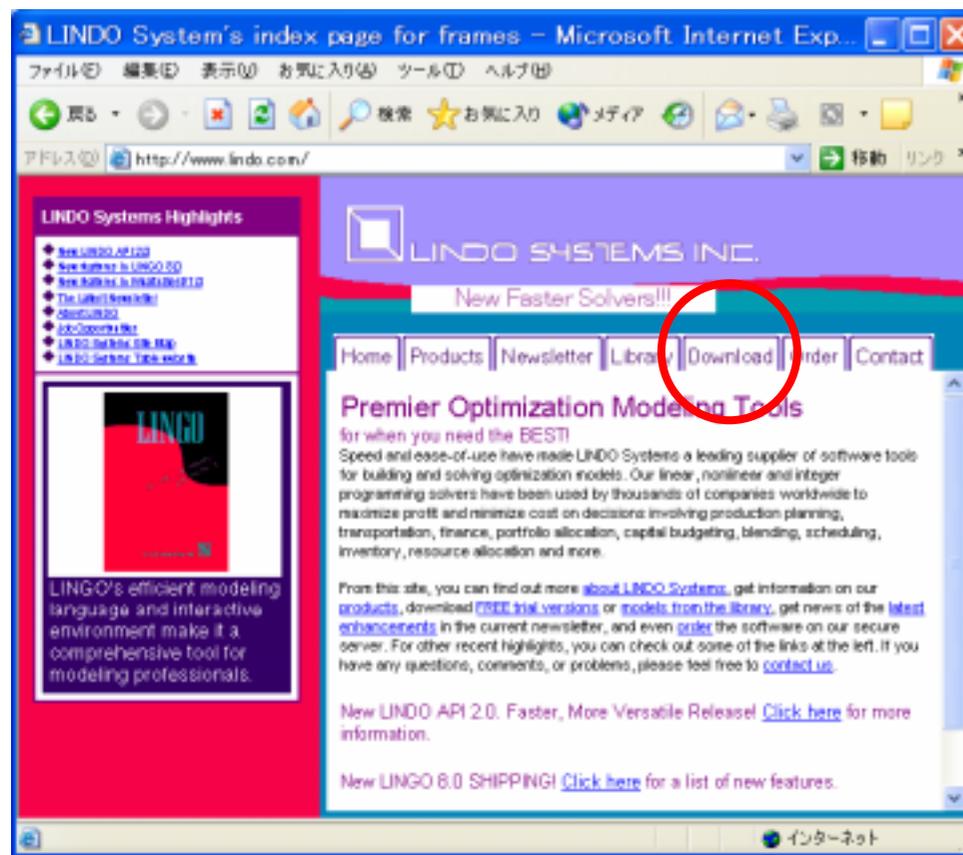
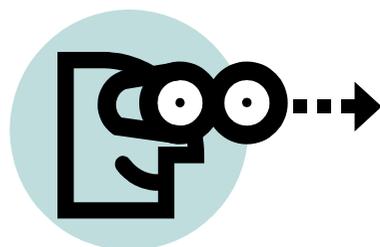
downloadタグ  
download LINDO

をクリック

簡単な手続き

メールが届く

ダウンロード



# LINDOのインストール・起動

## インストール

- ダウンロードしたファイルをクリック

## LINDOの起動

- スタートメニューから「LINDO32」

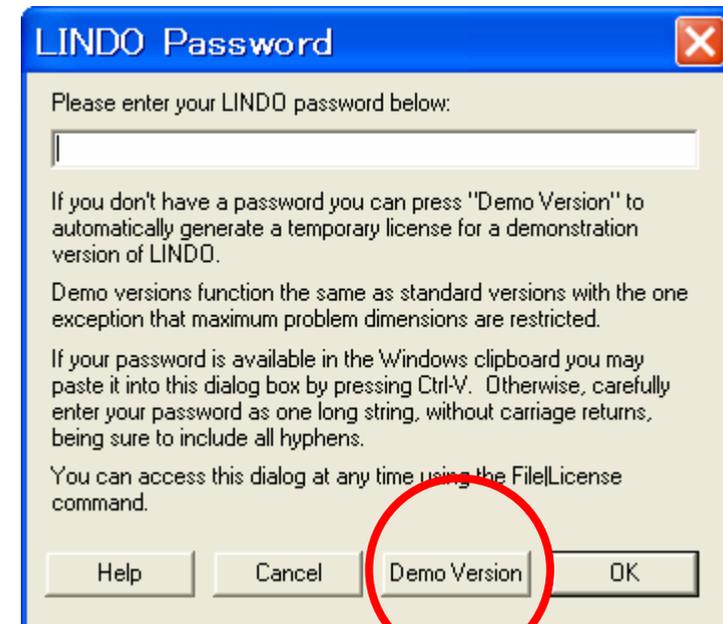
## LINDO Password

- 体験版なので「Demo Version」のボタンを押す

## AutoUpdateの確認

- 「No」でよい

バージョンを数秒表示し起動

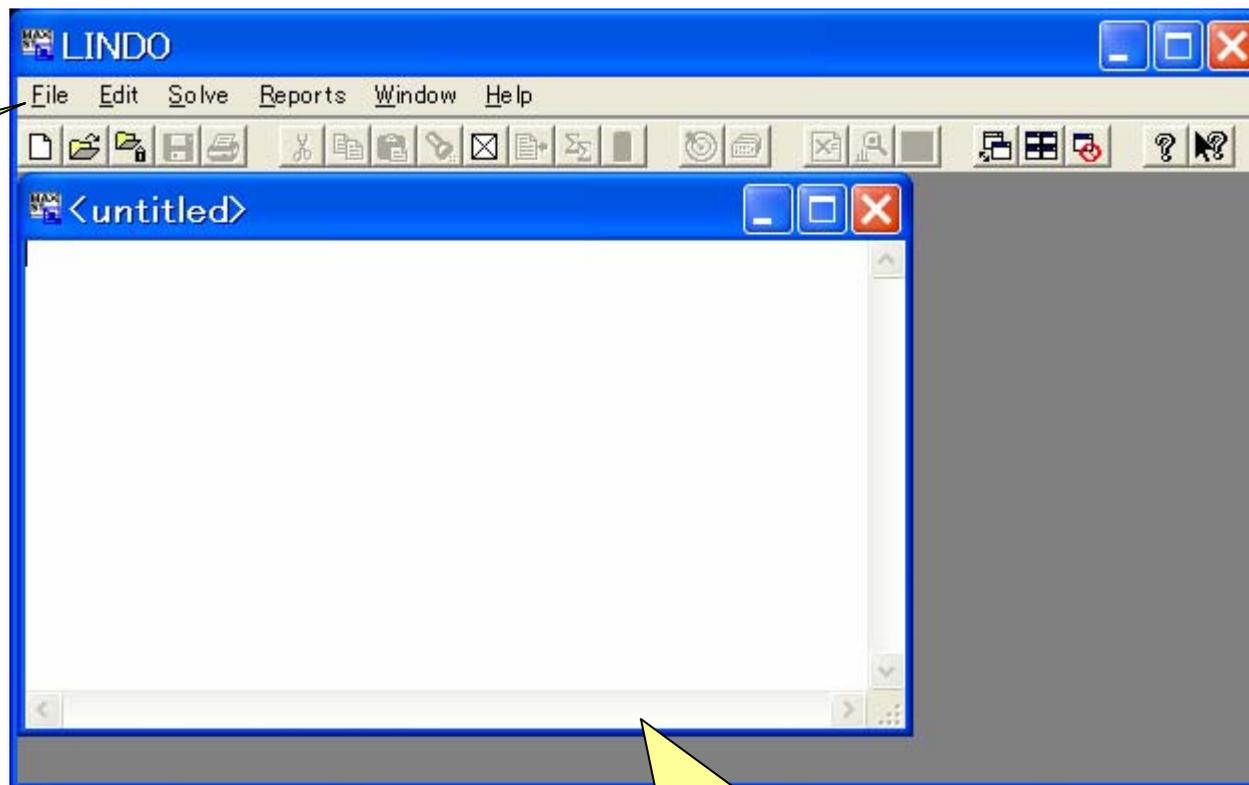


# 起動時の画面

フレームwindow

LINDOの操作は「フレームwindow」内で行う

終了時は  
File Exit



解きたい数理計画問題を記述するエディタ  
起動時は「untitled」で名前が付いていない

モデルwindow

# モデルwindowへの問題入力

max  $z = 6x_1 + 5x_2$   
s.t.  $3x_1 + x_2 \leq 45$   
 $x_1 + 2x_2 \leq 40$   
 $x_1, x_2 \geq 0$

基本的に定式化をそのまま記述

zは省略

最大化はmax

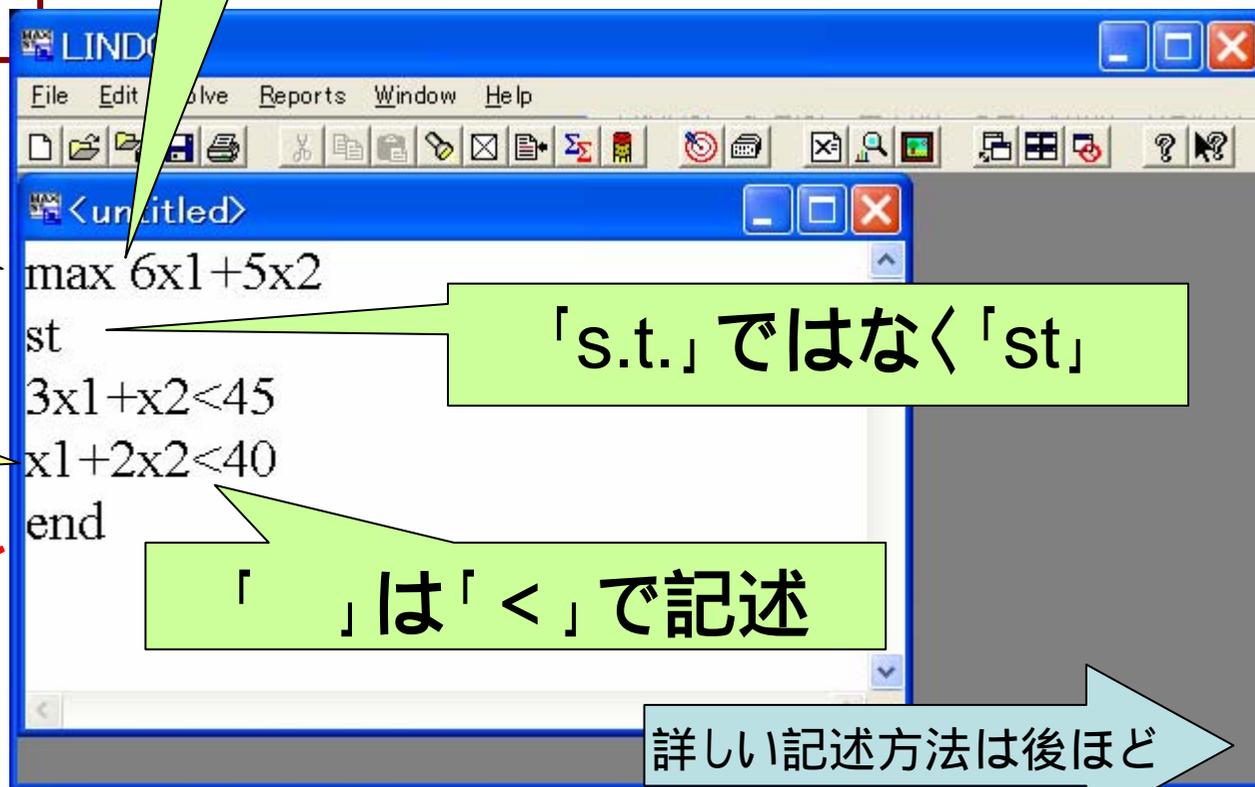
「x1」は $x_1$   
積「\*」ではない

最後に「end」

「s.t.」ではなく「st」

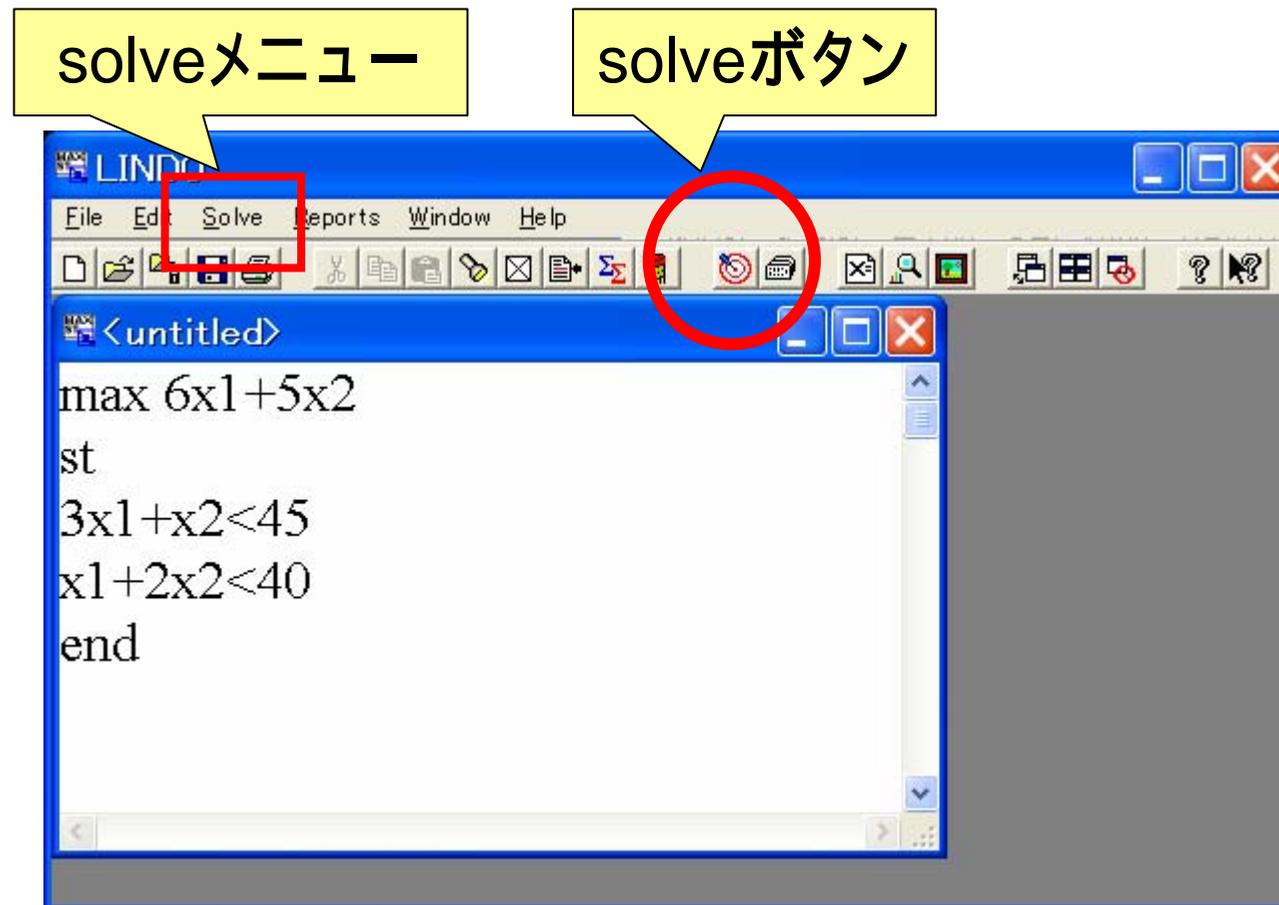
「」は「<」で記述

詳しい記述方法は後ほど

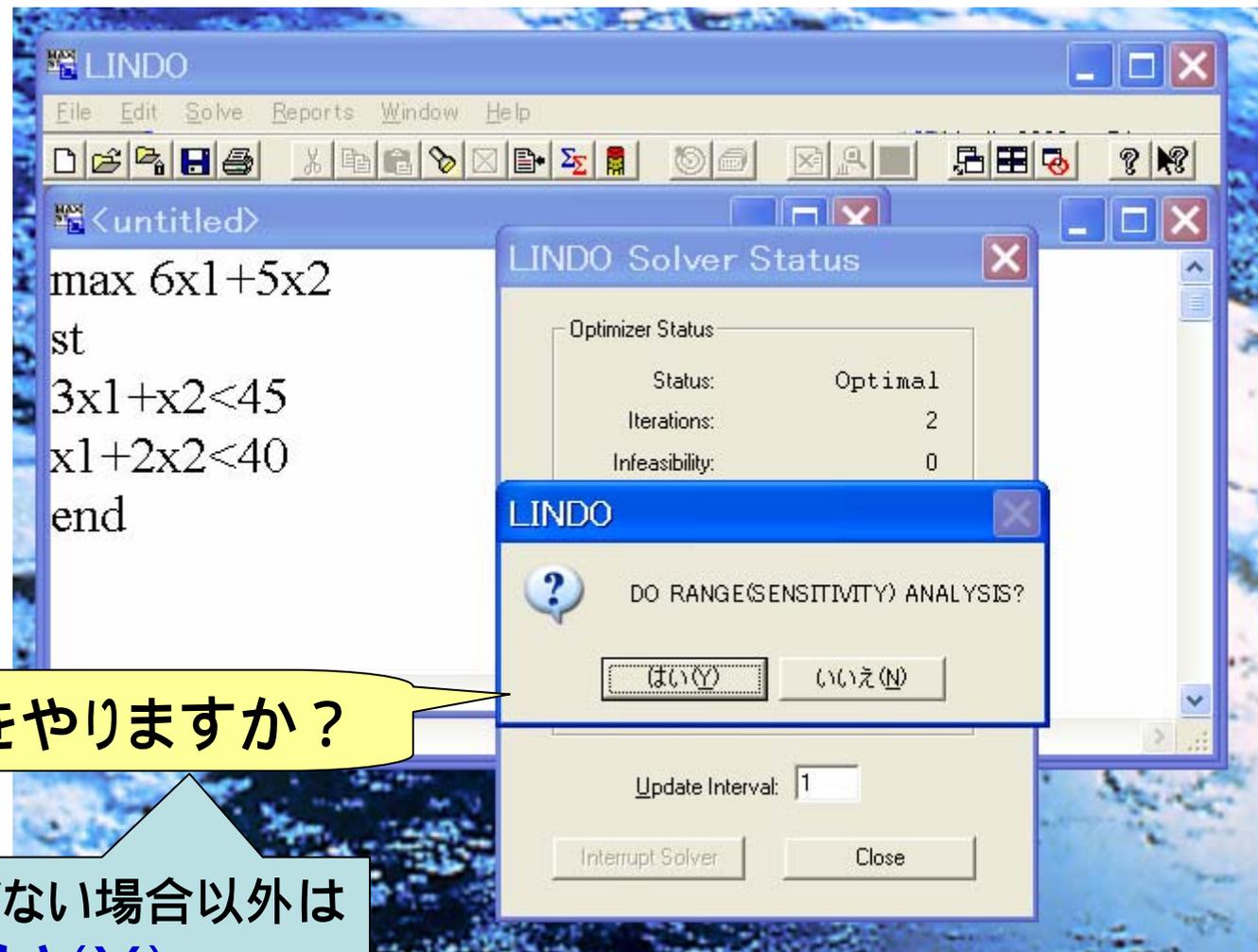


# 問題の解く

- 入力が済んだら問題を解かせる



# 最適解の前に(1)

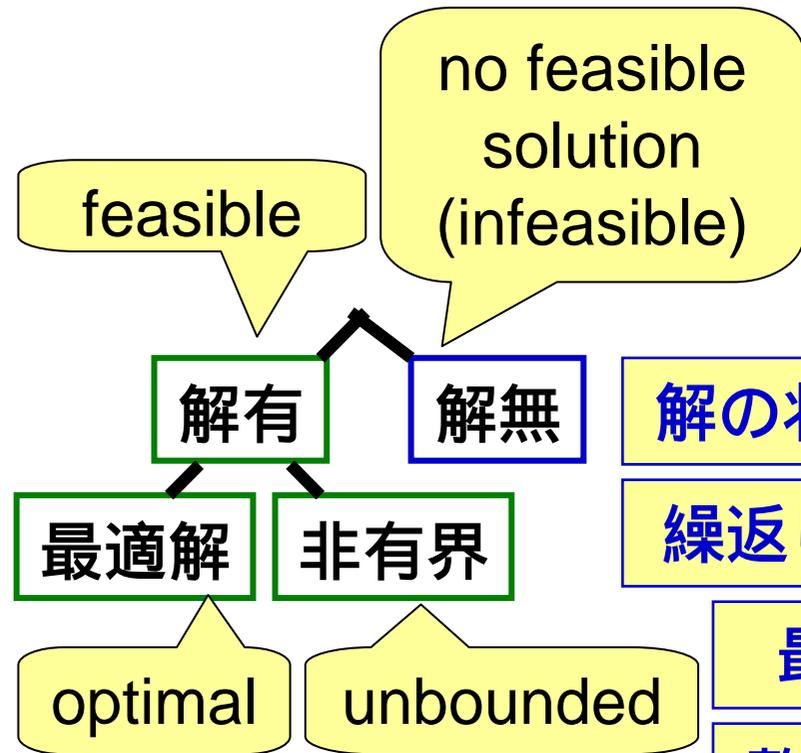


感度分析をやりますか？

特に必要がない場合以外は  
はい(Y)

# 最適解の前に(2)

ステータスwindow



解の状態

繰返し数

最適値

整数計画

計算時間

A screenshot of the 'LINDO Solver Status' window. The window title is 'LINDO Solver Status'. The main content area shows the following data:

Optimizer Status:	
Status:	Optimal
Iterations:	2
Infeasibility:	0
Objective:	135
Best IP:	N/A
IP Bound:	N/A
Branches:	N/A
Elapsed Time:	00:00:00

At the bottom, there is an 'Update Interval' set to 1, and two buttons: 'Interrupt Solver' and 'Close'.

No Answer

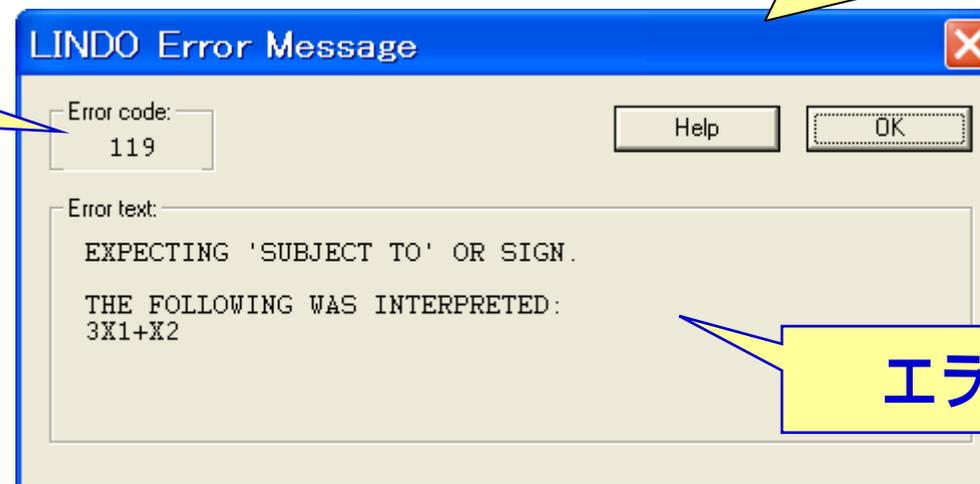
一覧したら「Close」

# エラー表示

入力に文法的なエラーがある場合

エラーメッセージ

エラー番号



エラーの内容

よくあるエラー:

- スペルミス
- 「st」の書き忘れ
- 変数名の不統一

# 結果表示

レポートwindow

LINDO Reports Window

OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1)	135.0000		
----	----------	--	--

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	10.000000	0.000000
X2	15.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.400000
3)	0.000000	1.800000

NO. ITERATIONS= 0

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	6.000000	9.000000	3.500000
X2	5.000000	7.000000	3.000000

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	45.000000	75.000000	25.000000
3	40.000000	50.000000	24.999998

最適値

変数

最適解

余り or 不足

行

感度分析での

の範囲

右辺の変化

infinity=

目的関数値

値

既約費用

限界価値

費用係数の変化

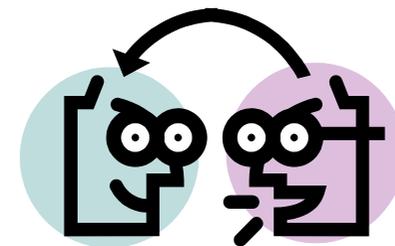
現在の値

の上限

の下限

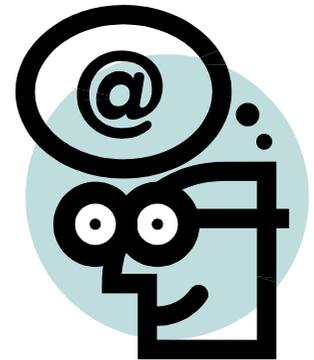
# データの扱い

- モデルwindow, レポートwindowは保存可能
  - 拡張子は「.ltx」
  - 保存はテキスト形式
- 体験版は変数数・制約式本数に制限有



# モデルwindow:書き方の約束

- 目的関数
  - 最大化 max
  - 最小化 min
- 制約条件式
  - 右辺は数字のみ  
(ミス例)  $3p < 4q + 5$
  - 不等号は「 $<$ 」or「 $\leq$ 」  
不号はLPでは不可
  - 等号は「 $=$ 」
  - 非負制約は自動記述
- 変数のオプション  
(endの後に記述)
  - 自由変数 free 変数名
  - 整数変数 gin 変数名
  - 0-1変数 int 変数名
- 変数名
  - 自由に使用可能



# 練習 モデル記述

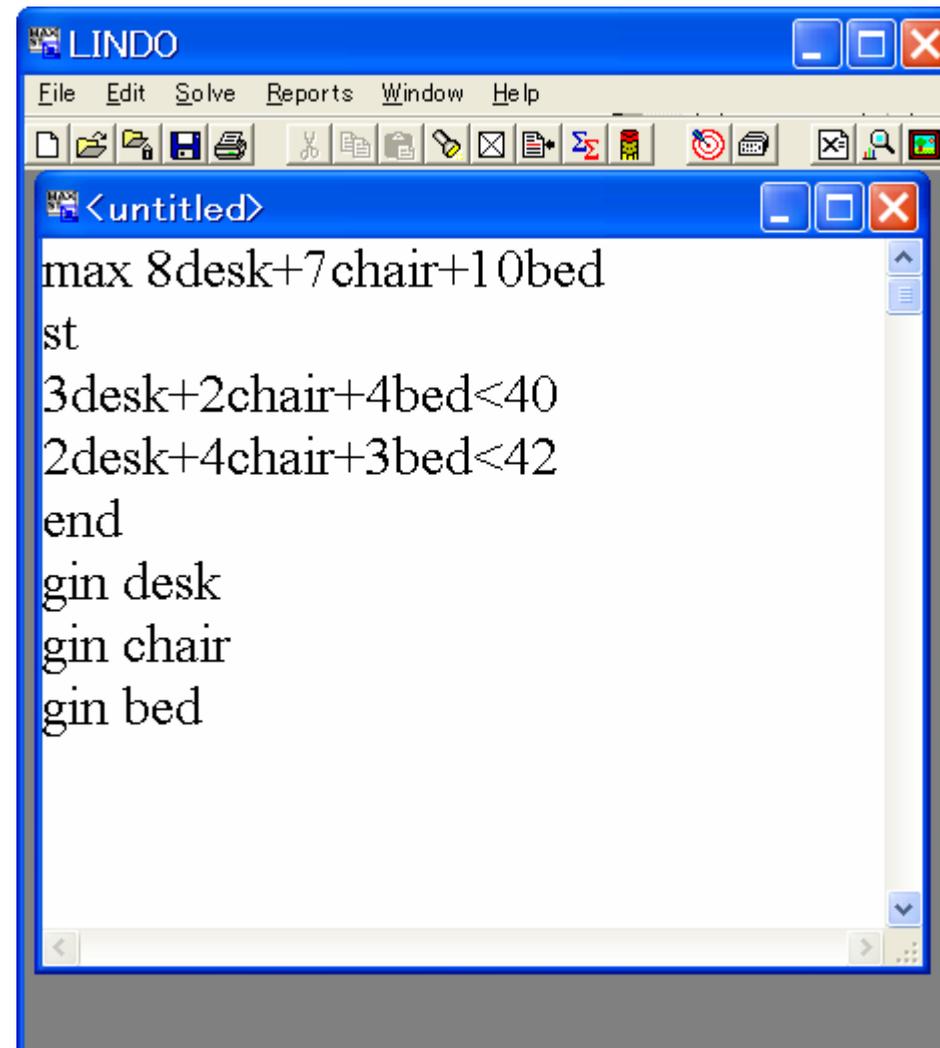
	机 1台	椅子 1脚	ベット 1台	労働制限
職人A	3時間	2時間	4時間	40時間/週
職人B	2時間	4時間	3時間	42時間/週
利益	8千円	7千円	10千円	

利益最大の生産計画は？

- LINDOに入力するモデルを記述してみよう
- 実際に入力し、結果を読んでみよう

# 回答例(1)

入力例



The screenshot shows the LINDO software interface. The main window, titled '<untitled>', contains the following text:

```
max 8desk+7chair+10bed
st
3desk+2chair+4bed<40
2desk+4chair+3bed<42
end
gin desk
gin chair
gin bed
```

# 回答例(2)

出力画面

最適値

最適解

```
LINDO
File Edit Solve Reports Window Help
LP OPTIMUM FOUND AT STEP      11
OBJECTIVE VALUE =    116.250000

FIX ALL VARS.(      1) WITH RC >  0.875000
SET      DESK TO >=      10 AT      1, BND=    115.0      TWIN=    114.0      16

NEW INTEGER SOLUTION OF      115.000000      AT BRANCH      2 PIVOT      16
BOUND ON OPTIMUM:    115.3750
DELETE      DESK AT LEVEL      1
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES=      2 PIVOTS=      16

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1)      115.0000

      VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
      DESK      10.000000      -8.000000
      CHAIR      5.000000      -7.000000
      BED      0.000000      -10.000000

      ROW      SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
2)      0.000000      0.000000
3)      2.000000      0.000000

NO. ITERATIONS=      16
BRANCHES=      2 DETERM.=  1.000E  0
```

# 演習1 生産計画

	製品P 1000ml	製品Q 1000ml	使用限度
原料A	1kg	7kg	140kg
原料B	2kg	4kg	100kg
原料C	3kg	2kg	120kg
利益	3万円	2万円	

利益を最大にするP,Qの生産量は？

原料A,B,Cの限界価値は？

原料A,B,Cの増加限界は？

製品Qの利益は推定値. どの程度の誤差なら最適解に影響はないのか？