

2004年度磐田南高校キャンパスゼミ

## LINGOを用いた計算機実習

PERT/CPMを線形計画問題として  
解く

2004年8月2日

### LINGOの起動 (Solaris) (1/5)



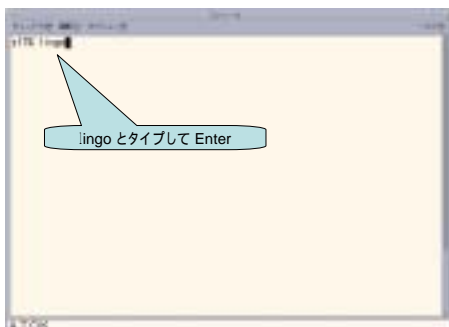
### LINGOの起動 (Solaris) (2/5)



### LINGOの起動 (Solaris) (3/5)



### LINGOの起動 (Solaris) (4/5)



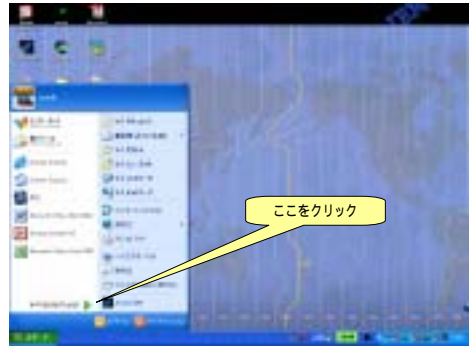
### LINGOの起動 (Solaris) (5/5)



LINGOの起動(Windows) (1/6)



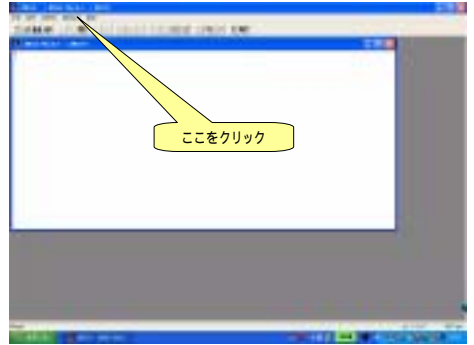
LINGOの起動(Windows) (2/6)



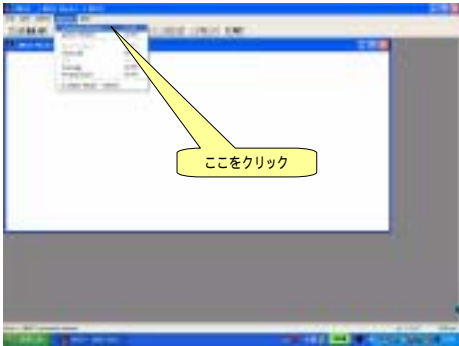
LINGOの起動(Windows) (3/6)



LINGOの起動(Windows) (4/6)



LINGOの起動(Windows) (5/6)



LINGOの起動(Windows) (6/6)



## 例題

作業	先行作業	標準作業日数 (最短作業日数)	短縮費用 (十万円)
A	なし	3 (2)	5
B	なし	8 (4)	6
C	A	6 (4)	4
D	A	7 (6)	3
E	C,B	2 (1)	7

## 例題

LINGOへの入力

```

最小化  x3
制約    x1  3
        x2  8
        x2  x1 + 6
        x3  x1 + 7
        x3  x2 + 2
        x1  0
        x2  0
        x3  0
    
```



```

min = x3;
x1 >= 3;
x2 >= 8;
x2 >= x1 + 6;
x3 >= x1 + 7;
x3 >= x2 + 2;
x1 >= 0;
x2 >= 0;
x3 >= 0;
    
```

## 問題の入力 (1)

```

Copyright (C) 1990-2000 LINGO System Inc.  Version 11.
Licensed material, all rights reserved.
Copying except as authorized in license agreement prohibited.

LINGO WELCOME

Licensed for educational use only.
Mail your order address.
Banner adware enabled.

: model
T min = 40;
T
    
```

## 問題の入力 (2)

```

Copyright (C) 1990-2000 LINGO System Inc.  Version 11.
Licensed material, all rights reserved.
Copying except as authorized in license agreement prohibited.

LINGO WELCOME

Licensed for educational use only.
Mail your order address.
Banner adware enabled.

: model
T min = 40;
T x1 = 3;
T
    
```

## 問題の入力 (3)

```

Copyright (C) 1990-2000 LINGO System Inc.  Version 11.
Licensed material, all rights reserved.
Copying except as authorized in license agreement prohibited.

LINGO WELCOME

Licensed for educational use only.
Mail your order address.
Banner adware enabled.

: model
T min = 40;
T x1 = 3;
T x2 = 8;
T
    
```

## 問題の入力 (4)

```

Copyright (C) 1990-2000 LINGO System Inc.  Version 11.
Licensed material, all rights reserved.
Copying except as authorized in license agreement prohibited.

LINGO WELCOME

Licensed for educational use only.
Mail your order address.
Banner adware enabled.

: model
T min = 40;
T x1 = 3;
T x2 = 8;
T x3 = x1 + 6;
T x3 = x1 + 7;
T x3 = x2 + 2;
T x1 = 0;
T x2 = 0;
T x3 = 0;
T
    
```

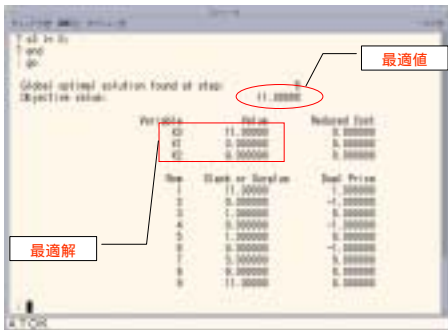
## LINGOに問題を解かせる (1)



## LINGOに問題を解かせる (2)

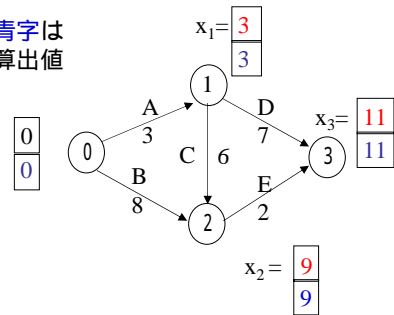


## 結果の読み方



## PERT情報の算出 (1)

青字は  
算出値



## PERT情報の算出 (2)

作業	先行作業	作業日数	トータルフロート	フリーフロート	最早開始	最遅開始	CP
A	なし	3	0	0	0	0	*
B	なし	8	0	0	0	0	*
C	A	6	0	0	3	3	*
D	A	7	0	0	3	3	*
E	C,B	2	0	0	9	9	*

## LINGOの終了



## 演習3

作業	先行作業	標準作業日数 (最短作業日数)	短縮費用 (十万円)
A	なし	3 (2)	5
B	なし	8 (4)	6
C	A	6 (4)	4
D	A	7 (6)	3
E	C,B	2 (1)	7

- プロジェクト完了日数を10日, 9日, 8日と短縮する場合, それぞれの完了日数で費用最小を達成するための短縮作業とその短縮日数を計算機を使って求めること.
- 最短のプロジェクト完了日数を求めること.

## CPMのLPモデル ( $x_3 = 10$ )

$$\text{Min. } 5x_A + 6x_B + 4x_C + 3x_D + 7x_E$$

$$\text{s.t. } \begin{array}{rcl} x_1 & 3 - x_A & x_A & 1 \\ x_2 & 8 - x_B & x_B & 4 \\ x_2 & x_1 + 6 - x_C & x_C & 2 \\ x_3 & x_1 + 7 - x_D & x_D & 1 \\ x_3 & x_2 + 2 - x_E & x_E & 1 \\ x_3 & = & 10 & \\ x_i & 0 & (i=1,2,3) & \\ x_i & 0 & (i=A,B,C,D,E) & \end{array}$$

## LINGOを使って解く

LINGOへの入力

$$\begin{array}{l} x_A \quad \Rightarrow \quad xA \\ 5x_A + 6x_B + \dots \quad \Rightarrow \quad 5*xA + 6*xB + \dots \\ x_A \leq 1 \quad \Rightarrow \quad xA \leq 1; \end{array}$$

## LINGOへの入力

```
min = 5*xA + 6*xB + 4*xC + 3*xD + 7*xE;
x1 >= 3 - xA;
x2 >= 8 - xB;
x2 >= x1 + 6 - xC;
x3 >= x1 + 7 - xD;
x3 >= x2 + 2 - xE;
x3 = 10;
xA <= 1;
xB <= 4;
xC <= 2;
xD <= 1;
xE <= 1;
x1 >= 0;
x2 >= 0;
x3 >= 0;
xA >= 0;
xB >= 0;
xC >= 0;
xD >= 0;
```

## 実行結果

Global optimal solution found at iteration: 5  
Objective value: 4.000000

Variable	Value	Reduced Cost
XA	0.000000	1.000000
XB	0.000000	0.000000
XC	1.000000	0.000000
XD	0.000000	3.000000
XE	0.000000	7.000000
X1	3.000000	0.000000
X2	8.000000	0.000000
X3	10.000000	0.000000

## 作業短縮に関する情報 ( $x_3 = 10$ )

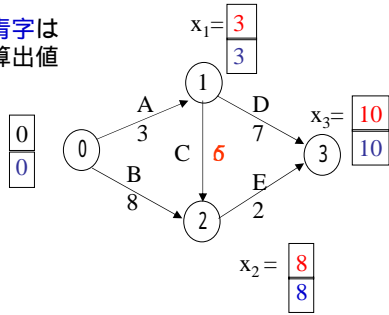
作業	先行作業	標準作業日数 (最短作業日数)	短縮費用 (十万円)	短縮日数
A	なし	3 (2)	5	$x_A = 0$
B	なし	8 (4)	6	$x_B = 0$
C	A	6 (4)	4	$x_C = 1$
D	A	7 (6)	3	$x_D = 0$
E	C,B	2 (1)	7	$x_E = 0$

$$5x_A + 6x_B + 4x_C + 3x_D + 7x_E = 4$$

作業Cの作業日数を6日から5日に1日短縮することで, 最小の費用でプロジェクトを10日で完了できる. そのときの費用は40万円である.

## PERT情報の算出 ( $x_3=10$ ) (1)

青字は  
算出値



## PERT情報の算出 ( $x_3=10$ ) (2)

作業	先行作業	作業日数	トータルフロート	フリーフロート	最早開始	最遅開始	CP
A	なし	3	0	0	0	0	*
B	なし	8	0	0	0	0	*
C	A	5	0	0	3	3	*
D	A	7	0	0	3	3	*
E	C,B	2	0	0	8	8	*

## 演習

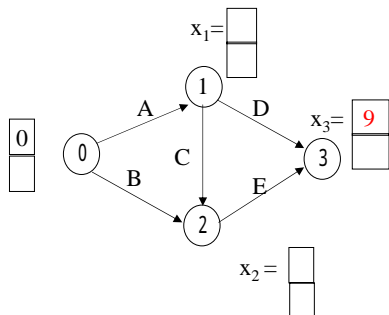
プロジェクト完了日数を9日、8日と短縮する場合について、同様の解析をしてみよう。

## 作業短縮に関する情報 ( $x_3=9$ )

作業	先行作業	標準作業日数	短縮費用	短縮日数
		作業 (最短作業日数)	(十万円)	
A	なし	3 (2)	5	$x_A =$
B	なし	8 (4)	6	$x_B =$
C	A	6 (4)	4	$x_C =$
D	A	7 (6)	3	$x_D =$
E	C,B	2 (1)	7	$x_E =$

$$5x_A + 6x_B + 4x_C + 3x_D + 7x_E =$$

## PERT情報の算出 ( $x_3=9$ ) (1)



## PERT情報の算出 ( $x_3=9$ ) (2)

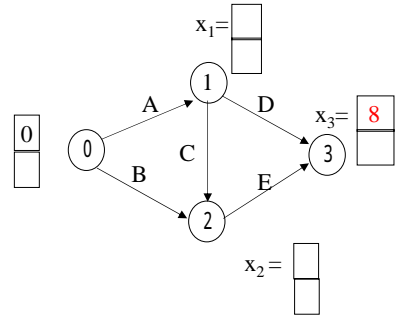
作業	先行作業	作業日数	トータルフロート	フリーフロート	最早開始	最遅開始	CP
A	なし						
B	なし						
C	A						
D	A						
E	C,B						

## 作業短縮に関する情報 ( $x_3=8$ )

作業	先行作業	標準作業日数 (最短作業日数)	短縮費用 (十万円)	短縮日数
A	なし	3 (2)	5	$x_A =$
B	なし	8 (4)	6	$x_B =$
C	A	6 (4)	4	$x_C =$
D	A	7 (6)	3	$x_D =$
E	C,B	2 (1)	7	$x_E =$

$$5x_A + 6x_B + 4x_C + 3x_D + 7x_E =$$

## PERT情報の算出 ( $x_3=8$ ) (1)



## PERT情報の算出 ( $x_3=8$ ) (2)

作業	先行作業	作業日数	トータル フロート	フリー フロート	最早 開始	最遅 開始	CP
A	なし						
B	なし						
C	A						
D	A						
E	C,B						