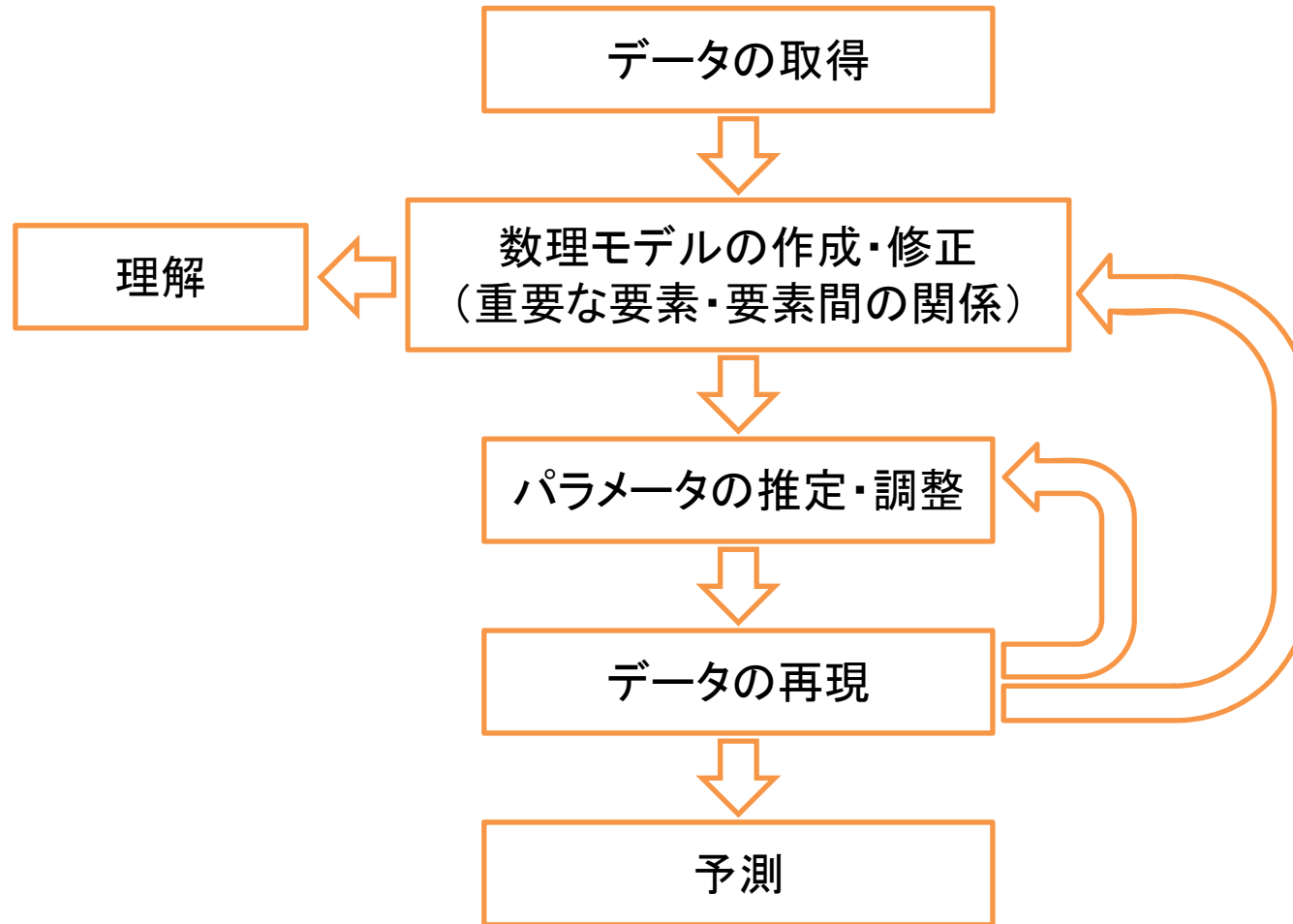


第8回 情報教育講習会
情報教育コース
Excelによるシミュレーション
(人口変動・携帯電話普及)

2007/08/21

情報科学部 情報科学科 仲 隆

シミュレーションの目的と方法



その1)人口変動

- 方法
 - 1970～1971年のデータでパラメータ推定
 - その後(～2006)をそのモデルで推定
- 仮定
 - マルサスのモデル: 出生数と死亡数は人口に比例する。
 - ヴェアフルストのモデル: 死亡の比例定数自体も人口に比例する。

人口変動データの取得

- 総務省
(<http://www.soumu.go.jp/>) / 政
策・統計情報 / 統計局の統計
→ 総務省統計局ホームページ
- 総務省統計局ホームページ
(<http://www.stat.go.jp/>)
- 分野別一覧 / 人口・世帯
- 総合統計書等 / 日本の長期統
計系列 / 第2章 人口・世帯
- 2-1 男女別人口・人口増加及び
人口密度(明治5年～平成18年)
(エクセル: 84KB)
([http://www.stat.go.jp/data/cho
uki/02.htm](http://www.stat.go.jp/data/cho
uki/02.htm))



人口変動のデータ(単位千人)

1950	84115	1960	94302	1970	104665	1980	117060	1990	123611	2000	126926
1951	84541	1961	94287	1971	106100	1981	117902	1991	124101	2001	127316
1952	85808	1962	95181	1972	107595	1982	118728	1992	124567	2002	127486
1953	86981	1963	96156	1973	109104	1983	119536	1993	124938	2003	127694
1954	88239	1964	97182	1974	110573	1984	120305	1994	125265	2004	127787
1955	90077	1965	99209	1975	111940	1985	121049	1995	125570	2005	127768
1956	90172	1966	99036	1976	113094	1986	121660	1996	125859	2006	127770
1957	90928	1967	100196	1977	114165	1987	122239	1997	126157		
1958	91767	1968	101331	1978	115190	1988	122745	1998	126472		
1959	92641	1969	102536	1979	116155	1989	123205	1999	126667		

人口変動の数理モデル

- マルサスのモデル
 - 英国の経済学者(1766～1834)
 - 人口論(1798)
 - 出生数と死亡数は、人口と時間区間に比例する。

$N(t)$:時刻 t での人口, Δt :時間間隔

$$\text{出生数} = \alpha N(t)\Delta t$$

$$\text{死亡数} = \beta N(t)\Delta t$$

マルサスのモデル

$$\begin{aligned}N(t + \Delta t) - N(t) &= \text{出生数} - \text{死亡数} \\ &= \alpha N(t)\Delta t - \beta N(t)\Delta t \\ &= (\alpha - \beta)N(t)\Delta t \\ &= \lambda N(t)\Delta t\end{aligned}$$

ただし、 $\lambda = \alpha - \beta$

$$\begin{aligned}N(t + \Delta t) &= N(t) + \lambda N(t)\Delta t \\ &= (1 + \lambda\Delta t)N(t)\end{aligned}$$

マルサスモデルのパラメータ

$$N(t + \Delta t) = (1 + \lambda \Delta t)N(t)$$

時間間隔 $\Delta t = 1$ 年

$$N(1971) = (1 + \lambda)N(1970)$$

$$1 + \lambda = N(1971) / N(1970)$$

$$\lambda = N(1971) / N(1970) - 1$$

$$= 105145000 / 103720000 - 1$$

$$= 0.0137389$$

演習：人口変動データの入力

	A	B	C	D	E	F
1		予測	データ	誤差		入
2	1970		104665			
3	1971		106100			
4	1972		107595			
5	1973		109104			
6	1974		110573			
7	1975		111940			
...			
34	2002		127486			
35	2003		127694			
36	2004		127787			
37	2005		127768			
38	2006		127770			
39						

1. タイトル行を入力。
※年のタイトルはなし。
2. 1970～2006の年と
人口変動データを
入力する。

演習：人口変動の予測

	A	B	C	D	E	F
1		予測	データ	誤差		λ
2	1970	104665	104665	0%		0.01371
3	1971	106100	106100	0%		
4	1972	107554.7	107595	0%		
5	1973	109029.3	109104	0%		
6	1974	110524.1	110573	0%		
35	2003	164044	127694	28%		
36	2004	166293.1	127787	30%		
37	2005	168573.1	127768	32%		
38	2006	170884.3	127770	34%		

1. λの下のセルに「=C3/C2-1」と入力。
2. 予測の行の1970に「=C2」と入力。
3. 予測の行の1971に「=(1+\$F\$2)*B2」と入力。
4. B3の内容を残りの予測行（B4～B38）にコピー。

演習：誤差の計算

人口変動シミュレーション.xlsx - Microsoft...

ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 校閲 表示 アドイン

MS Pゴシック 11

貼り付け クリップボード

配置 数値 スタイル セル 編集

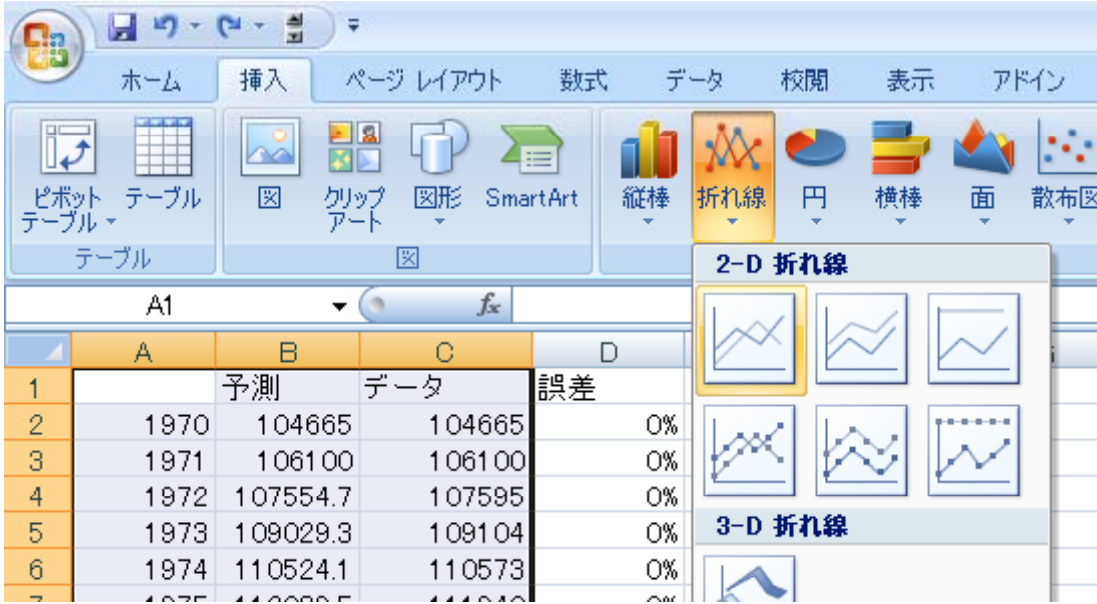
F2 $=C3/C2-1$

	A	B	C	D	E	F
1		予測	データ	誤差		λ
2	1970	104665	104665	0%		0.01371
3	1971	106100	106100	0%		
4	1972	107554.7	107595	0%		
5	1973	109029.3	109104	0%		
6	1974	110524.1	110573	0%		
35	2003	164044	127694	28%		
36	2004	166293.1	127787	30%		
37	2005	168573.1	127768	32%		
38	2006	170884.3	127770	34%		

コマンド 100%

1. 誤差のセル(D2)に「=ABS(B2-C2)/C2」と入力。
2. D2の内容を残りの誤差行(D3~D38)にコピー。

演習：人口変動グラフの作成

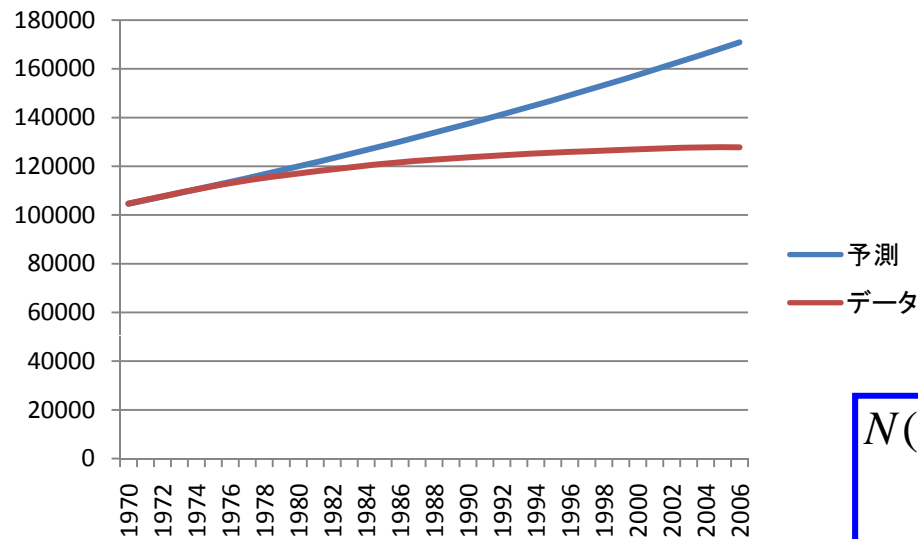


The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The 'Insert' ribbon is active, and the 'Line' chart type is selected. A data table is visible in the background, and a task list box is overlaid on the bottom right.

	A	B	C	D
1		予測	データ	誤差
2	1970	104665	104665	0%
3	1971	106100	106100	0%
4	1972	107554.7	107595	0%
5	1973	109029.3	109104	0%
6	1974	110524.1	110573	0%
7	1975	112000.5	112040	0%
8	1976	113500.5	113540	0%
9	1977	115000.5	115040	0%
10	1978	116500.5	116540	0%
11	1979	118000.5	118040	0%
12	1980	119500.5	119540	0%
13	1981	121000.5	121040	0%
14	1982	122500.5	122540	0%
15	1983	124000.5	124040	0%
16	1984	125500.5	125540	0%
17	1985	127000.5	127040	0%
18	1986	128500.5	128540	0%
19	1987	130000.5	130040	0%
20	1988	131500.5	131540	0%
21	1989	133000.5	133040	0%
22	1990	134500.5	134540	0%
23	1991	136000.5	136040	0%
24	1992	137500.5	137540	0%
25	1993	139000.5	139040	0%
26	1994	140500.5	140540	0%
27	1995	142000.5	142040	0%
28	1996	143500.5	143540	0%
29	1997	145000.5	145040	0%
30	1998	146500.5	146540	0%
31	1999	148000.5	148040	0%
32	2000	149500.5	149540	0%
33	2001	159636.6	127316	25%
34	2002	161825.3	127486	27%
35	2003	164044	127694	28%
36	2004	166293.1	127787	30%
37	2005	168573.1	127768	32%
38	2006	170884.3	127770	34%

1. データ範囲 (A1~C38) を選択。
2. 折れ線グラフを指定。

人口変動グラフ(マルサスモデル)



$$\begin{aligned} N(t + \Delta t) - N(t) &= \text{出生数} - \text{死亡数} \\ &= \alpha N(t)\Delta t - \beta N(t)\Delta t \\ &= (\alpha - \beta)N(t)\Delta t \\ &= \lambda N(t)\Delta t \end{aligned}$$

ただし、 $\lambda = \alpha - \beta$

$$\begin{aligned} N(t + \Delta t) &= N(t) + \lambda N(t)\Delta t \\ &= (1 + \lambda\Delta t)N(t) \end{aligned}$$

マルサスモデルの修正

- ヴェアフルストのモデル
 - オランダの数理生物学者
 - 人口過密の影響を導入(1837)
 - 出生数と死亡数は、人口と時間区間に比例する。死亡の比例定数は人口に比例する。

$N(t)$:時刻 t での人口, Δt :時間間隔

$$\text{出生数} = \alpha N(t) \Delta t$$

$$\text{死亡数} = \beta N(t) \Delta t = \varepsilon N(t) \cdot N(t) \Delta t$$

ヴェアフルストのモデル

$$\begin{aligned}N(t + \Delta t) - N(t) &= \text{出生数} - \text{死亡数} \\ &= \alpha N(t)\Delta t - \beta N(t)\Delta t \\ &\quad \beta \Rightarrow \varepsilon N(t) \\ &= \alpha N(t)\Delta t - \varepsilon N(t) \cdot N(t)\Delta t \\ &= (\alpha - \varepsilon N(t))N(t)\Delta t \\ N(t + \Delta t) &= N(t) + (\alpha - \varepsilon N(t))N(t)\Delta t \\ &= (1 + \alpha\Delta t - \varepsilon N(t)\Delta t)N(t)\end{aligned}$$

ヴェアフルストモデルのパラメータ

$$N(t + \Delta t) = (1 + \alpha\Delta t - \varepsilon N(t)\Delta t)N(t)$$

時間間隔 $\Delta t = 1$ 年

$$N(1971) = (1 + \alpha - \varepsilon N(1970))N(1970)$$

$$N(1981) = (1 + \alpha - \varepsilon N(1980))N(1980)$$

$$\alpha = 0.0687452$$

$$\varepsilon = 5.25818 \times 10^{-7}$$

演習：人口変動の予測の修正

	A	B	C	D	E	F
1		予測	データ	誤差		α
2	1970	104665	104665	0%		0.068745
3	1971	106100	106100	0%		ε
4	1972	107474.6	107595	0%		5.26E-07
5	1973	108789.4	109104	0%		
6	1974	110045	110573	0%		
35	2003	127002.9	127034	0%		
36	2004	127869.4	127787	0%		
37	2005	128062.4	127768	0%		
38	2006	128242.6	127770	0%		

$$\varepsilon = 5.25818 \times 10^{-7}$$

$$N(t + \Delta t) = (1 + \alpha \Delta t - \varepsilon N(t) \Delta t) N(t)$$

1. ε の下のセルに「5.25818E-7」と入力。
2. 予測の行の1971(B3)に「=(1+\$F\$2-\$F\$4*B2)*B2」と入力。
3. B3の内容を残りの予測行(B4~B38)にコピー。

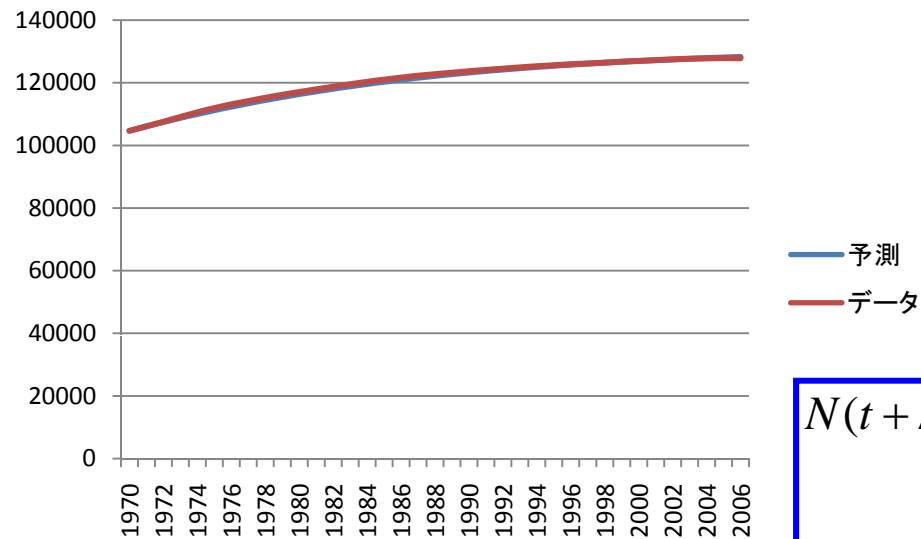
演習：人口変動グラフの作成2

The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The 'Insert' tab is active, and the 'Line' chart type is selected. A data table is visible in the background with columns for year, predicted data, actual data, and error rate.

	A	B	C	D
1		予測	データ	誤差
2	1970	104665	104665	0%
3	1971	106100	106100	0%
4	1972	107474.6	107595	0%
5	1973	108789.4	109104	0%
33	2001	127205.5	127315	0%
34	2002	127441.9	127486	0%
35	2003	127662.9	127694	0%
36	2004	127869.4	127787	0%
37	2005	128062.4	127768	0%
38	2006	128242.6	127770	0%

1. データ範囲 (A1～C38) を選択。
2. 折れ線グラフを指定。

人口変動グラフ (ヴェアフルストモデル)



$$\begin{aligned} N(t + \Delta t) - N(t) &= \text{出生数} - \text{死亡数} \\ &= \alpha N(t)\Delta t - \beta N(t)\Delta t \\ \beta &\Rightarrow \varepsilon N(t) \\ &= \alpha N(t)\Delta t - \varepsilon N(t) \cdot N(t)\Delta t \\ &= (\alpha - \varepsilon N(t))N(t)\Delta t \\ N(t + \Delta t) &= N(t) + (\alpha - \varepsilon N(t))N(t)\Delta t \\ &= (1 + \alpha\Delta t - \varepsilon N(t)\Delta t)N(t) \end{aligned}$$

その2) 携帯電話の普及

- 方法
 - 1988～1995年のデータでパラメータ推定
 - その後をそのモデルで推定
- 仮定
 - 1993までは口コミのみ。
 - 1994からはマスメディアの影響を考慮する。
 - 携帯電話を所有する可能性のある年齢層の人口を適当に設定した。

携帯電話普及データの取得

- 総務省
(<http://www.soumu.go.jp/>)
／政策・統計情報／情報通信統計データ
→情報通信統計データベース
- 情報通信統計データベース
(<http://www.johotsusintok ei.soumu.go.jp/>)
- 分野別データ／通信・契約数／携帯・PHSの加入契約数の推移
(<http://www.johotsusintok ei.soumu.go.jp/field/tsuushin02.html>)



携帯電話普及のデータ(単位千人)

1988	243	1995	10,204	2002	75,657
1989	490	1996	20,877	2003	81,520
1990	868	1997	31,527	2004	86,998
1991	1,378	1998	41,530	2005	91,792
1992	1,713	1999	51,139	2006	96,718
1993	2,131	2000	60,942		
1994	4,331	2001	69,121		

商品普及の数理モデル

- 口コミとマスメディアの影響
 - 口コミの影響は、商品の所有者数に比例する。
 - 口コミの影響は、未所有者数にも比例する。
 - マスメディアの影響は、未所有者数のみに比例する。

$N(t)$:時刻 t での所有者数, Δt :時間間隔
口コミによる増加 = $\alpha N(t)(\bar{N} - N(t))\Delta t$
マスメディアによる増加 = $\beta(\bar{N} - N(t))\Delta t$

商品普及の数理モデル

$$\begin{aligned} N(t + \Delta t) - N(t) &= \text{口コミ} + \text{マスメディア} \\ &= \alpha N(t)(\bar{N} - N(t))\Delta t + \beta(\bar{N} - N(t))\Delta t \\ &= (\alpha N(t) + \beta)(\bar{N} - N(t))\Delta t \\ N(t + \Delta t) &= N(t) + (\alpha N(t) + \beta)(\bar{N} - N(t))\Delta t \end{aligned}$$

α : 口コミの影響係数

β : マスメディアの影響係数

\bar{N} : 携帯電話購買層の人口

商品普及モデルパラメータの決定

$$N(t + \Delta t) = N(t) + (\alpha N(t) + \beta)(\bar{N} - N(t))\Delta t$$

$\beta = 0$ とすると

$$\alpha = (N(t + \Delta t) - N(t)) / (N(t)(\bar{N} - N(t))\Delta t)$$

$$\beta = (N(t + \Delta t) - N(t)) / ((\bar{N} - N(t))\Delta t) - \alpha N(t)$$

演習：携帯普及データの入力

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		予測	データ	誤差	α	β		
2	1988		243				総人口=	
3	1989		490				α =	
4	1990		868				β =	
5	1991		1,378					
6	1992		1,713					
16	2002		75,657					
17	2003		81,520					
18	2004		86,998					

1. タイトル行を入力。
※年のタイトルはなし。
2. 1988～2004の年と人口変動データを入力する。

演習：モデルパラメータ α の推定

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		予測	データ	誤差	α	β		
2	1988		243		1.172E-05		総人口=	87,000
3	1989		490		8.917E-06		α =	6.6E-06
4	1990		868		6.822E-06		β =	
5	1991		1,378		2.839E-06			
6	1992		1,713		2.861E-06			
7	1993		2,131					

携帯電話購買層の人口を設定： $\bar{N} = 87000$

$$\alpha = (N(t + \Delta t) - N(t)) / (N(t)(\bar{N} - N(t))\Delta t)$$

$$\beta = (N(t + \Delta t) - N(t)) / ((\bar{N} - N(t))\Delta t) - \alpha N(t)$$

1. H2に「87000」を入力。
2. E2に
「 $= (C3 - C2) / (C2 * (\$H\$2 - C2))$ 」
と入力。
3. E2の内容をE3～E6にコピー。
4. H3に
「 $= \text{AVERAGE}(E2:E6)$ 」と入力。

演習：モデルパラメータ β の推定

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		予測	データ	誤差	α	β		
2	1988		243		1.172E-05		総人口=	87,000
3	1989		490		8.917E-06		α =	6.6E-06
4	1990		868		6.822E-06		β =	0.02706
5	1991		1,378		2.839E-06			
6	1992		1,713		2.861E-06			
7	1993		2,131			0.011791		
8	1994		4,331			0.042323		

携帯電話購買層の人口を設定： $\bar{N} = 87000$

$$\alpha = (N(t + \Delta t) - N(t)) / (N(t)(\bar{N} - N(t))\Delta t)$$

$$\beta = (N(t + \Delta t) - N(t)) / ((\bar{N} - N(t))\Delta t) - \alpha N(t)$$

1. F7に
「 $= (C8 - C7) / (\$H\$2 - C7) - \$H\$3 * C7$ 」
と入力しF8にコピー。
2. H4に
「 $= AVERAGE(F7:F8)$ 」
と入力。

演習：携帯電話普及の予測

$$N(t + \Delta t) = N(t) + \alpha N(t)(\bar{N} - N(t))\Delta t$$

$$N(t + \Delta t) = N(t) + (\alpha N(t) + \beta)(\bar{N} - N(t))\Delta t$$

	A	B	C	D	E
1		予測	データ	誤差	α
2	1988	243	243	0%	1.17E-05
3	1989	383	490	22%	8.92E-06
4	1990	603	868	31%	6.82E-06
5	1991	948	1,378	31%	2.84E-06
6	1992	1,489	1,713	13%	2.86E-06
7	1993	2,333	2,131	9%	
8	1994	5,934	4,331	37%	
10	2002	82,041	70,007	37%	
17	2003	85,102	81,520	4%	
18	2004	86,225	86,998	1%	

1. 予測(B2)に「=C2」と入力。
2. 予測(B3)に「=B2+\$H\$3*B2*(\$H\$2-B2)」と入力。
3. B3の内容をB4～B7にコピー。
4. 予測(B8)に「=B7+(\$H\$3*B7+\$H\$4)*(\$H\$2-B7)」と入力。
5. B8の内容をB9～B18にコピー。
6. 誤差(D2)に「=ABS(B2-C2)/C2」と入力。
7. D2の内容をD3～D18にコピー。

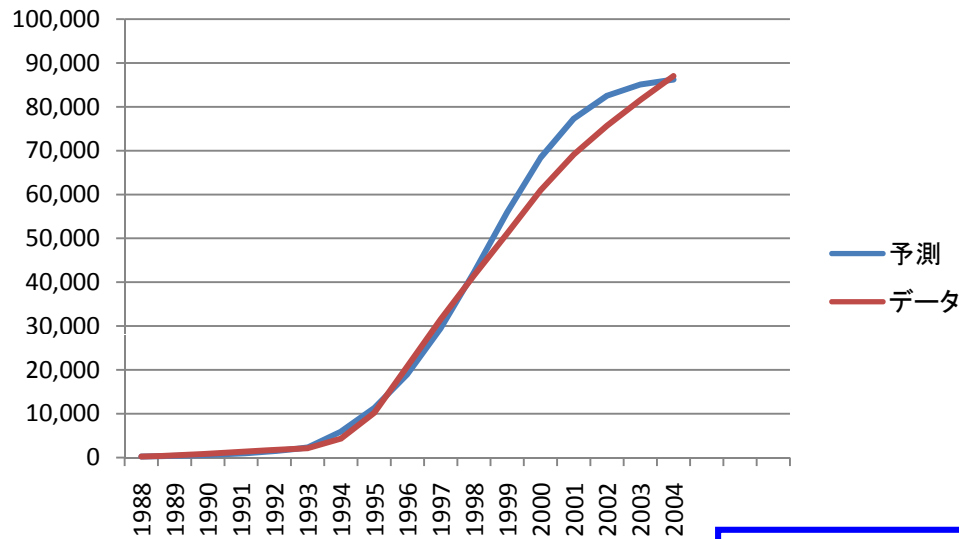
演習：携帯電話普及グラフの作成

The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The 'Insert' ribbon is active, and the 'Line' chart type is selected. A data table is visible in the background, and a red box highlights the first two steps of the process.

	A	B	C	D
1		予測	データ	誤差
2	1988	243	243	
3	1989	383	490	2
4	1990	603	868	3
5	1991	948	1,378	3
6	1992	1,489	1,713	1
7	1993	2,333	2,131	
15	2001	77,313	69,121	12%
16	2002	82,541	75,657	9%
17	2003	85,102	81,520	4%
18	2004	86,225	86,998	1%

1. データ範囲 (A1～C18) を選択。
2. 折れ線グラフを指定。

携帯電話普及グラフ



1998~1993

$$N(t + \Delta t) = N(t) + \alpha N(t)(\bar{N} - N(t))\Delta t$$

1994~2004

$$N(t + \Delta t) = N(t) + (\alpha N(t) + \beta)(\bar{N} - N(t))\Delta t$$

演習：携帯電話普及データの追加

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled "携帯電話の普及.xlsx". The data is organized as follows:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		予測	データ	誤差	α	β		
2	1988	243	243	0%	1.051E-05		総人口=	97,000
3	1989	383	490	22%	7.993E-06		α =	5.94E-06
4	1990	602	868	31%	6.112E-06		β =	0.024082
5	1991	948	1,378	31%	2.542E-06			
6	1992	1,489	1,713	13%	2.561E-06			
7	1993	2,333	2,131	9%		0.0105259		
8	1994	5,926	4,331	37%		0.037638		
...		
18	2004	95,864	86,998	10%				
19	2005	96,538	91,792	5%				
20	2006	96,814	96,718	0%				
21								

The red box contains the following instructions:

1. 2005年と2006年のデータ (B19, B20)を追加。
2. 総人口(H3)を97000に変更。

演習：携帯電話普及グラフの作成2

The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The 'Insert' ribbon is active, and the 'Line' chart type is selected. A tooltip for '2-D Line' is displayed, explaining that it shows trends over time or order. The spreadsheet data includes years from 1988 to 2006 and predicted values.

	A	B	C	D	G	H
1		予測	データ	誤差		
2	1988	243	243			
3	1989	383	490	2		
4	1990	602	868	3		
5	1991	948	1,378	3		
6	1992	1,489	1,713	1		
7	1993	2,333	2,131			
17	2003	94,207	81,020	10%		
18	2004	95,864	86,998	10%		
19	2005	96,538	91,792	5%		
20	2006	96,814	96,718	0%		

2-D 折れ線

折れ線

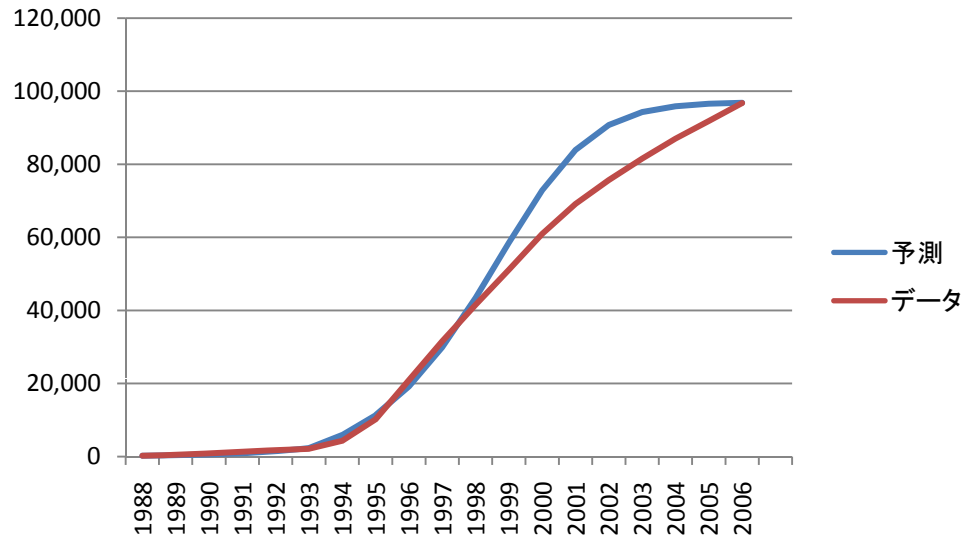
一定の時間（日、年など）や一定の順序で並んだ項目にわたるデータの傾向を表示します。

データ要素の数が多い場合や順序が重要な場合に便利です。

$\alpha = 97,000$
 $\alpha = 5.94E-06$
 $\beta = 0.024082$

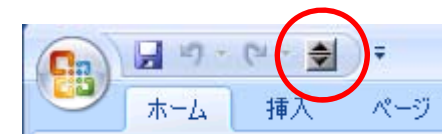
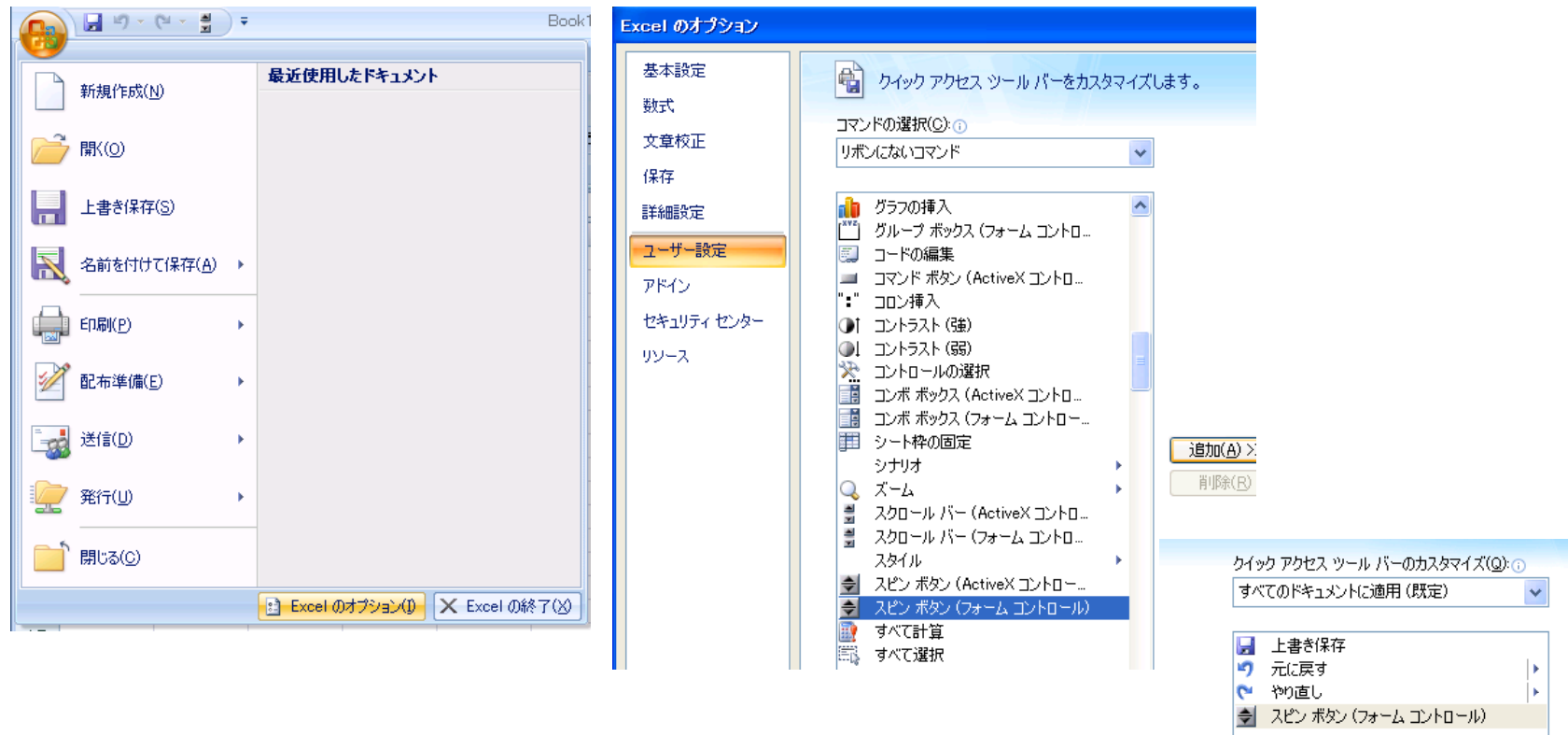
1. データ範囲 (A1～C20) を選択。
2. 折れ線グラフを指定。

携帯電話普及グラフ2



$\bar{N} : 87000 \Rightarrow 97000$
1998~1993
 $N(t + \Delta t) = N(t) + \alpha N(t)(\bar{N} - N(t))\Delta t$
1994~2004~2006
 $N(t + \Delta t) = N(t) + (\alpha N(t) + \beta)(\bar{N} - N(t))\Delta t$

演習 : Excelでスクロールバー(フォームコントロール)の有効化



演習：スライダの追加1

携帯電話の普及.xlsx - Microsoft Excel

ホーム 挿入 ページ レアウト 数式 データ 校閲 表示 アドイン

貼り付け クリップボ... フォント 配置 標準 数値 スタイル 挿入 削除 書式 セル 並べ替えと フィルタ 編集

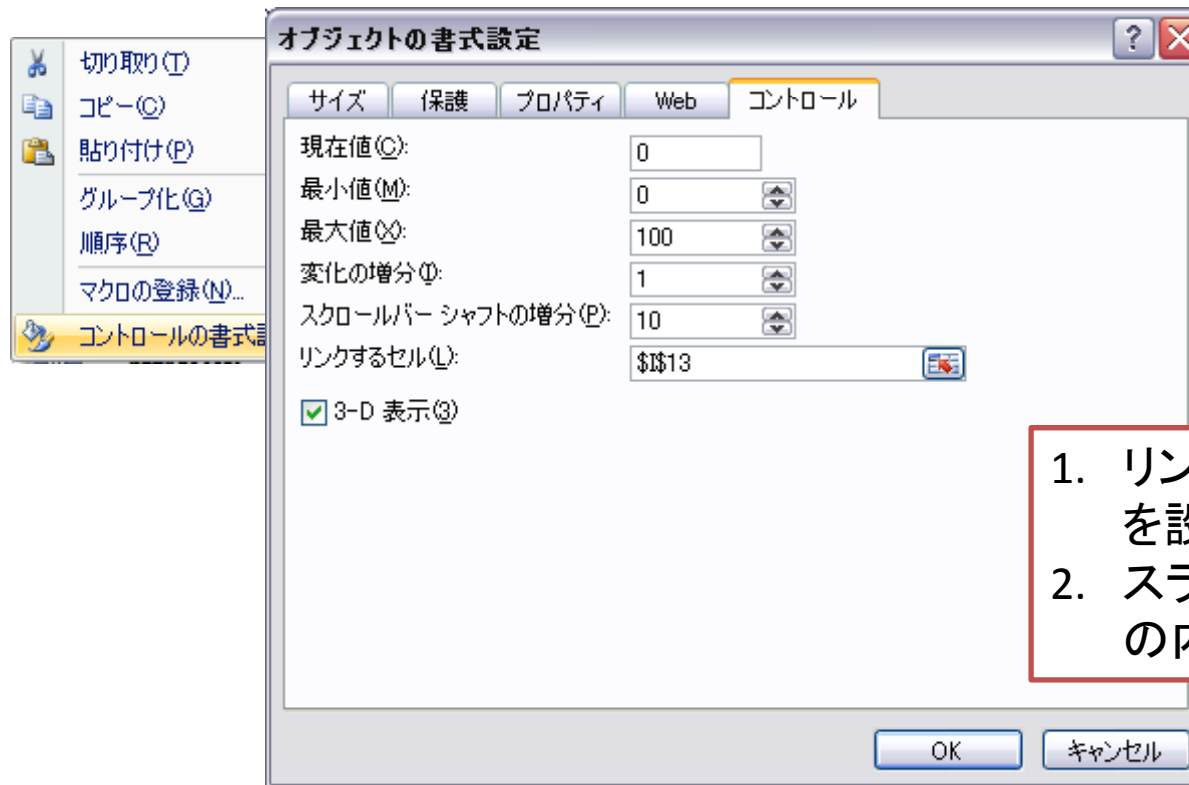
スクロール 4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		予測	データ	誤差	α	β			
2	1988	243	243	0%	1.1E-05	総人口=		97,000	
3	1989	383	490	22%	8E-06	$\alpha =$		5.943E-06	
4	1990	602	868	31%	6.1E-06	$\beta =$		0.024082	
5	1991	948	1,378	31%	2.5E-06				
6	1992	1,489	1,713	13%	2.6E-06				
7	1993	2,333	2,131	9%		0.0105			
8	1994	5,926	4,331	37%		0.0376			
9	1995	11,326	10,204	11%					
10	1996	19,156	20,877	8%					
11	1997	29,893	31,527	5%					
12	1998	43,430	41,530	5%					
13	1999	58,546	51,139	14%					
14	2000	72,851	60,942	20%					
15	2001	83,888	69,121	21%					
16	2002	90,740	75,657	20%					
17	2003	94,267	81,520	16%					

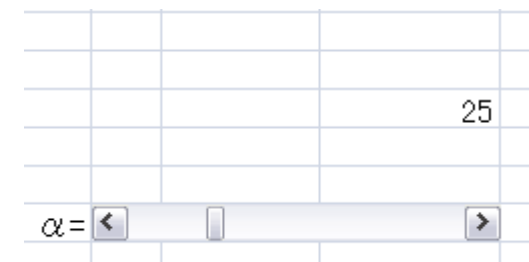
切り取り(T) コピー(C) 貼り付け(P) グループ化(G) 順序(O) マクロの登録(M)... コントロールの書式設定(F)...

$\alpha =$ [Slider]

演習：スライダの追加2



1. リンクするセルとして#B13を設定。
2. スライダーを移動してB13セルの内容が変わることを確認。



演習：スライダの追加3

コントロールの書式設定

サイズ 保護 プロパティ Web **コントロール**

現在値(C): 40

最小値(M): 0

最大値(O): 100

変化の増分(I): 1

スクロールバー シャフトの増分(P): 10

リンクするセル(L): \$I\$15

3-D 表示(O)

OK キャンセル

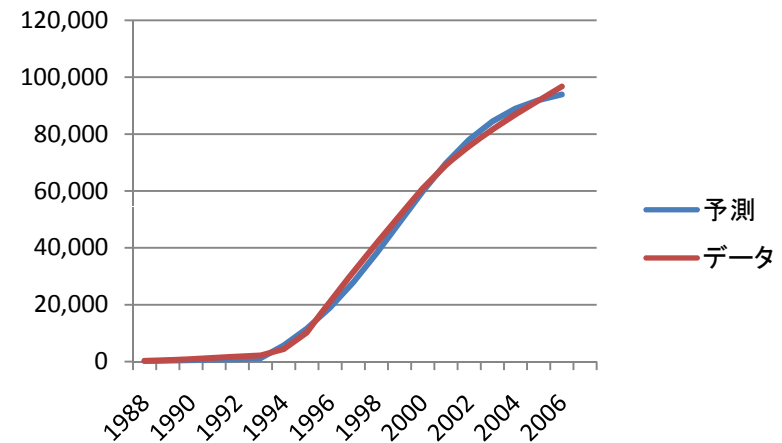
5%
14% 25
20%
21% 50
20% α = < [] >
16%
10% β = < [] >
5%

1. Bのスライダーも作成。
2. リンクするセルとして#I\$15を設定。
3. スライダーを移動してI15セルの内容が変わることを確認。

演習：モデルパラメータの調整

I13		F	G	H	I
1	予	β			
2	1988	総人口=		97,000	
3	1989	α =		3.74962E-06	
4	1990	β =		0.043023758	
5	1991				
6	1992				
7	1993	0.0152	α =	5.94275E-06	
8	1994	0.0471	β =	0.031167957	
9	1995				
10	1996				
11	1997				
12	1998				0.630957
13	1999				40
14	2000				1.380384
15	2001				57
16	2002	α =	<input type="text"/>		
17	2003				
18	2004	β =	<input type="text"/>		
19	2005				
20	2006				
21					

1. I12に「 $=10^{((I13-50)/50)}$ 」を入力。
2. I14に「 $=10^{((I15-50)/50)}$ 」を入力。
3. H7に「 $=AVERAGE(E2:E6)$ 」を入力。
4. H8に「 $=AVERAGE(F7:F8)$ 」を入力。
5. H3に「 $=H7*I12$ 」を入力。
6. H4に「 $=H8*I14$ 」を入力。
7. α と β のスライダーを動かしてパラメータを調整する。



商品普及モデルのさらなる改良

- 置いていた仮定
 - 1993までは口コミのみ。
 - 1994からはマスメディアの影響を考慮する。
 - 携帯電話を所有する可能性のある年齢層の人口を適当に設定した。
- 改良のアイデア
 - 購買人口の推定: 人口変動モデルとの合体
 - マスメディアの影響の推定: TV、インターネット普及データを利用したモデルの作成と合体
- 参考文献
 - 三井和夫著: Excelコンピュータシミュレーション、森北出版、2007年