

cs-9. 線形式, 線形計画法


(コンピューターサイエンス)

URL: <https://www.kkaneko.jp/cc/cs/index.html>

金子邦彦



謝辞：この資料では「いらすとや」のイラストを使用しています

- 
- ① 線形式、線形計画法の基本概念と有用性
 - ② Excelを用いた演習を通じて、線形式と線形計画法の理解を深める
 - ③ 身近な例（プリンとケーキの製造）を用いて、線形計画法を理解
 - ④ データ分析に必要な知識とExcelスキルを同時に学ぶ

アウトライン

1. 線形式
2. 線形式と Excel
3. 2変数の線形式と Excel
4. 線形不等式の制約条件と Excel
5. 線形計画法
6. 線形計画法と Excel
7. 線形計画法と Excel

Office 365 の種類



- Office 365 のオンライン版

WEBブラウザで使う。

<https://portal.office.com>

各自の **ID** と **パスワード** でサインインが必要。

- Office 365 のアプリ版

前もってインストールが必要。

インストールでは、大量の通信が行われる。

(時間がかかる。通信費用にも注意)

2種類ある。この授業では、**どちらを使用しても問題ない**

9-1 線形式

線形式の有用性

- **データ分析**

データの特徴抽出のため、**線形式**を用いた**データ変換**を行う

- **コンピュータグラフィクス**

3次元空間における**オブジェクトの移動、変形**のために**線形式**を利用

- **物理法則**

力学、電磁気学の方程式は、多くの場合**線形式**で表現される

- **線形計画法**

制約と、最大化あるいは最小化すべき目標関数を**線形式**で扱う

線形式

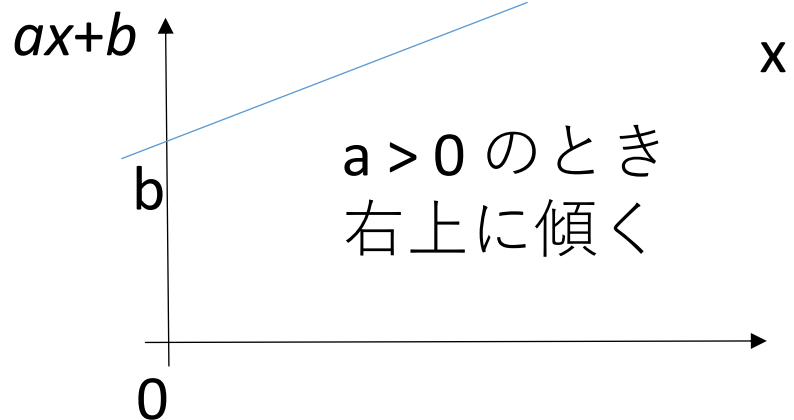
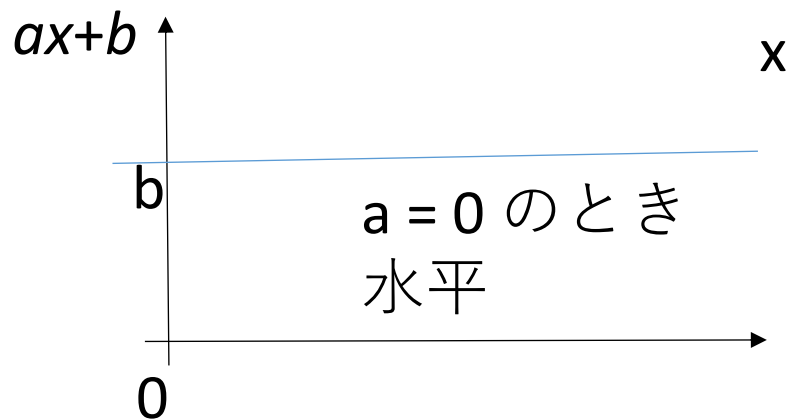
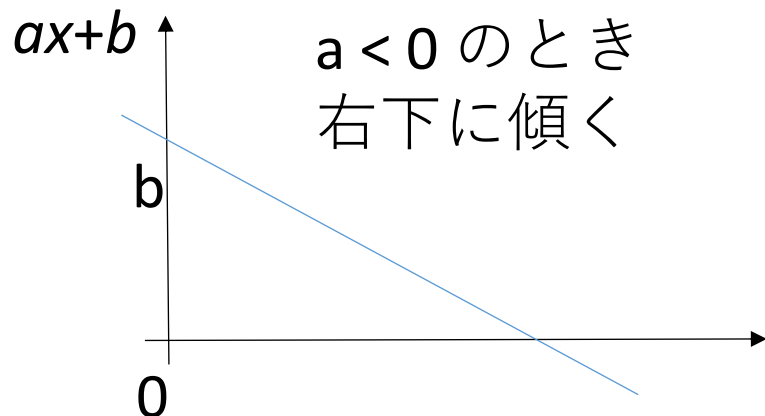
変数 x について

$$ax + b$$

a は傾き : x が1増えると、
結果がどの程度変化するか

b は、 $x = 0$ のときの結果
の値

x は変数で、値は変化する

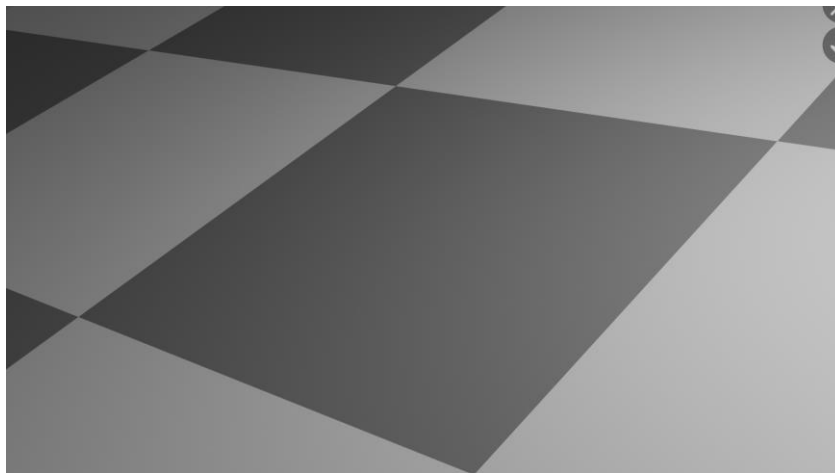


線形式



変数 x, y について

$$a x + b y + c$$



この式は、3次元空間中に平面を表す

a, b : 平面の傾斜

c : 平面の位置

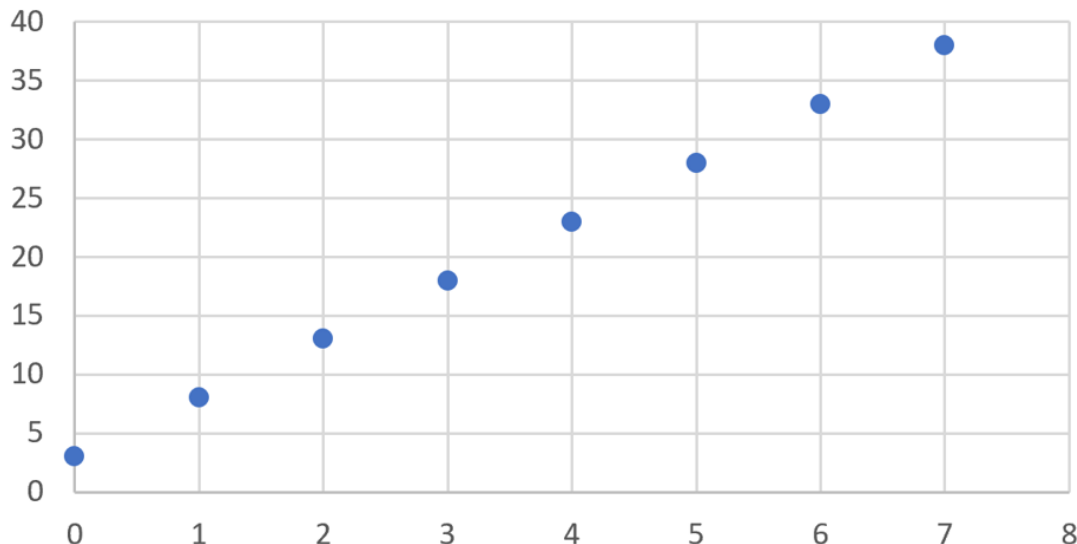
x, y : 変数、平面上の点の場所に応じて変わる値

9-2 線形式と Excel

線形式と Excel



Excel のグラフ作成機能（特に**散布図**）を用いてデータをプロットすることで、**線形式**の理解を深めることができる。



（この授業では行わないが）**Excel**には、データを線形式で近似する（線形近似）といった、**線形式に関する機能**が備わっている。その利用により、データの傾向の把握などが可能になる。

演習

変数 x についての線形式

$$5x + 3$$

この散布図を作成

【トピックス】

- 線形式
- Excel の散布図

① セル B1, B2 に a, b の値を置く

	A	B	
1	a	5	
2	b	3	

② セル A3 から A10 に x の値を書く

	A	B	C
1	a	5	
2	b	3	
3	0		
4	1		
5	2		
6	3		
7	4		
8	5		
9	6		
10	7		

③ セル B3 に式「= A3 * \$B\$1 + \$B\$2」を書く

	A	B	C	D
1	a	5		
2	b	3		
3	0	= A3 * \$B\$1 + \$B\$2		
4	1			

④ この式を B4 から B10 にコピーする

	A	B
1	a	5
2	b	3
3	0	3
4	1	8
5	2	13
6	3	18
7	4	23
8	5	28
9	6	33
10	7	38

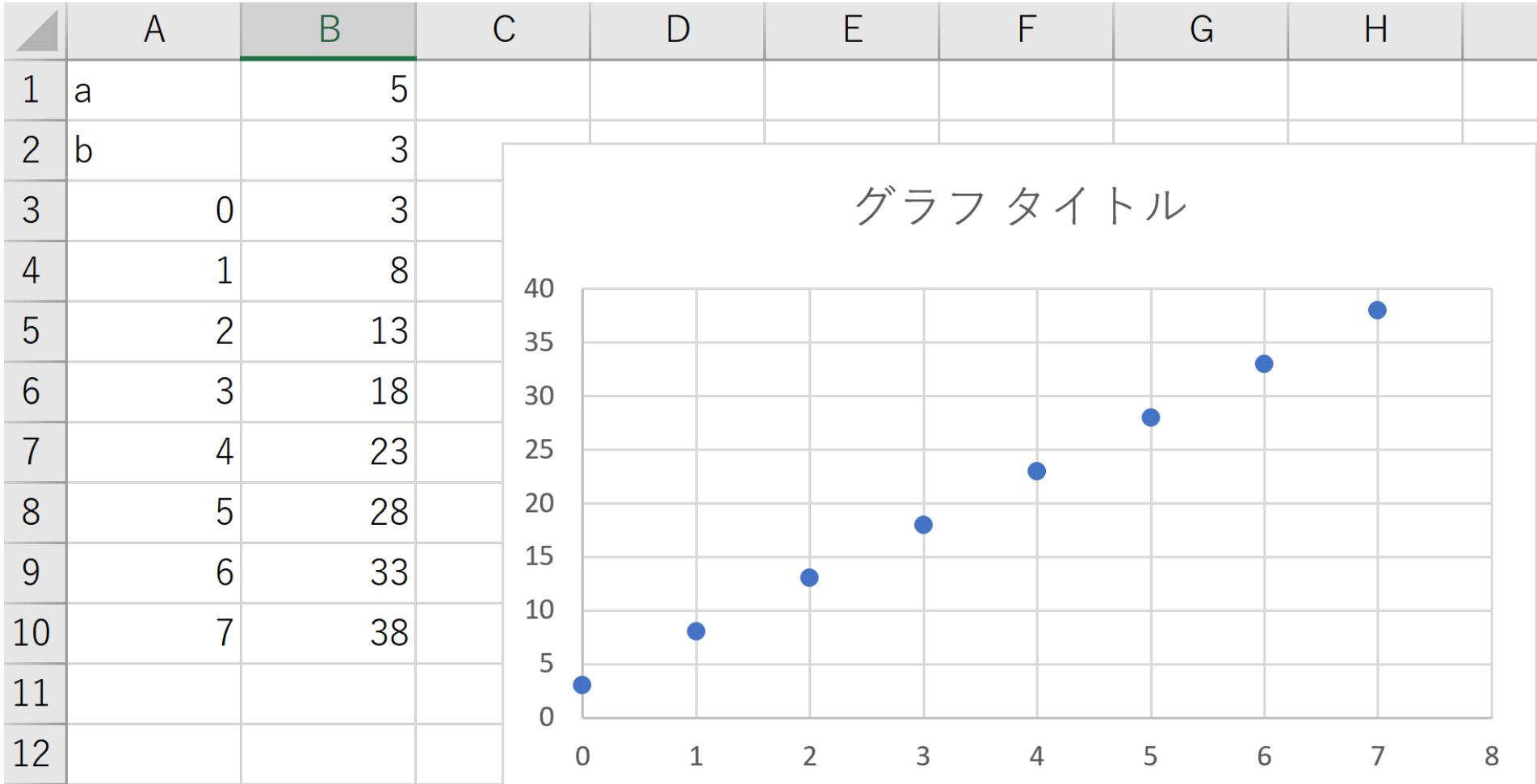
⑤ B列の値を確認する

	A	B
1	a	5
2	b	3
3	0	3
4	1	8
5	2	13
6	3	18
7	4	23
8	5	28
9	6	33
10	7	38

$$5x + 3$$

$x = 0$ のとき 3

x が 1 増えると, 5 増える



ここまでのまとめ



- **線形式**はデータ分析、コンピュータグラフィクス、物理法則、そして**線形計画法**など、**多くの領域で利用される。**
- **線形式 “ $ax+b$ ”**において、**a** は **x** が **1** 増えるときの**結果の変化量（傾き）**、**b** は $x = 0$ のときの**結果の値**を表す。
（この式で、 x は変数であり、その値は変化する。）
- **Excelのグラフ作成機能**を用いて、データをプロットすることで、線形式の理解を深めることができる。ツールを使いこなす能力は、**データ分析などの実務に直結する。**

9-3 2変数の線形式と Excel

いまから行うこと

- 2つの変数： x, y

(x はプリン^oの個数、 y はケーキの枚数)

- プリン1個を作るのに卵2個、ケーキ1枚を作るのに卵1個が必要であるとき

たまごの使用量は $2x + y$

- プリン1個を作るのに牛乳 100、ケーキ1枚を作るのに牛乳 200が必要であるとき

牛乳の使用量は $100x + 200y$

たまごについての線形式

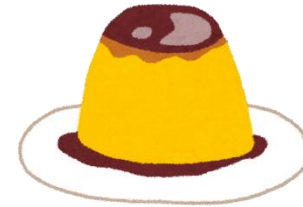
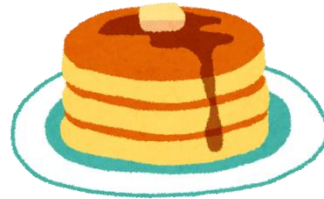


資源

たまご

製品

プリン、ケーキ



たまご 2 個必要 → プリン 1 個

たまご 1 個必要 → ケーキ 1 枚

プリン^の個数を x , ケーキ^の個数を y とすると：
資源と製品^の関係は線形式になる

$$\text{たまご} = 2x + y$$

線形式

演習

変数 x, y についての線形式

$$\text{たまご} = 2x + y$$

$$\text{牛乳} = 100x + 200y$$

この式をさまざまな x, y の
値で計算

【トピックス】

- 線形式

① 次の値を書く。数字は半角で。

プリン **1** 個 → たまご **2** 個必要
ケーキ **1** 枚 → たまご **1** 個必要

B 列はあとで使いたいのであけておく

	A	B	C	D
1			プリン	ケーキ
2	たまご		2	1
3				

② 次を書き加える。数字は半角で。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0						
3					1						
4					2						
5					3						
6					4						
7					5						
8											

③ たまごをどれだけ使うか。

「 $2x + y$ 」を求めるための、次の式を書く。

セル F2 に式「 $=\$C\$2 * F\$1 + \$D\$2 * \$E2$ 」

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0					
3					1						
4					2						
5					3						
6					4						
7					5						

0 になるので確認

④ セル F2 の式を, F3 から F7 (セル 5個分) に「コピー&貼り付け」する. 右クリックメニューが便利

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0					
3					1	1					
4					2	2					
5					3	3					
6					4	4					
7					5	5					

0
1
2
3
4
5

のようになっている
ことを確認.

⑤ セル F2 の式を, G2 から K7 に「コピー&貼り付け」する。 右クリックメニューが便利

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3					1	1	3	5	7	9	11
4					2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15

たまごの量

プリン

C	D	E	F	G	H	I	J	K
プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	1	0	0	2	4	6	8	10
		1	1	3	5	7	9	11
		2	2	4	6	8	10	12
		3	3	5	7	9	11	13
		4	4	6	8	10	12	14
		5	5	7	9	11	13	15

ケーキ

$2x + y$

⑥ セル C2 の値を, 4 に変えてみる. 数字は半角で. 変化を見る

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		4	1	0	0	4	8	12	16	20
3					1	1	5	9	13	17	21
4					2	2	6	10	14	18	22
5					3	3	7	11	15	19	23
6					4	4	8	12	16	20	24
7					5	5	9	13	17	21	25

自動計算

⑦ セル C2 の値を, 2 に戻しておく. 数字は半角で.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3					1	1	3	5	7	9	11
4					2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15

自動計算

いまのエクセルファイルに書き加える

資源と製品の関係は線形式になる

$$\text{牛乳} = 100x + 200y$$

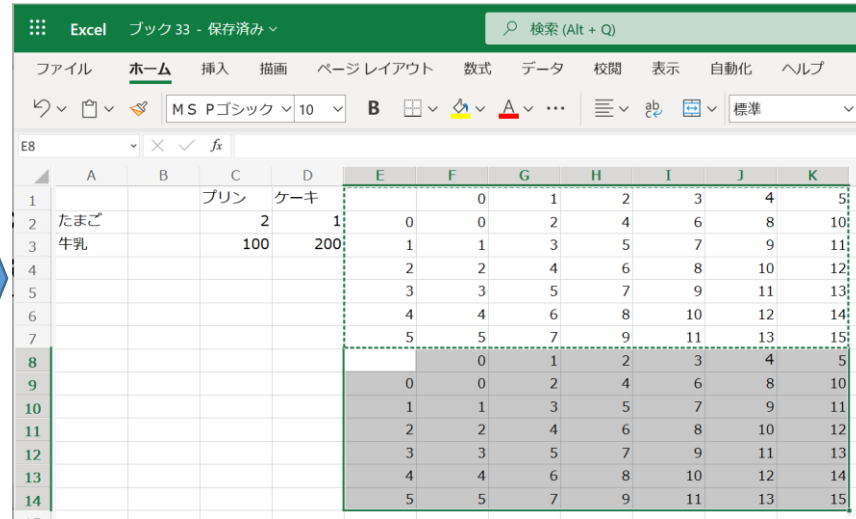
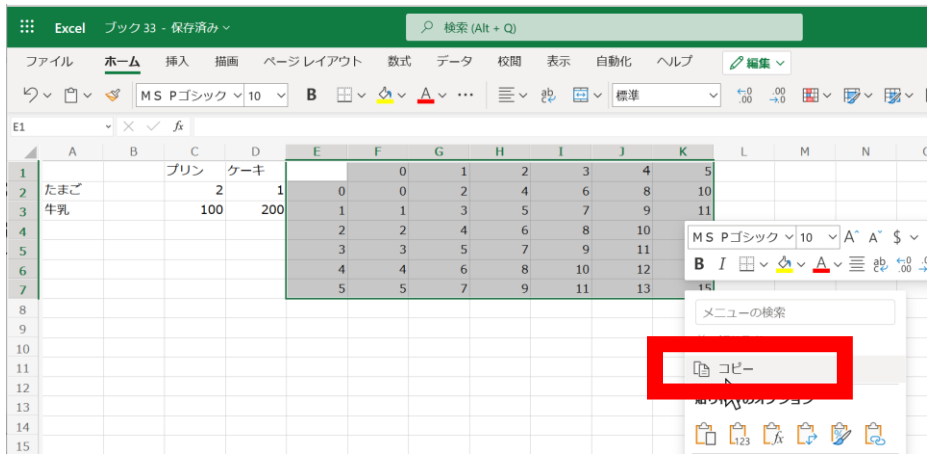


⑧ 必要な牛乳の量を求めたい。

まず，Excel で次の値を書き加える。（セル **A3**，**C3**，**D3**）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3	牛乳		100	200	1	1	3	5	7	9	11
4					2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15

⑨ セル E1 から K7 を範囲選択し, 右クリックメニューで「コピー」を選び, E8 から K14 に張り付ける



⑩ 牛乳をどれだけ使うか。

「 $100x + 200y$ 」を求めるための、次の式を書く。

セル F9 に式 「 $=\$C\$3 * F\$8 + \$D\$3 * \$E9$ 」

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3	牛乳		100	200	1	1	3	5	7	9	11
4					2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15
8						0	1	2	3	4	5
9					0	0	2	4	6	8	10
10					1	1	3	5	7	9	11
11					2	2	4	6	8	10	12
12					3	3	5	7	9	11	13
13					4	4	6	8	10	12	14
14					5	5	7	9	11	13	15

0 になるので確認

⑪ セル F9 の式を, F10 から F14 (セル 5個分) に「コピー&貼り付け」する. 右クリックメニューが便利

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3	牛乳		100	200	1	1	3	5	7	9	11
4					2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15
8						0	1	2	3	4	5
9					0	0	2	4	6	8	10
10					1	200	3	5	7	9	11
11					2	400	4	6	8	10	12
12					3	600	5	7	9	11	13
13					4	800	6	8	10	12	14
14					5	1000	7	9	11	13	15

0
200
400
600
800
1000
のようになっている
ことを確認.

⑫ セル F9 の式を, G9 から K14 に「コピー&貼り付け」する。 右クリックメニューが便利

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3	牛乳		100	200	1	1	3	5	7	9	11
4					2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15
8						0	1	2	3	4	5
9					0	0	100	200	300	400	500
10					1	200	300	400	500	600	700
11					2	400	500	600	700	800	900
12					3	600	700	800	900	1000	1100
13					4	800	900	1000	1100	1200	1300
14					5	1000	1100	1200	1300	1400	1500

牛乳の量

	0	1	2	3	4	5
0	0	100	200	300	400	500
1	200	300	400	500	600	700
2	400	500	600	700	800	900
3	600	700	800	900	1000	1100
4	800	900	1000	1100	1200	1300
5	1000	1100	1200	1300	1400	1500

プリン

ケーキ

$100x + 200y$

次で使うので, Excel を閉じないこと

9-4 線形不等式の制約条件と Excel

線形不等式



- 線形不等式は、意外と難しいものではない。
- 線形不等式は、**数値の範囲を制約する**ために使うことができる

例えば、ある数値 (a、b、c) が与えられたとき、

「 $2a + 3b + c \leq 1000$ 」のような条件式を設ける。

この条件式は、 $2a + 3b + c$ の値が1000を超えないようにする制約を表す。

- 線形不等式は数値の範囲を制約するために使うことができる。

いまから行うこと

- たまごの使用量は $2x + y$
- 牛乳の使用量は $100x + 200y$

卵は限りがある（量が10である）という制約条件

線形不等式

$$2x + y \leq 10$$

牛乳は限りがある（量が1000である）という制約条件

線形不等式

$$100x + 200y \leq 1000$$

演習

変数 x, y についての線形不等式

たまご $2x + y \leq 10$

牛乳 $100x + 200y \leq 1000$

x, y の値によっては、制約条件を満足する場合もあれば、制約条件を満足しない場合もある。

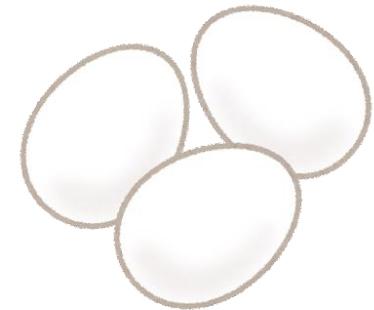
【トピックス】

- 制約条件
- 条件付き書式設定

たまご = $2x + y$



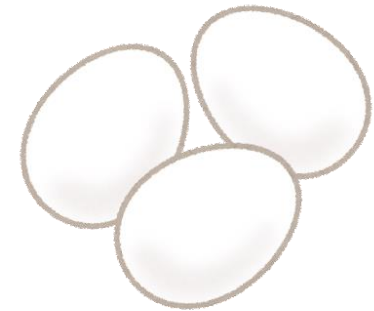
たまごが **10** しかありません (制約条件)



たまご = $2x + y$



たまごが **10** しかありません (制約条件)



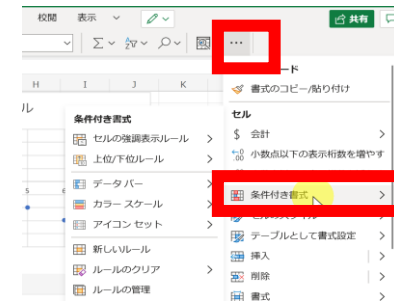
変数 x, y について

$$2x + y \leq 10$$

① 前のパート「9-3. 2変数の線形式と Excel」のものを引き続き使用する

② セル F2 から K7 を範囲選択し、条件付き書式

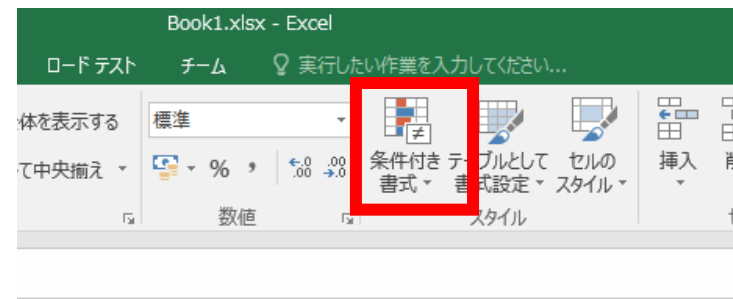
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ							
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3	牛乳		100	200	1	1	3	5	7	9	11
4					2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15
8					0	0	100	200	300	400	500
9					1	200	300	400	500	600	700
10					2	400	500	600	700	800	900
11					3	600	700	800	900	1000	1100
12					4	800	900	1000	1100	1200	1300
13					5	1000	1100	1200	1300	1400	1500
14											
15											



どちらかの表示



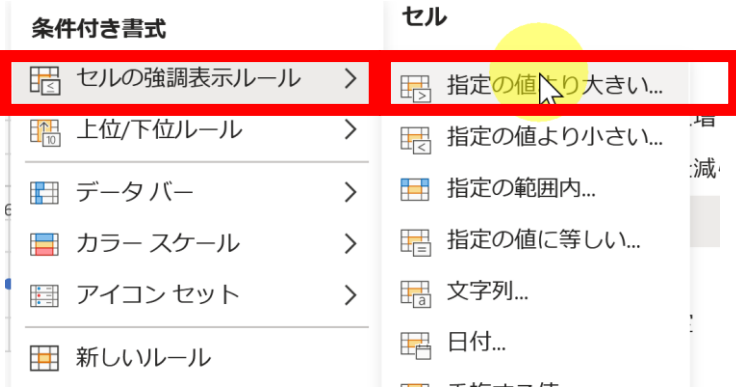
オンライン版



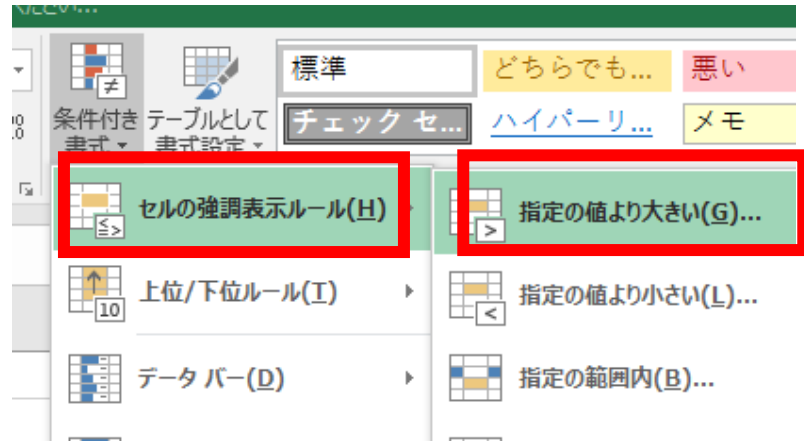
アプリ版

次ページに続く

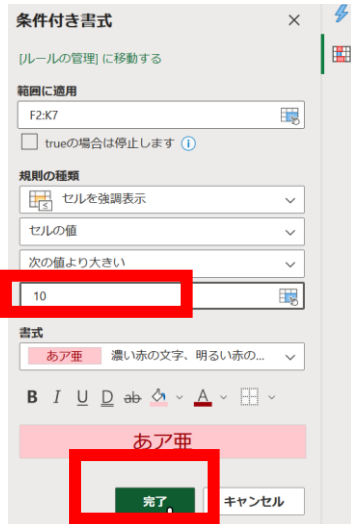
③ 「セルの強調表示ルール」 → 「指定の値より大きい」と操作. 「10」を指定し、OKをクリック



指定の値より大きい

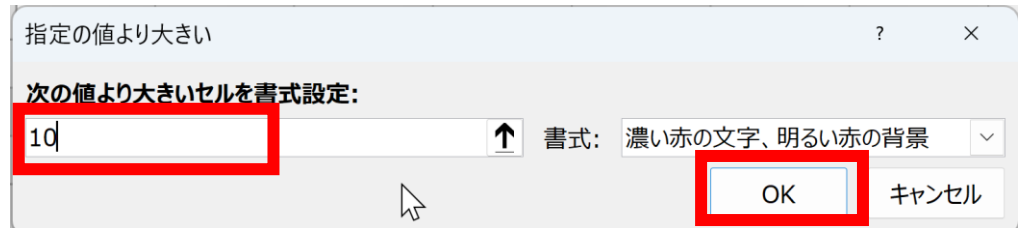


指定の値より大きい



「10」は半角で

オンライン版



「10」は半角で

アプリ版

いまできたこと



たまごの量

プリン

	E	F	G	H	I	J	K
		0	1	2	3	4	5
L	0	0	2	4	6	8	10
0	1	1	3	5	7	9	11
	2	2	4	6	8	10	12
	3	3	5	7	9	11	13
	4	4	6	8	10	12	14
	5	5	7	9	11	13	15

ケーキ

ピンクの部分は材料不足
(制約条件を満たさない)

牛乳 = $100x + 200y$



牛乳が **1000** しかありません (制約条件)



牛乳 = $100x + 200y$



牛乳が **1000** しかありません (制約条件)

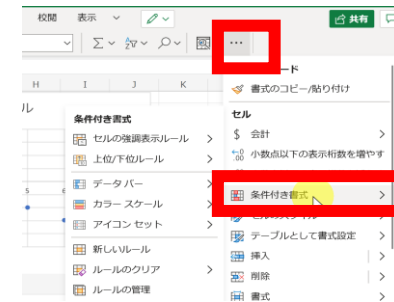


変数 x, y について

$$100x + 200y \leq 1000$$

④ セル F9 から K14 を範囲選択し、条件付き書式

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3	牛乳		100	200	1	1	3	5	7	9	11
4					2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15
8											
9						0	100	200	300	400	500
10						200	300	400	500	600	700
11						400	500	600	700	800	900
12						600	700	800	900	1000	1100
13						800	900	1000	1100	1200	1300
14						1000	1100	1200	1300	1400	1500

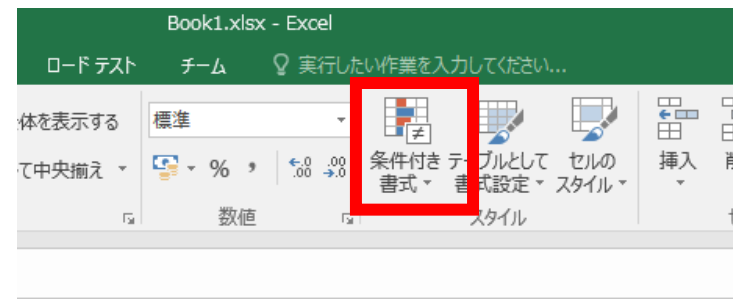


どちらかの表示



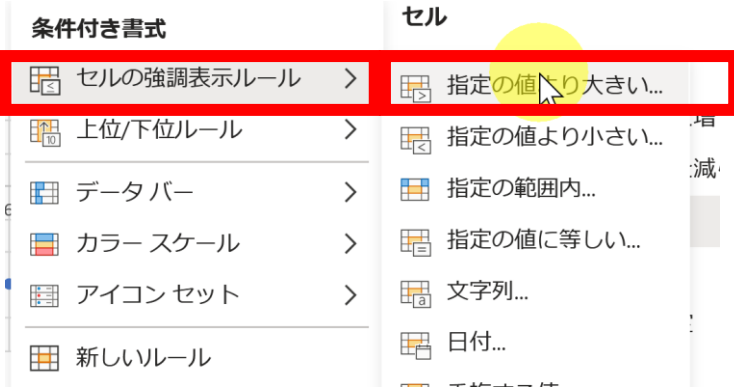
オンライン版

次ページに続く

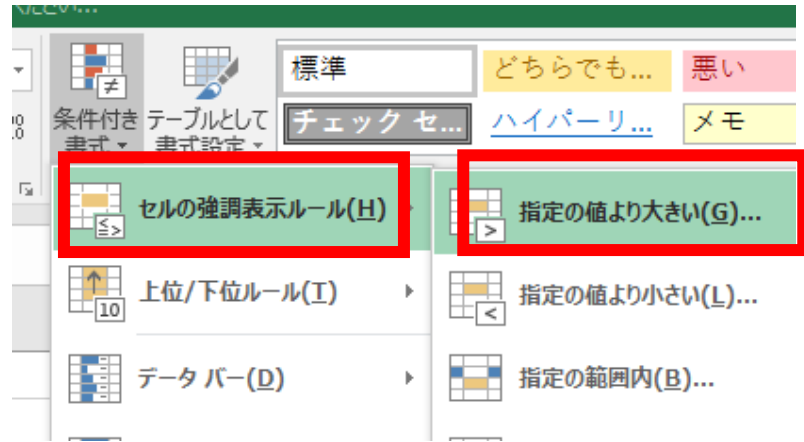


アプリ版

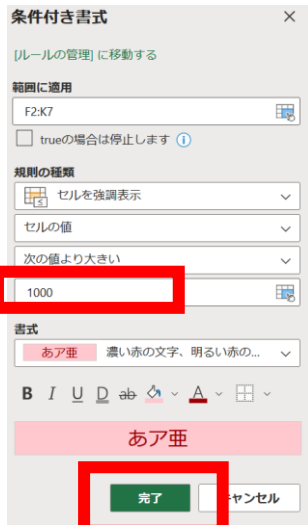
⑤ 「セルの強調表示ルール」 → 「指定の値より大きい」と操作. 「1000」を指定し、OKをクリック



指定の値より大きい

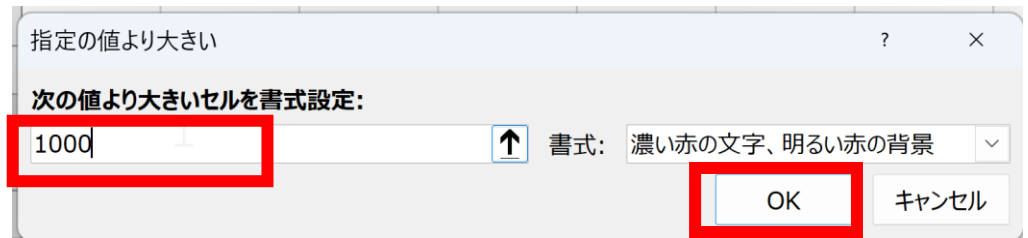


指定の値より大きい



「1000」は半角で

オンライン版



「1000」は半角で

アプリ版

いまできたこと



牛乳の量

プリン

	0	1	2	3	4	5
0	0	100	200	300	400	500
1	200	300	400	500	600	700
2	400	500	600	700	800	900
3	600	700	800	900	1000	1100
4	800	900	1000	1100	1200	1300
5	1000	1100	1200	1300	1400	1500

ケーキ

ピンクの部分は材料不足
(制約条件を満たさない)

次で使うので, Excel を閉じないこと

まとめ



- 変数 x と y についての線形不等式

卵の使用量の制約 $2x + y \leq 10$

牛乳の使用量の制約 $100x + 200y \leq 1000$

x : プリンの個数、 y : ケーキの枚数

- **線形不等式**は、特定の資源（この場合は卵と牛乳）に対する使用量の**制約条件**を表す。

実際に使用する資源の量が、その資源の**利用可能な量**を超えないこと。

- x と y （それぞれプリン^の個数とケーキ^の枚数）の値によっては、これらの**制約を満たす**場合もあれば、**満たさない**場合もある。
- **制約条件を満たす** x と y の組み合わせを見つけることが、大切になる。（そのための方法が**線形計画法**になる）

9-5 線形計画法

線形計画法の実用性

- 生産現場（例：工場）では、資源（労働力、原材料、機械の稼働時間など）が限られている。
- **線形計画法**は、このような「**有限の資源**」を**効率的に利用**する策を立てる方法。

線形計画法



- 線形計画法は、限られた資源を最も効率的に活用するための意思決定に役立つ。
- 目標関数（例：利益の最大化やコストの最小化）を制約条件下で最大化または最小化することで、最適な策を導き出す。

目標関数 売り上げ「 $150x + 200y$ 」を最大化
(プリン150円、ケーキ200円)

- 制約条件を扱うために線形不等式を使用。

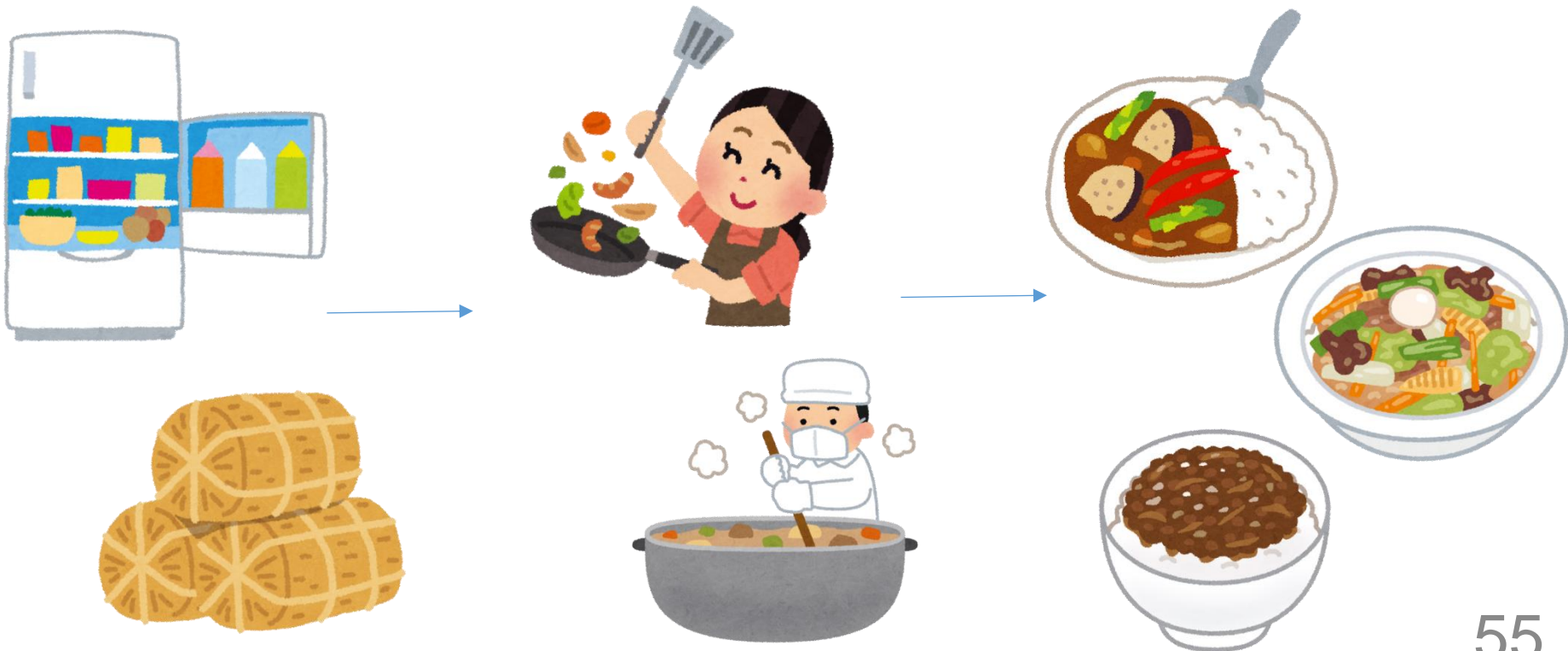
卵の使用量の制約 $2x + y \leq 10$

牛乳の使用量の制約 $100x + 200y \leq 1000$

x : プリンの個数、 y : ケーキの枚数

線形計画法の用途の例

限られた材料で，なるべく多くの製品を作る．



線形計画法の有用性

限られた材料で、なるべく多くの製品を作る。



次の問題などを解決

◆ 資源が余る

◆ 安い生産物をたくさん作ってしまう

9-6 線形計画法と Excel

演習

目標関数

売り上げ「 $150x + 200y$ 」
を最大化

(プリン150円、ケーキ200円)

【トピックス】

- 制約条件
- 条件付き書式設定

① 前のパート「線形不等式の制約条件と Excel」の続きである。



② 次を書き加える。数字は半角で。

	A	B	C	D	E
1			プリン	ケーキ	
2	たまご		2	1	0
3	牛乳		100	200	1
4		収益	150	200	2
5					3

③ 次を書き加える。数字は半角で。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3	牛乳		100	200	1	1	3	5	7	9	11
4		収益	150	200	2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15
8						0	1	2	3	4	5
9					0	0	100	200	300	400	500
10					1	200	300	400	500	600	700
11					2	400	500	600	700	800	900
12					3	600	700	800	900	1000	1100
13					4	800	900	1000	1100	1200	1300
14					5	1000	1100	1200	1300	1400	1500
15						0	1	2	3	4	5
16					0						
17					1						
18					2						
19					3						
20					4						
21					5						

④ 収益

「 $150x + 200y$ 」を求めるための、次の式を書く。

セル **F16** に式 「 $=\$C\$4 * F\$15 + \$D\$4 * \$E16$ 」

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3	牛乳		100	200	1	1	3	5	7	9	11
4		収益	150	200	2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15
8						0	1	2	3	4	5
9					0	0	100	200	300	400	500
10					1	200	300	400	500	600	700
11					2	400	500	600	700	800	900
12					3	600	700	800	900	1000	1100
13					4	800	900	1000	1100	1200	1300
14					5	1000	1100	1200	1300	1400	1500
15						0	1	2	3	4	5
16						0					
17					1						
18					2						
19					3						
20					4						
21					5						

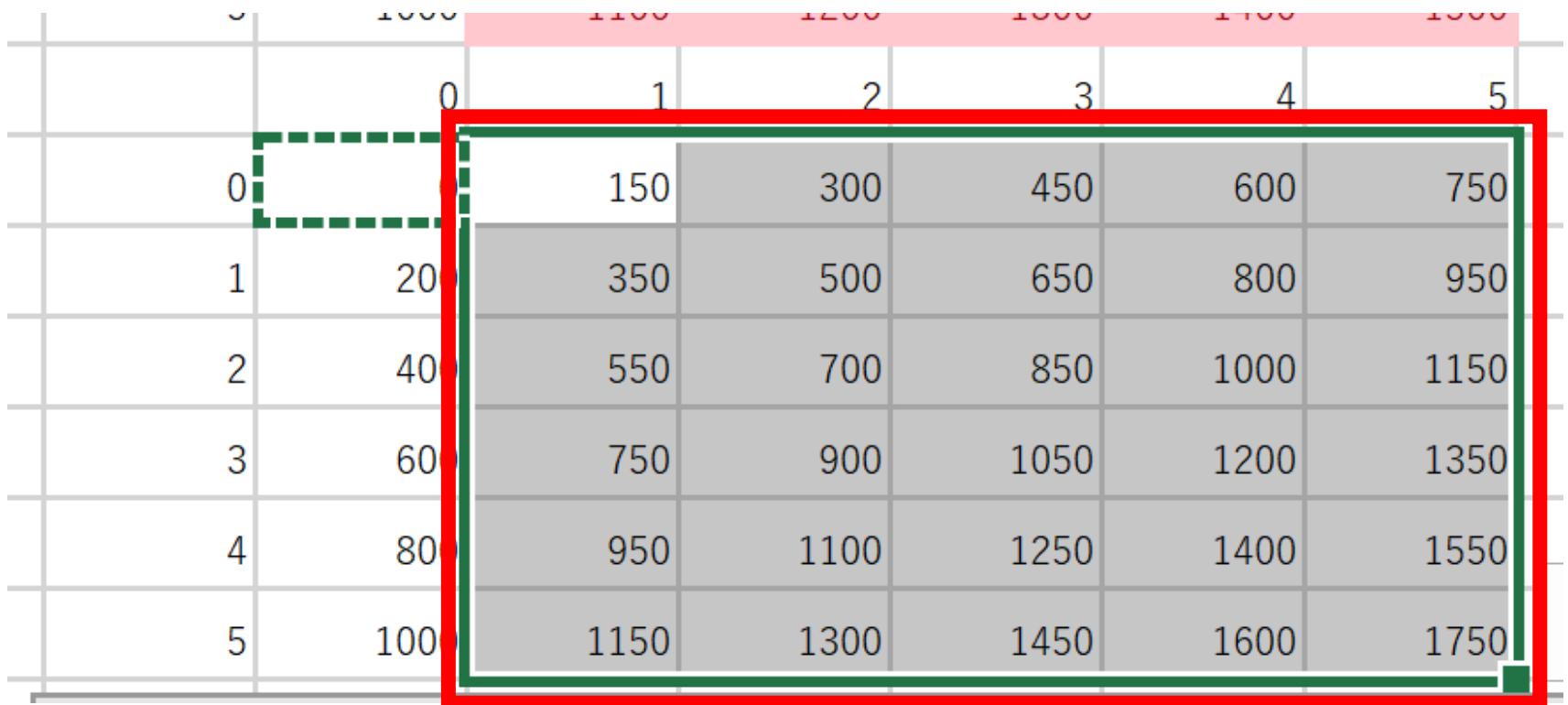
0 になるので確認

⑤ セル F16 の式を, F17 から F21 (セル 5個分) に「コピー&貼り付け」する。 (セル 5個分) に「コピー&貼り付け」する。右クリックメニューが便利

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1			プリン	ケーキ		0	1	2	3	4	5
2	たまご		2	1	0	0	2	4	6	8	10
3	牛乳		100	200	1	1	3	5	7	9	11
4		収益	150	200	2	2	4	6	8	10	12
5					3	3	5	7	9	11	13
6					4	4	6	8	10	12	14
7					5	5	7	9	11	13	15
8						0	1	2	3	4	5
9					0	0	100	200	300	400	500
10					1	200	300	400	500	600	700
11					2	400	500	600	700	800	900
12					3	600	700	800	900	1000	1100
13					4	800	900	1000	1100	1200	1300
14					5	1000	1100	1200	1300	1400	1500
15						0	1	2	3	4	5
16						0	0				
17						1	200				
18						2	400				
19						3	600				
20						4	800				
21						5	1000				

0
200
400
600
800
1000
のようになっていることを確認。

⑥ セル F16 の式を, G16 から K21 に「コピー&貼り付け」する。 右クリックメニューが便利



	0	1	2	3	4	5
0		150	300	450	600	750
1	20	350	500	650	800	950
2	40	550	700	850	1000	1150
3	60	750	900	1050	1200	1350
4	80	950	1100	1250	1400	1550
5	100	1150	1300	1450	1600	1750

収益



プリン (1個150円)

	0	1	2	3	4	5
0	0	150	300	450	600	750
1	200	350	500	650	800	950
2	400	550	700	850	1000	1150
3	600	750	900	1050	1200	1350
4	800	950	1100	1250	1400	1550
5	1000	1150	1300	1450	1600	1750

ケーキ (1個200円)

	0	1	2	3	4	5
0	0	2	4	6	8	10
1	1	3	5	7	9	11
2	2	4	6	8	10	12
3	3	5	7	9	11	13
4	4	6	8	10	12	14
5	5	7	9	11	13	15

	0	1	2	3	4	5
0	0	100	200	300	400	500
1	200	300	400	500	600	700
2	400	500	600	700	800	900
3	600	700	800	900	1000	1100
4	800	900	1000	1100	1200	1300
5	1000	1100	1200	1300	1400	1500

	0	1	2	3	4	5
0	0	150	300	450	600	750
1	200	350	500	650	800	950
2	400	550	700	850	1000	1150
3	600	750	900	1050	1200	1350
4	800	950	1100	1250	1400	1550
5	1000	1150	1300	1450	1600	1750

最大の収益は **1100**
だと分かる

線形計画法の例



・ 資源 たまご、牛乳

・ 生産物 プリン(x)、ケーキ(y)

・ 資源と生産物の関係

$$\text{たまご} = 2x + y$$

$$\text{牛乳} = 100x + 200y$$

線形式

・ 資源に関する制約条件

$$\text{たまご 最大 } 10 \quad 2x + y \leq 10$$

$$\text{牛乳 最大 } 1000 \quad 100x + 200y \leq 1000$$

線形式

・ 目標関数 $150x + 200y$ の最大化

線形式

$x = 2, y = 4$ のとき,

$150x + 200y$ の最大値 1100

1. 線形式

「 $ax+b$ 」では、 a は x が1増えるときの「 $ax+b$ 」の変化量（傾き）、 b は $x=0$ のときの「 $ax+b$ 」の値を表す

2. 線形不等式は、数値の範囲を制約できる

例：「 $2a + 3b + c \leq 1000$ 」という線形不等式は、 $2a + 3b + c$ の値が1000を超えないという制約条件

3. 線形計画法は、制約条件（例：原材料の量、労働力、機械の稼働時間など）の下で、目標関数（例：利益 = 売上 - コスト）を最大化または最小化することで、最適な生産計画や資源配分を導き出す

今回の授業で学ぶ意義と満足感



- ① **線形式や線形計画法の理解, Excelを用いた実践的スキルの習得**
- ② **現代社会で求められるデータ分析スキルの習得**
- ③ **線形式の幅広い分野への応用を通じた, 広い視野の獲得。**日常生活や業務における最適化で, 線形式という考え方が有用
- ④ **実務で活用**できる有用なスキル. **在庫管理、生産計画、資源配分などビジネスの意思決定に直結。** 専門家としてのスキルと視野の向上

9-7 演習

(必須ではないが、さらに学習したい人は、自習に利用してください)

最大化の例



ブラックコーヒー 1個 130円

ミルクコーヒー 1個 120円

ブラックコーヒーの個数を x ,

ミルクコーヒーの個数を y :

売り上げ「 $130x + 120y$ 」

を**最大化**

目標関数の最大化

資源と生産物の関係の例

- ブラックコーヒーの原料

キリマンジャロ **0.15** コロンビア **0.05**

- ミルクコーヒーの原料

キリマンジャロ **0.05** コロンビア **0.1**

ブラックコーヒーの個数を x ,

ミルクコーヒーの個数を y :

$$\text{キリマンジャロ} = 0.15x + 0.05y$$

$$\text{コロンビア} = 0.05x + 0.1y$$

線形式が2つ

制約の例



ブラックコーヒーの個数を x ,
ミルクコーヒーの個数を y :

キリマンジャロ **50** トン以下
コロンビア **40** トン以下 という制約は

$$0.15 x + 0.05 y \leq 50$$

$$0.05 x + 0.1 y \leq 40$$

線形式で書かれた制約条件

ここまでのまとめ

- 線形不等式の制約条件

$$0.15x + 0.05y \leq 50$$

$$0.05x + 0.1y \leq 40$$

- 目標関数の値が最大になるように,

$$130x + 120y$$

- 変数の値を調整すること.

変数 x, y の値を調整

① 資源の最大値

キリマンジャロ 最大 50トンしか使えない

コロンビア 最大 40トンしか使えない

Excel に次のように入れる。数字は半角で

	A	B	
1		最大値	
2	キリマンジャロ	50	
3	コロンビア	40	
4			

② 資源と生産物の関係

ブラックコーヒーの個数を x , ミルクコーヒーの個数を y とすると:

$$\text{キリマンジャロ} = 0.15x + 0.05y$$

$$\text{コロンビア} = 0.05x + 0.1y$$

Excel に次のように入れる. 数字は半角で

	A	B	C	D
1		最大値	ブラックコーヒー	ミルクコーヒー
2	キリマンジャロ	50	0.15	0.05
3	コロンビア	40	0.05	0.1
4				

③ 収益

ブラックコーヒー **130** 円

ミルクコーヒー **120** 円

Excel に次のように入れる。数字は半角で

	A	B	C	D
1		最大値	ブラックコーヒー	ミルクコーヒー
2	キリマンジャロ	50	0.15	0.05
3	コロンビア	40	0.05	0.1
4		収益	130	120

④ 次のように書き加える。数字は半角で。 E列からK列に

	E	F	G	H	I	J	K
-ヒ-		0	100	200	300	400	500
0.05	0						
0.1	100						
120	200						
	300						
	400						
	500						

ブラックコーヒー

	E	F	G	H	I	J	K
コーヒー		0	100	200	300	400	500
0.05	0						
0.1	100						
120	200						
	300						
	400						
	500						

ミルクコーヒー

⑤ 資源のキリマンジャロをどれだけ使うか

セル F2 に式「**= \$C\$2*F\$1 + \$D\$2*\$E2**」

	B	C	D	E	F
大値		ブラックコーヒー	ミルクコーヒー		0
50		0.15	0.05	0	$=\$C\$2*\$F\$1 + \$D\$2*\$E2$
40		0.05	0.1	100	
益		130	120	200	

⑥ 資源のキリマンジャロをどれだけ使うか

セル F2 の式を, F3 から F7 (セル5個分) に「コピー & 貼り付け」する. 右クリックメニューが便利

	D	E	F	G
ヒー	ミルクコーヒー		0	100
0.15	0.05	0	0	
0.05	0.1	100	5	
130	120	200	10	
		300	15	
		400	20	
		500	25	

⑦ 資源のキリマンジャロをどれだけ使うか（続き）

セル F2 の式を, G2 から K7 に「コピー&貼り付け」
する。

右クリックメニューが便利

	E	F	G	H	I	J	K
-ヒー		0	100	200	300	400	500
0.05	0	0	15	30	45	60	75
0.1	100	5	20	35	50	65	80
120	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100

確認

キリマンジャロの使用量

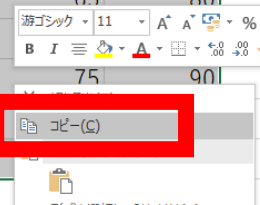
ブラックコーヒー

	E	F	G	H	I	J	K
コーヒー		0	100	200	300	400	500
0.05	0	0	15	30	45	60	75
0.1	100	5	20	35	50	65	80
120	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100

ミルクコーヒー

⑧ セル E1 から K7 を範囲選択し, 右クリックメニューで「コピー」を選び, E8 から K14 に張り付ける

	E	F	G	H	I	J	K
-ヒー		0	100	200	300	400	500
0.05	0	0	15	30	45	60	75
0.1	100	5	20	35	50	65	80
120	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100



	E	F	G	H	I	J	K
-ヒー		0	100	200	300	400	500
0.05	0	0	15	30	45	60	75
0.1	100	5	20	35	50	65	80
120	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100
		0	100	200	300	400	500
	0	0	15	30	45	60	75
	100	5	20	35	50	65	80
	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100

⑨ コロンビアをどれだけ使うか

セル F9 に式 「**= $\$C\$3 * F\$8 + \$D\$3 * \$E9$** 」

	C	D	E	F	G
	ブラックコーヒー	ミルクコーヒー		0	100
50	0.15	0.05	0	0	15
40	0.05	0.1	100	5	20
	130	120	200	10	25
			300	15	30
			400	20	35
			500	25	40
				0	100
			0	= $\$C\$3 * \$E9$	15
			100	5	20

⑩ コロンビアをどれだけ使うか

セル F9 の式を, F10 から F14 (セル5個分) に「コピー&貼り付け」する.

右クリックメニューが便利

	E	F
ヒ-		0
0.05	0	0
0.1	100	5
120	200	10
	300	15
	400	20
	500	25
		0
		0
10		10
20		20
30		30
40		40
50		50

⑪ コロンビアをどれだけ使うか

セル F9 の式を, G9 から K14 に「コピー&貼り付け」する.

右クリックメニューが便利

	E	F	G	H	I	J	K
		0	100	200	300	400	500
15	0	0	15	30	45	60	75
1	100	5	20	35	50	65	80
10	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100
		0	100	200	300	400	500
	0		5	10	15	20	25
	100	1	15	20	25	30	35
	200	2	25	30	35	40	45
	300	3	35	40	45	50	55
	400	4	45	50	55	60	65
	500	5	55	60	65	70	75

確認

ブラックコーヒー

	E	F	G	H	I	J	K
		0	100	200	300	400	500
15	0	0	15	30	45	60	75
.1	100	5	20	35	50	65	80
0	200	10	25	40	55	70	85
1	300	15	30	45	60	75	90
2	400	20	35	50	65	80	95
3	500	25	40	55	70	85	100
		0	100	200	300	400	500
	0	0	5	10	15	20	25
1	100	10	15	20	25	30	35
2	200	20	25	30	35	40	45
3	300	30	35	40	45	50	55
4	400	40	45	50	55	60	65
5	500	50	55	60	65	70	75

ミルク
コーヒー

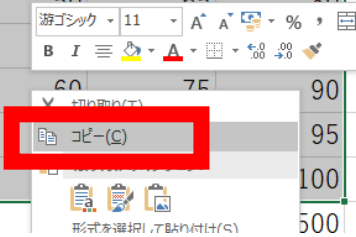
ミルク
コーヒー

キリマンジャロ
の使用量

コロンビア
の使用量

⑫ セル E1 から K7 を範囲選択し、右クリックメニューで「コピー」を選び、E15 から K21 に張り付ける

	E	F	G	H	I	J	K
		0	100	200	300	400	500
05	0	0	15	30	45	60	75
0.1	100	5	20	35	50	65	80
20	200	10	25	40	60	75	90
	300	15	30	45	70	85	95
	400	20	35	50	80	95	100
	500	25	40	55	90	105	110
		0	100	200	300	400	500



	E	F	G	H	I	J	K
		0	100	200	300	400	500
05	0	0	15	30	45	60	75
0.1	100	5	20	35	50	65	80
20	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100
		0	100	200	300	400	500
	0	0	5	10	15	20	25
	100	10	15	20	25	30	35
	200	20	25	30	35	40	45
	300	30	35	40	45	50	55
	400	40	45	50	55	60	65
	500	50	55	60	65	70	75
		0	100	200	300	400	500
	0	0	15	30	45	60	75
	100	5	20	35	50	65	80
	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100

⑬ 収益

セル **G16** に式 「**= \$C\$4*F\$15 + \$D\$4*\$E16**」

=\$C\$4*F\$15 + \$D\$4*\$E16					
B	C	D	E	F	G
値	ブラックコーヒー	ミルクコーヒー			0
50	0.15	0.05	0	0	
40	0.05	0.1	100	5	
	130	120	200	10	
			300	15	
			400	20	
			500	25	
				0	
			0	0	
			100	10	
			200	20	
			300	30	
			400	40	
			500	50	
				0	
				0;4*\$E16	
			100	5	

⑭ 収益

セル F16 の式を, F17 から F21 (セル5個分) に「コピー&貼り付け」する。 右クリックメニューが便利

	E	F
ピー		0
0.05	0	0
0.1	100	5
120	200	10
	300	15
	400	20
	500	25
		0
	0	0
	100	10
	200	20
	300	30
	400	40
	500	50
		0
	0	0
10		12000
20		24000
30		36000
40		48000
50		60000

⑮ 収益

セル F16 の式を, G16 から K21 に「コピー&貼り付け」する. 右クリックメニューが便利

	E	F	G	H	I	J	K
		0	100	200	300	400	500
05	0	0	15	30	45	60	75
10	100	5	20	35	50	65	80
15	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100
		0	100	200	300	400	500
	0	0	5	10	15	20	25
	100	10	15	20	25	30	35
	200	20	25	30	35	40	45
	300	30	35	40	45	50	55
	400	40	45	50	55	60	65
	500	50	55	60	65	70	75
		0	100	200	300	400	500
	0	0	13000	26000	39000	52000	65000
	100	12000	25000	38000	51000	64000	77000
	200	24000	37000	50000	63000	76000	89000
	300	36000	49000	62000	75000	88000	101000
	400	48000	61000	74000	87000	100000	113000
	500	60000	73000	86000	99000	112000	125000

収益

ブラックコーヒー

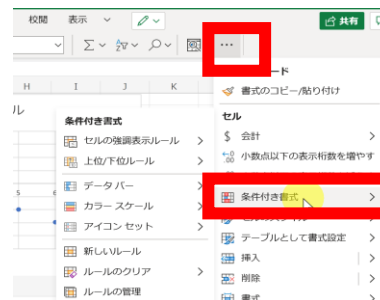
	0	100	200	300	400	500
0	0	13000	26000	39000	52000	65000
100	12000	25000	38000	51000	64000	77000
200	24000	37000	50000	63000	76000	89000
300	36000	49000	62000	75000	88000	101000
400	48000	61000	74000	87000	100000	113000
500	60000	73000	86000	99000	112000	125000

ミルクコーヒー

⑩ セル F2 から K7 を範囲選択し、条件付き書式をクリック



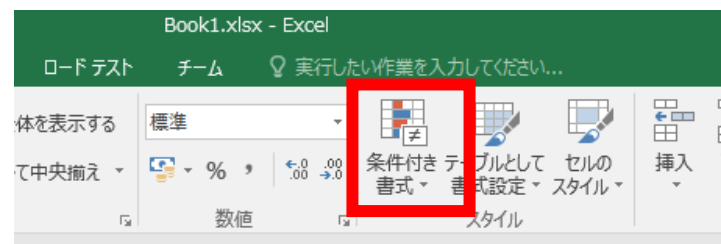
	E	F	G	H	I	J	K
		0	100	200	300	400	500
15	0	0	15	30	45	60	75
.1	100	5	20	35	50	65	80
10	200	10	25	40	55	70	85
	300	15	30	45	60	75	90
	400	20	35	50	65	80	95
	500	25	40	55	70	85	100
		0	100	200	300	400	500



どちらかの表示



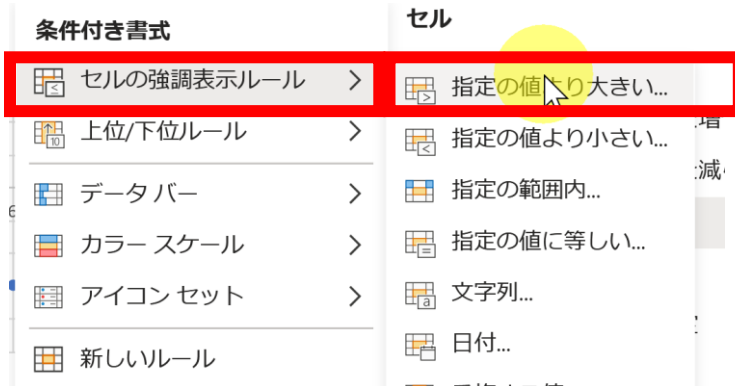
オンライン版



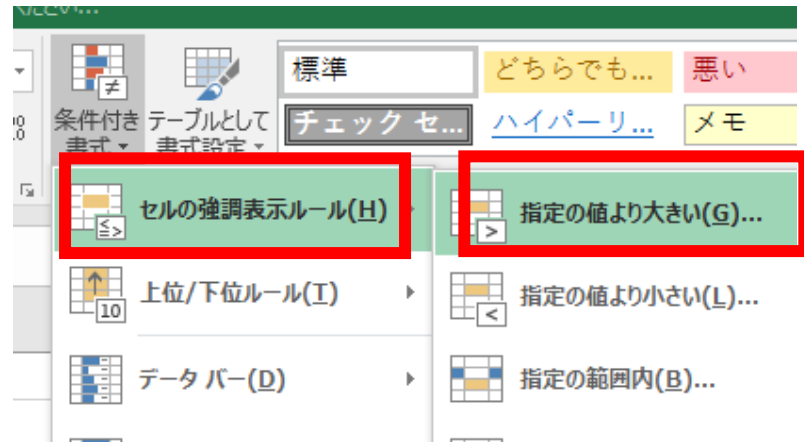
アプリ版

次ページに続く

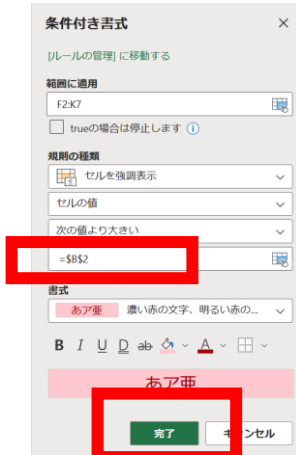
⑰ 「セルの強調表示ルール」 → 「指定の値より大きい」
と操作. 「=\$B\$2」を指定し、OKをクリック



指定の値より大きい

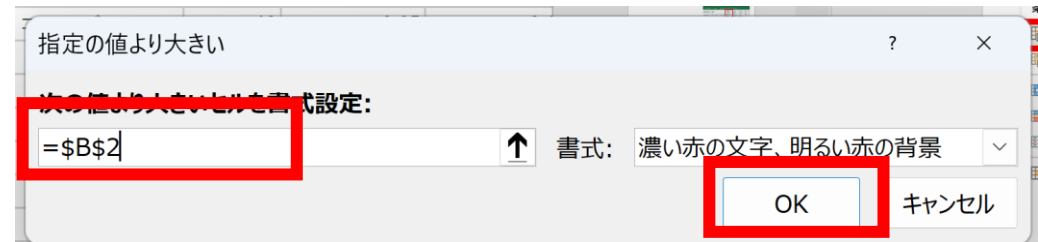


指定の値より大きい



「=\$B\$2」は半角で

オンライン版



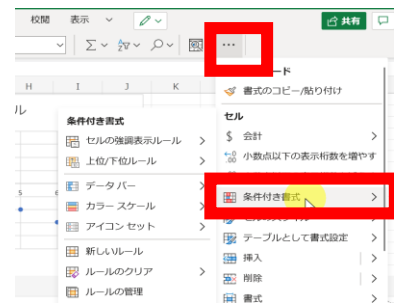
「=\$B\$2」は半角で

アプリ版

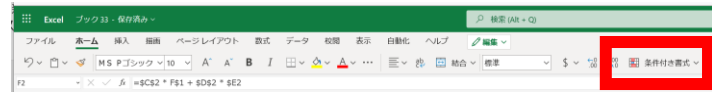
①⑥ セル F9 から K14 を範囲選択し、条件付き書式をクリック



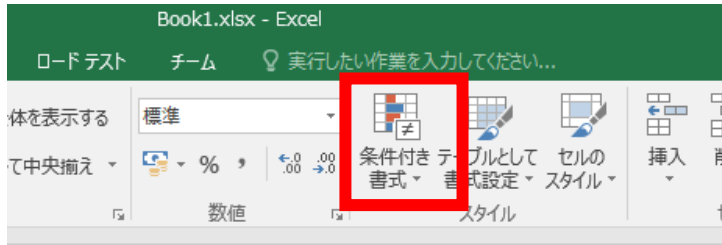
E	F	G	H	I	J	K
	0	100	200	300	400	500
0	0	15	30	45	60	75
100	5	20	35	50	65	80
200	10	25	40	55	70	85
300	15	30	45	60	75	90
400	20	35	50	65	80	95
500	25	40	55	70	85	100
	0	100	200	300	400	500
0	0	5	10	15	20	25
100	10	15	20	25	30	35
200	20	25	30	35	40	45
300	30	35	40	45	50	55
400	40	45	50	55	60	65
500	50	55	60	65	70	75



どちらかの表示



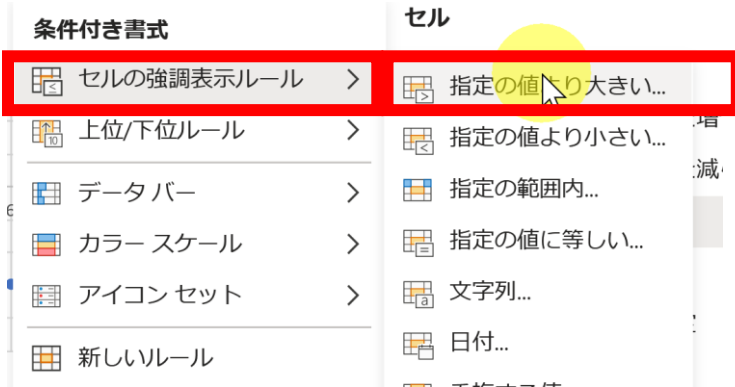
オンライン版



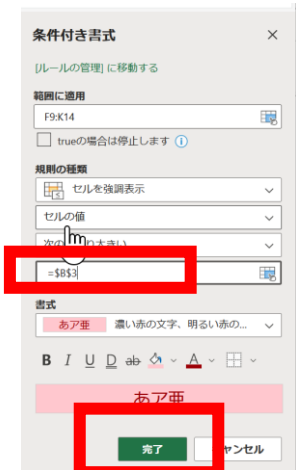
アプリ版

次ページに続く

⑰ 「セルの強調表示ルール」 → 「指定の値より大きい」
と操作. 「**= $\$B\3** 」を指定し、**OK**をクリック

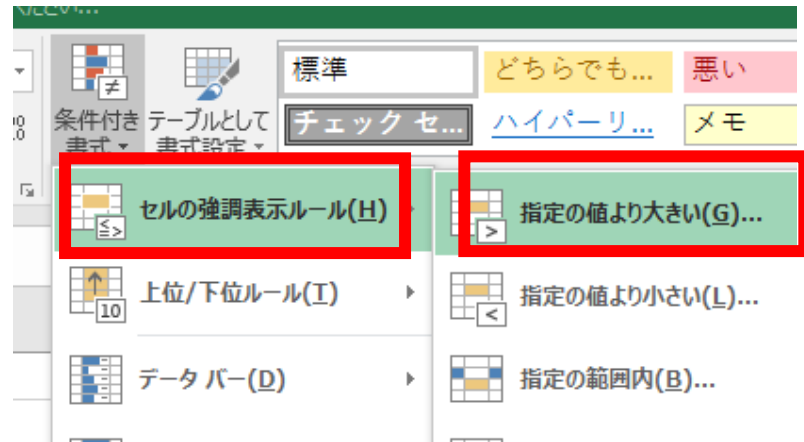


指定の値より大きい

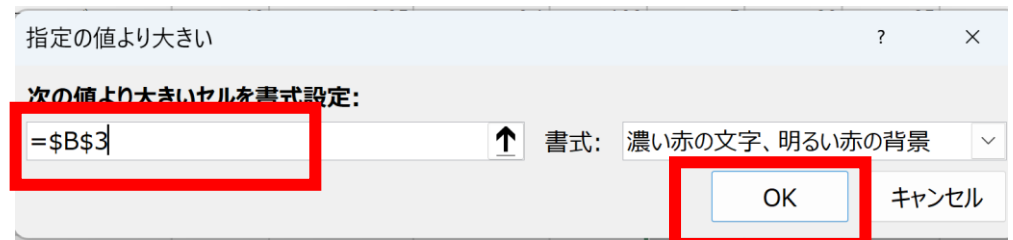


「**= $\$B\3** 」は半角で

オンライン版



指定の値より大きい



「**= $\$B\3** 」は半角で

アプリ版

E	F	G	H	I	J	K
	0	100	200	300	400	500
0	0	15	30	45	60	75
100	5	20	35	50	65	80
200	10	25	40	55	70	85
300	15	30	45	60	75	90
400	20	35	50	65	80	95
500	25	40	55	70	85	100
	0	100	200	300	400	500
0	0	5	10	15	20	25
100	10	15	20	25	30	35
200	20	25	30	35	40	45
300	30	35	40	45	50	55
400	40	45	50	55	60	65
500	50	55	60	65	70	75
	0	100	200	300	400	500

最大の収益は **62000** だと分かる

	0	100	200	300	400	500
0	0	13000	26000	39000	52000	65000
100	12000	25000	38000	51000	64000	77000
200	24000	37000	50000	63000	76000	89000
300	36000	49000	62000	75000	88000	101000
400	48000	61000	74000	87000	100000	113000
500	60000	73000	86000	99000	112000	125000

線形計画法の例



・ 資源 **キリマンジャロ、コロンビア**

・ 生産物 **ブラックコーヒー(x)、ミルクコーヒー(y)**

・ 資源と生産物の関係

$$\text{キリマンジャロ} = 0.15 x + 0.05 y$$

$$\text{コロンビア} = 0.05 x + 0.1 y$$

線形式

・ 資源に関する制約条件

$$\text{キリマンジャロ} \quad \text{最大 } 50$$

$$\text{コロンビア} \quad \text{最大 } 40$$

・ 目標関数 **$130 x + 120 y$** をなるべく多くすること

線形式