or-9. 囚人のジレンマ，資金計画，投資効率

（オペレーションズリサーチ）

URL: https://www.kkaneko.jp/cc/or/index.html

金子邦彦

BY NC SA

アウトライン

- 囚人のジレンマ（ゲーム理論）
- 資金計画
- 投資効率

9-1 囚人のジレンマ

囚人のジレンマ

囚人が２人（A と B）

囚人のジレンマ

- 囚人 A はこのように言われました.

  「**囚人 B の悪事を隠さずに話しなさい**」

  話せば、囚人 A には**賞金**. 囚人 B は**牢屋**.

- 囚人 B はこのように言われました.

  「**囚人 A の悪事を隠さずに話しなさい**」

  話せば、囚人 B には**賞金**をあげる. 囚人Aは**牢屋**.

囚人のジレンマ

２人ともが，相手の悪事を話すと
→　賞金はもらえても、２人とも牢屋行き

囚人 A

囚人 B

利得

- 何もなし
  0ポイント

- 賞金
  １０ポイント

- 牢屋に行く
  －１００ポイント

- 牢屋に行くが、賞金はもらう
  －９０ポイント

利得表

相手

		相手の行動A		相手の行動B	
		自分の利得	相手の利得	自分の利得	相手の利得
自分	自分の行動X				
	自分の行動Y				

行動Xをすべきか、行動Yをすべきかの判断に使用

いまから，囚人のジレンマを利得表で分析

演習

Excel で「ファイル」→「新規」→「空白のブック」と操作

① 次の値を書く.

	A	B	C	D	E
1		話さない		話す	
2		自分	相手	自分	相手
3	話さない	0	0	-100	10
4	話す	10	-100	-90	-90
5					

② 次の式を書く

F3: 式「=MAX(C3, E3)」

F4: 式「=MAX(C4, E4)」

B5: 式「=MAX(B3, B4)」

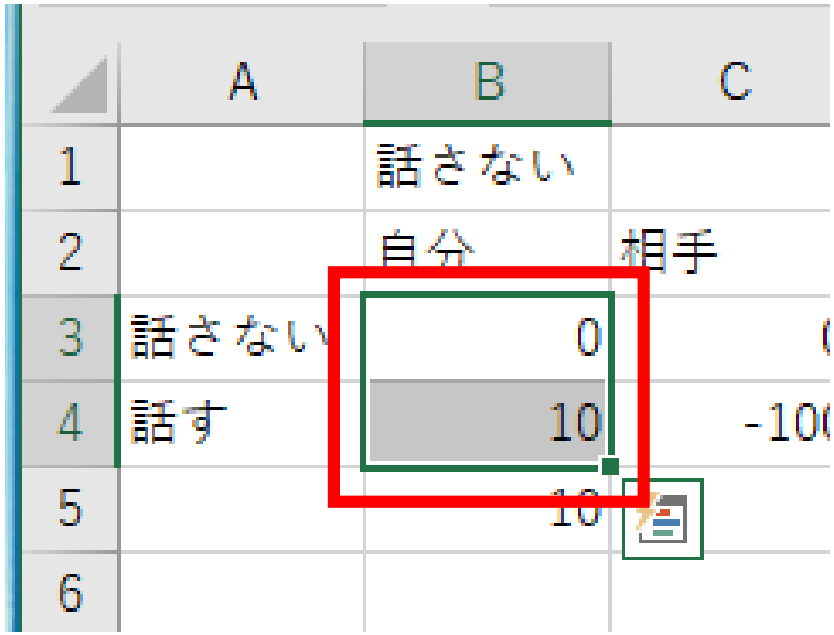
D5: 式「=MAX(D3, D4)」

	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	-100	10	10
4	話す	10	-100	-90	-90	-90
5		10		-90		

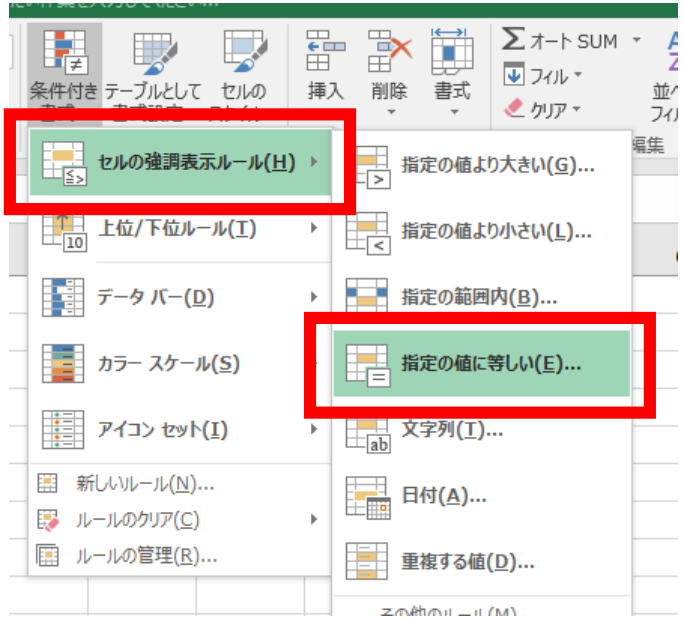
③ 確認する

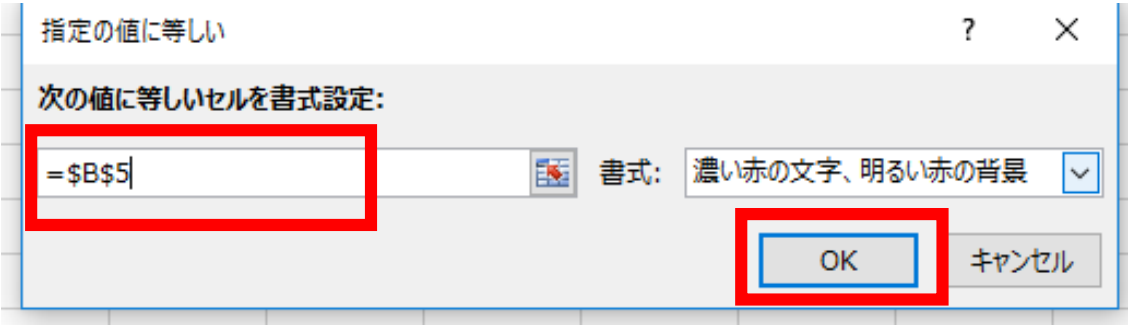
	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	-100	10	10
4	話す	10	-100	-90	-90	-90
5		10		-90		
6						

④ セル **B3** と **B4** を範囲選択し、**条件付き書式**をクリック

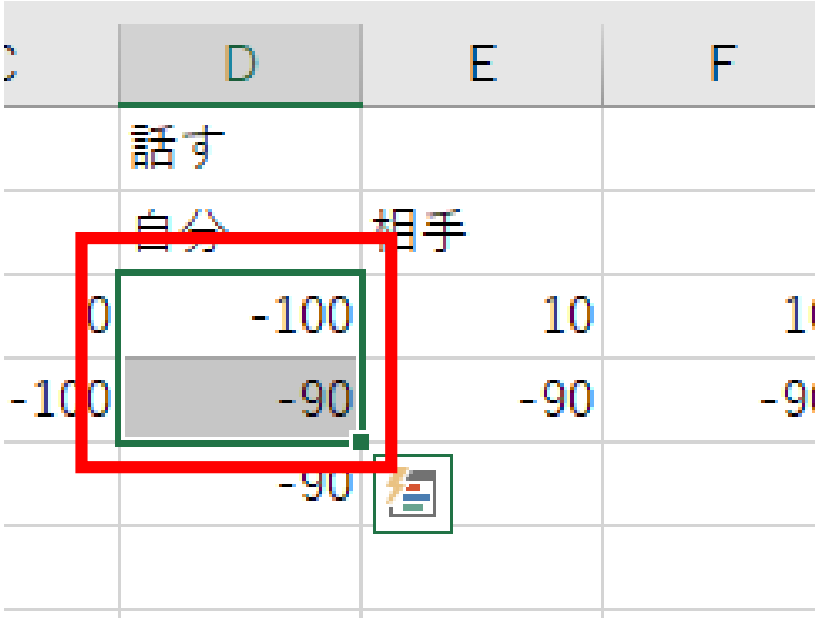


⑤ **セルの強調表示ルール**」→「**指定の値に等しい**」と操作.　「**=$B$5**」を指定し、**OK**をクリック

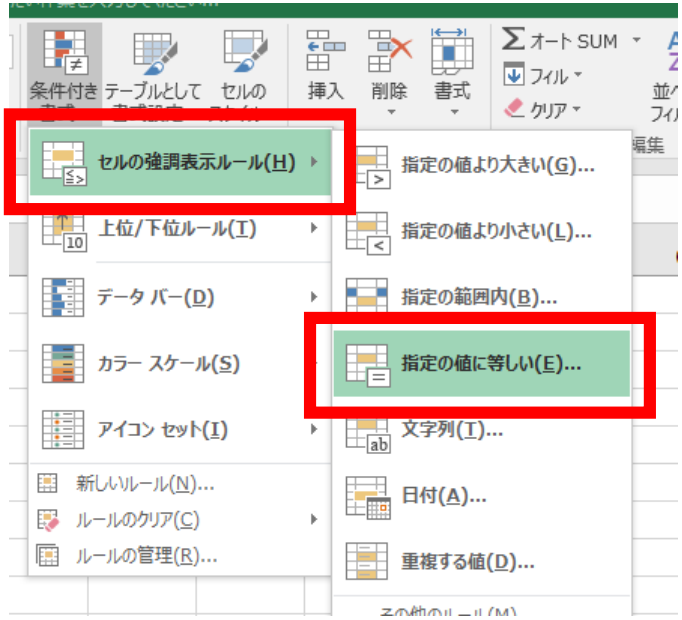


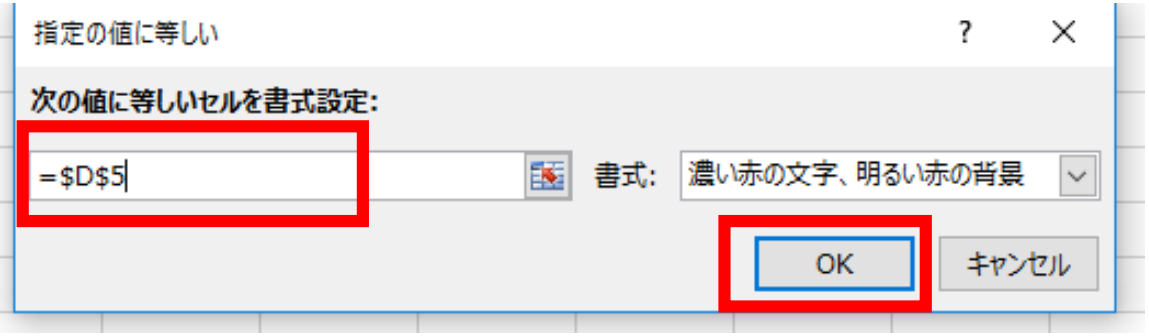


⑥ セル **D3** と **D4** を範囲選択し、**条件付き書式**をクリック

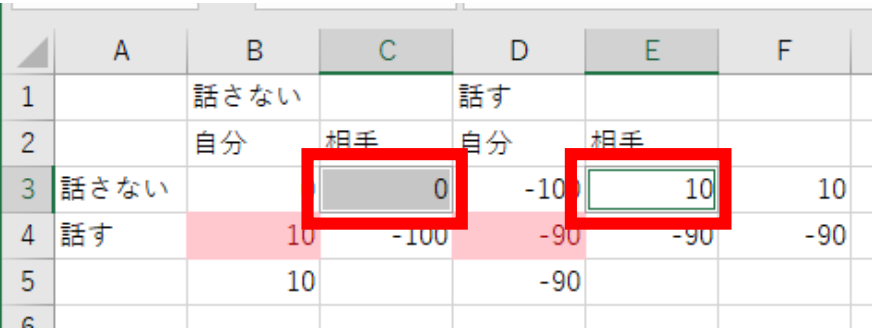


⑦「**セルの強調表示ルール**」→「**指定の値に等しい**」と操作.　「**=$D$5**」を指定し、OKをクリック

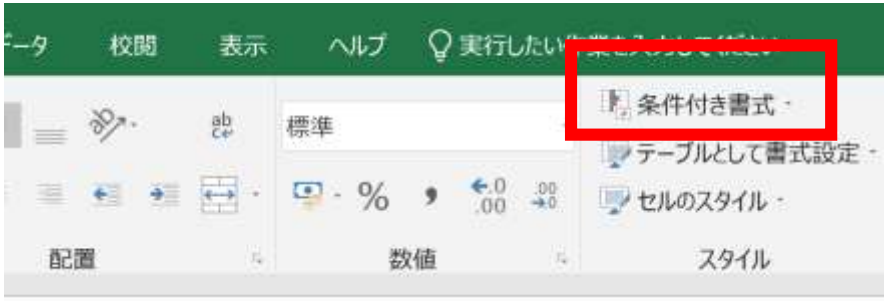




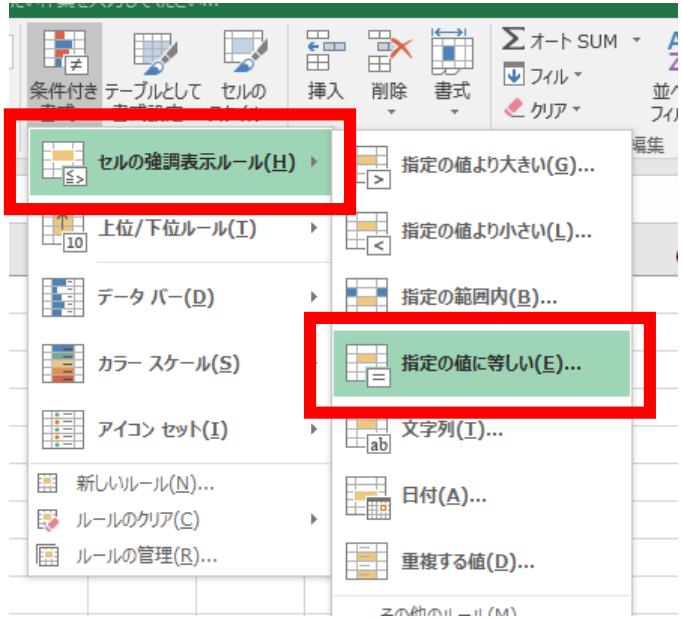
⑧ セル **C3** をクリック．その後、**コントロールキー**を押しながら **E3** をクリック（**C3** と **E3** の選択）．**条件付き書式**をクリック

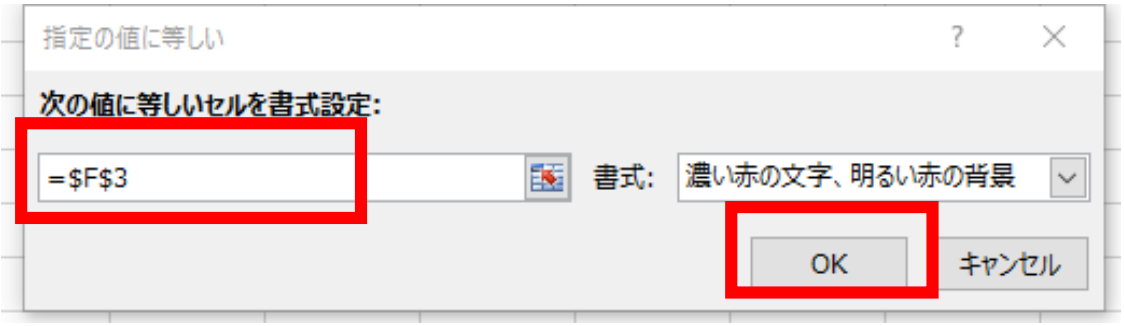


	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない		0	-10	10	10
4	話す	10	-100	-90	-90	-90
5		10		-90		

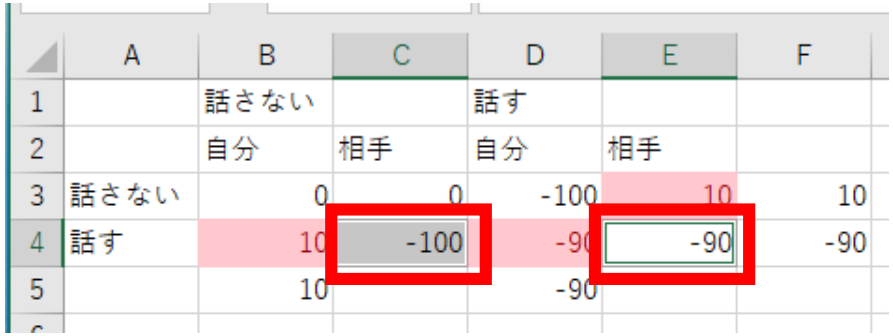


⑨「**セルの強調表示ルール**」→「**指定の値に等しい**」と操作.　「**=$F$3**」を指定し、**OK**をクリック



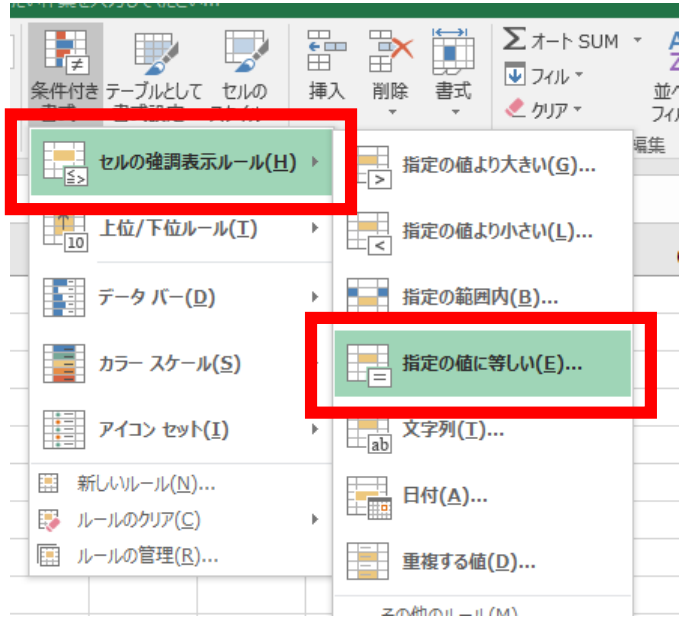


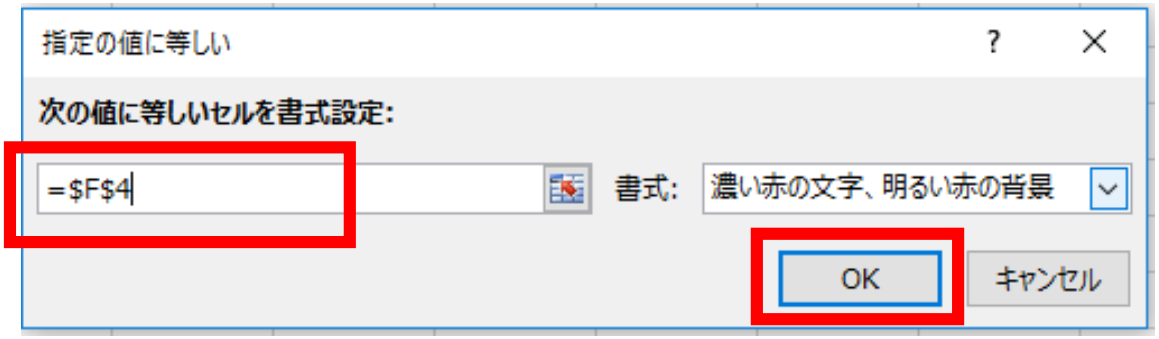
⑩ セル **C4** をクリック．その後、コントロールキーを押しながら **E4** をクリック（**C4** と **E4** の選択）．**条件付き書式**をクリック



	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	-100	10	10
4	話す	10	-100	-90	-90	-90
5		10		-90		

⑪ 「**セルの強調表示ルール**」→「**指定の値に等しい**」と操作.　「**=$F$4**」を指定し、OKをクリック





	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	−100	10	10
4	話す	10	−100	−90	−90	−90
5		10		−90		

◆仮に、「相手が**話さない**」と思ったとして

自分は、話さない　・・・　**0**

自分は、話す　・・・　**１０**　←　こちらが得

	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	-100	[illegible]	10
4	話す	10	-100	-90	[illegible]	-90
5		10		-90		

比べる

◆仮に、「相手が**話す**」と思ったとして

自分は、話さない　・・・　**－１００**

自分は、話す　・・・　**－９０**　←　こちらが得

	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	-100	10	10
4	話す	10	[illegible]	-90	0	-90
5		10		-90		

比べる

比べる

◆　どちらにしても、自分は「**話す**」
　　その方が得

	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	100	10	10
4	話す	10	-100	90	-90	-90
5		10		-90		
6						

相手の気持ちで考えてみる
相手は、きっと「**話す**」と判断

	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	-100	10	10
4	話す	10	-100	-90	-90	-90
5		10		-90		
6						

互いに深読みしあった結果、**相手**も「**話す**」、**自分**も「**話す**」に決まり（**ナッシュ均衡**）

囚人のジレンマ

	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	−100	10	10
4	話す	10	−100	−90	−90	−90
5		10		−90		

	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	−100	10	10
4	話す	10	−100	−90	−90	−90
5		10		−90		

本当に一番良いのは、
相手も自分も「話さない」こと

ナッシュ均衡

裏切らない
を選択

ジレンマ
がある

裏切り
を選択

ナッシュ均衡は「合理的なもの」と考えることもできるが，
必ずしも，最善の選択が得られるわけではない

9-2 資金計画

演習

Excel で「ファイル」→「新規」→「空白のブック」と操作

① 次のように書く．数字は半角

	A	B
1		借金
2		1000
3		

② 借金を **5**年がかりで返済することにしたい.
次のように書く

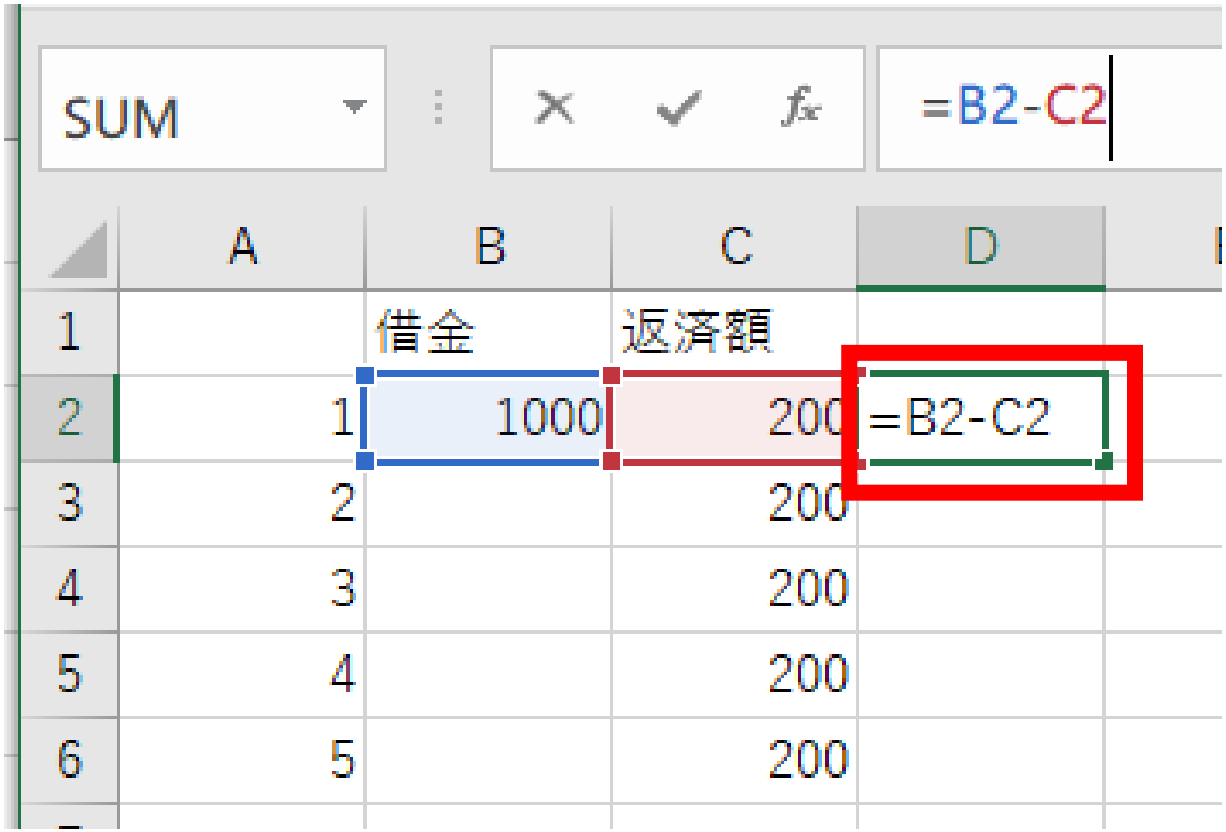
	A	B
1		借金
2	1	1000
3	2	
4	3	
5	4	
6	5	
7		

③ 毎年 **200** ずつ返済するという**返済計画**
次のように書く

	A	B	C
1		借金	返済額
2	1	1000	200
3	2		200
4	3		200
5	4		200
6	5		200
7			

④ 残額を求める式

セル **D2** に「**=B2-C2**」を書く



⑤ 借金の金利は **6%** とする

セル **B7** に「**0.06**」を書く

	A	B	C	D	E
1		借金	返済額		
2	1	1000	200	800	
3	2		200		
4	3		200		
5	4		200		
6	5		200		
7		0.06			
8					

⑥ セル **E2** に「**=B2 * $B$7**」を書く

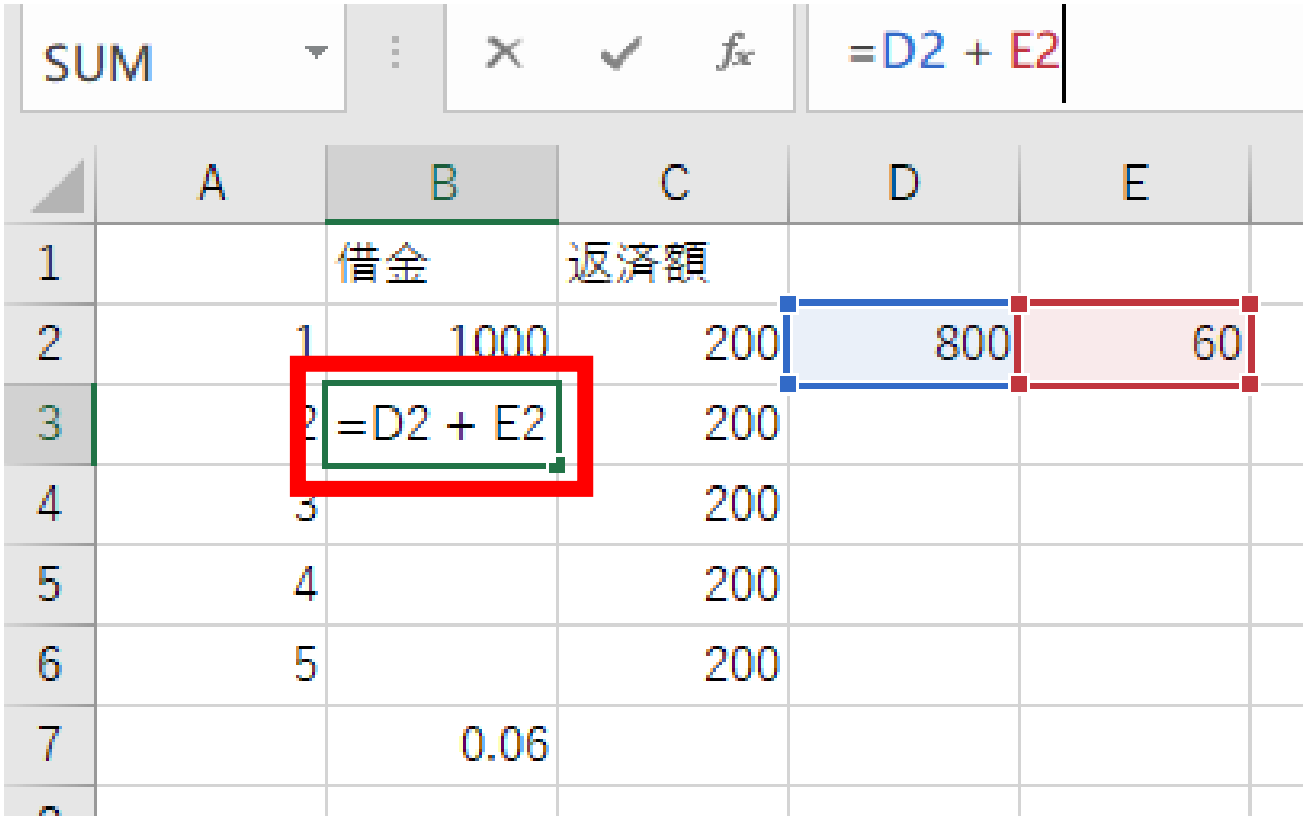
その時点での借金に金利がかかる

SUM　=B2 * $B$7

	A	B	C	D	E
1		借金	返済額		
2	1	1000	200	80	* $B$7
3	2		200		
4	3		200		
5	4		200		
6	5		200		
7		0.06			
8					

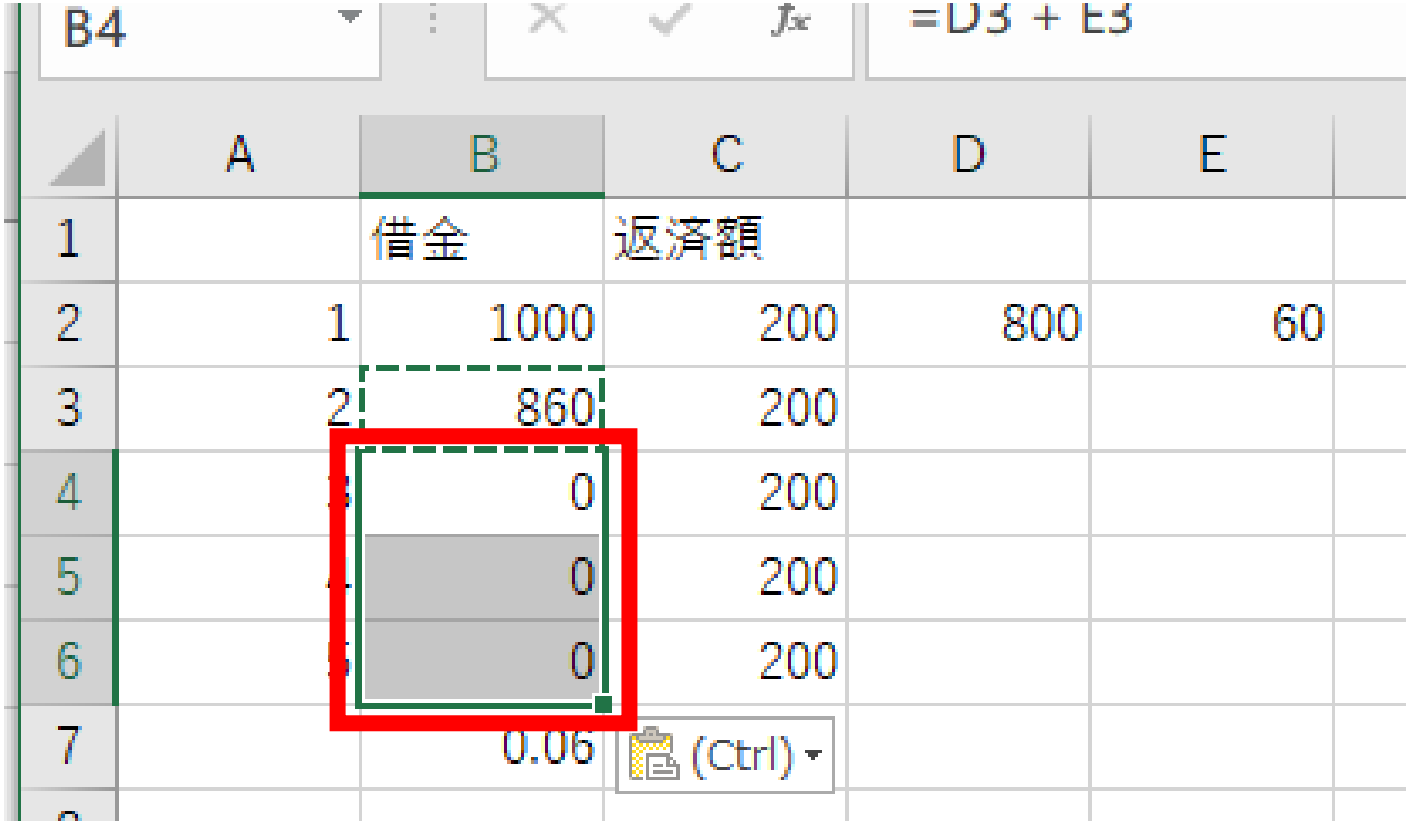
⑦ 次の年の借金は，**残額**　足す　**金利**である

セル **B3** に「**=D2 + E2**」を書く



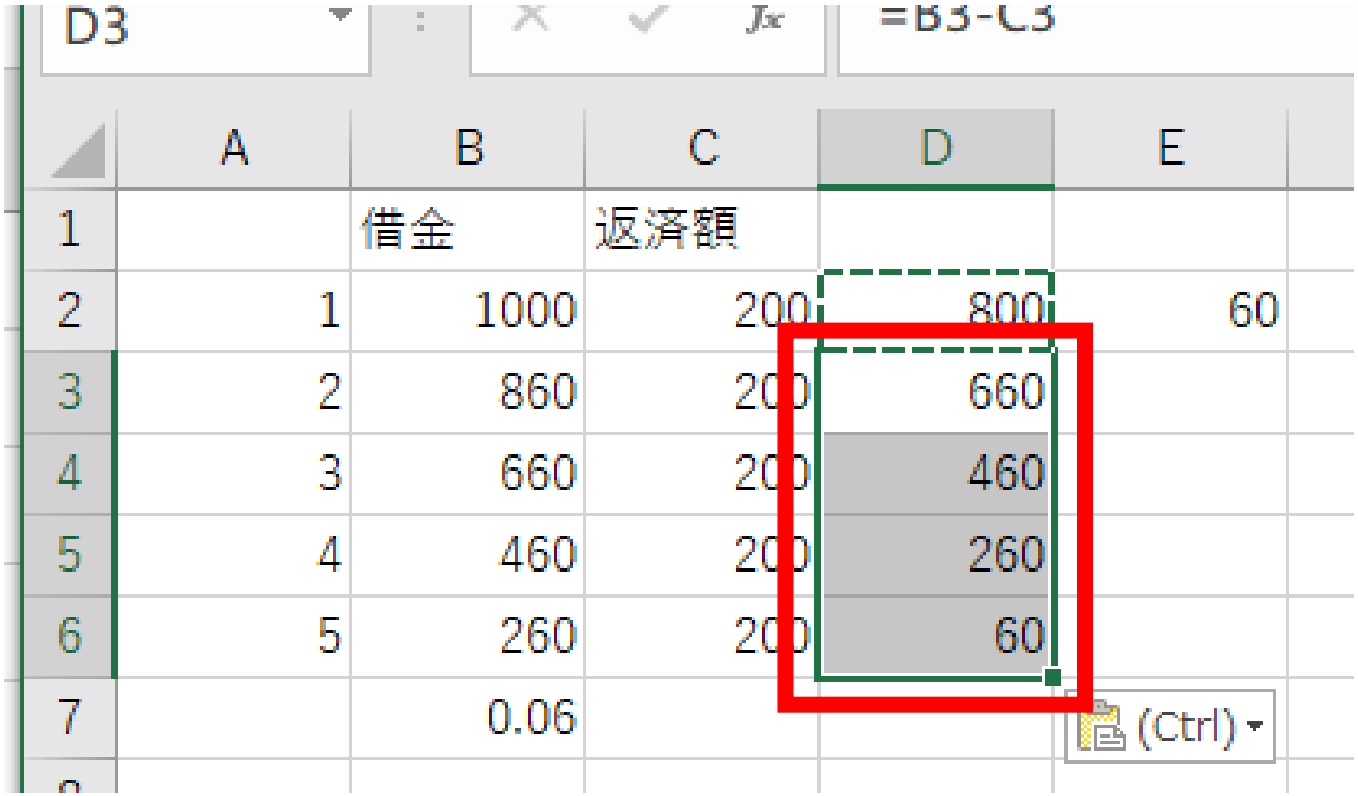
⑧ セル **B3** の式を，**B4 から B6** （セル 3 個分）に「**コピー&貼り付け**」する

右クリックメニューが便利



⑨ セル **D2** の式を，**D3 から D6** （セル 4 個分）に「**コピー&貼り付け**」する

右クリックメニューが便利



⑩ セル **E2** の式を，**E3 から E6** （セル 4 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
1		借金	返済額		
2	1	1000	200	800	60
3	2	860	200	660	51.6
4	3	711.6	200	511.6	42.696
5	4	554.296	200	354.296	33.25776
6	5	387.5538	200	187.5538	23.25323
7		0.06			
8					

⑪ 次のように書きこんで読みやすくする

	A	B	C	D	E
1		借金	返済額	残額	金利
2	1	1000	200	800	60
3	2	860	200	660	51.6
4	3	711.6	200	511.6	42.696
5	4	554.296	200	354.296	33.25776
6	5	387.5538	200	187.5538	23.25323
7	利率	0.06			
8					

⑫ 残高を確認

	A	B	C	D	E
1		借金	返済額	残額	金利
2	1	1000	200	800	60
3	2	860	200	660	51.6
4	3	711.6	200	511.6	42.696
5	4	554.296	200	354.296	33.25776
6	5	387.5538	200	187.5538	23.25323
7	利率	0.06			
8					

まだ．残額がある

返済シミュレーションの演習（各自で実施）

- 毎年 240　ずつ返済することにした.
- セル C2 から C6 をすべて「240」に書き換える

	A	B	C	D	E
1		借金	返済額	残額	金利
2	1	1000	240	760	60
3	2	820	240	580	49.2
4	3	629.2	240	389.2	37.752
5	4	426.952	240	186.952	25.61712
6	5	212.5691	240	-27.4309	12.75415
7	利率	0.06			

完済

9-3 投資効率

投資効率評価の例

◆どこの店が良いか

- 場所A
- 場所B
- 場所C

投資効率評価の例

- 場所A, 場所B, 場所 C の利益は次の通り（2023年以降は見込み）

	2020	2021	2022	2023
A	10	30	60	200
B	100	60	70	60
C	120	50	70	50

- どこの店がベストか？

◆　但し，資金はすべて借金する．年利は 10 %

金利は **10%** とする

今年の **1000円**の利益

＝　来年の **1100円**の利益

＝　再来年の **1210円**の利益　（同じ）

演習

- Excel で「ファイル」→「新規」→「空白のブック」と操作

① 次の値を書く.

	A	B	C	D	E
1		2020	2021	2022	2023
2	A	10	30	60	200
3					
4	B	100	60	70	60
5					
6	C	120	50	70	50
7					
8		1	1.1		

② 「 **1.1 * 1.1** 」を求めるための、次の式を書く

セル **D8** に式「**=$C8 * C8**」

	A	B	C	D	E
1		2020	2021	2022	2023
2	A	10	30	60	200
3					
4	B	100	60	70	60
5					
6	C	120	50	70	50
7					
8		1	1.1	1.21	

③ 「 **1.1 * 1.1 * 1.1**」を求めるために，
セル **D8** の式を，**E8** 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
1		2020	2021	2022	2023
2	A	10	30	60	200
3					
4	B	100	60	70	60
5					
6	C	120	50	70	50
7					
8		1	1.1	1.21	1.331

④ 金利を考慮したあとの利益を求めるための、
次の式を書く.

セル **B3** に式「**=B2 / B$8**」

	A	B	C	D	E
1		2020	2021	2022	2023
2	A	10	30	60	200
3		10			
4	B	100	60	70	60
5					
6	C	120	50	70	50
7					
8		1	1.1	1.21	1.331

⑤ **<u>金利を考慮したあとの利益</u>**を求めるために，

セル **B3** の式を，**C3からE3 (セル3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
1		2020	2021	2022	2023
2	A	10	30	60	200
3		10	27.27273	49.58678	150.263
4	B	100	60	70	60
5					
6	C	120	50	70	50
7					
8		1	1.1	1.21	1.331

⑥ **<u>金利を考慮したあとの利益</u>**を求めるために，

セル **B3** の式を，**B5からE5 (セル4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
1		2020	2021	2022	2023
2	A	10	30	60	200
3		10	27.27273	49.58678	150.263
4	B	100	60	70	60
5		100	54.54545	57.85124	45.07889
6	C	120	50	70	50
7					
8		1	1.1	1.21	1.331

⑦ **<u>金利を考慮したあとの利益</u>**を求めるために，

セル **B3** の式を，**B7からE7 (セル4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
1		2020	2021	2022	2023
2	A	10	30	60	200
3		10	27.27273	49.58678	150.263
4	B	100	60	70	60
5		100	54.54545	57.85124	45.07889
6	C	120	50	70	50
7		120	45.45455	57.85124	37.56574
8		1	1.1	1.21	1.331

⑧ 金利を考慮したあとの利益について，**4年間の合計**を求めるため、

次の式を書く

セル **F3** に式「**=SUM(B3:E3)**」

	A	B	C	D	E	F
1		2020	2021	2022	2023	
2	A	10	30	60	200	
3		10	27.27273	49.58678	150.263	237.1225
4	B	100	60	70	60	
5		100	54.54545	57.85124	45.07889	
6	C	120	50	70	50	
7		120	45.45455	57.85124	37.56574	
8		1	1.1	1.21	1.331	

⑨ セル **F3** の式を，**F5** と **F7** 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
1		2020	2021	2022	2023	
2	A	10	30	60	200	
3		10	27.27273	49.58678	150.263	237.1225
4	B	100	60	70	60	
5		100	54.54545	57.85124	45.07889	257.4756
6	C	120	50	70	50	
7		120	45.45455	57.85124	37.56574	260.8715
8		1	1.1	1.21	1.331	

⑩ 場所 C の利益が最大であることを確認する.

＜要点＞将来の利益については，金利を考慮して，目減りさせる

	A	B	C	D	E	F
1		2020	2021	2022	2023	
2	A	10	30	60	200	
3		10	27.27273	49.58678	150.263	237.1225
4	B	100	60	70	60	
5		100	54.54545	57.85124	45.07889	257.4756
6	C	120	50	70	50	
7		120	45.45455	57.85124	37.56574	260.8715
8		1	1.1	1.21	1.331	

⑪ **<u>金利が 2 % に値下げ</u>**になったとする。

セル **C8** の値を **1.02** に書きかえると，

今度は，**<u>場所 A の利益が最大になる</u>**こと

を確認する

	A	B	C	D	E	F
1		2020	2021	2022	2023	
2	A	10	30	60	200	
3		10	29.41176	57.67013	188.4645	285.5464
4	B	100	60	70	60	
5		100	58.82353	67.28181	56.53934	282.6447
6	C	120	50	70	50	
7		120	49.01961	67.28181	47.11612	283.4175
8		1	1.02	1.0404	1.061208	