

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



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さない」

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さない」

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

◆ 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

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

新規

オンライン テンプレートの検索

検索の候補: ビジネス 個人用 一覧 財務管理 予算 ログ 教育

	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

空白のブック

新しい ツアーを開始

Excel へようこそ

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)」

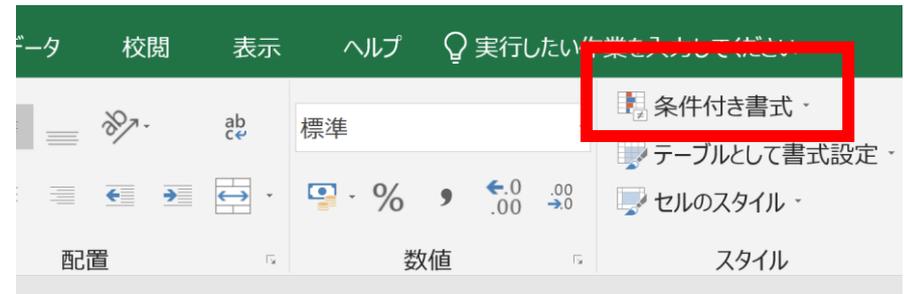
	A	B	C	D	E	F	
1		話さない		話す			
2		自分	相手	自分	相手		
3	話さない	0	0	-100	10	10	
4	話す	10	-100	-90	-90	-90	
5		10		-90			

③ 確認する

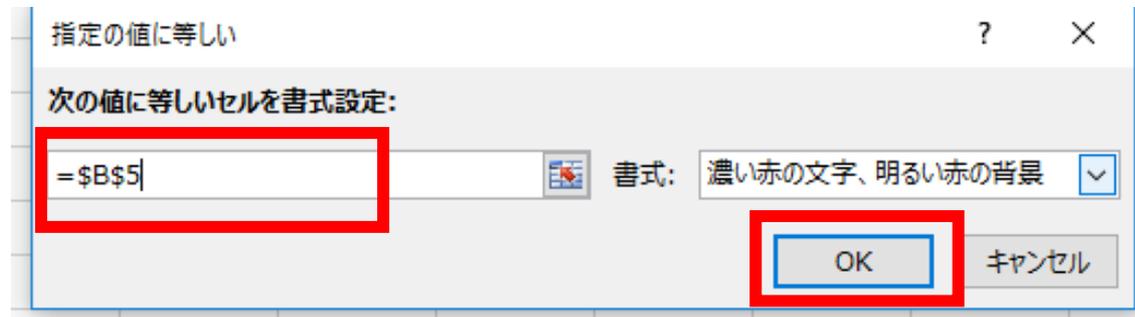
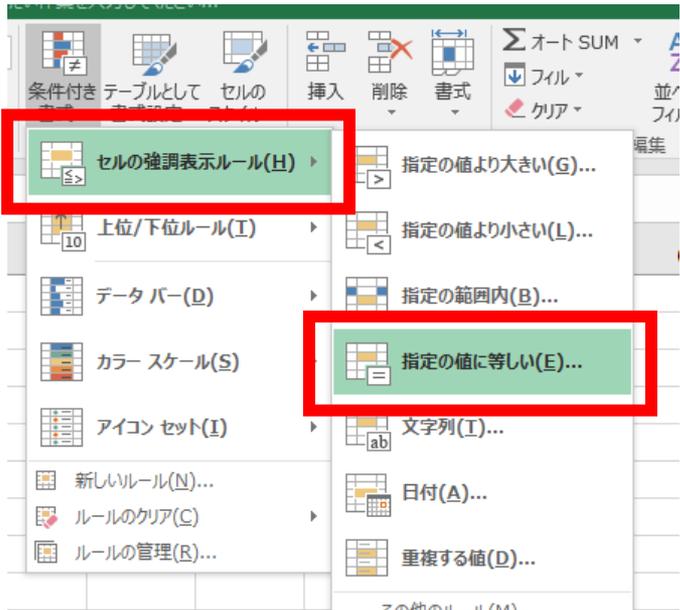
	A	B	C	D	E	F
1		話さない		話す		
2		自分	相手	自分	相手	
3	話さない	0	0	-100	10	10
4	話す	10	-100	-90	-90	-90
5		10		-90		
6						

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

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



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

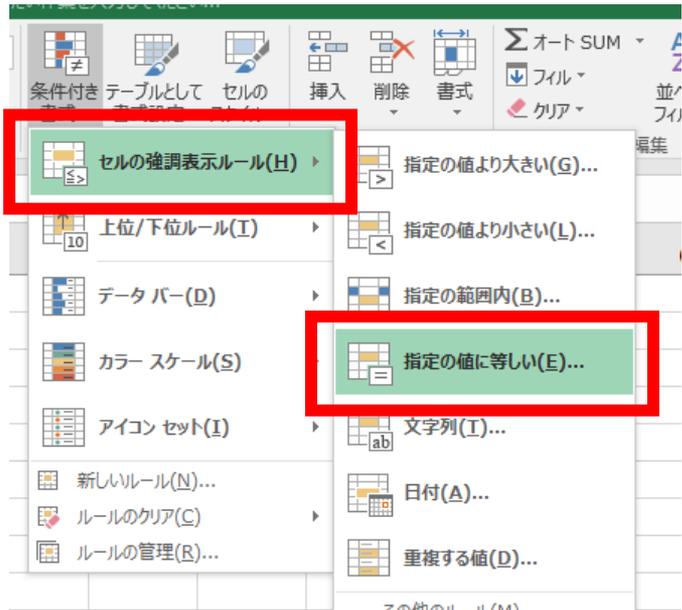


⑥ セル **D3** と **D4** を範囲選択し、**条件付き書式**をクリック

	D	E	F
	話す		
	自分	相手	
0	-100	10	10
-100	-90	-90	-90
	-90		



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

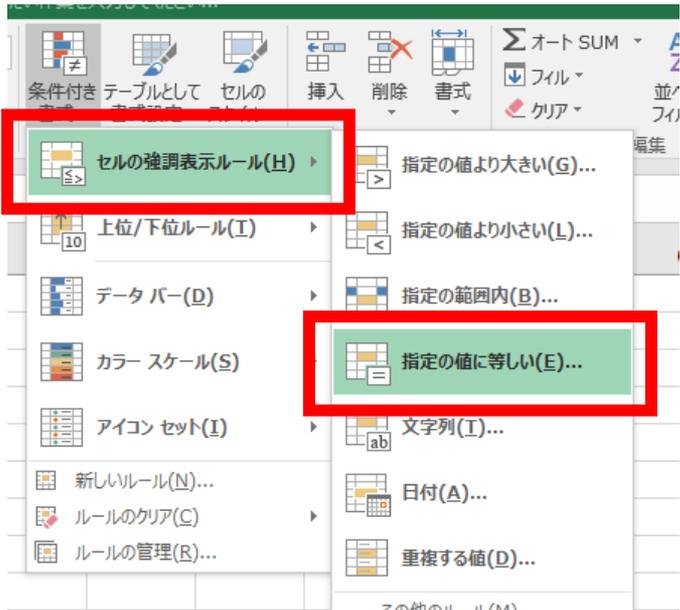


⑧ セル **C3** をクリック. その後、**コントロールキー**を押しながら **E3** をクリック (**C3** と **E3** の選択). **条件付き書式** をクリック

	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		
6						



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

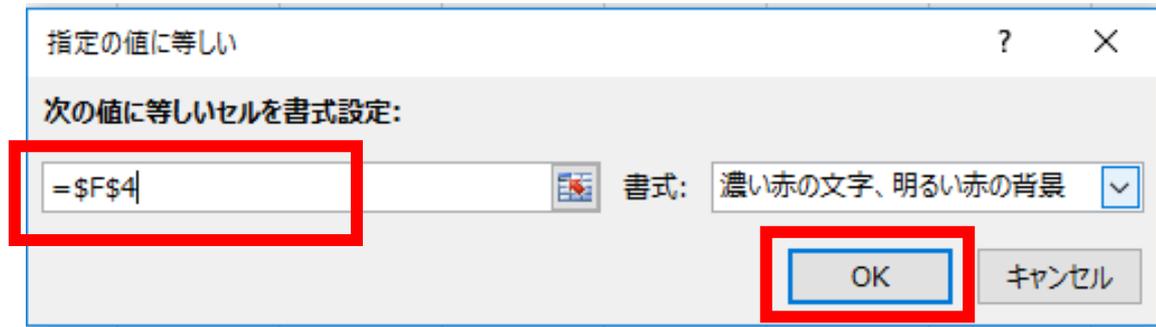
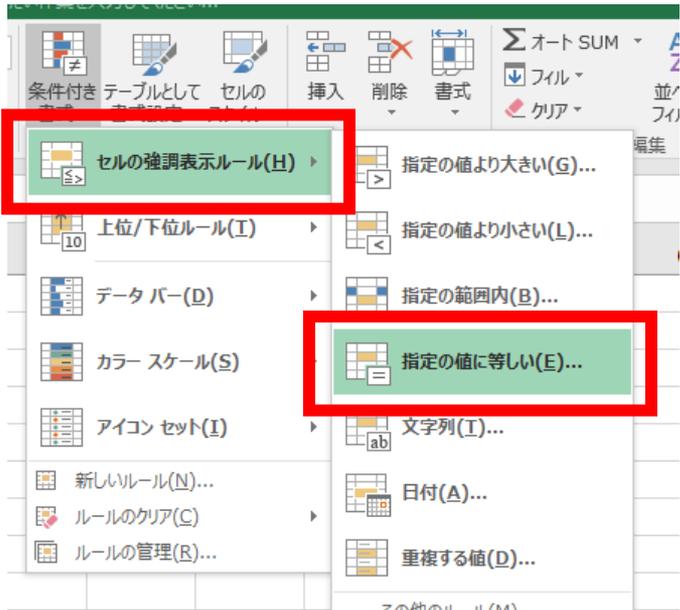


⑩ セル **C4** をクリック. その後、コントロールキーを押しながら **E4** をクリック (**C4** と **E4** の選択). **条件付き書式** をクリック

	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	10	10
4	話す	10	-100	-90	-90	-90
5		10		-90		

◆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	比べる	-100	10	10
4	話す	10		-90	0	-90
5		10		-90		

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

裏切らない
を選択

ジレンマ
がある

ナッシュ均衡

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



新規

オンライン テンプレートの検索

検索の候補: ビジネス 個人用 一覧 財務管理 予算 ログ 教育

	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

空白のブック

新しい ツアーを開始

Excel へようこそ

① 次のように書く． 数字は半角

	A	B	C
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

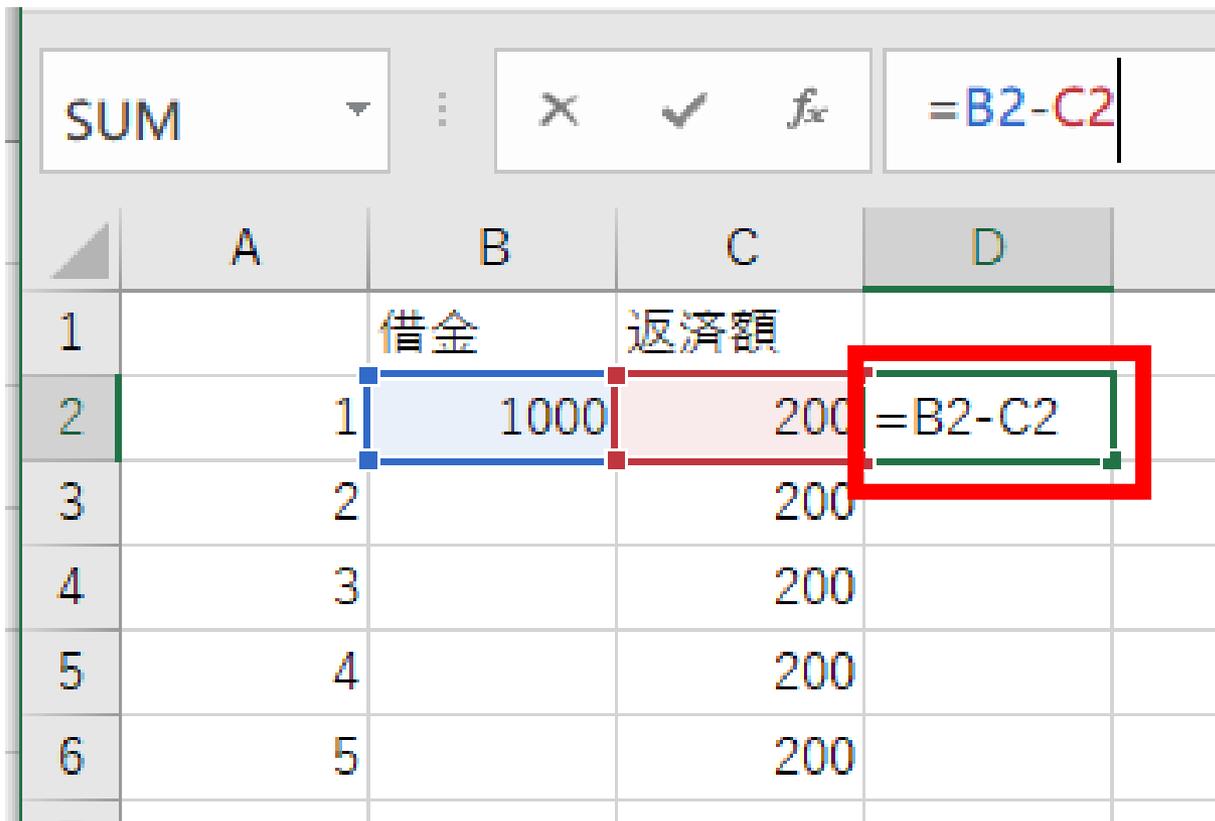
	A	B	
1		借金	
2	1	1000	
3	2		
4	3		
5	4		
6	5		
7			

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



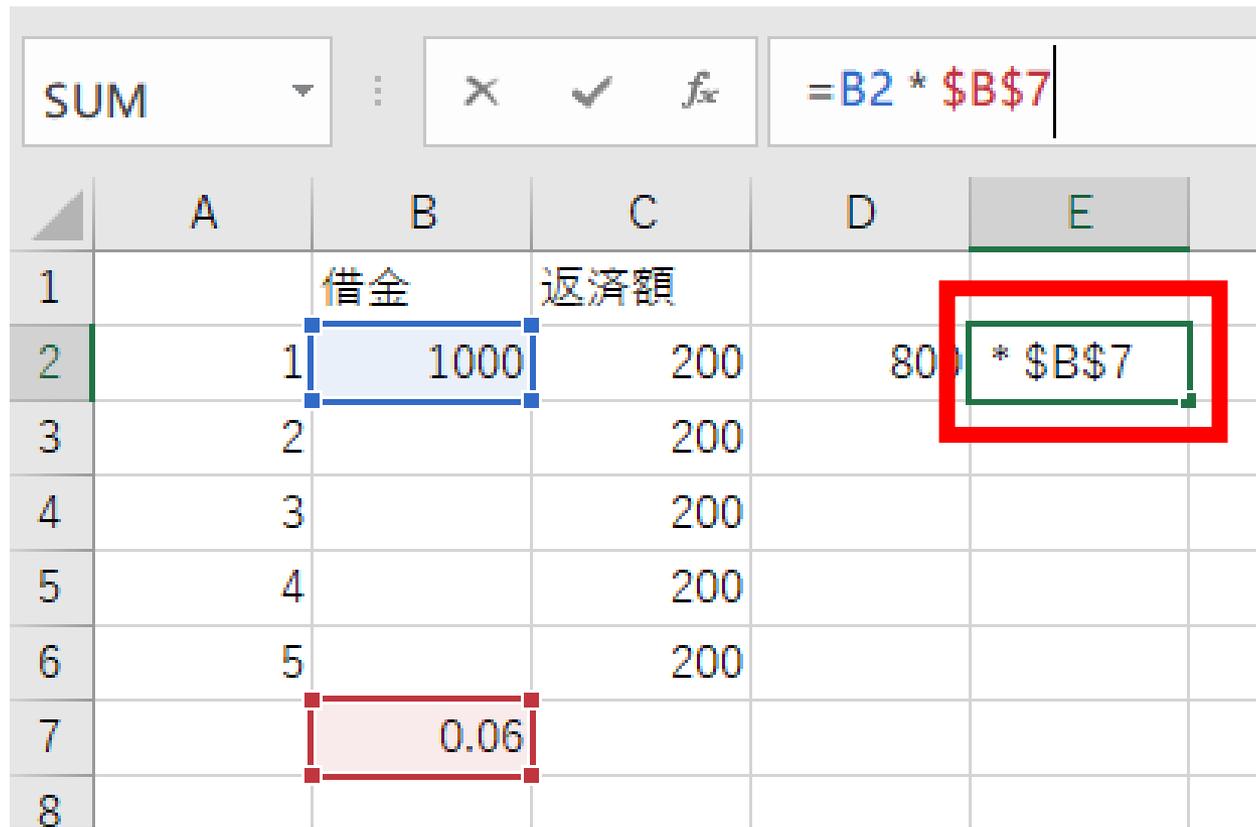
	A	B	C	D
1		借金	返済額	
2	1	1000	200	=B2-C2
3	2		200	
4	3		200	
5	4		200	
6	5		200	

- 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					

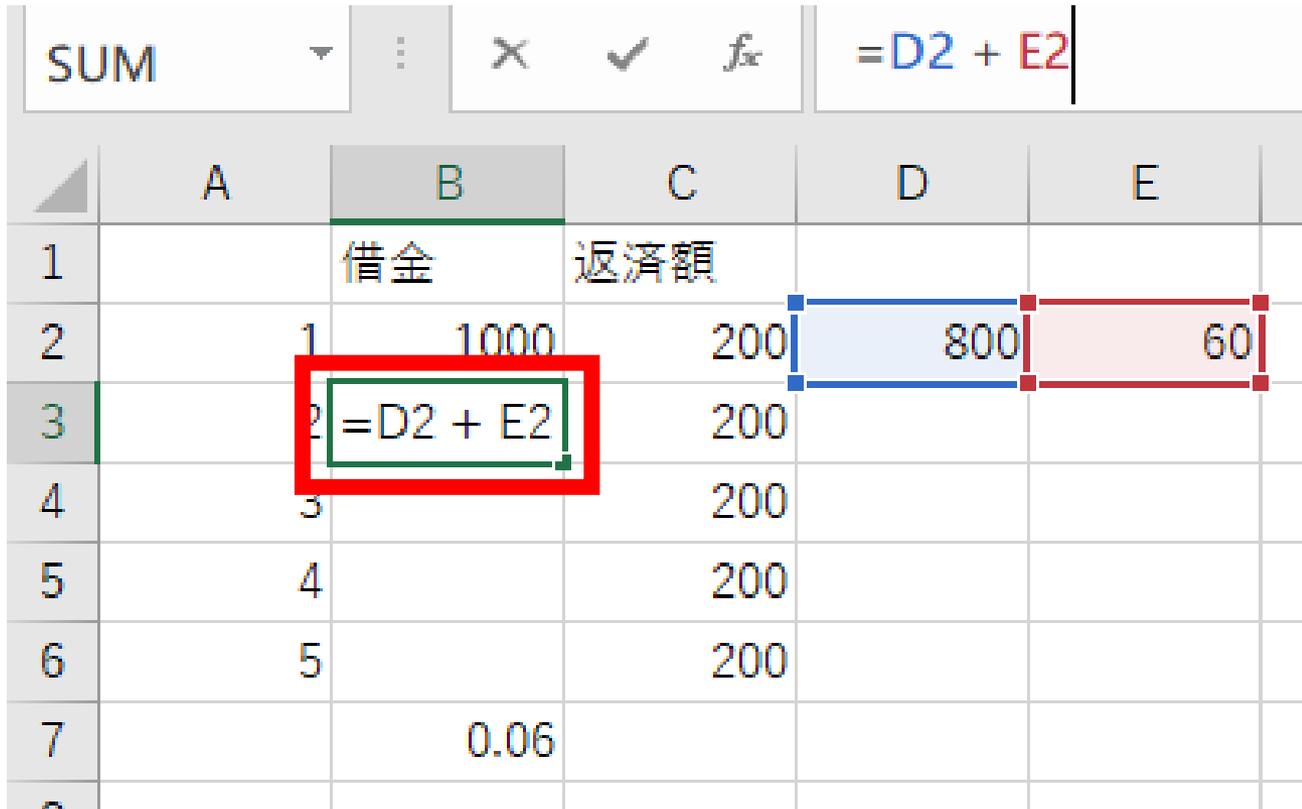
⑥ セル E2 に「=B2 * \$B\$7」を書く

その時点での借金に金利がかかる



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

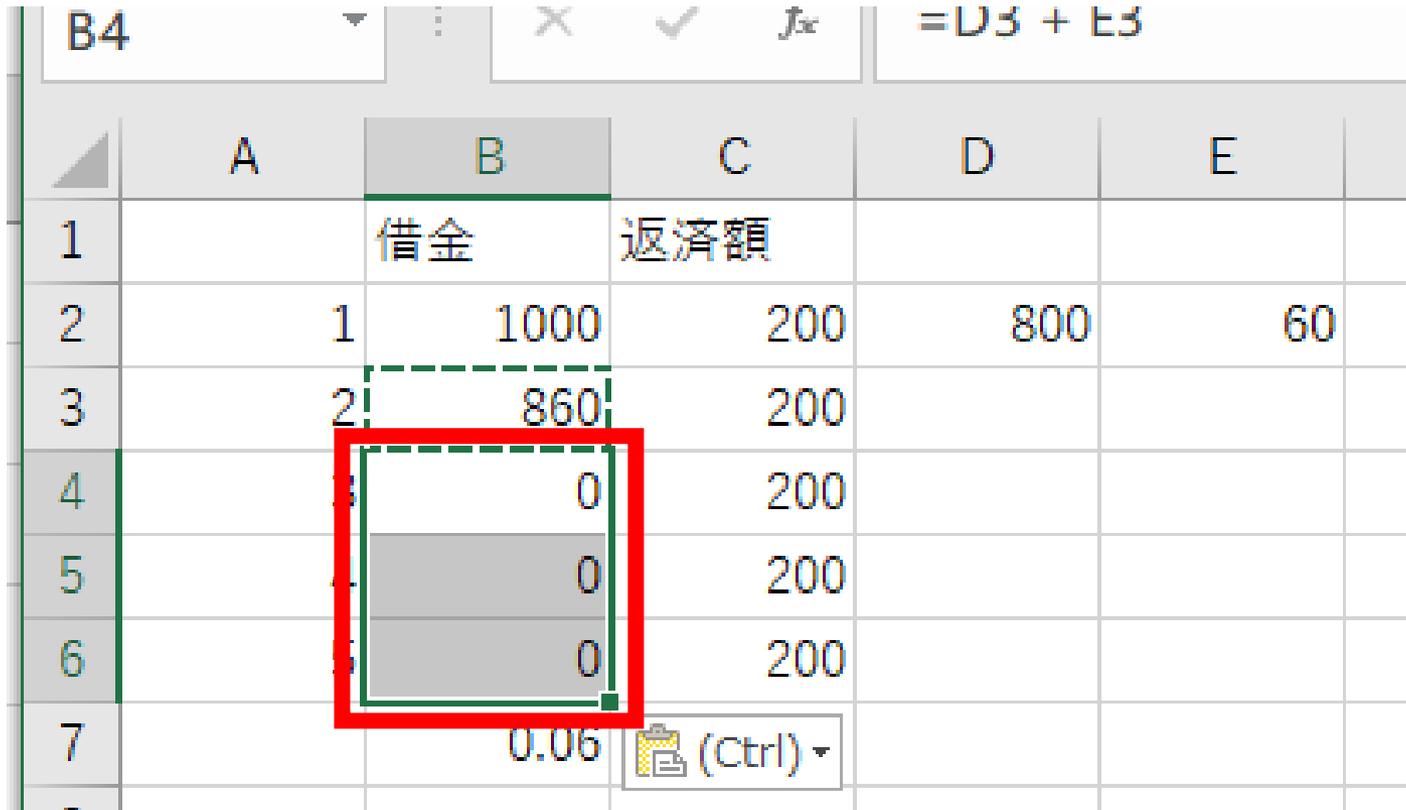
⑦ 次の年の借金は、**残額** 足す **金利**である
セル **B3** に「**=D2 + E2**」を書く



	A	B	C	D	E
1		借金	返済額		
2	1	1000	200	800	60
3	2	=D2 + E2	200		
4	3		200		
5	4		200		
6	5		200		
7		0.06			

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

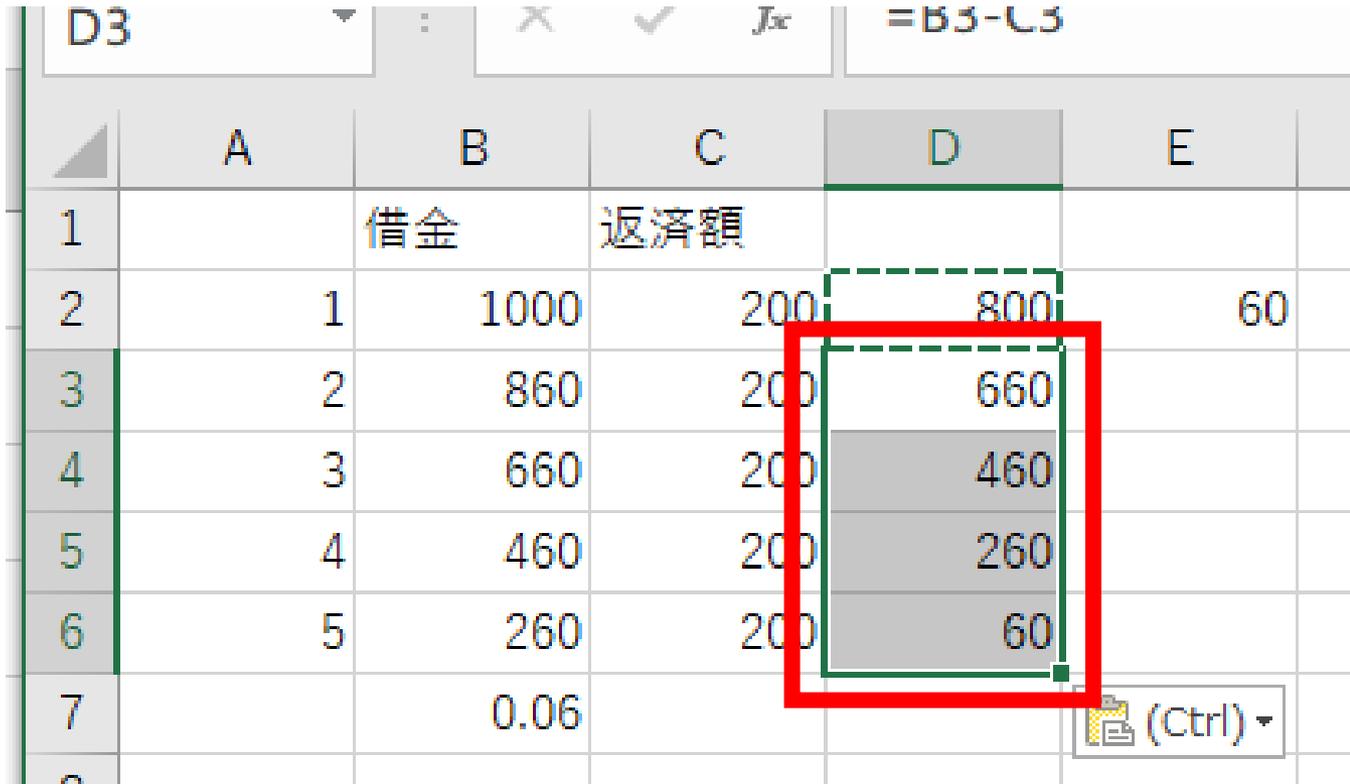
右クリックメニューが便利



	A	B	C	D	E
1		借金	返済額		
2	1	1000	200	800	60
3	2	860	200		
4	3	0	200		
5	4	0	200		
6	5	0	200		
7		0.06			

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



	A	B	C	D	E
1		借金	返済額		
2	1	1000	200	800	60
3	2	860	200	660	
4	3	660	200	460	
5	4	460	200	260	
6	5	260	200	60	
7		0.06			

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



新規

オンライン テンプレートの検索

検索の候補: ビジネス 個人用 一覧 財務管理 予算 ログ 教育

	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

空白のブック

新しい ツアーを開始

Excel へようこそ

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		
9					

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 金利を考慮したあとの利益を求めるために、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 金利を考慮したあとの利益を求めるために、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 金利を考慮したあとの利益を求めるために、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 金利が 2% に値下げになったとする。

セル **C8** の値を **1.02** に書きかえると、
今度は、場所 A の利益が最大になること
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	