

数理モデルで集団ゲームしてみました 横山 徹

はじめに

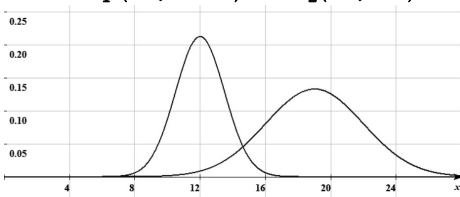
2020年はコロナ禍で多くの学校行事が中止になり授業に振り替えられて時数は大幅に増えた。商業高校の情報処理科2年生の授業で時間調整のため飲食店の利益を競うシミュレーションゲームを取り入れた。

【概要】

レストランの経営者として経営計画を立て、2クラスの生徒で店舗の利益を競い合う。

【モデル1 (標準モデル)】

【準備】正規乱数を用いた仮想データの作成
正規分布 $N_1(12, 1.5^2)$ と $N_2(19, 3^2)$



$M_1=80$ 、 $M_2=60$ として乱数を100回発生させて100日間の来客数の仮想データを作成する。

表1

	1	2	3	4	5
7- 8	1	0	0	0	0
8- 9	3	1	1	2	1
9- 10	4	4	2	1	4
10- 11	9	8	11	7	6
11- 12	12	17	23	20	19
12- 13	18	26	12	22	27
13- 14	17	16	17	22	17
14- 15	10	7	15	4	8
15- 16	8	7	4	8	3
16- 17	5	8	7	4	7
17- 18	5	8	6	2	4
18- 19	5	5	9	10	4
19- 20	11	6	10	9	8
20- 21	9	8	4	11	12
21- 22	10	4	4	3	8
22- 23	5	5	7	5	5
23- 24	3	4	2	2	3
合計	135	134	134	132	136

98	99	100	平均	
0	0	0	0.08	7- 8
0	0	0	0.87	8- 9
4	4	4	3.3	9- 10
5	8	13	9.28	10- 11
28	15	12	17.04	11- 12
17	24	20	21.1	12- 13
16	14	24	17.52	13- 14
11	12	7	10.88	14- 15
2	10	6	6.51	15- 16
7	7	5	5.44	16- 17
9	4	6	6.26	17- 18
5	5	6	7.67	18- 19
4	8	12	7.98	19- 20
14	8	6	7.69	20- 21
9	9	10	6.34	21- 22
5	8	4	4.53	22- 23
2	4	1	3.3	23- 24
138	140	136	136	合計

【前提条件】

- (1) ランチの原価を500円とし、提供時間は15時まで
- (2) ディナーの原価を1500円とし、提供時間は15時以降
- (3) 店員1人が1時間に対応できる客数はランチで5人まで、ディナーで3人まで

【制約事項】

- (1) 0時～7時までは閉店、10時～21時までは開店し、他の時間は店長が判断。
- (2) 営業時間は店長または店員が必ず勤務する。これらを正社員とよぶ。
- (3) 来客数が店員に対応できる数を超えた場合は入店できない。

- (4) 正社員は4人まで、勤務時間は連続8時間。但し8時間を超える場合は残業手当を支払うことで連続した時間帯で勤務をさせることができる。
- (5) アルバイトの勤務時間は最低でも2時間連続とし、最大で25時間まで雇うことができる。人数は正社員が勤務する時間内で5人まで。
*アルバイトのみの勤務は不可
- (6) 正社員は7時～9時、21時～24時の勤務に対して早朝・夜間勤務手当を支給することができる。(しなくとも良い)

【営業モデルの作成について】

下記に必要事項を入力。

表2

	正社員					アルバイト					計	
	1	2	3	4	小計	1	2	3	4	5		小計
0- 7	*	*	*	*	0	*	*	*	*	*	0	0
7- 8					0						0	0
8- 9					0						0	0
9- 10					0						0	0
10- 11					0						0	0
11- 12					0						0	0
12- 13					0						0	0
13- 14					0						0	0
14- 15					0						0	0
15- 16					0						0	0
16- 17					0						0	0
17- 18					0						0	0
18- 19					0						0	0
19- 20					0						0	0
20- 21					0						0	0
21- 22					0						0	0
22- 23					0						0	0
23- 24					0						0	0
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

価格	ランチ
	ディナー
	正社員
	残業代
	アルバイト代
	早朝手当
	夜動手当

項目	1日分	100日分
	正社員給与	0
	正社員残業代	0
	バイト代	0
	早朝手当	0
	夜動手当	0
	材料費	#REF!
	支出	#REF!

	売り上げ	#REF!
	利益	#REF!

正社員の平均時給 #DIV/0!

【判定条件】

下記の(1)～(3)の何れかに該当するモデルは除外する

- (1) 上記の前提条件・制約条件を無視した店舗は条例違反で廃業
- (2) メニューの値段の高かった上位約20%は廃業
*ランチメニューで10%、ディナーメニューで10%を除外する
- (3) 従業員の給与が安かった下位約20%は廃業。
正社員の日給と手当を含む平均の時給で10%、日給で5%、アルバイトの時給で5%
*平均の時給とは各種の手当を含めた実際の支給額の平均を表す。

【モデル2（デフレモデル）】

物価は下落して給与もあがらない。来店者も減少。景気の後退で失業者が増加。

	原価	
	低価格	高価格
ランチ	50%	50%
ディナー	46%	54%

100日間の営業ができた店舗の比較

		モデル3 インフレモデル	モデル4 インフレ改訂版
平均収益		1,567,685	1,799,662
価格	ランチ(円)	1,196	1,343
	ディナー(円)	2,491	2,643
正社員給与	日給(円)	10,476	10,404
	手当込の時給(円)	1,331	1,329
アルバイトの時給(円)		1,041	988
雇用者数	正社員(人)	2.4	2.2
	アルバイト(時間)	14.5	11.4
経営状態 (%)	黒字	59.5%	58.9%
	赤字	16.2%	17.6%
	閉店	24.3%	23.5%

【モデル3（インフレモデル）】

物価は上昇し、給与も上昇した。来店者は増加。雇用も改善し、飲食業界は人出不足。

条件比較

		モデル1 標準モデル	モデル2 デフレモデル	モデル3 インフレモデル
原価	ランチ	500円	400円	800円
	ディナー	1500円	1200円	1800円
来客者数 昼M ₁ 夜M ₂	M ₁	80	60	80
	M ₂	60	30	75
メニュー価格の 失格条件 %	昼: 上位10	夜: 上位20	夜: 上位20	夜: 上位5
	夜: 上位10	夜: 上位20	夜: 上位20	夜: 上位5
社員給与の失 格条件 %	平均: 下位10	平均: 下位5	平均: 下位5	平均: 下位10
	日給: 下位5	日給: 下位5	日給: 下位5	日給: 下位10
アルバイト時給 の失格条件%	下位: 5	下位: 5	下位: 20	

【モデル5（経営戦略モデル）】

(1) 店舗規模の選択

店舗面積が大きくなるほど賃貸料も上がる

店舗規模	客席上限	100日の賃貸料
小規模「1」	6	250,000
中規模「2」	14	450,000
大規模「3」	20	800,000

(2) 営業形態の選択

ア チェーン店は仕入れ価格が安くなる

食材の原価

		チェーン店	オーナーシェフ
ランチ	5人対応食材	500	600
	7人対応食材	700	800
ディナー	3人対応食材	1500	1600
	5人対応食材	1700	1900

イ オーナーシェフ店で経営者とアルバイトのみの場合は客の少ない時間帯に一時閉店することができる。

【おわりに】

モデル5では記載事項が多くて1時間の教材として利用するには無理があった。

このレポートは2020年の教材であるが、現時点で実施するなら円安による原材料の高騰、人材確保のための給与引き上げ等、前提条件や判定条件を変更して実施することになるであろう。

また所得格差に対応して飲食店が二極化していくメカニズムを解明するような集団ゲームを考えるのも面白いのではないだろうか。

【モデル4（インフレ改訂モデル）】

モデル3の人出不足を回避するための方法として原材料の一部に調理済食材を使うことで店舗の効率を上げて従業員1人あたりの接客数を下記の通り増やすことができるようにする。

モデル3

	原価	対応可能人数
ランチ	800	1人5人まで
ディナー	1800	1人3人まで

モデル4

	原価	対応可能人数
ランチ	800	1人5人まで
	1100	1人7人まで
ディナー	1800	1人3人まで
	2200	1人5人まで

*その他の条件や勝敗の判定などはモデル3と同じ

【ゲーム結果】

原材料の仕入れは調理済の高い食材を使う店舗が半数以上になった。100日間営業を終えることが出来たモデルを比較すると、モデル3よりも収益が上がり、人員の削減にも成功していることが分かる。ただし給与は上がっていない。