完整資訊靜態賽局

Static Games of Complete Information

同步賽局或靜態賽局
a simultaneous game or static game

- 同步賽局或靜態賽局是每個玩家在不知道其他玩家選擇的動作的情況下選擇自己的動作的賽局
- In game theory, a simultaneous game or static game is a game where each player chooses their action without knowledge of the actions chosen by other players.

完整的資訊
complete information

- 在現實生活中，完整的訊息是一種稀有的寶石，難以捉摸，但卻彌足珍貴。
- 它的缺席給我們的決策帶來了不確定性，塑造了人類努力的不可預測的景觀。
- In the realm of real life, complete information is a rare gem, elusive yet invaluable. Its absence colors our decisions with uncertainty, shaping the unpredictable landscape of human endeavor."

完整資訊靜態賽局
（同步或同時行動）賽局

- 每個玩家都是理性的。
- 每個玩家選擇自己的策略時，都不知道其他玩家選擇的策略。
- 玩家的目標是最大化他們的收益
- **完整的信息**：每個玩家的策略和收益是所有玩家之間的常識。
- 每個玩家都知道其他玩家是理性

Gordon Gekko
(Wall Street, 1987).

- 我所知道的最有價值的商品是資訊”
- The most valuable commodity I know of is information”.

正則形式的賽局(靜態)
Normal-form or Strategic-form

- 一組有限的玩家$\{1, 2, ..., n\}$,
- 玩家的策略空間 $S_1, S_2, ... S_n$
- 玩家的收益函數 $u_1\ u_2\ ...\ u_n$ where $u_i : S_1 \times S_2 \times ... \times S_n \rightarrow R$, $\{1，2，...，n\}$

完整信息靜態（或同時行動）賽局

- 玩家不合作。
- 每個玩家 i 在不知道其他玩家選擇的策略 s_{-i}，選擇自己的策略 s_i,
- 每個玩家都會收到他的收益 $u_i(s_1, s_2, ..., s_n)$.

嚴格優勢策略
Strictly Dominant Strategy

- $s_i', s_i'' \in S_i$
- 玩家 i 的策略 s_i'嚴格優勢於策略 s_i''，如果 $u_i(s_i', s_{-i}) > u_i(s_i'', s_{-i})$，其他玩家的策略是 s_{-i}
- 策略 s_i'' 是嚴格劣勢於 s_i'。
- s_i'是 Strictly Dominant Strategy
- s_i'' 是 Strictly Dominated Strategy

嚴格優勢策略
Strictly Dominant Strategy

- $s_i', s_i'' \in S_i$
- 如果玩家 i 的策略 s_i' 嚴格優勢於他所有其他的策略 s_i''，那麼 s_i' 是玩家 i 的嚴格優勢策略。

不嚴格優勢策略
Weakly (Not Strictly) Dominant Strategy

- $s_i', s_i'' \in S_i$
- 玩家 i 的策略 s_i'不嚴格優勢於策略 s_i''，如果 $u_i(s_i', s_{-i}) \geq u_i(s_i'', s_{-i})$，其他玩家的策略是 s_{-i}
- 策略 s_i'' 是不嚴格劣勢Weakly (Not Strictly Dominated Strategy)於 s_i'。

嚴格優勢策略
Strictly Dominant Strategy

- $s_i', s_i'' \in S_i$
- s_i' 嚴格優勢於他所有其他的策略s_i''
- $s'_i \succ_i s''_i$

納許均衡

- 策略組合 $(s_1^*, \ldots, s_i^*, \ldots, s_n^*)$ 是一個納許均衡，如果對於每個玩家 i，

$$u_i(s_1^*, \ldots, s_{i-1}^*, s_i^*, s_{i+1}^*, \ldots, s_n^*)$$
$$\geq u_i(s_1^*, \ldots, s_{i-1}^*, s_i, s_{i+1}^*, \ldots, s_n^*)$$

- 對所有 $s_i \in S_i$

納許均衡

- 解 s_i^*
- 求出玩家 i 的最大化收益（或最小化成本）

$$u_i(s_1^*,\ldots,s_{i-1}^*,s_i,s_{i+1}^*,\ldots,s_n^*)$$

- 對所有

$$s_i \in S_i$$

“在戰略賽局中，優勢策略是無可爭議的冠軍，迫使理性的玩家追隨其領導，無論對手採取什麼行動。”

"In the game of strategy, a dominant strategy stands tall as the undisputed champion, compelling rational players to follow its lead, regardless of the moves made by their opponents."

策略組合
Strategy Profile

- 每個玩家都有關於策略組合 $(s_1, s_2, \ldots, s_i, \ldots, s_n)$ 的偏好 (preference)

在策略互動領域，納許均衡是個人選擇的匯聚點，每個參與者根據他人的行為優化自己的決策，從而產生穩定的結果，沒有參與者有動力偏離

In the realm of strategic interaction, Nash Equilibrium is the point where individual choices converge, each player optimizing their decision based on the actions of others, resulting in a stable outcome where no player has an incentive to deviate."

納許均衡

- 納許均衡是一個策略組合（ strategy profile)

  $s^* = (s^*_1, s^*_2, \ldots, s^*_i, s^*_j \ldots, s^*_n)$

- 所有其他玩家 j 採取他們的最佳策略 s_j^*，玩家 i 的最佳策略 s_i^*

符號

- $s = (s_i\ , s_{-i}\ )$ 是一個策略組合 (strategy profile)。
- s_i 是玩家 i 的一個策略
- s_{-i} 除了玩家 i 之外玩家的策略
- 下標 $-i$ 為“除了玩家 i 之外的玩家” 。

符號

- $s = (s_1, s_2, s_3) = (s_{2,}\ s_{-2})$為 玩家 1 , 3 的策略 s_1 s_3 ，玩家 2的 策略 s_2 。
- s_{-2}為“除了玩家 2 之外的玩家的策略。

Schelling points 聚焦點

- 在博弈論中，聚焦點是人們在沒有交流的情況下選擇的一種解決方案
- 這個概念是由美國經濟學家托馬斯·謝林（Thomas Schelling）在他的《衝突戰略 (The Strategy of Conflict)》（1960）一書中提出的

納許均衡

- $s^* = (s^*_{1,} \ldots, s^*_{i}, s^*_{i+1} \ldots, s^*_n)$ 是納許均衡。
- $u_i(s^*) = u_i(s^*_i, s_{-i}^*) \geq u_i(s_i, s_{-i}^*)$

Schelling points 聚焦點

- “人們通常可以在合作的情況下與其他人協調他們的意圖或期望”，因此他們的行動將集中在一個聚焦點上 ，具有突出的地位
- 聚焦點的顯眼性(conspicuousness)取決於時間，地點和人本身

納許均衡

- 納許均衡是一個穩定的狀態，一種社會規範。

聚焦點 (Focal point)

- 如果您要在紐約市與一個陌生人見面，但您無法與該人溝通，那麼您將選擇何時何地見面？
- 發現最常見的答案是“中午在中央車站候機樓的詢問處(the information booth at Grand Central Terminal）”。

聚焦點Focal point

- 很多人會認為帝國大廈因為電影“西雅圖夜未眠”(Sleepless in Seattle)

囚犯困局

- 有重大罪行中的兩名犯罪嫌疑人分別被關在不同牢房。
- 有足夠的證據將每人定為輕罪
- 但沒有足夠的證據將其中任一個人定為重罪，除非其中一個人告密(fink)。

Many Contexts, One Concept

- 軍備競賽（政治）
- 遏制二氧化碳排放量（全球變暖）
- 使用類固醇（體育）
- 公共資源（過度捕魚或空氣污染）
- 價格競爭（企業價格）
- 群體計畫（推卸責任）

囚犯困局

- 沉默(quiet):對警察沉默，不背叛同伴， 與同伴合作(Cooperate)
- 告密(fink):對警察告密，背叛同伴(Defect)

在囚徒困境的博弈中，合作或背叛是對性格和策略的考驗。雖然個人利益的誘惑可能會誘使我們背叛，但真正的勝利在於有勇氣去信任、去合作建立超越自身利益的聯繫

In the game of the prisoner's dilemma, the choice between cooperation and betrayal is a test of character and strategy. Though the allure of personal gain may tempt us to defect, true victory lies in the courage to trust, to collaborate, and to forge bonds that transcend self-interest.

Prisoner's Dilemma (基數報酬函數)

	Quiet (沉默) (Cooperate)	Fink (告密) (Defect)
Quiet(沉默) (Cooperate)	-1,-1	-4,0*
Fink(沉默) (Defect)	0*,-4	-3*,-3*

搭便車 (free ride)

- 囚徒困境模擬了一種從合作(cooperation)中受益的情況
- 每個玩家都較喜歡兩個玩家都選擇沉默(quiet)而不是選擇告密(fink)
- 但每位玩家都有動機選擇搭便車（告密(fink) ）。

群體計畫

	努力工作 Working hard	偷懶 Goof off
努力工作	2,2	0,3*
偷懶	3*,0	1*,1*

Applications of prisoner's Dilemma

- **Arms Race**
- **Business Competition**
- **Environmental Conservation**
- **Traffic Congestion**
- **Resource Extraction**
- **Public Goods Provision**
- Competition on AI
- Competion on space exploration

雙寡頭壟斷(duopoly)價格設定 price-setting

- 兩個公司生產相同的商品，
- 每個公司選擇低價或高價。
- 如果兩家公司都選擇高價，則每家公司的利潤為1000美元。

進行聯合計畫

- 您正在與朋友一起進行聯合計畫。
- 你們每個人要麼努力工作，要麼偷懶
- 如果您的朋友努力工作，那麼您寧願偷懶
- 您更喜歡雙方努力工作的結果，而不是雙方偷懶的結果（在這種情況下，什麼也沒有完成。）
- 對您來說，最糟糕的結果是，您努力工作，而您的朋友卻偷懶（您討厭被人利用）。

雙寡頭壟斷(duopoly)價格設定 price-setting

- 如果一個公司選擇高價，而另一家選擇低價，則選擇高價的公司將不獲得客戶並虧損200美元，而選擇低價的公司則獲得1200美元的利潤。
- 如果兩家公司都選擇低價，那麼他們每個公司都會賺到600美元。

雙寡頭壟斷(duopoly)價格設定
price-setting

	高價	低價
高價	$1000, $1000	$-200, $1200
低價	$1200, $-200	$600, $600

黑手黨修正" 的囚徒困境
The "mafia-modified" Prisoner's Dilemma

	Quiet	Fink (Confess)
Quiet	-2,-2	-5,-1-z*
Fink (confess)	-1-z*,-5	-4-z*,-4-z*

Prisoner's Dilemma

	Quiet (沉默) (Cooperate)	Fink告密 (Defect)
Quiet(沉默) (Cooperate)	-2,-2	-5,-1*
Fink 告密 (Defect)	-1*,-5	-4*,-4*

黑手黨修正" 的囚徒困境
The "mafia-modified" Prisoner's Dilemma , z = 2

	Quiet	Fink (Confess)
Quiet	-2*,-2*	-5*,-3*
Fink (confess)	-3,-5	-6,-6*

黑手黨修正" 的囚徒困境

- 想像一個黑手黨成員被另一個成員非常嚴重地訓斥 (seriously reprimanded)，這將改變收益結構
- 如果黑手黨懲罰 (mafia punishment)的痛苦是等價於 z，那麼我們必須為每個的玩家減去 z 個單位的收益。

黑手黨修正" 的囚徒困境

- 如果 z 嚴格大於 1 ，那麼這個懲罰將足以翻轉我們的預測博弈的均衡結果
- 因為 Quiet 成為嚴格優勢策略（並且 (Quiet, Quiet)) 是帕累托最優 (Pareto optimal)

囚犯困局補救辦法

- 聯合通信
- 規章
- 合同
- 條約
- 教育
- 重複賽局

對稱均衡
symmetric equilibrium

- 在博弈論中，對稱均衡 (symmetric equilibrium) 是指所有玩家在均衡中使用相同策略（可能是混合策略）的均衡。
- 在單種模型 (single population models)中，只有對稱平衡是進化上的穩定狀態 (evolutionarily stable states)

對稱賽局
Symmetric Games

Prisoner's Dilemma (Symmetric)

	Quiet	Fink
Quiet	2,2	0,3
Fink	3,0	1,1

對稱博弈
Symmetric Games

- 每個玩家有兩個策略的兩人賽局是對稱的，其形式為

	A	B
A	w,w	x,y
B	y,x	z,z

Stag Hunt **(Symmetric)**

	Stag	Hare
Stag	2,2	0,1
Hare	1,0	1,1

狹路接近的行人

	左邊	右邊
左邊	1, 1	0, 0
右邊	0, 0	1, 1

A symmetric game with no symmetric **Nash equilibrium**

- 博弈有兩個納許均衡 (X, Y) (Y, X)
  - 沒有對稱納許均衡的對稱博弈

狹路接近的行人

- 納許均衡:
- (左邊, 左邊)
- (右邊, 右邊)

Equilibrium for pairwise interaction in a single population

	A	B	C
A	1*,1*	2,1*	4*,1*
B	1*,2	5,5	3,6*
C	1*,4*	6*,3	0,0

沒有對稱納許均衡的對稱博弈
A symmetric game with no symmetric **Nash equilibrium**

	X	Y
X	0,0	1*,1*
Y	1*,1*	0,0

A symmetric game with no Symmetric **Nash equilibrium**

- 納許均衡是 (A, A)、(A, C) 和 (C, A)。
- 只有(A, A) 是唯一的對稱均衡。

兩性之戰的勝利不是靠統治或屈服，而是靠理解、妥協和相互尊重，勝利不在於戰勝對方，而在於在愛的舞蹈中找到和諧

The game of the battle of the sexes is not won by dominance or submission, but by understanding, compromise, and mutual respect, where victory is not in defeating each other, but in finding harmony in the dance of love.

Battle for the Sex
Bach or Stravanisk?

		Player 2	
		Bach	Stravanisk
Player I	Bach	(2, 1)	(0,0)
	Stravanisky	(0,0)	(1,2)

性別戰役（協調賽局）

		Player 2	
		電影	歌劇
Player 1	電影	(2, 1)	(0,0)
	歌劇	(0,0)	(1,2)

Battle for the Sex
Bach or Stravanisk?

- 兩個納許均衡：(Bach, Bach) (Stravanisky, Stravanisky)。
- 如果兩個人在實驗室裡玩這個遊戲，結果似乎是(Bach, Bach) 。
- 儘管如此，(Stravanisky, Stravanisky) 也對應於穩定狀態。
- BOS是協調遊戲

性別戰役

- 性別戰役有兩個納許均衡（電影, 電影)和(歌劇, 歌劇）。
- 玩家較喜歡哪一個納許均衡？
- (電影, 電影)和(歌劇, 歌劇)對應於一個穩定的狀態(a steady state). 。

性別戰役

- 玩家們只要進入一個納許均衡即不會再進入另一個納許均衡。
- 性別戰役模擬玩家有不同（政策）偏好但仍想合作的情況

在獵鹿遊戲中，成功取決於合作與信任的微妙舞蹈。 雖然個人利益的誘惑可能會誘使我們去追求兔子，但真正的勝利在於集體追求高貴的雄鹿，團結協作帶來共同繁榮。

In the game of stag hunt, success hinges on the delicate dance of cooperation and trust. While the allure of individual gain may tempt us to pursue the hare, true victory is found in the collective pursuit of the noble stag, where unity and collaboration lead to mutual prosperity.

獵鹿賽局 (Stag Hunt)

- （鹿, 鹿） 是一個納許均衡。
- （野兔, 野兔 ） 是另一個納許均衡。
- 玩家較喜歡哪一個納許均衡？

Stag Hunt

- 如果兩個獵人一起工作，就可以成功捕獲雄鹿，但每個人都可以獨自捉住野兔。
- 納許均衡: （雄鹿，雄鹿）和（野兔，野兔）
- 應用 ：cooperative project，其中每個都有安全選項（例如: 叛亂遊戲 the rebellion game）

軍備競賽 Arms Race

- 兩個國家面對軍備競賽的模型，有人建議使用兩玩家 Stag Hunt 的變型，來替代囚犯困境。

獵鹿賽局 (Stag Hunt)

	鹿	野兔
鹿	2, 2	0, 1
野兔	1, 0	1, 1

Generic Coordination Game

	H	G
H	A,a	C,b
G	B,c	D,d

Payoff Dominates vs. Risk Dominates

- 如果 A ≥ D，a ≥ d，且 A > D or a > d 則 (H, H) 報酬優勢於 **Payoff Dominates** (G, G)。
- A = 2, a = 2, D = 1, d = 1 由於 A ≥ D，a ≥ d 且 A > D , a > d
- (Stag, Stag) 是一種報酬優勢策略。

軍備競賽（安全困局）

- (不武裝,不武裝)是報酬優勢的策略(Payoff Dominant Strategy)
- (武裝,武裝) 是一種風險主導優勢的策略(Payoff Dominant Strategy.)

Payoff Dominates vs. Risk Dominates

- (G, G) 風險優勢於 **risk dominates** (H, H)，如果 (C – D) (c – d) ≥ (B – A) (b – a)。
- 如果不等式是嚴格的，則 (G, G) 嚴格風險優勢於 (H, H)。
- A = 1, B = 1, C = 0, D = 2, a = 1, b = 0, c = 1, d = 2
- (C – D) (c – d) = (0-2) (1-2) = 2(B-A) (b-a) = (1-1) (0-1) = 0
- （野兔，野兔）是風險優勢策略。

報酬優勢（payoff dominant)的許均衡

- 如果納許均衡的帕累托(Pareto) 優於博弈中的所有其他納許均衡，則認為報酬主導(payoff dominant) 納許均衡。

軍備競賽（安全困局）

	不武裝 (Refrain)	武裝 (Arm)
不武裝 (Refrain)	3*,3*	0,2
武裝 (Arm)	2,0	1*,1*

風險優勢(Risk dominant)的納許均衡

- 如果納許均衡的風險較小，則它被認為是風險優勢 (Risk dominant) 納許均衡。
- 這意味著玩家對其他玩家的行為的不確定性越高，他們選擇風險主導(Risk dominant) 納許均衡的可能性就越大。

Payoff Dominates vs. Risk Dominates

- (Refrain, Refrain) 是一種報酬主導策略（Payoff Dominant Strategy）。
- (Arm, Arm) 是一種風險主導策略(risk dominant strategy)。

反叛遊戲 A Rebellion Game

- 如果雙方都反叛，他們得到獎勵（更好的政權）；如果都留在家裡，現狀仍然存在
- 如果一個反叛，另一個沒有，反叛失敗，唯一的反叛者受到懲罰。

反叛遊戲 Rebellion Game

	Rebel 反叛	Stay Home 待在家裡
Rebel 反叛	1*, 1*	-1, 0
Stay Home 待在家裡	0, -1	0*, 0*

反叛遊戲 A Rebellion Game

- 兩個策略組合是 NE：（反叛，反叛）和（待在家裡，待在家裡）
- 這是一個具有多重均衡的博弈，它顯示了人類互動的特性
- 多重均衡所涉及的策略不確定性（strategic uncertainty）可能是區分社會科學與自然科學的一個關鍵特徵（crucial feature ）

反叛遊戲 A Rebellion Game

- 玩家：兩個市民，1和 2
- 行動：{反叛，待在家裡}
- u_1(rebel, rebel) > u_1(home, home) = u_1(home, rebel) > u_1(rebel, home)
- u_2(rebel, rebel) > u_2(home, home) = u_2(rebel, home) > u_2(home, rebel)

狹路接近的行人

	左邊	右邊
左邊	1, 1	0, 0
右邊	0, 0	1, 1

狹路接近的行人

- 納許均衡:
  - (左邊, 左邊)
  - (右邊, 右邊)

鷹鴿賽局（反協調遊戲）
(Hawk-Dove)

	Swerve Dove (鴿)	Straight Hawk (鷹)
Swerve Dove (鴿)	0,0	-1*,1*
Straight Hawk (鷹)	1*,-1*	-10,-10

在鷹與鴿的博弈中，侵略與和平之間的選擇是一個微妙的平衡。
勝利不在於鷹的力量，也不在於鴿子的被動，而在於以勇氣和同情心應對衝突的智慧

In the game of hawk and dove, the choice between aggression and peace is a delicate balance.
Victory lies not in the strength of the hawk nor the passivity of the dove, but in the wisdom to navigate conflict with courage and compassion.

鷹鴿賽局(Hawk-Dove)

	Hawk (鷹)	Dove (鴿)
Hawk (鷹)	(V−C)/2, (V−C)/2	V,0
Dove (鴿)	0,V	V/2, V/2

鷹鴿賽局（反協調遊戲）

- 兩種動物都獵取獵物。
- 每個動物都可以是消極的(passive)或侵略性 (aggressive)。
- 每個動物是侵略性，如果對手是消極的。
- 每個動物是消極的，如果對手是侵略性。

鷹鴿賽局(Hawk-Dove)
($C > V > 0.$)

- V 是爭奪資源的價值
- C 是戰鬥的代價。
- 假設資源的價值小於戰鬥的成本，即 $C > V > 0$ ，不是鷹鴿賽局
- 如果 $C \leq V$，則博弈不是鷹鴿賽局，而是囚徒困境

鷹鴿賽局(Hawk-Dove)
C=10, V=6

	Hawk	Dove
Hawk	-2, -2	6*,0*
Dove	0*,6*	3, 3

懦夫賽局 The chicken game (hawk-dove)

		Player 2	
		Straight 直線	Swerve 轉彎
Driver 1	Straight 直線	(-10, -10)	(1*,-1*)
	Swerve 轉彎	(-1*,1*)	(0,0)

The chicken game (hawk-dove)

- 兩名司機在一條車道相向行駛
- 如果兩者都不轉彎，它們就會相撞並可能死亡；
- 如果一個轉彎而另一個不轉彎，則轉向的人丟臉，而另一個獲得尊敬。

懦夫賽局 The chicken game (hawk-dove)

- 納許均衡:（直線，轉彎）和（轉彎，直線）
- 應用：邊緣政策（brinkmanship)
- 減少懦夫賽局中的選項：扔掉方向盤？過河拆橋？

鷹鴿賽局(Hawk-Dove)

	Swerve 轉向	Straight 直線
Swerve 轉向	Tie, Tie	Lose, Win
straight	Win, Lose	Crash, Crash

(囚徒困境, Prisoner Dilemma)
V=10,C=6

	Hawk	Dove
Hawk	2*, 2*	10*,0
Dove	0,10*	5, 5

凱恩斯選美大賽 Keynesian beauty contest

- 參賽者被要求從一百張照片中選出六張最吸引人的面孔。
- 那些挑選最受歡迎面孔的人將有資格獲得獎勵。

凱恩斯選美大賽 Keynesian beauty contest

- 更進一步，考慮到其他參賽者每個人對公眾看法都有自己的看法。 This can be carried one step further to take into account the fact that other entrants would each have their own opinion of what public perceptions are.

凱恩斯選美大賽 Keynesian beauty contest

- 一種天真的策略是選擇在參賽者看來最漂亮的面孔。
- A naive strategy would be to choose the face that, in the opinion of the entrant, is the most handsome.

凱恩斯選美大賽 Keynesian beauty contest

- 類似的行為在股市中也在發揮作用。
- 投資者對股票定價不是基於他們認為資產的**基本價值**
- 甚至不是投資者認為其他投資者對資產價值的看法
- 而是他們認為其他投資者認為是對資產價值的**平均看法** 。

凱恩斯選美大賽 Keynesian beauty contest

- 一個更老練的參賽者會考慮**大多數人對吸引力的看法**是什麼，然後根據他們對公眾看法的了解做出一些推斷。 A more sophisticated contest entrant, wishing to maximize the chances of winning a prize, would think about what the majority perception of attractiveness is, and then make a selection based on some inference from their knowledge of public perceptions.

凱恩斯選美大賽 Keynesian beauty contest

- https://www.youtube.com/watch?v=ZgN5aqvhSmo
- (1) 投票給你最喜歡的女孩，（對應降價樓房地產, falling price real estate)
- (2) 投票給你認為別人最喜歡的女孩。（對應穩定房地產， stable real estate ）
- (3)投票給你認為別人認為別人最喜歡的女孩。（對應漲價房地產， rising price real estate) ）

在凱因斯選美比賽中，投資者並不是在評判資產的實際吸引力，而是試圖預測其他投資者會認為哪些資產具有吸引力。

"In the Keynesian beauty contest, investors are not judging the actual attractiveness of assets, but rather trying to predict what other investors will judge as attractive."

The *p*-Beauty Contest

- 從0到100中任選一個數字,
- 每一玩家不讓其他知道選好之後計算全部人的平均數
- 選擇的數字最接近平均數三分之二的人獲勝

在凱因斯主義的市場選美比賽中，重要的不是內在價值，而是他人看法的看法。
行為經濟學提醒我們，我們的決策往往不僅僅是由理性驅動的，而是由情感、偏見、和社會影響

In the Keynesian beauty contest of markets, it's not the intrinsic value that matters, but the perception of others' perceptions. Behavioral economics reminds us that our decisions are often driven not by rationality alone, but by the complex interplay of emotions, biases, and social influences.

The *p*-Beauty Contest

- 在這個遊戲中沒有嚴格的優勢策略。
- 然而，存在一個獨特的純策略納許均衡。
- 納許均衡可以通過迭代消除弱劣勢策略來找到。

短期而言、股市是一個投票機器、長期而言、股市是一個體重計。

巴菲特

分析(第一種推理)

- 假設玩家認為平均值是X。
- 玩家的最佳策略是說最接近2X / 3的整數。
- X必須小於100，因此任何玩家的最佳值都不得超過67≈100（2/3）。
- 選擇大於67≈100（2/3）的整數是劣勢策略。

分析(第一種推理)

- 因此，每個玩家的遊戲是在1到67之間選擇一個整數。（第一層推理, 1st level reasoning)
- 類似地，每個玩家的遊戲是選擇1到100(2/3)(2/3) ≈45之間的整數。（第二層推理, 2nd level reasoning）
- 最後，每個人選擇 0 為納許均衡。

K層理性的玩家

- K 代表的是推理循環重覆的次數。
- K層為 0 級理性的玩家， 是天真的玩家， 他會隨機猜測，不考慮其他玩家
- K層為 1 表示玩家會假設 其他玩家都用 0 級的方式來玩，
- K層為 2 表示玩家假設 其他玩家都用 1 級的方式來玩，

真實的世界

- 但在真實的世界不會每個人選擇 0
- 人要不是完全的理性， 不然就是不預期彼此是完全的理性
- 或者是上述兩種狀況的組合

k層理性 (另一種推理)

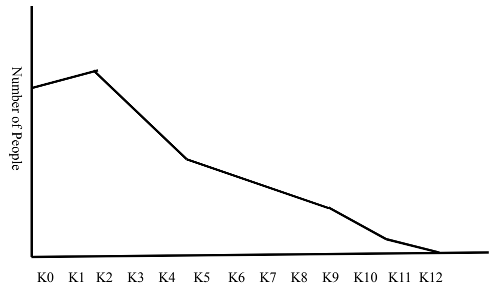
- K層為 0 級裡的玩家， 是天真的玩家，他會隨機猜測，不考慮其他玩家。
- 平均值會是 50， 1 級理性玩家會猜答案是 33。
- K層為 2 表示玩家假設 其他玩家都用 1 級的方式來玩，因此他會猜測 22
- 15,10,7,5,3,2,1,0
- 要 12層才會達到 0。證據指出，大部分人的 K層會停在 1 或 2層

真實的世界

- 在真實的世界玩這個遊戲時，
- 平均值通常會在 20 到 35 之間
- 丹麥報紙《政治報》舉辦了這個遊戲， 有一萬九千名讀者參與，結果的平均值大約是 22， 因此正確答案為 14

K 層的人數分佈

(From Low level of rationality to High level of Rationality)



The Keynes Beauty Contest

- GTO-1-05: Nash Equilibrium Introduction, and the Keynes Beauty Contest
- https://www.youtube.com/watch?v=-j44yHK0nn4
- GTO-1-06: Strategic Reasoning and the Keynes Beauty Contest Game
- https://www.youtube.com/watch?v=sVWLrs5wbi4

References

- **Game theory challenge: Can you predict human behavior? - Lucas Husted**
- https://www.youtube.com/watch?v=MknV3t5QbUc

Keynesian beauty contest

- https://en.wikipedia.org/wiki/Keynesian_beauty_contest
- http://www.ft.com/cms/s/0/6149527a-25b8-11e5-bd83-71cb60e8f08c.html

Iterated Elimination of Strictly Dominated Strategies (IESDS)

反覆消除劣勢策略

References

- GTO-3-01: Other solution concepts: A High-Level Taste
- https://www.youtube.com/watch?v=bmL8UxMINyo&list=PLeY-lFPWgBTiXWuvK2ud2ZJySQ6pilENH&index=1
- GTO-3-02: Strictly Dominated Strategies and Iterative Removal
- https://www.youtube.com/watch?v=E9IBWofIglc&list=PLeY-lFPWgBTiXWuvK2ud2ZJySQ6pilENH&index=2
- GTO-3-03: Dominated Strategies and Iterative Removal: An Application
- https://www.youtube.com/watch?v=UsmGhavPRKE&list=PLeY-lFPWgBTiXWuvK2ud2ZJySQ6pilENH&index=3

反覆消除劣勢策略

- 在策略精煉的過程中，嚴格支配策略反覆消除劣勢策略作為一種剪枝工具，逐漸剔除劣勢選擇，直至只剩下最理性的決策，揭示了博弈的策略本質
- In the process of strategic refinement, Iterated Elimination of Strictly Dominated Strategies acts as a pruning tool, gradually stripping away inferior choices until only the most rational decisions remain, revealing the strategic essence of the game."

納許均衡

- 嚴格劣勢策略(Strictly dominated strategies) 不是納許均衡中的策略
- 理性的玩家不會選擇劣勢策略。

R 嚴格優勢於 C ⇒ 消除 C

	L	C	R
U	4*,3*	5,1	6*,2
M	2,1	8,4	3,6*
D	3,0	9*,6	2,8*

反覆消除劣勢策略
Iterated Elimination of Strictly Dominated Strategies

- 刪除原賽局的嚴格劣勢策略後, 又會發現新賽局的嚴格劣勢策略
- 然後再刪除新賽局的嚴格劣勢策略
- 繼續這樣到新賽局中無嚴格劣勢策略

U 嚴格優勢於 M,D ⇒ 消除 M,D

	L	R
U	4*,3*	6*,2
M	2,1	3,6*
D	3,0	2,8*

納許均衡 (U, L)

	L	C	R
U	4*,3*	5,1	6*,2
M	2,1	8,4	3,6*
D	3,0	9*,6	2,8*

L 嚴格優勢於 R ⇒ 消除 R

	L	R
U	4*,3*	6*,2

納許均衡 (U, L)

	L
U	4*,3*

C 嚴格優勢於 A ⇒ 消除 A

	E	F
A	0,4*	1,0
B	0,0	3*,5*(NE)
C	4*,0	2,5*

(B, F) 是納許均衡

	D	E	F
A	5*,1	0,4*	1,0
B	3,1	0,0	3*,5*(NE)
C	3,1	4*,0	2,5*

F 嚴格優勢於 E ⇒ 消除 E

	E	F
B	0,0	3*,5*(NE)
C	4*,0	2,5*

(1/2) F 和 (1/2) E 嚴格優勢於D ⇒ 消除 D

	D	E	F
A	5*,1	0,4*	1,0
B	3,1	0,0	3*,5*(NE)
C	3,1	4*,0	2,5*

B 嚴格優勢於 C ⇒ 消除 C

	F
B	3*,5*(NE)
C	2,5*

(B, F) 是納許均衡

	F
B	3*,5*(NE)

合理性和納許均衡
Rationalizability and Nash equilibria

- 若且唯若反復迭代消除嚴格劣勢策略之後倖存，則該策略才是合乎理性(Rationalizability)

反覆消除劣勢策略

- (1/2) F 和 (1/2) E 嚴格優勢於D ⇒ 消除 D
- C 嚴格優勢於 A ⇒ 消除 A
- F 嚴格優勢於 E ⇒ 消除 E
- B 嚴格優勢於 C ⇒ 消除
- (B, F) 是納許均衡。

摘要

- 理性的玩家永遠不會玩劣勢策略 (a dominated strategy)，而會玩優勢策略 (dominant strategy)。
- 當玩家共享理性的共同知識 (share common knowledge of rationality)時，唯一的策略是那些在 IESDS 中倖存下來的。
- 在 IESDS 下倖存下來的策略不需要是帕累托最優的

Nash Equilibrium

- 納許均衡能夠在反復迭代消除嚴格劣勢策略之後倖存，但相反並非如此。

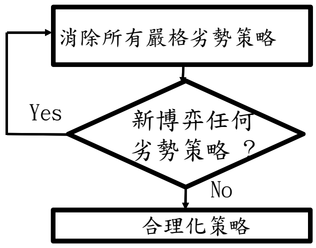
雙寡頭
固定的單位成本和線性反需求函數

- q_1:公司 1 產品數量
- q_2:公司 2 產品數量
- Q: q_1+q_2 (總產量)
- $C_i(q_i) = cq_i$ for all q_i (unit cost c)

雙寡頭
固定的單位成本和線性反需求函數

- $P(Q) = \alpha - Q$ if $Q \leq \alpha$
  $= 0$ if $Q > \alpha$
- $\alpha = 90$, $c=10$
- $q^*_1 = q^*_2 = (100 - 10)/3 = 30$

合理化算法
Algorithm for rationalizability



古諾雙頭壟斷

- 每個企業生產數量 q_i 的成本由
- $c_i(q_i) = 10q_i$ for $i \in \{1, 2\}$.
- （這是邊際成本不變的情況) 且沒有固定成本。）
- 需求 $p(q) = 100 - q$ ，其中 $q = q_1 + q_2$。

山地戰鬥的要領

- 凡處軍相敵:
  - 大凡處理我軍與判斷敵情之法：
- 絕山依谷:
  - 當通過山岳時，宜沿著河谷而前進；
- 視生處高:
  - 在交通比較容易的山地，宜佔領高地
- 戰隆無登:
  - 避免從正面攀登仰攻打戰
- 此處山之軍也:
  - 這是處理山地戰鬥的要領

古諾雙頭壟斷

- 首先考慮公司 1 的利潤函數：
- $u_1(q_1, q_2) = (100 - q_1 - q_2)\, q_1 - 10q_1 = 90q_1 - q_1^2 - q_1 q_2$
- $u_1(q_1, q_2)/dq_1 = 0$
- $90 - 2q_1 - q_2 = 0$ 。

河川戰鬥的要領

- 絕水必遠水:
  - 當通過河川時，必須遠離河川；
- 客絕水而來，勿迎於水內，令半濟而擊之:
  - 敵人渡河前來時，不可迎擊於水上，宜乘其一半剛上陸，其後一半尚未渡河的時機而擊之，
- 欲戰者，無附於水而迎客，視生處高，無迎水流，此處水上之軍也
  - 欲在河川間與敵決戰，亦不可沿著河岸以配備兵力而迎擊，應擇交通便利的高地佈陣，也不要在水上迎擊敵人， 這是處理河川戰鬥的要領。

沼澤泥濘地帶戰鬥的要領

- **絕斥澤:**
  - 當通過沼澤泥濘地帶時
- **惟亟去無留:**
  - 宜急速通過，不可停留
- **若交軍於斥澤之中，必依水草，而背眾樹，此處斥澤之軍也。**
  - 倘若在泥濘地帶交戰，必須佔據水草繁盛之地，又以森林為背。這是處理泥濘地帶的戰法

中位數投票定理
Median Voter Theorem

- 有10個位置：1，2,3，. . . ，10。
- 每個位置的票是10%。
- 位置1是“最自由”，而位置10是“最保守”
- 有兩個候選人，一個自由的（候選人1）和（候選人2）是保守的。
- 每個候選人的最佳位置是什麼？

平原戰鬥的要領

- 平陸處易，右背高，前死後生，此處平陸之軍也
  - 在平原交戰時，宜佔領交通自由的地點，右翼翼側和背後應有高地，更宜前控不利於敵人的地形，而後要有利於自己的地形。

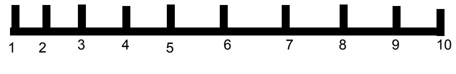
投票賽局
Voting Game

- 玩家：兩名候選人
- 策略：在政治光譜（political spectrum）內選擇位置（位置1至10）

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

選舉的博弈論
Game Theory for Election

投票分佈
Vote distribution



投票賽局
Voting Game

- 每個位置10%的選民
- 選民投票選出最接近的候選人
- 如果平局，投票數平分
- 收益：最大化投票數

納許均衡

- 我們刪除位置1和位置10。
- 我們刪除位置2和位置9。
- 我們刪除位置3和位置8。
- 刪去位置4和位置7的，剩下的位置5和第位置6。
- 候選人可以選擇位置5或位置6。

Position 2 dominates position 1

- $U_1(1,1)$=50% $U_1(2,1)$=90%
- $U_1(1,2)$=10% $U_1(2,2)$=50%
- $U_1(1,3)$=15% $U_1(2,3)$=20%
- $U_1(1,4)$=20% $U_1(2,4)$=25%
- $U_1(1,5)$=25% $U_1(2,5)$=30%
- $U_1(1,6)$=30% $U_1(2,6)$=35%
- $U_1(1,7)$=35% $U_1(2,7)$=40%
- $U_1(1,8)$=40% $U_1(2,8)$=45%
- $U_1(1,9)$=45% $U_1(2,9)$=50%
- $U_1(1,10)$=50% $U_1(2,10)$=55%

選舉競爭模型
Hotelling/Downsian model

- 選舉競爭的主要模型。 Hotelling 首先提出（1929）和 Downs （1957）普及。
- 每一候選人選擇的一個政策。政策policy 在線段[0，1]表示
- 候選人的政策是一個數字，簡稱為“位置政黨/候選人 通過在線段[0，1]選擇政策(policy)來競爭
- 每個公民都有偏好的政策，以投票給候選人之一。

Position 9 dominates position 10

- $U_1(10,1)$=50% $U_1(9,1)$=55%
- $U_1(10,2)$=45% $U_1(9,2)$=50%
- $U_1(10,3)$=40% $U_1(9,3)$=45%
- $U_1(10,4)$=35% $U_1(9,4)$=40%
- $U_1(10,5)$=30% $U_1(9,5)$=35%
- $U_1(10,6)$=25% $U_1(9,6)$=30%
- $U_1(10,7)$=20% $U_1(9,7)$=25%
- $U_1(10,8)$=15% $U_1(9,8)$=20%
- $U_1(10,9)$=10% $U_1(9,9)$=15%
- $U_1(10,10)$=50% $U_1(9,10)$=90%

選舉競爭模型

- 候選人在廣告、背書、外觀(advertising, endorsements, looks)等競爭
- 競爭最重要的方面取決於他們在某些社福計劃、國防的立場。
- [0，1]線表示候選人的位置。
- 候選人只關心贏得選舉：

選舉競爭模型

- 候選人不能違背諾言。
- 每個投票者在[0，1]上都有理想的位置。
- 選民沿[0，1] 線均勻分佈。
- 非戰略性選民 (Non-strategic voters):他們只是投票選舉其候選人政策最接近其理想。

Hotelling/Downsian model

- 各政黨只關心獲勝，並將致力於他們選擇的 政策 (platforms)。
- 每個投票人對[0，1]都有自己喜歡的政策； 如果優勝者的位置離她偏愛的政策更遠，她的效用降低
- 單峰偏好 (single-peaked preference):
- 每位選民將誠心投票，選擇最接近她最喜歡的政策。
- 選民中位數位置為 m。

選舉競爭模型

- 獲得票數最多的候選人獲勝。
- 沒有候選人堅持任何位置。
- 得票最多的政黨獲勝；如果有平局，平局的各方有相同的獲勝概率。
- 每個候選人都喜歡獲勝。

Hotelling/Downsian model

- 假設有L和R兩政黨。什麼是兩政黨位置的納許均衡？
- 唯一的納許均衡是雙方政黨選擇位置 m。
- （m，m）顯然是一個 NE
- 任何其他策略配置(Strategy Profile) 都不是 NE。
- 這是選民中位數定理(Median Voter Theorem).

政黨綱領(platforms)

- 一個政黨在當選後承諾要做的所有事情
- all the things that a political party promises to do if they are elected

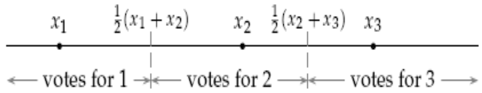
Hotelling/Downsian model

- 假設有選民均勻分佈在[0，1]政策上
- 參與政黨數目為 3:（L，C，R）。
- 我們還有各政黨選擇m的均衡嗎？
- ⇒否。其中一政黨可以選民中位數的位置(the median voter position)的向左或向右微移，並贏得選舉。
- （L，C，R）分別位於0.45、0.55、0.6？
- L 贏 C 和 R (0.5:0.75:0.425)

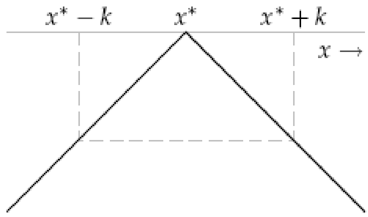
選舉競爭模型

- 每個選民的厭惡（distaste ）為任何位置k和她最喜歡位置x*之間的距離。
- 假設選民最喜歡位置 x* ，對於任何k值， x*-k和 x*+k一樣喜歡

三位候選人之間的票數分配：位置: x_1, x_2，x_3

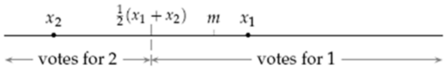


選民最喜歡的位置是 x*



候選人1 最佳反應 $b_1(x_2)$ $x_2 < m$

- m: ： 50%的公民最喜歡的位置
  - 如果 $x_2 < m$，則玩家1不可能選擇 x_1 使得 $x_1 < x_2 < m$，玩家1將輸掉比賽。
  - 玩家1必須選擇 $x_1 > x_2$
  - $x_2 < (x_1 + x_2)/2 < x_1$
- 玩家1 贏得大於 $(x_1 + x_2)/2$ 的選票
- 玩家1選擇位置 x_1，以便 $m > (x_1 + x_2)/2$



Example

- 三名候選人的位置x_1，x_2 和x_3 。
- 候選人1吸引了在位置 x_1和$(x_1+x_2)/2$之區間的每一個公民。
- 候選人2吸引了在位置 $(x_1+x_2)/2$和$(x_2+x_3)/2$ 之區間的每一個公民。
- 候選人3吸引了剩餘的每一個公民。

候選人1 最佳反應 $b_1(x_2)$ $x_2 < m$

- $m > (x_1 + x_2)/2$, $x_1 > x_2$

  $2m > (x_1 + x_2)$

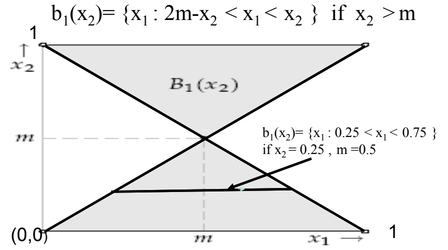
  $2m - x_2 > x_1$, $x_1 > x_2$
- $b_1(x_2) = \{x_1 : x_2 < x_1 < 2m - x_2\}$ if $x_2 < m$

候選人最佳反應 $b_1(x_2)$ $m < x_2$

- if $m < x_2$ ，玩家1必須選擇 $x_1 < x_2$
  - –玩家1 贏得小於 $(x_1+x_2)/2$ 的選票
- 玩家1選擇 x_1 以便 $m < (x_1 + x_2)/2$ 。
  - $2m < (x_1 + x_2)$
  - $2m - x_2 < x_1$
- 玩家1選擇 $x_1 > 2m- x_2$, $x_1 < x_2$

候選人1 最佳反應 $b_1(x_2)$

$b_1(x_2)= \{x_1 : 2m-x_2 < x_1 < x_2\}$ if $x_2 > m$



$b_1(x_2)= \{x_1 : x_2 < x_1 < 2m - x_2\}$ if $x_2 < m$

候選人1 最佳反應 $b_1(x_2)$

- m: ： 50%的公民最喜歡的位置
- $b_1(x_2)= \{x_1 : x_2 < x_1 < 2m - x_2\}$ if $x_2 < m$
- $b_1(x_2)= \{m\}$ if $x_2 = m$
- $b_1(x_2)= \{x_1 : 2m-x_2 < x_1 < x_2\}$ if $x_2 > m$

候選人2 最佳反應 $b_2(x_1)$ $x_1 > m$

- 如果 $x_1 > m$ ，玩家2必須選擇 $x_2 < x_1$
- 玩家2選擇位置x_2，以便 $(x_1 + x_2)/2 > m$.
  - $(x_1 + x_2) > 2m$.
  - $(x_1 + x_2) > 2m$.
- $x_2 > 2m- x_1$
- 玩家2選擇 $x_2 > 2m- x_1$, $x_2 < x_1$

候選人1 最佳反應 $b_1(x_2)$

- $b_1(x_2)= \{x_1 : 0 < x_1 < 1\}$ $x_2 = 1$, $m=0.5$
- $b_1(x_2)= \{x_1 : 0.25 < x_1 < 0.75\}$ $x_2 = 0.75$, $m=0.5$
- $b_1(x_2)=\{x_1 = 0.5\}$ $x_2 = 0.5$, $m=0.5$
- $b_1(x_2)= \{x_1 : 0.25 < x_1 < 0.75\}$ if $x_2 = 0.25$, $m = 0.5$
- $b_1(x_2)= \{x_1 : 0 < x_1 < 1\}$ if $x_2 = 0$, $m = 0.5$

候選人2 最佳反應 $b_2(x_1)$ $x_1 < m$

- 如果$x_1 < m$ ，玩家2必須選擇 $x_2 > x_1$
- 玩家2選擇位置x2，以便 $(x_1 + x_2)/2 < m$.
  - $(x_1 + x_2) < 2m$.
  - $(x_1 + x_2) < 2m$.
- $x_2 < 2m- x_1$
- 玩家2選擇 $x_2 < 2m- x_1$, $x_2 > x_1$

兩位候選人選舉競爭模型 候選人2 最佳反應$b_2(x_1)$

- $b_2(x_1)= \{x_2 : x_1 < x_2 < 2m - x_1 \}$ if $x_1 < m$
- $b_2(x_1)= \{ m \}$ if $x_1 = m$
- $b_2(x_1)= \{x_2 : 2m-x_1 < x_2 < x_1 \}$ if $x_1 > m$

納許均衡

- 賽局中有一個納許均衡。
- 兩位候選人都選擇中位數位置 m 。
- 結果是平手(tie)。

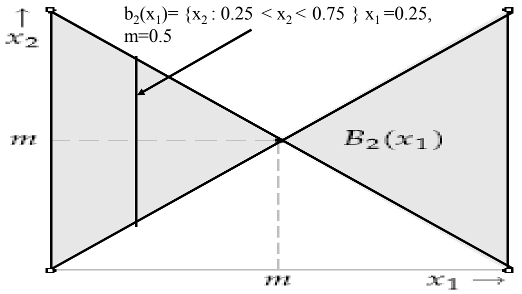
候選人2 最佳反應$b_2(x_1)$

- $b_2(x_1)= \{x_2 : x_0 < x_2 < 1 \}$ $x_1 =0$, $m=0.5$
- $b_2(x_1)= \{x_2 : 0.25 < x_2 < 0.75 \}$ $x_1 =0.25$, $m=0.5$
- $b_2(x_1)= \{0.5\}$ $x_1 = 0.5$ $m = 0.5$
- $b_2(x_1)= \{x_2 : 0.25 < x_2 < 0.75 \}$ if $x_1=0.75$ $m=0.5$
- $b_2(x_1)= \{x_2 : 0 < x_2 < 1 \}$ if $x_1 =1 m=0.5$

Hotelling's theorem

- 尋求最大限度地提高贏得選舉機會的政黨或候選人往往會將自己定位得更接近中間選民所在的位置。
- 如果政黨或候選人的立場明顯遠離中間派，他們就有可能疏遠中間選民並輸掉選舉
- 競爭對手被激勵相互靠近，從而造成政策立場變得越來越相似的情況。

候選人2 最佳反應$b_2(x_1)$



Hotellin’s reamrk (1929,1954)

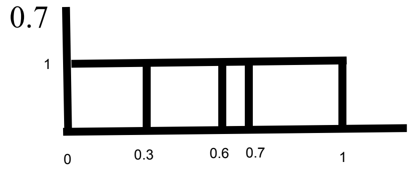
- 共和黨和民主黨之間的競爭在議題不會有一個明確的線，以供選民可以選擇
- 相反地，每一方努力和另一方一 樣。

政治家傾向於意識形態中間派並非出於信念，而是出於戰略定位
在選票爭奪戰中，他們尋求最小化差異，最大限度地提高對中間選民的吸引力

Politicians gravitate towards the ideological middle not out of conviction, but out of strategic positioning. In the battle for votes, they seek to minimize differentiation, maximizing their appeal to the median voter.

uniform distribution of voter preferences

- Candidate A = 0.3，B = 0.6，C = 0.7



Condorcet winner贏家

- Condorcet贏家是在兩個候選人的比較(Pair Comparison), 以多數票戰勝其他候選人。
- 中位選民位置是Condorcet 贏家。

選舉制度影響結果

- A, B比較, A得0.45選票, B得0.55選票B贏
- B, C 比較, B得0.65 C得0.35選票 B 贏
- 中位選民位置B是 Condorcet 贏家
- A, C 比較, A得0.5 C得0.5選票 A C 平局

Condorcet 悖論

- 即使有 **Condorcet winner** 贏家，也只能保證成對比較 (Pair Comparison)中獲勝，不一定存在三種或更多種政策選擇獲勝
- 例如，uniform distribution of voter preferences, sincere voting,
- Candidate A = 0.3，B = 0.6，C = 0.7

選舉制度影響結果

- A, B, C 比較, A得0.45選票, B得0.2選票, C得0.35選票 A贏

相對多數制
first-past-the-post voting system

- 候選人只獲得選區內最高票，不必獲得過半數的選票就可以當選。

典型選舉策略 或 非典型選舉策略

		政治素人	
		典型選舉策略	非典型選舉策略
Player 1 政治老手	典型選舉策略	will win*, will lose	will win*, might win*
	非典型選舉策略	might lose, will lose	might lose, might win*

杜瓦傑法則 Duverger's Law

- 在單一選區和相對多數當選的政治體制中，有走向兩黨制的趨勢。
- 選民往往傾向於較大的政黨，以避免將選票「浪費」在不太可能獲勝的較小政黨上

選舉策略

- 政治素人採取非典型選舉策略
- 政治老手採取典型選舉策略
- 選情難以預測

選舉策略

- 自由派 vs. 保守派
- 全球化(無關稅) vs. 保護主義(關稅)
- 低收入者(窮人) vs. 高收入者(富人)
- 改變選舉位置vs. 不改變選舉位置
- 傳統媒體 vs. 非傳統媒體
- 典型選舉策略 vs. 非典型選舉策略

博弈論和聲東擊西策略
Game Theory and Diversionary Tactics

聲東擊西

- 「聲東擊西」就是「佯攻東，攻西」。
- 假裝將注意力或努力集中在一個方向或目標（“東方”）上，而實際上打算在其他地方（“西方”）執行不同的行動或實現不同的目標。

金球賽局 *Golden Ball Game*

- Steal 是一種弱勢優勢策略(steal, split)
- (split, steal) and (steal, steal) 是金球遊戲的三個納許均衡。
- 玩家 2 宣稱選擇“Steal ”，如果玩家 1 選擇“split”，他將把 13600 英鎊分給他。
- 玩家 2 堅持他是一個會遵守諾言的人。

金球賽局*Golden Ball Game*

	Split	Steal
Split	50%,50%	0%*,100%*
Steal	100%*,0%*	0%*,0% *

金球賽局 *Golden Ball Game*

	Steal
Split	0%*,100%*
Steal	0%*,0% *

金球賽局 *Golden Ball Game*

- 玩家 1 選擇 “steal”，如果玩家 2 選擇“steal ”，則雙方都一無所獲
- 玩家 1 選擇 ““split ”，如果玩家 2 選擇“steal ”，他將一無所獲。
- 玩家 1 選擇 “split ”，如果玩家 2 選擇““split ”，則兩個玩家都獲得 6800英鎊
- 玩家 1 選擇 “steal ，如果玩家 2 選擇““split ”，他將獲得 13600 英鎊。

金球賽局*Golden Ball Game*

- 如果玩家 1 選擇Steal ，兩個玩家都一無所獲。玩家 1 被迫選擇“split,”
- 如果玩家 1 選擇 “split,” 且玩家 2 值得信賴，他將獲得 6800 英鎊。
- 兩位玩家都選擇了 “split,” ，每人獲得了6800磅。

聲東擊西策略

	假裝攻擊東邊	攻擊西邊
防守東邊		
不防守西邊		(不防守西邊*, 攻擊西邊*)

金球賽局 *Golden Ball Game*

- A MAN, HIS WORDS AND HIS TWO GOLDEN BALLS: GAME THEORY IN PRACTICE
- https://heconomist.ch/2020/10/26/a-man-his-words-and-his-two-golden-balls-game-theory-in-practice/
- golden balls. the weirdest split or steal ever!
- https://www.youtube.com/watch?v=S0qjK3TWZE8

Gozilla (強) vs Bambi (弱)

		Bambi
		Escape 逃避
Gozilla	Fight 鬥爭	(0, 0)

Gozilla(強) vs King-Kong(強)

		King-Kong
		鬥爭 Fight
Gozilla	Fight 鬥爭	(-c1, -c2)