

不完全信息的動態博弈（完美貝氏均衡）

Dynamic game with Incomplete Information (Perfect Bayesian Equilibrium)

1

冷戰 The Cold War

- 歷史學家們並不完全同意這些日期，但是一個共同的時間範圍是1947年（杜魯門主義 Truman Doctrine 宣布之年）和1991年蘇聯解體之年之間的時期。

4

古巴導彈危機 邊緣策略

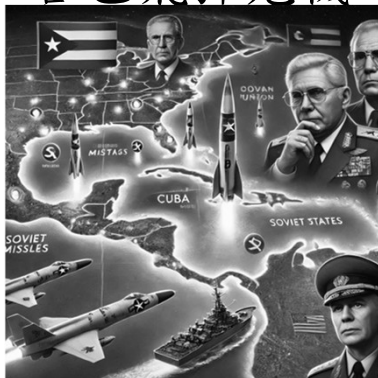
2

背景

- 冷戰中第二次世界大戰後美國和蘇聯分別代表兩個截然不同的經濟和思想意識形態政策，展開全球性的政治較量，兩個超級大國的策略在於不斷使用新的武器來顯示自己的優勢。

5

古巴飛彈危機



3

背景

- 雙方的戰略考慮均不排除對對方進行「核首發」的措施。
- 這個戰略的目的在於對對方進行猛烈的第一次打擊，以至於對方癱瘓，無法進行核反擊。

6

背景

- 當時兩個超級大國所擁有的飛彈技術（洲際彈道飛彈）可以達到18,000公里外的目標，因此雙方均可以從自己的國土打擊對方國土內的目標。
- 同時雙方的戰略轟炸機機隊也能夠打擊對方領土內的目標。
- 但是這些武器的短處在於它們的預警時間太長，因此對方有足夠的時間採取反制措施。

7

美國遠程飛彈的有效射程

- 洲際彈道飛彈 (ICBM)：美國的民兵 III 等洲際彈道飛彈的射程超過 6,000 英里 (9,656 公里)，使它們能夠打擊美國境內幾乎世界任何地方的目標。
- 潛射彈道飛彈 (SLBM)：從潛水艇發射的三叉戟 II (D5) 飛彈，射程可達 7,500 英里 (12,000 公里)，由於其海上機動性，可提供重要的全球覆蓋範圍。
- 遠程對地攻擊巡航飛彈 (LACM)：戰斧巡航飛彈通常從艦艇或潛艦發射，射程約 1,000-1,500 英里 (1,600-2,400 公里)，主要用於戰術、短程打擊。

10

背景

- 為了縮短這個預警時間，雙方必須將其核飛彈儘量布署到對方的領土附近。

8

遠程飛彈時代

- 遠程飛彈時代，傳統戰場的概念發生了轉變。
- 任何地點都可以成為目標，從而進入一個到處都是戰線的世界。
- 這個現實重塑了軍事戰略、平民生活和國際外交，凸顯了全球穩定的必要性，以避免災難性後果。

11

從古巴到美國主要城市

- 古巴到紐約市：約 1,300 英里 (2,092 公里)
- 古巴到華盛頓特區：約 1,200 英里 (1,931 公里)
- 古巴至洛杉磯：約 2,300 英里 (3,701 公里)

9

遠程飛彈時代

- 威懾理論：遠程飛彈的廣泛覆蓋範圍強化了威懾概念，即毀滅性報復性打擊的威脅阻止雙方挑起衝突。
- 相互確保毀滅 (MAD)：對於具有核能力的遠程導彈，各國認識到對一個國家的任何攻擊都可能導致災難性的報復，理論上使整個世界成為潛在的戰場，儘管實際部署會因其後果而受到阻礙。

12

一枚遠程導彈被運送到發射台



13

從潛艇發射的遠程飛彈



16

位於有發射井的固定發射台上方的
遠程飛彈



14

土耳其核子飛彈：古巴飛彈危
機的重要玩家

- 1959年美國在義大利和土耳其布署中程彈道飛彈雷神飛彈和朱比特飛彈，這是古巴危機的導火線。
- 預先部署導彈是美國願意對付俄羅斯常規或非常規(conventional or unconventional)入侵力量使用核武器的象徵。

17

從軍用飛機發射的遠程飛彈



15

美國U-2偵察機

- 1962年10月，一架美國U-2間諜飛機秘密拍攝了蘇聯在古巴島上建造的核導彈基地。

18

隔離 Quarantine

- 經過多次漫長而艱苦的會議之後，甘尼迪決定在古巴周圍進行海上封鎖。
- “隔離”的目的是防止蘇聯人軍事補給。他要求拆除已經在那裡的導彈並銷毀這些基地。

19

《驚爆13天》（Thirteen Days）

- 1962年10月14日，美軍U-2偵察機飛越古巴，確認了蘇聯飛彈基地的存在。
- 10月16日到28日，美國和蘇聯陷入了一場冷戰，讓世界最接近核毀滅時刻。
- 10月28日：蘇聯宣布將從古巴撤出飛彈

22

古巴飛彈危機期間，約翰·F·甘迺迪總統在橢圓形辦公室決定隔離古巴



20

Thomas Crombie Schelling
(April 14, 1921 – December 13, 2016)

- 他憑藉“博弈論分析增強了我們對衝突與合作 (conflict and cooperation) 的理解，而被授予2005年諾貝爾經濟學獎”。

23

冷戰期間古巴周圍的海軍隔離



21

邊緣策略 (Brinkmanship)

- 邊緣策略為推向危險的境地至災難邊緣的策略，以達到最有利的結果。

24

邊緣政策象徵外交與衝突之間的緊張平衡



25

危機邊緣策略

- 危機邊緣策略是必須足夠大的威脅
- 威脅者可以絕對相信，一切都會按計劃進行

28

邊緣策略Brinkmanship

- 故意創造和操縱 (deliberately creating and manipulating) 彼此的風險，以誘使另一方做出讓步。

26

危機邊緣策略

- 邊緣策略不僅是風險的產生，而且是對風險程度的謹慎控制。

29

邊緣策略Brinkmanship

- 理解邊緣策略的關鍵是要認識到邊緣不是一個陡峭的懸崖(a sharp precipice)，而是一個逐漸變陡 (getting gradually steeper) 的滑坡(a slippery slope)。

27

危機邊緣策略

- 邊緣策略通常是一種有效的手段，但同樣經常它仍然是一種冒險。
- 在進行邊緣策略時，邊緣策略的風險有時會變成現實。

30

古巴危機的簡單模型

31

佩戴鴿子形獎章的將軍



34

「鴿派」和「鷹派」

- 在國家政治中，兩個主要政黨或派系在外交衝突上採取不同立場是很常見的，通常被比喻為「鴿派」和「鷹派」。
- 這種分類反映了他們的外交政策和衝突解決

32

完全信息的動態博弈 知道蘇聯是鴿派

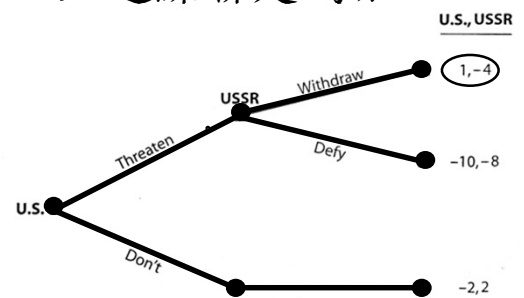


FIGURE 13.1 The Simple Threat Model of the Crisis

35

蘇聯像鴿子，象徵和平與外交



33

完全信息的動態博弈 知道蘇聯是鴿派

- US payoff = 1
- Soviet payoff = -4
- Subgame Perfect Nash Equilibrium 是 美國部署威脅，鴿派蘇聯撤出導彈。

36

蘇聯象徵強大的鷹派



37

完全信息的動態博弈 知道蘇聯是鷹派

- 鷹派蘇聯的 payoff 由 -8 改為 -4
- Subgame Perfect Nash Equilibrium 是美國部署了威脅，鷹派蘇聯不撤出導彈。

40

佩戴鷹形獎章的將軍



38

不完全信息的動態博弈

- 當美國採取 Threat，它不知道是否蘇聯鷹派或鴿派。
- p 表示蘇聯鷹派的概率。

41

完全信息的動態博弈 知道蘇聯是鷹派

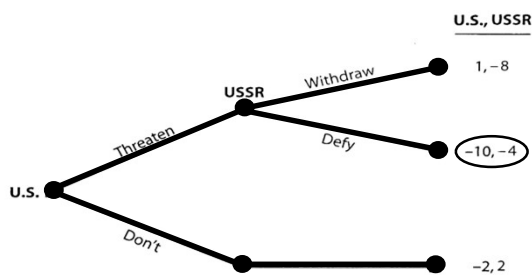


FIGURE 13.2 The Game with Hard-line Soviets

39

p 表示蘇聯鷹派的概率

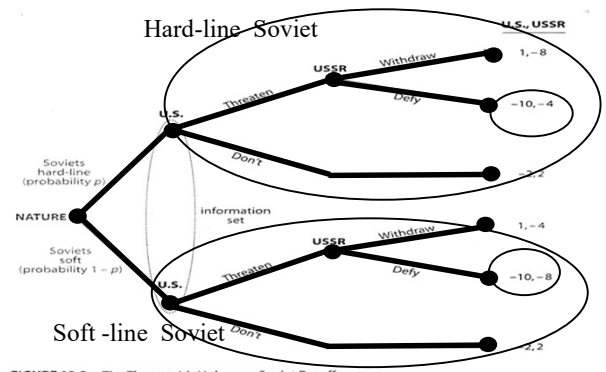


FIGURE 13.3 The Threat with Unknown Soviet Payoffs

42

p 表示蘇聯鷹派的概率

- 美國採取威脅，蘇聯是鴿派撤出導彈(Withdraw):美國的收益： $(1-p)$
- 美國採取威脅，蘇聯是鷹派不撤出導彈 (defy) :美國的收益： $-10p$
- 美國的預期收益：
 $-10p + 1(1-p) = 1-11p$

43

概率威脅(A probabilistic threat)

- 如果威脅太大以致無法容忍，那麼你可以通過一個概率(概率威脅)，而不是一個確定威脅。
- 你必須放棄一些行動的自由，並做出可信的承諾。
- 邊緣政策是創造一個合適的風險控制。

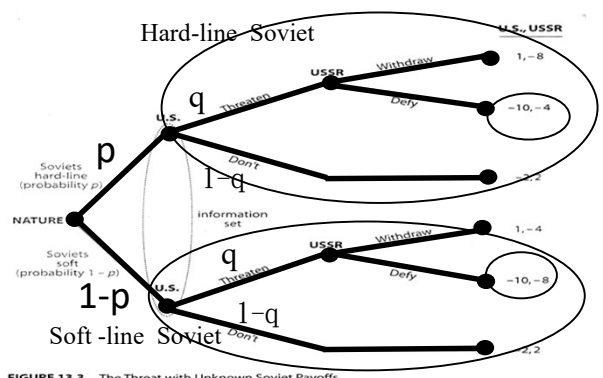
46

p 表示蘇聯鷹派的概率

- 美國沒有採取威脅，美國的收益：
 $-2p + (-2)(1-p) = -2$
- 如果 $1-11p > -2$, $p < 3/11 = 0.27$
- 如果 $p < 0.27$ 美國應該採取威脅。
- Kennedy估計 p 在於1/3~1/2的範圍。不幸的是，0.33是高於我們的上限 0.27。

44

p 表示蘇聯鷹派的概率



47

核戰爭的概率

- 在危機持續了13天的危急時刻，甘迺迪向他的胞弟羅伯特透露：
- 「這場危機最終演化成核戰爭的概率在二分之一到三分之一之間。」

• 原文網址：<https://kknews.cc/finance/mn9ko52.html>

45

鷹派蘇聯（上半部分）

- 美國採取邊緣策略, 概率為 q ，蘇聯違抗(defy)，美國的收益是：
 $-10q$
- 美國不採取邊緣策略, 概率為 $(1-q)$ ，美國的收益是： $-2(1-q)$
- 美國採取邊緣策略，美國預期的收益是：
 $-10q - 2(1-q) = -2 - 8q$

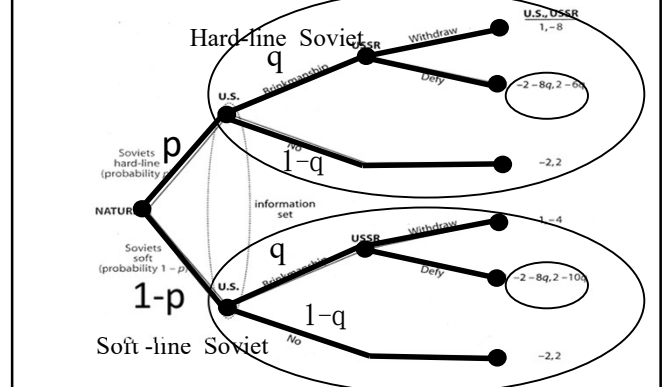
48

鷹派蘇聯(上半部分)

- 美國採取邊緣策略, 概率為 q , 鷹派蘇聯 defy 美國, 蘇聯收益是: $-4q$
- 美國不採取邊緣策略, 概率為 $(1-q)$, 鷹派蘇聯收益是: $2(1-q)$
- 美國採取邊緣策略, 鷹派蘇聯預期的收益是: $-4q - 2(1-q) = 2 - 6q$

49

邊緣策略的概率威脅



52

鴿派蘇聯(下半部分)

- 美國採取邊緣策略, 概率為 q , 蘇聯違抗(defy), 美國的收益是: $-10q$
- 美國不採取邊緣策略, 概率為 $(1-q)$, 美國的收益是: $-2(1-q)$
- 美國採取邊緣策略, 美國預期的收益是: $-10q - 2(1-q) = -2 - 8q$

50

鷹派蘇聯 (上半部分)

- 如果鷹派蘇聯撤出導彈 (withdraw), 鷹派蘇聯預期收益是-8。
- 如果 $2 - 6q > -8$, 強硬的蘇聯將 defy 威脅。 $6q > 10$, $q > 10/6 \approx 1.67$
- 但是, q 介於 0 和 1 之間。這是不可能! 無論如何, 強硬的蘇聯將違抗 (defy) 邊緣政策的威脅。

53

鴿派蘇聯 (下半部分)

- 美國採取邊緣策略, 概率為 q , 蘇聯 defy 美國, 鴿派蘇聯收益是: $-8q$
- 美國不採取邊緣策略, 概率為 $(1-q)$, 鴿派蘇聯收益是: $2(1-q)$
- 美國採取邊緣策略, 鴿派蘇聯預期的收益是: $-8q + 2(1-q) = 2 - 10q$

51

鴿派蘇聯” (下半部分)

- 如果鴿派蘇聯撤出導彈 (withdraw), 鴿派蘇聯預期收益為 -4。
- 如果 $(2 - 10q < -4)$, 蘇聯將撤出導彈
- $q > 0.6$
- 美國的的邊緣策略必須至少60%的可能性, 鴿派蘇聯將撤出導彈

54

邊緣策略的概率威脅

- 美國的邊緣策略必須至少60%的可能性，否則它不會阻止“鴿派蘇聯”(soft Soviet)。
- q 的下限 (lower bound) 被稱為有效性條件 (effectiveness condition)

55

邊緣策略的概率威脅

- q 的上限被稱為：可接受條件
- 如果概率威脅是可行的，它應滿足的有效性條件 (effectiveness condition) 和可接受條件 (acceptability condition).

58

邊緣策略的概率威脅

- How risky is the U.S. threat ? :
- p 表示蘇聯鷹派的概率。
- $1-p$ 表示蘇聯鴿派的概率
- 美國採取邊緣策略，美國預期的收益是：
- $(-2-8q)p + 1(1-p) = -8pq - 3p + 1$
- 美國不採取邊緣策略，美國預期的收益是： $-2p + (-2)(1-p) = -2$

56

執行邊緣策略

- Kennedy必須從相當安全的地方開始，逐步增加的風險水平(the level of risk)，看看誰“誰首先閃爍。” (“who blinks first.”)
- 從 $q = 0.01$ (1%) 開始，並在一個垂直向上的方向上移動該點(p, q)

59

邊緣策略的概率威脅

- $-8pq - 3p + 1 > -2$
- $-8pq > -3 + pp$
- $8pq < 3 - 3p$
 $q < (3/8)(1-p)/p$

57

執行邊緣策略 $q=0.6$

- $q = 0.6 = 0.375*(1-p)/p$
- $0.6p = 0.375(1-p)$
- $0.975p = 0.375$
- $p = 0.375/0.975 = 0.3846$
- 如果 $p < 0.38$ ，美國有足夠的威脅以阻止蘇聯。

60

執行邊緣策略

- 如果 $p < 0.38$ ，美國有足夠的威脅以阻止蘇聯。
- 如果 $p > 0.38$ ，美國阻止蘇聯威脅的策略對美國風險太大。
- $p = 0.38$ (p 表示蘇聯鷹派的概率)
- $q = 0.375 \cdot (1-p) / p = 0.612$ (美國採取Brinkmanship, 概率為 q)

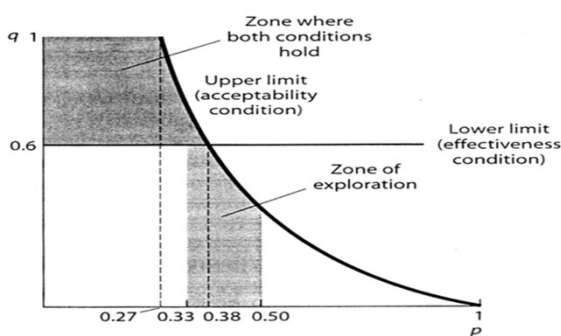
61

成功執行邊緣策略

- 如果 $q < 0.612$ ，則邊緣策略最佳
- 如果 $p < 38\%$ ，邊緣策略是成功(p 表示蘇聯鷹派的概率)

64

邊緣策略成功的條件



62

核子戰爭的概率

Odds of war

- 蘇聯鷹派的概率是 p
- JFK估計為 p : 33-50% p : 33-50%
- 美國採取Brinkmanship, 概率為 q
- 核子戰爭發生的概率為
- Odds of war are $= p \cdot q$

65

成功執行邊緣策略

- $q > 60\% \rightarrow$ 鴿派
蘇聯撤出導彈
(withdraw)

63

結局

- 蘇聯撤回部署在古巴的飛彈。
- 美國宣布不再對古巴進行任何入侵行動。
- 美國將於6個月內撤回部署在土耳其和義大利的飛彈。

66

熱線 (Hotline)

- 電話熱線是一種點對點的通話，當用戶拿起電話，可以自動地和預先決定的目的地通話
- 最著名的熱線是莫斯科-華盛頓熱線，也被稱為“紅色電話”。這一熱線於 1963 年 6 月 20 日在古巴導彈危機之後建立。

67

核武威懾凸顯敵對勢力之間的緊張平衡



70

熱線 (Hotline)



68

古巴飛彈危機提供了外交、
決策和危機管理的寶貴經
驗教訓

71

威懾、談判和外交

- 威懾、談判和外交確實是互補的戰略，可以共同實現戰略目標，同時減少直接軍事對抗的可能性。
- 威懾旨在透過展示實力和報復意願來阻止潛在對手發起衝突。
- 同時，談判和外交為透過對話、妥協和和平協議解決爭端提供了途徑。
- 透過結合這些方法，各國可以尋求實現其目標，同時最大限度地減少與武裝衝突相關的風險和成本。

69

1. 溝通的重要性

- 缺乏直接溝通管道最初導致混亂和緊張局勢加劇。
- 最終，華盛頓和莫斯科之間的秘密談判和「熱線」的建立幫助緩解了危機。
- 教訓：在危機期間，對立雙方之間公開、清晰的溝通至關重要，以避免誤解和意外升級。

72

2. 外交戰勝武力

- 美國和蘇聯都採用了外交手段，而不是立即採取軍事行動。
- 危機透過談判協議解決（蘇聯從古巴撤出飛彈，以換取美國從土耳其撤出飛彈）。
- 教訓：即使面對極度緊張，外交也往往是比武力更有效的解決方案。它可以防止不必要的衝突和生命損失。

73

5. 管理內部壓力

- 甘迺迪和赫魯雪夫都面臨來自政府內部主張採取激進行動的強硬派的壓力。
- 教訓：領導者必須平衡內部政治壓力與維護全球和平的更大責任。強而有力的領導力包括抵制不必要的侵略呼聲。

76

3. 需要戰略上的耐心

- 甘迺迪總統選擇了海軍隔離（封鎖），而不是立即空襲或入侵。
- 這為談判留出了時間，並避免了可能升級為核戰的魯莽行動。
- 經驗教訓：在高風險情況下，經過衡量和計算的回應至關重要。衝動行事可能會帶來災難性的後果。

74

6. 升級的危險

- 這場危機表明，由於誤判或挑釁，例如在古巴上空擊落一架美國 U-2 間諜飛機，緊張局勢可能會迅速升級為核戰。
- 教訓：如果缺乏謹慎的管理，事態升級可能會失控。在任何衝突中，緩和緊張局勢的機制都至關重要。

77

4. 了解對手的觀點

- 美國認識到，蘇聯的行動部分是出於對美國在土耳其部署飛彈的擔憂以及對權力不平衡的擔憂。
- 教訓：同理心和理解對方的動機對於解決衝突至關重要。這種洞察力有助於制定雙方都能接受的解決方案。

75

7. 秘密管道外交的作用

- 羅伯特甘迺迪和蘇聯大使之間的秘密談判有助於達成解決方案。
- 教訓：官方管道並不總是足夠的；秘密管道外交可以成為謹慎探索解決方案的有效途徑。

78

冷戰期間的秘密外交管道



79

10. 領導力很重要

- 發生了什麼事：甘迺迪和赫魯雪夫都表現出克制和實用主義，將全球和平置於個人或政治利益之上。
- 教訓：有效的領導力，其特徵是智慧和抵制衝動行為的能力，對於管理危機至關重要。

82

8. 全球和平的脆弱性

- 古巴飛彈危機突顯了世界距離核戰有多近，以及此類衝突可能造成的毀滅性後果。
- 教訓：和平是脆弱的，必須積極維護。預防措施和謹慎的危機管理對於避免災難性衝突至關重要。

80

References

- Signaling Model of Education: Solving for the Pooling and Separating Equilibrium
- <https://www.youtube.com/watch?v=f92OLDTk74g>
- Asymmetric Information
- <https://www.youtube.com/watch?v=TiP3uGu530>

83

9. 核不擴散的重要性

- 發生了什麼事：這場危機凸顯了核武的危險，並導致隨後達成《禁止核子試爆條約》（1963 年）等協議以及後來限制核子擴散的努力。
- 教訓：控制核武的擴散和使用對於全球安全至關重要。

81

檸檬車問題

Lemons Problem

84

經濟學中的檸檬問題，強調市場中資訊不對稱的動態



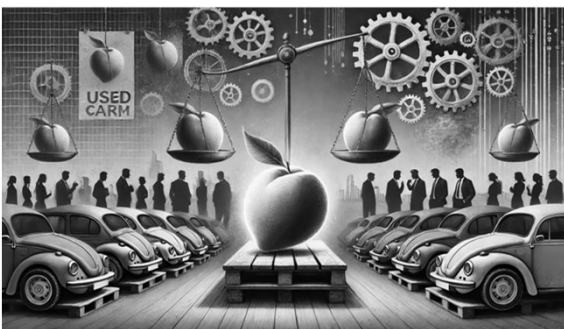
85

與檸檬問題類似的範例

- 健康保險
- 就業市場
- 古董和藝術品市場

88

桃子汽車象徵高品質的商品



86

健康保險，為家庭提供保護，使其免受醫療費用和疾病等潛在風險的影響



89

檸檬車問題

- 經濟學家George Akerlof 提出的檸檬問題描述了市場中資訊不對稱的如何導致低品質商品的逆向選擇，從而驅逐高品質商品。

87

健康保險中的檸檬問題

- 在健康保險中，資訊不對稱的原因是：
 - 消費者（保險購買者）：比保險公司更了解自己的健康、生活方式和需要醫療照護的可能性。
 - 例如：患有未公開的慢性疾病的人知道他們會更頻繁地使用醫療服務。
 - 保險公司（保險賣方）：無法完美評估每個人的健康風險。
 - 例如：如果沒有詳細的健康信息，保險公司無法區分高風險和低風險個人。

90

古董和藝術市場，展示著熙熙攘攘的氛圍，買家和賣家在經典雕塑、古董家具和充滿活力的繪畫中互動。



91

餐廳可能會出現資訊不對稱問題

- 餐廳可能會出現資訊不對稱問題，其中一方（顧客）缺乏有關食品品質、服務或衛生的完整信息，而另一方（餐廳）則擁有更多知識。
- 成功的餐廳透過聲譽、透明度和信號來建立信任來解決這個問題。

94

古董和藝術品市場

- 問題：賣家可能比買家更了解古董或藝術品的真實性或價值。
- 結果：買家可能會提供低價以降低購買假貨的風險，從而降低正品賣家參與的動機。

92

Regular Cars （桃子）
的概率 q

95

迷人的餐廳，展示其舒適的內部空間和迷人的外觀。



93

市場和檸檬車 Market and lemons

- 假設 Freddy 銷售的那種 15 年的轎車
- 轎車的市場價格是 p 。
- 大自然選擇汽車是桃子還是檸檬。
- 如果這輛車是桃子車(peach)，那麼它對 Jerry 值 3000 美元，它對 Freddy 值 2000 美元。
- 如果這輛車是檸檬車(lemon)，它對 Jerry 值 1000，對 Freddy 值 0。

96

市場和檸檬車
Market and lemons

- Jerry 比 Freddy 更看重汽車，所以汽車交易的 the efficiency 和 surplus 1000 在他們之間分配。
- Jerry 只知道這輛車是一個概率為 q 的桃子。
- **The players 同時獨立決定是否以市場價格 p 交易 (T) 或不交易 (N)。**

97

市場和檸檬車
Market and lemons

- 存在價格 p 當且僅當 $q \geq 0.5$ 時有效。
- 換句話說，除非桃子的概率 q 足夠高，否則桃子車的交易不存在均衡。
- 如果 $q < 1/2$ ，則唯一的檸檬車是均衡交易。

100

(T, N^{PTL}) 是納許均衡

- **第一個均衡：只交易檸檬車**
- $2000 \geq p$
- $p \geq 0$
- 如果預期收益 ≥ 0 ，則 Jerry 交易：
- $q * 0 + (1-q) * (1000-p) \geq 0$
- $1000 > p > 0$
- 只要轎車的市場價格是 p 小於 1000，只交易檸檬車 $(T, N^{PTL}) = (\text{Transaction, no peach car and Leman Car})$

98

市場和檸檬
Market and lemons

- 如果 $q < 1/2$ ，則唯一的檸檬是均衡交易
- 結果是效率低 (inefficient)，因為桃子的交易創造了價值。
- 因此，該模型證明了信息不對稱 (asymmetric information) 有時會導致市場失靈 (causes market to malfunction)

101

(T, T^{PTL}) 是納許均衡

- **第二個均衡：交易桃子車及檸檬車**
- Jerry 的預期收益大於或等於價格 p
- $3000q + 1000(1-q) \geq p$
- 只要 $p \geq 2000$ ，兩種汽車都可以交易
- $1000 + 2000q \geq p \geq 2000$
- $q \geq 0.5$ (Transaction, peach car and Leman Car)

99

μ 是買方預期售出 regular cars 的概率

regular cars (概率 q)

102

簡單模型 Simple model

- 汽車市場有兩種類型，regular cars (概率 q) 和檸檬汽車(lemons) (概率 $1-q$)。
- 對於賣方而言，regular cars 價值1000美元，檸檬汽車價值 500美元。
- 對於潛在的買家來說，regular cars 價值1500美元，檸檬汽車價值750美元。

103

第二階段 什麼是買方的WTP？

- μ 是買方預期售出 regular cars 的概率（可以不同於 q ）
- 買方預期汽車價值
- $= 1500\mu + (1 - \mu) 750$
- $= 750 + 750\mu$

106

簡單模型 Simple model

- （從效率的角度來看）應該出售哪些汽車？
- 所有汽車都應出售，因為對買家而言更有價值。
- 但買家不知道汽車的類型，賣家知道汽車的類型

104

階段1.

賣方必須決定要出售檸檬汽車

- 如果 $500 \leq p = 750 + \mu 750$ ，則出售檸檬汽車
- $-250 \leq \mu 750$
- $0 \leq \mu$

107

分兩個階段解決 （向後歸納 backward induction）

- 階段2：確定買家付款的意願 (WTP willingness to pay)
- 階段1：確定賣家的銷售策略

105

階段1.

賣方必須決定要出售普通車

- 如果 $1000 \leq p = 750 + \mu 750$
- $250 \leq \mu 750$
- $\mu \geq 1/3$ ，則出售普通車 (Regular Cars (桃子))

108

兩種均衡

- 1. 如果 $q \geq 1/3$: 出售兩種類型的汽車
- $\mu = q \geq 1/3$
- $p = 750 + \mu 750$

109

市場失靈 market failure

- 可能導致市場失靈的一個問題是不對稱資訊(asymmetric information) 或不完整資訊(incomplete information)
- 逆向選擇(adverse selection)和道德風險(moral hazard)是受不完整資訊的影響

112

兩種均衡

- 2. 如果 $q < 1/3$: 僅出售檸檬汽車
- $\mu = 0 \rightarrow p = 750$
- 汽車市場可能退化: 僅出售檸檬汽車

110

逆向選擇(adverse selection)

- 如果 隱藏信息問題導致逆向選擇, 那麼市場上唯一可用的產品是低品質
- 其他逆向選擇問題的例子, 包括保險市場和勞力市場
- 保險市場中只有從事冒險行為的人才會購買保險
- 勞力市場中唯一可供僱用的工人是缺乏技能的人

113

結論

- 無法檢測到的檸檬車的存在可能會使二手車的市場崩潰
- 同樣的問題適用於:
- 汽車保險: 如果提供全額保險, 只有差勁的司機才能參加
- 工資: 如果不提供工資激勵措施, 則僅適用於低質量工人

111

逆向選擇(adverse selection)

- 在逆向選擇的極端情況下, 市場將完全停止運作
- 如果保險公司不想向高風險客戶出售保險, 或如果高風險客戶不願意支付保險的高保費, 那麼出售任何保險單市場將不復存在
- 如果公司不想僱用缺乏必要技能的工人, 或如果低技術工人不願意接受低工資, 因為公司必須承擔成本培訓, 那麼公司沒有工人僱用

114

逆向選擇問題的第一種解決方案

- 在美國大多數州的司機都被要求購買汽車保險
- 如果他們沒有保險，他們無法為他們的汽車獲得牌照，
- 這也是為什麼強制購買保險已被提議為逆向選擇問題的解決方案

115

教育作為信號，顯示擁有文憑的人發出雇主觀察到的信號



118

逆向選擇問題的第二種解決方案

- 逆向選擇問題的第二種解決方案是創造一種信號 (signal) 來表明產品是高品質
- 例如，讓我們假設高品質的汽車的所有者可以購買保修(warranty)來表明汽車是高品質，
- 只有高品質的車主才會購買保修使用這種信號 (signal) 將有效解決隱藏信息問題
- 高品質的汽車所有者購買了保修的這種信號，但低品質汽車的所有者沒有，這種均衡，被稱為分離均衡 (separating equilibrium)

116

教育是一種信號

- 大學學位不會使人們在勞動力市場上更有效率，而只是給企業的信號 (signals)，向公司表明個人具有很高的生俱來的能力 (high innate ability)。

119

教育訊號模型：解決池化與分離均衡

Signaling Model of Education:
Solving for the Pooling and
Separating Equilibrium

117

教育是一種信號

- 具有大學學位的人不是人口中的隨機樣本，而是具有公司希望的個人特徵：
- 前瞻性行為
- 符合制度的意願
- 與他人容易相處
- 能夠按照指示學習新事物，按時完成任務

120

池化平衡

Pooling Equilibrium

121

池化平衡 Pooling Equilibrium

- 假設公司無法區分工人是低能力還是高能力
- 公司將對所有工人一視同仁
- 公司只會向所有工人支付平均生產力的價值

124

池化平衡 Pooling Equilibrium

- 所有類型的玩家都會採取相同的行動，使得另一方無法根據所採取的行動來區分不同類型。
- 池化平衡中，高生產力和低生產力的工人都選擇不接受教育。
- 雇主無法區分高生產力和低生產力的工人，因此他們支付平均工資。

122

池化平衡 (Pooling Equilibrium)

- 加權平均
- $= 400000p + (1-p) 600000$
 $= 600000 - 200000p$
- 如果 $p = 0.5$ 每個工人都會獲得 \$500,000

125

低能力和高能力工人人口的概率

Type of workers	Proportion of the population 人口比例	Present value of lifetime productivity 終生生產力現值
Low低能力工人的概率 probability	p	\$400,000
High高能力工人的概率 Probability	1-p	\$600,000

123

池化平衡

- 低能力工人的存在,某種意義上傷害高能力工人
- 高能力工人得到報酬 \$500,000, 但他們生產力的真正價值是\$600000

126

分離均衡

(separating equilibrium)

127

分離均衡

(separating equilibrium)

- 假設一年大學費用：
- 高能力工人每年需支付\$40,000上大學
- 低能力工人每年需支付\$51,000上大學，因為能力低的人投入更多的時間和精力完成一年的學業

130

分離平衡

- 分離平衡在分離均衡中，不同類型的玩家採取不同的行動，讓對手可以根據玩家的行為完美推斷出玩家的類型。
- 以就業市場為例，在分離均衡中，高生產力工人追求高等教育是因為他們發現高等教育更容易或更有價值（例如，更少的努力或更高的回報），而低生產力工人則不然。
- 雇主現在可以區分高生產力工人（受過教育）和低生產力工人（沒有受過教育），並相應地支付工資。

128

低能力工人不上大學

- 不上大學的收入 > 上大學的收入減去成本
- $400000 > 600000 - 51000Y$
- $51000Y > 200000$
- $Y > 3.9 \text{ years}$
- 如果 $Y > 3.9$ ，低能力工人不上大學

131

分離均衡

(separating equilibrium)

- 假設公司有以下薪酬等級：
- 如果工人至少有 Y 年的大學學歷，則該工人的收入為 \$600,000
- 如果工人少於 Y 年的大學學歷則該工人的收入 \$400,000

129

高能力工人上大學

- 上大學的收入減去成本 > 不上大學的收入
- $600000 - 40000Y > 400000$
- $40000Y < 20000$
- $Y < 5$
- 如果 $Y < 5$ ，高能力工人上大學

132

分離平衡

(separating equilibrium)

- 如果 Y 年的大學學歷
 $3.9 < Y < 5$, 低能力工人不上大學, 高能力工人上大學並獲得大學學位

133

委託代理問題

(the principal agent problem)

- 委託人 (principal) 為公司的所有者通常是股東
- 委託人是擁有、投資或與結果股本(stake)的人，但可能不直接執行行動
- 代理人 (agent) 是為股東工作的人

136

分離平衡

(separating equilibrium)

- 如果工人至少有 3.9 年的大學學歷，則該工人的收入為 \$600,000
- 如果工人少於 3.9 年的大學學歷則該工人的收入為 400,000

134

委託代理的道德風險

- 不利委託人的隱藏行為
 - 代理人採取委託人無法直接觀察或驗證的行動。這些行動可能會優先考慮代理人的利益而不是委託人的利益
- 委託人 代理人目標不一致
 - 委託人和代理人有不同的目標。雖然委託人尋求最大化整體結果，但代理人可能會專注於個人利益，例如更高的薪資、更少的努力或更低的風險。
- 代理人的自身利益
 - 代理人依照自己的利益行事，知道後果主要影響委託人。這種行為是由資訊不對稱造成的，代理人比委託人更了解自己的行為。

137

委託代理問題

the principal agent problem)

135

委託代理問題

(the principal agent problem)

- 委託人的目標是激勵代理人向公司投入精力以最大化委託人的利潤
- 問題是委託人無法觀察 代理人的努力

138

員工和雇主，象徵工作場所的活力、 協作和挑戰



145

2. 共同基金經理場景

- 共同基金經理人的任務是最大化投資者的回報。
- 問題：經理專注於短期收益以提高季度績效指標並獲得獎金，而不是追求可能對投資者更有利的長期策略。
- 結果：短期策略可能會導致更高的交易成本並錯失可持續成長的機會

148

投資中的委託代理問題範例

146

3. 創投場景

- 一家創投公司投資一家新創公司，並允許其創辦人管理日常營運。
- 問題：創辦人可能會將資金用於個人福利或追求風險項目，將他們的願景置於投資者的獲利利益之上。
- 結果：管理不善或過於雄心勃勃的項目可能會導致財務表現不佳和投資損失。

149

1. 財務顧問場景

- 投資人聘請財務顧問來管理他們的投資組合。
- 問題：顧問透過某些金融產品（例如共同基金或保險）賺取佣金，並向他們推薦產生更高費用的產品，而不是最適合投資者需求的產品。
- 結果：投資人最終獲得高費用、表現不佳的產品，降低了回報。

147

4. 企業主管場景

- 公司股東（投資者）任命高階主管來經營業務並實現股東價值最大化。
- 問題：高階主管可能會透過股票回購或人為利潤膨脹等做法，專注於增加自己的薪酬，例如股票選擇權或獎金，而不是可持續的業務成長。
- 結果：雖然股價可能暫時上漲，但長期價值可能會受到損害，損害股東利益。

150

投資資訊不對稱

- 股票市場公司內部人士（例如高階主管）比散戶投資人更了解公司的財務狀況、即將開展的專案或風險。例如：公司高層可能知道銷售額下降，但沒有立即揭露，導致股票估值過高。
- 私募股權和創投尋求資金的企業家通常比潛在投資者更了解公司的真實前景和風險。例如：新創公司創辦人可能會誇大成長潛力以確保投資。
- 房地產投資賣家通常比買家或投資者更了解房產的真實狀況。例如：結構性問題或所有權爭議可能不會完全揭露。

151

The Lemons Problem

The **Lemons Problem** can be analyzed mathematically using concepts from **game theory** and **economics**, particularly under the framework of **asymmetric information** and **adverse selection**.

154

道德風險的解決方案

- 道德風險的一個解決方案是委託人為代理人設計一個獎勵系統，
- 如果委託人成功地設計了一個使代理人的激勵與委託人的動機保持一致的系統，則該系統會激勵代理人做委託人希望代理人做的事情，我們說獎勵系統是激勵兼容 (incentive compatible reward system)

152

Mathematical Analysis

155

道德風險的解決方案

- 設計一個激勵兼容的獎勵系統說起來容易做起來難
- 另一種選擇是監控 (monitoring) 可以對抗道德風險，
- 監控的一個例子是大多數小額信貸組織 (microfinance organizations) 使用的相互監控系統 (mutual monitoring systems)

153

1.Types of Goods: Two types of goods in the market

- High-quality (denoted as H) with value v_H .
- Low-quality (lemons, denoted as L) with value v_L ($v_L < v_H$).

156

2. Proportion of Goods

- Proportion of high-quality goods: p .
- Proportion of low-quality goods: $1-p$.

157

The Problem

1. If $E(v) < v_H$:
 1. Sellers of high-quality goods leave the market because the price buyers are willing to pay ($E(v)$) is below their required value (v_H).
 2. Only low-quality goods remain in the market (adverse selection).
2. **Equilibrium Condition:**
 1. The market price P will only reflect the value of low-quality goods (v_L) if sellers of high-quality goods exit.
 2. The market collapses to a "lemons-only" market.

160

3. Buyers' Willingness to Pay

- Buyers cannot distinguish between high-quality and low-quality goods.
- Expected value (average perceived value):
- $E(v) = p \cdot v_H + (1-p) \cdot v_L$

158

1. Expected Value Calculation

- The buyers calculate the expected value of a random good:
- $E(v) = p \cdot v_H + (1-p) \cdot v_L$

161

4. Market Prices

- Sellers of high-quality goods require at least v_H to sell.
- Sellers of low-quality goods are willing to sell at v_L .

159

2. Market Price and Seller Decision

- **Case 1:** If $P \geq v_H$, both high-quality and low-quality sellers participate in the market.
- **Case 2:** If $P < v_H$, sellers of high-quality goods leave the market because they will not accept a price below v_H .

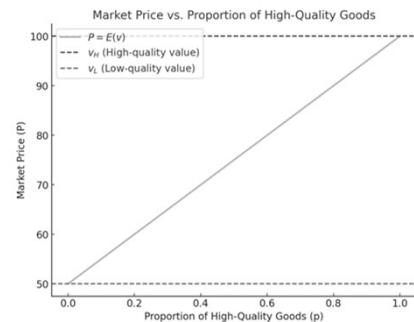
162

3. Iterative Market Adjustment

- As high-quality sellers leave the market, the proportion p of high-quality goods decreases.
- The new expected value becomes:
- $E'(v) = p' \cdot v_H + (1-p') \cdot v_L$

163

Market Price vs. Proportion of High-Quality Goods



166

Where $p' < p$

- This iterative process continues until:
 - Only low-quality goods remain ($p=0$).
 - The price reflects only v_L .

164

Market Price vs. Proportion of High-Quality Goods

- Here is the plot of $P=E(v)$, which represents the market price as a function of the proportion of high-quality goods (p):
- The **orange line** shows $P=E(v)=p \cdot v_H + (1-p) \cdot v_L$, the expected value based on the mix of high-quality and low-quality goods.
- The **red dashed line** represents the value of high-quality goods ($v_H=100$).
- The **green dashed line** represents the value of low-quality goods ($v_L=50$).
- As p (proportion of high-quality goods) decreases, the expected market price PPP approaches v_L , illustrating how the presence of lemons can drive down market prices and discourage high-quality sellers from participating.

167

Example

1. Assume:
 1. $v_H=100$, $v_L=50$.
 2. Initial proportion $p=0.6$.
2. Initial expected value:
3. $E(v)=0.6 \cdot 100 + 0.4 \cdot 50 = 80$
4. If $P=E(v)=80$, sellers of high-quality goods ($v_H=100$) leave the market.
5. New p :
 1. $p'=0$ (all high-quality goods exit the market).
6. Final price:
7. $E'(v)=0 \cdot 100 + 1 \cdot 50 = 50$
- Only low-quality goods remain, and the market collapses to a "lemons-only" market.

165