

智財權保護聲明

- 本影片及教材之內容，僅供修課學生個人使用，未經授課教師同意，不得以任何形式轉載、重製、散布、公開播送、出版或發行本影片之內容。如有侵權行為，需自負法律上之責任。

1

交通擁堵被認為是「公地悲劇」

traffic congestion is often considered a "tragedy of the commons" scenario.

2

城市擁堵 city congestion

London (UK), New York City (USA), Gothenburg (Sweden), Milan (Italy)

3

城市擁堵 city congestion



4

城市擁堵 city congestion

- 每個駕駛都是出於自己的利益行事，選擇開車進入城市，而不是使用公共交通等
- 當太多人開車進入城市，道路就會變得過度擁擠，導致交通堵塞
- 每個人都可能認為他們的一輛車不會增加問題，但總的來說，導致道路系統的過度使用。

5

倫敦壅塞稅 London Congestion Charge

- 2003 年推出，是世界上最早的擁堵收費
- 減少倫敦市中心地區交通擁堵、改善空氣品質並鼓勵使用公共交通
- 標準收費為每天 15 英鎊（截至 2024 年），但區內居民可享折扣，某些車輛可享有豁免。

6

曼哈頓擁堵稅

The Manhattan congestion tax

- 預計每輛車的通行費在 9 美元到 23 美元之間
- 收費適用於進入曼哈頓 60 街以下的車輛，其中包括中城和金融區等交通繁忙地區。
- 預計將在 2024 年或 2025 年某個時間實施。

7

台北內湖的擁擠問題

- 公共交通不足
- 道路基礎設施不足
- 商住面積快速成長
- 辦公大樓密度高，停車位有限，導致違規停車，減緩了車輛的流動
- 通勤者僅依靠幾條主要道路到達內湖。任何中斷都可能導致嚴重延誤

8

術語 terminology

- 公共財 Public Good
- 公共資源 public resources
- 共有財 Common Goods
- 共有資源 common resources
- 共有財的悲劇,公地悲劇 Tragedy of the commons

9

財物種類

Types of Goods

- 公共財 Public Good (free-rider problem, Under-provision or inadequate investment)
- 共有財 Common Goods (free-rider problem ,Tragedy of commons ,**Overuse**)
- 私有財 Private Goods (free market by supply and demand)
- 俱樂部財 Club Goods (以價制量)

10

不排他性 (Non-Excludable)

- 無法有效地將個人排除在使用範圍之外。
- 如果阻止某人消費該商品的成本**低**，則該商品具有排他性。
- 如果阻止某人消費該商品的成本**高**，則該商品不具有排他性。

11

排他性 Excludable

- 如果可以防止未付款的人使用某商品或服務，則該商品或服務被稱為排他性。
- 排他性涉及消費數量

12

不競爭性 (Non-Rivalrous)

- 可以由無限數量的消費者同時享用
- 一個人的使用不會排擠到下一個人的使用。

13

競爭性 (Rivalry)

- 競爭性商品是一種商品，一個消費者的消費妨礙了其他消費者的同時消費
- 競爭性處理品質(quality)消費。

14

公共財 Public Good

- 公共財是非排他性又是非競爭性。

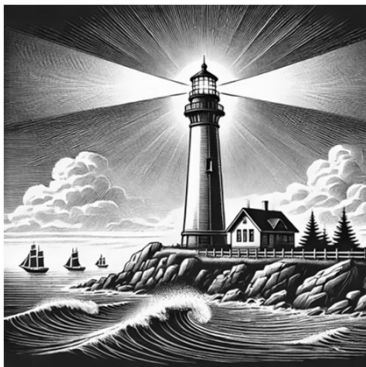
15

公共財是不競爭性和不排他性

- 龍捲風警報器
 - 當它響起時，不可能阻止任何人聽到它。
- 國防
 - 不可能阻止人消費它。

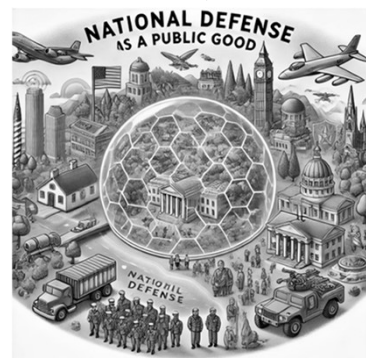
16

a lighthouse as a public good



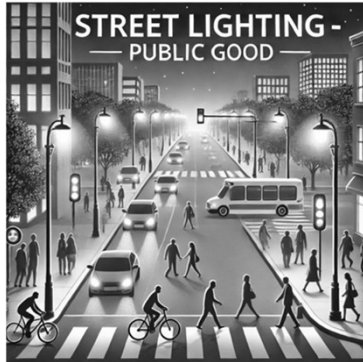
17

"National Defense" as a "Public Good,"



18

street lighting as a public good



19

Local Public Goods

- 國防，知識，官方統計，國家安全，防洪系統，燈塔和街道照明

20

全球公共財(Global Public Good)

- 全球安全 (Global security)
- 全球和平 (Global peace)

21

公共財的搭便車問題

- 由於非排他性，個人可能選擇不為公共財的提供做出貢獻，希望從他人的貢獻中受益。
- 這導致了搭便車問題，即個人享受公共財的好處而不承擔提供公共財的成本。

22

供給不足 Under-provision

- 在公共財的背景下，供應不足通常是由於搭便車問題而發生
- 由於共資源公是非排他性的，個人幾乎沒有動力為其維護或永續管理做出貢獻。

23

私有財 Private Good

- 是排他性的
 - 它的所有者可以行使私有財產權，防止那些尚未付款的人使用該商品或消費
- 是競爭性的
 - 一個人的消費必然會阻止另一個人的消費。
- 食物，衣服，汽車，停車位都是私有財。

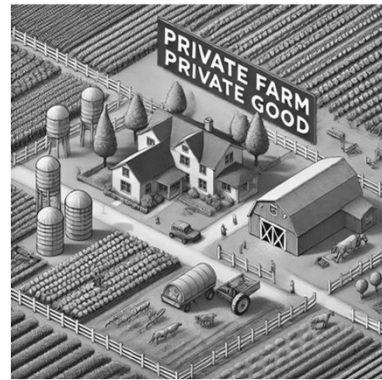
24

a private house as a private good



25

a private farm as a private good



26

私有財是競爭性和排他性

- 食物具有競爭性和排他性：
 - 一旦一個人吃了它，另一個人就不能吃它。
- 衣服具有競爭性和排他性：
 - 一個人穿著一件特定的衣服會阻止另一個人同時穿著它

27

A Soda Problem

- 如果您有蘇打 (Soda)，並且喝了這種蘇打水，則可以防止其他人食用（排他性）
- 如果您共享它，那麼您的消費質量就會下降（競爭性）

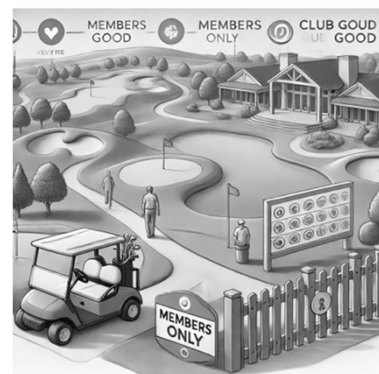
28

俱樂部財

- 俱樂部財是在某些團體中共享的有價值財貨，只限於這個團體的成員才能享用，。
- 高爾夫球場、電影、有線電視、私有停車場。

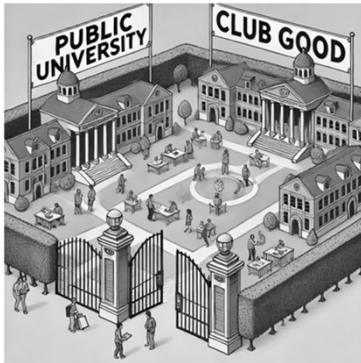
29

a golf course as a club good.



30

a public university as a club good



31

公立大學為俱樂部財

- 因為它們具有排他性（透過招生和費用）和競爭性（有限的能力和資源）
- 公立大學提供顯著的好處，但這些好處只提供給一小部分能夠獲得入學機會的人。

32

共有財 Common Goods

- 共有財被定義為競爭性且非排他性的商品

33

共有財的搭便車問題

- 由於共有財是非排他性的，個人可能會利用它們而不對其維護或永續管理做出貢獻，從而導致資源的過度使用
- 這是搭便車問題的另一種表現，即個人從共有財中受益，而無需承擔過度使用的成本

34

過度使用 Overuse

- 共有資源common resources 的過度使用往往是由公地悲劇造成的，個人為了自身利益而最大化資源，而不考慮其長期永續性。
- 由於共有資源在消耗上是競爭性的，每個額外的用戶都會透過降低資源的可用性或品質
- 導致“比爛 Race to the bottom”，資源被開採到耗盡

35

野生魚類是共有財

- 野生魚類是不排他性的，因為不可能防止抓魚。
- 野生魚類是競爭性的，因為同一條魚不能被多次捕獲。

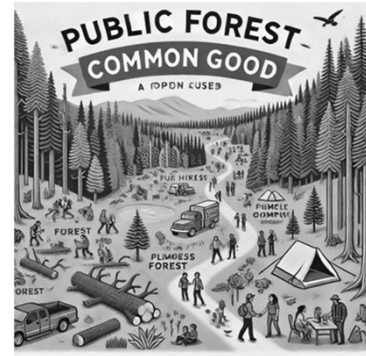
36

tuna as a common good



37

a "Public Forest" as a "Common Good"



38

共有財是競爭性和不排他性

- 擁擠的非收費公路：
 - 如果這條公路不是收費公路，很難阻止別人使用它，但一個人使用這條公路限制了另一個人使用它的可能性。
- 雨林樹木：
 - 很難阻止人們砍伐，但一個人砍伐一棵樹可以限制了另一個人砍伐它。

39

全球共有資源 (Global Commons)

- 全球共有資源包括地球上共有的自然資源，例如海洋，大氣(the atmosphere)，外太空(outer space)，尤其是南極。

40

公共財 vs. 私有財

公共財

- 政府生產
- 非競爭性（一個人的消費並不意味著其他人無法擁有）
- 不排他性（無法阻止其他人消費-搭便車問題）
- 不能反映供求關係

私有財

- 由私人公司生產
- 競爭性（一個人的消費可能意味著其他人不能消費）
- 排他性（如果您不付款，那就不能使用）
- 市場中存在供應，需求和效率

41

Types of Goods

	排他性 (消費數量)	不排他性
競爭性 (消費質量)	私有財 獲得同意可 共享	共有財 不付費可 共享
不競爭性	俱樂部財 會員付費可 共享	公共財 不付費可 共享

42

Types of Goods

	排他性 (消費數量)	不排他性
競爭性 (消費質量)	私有財 (服裝, 汽車, 個人電子產品)	共有財 (魚資源, 木材資源, 煤炭資源)
不競爭性	俱樂部財 電影院, 私人公園	公共財 免費電視, 空中, 國防

43

公園經常骯髒且擁擠

- 過度使用
- 維護不足
- 缺乏所有權
- 擁擠

44

a crowded park indeed reflects the
"tragedy of the common"



45

格蘭美西公園 (Gramercy Park) 為
俱樂部財

- 格蘭美西公園 (Gramercy Park) 位於紐約曼哈頓區的一個小型有圍欄的私人公園。
- 只有居住在公園周圍且需支付年費的人才能使用鑰匙進入。

46

反競爭性 Anti-Rival

- 反競爭性商品與競爭性商品相反
- 當更多的人共享反競爭性商品時，每個人獲得的效用就更多
- 包括軟體 (software) 和其他資訊商品 (other information goods)

47

疫苗問題 付費與數量

48

疫苗問題

疫苗問題與公共衛生政策、道德、全球公平、智慧財產權以及國家利益與國際利益等交織在一起，使其成為多方面的政治議題

49

疫苗問題

- Covid-19疫苗是戰略物資且產量不足
- 有錢買不到
- 分配正義

50

vaccine distribution problems, showcasing logistical challenges and public concerns.



51

疫苗問題

- 公共財 Public Good
 - 每個人都有資格免費打疫苗(不排他性)，
 - 每個人都可以打到疫苗(非競爭性，沒有排擠性)
 - 供給數量充足，至少不小於需求數量)

52

疫苗問題

- 共有財 Common Goods
 - 每個人都有資格免費打疫苗(不排他性)
 - 並非每個人都可以打到疫苗(競爭性，有排擠性)
 - 供給數量有限，小於需求數量

53

疫苗問題

- 俱樂部 Club Goods
 - 只有付費的人才資格打疫苗(排他性)
 - 供給數量充足且至少不小於需求數量)

54

疫苗問題

- 私有財 Private Goods
 - 如果疫苗供應有限且個人需要支付疫苗費用，則疫苗可以被視為私有財。
 - 只有付費的人才有資格打疫苗（排他性）
 - 供給數量小於需求數量

55

共有財的悲劇 (Tragedy of the commons)

56

共有財的悲劇 (Tragedy of the commons)

- 假設一個草原是公眾的。
- 一位農民養一頭牛在草原上。
- 第二個農民也養一頭牛在草原上。
- 如果有N 位農民養他們的牛在草原上，結果會發生什麼事？

57

overgrazing with cows on a dry, barren field



58

Air Pollution



59

共有資源的悲劇

- 共有財的悲劇來自多人的情況，每個人獨立和理性的。
- 它會耗盡一個共享有限的共有資源（草原）
- 這是第一次由生態學家Garrett Hardin在1968年發表在“Science”

60

共有資源使用者的互動模型

- n 個 players 使用一個共同的資源，以產生輸出。
- x_i 表示 player i 使用的資源 ($i=1,2,\dots,n$)
- 假設 player i 的報酬是
 $u_i = x_i (1 - (x_1 + \dots + x_n))$ 如果 $x_1 + \dots + x_n \leq 1$ ，否則為零。

61

Two Players

- $u_1(x_1, x_2) = [x_1 (1 - (x_1 + x_2))]]$
- $u_2(x_1, x_2) = [x_2 (1 - (x_1 + x_2))]]$

62

Two Players

- $\frac{\partial u_1(x_1, x_2)}{\partial x_1} = 1 - 2x_1 - x_2 = 0$
- $\frac{\partial u_2(x_1, x_2)}{\partial x_2} = 1 - x_1 - 2x_2 = 0$
- $x_1 = (1 - x_2)/2$
- $x_2 = (1 - x_1)/2$

63

Two Players

- $x_1^* = (1 - (1 - x_1^*)/2)/2$
- $2x_1^* = 1 - (1 - x_1^*)/2$
- $4x_1^* = 2 - (1 - x_1^*) = 1 + x_1^*$
- $x_1^* = \frac{1}{3}, x_2^* = \frac{1}{3}$
- 剩餘資源是 $1/3$ ，每一 player 的輸出是 $1/9$

64

Social Optimum for Two players

- $u_1(x_1, x_2) + u_2(x_1, x_2)$
 $= [x_1 (1 - (x_1 + x_2))] + [x_2 (1 - (x_1 + x_2))]$
 $= [x_1 + x_2 - (x_1 + x_2)^2]$
- $S = x_1 + x_2$
- $u_1(x_1, x_2) + u_2(x_1, x_2) = (S - S^2)$

65

Social Optimum for Two players

- The social optimum can be found if $1 - 2S = 0$
- $S = 1/2$
- If $x_1 = x_2$ every player consume $1/4$ resources instead of $1/3$ resources.
- 剩餘資源是 $1/2$ ，每一個 player 的輸出是 $1/8$ 。

66

n -players

- $u_1(x_1, x_2, \dots, x_n)$
 $= [x_1 (1 - (x_1 + x_2 + \dots + x_n))]]$
- $\frac{\partial u_1(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\partial x_1}$
- $= 1 - 2x_1 - x_2 - \dots - x_n$
- $\frac{\partial u_2(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\partial x_2}$
- $= 1 - x_1 - 2x_2 - \dots - x_n$

67

對稱的納許均衡

- $\frac{\partial u_n(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\partial x_n}$
 $= 1 - x_1 - x_2 - \dots - 2x_n$
- $x_1^* = x_2^* = \dots = x_n^* = \frac{1}{n+1}$

68

對稱的納許均衡

- n 玩家最大化問題（以及由此產生的 BRF）可以找到，因為它們都是對稱的。
- $x_1^* = x_2^* = \dots = x_n^*$ （對稱平衡）
- $1 - 2x_1 - x_2 - \dots - x_n = 0$
- $(n+1)x_1^* = (n+1)x_2^* = \dots = (n+1)x_n^* = 1$
- $x_1^* = x_2^* = \dots = x_n^* = \frac{1}{n+1}$

69

n players

- 假設玩家 i 的輸出是
- $u_i(x_1, \dots, x_n) = x_i (1 - (x_1 + \dots + x_n))$
- 剩餘資源為 $1/(n+1)$ 每個人的輸出為 $1/(n+1)^2$ 。
- 如果 $n \rightarrow \infty$ ，則每個玩家 i 的輸出 $u_i(x_1, \dots, x_n) \rightarrow 0$ 。

70

Prisoner's Dilemma

71

Player 1's Payoff

- $u_1(1/3, 1/3)$
- $= [(1/3) (1 - (1/3 + 1/3))] = 1/9$
- $u_1(1/3, 1/4)$
- $= [(1/3) (1 - (1/3 + 1/4))] = 5/36$
- $u_1(1/4, 1/3)$
- $= [(1/4) (1 - (1/3 + 1/4))] = 5/48$
- $u_1(1/4, 1/4)$
- $= [(1/4) (1 - (1/4 + 1/4))] = 1/8$

72

Prisoner's Dilemma

T	1/3	1/4
1/3	(1/9*, 1/9*)	(5/36*, 5/48)
1/4	(5/48, 5/36*)	(1/8, 1/8)

73

全球變暖的集體行動

- 1997年12月“京都議定書”是氣候變化的國際集體行動。
- 集體行動是不符合個別國家最佳的利益。

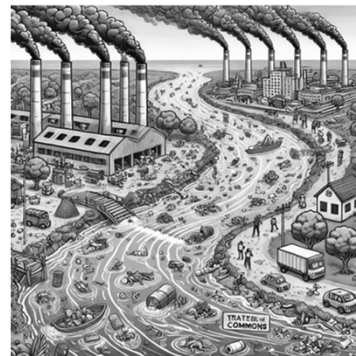
74

共有物的悲劇實例

- 水（污染）
- 地（公園，森林，草原）
- 海洋（過度捕撈）
- 石油（石油供應可能用盡）
- 空氣（CO₂，空氣污染，全球變暖）
- 人口過剩（能源，食品供應，生活水平）

75

a river as a common good facing the "tragedy of the commons."



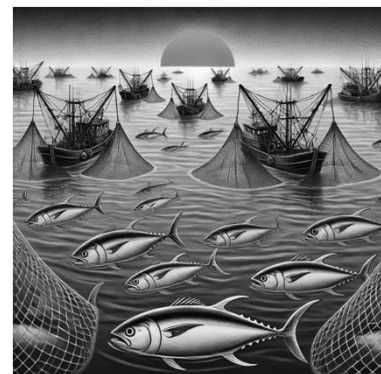
76

捕魚問題 Fishing Problem

由於過度捕撈，一些魚類和海洋族群已瀕臨滅絕或嚴重枯竭。

77

the overfishing of Bluefin tuna



78

捕魚 Fishing

- a_i : 被玩家 i 一次捕獲的量
- n 個漁民每天的總捕量為
- $\sum a_i = a_1 + \dots + a_n$

79

共有資源的悲劇

- 全部的魚 1200 (噸)
- 庫存為 $1200 - (a_1 + \dots + a_n)$
- 漁夫 (Fisherman) i 的效用 (utility)
 $u_i(a_1, a_2, \dots, a_n) = a_i [1200 - (a_1 + \dots + a_n)]$

80

Best Response of player i

- $\max u_i(a_1, a_2, \dots, a_n)$
- $= \max a_i [1200 - \sum a_k]$
- $1200 - a_i - \sum a_k = 0$
- $a_i = 600 - (a_1 + \dots + a_{i-1} + a_{i+1} + \dots + a_n) / 2$
- $a_i = 600 - \sum_{k \neq i} a_k / 2$

81

對稱的納許均衡

- 對稱假設對於所有玩家 $a_i = a^*$ 。
- $a_i = 600 - \sum_{k \neq i} a_k / 2$
- $a^* = 600 - (n-1) a^* / 2$
- $2a^* = 1200 - (n-1) a^*$
- $(n+1) a^* = 1200$
- $a^* = 1200 / (n+1)$

82

納許均衡的人均捕獲量
catch per capita at Nash Equilibrium

- $a^* = 1200 / (n+1)$
- 在納許均衡，人均捕獲量為 $1200 / (n+1)$
- 兩個玩家人均捕獲量為 400

83

合作的最佳限度
Optimal limit for Cooperation

- $S = (a_1 + \dots + a_n) = \sum a_k$
- $\max S [1200 - S]$
- 解是 $S = 600$
- 如果對稱, $a_i = 600 / n$
- 對於兩個玩家，人均社會最優漁獲量為 300

84

Prisoner's Dilemma

(400,300)

- 漁夫 1 捕獲 400
- $u_1 = [1200 - (1200/3 + 300)] = 400 \times 500 = 200000$
- 漁夫 2 捕獲 300
- $u_2 = 300 [1200 - (1200/3 + 300)] = 300 \times 500 = 150000$

85

86

(400,400)

- 漁夫 1 捕獲 400
- $u_1 = 400 [1200 - (400 + 400)] = 400 \times 400 = 160000$
- 漁夫 2 捕獲 400
- $u_2 = 400 [1200 - (400 + 400)] = 400 \times 400 = 160000$

(300,300)

- 漁夫 1 捕獲 300
- $u_1 = 300 [1200 - (300 + 300)] = 300 \times 400 = 180000$
- 漁夫 2 捕獲 300
- $u_2 = 300 [1200 - (300 + 300)] = 300 \times 600 = 180000$

87

88

Prisoner's Dilemma

	400	300
400	(160000*, 160000*)	(200000*, 150000)
300	(150000, 200000*)	(180000, 180000)

89

納許均衡與社會最適解

- 納許均衡與社會最適解之間的差異顯示需要監管幹預以防止過度捕撈。
- 如果沒有監管或合作，個體漁民就沒有動機限制捕撈量，導致資源枯竭。
- 政府和漁業管理組織可以利用配額、保護區或合作協議，使個人行動與永續發展的總體目標保持一致。

90

公共財物 (Public goods)

供給不足
Under-provision

91

public infrastructure as a public good.



92

供給不足 公共財物



93

公共財物 (Public goods)

- 國家安全
- 防洪系統
- 燈塔
- 街道照明
- 公共衛生和福利項目、教育、道路、研發

94

a public road as a public good



95

不要問你的國家能為你做什麼，
而要問你能為你的國家做什麼

"Ask not what your country can do
for you, ask what you can do for your
country." - John F. Kennedy

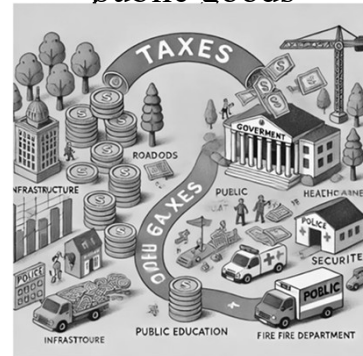
96

稅是我們為文明社會付出的代價

Taxes are the price we pay for a civilized society.

97

taxes funding the provision of public goods



98

貢獻公共財

- 玩家 i 的財富是 w_i
- 她貢獻公共財是 c_i ($0 \leq c_i \leq w_i$)
- 她的剩餘財富是 $w_i - c_i$
- 每個人都關心公共財和私有財的消費。

99

貢獻公共財

- 玩家1的報酬是
- $u_1(c_1, c_2) = (w_1 - c_1) + (c_1 + c_2) + (w_1 - c_1)(c_1 + c_2)$
- 玩家2的報酬是
- $u_2(c_1, c_2) = (w_2 - c_2) + (c_1 + c_2) + (w_2 - c_2)(c_1 + c_2)$

100

玩家1及玩家2的最佳反應

- $u_1(c_1, c_2) = w_1 + c_2 + (w_1 - c_1)(c_1 + c_2)$
 $= w_1 + c_2 + (w_1 c_1 + w_1 c_2) - c_1 c_2 - c_1^2$
- $du_1(c_1, c_2)/dc_1 = w_1 - c_2 - 2c_1 = 0$
- $b_1(c_2) = c_1 = (w_1 - c_2)/2$
- Similarly, $b_2(c_1) = c_2 = (w_2 - c_1)/2$

101

納許均衡

- $b_2(c_1) = c_2 = (w_2 - c_1)/2$
- $b_1(c_2) = c_1 = (w_1 - c_2)/2$
- $c_2^* = (w_2 - c_1^*)/2 = w_2/2 - (w_1 - c_2^*)/4$
- $3c_2^*/4 = w_2/2 - w_1/4$
- $c_2^* = 2w_2/3 - w_1/3$
- $c_1^* = 2w_1/3 - w_2/3$

102

納許均衡的報酬

- $c_2^* = 2w_2/3 - w_1/3$
- $c_1^* = 2w_1/3 - w_2/3$
- If $w_1 = w_2 = w$ $c_1^* = c_2^* = w/3$
- $b_2(c_1^*) = w/3$
- $b_1(c_2^*) = w/3$
- $u_1(w/3, w/3) = 4w/3 + 4w^2/9$
- $u_2(w/3, w/3) = 4w/3 + 4w^2/9$

103

兩個玩家的公共財的貢獻

- $u_1(c_1, c_2) = (w_1 - c_1) + (c_1 + c_2) + (w_1 - c_1)(c_1 + c_2)$
- $u_2(c_1, c_2) = (w_2 - c_2) + (c_1 + c_2) + (w_2 - c_2)(c_1 + c_2)$

104

貢獻公共財物

- $u_1(c_1, c_2) = w_1 + c_2 + (w_1 - c_1)(c_1 + c_2)$
- $= w_1 + c_2 + (w_1 c_1 + w_1 c_2) - c_1 c_2 - c_1^2$
- $du_1(c_1, c_2)/dc_1 = w_1 - c_2 - 2c_1 = 0$
- $b_1(c_2^*) = c_1 = (w_1 - c_2^*)/2$
- $b_2(c_1^*) = c_2 = (w_2 - c_1^*)/2$

105

貢獻公共財

- $c_2^* = (w_2 - c_1^*)/2 = w_2/2 - (w_1 - c_2^*)/4$
- $3c_2^*/4 = w_2/2 - w_1/4$
- $c_2^* = 2w_2/3 - w_1/3$
- $c_1^* = 2w_1/3 - w_2/3$

106

社會最優 Social Optimum

- $u_1(c_1, c_2) = w_1 + c_2 + (w_1 - c_1)(c_1 + c_2)$
- $u_2(c_1, c_2) = w_2 + c_1 + (w_2 - c_2)(c_1 + c_2)$
- 玩家1 和玩家2 的貢獻只能計算一次，無法計算兩次。
- 正確的社會利益應該是 $u_1 + u_2 - c_1 - c_2$ 而不是 $u_1 + u_2$
- Social Payoff $= (w_1 - c_1) + (w_2 - c_2) + (c_2 + c_1) + (w_1 - c_1 + w_2 - c_2)(c_1 + c_2)$
- $= (w_1 + w_2) + (w_1 + w_2 - c_1 - c_2)(c_1 + c_2)$

107

社會最優 Social Optimum

- Let $S = c_1 + c_2$
- Social Payoff $= (w_1 + w_2) + S(w_1 + w_2) - S^2$
- The social optimum can be found if $(w_1 + w_2) - 2S = 0$
- $S^* = (w_1 + w_2)/2$ (social optimum)

108

Assume that $w_1 = w_2 = w$

- $c^*_2 = 2w_2/3 - w_1/3 = w/3$
- $c^*_1 = 2w_1/3 - w_2/3 = w/3$
- Player 1's contribution is $w/3$ (Nash equilibrium)
- Player 2's contribution is $w/3$
- $S^* = (w + w)/2 = w$ (social optimum)
- Each player contributes $w/2$.

109

納許均衡 vs. 社會最優

- 玩家 1 的貢獻為 $w/3$ (納許均衡) 玩家 2 的貢獻為 $w/3$
- $S^* = (w + w)/2 = w$ (社會最優) 每個玩家貢獻 $w/2$ 。
- 社會最優：繳稅 $w/2$
- 納許均衡：繳稅 $w/3$

110

徵稅的藝術在於給鵝拔毛，以獲取最大數量的羽毛，同時盡可能減少嘶嘶聲

The art of taxation consists in so plucking the goose as to obtain the largest amount of feathers with the least possible amount of hissing.

111

tax is like taking feathers from the geese



112

公共財 Public Good

- 區分公共財的兩個主要標準是它必須是非競爭性和非排他性的。
- 非競爭性 (Non-Rivalrous) 意味著商品的供應不會隨著更多人的消費而減少；
- 非排他性 (Non-Excludable) 意味著所有公民都可以獲得該物品。

113

Local Public Goods

- 國防，知識，官方統計，國家安全，防洪系統，燈塔和街道照明

114

全球公共財 (Global Public Good)

- 全球安全 (Global security)
- 全球和平 (Global peace)

115

公共財的搭便車(Free Ride)問題

- 由於非排他性，個人可能選擇不為公共財的提供做出貢獻，希望從他人的貢獻中受益。
- 這導致了搭便車問題，即個人享受公共財的好處而不承擔提供公共財的成本。

116

供給不足 Under-provision

- 在公共財的背景下，供應不足通常是由於搭便車問題而發生
- 由於共資源公是非排他性的，個人幾乎沒有動力為其維護或永續管理做出貢獻。
- 在資源保存、保護或補充方面投資不足，導致資源隨著時間的推移而退化

117

集體行動賽局 Collective-Action Game

118

集體行動賽局

- 整個社會或集體，如果其成員為一個純粹的公共利益採取一些特別的行動或行為，整個社會或集體將獲得最好的服務，。
- 然而對個人而言，這些行為對私人利益是不是最好的。

119

純公共財(Pure Public Good)

- 一個人不能防止別人享受純公益財的好處。
- 一個人在公共財的利益沒有因別人的利益而減少的事實，。
- 例子是國防，灌溉工程

120

兩位玩家的灌溉和防洪工程

- 假設你是一個農民。
- 你的周邊農民和你都可以從灌溉和防洪工程的建設受益。
- 你們兩個可以聯合起來做這做，可能這樣獨自做。
- 但是，一旦該項目已建成，其他人自動獲得一些好處。
- 因此，每一個想推卸工作。

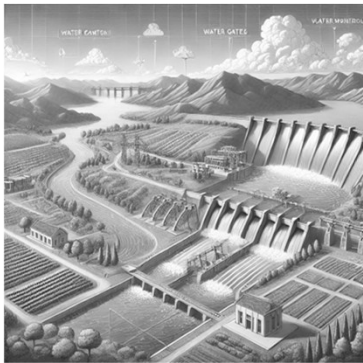
121

灌溉與防洪工程

- 灌溉工程純屬公益財。
- 它既是非排他性 non-excludable 的，也是非競爭性 non-rivalrous 的

122

irrigation and flood control engineering.



123

Collective Action: A Prisoner's Dilemma (Version 1)

If build, then each person	Cost	Benefit
1 Person	7	6
2 People	4	8

124

Collective Action: A Prisoner's Dilemma (Version 1)

- $(\text{Build, Build}) = (8-4, 8-4) = (4, 4)$
- $(\text{Build, Not}) = (6-7, 6) = (-1, 6)$
- $(\text{Not, Build}) = (6, 6-7) = (-1, 6)$
- $(\text{Not, Not}) = (0, 0)$

125

Collective Action: A Prisoner's Dilemma (Version 1)

		Your Neighbor	
		Build	Not
You	Build	4,4	-1,6
	Not	6,-1	0*,0*

126

Prisoner's Dilemma (version 1)

- Nash equilibrium is (Not, Not)
- Socially best outcome is (build, build)

127

Collective Action : A Prisoner's Dilemma Game (Version 2)

If build, then each person	Cost	Benefit
1 Person	7	6
2 People	4	6.3 (decreased)

128

Collective Action: A Prisoner's Dilemma (Version 2)

- (Build, Build) = $(6.3-4, 6.3-4) = (2.3, 2.3)$
- (Build, Not) = $(6-7, 6) = (-1, 6)$
- (Not, Build) = $(6, 6-7) = (-1, 6)$
- (Not, Not) = $(0, 0)$

129

Collective Action : A Prisoner's Dilemma Game (Version 2)

		Your Neighbor	
		Build	Not
You	Build	2.3, 2.3	-1, 6
	Not	6, -1	0*, 0*

130

Prisoner's Dilemma (Version 2)

- Nash equilibrium is (Not, Not).
- Socially best outcome is (build, Not) or (not, build).

131

Collective Action as a Chicken Game (version 1)

If build, then each person	Cost	Benefit
1 Person	4 (decreased)	6
2 People	3	8

132

Collective Action as a Chicken Game (version 1)

- (Build, Build) = $(8-3, 8-3) = (5, 5)$
- (Build, Not) = $(6-4, 6) = (2, 6)$
- (Not, Build) = $(6, 6-4) = (2, 6)$
- (Not, Not) = $(0, 0)$

133

Collective Action as a Chicken Game (version 1)

		Your Neighbor	
		Build	Not
You	Build	5,5	2*,6*
	Not	6*,2*	0,0

134

A Chicken Game (version 1)

- Nash equilibria are (Build, Not) or (Not, Build)
- Socially best outcome is (Build, Build).

135

Collective Action as a Chicken Game (version 2)

If build, then each person	Cost	Benefit
1 Person	4(decreased)	6
2 People	3	6.3 (decreased)

136

Collective Action as a Chicken Game (version 1)

- (Build, Build) = $(6.3-3, 6.3-3) = (3.3, 3.3)$
- (Build, Not) = $(6-4, 6) = (2, 6)$
- (Not, Build) = $(6, 6-4) = (2, 6)$
- (Not, Not) = $(0, 0)$

137

Collective Action as a Chicken Game (version 2)

		Your Neighbor	
		Build	Not
You	Build	3.3,3.3	2*,6*
	Not	6*,2*	0,0

138

Collective Action as a Chicken Game (version 2)

- Two Nash equilibria are (Not, Build) and (Build, Not).
- Social best outcome are (Not, Build) and (Build, Not)
- Each farm prefers the equilibrium in which the other builds.

139

Collective Action as an Assurance Game

If build, then each person	Cost	Benefit
1 Person	7	3 (decreased)
2 People	4	8

140

Collective Action: A Prisoner's Dilemma (Version 1)

- (Build, Build) = $(8-4, 8-4) = (4, 4)$
- (Build, Not) = $(3-7, 3) = (-4, 3)$
- (Not, Build) = $(3, 3-7) = (3, -4)$
- (Not, Not) = $(0, 0)$

141

Collective Action as an Assurance Game

		Your Neighbor	
		Build	Not
You	Build	4*, 4*	-4, 3
	Not	3, -4	0*, 0*

142

An Assurance Game

- Two Nash equilibria are (Build, Build) and (Not, Not)
- Socially optima is (Build, Build).
- Achieving the social optimal should be easier in the assurance game in the chicken.

143

關於氣候變遷和人工
智慧的警告
Warning On climate
change and AI

144

climate change



145

the dominance of the AI over critical infrastructures, with humans in distress below.



146

Stephen Hawking on global warming

- 我們已接近全球變暖不可逆轉的轉折點。
- “氣候變化是我們面臨的巨大危險之一，如果我們現在就採取行動，這是我們可以避免的。

147

氣候變遷是我們面臨的巨大危險之一，如果我們現在採取行動，我們就可以預防這一危險。

“Climate change is one of the great dangers we face, and it's one we can prevent if we act now.”

148

人工智慧 構成“滅絕的風險”，可能與流行病和核武一樣致命

A.I. Poses 'Risk of Extinction,' and could be as deadly as pandemics and nuclear weapons.

149

Stephen Hawking on AI

- 除非社會找到控制其發展的方法，否則人工智能（AI）的出現可能是“我們文明史上最糟糕的事件

150

The Tragedy of the Commons
Garrett Hardin

- 人口問題沒有技術解決方案。
- 它要求從根本上擴展道德。

151

an overcrowded Earth



152

長毛象滅絕問題

Woolly Mammoth Overhunting
Problem

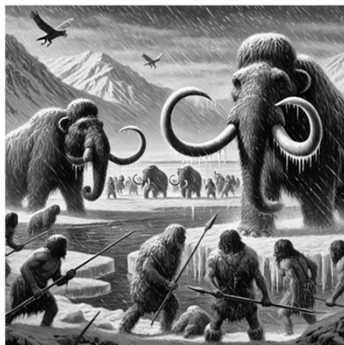
153

過度捕殺假說
overkill hypothesis

- 大約在更新世 (the Pleistocene era) 到達美洲的人類獵人很快就獵殺了許多大型動物，導致它們滅絕。

154

the extinction of woolly mammoths
due to human hunting



155

長毛象滅絕

- 在更新世 (the Pleistocene era)，在美洲，超過一半的大型哺乳動物物種大規模滅絕，其中包括長毛象

156

長毛象滅絕

- 一個重要的假設是滅絕是由狩獵引起的。
- 美洲人口眾多的證據可追溯到大約13,400年前，大約在1200年之後才開始滅絕波浪 (the wave of extinctions)。

157

長毛象滅絕

- 對原始人類 (primitive humans) 及其環境之間的相互作用進行建模的計算機模擬支持了這一假設。
- 其中的一種模擬顯示；
黑色粗線代表人口的大小
其他各條線代表人類獵殺的物種。

158

長毛象滅絕

- 這些物種中的大多數看到其數量為零 (意味著滅絕)
- 人類眾多到來與滅絕之間的中位數時間為1,229年，非常接近證據

159

被殺死的長毛象的總數

- 假設有 n 個獵人，並且每個獵人決定在狩獵長毛象時要付出努力。
- 令 e_i 表示獵人 (hunter) i 的努力，並假設 $e_i \geq 0$ 。

160

長毛象

- 長毛象的原始數量為1000頭
- 被殺死的長毛象的總數取決於所有 n 獵人付出的努力
$$E = e_1 + e_2 + e_3 + \cdots + e_n$$

161

被殺死的長毛象的總數

- 如果殺死的長毛象總數 (以磅為單位) 為
$$K = E (1000 - E)$$

162

$E = 500$ ，長毛象肉的產量將最大化

- $E > 500$ 是過度濫獲
overexploitation：人類殺死長毛象的速度超過了他們補充自身的速度。
- 當所有獵人付出的努力 E 為 500，長毛象肉的產量將最大化。

163

獵人 i 收到的長毛象肉的份量

- 從被殺死的長毛象的總磅數中，獵人 i 得到的份額取決於他相對於整個團隊所付出的努力，即 $\frac{e_i}{E}$

164

獵人 i 收到的長毛象肉的份量

- 總輸出為 $E(1000 - E)$ ，獵人 i 所佔的份量為 $\frac{e_i}{E}$
- 獵人 i 收到的肉的份量：
$$\frac{e_i}{E} E(1000 - E) = e_i(1000 - E)$$

165

獵人 i 的成本

- 對於獵人 i 來說，付出努力的每單位的成本為 100

166

每位獵人的收益

A hunter's payoff function is

- 每位獵人的收益
$$u_i(e_1, e_2, e_3, \dots, e_n)$$

$$= \frac{e_i}{E} E(1000 - E) - 100e_i$$

= 獵人 i 的總磅數 - 費用

167

每位獵人的收益

A hunter's payoff function is

- $u_i(e_1, e_2, e_3, \dots, e_n)$
- $= e_i(1000 - E) - 100e_i$
- $= e_i(1000 - (e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_n)) - 100e_i$

168

- $\frac{u_i(e_1, e_2, e_3, \dots, e_n)}{\partial e_i}$
- $= (1000 - (e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_n)) - 100 - e_i = 0$
- $e_i = 450 - \frac{1}{2}(e_1 + e_2 + e_3 \dots + e_{i-1} + e_{i+1} \dots + e_n)$
- $e_1 = 450 - \frac{1}{2}(e_2 + e_3 + \dots + e_n)$

169

對稱的納許均衡

- $e_1 = e_2 = e_3 \dots = e_n$
- $e^* = 450 - \frac{1}{2}(n-1)e^*$
- $e^* = \frac{900}{n+1}$

170

長毛象滅絕

- E>500，長毛象被殺死的數量超過了它們的繁殖率，導致它們的滅絕。
- 如果沒有任何合作協議或法規來限制狩獵活動，族群數量最終會為零。
- 由於獵人之間缺乏協調而導致過度捕獵，並且沒有考慮其行為的長期後果，導致了該物種不可逆轉的枯竭。

171

Stephen Hawking on global population

- “我們的地球正變得越來越小，全球人口正以驚人的速度增長，我們正面臨自我毀滅的危險……
- “Our earth is becoming too small for us, global population is increasing at an alarming rate and we are in danger of self-destructing....

172

Stephen Hawking

- Stephen Hawking's FINAL WARNING and his PREDICTIONS for the Future
- <https://www.youtube.com/watch?v=aPQ-rpZ2idU>



173

The Tragedy of the Commons

- The Tragedy of the Commons Explained in One Minute
- <https://www.youtube.com/watch?v=jSuETYEgY68>
- Tragedy of the Commons | The Problem with Open Access
- <https://www.youtube.com/watch?v=WYA1y405JW0&t=40s>

174

- John Stossel - Tragedy Of The Commons
- <https://www.youtube.com/watch?v=B0vmP7HoFI4>
- Tragedy of the Commons Explained
- <https://www.youtube.com/watch?v=WXuGZDzCvJE>
- The Tragedy of the Commons | How to Avoid It?
<https://www.youtube.com/watch?v=tLnA0AO2lXA>

175

- PHILOSOPHY - Rational Choice Theory: Tragedy of the Commons [HD]
- https://www.youtube.com/watch?v=lj_gLquca7Q
- What is the Tragedy of the Commons?
- <https://www.youtube.com/watch?v=q6brlxuZLkg>

176

Public Goods

- Public vs. Private Goods
- <https://www.youtube.com/watch?v=E1v5eRs0fw>
- A Deeper Look at Public Goods
- <https://www.youtube.com/watch?v=hA2z-X31IvI>
- Episode 33: Public Goods

177

- As Economics - Private Goods
- <https://www.youtube.com/watch?v=YKQlgTCWxbs>
- Public Goods vs. Private Goods
- <https://www.youtube.com/watch?v=Tiv5HBmcLac>

178

- Public Goods and Asteroid Defense
- <https://www.mruniversity.com/courses/principles-economics-microeconomics/public-goods-example-asteroid-defense>

179

Club Goods

- Club Goods
- <https://www.youtube.com/watch?v=ZvgFTxhQwls>

180

Principles of Economics: Microeconomics

- <https://www.mruniversity.com/courses/principles-economics-microeconomics>