

# 公共財供給

## 純粹公共財

テレビ・ラジオ放送など

- ① 消費に関する非競合性 → 「社会財」
- ② 消費に関する排除不可能性

## 非競合的であるが排除可能な公共財

ケーブルテレビ放送, 警備会社による防犯,  
有料の公園, 有料道路など

## 排除不可能であるがある程度競合性を持つ公共財

警察, 消防, 無料の公園, 一般道路など

# 大気中の有害物質削減



# 公共財の供給　ーパレート非効率性ー

例： 有害物質の削減

A国 3000億ドルの予算

有害物質削減に $C_A$ 千億ドル支出 ( $C_A=0,1,2,3$ )

B国 3000億ドルの予算

有害物質削減に $C_B$ 千億ドル支出 ( $C_B=0,1,2,3$ )

A国の利得  $(3 - C_A)^2 (C_A + C_B)^3$

B国の利得  $(3 - C_B)^2 (C_A + C_B)^3$

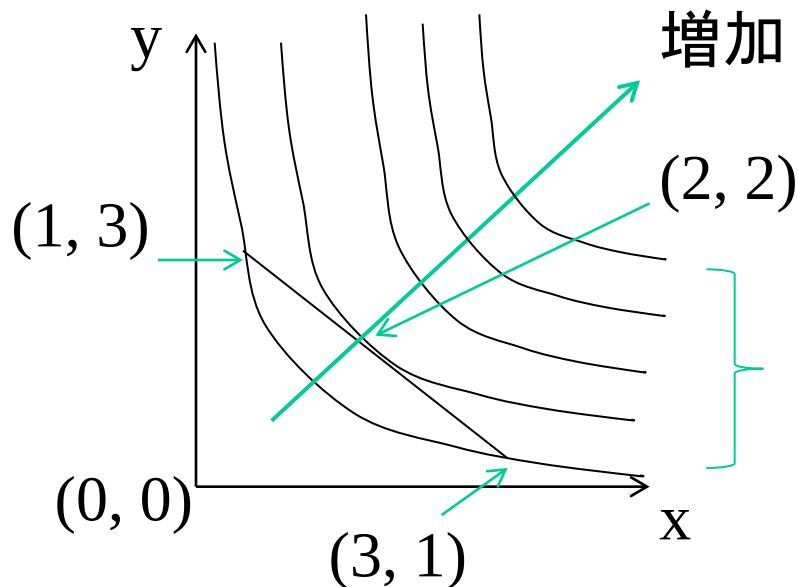
# コブ・ダグラス効用関数

2つの財(品物)1, 2に対するコブ・ダグラス効用関数

$$U(x, y) = x^a y^b$$

x: 財1の量, y: 財2の量      a, b: 重み

もっとも簡単な場合:  $a = b = 1 \rightarrow U(x, y) = xy$



無差別曲線

$$U(x, y) = xy = k \text{ (一定)}$$

# 利得行列 (1／2)

| $C_B$ |  | 0   | 1   | 2   | 3 |
|-------|--|-----|-----|-----|---|
| $C_A$ |  |     |     |     |   |
| 0     |  | 0   | 4   | 8   | 0 |
| 1     |  | 9   | 32  | 27  | 0 |
| 2     |  | 72  | 108 | 64  | 0 |
| 3     |  | 243 | 256 | 125 | 0 |

$C_A = 1$ ,  $C_B = 2$  のとき

A国の利得  $(3 - C_A)^2 (C_A + C_B)^3 = 2^2 \times 3^3 = 4 \times 27 = 108$

B国の利得  $(3 - C_B)^2 (C_A + C_B)^3 = 1^2 \times 3^3 = 1 \times 27 = 27$

# 利得行列 (2/2)

|       |   |       |    |     |     |
|-------|---|-------|----|-----|-----|
|       |   | $C_B$ |    |     |     |
|       |   | 0     | 1  | 2   | 3   |
| $C_A$ | 0 | 0     | 9  | 72  | 243 |
|       | 1 | 4     | 32 | 108 | 256 |
|       | 2 | 8     | 27 | 64  | 125 |
|       | 3 | 0     | 0  | 0   | 0   |

1 自国の投資一定

相手国の投資  $\uparrow$  ならば 利得  $\uparrow$

2 総投資額一定

自国の投資  $\downarrow$  ならば 利得  $\uparrow$

3 総投資額ゼロ

利得 ゼロ

4 全額投資

利得 ゼロ

# 戦略の支配

| $C_B$ |   | 0     | 1      | 2      | 3     |
|-------|---|-------|--------|--------|-------|
| $C_A$ | 0 | 0 0   | 9 4    | 72 8   | 243 0 |
|       | 1 | 4 9   | 32 32  | 108 27 | 256 0 |
|       | 2 | 8 72  | 27 108 | 64 64  | 125 0 |
|       | 3 | 0 243 | 0 256  | 0 125  | 0 0   |

$C_A=1$  は  $C_A=0, C_A=3$ を支配  $C_B=1$  は  $C_B=0, C_B=3$ を支配

$C_A=2$  は  $C_A=3$ を支配  $C_B=2$  は  $C_B=3$ を支配



$C_A=0, C_A=3, C_B=0, C_B=3$  を除去

# ナッシュ均衡

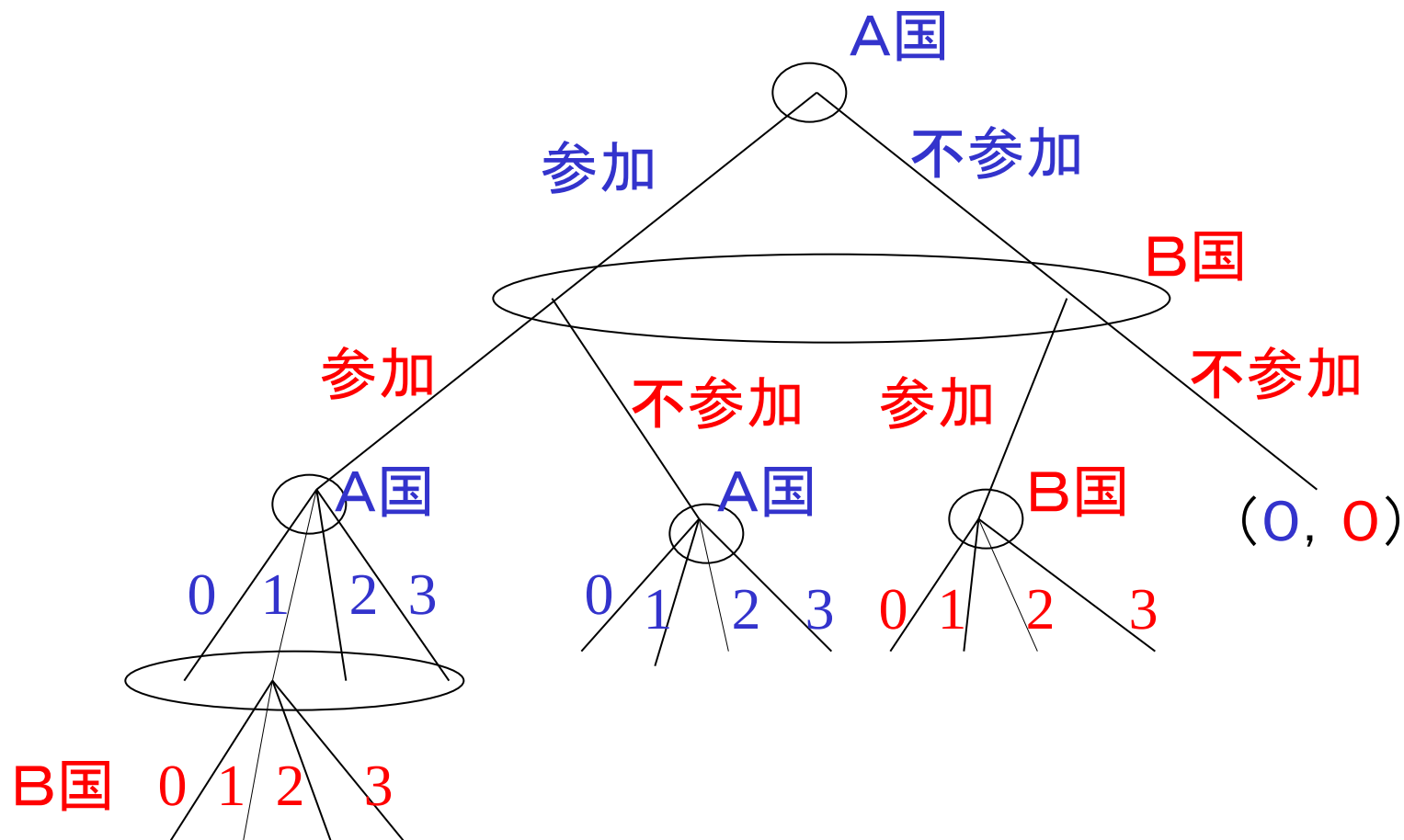
|       |   | $C_B$ |        |        |       |
|-------|---|-------|--------|--------|-------|
|       |   | 0     | 1      | 2      | 3     |
| $C_A$ | 0 | 0 0   | 9 4    | 72 8   | 243 0 |
|       | 1 | 4 9   | 32 32  | 108 27 | 256 0 |
|       | 2 | 8 72  | 27 108 | 64 64  | 125 0 |
|       | 3 | 0 243 | 0 256  | 0 125  | 0 0   |

$C_A=1$  は  $C_A=2$  を支配     $C_B=1$  は  $C_B=2$  を支配

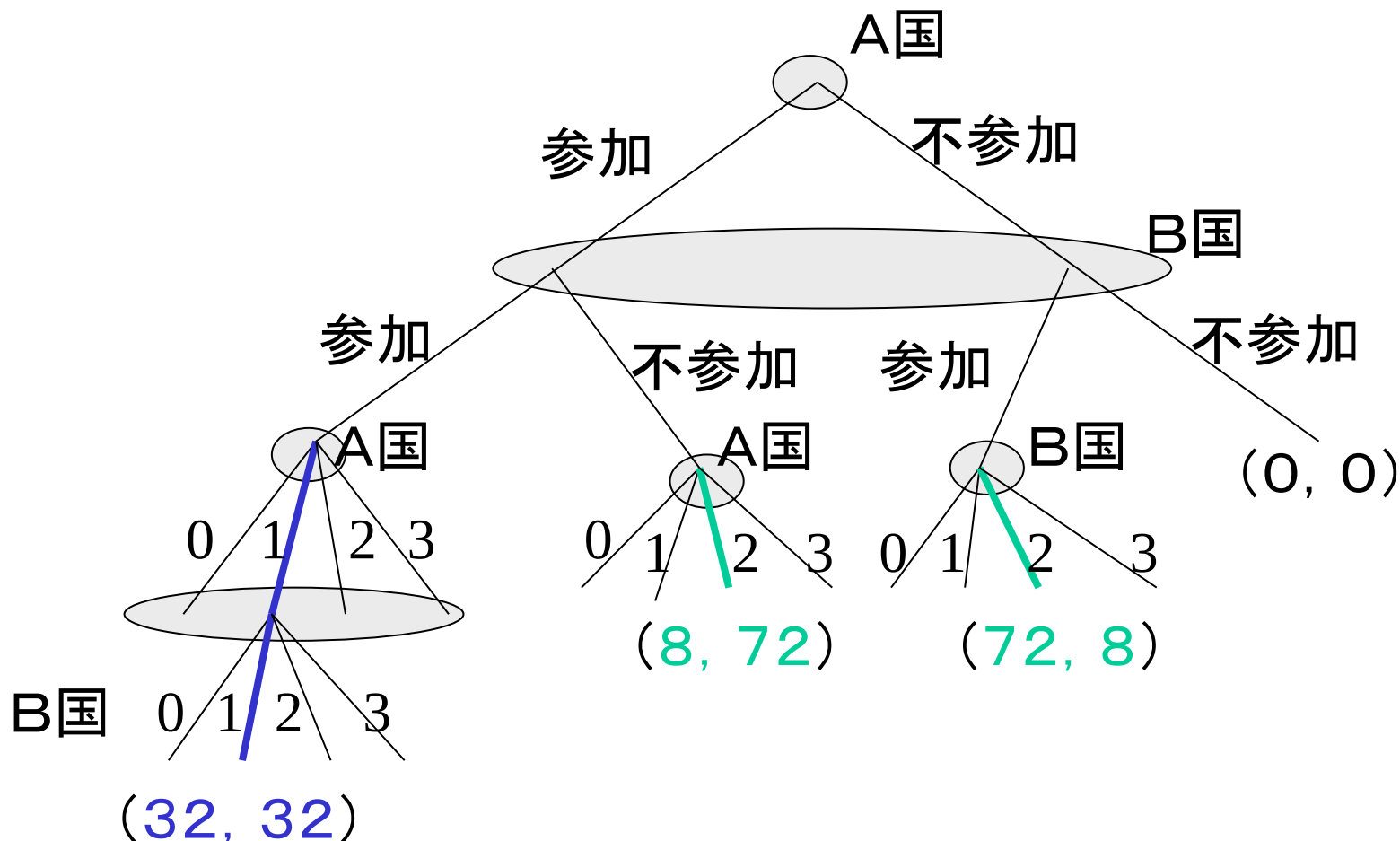
合理的選択の結果 → (1, 1)

(1, 1) はナッシュ均衡でもある → パレート非効率  
(2, 2) のほうが両国とも利得大きい

# 参加・不参加も考慮したゲーム(1/2)



# 参加・不参加も考慮したゲーム(2/2)



2段階目のゲームのナッシュ均衡の利得

→  $(32, 32)$ ,  $(8, 72)$ ,  $(72, 8)$ ,  $(0, 0)$

# 参加・不参加の利得行列

|    |     | B国    |      |
|----|-----|-------|------|
|    |     | 参加    | 不参加  |
| A国 | 参加  | 32 32 | 72 8 |
|    | 不参加 | 72 8  | 0 0  |

ナッシュ均衡

→ (参加, 不参加), (不参加, 参加)  
((1/6, 5/6), (1/6, 5/6))

(参加, 参加)が起こる確率  $1/36$

# 参加ゲームの実験(1／3)

20人の被験者

2人が対戦 10組

対戦ペアを変えて15回繰り返す

対戦の内容

- 1 参加・不参加を決定
- 2 参加の場合、投資額を決定
- 3 41ページの利得行列に従って、利得を得る

# 参加ゲームの実験(2/3)

利得行列  
(41ページ)

自分の投資数

7

8

...

11

相手の投資数

0

...

8

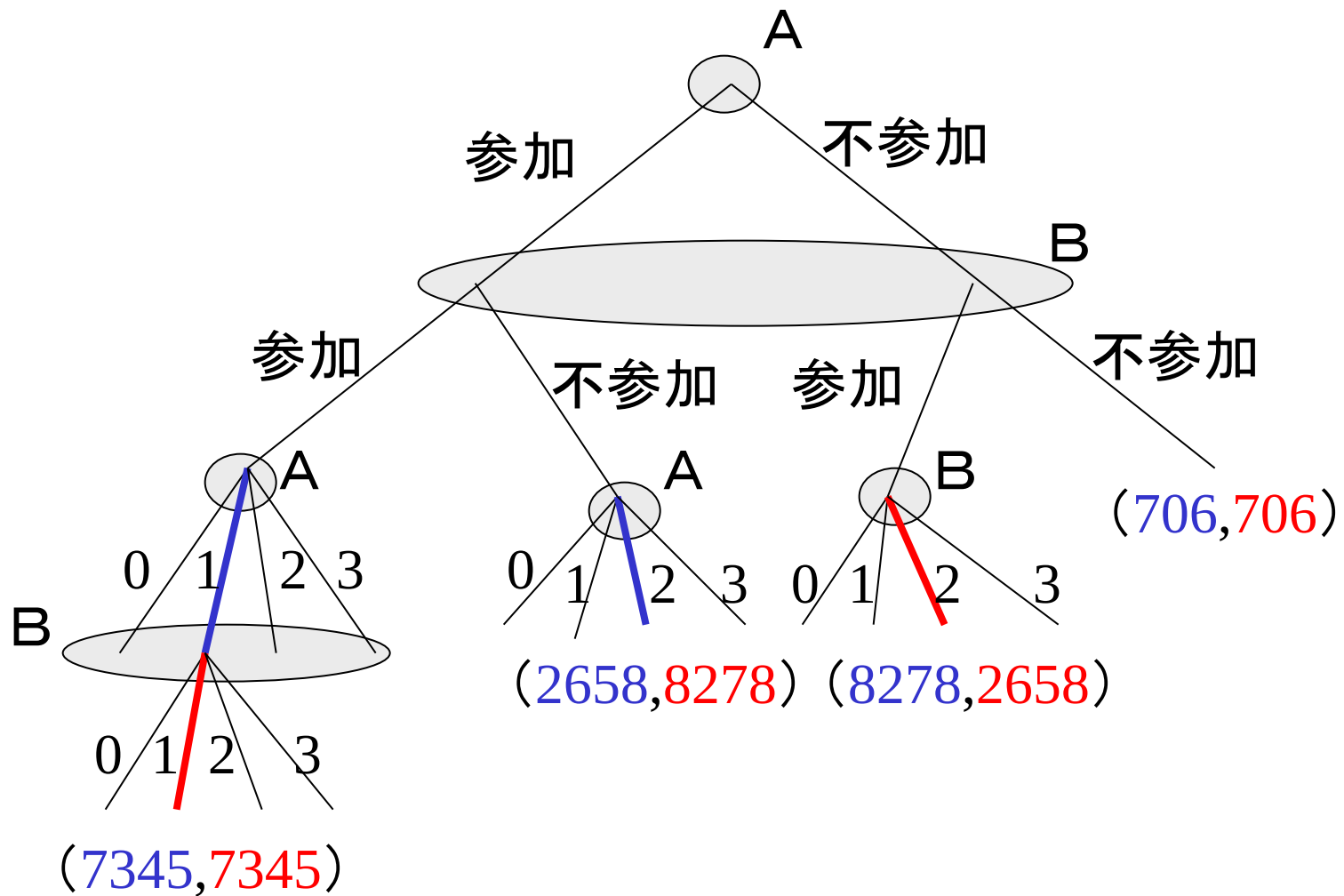
...

|     |              |                     |     |                     |     |
|-----|--------------|---------------------|-----|---------------------|-----|
| ... | 2210<br>4018 | ...                 | ... | <u>2658</u><br>8278 | ... |
| ... | ...          | ...                 | ... | ...                 | ... |
| ... | ...          | <u>7345</u><br>7345 | ... | ...                 | ... |
| ... | ...          | ...                 | ... | ...                 | ... |

ナッシュ均衡

相手不参加のときの  
利得最大

# 参加ゲームの実験(3/3)



青は A, 赤は B

# 参加・不参加の利得行列

|   |     | B            |              |
|---|-----|--------------|--------------|
|   |     | 参加           | 不参加          |
| A | 参加  | 7345<br>7345 | 8278<br>2658 |
|   | 不参加 | 2658<br>8278 | 706<br>706   |

ナッシュ均衡

→ (参加, 不参加), (不参加, 参加)  
((0.68, 0.32), (0.68, 0.32))

# 実験で起こったこと(1 / 3)

相手が「不参加」のとき

|   |     |      |             |     |             |      |     |
|---|-----|------|-------------|-----|-------------|------|-----|
|   | 6   | 7    | ...         | 11  | 12          |      |     |
| 0 | ... | 2003 | <u>2210</u> | ... | <u>2658</u> | 2648 | ... |
|   |     | 3244 | <u>4018</u> | ... | <u>8278</u> | 9663 |     |

実際によく取られたところ

相手の利得小さい

→ 「スパイト行動」

自分の利得最大

相手の利得も大きい

青

自分の投資数と利得

赤

相手の投資数と利得

## 実験で起こったこと(2／3)

相手が不参加のとき「7」をとると

|   |     | B            |              |
|---|-----|--------------|--------------|
|   |     | 参加           | 不参加          |
| A | 参加  | 7345<br>7345 | 4018<br>2210 |
|   | 不参加 | 2210<br>4018 | 706<br>706   |

A, Bともに「参加」が「不参加」を支配

→ (参加、参加)がただ一つのナッシュ均衡

「スパイト行動」が「参加(協力)」を創発

# 実験で起こったこと(3／3)

5回目までの利得データの平均値

|   |     | B            |              |
|---|-----|--------------|--------------|
|   |     | 参加           | 不参加          |
| A | 参加  | 6494<br>6494 | 5315<br>2349 |
|   | 不参加 | 2349<br>5315 | 706<br>706   |

A, Bともに「参加」が「不参加」を支配

→ (参加、参加)がただ一つの手ッシュ均衡

# まとめ

スパイト行動による協力の創発

日米の相違

筑波大学

参加率 85～95%

南カリフォルニア大学 参加率 68%(理論値)

# 課題

Reading Assignment(次回まで)

「ゲーム理論で解く」 第4章

Homework(次回提出)

練習問題3