

# 経済分析入門 第3回 ゲーム理論入門

4月21日(月)

河崎 亮

(社会理工学研究科 社会工学専攻)

# 今日の授業の流れ

1. ゲーム理論とは？
2. 囚人のジレンマ
3. スタグハントゲーム
4. まとめ

# 「ゲーム」から連想（注意）



# ゲーム理論とは

- ゲーム的状况における意思決定を数理的に分析する理論.
- 意思決定:
  - 選択肢から一つ選ぶ.
- ゲーム的状况:
  - 複数の意思決定主体
  - 一人の行動が他の人へ影響 – 互いに影響し合う状況

# ゲームは身近にある

ここまでの流れ

- 「ゲーム的状况」: イメージが沸かない.
- あまり身近に感じない.

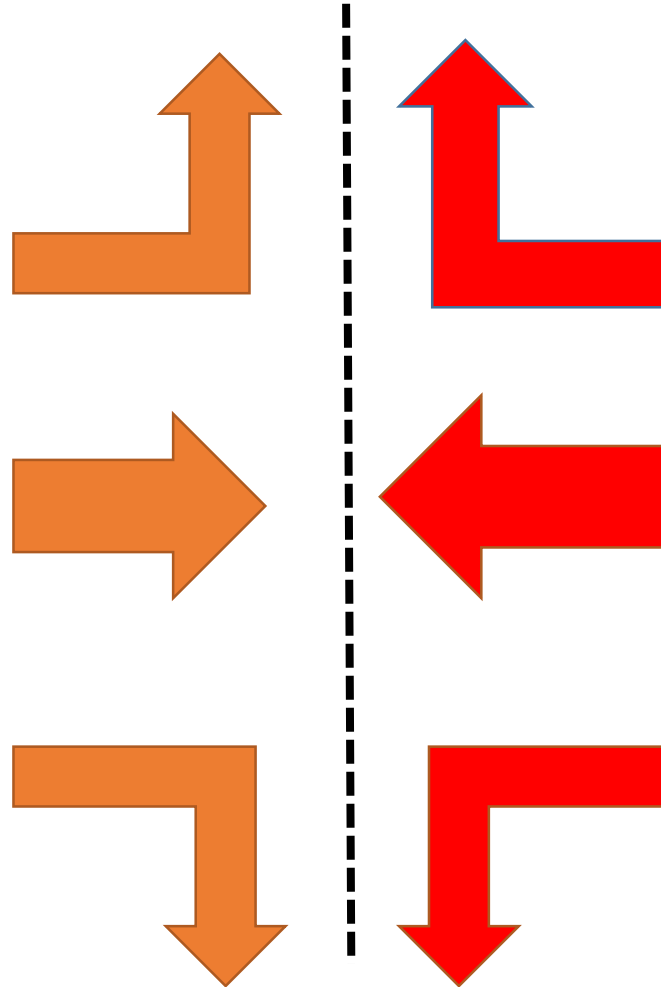
今日のポイント:

- ゲーム的状况は身近にもある.
- 今日これまで, 必ずゲーム的状况に直面しているはず.

道を歩いているとき...

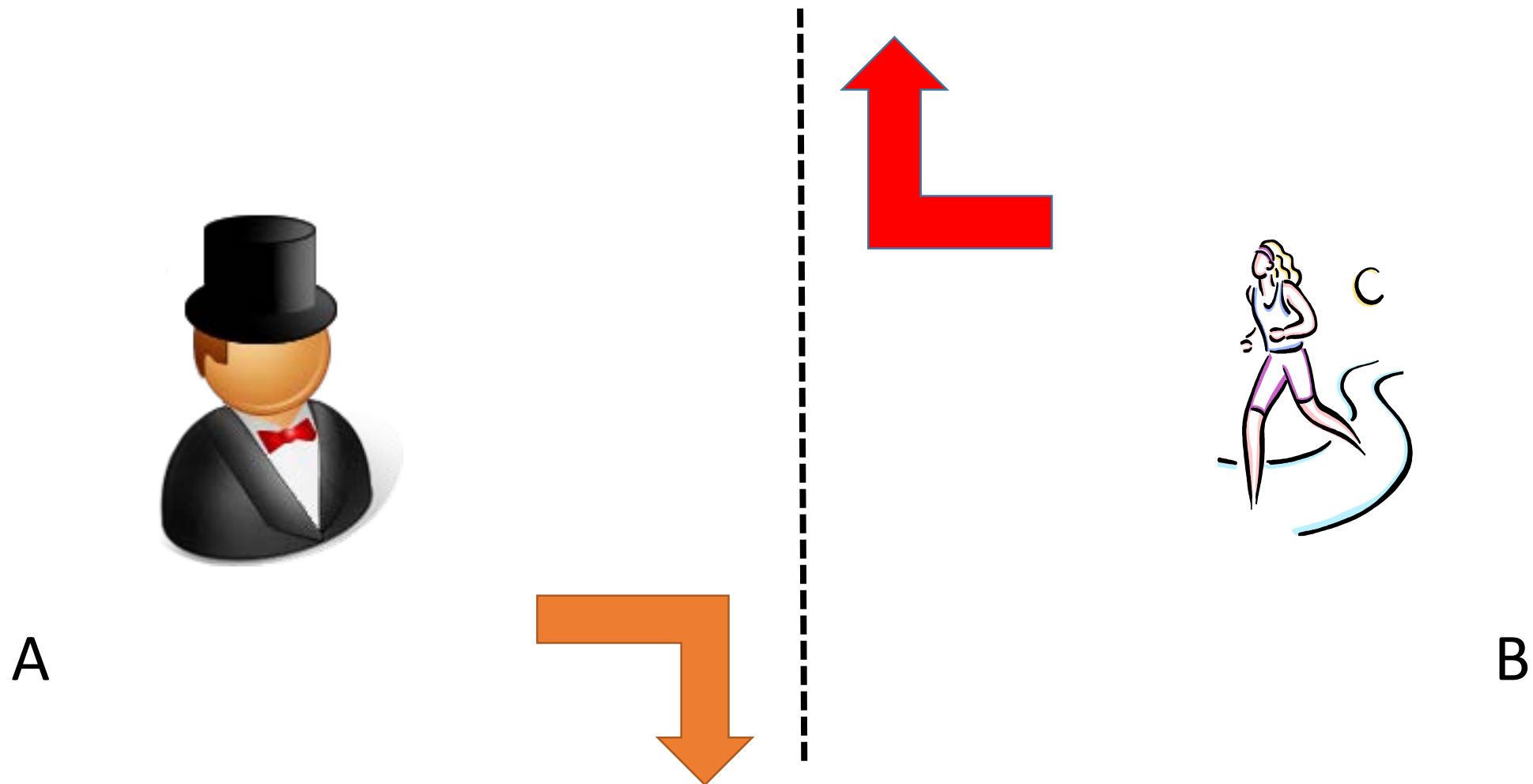


A



B

先の例においては



Aが右に避けようとし、Bも右に避けるため、ぶつからない。

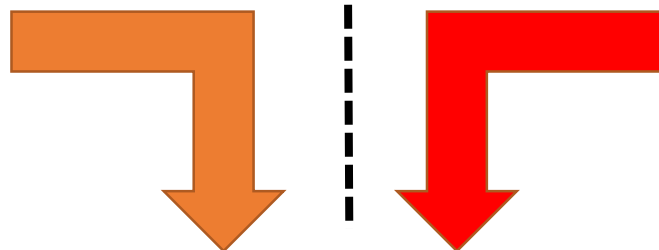
# 先の例においては



A



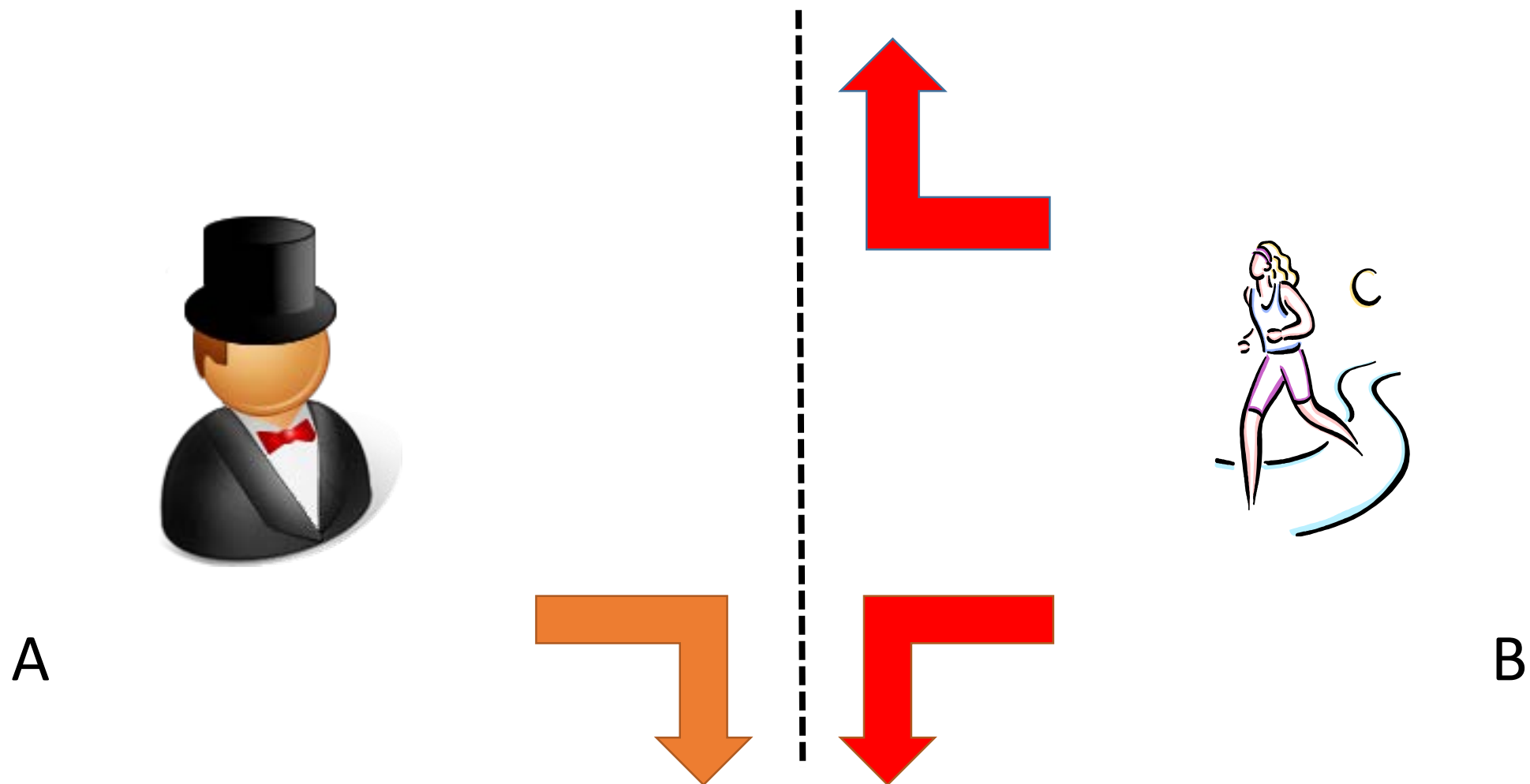
B



Aが右に避けようとし、Bが左に避けるため、ぶつかる。



# 先の例においては



Aの行動固定しても、Bがどちらかを選ぶかによって、結果が変わる.

# 面接もゲーム的状况

## 面接官

- 候補者の能力, 人となりなど**情報を引き出したい**.
- うまく情報を引き出す質問をする必要がある.
- どのような質問をする？

• **志望者がどう答えるかを想定しなければならない.**

## 応募者

- 企業側に自分の**強みを伝えたい**.
- 質問に対しうまく回答する必要がある.
- どのように答えたらよい？

• **どのような質問がされるかを想定しなければならない.**

面接官と応募者で互いに行動を読み合う状況

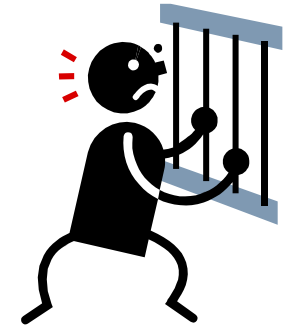
# 今日の授業の流れ

1. ゲーム理論とは？
2. 囚人のジレンマ
3. スタグハントゲーム
4. まとめ

# 「囚人のジレンマ」

- AとBは窃盗の容疑で逮捕されている → A, B:囚人
- AとB両者それぞれに以下のルール:

- 選択肢:「**自白**」か「**黙秘**」
- 自白した場合, 相手が黙秘 → **釈放**.  
相手も自白 → **懲役3年**
- 黙秘した場合, 相手も黙秘 → **懲役1年**  
相手が自白 → **懲役5年**



- AとB別々の部屋で選択する: 相手がどのように選択したかは事前にはわからない

Q: AとBそれぞれ「自白」or「黙秘」どちらを選ぶか？

# 利得表の見方：戦略

		Bの戦略	
		黙秘	自白
Aの戦略	黙秘	-1 , -1	-5 , 0
	自白	0 , -5	-3 , -3

# 利得表の見方：利得

AとB「黙秘」を選択したときのBの利得

		B	
		黙秘	自白
A	黙秘	-1 , -1	-5 , 0
	自白	0 , -5	-3 , -3

AとB「黙秘」を選択したときのAの利得

## Aの利得にだけ着目

<div>A \ B</div>	黙秘	自白
黙秘	-1 , -1	-5 , 0
自白	0 , -5	-3 , -3

Bの選択に関係なく、Aが「自白」した方が高い利得を得られる。

<div>A \ B</div>			
		黙秘	自白
黙秘	A	-1, -1	-5, 0
		0, -5	-3, -3
自白			

このとき、Aの戦略「自白」は「黙秘」を支配しているという。



## Bの利得にだけ着目

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);">A \ B</div>		B	
		黙秘	<u>自白</u>
A	黙秘	-1 , -1	< -5 , <u>0</u>
	<u>自白</u>	0 , -5	< -3 , <u>-3</u>

同様に, Bにとっても「自白」は「黙秘」を支配している.

# 支配する戦略を選んだ結果

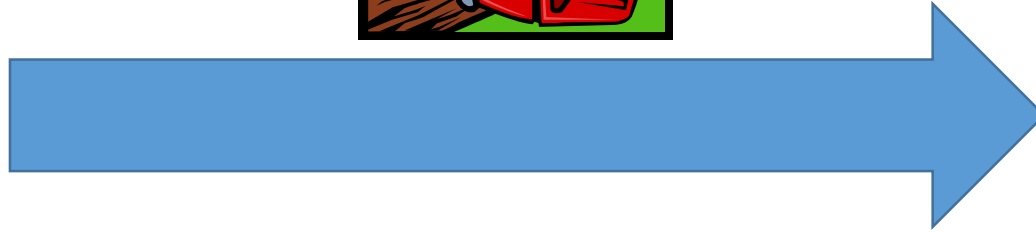
<div>A \ B</div>		
	黙秘	<u>自白</u>
黙秘	-1 , -1	-5 , 0
<u>自白</u>	0 , -5	-3 , -3

# 「ジレンマ」

A \ B		
	黙秘	自白
黙秘	-1 , -1	-5 , 0
自白	0 , -5	-3 , -3

両者にとって, (お互い黙秘の利得) > (お互い自白の利得)  
→ ジレンマの由縁

# 囚人のジレンマの例：森林伐採



伐採の主な理由：

- 土地の利用
- 木材を供給

伐採による悪影響：

- 環境への影響：気候変動
- 生態系への影響

# ゲーム理論的モデル

- プレイヤー：地主Aと地主B
- A, B：森林所有者
- 戦略：「伐採」or「保存」
- ただし、どちらか一方が伐採をすれば他方の土地にも影響が出る.



このモデルはRodrigues et al. (2009, Journal of Theoretical Biology Vol. 258, pp.127-134)をベースにしている.

# シナリオ1

- 地主Aか地主Bどちらかが「伐採」をしても、環境へのダメージは**小さい**ものとする.
- 「伐採」することにより、**多少の利益**はある. (木材の供給による利潤等)
- ただし、両者が伐採をしてしまった場合は、環境に**甚大なダメージ**.
- この状況 → **シナリオ1**と名づける.
- この状況を表した利得表 → 次のスライド

# 利得の設定

A \ B A	保存	伐採
保存	3 , 3	0 , 5
伐採	5 , 0	1 , 1

# 支配関係 (Aの場合)

A \ B		
	保存	伐採
保存	3, 3	0, 5
伐採	5, 0	1, 1

Aの戦略「伐採」は「保存」を支配している.



## 支配関係(Bの場合)

A \ B		
	保存	伐採
保存	3 , 3	< 0 , 5
伐採	5 , 0	< 1 , 1

同様に, Bにとっても「伐採」は「保存」を支配している.

# 結果

<div>A \ B</div>	保存	伐採
保存	3 , 3	0 , 5
伐採	5 , 0	1 , 1

# 囚人のジレンマと同様に ...

<div>A \ B</div>	保存	伐採
保存	3 , 3	0 , 5
伐採	5 , 0	1 , 1

# 今日の授業の流れ

1. ゲーム理論とは？
2. 囚人のジレンマ
3. スタグハントゲーム
4. まとめ

# シナリオ2における変更点

先の森林伐採のモデルに以下の変更を施す → シナリオ2と名づける.

シナリオ1:

- 一人だけ「伐採」→ダメージ小
- 両者が「伐採」→ ダメージ大

シナリオ2:

- 一人だけ「伐採」→ ダメージ大
- 両者が「伐採」→ ダメージ大

## シナリオ2の利得表：変更点

A \ B		
	保存	伐採
保存	3 , 3	-3 , 2
伐採	2 , -3	1 , 1

(前のゲームの利得)-3

# 支配関係はない(1)

A \ B	保存	伐採
保存	3, 3 ✓	-3, 2 ∧
伐採	2, -3	1, 1

「保存」は「伐採」を支配していない. 「伐採」は「保存」を支配していない.

## 支配関係はない(2)

A \ B	保存	伐採
	保存	伐採
保存	3 , 3	> -3 , 2
伐採	2 , -3	< 1 , 1

「保存」は「伐採」を支配していない. 「伐採」は「保存」を支配していない.



# 別の概念 → 「ナッシュ均衡」

A \ B		
	保存	伐採
保存	3, <u>3</u>	> 0, 2
伐採	2, 0	1, 1

どのプレイヤーも(保存, 保存)から一人だけ戦略を変えても、得をしない。  
 → このとき、(保存, 保存)はナッシュ均衡であるという。

# もう一つのナッシュ均衡

		B	
		保存	<u>伐採</u>
A	保存	3 , 3	-3 , 2
	<u>伐採</u>	2 , -3	< <u>1</u> , <u>1</u>

どのプレイヤーも(伐採, 伐採)から一人だけ戦略を変えても、得をしない。  
→ (伐採, 伐採)もナッシュ均衡である。

# どのナッシュ均衡が達成される？

A \ B		
	保存	伐採
保存	3 , 3	-3 , 2
伐採	2 , -3	1 , 1

両者にとって(保存, 保存)による利得が(伐採, 伐採)を上回る  
→ (保存, 保存)の方が達成されやすい？

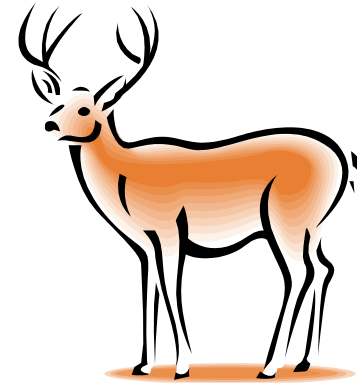
# 実はこの均衡も重要？

A \ B		
	保存	<u>伐採</u>
保存	3 , 3	-3 , 2
<u>伐採</u>	2 , -3	<u>1 , 1</u>

(伐採, 伐採)の方がある意味においては(保存, 保存)より安定と理論付けられる.

# スタグハントゲーム

- スタグ(stag) – シカ
- 二人の猟師: AとB
- 「シカ」を追うか, 「うさぎ」を追うか
- シカの方がよいが, 一人では捕まえることができない.
- ウサギは一人でも捕まえることができる.



Q: AとBはそれぞれ, シカとウサギどちらを追えばよいか?

# シナリオ2とスタグハントゲームの対応



# 今日の授業の流れ

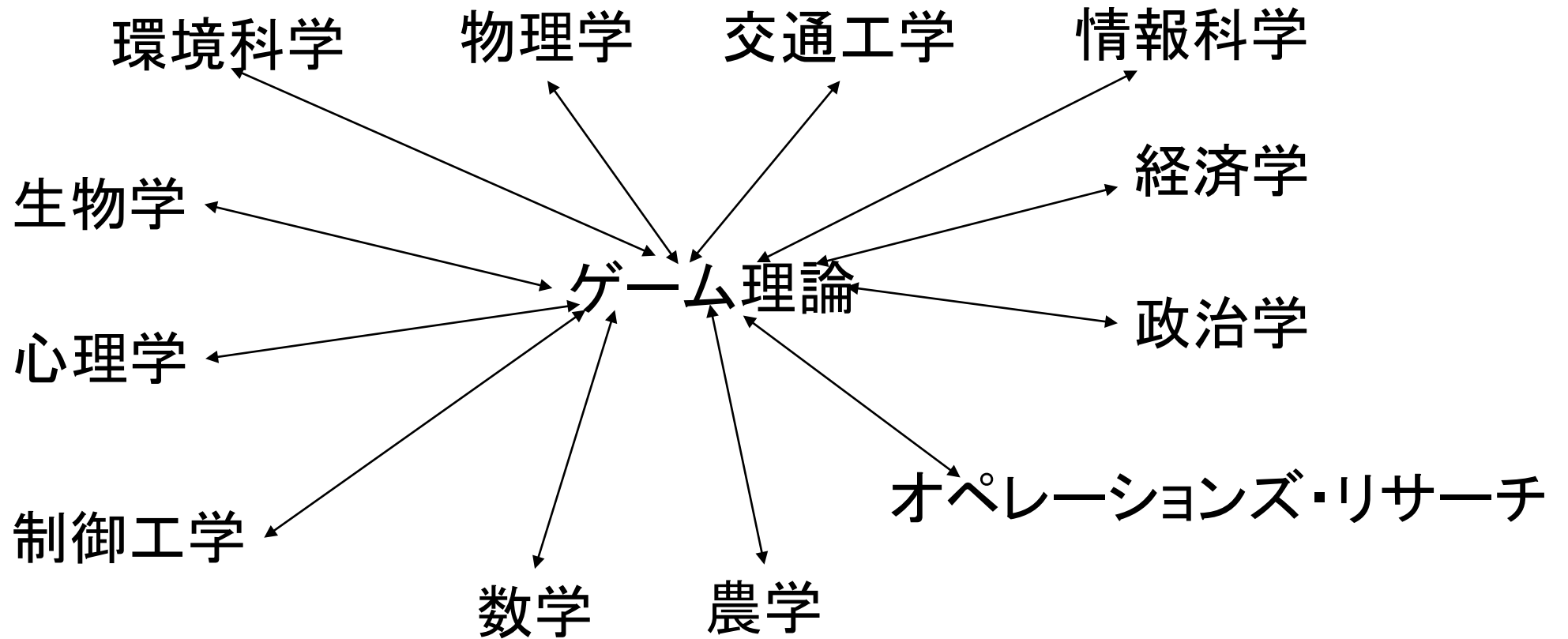
1. ゲーム理論とは？
2. 囚人のジレンマ
3. スタグハントゲーム
4. まとめ

# ゲーム理論とは(再掲)

- ゲーム的状况における意思決定を数理的に分析する.
- 意思決定:
  - 選択肢から一つ選ぶ, 行動する.
- ゲーム的状况とは?
  - 複数の主体
  - 一人の行動が他の人へ**影響** – 互いに影響し合う状況



# ゲーム理論と関連する分野



# 非協力ゲーム理論と協力ゲーム理論

- 非協力ゲーム理論(今日の話はここ)
  - プレイヤー間のコミュニケーションなし
  - 例: 価格競争や競り合い, 公共財の供給, スポーツ
  - 「非協力ゲーム理論」(社会工学科の授業, 3学期)
- 協力ゲーム理論
  - プレイヤー間のコミュニケーションあり
  - 例: 談合, 国家間の交渉, 費用分担問題
  - 「協力ゲーム理論」(社会工学科の授業, 4学期)
- 次回: マッチング問題(協力ゲームに部類する?)