

ゲーム理論で読み解く 社会と進化

予習用教材（第1回の抜粋）

大西 仁

ゲーム理論とは

- 必ずしも利害の一致しない複数の主体（意思決定者）が存在し，各主体の意思決定が他の主体の意思決定に影響を与える状況における，意思決定を分析する数理的な方法
- 各主体は自らの利得が最大になるよう意思決定する
- 主体が自らの利得を最大化するという意味での合理的な決定を問題とする

- 囲碁将棋等のゲームと関係はあるか？
 - ゲーム理論の定義にある意思決定問題
 - 研究の興味が異なる

ゲーム理論とは

- 人間の行動は互いに影響を与え，相互に依存
- 個人は自らの価値観や目的を追求 → 利害の対立
 - 個人間・組織間・国家間
 - 地球温暖化，経済格差
- 社会や経済における複数の主体の相互に依存する行動や意思決定を研究し，人間の行動をとおして，社会の成り立ちやありさまを研究する学問
- 経済行動を分析する数学理論として誕生
 - 法学，政治学，心理学，倫理学，生物学，制御工学，通信工学，情報科学

ゲームの主な構成要素

プレイヤー ゲーム(意思決定)を行う主体

- 個人, 企業, 国家, ...

戦略 行動の選択 (行動自体を指すことも)

- じゃんけん ... グー, チョキ, パー
- 商品の価格競争 ... 価格設定

利得 プレイヤーが戦略を選択した結果に対する各プレイヤーの評価値

- 主観的満足度, 利益, ...

ゲームの分類

プレイヤーの提携の有無

非協力ゲーム プレイヤー個人が構成単位で、他のプレイヤーと提携することなく戦略を選択するゲーム

協力ゲーム 3人以上のプレイヤーがゲームを行う時に、プレイヤー同士で提携を行うゲーム

- 非協力ゲームにおいてプレイヤーが協調的に行動することも、協力ゲームにおいて競合が生じることもある

ゲームの分類

行動のタイミング, 繰り返し

標準型ゲーム (戦略型ゲーム) じゃんけんのように、ゲームを行うすべてのプレイヤーが同時に行動するゲーム

展開型ゲーム チェスのように、各プレイヤーが順番に行動するゲーム

繰り返しゲーム 同じゲームを何度も繰り返すゲーム

ゲームの分類

プレイヤーに与えられる情報

完備情報ゲーム/不完備情報ゲーム 各プレイヤーの利得をすべてのプレイヤーが知っているゲーム

/そうではないゲーム

➤中古車の売買

完全情報ゲーム/不完全情報ゲーム 展開型ゲームにおいて、各プレイヤーのこれまでの行動や状態の履歴をプレイヤーがすべて知っているゲーム

/そうではないゲーム

➤チェス/ババ抜き

ゲームの例

- A社とB社は、サービス向上、または値下げを検討
- 次期の利益増加見込み（単位は億円）… 利得行列
- 自社の利益増加を最大にするために各社がとるべき戦略は？
- プレイヤー： {A社, B社}
- 戦略：両社とも {サービス向上, 料金値下げ}
- 利得：利得行列に示す通り

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(30, 50)
	料金値下げ	(50, 35)	(20, 25)

ゲームの考え方

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(30, 50)
	料金値下げ	(<u>50</u> , 35)	(20, 25)

A社の立場から考える

B社がサービス向上戦略を選択する時

× A社 サービス向上 … 40億円利益増加

○ A社 料金値下げ … 50億円利益増加

●相手の戦略に対して自らの利得を最大にする戦略

… 相手の戦略に対する**最適反応戦略**

●B社がサービス向上を選択する時のA社の最適反応戦略は
料金値下げ

ゲームの考え方

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(<u>30</u> , 50)
	料金値下げ	(50, 35)	(20, 25)

A社の立場から考える

B社が料金値下げ戦略を選択する時

○ A社 サービス向上 … 30億円利益増加

× A社 料金値下げ … 20億円利益増加

●B社が料金値下げを選択する時のA社の最適反応戦略はサービス向上

ゲームの考え方

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(<u>30</u> , 50)
	料金値下げ	(<u>50</u> , 35)	(20, 25)

A社の立場から考える

- B社がサービス向上戦略を選択する時
 - × A社 サービス向上 … 40億円利益増加
 - A社 料金値下げ … 50億円利益増加
- B社が料金値下げ戦略を選択する時
 - A社 サービス向上 … 30億円利益増加
 - × A社 料金値下げ … 20億円利益増加
- B社の選択した戦略によりA社の最適反応戦略は異なる

ゲームの考え方

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(30, <u>50</u>)
	料金値下げ	(50, <u>35</u>)	(20, 25)

B社の立場から考える

- A社がサービス向上戦略を選択する時
 - × B社 サービス向上 … 45億円利益増加
 - B社 料金値下げ … 50億円利益増加
- A社が料金値下げ戦略を選択する時
 - B社 サービス向上 … 35億円利益増加
 - × B社 料金値下げ … 25億円利益増加
- A社の選択した戦略によりB社の最適反応戦略は異なる

ゲームの考え方

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(<u>30</u> , <u>50</u>)
	料金値下げ	(<u>50</u> , <u>35</u>)	(20, 25)

- 各プレイヤーの選択した戦略が互いに相手の戦略に対する最適反応戦略となるような戦略組み合わせ
 - … ナッシュ均衡解
 - (料金値下げ, サービス向上)
 - (サービス向上, 料金値下げ)
- ナッシュ均衡解は複数存在することもある
- ナッシュ均衡解から自らの戦略を変更しても自らの利得は増加しない

ナッシュ均衡解の求め方

- どちらでも求められる

- (1) 最適反応戦略を求め、互いに最適反応戦略の組み合わせになる戦略の組み合わせがナッシュ均衡解
- (2) 戦略の組み合わせが「ナッシュ均衡解から自らの戦略を変更しても自らの利得は増加しない」を調べる

ナッシュ均衡解の求め方（1）

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(30, 50)
	料金値下げ	(<u>50</u> , 35)	(20, 25)

A社の立場

- B社が「サービス向上」を選択した場合に、A社の利得が最大になる戦略（最適反応戦略）を選択
- この場合、「サービス向上」を選択すると利得は40、「料金値下げ」を選択すると利得は50なので、「料金値下げ」の利得50に印をつける

ナッシュ均衡解の求め方 (1)

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(<u>30</u> , 50)
	料金値下げ	(<u>50</u> , 35)	(20, 25)

A社の立場

- B社が「料金値下げ」を選択した場合に、A社の利得が最大になる戦略（最適反応戦略）を選択
- この場合、「サービス向上」を選択すると利得は30、「料金値下げ」を選択すると利得は20なので、「サービス向上」の利得30に印をつける

ナッシュ均衡解の求め方（1）

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(<u>30</u> , <u>50</u>)
	料金値下げ	(<u>50</u> , 35)	(20, 25)

B社の立場

- A社が「サービス向上」を選択した場合に、B社の利得が最大になる戦略（最適反応戦略）を選択
- この場合、「サービス向上」を選択すると利得は45、「料金値下げ」を選択すると利得は50なので、「料金値下げ」の利得50に印をつける

ナッシュ均衡解の求め方（1）

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(<u>30</u> , <u>50</u>)
	料金値下げ	(<u>50</u> , <u>35</u>)	(20, 25)

B社の立場

- A社が「料金値下げ」を選択した場合に、B社の利得が最大になる戦略（最適反応戦略）を選択
- この場合、「サービス向上」を選択すると利得は35、「料金値下げ」を選択すると利得は25なので、「サービス向上」の利得35に印をつける

ナッシュ均衡解の求め方 (1)

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(<u>30</u> , <u>50</u>)
	料金値下げ	(<u>50</u> , <u>35</u>)	(20, 25)

- 両社の印が揃った戦略の組み合わせがナッシュ均衡解
- この例におけるナッシュ均衡解は,
(サービス向上, 料金値下げ)と (料金値下げ, サービス向上)

ナッシュ均衡解の求め方 (2)

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(30, 50)
	料金値下げ	(50, 35)	(20, 25)

- ナッシュ均衡解から自らの戦略を変更しても自らの利得は増加しない
- (サービス向上 (40), サービス向上 (45))
 - ー A社が戦略変更 →
(料金値下げ (50), サービス向上 (35))
→ A社の利得が増加するので, (サービス向上, サービス向上) はナッシュ均衡解でない

ナッシュ均衡解の求め方 (2)

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(30, 50)
	料金値下げ	(50, 35)	(20, 25)

- ナッシュ均衡解から自らの戦略を変更しても自らの利得は増加しない
- (サービス向上 (30), 料金値下げ (50))
 - A社が戦略変更 →
(料金値下げ (20), 料金値下げ (25))
- A社の利得は増加しない

ナッシュ均衡解の求め方 (2)

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(30, 50)
	料金値下げ	(50, 35)	(20, 25)

- ナッシュ均衡解から自らの戦略を変更しても自らの利得は増加しない
- (サービス向上 (30), 料金値下げ (50))
 - B社が戦略変更 →
 - (サービス向上 (40), サービス向上 (45))
- B社の利得は増加しない

ナッシュ均衡解の求め方 (2)

		B社	
		サービス向上	料金値下げ
A社	サービス向上	(40, 45)	(30, 50)
	料金値下げ	(50, 35)	(20, 25)

- ナッシュ均衡解から自らの戦略を変更しても自らの利得は増加しない
 - (サービス向上 (30), 料金値下げ (50)) は,
 - A社が戦略変更してもA社の利得は増加しない,
 - かつB社が戦略変更してもB社の利得は増加しない
- (サービス向上, 料金値下げ) はナッシュ均衡解