

戦略的行動と経済取引 (ゲーム理論入門)

7. 情報の非対称性とベイジアン均衡

1

情報の非対称性

- 人々が保有する情報に偏りがある状況
- 個人の能力: 情報の非対称性の典型例
 - 自分の能力は、自分自身には分かっているが、他の人にはわからない ⇒ 正に評価されない
- 自分の能力を、評価する側に目に見える形で示すには? ⇒ 一つの方法: 「資格をとる」
 - ただし、仕事に必要なのは「資格が認定している(と思われる)能力」であり、資格そのものではない
- 資格を取得⇒必ずしも生産的ではない活動
- ⇒ 情報の非対称性の弊害を減らそうとすると、経済的な資源の無駄遣いが生ずる

2

情報集合と情報構造

- 「情報」には2つの側面:
 - 「情報の内容」
 - 「情報の構造」
- 情報の内容: 通常、「情報」と呼ばれるもの
 - 例: 明日の天気は晴れ ⇒ 明日の天気についての情報の内容が「晴れ」
- 情報の構造: あり得る情報の内容をすべて列挙したもの
 - 例: 明日の天気は晴れ・曇り・雨のいずれか ⇒ 情報の構造は「晴れ」「曇り」「雨」
 - あり得る情報の内容が増える ⇒ 情報の構造(網の目)が細くなる(例: 降水確率の導入)

3

情報集合と情報構造

- ある労働者に対する、企業の雇用決定の問題
 - 労働者の能力: $1/2$ の確率で「高い」& $1/2$ の確率で「低い」
 - 能力の高い(低い)労働者を雇う ⇒ 企業の生産額は6単位(3単位)
 - 労働者の給与: 4単位
- 企業の選択と利得:
 - 能力の高い労働者を雇う ⇒ 利得 =
 - 能力の低い労働者を雇う ⇒ 利得 =
 - 労働者を雇わない ⇒ 利得 = 0

4

情報集合と情報構造

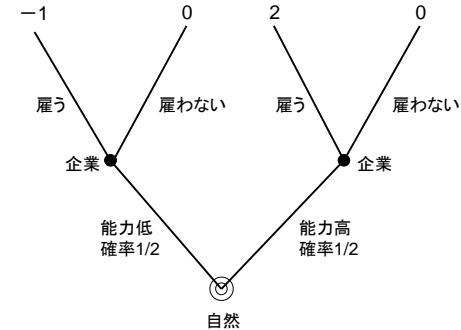
- 展開形のゲームで考える
 - 「自然」という仮のプレイヤーによって、労働者の能力が「能力高」or「能力低」に決定
 - 自然: 自分で意思を持って戦略を選ぶことはない
 - 企業がその労働者を「雇う」or「雇わない」を決定
- 企業が労働者の能力を判別できる場合(ゲーム1)

企業の最適な戦略:
「能力低」ならば「 」、「能力高」ならば「 」

- 労働者の能力に応じて、 選択をする

5

ゲーム1における企業の最適戦略



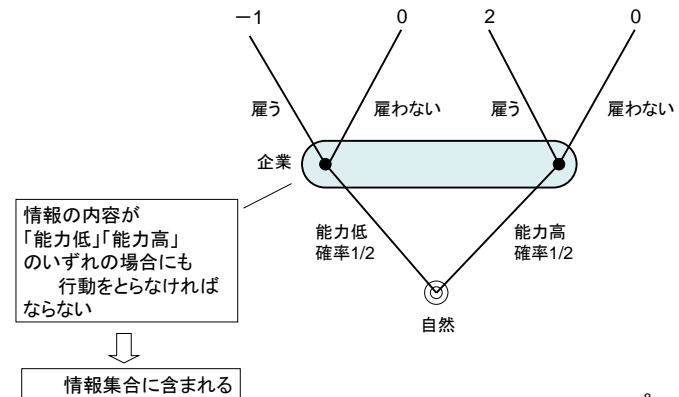
6

情報集合と情報構造

- 企業が労働者の能力を判別できない場合(ゲーム2)
 - 労働者の能力に応じて、異なる選択をすることはできない
= 行動をとらなければならない
- 同じ行動をとらなければならないいくつかの意思決定点を集めたものを「情報集合」
 - ゲーム2: {能力高, 能力低}が唯一の情報集合
 - ゲーム1: 情報集合は、{能力高}と{能力低}
- 情報の構造: 情報集合を列挙したもの
 - ゲーム2: {{能力高, 能力低}}
 - ゲーム1: {{能力高}, {能力低}}

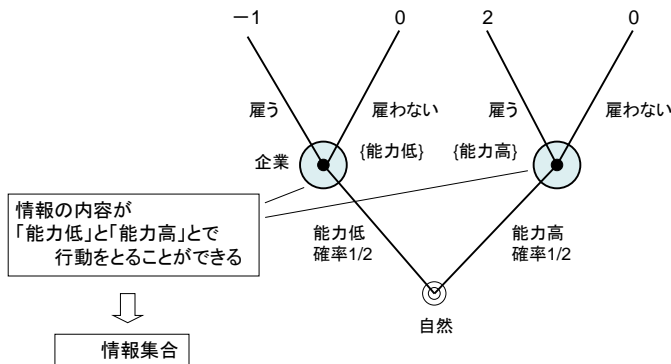
7

ゲーム2の展開形表現



8

ゲーム1のより正確な展開形表現



9

情報集合と情報構造

- ゲーム1(能力の判別が可能): ゲーム2(能力の判別が不可能)に比べて、企業にとって有利なゲーム
 - 企業はどの行動が良いのかよりの確な判断を下すことができる



情報の構造が豊かであるため

- 情報の内容: プレイヤーが意思決定を行うとき、どの行動が最適なのかを決める上で重要
- 情報構造: ゲームにおいて行動を機敏に変えることができるかどうか

10

完全ベイズ均衡

- ゲーム2(能力の判別が不可能)における企業の最適な行動は?
- 「戦略」: それぞれの情報集合でどのような行動をとるかを定めたもの
- ⇒ ゲーム2では、戦略は「雇う」or「雇わない」
- 企業が「情報集合において、どのような状態がどのような確率で発生するのか」を合理的に見積もり、その見積もりの下で期待利得を最大化 ⇒ 最適な戦略の決定
- 見積もりの確率 = 「信念 (belief)」

11

完全ベイズ均衡

- 完全ベイズ均衡 (perfect Bayesian equilibrium):

戦略の組とすべての情報集合における信念の組み合わせのうち、

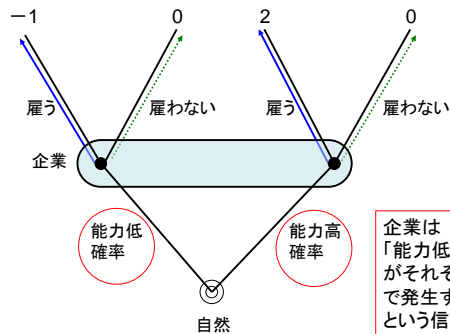
- 各プレイヤーは、相手の戦略に対して、自分の信念の下で自分の期待利得を最大化 (最適反応)
- 信念は確率法則に反さない (信念の合理性) を満たすもの

- ゲーム2における完全ベイズ均衡:
 - 企業は、「能力低」と「能力高」がそれぞれ の確率、という信念を持ち、「 」という戦略を選ぶ
 - この信念の下で、雇った場合の期待利得 雇わなかった場合の期待利得

12

雇った場合の期待利得
 $= (1/2) \cdot (-1) + (1/2) \cdot 2$
 $=$

雇わない場合の期待利得
 $= (1/2) \cdot 0 + (1/2) \cdot 0$
 $=$



13

信念の合理性

- 各プレイヤーの信念は、可能な限り、戦略の組み合わせからベイズ・ルール (Bayes' rule) を用いて導いた意思決定点の確率と整合的である必要
 - ベイズ・ルール: ある情報が追加されたときにどのように確率分布が変化するか?

事象Aが発生した後の、事象Bが起こる確率 (事後確率):

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$$

- ゲーム2: 追加される情報はない \Rightarrow 事前確率 = 信念

14

完全ベイズ均衡: チキン・ゲーム

- プレイヤーが知らずに行動しなくてはならない情報は、自然が選んだものだけとは限らない
- 例: チキン・ゲーム
 - 各プレイヤー (例: 夫と妻) は、相手が「家事やる」と「やらない」のどちらを選択するか、分らない
 - 各プレイヤーの利得:
 - 自分がサボる (3)
 - 2人で負担 (2)
 - 自分だけ負担 (1)
 - 2人ともサボる (0)

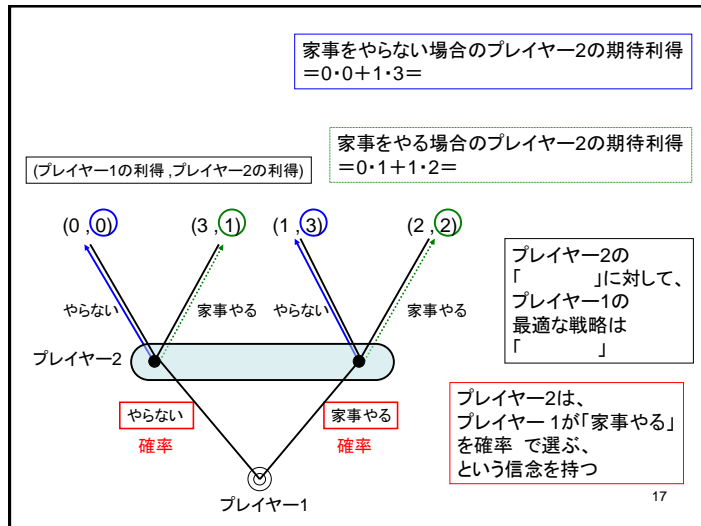


15

完全ベイズ均衡: チキン・ゲーム

- プレイヤー1の行動を仮に「家事やる」とする
 - プレイヤー2の合理的な信念: プレイヤー1が「家事やる」を確率 で選ぶ
 - \Rightarrow この信念の下で、プレイヤー2の最適反応は「
」
 - プレイヤー2の「
」に対するプレイヤー1の最適反応は「
」

16



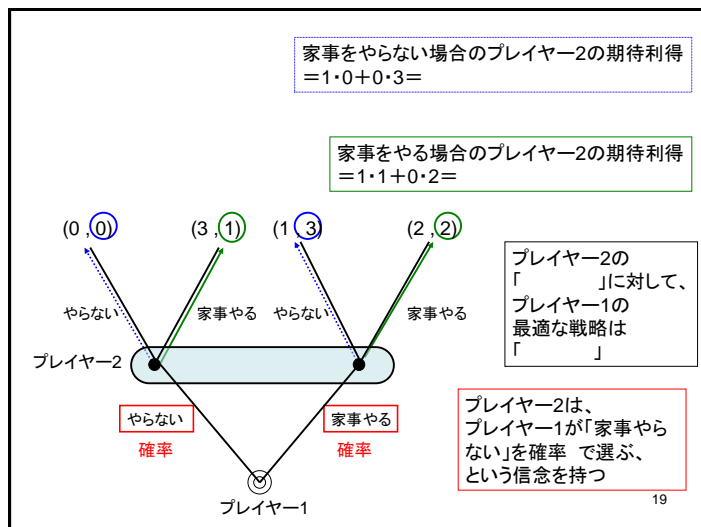
チキン・ゲームにおける完全ベイズ均衡

完全ベイズ均衡:

プレイヤー1が家事を 、
 プレイヤー2はプレイヤー1が「」と信じて
 「」を選択

プレイヤー1が家事を 、
 プレイヤー2はプレイヤー1が「」と信じて
 「」を選択

18



シグナリング・ゲーム

- 企業の雇用決定の問題(復習)
 - 能力の高い(低い)労働者を雇う→6単位(3単位)の生産額&労働者の給与: 利得にして4単位
 - ⇒ 労働者の能力が仮に判別可能ならば、能力の低い労働者を雇わないのが最適
- しかし、能力の低い労働者でも、生産力として3単位の生産額を新たに生み出すことができる ⇒ 雇用されないのは経済全体の利益の観点からは非効率的
- 労働者の能力に応じて を支払う ⇒ 能力の低い労働者も雇用可能
- 問題は、企業が労働者の能力を に判別 なこと
- ⇒ 代わりに労働者の持つ を基に能力給を設定

20

労働者の能力と企業の給与決定のゲーム

- 能力別の給与体系: 企業の選択肢は「高給」or「低給」
– 「雇う」or「雇わないか」ではない
- 能力の高い労働者を雇う確率と能力の低い労働者を雇う確率は各1/2
- 能力高(能力低)の労働者を雇った場合の企業の生産額=6単位(3単位)
- 労働者に対する支払額: 4単位(高給)or 1単位(低給)の2通り
- 資格取得は考えない

21

労働者の能力と企業の給与決定のゲーム

- 「正当な」賃金を支払えば、企業はちょうど同じだけ儲かる
 - 能力高の労働者に高給を払う \Rightarrow 企業の利得 $= 6 - 4 =$
 - 能力低の労働者に低給を払う \Rightarrow 企業の利得 $= 3 - 1 =$
 - 能力の高さによって余分に生じた生産物は、すべて能力の労働者に帰着
- 能力高の労働者: 給を提示されると、会社を辞める
 - 労働者の利得 $= 3$ (他の就職先で働く)
 - 企業の利得 $= -1$
- 能力低の労働者: 給でも働く

22

労働者の能力と企業の給与決定のゲーム

- 能力が判別できるケース

企業の最適な戦略:
「能力低」ならば「低給」、「能力高」ならば「高給」

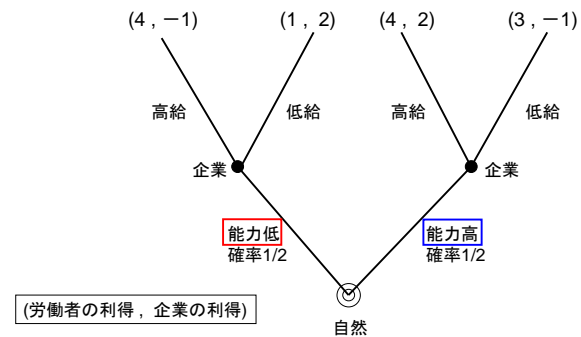
- 企業の利得: どちらの均衡でも
- 労働者の利得: 「能力高」のとき、「能力低」のとき

- 能力が判別できないケース

完全ベイズ均衡:
企業は、「能力低」と「能力高」がそれぞれの確率、という信念を持ち、「高給」「低給」いずれの戦略も

23

能力が判別できるケース

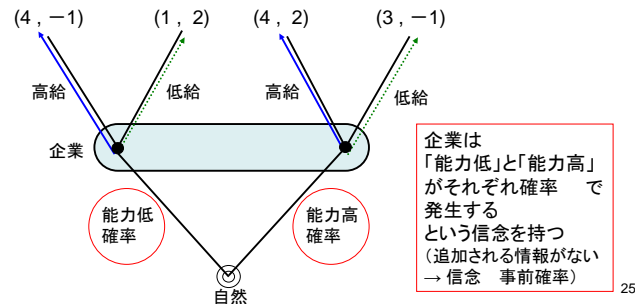


24

能力が判別できないケース

「高給」のときの企業の期待利得
 $= (1/2) \cdot (-1) + (1/2) \cdot 2 =$

「低給」のときの企業の期待利得
 $= (1/2) \cdot 2 + (1/2) \cdot (-1) =$



25

労働者の能力と企業の給与決定のゲーム

- 能力が判別できないケース
 - 企業の期待利得: どちらの均衡でも (能力が判別可能なケースよりも)
 - 「低給」が選ばれた場合、労働者の利得は
 - 能力の低い労働者: (能力が判別可能なケースよりも)
 - 能力の高い労働者: (能力が判別可能なケースよりも)
- ⇒ 資格取得によるシグナリングの意義
 - 能力の労働者: 自分の能力を企業に知らせたい
 - 企業: 労働者の能力のをしたい

26

シグナリング・ゲーム

- ゲームの時間的流れ:
 - 「自然」が労働者の能力を決定
 - 「能力高」と「能力低」は各1/2の確率
 - 労働者は、自分が「能力高」と「能力低」のどちらかが分かる
 - 労働者が「資格取得」or「資格なし」を決定
 - 企業が「高給」(4単位) or 「低給」(1単位)を決定
- 資格取得のコスト
 - 能力高: ゼロ(苦勞せずに資格を取れる)
 - 能力低: 3単位かかる
- 企業: 労働者の能力を観察 が、資格の有無は観察

27

シグナリング・ゲーム

- 資格そのものは生産性に影響を与えないと仮定
- ⇒ 企業の生産額: 能力高(能力低)の労働者を雇った場合は6単位(3単位)
- 企業の利得:
 - 能力高の労働者に高給を払う ⇒ $6 - 4 =$
 - 能力高の労働者に低給を払う ⇒ -1
 - 労働者は会社を辞めてしまうため
 - 能力低の労働者に高給を払う ⇒ $3 - 4 =$
 - 能力低の労働者に低給を払う ⇒ $3 - 1 =$

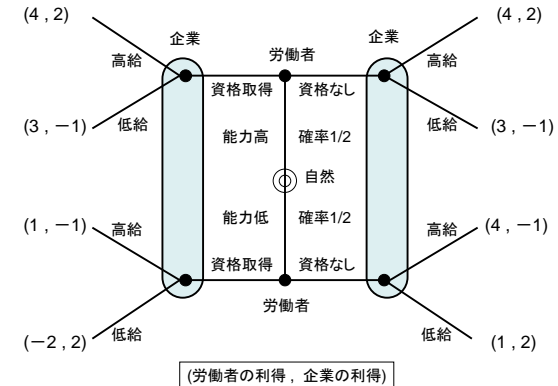
28

シグナリング・ゲーム

- 労働者の利得:
 - 能力高 & 高給をもらう \Rightarrow 資格の有無にかかわらず、
 - 能力高 & 低給をもらう \Rightarrow 資格の有無にかかわらず、3
 - 他の会社で働くため
 - 能力低 & 資格あり & 高給をもらう $\Rightarrow 4 - 3 =$
 - 能力低 & 資格なし & 高給をもらう $\Rightarrow 4 - 0 =$
 - 能力低 & 資格あり & 低給をもらう $\Rightarrow 1 - 3 =$
 - 能力低 & 資格なし & 低給をもらう $\Rightarrow 1 - 0 =$

29

シグナリング・ゲームの木



30

シグナリング・ゲームの均衡

- 完全ベイズ均衡:
 - 企業: 労働者の戦略に対して、自分の信念の下で期待利得を最大化するように戦略を決定 (それぞれの情報集合で「高給」or「低給」)
 - 労働者: 企業の戦略に対して、利得を最大化するように「資格取得」or「資格なし」を選択
 - 労働者の能力に関する企業の信念は合理的
- 2つのタイプの均衡の発生
 - 分離型均衡 (separating equilibrium): 異なるタイプのプレイヤーが異なる行動をとる均衡
 - 観察可能な行動 (資格取得) のおかげで、私的情報が開示される
 - 混在型 (or 一括型) 均衡 (pooling equilibrium): 異なるタイプのプレイヤーが同じ行動をとる均衡

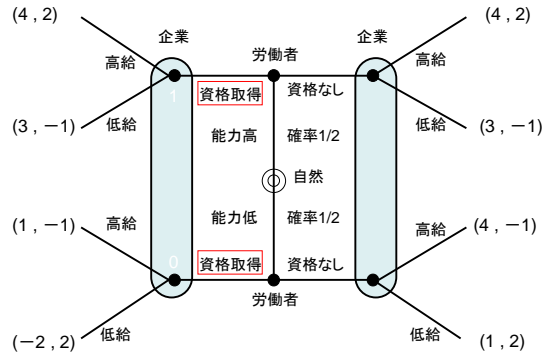
31

シグナリングゲーム: 分離型均衡

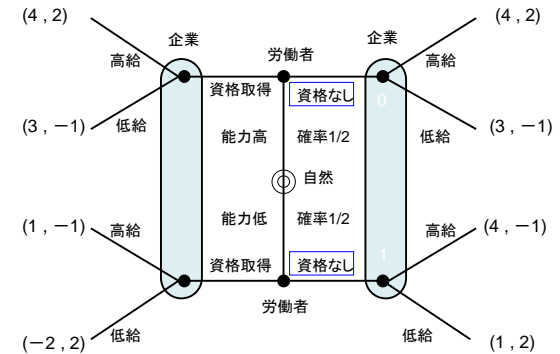
- 労働者:
 - 能力高ならば「資格取得」
 - 能力低ならば「資格なし」
 - ただし、「資格取得」と「資格なし」は同じ (期待) 利得
- 企業:
 - 労働者が「資格取得」ならば、確率 1 で能力高と見積もり、「高給」を支払う
 - 労働者が「資格なし」ならば、確率 1 で能力低と見積もり、「低給」を支払う
- 資格の存在 \Rightarrow 能力に応じた給与体系を定めることが可能
 - 企業: 資格の有無によって労働者の能力を見積もることができる
 - 労働者: 能力に応じて資格を取り、給与をあきらめる

32

企業の信念:
確率1で「能力高」
⇒「高給」の期待利得() 「低給」の期待利得()

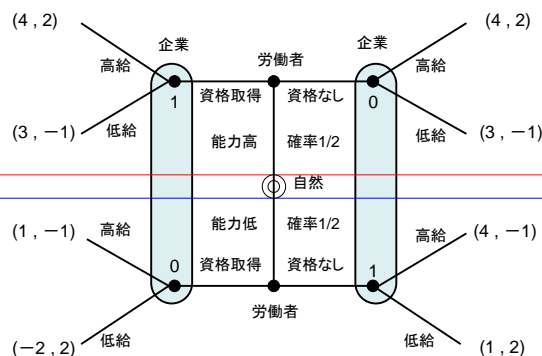


33



企業の信念:
確率1で「能力低」
⇒「高給」の期待利得() 「低給」の期待利得()

34



能力低の労働者:『資格取得』ならば「高給」&『資格なし』ならば「低給』
という企業の戦略に対し、「資格取得」と「資格なし」は 利得

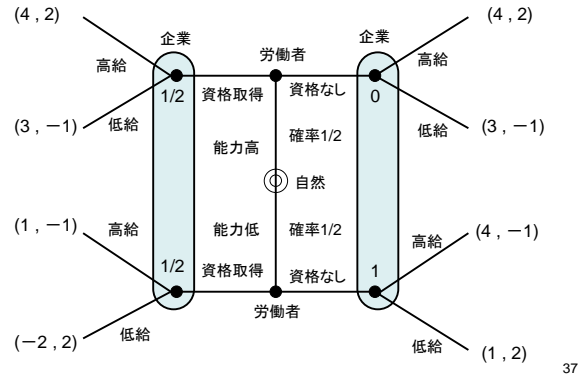
35

シグナリング・ゲーム: 混在型均衡

- 労働者:
 - 能力高でも能力低でも「資格」
- 企業:
 - 労働者が「資格取得」ならば、確率 で能力高 & 確率 で能力低と見積もり、「給」を支払う
 - 「高給」と「低給」は 期待利得
 - 労働者が「資格なし」ならば、確率1で能力 と見積もり、「給」を支払う
- 経済的な資源の無駄遣いが発生
 - 誰もが資格を取得してしまう ⇒ 能力の判別上、役に立って
 - 能力の 労働者が資格取得のために労力を費やしてしまふ: 高給をもらえば割に合うため

36

企業の信念:
確率 $\frac{1}{2}$ で「能力高」&確率 $\frac{1}{2}$ で「能力低」
⇒「高給」の期待利得() 「低給」の期待利得()



37

資格による能力判別の是非

- 混在型の均衡: 経済的な資源の効率的利用の観点からは望ましくない
- ⇒ このような混在型の均衡を発生させないようにするには?
 - 方法1: 方の給与をもう少し下げる
 - 方法2: 資格試験をもう少し する
- いずれの方法も、「能力」の労働者の利得を下げる結果
 - 能力の判別ができないケースに比べればマシ
 - ⇒ 「能力」の余計な負担 = 自分が 能力の人間と間違われたいようにするためにかかる費用
- 資格取得のコスト: 情報の非対称性から生じた必要悪

38