千葉大学　ゲーム論II　第九回

上條　良夫

今日の内容

- これまでの交渉のモデルでは、交渉に合意する余地があるときには、必ず無駄を生ずることなく効率的に交渉は合意に至った。
  - 最後通牒ゲームでは必ず提案者は応答者が受け入れることのできるぎりぎりの水準の提案を行い、応答者はそれを受諾していた。
  - 交互提案応答ゲームでは、交渉は遅延することなく、必ず第一期で終了していた。
  - 外部選択肢が存在するときでも、交渉者の外部選択肢の価値の和が、交渉が合意に至ったときに獲得できる価値を下回っている限りは、必ず交渉は第一期で合意された。
  - 公理的交渉理論では、交渉解のパレート最適性が仮定されていた。

- しかし、現実の「交渉」とよばれるようなものに目を移すと、しばしば交渉では合意に至るまでに多大な時間を必要としたり、また決裂したりもする。

- 現実のこのような現象を説明するために、これまで考察してきたゲーム理論のモデルが忘れていた要因はいったい何なのだろうか？

- 様々な要因が考えられるが、その中で重要なものの一つは情報である。

交渉における相手の情報

- 現実の交渉では、交渉者にとって、交渉相手の情報が完全にわかっているケースはまれである。
  - 中古車のバイヤーは、買い手が中古車にどの程度まで支払う意思があるのかはわからない。
  - 事業提携を検討する企業の間では、相手側にとっての事業提携の価値はわからない。
  - COP 15 での温室効果ガスの削減目標を設定する交渉では、各国は、他国の削減目標を達成させるために必要となる費用の額がわからない。

- このように互いに交渉相手の情報について不確実である状況が、本来は交渉を合意に至る余地があったのにもかかわらず、合意に至るまで時間を要したり、交渉が決裂したりと、交渉の結果を非効率的なものとしてしまうのである。

- その一方で、相手側の情報（交渉の目的・財への評価額・削減費用、など）を掴むことは、自身の交渉の立場を強くすることになる。
  - 経営者側による労働組合の会議の盗聴

- 相手の情報がわからない状況において、効果的な交渉方法というものには、多分にゲーム理論で分析するのには馴染まない、技巧的・技術的な要素がある。
  - 例えば、自身の真の要求を隠すために、相手側への要求項目を増やす。
  - 大げさにいらいらしたり、怒ったふりをしたり、過剰に友好的な態度をとったり、悪口を言ったりする。

- その一方で、情報不完備ゲームを用いて、不確実性下での交渉におけるプレイヤーの行動を分析することにより、ある種の戦術がなぜうまくいくのか、交渉によって達成できる限界はどこになるのか、ということを理解することが可能である。

情報不完備ゲーム

- 相手の利得などの情報について不確実性が存在する状況を分析する。

- この点は、プレイヤーには複数のタイプが存在するとして分析される。

- 用いられる均衡概念は
  - ベイジアンナッシュ均衡
  - 完全ベイジアン均衡
- 均衡を考えるときのポイントは、
  - タイプごとの最適反応
  - 必要であれば、情報のベイズルールによる更新

相手の情報に不確実性が存在するとき、なぜ交渉が決裂しうるのか？
例1

- 新車の販売者（プレイヤー1）と潜在的な購入者（プレイヤー2）との間での取引交渉を考えよう。
- 車を一台、いくらで取引するのか（価格）、だけが交渉の争点。

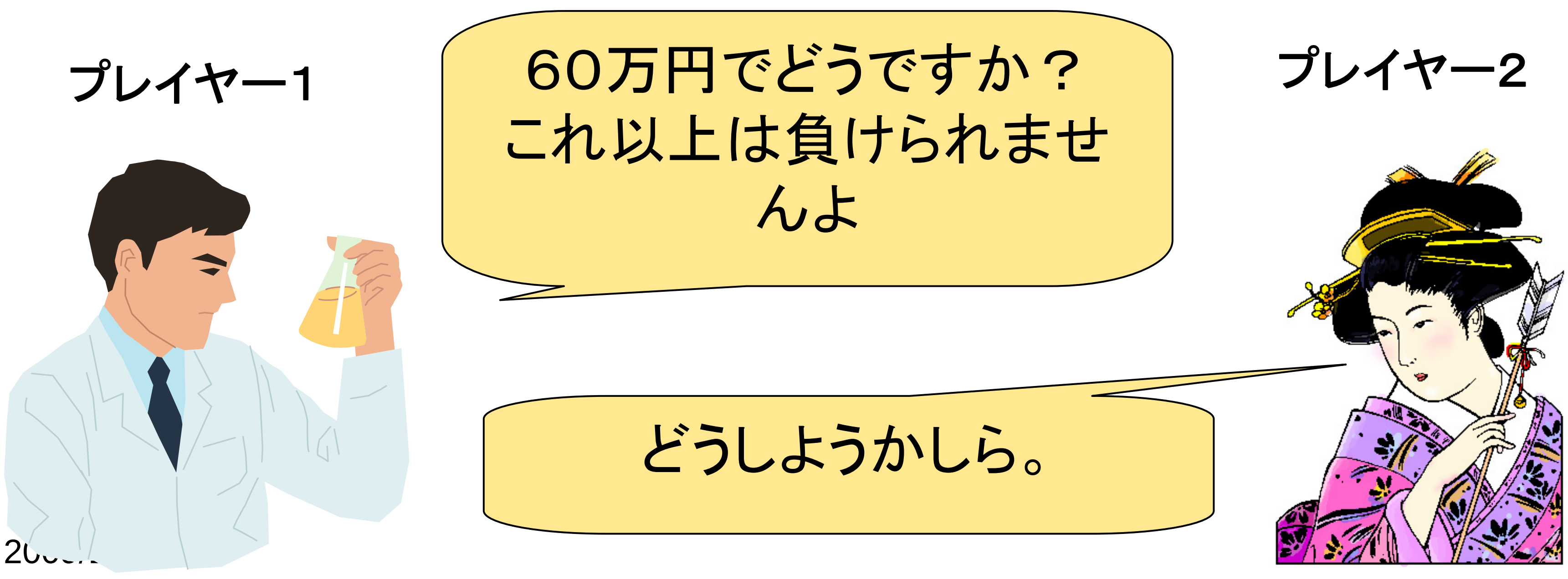
プレイヤー1

いらっしゃいませ。
どちらの商品をお求めでしょうか。

この青い車がいいわ

プレイヤー2

- 交渉の形態としては、販売者が購入者に対して価格を提示して、それに対して購入者が購入するか、しないかを決定するという、最後通牒タイプを考える。



- プレイヤー1にとっては、財の価値は 0.（に基準化しておく）
- プレイヤー2には、財の評価に対して二種類のタイプ（高タイプと低タイプ）がありうる。
- 高タイプにとっては財の価値は 80 万円
- 低タイプにとっては財の価値は 20 万円
- プレイヤー1にはプレイヤー2がどちらのタイプであるかはわからない。ただし、経験的にそれぞれが確率 0.5 で存在すると考えている。

プレイヤー1

プレイヤー2

高タイプ　評価額80万円

プレイヤー1

プレイヤー2

プレイヤー1には購入者のタイプ
はわからない。

しかし、高タイプである確率は0．5
低タイプである確率は0．5、
ということはわかっている。

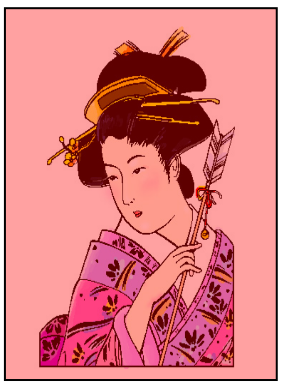
低タイプ　評価額20万円

完全ベイジアン均衡の導出

- 均衡を考えるときのポイントは、
  - タイプごとの最適反応
  - 必要であれば、情報のベイズルールによる更新
- 二番目のベイズルールによる情報の更新はここではあまり気にしなくて良い。
- まず
  - プレイヤー２のタイプごとの最適反応を求め、
  - 次に、それを考慮したプレイヤー１の最適反応
- を考えればよい。

プレイヤー1の提案 x (万円)に対する
プレイヤー2の最適反応

x 万円 →



高タイプ
評価額80万円

x <= 80 購入
x > 80 購入しない

低タイプ
評価額20万円

x <= 20 購入
x > 20 購入しない

プレイヤー1の最適反応

プレイヤー2の最適反応をみれば、
x= 80 のときと
x = 20 のときの
期待利得の比較だけをすれば十分であることがわかる。

高タイプ
評価額80万円

x <= 80 購入
x > 80 購入しない

低タイプ
評価額20万円

x <= 20 購入
x > 20 購入しない

プレイヤー1の最適反応

x= 80 のとき　0.5 × 80 + 0.5 × 0 = 40

x = 20 のとき　0.5 × 20 + 0.5 × 20 = 20

つまり、x = 80 が最適反応

高タイプ
評価額80万円

x <= 80　　　　購入
x > 80　　購入しない

低タイプ
評価額20万円

x <= 20　　　　購入
x > 20　　購入しない

- つまり、完全ベイジアン均衡では
  - プレイヤー1は 80 万円という価格を提示し、
  - プレイヤー2高タイプは車を購入し、
  - プレイヤー2低タイプは車を購入しない、
- ということになる。
- ここで注意するべき点は、プレイヤー1とプレイヤー2低タイプの間にも、取引の利益は存在していたという点である（0以上20以下の価格で両者が得するような取引は可能であった）。
- にもかかわらず、プレイヤー1は、「プレイヤー2高タイプに対してのみ車を高価格で売る」という選択を合理的に選んだのである。
- 言い換えれば、プレイヤー2低タイプとの間で交渉が決裂したのは、プレイヤー1の合理的行動の結果である。

- 一般に、購入者の財への評価額に対して不確実性がある状況では、売り手は
  - 財を高い価格で販売すること（高タイプにのみ高価格で売ること）、
  - 財を幅広い購入者に販売すること(両)タイプに財を低価格で販売すること
- の間にトレードオフが生まれることになる。

- 先の例では、売り手は高タイプにのみ高価格でうることを選択したことになる。

例2

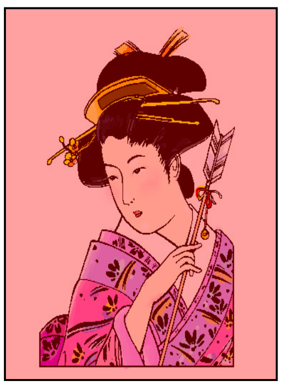
- では、次のようなケースではどうなるであろうか？
- プレイヤー2の低タイプの評価額だけ次のように変更する。
- 高タイプにとっては財の価値は 80 万円
- 低タイプにとっては財の価値は 50 万円

プレイヤー1

プレイヤー2

プレイヤー1の提案 x (万円)に対する プレイヤー2の最適反応

x　万円



高タイプ
評価額80万円

x <= 80　　　購入
x > 80　　購入しない

低タイプ
評価額50万円

x <= 50　　　購入
x > 50　　購入しない

プレイヤー1の最適反応

x= 80 のとき　0.5 × 80 + 0.5 × 0 = 40

x = 50 のとき　0.5 × 50 + 0.5 × 50 = 50

つまり、x = 50 が最適反応

高タイプ
評価額80万円

x <= 80　購入
x > 80　購入しない

低タイプ
評価額50万円

x <= 50　購入
x > 50　購入しない

- つまり、完全ベイジアン均衡では
  - プレイヤー1は 50 万円という価格を提示し、
  - プレイヤー2高タイプは車を購入し、
  - プレイヤー2低タイプは車を購入する、
- ということになる。

- つまり、この例では、プレイヤー1は両タイプに車を売却するため、価格を引き下げることを選択したことになる。

- これは、低タイプの評価額を比較的高かったため、売り手にとって両タイプに販売するためのコスト（販売価格の低下）が小さいことが理由である。

相手の情報に不確実性が存在するとき、なぜ交渉は遅延するのか
例3

- 先ほどと同様に、新車の販売者（プレイヤー1）と潜在的な購入者（プレイヤー2）との間での取引交渉を考えよう。
- ただし、ここでは複数期間にわたり交渉を行う状況を考える

プレイヤー1

いらっしゃいませ。
どちらの商品をお求めでしょうか

この青いのがいいわ

プレイヤー2

- 交渉形態としては、最初にプレイヤー1が各期の販売価格を提示し、それに対して、プレイヤー2がどの期で購入するか、あるいは購入しないかを決定するモデルを考える。つまり、
- まず、プレイヤー1が第一期の販売価格 x と第二期での販売価格 y を決定する。
- 次に、プレイヤー2が、第一期に購入するのか、第二期に購入するのか、あるいは購入しないかを決定する。

プレイヤー1

今買えば60万円ですよ。
一ヵ月後は56万円です。

プレイヤー2

なら一ヵ月後に買おう
かしら。

- プレイヤー1にとっては、財の価値は 0.（に基準化しておく）

- プレイヤー2には、財の評価に対して二種類のタイプ（高タイプと低タイプ）がありうる。
- 高タイプにとっては財の価値は 100 万円
- 低タイプにとっては財の価値は 60 万円

- プレイヤー1にはプレイヤー2がどちらのタイプであるかはわからない。ただし、経験的に高タイプの確率が 2/3 、低タイプの確率を 1/3 と考えている。

- 購入者はなるべく早く商品をほしいと考えており、割引因子δ=0.5 である。

- その一方で、販売者には時間選好は存在しない。つまり、第一期の利得も第二期の利得も、第一期からみて同じ価値を有する。

- この問題の構造について理解するために、例えば、第一期と第二期の販売価格が同じ場合（x=y の場合）を考えてみよう。

- 買い手には時間割引があるので、同一価格であれば必ず第一期に購入するはず。

- その一方で、その価格で第二期に購入してももうからないのであれば、第一期に購入しても儲からないはず。

- なので、買い手の行動としては、第一期に購入するか、あるいは購入しないか、だけを考えればよい。

例１、２と同じように考えると

高タイプ
評価額100万円

x <= 100　　　購入
x > 100　　購入しない

低タイプ
評価額60万円

x <= 60　　　購入
x > 60　　購入しない

x= 100 のとき　2/3 × 100 + 1/3 × 0 = 66.7

x = 60 のとき　2/3 × 60 + 1/3 × 60 = 60

つまり、x = 100 が最適反応?

- よって、仮に第一期と第二期の販売価格を同一であるとすると
  - 第一期には、高タイプが財を100万円で購入
  - 第二期には、だれも財を購入しない。
- という結果になる。
- よって、低価格の買い手は財を購入できない。

- さて、この結果を見ると、せっかく第二期があるのに、そこでは誰も財を購入しないので、売り手は自身のチャンスを有効に利用できていないように思える。

- では、例えば第二期には低タイプが財を購入できるように低めの価格をつけるのはどうだろうか。

- そこで、次のような価格付けを考えてみよう。
- 第一期には、高タイプに財を購入してもらうために、販売価格を 100 とする。
- 第二期には、低タイプに財を購入してもらうために、販売価格を 60 とする。
- つまり x=100, y = 60 である。
- このような販売戦略は「うまく」いくだろうか？

- 残念ながら、そうはいかない。
- この点をみるために、高タイプの行動を考えてみよう。

- 高タイプは
  - 第一期に 100 で購入すれば、100 – 100 = 0 の利得
  - 第二期に 60 で購入すれば、0.5 ×(100 - 60) = 20 の利得
- つまり、高タイプも一期間我慢して、第二期に 60 で購入してしまうのである。

- このときの売り手の期待利得は
- 2/3 ×60 + 1/3 × 60 = 60
- なので、第一期、第二期とも 100 で財を販売するときよりも期待利得は低いのである。

- では、第一期には高価格が財を購入し、第二期には低価格が財を購入するようにするにはどうすればよいのか。

- そのためには、高価格の買い手が、購入を一期間我慢しても得にはならないように、第一期の販売価格を下げてやればよい。

- 具体的には次のように考えていく。

- まず、第二期の価格は、低タイプの買い手から可能な限り財を高く売りつけるために、価格を 60 とする。
- つまり y = 60 である。

- 次に、第一期の価格は、高タイプの買い手が一期間我慢して第二期に財を購入しない範囲に設定する。
- つまり x は以下の条件を満足する。

$$100 - x \geq 0.5(100 - 60)$$

- である。
- 条件を満足する x の最大値は、x=80 である。

- つまり、x = 80, y = 60 とするのである。

- すると、高タイプは第一期に 80 で購入し、低タイプは第二期に 60 で財を購入することになる。

- さて、このときのプレイヤー1の期待利得はいくつだろうか。

- $2/3 \times 80 + 1/3 \times 60 = 73.3$

- となり、確かに期待利得は高まる。

- さて実際のところ、これは完全ベイジアン均衡である。
- というのも、売り手は、もし高タイプの買い手にだけ財を販売したいのならば、100 で売るのが一番良い。
- その一方で、もし第一期に高タイプに、第二期に低タイプに財を売りたいのであれば、この方法が最も高価格で売れる方法である(例えば、第二期の販売価格を 60 以下に下げて同様の議論をしても、第一期での高タイプへの販売価格がさがるだけである)。
- また、第一期(もしくは第二期に)両方のタイプに財を販売したいのであれば、60 で売るのが一番良い。
- 最後に、第一期に低タイプに販売し、第二期に高タイプに販売するような価格付けは存在しない。なぜなら

- x, y に対して、もし低タイプが第一期に購入するのが最適であれば、

$$60 - x \geq \delta(60 - y)$$

- この関係を使うと、高タイプに対して

$$\begin{aligned} 100 - x &\geq 60 - x + 40 \\ &\geq \delta(60 - y) + 40 \\ &\geq \delta(60 - y) + 40\delta \\ &\geq \delta(100 - y) \end{aligned}$$

- つまり、高タイプも第一期に財を購入するのが最適である。

もう少し体系的に考えてみよう。
プレイヤー1の提示する価格x, y に対する
プレイヤー2の各タイプの最適反応は次のようになる。

高タイプ
評価額100万円

100 – x >= 0.5 (100- y) かつx <= 100
→ 第一期に購入

100 – x =< 0.5 (100- y) かつy <= 100
→ 第二期に購入

低タイプ
評価額60万円

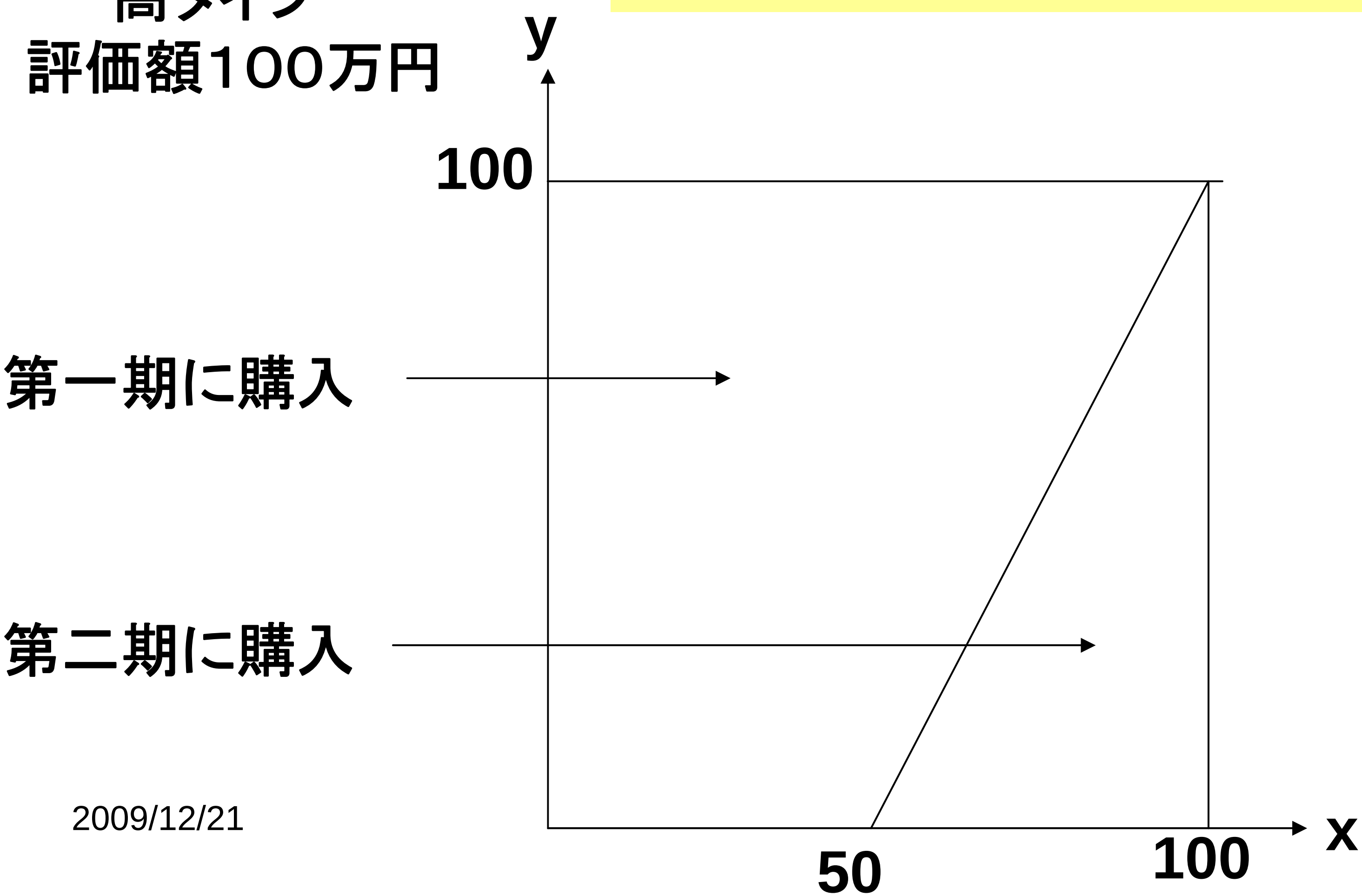
60 – x >= 0.5 (60 - y) かつx <= 60
→ 第一期に購入

60 – x =< 0.5 (60- y) かつy <= 60
→ 第二期に購入

高タイプ
評価額100万円

100 – x >= 0.5 (100- y) かつx <= 100
→ 第一期に購入

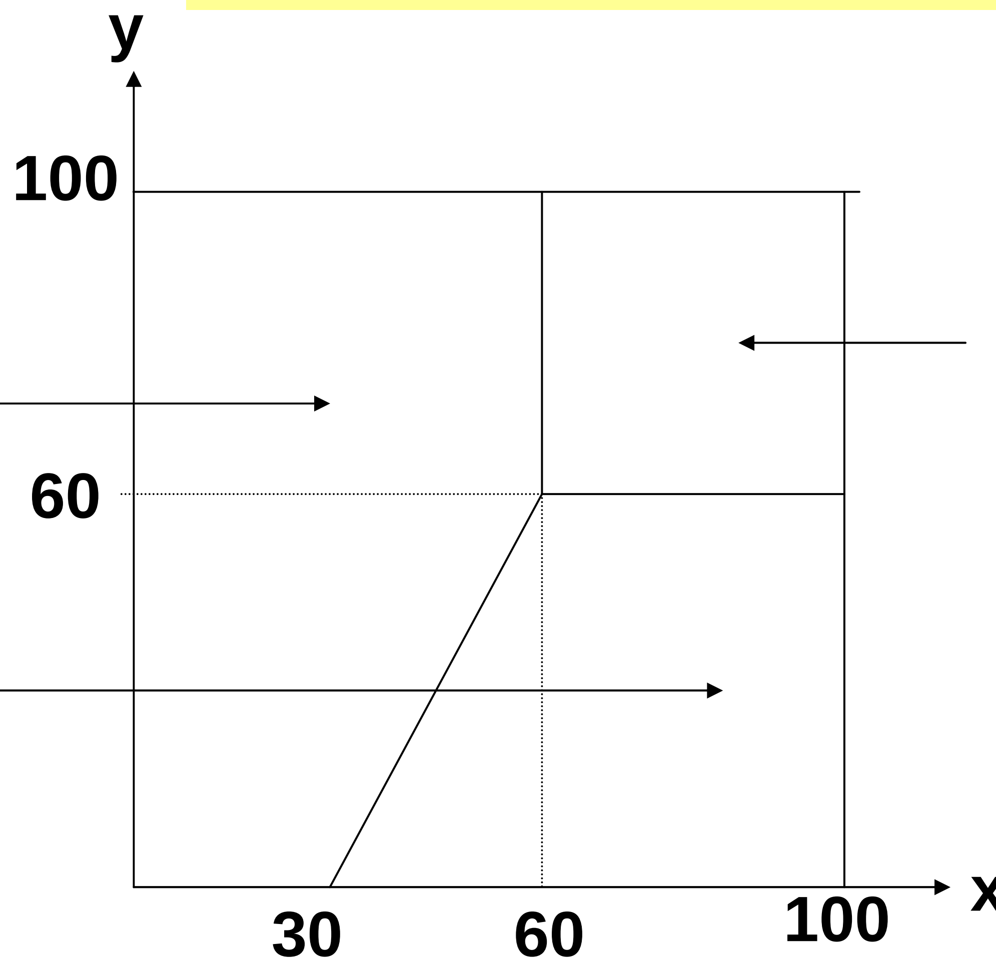
100 – x =< 0.5 (100- y) かつy <= 100
→ 第二期に購入

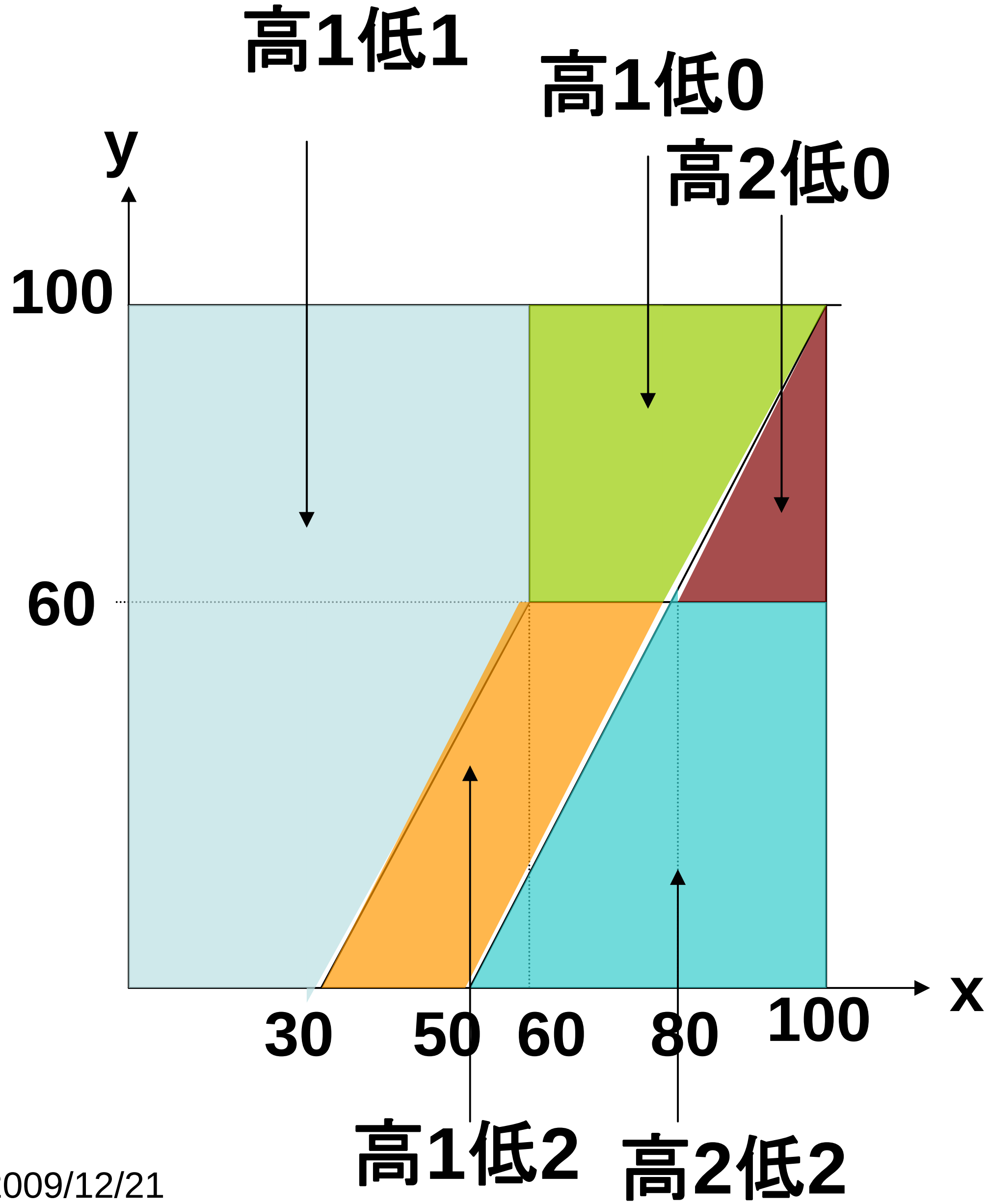


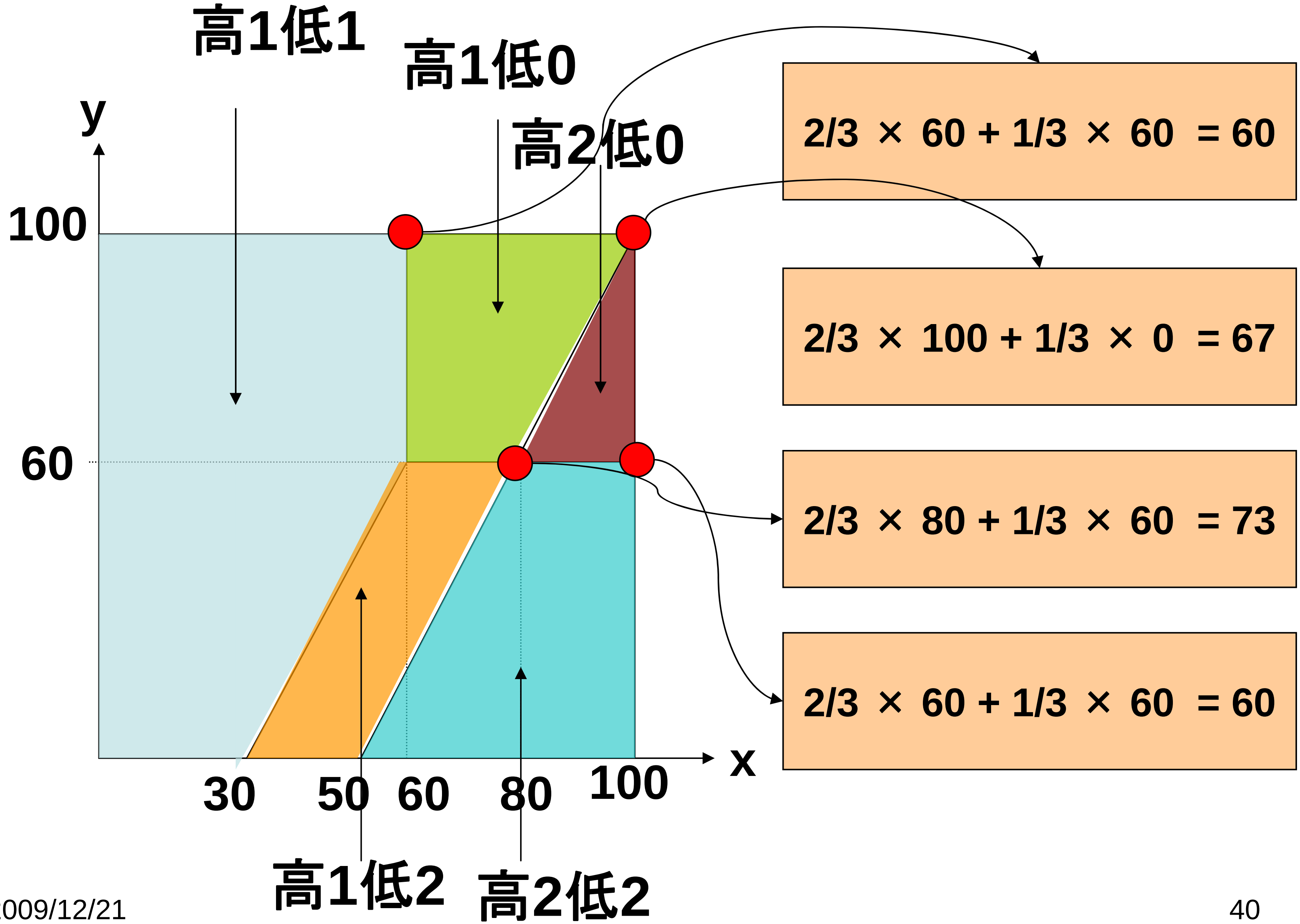
低タイプ
評価額60万円

60 – x >= 0.5 (60 - y) かつx <= 60
→ 第一期に購入

60 – x =< 0.5 (60- y) かつy <= 60
→ 第二期に購入




高1低1
高1低0
高2低0
y
100
60
x
30
50
60
80
100
高1低2
高2低2


高1低1
高1低0
高2低0
y
100
60
x
30
50
60
80
100
高1低2
高2低2
2/3 × 60 + 1/3 × 60 = 60
2/3 × 100 + 1/3 × 0 = 67
2/3 × 80 + 1/3 × 60 = 73
2/3 × 60 + 1/3 × 60 = 60

- このように、売り手は第一期と第二期との販売価格をうまく調整することにより、買い手のタイプを彼ら自身が選択する行動によって識別することができるようになる。

- 情報経済学では、相手プレイヤーの情報について不果実性に直面しているプレイヤーが、適切にインセンティブを設定することにより、タイプごとに異なる行動をするように誘導することをスクリーニングとよぶ。

- ここでは、売り手は、第一期と第二期に異なる価格をつけることにより、買い手をスクリーニングしたことになる。

- 売り手の合理的な価格設定の結果、低タイプとの交渉が締結されるまでに、遅延が発生してしまっている点に注意せよ。

- このような遅延は、買い手が時間選好を持つときには、単なる非効率に過ぎない。

- しかし、このような非効率は、売り手が買い手のタイプに対する不確実性に対して合理的に対応した結果生ずるものなのである。

例4

- では、次のようなケースではどうなるであろうか？
- プレイヤー2の低タイプの評価額だけ次のように変更する。
- 高タイプにとっては財の価値は 100 万円
- 低タイプにとっては財の価値は 40 万円

プレイヤー1

プレイヤー2

- 例3と同じように考えてみよう。

- まず、第二期の価格は、低タイプの買い手から可能な限り財を高く売りつけるために、価格を 40 とする。
- つまり　y = 40 である。

- 次に、第一期の価格は、高タイプの買い手が一期間我慢して第二期に財を購入しない範囲に設定する。
- つまり x は以下の条件を満足する。

$$100 - x \geq 0.5(100 - 40)$$

- である。
- 条件を満足する x の最大値は、x=70 である。

- つまり、x = 70, y = 40 とするのである。

- このときのプレイヤー1の期待利得は
- 2/3 ×70 + 1/3 × 40 = 60
- となる。

- ところが、x = y = 100 と設定すると、このときの期待利得は
- 2/3 ×100 + 1/3 × 0 = 66.7
- となる。

- つまり、この例では、スクリーニングはうまくいかない。
- 実際、x=y=100 が完全ベイジアン均衡となる。

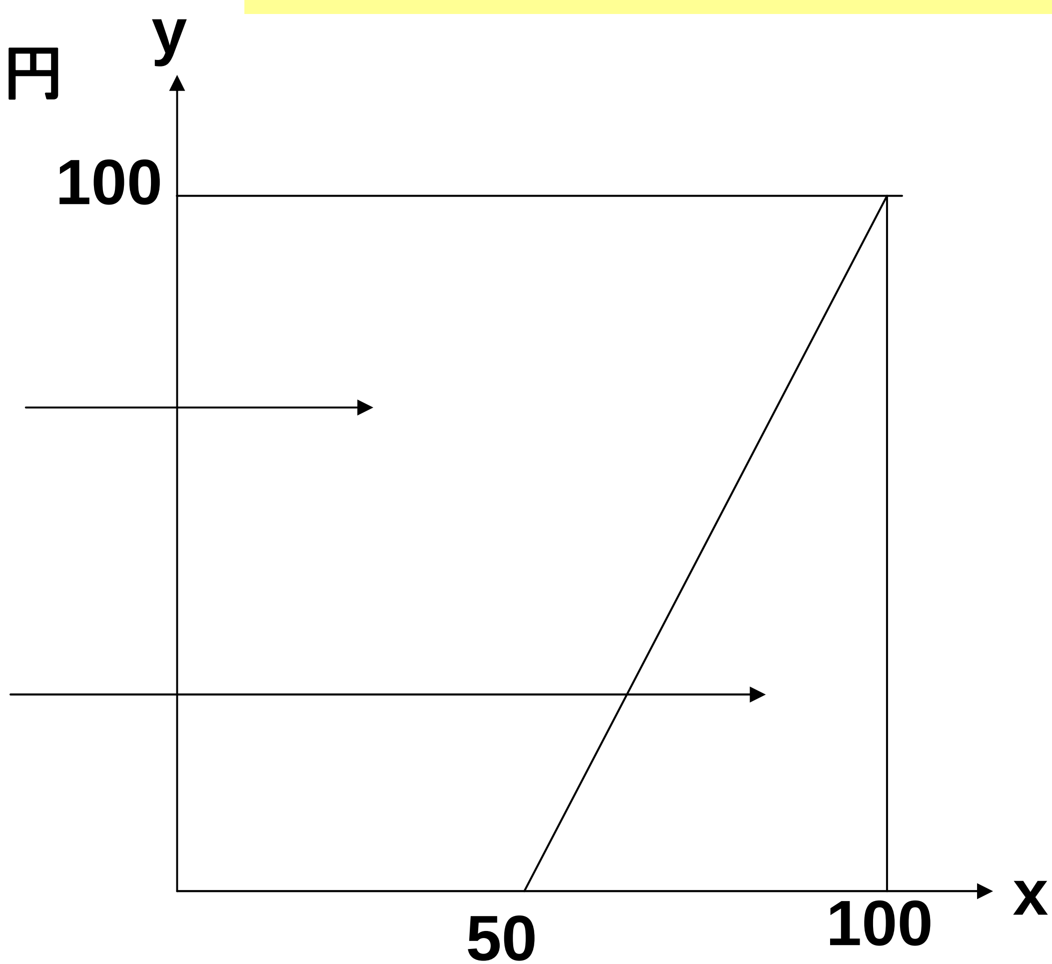
高タイプ
評価額100万円

100 – x >= 0.5 (100- y) かつx <= 100
→ 第一期に購入

100 – x =< 0.5 (100- y) かつy <= 100
→ 第二期に購入

第一期に購入

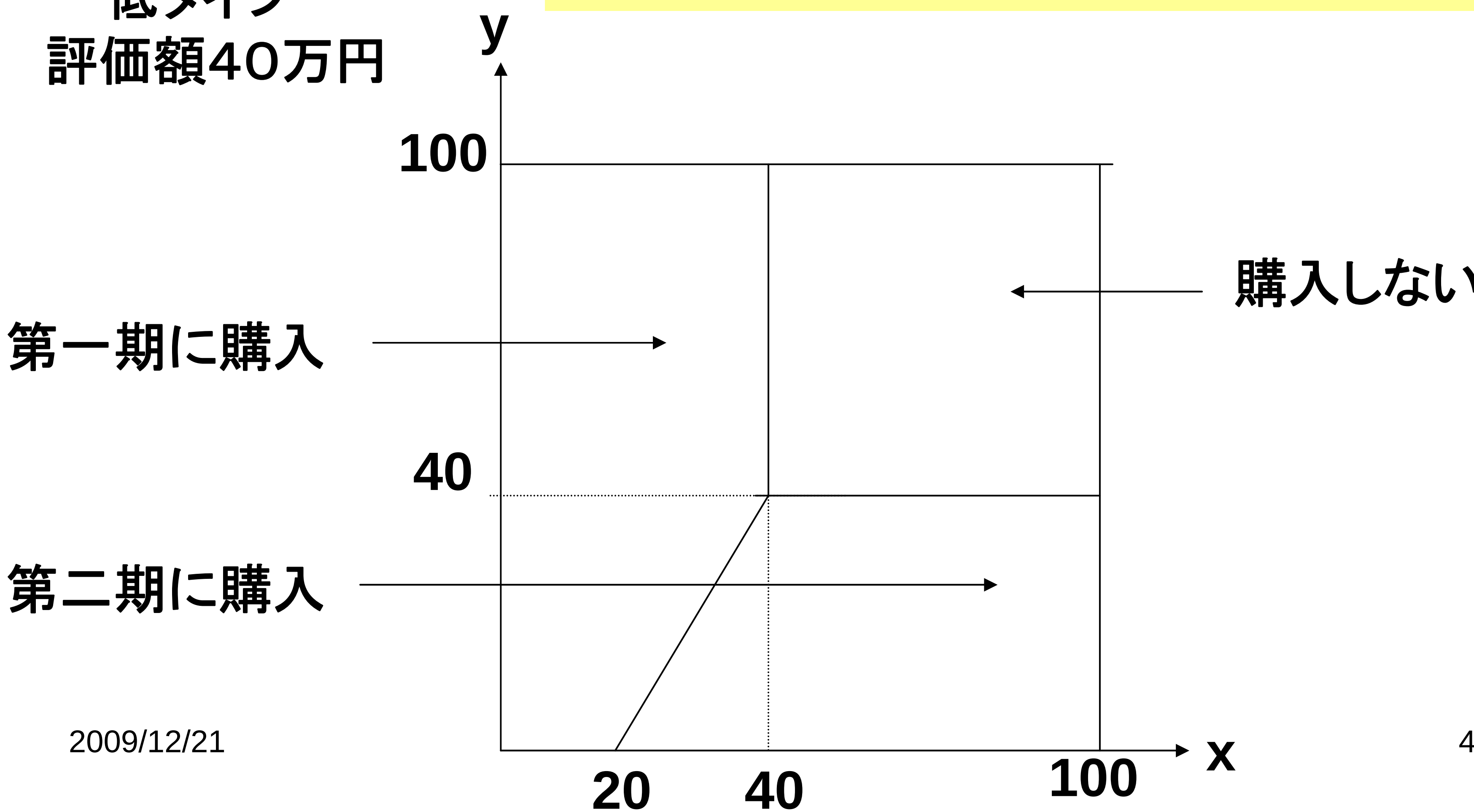
第二期に購入

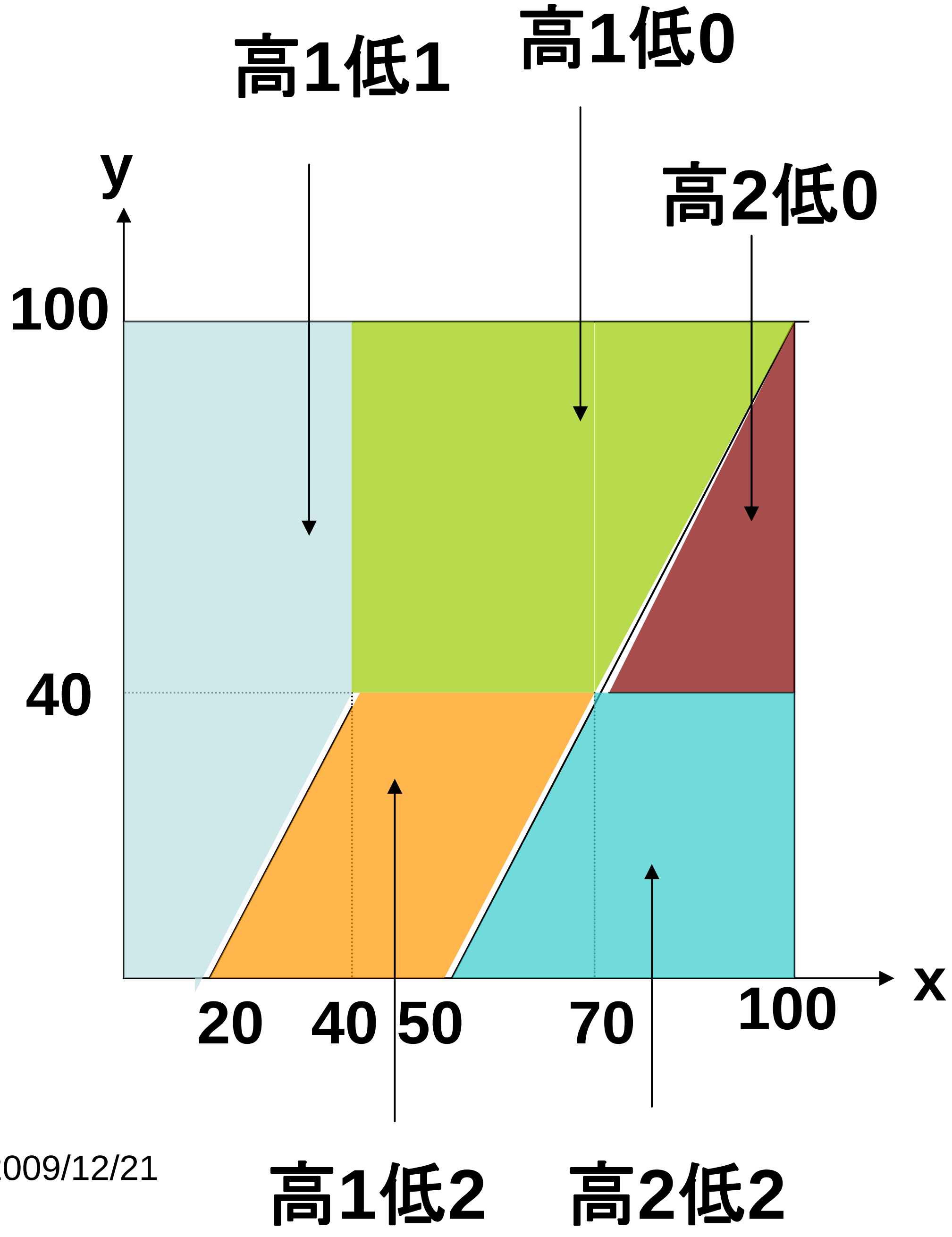


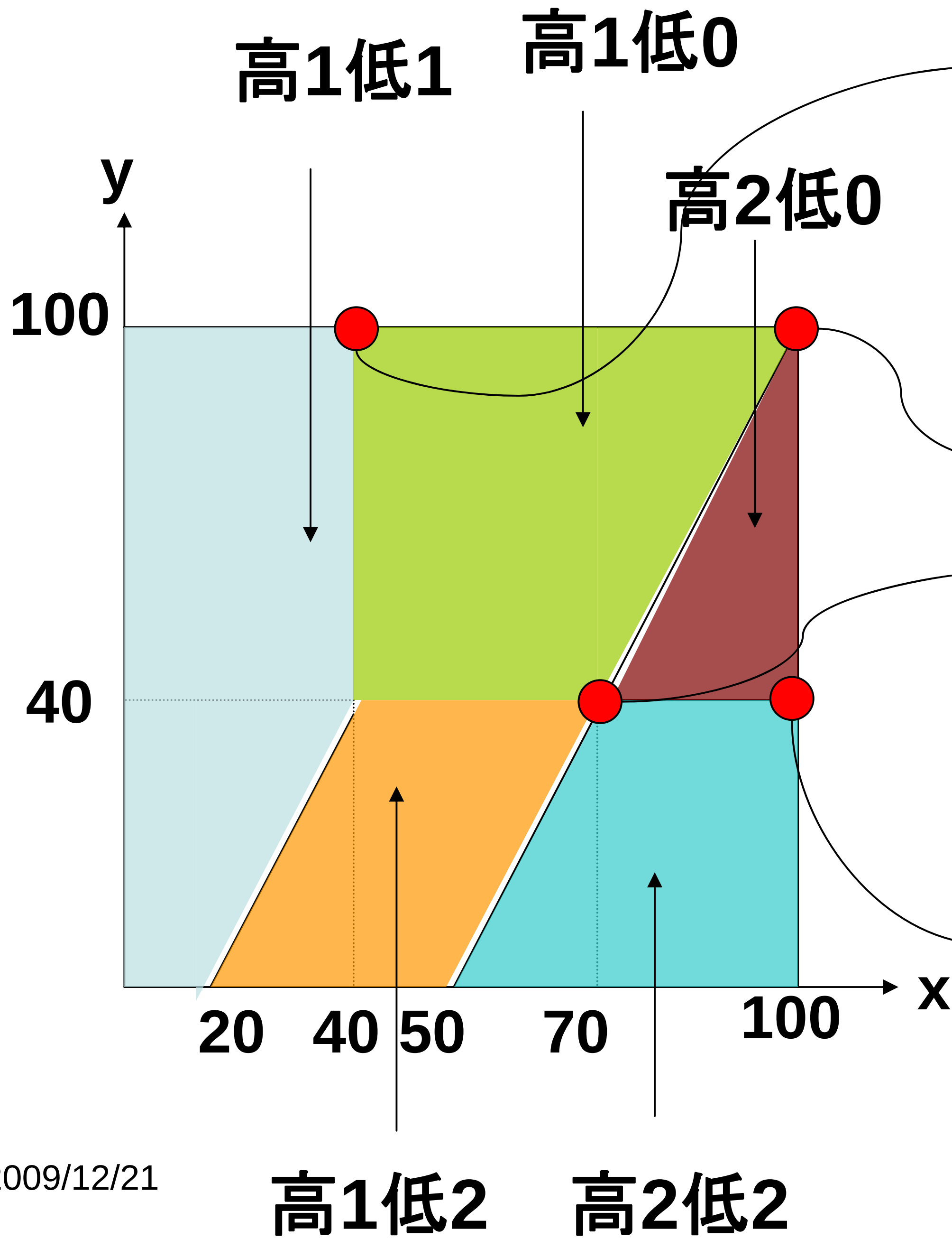
低タイプ
評価額40万円

40 – x >= 0.5 (40 - y) かつx <= 40
→　第一期に購入

40 – x =< 0.5 (40- y) かつy <= 40
→　第二期に購入




高1低1
高1低0
高2低0
y
100
40
20
40
50
70
100
x
高1低2
高2低2



2/3 × 40 + 1/3 × 40 = 40

2/3 × 100 + 1/3 × 0 = 67

2/3 × 70 + 1/3 × 40 = 60

2/3 × 40 + 1/3 × 40 = 40

まとめ

- 相手の情報に対して不確実性が存在するときには、交渉は合理的に決裂・遅延する場合がある。

- 次回は今回のモデルをもう少し一般化するか、あるいは情報の経済学に移る。