

A-6) なぜ貧富の差が生まれるのか？

社会システム科学 (11/16)

ヤコベンコの確率モデル*

- ・ 統計物理学に基づく経済モデル
- ・ 高温で濃度の低い粒子系におけるエネルギー分布 → ボルツマン分布
 - ・ 系内のエネルギー総量は一定
 - ・ 粒子同士が衝突すると粒子間でエネルギーが移動



- ・ マルチエージェントモデルによるモデル化
 - ・ 各エージェントの初期資産の分布は一様
 - ・ モデル内の資産総量は一定
 - ・ 二体のエージェントが出会うと手持ち資産が一定量移動

* A. Drăgulescu and V.M. Yakovenko, *Statistical mechanics of money*, Eur. Phys. J. B 17, pp. 723-729 (2000)

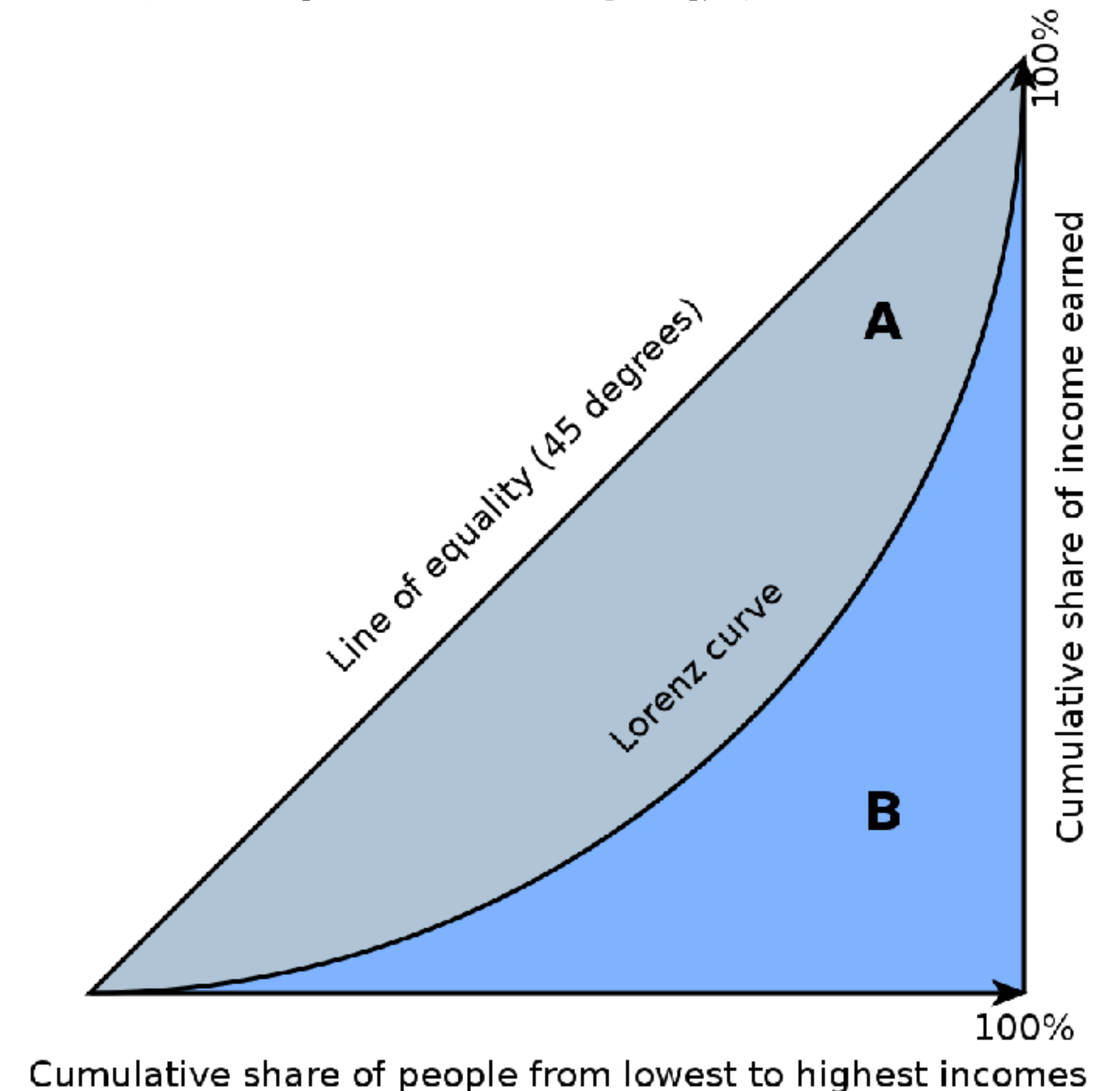
シミュレーション

- BEEFのJupyterノートブックをGoogle Colabにアップロード
- まず [1.準備] と [2.シミュレーション] を実行してみる。
- 説明は授業中に行います。

ジニ係数

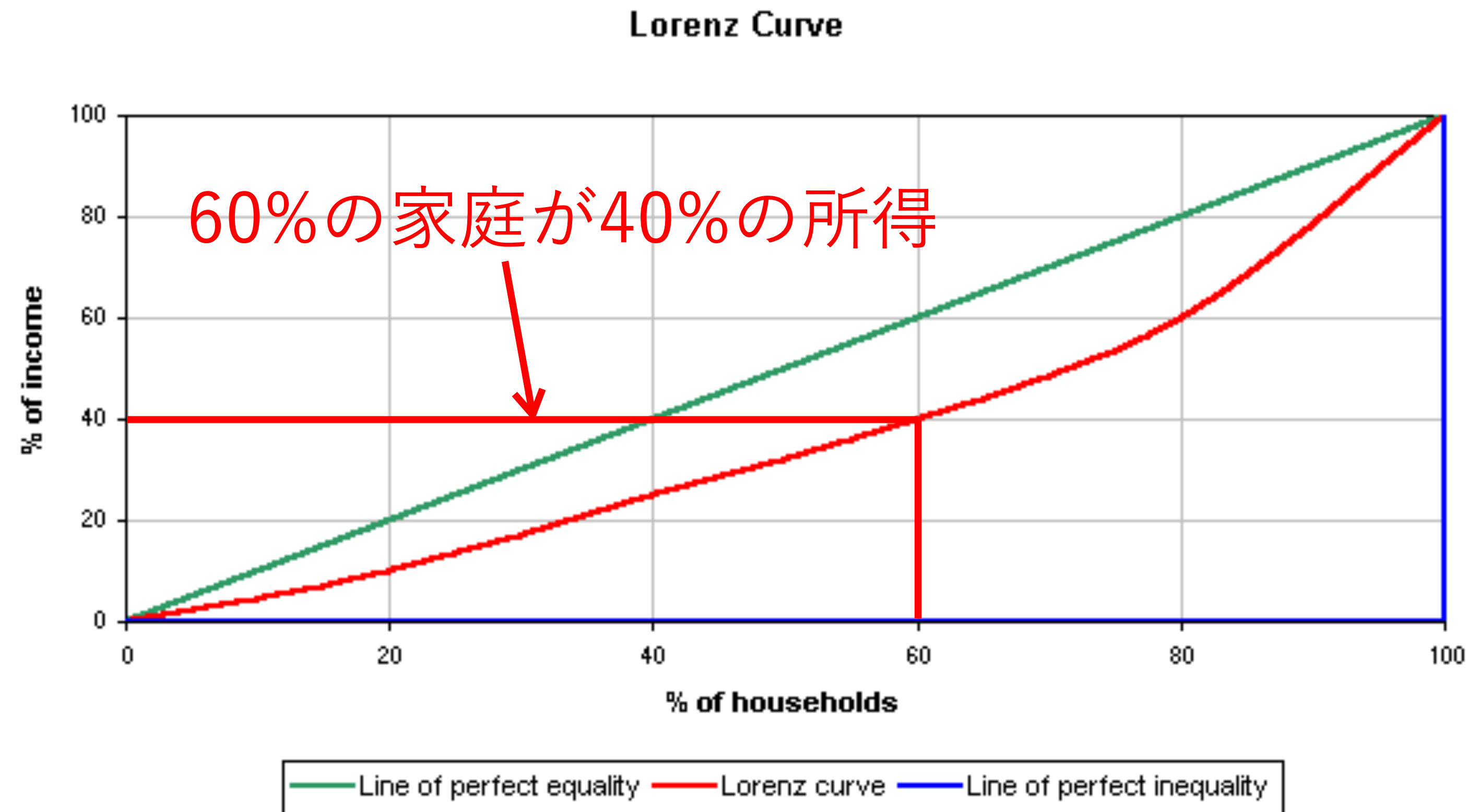
- ・ 資源の偏りの指標：均等(0) ⇔ 一極集中(1)
- ・ ローレンツ曲線と均等分配線間の面積と均等分配線下の面積の比

$$\text{Gini} = A / (A + B) = 2 \times A$$



ローレンツ曲線と均等分配線

- ローレンツ曲線：所得分配や人口集中の偏りを示すグラフ
- 均等分配線：斜め45度の線（偏りがない場合のローレンツ曲線）



ジニ係数の計算

- ベクトル $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ に対して,

$$\text{Gini} = \frac{1}{2n(n-1)\bar{y}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |y_i - y_j| \quad \text{ただし,} \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

- または, ベクトル y を整列した \hat{y} に対して,

$$\text{Gini} = \left(\frac{2 \sum_{i=1}^n i \cdot y_i}{n \sum_{i=1}^n y_i} - \frac{n+1}{n} \right) \cdot \frac{n}{n-1}$$

- プログラムでは下の方法で計算をしています。

シミュレーション

- [3.ジニ係数] の部分を実行してみる。
- 説明は授業中に行います。

会社モデル

[モデル]

- 1体のエージェント（社長）が貸付金 K の提供を受ける（利率 r ）
- その資金で L 名のエージェントを給料 W で雇用（社員）
- Q 個の製品を生成： $Q = L^{\beta} K^{1-\beta}$
- 製品の価格は R で Q 名のエージェントに全て売れるものとする

[資産の移動]

- 社長の収入： $F = RQ - LW - rK$
- 社員の収入： W
- 顧客の収入（支出）： $-R$
- 資本家（貸し付けした人）の収入： rK

シミュレーション

- ・ [4.会社モデル] を実行してみる。
- ・ 説明は授業中に行います。

モデルの発展

- 借金
- 経済成長 → 資源の総量が少しずつ増加する
- 貯蓄（投資）と金利
- 人口の増減（年齢や寿命）
- 空間の導入