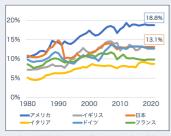
拡張Yard-Saleモデルを用いた経済格差の分析

明治大学 総合数理学部 現象数理学科 4年



世界各国で経済格差が拡大、富の集中が強まる 経済格差の現象を示す数理モデルを用いて格差是正 に必要な社会システムを検証したい





左図:富裕原上位1%の所得が各国の全所得に占める割合 米国は特に急激に全所得に占める割合が上昇していることがわか る。その他の国についても上昇傾向が確認できる。日本は1990 年以降、緩かかに上昇していることが確認できる。 (WORLD INEQUALITY DATABESE)

右図: 当別所得・対加に所得におけるン一映数の埋命と以来は 当初所得とは財金や保険料などを支払う前の所得。経済格全が 標であるジニ(繋数が増加している。再分配所得は当到所得から税 金や保険料の負担を控除し、現金給付や現物給付を加えた所得。 [厚生労働省、令和2年版厚生労働白書]

Yard-Saleモデル [A. Chakraborti Modern Physics C (2002)]

経済を1対1の取引に**単純化**した**資産交換型**モデル

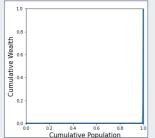
- ①人口・富の総計を固定
- ② 全員に同額の富を分配
- ③ 無作為に2人組を作る
- ④ 取引を行う
- ⑤ ③→4を繰り返す

取引前ω, 取引後ω', 変化量Δω

$$w'_{a} = w_{a} + \Delta w_{a}$$

$$\Delta w_{a} = \beta \min(w_{a}, w_{b}) \eta$$

$$\frac{-1 \le \beta \le 1 \overline{c} \ni \cancel{>} \cancel{\beta} \cancel{\triangle}}{\eta \in [-1, +1], E[\eta] = 0}$$



左図: Yard-Saleモデルの富の凝縮 Yard-Saleモデルのエージェントシミュレーションを取引回数1000回、試行 回数1000回で実行し、ローレンツカーブで描画した。ローレンツカーブと は、横軸を累積人口、縦軸を累積所得とした経済格差を示すグラフである。

取引回数を十分大きくすると 富の凝縮が生じる

Yard-Saleモデルは 実際の現象に即していない

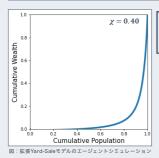
拡張Yard-Saleモデル [B.M. Boghosian et al. Physica A (2017)]

Yard-Saleモデルに**富の再分配** χ を導入

富の再分配: 富裕層から貧困層への富の流れ (e.g.) 所得税+生活保護費

$$w'_{a} = w_{a} + \Delta w_{a}$$

$$\Delta w_{a} = \beta \min(w_{a}, w_{b}) \eta + \chi \left(\frac{W}{N} - w_{a}\right) \Delta t$$



平均値以上 → 所持金額が減る 平均値以下 → 所持金額が増える

取引回数を十分大きくしても 富の凝縮が生じない

拡張Yard-Saleモデルは より実際の現象に即している

2. 目標

拡張Yard-Saleモデルを用いて

- 1. 富の再分配 を変化させたとき、富の分布 P(w)を求める
- 2. 富の再分配と経済格差の関係を考察する

拡張Yard-Saleモデルの数値計算

富wを3つの範囲に分割、富の分布P(w)を求める

富の分布は富wと時刻tを用いて、確率密度関数P(w,t)で表す。 P(w,t)に対するFokker-Plank方程式の定常状態($\partial P/\partial t = 0$)につい て、 $\hat{\mathbf{a}}_{w}$ の範囲でP(w)を3分割する。

$$(w_0 < w < wmin)$$
 $P(w) \approx \frac{c_0}{w^{2+2\chi}} \exp\left(-\frac{2\chi}{w}\right)$

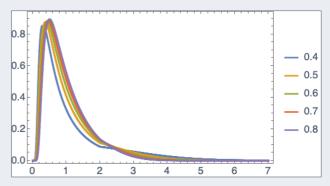
(wmin < w < wmax) P(w): Mathematicaで数値計算

$$(wmax < w < w_{\infty})$$
 $P(w) \approx C_{\infty} \exp\left(-\frac{\chi}{2B_{\infty}}w^2 + \frac{\chi}{2B_{\infty}}w\right)$

 C_0 , C_∞ , B_∞ :積分定数

[B.M. Boghosian et al. Physica A (2017)]

 χ を0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8で変化させた富の分布P(w)



χが大きくなる

 $\rightarrow P(w)$ **の最大値**、そのときのw**の値**が大きくなる

貧困層が減り、富裕層への**富の集中が緩和**される 富が等しく分配される

富の再分配が強まると経済格差が是正される

4. 結論

- 1. 数値計算から富の再分配χを変化させた 富の分布P(w)を求めることができた。
- 2. 富の再分配を強めることで、富の分布が 経済格差を是正するように変化した。 富の再分配は格差是正に有効である。