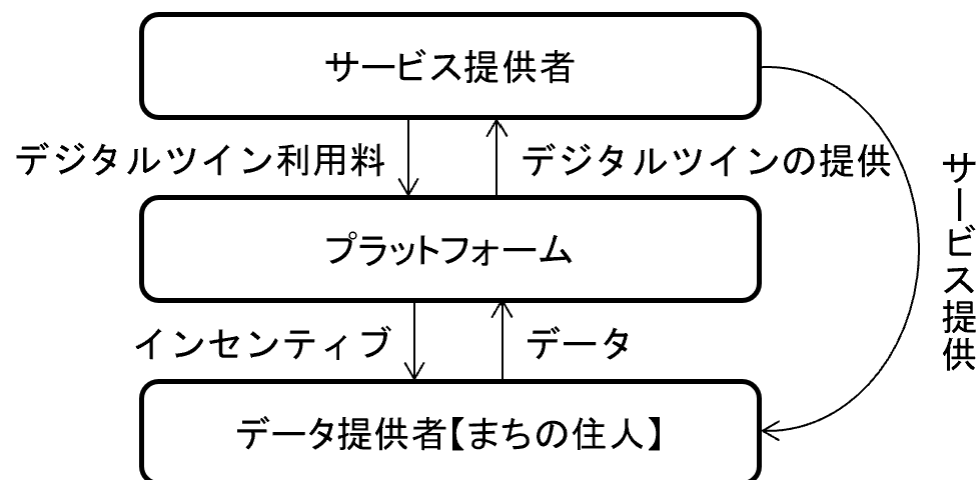


共創型都市デジタルツインの ビジネスモデルの 進化ゲームを用いた分析

立命館大学 情報理工学部
近藤海斗 上山憲昭

背景

- デジタルツインとは
 - サイバー空間上に現実の多様なデータを提供
 - 現実世界で生じる様々な現象を予測
- 共創型都市デジタルツインとは
 - 「都市の住人」からデータを収集するデジタルツイン
 - 人々が暮らす社会の将来の状況や状態を予測



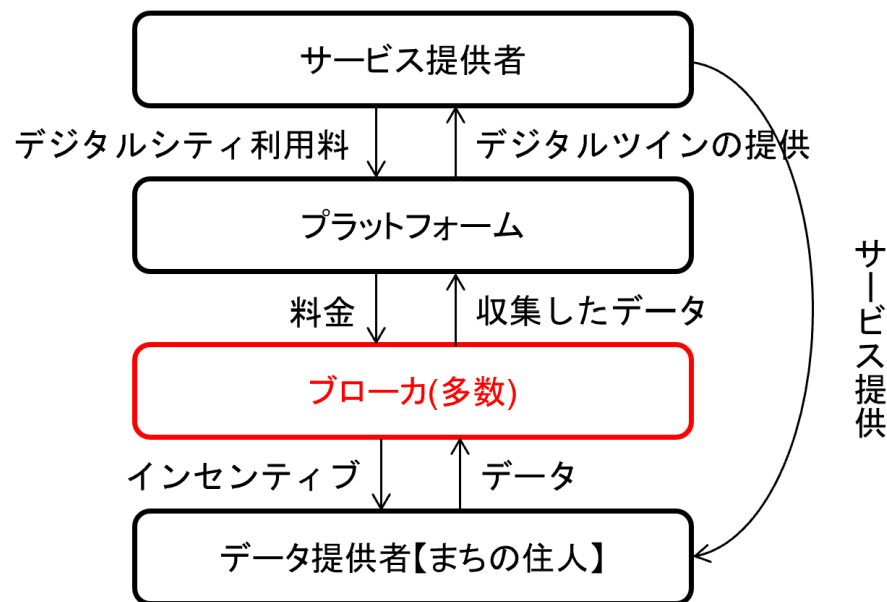
従来の共創型都市デジタルツイン

本発表の目的

- 課題: 共創型都市デジタルツインが未実現
- 大きな目的: 健全な市場を実現するための仕組みの実現
- 本発表の目的
 - 共創型都市デジタルツインのブローカのインセンティブ付与法をモデル化
 - 進化ゲームを用いてブローカの市場ダイナミクスを分析

ブローカの導入

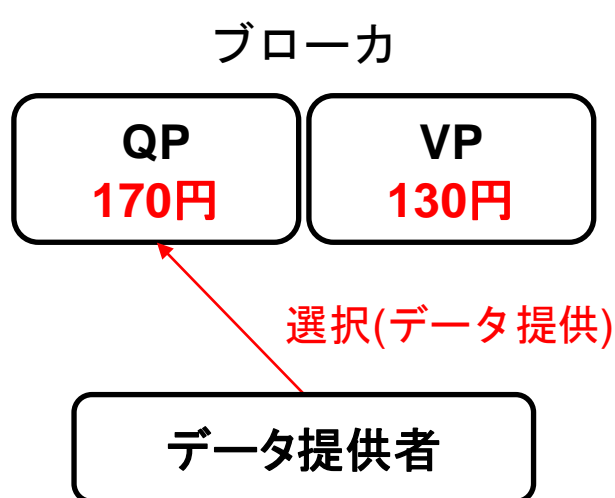
- ブローカ(中間業者)を間に入れることで異なる**料金プラン**をデータ提供者に提示
 - ブローカの種類が多様であることで、多様なデータを集めることができる
 - データ収集の作業をプラットフォームがする必要がない
- ブローカについて分析を行う



本稿の共創型都市デジタルツイン

2つの料金プラン

- データは、質 q と量 v の2軸でブローカにより評価
- α : 質 q に対する重み(量 v に対する重みは $1 - \alpha$)
- 質優先型(Quality Prioritize) vs 量優先型(Volume Prioritize)
 - 質優先型(QP): 質に大きな重み($\alpha_{QP} > 0.5$)
 - 量優先型(VP): 量に大きな重み($\alpha_{VP} < 0.5$)
- データ提供者はQPとVPの金額を比較し多いブローカを選択
- 料金: $p(s, i) = \alpha_s q_i + (1 - \alpha_s) v_i$



重み

$$\alpha_{QP} = 0.7, \quad 1 - \alpha_{QP} = 0.3$$

$$\alpha_{VP} = 0.3, \quad 1 - \alpha_{VP} = 0.7$$

質 $q = 200$, 量 $v = 100$

QPの提示する金額

$$170 = 0.7 \times 200 + 0.3 \times 100$$

VPの提示する金額

$$130 = 0.3 \times 200 + 0.7 \times 100$$

進化ゲーム理論

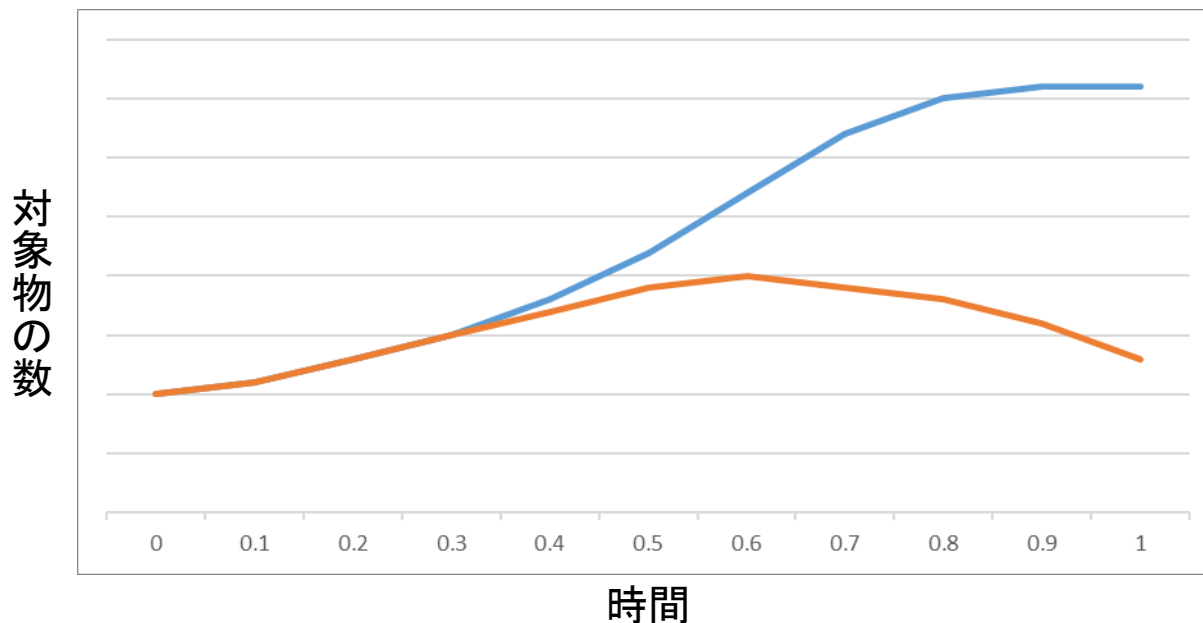
■ ゲーム理論

- 「相手の出方を予想しながら行動する状況」を分析する理論

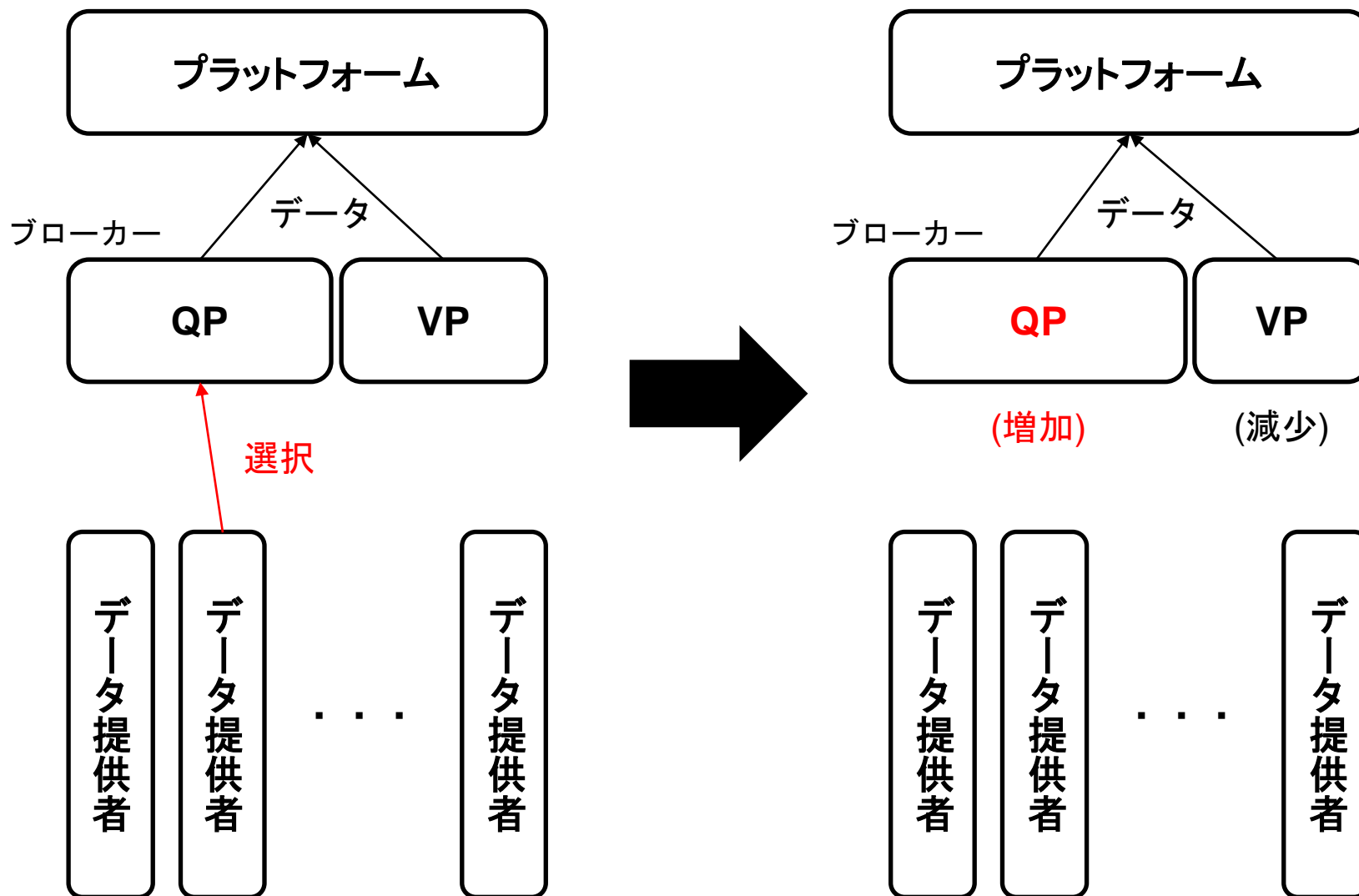
■ 進化ゲーム理論

- 各グループの構成数の時間推移を分析可能

進化ゲームによる対象物の数の推移のイメージ

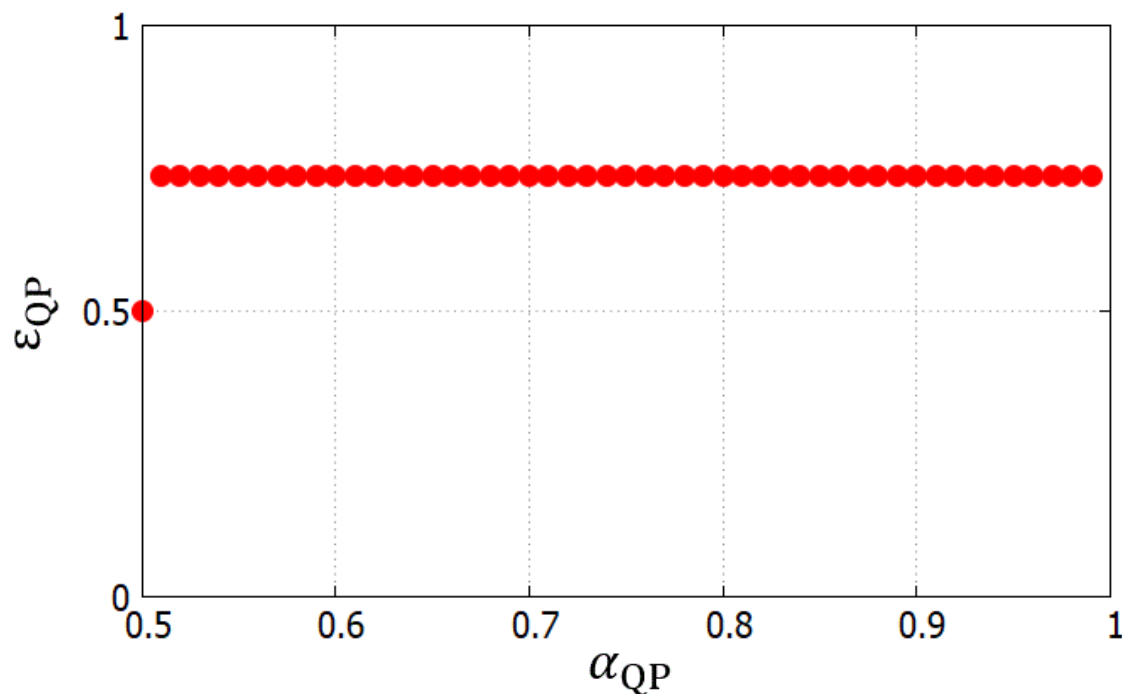


進化ゲーム理論の利用法



選択確率 ε_{QP}

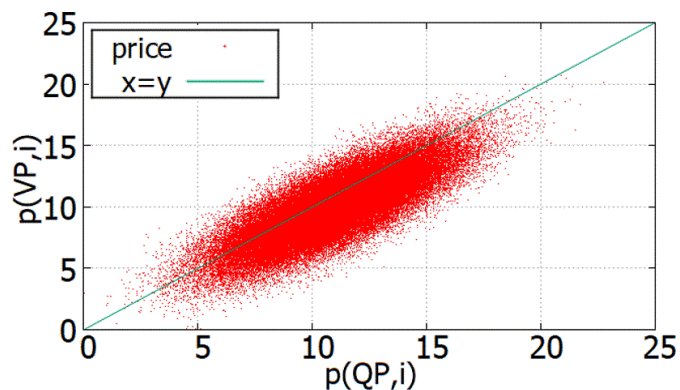
- QPの質の重み α_{QP} に対するQP選択確率 ε_{QP}
- 便宜上 $\alpha_{VP} = 1 - \alpha_{QP}$ に設定
- $\alpha_{QP} = 0.5$ で $\varepsilon_{QP} = \text{約}0.5$, $0.5 < \alpha_{QP} < 1$ で ε_{QP} が約0.7



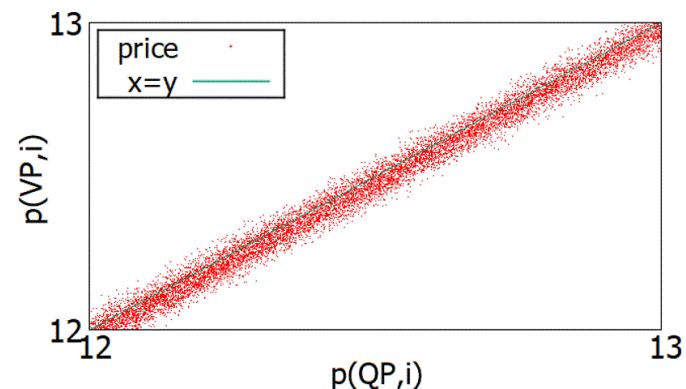
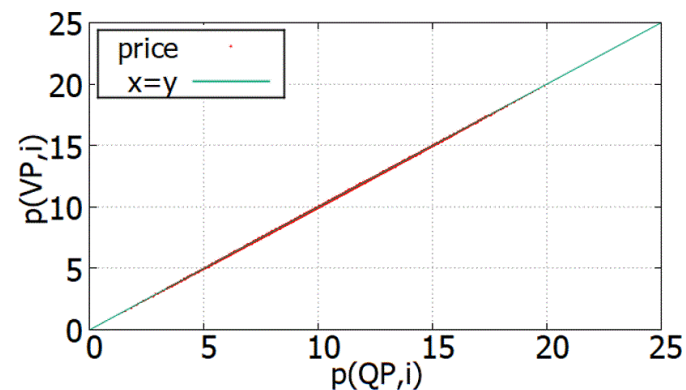
金額分布

- データ提供者の各料金プランの金額分布(100,000人)
- $x = y$ の下であれば, QPを選択
- $x = y$ の上であれば, VPを選択

$$\alpha_{QP} = 0.99, \quad \alpha_{VP} = 0.01$$



$$\alpha_{QP} = 0.51, \quad \alpha_{VP} = 0.49$$



進化ゲーム適応のための手順

■ シミュレーション

1. 戦略の選択される確率 ε_{QP} を算出
2. ステップごとにブローカー数(m_1, m_2)を算出
 1. 利益の期待値 π を算出
 - 選択確率 ε_{QP} , 収益 r , **ブローカー数**(m_1, m_2)などから算出
 2. ブローカーの増減率を決定
 - 利得関数 $\varphi(\pi)$ を使用
3. ブローカー数(m_1, m_2)の推移をプロット

評価に用いたパラメタ

- 大都市を想定し, $W = 100,000$
- データの質と量は正規分布に従う
- μ_q (質の平均) $>$ μ_v (量の平均)
 - QPが有利となることを想定
 - データの質と量の価値に差があることを想定

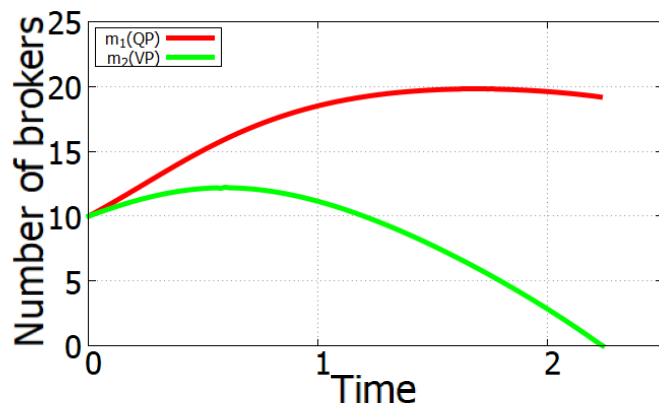
記号	値	記号	値	記号	値
W	100,000	im_1	10	im_2	10
ρ	0.8	μ_q	11	σ_q	2.5
r	15	μ_v	10	σ_v	2.5
X	5000	z	10000	L	1

重み変化時のブローカ数の推移(1/2)

■ 利益の差によりブローカの優位が決定

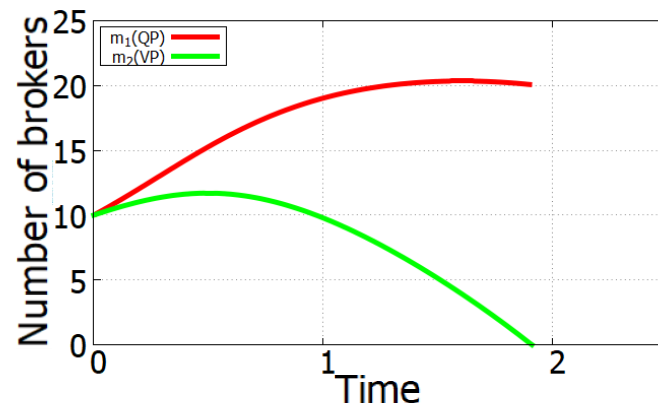
$$\alpha_{QP} = 0.99, \alpha_{VP} = 0.49$$

(VPの利益 - QPの利益 = 約0.8)



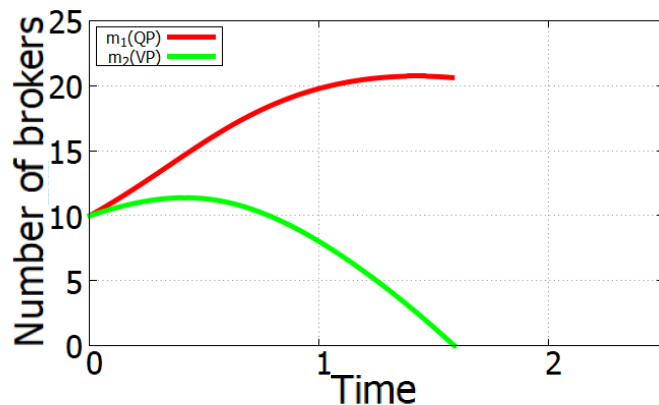
$$\alpha_{QP} = 0.99, \alpha_{VP} = 0.01$$

(VPの利益 - QPの利益 = 約0.3)



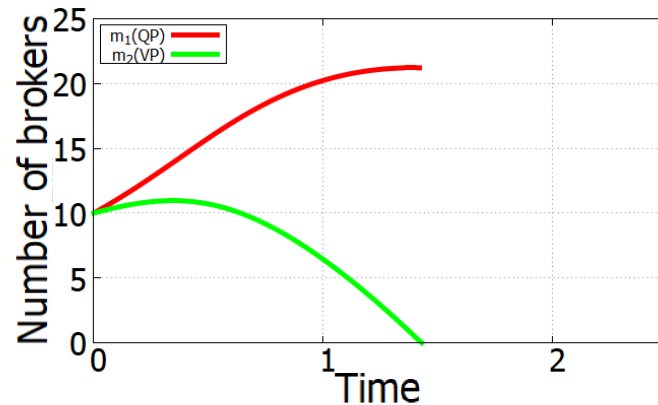
$$\alpha_{QP} = 0.51, \alpha_{VP} = 0.49$$

(VPの利益 - QPの利益 = 約0.0)



$$\alpha_{QP} = 0.51, \alpha_{VP} = 0.01$$

(VPの利益 - QPの利益 = 約 - 0.5)



重み変化時のブローカ数の推移(2/2)

- 複数のタイプのブローカが市場に存在することが望ましい
 - 安定した共創型都市デジタルツインの運営のため
- 有利なブローカは自身が市場を占有することが望ましいため、重み α を減少させるモチベーションが働く
 - 有利なブローカの重み α を増加させるインセンティブを与えるメカニズムが必要

まとめ・今後の予定

■ まとめ

- 共創型都市デジタルツインのブローカのインセンティブ付与法をモデル化
- 進化ゲームを用いてブローカのダイナミクスを分析

■ 今後の予定

- データの属性を質と量と2つの要素だけでなく、ほかの要素の追加や質の細分化など、データの要素を詳細にする
- パラメータの値を変更してシミュレーションを行う