

マルチエージェントシミュレーションによる 社会的インパクト投資の分析

檜物大輝[†] 家入祐也[‡] 菱山玲子[‡]

早稲田大学 創造理工学部[†] 早稲田大学 創造理工学研究科[‡]

1. はじめに

社会的インパクト投資とは、社会面・環境面などの課題解決に取り組む組織や領域に投資を行うことで、社会的リターンと市場リターンの両立を目指す投資手法である。持続可能性への配慮が全世界で求められ、インパクト投資市場が拡大する一方で、その実態を明らかにする研究は未だ少ない。

マルチエージェントシミュレーション（以下 MAS とする）による人工市場を用いた研究として、予測市場の予測メカニズムの分析を行う研究[1]がある。この他にも人工市場による競争市場の理解・予測を行う研究が行われているが、インパクト投資市場の再現を試みた研究はまだない。

本研究では、MAS によるインパクト投資市場の発生や、仲介機構の果たす基本的な性質を明らかにする。その際、比較対象の実システムとして SOCAP (Social Capital Market の略、インパクト投資分野における世界最大規模のカンファレンス)とそのコミュニティを採用する。また、マッチングや交渉の繰り返しによりインパクトを加速させるための条件を明らかにする。

2. エージェント

OECD による社会的インパクト投資の枠組みによると、[2]内 Figure 2.1.に示されるように、Supply-side, Demand-side, Intermediaries の3つの役割が存在する。それぞれに対応する形で投資側、被投資側、仲介役の3つのエージェントを生成する。インパクト投資市場の最も基本となる活動として、①マッチング②投資交渉③社会事業活動の再現を行う。3つのエージェントは属性として有する分野の値に基づき行動する。投資側は予算分の投資成立、被投資側は予算分の投資獲得、仲介役はなるべく多くの投資側と被投資側の仲介をすることを目的として行動する。図1は3つのエージェントと、それぞれが3つ

の基本的な活動の際に用いる属性を表し、図2は3つの基本的な活動の関係を表す。

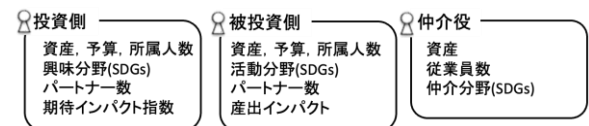


図1 3つのエージェントと属性

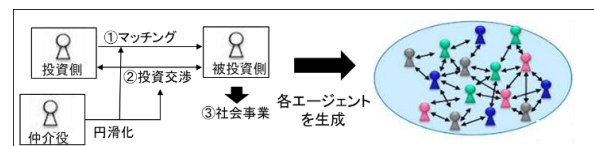


図2 3つの基本的な活動

3. 実験

3.1. 実験条件の設定

3つのエージェントの組織数、予算規模、所属人数を表1のように設定する。仲介役の数は変数としている。組織数については2019年時のSOCAP参加組織の数を元としている。予算規模と所属人数については実在の組織に近い値になるよう最大値を設定した。

表1 シミュレーション変数基本設定

	投資側	被投資側	仲介役
組織数	200	200	m
予算規模(\$)	10,000,000	100,000	×
所属人数	10,000	500	100

3.2. エージェントの生成

実験条件の設定を元に各エージェントを以下に示す設定方法により属性値とともに生成する。

- ・所属人数（全エージェント）：最大値に0～1の乱数をかける。
- ・分野（全エージェント）：SDGs17の目標に基づき、1から17の乱数とする。
- ・予算（投資側、被投資側）：最大値に投資側は0～1、被投資側は0.1～1.1の乱数をかける。
- ・期待インパクト指数（投資側）：所属人数に0～1の乱数をかける。

3.3. シミュレーション実行

I. マッチング

2つの方法でマッチングを行う。1つ目は投資

Analysis of social impact investment using multi-agent simulation

[†] Daiki Himono, School of Creative Science and Engineering, Waseda University

[‡] Yuya Ieiri, Reiko Hishiyama, Graduate School of Creative Science and Engineering, Waseda University

側が被投資側をランダムに 1 組織選択してペアとする。2 つ目は仲介役が投資側、被投資側の中から分野が一致する組織を 1 の確率でそれぞれ選択しペアとする。

II. 投資交渉

交渉条件は①分野一致②期待インパクト指数が正③投資側資産>被投資側予算である。これを満たすとき、被投資側の予算に 0~1 の乱数を掛けた値が投資される。

III. 社会事業

社会事業により被投資側エージェントが投資された資産からインパクトを創出する。活動の条件は資産額が 0 より大きいことであり、創出されるインパクトは組織の所属人数に被投資額の予算に対する割合と 0.5~1 の乱数をかけた値で算出される。

3.4. シミュレーションシナリオ

シミュレーション実験は同じ条件下で 100 回行われ、①総投資額②総インパクト③総マッチング回数の 3 つの指標によりモデルとその仲介効果の変化を考察する。また、以下の 2 つのシナリオを用意し、仲介効果の考察を行う。

1. 仲介役の増加：仲介役の組織数を 0, 50, 100, 150, 200 と変化させる。
2. 仲介役の分野拡大と相乗効果を反映させた仲介：仲介役の分野を 1 つから 2, 3 つと増やし、その際の仲介役同士の相乗効果を考慮する。

4. 結果と考察

4.1. シナリオ 1

図 4 は左から総投資額、総インパクト、総マッチング数の仲介役組織数の増加に伴う変化を表す。

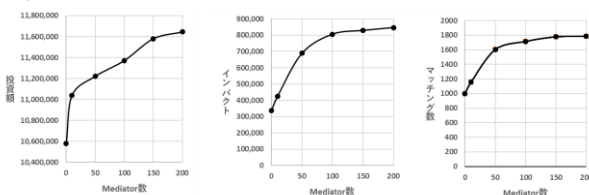


図3 仲介役組織数の増加による変化

考察 1.1 コミュニティ発生の再現

仲介役が参加したインパクト投資市場で、マッチング、投資交渉、社会事業が意図したように行われた。

考察 1.2 仲介役の数増加による影響

総投資額、総インパクト、総マッチング回数がいずれも増加したことから、仲介役による投資・インパクト増大効果とその数増加による効果増大が確かめられた。

考察 1.3 3つの指標の増加率について

仲介役組織数を増やすと初めは 3 つの指標が線形増加するが、被投資側の総予算の制約条件により増加率が通減し、総投資額が収束し以降は投資が行われなくなる。

4.2. シナリオ 2

図 5 はシナリオ 2 における総投資額の推移を表したグラフである。

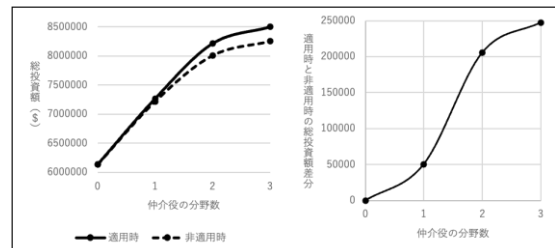


図4 シナリオ 2 での総投資額の推移(右図は差分)

仲介によって単純に投資が多くされるようになることに加え、ノウハウの蓄積や人的交流が盛んになることを考慮し、仲介数により投資額が相乗的に (2 乗に比例) するモデル式を組み込み、比較を行った。

総投資額が分野数を増やすと増加しており、特に 0~2 にかけては指数関数的に近い形で劇的に増加した。このことから相乗効果を反映させた下での仲介能力の向上により、投資額が加速的に増加することが確かめられた。

5. まとめと今後の課題

MAS により、3 つの基本的な活動に基づく社会的インパクト投資市場の発生と仲介機構の果たす基本的な性質を明らかにすることができた。また、投資を加速させる一つの条件として、相乗効果を考慮した下での仲介能力向上を発見した。一方、本研究で構築した MAS のモデルは多くの点で単純化しているため、実験条件や各アルゴリズムを最適化していくことでさらなる知見を得ることができると考えられる。

参考文献

- [1] 鳥海 不二夫, 石井 健一郎: 人工市場を用いた予測市場の予測メカニズムの分析, 人工知能学会論文誌, Vol.27, No.6, pp.346-354 (online), DOI:10.1527/tjsai.27.346 (2012).
- [2] OECD: Social Impact Investment: Building the Evidence Base, OECD Publishing, DOI: 10.1787/9789264233430-en (2015)