

地域活性化のためのコミュニティの関係性デザイン

○田中 鏡月 塩屋 諒 (同志社大学) 米崎 克彦 (大正大学)

塩津 ゆりか (京都産業大学) タネヴ イヴァン 下原 勝憲 (同志社大学)

Relationality Design of Community for Vitalizing Local Community

* M. Tanaka, R. Shioya (Doshisha University), K. Yonezaki (Taisho University),
Y. Shiozu (Kyoto Sangyo University), I. Tanev and K. Shimohara (Doshisha University)

Abstract— Japan is now facing serious problems such as rapid depopulation and a super-aging society. Therefore, it is indispensable to revitalize local communities in Japan. In this study, we model a community as a system composed of “Hito”, “Mono” and “Koto” as its elements, and their relationality. In Japanese, “Hito”, “Mono”, and “Koto” denote humans, tangible and physically perceived things (entities), and intangible, cognitively conceived things (entities), respectively. Focusing on the importance of relationality, we have introduced the concept of relationality assets and proposed the Gift & Circulation model as a mechanism to operate relationality assets in a community. In this study, we observed how the model works by simulations and the field experiment and conducted a questionnaire survey.

Key Words: relationality design, community vitalization, relationality assets, Gift & Circulation model

1 はじめに

日本は急激な人口減少・超高齢化社会の問題に直面している。総人口は、2004年をピークに急減しており、2050年には、約25.5%減少した9,515万人になると推定されている。また、高齢化率は、2004年から2050年にかけて、およそ20%から40%に向上すると推定されている。NHK（日本放送協会）が継続的に実施している意識調査で、隣近所との望ましい付き合い方に関して、「なにかにつけ相談したり、助け合えるようなつきあい」と回答した人の割合は、1973年の34.5%から2013年には18.1%へと大きく減少しており、地域での支え合い意識の希薄化も進んでいる²⁾。日本は近年、東日本大震災や2018年の西日本豪雨など、様々な災害に襲われており、住民同士の「つながり」が重要である。また、実際に「コミュニティの再構築」を望む声が増えている。

本研究では、「コミュニティ」を対象とするが、これは人々の自発的な関与なしには成立しないシステムである。コミュニティはヒト・モノ・コトにより構成され、それらのつながりで、コミュニティが構成される。本研究ではヒト・モノ・コトの関係性を可視化することを目指す。ここでの可視化は、資産化する手法をとり、これを「関係資産」とする。そして、関係資産を運用する「Gift & Circulationモデル」を提案する。

本研究では、まず、システム・ダイナミクスとマルチエージェント・シミュレーションを用いて、提案モデルがコミュニティに与える影響を評価する。その後、モバイルアプリケーションの開発により、実証実験に関係資産を導入する。関係資産の振る舞いを観察し、アンケート調査を実施することにより、開発したアプリケーションは、地域社会のつながりを確認し、住民の地域への関与を促進するためのプラットフォームとして有効であるか検証する。

そして、さまざまなコミュニティでうまく機能させるために、Gift & Reinforced CirculationモデルとEnhanced Gift & Circulationモデルを提案する。エミュレー

ションを通じて、これらのモデルの有効性を確認する。

2 研究コンセプト

2.1 コミュニティの関係性デザイン

コミュニティとは、「一定の地域に居住し、所属意識を持つ人々の集団・地域社会・共同体³⁾」である。本研究では、コミュニティの構成要素はヒト・モノ・コトに加え、ヒトが日々の生活で生み出す「関係性」の4つであるとする。本研究でのヒト・モノ・コトの具体的要素は、以下の通りである。

- ヒト：住民
- モノ：施設など、地域の物理的な空間資源
- コト：地域でのイベントや事象

コミュニティは人々による自発的な関与なしには成立しないシステムであり、コミュニティの活性化には、住民が自発的に関係性に関与し続ける仕組みが必要である。

2.2 関係資産

本研究では、地域でのヒト・モノ・コトの関わりを「関係資産」とした。関係資産を獲得する方法は、以下の通りである。

- コミュニティ内での関わりを自発的に増やす
- 関係資産を、応援したい人に贈与し、Gift & Circulationモデルでの循環を促す

関係資産は一種の資産ではあるが、何かを交換するための通貨ではない。本研究では、関係資産を運用するため、Gift & Circulationモデルと、その一種であるGift & Reinforced CirculationモデルとEnhanced Gift & Circulationモデルを提案する。

2.3 Gift & Circulation モデル

Gift & Circulation モデルを導入する目的は、以下の通りである。

- 資産を増やしたいという利己的な行動が、他者との関係性形成を促進し、結果的に利他的な効果を生み出すこと
- 関係資産の変動を通して、コミュニティ全体のマクロ的な状態を皆が共有できること
- 必然的に生ずると推測される、格差（貧富の差）を調整すること

Gift & Circulation モデルの構造を、Fig. 1 に示す。

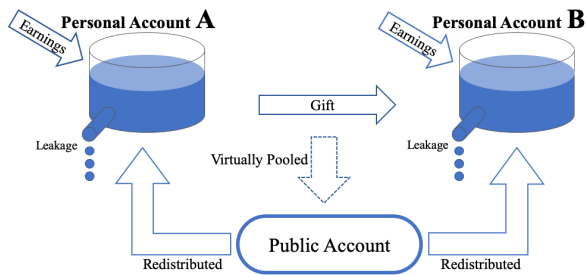


Fig. 1: Gift & Circulation model.

モデルの詳細は以下の通りである。

- **Personal Account (個人口座):** 住民が各々獲得した資産。
- **Leakage:** 資産が自動的に減少する仕組み。Giftへのインセンティブを高める。
- **Gift:** 住民は、親切心へのお礼、感謝、同情の気持ちなどとして、自分の資産の一部を他人に贈る。これにより他者とのつながりを表現することができる。贈与された資産と同額が、以下の公的口座に自動的に蓄積 (Virtually pool) される。
- **Public Account (公的口座):** 累積資産額は、積極的な資産の贈与が住民の中でどの程度行われているかを示す。住民はそれを監視することができる。
- **Redistribution (再分配):** 公的口座から、毎週、一部の資産が住民に再分配される。

Gift & Circulation モデルにおいて、以下の値によって、関係資産の循環および総額の飽和を促している。

- 減衰率：Leakage として減少する資産の割合
- 再分配率：個人口座への再分配に使われる、公的口座の資産額の割合

2.4 Gift & Reinforced Circulation モデル

Gift & Reinforced Circulation モデルは、前節の Gift & Circulation モデルにおいて、Leakage によって各個人口座から減少した資産を、公的口座に蓄積するモデルである。公的口座の資産額を増やすことで、貧富の差を

調整する効果を高め、関係資産をさらに循環させることを期待する。Gift & Reinforced Circulation モデルの構造を、Fig. 2 に示す。

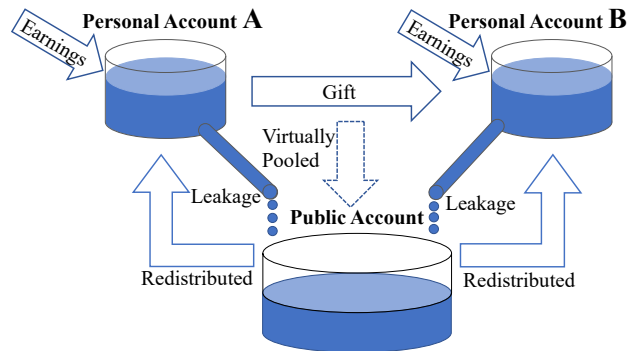


Fig. 2: Gift & Reinforced Circulation model.

2.5 Enhanced Gift & Circulation モデル

Enhanced Gift & Circulation モデルは、2.3 節の Gift & Circulation モデルにおいて、Gift の同額をプールするのではなく、コミュニティの人数によって Gift の定数倍の資産をプールするモデルである。これにより、コミュニティごとの資産額の差を少なくする効果が期待される。Enhanced Gift & Circulation モデルの構造を、Fig. 3 に示す。

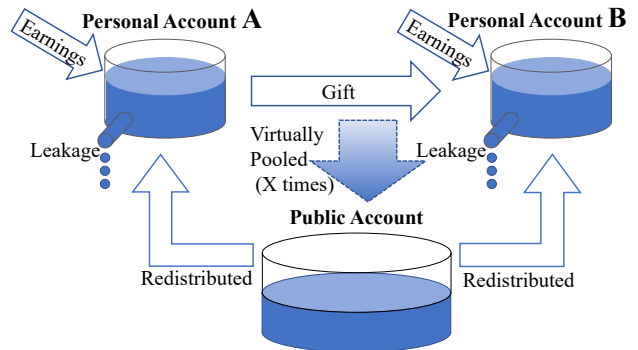


Fig. 3: Enhanced Gift & Circulation model.

3 理論実験

3.1 システム・ダイナミクス

システム・ダイナミクス (System Dynamics : SD) とは、変動するシステムのシミュレーションモデルによって、そのシステムの動特性を明らかにしようとする方法である⁴⁾。本研究では、SDによってシミュレーションを構築するためのソフトウェアである、Stella Architect を使用し、Gift & Circulation モデルに対する再分配率と減衰率の最適な設定を調べる。これらのパラメータは、以下の理由から、関係資産の総額を飽和させるように設定する。

- 物理的観点：水を貯めるタンクのイメージであり，タンクは水を貯める能力を持っている．
- 経時的観点：特定地域内でのインフレと関係資産の無尽蔵な増加を防ぐ．

3.2 システム・ダイナミクスの結果

漏洩率と再分配率を変化させ，最適なパラメータの決定を行う．その結果，漏洩率は4.3%，再分配率は式(1)を用いて，各口座の資産額が飽和していると判断し，採用することとした．ここで， x は公的口座の資産額である．

$$\text{Redistribution Rate}(x) = 0.4(1 - e^{-1.5 \cdot 10^{-5}x}) \quad (1)$$

これらのパラメータを用いた時の公的口座の資産額の推移を Fig. 4 に，個人口座の資産額の推移を Fig. 5 に示す．

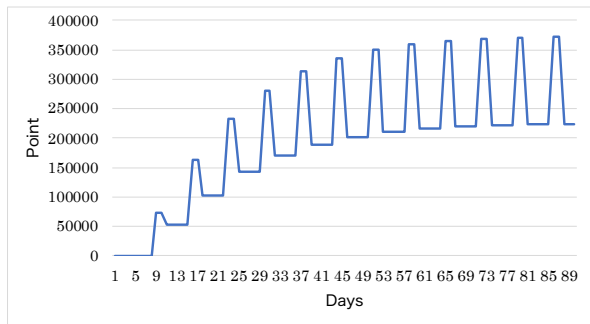


Fig. 4: Assets of Public Account

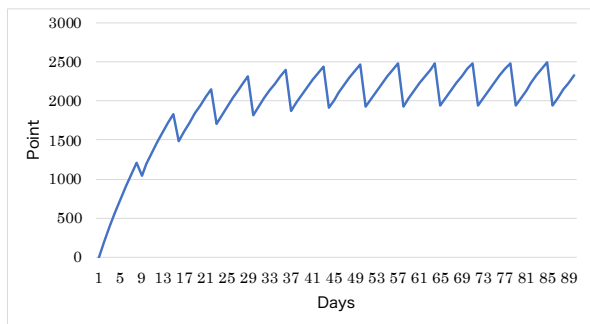


Fig. 5: Assets of Personal Account

3.3 マルチエージェント・シミュレーション

MAS を用いたシミュレーションモデルでは，関係資産および Gift & Circulation モデルが，地域コミュニティにどのような影響を与えるかについて観察する．MAS において，住民は「エージェント」となる．エージェントとは，自分の周囲の状況を認識し，それに基づいて，一定のルールのもとで自律的に行動する主体のことである．今回，シミュレーションモデルの構築には Python を用いた．本シミュレーションは，90 日間の実験を想定しており，エージェント数は 200 としている．

エージェントの 1 日の行動ルールを，以下の Table 1

に示す．表中の「Upload photos」とは，フィールド実験で使用されている地域マップアプリへの写真投稿である．これは，地域の中で，危険だと感じた場所，おすすめの散歩コースなどの写真を撮って，マップに投稿し，他の住民と共有するアプリである．

Table 1: Daily action rule of agents

Time	Action		
	Walk in the area	Phone/E-mail	Upload photos
7 a.m. - 9 a.m.	Everyone		
9 a.m. - 6 p.m.	Non-workers (weekday) / everyone (weekend)		
6 p.m. - 8 p.m.	Everyone		
8 p.m. - 11 p.m.		Non-elderly	

1 日の終わりの 23:00 に，各々の個人口座から，資産の一部が Leakage として減少する．エージェントは，1 週間の最終日の 07:00 に，資産の一部を他のエージェントに贈与する．週の最終日の 23:00 に公的口座から全エージェントに対して，一部の資産が再分配される．関係資産の獲得方法は，自分自身で稼ぐ方法と，Gift & Circulation モデルによる資産獲得の 2 通りである．自分で稼ぐ方法は，メール送信，電話，写真投稿，対面での会話で，各ポイント配分は以下の通りである．

- メール 5 ポイント
- 電話 25 ポイント
- 写真投稿 30 ポイント
- 会話 50 ポイント

3.4 マルチエージェント・シミュレーションの結果

まず，各エージェントの最終的な知り合いの数を，Fig. 6 に示す．結果は，10 回実行した平均である．

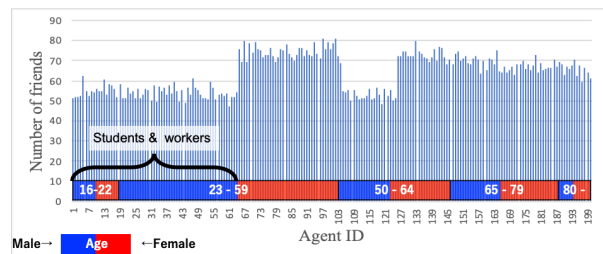


Fig. 6: Numbers of friends of each agent.

学生や労働者は，学校や仕事に行くため，他の住民に比べて，コミュニティでの関わりを増やすのは困難で，関係資産を稼ぐことに対して不利である．高齢者は，仕事を辞めたことにより増えた自由な時間の一部を地域での活動に充てるなど，地域への関心が高い住民が多く，関係資産の獲得ポイントが多くなると考え

られる。しかし、Gift & Circulation モデルの導入により、関係資産が他のエージェントより極端に大きく増えるエージェントは少なく、貧富の差が調整されている。従って、関係資産の価値が不安定になることはない。各エージェントの個人口座の最終資産額について、Gift & Circulation モデルなしの場合を Fig. 7 に、Gift & Circulation モデルありの場合を Fig. 8 に、公的口座の累積資産額の推移を Fig. 9 に示す。

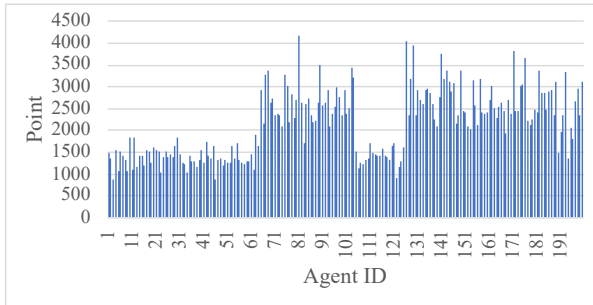


Fig. 7: Total points acquired by each agent (Without Gift & Circulation model).

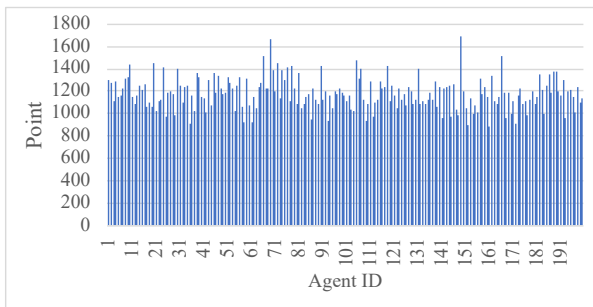


Fig. 8: Total points acquired by each agent (Gift & Circulation model).

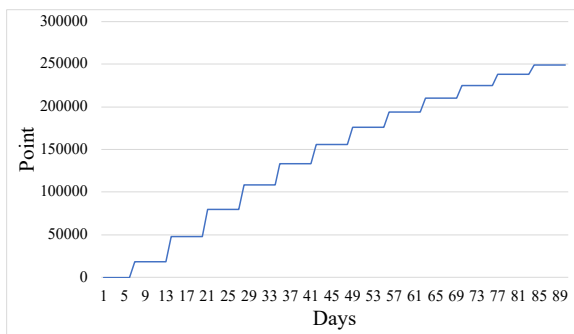


Fig. 9: Points of public account .

4 実証実験

4.1 概要

関係資産を実証実験に導入するため、スマートフォンアプリを開発し、以下の条件で、60 日間の実証実験を 2 回行なった。

- 実験 1 : 20 名, 減衰率 4.3%, 再分配率 40%

- 実験 2 : 18 名, 減衰率 5%, 再分配率は式(2)

$$Redistribution(x) = \min(0.1 + 0.000008x, 0.4) \quad (2)$$

4.2 実証実験 1

実験 1 では、関係資産を実証実験に導入するため、「絆ポイントアプリ」(関係資産のポイントを確認することができるアプリ)を開発した。また、絆ポイントアプリの他に、地域マップアプリ、陣取りゲームアプリ、電話帳アプリを使用してもらった。絆ポイントの初期ポイントは 100 ポイントであり、絆ポイントを稼ぐ手段は、Gift & Circulation モデルの再分配で獲得する方法の他に、電話 (25 ポイント) とメール (5 ポイント) である。絆ポイントの推移を Fig. 10 に示す。1 人を除いて、初期の 100 ポイントよりも減少した。

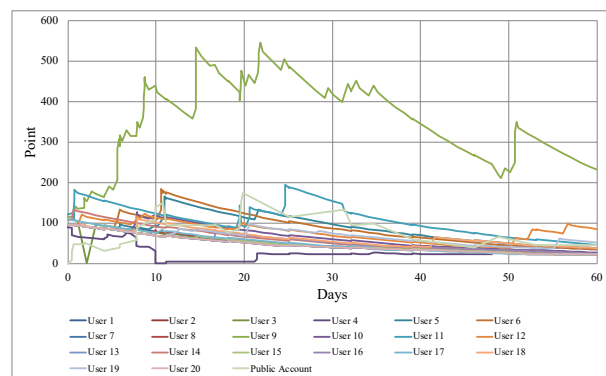


Fig. 10: Points in the experiment 1.

4.3 実証実験 2

実証実験 1 での絆ポイントの推移や、アンケート結果を元に、プラットフォームの改善を行った。まずは、React Native で実装することで、iOS と Android の両方で動作するアプリに変更した。将来的に、アプリをアプリケーションストアで公開できるようにするためである。そして、これまで絆ポイントアプリ、地域マップアプリ、陣取りゲームアプリはそれぞれ異なるアプリであったが、起動頻度を向上させる目的で、3 つを統合した。以下、統合されたアプリを、CSD アプリと記載する。被験者は CSD アプリの利用の他に、「オムロン 活動量計 HJA-405T」を持ち歩き、そのデータを「OMRON connect」というアプリを使用してクラウドに転送する。

次に、絆ポイントを稼ぐ手段を追加した。実証実験 2 における、絆ポイントを稼ぐ手段を、以下の Table 2 に示す。また、CSD アプリのトップページとギフトページを、それぞれ Fig. 11 と Fig. 12 に示す。

Table 2: Actions to earn points

Action	Points
Post a photo to the area map	30
Add like to the area map post	5
Encamp in the game	30
Steps (counts by using Omron activity meter)	1 point per 10 steps
Gift with comments	20
Passing by each other participants	50
Visit to the community center	50



Fig. 11: Top page.

Fig. 12: Gift page.

絆ポイントの推移を, Fig. 13 に示す.

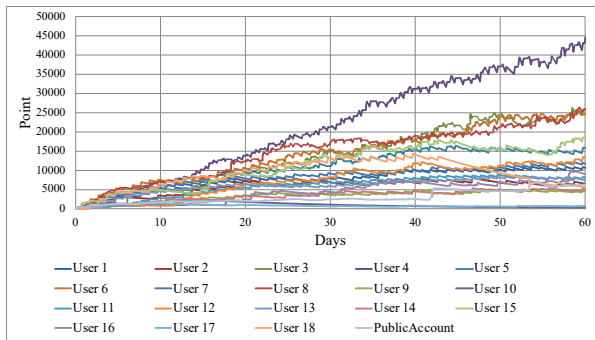


Fig. 13: Points in the experiment 2.

アンケート調査の結果の一部を, Fig. 14 と Fig. 15 に示す. Fig. 14 は CSD アプリの絆ポイントシステムを利用した頻度, Fig. 15 は絆ポイントシステム・地域マップ・陣取りゲームを利用することで周りの人とのつながりを確認・強化できたと感じたかを尋ねた結果である. Fig. 14 より, 半数が 1 日 1 回以上は起動していることがわかった.

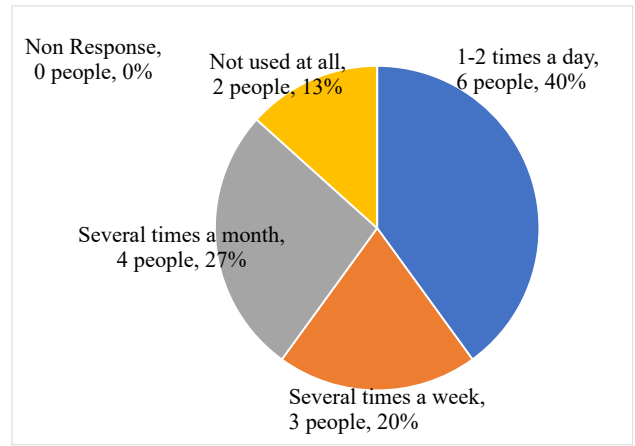


Fig. 14: Frequency of using the Kizuna point system of the CSD app.

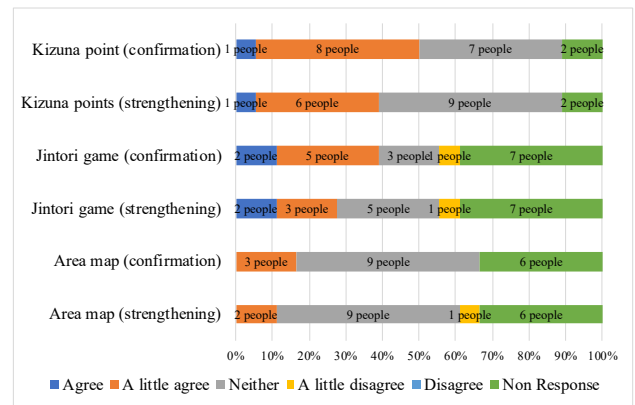


Fig. 15: Did you feel that you were able to confirm and strengthen the connection with the others by using Kizuna point system, Area map, and Jintori game?

実証実験 1 に比べて, 実証実験 2 では, プラットフォームを改善したことにより, アプリを積極的に利用する被験者が増加し, 公的口座, 個人口座共に, 目指していた資産額の飽和に近づいた. しかし, 個人口座の資産額に比べて, 公的口座の資産額が少ない. SD や MAS でのシミュレーションに比べて, 参加人数が少ないことが原因の一つとして挙げられる. これは, 人数が少ないコミュニティにおいても公的口座に資産が蓄積されるよう, Gift & Circulation モデルの改善を行う必要があることを示唆している.

また, 実験終了時の個人口座の資産額より求めたジニ係数は 0.42 であった. MAS では, Gift & Circulation モデルの導入によって格差を調整することができたが, 実証実験 2 では, 格差を調整できなかった. 公的口座の資産額が少ないため, 再分配に使われる資産額が少ないことが原因であると考えられる.

5 モデルの改善

本章では, Gift & Reinforced Circulation モデルと Enhanced Gift & Circulation モデルを, 理論実験の観点から評価する. 手法として仮定エミュレーションを用いる. 仮定エミュレーションは, 実証実験 2 の実際のデータにおいて, Gift & Circulation モデルによる処理を,

Gift & Reinforced Circulation モデルと Enhanced Gift & Circulation モデルに置き換えたと仮定し、個人口座と公的口座の資産額を計算するエミュレーションである。このエミュレーションを行うことにより、Gift & Reinforced Circulation モデルや Enhanced Gift & Circulation モデルを実証実験に導入した時の関係資産の振る舞いを、MAS よりも高い精度で推定することができる。

Enhanced Gift & Circulation モデルの重み付けの式は、以下の式(3)を使用した。ただし、 x はコミュニティの人数である。

$$\text{Enhanced}(x) = -0.005x + 2 \quad (3)$$

仮定エミュレーションの結果から求めたジニ係数は、以下の通りである。

- モデル無し : 0.37
- Gift & Circulation モデル (実証実験 2) : 0.42
- Gift & Reinforced Circulation モデル : 0.23
- Enhanced Gift & Circulation モデル : 0.42

Gift & Circulation モデルの導入により、モデル無しの場合よりも格差が大きくなってしまった。MAS では、Gift & Circulation モデルにより貧富の差を調整することができたが、実証実験においては、減衰率や再分配率を調整する必要がある。しかし、Gift & Reinforced Circulation モデルを導入すると、ジニ係数が 0.23 となったため、格差を調整することができている。Enhanced Gift & Circulation モデルについては、式(3)を調整することにより、貧富の差を調整できる可能性がある。

6 おわりに

本研究は、人々が自発的に関与しなければ成立しないシステムとして、「コミュニティ」を対象としており、これはヒト・モノ・コトとそれらの繋がりによって構成される。本研究が目指すのは、ヒト・モノ・コトの関係性の可視化である。可視化は、資産化する手法をとり、「関係資産」とした。関係資産を運用するモデルとして、「Gift & Circulation モデル」を導入し、理論実験と実証実験の両軸で評価することを目的とする。

理論実験では、Gift & Circulation モデルのパラメータの決定及び、Gift & Circulation モデルにより運用された関係資産がコミュニティに与える影響を、観察することが目的であった。手法としては、システム・ダイナミクスとマルチエージェント・シミュレーションを用い、結果として、Gift & Circulation モデルの導入が、地域コミュニティ活性化と関係資産の有効的な運用の上で重要であると分かった。Gift & Circulation モデルにより、関係資産の価値の変動を抑制することができ、貧富の差が調整されている。実証実験では、プラットフォームを構築して実際の地域コミュニティに

関係資産を導入した。関係資産の振る舞いの観察やアンケート調査により、地域でのつながりを確認できるプラットフォームとして有効であるという結果を得た。そして、Gift & Circulation モデルの一種として提案した Gift & Reinforced Circulation モデルと Enhanced Gift & Circulation モデルは、理論実験のみの導入ではあるが、小さいコミュニティや、人々の関与が少ないコミュニティにおいて有効であることの見通しを得た。

CSD アプリにより得られるデータを、地方自治体などに提供することができれば、住民が日常生活の中で感じた「気づき」を、住みやすい街づくりに活かすことができる。最終的には、CSD アプリを、地域でのつながりを強化することができ、かつ住民が主体となった街づくりに活用できるシステムにし、地域活性化につなげていく予定である。

謝辞

特定非営利活動法人「まきしま絆の会」の皆様と、Vitalify Asia Co.,Ltd.の皆様のご協力に厚く御礼申し上げます。本研究は、科研費（課題番号 JP 17KT0086）の助成を受けています。

参考文献

- 1) 国土交通省 国土計画局：第2回長期展望委員会・配付資料 資料3 国土の長期展望に向けた検討の方向性について (2010)
- 2) 厚生労働省：平成 29 年版構成労働白書 (2017)
- 3) 広辞苑 第七版, 岩波出版 (2018)
- 4) 島田俊郎：システムダイナミクス入門, 日科技連出版社 (1994)
- 5) 構造計画研究所：MAS コミュニティ, <http://mas.kke.co.jp>
- 6) 宇治市：宇治市の統計 各歳別人口 平成 30 年 10 月 1 日現在, <https://www.city.uji.kyoto.jp/site/toukei/7096.html>
- 7) 中村健一：ジニ係数の直感的説明, 60 巻 4 号, pp. 89-97, 商学討究 (2010)
- 8) K. Ogita, K. Kimura, Y. Shiozu, K. Yonezaki, I. Tanev, K. Shimohara: Simulation for Visualizing Relationality Assets in Local Community Toward Rebuilding of Communities, Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE), 2018 57th Annual Conference of the Year: 2018, 670/673, (2018)
- 9) 田中 鏡月, 塩屋 諒, 米崎 克彦, 塩津 ゆりか, タネヴィヴァン, 下原 勝憲：動的な Gift and Circulation モデルのマルチエージェント・シミュレーション, 第 47 回 知能システムシンポジウム, 6 pages, (2020)
- 10) M. Tanaka, R. Shioya, K. Yonezaki, Y. Shiozu, I. Tanev, K. Shimohara: Simulations for Gift & Circulation Model of Relationality Assets toward Rebuilding Community, Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE), 2020 59th Annual Conference of the Year: 2020, pp.1946-1951, (2020)
- 11) M. Tanaka, R. Shioya, K. Yonezaki, Y. Shiozu, I. Tanev, K. Shimohara: Visualizing Relationality as Assets toward Communities Vitalization, 7th IEEE CSDE 2020, the Asia-Pacific Conference on Computer Science and Data Engineering 2020, 6 pages, (2020)