

# サービス交換による社会形成シミュレーション

ITO, Kohta / 伊藤, 康太

---

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院情報科学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 情報科学研究科編

(巻 / Volume)

8

(開始ページ / Start Page)

111

(終了ページ / End Page)

116

(発行年 / Year)

2013-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00009583>

# サービス交換による社会形成シミュレーション Simulation for generating communities in Service economy

伊藤 康太

法政大学大学院 情報科学研究科 情報科学専攻

email: 11t0008@cis.k.hosei.ac.jp

## Abstract

*Business companies and research institutes started to give attentions to services and service science from Palmisano report in 2005. After the report, various activities related to services were proposed and actually started. Service dominant logic, especially, played a main role from a theoretical viewpoint on services. It said that all economies were services. Although the origin of service dominant logic was in an area of marketing researches, it can represent a whole service economy better than the previous logic, but it does not sufficiently provide a full explanation of human activities in the service economy. Therefore, this paper tries to give explicit explanations to them in terms of the service dominant logic. This paper makes several assumptions along the service dominant logic. The fundamental assumption is related to an origin of services. Humans in the rudimentary world consumed their services by themselves. Then, the humans got a way to exchange services, when they started to live along with others. The human began moving next to the services which they wanted to be served with. Thereafter, the humans made many connections to the others for exchanging services, and then formed communities in social world. This paper models a way to exchange services with others and measures their performances from a viewpoint of efficiency. Then it shows a process of appearance of service specialists. Finally, it explains an origin of communities. These explanations are verified by several experiments using agent-based simulations.*

## 1 序論

近年、サービス産業の拡大と共にサービスサイエンスという新しい学問領域が各企業や研究機関等において注目されている。中でも Vargo and Lusch(2004a) によって提唱された Service Dominant Logic(以降 S-D Logic と呼ぶ)のような社会の価値をサービス中心に考えるモデルはマーケティング研究の領域に大きな影響を与えた。S-D Logic のようなサービスを中心に考える思考はマーケティングのみならず、社会の性質そのものを表すものといえる。しかし、サービスを中心に社会の性質を説明するモデルは十分に議論されてきていない。

サービスの価値はサービスを受けた時に初めて発生する。原始的な社会では全ての人は自給自足でサービスを消費している。原始的な社会に属する人が別のに出会う時、交換する方法を取得する。交換する方式を取得した人は、より効率的な消費を求めてサービスの交換を行う。このようなサービスの交換を複数人複数回行っていく事で人同士が繋がっていき、社

会を構成し始める。

本論文では、まずサービスの価値の定式化やサービスの交換のモデル化を行う。そして、複数のサービスの交換によって社会が効率化し、社会が形成される様子を観測する。

## 2 サービス社会と Service Dominant Logic

### 2.1 Service Dominant Logic

S-D Logic とは Vargo and Lusch によって 2004 年に提唱されたマーケティング論 [1] である。S-D Logic とは従来のマーケティングにおける「物」中心の視点ではなく、それらを含めた独自概念である「サービス」を中心の視点に据えてマーケティング活動を捉える考え方である。

従来のマーケティング論は“Goods(製品、物)”を中心に価値を考えていた。これをサービスを中心に価値を考える S-D Logic と比較して、Goods Dominant Logic(以降 G-D Logic と呼ぶ)と呼ぶ。G-D Logic の中で価値があるのは“Goods” そのものであり、その価値は同一の“Goods” においてどの消費者に対しても一意である。経済とは“Goods” の移動として考えられ、“Goods” に対する対価として貨幣が支払われる事で成り立つと考える。一方 S-D Logic では価値は“Service” に内包されており、対象とする消費者によって一意に定まらない。“Service” における価値はそれを提供するものが持つ技術や知識によって内包され、“Service” を受け取った消費者がそれを利用し、価値を感じる時に初めて創出される。すなわち同一の“Service” を利用したとしても、それを利用した消費者の利用によって初めて価値が創出されるので、それぞれの消費者において価値は変動する事になる。また、S-D Logic において経済とは“Service” の交換であり、互いに価値を交換しあう事で成り立つと考える。

S-D Logic の様々な性質からサービス中心の社会形成について説明する事ができる。S-D Logic では表 1 のような FP1-FP10 の 10 個からなるポイントに分けてサービス経済についての説明を行っている。我々はその中の 3 つを S-D Logic の基本定理とし、残りの 7 つを S-D Logic による現象であると解釈する。

### 2.2 S-D Logic における基本定理

表 1 における FP1、FP5、FP10、の 3 点を基本定理として解釈する。

- FP5 経済はすべてサービス経済である

サービス経済とは、経済社会を物質的なモノの移動で考えるのではなく、サービスが基盤となっていると考える経済である。「サービス」が基盤である経済をサービス経済と呼んでいる。

- FP1 サービスはサービスとのみ交換される



表1 S-D Logic の構成

基本定理	
FP1	サービスは交換の基本単位である
FP5	すべての経済はサービス経済である
FP10	価値は受益者によって常に独自に判断される
派生定理	
FP2	間接的な交換は基本単位を見えなくする
FP3	Goods はサービス供給のための流通手段
FP4	オペラントリソースはサービス交換の比較要素
FP6	顧客は常に共同生産者である
FP7	サービス提供者は価値提案しかできない
FP8	サービス社会は顧客指向で相互関係的である
FP9	すべての社会的行為者と経済的行為者は資源統合者である

G-D Logic では車を流通するために貨幣との交換を行うが、S-D Logic においてはサービスはサービスとのみ交換されるので「移動サービス」はそれを享受する人がそれに対してサービスを支払うのである。

- FP10 価値は受益者によって常に独自に判断される

享受したサービスの価値は各個人によって異なるものである。G-D Logic では「モノ」が価値を決定していた。同じ「車」を作れば価値が生まれ、サービス受給者すべてに同様の価値を与える。S-D Logic において渡されるものは「サービス」である。サービスに対する価値とは受け取った各個人によって異なる。同じ「車」という「モノ」を享受しても、享受した人が感じる価値は「移動サービス」から受けるものであるので可変となる。価値はサービスの提供者が決定する事はできず、受給者がそのサービスを受け取り利用した時に初めて決定する。これから価値は受益者によって独自に価値が判断されるといえるのである。

### 2.3 S-D Logic における派生定理

上記の基本定理を受けて FP2、FP3、FP4、FP6、FP7、FP8、FP9 の7点を S-D Logic の派生定理であると捉える。

- FP2 間接的な交換は基本単位を見えなくする

サービスを直接交換する事もあるが、現代社会においては全てのサービスを直接交換できるものではない。仲介者を複数たてていくと、直接どのサービス同士を交換しているのかは見えなくなってしまう。

- FP3 Goods はサービス供給のための流通手段

「モノ」とはサービスを包括している媒介であり、形の無いサービスというものを経済上で交換するための手段である。

- FP4 オペラントリソースはサービス交換の比較要素
- FP9 全ての社会的行為者と経済的行為者は資源統合者である

同じサービスを提供する2者が存在する場合の比較要素は、サービスに内在する品質や効率である。これらのサービスを構成する他のサービスとの比較要素となる要素をオペラントリソース (operant resource) と呼ぶ。このようなサービスを生み出す基盤となる形の無いリソースをオペラントリソース (operant resource) と呼ぶ。逆に、形のあるリソースをオペラントリソースと呼ぶ。また、全ての経済主体はリソースを統合してサービ

スを生成する。

- FP6 顧客は常に価値の共同生産者である
- FP7 サービス提供者は価値提案しかできない
- FP8 サービス社会は顧客指向で相互関係的である

サービスの価値は、サービスを享受した人がそのサービスを使う事で初めて発生するものと定義される。サービスの提供者は価値の方向性を提案する事しかできないのである。

### 2.4 サービス社会における S-D Logic

本論文では S-D Logic の経済はサービスの交換によって成り立つ事に注目した。経済の成り立ちとは社会の成り立ちと言い換える事が出来る。原始の社会において人は原始的な欲求を満たすため、全てのサービスを自給自足で遂行しなければならない。例えば、「狩猟する」「食物を育成する」「家を作る」等である。しかし、人は他の自給自足でサービスを行う人と出会う事で、これらのサービスを自給自足せずに、他人から享受する方法を獲得する。

例えば自給自足する場合は、自身の「食事を作る」というサービスを遂行するために「狩猟」や「食物の育成」というサービスを自身で遂行する必要があった。これが他人からサービスを享受する方法を獲得する事で、相手の「狩猟」や「食物の育成」を利用し、自身のサービスを遂行するコストを下げる事が出来る。しかし、一方的な享受では相手のコストが増加するだけで、そのような行為を行うメリットはない。そこで、自身は代わりにサービス享受前よりコストが高くないよう相手にサービスを提供する事で、相手のコストを減少させる事が出来る。このようにサービスを享受する方法を得た人同士は互いのサービスのコストを減少させるよう享受をしようようになる。これはサービスの交換である。サービスの交換が起きたという事は経済が発生したと捉える。このような小規模な交換が伝播する事で、原始的な自給自足社会から、現在のサービス社会が形成されるのである。

## 3 サービス交換によるサービス専門化

本節ではサービス社会がどのように形成されるのかについて説明する。シミュレーション方法として複数サービスを持つエージェントシミュレーション [2] を利用する。

### 3.1 サービスの交換モデル

サービス交換では、オペラントリソースが交換基準となる。本論文では単純化のためサービスの実行に伴う作業効率からサービスの利得を計算する事とする。人は自分の得意としているサービスと不得手としているサービスがあり、これが交換の前提条件となる。例えば、ある人に会って、自分の得意な作業を請け負う代わりに、自分の不得手な作業を請け負ってもらうことで、それによる差が利得となる。作業量を作業効率で割ることで、作業時間が決まるが、これを一次的コストと考え、コストの減少を利得としてとらえる。すなわち、(1) のような式で表される。

このようなサービス交換が社会全体で起きた時に、どのような現象が生じるのかについて、シミュレーションを行う。

$$\text{利得} = \frac{W_{si}}{E_{si}} - \frac{W_{oj}}{E_{sj}} \quad (1)$$

$W_{si}$ :自分 (self) の  $i$  番目のサービス作業量  $W_{oj}$ :相手 (other) の  $j$  番目のサービス作業量  $E_{si}$ :自分の  $i$  番目の作業効率  $E_{sj}$ :相手の  $j$  番目のサービス作業量



### 3.1.1 サービス交換

交換を行うエージェントが互いに相手の優先的なサービスを評価し、サービスの交換を行う。サービス交換の優先度は次の2つの基準を定める。

- 相手の作業効率の高いサービスへの交換

交換を行うエージェントが交換対象のエージェントのロールを観測し、対象の作業効率の高いサービスを交換対象として提示する。以下 HSE(Higher Service Exchange) と呼ぶ。

- 自分の作業効率の低いサービスとの交換

交換を行うエージェントのサービスの中で、最も作業効率の低いサービスを交換対象として提示する。以下 LSE(Lower Service Exchange) と呼ぶ。

また、以下の3つの方式で交換を行う

- 順次交換

エージェント2体が交換を行うモデル。2体のエージェントにそれぞれ順番を与える。先にのべたサービス交換の優先度に従って、エージェントが互いに1番優先的に交換するサービスを提示し、決められた順番に従って交換を行う。

- 同時交換

エージェント2、3体の交換を行うモデル。エージェントが優先的に交換するサービスを提示し、同時に交換するモデル。交換すべきサービスが同一になった場合、他方は次点に優先的なサービスを提供する。互いに交換できるサービスがない場合交換は行われない。エージェント3体で同時交換が行われる場合、全てのエージェントのサービスを確認し、1番高い作業効率を持つエージェントにその他全てのエージェントの該当するサービスを集約する。

- 循環交換

エージェント3体の循環交換を行うモデル。1:1の交換モデルの場合互いに作業量を享受しあうが、この交換モデルでは作業量を受け取るエージェントと作業量を渡すエージェントが同一にならないよう循環させて交換を行うモデルである。仮にエージェントをそれぞれ A、B、C とすると A は B からサービスを受け取り、B は C から、C は A からサービスを受け取る。このように互い違いにサービスが循環するように交換を行う。

### 3.2 サービス専門化シミュレーション実験

先に述べたモデルを用いて、複数回、複数種類のサービス交換シミュレーションを実施する。[3] 上記のシミュレーションにおいて、エージェント全体でどれだけサービスの実施効率が増加したか、その平均値を求める。サービスの実施効率はサービスが持つ作業時間を作業効率で除算した値を作業にかかった実時間とし、交換前の実時間と交換後の実時間を比較し、効率化した分の時間とする。

#### 3.2.1 サービス交換による作業効率化実験

それぞれの作業効率が違い、作業時間が同様の4つのサービスを持つエージェントを用意し実験を行う。作業効率はそれぞれ整数値で1,2,3,6の4つとし、作業量は全て整数値で6とする。試行回数は10000回で、減少した実時間の平均を求める。

#### 3.2.2 サービス専門化実験

エージェントが互いにサービスの交換を行う事でサービスが専門化したエージェントが発生する様子をシミュレーションによって観測する事を試みる。2,3体のエージェントがサー

表2 エージェント2体の交換効率

	モデル	A	B	平均
順次交換	HSE	-2.2	-1.7	-1.9
	LSE	-4.5	-1.5	-3.0
同時交換	HSE	-2.6	-1.7	-2.2
	LSE	-2.2	-4.0	-3.1

表3 エージェント3体の交換効率

	モデル	A	B	C	平均
循環交換	HSE	-1.7	-2.2	-2.0	-1.9
	LSE	-1.8	-4.5	-4.1	-3.4
同時交換	HSE	-4.4	-4.3	-3.9	-3.9

ビスを同時に交換するモデルにおいて、複数回交換を行った場合に、引き受けたサービス数が時間と共にどのように変化するかを観測する。

それぞれ作業効率が違い、作業時間が同様の10個のサービスを持つエージェントを20体用意する。交換回数を20回として引き受けたサービス数の推移の様子を観測する。サービスには作業量の上限はなく、1度のサービス交換において全ての作業量を交換するものとする。

#### 3.2.3 1次元座標上におけるサービス専門化実験

先の実験に用いたエージェントに1次元の距離情報を持たせたものを用意する。このエージェント2,3体がサービスを同時に交換するモデルにおいて、複数回交換を行った場合に、引き受けたサービス数が時間とともにどのように変化するかを観測する。交換を行うエージェント同士の距離が一定以上離れている場合交換を行わないものとする。

それぞれの作業効率が違い、作業量が同様の10個のサービスを持つエージェントを20体用意する。交換回数を20回、50回として引き受けたサービス数の推移の様子を観測する。エージェントの生成時に0~100の実数値で1次元座標上の距離を持たせ、エージェント同士の距離が30以内の時のみ交換を行えるものとする。

### 3.3 サービス専門化実験結果

#### 3.3.1 サービス交換による効率化

表2と表3はそれぞれエージェント2体、3体の交換方法とモデルにおける交換効率を表している。ここで表す数値は交換前と交換後の作業時間を計測し、その差の平均をとったものである。すなわちマイナスの値をとる事は作業時間が短縮され、効率的に作業をこなしている事を表している。表2と表3のHSE、LSEに注目すると、どの交換モデルにおいてもLSEの方がより効率のよい値をとっている事が分かる。次に表2に注目すると順次交換と同時交換では同時交換の方がより効率のよい値をとっている事が分かる。同様に表3に注目すると循環交換と同時交換では同時交換の方がより効率のよい値をとっている事が分かる。また、表2と表3の同時交換、HSEに注目すると2体で交換を行う場合に比べて3体で交換を行う方がより効率のよい値をとる事が分かる。

#### 3.3.2 サービス専門化

図1は左がエージェント2体、右が3体交換においてあるサービスに注目した時のエージェントの数をサービスの保持数毎の経過である。縦軸があるサービスにおけるエージェン



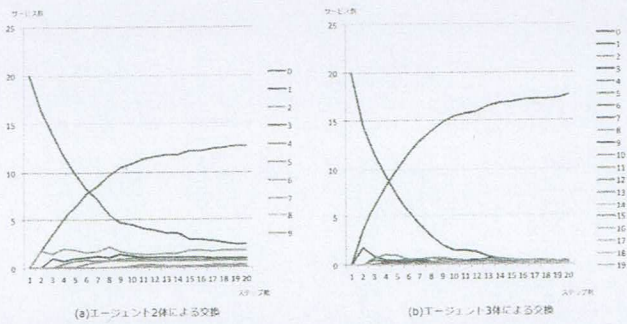


図1 エージェント2体の交換におけるサービスの专业化過程

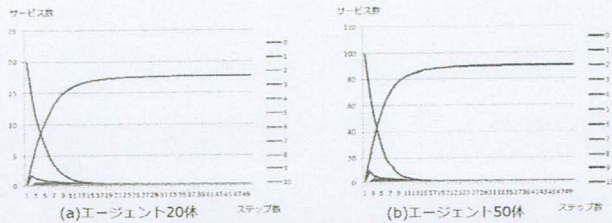


図2 サービスの专业化過程

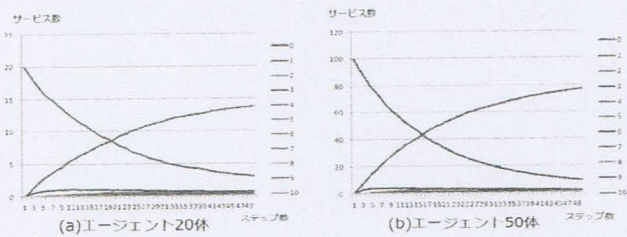


図3 距離による制限をつけた場合におけるサービスの专业化過程

トの数、横軸は交換のステップ数を表している。まず2体の場合の初期状態で20を示しその後低下する線に注目する。この線はあるサービスを1単位持つエージェントの推移を表している。これは、あるサービスの初期状態ではサービスを1単位もつエージェントが、20体存在する事を表している。同様に他のサービス数におけるエージェント数の初期値はまだ交換が行われていないため0を指している。また、右上がりの線はあるサービスを0個もつ持つエージェントの数を表している。初期状態では全てのエージェントが1単位ずつサービスを持っているためこの値は0を示すが、交換が進むにつれて交換の対価としてあるサービスを手放すエージェントが増加していくため、その値を増やしていく。2体、3体の場合において収束速度の差はあるが、同様の結果が得られた。これらの結果から、交換が始まる初期のステップにおいてフィールドではサービス数の少ないエージェントが多数存在している事が分かる。そしてステップ数が増加するごとに、少数のエージェントにサービスが集中していくと言える。すなわちサービスの专业化が起きていると言う事が出来る。

### 3.3.3 1次元座標上におけるサービス专业化実験

図2は左がエージェント20体、右が50体の場合において、エージェント2体交換におけるあるサービスに注目した時のエージェントの数の推移をサービスの保持数毎に観測を行った結果である。図2に注目するとエージェント数の差はあるが、サービス数の増減のグラフは同じタイミングと比率で推移する。

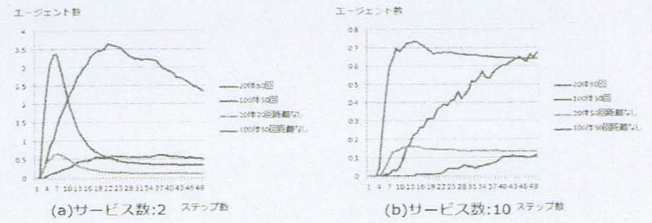


図4 エージェント数の推移

また、図3は左がエージェント20体、右が50体の場合において、エージェント2体交換におけるあるサービスに注目した時のエージェントの数の推移をサービスの保持数ごとに観測を行った結果である。一定距離以上の場合に交換を行わないモデルにおけるサービスの专业化の過程である。図2、図3にそれぞれ注目すると、交換の距離制約によって収束までのステップ数がのびている事が分かる。また図4は左がサービス数が2、右が10の時ににおけるエージェントの数の推移を表した物である。縦軸がエージェントの数を表し、横軸が交換を行ったステップ数を表している。まず図4に注目すると、ステップ数7付近で一度頂点を迎える曲線が2つある。これはそれぞれエージェント100体、50体が交換の距離制約なしに交換を行った場合のエージェント数を示している。

## 4 サービス交換による社会形成実験

前章でサービス交換によってサービスが专业化する様子を観測した。サービスの专业化実験においてエージェントは移動を行わず、サービスの動きだけで社会形成を説明していた。しかし、実際の社会においてはエージェントはサービスを受給するために、提供者を探し移動を行う。そのような移動によって各地に社会が形成されていくのである。そこで、エージェントがサービスの受給を求め移動する事で社会が形成される事を検証するため、サービス交換による社会形成実験を行う。

実験ではエージェントを2次元のセルに配置し、サービス交換による移動で社会が形成される様子を観測する。エージェントは自身の位置を保持し、自身の周囲の視界内に存在するエージェントを探索する。次に交換範囲内に入ったエージェントと交換した場合に自身が一番効率よくサービスを消費できる場所へ移動し交換を行う。視界の範囲を7、交換可能範囲を3とする。範囲は自身の存在するセルを中心として、範囲を半径とした円形内に完全に含まれるセルを対象とする。エージェントはサービスの数を6個持つ。エージェントはサービスの数を6個持つ。セルの大きさを100\*100とし、1000体のエージェントをランダムに配置する。

交換後の効率の判定は、移動時間を考慮しないモデルと移動時間を考慮するモデルについて実験を行う。移動時間考慮モデルはセル移動候補の現在地からの距離に応じて作業時間を加算した値でサービスの交換価値を考慮する。セルは上下左右を連結したものを利用する。

原始的状態から、サービス交換によって移動を続ける事で集団を形成する。集団の判定方法として、フィールド上の位置によるクラスタリングとエージェントの密集度の2点を利用する。クラスタリングとして、ふるい落としクラスタリングを提案する。これはフィールド全体を探索し、その周囲のエージェント数がある一定以下の場合に、その位置はどのクラスタにも属さない。フィールド全体からふるい落とされずに残った島を個別に抽出し、その島上に存在するエージェントを同じクラ



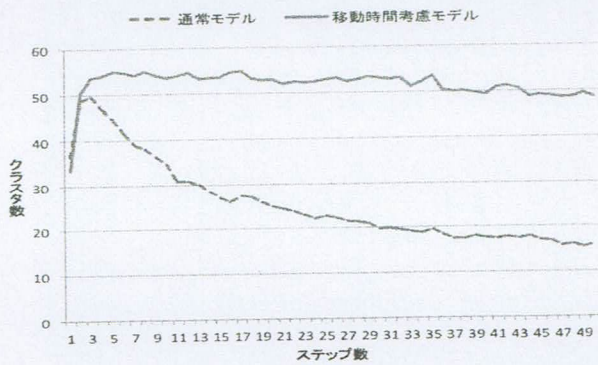


図5 クラスタ数の推移

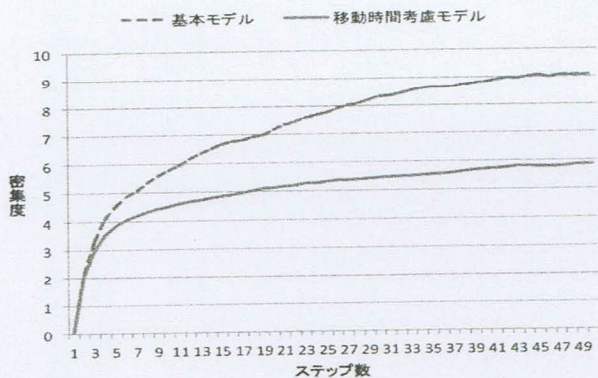


図6 密度の推移

スタとする。今回の実験では最初に全てのエージェントに対して別のクラスタに所属させる。次に対象のセルを中心にした半径3マスの円に完全に含まれるセルを探索する。これはエージェントの視界と同様の値とするためである。探索対象のセルに存在するエージェントのが5体より少ない場合、そのセルは他のクラスタに属さないこととした。これを全てのセルに対して探索する。これにより、エージェントが密集するにつれてクラスタの数が減少していく事が、集団の形成と言う事が出来る。また、エージェント同士の距離が近づくと、エージェントの交換範囲に入るエージェント数が増えるため、あるエージェントが他のエージェントと行った交換の回数を密集度として利用する。

#### 4.1 サービス交換による社会形成実験

エージェントは初期状態においてセル上にほぼ一様に分布する。シミュレーション時間経過によってエージェントは、ある程度密集した形を形成して見取れる。これを、数値的に密集し、社会を形成しているかどうか図5、図6で表している。

図5は基本モデルと移動時間考慮モデルにおける、シミュレーション全体のクラスタ数の推移を表している。縦軸がクラスタ数、横軸がステップ数を表し、実線が基本モデル、点線が移動時間考慮モデルのクラスタ数の推移を表している。初期値においてはどちらもほぼ同数のクラスタを擁するが、ステップ数が進むにつれて基本モデルが移動時間考慮モデルより少ないクラスタ数に収束している事が分かる。減少速度は時間経過とともに緩やかに収束していく。移動時間考慮モデルは基本モデルに比べ早い段階でクラスタ数が収束に向かっている。

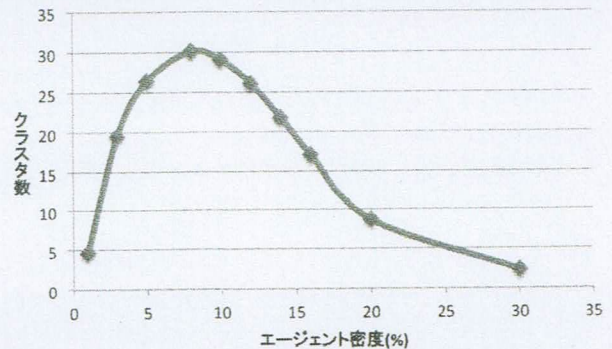


図7 12ステップ目の密度に応じたクラスタ数

図6は基本モデルと移動時間考慮モデルにおける、シミュレーション全体の密度の推移を表している。縦軸が密度、横軸がステップ数を表し、実線が基本モデル、点線が移動時間考慮も出るのクラスタ数の推移を表している。初期値においてはまだ交換を行っていないため、密度はどちらも0であるが、ステップ数が進むにつれて、基本モデルが移動時間考慮モデルに比べて大きな上昇度を取りながら、どちらも密度を増加させていく。基本モデルは移動時間考慮モデルに比べてより密度が高い値になる。

図5と図6から基本モデルは移動時間考慮モデルに比べ、より少なく密集したクラスタを作る事が分かる。クラスタ数は減少を続け密度は増加している事が見て取れる。クラスタ数は初期状態ではそれぞれが個々人のクラスタを持っているため、クラスタ数は多く存在する。クラスタ数の減少は、時間が経過するにつれ周囲のエージェントと交換による繋がりをもち、クラスタの結合が起きているからである。これは社会が形成され成長している様子であると言う事が出来る。移動時間考慮モデルはクラスタ数はある一定の値からは減少が停止する。これは移動時間を考慮する事で、移動にコストがかかるため、遠くに移動するより近くに存在するエージェントと小さなクラスタを生成する方が効率的であるため、社会全体に同様のクラスタが多数生成されるためと考えられる。つまり移動にコストがかかる場合には、社会全体ではより小さな社会が多数生成される性質を再現している。

#### 4.2 エージェント密度の増減による社会形成の変化

都心と郊外のようなエージェントの密度の差のような、地理的要因が社会形成に与える影響を観測する。社会全体におけるエージェントの数を増加させその過程を観測する。エージェントの数がセル数の5%、8%、10%、12%、16%、20%、30%の場合において実験を行う。エージェントの移動は基本モデルとする。

密度はエージェント数の増加に伴って上昇し、少数クラスタ数は低下する。図7は全体のクラスタ数とエージェント数の関係を表している。エージェントの数に応じて少数の時クラスタ数は上昇し、10%前後以降では減少する。

#### 4.3 サービスの効率分布変化による社会形成の変化

サービスの質であるオペラントリソースが社会形成に与える影響を観測するため、サービス生成時の社会全体のオペラントリソース分布に偏りを与える。先の社会形成実験においてはオペラントリソースを図??のような一様分布によって与えていた。実社会におけるより一般的なエージェントを模すため、オペラントリソースをガウス分布によって与える。エージェ



ントは基本モデルと移動時間考慮モデルにおいて観測する。

クラスタ数はどちらの分布においても変化は見られなかった。少数クラスタはどちらのモデルでも増加し、密集度は低下した。これはガウス分布の時交換による利得が得づらくなる事を表していると考えられる。

#### 4.4 特定サービスのオペラントリソース分布平均値変化時における社会形成の変化

先の実験においてサービスの質であるオペラントリソースの分布によって社会形成過程に影響がある事を観測した。社会においてあるひとつのサービスの効率分布を低くした場合社会形成過程がどのように変化するかを実験によって観測する。先の実験におけるガウス分布の平均値を低下させる。

先の実験同様、クラスタ数において大きな変化はない。移動時間考慮モデルにおいて、少数クラスタ数の減少と密集度の増加が見られた。これはオペラントリソースの分布低下に応じてクラスタを構成できなかったエージェントがすでに存在しているクラスタに吸収されている様子を表していると言える。交換によって利得が得られなかったエージェントが、オペラントリソースの質を優先しクラスタに所属するよう移動していると言える。基本モデルにおいて変化がみられなかったのは、移動時間を考慮しない時、交換によって利得が得られないエージェントの割合が移動時間考慮モデルに比べ非常に少ないため、サービスの交換に向かうエージェントの数が全体のエージェントの中に高い割合で存在するため影響が少なかったと考えられる。

#### 4.5 サービス数による社会形成実験

エージェントの持つサービス数を変化させて社会形成を観測する。エージェントの持つサービスを6個、12個の場合において社会形成過程に与える影響を観測する。

クラスタ数は基本モデルにおいてサービス数の増加に応じて減少する事がわかる。移動時間考慮モデルでは初期の推移からサービス数を増加させると増加する。基本モデルと移動時間考慮モデルにおける逆転は、サービス数が少ない状態では利得を得られずクラスタに所属しなかったエージェント同士が、サービス数の上昇によって利得を得るためにクラスタを形成する事でクラスタ数の上昇が起きていると考えられる。少数クラスタ数は減少し、密集度は増加する。

以上の結果から、クラスタ数、少数クラスタ数、密集度の推移が移動コストを増加した場合のモデル間の差異、エージェント数を変化させた場合の差異と同様の動きを示す事が分かる。

## 5 考察

本稿ではサービス社会の成り立ちについてマルチエージェントシミュレーションにより説明する事を試みた。現代社会をモデル化しシミュレーションする上で重要な事は、社会を形成するノードがどのように連結されるかを示す事である。マルチエージェントにおけるノードとはエージェントであり、エージェント同士の関係性がエッジとなる。基本、社会的な繋がりを表すために、年齢や友人関係、家族関係といった各エージェントごとのデータを利用される。本論文では、そういった関係性の中に経済的なつながりという関係性を提案する事ができると考える。社会において友人関係や家族関係の発生はサービスの交換という経済的つながりで単純化する事が出来る。原始的な社会における家族間のサービスとは食事の用意や安全の確保などの複数サービスの複合であると考えられる事が出来る。サービス交換による社会形成実験では複数のサービスを考慮し、自身が一番よい状態になる事を求めて移動を行っている。その結果、よりサービス交換をしやすくするため

に、集団を形成している様子が観測された。先ほどの例に沿うと、食事や安全を取得するために、社会という集団を形成していると考えられる事ができる。よって、サービスを中心に考え、社会をサービスの交換であると考えるとき、社会シミュレーションにおけるネットワークを構築する上で、サービスの交換相手をエッジとする方式は有効ではないかと考えられる。

また、距離によるサービス交換の制約は、現実社会における地理的要因を単純化したものである。現代社会において、サービス交換が一番効率的となる社会は、全てのエージェントが1つの巨大なクラスタに属する事である。ある巨大な作業効率を持つエージェントが全てのエージェントのサービスを引き受け処理する事で、社会全体の効率は上昇する。これはサービス専門化実験の基本モデルと移動時間考慮モデルの結果からも言う事ができる。しかし、現実において社会は様々な場所に複数存在する物である。これはサービスの交換に様々な障壁があり、エージェント同士のつながりを構築する事が出来ない事を示している。本論文ではその障壁のひとつとして物理的な要因である距離を考察した。サービス交換の障壁を与える事で、基本では大きな社会を構築してしまう社会が、現実の社会に則した複数の小さな社会を形成する事をサービス交換による社会形成実験によって観測した。すなわち、距離によるサービスの交換障壁は現代社会の性質を説明するための要因であると言える。

オペラントリソースの分布による社会形成過程は、現実社会におけるサービスの質の分布を単純化したものである。オペラントリソースの分布による社会形成過程の変化から、モデル内におけるクラスタ数の変化はないため、クラスタ数すなわち社会の数を決定する要因はエージェントの移動コストであると考えられる。また、クラスタに属さないクラスタ数、密集度の変化から、形成された社会の内情を決定する要因はサービスの質であると考えられる。

すなわち、地理的要因は社会の数の決定に大きな影響を与え、サービスの分布は社会の内情の決定に大きく影響すると考えられる。

## 6 結論

本論文では Service Dominant Logic を出発点としてサービスの交換により社会が形成される様子を観測した。まず、サービスによる価値の定式化やサービス交換による社会のモデル化を行った。そして、社会的つながりをクラスタとするクラスタリング手法の提案、および密集度としての指標化により、社会の性質の再現した、社会シミュレーションのモデル化に必要な社会ネットワークの新しい作成手法を提案できたと考える。以上から、サービスの交換による作業の効率化を示し、距離による移動コストによって都市や地方の社会の形成をサービスによって説明できる事を示した。また、社会の形成過程において影響を与える要素についての観測を行った。

## 参考文献

- [1] Stephen L.Vargo, "Evolving to a New Dominant Logic for marketing", 2004.
- [2] 伊藤, 藤田, マルチロールを持つエージェントによるサービス交換シミュレーション, 情報処理学会第 74 回全国大会, 2T-4, 2012.
- [3] 伊藤, 藤田, サービス交換からサービス専門化に至る過程のシミュレーション, 第 11 回情報科学技術フォーラム, F-005, 2012.