法政大学学術機関リポジトリ
HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-04

Service Dominant Logicに対するメタサービスの拡張と社会形成シミュレーション

Hashimoto, Ryota / 橋本, 亮汰

(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)
19
(開始ページ / Start Page)
1
(終了ページ / End Page)
8
(発行年 / Year)
2024-03-24
(URL)
https://doi.org/10.15002/00030620

Service Dominant Logic に対するメタサービスの拡張と社会形成シミュレーション

Extension of Meta-Services to Service Dominant Logic and simulation of social formation

橋本亮汰 (Ryota Hashimoto)*

法政大学大学院 情報科学研究科 情報科学専攻
22T0017@cis.k.hosei.ac.jp

Abstract

This paper analyzes service society formation based on Service Dominant Logic with agent simulation. Agents co-create values by integrating resources, cooperating with other actors, and exchanging services. In the simulations with basic scenario, actors started changing from self-supported individuals to reciprocal resource integrators. As a result, actors specialized in one type of skill and formed groups of actors with the same role. In this paper, we add the concept of meta-service to this scenario and analyze its impact on the service society and the pattern of its emergence. Meta-services are indirect services that enhance operant-resources in other services. We observed that societies with meta-services built up and spread more quickly. This indicates that meta-services are perfectly interdependent services, that co-production and resource integration are more effective, and that values are co-created more efficiently. These may represent the emergence of new services based on S-D logic.

1 まえがき

サービスサイエンスという研究は,「サービスとは何か」という基本定義から始まり，特定のサービス領域におけるサービスを分析することが中心となっている．このサービスサイエンスの基礎になるものとして，Service Dominant Logic(以下，S-D Logic)[1][2][3] というサービスを中心に経済全体を見直す考え方が現れた．この理論では，価値はサービスに内包され，アクターが資源を統合することで価値共創が行われるとしている．本研究では，S-D Logic におけるサービス・エコシステムの構造について，制度 (Institution) を軸として議論を行い，メタサービスという概念を新たに導入する．実験では，S-D Logic に基づいたシナリオに沿ってサービス社会をモデル化し，エージェントシミュレーションによって分析を行う．加えて，基本モデルを拡張しメタサービスの概念を取り入れた新たなモデルを作成する．このモデルにおいてシミュレーションを行い，形成される社会や基本モデルとの変化を分析することで，S-D Logic におけるメタサービスの概念とシミュレーションへの有用性を確認する．

2 Service Dominant Logic

2.1 S-D Logic の概要

S-D Logic とは，マーケティング論の 1 つで，すべての経済活動はサービスであり，サービスこそが経済活動に価値を与えるものであると位置付けている考え方である．これまでの経済のマーケティングモデルは，製品を中心として構築されていた．これを S-D Logic と対比させて，Goods Dominant Logic(以下，G-D Logic) と呼ぶ．G-D Logic では，製品に価値が存在し，経済は製品の生産と販売を中心に考える．すなわち，製品だけが価値の源泉であった．製品の価値は生産者が生み出し，それを消費者が製品を得る対価として貨幣を支払うというモデルであり，製品の価値は消費者によらずに一定である．このモデルでは，価値が製品に存在するため，効率よく製品を作るためのサービスや，製品の保守サービスなどは二次的な価値しか与えられていなかった．この意味で，サービスは価値のない非生産的な活動であると捉えられてきた．これに対して，S-D Logic では，価値はサービスに内包されており，製品はあくまでサービスを伝達する媒体でしかないと考える．すなわち，サービスこそが価値の源泉であると捉えている．ここでいうサービスとは，顧客の満足度を高める行為のことを指す．よって，サービスの価値は消費者によって異なり，提供者と消費者で共創するものであるとしている．S-D Logic では，サービスを構成する要素として，Operand resource と Operant resource の 2 つの resource を定義している．前者は

* 指導教員：藤田悟 教授

サービスとともに消費する材料のような資源であり，後者はサービスを提供するための知識やスキルなどの能力資源である．そして，Operant resource がサービスを支える源泉となって価値を生み出し，価値を交換するという行為をより効率的に，より質を高めて行うことを可能にする能力と位置づけている．この resource をすべての経済活動を行う主体 (アクター) が統合することでサービスを実現する．

2.2 S-D Logic の公理

S-D Logic の論文 [4][5][6] では，8 または 11 の基本定理 (Fundamental Premise) が示されている．この基本定理の中には，本質を定義しているものが 5 つありこれを公理と呼んでいる．以下に 5 つの公理を示す．

公理 1 サービスが交換の基本的基盤である．
公理 2 顧客は常に価値の共創者である．
公理 3 すべての経済的および社会的アクターが資源統合者である．
公理 4 価値は常に受益者によって独自にかつ現象学的に判断される．
公理 5 価値共創は，アクター生成の制度や制度的な取り決めを通じて行われる．

3 S-D Logic に対する Meta Service

3.1 導入

本研究では，S-D Logic にしたがって，メタサービスという概念を導入する．メタサービスが S-D Logic にしたがっていることを示すために，文献 [3] を基に，S-D Logic におけるサービス・エコシステムの構造について述べる．サービス・エコシステムとは，共通の制度的ロジックとサービス交換を通じた相互的な価値創造によって結び付けられている資源統合アクターからなるシステムである．

3.2 Micro/Meso/Macro Service

サービス・エコシステムの構造は，複数の層で形成されており，また入れ子状になっていると捉えることができる．例えば，自動車ディーラーと顧客の間での交換を考える．このとき，自動車ディーラーや顧客といった少数のアクターが，交換というアプローチを中心として構成されていると捉えることが出来る．これをミクロなレベルと捉えると，このような少数のアクターがある特定のアプローチを中心として編成された多様なアクターたちの集まりをメゾレベルと捉えることができる．メゾレベルでは，先の例の自動車市場において，自動車修理や部品業者，保険会社といったサービスから，道路や道路交通法などの公的な資源までを含んでいる．このメゾレベルのアクターたちは，自動車が所有者に提供する移動範囲を中心に形成された文化や社会といったより大きなマクロレベルの構造に影響を及ぼす．このように，サービスをミクロ，メゾ，マクロなレベルに分けて捉えることができる．

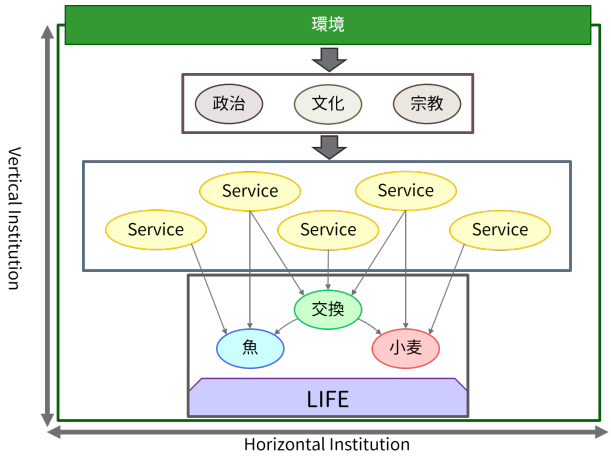


図 1: サービス・エコシステムの構造例

3.3 Horizontal/Vertical Institution

サービス・エコシステムの構造は，3.2 節で述べたように，複数の層で形成されているが，そこには制度というものが深く関わっている．この制度には，ある層に含まれている資源やサービスに共通する水平方向の制度 (Horizontal Institution) と複数の層にまたがって共通する垂直方向の制度 (Vertical Institution) の 2 つが存在すると捉えることができる．この制度について，図 1 を具体例として説明する．図 1 はサービス・エコシステムの構造の例であり，4.1 節で述べるシナリオを基にした構造の全体図なっている．このシナリオでは価値創造のベースモデルとして，タンパク質と炭水化物を摂取することで生き続けることを価値としている．このとき，タンパク質を摂取するために魚を捕り，炭水化物を摂取するために小麦を育成する．このシナリオを例とすると，魚を捕り，小麦を育てるサービスや資源を交換するサービスをミクロなレベルと捉え，それらの原始的なサービスをサポートするあまたのサービスをメゾレベルと捉えている．加えて，これらのメゾレベルのサービスを支える政治や文化，宗教などをマクロなレベルと捉えている．

このとき，Horizontal Institution として，協力や交換という制度を考えることができる．もっともミクロなレベルにおいて考えると，協力とは共同生産であり，より効果的かつ効率的にサービス提供を行うこと，すなわちより多くの魚・小麦を得ることができるということである．また交換とは資源統合である．これは，魚と小麦という資源を交換すると捉えるのではなく，魚を捕るサービスと小麦を育成するサービスのサービス交換であると捉える．このような制度がメゾ，マクロなレベルにおいても存在し，共同生産や資源統合が行われることによって，価値の共創が行われていると考えることができる．

また，Vertical Institution として，Operant resource をエンハンスするという制度を考えることができる．これは，あるサービスがよりミクロなサービスをサポートしているということである．例えば，船を作るというサービスを考える．このサービスは，魚を捕るというサービスの能力を向上させ，より

多くの魚を捕ることができるようになるサービスであると捉えることができる．さらに船の部品を作るサービスは船を作るサービスの価値を高めるなど，サポートサービスが繋がっていくことによって，ミクロレベル，マクロレベルという階層構造が生まれていると考えることができる．この Vertical Institution は，1 対 1 の関係だけでなく，図 1 における環境のような複数の層に対して影響を与える 1 対多のサービスも存在し，それらが複雑に絡み合っていると考えることができる．このような Operant resource をエンハンスする制度を考えると，新しいサービスの発生についても捉えることができるようになる．すなわち，サービスはどこからか急に生まれ，価値を創造し始めるわけではなく，市場を見て，そこに存在するアクターのサービス提供能力を高めることができるサービスが新しく生まれると考えることができる．

このように，サービス・エコシステムの構造を，Horizontal Institution と Vertical Institution という視点で捉えることで，ミクロからマクロまでの関わりを整理することが可能である．加えて，新しいサービスの発生についても S-D Logic に基づいて捉えることが可能である

3.4 Meta Service

3.2, 3.3 節で述べた内容を踏まえて，メタサービスという概念を導入する．メタサービスとは，あるサービスに対する高次のサービスであり，あるサービスの Operant resource をエンハンスするサービスのことを指す．あるサービスをサポートしているサービスがメタサービスであるため，図 1 において，もっともミクロなレベルの魚を捕るサービス，小麦を育成するサービス，資源を交換するサービス以外のすべてのサービスがメタサービスである．したがって，新たに発生するサービスについてもメタサービスであると捉えることができる．メタサービスの特徴として，ベースとなる価値そのものは生み出していないことがあげられる．4.1 節のシナリオを例にすると，メタサービスは魚を捕ることも小麦を育成することもない．その代わりに船や農機具を作って作業の支援を行ったり，エンターテインメント事業を行ってアクターのリフレッシュを図って能力を向上させたりすることで，価値を共創する．すなわち，メゾ，マクロなレベルに対応する完全相互依存的なサービスである．本研究では，このメタサービスという概念をシミュレーションに導入し，社会形成について分析を行う．

4 サービス社会形成シミュレーション

4.1 基本シナリオ

本研究では，先行研究 [1][2] を参考に，サービス社会シミュレーションの背景となるシナリオとして，以下のものを設定する．

“アクターは陸の上で生活している．アクターが生きていくためには，タンパク質と炭水化物の両方が一定量必要である．アクターはタンパク質を得るために魚を捕り，炭水化物を得るために小麦を育てる．時には他のアクターと作業を協力して行ったり，得た資源を交換したりする．”

このシナリオでは，アクターが生き続けることを本質的な価値としている．各アクターは価値を創造するために魚を捕る，小麦を育てるという 2 種類の基本的な能力を持っている．これらは S-D Logic の Operant resource として表現されている．また，アクター同士は資源を交換し，協働することで価値を共創することができる．これらの相互的や統合的な活動には，協力能力や交換能力といった他の種類の Operant resource が必要になる．協力は資源の統合を促進する能力であり，交換は資源統合の効果を促進する能力である．魚を捕るサービス，小麦を育成するサービス，魚と小麦を交換するサービスの 3 つはこのシナリオに初めから存在する原始サービスであるため，以降ではこれらをプリミティブサービスと呼ぶ．

4.2 基本モデル

S-D Logic にしたがって，以下のようなモデルを扱う．

- アクター
  - アクターとは，シミュレーションにおけるエージェントである．
  - 生存条件があり，1 年で一定量の魚と小麦を得ることができれば，その年を生き残ることができる．
- Operand resource
  - 魚はタンパク質を摂取できる資源である．
  - 小麦は炭水化物を摂取できる資源である．
  - 土地はアクターの生活位置という資源である．
- Operant resource
  - アクターは魚を捕る能力を持つ．
  - アクターは小麦を育てる能力を持つ．
  - アクターは資源を交換する能力を持つ．
  - 他のアクターと協力する．
  - 過去に協力・交換したアクターを記憶する．
  - 土地には肥沃度が存在する．

アクターは生存条件を満たすことで，生き続けるという本質的な価値を創造することができるが，約 80 年の寿命を持っているため，寿命を迎えたアクターは生存条件を満たしているかに関わらずに死亡する．また，アクターは一定期間ごとに子孫を残すことができる．子孫には親の能力や位置を多少のゆらぎをともなって継承する．

交換に関して，各アクターは近くのアクターと資源を交換することができるが，それだけでは充分な量の資源を得ることは難しい．そこで，交換を専門とするアクターが中心となって，遠くのアクター同士の交換を手助けする．交換専門のアクターは，他アクター同士の交換を仲介する代わりに，交換資源から手数料として一部をもらうことで，生存条件を満たそうとする．

アクターは能力を持っているが，これはスキルと努力の 2 つから構成されている，スキルは，タスクを行う際にどれだけの

パフォーマンスを発揮できるかという絶対的な値であり，タスクごとに異なる値を持っている．一方で努力は，タスクの遂行にどれだけの時間を費やしたか，というアクターのタスク比率を表した相対的な値であり，総量が 1 となるように，各タスクに分配される．

プリミティブサービスを行うアクター i が 1period で得る資源の量 $v^{it}(x,y)$ は以下の式で表される．

$$v^{it}(x,y) = s^{it}\, e^{it}\, f^{t}(x,y) \tag{1}$$

(x,y) はアクターの位置,s はスキル値，e は努力値，f は肥沃度を表す．t は魚や小麦といった Operant resource の種類である．

シミュレーションでは，初期アクターの数は 50 人で，その全員が肥沃な土地に存在している．肥沃な土地が存在し，そこに初期アクターが存在する理由は，初期アクターの能力値がランダムであり，肥沃でない土地では生き続けることが難しく全員が死んでしまう事態が起こることを避けるためである． シミュレーションの期間として period を用いる．1period の中でアクターは協力や作業，交換を行い，生存条件を満たすことができれば，その period を生き残ることができる．

4.3 拡張モデル

4.3.1 基本モデルに対する追加モデル

4.2 節のモデルを拡張し，サービスの Operant resource を支援するサービスを導入したモデルを設計する．この他サービスを支援するサービスのことを，プリミティブサービスに対してメタサービスと呼ぶ．以下に，メタサービスを行うアクターに関する追加モデルを示す．

- Operant resource
  - メタサービスを行うアクターは魚を捕る能力や小麦を育てる能力，資源を交換する能力を持たない．
  - メタサービスを行うアクターは魚を捕る能力を持つアクターの Operant resource をエンハンスする能力を持つ．
  - メタサービスを行うアクターは小麦を育てる能力を持つアクターの Operant resource をエンハンスする能力を持つ．
  - メタサービスを行うアクターは資源を交換する能力を持つアクターの Operant resource をエンハンスする能力を持つ．

4.3.2 拡張モデルの定式化

プリミティブサービスを行うアクターは式 (1) によって資源の量を計算している．この式をメタサービスを導入したモデルに拡張し，一般化したものを式 (2)，式 (3) に示す．

$$v_l^{it}(x,y) = s_l^{it}\, e_l^{it} \sum_{j=1}^{m} F(\Delta v_{l-1}^{jt}) \quad (1 \le l) \tag{2}$$

$$\Delta v_{l-1}^{jt} = (p_l^{it} - 1) v_{l-1}^{jt} \quad (2 \le l) \tag{3}$$

式 (2) はメタサービスも含めたあるサービスを行うアクター i が 1period で得る資源の量 v を表したものである．l は階層レベルを表している. プリミティブサービスが $l = 1$ であり，それをサポートするメタサービスが $l = 2$，またそのメタサービスをサポートするメタサービスが $l = 3$ となる．F は自身がメタサービスを行っており，他サービスをサポートした場合に，お礼にもらえる資源の量を調整する関数である．自身がプリミティブサービスを行っている場合，つまり $l = 1$ の場合，式 (4) に示すとおり，初期値 $F(\Delta v_0^{it})$ をその土地の肥沃度に設定する．こうすることで，プリミティブサービスとメタサービスの両方に対応した式が定義できる．

$$F(\Delta v_0^{it}) = f^{t}(x,y) \tag{4}$$

m はサポートするアクターの人数を表しており，F をサポートする合計人数分加算することによって，複数人へサポートした場合にそれぞれから資源を得ることができるようにしている．式 (3) はメタサービスがサポートしたことによる創造された価値の増分を表したものである．p はメタサービスを行うアクター i が他サービスをサポートするときのパフォーマンス値を表している．この値によって Operant resource をエンハンスする．式 (3) はメタサービスを行うアクターのみであるため，階層レベル l は 2 以上になっている．

4.3.3 シミュレーションにおけるメタサービス

メタサービスを行うアクターは，自身の努力値によってサポートする対象のサービスが決まる．例えば，魚を捕る能力に対応する努力値が最も高い場合には，漁師のサポートを行うことが確定し，農家と商人については，対応する努力値を基に確率的にサポートするかどうかを決める．これによって，単体のプリミティブサービスをサポートするメタサービスから，複数のプリミティブサービスをサポートするメタサービスまで表現することができる．このアクターは，プリミティブサービスのように価値の源泉に直接的に関連した作業を行うことができない代わりに，そのメタサービスが対象としているサービスを行うアクターの Operant resource をエンハンスさせることができる．メタサービスによるサポートを受けた漁師や農家は，普段より多くの資源を得ることができるため，サポートをしてもらったお礼として得た資源の一部をサポートしてくれたアクターに提供する．これによって，メタサービスを行うアクターは生きるために必要な資源を入手する．

親がプリミティブサービスを行っている場合には，子もプリミティブサービスを行い，親がメタサービスの場合には，また子もメタサービスを行う．しかし，初めはプリミティブサービスを行うアクターしか世界に存在していないため，親がプリミティブサービスを行っている場合に，一定確率でメタサービスを行う子が生まれるようにする．親から能力や位置を多少のゆ

らぎをともなって継承されているため，多くの場合には親の行うサービスをサポートするメタサービスを子アクターは行うことになる．また，親がメタサービスを行っている場合に，先祖返りとして，一定確率で子がプリミティブサービスを行う．

5　シミュレーション

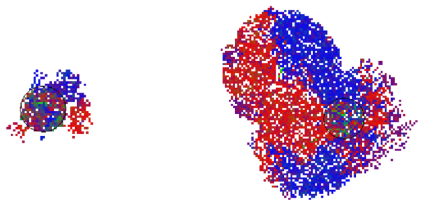
5.1　基本シミュレーション

4.1，4.2 節で述べた基本シナリオと基本モデルに基づくシミュレーションを行う．その様子を図 2 に示す．アクターの色は，各作業に費やした努力の大きさによって決まっており，青は魚の捕獲，赤は小麦の育成，緑は資源の交換に多くの努力を注いだアクターであることを示している．以降では，魚の捕獲を専門的に行っているアクターのことを漁師，小麦の育成を専門的に行っているアクターのことを農家，資源の交換を専門的に行っているアクターのことを商人と呼ぶ．また，漁師が多く集まっている地域を漁村，農家が多く集まっている地域を農村，商人が多く集まっている地域を市場と呼ぶ．

図 2(a) は，社会が少しずつ広がっていく初期段階の様子であり，図 2(b) はその後ある程度時間が経過して，社会が発達した段階の様子である．一番初めに存在するアクターは，肥沃な土地である中心円の内部で生活している．肥沃な土地では，魚や小麦といった資源が豊富であるため，能力が低いアクターでも，生存条件を満たして生き続けることが可能となっている．アクターは子孫を増やしながら，円の外に向かって広がっていこうとする．しかし，円の外は肥沃でない土地であるため，自分一人の能力だけでは生きていくことができない．そこで，アクターは，自分が得意な作業を専門的に行い，不足する資源についてはそれを専門としているアクターと交換することで，生存に必要な資源を摂取するようになっていく．このとき，専門的に作業を行う中では，周囲のアクターと共同作業を行うことによって，自分一人で行うよりも多くの資源を得ようと行動している．ゆえに，同じ作業を専門的に行う集団が生まれるようになる．社会が発達してくると，広がっていくことに限界が出てくる．これは，資源の交換に対する商人への依存度が高く，商人が交換可能な範囲以上に広がっていくことができなくなっている．ゆえに，商人や市場が生まれれば，その周りに漁村や農村が生まれていき，その地域は発達していくが，逆に商人や市場が生まれなければ，社会が広がっていくことが難しく，時には社会が滅んでしまうような構造になっている．

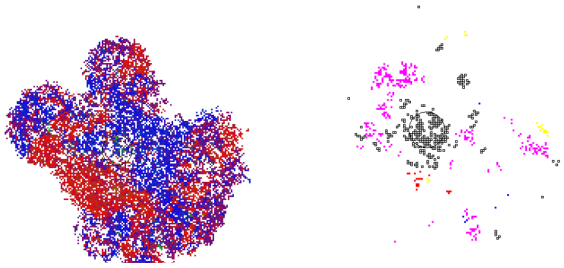
5.2　メタサービスを導入したシミュレーション

先行研究 [7][8] では，基本モデルのシミュレーションで形成された社会において，集団内部の相互関係について分析を行った．本論文では，5.1 節の基本シミュレーションを拡張し，メタサービスを導入した場合のサービス社会をシミュレーションする．モデルは 4.3 節の拡張モデルを用いる．シミュレーションの様子を図 3 に示す．図 3(a) はプリミティブサービスを行っているアクターを描画したもので，図 3(b) はメタサービスを行っているアクターを描画したものである．アクターの色に関して，図 3(a) は図 2 と同じ方法で描画している．図 3(b) はどのプリミティブサービスをサポートしているかで色分けをしており，(R, G, B) を (農家，商人，漁師) の順に対応させ，サポートしているサービスを 1，サポートしていないサービスを 0 として描画している．例えば，漁師と農家の 2 つをサポートするメタサービスの場合，(R, G, B) が (1, 0, 1) となり，マゼンタ色で描画される．また，すべてのプリミティブサービスをサポートするメタサービスの場合，つまり (R, G, B) が (1, 1, 1) の場合には，白になってしまうので，この場合にのみ黒の枠で囲うようにしている．



(a) 社会の広がり始め　　(b) ある程度経過したとき

図 2: 基本シミュレーションの様子



(a) プリミティブサービス　　(b) メタサービス

図 3: メタサービスを導入したシミュレーションの様子

図 3(a) は，図 2 同様に赤と青の地域に分かれていることが確認できる．また，商人を中心に円状に広がっている様子も確認できる．図 2 との違いとして，紫色のアクターが肥沃でない土地で生存できている様子が見られることである．この紫色のアクターは自分一人の力のみで魚を捕り，小麦を育成して生存しているアクターである．このようなアクターをセルフサービスと呼ぶ．このセルフサービスを行うアクターは基本モデルでのシミュレーションではほとんど見られなかった．一方で，メタサービスが存在する社会では，セルフサービスを行うアクターが生存できている．これは，セルフサービスで生きているアクターがメタサービスによるサポートを受けることで，生き続けることができていることを意味している．

図 3(b) は，すべてのプリミティブサービスをサポートしているメタサービス (白) と漁師＆農家をサポートしているメタサービス (マゼンタ) が多く存在していることが確認できる．

これはプリミティブサービスとして漁師と農家が多く存在し，これらのサポートが可能なメタサービスであれば，サポート対象を見つけやすく，毎年継続的に多くの人数をサポートすることができる．ゆえに，メタサービスを行うアクターが生き続けるために，生成された社会に最適な行動をした結果であると考えられる．漁師が多く存在している地域や農家が多く存在している地域では，それぞれ漁師のみをサポートするメタサービス (青) や農家のみをサポートするメタサービス (赤) を行うアクターも存在している．数自体は少ないが，自分の周りの環境に適したサービスを行うアクターが生存できることによって，社会が生まれていると考えられる．メタサービスを行うアクターはプリミティブサービスを行うアクター同様に協力もしているが，プリミティブサービスのアクターほどは密集していない．これは，協力を密に行わなくても生き続けることができているからである．この現象は，メタサービスを行うアクター個人のサポートする力が強いことや協力による効果が小さいことが原因であると考えられる．ゆえに，メタサービスがより集団でもってサポートする社会を発生させるためには，個人のエンハンスする力を弱め，かつ協力による効果を高めるといったパラメータ調整を行うことで，また異なる社会の様子を観察することができると考える．

5.3 社会の発達速度

基本モデルによるシミュレーションとメタサービスを導入したモデルによるシミュレーションでは，社会が広がっていく速度が異なっていることが観察された．具体的には，メタサービスを導入したモデルでは，アクターが早い段階で肥沃でない土地に広がっていく様子が見られたが，基本モデルでは，まったく広がらないこともあった．先行研究 [9] でもこのような差が見られたが詳しい分析は行っていなかった．したがってこの違いを明らかにするために，メタサービスの導入の有無によって社会の広がる速度を比較する．方法は，社会に生存しているアクターの総数が 1000 人を超えた瞬間の period を記録する．上限を 10000period とし，上限 period までに 1000 人を超えることがなければ，社会が広がらなかったとして記録なしとする．これをメタサービスの有無で 100 回ずつ行い，平均や標準偏差などを調べて比較する．この結果を図 4 と表 1 に示す．図 4 はデータをヒストグラムで表したもので，横軸が period，縦軸が頻度である．表 1 は 100 回実験したデータの最大値，最小値，中央値，平均値，標準偏差を示したものである．メタサービスなしの実験では，上限である 10000period を超えることが多く，有効なデータが 100 回中 32 個であったため，この 32 個のデータを図，表に載せている．図 4 を見ると，メタサービスありでは，0 ～ 2000period の部分にデータが集中している一方で，メタサービスなしでは，データが全体にまばらに存在している．このことから，メタサービスがない社会は広がる速度が遅いことがわかる．次に表 1 を見ると，最小値にはほとんど違いがないが，その他の項目については大きく異なっていることがわかる．特に最大値については，3124 と 9833 で

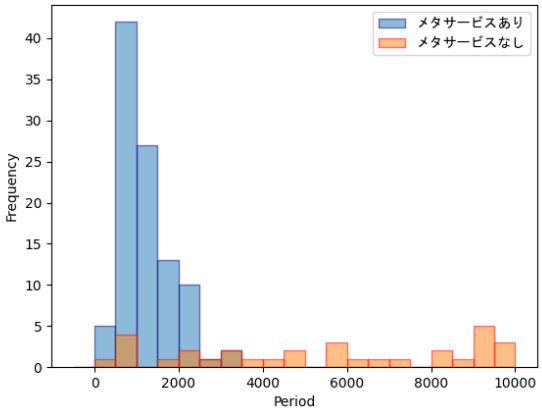


図 4: メタサービスの有無による社会の発達速度の違い

表 1: 各 100 回実験したデータ

	最大値	最小値	平均値	標準偏差
meta あり	3124	316	1208.33	611.36
meta なし	9833	397	5498.34	3183.70

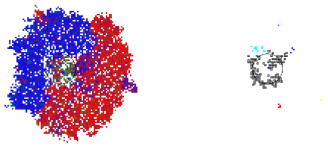
大きく差があることがわかる．100 回の実験でこれくらいの差がついているため，社会の広がる速度に明らかな差があることがわかる．

このように社会の発達速度に差が生まれた要因として，能力が低いアクターが生き続けることができていることが考えられる．メタサービスのない社会では，能力が低いまたは専門化していないアクターは，協力や交換をしても肥沃でない土地で生き続けることは難しい．ゆえに，ある作業に特化した専門的なアクターが出現し，同じ作業の集団で協力を行い，反対の資源を持つアクターと交換をするようになって，初めてアクターが生き続けることができるようになり社会が広がっていく．そのため，社会の発達速度としては遅くなると考える．一方で，メタサービスがある社会では，能力が低いまたは専門化していないアクターが，メタサービスを行うアクターに Operant resource をエンハンスされることによって，生き続けることができる可能性が高まる．その結果として，社会全体のアクターが増加し，協力や交換の影響も高まることによって，社会の発達速度が早くなっていると考えられる．

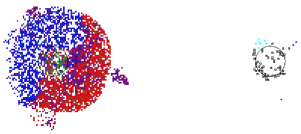
5.4 代替サービス

5.4.1 メタサービスが存在する社会と存在しない社会の特性

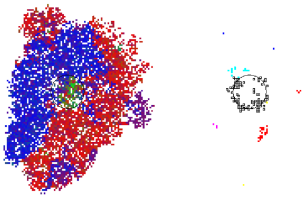
メタサービスを導入したシミュレーション実験によって，メタサービスが他サービスをサポートすることで社会が早く発達し，広がることが確認できた．早く広がる要因として，能力が低いアクターがメタサービスを行うアクターにサポートしてもらうことによって生き続けることができるようになったことが考えられる．これは，能力が低いアクターが多く存在している社会であると捉えることができる．一方で，メタサービスが存在しない社会では，能力が低いアクターや専門化していない



(a) 削除直前



(b) 削除直後



(c) その後

図 5: 代替サービスを導入したシミュレーションの様子

アクターは肥沃でない土地で生き続けることができないため，アクターが専門的に行っている作業の能力が高く，かつ協力や交換がしっかり行えるアクターのみが生き続けることができているといえる．これは，各アクターが自分の能力や周りの環境に適応して，生き続けるために最適に行動した結果の社会であると捉えることができる．この 2 つの社会を比較すると，メタサービスが存在しない社会の方が，アクター自身の能力や他アクターとの繋がりがしっかりした強固な社会であると思われる．仮に災害などで環境が変わってしまったとしても，メタサービスの存在しない社会は洗練されたアクターやその集団であるため，生き続けることができると推測される．

5.4.2 現実社会から考えるサービス社会の強さ

現実社会を考えると，漁業や農業などの第一次産業がサービスの大部分を占めているわけではなく，実際には第三次産業と呼ばれるいわゆるサービス業が大部分を占めている．ゆえに，現実社会は脆い社会であるとかというとそうではなく，仮に何か 1 つのサービスが無くなったとしても何事もなく人は生き続けることができる．この部分に社会の強さがあると考え，メタサービスが存在する社会にもそのような特徴があるのではないかと考えた．そこで，現実社会のサービスには代替サービスがあるという点に着目した．代替サービスとは異なる能力を持つが，同じ機能を持っているサービスのことである．例えば，魚を得ることを考えると，海に魚を捕りに行くサービスや養殖をするサービスが考えられる．また，資源を運ぶことを考えても，車で運ぶサービスや船，電車，飛行機で運ぶサービス

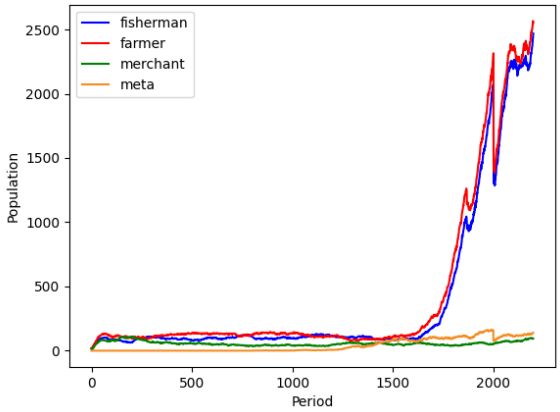


図 6: 人口の推移

など様々な代替サービスが考えられる．このように，代替サービスによってサービスが多重構造を形成していると考えられ，これによってより強い社会が生まれていると推測される．したがって，メタサービスが存在する社会の特徴や強さを調べるために，代替サービスを導入してシミュレーション実験を行う．

5.4.3 シミュレーションによる代替サービスの効果検証

方法は，ある瞬間にメタサービスを行っているアクターの一部を削除することによってその後の社会がどうなるかを調べる．具体的には，メタサービスに番号を割り当てることで同じ機能を持つ別のサービスを表現し，指定の period になったときに同じ番号のメタサービスを行っているアクターを削除する．これによって代替サービスのみとなった社会がどのように変化していくのかを調べる．

シミュレーションの様子を図 5 に示す．また，このときの人口の推移を図 6 に示す．図 5 は代替サービスを導入したシミュレーションの様子で，図 5(a) は一部のメタサービスを削除する直前の社会の様子である．このときは漁師と農家をサポートするメタサービスが中心となって広がっていることがわかる．図 5(b) は一部のメタサービスを削除した直後の社会の様子である．これは図 6 における period が 2000 の瞬間である．図 5(a) と比べて，メタサービスを行っているアクターの人数が減少していることがわかる．また，プリミティブサービスを行っているアクターも減少していることがわかる．これらのアクターの減少は，図 6 の period が 2000 付近で見ることができる．図 5(c) は一部のメタサービスを削除してからいくらか経ったときの社会の様子である．一部のメタサービスを削除した直後はプリミティブサービスを行うアクターも減少したが，社会が崩壊することはなく，その後もサービス社会が広がっていることがわかる．図 6 からも順調に人口が増加している様子が見られる．これらの様子から，メタサービスが存在する社会では，代替サービスという同じ機能を持つ別のサービスが存在しており，これによってサービスの構造が多重化することで，より強固な社会構造を形成していることがわかる．

6 考察

本論文では，先行研究 [1][2] で用いられた基本モデルに対して，S-D Logic に基づくメタサービスを導入したモデルについて述べた．基本モデルでは，魚を捕るサービス，小麦を育成するサービス，交換するサービスの 3 つのみが存在するシンプルなモデルであったため，S-D Logic に基づくサービス社会のシミュレーションには適していたが，現実社会とは乖離したモデルであった．そこで，メタサービスというサービスの効果を高めるサービスを導入することで，サービスが多重構造しており，それが社会の強さにつながっていることを示した．同時に，新たなサービスを発生させることができるため，サービス社会シミュレーションのモデルの拡張性も示した．

メタサービスを導入した拡張モデルでのシミュレーションでは，基本モデルに比べて社会が広がりやすくなっていることを示した．メタサービスは Operand resource に直接関わることはなく, Operant resource のみに関わるサービスである．このメタサービスは Vertical Institution として原始的なサービスとは別の階層に存在し，他サービスの Operant resource をエンハンスする．基本モデルにはこのようなサービスは存在していなかったため，本論文で提案する拡張モデルは，サービス社会シミュレーションにおいて新たなレイヤーを追加したモデルになったと考える．現実社会を考えると，産業の構造は大きく 3 つに分けることができ，作物を作ったり採取したりする第一次産業，とったモノを加工する第二次産業，これらにあてはまらない第三次産業がある．この中で第一次産業のみの社会が基本モデルによるサービス社会に対応している．第二次産業，第三次産業に対応するものとしてメタサービスを導入することで，より現実社会の構造に近い形でのシミュレーションが可能である．

先行研究 [1][2] では，基本モデルでシミュレーションを行った結果をもとに，ミクロ・マクロの視点から現象を観察し，新たな制約を加えることで様々な社会形成の実験を行っていた．S-D Logic に基づいたサービス社会のいろいろな生成パターンを見ることができている．これらの研究に比べて本研究では，メタサービスというサービス構造における新たな階層に着目することで，より広義的にサービス社会を扱うことができると考える．従来のサービスモデルでは，決められたサービスしか扱うことができず，形成される社会パターンにも限度があった．ゆえに，”メタサービス”を導入することで，新しいサービスの発生を扱うことが可能となり，より表現豊かな社会の形成が可能であると考える．

7 むすび

本論文では，S-D Logic にメタサービスを導入し，サービス社会形成のシミュレーションを行った．S-D Logic に基づいてメタサービスを定義すると，新たなサービスの発生について捉え，扱うことができた．シミュレーションでは，メタサービスによって社会が早く発達する様子が確認できた．今回は，プリミティブサービスをサポートするサービスとしてメタサービスを拡張したが，メタサービスをさらにサポートするサービスやプリミティブサービスとメタサービスをサポートするサービスなど，拡張性は高く，まず第一歩としてプリミティブサービスをサポートするメタサービスを扱った．メタサービスによって，より複雑な社会構造を表現でき，様々な様子を観察できるようになると考える．

参考文献

[1] S. Fujita. Analysis of localized actors' behaviors in service ecosystem simulation. In *53rd Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2020, Maui, Hawaii, USA, January 7-10, 2020*, pages 1–8. ScholarSpace, 2020.

[2] S. Fujita, C. Vaughan, and S. L. Vargo. Service ecosystems emergence and interaction: A simulation study. In T. Bui, editor, *52nd Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2019, Grand Wailea, Maui, Hawaii, USA, January 8-11, 2019*, pages 1–10. ScholarSpace / AIS Electronic Library (AISeL), 2019.

[3] R. Lusch, S. Vargo, 庄司真人, 田口尚史, 井上崇通. **サービス・ドミナント・ロジックの発想と応用**. 同文舘出版, 2016.

[4] S. Vargo and R. Lusch. Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of marketing*, 68(1):1–17, Jan. 2004.

[5] S. Vargo and R. Lusch. Service-dominant logic: Continuing the evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(1):1–10, 2008.

[6] S. Vargo and R. Lusch. Institutions and axioms : an extension and update of service-dominant logic. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 44(1):5–23, Jan. 2016. Publisher Copyright : © 2015, Academy of Marketing Science.

[7] 橋本亮汰, 藤田悟. S-D Logic に基づくサービス社会形成シミュレーション. In **情報処理学会第** *85* **回全国大会**, 2023.

[8] 橋本亮汰, 藤田悟. Service Dominant Logic に基づくサービス社会形成シミュレーション, 2023. 中間発表.

[9] 橋本亮汰, 藤田悟. S-D Logic に対するメタサービスの導入と社会形成. In **情報処理学会第** *86* **回全国大会**, 2024.