

活動形態に着目したイノベーション伝播を促進させる コミュニティの特性

○沼田佳輔 高澤真里奈 宮澤純一 高橋真吾 (早稲田大学)

Characteristics of the community to promote the propagation innovation that focuses on the activity form

* K. Numata, M. Takasawa, J. Miyazawa, S. Takahashi (Waseda University)

Abstract— It has been pointed out that manufactures should exploit the innovation generated by users (UI: User Innovation) to develop new-products. Then the role of the communities is explored as an important factor in diffusion and generation of UI. However, previous research has been focused on the only study of the characteristics of the user to make significant UI. It is not known what kind of situation should be exploit UI.

This paper focuses on the type of community, the size of community and the form of community activities and reveals the difference of information propagation of them. It reveals the difference of information propagation of them. Then it makes a suggestion for managers what kind of community should be picked up for UI exploitation.

Key Words: User Innovation, Agent-Based Social Simulation, Community,

1. 研究背景

消費者自ら製品開発を行うユーザーイノベーション (UI: User Innovation) 現象が注目を集めている。この UI は、市場の一部のユーザーである LU (LU: Lead User) によって行われるとされている。Von Hippel は LU を「市場の先端に位置し、自ら製品開発をすることで高い効用を得るユーザー」と定義している¹⁾。つまり LU が開発した製品は、将来的に市場で受け入れられる。また同著の中で質問紙調査のみを用いる企業は製品開発で成功することが難しいとされている。その原因として、消費者が保有するニーズ情報の粘着性を挙げている。情報の粘着性とは、「情報が生み出された場所から別な場所へ移動させるコスト」である。この情報の粘着性が、企業の質問紙調査による正確なニーズ情報の取得を妨げる結果、企業が作り出す製品は必ずしも多くの消費者に受け入れられるものではなくなる。そこで新たな手法として LU 法が提案されている。LU 法とは、LU から既に具現化された解決情報を調査し、そのまま製品化する方法である。これは改良された製品等を見ることが可能であるため、情報の粘着性は存在しない。上記の手法は実際に 3M に適用されている。

しかしながら LU 法は、必ずしも有効なアプローチであるとは言えない。なぜならば企業は LU 法を用いて製品開発を行う際、LU に接触する必要がある。しかし LU の定義の 1 つである「自ら製品開発を行う」という特徴であれば判断可能だが、2 つ目の定義である「市場の先端に位置する」という特徴は非常に捉えにくい。そのため企業は LU ではなく、単に「自ら製品開発を行う」イノベーターユーザー

ザー (IU: Innovating User) の製品開発を模倣した結果、製品開発に失敗する。各消費者を分類すると以下の Table 1 のようになる。

Table 1: 消費者の定義

消費者属性	定義	企業の捉えやすさ
LU (Lead User)	市場の先端に位置し、自ら製品開発を行う	難しい
IU (Innovating User)	自ら製品開発を行う	安易
NIU (Non Innovating User)	製品開発を行わない	

2. 従来研究

UI 研究では、コミュニティに注目が集まっている。Frank²⁾はコミュニティに所属する人の属性から、企業が注目すべきコミュニティを明らかにした。そこで得た知見は、「企業は競争性の低いコミュニティから UI を模倣すべきである」というものである。なぜなら競争性の低い属性の人が多いコミュニティは情報を無料で提供する傾向があり情報伝播が活発なため、先進的なニーズに直面している可能性があるからだと指摘している。また、同研究でコミュニティの活動形態がイノベーションに影響を与えることが示唆されている。

しかしながら、属性の面からでは情報伝播がどのような形で起きているのか分析することができない。また企業が LU 法や質問紙調査を用いた際に、どのように消費者間の相互作用に影響を与えるのかを分析することができない。そのため、本研究ではエージェントベース社会シミュレーション (ABSS) を用いてコミュニティの情報伝播のダイナミクスを分析する。また Yoshida³⁾が着目したコミュニティの規模以外の観点からも分析を行う。

3. 本研究の目的

以上を踏まえ本研究の目的は、「コミュニティを複数の特徴で分類し、UI 普及のダイナミクスの違いを検証する」こととする。この複数の特徴とは、コミュニティの外形的な「タイプ」、「規模」、そしてコミュニティ内部の「活動形態」である。コミュニティのタイプで分析する理由は市場に存在するコミュニティを網羅的に分類して分析するためである。規模は Yoshida³⁾の研究で、結果に大きな影響を及ぼす要素であったため今回も分析する。活動形態は Frank の研究²⁾で、コミュニティに所属する人の重要な属性だと示されたため、ダイナミクスの観点から分析するためである。また研究のアプローチとして、「バーチャルグラウンディング（以下：VG）手法によって、アンケートでは取得不可能なパラメータを取得すること」とする。先行研究では、モデル上取得できず、やむを得ず推定していたパラメータを本研究では実際に市場から取得する。

4. 本研究の位置づけ

従来研究と本研究の目的を踏まえ、研究を位置付けたものが以下の Table 2 である。

Table 2: 本研究の位置づけ

アプローチ	研究者	分析対象	
		市場	コミュニティ
		規模	活動状態
社 属	Franke and Shah 2003)		○
	Urban, G.L. & von Hippel (1988)	○	
	C. Luthje 2004)	○	
	C. Luthje, C. Haestatt, von Hippel 2003)	○	
ダイ ナミ クス	O'horri K. & Takahashi S 2011)	○	
	Yoshida, D. (2012)		○
	本研究	○	○

5. モデル

本モデルは、消費者とコミュニティが存在する消費者空間と製品を投入する企業空間、製品空間から構成される。

5.1. 製品空間

製品は企業の活動によって製品空間に投入される。1 つの製品は SN ビットのビット列 $P_{ml} = (p_{ml})_{l=1, \dots, SN}, p_{ml} \in \{0, 1\}$ で表現される。但し、SN は今回の研究では 100 とし、m は製品番号とする。また、1 つのビットのみが値 1 をとり、それ以外は 0 をとる。SN は消費者が有するニーズビット列や企業が有する技術ビット列と 1 対 1 対応していて、一つの製品は一つのニーズのみを満たすということを表現している。一般的な対応関係は 1 対多であるが、これは分析を複雑にしてしまう恐れがあるためモデルに取り入れていない。また、登山製品市場の製品は局所的なニーズを満たすものが多いため登山市場では 1 対 1 対応は一定の妥当性がある。以上より消費者のニーズと製品が解決するニーズの 1 対 1 対応には、一定の有用性と妥当性が存在するため、

以上のように仮定する。

5.2. 企業空間

本研究では企業数は 1 とする。なぜなら企業間の相互作用を分析対象としていないためである。企業は製品ビット列の桁数 SN の技術 $T = (t_l)_{l=1, \dots, SN}, t_l \in \{0, 1\}$ を有する。但し初期状態では $t_l = 0 (\forall l)$ とする。消費者が保有するニーズ情報を獲得し、技術ビット列において自社が開発する位置 h を DN 期に 1 回決定する。その後、技術 t_h を技術開発期間 TN 期かけて開発する。技術開発が完了した際には $t_h: 0 \rightarrow 1$ と変化する。最後に企業はこの技術を用いて、 $p_{mh} = 1$ である製品を製品空間に投入する。

5.3. 消費者空間

消費者空間には AN 人の消費者エージェントが存在し、そのうち IU の割合が rIU である。5.3.1 の消費者集団の初期生成を行い、その後 5.3.2 から 5.3.6 のフローに従って行動する。このフローを ST 期繰り返す。但し IU 以外の消費者 (NIU : non-innovating user) は UI を行わない。

5.3.1. 消費者集団の初期生成

消費者 i は以下の内部モデルを有する。

IU と NIU を区別するための属性 $A_i \in \{0, 1\}$ 、他の消費者 j との製品に関する情報交換の可能性を示すエッジ $E_i = (e_{ij})_{j=1, \dots, AN}, e_{ij} \in \{0, 1\}$ 、コミュニティ k への所属の有無を表す $C_i = (C_k)_{k=1, \dots, CN}, c_{ik} \in \{0, 1\}$ 、ニーズ番号 l のニーズの有無を表す

$N_i = (n_{il})_{l=1, \dots, SN}, n_{il} \in \{0, 1\}$ 、ニーズ n_{il} に対する解決を表す $S_i = (s_{il})_{l=1, \dots, SN}, s_{il} \in \{0, 1\}$ 、企業製品を購入する確率 $pPurchase_i \in [0, 1]$ 、他の消費者との平均接触回数 $nContact_i \in \mathbb{N}$ 、新規ニーズ発生確率 $pNewNeeds_i \in [0, 1]$ 、ニーズ n_{il} に関する他の消費者への相談確率

$PE_i = (pEAdvisement_{il})_{l=1, \dots, SN}, pEAdvisement_{il} \in [0, 1]$ 、コミュニティ活動確率 $pActivity_i \in [0, 1]$ 、コミュニティ活動人数 $numOfActivity_i \in \mathbb{N}$ 、コミュニティメンバーへの相談確率 $pCAdvisement_i \in [0, 1]$ より構成される。但し、 j は消費者番号、 k はコミュニティ番号、 l はニーズおよび解決番号、CN は消費者集団内に存在するコミュニティ数とする。

そしてエージェントは以下の Fig 1 に従って行動を行う。下の Fig 1 の数字は、節番号と対応している。

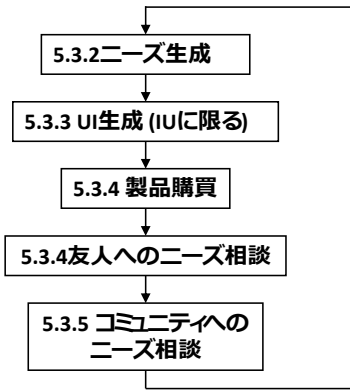


Fig 1: エージェントの行動フロー

5.3.2. ニーズ生成

消費者 i はニーズ発生確率 $pNewNeeds_i$ で、ニーズ n_i の中からランダムに l を一つ選択し、 $n_{il} : 0 \rightarrow 1$ とする。

5.3.3. ユーザーイノベーション

消費者 i が IU の場合、UI 確率 PUI でランダムに一つのニーズ n_{il} を選択し、そのニーズを UI により解決する。それに伴い $n_{il} : 1 \rightarrow 0$, $s_{il} : 0 \rightarrow 1$ とする。

5.3.4. 製品購買

消費者 i は自身のニーズを解決する製品を確率 $pPurchase_i$ で購買を行う。この購買行動により消費者のニーズが満たされ、 $n_{il} : 1 \rightarrow 0$, $s_{il} : 0 \rightarrow 1$ とする。

5.3.5. 他ユーザーとの相互作用

消費者 i は自身とエッジが張られている消費者にニーズ $n_{il}(=1)$ を相談確率 $pEAdvisement_{il}$ で相談し相互作用を行う。その相談相手は友人関係を表す $e_{ij}(=1)$ の中からランダムに $nContact_i$ 人選択する。もし相談相手 j が解決情報 s_{jl} を持っている場合、その解決情報 s_{jl} が UI から得た解決情報であれば受容確率 PPS で伝播し、他の消費者からの製品紹介により得た解決情報であれば受容確率 PPP で伝播する。伝播した際には、 $n_{il} : 1 \rightarrow 0$, $s_{il} : 0 \rightarrow 1$ とパラメーター値を変化させる。一方で、ニーズを相談した際に消費者 j が解決情報を保有していない場合、消費者 j にニーズが伝播する可能性がある。消費者 i が IU ならば確率 $PPNL$ で伝播し、NIU ならば確率 $PPNN$ で伝播する。伝播した際にはニーズ n_{il} が $0 \rightarrow 1$ へと変化する。

5.3.6. コミュニティ内での相互作用

コミュニティ k に所属する消費者 i は、活動確率 $pActivity_i$ で行われるコミュニティ活動に参加し、コミュニティ k に所属する人の中から $numOfActivity_i$ 人のメンバーを募る。自身のニーズを $numOfActivity_i$ 人に相談確率 $pCAdvisement_i$ で相談する。相談後の相互作用は他ユーザーとの相互作用と同様に、解決情報の受容または、ニーズの伝播が確率的に起こる。ただし解決情報の受容確率は $CPPS$, $CPPP$, ニーズ

伝播確率は $CPNL$, $CPNN$ とし他ユーザーとの相互作用とは異なるコミュニティパラメーターを用いる。

6. 製品開発シナリオ

企業は以下に示す 2 つの製品開発シナリオを分析対象として仮定する。

a 質問紙調査 (伝統的市場調査)

企業は 10% の消費者からニーズ情報を獲得し、その中からニーズビット列の位置 l の近傍 $l \pm IS$ ビットにあるニーズ数を計算する。全てのニーズ番号の中から、このニーズ数が最も大きいニーズ m の近傍 $m \pm IS$ ビットを解決対象ニーズとし、その解決対象ニーズの中から 1 つのニーズ番号 h をランダムに選択し、開発対象技術 t_h とする。

b LU 法 (UI 活用手法)

企業は消費者からランダムに選んだ 1% の IU から解決情報を得る。その中から最も解決数の多い位置 h を 1 つ選択し、それを開発する技術 (t_h) とする。

7. モデルパラメーター値の設定

本節では、モデルのパラメーターの取得方法を説明する。手法はバーチャルグラウンディング手法⁴⁾を用いた。

7.1. バーチャルグラウンディング手法 (VG)

VG とは、シミュレーションに必要なパラメーターが得ることが不可能な場合に用いる手法である。VG の特徴は、すでに有効性が示されているモデルを用い、被験者にモデル上の行動を仮想的に体験してもらいながら意思決定してもらうことである。具体的には、5.3.2 から 5.3.6 のステップを仮想的に体験させ意思決定を行ってもらった。

7.1.1. 活動状況の定義

VG はモデルを体験させる手法だが、現実では様々な”活動状況”が存在し、その”活動状況”に依存して意思決定が変化する。例えば、登山中の相談状況と、トレーニング中の相談状況は異なると考えられる。そこで登山に関連する活動状況を、登山熟練者 2 名にインタビューを行い網羅的に抽出した。その結果、登山を行う人は大きく分けて 4 つの活動パターンが存在することがわかった。1. 登山活動、2. トレーニング、3. オフ会 (飲み会、会合等)、4. その他 (主に登山計画) の 4 つである。

7.1.2. 設計されたバーチャルグラウンディング概要

VG の特徴である、モデルに沿った設問設計と活動状況を組み合わせて VG の設計を行った。VG の概要図は以下の Fig 2 のようになる。図中の番号は、エージェントのステップと対応している。

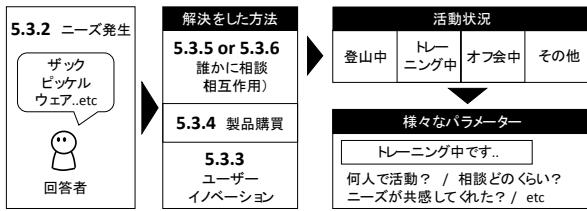


Fig 2: VG 設計概要

7.1.3. VG 結果

VG は、Web アンケートの調査会社に依頼して設計を行った。登山経験者にアンケートを依頼した結果、有効サンプル数は 420 サンプルとなった。

母集団は登山競技人口 434 万人、信頼区間 0.1 (許容誤差 0.05)、信頼度 95% を基準とし信頼度係数は 1.96 とすると、必要サンプル数は約 384 人となる。よって 420 サンプルは、母集団を表現する十分なサンプル数であるといえる。

7.2. ネットワークパラメーター

本論文のシミュレーションではエージェント数 AN を 1,000 人とする。エージェント間のネットワークは CNN モデル⁹⁾により生成する。CNN モデルは、友人の友人同士は友人になりやすいというコンセプトに基づいている。主に知人を伝って形成される登山製品市場のネットワークを表すのに適している。

またアンケート結果により IU は NIU より回数が多いことがわかった。それらを表現するために遺伝的アルゴリズムを用いてネットワークを同定した。

本研究では、結果の解釈を容易にするため、コミュニティ間での相互作用は考慮せず、各コミュニティは独立のものとして扱う。

8. 実験 1: コミュニティタイプに着目

実験 1 ではコミュニティの 4 つのタイプに着目して実験を行う。コミュニティのタイプとは 1. 登山連盟, 2. 学校関連, 3. 地域コミュニティ, 4. 特定のグループの 4 つである。選定理由は、先行研究でのコミュニティ調査によりおおよそ 4 つに分類できることがわかっているためである。実験の目的は、各コミュニティタイプのニーズのダイナミクスが、エージェントの製品購買数へ与える影響を分析するためである。

8.1. シナリオ設定

シナリオはコミュニティタイプ (登山連盟, 学校関連, 地域, グループ) と、企業の製品開発手法 (LU 法, 質問紙調査) の 2 軸で実験を行う。

8.2. シナリオ分析 (マクロ分析)

シナリオ分析では、まず市場変化をマクロな視点から観察する。また ABSS におけるシミュレーション結果は、複雑性や不確実性が原因で同じシナリオを用いても実験結果が異なる。そのため、1 試行の

結果ではなく全ての試行結果を用いて戦略代替案についての評価検討を行う必要がある。各シナリオの傾向や不確実性の度合いを図式化したものが Fig 3 である。1 つの黒点は 1 試行の結果を表し、点線は各シナリオ下での平均値を結んだものである。Fig 3 を見ると、結果 1) 製品購買数の平均は登山連盟で最も低く、次いで学校関連のコミュニティが低いことがわかる。

次に UI 活用手法と伝統的市場調査手法での一人当たりの製品購買数の差から UI 活用手法の有効性を比較する。Fig 4 から分かることは、登山連盟と学校関連のコミュニティの UI 活用手法の有効性が低いことである。

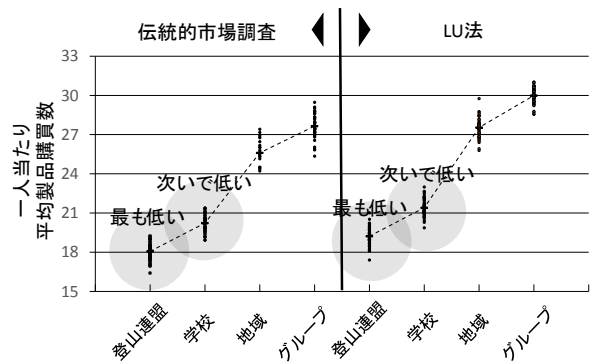


Fig 3: 製品購買数の比較

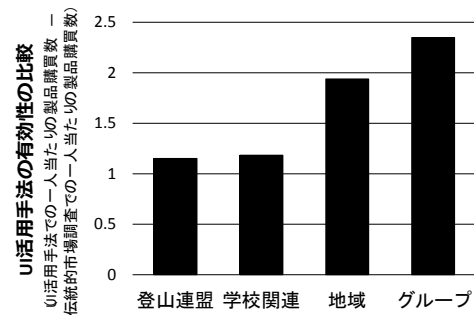


Fig 4: LU 法の有効性の比較

8.3. ミクロダイナミクス分析

8.2 のシナリオ分析で得た結果 1) について詳細に検討する。本節では主にエージェントの内部モデルパラメーターの推移に着目して分析を行う。本研究では、これをミクロダイナミクス分析と呼ぶ。Fig 5 は縦軸にニーズの解決数、横軸にステップ数を表している。ニーズの解決スピードは、登山連盟と学校関連のコミュニティが他の 2 つのコミュニティより速いことがわかる。よって結果 1 で登山連盟と学校関連のコミュニティの製品購買数が伸びない理由は、ニーズの解決スピードが速いことが原因だと考えられる。

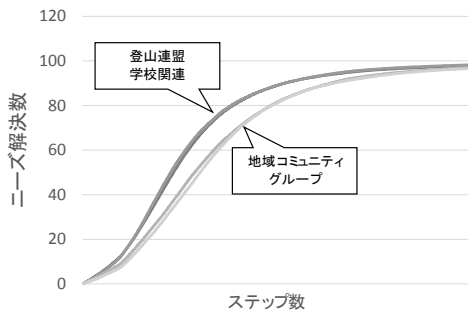


Fig 5: ニーズ解決数の推移

結果1) で2つのコミュニティの製品購買数が低い理由は分かった. しかしなぜ登山連盟の製品購買数が最も低いのかはわからない. この点に関してさらに検討する. 下の Fig 6 は大域的ニーズ (マスニーズ) の広がり进行分析するものである. この Fig 6 は, 支持率の高いニーズの割合がどのように増えているかを表している. 色が薄いほどニーズ支持率が高い. 横軸はステップ数, 縦軸は市場に存在する全種類のニーズのうち各支持率のニーズが占める割合である. 登山連盟では 60-70%のニーズが 100%広がり, その後, 支持率が低いニーズに変化していつている. つまり企業は製品化したところで, 60-70%の割合の人のニーズしか解決できない. LU 法はのちに大域的なニーズとなるものを予測し製品化する手法であるため, 支持率の高いニーズの広がりが弱いと有効性も低くなる. これが登山連盟の製品購買数が最も低い原因である. 次に学校関連のコミュニティを見ると, マスニーズは広がっているが, マスニーズの減少スピードが速い(等高線の間隔が狭い). この点に関しても製品購買数が伸びない原因であり結果1) を支持する.

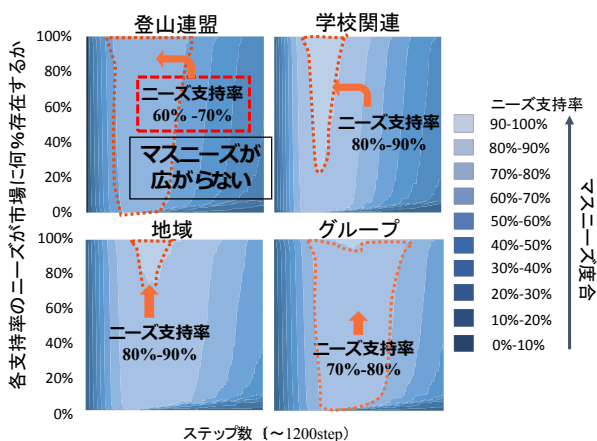


Fig 6: 大域的ニーズの普及度合い: タイプ

8.3.1. 登山連盟で大域的ニーズが広まらない理由

登山連盟は他のコミュニティよりも, 規模が大きいコミュニティである. そのため, 全体で活動する機会は少ないが, 逆に様々な人と接する機会は多

い. よってニーズが全体に広がるスピードは遅い. 規模が情報伝播に与える影響に関して 9 節で説明する.

8.3.2. 学校関連のコミュニティで情報伝播が速い理由

各コミュニティの活動の特徴に関して, Table 3 に示す. 学校関連のコミュニティは, 活動日数が他のコミュニティよりも多い. また登山以外の活動に割く時間が多い. この点に関して 10 節で説明する.

Table 3: 各コミュニティの活動状況

	登山 日/年)	トレーニング 日/年)	オフ会 日/年)	その他 日/年)	合計日数 日/年)	登山以外に 割割合 (%)
登山連盟	17.37	11.67	6.07	5.77	40.88	▼ 58%
学校	15.57	40.57	5.97	10.70	72.81	▲ 79%
地域	8.88	6.80	4.61	3.88	24.18	▼ 63%
グループ	12.09	9.00	6.76	3.88	31.74	▼ 62%

9. 実験 2 コミュニティの規模に着目

前節で, コミュニティの規模がニーズの大域的な広がりを抑制することが示唆された. 本節ではコミュニティ規模のみでエージェントを2分し結果を比較する.

9.1. シナリオ設定

シナリオは規模が 10 以上のコミュニティに所属するエージェントと, それ以下のコミュニティに所属するエージェントで分けた. 設定方法はアンケートの母集団をおよそ2分する位置とした.

9.2. 実験結果

Fig 7 を見ると, コミュニティの規模が大きいほうが情報伝播のスピードが速く, かつマスニーズが広がらないことがわかる.

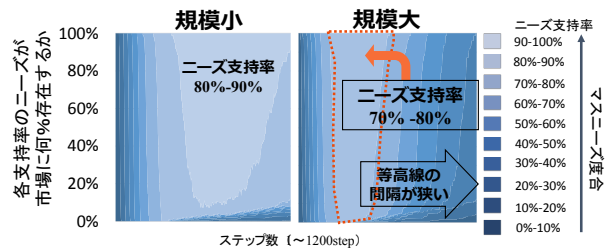


Fig 7: 大域的ニーズの普及度合い: 規模

10. 実験 3 エージェントの活動形態に着目

7 節で, 消費者の活動形態が情報伝播に影響を与えていることが示唆された. この部分に関して詳しく分析を行う.

10.1. シナリオ設定

消費者の活動形態を, 「登山活動: トレーニング: オフ会: その他」の比率に変換し階層クラスター分析を行い3クラスに分類した. その際, 最も一般的なウォード法を用いた. クラス1がトレーニングをメインで行うクラス, クラス2がオフ会をメインに行うクラス, クラス3が登山活動をメインに行うクラスである.

10.2. 実験結果

実験結果を Fig 8 に示す。トレーニングメインの集団はマスニーズが瞬時に全体に広がり、逆に登山メインの集団はマスニーズが全体に広がらず、さらに情報伝播のスピードが遅いことがわかる。またオフ会をメインに行う集団はマスニーズが広がりにくい。

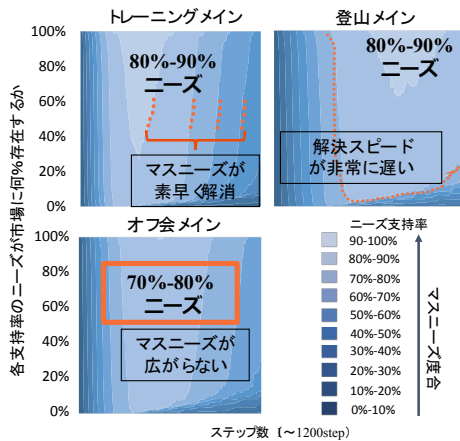


Fig 8: 大域的ニーズの普及度合い：活動形態

11. 結論

11.1. コミュニティのタイプに関する知見

- 1). 登山連盟コミュニティは規模が大きく様々な人と接する機会が多いため、多様なニーズが生まれやすい。その結果、マスニーズが広がりにくいコミュニティである。
- 2). 学校関連コミュニティは、登山以外の活動（特にトレーニング）を多く行っている。また活動自体もほかのコミュニティに比べて頻繁である。その結果、ユーザーイノベーションが素早く普及する。

11.2. 規模に関する知見

- 1). コミュニティの規模が大きい組織ではユーザーイノベーションの普及が速く行われる。その結果、企業が製品を投入するころには、ニーズが解決されてしまっているコミュニティである。またマスニーズが広がりにくいコミュニティである。
- 2). 規模が小さいコミュニティは、ニーズの普及やUIの採用がなだらかに進む。

11.3. 活動形態に関する知見

- 1). トレーニングをメインに行う集団は、先進的な人々が多い。その結果、情報伝播スピードが速くUI採用も多くなる。
- 2). 登山ばかりを行う集団は、UIを採用せず製品を購入する傾向にあるため「市場の先端にいる」属性の人は存在しない可能性が高い。
- 3). オフ会をメインに行う集団は、マスのニーズが

広がりにくい。

12. マネジメント層への示唆と今後の課題

製品開発を行う際、どの集団にアクセスすべきかという点、コミュニティのタイプは学校関連のものを選択すべきである。そしてその中でも規模が大きいものを選択し、また活動はトレーニング、オフ会などを頻繁に行うコミュニティを対象とすべきである。なぜなら、そういったコミュニティは情報伝播が非常に速いことが結果から得られたからである。情報伝播が速い、すなわちニーズの発生と解決が活発に行われる集団の中から発生するイノベーションは極めて先進的である可能性が高い。すなわち後に市場に広くいきわたるニーズを具現化したものである可能性が高い。よって、そのイノベーションを企業が模倣すれば、製品開発で成功する可能性が高まるといえる。しかし規模が大きいコミュニティやオフ会をメインに行う集団はマスニーズが広がらないため、偏ったイノベーションを採用してしまう可能性も示唆している。

今後の課題としては以下の2点が考えられる。1つはコミュニティが市場全体に与える影響の分析である。本研究ではコミュニティ1種類のみを対象としていた。しかし現実ではそのコミュニティは市場と相互作用している。2つ目は、企業戦略の充実である。本研究ではUI活用手法とりわけLU法のみを分析対象とした。本研究で得た知見をもとに新たな製品開発手法を提案できればよりマネジメント層へ重要な示唆を与えることができると考えている。

参考文献

- 1) Urban, G.L. & von Hippel, E.: Lead User Analyses for the Development of New Industrial Product, *Management Science*, vol.34, 569/582, (1988)
- 2) Franke, N. & Shah S.: How communities support innovative activities: an exploration of assistance and sharing among end-users. *Research Policy*, 157/78 (2002)
- 3) Daichi Yoshida.: Role of Community in User Innovation Generation and Diffusion, world congress on social simulation, (2012)
- 4) Kotaro OHORI, Mariko IIDA, and Shingo TAKAHASHI.: Virtual Grounding for Facsimile Model Construction Where Real Data Is not Available, *The Society of Instrument and Control Engineers*, vol.6, No.2, 108/116, (2013)
- 5) Vázquez, A.: Growing network with local rules: preferential attachment, clustering hierarchy, and degree correlations. *Physical Review E*67 (2003)