京都大学防災研究所年報　第 57 号 B　平成 26 年 6 月
Annuals of Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., No. 57 B, 2014

災害復興における公共空間と共同的実践の変容に関するゲーム論的研究

Game Theoretic Model of Change of Collective Practice in Public Space after Disaster

小谷仁務 (1)・横松宗太

Hitomu KOTANI(1) and Muneta YOKOMATSU

(1) 京都大学大学院工学研究科

(1)Graduate School of Engineering, Kyoto University, Japan

Synopsis

Environmental transformation during a disaster recovery process may change a local convention and relationships. Since the local residents' behavior (practice) is a collective practice with other residents and local environment, environmental transformation may lead to an alternative choice of practice. Applying game theory, this study formulates the structure of collective practice to analyze the feasibility of local "traditional" and "innovative" practice, the transfiguration process of its ratio, and so on. Moreover, focusing on the different experiences in traditional practice and asymmetric information between old timers (people who have been living in the community since before disaster) and newcomers (people who have emigrated to the community after disaster), this study reveals these effects on the choice of the local practice and proposes the measurement for the coexistence of various practices.

キーワード: 災害復興, 共同的実践, アーティファクト, 住民, ゲーム理論
Keywords: disaster recovery, collective practice, artifacts, residents, game theory

1.　はじめに

防災機能の拡充等を目的とした，復興事業によるインフラの再建や公共空間の整備の難しさの一端は，それが必ずしも地域コミュニティの活性化に繋がらない可能性があることにある．復興事業によって街並みが様変わりしたことを機に，転出者が増えたり，住民が災害前のルーティンを行わなくなったり，余暇を楽しむ場所やメンバーが変わったりする．実際の事例として，しばしば神戸市長田区の JR 新長田駅近くの商店街の例が挙げられる (神戸市，2008；岡田，2011；岩手日報，2012；アジアプレス，2013；橋本・大西，2013)．このエリアの商店街はかつては狭い通りに面した下町風情溢れる商店街であったが，阪神・淡路大震災の復興事業によって広い歩道や高い天井のアーケードを備えたモダンな商店街へと形を変えた．しかし，その後，人口は減少し，商店街の賑わいは喪失した．日常生活の風景から，地元住民と店主が談笑する場面が減っていった．

本研究ではこのような問題を解釈するために，Lave and Wenger による実践共同体 (Lave and Wenger, 1991; 伊藤ら，2004) を援用する．実践共同体論によれば，あらゆる行動（実践）は 1 人では行うことができず，共同体によって行われる．それぞれの実践を行う共同体は，他のステークホルダーのみならず，空間や道具などのモノも含む．このように実践を共になすモノはアーティファクトと呼ばれる (石黒，2001)．災害によってコミュニティの構成員やアーティファクトの形態が変われば，実践共同体が変わるため，成立する実践も変化する．例えば，通りや公共スペースの形やアクセシビリティが変われば，清掃活動や祭りのやり方も変わるだろう．

実践共同体論に依れば，実践の変化は個人のアイデンティティの変化も伴う．

アーティファクトやその下での人々のあり様が，地域の共同的実践や住民のアイデンティティの成立過程にどう影響するのかを明らかにすることが望まれる．なぜなら，地域の慣習や規範，アイデンティティは，本質的に地域を成り立たせる上で重要な要素であり，これらへの影響を考慮してこそ，地域資産や公共空間の価値・役割の理解や適切な便益計測が可能となると考えるからである．

本研究では，その基礎的分析として，地域コミュニティの住民間の経験の差異やアーティファクトの改修が，地域の実践をどのように変化させるのかをゲーム理論の枠組みを用い，分析する．地域には固有の文化的コンテクストに沿った「伝統的実践」が存在する．その一方，若い世代や外から転入する住民が，当該地域にとっての「革新的実践」を持ち込むことがある．本研究では，両方の実践がいかに共存できるのか，どのような状況でどちらかが駆逐されるのかを明らかにすることを目的とする．また，異なる経験をもつ住民が交流する機会の意義について考察する．

以下，2. では，神戸市長田区の商店街の事例を紹介し，次いで本研究の枠組みについて述べる．3. では，共同的実践の選択問題を定式化し，個々の住民の経験に関する情報が共有されていないケースについて分析する．4. では，住民が互いに相手の経験を理解しているケースについて分析する．5. では，3. と 4. の結果を応用し、より現実的な災害後の状況を対象とする．すなわち地域には災害前から住んでいる住民と，災害後に転入してくる住民がいる．そして前者は後者が「伝統的実践」を理解していないことを知っているが，後者の視点からは誰が「伝統的実践」に通暁しているかがわからないという，情報の非対称性が存在するケースを考える．6. では，本研究で得られた知見と今後の課題を整理する．

2.　本研究の基本的な考え方

2. 1　神戸市新長田における買い物行動の変容

本研究では，地域の物理的な環境であるアーティファクトが変わることによって，住民による共同的実践が変容する構造について分析する．本節では具体的事例として，神戸市長田区の大正筋商店街における阪神・淡路大震災前後の変化を紹介する (神戸市，2008；岡田，2011；岩手日報，2012；アジアプレス，2013；橋本・大西，2013).

大正筋商店街は JR 新長田駅付近から 500m ほど離れたところに位置する．震災前には狭い通りに多くの店が密着して並び，1 つの視界にいろいろな店の商品が混とんと収まるような景観をもつ，下町風情が漂う商店街であった．しかし，1995 年の阪神・淡路大震災において，神戸市長田区は家屋の倒壊に加えて火災の延焼による被害を受けた．その際，店舗が密集して道幅が狭かったことにより，消防車が通れずに被害は拡大した．被災後，神戸市はこの反省を踏まえて，新長田駅南側のエリアに耐震耐火の建築化を重視した復興事業を行った．復興事業によって，当地域には住宅を複合した高層ビルが立ち並んだ．そして，商店街は道幅が広く屋根が高い近代的なアーケード街へと変貌した．

大正筋商店街のアーケードは地上 2 階と地下 1 階の構造をもつ．しかし，現在 2 階と地下の一部はシャッターを閉めた区画が目立つ．1 階部分でもシャッターを閉めた店が見られる．震災後，新しい商店街から客足は遠のき，通りは閑散とするようになった．それによって，再開発ビルの店舗は賃貸でも借り手が見つからなかったり，店舗の資産価値の下落によって，廃業を決めても売却できなかったりする問題も発生した．このような状況は「復興災害」とも称されている (岩手日報，2012).

近年，店や地域コミュニティのさまざま努力によって，売上高は上昇してきている．しかしその一方で，小谷ら (2013) が現地で行ったインタビュー調査の中で，ある店主は，地域住民の昨今の生活では，地元商店街で良く知り合った店主と会話しながら買い物をすることの意義が薄くなったと嘆いている．さらに，著者らによる，約 100 人の買い物客を対象としたアンケート調査では，震災前から住んでいる人の 48%，震災後から住んでいる人の 41%が買い物時におしゃべりをすると回答した．大きな差はないが，震災後から住み始めた人よりも，震災前から住んでいる人の方がおしゃべりをしながらの買い物を行っていることがわかった．

本研究では，以上の現象を，商店街の物理的形態が人々の買い物行動の質を変化させたものと解釈する．すなわちアーティファクトとしての新しい環境が，「おしゃべりをしながら買い物をする」という実践に適していないために，デパートで行うような無言の買い物行動へと変容したものと考える．その際，地域で過ごした時間の長さやそこでの経験の度合いが行動の選択に影響をもたらす点を考慮する．本研究では数理モデルを用いた分析によって一般性をもつ理論的知見を導くことを目的とするが，随時「おしゃべりをしながら買い物をする」ことを伝統

的な実践の例として,「おしゃべりをせずに，商品のみを見て買い物をする」ことを新しい実践の例として参照した記述を行う.

2. 2　本研究の枠組み

本研究はLave and Wengerの実践共同体論に則って，地域の文化や慣習の実践の主体をモデル化する．そして，それぞれの実践の実現や，その動学的な普及や衰退の過程をゲーム理論によって記述する．進化ゲームや繰り返しゲームを用いて文化や慣習の形成過程を捉える研究には膨大な蓄積がある (Sugden, 2004; 松井，2002; Bertacchini et al., 2012)．しかしながら，実践共同体論に準拠して，明示的に他者やアーティファクトとの共同的実践の構造を数理的にモデル化し，ゲーム理論を応用して分析した例は著者らの知る限り存在しない.

実践共同体論では，それぞれの実践共同体の中の役割や関係をアイデンティティと考える．本研究では各実践の拡がりや消滅の可能性に関心を集中するため，個人のアイデンティティには焦点を当てないが，実際に実践の選択問題とアイデンティティの形成問題は密接に関係している．そしてアイデンティティの形成問題に関しては，近年，Akerlof and Krantonを嚆矢とした数理的モデル化が進んでいる (Akerlof and Kranton, 2000; 2002; 2005; 2008; 2010)．Akerlof and Kranton(2000)（以下,「AKモデル」と呼ぶ）は社会的カテゴリーに基づく効用関数を導入し，個人がそれらの複数のカテゴリーの中から1つを選択することをアイデンティティの形成と呼んでいる．そして，あるカテゴリー，すなわちアイデンティティを選択すると，個人はその社会的イメージから直接的に効用を得ると同時に，自分の個人的属性がそのイメージにどれだけ近いかを評価して，遠ければその分だけ効用が減少するような枠組みを定式化している.

実践共同体論が定義するアイデンティティの概念は，AKモデルが援用するアイデンティティの概念とは異なるものである．本研究は実践共同体論を基礎とするが，それぞれの実践から得られる効用水準の定式化に際してAKモデルの一部の構造を応用する．すなわち，個人は選択した実践の社会的イメージから効用を得ると同時に，個人的属性としての経験不足に起因して，そのイメージが完全には体現できないことによって効用が減少するものと考える.

一方，防災分野においては，実践共同体論を用いて，地域防災活動や防災教育の実践について考察した研究が蓄積されている (矢守，2006；孫ら，2012)．また，災害復興による環境と住民の関係の変化に着目した研究も存在する (山崎，2010)．それらの多くは綿密なフィールド調査に基づいた質的研究である．本研究は，可能な限り単純な数理的モデルを用いて，災害復興後に文化的慣習が変化するときの本質的構造を明らかにする点に特徴がある.

3.　共同的実践の選択モデル

3. 1　実践の効用

1つの地域コミュニティを考える．そこには地域の文化的コンテクストに沿った，ある伝統的形態の実践が存在するものとする．その一方で，伝統には囚われない新しい形態の実践も存在し，1つの機会にはどちらかが行われるものとする．前者を「伝統的実践 Trad」(Traditional) と呼び，後者を「革新的実践 Innov」(Innovative) と呼ぶこととする.

地域には多様な「伝統経験量」をもった個人が存在するとする．例えば，地域に長く居住している個人や，積極的に地域文化を勉強してきた個人ほど「伝統経験量」が高いと考える．個人 i の伝統経験量を h_i により表す．h_i は $0 \leq h_i \leq 1$ の範囲に連続的に一様分布しているものとする．個人 i は当該地域で出会う住民 j と1つの実践を行うものとする．選択可能な実践は，上記の伝統的実践 Trad と革新的実践 Innov の2種類であるとする．すなわち，選択可能な実践の集合を $\mathbf{C}$ と表すと以下の関係が成立する.

$$\mathbf{C} = \{\mathrm{Trad}, \mathrm{Innov}\} \tag{1}$$

個人 i が選択した実践を c_i $(\in \mathbf{C})$ により表すこととする.

実践 Trad，Innov がもたらす効用は，それが行われる空間の物理的環境に依存する．物理的環境は実践における「アーティファクト」となる．換言すると，実践 Trad，Innov は自分 i と相手 j とアーティファクトの3者で構成された実践共同体によって行われると仮定する．そして，アーティファクトの状態をパラメータ ω で表し,「アーティファクト水準」と呼ぶこととする．ω も $0 \leq \omega \leq 1$ の範囲に存在するものとし，$\omega = 1$ は昔から地域に存在する伝統的な形態のアーティファクトを，$\omega = 0$ は地域にとってモダンで革新的な形態のアーティファクトを意味するものとする．先述の新長田の商店街の例では，アーティファクト水準 $\omega = 1$ は震災前の商店街に，$\omega = 0$ は復興後の刷新された商店街に対応する.「伝統的実践 Trad」は「おしゃべりをしながら買い物をする」ことに,「革新的実践 Innov」は「おしゃべ

りをせずに，商品のみを見て買い物をする」ことに対応する．なお，具体例としての「おしゃべりをせずに買い物をする」という行動を「革新的」と形容することは適切ではないかもしれないが，本モデルでは便宜上，地域にもたらされる新しい行動全般を「革新的実践」と称することとする．

2 人の個人が出会ったとき，両者が選択する実践が一致するときに共同的実践が実現して正の効用が生まれるものと仮定する．すなわち伝統経験量 h_i をもつ個人 i と，h_j をもつ個人 j がともに実践 Trad を選択したとき，個人 i は以下の効用 U_i を得る．

$$U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega) = I(\mathrm{Trad};\omega) - \beta\{(1-h_i) + \gamma(1-h_j)\} \quad (2)$$

式 (2) の右辺第 1 項の $I(\mathrm{Trad};\omega)$ は，アーティファクト水準が ω にある環境で実践 Trad が行われるときの「社会的イメージ」を表している．例えば，漁港の市場において威勢よく「生きがいいのをちょうだい」，「これももってけや」と掛け合う光景などが該当する．すなわち，行動がその場の文化的コンテクストに適合したときに生まれる文化の体現であり，そのイメージと価値評価は社会で共有されているものとする．本モデルでは社会的イメージの価値 $I(\mathrm{Trad};\omega)$，$I(\mathrm{Innov};\omega)$ はアーティファクト水準 ω に依存し，以下の関係を満たすものと仮定する．

$$\frac{\partial I(\mathrm{Trad};\omega)}{\partial \omega} > 0, \quad \frac{\partial I(\mathrm{Innov};\omega)}{\partial \omega} < 0 \quad (3)$$

すなわち実践 Trad にとっては，アーティファクト水準 ω が高いほど，例えば伝統的な造形の空間ほど，実践 Trad の社会的イメージが高いものとする．一方，実践 Innov にとっては，アーティファクト水準 ω が小さいほど，例えばモダンな造形の空間ほど，社会的イメージが高いものとする．

しかしながら個人は各実践を完全に社会的イメージ通りに行えるわけではない．実践 Trad を行う 2 人の伝統経験量 (h_i, h_j) が十分でなければパフォーマンスの質は下がる．式 (2) の右辺第 2 項は，2 人の実践 Trad の質による効用の減少を意味している．例えば $(h_i, h_j) = (1, 1)$ であれば，2 人は実践 Trad を完全なレベルで行える資質を持ち合わせているため，第 2 項は 0 になり，効用 $U_i(\cdot)$ は社会的イメージ $I(\mathrm{Trad};\omega)$ に一致する．それに対して，$(h_i, h_j) = (0, 0)$ であれば，効用は社会的イメージからの最大の減少を被ることになる．なお，パラメータ $\beta\ (\geq 0)$ は，社会的イメージ $I(\mathrm{Trad};\omega)$ と個人的属性 (h_i, h_j) の間のウェイトを表す．$\gamma\ (0 \leq \gamma \leq 1)$ は自分 i と相手 j の伝統経験量の間の重要性のウェイトを表す．

伝統経験量 h_i は，値が小さいほど，逆に革新的経験を多くもっているものと仮定する．すなわち $(1-h_i)$ が革新的文化経験量に相当すると考える．例えば，子どもの頃から買い物はコンビニエンスストアやデパート，インターネットばかりで行ってきて，そこでの振る舞い方が深く根付いているような個人が該当する．式 (2) と同様に考えることにより，2 人がともに実践 Innov を選択したときの，個人 i の効用 U_i を以下のように仮定する．

$$U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega) = I(\mathrm{Innov};\omega) - \beta\{h_i + \gamma h_j\} \quad (4)$$

例えば $(h_i, h_j) = (0, 0)$ であれば，2 人は完全なレベルで実践 Innov を行い，効用 $U_i(\cdot) = I(\mathrm{Innov};\omega)$ を得ることができる．

2 人はそれぞれに同時に実践 Trad か実践 Innov かを決定するものとする．そして 2 人が選択した実践が一致したときのみ，式 (2),(4) で与えられる効用が得られるものとする．2 人が異なる実践を選択したときには効用は 0 になる．すなわち効用水準は，2 人の選択に関して離散的であるとする．それに対してアーティファクトは，式 (3) に示すように，効用を連続的に変化させるものと仮定する．モダンなデパートにおいても，食品売り場で売り手が買い手に試食を提供しながら夕食の献立の話に花が咲くこともあり，この仮定は一定の現実性をもつものと考える．

以上をまとめると，地域において個人 i は相手 j とアーティファクトとともに共同的実践を行う．相手 j と同じ実践を選択したときに共同的実践が実現し，その社会的イメージはアーティファクト水準 ω に依存する．そして実践の効用は，選ばれた実践の社会的イメージ $I_i(\cdot)$ と，その社会的イメージを自分と相手の経験量 (h_i, h_j) をもってどのくらいの水準で満たすことができるかという 2 つの部分から構成される．

以後，本モデルでは，分析の見通しを良くするために $\beta = 1, \gamma = 1$ を仮定する．β, γ を先述の範囲で一般化したとしても本質的結論は変わらない．$\beta = 1, \gamma = 1$ のとき，両実践の効用水準は以下のように表される．

$$U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega) = I(\mathrm{Trad};\omega) + h_i + h_j - 2 \quad (5a)$$

$$U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega) = I(\mathrm{Innov};\omega) - h_i - h_j \quad (5b)$$

共同的実践が成立したときの正の効用を保証するため，$I(\mathrm{Innov};\omega) > 2$，$I(\mathrm{Trad};\omega) > 2$ を仮定する．

3．2　相手の経験を知らないケース

(1)　実践の選択

はじめに，住民同士が他人の伝統経験量 h_j を知らないケースを分析する．このケースを便宜的に「全員が知り合いでない社会」と呼ぶ．ここではアーティファクトの状態 ω は共有知識になっている．しかし個人にとって，ランダムに出会う個々の相手の伝統経験量はわからない．よって，個人は地域全体の過去の実績に基づいて，今期に各実践が選択される割合を予想する．長田区の商店街の例で言えば，住民のそれぞれがかつてどれくらい地域と関わりをもってきたかについて知らないまま，「最近は ◯ 割くらいの人がおしゃべりをしながら買い物をしているようだ」といった観察に基づいて，これから自分がおしゃべりをしながら買い物しようか，無言で買い物をしようか考えるような状況を対象とする．

伝統経験量の分布は $0 \leq h_i \leq 1$ の一様分布とし，これは社会の共有知識であるとする．密度関数を $f(h_j) = 1\ (0 \leq h_i \leq 1)$ により表す．そして本章では，個々人は各 t 期において「前期に実践 Innov を選択した人の割合は $x(t-1)$，実践 Trad を選択した人の割合は $1-x(t-1)$」という情報のみをもっていると仮定する．そして，実際に出会う相手の個人的な伝統経験量を知らないまま，自分の実践を選択するものと仮定する．この仮定の下では，個人は「今期に，相手の伝統経験量が $x(t-1) < h_j \leq 1$ の人は Trad を選択し，$0 \leq h_j \leq x(t-1)$ の人は Innov を選択する」と合理的に推論する．

このとき，伝統経験量 h_i をもつ個人が実践 Trad, Innov を選択するときの期待効用 $EU_i(\mathrm{Trad};h_i,\omega)$ と $EU_i(\mathrm{Innov};h_i,\omega)$ は以下のようになる．自分が実践 Trad をとるとき，相手も実践 Trad をとれば正の効用を得ることができるので，実践 Trad をとることの期待効用は次式で与えられる．

$$
\begin{aligned}
&EU_i(\mathrm{Trad};h_i,\omega)\\
&\quad = \int_{x(t-1)}^{1} U_i(\mathrm{Trad};h_i,h_j,\omega) f(h_j)dh_j\\
&\quad = \left(I(\mathrm{Trad};\omega) - (2-h_i)\right)(1-x(t-1))\\
&\qquad + \frac{1}{2}(1-x(t-1)^2)
\end{aligned} \tag{6}
$$

同様に，自分が実践 Innov をとるときには，相手も実践 Innov をとれば正の効用を得ることができるので，実践 Innov とることの期待効用は次式のように決まる．

$$
\begin{aligned}
&EU_i(\mathrm{Innov};h_i,\omega)\\
&\quad = \int_{0}^{x(t-1)} U_i(\mathrm{Innov};h_i,h_j,\omega) f(h_j)dh_j\\
&\quad = \left(I(\mathrm{Innov};\omega) - h_i\right)x(t-1) - \frac{1}{2}x(t-1)^2
\end{aligned} \tag{7}
$$

したがって実践 Trad が選択される条件は以下のようになる．

$$
\begin{aligned}
&EU_i(\mathrm{Trad};h_i,\omega) > EU_i(\mathrm{Innov};h_i,\omega)\\
&\Leftrightarrow h_i > \left(I(\mathrm{Innov};\omega) + I(\mathrm{Trad};\omega) - 2\right)x(t-1)\\
&\qquad\qquad -I(\mathrm{Trad};\omega) + \frac{3}{2} \qquad (8a)\\
&\qquad\qquad := \bar{h}(t) \qquad (8b)
\end{aligned}
$$

すなわち個人 i は自身のもつ h_i に応じて，以下のように実践 c_i を選択する．

$$0 \leq h_i \leq \bar{h}(t) \quad \Rightarrow \quad c_i = \mathrm{Innov} \tag{9a}$$

$$\bar{h}(t) < h_i \leq 1 \quad \Rightarrow \quad c_i = \mathrm{Trad} \tag{9b}$$

今期に実践の選択を分ける境界経験量 $\bar{h}(t)$ は，今期に実践 Innov を選択する個人の割合に一致する．よって，$x(t) = \bar{h}(t)$ より次式が従う．

$$
\begin{aligned}
x(t) &= \left(I(\mathrm{Innov};\omega) + I(\mathrm{Trad};\omega) - 2\right)x(t-1)\\
&\quad -I(\mathrm{Trad};\omega) + \frac{3}{2} \qquad (10a)\\
&:= C_1 \cdot x(t-1) + D_1 \qquad (10b)
\end{aligned}
$$

$x(t)$ の動学を見ることにより，地域で 2 つの実践の割合の変化過程を知ることができる．

(2)　アーティファクトと実践

$I(\mathrm{Innov};\omega) > 2$，$I(\mathrm{Trad};\omega) > 2$ より，$C_1 > 1$，$D_1 < 0$ が成立する．このとき $x(t) = x(t-1)$ と式 (10b) は $0 \leq x(t) \leq 1$ に交点をもち，その値は以下のように決まる．

$$x(t) = \frac{2I(\mathrm{Trad};\omega) - 3}{2(I(\mathrm{Innov};\omega) + I(\mathrm{Trad};\omega) - 3)} := \tilde{x} \tag{11}$$

交点 $\tilde{x}$ を Fig. (2) に示す．図からわかる通り，交点 $\tilde{x}$ は不安定均衡になる．よって期が進むことにより，実践 Innov の割合 $x(t)$ は，初期値 $x(0)$ が $\tilde{x}$ に一致しない限り，時間を経て 0 か 1 に収束する．実践 Trad と Innov を分ける境界経験量 $\bar{h}(t)$ も $x(t)$ と一緒に 0 か 1 に収束する．

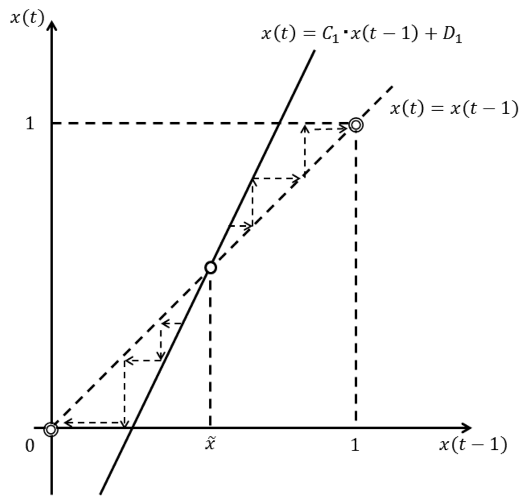

Fig. 1 Dynamics of $x(t)$

アーティファクト水準 ω と不安定均衡点 $\tilde{x}$ は，式 (3) を考慮すれば，以下の関係をもつ．

$$\frac{\partial \tilde{x}}{\partial \omega} = \frac{1}{2(I(\mathrm{Innov};\omega)+I(\mathrm{Trad};\omega)-3)^2}\cdot \left(\frac{\partial I(\mathrm{Trad};\omega)}{\partial \omega}(2I(\mathrm{Innov};\omega)-3) - \frac{\partial I(\mathrm{Innov};\omega)}{\partial \omega}(2I(\mathrm{Trad};\omega)-3)\right) > 0 \tag{12}$$

よって，実践 Innov の割合 $x(t)$ が 0 に収束するための $x(0)$ の範囲が大きくなる．すなわちアーティファクトがより伝統的な形態をもつほど，伝統的実践が支配する社会に収束する領域が増加する．

本章の結果は以下のようにまとめられる．個々人の伝統経験量を互いに知り合っていない地域では，個人は地域全体の実践の割合を観察しながら，実践を選択する．その結果，時間が経過すると，地域には革新的実践か伝統的実践かのどちらかしかなくなってしまう．どちらに向かうかは初期条件 $x(0)$ に依存する．アーティファクトの形態は，単独で収束先を決めるものではないが，初期条件の範囲と収束速度に影響を及ぼす．よって，革新的実践の割合が大きい状態から出発するとしても，アーティファクトが地域の歴史を表現していれば，伝統的実践の割合が増加していく可能性がある．

4.　相手の経験を知っているケース

4. 1　モデルの前提

住民同士が他人の伝統経験量 h_j を知っているケースを分析する．このケースを「全員が知り合いの社会」と呼ぶ．ここでは各個人は，出会う相手の伝統経験量 h_j に応じて，自身のとる実践を選択することができる．

本研究では議論の対象を以下のクラスの戦略に限定する．各個人は相手の伝統経験量 h_j を観察して，自分と相手の伝統経験量の和 $(h_i + h_j)$ が，ある一定水準 z 以上である状況を状況 A，z より小さい水準である状況を状況 B と定義する．Fig. 2 は自分と相手の伝統経験量の和 $(h_i + h_j)$ の軸の上での状況 A，B の範囲を示す．そして個人は状況 A，状況 B に応じて実践を選択する．

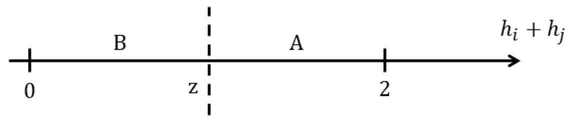

Fig. 2 Threshold z and situation A，B

このような戦略 S を $S = (p, q)$ により定義する．この表記は，境界 z により分けられる状況 A と状況 B を与件として，「個人は状況 A であれば確率 p で実践 Innov を，確率 $(1-p)$ で実践 Trad を選択し，一方で状況 B であれば確率 q で実践 Innov を，確率 $(1-q)$ で実践 Trad を選択する」ことを意味する．z を内生的に決定する戦略のクラスを考えることもできるが，ここでは場合分けの煩雑さを避けるために z は与件とした戦略を分析することとする．また，前章と同様に，相手と同じ実践を選んだ場合のみ正の効用が得られ，相手と異なる実践を選べば効用は 0 となるものとする．

4. 2　戦略の進化的安定性

戦略 $S(p, q)$ の進化的安定性を調べよう．進化的安定戦略 (Evolutionarily Stable Strategy，以下「ESS」と呼ぶ)(Smith, 1973) は以下のように定義される．「戦略 I に対する戦略 J の期待利得を $E(J, I)$ と定義すると，全ての J $(\neq I)$ に対して $E(I, I) > E(J, I)$ であれば，I は ESS である．また，ある J について $E(I, I) = E(J, I)$ であるときには，$E(I, J) > E(J, J)$ であれば，I は ESS である.」換言すれば，ESS とは，もしある行動に全員が従っているときに，そこから逸脱するような人たちがわずかに存在すれば，その人たちは逸脱しない人たちと比べ，より良い状態になれないような行動パターンのことである (Sugden, 1989)．本モデルでは期待利得は期待効用水準に対応する．

(1)　混合戦略

はじめに，$0 \leq p \leq 1$, $0 \leq q \leq 1$ の混合戦略が ESS かどうかを検討する．ある混合戦略として $S_1 = (p, q)$，別の混合戦略として $S_2 = (p', q')$ を考える．ただし $(p', q') \neq (p, q)$ $(0 \leq p' \leq 1, 0 \leq q' \leq 1)$ である．$E(S_1, S_1)$ と $E(S_2, S_1)$ を比較する．

$$
\begin{aligned}
&E(S_1,S_1) - E(S_2,S_1) \\
&= \int_{z-h_i}^{1} (p(p-p')U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega) \\
&\quad +(1-p)(p'-p)U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega))\, dh_j \\
&\quad + \int_{0}^{z-h_i} (q(q-q')U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega) \\
&\quad\quad +(1-q)(q'-q)U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega))\, dh_j
\end{aligned} \tag{13}
$$

上式の値が非正になるような戦略 S_2 があれば，その戦略 S_2 は戦略 S_1 をとる集団に侵入可能である．$E(S_1, S_1) - E(S_2, S_1)$ の符号を調べるために，数値計算を行う．パラメータには以下の値を用いる．

$$
z = 1, \quad I(\mathrm{Innov}; \omega) = I(\mathrm{Trad}; \omega) = 4 \tag{14}
$$

S_1 の p と q 及び S_2 の p' と q' をそれぞれ 0.1 間隔で一様に分布させて，0 から 1 の間を 0.1 間隔で各 h_i について $E(S_1, S_1) - E(S_2, S_1)$ がどのような値をとるのかを分析した．結果として，全ての h_i について $E(S_1, S_1) - E(S_2, S_1) < 0$ となる S_2 が存在した．Table 1 に結果の一例として $h_i = 0.5$ のケースを示す．表の数値は $h_i = 0.5$ の個人についての，$\{E(S_1, S_1) - E(S_2, S_1)\}$ の S_2 に関する最小値，すなわち $\min_{S_2}\{E(S_1, S_1) - E(S_2, S_1)\}$ を表わしている．例えば，$p = 0.1$ と $q = 0.2$ のセルの数字 -0.2875 は，$p = 0.1$ と $q = 0.2$ を固定し，$0 \leq p' \leq 1$ と $0 \leq q' \leq 1$ をそれぞれ 0 から 1 の間を 0.1 間隔で変化させたときの $\min_{S_2}\{E(S_1, S_1) - E(S_2, S_1)\}$ を表わしている．以上より，$0 < p < 1$ かつ/または $0 < q < 1$ である混合戦略 $S_1 = (p, q)$ は ESS ではないことがわかる．

(2)　純粋戦略

次いで，純粋戦略が ESS かどうかを検討する．純粋戦略は p と q が 0 か 1 かの値のみをとる戦略であり，$S_3 = (0, 0)$，$(0, 1)$，$(1, 0)$，$(1, 1)$ の 4 つの戦略が該当する．すなわち，状況 A では実践 Trad か実践 Innov かのどちらかを必ず選択し，状況 B でも実践 Trad か実践 Innov かのどちらかを必ず選択するという戦略を意味する．例えば，戦略 $(0, 1)$ の場合，状況 A では実践 Trad を選択し（実践 Innov を確率 0 で選択し），状況 B では実践 Innov を選択する．これより 4 つの純粋戦略について，$E(S_3, S_3) - E(S_2, S_3)$ の符号を調べることとする．

- $S_3 = (0, 0)$ のとき

$$
\begin{aligned}
&E(S_3,S_3) - E(S_2,S_3) \\
&= \int_{z-h_i}^{1} p'U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega)dh_j \\
&\quad + \int_{0}^{z-h_i} q'U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega)dh_j > 0
\end{aligned} \tag{15}
$$

- $S_3 = (0, 1)$ のとき

$$
\begin{aligned}
&E(S_3,S_3) - E(S_2,S_3) \\
&= \int_{z-h_i}^{1} p'U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega)dh_j \\
&\quad + \int_{0}^{z-h_i} (1-q')U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega)dh_j > 0
\end{aligned} \tag{16}
$$

- $S_3 = (1, 0)$ のとき

$$
\begin{aligned}
&E(S_3,S_3) - E(S_2,S_3) \\
&= \int_{z-h_i}^{1} (1-p')U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega)dh_j \\
&\quad + \int_{0}^{z-h_i} q'U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega)dh_j > 0
\end{aligned} \tag{17}
$$

- $S_3 = (1, 1)$ のとき

$$
\begin{aligned}
&E(S_3,S_3) - E(S_2,S_3) \\
&= \int_{z-h_i}^{1} (1-p')U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega)dh_j \\
&\quad + \int_{0}^{z-h_i} (1-q')U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega)dh_j > 0
\end{aligned} \tag{18}
$$

以上のように全ての純粋戦略 $S_3 = (0, 0)$，$(0, 1)$，$(1, 0)$，$(1, 1)$ について $E(S_3, S_3) - E(S_2, S_3) > 0$ が成立する．よって 4 種類の純粋戦略は全て ESS であることがわかる．

4. 3　社会的最適な進化的安定戦略

戦略の進化的安定性は期待効用の最大化を保証するものではない．本節では，進化的安定である純粋戦略 $(0, 0)$，$(0, 1)$，$(1, 0)$，$(1, 1)$ のうち，どの戦略が社会的最適な戦略か調べることとする．それぞれの純粋戦略 S_3 が普及した社会毎に期待効用水準

Table 1 $min_{S_2}\{E(S_1,S_1)-E(S_2,S_1)\}$ for all p and q in case of $h_i=0.5$

		q										
		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
p	0	0.0000	-0.1075	-0.1550	-0.1425	-0.0700	-0.0625	-0.1700	-0.2175	-0.2050	-0.1325	0.0000
	0.1	-0.1325	-0.2400	-0.2875	-0.2750	-0.2025	-0.1950	-0.3025	-0.3500	-0.3375	-0.2650	-0.1325
	0.2	-0.2050	-0.3125	-0.3600	-0.3475	-0.2750	-0.2675	-0.3750	-0.4225	-0.4100	-0.3375	-0.2050
	0.3	-0.2175	-0.3250	-0.3725	-0.3600	-0.2875	-0.2800	-0.3875	-0.4350	-0.4225	-0.3500	-0.2175
	0.4	-0.1700	-0.2775	-0.3250	-0.3125	-0.2400	-0.2325	-0.3400	-0.3875	-0.3750	-0.3025	-0.1700
	0.5	-0.0625	-0.1700	-0.2175	-0.2050	-0.1325	-0.1250	-0.2325	-0.2800	-0.2675	-0.1950	-0.0625
	0.6	-0.0700	-0.1775	-0.2250	-0.2125	-0.1400	-0.1325	-0.2400	-0.2875	-0.2750	-0.2025	-0.0700
	0.7	-0.1425	-0.2500	-0.2975	-0.2850	-0.2125	-0.2050	-0.3125	-0.3600	-0.3475	-0.2750	-0.1425
	0.8	-0.1550	-0.2625	-0.3100	-0.2975	-0.2250	-0.2175	-0.3250	-0.3725	-0.3600	-0.2875	-0.1550
	0.9	-0.1075	-0.2150	-0.2625	-0.2500	-0.1775	-0.1700	-0.2775	-0.3250	-0.3125	-0.2400	-0.1075
	1	0.0000	-0.1075	-0.1550	-0.1425	-0.0700	-0.0625	-0.1700	-0.2175	-0.2050	-0.1325	0.0000

$E(S_3,S_3)$ を算出して，どの S_3 の社会で $E(S_3,S_3)$ が最大になるかを検討する．$z=1$ を仮定して数値計算を行った結果，$I(\mathrm{Innov};\omega)$ と $I(\mathrm{Trad};\omega)$ の関係に応じて，以下のように社会的最適 ESS が決まることがわかった．

- $I(\mathrm{Innov};\omega) < I(\mathrm{Trad};\omega)$ のとき，Fig. 3 が示す通り，$S_3=(0,0)$ が社会的最適 ESS である．
- $I(\mathrm{Innov};\omega) > I(\mathrm{Trad};\omega)$ のとき，Fig. 4 が示す通り，$S_3=(1,1)$ が社会的最適 ESS である．
- $I(\mathrm{Innov};\omega) = I(\mathrm{Trad};\omega)$ のとき，Fig. 5 が示す通り，$S_3=(0,1)$ が社会的最適 ESS である．

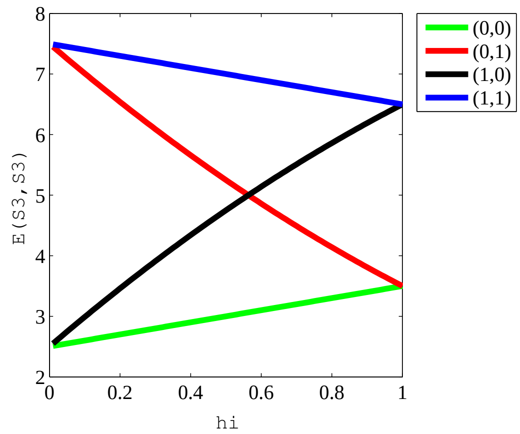

Fig. 4 $E(S_3,S_3)$ in case of $I(\mathrm{Innov};\omega)=8$ and $I(\mathrm{Trad};\omega)=4$

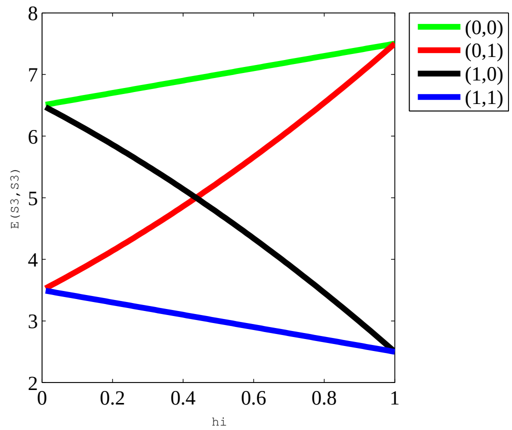

Fig. 3 $E(S_3,S_3)$ in case of $I(\mathrm{Innov};\omega)=4$ and $I(\mathrm{Trad};\omega)=8$

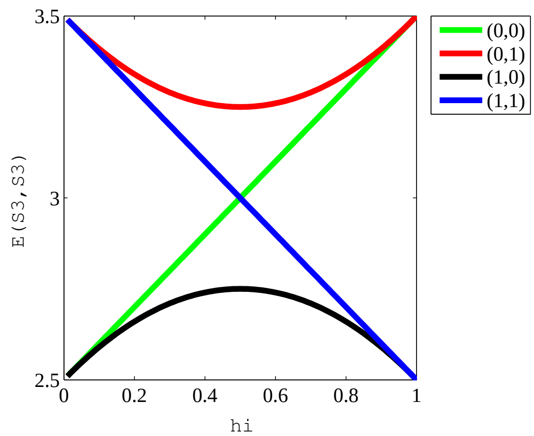

Fig. 5 $E(S_3,S_3)$ in case of $I(\mathrm{Innov};\omega)=I(\mathrm{Trad};\omega)=4$

したがって，Innov の社会的イメージが Trad のそれより小さければ (大きければ)，相手の経験量に関係なく実践 Trad(実践 Innov) をとる戦略が社会的最適 ESS になる．一方，Innov と Trad の社会的イメージが等しいときには，状況 A で実践 Trad をとり，状況 B で実践 Innov をとる戦略が社会的最適 ESS になる．

4. 4　社会的最適な状況の境界値

既述のように本モデルでは，状況 A と B を分ける境界値 z は外生的に与えた．そして式 (15)-(18) によって，4 つの純粋戦略は任意の z の下で ESS となることが示された．本節では社会的最適な境界値 z^* について検討する．

ESS となる 4 つの純粋戦略の中で，$S_3=(0,0)$，$(1,1)$ は状況 A と B の両方で同じ実践をとるため，境界値 z は実質的に意味をもたない．また，前節で示したように，$S_3=(1,0)$ はいかなる場合も他の戦略にパレート支配されているため，重要な戦略とはいえない．そこでここでは戦略 $S_3=(0,1)$ を対象に社会的最適な境界値 z^* を求める．戦略 S_3 に対応した期待効用水準は以下のように与えられる．

$$
\begin{aligned}
&E(S_3,S_3)\\
&=\int_{z-h_i}^{1} U_i(\mathrm{Trad};h_i,h_j,\omega)dh_j\\
&\qquad+\int_0^{z-h_i} U_i(\mathrm{Innov};h_i,h_j,\omega)dh_j\\
&=\left(z-\left(1+\frac{1}{2}\left\{I(\mathrm{Innov};\omega)-I(\mathrm{Trad};\omega)\right\}\right)\right)^2\\
&\qquad+\left(I(\mathrm{Innov};\omega)-I(\mathrm{Trad};\omega)-2(h_i-1)\right)^2\\
&\qquad\quad+I(\mathrm{Trad};\omega)+h_i-\frac{3}{2}
\end{aligned}
\tag{19}
$$

社会的最適な境界値 z^* は以下のように決まる．

$$
\begin{aligned}
z^*&=\arg_z\max E(S_3,S_3)\\
&=1+\frac{1}{2}\left\{I(\mathrm{Innov};\omega)-I(\mathrm{Trad};\omega)\right\}
\end{aligned}
\tag{20}
$$

すなわち実践 Innov と実践 Trad の社会的イメージの差の半分だけ，境界値 z^* は中央の 1 からシフトすることになる．$I(\mathrm{Innov};\omega)>I(\mathrm{Trad};\omega)$ のときには，状況 B すなわち実践 Innov を選択する領域が大きくなる．また，$S_3=(0,1)$ が社会的最適 ESS となる $I(\mathrm{Innov};\omega)=I(\mathrm{Trad};\omega)$ の環境では，$z^*=1$ が社会的最適な境界値となる．

本章では，伝統経験量に関して「全員が知り合いの社会」における実践の成立可能性について分析した．「全員が知り合いの社会」では均衡は静学的になり，実践の割合が時間の経過によって変化していくことはない．そして，戦略 $S_3=(0,1)$ が採用されることにより，出会う 2 人のマッチング毎に，2 人の個性とアーティファクトの状態に適した実践が選択され，地域社会全体では伝統的実践と革新的実践が共存することが可能となる．

5.　災害後の住民の転入

5. 1　古参者と新参者

3. では各個人の伝統経験量に関して「全員が知り合いでない社会」について分析し，4. では「全員が知り合いの社会」について分析した．災害後の地域コミュニティについて考えるとき，地域には災害前から住んでいる住民と，災害後に転入してくる住民がいる．本章では前者を地域の「古参者」，後者を「新参者」と呼ぶことにする．両者は情報環境に明確な違いがある．すなわち古参者には誰が新参者かがわかる．本モデルの設定では，古参者は相手の伝統経験量の少なさを見抜くことができる．それに対して，新たに地域に住み始めた新参者には古参者と新参者の区別がつかない．本モデルにおいては，新参者には誰がどのくらい伝統に対する造詣が深いのかがわからない．本章ではこのようなケースについて考える．

これまでと同様に，伝統経験量h_jは$0\le h_j\le 1$の間に一様分布しているものとする．そしてFig. 6 に示すように，伝統経験量 h_jがある境界値 θ より大きければ古参者，それ以下であれば新参者であると仮定する．$\theta<1/2$ と仮定する．また θ は古参者のみの間の共有知識とする．新参者と古参者の意思決定問題は，3. と 4. の結果を応用することによって考えることができる．

新参者の問題は，出会う相手がどのような相手かわからないので，3. と同じ構造をもつ．一方，古参者の問題は，出会う相手が古参者か新参者かの見分けがつき，かつ全ての相手の伝統経験量h_jを知っているため，4. のフレームを拡張して考えることができる．すなわち，相手が古参者であれば相手と互いに伝統経験量を知り合っており，知り合っている事実も知り合っている．よって 4. の戦略が適用される．なお，本章では $I(\mathrm{Innov};\omega)=I(\mathrm{Trad};\omega):=I(>2)$ を仮定し，古参者は社会的最適 ESS の $S_3=(0,1)$ かつ $z^*=1$ をとるケースを対象とする．それに対して，相手が新参者であれば，相手が 3. の問題を解いて決定する実践を知ることができる．すなわち，新参者である相手 j が前期の実践 Innov の割合 $x(t-1)$ を基にした境界 $\bar{h}(t)$ と，自身の h_j を比較することによって Trad か Innov を選択することを

古参者は知っているものとする．

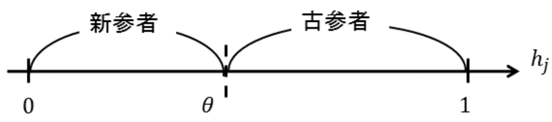

Fig. 6 Newcomers and oldtimers

5. 2　各実践の割合

(1)　$\theta < \bar{h}(t)$ のとき

新参者の伝統経験量は $h_j < \theta$ であるので，$\theta < \bar{h}(t)$ のとき，新参者は全員が実践 Innov を選択する．古参者が新参者と出会うとき，古参者は新参者に合わせて実践 Innov を選択する．古参者同士が出会う場合にも，$h_i + h_j < z^*$ であれば，実践 Innov が選択される．伝統経験量がそれぞれ h_i と h_j の 2 人が出会うときに成立する実践を Fig. 7 に示す．桃色の領域は両個人が Trad を選択する領域，青色の領域は互いに Innov を選択する領域である．この場合，出会う個人が異なる実践を選択する「空振り」は起こらない．

Fig. 7 から今期 t に実践 Innov が選択された割合 $x(t)$ を計算することができる.「空振り」が起こらないことと，伝統経験量が $0 \le h_i, h_j \le 1$ に一様分布していることに留意すると，$x(t)$ は図の青色の領域の面積で与えられる．

$$
\begin{aligned}
x(t) &= \theta^2 + 2 \cdot (1-\theta) \cdot \theta + \frac{1}{2} \cdot (1-2\theta)^2 \\
&= \theta^2 + \frac{1}{2}
\end{aligned}
\tag{21}
$$

次の $(t+1)$ 期で，新参者は式 (21) の割合を基にした境界 $\bar{h}(t+1)$ に従って実践を決める．境界 $\bar{h}(t+1)$ は，式 (8b) と同様の計算により以下のように決まる．

$$
\begin{aligned}
\bar{h}(t+1) &= 2\,(I-1) \cdot x(t) - I + \frac{3}{2} \\
&= 2\theta^2\,(I-1) + \frac{1}{2} \quad > \frac{1}{2} > \theta
\end{aligned}
\tag{22}
$$

したがって $(t+1)$ 期にも新参者は全員が実践 Innov をとることになる．よって Fig. 7 の青色の領域は変化せず，地域における実践 Innov の割合は $\theta^2+(1/2)$ で一定となる．

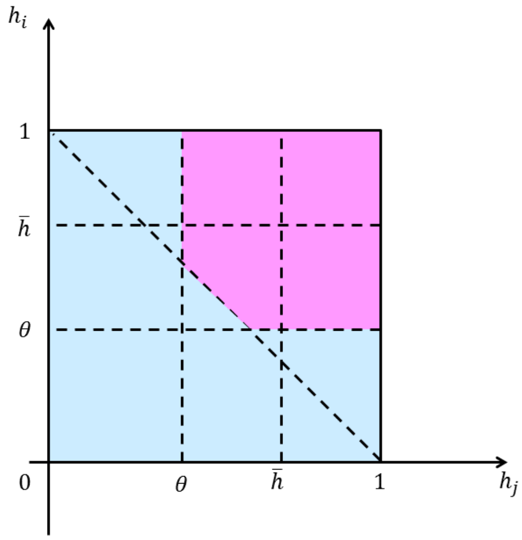

Fig. 7 A person i and j's choice of practice in case of $\theta < \bar{h}$

(2)　$\theta \ge \bar{h}(t)$ のとき

この場合には，$\bar{h}(t) < h_j \le \theta$ の範囲の伝統経験量 h_j をもつ新参者は実践 Trad を選択する．それによって，$0 \le h_j \le \bar{h}(t)$ の範囲の新参者と $\bar{h}(t) < h_j \le \theta$ の範囲の新参者が出会ったときには，それぞれ実践 Innov と実践 Trad を選択するため「空振り」が起こる．Fig. 8 に,「空振り」によって両者の効用が 0 となる領域を黄色で示す．Fig. 7 と同様に，桃色の領域は両者が Trad を選択する領域，青色の領域は両者が Innov を選択する領域である．

同様に図から今期 t に実践 Innov を選択した人の割合 $x(t)$ が分かる．$x(t)$ は青色の領域の面積と，黄色の領域の面積の 1/2 の和に等しくなる．

$$
\begin{aligned}
x(t) &= \bar{h}(t)^2 + 2 \cdot (1-\theta) \cdot \bar{h}(t) \\
&\qquad + \frac{1}{2} \cdot (1-2\theta)^2 + 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (\theta - \bar{h}(t)) \cdot \bar{h}(t) \\
&= (2-\theta) \cdot \bar{h}(t) + \frac{1}{2}(1-2\theta)^2
\end{aligned}
\tag{23}
$$

$(t+1)$ 期で，新参者は式 (23) の割合を基にした境界 $\bar{h}(t+1)$ に従って実践を決める．境界 $\bar{h}(t+1)$ は式 (8b) を用いることにより以下のように決まる．

$$
\begin{aligned}
\bar{h}(t+1) &= 2\,(I-1)\,x(t) - I + \frac{3}{2} \\
&= 2\,(I-1)\left((2-\theta)\bar{h}(t) + \frac{1}{2}(1-2\theta)^2\right) - I + \frac{3}{2} \\
&= 2(2-\theta)(I-1) \cdot \bar{h}(t) + (I-1)(1-2\theta)^2 - I + \frac{3}{2} \qquad (24a) \\
&= C_2 \cdot \bar{h}(t) + D_2 \qquad (24b)
\end{aligned}
$$

である．$C_2 > 1$ であり，D_2 は θ に応じて正か負か決まる．$D_2 = g(\theta)$ とすると $g'(\theta) < 0$，$g(0) = 1/2 > 0$，$g(1/2) = -I + (3/2) < 0$ であるので $D_2 = 0$ を満たす θ が $0 < \theta < 1/2$ に存在する．その θ を θ^* とすると，$\theta < \theta^*$ の場合と $\theta \geq \theta^*$ の場合で $\bar{h}(t)$ の遷移が異なるものとなる．

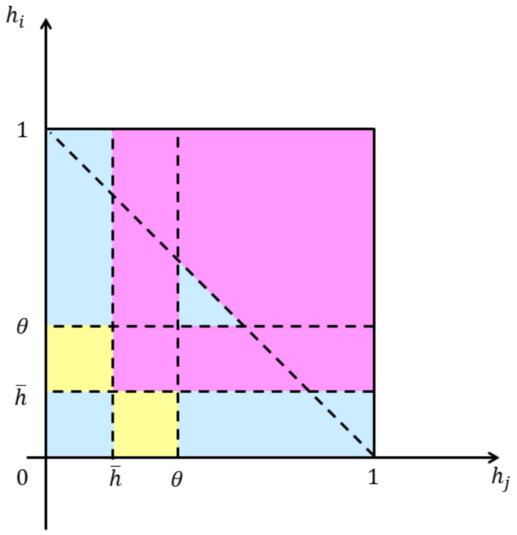

Fig. 8 A person i and j's choice of practice in case of $\theta \geq \bar{h}$

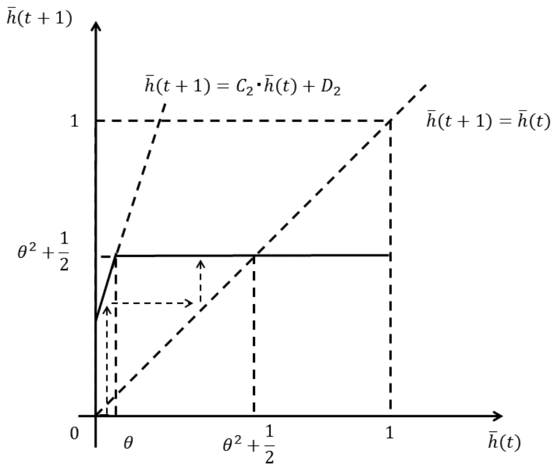

Fig. 9 Dynamics of $\bar{h}(t)$ in case of $\theta < \theta^*$

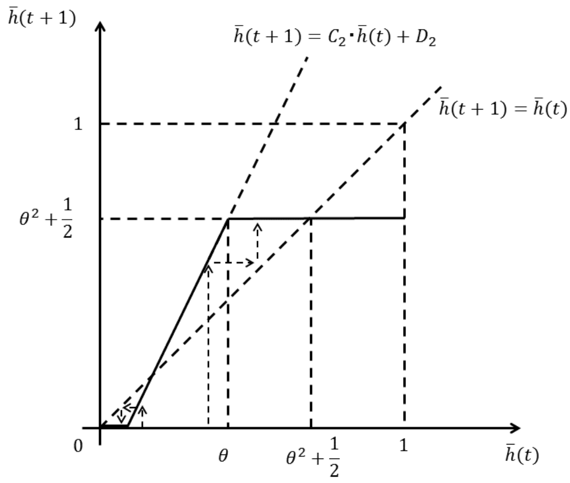

Fig. 10 Dynamics of $\bar{h}(t)$ in case of $\theta \geq \theta^*$

$\theta < \theta^*$ のときの $\bar{h}(t)$ の動学を Fig. 9 に示す．ある期に $\bar{h}(t) \leq \theta$ であっても，その後 $\bar{h}$ は上昇し，将来のある期に $\bar{h}(t') = \theta^2 + (1/2)$ に達して，Fig. 7 に表される均衡で安定することになる．そこでは新参者全員が実践 Innov を選択する．このとき実践の「空振り」はなくなり，社会全体での実践 Innov の割合は $\theta^2 + (1/2)$ になる．

一方，$\theta \geq \theta^*$ のときの $\bar{h}(t)$ の動学を Fig. 10 に示す．初期の $\bar{h}$ が大きければ，長期的に $\theta < \theta^*$ のケースと同じ均衡に到達する．それに対して初期の $\bar{h}$ が小さければ，Fig. 11 に表される，新参者全員が実践 Trad をとる均衡に到達する．この場合にも「空振り」はなくなる．実践 Innov は一部の古参者のマッチングにおいて成立するのみとなり，その割合は $(1/2) \cdot (1-2\theta)^2$ になる．

災害後に古参者と新参者が存在する地域で実現する均衡は，多くの面で 3. の結果と 4. の結果の組み合わせとして説明することができる．Fig. 7 とFig. 11 によって表される長期的な均衡は，3. の「全員が知り合いでない社会」において住民の全員が実践 Innov を選択することになるか，実践Tradを選択することになるかに至る帰結に対応している．また，災害後の古参者同士のマッチングの均衡は 4. の「全員が知り合いである社会」の帰結と同一である．一方，興味深いのは，古参者と新参者のマッチングでは，常に古参者が新参者に合わせることである．情報をもっていない者の方が，相手を自分に合わせることができる．マッチングの相手への対応力がない者の方が，実践のコミットメント効果をもつのである．また，もし全員が古参者であれば選択と均衡は静学的であるが，新参者がいるがゆえに古参者の選択にも動学が生まれる．しばしば災害後の地域コ

ミュニティにおいて，若者や転入者がイニシアティブを取りはじめ，地域のリーディング・グループの世代交代と評される現象が起こるようなケースでは，以上のような情報の非対称性も一因となっている可能性がある．

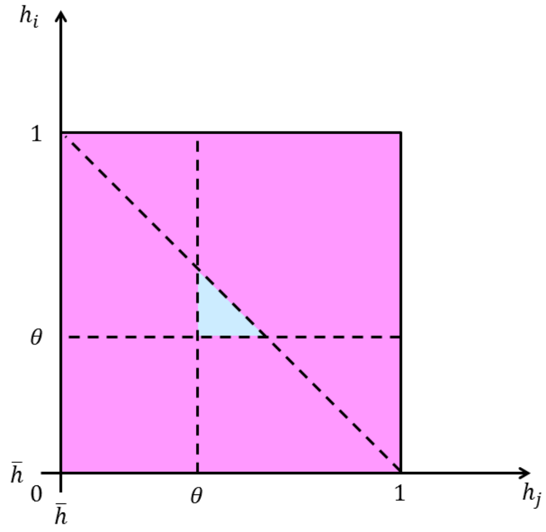

Fig. 11 A person i and j's choice of practice in case of $\bar{h} = 0$

5. 3　交流の場作り

(1)　相手の特徴の認識

古参者と新参者のマッチングでは，いずれの実践が選択される場合であっても実現する効用は高くない．新参者同士のマッチングでは「空振り」が起こるケースも存在する．

被災後の地域では，しばしば地域の有志や NGO が中心となって，地域活性化を目的とした行事や活動が生まれる．そのような企画がまず第 1 に目標とすることは，互いを良く知り合うようになることであろう．そして第 2 の目標は，異なるバックグラウンドをもった者同士のシナジーを発生させて，地域に新しい楽しみを創出することであろう．

第 1 の目標を実現するためには，例えば新参者や若者たちが SNS を用いて自己紹介をしたり，ボランティア活動等を通じて古参者や年配の世代と交流したりして，地域の 1 人 1 人を知るようになる展開がある．新参者も徐々に地域で出会う相手の個性を把握するようになり，相手に合わせて行動できるようになる．モデルでは，θ が減少することに対応する．θ が 0 に至ると「全員が知り合いの社会」になる．本章のパラメータの環境では，実践 Innov と実践 Trad が 1/2 の割合で共存するようになる．

(2)　異なる経験をもつ相手との交流

第 2 の目標は，経験が異なる人同士のコミュニケーションの中で新たな発想が生まれて，新たな実践が生まれることである．ここでは，実践の選択肢に，新たに「異文化交流的実践 Inter」(Intercultural) が加わる場合について分析する．

実践 Inter の効用を以下のように仮定する．

$$U_i(\mathrm{Inter}; h_i, h_j, \omega) = I(\mathrm{Inter}; \omega) - (1 - |h_i - h_j|) \tag{25}$$

すなわち自分と相手の伝統経験量の差が大きいほど高い効用が得られる．

そして，この実践を加えた，次のクラスの戦略を $R = (r, S_3)$ と表記する．すなわち，任意の $v\ (> 1/2)$ について，$S_3 = (0, 1)$，$z = 1$ として「$|h_i - h_j| \geq v$ の場合，確率 r で実践 Inter を，確率 $(1 - r)$ で戦略 S_3 をとり，$|h_i - h_j| < v$ の場合 S_3 をとる」という戦略である．

このとき，戦略 R の中で純粋戦略 $R_1 = (1, S_3)$，すなわち「$|h_i - h_j| \geq v$ の場合，必ず実践 Inter を，$|h_i - h_j| < v$ の場合 S_3 をとる」戦略は，社会的最適な ESS になる．証明を**付録** に示す．

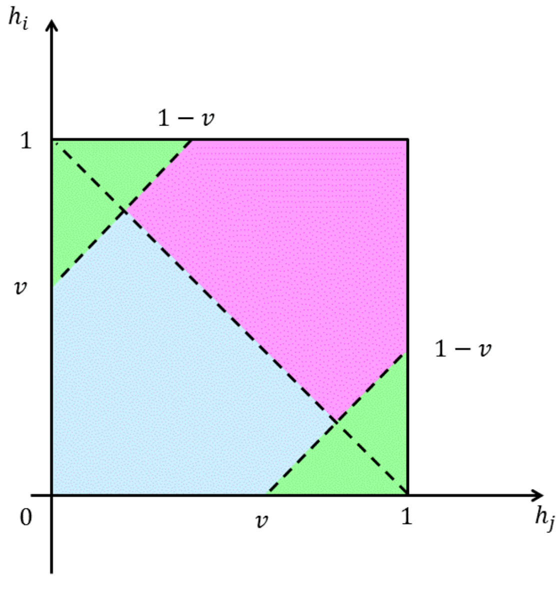

Fig. 12 A person i and j's choice of practice under the strategy $R_1 = (1, S_3)$

戦略 $R_1 = (1, S_3)$ をとる社会で成立する実践の組み合わせを示したものが Fig. 12 である．桃色の領域が互いに実践 Trad を選択する領域，青色の領域が互いに実践 Innov を選択する領域，緑色の領域が

互いに実践 Inter を選択する領域を意味し，この実践の組み合わせが持続的に均衡となる．

以上のように，異文化交流的な共同的実践の機会が設けられれば，Fig. 12 の左上と右下の領域のように，異なる経験をもつ住民同士が高い効用を得ながら交流することができるようになる．

6. おわりに

本研究では，地域コミュニティの住民間の経験の差異やアーティファクトの形態と，地域で行われる実践の関係について分析した．住民同士が知り合いでない社会では，各個人が出会う相手の個性に適した実践を選択することができず，それによって長期的に地域の実践の多様性は失われていく可能性がある．それに対して，住民同士が知り合いになれば，自分と相手の経験に応じて実践を選択する戦略が持続的にとられるようになる．このときには地域に複数の実践が共存することが可能となる．ただし，多様な実践を維持しながら人々の効用を上げるためには，それぞれの実践の社会的イメージを支えるようなアーティファクトを整備することが重要となる．伝統的実践と革新的実践がそれぞれに映える舞台を設計する必要がある．また，災害復興地域では，新参者の存在が地域のダイナミズムにおいて主導的な役割を果たすことが明らかになった．さらに，異なるタイプの住民が交流する場が設けられて，彼らの間で新しい実践の効用が生まれることの価値が示された．本研究では，共同的実践の過程を可能な限り単純化したモデルによる定性的な分析を通じて，災害後のコミュニティの復興計画を議論するための本質的な視点の幾つかを明らかにしたものと考える．

一方，本研究は今後に多くの課題を残している．第 1 に，本モデルでは，あるアーティファクトの下で 2 人の個人が行う実践を対象としたが，3 人以上で行う実践，また，アーティファクトが人同士を媒介する役目を考慮した枠組みへと拡張する必要がある．そのようなモデルでは，ネットワークの外部性によって行事の参加者が増減する過程などを分析することが可能になる．第 2 に，本モデルでは各個人の伝統経験量を一定のパラメータとして扱ったが，伝統経験量が状態変数として内生的に変化することを考慮する必要がある．それによって地域文化の教育の問題等を扱うことができるようになる．第 3 に，実際の災害復興地域を対象に実証分析を行うことが重要である．

参考文献

アジアプレス（2013）：2013 年 01 月 30 日　震災地を歩く～神戸・新長田，http://www.asiapress.org/apn/archives/2013/01/30073932.php.

石黒広昭（2001）: 実践のエスノグラフィ　茂呂雄二編著　2 章　アーティファクトと活動システム，金子書房.

伊藤崇・藤本愉・川俣智路・鹿嶋桃子・山口雄・保坂和貴・城間祥子・佐藤公治（2004）: 状況的学習観における「文化的透明性」概念について：Wenger の学位論文とそこから示唆されること，北海道大学大学院教育学研究科紀要，Vol. 93，pp.81-157.

岩手日報（2012）:2012 年 05 月 05 日　大規模再開発の影「復興災害」嘆く店主，http://www.iwate-np.co.jp/311shinsai/saiko/saiko1 20505.html.

岡田豊（2011）: 過去の震災時の教訓から考える「復興」のあり方　～迅速な復興の難しさ～，みずほ総研論集，Vol.Ⅲ，pp.11-46.

神戸市（2008）: 神戸市 (新長田地区) 中心市街地活性化基本計画.

小谷仁務・岩堀卓弥・直田梓・国領優・張詩雨・梶原哲郎・杉山高志・藤田陽介（2013）: 商店街でのおしゃべりがインフラ～復興から生まれる新しい新長田～，土木計画学会公共政策デザインコンペポスター，土木計画学研究・講演集 (CD - ROM)，Vol.47.

孫英英・矢守克也・近藤誠司・谷澤亮也（2012）: 実践共同体論に基づいた地域防災実践に関する考察-高知県四万十町興津地区を事例として-，自然災害科学，Vol.31，No.3，pp.217-232.

橋本渉一・大西千尋（2013）: 人口，土地利用変化からみた震災復興　市街地再開発事業に関する研究，神戸市立工業高等専門学校研究紀要，Vol.51，pp.131-136.

松井彰彦 (2002) : 慣習と規範の経済学　ゲーム理論からのメッセージ，東洋経済新聞社.

山崎寿一（2010）: 震災復興事業後の農漁村の空間構成とコミュニティの変容，日本建築学会論文集，Vol.75，No.649，pp.609-618.

矢守克也 (2006):防災教育のフロンティア　1. 防災教育のための新しい視点－実践共同体の再編－，自然災害科学，Vol.24，No.4，pp. 344-350.

Akerlof, G. A. and Kranton, R. E. (2000): Economics and Identity, The Quarterly Journal of Economics, Vol.CXV, Issue3, pp.715-753.

Akerlof, G. A. and Kranton, R. E. (2002): Identity and Schooling: Some Lessons for the Economics of Education, Journal of Economic Literature, Vol.40, No.4, pp.1167-1201.
Akerlof, G. A. and Kranton, R. E. (2005): Identity and the Economics of Organizations, Journal of Economic Perspectives, Vol.19, No.1, pp.9-32.
Akerlof, G. A. and Kranton, R. E. (2008): Identity, Supervision, and Work Groups, The American Economic Review Papers and Proceedings, Vol.98, No.2, pp.212-217.
Akerlof, G. A. and Kranton, R. E. (2010): Identity Economics: How Our Identities Shapes Our Work, Wages, and Well-Being, Princeton University Press（山形浩生，守岡桜訳（2011）：アイデンティティ経済学，東洋経済新報社）.
Bertacchini, E., Bravo, G., Marrelli, M. and Santagata, W. (2012): Cultural Commons: A New Perspective on the Production and Evolution of Cultures, Edward Elgar Publishing.
Lave, J. and Wenger, E. (1991): Situated Learning Legitimate Peripheral Participation, Cambridge University Press（佐伯胖訳，福島真人解説（1993）:状況に埋め込まれた学習，産業図書）.
Smith, M. J. and Price, R. G. (1973): The Logic of Animal Conflict, Nature, Vol.246, pp.15-18.
Sugden, R. (1989): Spontaneous Order, The Journal of Economic Perspective, Vol.3, No.4, pp.85-97.
Sugden, R. (2004): The Economics of Rights, Cooperation and Welfare, Macmillan Publishers（友野典男訳（2008）：慣習と秩序の経済学　進化ゲーム理論アプローチ，日本評論社）.

付　録

純粋戦略 $R_1=(1,S_3)$ が社会的最適な ESS であることの証明

ここでは $v>1/2$ を仮定している．それによって，$1-v\le h_i\le v$ の個人については，$|h_i-h_j|\ge v$ を満たす相手は存在しない．よって戦略 R をとったとしても，全ての相手に戦略 $S_3=(0,1)$，$z^*=1$ を適用することになる．4. に示したように，$S_3=(0,1)$，$z^*=1$ が ESS であるので，彼らにとっては任意の戦略 $R=(r,S_3)$ は ESS である．したがって，コミュニティ全体で社会的最適な ESS である戦略の導出は，$0\le h_i<1-v$ と $v<h_i\le 1$ の個人を考えればよい．以下では，$v<h_i\le 1$ の個人のみを記述する．$0\le h_i<1-v$ の個人については，$v<h_i\le 1$ と同様の証明のプロセスを辿ることによって同じ結論が得られるため，記載を省略する．

1. 戦略の進化的安定性

1.1 混合戦略

戦略 $R_2=(r,S_3)$ $(0<r<1)$ が ESS かどうか検討する．つまり，これと異なる戦略 $R_2'=(r',S_3)$ ($r'\ne r$ かつ $0\le r'\le 1$) が R_2 のみをとる集団に侵入可能かどうかを分析する．$h_i=(1+v)/2$ を境界とし，$h_i-h_j\ge v$ の場合，確率 $(1-r)$ で戦略 S_3 をとるときの実践が異なりうる．

$(1+v)/2\le h_i\le 1$ の個人は，確率 $(1-r)$ で相手に合わせて Innov か Trad をとる．$v<h_i<(1+v)/2$ の個人は，確率 $(1-r)$ で相手に合わせて Innov のみをとる．

よって，$E(R_2,R_2)-E(R_2',R_2)$ は，$(1+v)/2\le h_i\le 1$ の個人にとって，

$$
\begin{aligned}
&E(R_2,R_2)-E(R_2',R_2)\\
&=(r-r')\Bigg(r\int_0^{h_i-v}U_i(\mathrm{Inter};h_i,h_j,\omega)dh_j\\
&\quad-(1-r)\bigg(\int_{1-h_i}^{h_i-v}U_i(\mathrm{Trad};h_i,h_j,\omega)\\
&\qquad+\int_0^{1-h_i}U_i(\mathrm{Innov};h_i,h_j,\omega)dh_j\bigg)\Bigg)
\end{aligned}
\tag{26}
$$

であり，$v<h_i<(1+v)/2$ の個人にとって，

$$
\begin{aligned}
&E(R_2,R_2)-E(R_2',R_2)\\
&=(r-r')\bigg(\int_0^{h_i-v}rU_i(\mathrm{Inter};h_i,h_j,\omega)\\
&\qquad-(1-r)U_i(\mathrm{Innov};h_i,h_j,\omega)dh_j\bigg)
\end{aligned}
\tag{27}
$$

である．

4.2 と同様に，数値計算によって上式(26) と(27) の符号を調べることとする．結果の表の記載は省略するが，パラメータの値を $v=3/4$，$I(\mathrm{Inter};\omega)=I(\mathrm{Trad};\omega)=I(\mathrm{Innov};\omega)=4$ とし，各 r，r' について $0<r<1$，$0\le r'\le 1$ の範囲で 0.1 ずつ変化させて全ての (r,r') の組み合わせを，各 h_i について行ったところ，いかなる R_2 に対して $E(R_2,R_2)-E(R_2',R_2)<0$ となる R_2' が存在した．

よって，$0 < r < 1$ である混合戦略 $R_2 = (r, S_3)$ は ESS ではない．

1.2 純粋戦略

次に，純粋戦略 $R_0 = (0, S_3)$，$R_1 = (1, S_3)$ が ESS かどうかを検討する．

戦略 $R_0 = (0, S_3)$ は戦略 S_3 と等価である．**4.** に示したように，S_3 は ESS である．よって R_0 は ESS である．

$R_1 = (1, S_3)$ のとき，

$$E(R_1, R_1) - E(R_2', R_1) = \int_0^{h_i - v} (1 - r') U_i(\mathrm{Inter}; h_i, h_j, \omega) dh_j > 0 \tag{28}$$

である．よって R_1 は ESS である．

以上より，純粋戦略 $(0, S_3)$，$(1, S_3)$ は ESS である．

2. 社会的最適な進化的安定戦略

R_0，R_1 のどちらが社会的最適戦略であるかを分析する．つまり，$E(R_1, R_1)$ と $E(R_0, R_0)$ のどちらの期待効用が高いかを分析する．

$(1 + v)/2 \leq h_i \leq 1$ の個人とにとって，$E(R_1, R_1) - E(R_0, R_0)$ は以下のように表される．

$$\begin{aligned} &E(R_1, R_1) - E(R_0, R_0) \\ &= \int_{1-h_i}^{h_i - v} \left(U_i(\mathrm{Inter}; h_i, h_j, \omega) - U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega)\right) dh_j \\ &+ \int_0^{1-h_i} \left(U_i(\mathrm{Inter}; h_i, h_j, \omega) - U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega)\right) dh_j \end{aligned} \tag{29}$$

$v < h_i < (1 + v)/2$ の個人にとっては次式のようになる．

$$\begin{aligned} &E(R_1, R_1) - E(R_0, R_0) \\ &= \int_0^{h_i - v} \left(U_i(\mathrm{Inter}; h_i, h_j, \omega) - U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega)\right) dh_j \end{aligned} \tag{30}$$

$I(\mathrm{Inter}; \omega) = I(\mathrm{Trad}; \omega) = I(\mathrm{Innov}; \omega)$ を仮定するとき，Fig. 12 の左上の緑色の領域 ($h_i > 1/2$, $h_j < 1/2$) では，式 (25) で表わされる効用水準 $U_i(\mathrm{Inter}; \omega)$ と，$U_i(\mathrm{Trad}; \omega)$ と $U_i(\mathrm{Innov}; \omega)$ の差はそれぞれ以下のようになる．

$$\begin{aligned} &U_i(\mathrm{Inter}; h_i, h_j, \omega) - U_i(\mathrm{Trad}; h_i, h_j, \omega) \\ &= 1 - 2 \cdot h_j > 0 \end{aligned} \tag{31}$$

$$\begin{aligned} &U_i(\mathrm{Inter}; h_i, h_j, \omega) - U_i(\mathrm{Innov}; h_i, h_j, \omega) \\ &= 2 \cdot h_i - 1 > 0 \end{aligned} \tag{32}$$

よって，式 (29) と式 (30) の右辺はともに正となり，$v < h_i \leq 1$ の個人 i において $E(R_1, R_1) - E(R_0, R_0) > 0$ が満たされる．したがって，ESS の中で，戦略 $R_1 = (1, S_3)$ が社会的最適な ESS になる．

（論文受理日：2014 年 7 月 24 日）