

平成24年度卒業論文

論文題目

地域通貨的価値を利用した価値の交換システム

神奈川大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学専攻

学籍番号 201170068

田島 佳明

指導担当者 木下宏揚 教授

目次

第1章	序論	4
第2章	基礎知識	6
2.1	貨幣の説明	6
2.1.1	貨幣の種類	6
2.1.2	現金の長所	7
2.1.3	現金の短所	8
2.2	既存の決済手段	8
2.3	電子マネーの各種分類	9
2.3.1	非接触型電子マネーの長所	12
2.3.2	非接触型電子マネーの短所	12
2.4	地域通貨	13
2.4.1	地域通貨の必要性	13
2.5	地域通貨導入の背景	13
2.5.1	地域通貨の仕組み	15
2.5.2	地域通貨の可能性	18
2.5.3	既存の地域通貨	20
2.5.4	地域通貨の代表例	21
2.6	価値	24
2.6.1	労働価値説	25
2.6.2	主観価値説	25
2.7	ゲームの基礎概念	26
2.7.1	提携型ゲーム	27
2.7.2	コアの存在条件	29
2.7.3	市場ゲーム	30

2.8	二者間での価値の記述	34
第3章	コミュニティ間での取引方法	39
3.1	コミュニティAとB両方に属している人がいる場合 .	40
3.2	コミュニティAとB両方に属している人がいない場合	42
第4章	市場ゲームを拡張した価値交換モデル	44
第5章	結論	51
	謝辞	52
	発表文献	55
	質疑応答	56

目次

2.1	オープンループ型電子マネーの流通形態	10
2.2	クローズドループ型電子マネーの流通形態	10
2.3	プリペイド型の仕組み	11
2.4	ポストペイト型の仕組み	11
2.5	LETS の仕組み	24
2.6	提携型ゲームの例	27
2.7	従来市場ゲームの価値交換モデル	31
2.8	二者間における価値の記述	34
3.1	信頼できる人がいる場合	40
3.2	取引の流れ	41
3.3	信頼できる人がいない場合	42
3.4	取引の流れ	43
4.1	市場ゲームを拡張した価値交換モデル	45

第1章 序論

今日，ほとんどのものが法定通貨で取引が行われている．しかし，法定通貨だけだと特定のコミュニティの価値が反映されずうまく流通しない．例えば，大型商店街と小型商店街があった場合，大型商店街にお金が集まってしまい，小型商店街では情報やサービスが流通しない可能性がある．そこで，近年地域通貨が導入され，小型商店街だけで使える地域通貨により，コミュニティで共通の価値観を反映させ，流通しやすくなった．

また，別の例を挙げると，例えば「高齢者を大切にしよう」というコミュニティがあり，そのコミュニティ内で高齢者の話し相手になるとポイントが付く制度があったとする．中にはポイントは要らず，純粹に高齢者の話し相手になってあげたい．という人もいれば，ポイントが付くとしても高齢者の人とは話にくい．という人も居るかもしれない．この様に同じコミュニティでも価値間が異なると流通しない可能性がある．そこで，本研究では，コミュニティ内での異なる価値を考慮し，情報を流通させた時の変化について考察する．さらに，情報やサービスの流れを増やすために，コミュニティ間の取引を提案する．ここで言う価値とは単なる金銭的な価値ではなく，地域通貨的に多様な価値を意味している．これまでに，異なる価値観を持つ二者間の価値交換システムについて検討がなされてきた[1][2]．

しかし，これまでに提案されてきた価値観を持つ二者間での価値交換システムでは，各ユーザが満足する効用が得られるかどうかは未解決である．そこで，ゲーム理論を用いて特定の条件下で， n 人の各ユーザにおける効用が満足するようなモデルを提案する．このモデルは，既存の二者間だけでなく， n 人間での価値交換が可能となる．

一方で、コミュニティ間での価値の交換にそのまま適用することは困難である。本論文では異なる価値観を持つ2つのコミュニティ間で価値の交換を行う方法を提案する。今仮に、コミュニティの属する全員が、他コミュニティに属する人と価値を交換すると仮定する。このような場合には、価値を交換する人数が爆発的に増加し、コミュニティ間での価値の交換に必要な手順が複雑になってしまう。そこで、本提案方式においては、各コミュニティの代表者同士で取引を行うことを新たに考える。この提案方式を用いることで、交換手順を複雑にすることなく、各コミュニティの価値と情報リソースを適切に交換させることが可能となる。これにより、各々のコミュニティ間全体の効用(活性化させる)を向上させることを可能とする。

本論文の構成は以下の通りである。2章では基礎知識を述べ、3章にて、コミュニティ間の価値交換システムについて提案し、4章ではゲーム理論を用いて特定の条件でユーザが満足する効用を得られるモデルを示す。最後に、5章では結論、今後の課題を述べる。

第2章 基礎知識

2.1 貨幣の説明

貨幣は古来より物々交換から始まった取引である。貨幣は簡単に手に入ったり、簡単に作れるものであったりしては都合が悪く、偽造されたりしてはならないため、最近の通貨は高度な技術を使って貨幣に彫刻したり、一つも大きさや重さ、厚みに狂いがなくなっている。貨幣には次の3つの役割がある [3]。

- 価値尺度……ある商品やサービスの価値を示す。
- 交換手段……貨幣を使い商品やサービスの取引を行う。
- 貯蓄手段……将来の消費の為に価値を保存できる。

2.1.1 貨幣の種類

商品紙幣

マネーが登場する前には物々交換が行われていた。物々交換とは同等の価値を持つ品物を直接交換することである [4]。ここで重要なのは、品物それ自体に価値があることで、そうでなければ相手は受け取らない。物々交換を繰り返しているうちに、自然とよく使われる品物が生まれてくる。例えば米などの穀物や、塩などのある種の食糧であり、後で他の物と交換できる価値を持つことが保証されるからである。これを商品貨幣と呼び、その後食料品以外の品物、特に貴金属が利用されるようになった [5]。

不換紙幣

日本銀行法が制定されることで発行できるようになった兌換義務のない紙幣, 国の信用で流通するので信用貨幣とも言う. 不換紙幣には金などを保有する必要がなく, 経済状況にあわせて発行高を管理・調整できるメリットがある [5].

預り証貨幣

預り証貨幣とは紙幣のことで, 貴金属としての貨幣が流通するようになると, 日常的な買い物に必要とする以上の貨幣を安全な場所に保管するというニーズが生まれる. 商売上貴金属を大量に扱う金細工師は, 貴金属を保管する頑丈な金庫を持っており, そういうニーズを受け入れて貸金庫業を営むようになり, 預かった貨幣の預り証が現在の紙幣のように流通し始めた [5].

部分準備貨幣

部分貨幣通貨とは, 額面の一部までは貴金属の裏づけがある紙幣, である. つまり一部は預り証貨幣で, 一部は不換貨幣である. よって, 銀行は預金の支払い準備率を引き下げることでマネーの供給量を増加させる事が出来, 準備率を0にすることで, 最終的には不換紙幣へと移行することになる. その意味で部分準備貨幣は, 預り証貨幣から不換貨幣への移行期の貨幣であると言える [5].

2.1.2 現金の長所

- 完結性.....現金は, 取引の時点で決済を完結できる.
- 匿名性.....誰が使用したのかわからない.
- 汎用性.....どのような目的にも使用できる.
- 流通性.....全国至る所で使用できる.

- 譲渡性.....第三者に価値を次々と譲渡できる.

2.1.3 現金の短所

- 紙の資源を大量に消費してるので, 森林伐採という環境問題に繋がる.
- 保管, 紛失, 盗難など取扱が不便である.
- 集金や輸送, 現金書留など遠隔地への送金での面倒な手続きが必要になるため不便である.
- 一万円札を自動販売機などで利用できないなどの価値を分割できない不便さや煩わしさがある.

2.2 既存の決済手段

現金

現金には前で述べた長所があるため, 現在, 決済手段としてほとんど現金が使われている.

クレジットカード

買うのは今, 支払いは後でという, 後払い方式と呼ばれるものである. また, その人の状況に応じて, 分割払いなど多彩な支払い手段が可能になる. クレジットカードを持つ為には支払い能力と信用力が要求される. クレジットカードの利用は高額商品に適し, 平均利用金額は1万円と言われている. しかし, 購入の際には信用照会やサインが必要などの煩わしさも伴う [4].

プリペイドカード

予め現金を前払いしてカードを購入することによって支払った現金の額に相当する商品の購入やサービスの利用ができるカードのことである [4] .

デビットカード

デビットカードを使えば口座から利用金額がすぐに引き落とされ、口座残高は減る。これは個人信用度に関係なく、誰でも持つことができる。平均利用金額は3千円で、スーパーマーケットやガソリンスタンドで多く利用される。万が一カードを紛失し、尚且つ暗証番号が盗まれお金が引き落とされても保険は利かない。

小切手

多額で大量の現金の移動は労力を要し、盗難の危険性が伴う。そこで、額面を入れた一枚の小切手を現金の代わりとする仕組みである。小切手を作成して使用する際には、その金額に見合うだけの資金をいつでも支払えることが必要である [4] .

電子マネー

次項で詳しく解説する。

2.3 電子マネーの各種分類

電子マネーとは現実に流通している貨幣価値に裏付けられた電子的な価値情報で、支払い手段として利用できるものをいう。流通タイプには、クローズドループ型とオープンループ型の2つがあり、クローズドループ型とは、1度しか利用できない電子マネーのことを言う。

また、発行された電子マネーは、最終的に、電子マネーの発行会社

へ戻る．このクローズドループ型に当てはまるのが，Edy(エディ)やSuica(スイカ)などである．

また，オープンループ型とは，1度だけでなく，何度でも利用することができ，現金と同様の働きをする．このオープンループ型に当てはまるのが，紙幣である．[6]

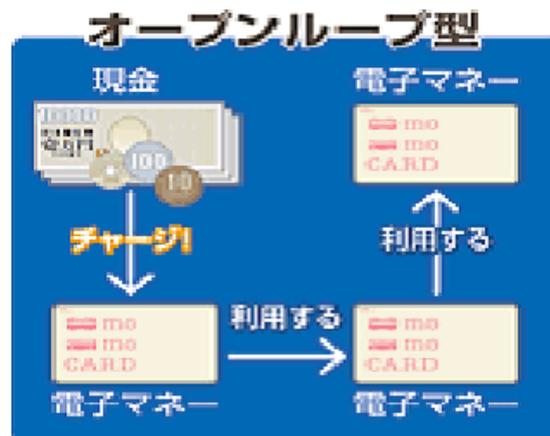


図 2.1: オープンループ型電子マネーの流通形態

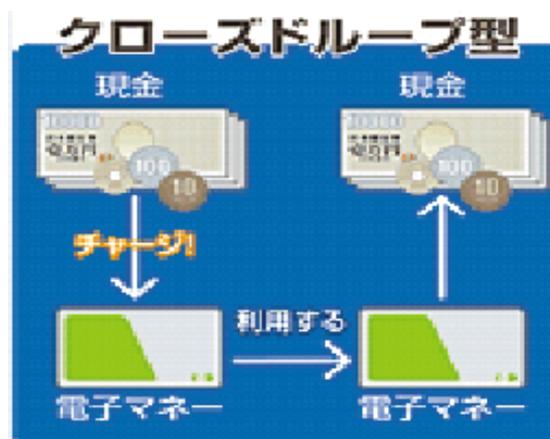


図 2.2: クローズドループ型電子マネーの流通形態

電子マネー非接触型ICカードの支払い方法

電子マネータイプの1つである，非接触型ICカードについては分類方法がいくつか存在する．1つ目の分類方法として非接触型ICカー

ドには，支払い方法によって分類することが可能である．支払い方法としては，プリペイド型，ポストペイト型という主に2つの支払い方法が用意されている．

まず，プリペイド型は前述でも記載した通り前払い方式で，現金を事前に入金して利用しなければならない．つまり，電子マネーカード，アプリを所持しているだけでは利用できず，事前にチャージをすることで利用できる [4] ．

一方，ポストペイ型はプリペイド型と異なり事前に入金する必要がなく，後払い方式なので，クレジットカードを親，電子マネーを子，として親であるクレジットカードの利用分と併せて後日精算されることとなる．



図 2.3: プリペイド型の仕組み



図 2.4: ポストペイト型の仕組み

2.3.1 非接触型電子マネーの長所

- 細かい現金等持ち歩かなくて良い。
- 決済のスピードが早い。
- 事前に切符を購入する必要がない。
- 利用履歴が把握できる。
- 財布の中のカード類をまとめることができる。

2.3.2 非接触型電子マネーの短所

- お店ごとに電子マネーの対応状況が異なる。(互換性がない)
- 発行手数料が必要な場合がある。
- プリペイド型の電子マネーには事前にチャージが必要。
- 一度電子マネーにすると、現金へ戻すことが難しい。
- 利用限度額が少額な為、高額商品購入には向かない。

2.4 地域通貨

地域通貨とは、その名の通り地域で流通する貨幣を意味し、法定通貨と同等あるいは全く異なる価値があるものとして、特定の地域やコミュニティの範囲で、参加者が自発的に交換しあう為のシステム、またはそこで流通する貨幣の総称である。地域通貨やボランティア活動など、市場では価値が決められないものやサービスを独自の価値で表現することができる。

2.4.1 地域通貨の必要性

現在、法定貨幣を使った取引は、ものやサービスを売買する際に、その価値を値段あるいは価格といった単一の単位によって表している。つまり、法定貨幣が表す価値は、市場という誰でも参加が出来る場の価値であり、誰にでも同じ値段とするため、経済に関する価値だけを単一の尺度で数字に置き換えている。これはつまり公式の交換のメディアと言える。ここで地域通貨は、法定貨幣を用いている金融システムを補完し、共存して機能するものと言える。これは純粹に交換のメディアとしての役割であり、また、法定貨幣と違い通用するのは一定の参加者に限られる。よって、現行の法定貨幣・銀行・金融の経済システムでは、大企業やお金持ちの手に資本が集積し、地域の経済の中に還流する法定貨幣は不足してしまう。更には、この経済システムのグローバル化が進むと、国内および世界各国の市場と連動してものやサービスが交換されるため、さらに各国地域の地域経済が疲弊することになる。この悪循環の循環を変えるために地域通貨は役立つと考えられ、地域経済を活性化するための基盤となると言える [7]。

2.5 地域通貨導入の背景

1930年代から本格的に導入され始めた地域通貨が、世界各地で流通するようになったのは1980年代以降である。日本でも1990年代以降各地で地域通貨が導入された理由は、地域や目的によって様々である

が、その背景を整理してみると、概ね、経済的なものと社会的なものに大別される。

(経済的背景)

1. グローバル化の進展に伴う地域経済の衰退

グローバル化の進展に伴って、国際間の経済競争が厳しくなり、地域経済が従来国内における中央や有力地域との競争に止まらず、直接海外との競争に晒されるようになりつつある。その結果、工業のみならず農業などの一次産品も含めて地域は国内外の競争を強いられている。そのような中で地域の資金が中央や大企業に集まり、地域に還元されず、地域経済が弱体化する傾向にある。

2. 国際化の進展による為替取引の固定相場制から変動相場制への移行

世界経済の発展に伴い国際取引が進展する中で、国内経済の長期的な安定化策として為替取引を固定制から変動相場制に移行したことにより、国家通貨が投機の対象となった。これによって通貨危機が起こり、競争力の弱い国の国民生活が破壊される事態が生じた。また、金融先物取引等のマネーゲームは、その勝利者にも負担を強いており、経済がグローバル化する中で、国家的規模で経済や生活の安定が脅かされる時代となった。

(社会的背景)

1. 地域共同体の衰退

大都市に人口（特に若年層）が集中するようになり、地方では少子高齢化が進む中で従来の地元共同体の人的連帯が希薄化し、地域共同体が衰退するようになった。一方、大都市でも流動的な住民層の増加により、人間関係が希薄化しつつある。

2. 自然環境の破壊

重化学工業の発展により天然資源が大量に消費されるととも

に、自動車や電気などのエネルギー多消費型の生活が定着するようになり、自然環境の破壊（森林伐採による砂漠化や気候の変動）や炭酸ガス排出による地球の温暖化が進行し、長期的な人間生活環境を大きく損なっている。また、大都市圏への大量の人口流入により、当該地域の生活環境も大きく悪化している。

このように、資本主義経済の進展に伴い、地域経済活動の弱体化、地域共同体の衰退、自然環境の破壊、がもたらされ、その深刻さが認識されるようになった。そこで、これらの問題を解決する手段の一つとして、地域通貨が世界各地で注目され始めたと考えられる。

2.5.1 地域通貨の仕組み

地域通貨の特徴

地域通貨は、資本主義経済の進展に伴う問題の解決を主たる目的として考案・導入されたものであるため、通貨としての機能が一部制限されており（制限通貨）、法定通貨には見られない、次のようないくつかの特徴を有している [3]。

1. 互酬・共同体意識を使用の動機とする。

法定通貨は経済活動における利便性と信用に基づいて使用されるが、地域通貨は特定集団内の互酬や共同体意識に基づいて使用される。

カール・ポランニー（1886～1964）の説によると、共同体の内部には「互酬（特定の社会関係を有する人々の間で行われる儀礼的且つ相互的な贈与。特定の人間関係をより緊密にし、自己充足的な生産活動や相互互助を保証するもの）」のために、共同体内部だけで使われる貨幣（内部貨幣）があった。地域通貨はこの系譜に属するものであり、一方、異なる共同体の間で用いられる貨幣（外部貨幣）が市場経済を形成したと考えられている。

2. 通用範囲, 使用者が限定されている.

法定通貨は, その使用者・使用目的にかかわらず国内いずれの場所でも通用する反面, 人的連帯を解体し, 地域の富の流出と偏在をもたらすことも多い. これに対して地域通貨は, 使用者が参加会員に限られ, 流通範囲も地域内に限定されている. こうした限定により, 地域の人的連帯を強める一方, 富の流出と偏在を防止することが可能となる.

3. 利子につかない, またはマイナス利子により減価する.

貨幣は, 他の財物に比べて遥かに劣化しにくく, いかに長期間保有しても価値が損なわれることがない. シルビオゲゼルは, 貨幣の持つこの性質こそが, 貨幣の蓄積を促進し流通を妨げ, 利子と不況をもたらす原因であり, 財物が時間の経過とともに劣化していくように貨幣もまた劣化していかなければならないと考えて, 退蔵を防ぐために価値が減じていく貨幣(「自由貨幣」)を提唱し, ケインズからも高く評価された. ゲゼルが与えた影響は大きく, 世界の代表的な地域通貨は利子につかないかマイナス利子になっている. つまり, 価値保蔵の機能が制限されている.

貨幣は経済活動の血液として常に循環しているべきものであり, 特定の場所に蓄積して還流を滞らせるべきではない. しかし, 利子は蓄積を促して還流を滞らせるため, 地域通貨は, 国家通貨と異なって利子を発生させない, あるいはマイナスの利子を発生させて減価させて退蔵を回避し, 速やかな循環を図る.

4. 取引される財物・サービスの価格は相対で決する.

資本主義経済では, 一般的に市場が価値の相場を決定する. しかし, 地域通貨で交換される物資・サービスの価値は, 提供者と受益者の相対で決する.

5. 非市場的サービス(感謝等)も評価の対象になる。

資本主義経済では、一般的に市場で価値が判断され価格が決定される。しかし、地域通貨では、感謝等、市場で価値を持ちにくいサービスも評価の対象になる。

6. 独自の通貨名称・単位を使用する。

地域通貨は特定の地域・集団が自発的に作成し、その内部でのみ流通させるものであるため、通貨の名称や単位は各団体が独自に決める。

以上の点を整理すると次表のとおりになる。

表1 法定通貨と地域通貨の特徴比較

	法定通貨	地域通貨
使用動機	利便性, 信用	互酬, 共同体意識
流通範囲	国内全ての地域	特定の地域又は集団内部のみ
利子の有無	あり	なし
価格の決定	一般的に市場が決定	提供者と受益者が相対で決定
非市場的サービスの評価	一般的に取引の対象になりにくい	取引の対象になる
通貨の名称・単位	国家が決定	発行団体が決定

2.5.2 地域通貨の可能性

地域通貨を成功させるために

1. 地域通貨の利点

地域通貨は、いわゆるクーポン券と違って、人と人を結びつけ、交流を生み出し、地域共同体への帰属意識を培う機能がある。これは、地域資源の発掘と交流に大きな力となるものであり、市民協働の推進に利用価値があるツールであると言える。

また、地域通貨は一定の閉じられた地域で用いられるので、うまく通貨を循環する仕組みを作れば地域循環型社会を構築することができる。すなわち、地域通貨の利用者と利用範囲を地域内に限定し、地域通貨の交換を通してその地域における知識・財産・役務という地域資源やまちづくりの力を引き出し、地域内に積極的に循環させることができれば、地域の人々が主体となった魅力と活力のあるまちをつくることのできる可能性も秘めているのである。また、地域の企業や活動団体、自治体では、地域において事業を行う際に資金や財貨の不足を地域通貨により融通し合い（一時的信用取引に相当する）、事業を行うという利用方法も考えられる。それにより労働力と資金力の不一致による事業や経済活動の停滞を防ぎ、地域の力を十分に生かすことのできるのである。地域通貨を循環させることは、今まで気づけなかった地域の資源や魅力に気づくきっかけとなるとともに、地域の人々の連帯感が増し、住民、企業、自治体などが一体となって、魅力ある地域づくりをする土壌を培うことに役に立つ可能性がある。

2. 地域通貨導入のポイント

地域通貨を循環させるためには特に次の3つが重要なポイントと考えられる。

メリット (お得)

コミュニティの活性化，生活環境の向上など，地域通貨導入の目的や理念を大切にしながら，参加者みんなが地域通貨を使うことで得をしているという具体的なメリットがある仕組みでなければならない．誰かの負担だけ大きい，あるいは損をするような仕組みでは，参加者の広がりやシステムの継続に限界がある．

コンビニエンス（便利）

参加者が，日常生活の中の様々な場面で地域通貨を気軽に使えるような状況を作り出す必要がある．そのためには，企業や生産者などの参加も得て，日常的なニーズのあるメニューの提供に努めるとともに，使い方や決済もわかりやすく簡便な仕組みづくりが大切である．

エンジョイメント（楽しさ）

地域通貨を使うことで，人と触れ合ったり，地域の魅力を再発見するなど，参加する楽しさ，面白さを実感できるような工夫が必要である．

2.5.3 既存の地域通貨

既存の地域通貨の運営方法は大きく分けて、紙幣方式、通帳方式、口座方式の3つがある。

紙幣方式

紙幣方式は既存の法定貨幣、すなわち円やドルの紙幣のように予め表面に額面が表示された用紙を利用する方式で、最も多く採用されている。

紙幣方式が多く採用されている理由には、制度通貨（円）と同じように使えるので簡単になじみやすいこと、匿名性があり不特定多数に広げやすいことなどがある。また、紙幣自体に図やメッセージなどを印刷したり、素材を工夫することで、シンボリックなアピール力を持たせることができるのも紙幣型の魅力である。例えば、山形県鶴岡市の「もっけ」は、地域の歴史的建造物の絵を印刷することで、コミュニティの連帯感や郷土意識の高揚を図ろうとしている。また、群馬県群馬郡群馬町の「シルク」は、地域の特産品である絹織物を紙幣として使っている。さらに滋賀県草津市の「おうみ」では、紙幣に加えて琵琶湖底の浚渫泥土でつくった地域通貨「びわこづち」により、環境に対する意識向上を図っている。

しかし、このようなメリットを持つ反面、紙幣型には、流通の範囲や程度が把握しにくい、発行量の調整が難しい、流通範囲が広がれば偽造が発生する恐れがあるなどのデメリットもある [9]。

通帳方式

通帳型による取引では、参加者それぞれが残高0から出発し、参加者個人が地域通貨活動に参加してサービス等の交換を行うことで自ら貨幣を発行交換受領するという考え方なので、通貨の発行量は自動的に調整される。サービスを一方的に受ける立場になったり、残高がなくなっても赤字を持つこともできるので、元手がなくても誰

でも参加できる。

また、通貨発行が参加者間の信頼を基盤としていること、取引の際の記帳などのやり取りを通して、コミュニケーションが図られることから、人と人との信頼関係やつながりを生み出すのに効果を期待されている。

さらに、会員制であるため参加者の範囲が明確であり、かつ、通帳に記録が残るため、通貨の流通経路が把握しやすく、不正が起きにくいと言える [9]。

口座方式

口座方式は、参加者が保有する通貨の残高を地域通貨の運営主体が一元的に管理する方式である。

メリットとして、紙幣や通帳などの印刷のコストが不要である。遠隔地やインターネット上のコミュニティなど、物理的な地域以外でも取引ができる等が挙げられる。

デメリットとして、残高が口座で管理されているため参照する方法が必要である。物理的に手にできるものではないのでわかりにくい等が挙げられる [9]。

2.5.4 地域通貨の代表例

現在、地域通貨は世界で2,000カ所以上、日本では100カ所以上の地域で活用されている。例として、現在、オーストラリアで広く普及している LETS という地域通貨がある。LETS は、1983年、地域経済が危機的状況に陥ったカナダのバンクーバー島コモックス・ヴァレーにおいて、法定通貨に依存せず物とサービスの流通を図るため、地域通貨研究家のマイケル・リントン氏によって考案された [10]。

LETS の仕組み

LETS を考案したリントン氏によると,LETS は,「同意」「無利子」「共有」「情報公開」という4つの基本原則を持ち,参加者相互の信頼によって運用されるシステムである.つまり,LETS への参加及び脱退,そして全ての取引は参加者の「同意」に基づくものであること,口座の残高に対し「利子が付くことは無い」ということ,「LETS の事務処理は参加者が非営利で行いそのコストは全参加者が利用状況に応じて負担する」ということ,そして「参加者は取引に際し常に十分な情報を与えられる」ということである.以上の四原則を基に,LETS は一般的に次のように運営されている.

参加者はまず参加登録を行う

LETS を利用するには,まず当該 LETS の事務局に登録し口座を開設してもらう.LETS における通貨の発行方式は相互信用発行方式」と呼ばれ,取引の当事者同士の合意によって,取引の際に発行されるものである.従って一般の通貨とは異なり,紙幣等の貨幣に該当するものは発行しない.このため取引記録を残すには,通帳や小切手のようなものを用いる.各参加者の残高はゼロから始まり,その残高は取引に応じて変化するが,参加者全ての口座の総計は,常にゼロとなるようになっている [10].

LETS においては,地域住民の信頼に基づいて,マイナス残高 = 「借入」が許されている.「借入」は「当該金額に相当するサービスをコミュニティに提供する義務」を意味している.従って,LETS の利用者は残高ゼロの状態から,売り手としても買い手としても取引を始めることができる.

参加者は提供したい物・サービスを登録し,取引交渉を行う

口座開設後,参加者はその地域で自分が提供したい物やサービスと,自分が提供して欲しい物やサービスを事務局に登録し,事務局はそれ

をリストに載せる。参加者は、定期的に郵送されるそのリストを見て、他の参加者と取引交渉を行う。

参加者は取引の結果を通帳に記入し、定期的に事務局に報告する

交渉が成立し、物やサービスの交換が完了すると、当事者達はその結果を通帳に記入する。売り手はプラスの欄に、買い手はマイナスの欄にそれぞれの額を記録しサインする。このため全ての参加者の口座残高を合計すると、常にプラスマイナスがゼロとなるのである。参加者は、自分の通帳に記録された取引結果を定期的に事務局に報告する義務があるが、LETSの情報公開の原則に基づき、いつでも事務局に連絡して、他の参加者の口座残高や取引実績について知ることができる [10]。

事務局は参加者の口座・取引を記録し、取引明細書を送付する

事務局は、参加者の口座を開設し、参加者が登録する物やサービスの情報を基に、そのリストを定期的に発行・送付する。また参加者から定期的に送られる取引結果を口座に記録し、定期的に口座内容と取引履歴を記入した明細書を参加者に送付する。なお、これに係る事務費用は、一般的に、取引高の % 或いは一律 通貨等、利用状況に応じて参加者の口座から当該地域通貨で支払われ、事務局の口座に加算されるようになっている [10]。

以上の通り、LETSでは参加者同士が直接コミュニケーションを取りながら取引を行うため、地域の結びつきが高まり地域活性化に役立っている。

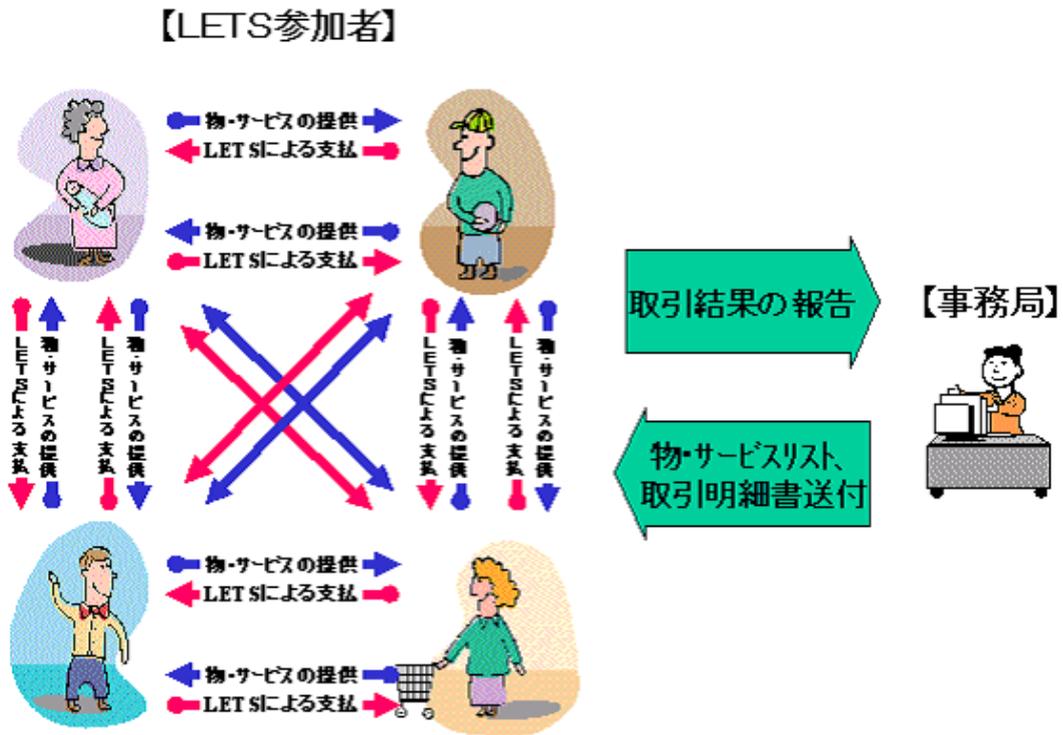


図 2.5: LETS の仕組み

2.6 価値

用途の異なる物(商品)を交換するときに、その交換を可能にする基準となるもの。通常は貨幣に換算した価格で表される。

商品は使用価値と交換価値を持ち、使用価値は人間にとって有用なその商品の使い道で、交換価値は商品を交換する当事者にとっての価値である。この交換価値を全ての商品で普遍的に成り立たせているものが価値と呼ばれ、アダム・スミス以来の経済学の重要なテーマになってきている [11]。

価値論は大きく2つに分かれ、1つはアダム・スミスからリカードをへてマルクスによって完成された労働価値説、もう1つはメンガーやワルラスが提唱した主観価値説である。

2.6.1 労働価値説

労働価値説は、商品生産に投入された労働を価値の実体とみなす。マルクスはこの労働を使用価値を生む具体的有用労働に対して、抽象的人間労働と呼んだ。これは具体的な労働の内容を考慮せず、誰もが普通にできる労働を基準にしているので、複雑労働を単純労働に換算できる。価値の大きさは労働の量、つまり労働時間で計られる。

2.6.2 主観価値説

主観価値説は、商品を買って使用することから得られる満足を価値の実体と考える。あらゆるものの価値は、市場でそれがどれだけ消費者の欲望をひきつけるか、また希少性が高いか、の2点で決定される。

2.7 ゲームの基礎概念

本論文では、ゲーム理論の市場ゲームを拡張することにより、価値交換システムをモデル化する。そのために必要な基礎知識をこの節で述べる。

ゲーム理論とは、複数の当事者(プレイヤー)が存在し、それぞれの行動が影響し合う状況(ゲーム)において、各人の利益(効用)に基づいて相手の行動を予測し意思決定を行う考え方のことである [12]。

ゲームの最も重要な要素は意思決定し行動する主体で、これをプレイヤーという。プレイヤーの例は、分析する状況に応じて、消費者や投資家のような個人から、企業、団体、クラブ、政党などのようなさまざまな組織など、多種多様である [13]。

ゲームにおいて、プレイヤーはそれぞれに明確な目的を持ち、可能な限り自分の目的を達成するように行動を選択することが前提である。ゲームをプレイするために必要な行動の計画を一般に戦略といい、すべてのプレイヤーがそれぞれの戦略に従ってゲームをプレイすることで、それに応じて各人の得る利益が定まる。ゲーム理論ではこれを利得、または効用と呼ぶ。

ゲーム理論は非協力ゲームの理論と協力ゲームの理論に大別できる。非協力ゲームはゲームに登場するプレイヤーの合意的意思決定による帰結を研究する理論であり、そのためには、相互依存関係のある状況を数理モデルとして定式化し、そこにおける個々人の合理的な意思決定について分析を行う。

一方、協力ゲームはプレイヤー間の協力達成とその結果として生じる利益の分配の問題を考察する。協力ゲームにおいて、ある共同行動をとるために形成されるプレイヤーの集合を提携、または結託という。全員が協力して利益を得るためには、全員が協調して戦略の選択を調整することが必要であり、その結果として得られた利益を全員でどのように分配するかという最低限の合意が必要である。このとき、個人やさまざまなグループの形成を想定し、それらの獲得可能利益や影響力を基にして、全員による協力の利益の分配問題を

分析するのが協力ゲームの目的である。

本論文では，協力ゲームである提携型ゲームの市場ゲームを拡張し，特定の条件下で， n 人の各ユーザにおける効用が満足するようなモデルを提案する。

2.7.1 提携型ゲーム

提携型ゲームとは，ゲームに参加するプレイヤーの間で協力を目的として集団を形成し，得た利得をどのように分配するかを考えるゲームである．以下にイメージしやすいように提携型ゲームの例を示す。

会社を立ち上げる際に3人で提携する。



平均プログラマ1



凄腕プログラマ2



営業3

いま，3人で提携することを考えたときに，利益の配分はどのようになるかを考える(提携形3人ゲームの配分の集合を図示することを考える)

図 2.6: 提携型ゲームの例

このような場合に提携型ゲームの理論を用いる。

譲渡可能な効用をもつ提携型ゲームは (N, v) で表現される．ここで， $N = \{1, \dots, n\}$ はプレイヤーの集合である． v は， N の提携全体乗の実数値関数である．関数 v は， N の任意の提携 S に対して提携 S のメンバーが得ることのできる総効用 $v(S)$ を対応させ，関数 v をゲームの特性関数という．

提携型ゲームでは，まず，全体提携が形成された場合の各プレイヤーの得る利得を記述する必要がある，そのような利得分配の記述は，各成分がそれぞれのプレイヤーに対応する利得ベクトルで表す必要が

ある。ゲーム (N, v) の利得ベクトル $x = (x_1, \dots, x_n)$ が配分であるとは、次の2つの条件が成り立つことである。

$$\begin{aligned} (i) \quad & \sum_{i=1}^n x_i = v(N) \\ (ii) \quad & \text{すべての } i \in N \text{ に対し } x_i \geq v(\{i\}) \end{aligned}$$

ここで、(i) の条件を全体合理性と呼ぶ。全体合理性とは、すべてのプレイヤーの利得の和が全体提携値となることであり、全体提携で獲得した値を全員で分けることを意味している。

(ii) の条件を個人合理性と呼び、各プレイヤーの利得が個人提携値であることを意味している。

全体合理性と個人合理性を満たす利得ベクトルの集合を配分と呼び、配分の集合 I は以下の式で表される [13]。

$$I = \left\{ x \in \mathbb{R}^n \mid \sum_{i=1}^n x_i = v(N), x_i \geq v(\{i\}), \right. \\ \left. i = 1, 2, \dots, n \right\} \quad (2.1)$$

また、2つの配分 x と y があり、次の2つの条件が成り立つとき、提携 S を通して配分 y を支配するという。

$$\begin{aligned} (i) \quad & x_i > y_i \quad \forall i \in S \\ (ii) \quad & \sum_{i \in S} x_i \leq v(S) \end{aligned}$$

このとき、 x は y を支配すると言い、 $x \text{ dom } y$ と書く。この配分の支配関係を用いて、定義される最も基本的な解の概念がコアである。コアとは、他のいかなる配分にも支配されない配分の集合のことである。

る．すなわち，プレイヤーがどのような提携を形成しても，誰一人配分に不満がない解のことである．下記にコアの定義を示す [14] ．

$$C(v) = \{x \in \mathbb{R}^n \mid \sum_{i \in S} x_i \geq v(S) \quad \forall S \subseteq N\} \quad (2.2)$$

ここで，条件 $\sum_{i \in S} x_i \geq v(S) \quad \forall S \subseteq N$ を提携合理性という．もし，全員に提案されている配分に対し，ある提携によってそれを支配する配分があれば，提案されている配分に対し，ある提携によってそれを支配する配分があれば，提案された配分をその提携が拒否することができるとする．このとき，その提案された配分がコアに属していればそれを拒否することができない．このような意味で，コアに属する利得配分は，どの提携にも拒否されず，最終的な分配案となり得る安定的な利得分配ということができる．

2.7.2 コアの存在条件

コアは常に存在するとは限らない．コアが空でないための条件は，以下に示すゲームが平衡となることをいう [17] ．

N の非空な真部分集合の族 β が平衡集合族であるとき，各 $S \in \beta$ に対して次のような正の重み δ_s が存在することをいう．

$$\sum_{S \in \beta, S \ni i} \delta_s = 1 \quad \forall i \in N$$

ここで，平衡集合族とは，各プレイヤー i が δ_s の割合で提携 S に属していることを記述している．ゲームが平衡であるとは，任意の平衡集合族 β に対して

$$\sum_{S \in \beta} \delta_s v(S) \leq v(N)$$

となることである．平衡ゲームとは，各プレイヤーが δ_s の重みに従って提携 S に属して行動することにより創出される $\delta_s v(S)$ 価値の

総和が $v(N)$ 以下であるようなゲームである。

このように，ゲームが平衡ゲームであるとき，コアが存在することが証明されている。

2.7.3 市場ゲーム

提携型ゲームの代表的なモデルに市場ゲームがある [18]。市場ゲームとは，プレイヤー同士が提携を形成し，そのメンバー間で，自分の初期保有財を交換し，効用の和を最大化するゲームである [14]。

市場ゲームにおいて，効用関数 u_i が次の凹性と単調性を満たすとし，2つの財ベクトル $x=(x^1, x^2, \dots, x^m)$ と $y=(y^1, y^2, \dots, y^m)$ に対して

凹性：任意の $\lambda(0 \leq \lambda \leq 1)$ に対し，

$$u_i(\lambda x + (1 - \lambda)y) \geq \lambda u_i(x) + (1 - \lambda)u_i(y)$$

単調性： $x^k \geq y^k (k = 1, 2, \dots, m)$ ならば $u_i(x) \geq u_i(y)$ である。

ここで，単調性とは提携に参加したメンバーたちの利得の純増分が，メンバーの増加にともなって大きくなることである。このとき，市場ゲームは平衡ゲームなので，コアが存在する。経済学において，コアは解として用いられる概念の呼称であるが，市場ゲームにおいては，プレイヤーがどのような提携を形成しても誰一人配分に不満がない解が存在することを意味する。つまり，市場ゲームではプレイヤー同士が提携することにより，そのメンバー間で自分の初期保有する財を交換することができ，効用の和を最大化するゲームである。

市場ゲームの定式化

次に一般的な市場ゲームのモデルを示す [12]。

図 2.7 に示すように，従来の市場ゲームでは，貨幣と財のみで財の交換を行っている。

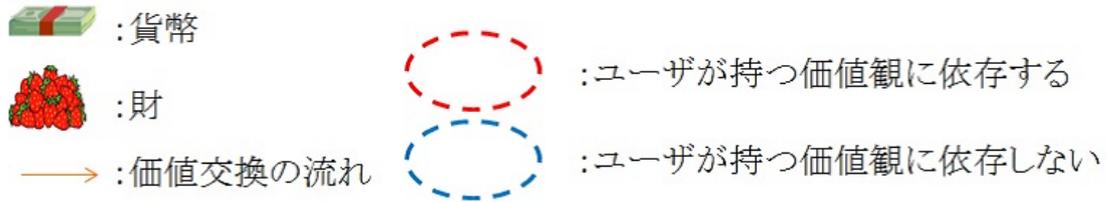


図 2.7: 従来の市場ゲームの価値交換モデル

ここで、貨幣の場合（例えば法定通貨）は、1000 円である本を 1 冊買えたとするとき、1000 円あれば誰でも本を 1 冊買うことができる。つまり、貨幣の場合は個人の価値観によって決まらず、ユーザの価値観に依存しないことがわかる。

また、財（例えば苺など）は、例えば苺が大好きな人がいたとする。その人は苺はもの凄く価値が高いと思う人もいるだろう。しかし、苺がそこまで好きではなく、苺に対してそこまで価値を感じない人もいる。このように財の価値観は個人ごとにそれぞれ異なるので、ユーザが持つ価値観に依存する。

次に、下記に示すような交換経済を考える。使用するパラメータは以下のとおりである。

$i \in N$: プレイヤー

$N = (1, \dots, n)$: プレイヤーの集合

$w_i = (w_i^1, \dots, w_i^m, w_i^{m+1})$: プレイヤー i の財の初期保有ベクトル

$x = (x^1, \dots, x^m, x^{m+1})$: 譲渡可能な財ベクトル

n 人のプレイヤーが、 $m+1$ 種類の財の交換を行う。以下では、 $m+1$

番目の財を貨幣と呼び，任意に分割可能な財とする．

財ベクトル $x = (x^1, \dots, x^m, x^{m+1})$ に対するプレイヤー i の効用関数 $U_i(x)$ は次のようかけるとする．

$$U_i(x^1, \dots, x^m, x^{m+1}) = u_i(x^1, \dots, x^m) + x^{m+1} \quad (2.3)$$

式 (2.3) は，プレイヤー i は貨幣に関して線形な効用関数をもつことを意味する．

ここで，プレイヤーの提携 S が形成され， S のメンバーの間で財が交換されるとする．このとき， S のすべてのメンバー i にとって実現可能な財ベクトル $x_i = (x_i^1, \dots, x_i^m, x_i^{m+1})$ は，

$$\sum_{i \in S} x_i^j \leq \sum_{i \in S} w_i^j, \quad j = 1, \dots, m+1 \quad (2.4)$$

を満たさなければならない．提携 S のメンバーの総効用は，

$$\sum_{i \in S} U_i(x_i) = \sum_{i \in S} u_i(x_i^1, \dots, x_i^m) + \sum_{i \in S} x_i^{m+1} \quad (2.5)$$

である．財の交換によって実現可能な提携 S のメンバーの総効用の最大値を提携 S の特性関数 $v(S)$ とすると，

$$\begin{aligned} v(S) &= \max_{(x_i)_{i \in S}} \left\{ \sum_{i \in S} u_i(x_i^1, \dots, x_i^m) + \sum_{i \in S} x_i^{m+1} \right\} \\ \text{s.t. } &\sum_{i \in S} x_i^j \leq \sum_{i \in S} w_i^j, \quad j = 1, \dots, m+1 \end{aligned} \quad (2.6)$$

である．この最大化問題は，

$$\begin{aligned} v(S) &= \max_{(x_i)_{i \in S}} \sum_{i \in S} u_i(x_i^1, \dots, x_i^m) + \sum_{i \in S} x_i^{m+1} \\ \text{s.t. } &\sum_{i \in S} x_i^j \leq \sum_{i \in S} w_i^j, \quad j = 1, \dots, m+1 \end{aligned} \quad (2.7)$$

とかけらることに注意し、これより、式(2.7)で定義される特性関数 $v(S)$ は、次の関数と戦略的同等である。

$$\begin{aligned} v(S) &= \max_{(x_i)_{i \in S}} \sum_{i \in S} u_i(x_i^1, \dots, x_i^m) \\ \text{s.t. } \sum_{i \in S} x_i^j &\leq \sum_{i \in S} w_i^j, \quad j = 1, \dots, m+1 \end{aligned} \quad (2.8)$$

戦略的同等とは、2つのゲーム $(N, v), (N, v')$ があつたとして、特性関数 v, v' の間に以下の条件が成り立つとき、2つのゲームは同値なゲームであると考え、戦略的同等であるという。ある正の数 α 、実数 $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ が存在して、すべての $S \subseteq N$ に対し、

$$v'(S) = \alpha v(S) + \sum_{i \in S} \beta_i$$

ここで、正数倍のパラメータ α は、全員共通であるが、これは譲渡可能効用の仮定と整合的にするためである。

このようにして、市場ゲームとして定式化できる。

2.8 二者間での価値の記述

本節では、異なる価値を持つ二者間に限定した場合の価値交換システムについて述べていく [1][2] .

まずは、二者間における価値の記述を行う . 図 2.8 に示すように、この価値交換システムにおいては、異なる価値を持つユーザー同士がお互いの価値を交換する . ここで、価値を交換することは、お互いにサービス (行動) を他者のために行い、そのサービスに対しての謝礼によって、実現されることとする . 以下に、図 2 の交換において使用するパラメータを示す .

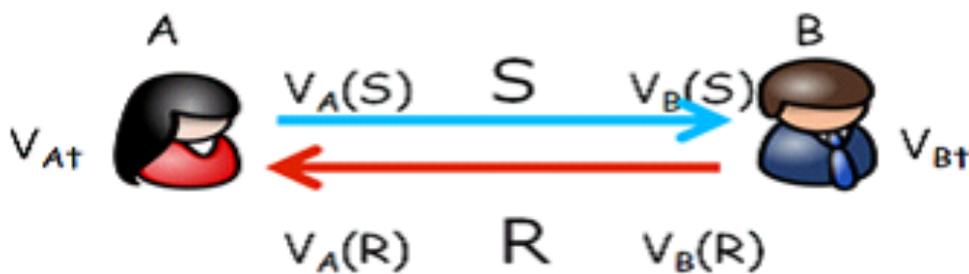


図 2.8: 二者間における価値の記述

n 種類の価値変数を x_1 から x_n とする。

価値のベクトル $V = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$

S : A が提供するサービス

R : B がお返しする御礼

A から見た S の価値ベクトルを $V_A(S)$,

R の価値ベクトルを $V_A(R)$

B から見た S の価値ベクトルを $V_B(S)$,

R の価値ベクトルを $V_B(R)$

V_{At} : 時刻 t において A に蓄積されている価値のベクトル

V_{Bt} : 時刻 t において B に蓄積されている価値のベクトル

A から B にサービス又は物を提供し, B から A にお返しをする.
二者間でお互いに利益が出ると判断しなければならないので, 取引利益関数を以下のように定義する.

取引利益関数 : $F_A(V_A(S), V_A(R)), F_B(V_B(S), V_B(R))$

まず, 取り引き前にお互いが利益評価を行う.

本来, 価値ベクトル $V_A(S), V_A(R), V_B(S), V_B(R)$ から利益を評価するには, それぞれの価値の特性を考慮した評価関数が必要となるが, 今回は簡略化のため価値は単純に各変数の総和とする. 取り引きが成立するための条件は,

$F_A(V_A(S), V_A(R)) > 0$ かつ $F_B(V_B(S), V_B(R)) > 0$ となる. 取り引き後の価値ベクトルは以下ようになる.

$$V_A(t+1) = V_{At} + (-V_A(S) + V_A(R))$$

$$V_B(t+1) = V_{Bt} + (+V_B(S) - V_B(R))$$

このとき，A の取引利益関数は以下ようになる．
ただし，取り引き利益関数を

$$V_A(R) - V_A(S) = (a_1, a_2, \dots, a_n) \text{ とおく .}$$

$$F_A(V_A(S), V_A(R)) = \sum_{i=1}^n a_i$$

同様に B の取り引き利益関数は，
 $V_B(S) - V_B(R) = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ のとき，

$$F_B(V_B(S), V_B(R)) = \sum_{i=1}^n b_i$$

となる．

表 1 に価値の例を示す．本来，価値ベクトルは個人の価値観に応じた変数として定量化すべきものであるが，ここでは簡略化のため，A と B のあるサービス S に対する価値を種類ごとに定数を設定する．以下に取引の例を示す．ユーザ A から B へサービスが提供され，B から A へ地域通貨で支払い R を行うものとする．

A の価値

価値	
+5	快感 優越感
+4	誇り 自尊心 見栄
+3	達成感 満足感 名誉
+2	思いやり 良心 尊敬
+1	感心 自惚れ 風紀 規律 倫理 道德
-1	威圧感 劣等感 怠惰
-2	脱力感 疲労感 無気力
-3	鬱憤 ストレス
-4	憤怒
-5	横柄 侮辱 傲慢

B の価値

価値	
+5	達成感 優越感
+4	思いやり 自尊心 名誉
+3	快感 満足感 見栄 倫理 道德
+2	感心 良心 尊敬 自惚れ
+1	誇り 風紀 規律
-1	疲労感
-2	脱力感 劣等感 無気力 威圧感
-3	鬱憤 侮辱 傲慢 怠惰
-4	憤怒 ストレス
-5	横柄 憤怒

取り引きの例

ここで価値ベクトル次元数を $n=5$ とした時、価値ベクトルの5つの価値変数が(思いやり、良心、感心、ストレス、横柄)に対する価値を表しているとする。

AはサービスSに(思いやり、良心、ストレス)の3種の価値があり、Bからの御礼Rに良心と感心があると考えている。そこでAはサービスSの価値ベクトル $V_A(S)$ を以下のように定める。

$$V_A(S) = (2, 2, 0, -3, 0)$$

同様に $V_A(R)$ を以下のように定める。

$$V_A(R) = (0, 2, 1, 0, 0)$$

このとき、取引前のAの利益評価は、

$$\begin{aligned} V_A(R) - V_A(S) &= (0, 2, 1, 0, 0) - (2, 2, 0, -3, 0) \\ &= (-2, 0, 1, 3, 0) \end{aligned}$$

となる。また、取引利益関数は、

$$(a_1, a_2, a_3, a_4, a_5) = (-2, 0, 1, 3, 0)$$

とおくと、

$$F_A(V_A(S), V_A(R)) = \sum a_i (i = 1 \dots n) = 2 > 0$$

となる。同様にBも利益評価を行い、

$$F_B(V_B(S), V_B(R)) > 0 \quad \text{ならば取り引きが成立する。}$$

取り引き成立後の蓄積価値ベクトル $V_A(t+1)$ 、 $V_B(t+1)$ は

$$V_A(t+1) = V_{At} + (-V_A(S) + V_A(R))$$

$$V_B(t+1) = V_{Bt} + (+V_B(S) - V_B(R))$$

によって更新される。

このような価値ベクトルを考慮した交換システムを行うことで、お互いの利得が大きくなることを実現する。

第3章 コミュニティ間での取引方法

これまで述べてきた二者間での価値交換システムを拡張し，コミュニティ間での取引方法を考える．ここでは仮に，コミュニティに属する全員が，他コミュニティに属する人と価値を交換すると仮定する．

従来の研究，関連研究の場合，二者間での価値の交換は可能だったが，このような場合には，価値を交換する人数が爆発的に増加し，コミュニティ間での価値の交換に必要な手順が複雑になってしまう．そこで，各コミュニティの代表者同士で取引を行う．今回の方針としては，コミュニティ内の一人でも損をしないような方法を考え，仮に，損をする人が一人でもいれば取引は不成立となるとする．

また，代表者同士が直接取引できれば価値を把握可能だが，別々のコミュニティ同士なので，お互いのコミュニティが信頼できない可能性がある．そこで，仲介者を用意して取引する方法を考える．

3.1 コミュニティAとB両方に属している人がいる場合

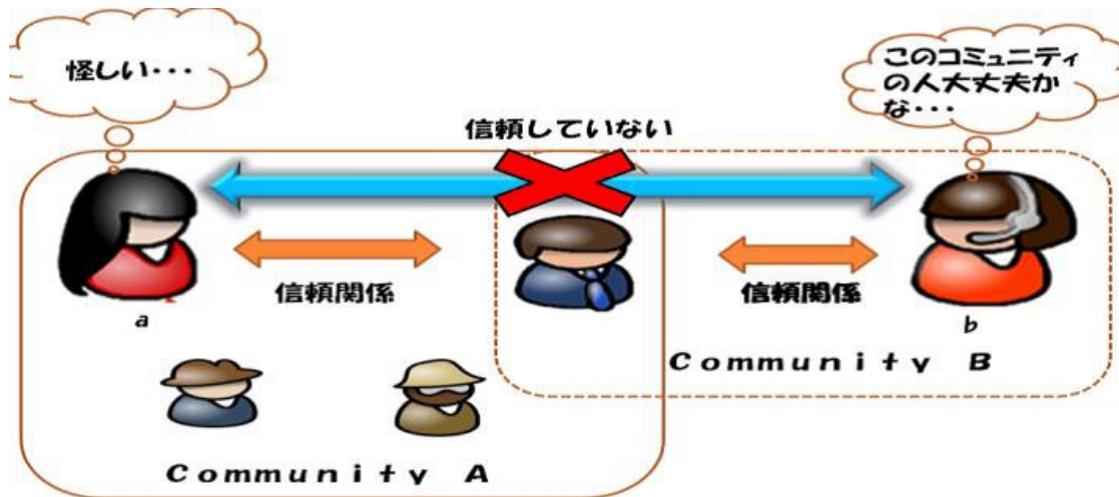


図 3.1: 信頼できる人がいる場合

図3.1のように、両コミュニティに属しているユーザが存在する場合の手順を以下に示す。

1. まず A と B 両方に属している人を探す。
2. その人がお互いに信頼できるならその人を介して取引を行う。

図3.2 に示すように a から b にサービス又は物を提供し、b から a にお返しをする。記号を以下のように定義する。

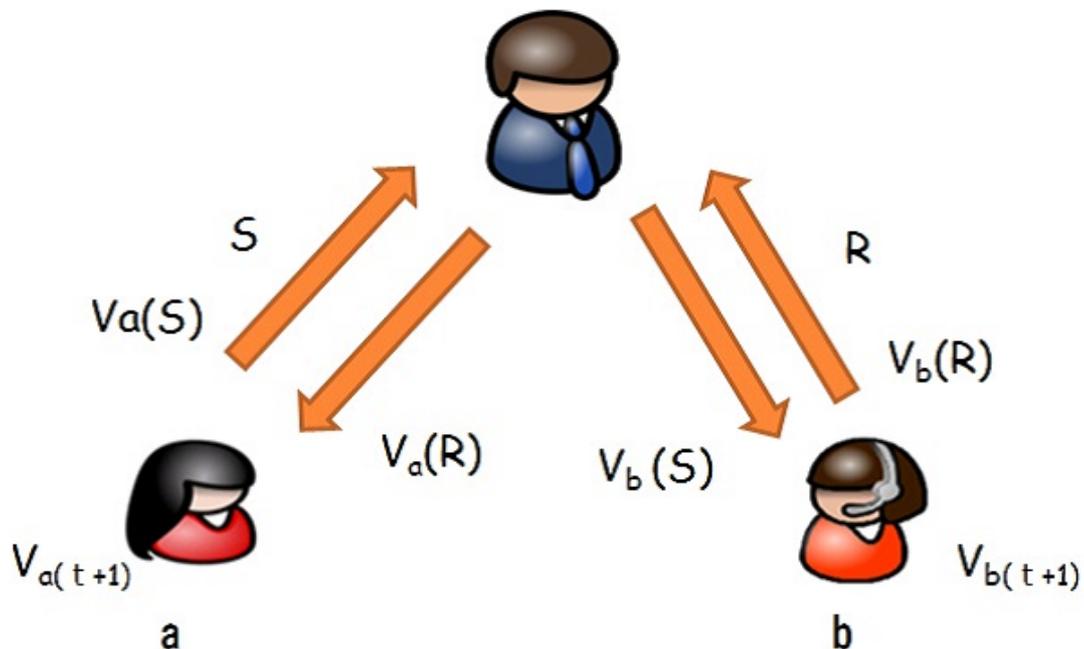


図 3.2: 取引の流れ

- S : コミュニティA全体の価値を考慮した (Aに属する価値の総和)aが提供するサービス
- R : コミュニティB全体の価値を考慮した (Bに属する個々の価値の総和)bが提供するサービス
- aから見たSの価値ベクトルを $V_a(S)$ bから見たRの価値ベクトルを $V_b(R)$
- aから見たRの価値ベクトルを $V_a(R)$ bから見たSの価値ベクトルを $V_b(S)$
- $V_a(t+1)$: 取引後においてaに蓄積されている価値のベクトル
- $V_b(t+1)$: 取引後においてbに蓄積されている価値のベクトル

この取引方法でのメリットは、コミュニティの代表者のみが取引を行うので、少ない回数で取引ができる。また、信頼できる人が信頼しているので、取引が比較的安全にでき、新たな人間関係が生まれる可能性がある。

デメリットは、両方のコミュニティに属している人を探すのに時間がかかり、その人が本当に信頼できるかどうかもわからない。また、比較的安全に取引できるものの、完全に安全というわけではない。

3.2 コミュニティAとB両方に属している人がいない場合

お互いのコミュニティに属している人がいない状態を考える。信頼できる人がいないので代表者同士だけの取引はできない可能性がある。そこで信頼できる第三者機関を利用する。

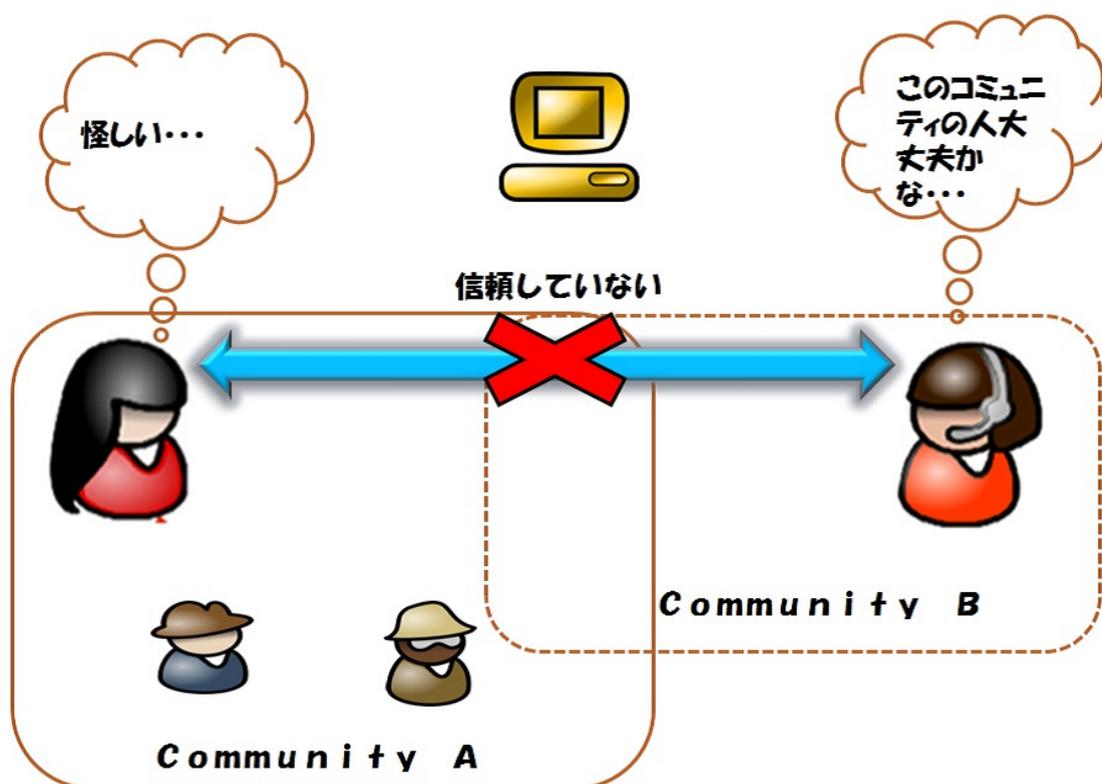


図 3.3: 信頼できる人がいない場合

図のように、両コミュニティに属しているユーザが存在しない場合の手順を以下に示す。

1. まず A と B 両方に属している人を探す .
2. 信頼できる人がいないので , 第三者機関を利用する .

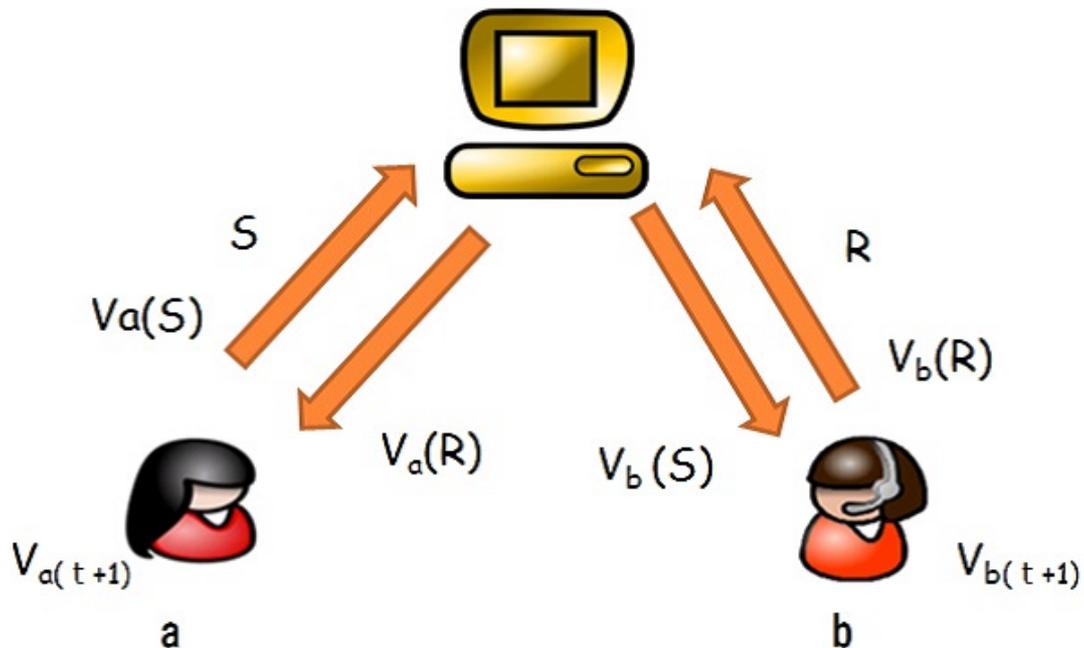


図 3.4: 取引の流れ

以降は前述と同様に取引を行う .

この方法でのメリットは , コミュニティに属する全員が第三者機関を利用して取引をしようとする と莫大なコストが掛ってしまうが , 代表者のみでの取引なのでコストを最小限に抑えられる . また , 信頼できる第三者機関なので , 詐欺に合うことはない .

デメリットは , まず両方のコミュニティに属している人を探すので時間がかかり , 更に第三者機関に情報を提供するのにもコストがかかる . また , 新たな人間関係が生まれる可能性が低い .

第4章 市場ゲームを拡張した価値交換モデル

本節では，ゲーム理論の市場ゲームを拡張することによって，提案価値交換システムをモデル化する．これにより，誰一人不満のない財の交換が存在することが証明される．今回拡張するのは，従来の貨幣だけでなく，新たに地域通貨と多様な価値観を反映させた上でモデル化する．提案するコアの意味は，提携 S のすべてのメンバーの利得の和が提携 S にとって実現可能な総利得以上であり，配分に不満がないことを意味する．

まず，市場ゲームを拡張した価値交換モデルを図4.1 に示す．従来の市場ゲームでは貨幣と財のみを交換していたが，さらに拡張し，地域通貨と多様な価値観を反映させたので，価値交換の流れが増えていることがわかる．

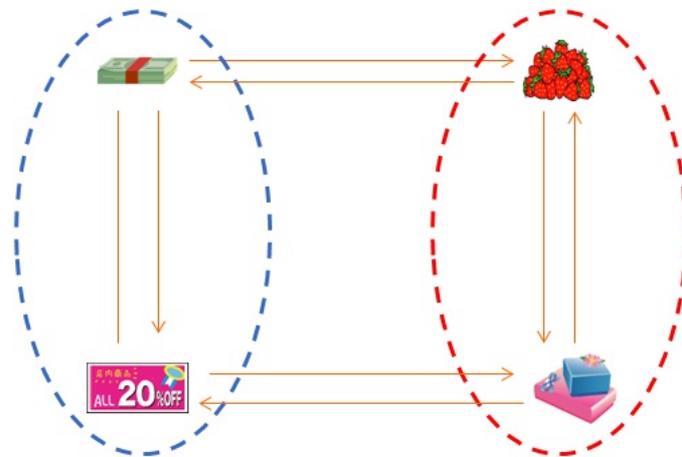
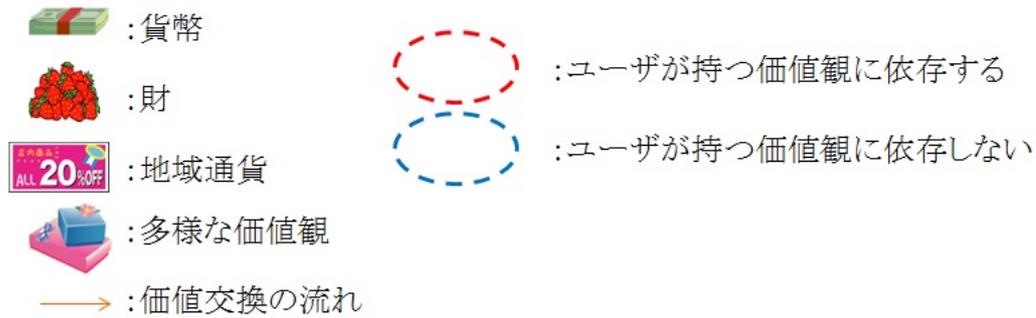


図 4.1: 市場ゲームを拡張した価値交換モデル

ここで、地域通貨の場合、例えばあるコミュニティAでは老人の話相手になると100ポイント貰える制度があるとする。そのコミュニティ内では誰でも老人の話し相手になると100ポイントもらえるので、ユーザの価値観に依存しないのがわかる。

また、別のコミュニティBでは犬の散歩を手伝うと200ポイント貰える制度があるとする。このコミュニティもコミュニティ内なら誰でも犬の散歩を手伝えれば200ポイント貰えるので、ユーザの価値観に依存しない。しかし、コミュニティAとコミュニティBの間で見たとき、それぞれコミュニティごとに価値観が異なる。つまりコミュニティ単位で考えたときは、コミュニティの価値観に依存するのがわかる。

一方、多様な価値観の場合は、同じコミュニティ内でも気持ちや感情といった価値観は個人によってそれぞれ異なるので、ユーザが

持つ価値観に依存する。

次に，下記に示す交換経済を考える．使用するパラメータは以下のとおりである．

$$\begin{aligned}
 i \in N & : \text{プレイヤー} \\
 N = (1, \dots, n) & : \text{プレイヤーの集合} \\
 \mathbf{w}_i = (w_i^1, \dots, w_i^{m+n}) & : \text{プレイヤー } i \text{ の財の} \\
 & \quad \text{初期保有ベクトル} \\
 \mathbf{x} = (x_i^1, \dots, x_i^{m+n}) & : \text{譲渡可能な財ベクトル} \\
 \mathbf{x}' = (x_i^{m+3}, \dots, x_i^{m+n}) & : \text{多様な価値ベクトル}
 \end{aligned}$$

n 人のプレイヤーが， $m+n$ 種類の財の交換を行う．財とは相手に提供できそうな価値のあるもので， $m+1$ 番目の財を貨幣， $m+2$ 番目を地域通貨， $(m+3, \dots, m+n)$ 番目を多様な価値観とする．多様な価値観の例として，例えば $m+3$ 番目を嬉しさや期待といった感情， $m+4$ 番目を何かお手伝いしてあげたい，といったボランティア精神などがある．これらは，分割可能な財とする．ここで，財ベクトル x に対するプレイヤー i の効用関数 U_i を以下のように定義する．

$$\begin{aligned}
 U_i(x^1, \dots, x^{m+n}) & = u_i(x^1, \dots, x^{m+n}) \\
 & \quad + x^{m+1} + p_i(x^{m+2}) \\
 & \quad + q_i(x^{m+3}, \dots, x^{m+n}) \quad (4.1)
 \end{aligned}$$

ここで，式 (4.1) 中のパラメータの意味は以下のとおりである．

- U_i : プレイヤー i の効用関数
 u_i : プレイヤー i の財の効用関数
 p_i : プレイヤー i の地域通貨の効用関数
 q_i : プレイヤー i の多様な価値の効用関数

式 (4.1) より, ユーザ i の効用とは, 商品やサービスなどの譲渡可能な財ベクトルと貨幣, 地域通貨と多様な価値観で表される.

ここで, 本モデルにおいては, あるコミュニティ内で, 財を交換すると仮定する. コミュニティ内の価値交換ではメンバーごとの地域通貨に対する効用は等しいと仮定し, また, 地域通貨における効用は, 貨幣における効用とは異なる効用をもつと考えられる. 以上より, 以下の式 (4.2) を仮定する.

$$p(x^{m+2}) = \lambda x^{m+2} \quad (4.2)$$

しかし, プレイヤーが持つ価値観は, 同じコミュニティに属するプレイヤー同士であってもプレイヤーごとに異なると仮定できる. さらに, 貨幣や地域通貨における効用とも異なる値を持つと考えられるため, 以下の式 (4.3) を仮定する.

$$q_i(x^{m+3}, \dots, x^{m+n}) = \mu x'^T \quad (4.3)$$

ただし, x'^T は, x' の転置ベクトルとする.

ここで, プレイヤー同士が提携することを考える. 提携 S とは, N の部分集合 $S \subseteq N$ を意味する. 市場ゲームにおいては, プレイヤーの提携 S が形成され, 提携 S のメンバー間で財を交換する. このとき, S のすべてのプレイヤー i にとって実現可能な財ベクトル $x_i = (x_i^1, \dots, x_i^{m+n})$ は, 以下の不等式を満たす必要がある.

$$\sum_{i \in S} x_i^j \leq \sum_{i \in S} w_i^j, \quad j = 1, \dots, m+n \quad (4.4)$$

ここで、 $\sum_{i \in S} x_i^j < \sum_{i \in S} w_i^j$ は、交換した際に財を消費、または破棄することを意味し、 $\sum_{i \in S} x_i^j = \sum_{i \in S} w_i^j$ は等価交換を意味する。そして、提携 S のプレイヤーの総効用は、式 (4.5) で表される。提携 S のメンバーの総効用は、分割不可能な物やサービスの総効用、貨幣の総効用、地域通貨の総効用、多様な価値の総効用の足し合わせである。

$$\begin{aligned} \sum_{i \in S} U_i(x^1, \dots, x^{m+n}) &= \sum_{i \in S} u_i(x^1, \dots, x^m) \\ &+ \sum_{i \in S} x^{m+1} + \sum_{i \in S} p(x^{m+2}) \\ &+ \sum_{i \in S} q_i(x^{m+3}, \dots, x^{m+n}) \end{aligned} \quad (4.5)$$

ここで、財の交換によって実現可能な提携 S のプレイヤーの総効用の最大値を、提携 S の特性関数値 $v(S)$ とする。

$$\begin{aligned} v(S) &= \max_{(x_i)_{i \in S}} \left\{ \sum_{i \in S} u_i(x^1, \dots, x^m) + \sum_{i \in S} x^{m+1} \right. \\ &\quad \left. + \sum_{i \in S} p(x^{m+2}) + \sum_{i \in S} q_i(x^{m+3}, \dots, x^{m+n}) \right\} \\ &s.t. \sum_{i \in S} x_i^j \leq \sum_{i \in S} w_i^j, \quad j = 1, \dots, m+n \end{aligned} \quad (4.6)$$

ここで、貨幣に着目すると、式 (4.6) の特性関数は、戦略的同等性より以下の特性関数となる。

$$\begin{aligned}
v(S) = \max_{(x_i)_{i \in S}} & \left\{ \sum_{i \in S} u_i(x^1, \dots, x^m) \right. \\
& \left. + \sum_{i \in S} p(x^{m+2}) + \sum_{i \in S} q_i(x^{m+3}, \dots, x^{m+n}) \right\} \\
s.t. & \sum_{i \in S} x_i^j \leq \sum_{i \in S} w_i^j, \quad j = 1, \dots, m+n \quad (4.7)
\end{aligned}$$

また，地域通貨に着目すると，式(4.2)より，式(4.7)の特性関数は，戦略的同等性より以下の特性関数となる．

$$\begin{aligned}
v(S) = \max_{(x_i)_{i \in S}} & \left\{ \sum_{i \in S} u_i(x^1, \dots, x^m) \right. \\
& \left. + \sum_{i \in S} q_i(x^{m+3}, \dots, x^{m+n}) \right\} \\
s.t. & \sum_{i \in S} x_i^j \leq \sum_{i \in S} w_i^j, \quad j = 1, \dots, m+n \quad (4.8)
\end{aligned}$$

以上より，地域通貨およびプレイヤーごとの価値を考慮した交換経済を提携形ゲームの市場ゲームとして定式化できる．

一方，一般的な市場ゲームは，任意に分割可能な財は貨幣のみを仮定しているため，戦略的同等により，式(2.8)が市場ゲームの特性関数として定義される．

この一般的な市場ゲームではコアが存在すると証明されている．しかし，今回定義した特性関数 $v(S)$ は提携 S のメンバーの提携 S に対する多様な価値の総効用が異なるため，コアが存在するかは不明である．よって，コアが存在する条件を別途考察する必要がある．

ここで，プレイヤーごとの価値の財も，プレイヤー i の財の効用関数 u_i に含まれると仮定すると，以下のようになる．

$$\begin{aligned} v(S) &= \max_{(x_i)_{i \in S}} \left\{ \sum_{i \in S} u_i(x^1, \dots, x^m, x^{m+3}, \dots, x^{m+n}) \right\} \\ s.t. \sum_{i \in S} x_i^j &\leq \sum_{i \in S} w_i^j, \quad j = 1, \dots, m+n \end{aligned} \quad (4.9)$$

式(4.9)を仮定した場合，一般的な市場ゲームの式(2.8)と同等に定式化できるので，コアが存在する．よって，提携 S のすべてのメンバーの利得の和が提携 S にとって実現可能な総利得以上であり，配分に誰一人不満を持たないような財の交換が存在する．つまり，貨幣だけでなく，地域通貨，多様な価値観を反映させた場合でも従来の市場ゲームと同等に財の交換を行える．

第5章 結論

本論文では、ゲーム理論を用いて特定の条件下で、 n 人の各ユーザにおける効用が満足するようなモデルを提案した。このモデルは、既存の二者間だけでなく、 n 人間での価値交換が可能となる。しかし、今回提案したモデルでは、コミュニティ内のみでの価値交換で、コミュニティ間での価値交換には対応していない。さらに、提案したモデルでは、コミュニティ内の価値交換ではメンバーごとの地域通貨に対する効用は等しいと仮定している。この条件のときのみ市場ゲームと同等に定式化できると証明されたが、実際はコミュニティ内でもメンバーごとに地域通貨に対する効用が異なる可能性がある。

また、異なる価値観を持つ二つのコミュニティ間で価値の交換を行うための方式を提案した。各コミュニティにおいては、様々な価値を持つ人が複数存在するため、これまでに提案されてきた二者間での価値交換システムは、コミュニティ間での価値の交換にそのまま適用することは困難であった。しかし、取引をする際、信頼できる代表者が居る場合と居ない場合を考えることで、交換手順を複雑にすることなく、各コミュニティの価値と情報リソースを適切に交換可能であることが明らかとなった。

謝辞

本研究を進めるにあたって，御指導して下さった木下宏揚教授に感謝いたします．また，貴重な多くの助言，及び，御指導して下さった宮田純子特別助手に感謝いたします．

最後に，神奈川大学木下研究室の諸兄にも感謝いたします．

関連図書

- [1] K.Hirotsugu,T.Yoshiaki et.al,“ A Local Currency System Reflecting Variety of Values, ”Proc. IEEE/IPSJ SAINT2011, pp. 562-567, July2011 .
- [2] K.Hirotsugu,T.Yoshiaki et.al, ”A local currency system reflecting variety of values with a swarm intelligence,” Proc. IEEE/IPSJ SAINT 2012, pp.251-255, July. 2012 .
- [3] 三浦一輝:“ 地域通貨制度の経済学的位置づけ ”,pp57-68 .(2005)”
- [4] 小西英行:“ ポイント経済と電子マネー ,地域通貨に関する考察 ” (2007)”
- [5] 加藤敏春 :“ エコマネー ビッグバンから人間にやさしい世界へ ” , 日本経済評論社 (1998)”
- [6] “ みんなの電子マネーマップ” ”<http://www.digitalcashmap.com/>”
- [7] 加藤敏春 :“ エコマネーの世界が始まる ” , 講談社 (2000)”
- [8] 河邑厚徳 :“ エンデの遺言 - 根源からお金を問うこと ” , 日本放送出版協会 (2000)”

- [9] 清水孝治：“人間関係ダイアグラム評価を導入した地域SNSでの地域通貨の使用”(2008)”
- [10] “オーストラリアの地域通貨 LETS”
http://e-public.nttdata.co.jp/f/repo/677_a1002/a1002.aspx
- [11] “「地域通貨」の流通に関する理論分析”
- [12] 岡田章：“ゲーム理論[新版]”，有斐閣(2011)”
- [13] 船木由喜彦：“ゲーム理論講義”，新世社(2012).
- [14] 中山幹夫：“協力ゲームの基礎と応用”，勁草書房(2012).
- [15] 武藤滋夫：“ゲーム理論入門”，日本経済新聞出版社(2012)
- [16] 鈴木光男：“新ゲーム理論入門”，勁草書房(2004)
- [17] 渡辺隆裕：“ゼミナール ゲーム理論入門”，日本経済新聞出版社(2008)
- [18] 鈴木光男・武藤滋夫：“協力ゲームの理論”，東京大学出版会(1985)

質疑応答