

# 学習経済モデルに基づくブロックチェーンを利用した非集中型 学習支援システムの構築

堀真寿美<sup>†1</sup> 小野成志<sup>†1</sup> 宮下健輔<sup>†2</sup> 坂下秀<sup>†3</sup> 喜多敏博<sup>†4</sup>

**概要:** 学習経済は、急速な社会変化に順応して行くための新しい学習モデルであり、ブロックチェーンにより学習者の「学び」を仮想通貨で取引し、市場原理に基づいた、学びの保証と評価を行う学習モデルである。学習経済では教師や学校ではなく、学習者自身が報酬を得る点が従来の教育制度とは大きく異なる。学習者に対する学びの報酬は、学習者に主体的に知識を獲得する強い動機付けを提供し、従来の学校では実現することのできなかつたスピードで、知識の獲得と更新が可能となることができる。本稿では、学習モデルとしての学習経済を提案し、そのプロトタイプによる実証実験の結果を報告する。

**キーワード:** ブロックチェーン, 電子書籍, オープンエデュケーション, 学習経済

## Decentralized Learning Support System Using Blockchain Based on Learning Economy Model

MASUMI HORI<sup>†1</sup> SEISHI ONO<sup>†1</sup> KENSUKE MIYASHITA<sup>†2</sup>  
SHIU SAKASHITA<sup>†3</sup> TOSHIHIRO KITA<sup>†4</sup>

**Abstract:** The learning economy is a new learning model that trades the learner's "learning" with virtual currency using blockchain guaranteeing and evaluating the learning based on market principles. In the learning economy, neither the teacher nor the school receives the reward; only the learner itself, which is a substantial difference from the existing education system. This new system enabling to receive compensation in virtual currency for learning can provide a strong motivation to learners to gain knowledge proactively as well as to acquire and update knowledge at a speed that could not be achieved in traditional schools. This paper proposes a learning economy as a learning model and reports the results of demonstration experiments using the prototype of the learning economy model.

**Keywords:** Blockchain, e-book, open education, learning economy

### 1. はじめに

#### 1.1 中央集権型教育の限界

今日のフォーマルな学校教育では、学校が中心となり、一人の教師が多くの学生を教えるという意味において、集中型 (centralized) 教育を行っていると言える。この集中型教育は、情報を効率的に伝達する優れた手段であるものの、本来の効果を発揮するためには条件が二つ必要である。第一に伝達すべき情報が普遍的で変わることのない真理であること、第二に、学習者は概ね同じ努力で、その内容を理解できることである。

ところが、急速に変化を遂げて行く今日においては、多くの知識は時間とともに急速に陳腐化してしまい、普遍的な真理だけでは、社会が求めている様々な要求に対応できない。また、学習者が急速な社会変化に順応して行くためには、人それぞれに異なった努力と時間をかける必要がある。ここに集中型の教育の限界が発生する。

イリイチ[1]は、人々の知識の大部分は、教師から得られ

たものではなく、学校の外で得られたものであるとして、このような従来の学校の仕組みを批判している。そして、複雑化する現代社会に対応するために、インフォーマルな教育は生涯続くとし、学校に代わる Learning Web という非集中型 (decentralized) の教育を提案している。知識社会が急速に進展している現代において、イリイチのような非集中型の教育が実現されれば、社会基盤として大きな価値を持つ。しかし、同時に、このような非集中型教育には3つの課題がある。

#### 1.2 非集中型教育の課題

非集中型教育の第一の課題は、教育の質を保証する方法が従来の仕組みの中には見出せないということにある。例えば、従来の学校に対する第三者機関のレビューという質保証の仕組みは、学校という集中型管理システムに対する仕組みである。非集中型管理の教育においては、学校に対する質保証と同じ手法を適用することはできない。

第二の課題は、学びの成果の評価方法である。従来の学校では、学習者が知識をどの程度修得できたかについて基

<sup>†1</sup> NPO 法人 CCC-TIES, NPO CCC-TIES

<sup>†2</sup> 京都女子大学, Kyoto Women's University

<sup>†3</sup> 株式会社アクタスソフトウェア, Acutus Software, Inc.

<sup>†4</sup> 熊本大, Kumamoto University

準を設け、試験などにより学習者の能力を測定してきた。しかし、非集中型管理の教育における多様な学びに対し、基準を設けることは難しく、同じ手法を用いる適用することはできない。

第三の課題は、学習者に対して動機付けを与え続ける手段である。現在の学校制度では、学習者の学びに対するインセンティブは、次の段階の学校に進めること、そしてその最後の段階で就職できるなどであった。非集中型管理システムにおいては、学びに明確な段階があるわけでもなく、卒業という概念があるわけでもない。この点においても、従来の学校と同じような手法をとることができない。

### 1.3 学習経済

これらの課題に対応するため、インフォーマルな教育の新しい仕組みとして、本稿では、ブロックチェーンを利用した学習経済モデルを提案する。学習経済モデルは、人々の日常的な営みから生まれた「学び」の成果を、学習者同士が取り引きすることで、学習者自身が報酬として仮想通貨を獲得する仕組みである。学習経済で、報酬を獲得できるのは教師や学校ではなく、学習者自身である。仮想通貨による学びに対する報酬は、学習者に主体的に知識を獲得する強い動機付けを提供することができ、従来の学校では実現することのできなかつたスピードで、知識の獲得と更新が可能となることができる。

学習経済という用語は、1994年にLundvallら[2]が、政府が人々の学習に積極的に関わることによって、国家としてのイノベーション能力を高める戦略として、提唱したものが知られている。本稿で提案する学習経済モデルは、この学習経済の考え方をさらに拡張したものである。

我々は、この学習経済モデルを実現する学習支援システムの実証実験システムを開発し、若干の実証実験を実施した。

以下では、2で非集中型教育を含むいくつかの先行研究を紹介し、3で学習経済モデルを提案する。4から5では、学習経済モデルに基づく実証実験のためのフレームワークと実験結果を報告し、6で実験結果の考察を行う。7では、今後の研究の展望を示す。

## 2. 先行研究

### 2.1 cMOOC

後にMOOC (Massive Open Online Courses) のブームにつながったCCK08(The Connectivism and Connective Knowledge course 2008)は、WebとSNSを利用した学習の試みである。CCK08は、口コミで評判が広がり2,000人を超える学習者が集まった。CCK08を主催したDownesらは、後の2012年にブームとなったMOOCsと区別し、この試みをcMOOCと呼んでいる。

CCK08に参加する学習者は、自らの疑問や目的に応じて、Web上の資料やビデオを検索し、そして、SNSを利用して、

学習者間の情報共有や教員への質問を行い、学習を進める[3]。ここでの教師の役割は、カリキュラムを決定したり知識を提供したりするのではなく学習者への助言である。それまでのオンライン教育は、学習管理システム等を使って一方向的に知識を提供してきた。これとは異なるCCK08の試みは、非集中型の教育の一つと言える。

CCK08に対して、最初の課題となったものが、教育の質保証である。この課題に対しては、後にMOOQによる品質基準フレームワーク (Quality Reference Framework: QRF) [4]が、作成されるなどの活動が、その回答となっている。ただし、MOOQのアプローチは、QRFによるコンテンツの評価システムであり、学習者自身の成果を測定するものではない。その点では従来の学校に対する評価システムの延長にある。

### 2.2 xMOOC

cMOOCの活動に触発されて、2012年にスタンフォード大学では、Coursera™やUdacity™のような営利目的のMOOCが誕生し、同じ時期にハーバード大学とMITによるedX™のようなMOOCが誕生して、MOOCブームが生まれた。このようなMOOCの活動は、cMOOCと区別してxMOOCと呼ばれることがある。

xMOOCの質の保証は、世界の有数の大学だけが開講できるという仕組みにより、既存の大学の質保証に依存することで実現している。xMOOCは、質保証の仕組みに限らず、集中型教育の仕組みの延長上にある。

### 2.3 教育の質保証のためのブロックチェーン利用

ブロックチェーンを利用して、非集中型の教育を実現する試みもいくつか行われている。教育分野においてブロックチェーン技術を最も早くから採用しているアプリケーションが、学習者の学びの成果の証明書の発行である。これは、ブロックチェーンの真正性、耐改竄性、永続性を利用して、偽造、改ざん、消失といったそれまでのデジタル証明書の欠点を解決しようとするアイデアである。ブロックチェーンの推進者達は、これにより、認可された教育機関以外の機関や個人でさえも信憑性が高く検証可能で永遠に保持することができる証明書を発行できると主張している。

しかし、ブロックチェーンに記録された証明書は、本来、登録されるべき証明書の信頼性に依存しており、現在は証明書を発行する学校などの機関の信頼に基づいている。従って、ブロックチェーンを利用して証明書を発行する仕組みだけでは、非集中型の教育を実現することはできない。

### 2.4 ブロックチェーンを利用した教育の直接取引

ブロックチェーンを利用して、学校という仕組みを直接変えようという試みも存在する。Woolf™やODEM™は、組織を介さず、教師と学習者が直接向き合う教育を提案している[5]。これらの提案は、Uber™やAirbnb™のサービスと同様に、学校組織という仲介者の存在をなくすことで、

低価格で学習者に最も有利な教育を提供することが可能である[6].

これらの仕組みで、Woolf™は、エリート大学の教員であることで質保証を担保し、教員個人が修了証明書を発行している。ODEM™は、学校が承認する修了証明書を発行し、加えて学校の単位として認めるようにすることで、教育の質を担保している。つまり、どちらの事例においても、教育の質保証の仕組みは、結局、伝統的な学校の権威を利用していることになる。

## 2.5 非集中型教育における質保証の壁

ブロックチェーンの仮想通貨の一つである、イーサリアムの開発を手がける Cnosensys™社は、非集中型教育の実現を目指して、FATHOM™というプロジェクトを立ち上げている。FATHOM™が最初に目指したのも、教育の質保証のための、証明書発行の仕組みであった。

現在プロジェクトは進行中であるため、その詳細は明らかではないが、非集中型教育における質保証の仕組みの提供は、集中型教育からの脱却を目指すときに、大きな課題となっていることがみてとれる。

## 2.6 学びの成果の評価

学びの成果を評価し、学習者と企業の雇用のマッチングを行うのが、Tutellus™、BitDegree™である。いずれも、受講料を仮想通貨で支払いオンラインコースを学習し、その成績や完了証明書がブロックチェーンに記録される仕組みを持っている。さらに、企業が推奨するオンラインコースの受講については、奨学金として仮想通貨を獲得できる、あるいは成績に応じて仮想通貨を獲得できるといった、学びに対するインセンティブを学習者に提供する仕組みも提案している。また、奨学金を提供した企業は、ブロックチェーンに記録された成績やコース完了書を見て、必要な人材にアプローチすることができる。

この方法は、人材の掘り起こしに有効であるとして、多くの企業からの支持を受けている。ただし、学習者の学びは、通常のオンライン教育と同様に試験や課題提出で評価される。従って、次の二つの理由により、限られた範囲での学びの提供に留まる可能性がある。

第一に、テストの成績など従来の評価手法に基づく指標によって学習者を評価しているため、多様で目まぐるしく変化する現代社会における評価指標として限界があり、社会や企業が期待する学習成果を正確に反映した評価に結びつかない。第二に、雇用や仕事と直結しない、また実践性を伴わない、教養、自然科学、社会科学、萌芽的分野などには対応できない。

## 3. 学習経済モデルのアーキテクチャ

### 3.1 学習経済モデル

学習経済は、学校や教師が提供する教育、すなわち「教え」の質ではなく、学習者自身の「学び」の成果を評価す

る。そのため、「学び」の定義を、学校で提供される、体系化された知識やスキルを習得することから拡張し、人々の日常生活や職場での活動そのものを含むものとしている。学習経済の概念図を図1に示す。

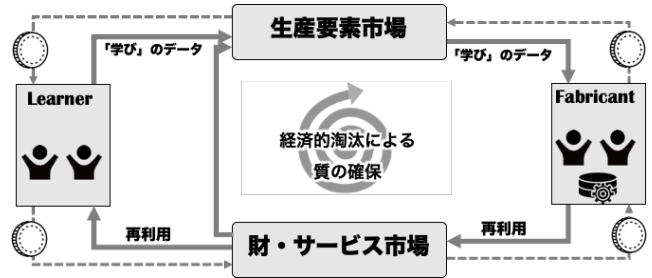


図1 学習経済の概念図

よく知られている市場経済原理に基づく経済循環は、「家計」、「企業」、「生産要素市場」、「財・サービス市場」の4人のプレイヤーが存在する。学習経済では、このうち「家計」と「企業」をそれぞれ、Learner(学習者)とFabricant(製造者)に置き換え、「学び」の取引を実現する。

まず、Learnerは、学習経済の定義による「学びのログ」を生産要素市場で販売する。ここで学びのログとは、日常生活での「学び」のプロセスにより生じ、変化した人々の状態を切り取ったデータである。次に、FabricantはLearnerの学びのログを、素材として買い取り、加工し付加価値をつけて製品あるいはサービスとして、財・サービス市場でLearnerに販売する。ここでFabricantは必ずしも人間である必要はない。Learnerは、Fabricantの製品を購入し、それを利用することで得られた学びのログを再び生産要素市場に提供する。これにより、学習経済に学びの循環が形成される。

市場経済の原理では、循環する市場において市場が十分に大きければ、商品の価値が不断に評価されて、商品に対して妥当な価格が形成され、そして質の低い商品は淘汰される。学習経済においても、同様に、学習者の学びのログの価値が、市場経済の中で不断に評価されて妥当な価格が形成される。また、低品質、あるいは虚偽の情報が含まれるデータ・製品は排除される。

## 4. 実証実験システムの実装

### 4.1 実証実験システムの概要

多くの人々は、日常生活の気づきや自らの考えをSNSに投稿している。そういったSNSの記事には、人々の学びの成果が含まれていると仮定し、学習経済モデルの実証実験システムは、SNSに投稿された記事を学びのログとし、次のプロセスを想定して構築した。

ここで、学習経済におけるLearnerの役割を演じるプレイヤーとしてアリスとキャロルを登場させ、Fabricantの役割を演じるプレイヤーとしてボブとデイヴというプレイヤーを登場させる(図2)。①ベテランの農家であるアリスは、

Learner として野菜栽培に関する情報を SNS に投稿する。投稿した記事は生産要素市場で販売される。②農業指導員であるボブは、Fabricant としてアリスの投稿記事を含めた複数の記事を購入し、再利用してベテランの農家に共通する手技を見つけ、製品として野菜栽培マニュアルを作成し、財・サービス市場で販売する。③初心者の農家であるキャロルは Learner としてボブのマニュアルを購入し野菜を栽培する。そして、そこでの疑問点を SNS に投稿する。投稿記事は生産要素市場で販売される。④ボブは、再び Fabricant としてキャロルのブログを購入し、マニュアルを改訂し、再び財・サービス市場で販売する。⑤さらに、ボブのマニュアルは生産要素市場を通して、研究者のデイブにも販売される。デイブは、第二の Fabricant としてボブのマニュアルを引用して、製品として研究論文を作成し、財・サービス市場で販売する。

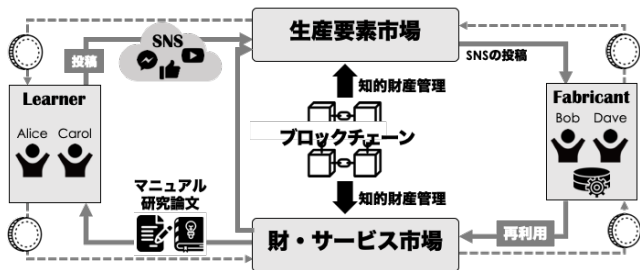


図2 実証実験システムのプロセス

## 4.2 コンテンツカプセル

実証実験システムで、SNS の記事を再利用したマニュアルや研究論文などの製品を作成するプロセスは、我々の開発したコンテンツカプセル技術を用いる[7].

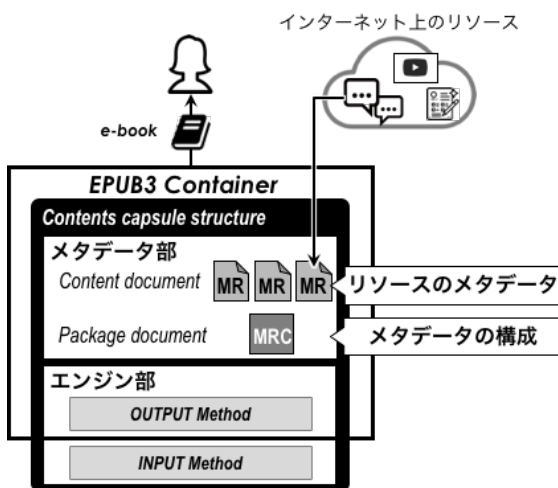


図3 コンテンツカプセル技術

コンテンツカプセルは、インターネット上のリソース利用した多様な学習コンテンツの制作と提供することを目的に、我々が従来から研究開発を進めてきた技術である。

コンテンツカプセルは、インターネットで公開されているビデオ、クイズ、ライブ機能など、様々なリソースやツ

ールを電子書籍にカプセル化し、学習コンテンツとして提供する。

コンテンツカプセル技術では、電子書籍の標準的なフォーマットとして広く普及している EPUB3 に準拠したファイル形式でコンテンツを出力する。ここで出力される EPUB3 は、一般的な電子書籍と同様に、電子書籍ストアでの配信、電子書籍リーダーでの閲覧が可能であり、加えて、電子書籍リーダーを利用せず、電子書籍を通常の Web ブラウザに表示する独自の機能が実装されている。図3はコンテンツカプセル技術で作成される EPUB3 フォーマット内の構造である。コンテンツカプセル技術で作成された、EPUB3 のコンテンツの内部には、リソースの実態はなく、メタデータ部とエンジン部のみで構成されている。

メタデータ部は、インターネット上のリソースを一意に特定するメタデータと、それらリソースを構造化もしくは体系化して表示する、構造を定義するメタデータが格納されている。このメタデータをそれぞれ、MR (Metadata of resources), MRC (Metadata of resources configuration) と呼ぶ。

エンジン部には INPUT メソッドと OUTPUT メソッドが実装されている。

INPUT メソッドは、インターネット上のリソースをメタデータ部の MR と MRC に変換する機能を提供する。OUTPUT メソッドは、メタデータ部を解釈して Web ブラウザに表示する機能を提供する。

## 4.3 ブロックチェーンによるコンテンツカプセルの取引

実証実験システムでは、次の3つのエージェントを開発し、TX-1~3 の3種類のトランザクションを実装した。

### • Input エージェント：TX-1 の実行

Learner が、SNS に “@clip#タイトル” の文字列を含めた記事を投稿すると、クロールし、投稿記事の内容からメタデータを抽出し MR としてブロックチェーンに記録する機能を提供する。

### • Generate エージェント：TX-2 の記録

Fabricant が、再利用しコンテンツに組み込みたい記事を選択すると、その構成情報を MRC としてブロックチェーンに記録する機能を提供する。

### • Input エージェント：TX-3 の記録

Learner が、購入したい電子書籍を選択すると、それに相当する MRC から電子書籍を出力する機能を提供する。

## 4.4 仮想通貨による取引

ブロックチェーンでは、トランザクションを記録する際、プログラムを自動実行するコントラクトを利用することができる。実証実験システムでは、CHL を単位とするチロコインという独自コインを発行し、TX-1, 2, 3 それぞれが実行される際、次のコントラクトが自動実行されるように実装し、仮想通貨により記事とコンテンツの取引を実現した。

TX-1 • 投稿記事がブロックチェーンに記録されると、投稿記事を所有する Learner に 100CHL



付与する。

- TX-2 • Fabricant の仮想通貨台帳から、再利用する投稿記事の著者の仮想通貨台帳に、200CHL を移転する。
- TX-3 • コンテンツ購入希望者の仮想通貨台帳から、Fabricant の仮想通貨台帳に、Fabricant が希望するチロコイン額を移転する。
- Fabricant の仮想通貨台帳から、購入希望者から移転されたチロコインの 50%を再利用した、MR 所有者に分配する。

#### 4.1 実装

実装にあたって、SNS は、オープンソースで提供されており、カスタマイズも可能な Mastodon™ を利用した。Mastodon は Twitter と同様のユーザインターフェースをもつミニブログサービスである。ブロックチェーンのプラットフォームは、HyperledgerFabric™ を利用した。Hyperledger Fabric は、The Linux Foundation™ が主催する Hyperledger プロジェクトの 1 つである。

Web サーバーにはセキュアゲートウェイを実装し、SNS へのアクセス、ブロックチェーンへのアクセスはセキュアゲートウェイを介すこととした。このことにより、ブロックチェーンへのアクセスはセキュアゲートウェイを経由することとなり、ブロックチェーンが外部にさらされないようにした。また、MR、MRC、及びユーザの仮想通貨台帳はワールドステートに記録した。ワールドステートは、Hyperledger Fabric がもつキー・バリュー型のデータ領域で、データを上書きすることで現在の状態を比較的簡単に取得することができる (図 4)。

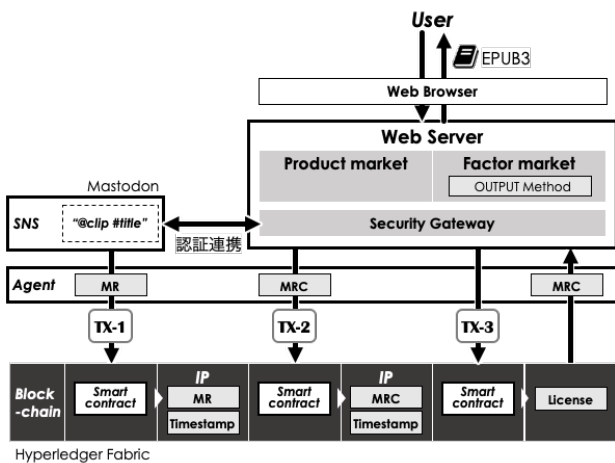


図 4 システム構成図

実証実験システムでは、Learner は SNS の記事にはテキストだけではなく、画像や動画も埋め込んで投稿することができる。図 5 に示すように、“@clip #タイトル”という文字列を含めると、Input エージェントのクローリングにより、ブロックチェーンに記録され、その結果がメッセージとして戻ってくる。

Fabricant は、Web ページから投稿記事を選択して、コンテンツを作成する。作成されるコンテンツの形式はコンテンツカプセル技術による EPUB3 である (図 6)。

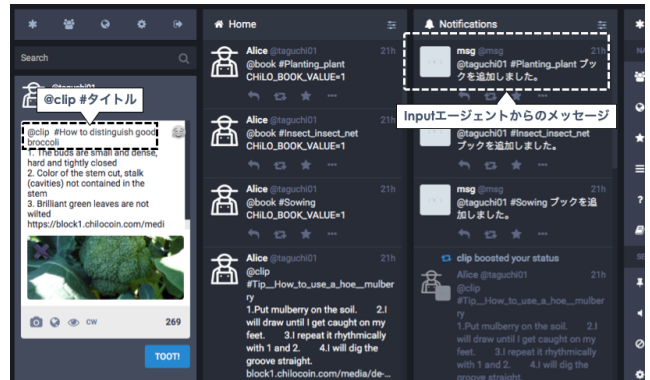


図 5 Learner の SNS への投稿

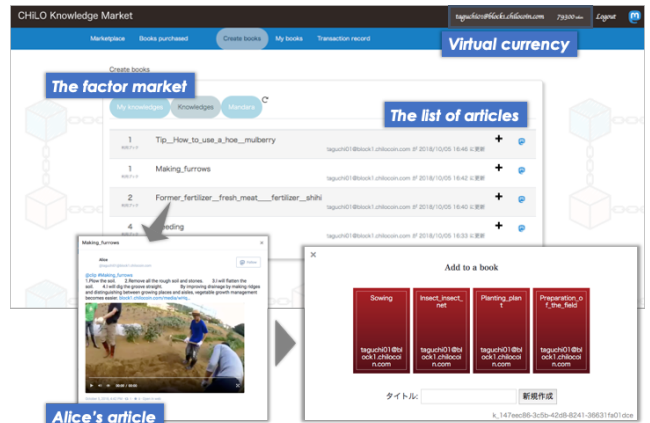


図 6 Fabricant のコンテンツ制作

### 5. 実証実験の結果

筆者らの職場において、スタッフを対象に、実証実験を実施した。スタッフは技術職員及び事務職員であり、e ラーニングシステムの開発、運用、保守に携わっている。スタッフには実証実験であることは告げず、実証実験システムの使用方法だけを説明し、投稿内容の対象領域は特に指定せず、業務で使えそうであれば使うように伝えた。また、Learner と Fabricant の役割分担は行わず、参加者は SNS への記事の投稿、電子書籍の制作ともに自由に行える事とした。仮想通貨は現実の通貨と交換できないため、参加者にとっては単なるポイントであり、ポイントを獲得した参加者には特に特典を提供することはしなかった。実証実験期間は、2018 年 10 月から 1 月の約 3 ヶ月である。以下に、実証実験結果の詳細を報告する。

#### 5.1 参加者の活動状況

スタッフのうち、実証実験に参加した者は 12 名、ブロックチェーンに記録された投稿記事は 344 件、作成された電子書籍は 20 冊であった。

図 7 は参加者の活動に関するローレンツ曲線である。参

加者毎の記事の投稿数，電子書籍の作成数，電子書籍の購入を数の少ないものから順に並べ，横軸にその累積相対人数を，縦軸にそれぞれの累積相対数をとっている．ローレンツ曲線は経済学において所得分配の不均衡を見る時に利用されており，図7ではカーブが下に膨らむほど活動が特定の参加者に集中していることを示している．例えば，電子書籍の作成は，上位1割の参加者が8割の電子書籍を作成している．その集中度を数字で表したジニ係数は記事の投稿で0.60，電子書籍作成で0.71，電子書籍購入0.44となった．ジニ係数は，完全に平等である場合には0，完全に不平等である場合には1となるため，電子書籍の購入が最も偏りのない活動であり，電子書籍作成が偏りのある活動であったと言えることになる．

インターネットにおけるユーザーの活動の偏りをジニ係数により測定した研究はいくつか報告されている．そのうち，北山ら[8]は，組織内のメーリングリスト活用状況のジニ係数の平均を0.69（標準偏差0.010）と報告しており，記事の投稿，電子書籍購入0.44はそれを下回っている．

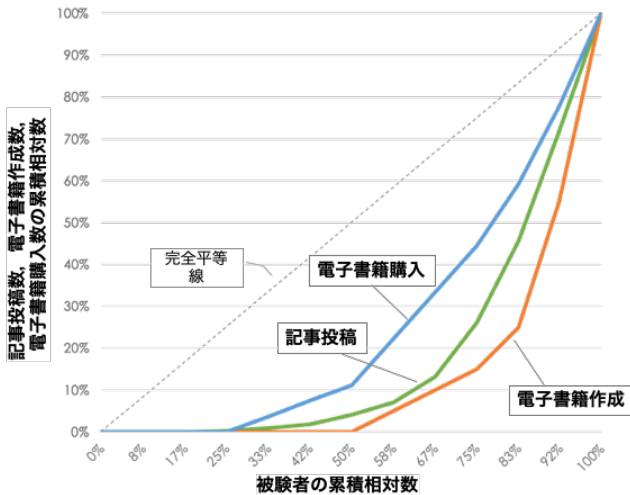


図7 参加者の活動に関するローレンツ曲線

### 5.2 記事の投稿内容

参加者が記事に付与したハッシュタグの上位10件を表1に示す。「#改善要望」が最も多く，ついで「#コロナレッジ」，「#改善案」となった．コロナレッジとは，実証実験システムの呼称である．また，「#シンポ課題と対策」，「#課内の物品など」などのハッシュタグも付与されており，スタッフが掲示板代わりに，業務の話題を投稿していたようである．

表1 記事に付与されたハッシュタグの上位10件

ハッシュタグ	個数
#改善要望	49
#コロナレッジ	48
#改善案	45
#UI	16
#Blockchain_edu	12

#コロナレッジマニュアル	11
#デザイン	11
#シンポ課題と対策	9
#課内の物品	7
#バグ	6
タグなし	46

図8は，ハッシュタグをノードで表し，投稿記事に同時に付与されたハッシュタグのノードをエッジでつなげた，ハッシュタグの共起グラフである．共起グラフから，表1のハッシュタグの関連と，コロナレッジの改善案，要望，バグが職場で話題になっており，またパソコン設定やサーバー保守などの業務が行われていることが見えてくる．

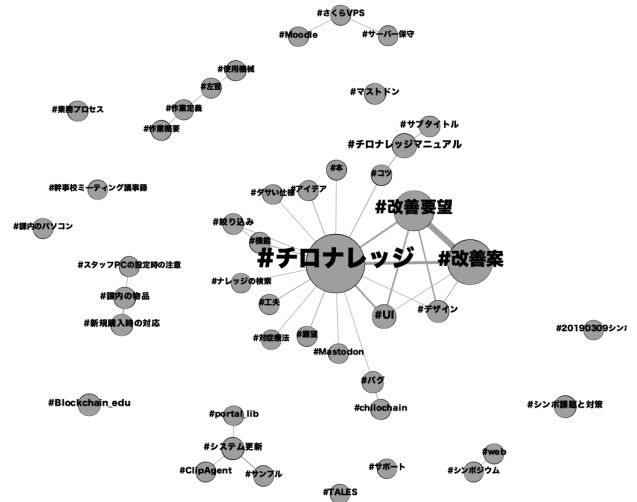
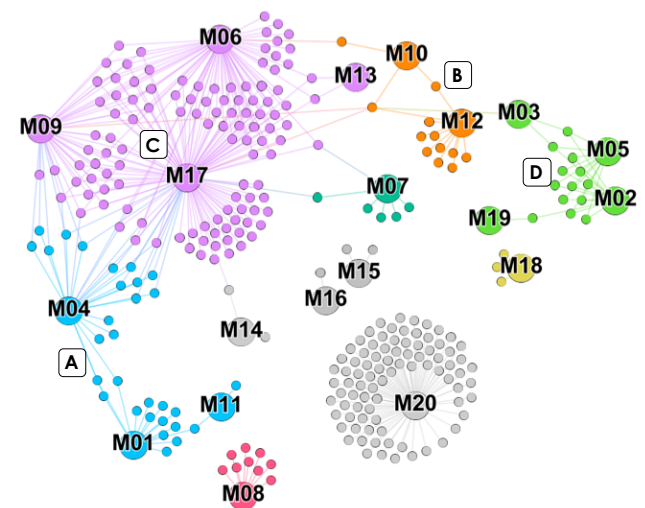


図8 ハッシュタグの共起グラフ

### 5.3 作成された電子書籍とその取引状況

図9は，作成された電子書籍と，電子書籍に利用された投稿記事をエッジでつないだグラフである．



MRC	書籍タイトル	MRC	書籍タイトル
01	シンポ課題と対策 2018	11	TIES シンポジウムの準備
02	TIES の業務プロセス I	12	コロナレッジマニュアル
03	TIES の業務プロセス II	13	左官作業
04	マイクについて	14	ナレッジのやりとり
05	お買い得版業務プロセス	15	test_book_20181116_1
06	コロナレッジ改善計画	16	教材 in
07	まとめ	17	要望対応記録
08	ブロックチェーンを利用した教育	18	ニュー左官
09	チロ改善計画	19	チロコイン発効ルール
10	秘本コロナレッジの極意	20	ブロックチェーンと教育

図9 投稿記事と電子書籍の関係グラフ

電子書籍を表すノードには、M01 から M20 の番号が振られている。また、投稿記事を表すノードにはキャプションがない。さらに、ノードの色はエッジの密度が高いノードの集まりでクラスタリングした結果である。これにより、同じ投稿記事を利用した類似した電子書籍をクラスタリングすることができる。例えば、クラスターCの中にある、M06,M09,M017 は、類似した電子書籍であることがわかる。

図10は、電子書籍の売上げで、図9で示したクラスター毎に分けて表示している。各クラスターに、一つだけよく売れた電子書籍がある。このことから、参加者は類似した電子書籍があっても、その中から選択的に電子書籍を選んで購入しており、その違いが電子書籍の売上げで指標化されている。

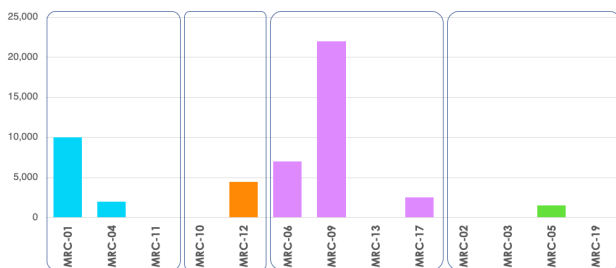


図10 クラスター毎の電子書籍の売上げ

#### 5.4 参加者の仮想通貨保有額

図11は、参加者の記事の投稿数と仮想通貨の保有額である。実証実験システムでは、コントラクトにより、記事の投稿したときと電子書籍に記事が採用されたときに、仮想通貨を得られる。従って、記事を投稿すればするほど仮想通貨を獲得することができ、記事の投稿数と参加者の仮想通貨の保有額は正の相関 ( $R^2=0.88$ ) を持つ。

図12は、参加者が購入した電子書籍の数と参加者の仮想通貨の保有額であり、弱い正の相関 ( $R^2=0.44$ ) が見られる。

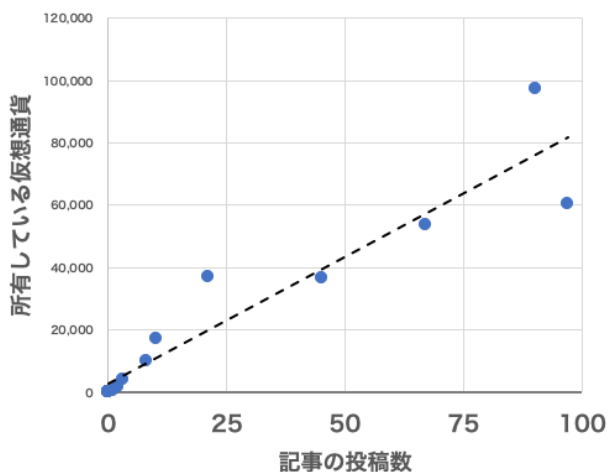


図11 記事の投稿数と獲得した仮想通貨

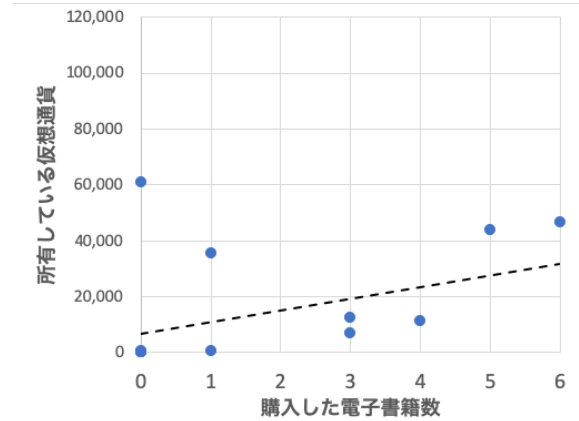


図12 電子書籍の購入数と所有している仮想通貨

## 6. 考察

実証実験は、参加者が少数であり、また同じ職場で対面による意思疎通できるもの同士であったことなど、限定的であった。しかし、参加者の気づきや考えを取り出し、職場で関心を集めている事柄を把握できるといった、SNS由来の特性に加え、仮想通貨の取引を導入することにより、学習経済が期待通りに動作することが確認できた。また、参加者のインタビューから、現在の実証実験システムについては、参加者インターフェースとコンテンツ制作に関する課題が明らかになった。

### 6.1 教育の質の保証

参加者は、類似の電子書籍がある場合、特定の電子書籍だけを好んで購入し、その結果、特定の電子書籍の売上げだけが上がる傾向をしめした。これは、市場経済における参加者による商品価値の評価の傾向を示していると考えられ、教育の質を確保できる可能性がある。

一方で、本実証実験においては、SNSの投稿記事により、職場のノウハウや意見をまとめた電子書籍を作ることではなかったが、それは知識と呼べるものまでには至らなかった。これは、参加人数が少なかったことと実験期間が短かったことに事による可能性もあるが、SNSのショートメッセージの、学習コンテンツとしての質的な限界である可能性がある。

さらに、実証実験は、顔見知りのスタッフを対象としたため、そのような問題は発生しなかったが、一般的に、SNSの投稿にはフェイクと言われる投稿も混じる可能性が高い。このフェイクと呼ばれる情報を、未修の学習者が見分け、購入の可否を判断できるのかが今後の課題である。

### 6.2 学びの成果の評価

本実証実験においては、記事を多く投稿する、あるいは電子書籍を多く購入する参加者の仮想通貨の保有量が多い傾向にあった。つまり、「学びの成果」の評価にまでは至らないが、学びに対する積極性を仮想通貨により図ることができることを確認できた。今後、学習者がどのような知識をどの程度修得できたかについて、検証する必要がある。

### 6.3 インセンティブ

一般的にインターネットにおいて閲覧するだけの参加者が、なんらかの発信をする参加者に比べ大多数を占めると言われている[9]。今回の実証実験では母集団が少ないものの、そのような偏りが比較的少ない傾向にあった。また、参加者のインタビューでは、他の参加者の仮想通貨の保有量が気になった。仮想通貨を獲得できると嬉しかった、といった回答があった。つまり、仮想通貨を獲得できるという、ゲーム的な要素が参加者に、学びに対するインセンティブを与えることができる可能性があると考えられる。

### 6.4 展望

参加者のインタビューでは、何をしたらどれくらい仮想通貨が獲得できるのか、自分は他の参加者と比べてどれくらい仮想通貨を持っているのかなど、仮想通貨の獲得に関してより明示的にして欲しいと言った意見があった。また、目的の記事を探し出し、電子書籍を制作するのには、非常に手間がかかったという意見もあった。さらに、先にも触れたように、SNSの記事だけでは学習コンテンツとしての質的な限界があるという課題も見えてきた。今後、次の3点を中心に研究を進めていく予定である。

1. ユーザーインターフェースを改善し、ゲーム的要素を取り入れる。
2. 学習成果の対象範囲を、SNSだけではなく学習者がWebに投稿したブログや動画などに拡大し、学習者のより多様な活動を学習成果として評価するとともに、質の高い学習コンテンツとして流通できるようにする。
3. 学習コンテンツの制作を効率的に行うための、学習成果へのメタデータの付与、検索機能の強化、ある程度の自動制作を検討する。

とくに、学習コンテンツの自動作成は、ブロックチェーンを利用したインテリジェントカリキュラムの生成に発展することが考えられる。

## 7. 終わりに

本稿では、ブロックチェーンの教育分野への応用モデルとして、仮想通貨により学びを取引する学習経済を提案し、それを実現するプラットフォームの実証実験を報告した。実証実験は、学習経済モデルを実現する最低限の機能をもつ素朴なプロトタイプに基づいて実施された。

2018年はブロックチェーンのバブルを迎えたと言ってよい。金融はもとより、物流、エネルギー、著作権管理など様々な分野での応用が提案され、概念実証(POC)が行われた。教育の分野においても、同様に成績証明書管理、教師と学習者による教育の直接取引など提案が相次いだ。しかし、物流、金融、コンテンツ流通などいずれの分野においても、ビットコインをしのぐユースケースは極めて少ないとの報告もされている[10]。

一方で、教育分野におけるブロックチェーン技術の応用提案を含め、ブロックチェーンの提案の多くは、有効なユースケースが見つからないまま、ブロックチェーンのバブルは終わったかのように思える。

学習者が報酬を受け取るというアイデアは、”Learning is earning”というキーワードで、既に提案されている[11]。これは、従来の学校制度では対応しきれない急速な社会の変化に即応する知識の獲得、現代の社会ニーズに対応する多様な知識の獲得に対応するアプローチとして、注目を集めているアプローチではあるが、具体的な実装には至っていない。学習経済は、このアイデアを具体化する、価値を生む主体を教育提供側とせず、対価を支払う対象を学校や教師から学習者にかえる、実装モデルである。

このような全く新しい概念に基づく学習アプローチの可能性を検討するためにも、早期に学習経済のプラットフォームを立ち上げさせ、新たなサービスを開始する予定である。

**謝辞** 本研究はJSPS 科研費JP7H01844及び国立情報学研究所平成29年度共同研究戦略研究公募型課題番号13の支援を受けた。

### 参考文献

- [1] Illich, I. Deschooling society. Harmondsworth. Middlesex. 1973.
- [2] Lundvall, B. and Johnson, B.. The learning economy. Journal of industry studies. 1994. 1.2. pp23-42.
- [3] Downes, S.. Places to go: Connectivism & connective knowledge. Innovate: Journal of Online Education, 2008. 5(1), 6.
- [4] “Quality Reference Framework (QRF) for the Quality of MOOCs, MOOQ”. [http://mooc-quality.eu/wp-content/uploads/2018/10/Quality\\_Reference\\_Framework\\_for\\_MOOCs\\_v10.pdf](http://mooc-quality.eu/wp-content/uploads/2018/10/Quality_Reference_Framework_for_MOOCs_v10.pdf), (参照 2019-05-30) .
- [5] “Woolf WHITE PAPER Building the first blockchain university”. Woolf. <https://woolf.university/assets/doc/whitepaper.pdf>, (参照 2019-05-30) .
- [6] “Oxford academics open budget ‘Uber of universities’”, The Times, <https://www.thetimes.co.uk/article/oxford-academics-open-woolf-budget-uber-of-universities-5f6plmmtb>, (参照 2019-05-30) .
- [7] 堀真寿美, 堀真寿美, 小野成志, 小林信三, 山地, 一禎, 喜多敏博, 山田恒夫. 再利用可能なマイクロコンテンツ学習基盤の開発, FIT2016 第15回情報科学技術フォーラム, 2016.
- [8] 北山聡, 組織内コミュニティの計量 -ジニ係数とべき分布の視点から-, コミュニケーション科学 29, 東京経済大学コミュニケーション学会, pp.3-16, 2009.
- [9] Nielsen, J. Participation inequality: Encouraging more users to contribute. 2006. [http://www.useit.com/alertbox/participation\\_inequality.html](http://www.useit.com/alertbox/participation_inequality.html), (参照 2019-05-30) .
- [10] Higginson, M., Nadeau, M., and Rajgopal, K.. “Blockchain’s Occam problem”. McKinsey Insights. <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/blockchains-occam-problem>, (参照 2019-05-30) .
- [11] ACT Foundation (2016). Learning is earning. <http://www.learningisearning2026.org>, (参照 2019-05-30) .