

# ブロックチェーンを用いた学習経済モデルによる学習プラットフォームの構築

堀 真寿美<sup>†1</sup> 小野 成志<sup>†1</sup> 喜多 敏博<sup>†2</sup> 宮原 大樹<sup>†3</sup> 坂下 秀<sup>†4</sup>  
宮下 健輔<sup>†5</sup> 山地 一禎<sup>†6</sup>

**概要:** 学習経済モデルは、現代の目まぐるしく変遷する情報をすばやく個人個人の知識として取り入れるために、市場経済原理を学びの仕組みに取り入れた学習モデルである。学習経済モデルでは、情報が市場経済の原理により取引されて、学びの循環を生み出す。この学習経済モデルでは、二つの課題を解決する。第一に市場経済によって知識を価値化することにより、従来は実現できなかったような形で誰でも知識を評価できる仕組みを提供する。第二に更新を余儀なくされる新しい知識の提供、持続的な学習のモチベーションの維持、学習環境や個々のニーズへの対応、および社会のニーズの反映といった伝統的な学校制度が抱える積年の課題を解決する。我々は、従来から研究開発を重ねてきたコンテンツカプセル技術とブロックチェーン技術を組み合わせ、このような学習経済モデルを構築しようとしている。本稿では、学習経済モデルの提案とその実装状況について報告する。

**キーワード:** ブロックチェーン, 学習経済モデル, 電子書籍, オープンエデュケーション, コンテンツカプセル

## Learning Platform Based on Learning Economy Using Blockchain

MASUMI HORI<sup>†1</sup> SEISHI ONO<sup>†1</sup> TOSHIHIRO KITA<sup>†2</sup>  
HIROKI MIYAHARA<sup>†3</sup> SHIU SAKASHITA<sup>†4</sup>  
KENSUKE MIYASHITA<sup>†5</sup> And KAZUTUNA YAMAJI<sup>†6</sup>

**Abstract:** The learning economy which incorporates the market economy principle provides a model of learning to quickly integrate the rapidly changing information as knowledge. In the learning economy, information is traded according to the principle of market economy, produce a circular flow of learning. The learning economy solves two problems. Firstly, the knowledge is evaluated by the market economy, providing a mechanism that anyone can objectively evaluate the knowledge that could not be realized conventionally. Secondly, the model solves the challenges which traditional schools were unable to solve for ages, such as providing updated new knowledge, maintaining motivation for sustained learning, various needs of individuals and the needs for a better learning environment, and reflecting social needs. We have implemented a learning platform based on the learning economy model using blockchain that we have been researching and developing for many years.

**Keywords:** blockchain, content capsule, e-book, learning economy, online education,

### 1. はじめに

現代社会は、工業化社会から知識社会へのパラダイムシフトを迎えていると言われてから半世紀を迎えようとしている[1]。この知識社会においては、知的資本が社会発展のための決定的資源となるとされている。しかし、一方でこの知的資本は時間とともに次第に陳腐化するという特性も持っている。従って知識社会においては、知識を蓄積するだけでは意味がなく、持続的な知識の更新と創造が重要となってくる[2]。

この知識社会の考え方は、1990年以降、各国の政策にも

影響を与えたといわれており、多くの国では、公教育を知識社会に対応させるための教育改革を推進してきた[3]。この結果、現代の教育制度における学校は、教育の質が保証された高度な知識を効率的に提供する手段の一つとなった。

しかし、こうした学校において提供される知識は、体系化され容易には揺らぐことの無い知識である反面、現代のように変化の激しい社会における知識を十分に付与することはできない。また、社会的な変化に応じて常に更新される知識に対応するためには大きな財政負担が伴うため、伝統的な学校での対応には限度がある。

結果として、人々においては生涯にわたり、最新の知識

<sup>†1</sup> NPO 法人 CCC-TIES

NPO CCC-TIES

<sup>†2</sup> 熊本大学

Kumamoto University

<sup>†3</sup> 山梨大学

University of Yamanashi

<sup>†4</sup> 株式会社アクタスソフトウェア

Acutus Software, Inc.

<sup>†5</sup> 京都女子大学

Kyoto Women's University

<sup>†6</sup> 国立情報学研究所

National Institute of Informatics

を獲得し続け、持続的に更新する必要があるにもかかわらず、こうした新しい知識の多くは、学校では得ることができず、我々は知識のほとんどを学校の外で獲得している。最新の知識の獲得や更新は、我々の身の回りに経験という形で横たわっているものの中から得ているのである[4]。このような経験に頼る学習は、技能の獲得方法として優れた点をもってはいるが、誰にとっても有効な方法ではなく、領域に限られ、社会全体から見たときに、必ずしも、効率的でも効果的でもない。

本研究の目的は、知識社会において社会全体が常に新しい知識の獲得と更新をし続けることのできる仕組みを実現することであり、その仕組みとして、学習に市場経済原理を導入した学習経済モデルを提案する。学習経済モデルでは、学校も教員も存在しない。このため、学習のために新たな経済的、人的リソースを第三者に頼る必要が無い。学習者の自発的で自律的な学習環境の構築と持続的な発展が期待できる。

本稿では、こうした特性を持つ学習経済モデルの実証実験結果について報告する。今回の実証実験システムでは、学習経済モデルにおいて課題となった知識化カプセルの実装とブロックチェーンを用いた取引の検証を行なった。

## 2. 関連研究

### 2.1 知識化社会と学習経済

知識社会に向けての取組は、従来から多く行われてきた。Lundvall ら[2]は、1990年代に、「学習経済」という新たな概念を提案した。彼らが示した学習経済では、蓄積された知識は、それだけでは価値を持たず、絶え間ない能力の更新と知識獲得の帰結としての知識創造が最も価値を持つ。従って、知識の創造につながる学習プロセスが経済競争力を決定する重要な要素になるとしている。

ただし、彼らが示した学習経済は、市場経済や計画経済と比較した経済体制として示されるにとどまっており、学習のためのプラットフォームとして示されたものではない。我々の提案する学習経済モデルとは全く異なる概念である。

2016年になって、IFTF (Institute for the future) [5]は、“Learning is earning”をキーコンセプトに、知識の取引の仕組みを学習経済として提案した。これは、公教育から日常生活に至る様々な活動で得た知識を市民同士が互いに教え合い、それを edublocks という単位でブロックチェーンに記録して仮想通貨で取引する仕組みである。つまり、彼らの提案は、市場のメカニズムを取り入れた知識の価値化の仕組みであると言え、学習プラットフォームとしての性格を有している。

IFTF の提案は、知識の獲得に市場のメカニズムを導入するという重要な視点を示したが、一方で、3つ課題がある。第一に学習のための取引の循環が明確には示されていない。第二に、知識がどのような単位でどのような形を持って取

引されるかが明確にされていない。すなわち知識を財として取引するための具体的な手法が示されていない。第三に、IFTF の提案には、知識創造という発想はなく、伝統的な教師役のユーザーから学習者への知識の伝達というモデルの上に立脚している。

### 2.2 SECI モデル

学習経済における知識の循環を考える上で、一つのヒントになる考え方に SECI モデルがある。野中ら[2]は、組織における知識創造のプロセスが暗黙知と形式知の交換と転換にあると提唱し、SECI モデルとよばれる知識創造の循環過程を示した。SECI モデルは、組織の知識が、共同化、表出化、統合化、内面化という4つのステップを踏みながら、高まっていくとしており、これは、生産、製造、消費といった我々が提案する学習経済モデルに共通する循環である。ただし、SECI モデルの対象は、あくまで組織内の知の循環過程を示したものであり、社会的な循環を意識しておらず、学習経済にとって決定的な意味を持つと考えられる知識の価値化の視点もない。

### 2.3 ブロックチェーン

ブロックチェーンのアイデアは Satoshi Nakamoto[6]により、「純粋な P2P 電子マネーによる金融機関を通さない当事者同士の直接的なオンライン決済」として提案され、仮想通貨ビットコインにおいてはじめて実装された。従来の権威のある中央管理者が、取引事者の台帳の正確性を保証することで成立してきたオンライン決済を、ブロックチェーン技術により、P2P で接続された参加者のコンピュータが相互に正確性を保証し合うことで成立させる。権威ある管理者を必要としない決済の仕組みは、ブロックチェーンが社会構造を大きく変換する技術として、金融分野を中心に高い注目を集めている。

さらに、ブロックチェーンでは、通貨発行、通貨流通量調整といった通貨管理を自由に設計することが可能である。つまり、通貨にどのような意味を持たせ、参加者にどのようなインセンティブを与え、どのように維持し発展させるかといった、独自の経済構造をもったネットワークを誰でも自由に設計できる。

例えば、ビットコインは、台帳の正確性を証明する計算処理能力を提供した参加者に対して通貨を発行し、さらに、4年に1度の半減期を設定することで、発行された通貨の価値を維持する仕組みを組み込んだ。これにより、金融機関を通さない直接的なオンライン決済というビットコインのコンセプトに賛同した参加者が自らのコンピュータ能力を提供し、そのネットワークを拡大し、従来は国家や政府が独占的に行ってきた経済制度の設計を自由に設計できることを示したといえる。

また、ブロックチェーン仮想通貨の一つ、Ripple の Chief Compliance Officer (CCO) である Karen Gifford[7]は、ブロックチェーンを価値のインターネット”Internet of Value

(IoV)”と表現している。ブロックチェーンの台帳には通貨の取引記録だけではなく、シリアル番号や所在地など「もの」を特定する一意データ、コンテンツや記事と言ったデジタル記録そのもの、そしてそれらに対する称賛や評価といった感情を記録し、仮想通貨を仲介にして取引することができる。

つまり、これはインターネットを、デジタル化できるあらゆるものの価値を取引する市場とすることを意味している。学習経済にとって重要な機能はこの価値のインターネットの機能である。

### 3. 学習経済モデル

現代社会の価値観は多様化しており、どのような知識にどのような価値があるのかを見いだすのは一般には難しい。ところが、学習経済においては、知識の獲得、更新、そして新しい知識の創造が価値のある活動が行われ、そのような活動に関わった者が利益を得ることができるような構造を持っている。学習に対する利益を追求し、学習のための市場が形成され、取引の循環が生まれれば、知識の価値は、価格で評価される。これが我々の提案する学習経済である。

この学習経済モデルで、解決しなくてはならない課題は3つある。

第一に、学習経済は通常の経済に於ける市場取引とは異なっている。このため、通常の経済構造と独立した学習経済構造を構築する必要があり、学習経済の市場参加者の共通の価値観に基づく、学習経済市場の構築が必要となる。

第二に、市場で取引される情報の取り扱いの問題がある。情報は容易にその価値を評価することができない無形資産である。すなわち、一般的な商品のように実体があるわけでは無いし、サービス商品のように便益を適用してくれるわけでもない。そのような情報を商品として価値化するためのなんらかの仕組みが必要になる。

第三に、学習経済における通貨の役割の問題がある。知識社会では、知識は常に更新されなければ陳腐化し、やがて価値を失う。その状態をどのように通貨導入により表すことができるかという点である。

我々は、第一の課題については、学習経済モデルの学びの循環のプロセスにより解決する。第二の課題については、知識化カプセルという技術で解決する。最後に、第三の課題は、ブロックチェーン技術による仮想通貨を用いる事で、現実の通貨では実現できない様々な機能を実装することで解決する。

#### 3.1 情報、知識、学び

学習経済モデルを提案する前に、いくつかの定義を行う。情報、知識、学びとはという言葉は、コンテキストにより様々な意味で使われている。また、それらの概念に関しては、認知科学、ナレッジマネジメントの分野において多くの研究がなされている。本稿では、情報、知識、学びを

Brookes[8]の示した知識と情報の関係を表す式 1 に基づき定義する。

$$k[s+\Delta i] = k[s+\Delta s] \quad (式 1)$$

式 1 において、 $s$  は内面化されている自己の知識である。また、知識  $s$  は構造を持っており、その構造は知識構造  $k[s]$  で表される。そして、知識構造  $k[s]$  は、情報  $\Delta i$  の働きかけにより  $k[s+\Delta s]$  に更新される。

学習経済モデルにおける知識は実態の見えない自己の内面に存在するものであり、式 1 の  $s$  に相当する。また、情報  $\Delta i$  を追加することができる知識構造  $k[s]$  およびその結果である  $k[s+\Delta s]$  は  $\Delta i$  と同じ次元を持つ情報であると考えられる。本稿では、 $k[s]$  および  $k[s+\Delta s]$  を自己の内面にある知識と明確に区別するために「知識構造の情報」と呼ぶことにする。また、個人が保有している知識構造  $k[s]$  に対して情報  $\Delta i$  の働きかけがあった場合、必ずしも知識構造が  $k[s+\Delta s]$  に更新されるとは限らない。しかし、学習経済モデルでは、そういった場合でも、何らかの気づき、感覚的な認知、部分的な事実などを得られるとする。本稿では、それらを「断片的な情報」と呼ぶことにする。

学習経済モデルでは、「知識構造の情報」あるいは「断片的な情報」をまとめて情報と呼び、式 1 の個人の知識構造  $k[s]$  に  $\Delta i$  が作用することで、新たな情報を生むことを学びであり学習であると考えられる。

#### 3.2 学びの循環

学習経済モデルでは、情報  $\Delta i$  には、日常生活や社会生活の様々な体験から獲得できる不確かな情報、感覚的な認知、断片的な情報などが含まれると考える。そして、そのような情報  $\Delta i$  により更新された知識構造  $k[s+\Delta s]$  を第三者に伝達することにより、学びの循環を構築する。

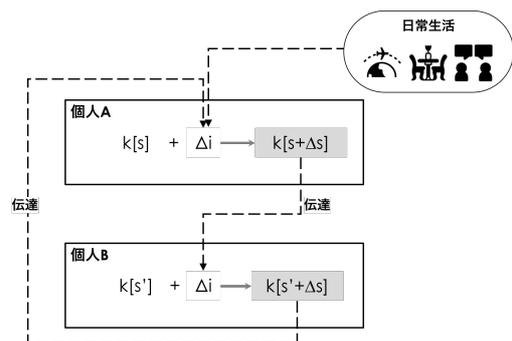


図 1 学習経済モデルにおける学びの循環

例えば、個人 A は、日常生活から得られる体験や経験から得た情報により知識構造を  $k[s+\Delta s]$  に更新する。それを個人 B に伝達すると、個人 B の知識構造  $k[s]$  に作用し、個人 B は、新たに知識構造  $k[s'+\Delta s]$  を生み出す。それは再び個人 A に伝達され、知識構造は次第に洗練され、人々の知識も次第に昇華していく。この過程を図 1 に示す。

#### 3.3 学習経済の循環と SECI モデル

学習経済モデルでは、学びの循環を促進し活発化するた

め、市場経済の原理を導入する。市場経済の原理を導入することで、(1) インセンティブに基づいた人々の自発的な参加、(2) 参加者のニーズの反映、(3) 効率的な資源の配分が期待できる。

学習経済モデルにおいては、情報は資源に相当し、断片的な情報を取り扱う市場と知識構造の情報の市場の二つの市場を導入する。この市場経済の原理を導入した学びの循環は SECI モデル[9]で説明することができる (図 2)。

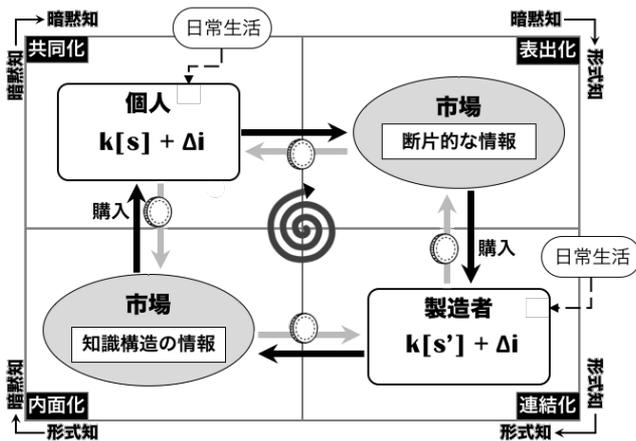


図 2 学習経済モデルの循環

すでに述べたように、SECI モデルは、組織の知識が、共同化、表出化、統合化、内面化という4つのステップを踏みながら、高度化してゆく知識創造のモデルである。学習経済モデルでは、これを個人と個人の特別な形態である製造者の間で行われる市場を介した情報の取引であると考える。

学習経済モデルでは個人も製造者もそれぞれが保有する知識構造  $k[s]$  に情報  $\Delta i$  を追加し新たな情報を生み出し、それを市場に公開することを目指す。その際、断片的な情報を生み出し市場に公開する者を個人と呼び、知識構造の情報を生み出し、それを市場に公開する者を製造者と呼ぶ。また、個人も製造者も、情報  $\Delta i$  は日常生活や社会生活で様々な体験から得られるだけではなく、学習経済モデルの市場から購入し、それらを複数組み合わせ、新たな情報を生み出すことができる。

これにより、個人が市場に公開した断片的な情報は、製造者により構造化されて、市場に公開され、それを個人が購入することで、また、新たな情報が製造されるという循環が生まれる。この学習循環のプロセスの中で、参加者は、知識の獲得、更新、知識の創造が価値のある活動であり、そのような活動に関わった者が利益を得るといった共通の価値観を獲得する。

### 3.4 商品

情報を取引するためには、情報と知識を商品化して市場に出す必要がある。知識を商品として提供するためには、

価値化できるための仕組みが必要である。このために知識化カプセルという概念を導入する。知識化カプセルはどのような情報もデジタル化されてさえいけば封入することができ、知識化カプセルの中にさらに知識化カプセルを入れることができる。参加者は、知識化カプセルによって、学びのための知識を手に入れる。手に入れた知識は、再構成され、新しい情報を封入したカプセルを作ることでもできる。それぞれのカプセルは、提供者によって価値表示される。

こうして、学びに必要なすべてを一つのカプセルの入れることで、学習経済では、知識を商品として扱うことができる。

知識化カプセルはまた、商品として市場原理に基づき取引することでその価値を尺度化する機能をもっている。

### 3.5 通貨

知識化カプセルの取引のために仮想通貨を導入する。仮想通貨は、一般的な通貨同様に価値尺度、交換、価値退蔵機能を有している。つまり、価値尺度機能によって知識化カプセルの価値は価格によって評価される。また、交換機能によって、知識化カプセルの交換が行われる。最後に価値退蔵機能は、情報が知識となり、蓄積された知識価値を表章するが、知識が常に更新されるものであり、長い時間退蔵することができない。そのため、学習経済モデルでは、その状況を示すために、通貨を時間と共に減価する時限通貨とする。

## 4. 知識化カプセルの技術

学習経済モデルを実現するための学習プラットフォームの技術要素は知識化カプセルとブロックチェーンである。ここでは、その技術要素について説明する。

### 4.1 知識化カプセルの導入

知識化カプセルは、我々の開発したコンテンツカプセル技術を用いる[10]。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 でコンテンツが制作される。従って、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る。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アウトプット機能も実装されている。

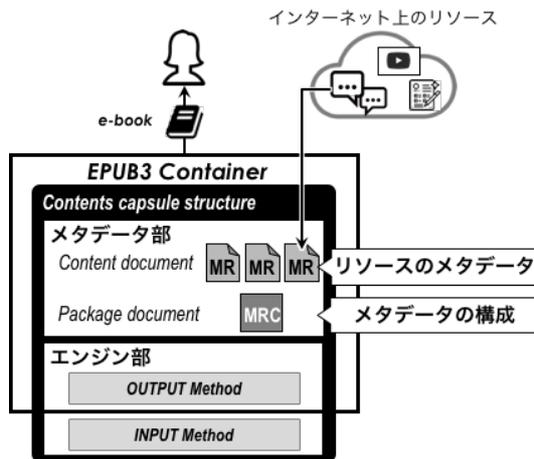


図3 コンテンツカプセル技術

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。

## 5. 提案システム

学習経済モデルを実現する学習プラットフォームの実装可能性を検証するため、技術要素である知識化カプセルの実装とブロックチェーンを用いた知識化カプセルの取引を行う実証実験システムを構築した。

### 5.1 知識化カプセルの実装

コンテンツカプセル化技術を用いて情報を知識化カプセルに梱包する。実証実験システムにおいては、断片的な情報を、SNSに投稿された記事から収集することとし図4に示す方法で実装する。

SNSの投稿記事からWebアプリケーションに実装したINPUTメソッドによりMRを抽出し、知識化カプセルとしてブロックチェーンに記録する。さらにMRの構造を定義するMRCをブロックチェーンに記録し、これらの情報にWebアプリケーションに実装したOUTPUTメソッドを介して呼び出すことで、EPUB3フォーマットでユーザーに提

供する。

つまり、実証実験における知識化カプセルは電子書籍の外観をもったMRおよびMRCのメタデータを持ったパッケージである。

### 5.2 実証実験システムに利用するアプリケーション

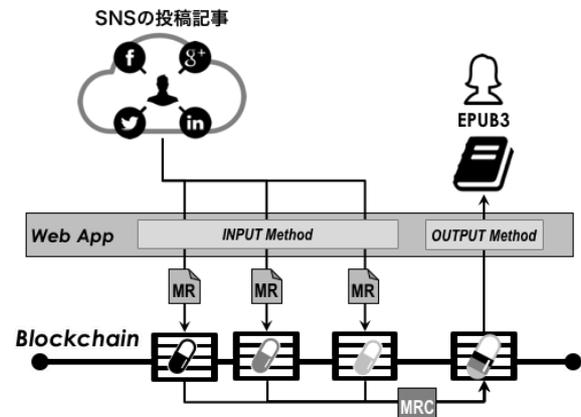


図4 情報の知識化カプセルへの梱包

実証実験システムは、SNS、Webアプリケーション、ブロックチェーンで構成する。

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 (<https://github.com/tootsuite/mastodon>)により実装した。MastodonはTwitterと同様のユーザーインターフェースをもつミニブログサービスである。インスタンスと呼ばれるMastodonのサーバを独自に運用するが、他のインスタンスのユーザーとも交流可能な分散型アーキテクチャを採用している。

ブロックチェーンのプラットフォームとしては、Hyperledger Fabric (<https://www.hyperledger.org/>)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。ワールドステートと呼ばれるキー・バリュー型のデータ領域と、コードを記述しプログラムを実行できるチェーンコードと呼ばれるデータ領域のそれぞれに、所有者情報、取引条件を記述することにより、スマートコントラクトを実行できる。

最後に、SNSとブロックチェーンを媒介させるため、Webアプリケーションには、clipエージェントとbookエージェントを実装した。clipエージェントは、Mastodonに投稿された記事からMRを抽出し、知識化カプセルとしてブロックチェーンに記録する機能を提供する。bookエージェントは、MRCを構成してブロックチェーンに記録する機能と、MRCを呼び出して電EPUB3の外観で提供する機能を提供する。

### 5.3 処理フロー

実証実験システムでは、Mastodonをユーザーインターフェースとしてブロックチェーンへの知識カプセルの記録と取引を実現する。

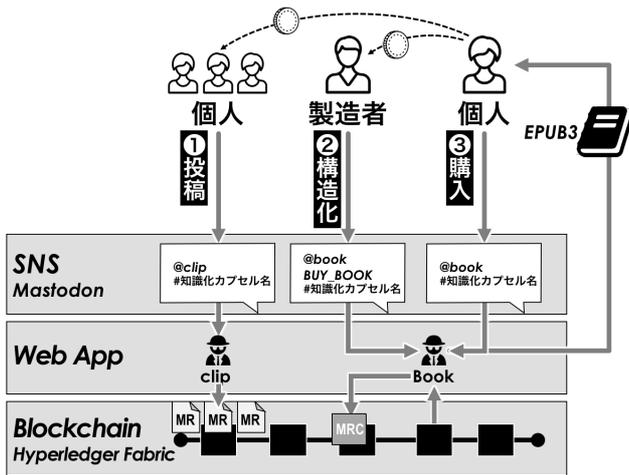


図 5 実証実験システム概要

プレイヤーはエージェントに対して記事を投稿することでブロックチェーンにアクセスできる。

処理フローは次の通りとなる (図 5)。

### ① 断片的な情報の知識カプセル化

個人役のプレイヤーは、clip エージェント宛に“@clip #知識カプセル名”の文字列を含む記事を投稿する。投稿した記事は、INPUT メソッドにより MR が抽出されブロックチェーンに知識化カプセルとして記録される。投稿された記事は clip エージェントのプロフィールページでどのプレイヤーでも閲覧することができる。これにより、プレイヤーが知識化カプセルを市場に提供することができる。

### ② 知識構造の情報の知識カプセル化

製造者役のプレイヤーは、利用したい知識化カプセルを蒐集し、新たに作成することになる知識化カプセルの名前のハッシュタグを付加し book エージェント宛に返信する。この製造者の投稿により、MRC が作成され知識化カプセルとしてブロックチェーン記録される。投稿された記事は book エージェントのプロフィールページで閲覧することができるため、知識化カプセルを市場に提供することになる。

### ③ 知識化カプセルの取引

プレイヤーが、book エージェント宛に、“BUY\_BOOK #知識化カプセルタイトル”と投稿すると、Web アプリに組み込まれた OUTPUT メソッドにより MR と MRC が呼び出され、EPUB3 フォーマットの知識化カプセルが出力される。その後、仮想通貨が製造者役のプレイヤーと個人役のプレイヤーに支払われる。

## 6. 実装結果



図 6 記事の記録

図 6 は、プレイヤーが、“@clip #知識カプセル名”の記事を clip エージェント宛に投稿した例である。実証実験システムでは、ビデオファイルを添付した記事にも対応した。

記事の投稿に成功すると、ブロックチェーンに記録されエージェントから通知される。



図 7 記事の組み込み

プレイヤーが他のプレイヤーが投稿した記事を開覧するには、そのプレイヤーをフォローするか、clip エージェントのプロフィールで確認することができる。プレイヤーは、知識化カプセルに組み込みたい記事を選択し、book エージェント宛に、知識化カプセル名のハッシュタグを追加して返信する。記事の組み込みに成功すると、ブロック



図9：出力された知識化カプセル

チェーンに記録されエージェントから通知される(図7)。  
知識化カプセルを購入するには、book エージェント宛てに、知識化カプセル名のハッシュタグと BUY\_BOOK という文字列を投稿する。投稿に成功すると、出力された知識カプセルのダウンロードアドレスと、製造者に支払われた仮想通貨が通知される。(図8)。



図8：知識カプセルの購入

図9は、EPUB3 フォーマットで出力された知識化カプセルを iBooks リーダーで表示した様子である。Mastodon に投稿したビデオ付の記事が電子書籍として閲覧することができる。

## 7. 考察

本研究の目的の目的は、社会全体が常に最新の知識を獲得し続けることのできる仕組み作りと、その仕組みを実現するための学習プラットフォームの構築である。また、本稿では、その仕組みとして学習経済モデルを提案するとともに、学習プラットフォームの技術要素である知識化カプセルとその取引を実装した実証実験システムについて報告した。

### 7.1 学習経済モデルの意義

学習経済モデルの意義は次の三点にある。

第一に、更新を余儀なくされる新しい知識の提供が可能となる。従来の教育は教師が知識伝達のため教師があらかじめ保有している知識構造のみで、教科書や教材といった

知識構造の情報を生み出し提供してきた。そのため、新たな知識構造の情報は生まれにくく、学習経済モデルにおける循環は生まれにくい。一方、学習経済モデルは、個人あるいは製造者は、日常生活で得られる不確かな情報、感覚的な認知、断片的な情報などと、市場で公開されている情報により、保有している知識構造を更新して新たな情報を生み出す循環が生まれるため、日常的な体験を学習に昇華させる手段であるとともに、社会の中で更新を余儀なくされる新しい知識の提供が可能にしている。また、製造者が生み出す知識構造の情報は、市場に公開されている情報を解析し、人ではなくデータマイニングやビッグデータ解析など機械によって行うことも可能となる。

第二に、市場経済原理を導入することで、伝統的な学校制度の課題を解決し、学習者のインセンティブ、自律的に循環する持続的な学習環境の保証、個々のニーズと社会のニーズに対応した学習を提供することができる。

最後に、知識の価値化である。企業などが組織的に知識の獲得と更新に取り組む場合、組織の利益が知識の価値の指標となる。従って、組織の中での知識創造をモデル化した SECI モデルにおいては、知識の価値を評価する標準的な尺度の仕組みは意識されていない。しかし、知識社会における社会全体の知識の獲得と更新に取り組む場合は、社会全体が共有できる知識の尺度により知識の価値を明示化する必要がある。学習経済モデルは、仮想通貨により知識を価値化することにより、社会全体が共有する価値の指標化が可能である。

### 7.2 学習経済モデルの課題

現在の我々の学習経済モデルの課題は3つある。

第一に仮想通貨がプレイヤーにどの程度インセンティブを与えるかである。学習経済モデルは、独自の経済圏を構成するため、法定通貨と換金できない独自の仮想通貨で実現することとしている。そこで得られる仮想通貨がプレイヤーのインセンティブになるか検証する必要がある。特に、提案した学習経済モデルにおいては、膨大な知識化カプセルから、必要なものを発見し体系化することが相当

の専門知識と労力を必要とする。プレイヤーがその労力を、仮想通貨をインセンティブとして受け入れることができるかが課題であり、実証実験での重要な検証事項である。

第二に、知識化カプセルの取引価格が、情報の質をどこまで担保することができるかという課題がある。現在インターネットの課題としても指摘されている、フェイクと呼ばれる、誤った情報を知識化カプセルとして公開される可能性もある。また、教育的な質が極めて劣悪な知識化カプセルが公開される可能性もある。提案する学習経済モデルは市場原理により、そのような質の悪い知識化カプセルは市場から排除できると考えているが、それが実現可能か検討する必要がある。

最後に、学習経済モデルは独立した経済圏を構築する必要があるが、しかし、それでも、ビットコインが投機目的となったように、学習を目的とする価値観とは異なる価値観から、学習経済で利用される仮想通貨が投機の対象になり、本来の目的を見失ってしまう可能性がある。

これらの課題については、学習経済モデルの実装し社会実験をおこなうことで検証していきたい。

### 7.3 実証実験システム

実証実験システムの実装により、知識化カプセルによる情報の梱包と知識化カプセルの取引の実装可能性を確認した。

Mastodon に投稿された記事は、そのままでは取引を行うことができない。実証実験により、それを知識化カプセルとして EPUB3 フォーマットで出力することで、商品として価値を高め取引することが可能であることが確認できた。また、市場原理による価格形成機能はまだ実装できていないが、学習経済モデルの実装可能性は示せたと言える。なお、市場機能の実装に関しては、従来のインターネット上での商品やサービスを取引する E コマースサービスを応用した、既存技術を利用していく予定である。

一方で、検討課題となるのは、知識化カプセルのフォーマットである。知識化カプセルは、取引の単位であり、それだけで何らかの価値を評価されるものでなくてはならない。実証実験では、コンテンツカプセル技術を利用し、フォーマットを EPUB3 としている。情報を商品化すると言った点では、電子書籍のフォーマットである EPUB3 は、有効である。しかし、EPUB3 フォーマットは、埋め込めるスクリプトやメディアに制限があるなどの制約があるため、今後、独自フォーマットの開発も含めて、知識化カプセルのフォーマットを検討する必要がある。

## 8. まとめ

本稿で提案した学習経済モデルは、その時点の能力やスキルにかかわらず、社会を構成するだれもがプレイヤーとして参加し、貢献することが可能であり、新たな知識を生み出し普及できる仕組みであると考えている。また、学ぶ

には、伝統的な学校で必要とされた費用を必要としない。人々が学び続けるには、自らが学び新たな情報を市場に提供し続けられればよい。これは、教育機会を拡大するオープンエデュケーションの新しい形であるとも言える。

実証実験では、特定の SNS に投稿されて記事により知識化カプセルをつくり取引する仕組みとして実装したが、同様の仕組みで Web に公開されている様々な情報を集めて取引することも可能となる。こういった情報を価値加することで、Web が実現できなかったエコシステムを実現し、新たな学びの基盤を構築できると考えている。

**謝辞** 本研究は、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 の支援を受けたものです。

### 参考文献

- [1] P.F.ドラッカー、ポスト資本主義、上田惇生他訳、ダイヤモンド社、1993。
- [2] Lundvall, Bengt-åke and Björn Johnson. The learning economy. *Journal of industry studies* 1.2. 1994, 23-42.
- [3] 大場 淳. 知識基盤社会と大学教育— 欧州における取組から—。広島大学高等教育研究開発センター編『知識基盤社会と大学・大学院改革』戦略的研究プロジェクトシリーズ V. 2001, 39-65.
- [4] Illich, Ivan. *Deschooling society*. Harmondsworth, Middlesex, 1973.
- [5] Act Foundation. *Learning is earning*. 2016, <http://www.learningisearning2026.org>, (2018 年 4 月 8 日参照)。
- [6] Nakamoto, Satoshi. *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. 2009, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, (2018 年 4 月 8 日参照)。
- [7] Leonard, Shanna. *The Internet of Value: What It Means and How It Benefits Everyone*. *Ripple Insights*. 2017, <https://ripple.com/insights/the-internet-of-value-what-it-means-and-how-it-benefits-everyone/>, (2018 年 4 月 8 日参照)
- [8] Brookes, B.C. *The foundations of information science, Part 1. Philosophical aspects*, *Journal of Information Science* 2(3/4), 1980, 125-34.
- [9] Nonaka, I., and Konno, N. *The concept of "ba": Building a foundation for knowledge creation*. *California management review*, 1998.
- [10] 堀真寿美, 他. 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.