

## 学習経済に基づくクラウドソースドラージの提案

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:** クラウドソースドラージは、学習プロセスにクラウドソーシングの概念を取り入れた学習形態である。クラウドソースドラージでは、インターネットでつながるクラウド（群衆）と協働で学習することにより、迅速なフィードバック、パーソナライズされた学びの提供、新たな知識創造が期待される。一方で、クラウドソースドラージはまだ未成熟な段階にあり、その特長が発揮されるまでには研究が進んでいない。我々はこれまでに、ブロックチェーンとコンテンツカプセル技術を用い、学習者同士が仮想通貨で知識の取引を行う学習経済モデルを提案してきた。学習経済モデルにおいては、仮想通貨が学習者間を活発に循環することで、学びの循環が形成される。本研究の目的は、学習経済モデルをクラウドソースドラージに取り入れることにより、クラウドソースドラージの特長を活かした学習者中心の学習環境を構築することにある。現在我々は、クラウドソースドラージの実装事例として、学習者が自らの学習目的とスキルに適合した学習コンテンツの制作を他の学習者に依頼し、完成した学習コンテンツをインターネット上の市場で販売する学習プラットフォームを構築している。本稿ではその実装状況について報告する。

**キーワード:** クラウドソースドラージ、ブロックチェーン、学習経済モデル、電子書籍、コンテンツカプセル

## Crowdsourced Learning Based on Learning Economy

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:** Crowdsourced learning is a learning method incorporating the concept of crowdsourcing. Crowdsourced learning is expected to have prompt feedback, provide personalized learning, and create new knowledge by learning in collaboration with the learners in the crowd on the Internet. However, crowdsourced learning is still at an immature stage, and its effect has not yet been demonstrated. We propose a learning economy model in which a learner trades knowledge via virtual currency using blockchain and content capsule technology as a new type of crowdsourced learning. In the learning economy model, circulation of learning is formed by actively circulating virtual currencies among learners. The purpose of this research is to construct a learner-centered learning environment taking advantage of the features of crowdsourced learning by incorporating the learning economy model into crowdsourced learning. Currently, we are developing a learning economy model platform that learners ask other learners to produce learning contents adapted to their learning objectives and skills and sell the completed learning contests on the Internet market. In this paper, we report the implementation status.

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

### 1. はじめに

知識社会が進展する現代社会において、我々は生涯にわたり知識を獲得し、更新し続けることが求められている。一方、我々が身につけている知識のうち、教師や学校から得たものはごくわずかであり、その殆どを日々の生活や社会活動から獲得しているといわれている[1]。このため、人々の日常の活動から、何らかの手段で知識を効率的に取り出すことができれば、知識社会にとって意義のある結果

を得ることができるはずである。このような社会的要請に応える新たな学習の形態として、クラウドソースドラージがある。クラウドソースドラージは、学習プロセスにクラウドソーシングの概念を取り入れた学習方法であり、世界中に分散するクラウド（群衆）と協働で学習することにより、迅速なフィードバック、パーソナライズされた学びの提供、新たな知識創造、そして社会の要請に対応した知識の獲得が期待される[2]。

理想的なクラウドソースドラージでは、教師と学校

<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

は存在しない。また、レクチャービデオやテストなどの学習コンテンツも必ずしも必要としない。学習者が、自らの課題をクラウド（群衆）に依頼して解決し、知識を獲得する学習者中心の学習形態をとる[3]。

一方で、次節に見るように、従来のクラウドソーシングは未成熟な段階にあり、その特長が発揮されるまでには研究が進んでいない。

そこで本稿では、ブロックチェーンとコンテンツカプセル技術を用い、仮想通貨で知識を取引する学習モデルのクラウドソーシングへの応用を提案する。我々は、この学習モデルを学習経済と呼んでいる[4]。学習経済モデルの概念をクラウドソーシングに取り入れることにより、クラウドソーシングの特長を活かした学習者中心の学習環境を構築することができる。本稿では、さらに、現在開発中の新たなクラウドソーシングのためのプラットフォームの実装状況についても報告する。

## 2. クラウドソーシング

crowd（群衆）と outsourcing（外部委託）の造語であるクラウドソーシング(crowdsourcing)は、2000年代中頃にHowe[5]によって提唱されたビジネスプロセスの概念であり、インターネットを介した分散型労働ネットワークである。我々の能力には、そのままでは活用されない余剰部分があり、その余剰となっている能力を、インターネットを介して利用する仕組みである。そのビジネスモデルは多岐にわたっており、元々のHoweのアイデアとは異なる仕組みも含まれることがあるが、概ね、インターネットを利用して、特定の企業や組織が不特定多数の個人から、サービス、アイデア、コンテンツなどのリソースを集め、買い取る形態をとっていることを特徴とする。

ただし、クラウドソーシングの概念が提唱される以前から、Web2.0と呼ばれるサービス群の中に、群衆の知を活用するサービスは存在していた。インターネット上の百科事典であるWikipediaはその代表的なものである。

Estellés-Arolasら[6]は、そのようなサービスとクラウドソーシングを区別するため、クラウドソーシングの要件を、依頼者と請負者、そして成果物とそれに対する報酬が明確であることとしている。これは一つの生産要素市場を意味している。Amazonなどインターネット上に財・サービス市場は従来から存在していた。クラウドソーシングは、そこに生産要素市場を加え、インターネット上の経済循環を完成させたと言えることができる(図1)。市場経済では、経済循環を健全に機能させることで、インセンティブが人々に働き、(1)自発的な参加、(2)資源の効率的な配分、(3)社会ニーズに適応した商品の提供、そして(4)持続的な発展といったメリットが得られると考えられている。

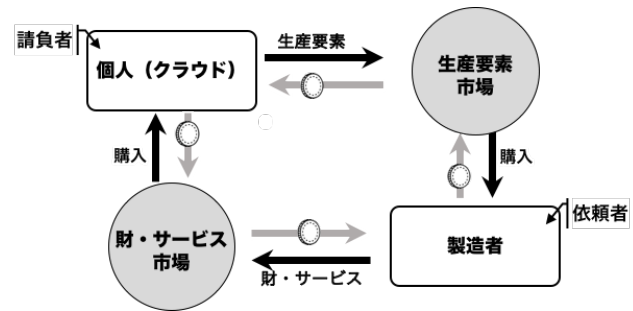


図1 市場経済における経済循環

Web2.0の概念を取り入れたインターネット特有の新たな経済循環は、変化と多様化が加速する現在社会に対応することができる新たなビジネスモデルとして期待されている。

## 3. クラウドソーシング

教育の分野においては、Web 2.0の概念に基づいたオンライン教育の提案が従来から多くなされてきた。cMOOCと呼ばれるDownesらのCCK08もその一つの試みである[7]。

SNS(Social Network Service)やブログなどを取り入れたこの試みに、クラウドソーシングの手法を取り入れたものがクラウドソーシングである。クラウドソーシングでは、クラウドソーシングのメリットに加え、迅速なフィードバック、パーソナライズされた学びの提供、新たな知識創造[2, 3, 8]、が可能であるとされている。

しかし、残念なことに、現在のクラウドソーシングは、それらの特長が十分に発揮できていない。その原因を明らかにするために、クラウドソーシングに至るまでのいくつかの先行事例とその課題を挙げる。

### 3.1 xMOOC

2012年から米国のエリート大学が中心となって開始され、世界に拡大したMOOC(Massive Open Online course)は、先のcMOOCとは区別されてxMOOCと呼ばれることがある。xMOOCは、当初、一方的に講義を配信する知識移転型のオンライン講義であると指摘され、低い学習完遂率が課題とされていた。しかし、近年は積極的にピアレビューや投票、アンケートといった学習者相互の協働学習を取り入れている。xMOOCで行われる協働学習は、特定のクラスやグループで行う協働学習とは違い、文化や生活環境が違う世界中の人々のアイデア、価値観、情報を獲得することが可能であり、この点でクラウドソーシングと言える[8, 9]。

しかし、xMOOCにおけるクラウドソーシングの課題は、学習者のインセンティブに対する考え方が、Web2.0の概念のままである点である。Web2.0のオンラインコミュニティにおいて参加者のインセンティブは、互恵の精神、探究心、好奇心、満足感など、道徳的な価値観に

のみに基づいている。このため優れた成績を上げる参加者がいる反面、多くの参加者は、Lurkerと呼ばれるコンテンツをわずかに閲覧するだけの消極的なユーザーとなってしまうことがわかっている[10]。いうまでもなく Lurker の完遂率は低く[11]、学習効果を上げることも困難である。

また、MOOC では、オンラインコース提供者をもっぱら高等教育機関、特に高い社会的評価を獲得している機関のみとしていることから、質保証の点では優れているものの、その機関に属さない優れた教育者を逃すことになり、機会費用の損失が発生する。

### 3.2 Udemy

Udemy は、MOOC が不特定多数の個人にコンテンツを提供するという発想を逆転させ、不特定多数の個人がオンラインコースを提供するモデルを採用している。この仕組みは、オンライン教育のフリーマーケットとも言える。

Udemy は、特定の教育機関や認められた一部の個人が知識を提供してきた伝統的な教育の市場を、誰もが参加できる市場とした点で意義があり、クラウドから知識やスキルを集め、規格化されたオンラインコースとして付加価値をつけて再びクラウドに販売するという点で、クラウドソースドラッシングと言える[12]。また、人気のオンラインコース提供者が高い収益を得ることができる仕組みとなっており、教育の質をマーケットに自然な形で判断させている。

しかし、オンラインコース提供者が収益というインセンティブがあるのに対し、学習者は最終消費者に過ぎず、インセンティブも道徳的価値しか持たないものに留まっている。学習者の多くが Lurker として学習を完遂することができないという問題は、解消されたわけではない。

### 3.3 Stack Exchange

Stack Exchange は、プログラミング関係の質疑応答コミュニティからスタートし、現在は、プログラミングも含めた様々な分野ごとにサイトを立ち上げ、質疑応答コミュニティサイト群として運営されている。Stack Exchange では、誰でも質問を書き込むことができ、アカウント登録メンバーがその質問に回答する仕組みになっている。回答は他のメンバーにより評価ポイントが付与され、また、質問者が回答者に直接ボーナスポイントを贈ることもできる。

Stack Exchange は、個人が抱える課題をクラウドに依頼して解決を図るクラウドソースドラッシングである[2]。保有する評価ポイントにより、利用できる機能が増えるだけでなく、個人の能力やスキルを指標として企業の求人サービスにも活用され、メンバーのインセンティブとなっている。

一方で、Stack Exchange が提供する学びは、アドホックな課題解決に限定されており、体系的な学習を想定していない。また、Udemy と同様に、知識の提供者である回答者に対しては評価ポイントという明確なインセンティブが示されているが、質問者に対してのインセンティブは示され

ていない。

### 3.4 LEGO CUUSOO

現在は、LEGO IDEA と名称を変更してサービスを提供している LEGO CUUSOO は、日本の CUUSOO SYSTEM 社が開発した CUUSOO platform を利用した、LEGO ブロックの新商品提案プロジェクトである。参加者は、CUUSOO platform を利用して、レゴ社に対して作って欲しい商品のアイデアを提案することができる。また、他の参加者の提案を評価し、投票を行うこともできる。一定の賛同投票が集まったアイデアは、レゴ社で商品化が検討され、認められれば商品化される。

これは、不特定多数の個人のアイデアを企業の知識創造プロセスに取り込んで商品開発を行う仕組みであり、組織内の知識が共同化、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次第に発展していくという SECI モデルを示している[13]。SECI モデルについては、後の4.4節でも触れる。

LEGO Cuusoo の場合、参加者が直感的なアイデアをイラストや文書で解説して Cuusoo platform に投稿するプロセスが表出化、参加者の投票とレゴ社による検討のプロセスが統合化と内面化、そして商品化され市場に提供されるプロセスが共同化のステップに相当する。参加者とレゴ社による循環が形成されているとともに、レゴ社では生み出せなかった新たなアイデアや知識が獲得されている。

一方で、このモデルは、新商品のアイデアをレゴ社が獲得するための仕組みであり、参加者が知識獲得することは意識されていない。

### 3.5 クラウドソースドラッシングの課題

伝統的な学校制度では、一部の専門家や研究者が生み出した知識を学校が独占的に販売する教育モデルをとってきた。一方で、クラウドソースドラッシングは、クラウドソーシングの手法を取り入れ、学習者自らの活動により学習者自らの学習環境を構築する新たなモデルになろうとしている。

しかし、先に述べたクラウドソーシングにおける経済循環の考え方が、現在のクラウドソースドラッシングにおいては、自覚的に十分に取り入れられているとはいえない。その根拠は二つ挙げられる。

第一に、知識の提供という抽象的なサービスを商品として扱う手段としては、不十分であるということだ。Stack Exchange は、質問に対する回答を知識提供の具体的なサービスとして市場で取引しているが、断片的な知識しか市場で取り扱うことができず、学校教育で提供されるような体系的な知識の提供はできていない。LEGO Cuusoo は、新商品の提案により知識提供を具体化しているが、知識を獲得するのはレゴ社のみである。

第二に、学習者、つまり知識の受取手のインセンティブが明確に示されていない点である。これは、クラウドソー

スドラーニングに限らず、従来の教育モデル以来の課題でもある。学びは投資であり、いつか役に立つかもしれないものとして扱われていた。しかし、クラウドソーシングを活かすためには、学習者も含めた全員が明確なインセンティブのもとに参加する必要がある。明確なインセンティブが示されることにより、自発的な活動および持続的なシステムの維持と発展が可能となる。

#### 4. 学習経済モデル

ここでは我々が提案する学習経済モデルについて説明する。学習経済モデルは、従来のクラウドソーシングの持つ欠点を克服する。知識を商品として扱い、知識を与える者だけではなく、知識を得た者がインセンティブを受け取ることができる。

##### 4.1 情報、知識、学び

我々の提案する学習経済モデルでは、「情報」、「知識」、「学び」という概念を明確に区別することが必要になる。ここでは、Brookes[14]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、式1の $s$ に相当する。知識 $s$ の実体は見ることはできず、自己の内面に存在する。また、情報 $\Delta i$ とそれと同じ次元を持つ知識構造 $k[s]$ を情報とする。そして、情報 $\Delta i$ が知識構造 $k[s]$ に作用することで、新たな情報を生むことが学びであり学習であるとする。

##### 4.2 商品

学習経済モデルでは、情報が商品として市場で取引される。その場合において、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なく、サービス商品のように便益を提供してくれるわけでもない。そこで情報を商品化するための仕組みとして、知識化カプセルという概念を導入する。

どのような情報もデジタル化されてさえいれば知識化カプセルに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もできる。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。手に入れた知識を再構成し、新しい情報として封入したカプセルを作ることができる。

##### 4.3 市場

学習経済に必要とされる市場を実現するために、ブロックチェーン技術を導入する。

ブロックチェーンのアイデアは Satoshi Nakamoto[15]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初めて実装された。従来、権威のある中央管理者が取引の当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ブロックチェーンによる決済の仕組みは、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、発行量や流通量の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ことが誰でも自由に設計でき、独自の経済構造をもったネットワークづくりが可能である。

これは、インターネットが、デジタル化できるあらゆるものの価値を取引する機能を持つことを意味し、学習経済では、この機能を利用する。

##### 4.4 学習経済の循環

学習経済モデルの学びの循環は SECI モデル[16]で説明することができる(図2)。

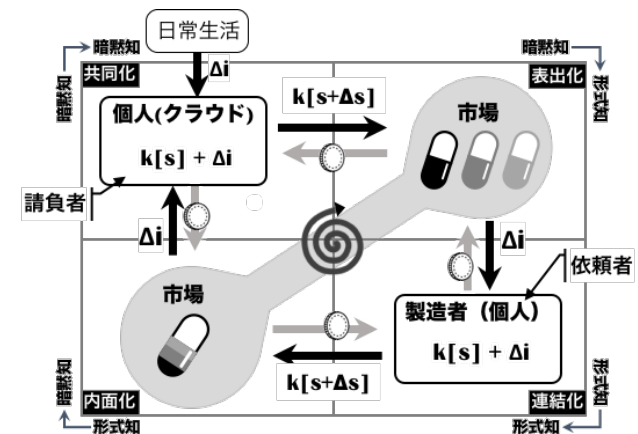


図2 学習経済モデルの循環

SECI モデルは、組織の知識が、共同化、表出化、連結化、内面化という4つのステップを踏みながら、高度化していく知識創造プロセスである。学習経済モデルでは個人と製造者が、市場を介して知識化カプセルに封入された情報を取引することで、知識創造プロセスが発生すると考える。

具体的なプロセスは次の通りである。

人々の知識構造は、日常生活や社会生活の様々な体験により更新されている。個人は更新された知識構造 $k[s+\Delta s]$ を、知識化カプセルに封入し市場に公開する。市場に公開された知識化カプセルを、製造者は情報 $\Delta i$ として購入し、自らの知識構造を更新し、再び知識化カプセルに封入して市場に公開する。製造者は複数の知識化カプセルを購入し、組み合わせで構造化し、より付加価値の高い知識化カプセルを製造することもできる。



製造者が公開した知識化カプセルを、個人が再び購入し、それにより新たな知識化カプセルを市場に公開することで学びの循環が生まれる。

学習経済モデルにおいて、個人と製造者は固定的ではない。市場に知識化カプセルを公開する者にとっては、自分以外の人々は全て、情報  $\Delta i$  を提供してくれる請負者である。

#### 4.5 通貨

知識化カプセルの取引は仮想通貨を介して行う。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、退蔵機能では、情報が知識となり、蓄積された知識の価値が表章される。しかし、知識は常に更新されるものであり、長期にわたってその価値を維持することはできない。その状況を示すために、学習経済モデルでは、時間とともに減価する時限通貨を使用する。

### 5. 技術要素

#### 5.1 知識化カプセル

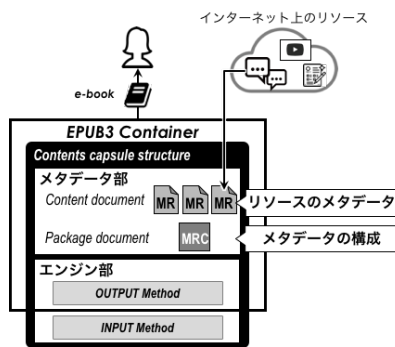


図3 コンテンツカプセル技術

知識化カプセルは、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。

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[17]。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。

#### 5.2 ブロックチェーンによる知識化カプセルの取引

ブロックチェーンを介して知識化カプセルを取引するには、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、この実証実験における知識化カプセルは、電子書籍の外観と MR および MRC のメタデータを持ったパッケージである。

### 6. 提案システム

我々は、学習経済モデルを取り入れたクラウドソーシングを実現する学習システムを構築している。ここではその概要を説明する。

#### 6.1 実現する処理フロー

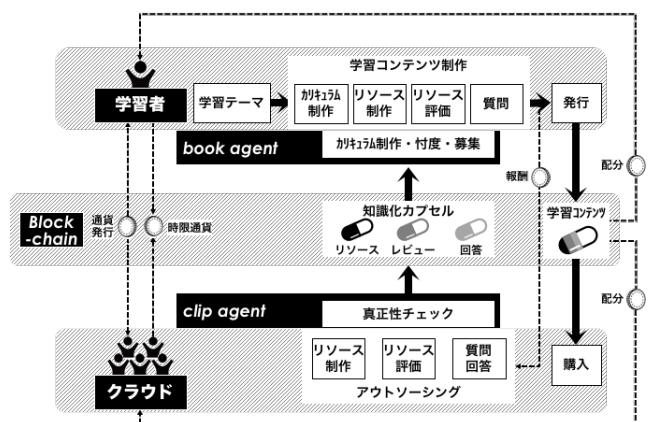


図4 実証実験システム概要

提案システムの概要を図4に示す。提案システムでは参加するユーザーをプレイヤーと呼ぶ。プレイヤーは学習者

あるいはクラウドの役割を担うが、その役割は固定的ではない。学習者役のプレイヤーとクラウド役のプレイヤーは市場の機能を果たすブロックチェーンを介して、商品である知識化カプセルを取引する。また、学習者およびクラウドのブロックチェーンへのアクセスは Book エージェント、Clip エージェントを媒介して行う。

処理フローは次の通りである。

### 学習者

学習者は学習テーマを決めた後、学習コンテンツ制作し、知識化カプセルに梱包してブロックチェーンに公開し、販売することができる。学習コンテンツ制作における一連のタスクは、知識化カプセルに梱包されてブロックチェーンで販売されているものを購入することもできる。学習コンテンツのカリキュラムは、Book エージェントから推奨される。

### Clip エージェント

Clip エージェントは、クラウドの情報を知識化カプセルに梱包してブロックチェーンに記録する機能、そしてその情報の内容をチェックし、事実と異なる内容があれば、登録を拒否する機能を提供する。

### Book エージェント

Book エージェントは、学習者のスキルや目的に合わせてカリキュラムを作成し提案する機能、カリキュラムの項目に応じてブロックチェーンに公開されている知識化カプセルを選択して学習者に提示する付帯機能、カリキュラムの項目に応じた知識化カプセルがブロックチェーンにない場合は、クラウドに制作を委託する募集機能を提供する。

### クラウド

Book エージェントからの知識化カプセルの募集に応じて、カリキュラムの項目に対応したリソースを制作することができる。ブロックチェーンに登録されているリソースの知識化カプセルを評価し、学習者の質問の回答を知識化カプセルに詰め込んでブロックチェーンで販売することもできる。また、学習者が販売している学習コンテンツを購入することもできる。

## 6.2 仮想通貨の循環

提案システムでは、ブロックチェーンで発行される独自のトークンを仮想通貨とする。

ユーザー登録を行った時と、知識化カプセルあるいは学習コンテンツを公開した時に、一定量の仮想通貨が発行され、プレイヤーに提供される。また、学習者は、知識化カプセルを購入する際、知識化カプセルの制作者に仮想通貨を支払う。学習コンテンツの売上は、学習コンテンツを制作した学習者だけでなく、そこで利用された知識化カプセルの制作者の貢献に応じて分配される。プレイヤーが獲得した仮想通貨は、時間と共に減衰する時限通貨であるため、減衰分は、ブロックチェーンに収納される。

このように、仮想通貨が提案システムを循環することに

より、学びの循環が生まれる。

## 7. 実装状況

現在、システムは 1) リソースの制作、2) 学習コンテンツの制作、3) 学習コンテンツの取得、の 3 機能を実装している。

### 7.1 システム構成

システム構成は、SNS、Web サーバー、エージェントシステム、ブロックチェーンから構成されている。システム構成を図 5 に示す。

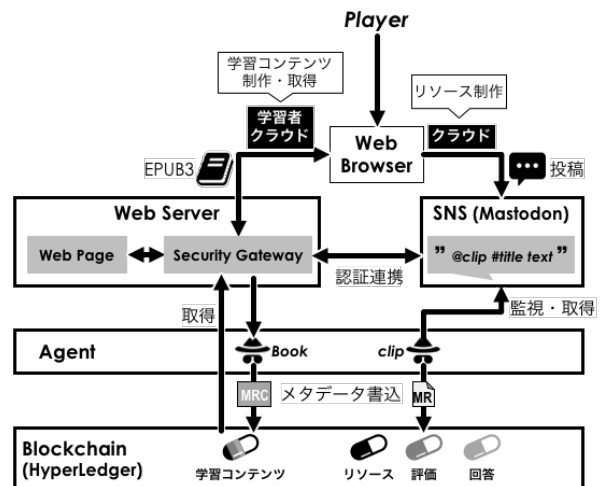


図 5 提案システムの構成

提案システムでは、より多くの人々に知識化カプセルの制作の募集を周知し、クラウドとして参加してもらうため、プレイヤーの主たるユーザーインターフェースを SNS とし、SNS で記事を投稿すると知識化カプセルとしてブロックチェーンに記録する仕組みとした。

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。また、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。Hyperledger Fabric は、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をもち、スマートコントラクトを実行することができる。実装システムでは、ワールドステートにコンテンツカプセル技術の MR および MRC を記述し、Epub3 フォーマットの学習コンテンツを取得することとした。



図6 記事の記録

Web サーバーにはセキュアゲートウェイをインストールし、Mastodon と認証連携を行った。SNS を主たるユーザーインターフェースとするため、Web サーバーが提供する機能は最小限とし、ブロックチェーンで取得した知識化カプセルを組み合わせて学習コンテンツとする機能、作製された学習コンテンツ取得する機能のみとした。

なお、Web サーバーとブロックチェーンのアクセスはセキュアゲートウェイを介することとした。このことにより、ブロックチェーンへのアクセスは Mastodon あるいはセキュアゲートウェイのいずれかを經由することとなり、ブロックチェーンが外部にさらされることはない。

また、エージェントシステムを設け book エージェントと clip エージェントを実装した。現時点での実装は、ブロックチェーンへのデータ書込の機能だけを実装し、付度・募集機能、真正性チェック機能は実装していない。

## 7.2 リソースの制作

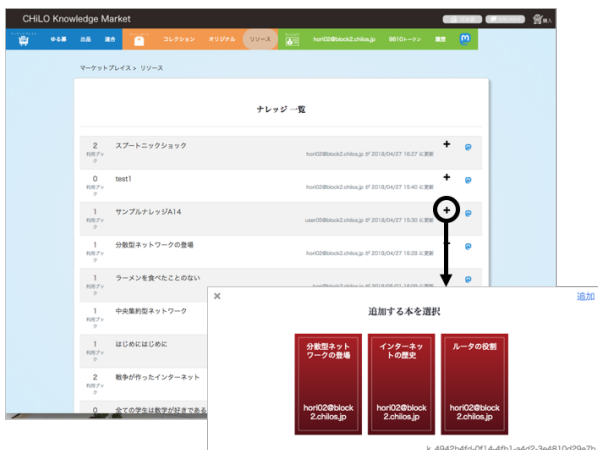


図7 電子書籍の購入

クラウドがブロックチェーンにリソースの知識化カプセルを公開するには、Mastodon に “@clip #タイトル” の文字列を含む記事を投稿する。Clip エージェントはマストドンの投稿記事を監視しており、“@clip #タイトル” の文字列

を含む記事が投稿されると、記事を取得し、MR を抽出してブロックチェーンに知識化カプセルとして記録する。

図6は、実際にマストドンに記事を投稿した様子である。

記事にはビデオファイルを添付することもできる。ブロックチェーンへの公開に成功すると、ブロックチェーンからその結果が返される。また、投稿記事は一覧になって表示され、フォロワーにも伝わるため、リソースの公開を Mastodon により共有することができる。

## 7.3 学習コンテンツの制作

Web サーバーにアクセスすると、クラウドが投稿したリソースの一覧を取得することができる(図7)。学習者は組み込みたいリソースを選択して、自らの学習コンテンツに追加していく。学習コンテンツに組み込むリソースの情報は Book エージェントにより MRC に変換されブロックチェーン記録される。

## 7.4 学習コンテンツの取得

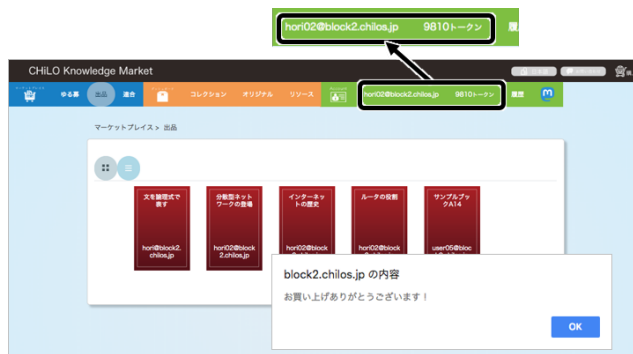


図8: 知識カプセルの購入

Web ページにアクセスするとブロックチェーンで公開されている学習コンテンツの一覧を取得することができる。学習コンテンツを選択して購入すると、仮想通貨が支払われ、学習コンテンツを制作した学習者、そこに組み込まれた知識化カプセルの制作者に分配される(図8)。

購入した学習コンテンツは、EPUB3 を Web ブラウザで表示することも、ダウンロードして電子書籍リーダーで閲覧することもできる。また、Web ブラウザで表示した場合は、コメントを入力ことができ、入力したコメントは Mastodon のメッセージとして、Mastodon に投稿される。

## 8. 考察と今後の展望

本稿では、従来のクラウドソースドラーニングにおける知識の提供という抽象的なサービスを商品として扱う手段が不十分である、また知識の受取手のインセンティブを不明確であるという課題を解決するために、学習経済モデルを取り入れたクラウドソースドラーニングのシステムを提案した。

学習経済モデルにおいては、情報が知識構造に作用することを学びであると定義し、情報を知識化カプセルで梱包し、知識化カプセルを市場の商品として取り扱う。また、提案システムにおいては、学習者が、報酬を支払いクラウド

ドにリソースの制作を委託し、学習コンテンツを制作することで知識を獲得すると共に、制作した学習コンテンツを販売することで報酬を得られる。これらの仕組みにより、クラウドソースドラワーニングの知識提供の商品化の課題、インセンティブの課題が解決できる。

提案システムは SNS をユーザーインターフェースとして、1) リソースの制作、2) 学習コンテンツの制作、3) 学習コンテンツの取得、の3機能までを実装した。今後、Clip エージェント、Book エージェントが実装の検討課題となってくる。

提案システムでは、システムでやりとりされる情報の質をどこまで担保することができるかが課題となる。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が、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。これらの課題に関して、提案システムでは、Clip エージェントの真正性チェック機能により保証することを想定している。ブロックチェーンを利用したコンテンツの質の評価は、現在、利用者の投票により行う仕組みがいくつか提案されている。今後、このような方法も含め、効率的な評価方法を検討していく。

Book エージェントに関しては、学習者に推奨する学習項目の提示機能と、ブロックチェーンに公開されている知識化カプセルの付度機能の実装が課題となる。この機能により、学習者の能力や好みにパーソナライズされた学習コンテンツの制作が可能になると考えている。これに関しては、まずは、学習テーマごとの学習項目の自動収集から取り組みたいと考えており、現在、Wikipedia の構造化データセットである DBpedia からの抽出を検討している。

## 9. まとめ

本稿では、クラウドソースドラワーニングの特長を活かすため、学習経済モデルを取り入れて学びの循環が形成される学習システムの提案を行った。また、実証実験システムについて報告した。

提案システムは、その時点の能力やスキルにかかわらず、社会を構成する誰もが参加し、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。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 に投稿された記事から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。このように情報を価値化することで、Web2.0 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 及び平成 30 年度国立情報学研究所公募型共同研究の支援を受けたものです。

## 参考文献

- [1] Illich, Ivan. (1973). Deschooling society. Harmondsworth, Middlesex.
- [2] Mike Sharples, Patrick McAndrew, Martin Weller, Rebecca Ferguson, Elizabeth FitzGerald, Tony Hirst, Mark Gaved. (2013). Innovating pedagogy 2013: Open University innovation report 2.
- [3] Kalisz, David Elijah. (2016). "Crowd Learning: Innovative Harnessing the Knowledge and Potential of People." Innovative management education pedagogies for preparing next-generation leaders. IGI Global. 55-74.
- [4] Hori, Seishi Ono, Kensuke Miyashita, Shinzo Kobayashi, Hiroki Miyahara, Toshihiro Kita, Tsuneo Yamada and Kazutsuna Yamaji. (2018). Learning System based on Decentralized Learning Model using Blockchain and SNS. Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education - (Volume 2), pp.183-190 DOI:10.5220/0006666901830190
- [5] Howe, J. (2006). The rise of crowdsourcing. Wired magazine, 14(6), 1-4.
- [6] Estellés-Arolas, E., & González-Ladrón-de-Guevara, F. (2012). Towards an integrated crowdsourcing definition. Journal of Information Science, 38(2), 189-200.
- [7] Downes, S. (2008). Places to go: Connectivism & connective knowledge. Innovate: Journal of Online Education, 5(1), 6.
- [8] Milligan, S. K., & Griffin, P. (2016). Understanding Learning and Learning Design in MOOCs: A Measurement-Based Interpretation. Journal of Learning Analytics, 3(2), 88-115.
- [9] Sharples, M., Kloos, C. D., Dimitriadis, Y., Garlatti, S., & Specht, M. (2015). Mobile and accessible learning for MOOCs. Journal of interactive media in education, 2015(1)
- [10] Nielsen, Jakob. (2006). Participation inequality: Encouraging more users to contribute. <https://www.nngroup.com/articles/participation-inequality/>
- [11] Hill, Phil. (2013). Emerging student patterns in MOOCs: A (revised) graphical view. WordPress, e-Literate 10 <https://mfeldstein.com/emerging-student-patterns-in-moocs-a-revised-graphical-view/>
- [12] Tsotsis, Alexia. (2011). Crowdsourced Learning Platform Udemy Raises \$3 Million From Lightbank And Others, <https://techcrunch.com/2011/10/12/crowdsourced-academy-udemy-raises-3-million/>
- [13] Schlagwein, Daniel, and Niels Bjørn-Andersen. (2014). Organizational learning with crowdsourcing: The revelatory case of LEGO. Journal of the Association for Information Systems 15.11: 754.
- [14] Brookes, B.C. The foundations of information science, Part 1. Philosophical aspects, Journal of Information Science 2(3/4), 1980, 125-34.
- [15] Nakamoto, Satoshi. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2009, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, (2018 年 4 月 8 日参照).
- [16] Nonaka, I., and Konno, N. The concept of "ba": Building a foundation for knowledge creation. California management review, 1998.
- [17] 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.