

ブロックチェーンを利用した「学び」を取引するプラットフォームの提案

堀真寿美¹⁾, 小野成志¹⁾, 宮下健輔²⁾, 宮原大樹³⁾, 小林信三⁴⁾, 喜多敏博⁵⁾, 山地一禎⁶⁾,
山田恒夫⁷⁾

1) NPO 法人 CCC-TIES

2) 京都女子大学

3) 山梨大学

4) SmileNC & Co.

5) 熊本大学

6) 国立情報学研究所

7) 放送大学

hori@cccties.org

Development of a Platform of Learning Transaction Using Blockchain

Masumi Hori¹⁾, Seishi Ono¹⁾, Kensuke Miyashita²⁾, Hiroki Miyahara³⁾, Shinzo Kobayashi⁴⁾,
Toshihiro Kita⁵⁾, Kazutsuna Yamaji⁶⁾, and Tsuneo Yamada⁷⁾

1) NPO CCC-TIES

2) Kyoto Women's University

3) University of Yamanashi

4) SmileNC & Co.

5) Kumamoto University

6) National Institute of Informatics

7) The Open University of Japan

概要

ブロックチェーンを教育へ応用し、仮想通貨の経済的なインセンティブを学習者に与えることにより学びを促進する「学びの取引」を、我々は「学習経済」と呼んでいる。欧米では、ここ1年ほどで、若者の失業、高騰する高等教育機関の学費を解決することを目的とした、このような学習経済の実装例が多く公開されている。

我々は、学びの成果を「商品」として捉え直し、市場原理によって学びの質保証を可能とした、先行事例とは異なるアプローチによる学習経済を提案し、それに基づいた学習プラットフォームを開発している。本稿では、その概念モデルについて提案する。

Abstracts

A learning transaction or a learning economy is an applied economic system to the education model using blockchain which seeks to promote learning by providing economic incentives to learners under virtual currency. In recent years, some paradigms of the model have been released to solve unemployment among young people and soaring tuition fees of higher education institutions.

We developed a learning platform based on a learning economy model, distinct from the precedent cases, which treats the learning outcomes as goods and strengthens quality assurance of learning outcomes by the market principles. In this paper, we propose the concept of the learning economy model.

1 はじめに

ブロックチェーン技術が登場して以来、評判、信用、貢献など、従来は可視化できなかったモノの価値を仮想通貨で評価し、報酬につなげるサービスが生まれている。教育の分野においても学び

(learning) の価値を仮想通貨で評価し、報酬につなげる試みが提案されている。IFTF (Institute for the Future) らは、これを“Learning is Earning”と表現し、国家学習経済 (National learning economy) を実現する仕組みだとしている[1]。

学習経済は、知識社会における国家イノベーションシステム：NIS（National Innovation system）の中で、国家が企業、教育機関、そして個人の学習を支援する仕組みとして、1994年にLundvallら[2]が提唱したものが知られている。他方でIFTFらは、2016年に公教育から趣味の習い事などの私教育に至るまで、様々な学習の成果をブロックチェーンに記録していくことで、学歴に代わり成果（performance）を直接的に収入につなげるという、ブロックチェーンの教育への応用モデルを提案し、これにより国家学習経済が実現するとした。

IFTFは、国家学習経済の実現には今後10年を要するとしていた。しかし、既に、現在、世界各国でIFTFが示した文脈での学習経済の萌芽的サービスが登場してきている。いずれのサービスも、学びと雇用を直接的に結びつけることで報酬につなげる提案を行っており、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。しかし、雇用に特化したこれらの提案は、雇用や仕事と直結しない、教養、自然科学、人文学などまた実践性を伴わない分野などに対する人々の多様な好奇心やモチベーションには対応することができず、イノベーションを生み出すための知識の創造、人材育成のための仕組みを有してはいない。

本稿では、先行事例とは異なり、学びの成果そのものを、商品として学習者同士が仮想通貨で取引することで報酬につなげるとともに、市場原理に基づく学びの質を保証するアプローチを提案し、これを学習経済と呼ぶ。これにより、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、従来の教育方法では実現することのできなかったスピードで、知識の獲得と更新が可能となることが期待される。

以下、2章でブロックチェーン技術とその教育分野への応用事例を紹介し、3章で学習経済を考察する。その上で4章で我々が開発している学習経済モデルの概念を説明し、5章でそれを実現するアーキテクチャを紹介する6章でこのアーキテクチャに関する考察を行い、7章でまとめる。

2 ブロックチェーン技術と教育分野への応用

2.1 ブロックチェーン

ブロックチェーン技術は「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Satoshi Nakamoto[3]により提案され、仮想通貨ビットコインにおいて実装された。従来のオンライン決済では、銀行などの中央管理者が、取引者の通貨台帳の正確性を保証することで、取引が成立した。ブロックチェーン技術は、これをP2Pで接続されたコンピュータが相互に通貨台帳の正確性を保証し合うことで成立させる。この、中央管理者を不要とする仕組みは、社会構造を大きく変換する技術として、金融分野だけではなく、教育分野においても教育の在り方を根本的に変革するのではないかと指摘されている[4]。

2.2 教育分野への応用モデル

現在、ブロックチェーン技術の教育分野への導入は、他の分野に比べ遅れが見られ、ブロックチェーンが世界的に注目された2017年時点においても、応用モデルとして、成績証明書の管理程度の提案が見られるに留まっていた。ところが、2018年に入ると、世界各国で、様々な応用モデルが提案され、先行事例が登場してきた。筆者らはブロックチェーン技術の教育分野での応用モデルは、成績証明書の発行・管理、教育マーケットプレイスと成績証明書発行のオープン化、そして成績証明書を含む学習成果の取引の段階を経て発展すると考えている。次に、各応用モデルを説明する。

第一段階：成績証明書発行・管理

ブロックチェーンの教育分野の応用モデルとして最も早く提案され、既に複数の実証事例が登場しているのが、ブロックチェーンを用いた成績証明書の管理発行である。高い信頼性が求められる成績証明書の記録を、データの永続性、改竄耐性、本人性に優れたブロックチェーンで管理することで、成績証明書管理・発行に関する維持管理コストを低減し、効率化が図られる。さらに、学習成果を共有することで、組織や国境を越えた包括的な人材評価につなげることもできる。

MITメディアラボとLearning Machineは、成績証明書管理システム「Blockcerts」を発表している[5]。サンフランシスコのコンピュータスクールHolberton School、シンガポールの職業大学Ngee Ann Polytechnicでは、既にブロックチェーンによる成績証明書管理システムを導入し、在校生に対し在学中から卒業後まで、いつでもQRコードにより簡単に成績証明書を取り出せるサービスを開始したと発表している[6, 7]。また、イギ

リスの Open University では、成績証明書の管理に加え、学習ポートフォリオをブロックチェーンに記録する Open Blockchain プロジェクトを発表している[8].

第2段階：教育マーケットプレイスと成績証明書のオープン化

特定の教育機関が囲い込んできた教育の提供と成績証明書の発行をオープン化し、誰でも自由に行うモデルである。LiveEduⁱ、ODEMⁱⁱ、BitSchoolⁱⁱⁱなどが、既にサービスを開始しており、いずれのサービスも受講者は仮想通貨で受講料を教育提供者に支払い、オンラインコースを受講する。また、オンラインコースの成績やコース完了証明書がブロックチェーンに記録される。

これらは、伝統的な学校制度を破壊するかもしれない MOOC (Massive Open Online course)、そして誰でも自由に受講できるオンラインコースの提供で受講料を得る Udemy^{iv}などの試みを、次の三点において発展させた試みだと言える。まず、第一に、教育提供者と学習者を仲介者の関与なしで直接つなぐことで、より効率的に教育を提供することができる。第二に、サービス内で独自の仮想通貨を発行し、サービスが成長すれば仮想通貨が値上がりする仕組みを組み込むことで、より質の高い教育を提供しようというインセンティブを教育提供者に与えることができる。第三に、ブロックチェーンに記録された学習記録は、公教育が発行するものと同等の信頼性を持つ成績証明書となるため、MOOC や Udemy 以上に、雇用や人材評価に利用することができる。

第三段階：学習成果の取引

オンラインコースの学習成果を報酬に転換し、教育提供者だけではなく、学習者にも報酬を提供しようとする試みを、我々は学習経済と呼んでいる。Tutellus^v、BitDegree^{vi}、そして NTOK^{vii}などが、既にサービスを開始している。

先行事例では、オンラインコースでのテストやレポートの成績、ピアレビューの評価に応じて、学習者は報酬として仮想通貨を得ることができる。さらに、企業は、学習者の仮想通貨の保有量を評

価して雇用し、賃金として報酬を支払う。学習成果に対して直ちに支払われる仮想通貨は、学習者にとっては雇用に至るまでの学習のインセンティブとなり、企業にとっては学習者を評価する指標となる。

この試みは、人材の掘り起こしに有効であると多くの企業からの支持を受けており、今後、MOOC との連携、企業や政府の仮想通貨による奨学金制度、学習者と企業の人材マッチングなど、産官学連携の人材育成を目指すこととしている[9, 10, 11].

2.3 先行事例における課題

教育分野へのブロックチェーンの応用モデルとして最も進んでいるのが、学習成果の取引、すなわち学習経済であるが、先行事例においてはいずれも以下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、テストの成績などといった従来の評価手法に基づく指標は、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、萌芽的分野などに対する学習への興味を損なう。この二つの理由から、イノベーションを生み出す多様な知識の創造、人材育成が困難となる恐れがある。

3 提案

3.1 学習経済の提案

我々は、従来の学習経済の考え方をさらに拡張し、「学び」の在り方を根本的に見直すことにした。

人々の知識の大部分は、学校の外での「学び」から得たものであり、教師から得られたものではない[12]。我々が提案する学習経済では、このような、教師と呼ばれる人が存在しない。人々が日常生活や職場で得た学びの成果を、市場で仮想通貨を媒介にして取引することで、知識の獲得、更新を行う。

提案する学習経済システムにおいて、次の二つを学習成果と考える。第一は、ブログや SNS、ビデオなどのインターネットに発信されたデジタル情報である。これらのデジタル情報は、一つ一つは断片的な情報である。しかし、そこには、人々の日常生活や職場で得た気づきや知見が記録されていると考えている。提案する学習経済は、こ

i <https://www.liveedu.tv>

ii <https://odem.io>

iii <https://www.bitschool.io>

iv <https://www.udemy.com>

v <https://www.tutellus.io/>

vi <https://www.bitdegree.org>

vii <https://ntok.io>

れらを日常生活で得た学習成果として扱う。第二は、そういったインターネット上のデジタル情報を、整理し体系化した体系的情報である。現在、我々は、インターネットを検索して新たな知識を得ることができる。得ようとする知識が高度なもの、あるいは複雑なものであれば、インターネットから多くの情報を集め、取捨選択し、整理し、体系化して理解を深めなくてはならない。提案する学習経済では、このような情報を集めて体系化した成果を、学習成果として扱う。

学習経済では、この二つの学習成果を学習者が互いに市場で取引する。第一のインターネットに発信されるデジタル情報は、生産要素市場で取引される。この市場では、売り手はインターネットにデジタル情報を発信する学習者、買い手はデジタル情報を体系化する学習者である。そして、体系化された情報は、財・サービス市場で取引される。この市場の売り手は、デジタル情報を体系化する学習者である。そしてインターネットにデジタル情報を発信していた学習者が買い手となり、発信したデジタル情報が含まれる体系的情報を購入することにより、自分の発信した体験に基づく断片的情報が知識体系においてどのような意味をなすのか気づき、体験を知識に昇華することができる。また、それより得られた知見を学習成果として再びインターネットに発信することで、学びの循環が形成される。

このような、循環する市場において市場が十分に大きければ、学習成果は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、学習者は学習成果に見合った報酬を得ることができる。また、循環過程で経済的な淘汰が起き、低品質な情報や虚偽の情報が含まれる商品は排除され、学びの質が保たれることが期待される。

3.2 学習経済プラットフォームの仕組み

ここで、学習経済プラットフォームの仕組みを説明するために、学習者としてアリスとボブという二人の学習者を登場させる（図1）。

アリスは新人のネットワークエンジニアで、日常の気づきや知見をブログにしてインターネットに投稿している。また、ボブはセキュリティの専門家で、インターネット上のニュース記事やブログを集めて研究ノートにまとめるのを日課としている。あるとき、ボブがアリスのブログを発見し、興味深い内容であったため、自分の研究ノートに付け加えたとする。我々が提案する学習経済では、

アリスのブログはアリスが日常の経験から得た、ボブの研究ノートはボブの既知の知識を元に情報を整理し構造化することで得た、ともに学びの成果だと考える。そして、これらの学習成果を生産要素市場と財・サービス市場の二つのマーケットを介して、次のステップで取引する。

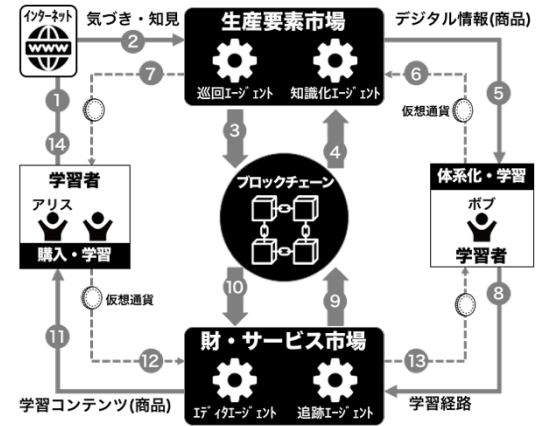


図1：学習経済概念図

- ① アリスは、自分のブログに知財情報を記載した指定のタグを埋め込み投稿する。
- ② アリスのブログは、生産要素市場の巡回エージェントにクロールされ、
- ③ 知財情報とともにブロックチェーンに登録される。
- ④ ボブは、生産要素市場の知識化エージェントにネットワークセキュリティに関して問い合わせる。知識化エージェントはボブの問い合わせに応じて、ブロックチェーンに登録されている情報を収集し、
- ⑤ 「商品」として規格化してボブに提供する。
- ⑥ ボブは、商品化されたアリスのブログを含む、複数の商品を購入する。
- ⑦ ここで、アリスはボブから報酬を得る。
- ⑧ ボブは、購入した商品を整理し体系化しながら、研究ノートを作成する。
- ⑨ ボブの研究ノートは、財・サービス市場の追跡エージェントにより、知財情報とともにブロックチェーンに登録される。
- ⑩ ボブが研究ノートを完成させると、財・サービス市場のエディタエージェントが、ボブの研究ノートに従ってブロックチェーンから情報を収集し、
- ⑪ 学習コンテンツに変換して「商品」とする。
- ⑫ アリスは、自分のブログが学習コンテンツになったことを知り、ボブの学習コンテンツを財・サービス市場から購入する。

- ⑬ ここで、ボブは報酬を得る。
- ⑭ アリスは、購入した学習コンテンツにより、自分の経験がネットワークセキュリティに関係する者であったと気づき、さらに知見を深め、学習成果としてブログに投稿し、再び生産要素市場に商品を提供する。

4 アーキテクチャ

提案する学習経済を実現するため、本研究の学習プラットフォームには、CHiLO Capsule の技術を用いた学習成果の商品化と、CHiLO Contract の技術を用いた学習成果の知財管理と取引の仕組みを実装する。

4.1 CHiLO Capsule による学習成果の商品化

アリスのブログなどから集めた情報を体系化したボブの研究ノート、つまり、インターネット上からメタデータを付与して規格化されたリソースを集めて体系化した情報は、CHiLO Capsule の技術を用いてパッケージ化して定型化され、付加価値が与えられた「商品」として取引される（特許番号）。

CHiLO Capsule は、メタデータ部とエンジン部で構成される Contents capsule structure で記述される（図 2）。

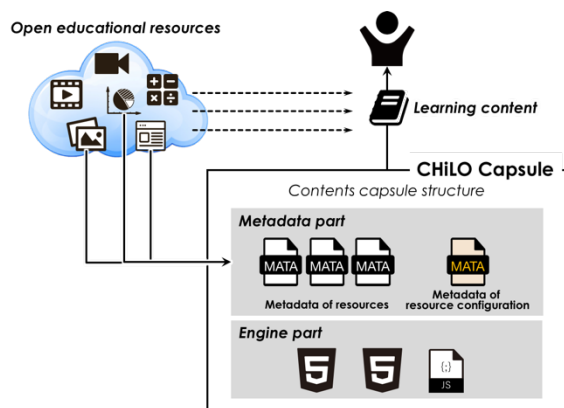


図 2：CHiLO Capsule 概念図

メタデータ部には、リソースのメタデータとリソースの表示順やレイアウトなどの構成情報が保存されている。また、エンジン部にはメタデータ部を解釈して、Web ブラウザなどに表示するプログラムが埋め込まれている。CHiLO Capsule で生成される学習コンテンツのフォーマットに技術的制約はなく、EPUB3, SCORM (Sharable Content Object Reference Model), Tin Can, あるいは IMS LTI などをとることが可能である。例えば、CHiLO Capsule で生成された電子書籍は、学習者

からは単なる電子書籍に見える。しかし、学習者が電子書籍を開くと、メタデータの所在情報に従って、インターネットに分散する学習リソースが、学習者の端末にダウンロードされ、一連の学習コンテンツとして提供される。

4.2 CHiLO Contract による学習成果の知的財産管理と取引

ブロックチェーンの信頼性の高いタイムスタンプを利用して、デジタル情報の存在性と非改竄性を証明し、IPR (intellectual property rights) を管理することができる。CHiLO Capsule の技術を用いて商品化するインターネット上のリソースと体系化情報もこのブロックチェーンの特性を利用しそれぞれ知的管理を行う。さらに、ブロックチェーンのスマートコントラクトを利用して、商品の取引を行う。我々はこのような実装を CHiLO Contract と呼んでいる。

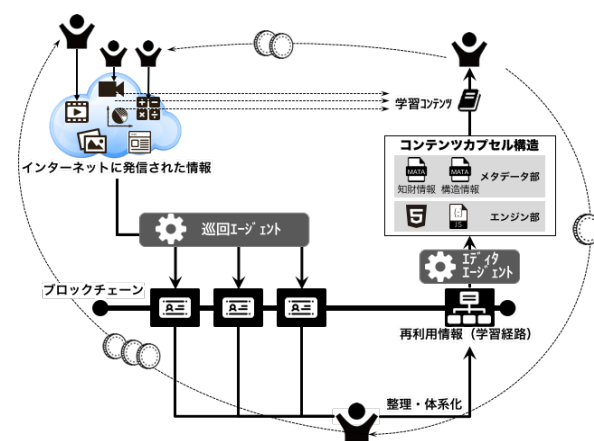


図 3: CHiLO Contract 概念図

図 3 は、CHiLO Contract の概念図である。

CHiLO Contract のデータの流れは次の通りとなる。インターネット上のリソースに、コントラクト（利用条件）を記載した指定のタグを埋め込むと、巡回エージェントにより捕捉され、リソースのメタデータとコントラクトがブロックチェーンに記録される。ここで、リソースの IPR が証明される。次に、それらリソースを体系化した情報をブロックチェーンに記録する。このとき、体系化情報のコントラクトとして、リソースのコントラクトを継承したものが自動的に記録される。ここで、体系化情報の IPR が証明される。ブロックチェーンに記録された体系化情報は、エディタエージェント経由で、EPUB3, SCORM, Tin Can, あるいは IMS LTI などの学習コンテンツのフォーマットで取り出すことができる。

CHiLO Contract の取引の流れは次の通りとなる。まず、体系化情報を記録するとき、リソースのコントラクトが自動執行され、体系化情報を記録する者の仮想通貨台帳から、リソースの所有者の台帳に仮想通貨が移転される。次に、体系化情報を学習コンテンツのフォーマットで取り出すとき、体系化情報のコントラクトが自動執行され、学習コンテンツを取得する者の仮想通貨台帳から、体系化情報の所有者及びリソースの所有者の台帳に仮想通貨が移転される。

5 実装

学習経済モデルを実装した学習プラットフォームの実現性を検証するため、CHiLO Capsule と CHiLO Contract を用いて、SNS に投稿された記事をブロックチェーンに記録し、それらを体系化して電子書籍を発行する実証実験システムを構築した。

5.1 システム構成

実証実験システムの 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^{viii} を実装した。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は、Hyperledger Fabric^{ix} 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で、スマートコントラクトを実行する。

5.2 ブロックチェーンへの記事の記録

Mastodon では、記事内に文字列 “@ユーザー名” を埋め込むと、指定したユーザー宛に記事が送付される。“@clip #タイトル” の文字列を含んで投稿された記事は、ブロックチェーンに記録される。@clip は、システムで事前に用意した組み込みユーザーであり、@clip 宛にハッシュタグでタイ

トルを指定して記事を送付することで、巡回エージェントが記事を捕捉し、ブロックチェーンに記事のタイトル、投稿者のユーザーアカウント、記事の URL などのメタデータを記録する。

図 4 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記録に成功すると、@clip から結果が返される。

Mastodon では、@clip 宛に送付した記事もフォロワーに伝わるため、他のユーザーがブロックチェーンに記録したリソースを確認することができる。



図 4:記事の記録

5.3 記事の体系化

ブロックチェーンに記録された記事をまとめて体系化するには、“@clip #タイトル” の文字列が含まれている記事を選択し、その返信として “@book #タイトル” の文字列を含む記事を投稿する。@book は組み込みユーザーである。

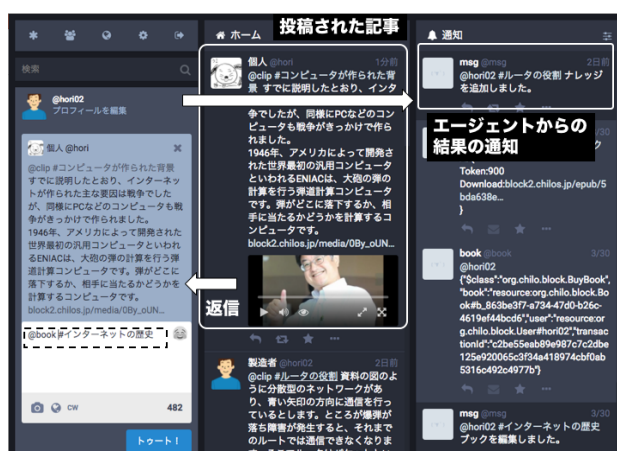


図 5 記事の組み込み

図 5 は、実際にマストドンに記事を投稿した様子である。

viii <https://github.com/tootsuite/mastodon>

ix <https://www.hyperledger.org/>



ブロックチェーンへの記録に成功すると、@book から結果が通知される。また、体系化を行ったユーザーの仮想通貨台帳から、記事を利用したユーザーの仮想通貨台帳にトークンが移動し、その通知も送られる。

5.3 電子書籍の取得

電子書籍を取得するには、組み込みユーザー@book宛に、“@book BUY_BOOK #タイトル”の文字列を投稿する。投稿に成功すると、出力された電子書籍のダウンロードアドレスが購入者に通知される。と同時に、電子書籍作成者及びそこに含まれる記事の投稿者の台帳に、仮想通貨が自動的に移動する。

図6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を、電子書籍として閲覧することができる。

6 考察

6.1 学習経済の背景

学習経済は、単にブロックチェーンのブームに乗って登場してきたわけではなく、その背景には教育に対する社会的要請がある。

知識そのものが価値を持つとされる知識社会の到来が予見されて久しい。その間に、科学技術は急速に進展し、社会・生活環境の変化が加速している。この変化に対応し、知識社会を豊かに生き抜くためには、生涯にわたる新たな知識の獲得と更新が求められる。一方で、変化に対応できない人々による社会への適応能力の低下は、社会全体の生産性を停滞させる。この社会的要請に対して、従来の教育制度では十分に対応できない。なぜなら、従来の学校は、質が保証された安定的な知識を効率的に提供できる反面、急速な社会の変化に即応することはできないからである。そこで近年見直されているのが、学校制度の枠組みを越

えた学習者中心の「学び」である[13]。

しかし、そのような学びには学習者の主体性が求められ、人々が自らの工夫と努力によって知識を獲得し、更新し続け、課題を発見し、問題を解決しなければならない。学習者を支援し、モチベーションを維持し、学び続けさせる仕組みが現在求められている。

このような社会的要請に応えるのが、学習者に報酬というインセンティブを与えることで主体的な学びを可能とする、学習経済であると言える。

6.2 学習経済と従来の教育の違い

学習経済が従来の教育制度に対して最も特異な点は、価値を生む主体の相違にある。従来の教育制度では、学校や教師が提供する「教えること」(teaching)に対して学習者が報酬を支払ってきた。しかし学習経済では、学習者の「学び」(learning)に対して報酬が支払われる。つまり、学習経済は、教育において価値を生む主体を、学校から学習者にかえる仕組みであると言える。学習者自身の「学び」が価値を持ち、学習者自身が報酬を得ることができるこの仕組みは、学習者が主体的に知識を獲得する強い動機付けとなる。ひいては、従来の教育方法では実現できないスピードでの知識の獲得と更新が可能となる。

6.3 提案する学習経済と先行研究との違い

我々が本稿で提案する学習経済は、以下の三点において先行研究と異なる。

第一は、学習成果と雇用を結びつけない点である。雇用と結びつけてインセンティブを働かせるのではなく、学習成果そのものを取引することで学習に対するインセンティブを学習者に与え、学びを促進しようというアプローチである。このアプローチは、学習成果に見合った報酬を得るだけではなく、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、萌芽的分野などに対する人々の多様な好奇心やモチベーションにも対応し、イノベーションを生み出す知

識の創造，人材育成が可能になると考えられる。

第二は，知識を提供する教師の役割を担うユーザーが一切存在せず，学習者だけでお互いの学習成果をやりとりするという点である。

そして第三は，教育の質保証を第三者機関に頼らず，学びの循環過程で起こる経済的な淘汰により保証する点である。従来の教育において，教育の質保証，すなわち教えるべき知識の正しさは，特定の機関が，特定の手続きを経て行ってきた。しかし，歴史的に見てもこれが必ずしも正しいとは言いきれない。我々が提案する市場原理による教育の質保証も，教えるべき知識の正しさをどの程度保証できるかは，実際にこのサービスを行ってみなければわからない。しかし，少なくとも，現在インターネットの課題としてあげられている，フィルターバブルのような明らかな虚偽は排除できるものと考えている。

6.4 見通し

実証実験システムでは，SNS に投稿された記事をブロックチェーンに記録し，それらをまとめて電子書籍を発行することができた。また，その際，記事の所有者，電子書籍の制作者，電子書籍の取得者同士で仮想通貨のやりとりを行えることも確認できた。実証実験システムでは，利用する SNS を Mastodon に限定したが，Facebook や Twitter など，多くのユーザーが利用する SNS，また，ブログやホームページのヘッダーなど作成者しか記入できないエリアに今回同様のタグを付与することで，巡回エージェントによりクロールされ，様々なインターネット上のリソースをブロックチェーンに記録することができる。

7 まとめ

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。

学習経済は，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，欧米においては既に先行事例が提案されている。学習経済は，価値を生む主体を教育提供側とはしない，つまり，対価を支払う対象を学校や教師から学習者にかえる概念である。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，早急にプ

ラットフォームを完成させたい，さらにはサービスを実現させたいと考えている。

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 30 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] Jean Hagan, Learning is Earning [Blog post], Future now the iftf blog, (2016). <http://www.iftf.org/future-now/article-detail/learning-is-earning/>
- [2] Lundvall, Bengt-åke and Björn Johnson. The learning economy. Journal of industry studies 1.2., pp23-42, (1994)
- [3] Nakamoto, Satoshi. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2009, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, (2018 年 4 月 8 日参照).
- [4] Swan, M. (2015). Blockchain: Blueprint for a new economy. O'Reilly Media, Inc.
- [5] MIT MEDIA LAB. Digital Certificates Project, <http://certificates.media.mit.edu/>
- [6] Campbell, R. (2016). Holberton School Begins Tracking Student Academic Credentials on the Bitcoin Blockchain. Bitcoin Magazine. <https://bitcoinmagazine.com/articles/holberton-school-begins-tracking-student-academic-credential-s-on-the-bitcoin-blockchain-1463605176>
- [7] Rohaidi, N. (2017). Using Blockchain for student certificates slashes admin costs. GovInsider. <https://govinsider.asia/digital-gov/patrice-choong-ngee-ann-polytechnic-campus-ecosystem/>
- [8] Open Blockchain. <http://blockchain.open.ac.uk>
- [9] Tutellus, Empowering people through Education, (2018), https://lib.tutellus.com/ico/pdf/tutellus.io_whitepaper_v3.22_en.pdf
- [10] BitDegree, White paper Revolutionizing Global Education with Blockchain, (2017), <https://www.bitdegree.org>
- [11] NTOK, World's first ecosystem to tokenize your talents Ecosystem for private tutoring and tokenizing talents, <https://ntok.io/docs/en/NTOK%20White%20Paper.pdf>
- [12] Illich, Ivan. Deschooling society. Harmondsworth, Middlesex, 1973.
- [13] Bob Bender, Student-Centered Learning: A Personal Journal, EDUCAUSE Center for Applied Research, Research Bulletin Volume 2003, Issue 11, (2003).