

# IoT/CPS社会に対応した教育環境の最適化とエデュテインメント教材の設計

石崎 幸・園 弘子・砂口 洋毅

## 要旨

本研究は、第4次産業革命によってもたらされるであろうIoT/CPS社会に対応した「学校ver3.0」の実現に向けての基礎的な研究の一部であり、教材開発に属するものである。教科教材に関する内容そのものの検討、加えてインターフェースデザインの検討、さらに教材の構造デザインの検討に関するものであり、教材にエデュテインメント性を付与する仕掛けとしての検討であるインターフェースデザインを中心とした研究である。

現代の教育環境では、特にデジタルネイティブの世代にとって、単に情報を提供するだけでなく、学習者の注意を引き、知識の定着を促進するためのエンゲージメントを生み出すエンターテインメント性を兼ね備えた教育体験が求められている。本研究はこのニーズに応えることを目的としたものである。

## 1. はじめに

### 1.1 研究の目的

ICT (Information & Communication Technology) の飛躍的な発展を原動力とし、現代社会は第4次産業革命に直面している。IoT (Internet of Things) が進行し、CPS (Cyber-Physical System) があらたな社会インフラとして導入されようとしている。

CPSが社会実装されることにより、社会活動のさまざまな領域で非連続な変革が生じる。IoT/CPS社会の到来を見据えて、内閣府は日本社会が目指す方向をSociety5.0として示しており、その方針の下、文部科学省はSociety5.0に対応した教育を「学校ver.3.0」として定義している。

「学校ver.3.0」では、学習者に対して個別最適な環境をビッグデータ解析によって実現することを目的とする。また、学校に限らず、さまざまな社会活動と連携を図ることによって、重層的な教育を実現しようとするものであり、「学校ver.3.0」の実現に向けたアプローチは、次に示す3つの機能を並行して実装するプロセスである。

- ① ビッグデータを活用したフィードバック・ループ
- ② 個別最適化教育の実現
- ③ 教育業界以外の他分野領域との連携

これら①②③の機能は独立したものではなく、相互に関連している。そのため、「学校ver.3.0」を実現するためには、多様な意思をもつヒトを扱う教育をテーマとした全体構造化モデル設計手法を開発することが求められる。

一方で、産業分野とは異なり、教育分野の独立性と閉鎖性は類を見ない。あらゆる社会活動がSystem of Systemsの一部として、他領域と繋がることによってあらたな価値を創出することを目指すIoT/CPS社会においては、教育もSmart Societyを支える一つの要素として、他領域との連携を図るという視座からの研究アプローチが必要である。

IoT/CPS社会への対応に先行する産業界の取り組みに対し、「学校ver.3.0」の要素①②③を対応させると、次のように解釈することができる。

①→①' デジタル・ツインの実装

②→②' 高度なセンシングによるマス・カスタマイゼーションの実現

③→③' 教材をゲートウェイとしたプラットフォーム化

①'および②'については、特に製造業における事例が多数存在する。また、③'についても、昨今のプラットフォーム・ビジネスの台頭により、多くの事例が存在する。これら多数の事例の存在によって、Eisenhardt (1989) が提唱する事例分析のプロセスに則った一般化が可能となる。

本研究は、上述した③'について、特に教材のUI (User Interface) にフォーカスしており、教材開発に属する研究である。また、そのプロトタイプ開発は、研究メンバーの担当科目である簿記・会計を対象とした。なお、試作教材は、大学等講義におけるオンライン授業でのメイン教材というよりは、対面授業における副教材および復習教材、ないしは自主学习支援ツールとしての利用を想定している。

## 1.2 研究の背景

2020年度は4月新学期から5月中旬まで多くの教育機関でコロナ禍の下、登校を伴う対面授業を行わず、レポート提出等を授業代替とした。ほとんどの教育機関が遠隔授業に対応するインフラ、それはハード以上に特に現場教員・学生の対処というソフト面で十分な準備ができていなかった。まさに、IoT進行社会にあって教育分野の独立性と閉鎖性が露呈した。しかし、程なくしてオンラインを利用した遠隔授業が行われるようになり、結果的にコロナ禍が教育現場へのICT浸透を加速させることとなった。

こうして、オンライン授業が軌道に乗りつつある中、課題も見え始めた。科目や規模にもよるが、遠隔授業では学習参加者の姿勢態度、またその都度の授業修得度を適時に把握しづらい。簿記会計科目の従来型対面授業では、授業内に演習や授業内テストを組み入れる一方、教員はその間クラス内を巡回し、リアルタイムに状況を把握し、巡回時や授業後の個別声掛けに基づいて進捗微調整や個別課題提示を行うことで教育の質の担保に努めた。

一方、オンライン授業ではオンデマンドは勿論、オンタイム視聴であっても個々の学生の状況把握や指導が難しい場合が多い。特に、本研究が対象とした簿記会計領域の科目は「わかる」だけではなく技能として「できる」を目指す側面もある。そのためオンラインという授業形態の抱える課題の影響は殊更大きかった。

コロナ禍後、再開された対面授業はこれまでのそれと趣を異にした。ICT環境は継続的に利用可能で、教員・学生のICT機器順応度も高まっていた。そのため、学生教員は資料授受に留まらず、小テストやミニツツペーパーをスマートフォンやPCを用いて対面授業内でオンタイムに対処する他、教員は対面でも敢えてZoomを立ち上げることで普段発言がない学生からの意見発信を受けるなど、新たなかたちでの双方向な対面授業シーンが展開された。

こうした変化を踏まえ、本研究では、必ずしも全面オンライン授業のような形態のみを想定

するのではなく、教育現場に根付きつつあるオンライン環境もICT教育の一環と捉え、この環境を所与のものとして活用するにあたり、有効な教育効果を発揮しうる教材と位置付けている。また、その教材は、当該教材のみをもって学修目標を網羅しようとするようなメイン教材の位置づけには拘らず、オンラインを通して学習者に届ける補助教材も含んでいる。さらに、教育効果向上の「仕掛け」として教材にエンターテインメント性を持たせるアプローチで研究開発を進めた。

なお、本報告では共同研究者の専門属性から、大学における簿記会計科目をモチーフにその補教材のプロトタイプ開発を通過目標としながら進めたが、研究が目指す最終目的は汎用性を念頭にしたエデュテインメント教材のフレームワーク設計である。

### 1.3 研究の特徴

本研究は教材開発を三つのアプローチから行ったことにその特徴がある。まず、①教科教材に関する内容そのものの検討、加えて、②インターフェースデザインの検討、さらに、③教材の構造デザインの検討である。一つ目は先にも触れたが、本研究は特定教科または領域ではなくエデュテインメント性を具備した教材として、汎用性のある設計を目指した。ただ、プロトタイプ制作を抽象的に行うことはできないため、今回は簿記会計領域をモチーフとした。二つ目は本報告の中心をなすもので、教材にエデュテインメント性を付与する仕掛けこそがインターフェースデザイン導入である。これにより、教材への親しみやすさや学習継続効果を模索した。三つ目の構造デザインの検討は、学生にとって今や最も身近なIT機器はスマートフォンであることから、これをメインデバイスとして、彼らがサーバにアクセスすることで多様なドキュメントやインターネット情報に触れ、知識蓄積と定着を多元的に実現できるシステムの検討を行った。本研究開発は、これら三つの視点を共同研究者間で分担し逐次擦り合わせつつ進めた文理融合の研究である。

## 2. 研究の経緯

三つのアプローチから本研究に取り組んだことを上述したが、第一のアプローチである教科教材内容に関する検討では、これに先立ち「簿記会計領域のオンラインによるゲーミングを応用した教材開発」（2021年度、KSU基盤研究）、さらに遡ると「ICTを利活用した大学間連携による簿記会計教育の研究」（2013-2014年度、日本簿記学会スタディーグループ研究簿記教育部会）を行ってきた。また、第三のアプローチである構造デザインの検討は「IoT/CPS社会に対応した教育教材のフレームワーク設計に関する基礎研究」（2023年度KSU基盤研究費）で汎用システムの検討に特化し、並行して研究を行っている。そのため本報告は、第3章以下で第二のアプローチである教材にエデュテインメント性を付与する仕掛けとしてのインターフェースデザインを中心にした報告を行う。ただ、この2章ではそれに先立ち、本研究の第一のアプローチである教科教材の検討から第二のアプローチである教材にエデュテインメント性を付与する発想に至った経緯を説明しておきたい。

IoT/CPS社会における教育分野の独立性と閉鎖性、つまり立ち遅れが指摘されるが、簿記会計教材に限らず教育にICTを活用する取組やインフラ整備は、15~20年程前から各大学に散見される。Moodleや各大学独自のLMS（Learning Management System）を用いた教材配信や受講管理を行う取り組みがそれである。この運用は、受講者にとって配布物をPC経由で

大学機関のサーバからいつでも入手できる等の利便性向上に寄与したが、Webに教材をアップするだけでは受講者の主体的学習の促進は実現できなかった。

そこで、ゲーミフィケーション視点から、学生をオンラインゲーム参加者とすることで学習主体性を高めるといふ、ある種アクティブラーニングツールとしての教材開発を試みたのが、「簿記会計領域のオンラインによるゲーミングを応用した教材開発」(2021年度、KSU 基盤研究)である。この研究は、既存のビジネスゲームシステム「横浜国立大学ビジネスゲーム(YBG)」をプラットフォームにしたゲーム開発であり、コンテンツ開発の要素が強かった。

このゲームでは、学習者に学習单元毎に特定のURLを伝え画面誘導し、そこに表示された演習問題の解答をPCやスマートフォンから入力・送信すれば、即座に正誤判定(採点)され、適宜、次画面へと進行(プレー)していく構造である。この教材は使い方レクチャーの必要性もあり、当初数回は対面授業内で紹介し、その場で実践利用した後は受講者に適宜の自宅・通学中の利用を促した。しかし、利用に対する評価加点や課題と位置付けて取り組みに強制力を持たせることはしなかった。この教材導入に一定の成果はあった。ゲーム利用についての学生アンケートの自由記述から学習モチベーションに関する記述を拾うと、表1に示す意見があった。

表1 YBGを用いた簿記会計教材へのアンケート自由記述より一部抜粋(2021年11月実施)

- |   |
|---|
| <p>《モチベーション効果に関して》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲームを通して簿記を学べるのは良い</li> <li>・ゲーム感覚でできるのは良い</li> <li>・ゲームへの関心度が勉強に繋がる</li> <li>・楽しみながら勉強することができた</li> <li>・慣れるまで時間がかかるが、慣れれば勉強になる</li> <li>・取り組み方は難しかったがやりがいがある</li> <li>・ゲーム感覚というが勉強嫌いにはあまり効果的ではない</li> </ul> |
|---|

上記から、このゲームは受講者の興味喚起にある程度繋がったとみることが出来る。しかし、「勉強嫌いにはあまり効果的ではない」という指摘があるように、利用頻度をモニターすると教科そのものに高い興味を示す受講者群はこのゲーム教材をよく利用していたが、学習意欲が高いとは言えない受講者群は、スマートフォンを操作し学習するという「体験」に最初こそ興味を持つものの、それが持続しがたいことも見えてきた。なお、ここで学習意欲の高低は成績および出席状況との相関を以て判断しているが、上記について学習意欲に関する定量的根拠はない。あくまで対面授業という場だからこそ教員として目視や対話から把握できる受講者の個別的観察に基づく推察である。

いずれにしても、昨今の受講者世代は洗練された商業デザインのゲーム画面に慣れており、教材といえども操作性や画面デザインに求める期待値が高い。表2はアンケートの中からゲームの仕様、特に操作性や一覧性欠如について記されたものである。なお、下記の一部は学生記載の原文のままではなく、紙幅の都合から一部改変している。

表2 YBGを用いた簿記会計教材へのアンケート自由記述より一部抜粋（2021年11月実施）

- 《操作性、画面デザインに関して》
- ・PCではやりやすいがスマホは一部の文字が表示されない
  - ・ボタンや文字が小さく見づらい(押しにくい)などUIの不便が目立つ
  - ・スマホ対応しやすいように改善してほしい
  - ・スマートフォン用画面を作してほしい
  - ・リセットの左ボタンがわかりづらい
  - ・解説が答えと別ウインドウで見にくい
  - ・前回の解答状況が横などに表示されるとよい
  - ・使用方法がわかりにくい。わかりやすければ使用したい

これらのことから、IoT時代またデジタルネイティブに対し、効果を期待できる教材開発では、教科領域（ここでは簿記会計領域として良質な作問や解説などの考察努力）だけでなく、画面デザインなどを含めた学習者世代のニーズに応えることの必要性を実感した。特に、学習そのものに興味関心が薄く、ある意味教材の影響を受けやすい学習者層のモチベーション喚起・維持にはこの点の検討が大きな意味を持つといえる。

### 3. 新規目標とデザインの関り

#### 3.1 新規目標の設定

現代の教育環境では、単に情報を提供するだけでは不十分であり、学習者の興味を引きつけ、知識の定着を促進するためのエンターテインメント性が求められている。特に、デジタルネイティブ世代においては、学習体験そのものが学習成果に直結するため、従来の受動的な学び方ではなく、能動的に関与できる教育体験が効果的である。このような目標を達成するためには、教材のデザインにおいて「コンテンツデザイン」と「インターフェースデザイン」という二つの側面から教材を捉え直す必要がある。

##### ① コンテンツデザイン

コンテンツデザインは、教材の内容自体をどのように学習者に提示し、効果的に理解させるかを重視している。そのためには、以下の3つの要素を中心にした。

##### 〔①-1 専門用語の視覚的表現〕

簿記教育では、初学者は特に、会計用語や取引の概念を理解することが難しい。この問題を解決するために、インフォグラフィックスやピクトグラムを活用し、複雑な概念を視覚的に整理する。これにより、学習者は単に暗記するのではなく、理解を伴った知識の定着が可能となる。さらに、重要な概念やセクションのタイトルをアイコン化することで、教材全体の構造を直感的に把握できるようにしている。

##### 〔①-2 インタラクティブな学習要素の導入〕

理論だけでなく、実際に手を動かして学べるインタラクティブな要素を教材に導入している。例えば、YBGを用いた演習により、学習者は能動的に学習に取り組み、理論を実践に結びつけることができる。リアルタイムのフィードバックを通じて、学習者は自分の進捗や理解

度を確認し、学習方法をその場で調整できる。このインタラクティブなアプローチにより、学習内容の定着と学習効果の向上が図られる。

#### 〔①-3 エンターテインメント性の付加〕

学習を継続的に進めるためには、学習自体が楽しいものである必要がある。そこで、本教材ではエンターテインメント性を重視し、視覚的に魅力的なイラストやYBGなどのゲーム要素を取り入れることで、学習者が飽きずに学習を進められる環境を提供している。さらに、学習内容にもストーリー性を持たせ、登場人物が会話形式で簿記の概念を説明するなど、学習者が楽しみながら自然に理論を理解できる工夫を施している。これにより、学習者は楽しみながら重要なスキルを習得し、学習意欲を持続的に維持できる。

#### ② インターフェースデザイン

もう一つの柱であるインターフェースデザインは、学習者が教材をストレスなく操作し、効果的に学習を進められる環境を提供するために必要不可欠である。この柱に基づき、以下の要素が重要である。

##### 〔②-1 モバイル対応とレスポンスデザイン〕

特に、現代の学習環境では、モバイル端末が重要な役割を果たしている。本教材は、PCだけでなく、スマートフォンやタブレットなどでの学習も視野に入れた設計をおこなっている。モバイル端末での学習を想定し、レスポンスデザインを採用することで、学習者はどの情報端末でも快適に教材を利用できるように設計した。これにより、場所や時間を問わず、学習者は自由に学び続けることができ、柔軟な学習スタイルをサポートすることが可能となった。

このレスポンスデザインにより、学習者は特定の端末に依存することなくシームレスに学習を進めることができる。例えば、外出先でスマートフォンを使って学習を開始し、帰宅後にはPCで続きをおこなうことが容易にできる。このような使いやすさは、学習の継続性を支える重要な要素となる。

##### 〔②-2 使いやすさが学習効果に与える影響〕

ユーザーフレンドリーなインターフェースは、学習者が教材の内容に集中できる環境を整えるために不可欠である。煩雑な操作や不便なレイアウトが学習を妨げると、学習者のモチベーションが低下し、学習効果にも悪影響を与える。そのため、操作性を高めることは、学習者の集中力を維持し、学習プロセスをスムーズに進めるための重要な要素となる。

例えば、ボタンの配置やメニューの設計においては、直感的に操作できるよう工夫している。複雑な操作を最小限に抑え、必要な情報にすぐアクセスできるように設計されているため、学習者は混乱することなく、目の前の学習に集中できる。

##### 〔②-3 インターフェースデザインとコンテンツデザインの相互補完〕

優れたインターフェースデザインは、コンテンツデザインと相互に補完し合う。教材のコンテンツがどれだけ効果的に作られていても、それを効率よく学習者に届けるためのインターフェースが整っていなければ、その価値は半減してしまう。逆に、インターフェースが学習者にとって使いやすいものであれば、教材の内容がより効果的に伝わり、学習効果も高まる。

## IoT/CPS 社会に対応した教育環境の最適化とエデュテインメント教材の設計

本教材では、コンテンツデザインとインターフェースデザインとを緊密に統合するように設計した。例えば、視覚的に魅力的なイラストやインフォグラフィックスを取り入れたコンテンツが、ユーザーフレンドリーなインターフェースを通じて学習者に提供される。このように、コンテンツとインターフェースが一体となって機能することで、学習者は教材をスムーズに操作し、知識の定着を図ることができる。

これらの要素を効果的に統合することにより、本教材は学習者にとって魅力的で有意義な学習体験を提供する。コンテンツデザインとインターフェースデザインという両要素が、相互に補完し合い、学習者が知識を深め、実践的なスキルを身につけることを可能にしている。単なる知識の伝達ではなく、学習プロセスそのものを最適化し、継続的な学びを支える教育ツールとして、本教材はその価値を最大限に発揮することを目指している。

さらに、本教材のデザインアプローチは、学習者が学習の初期段階から中長期にわたり、スムーズに学び続けられる環境を提供することを目的としている。これにより、学習者は単に知識を吸収するだけでなく、それを実践に応用し、さらに深めることが可能となる。このような学習体験の連続性と実践性を重視することで、学習者は学びの成果を持続的に活かし、長期的なスキル習得を実現することが期待される。

### 3.2 デザインと学習体験の統合としてのUX/UI

図1に示すように、第4次産業革命の進展に伴うIoT/CPS社会の実現によって、デジタル教育は大きく進化し、UX（ユーザーエクスペリエンス）とUI（ユーザーインターフェース）のデザインが学習体験に与える影響はこれまで以上に重要になっている。本教材では、IoT/CPS社会で有効なデザインとそのデザインプロセスを、図2に示す。UX/UIデザインを学習プロセスの中心に据え、学習者が自分のペースで能動的かつ効果的に学べるよう、エンターテインメント性やインタラクティブな要素を取り入れることで、学習者が没入できる学習環境を提供している。

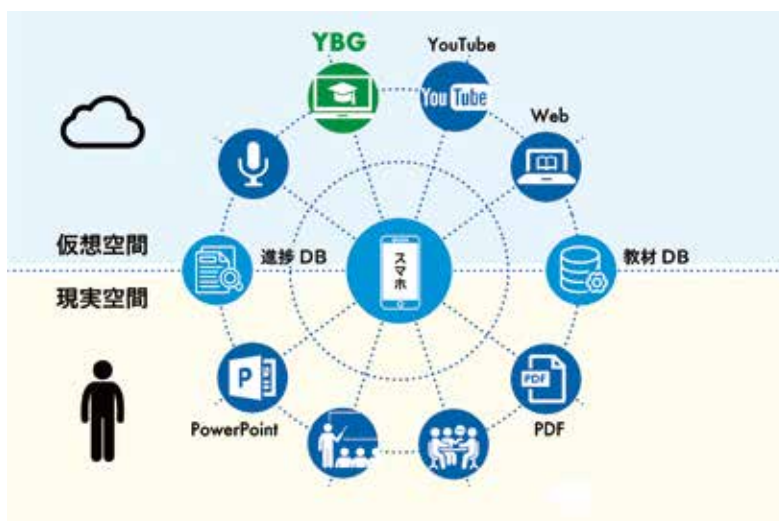


図1 IoT/CPS社会

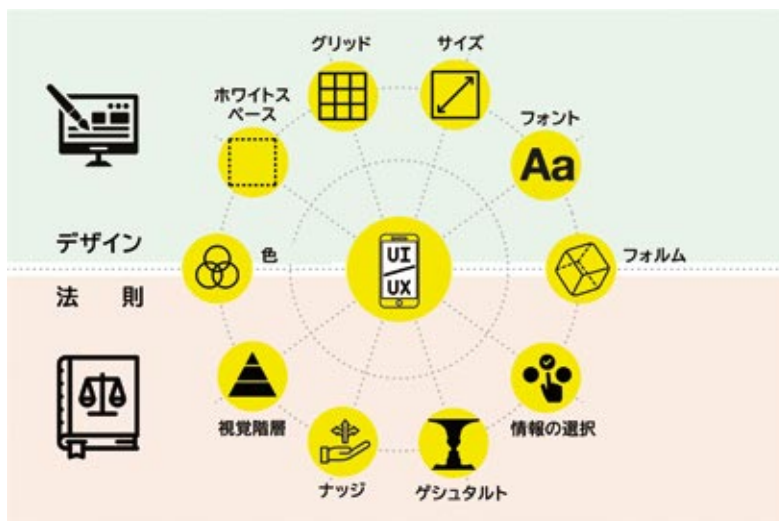


図2 UX/UI中心のデザイン方法

UXデザインでは、学習者の達成感と自己効力感を高め、学習意欲を持続させることに焦点をあてている。リアルタイムフィードバックを通じて、学習者は自身の成長を即座に確認でき、次のステップに進む自信を得られる。このように、学習者が自己調整学習を実践できるようなUX設計により、学習者は自律的に学習を進め、積極的な姿勢を保ちながら学習に取り組むことが可能である。

UIデザインにおいては、直感的で使いやすいインターフェースを重視した。学習者が迷わず教材を操作できるよう、ナビゲーションやメニューの配置は統一性を持たせ、スマートフォンやPC、タブレットなど多様なデバイスに対応するレスポンシブデザインを採用している。これにより、学習者はストレスを感じることなく、スムーズに学習を進めることができ、学習効率が大幅に向上する。

さらに、視覚的なデザインも学習の流れを円滑にする重要な要素である。適切なグリッドスケールやフォントの選定、カラースキームの活用により、学習内容の重要度を視覚的に強調することで、学習者は必要な情報に迅速にアクセスできるようになっている。このように、視覚的負担を軽減することで、学習者は集中力を持続しやすく、学習に専念できる環境を整えた。

これらのUX/UIデザインの工夫により、教材は単なる使いやすさに留まらず、学習者が学習の過程で達成感を得ながら、自己効力感を高めて主体的に学習を進める環境が提供されている。エンターテインメント性と実践的な学習を融合させた教材は、学習者の興味を引き、知識の定着を促進する。最終的に、最適化されたUX/UIデザインを通じて、学習者がストレスを感じることなく、深く学習に没頭できる効果的な学習体験を提供することが可能となる。

### 3.3 デザインの具体的応用

簿記教育における学習体験とデザインの統合は、教材を単なる情報提供の手段から、学習者が能動的に学びながらスキルを習得できるツールへと変化させている。本教材では、視覚的な工夫、インタラクティブな要素、そして親しみやすいUIデザインを統合し、学習者が飽きることなく継続して学べる環境を提供している。



まず、視覚的な工夫として、複雑な会計プロセスや取引の仕訳をインフォグラフィックスやピクトグラムを用いてわかりやすく整理している。これにより、学習者は抽象的な簿記の概念を具体化し、視覚的に理解することができる。視覚情報は、学習者が知識を記憶に定着させやすく、学習の自信を高めるための効果的な支援手段となっている。

次に、インタラクティブな演習が学習者の学習プロセスを大きく強化している。簿記における仕訳処理や取引の記録を実際に自分でおこない、リアルタイムでフィードバックを受けることにより、学習者は理論を実践に応用しながら確実にスキルを習得できる。このインタラクティブな要素によって、学習者は単に受動的に知識を得るだけでなく、能動的に学習に参加し、自分の進捗を即座に確認しながら学ぶことが可能である。

さらに、ゲーム化された演習や視覚的に魅力的なイラストを取り入れることで、学習者の興味を引き続け、楽しみながら学習を進めることができるように設計した。ゲーム要素は、学習者が達成感を得やすくし、モチベーションの維持を助ける。こうした工夫により、学習者は次のステップに進む自信を持ちながら、成果を実感しつつ学習を継続することができる。

最後に、親しみやすいUIデザインによって、学習者がストレスを感じることなく教材をスムーズに操作できる環境を整えた。ナビゲーションやメニューは一貫性を持たせ、スマートフォンやPC、タブレットなどのデバイスに対応したレスポンシブデザインを採用しているため、学習者はどのデバイスからでも快適に学習を進められる。このようなUIの工夫により、学習者は学習の流れを途切れさせることなく、集中して取り組むことが可能となる。

これらの視覚的アプローチやインタラクティブな演習、ゲーム要素、そして、親しみやすいUIデザインが一体となって、学習者は簿記の基礎知識を楽しく確実に習得できる環境が提供されている。これにより、学習者は自信を持って学びを進め、自己効力感を高めながら効果的に学習を完了できる。

## 4. デザイン

### 4.1 フレームワーク

教材のデザインフレームワークは、学習者が効果的かつ能動的に学びを進められる環境を提供するために設計している。UX/UIの最適化を基盤に、ナビゲーションをシンプルかつ直感的に操作できるよう工夫している。ボタンやメニューは視覚的にわかりやすく配置し、学習者が迷うことなく必要な情報にアクセスできるようにしている。これにより、学習者が学習の流れを途切れさせることなく、効率的に進められる環境を実現している。さらに、インタラクティブな要素やフィードバック機能を導入し、学習者がリアルタイムで学びの進行を確認し、モチベーションを維持しながら学習を進められるようにしている。

図3は、本教材のシンボルマークを示す。このシンボルマークは、教材全体のブランドイメージを統一するために設計されている。幾何学的な形状として三角形をモチーフにしており、これは強固な意味を持つ。三位一体などの概念を象徴し、知識の「積み重ね」と「統合」を視覚的に表現している。また、この形状は三次元空間では実現不可能だが、二次元では可能であるため、「無限の可能性」を示唆している。これにより、学習者に視覚的な一貫性と親しみやすさを提供しながら、学びの中での挑戦と成長の象徴として機能している。図4は、教材のトップページのデザインを示す。

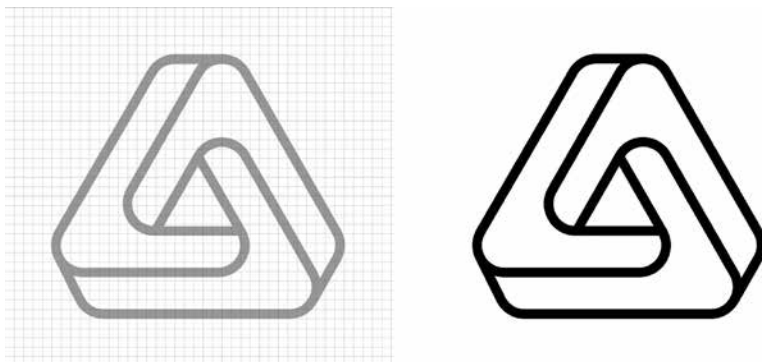


図3 本教材のシンボルマーク



図4 教材トップページ画面のデザイン

図5に、教材の色の選定と学習ステップを示す。ステップを表す形状は、学習の進行を視覚的に表現し、学習者が自分の進捗状況を簡単に把握できるように設計されている。各ステップは異なる色で示されているが、グラデーションを用いることで、色の変化に継続性を持たせている。このグラデーションは、学習が途切れることなく進行していくことを象徴し、学習者が自然に次のステップに進みたくするような誘導効果を持っている。これにより、学習者は学習プロセスを視覚的に追跡しやすく、モチベーションを維持しながら学習を進めることができる。

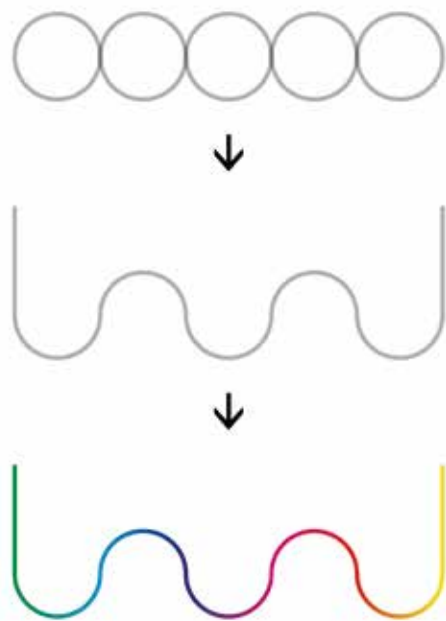


図5 色の選定と学習ステップを表す形状

図6は、簿記の専門用語である「売掛金」「買掛金」をイラスト化している。売掛金は「お金を受け取る」、買掛金は「お金を支払う」状況を視覚的に表現することで、初学者でも直感的に理解できるデザインとなっている。これにより、単なる暗記に依存せず、視覚的な理解を通じて知識の定着を促進する。

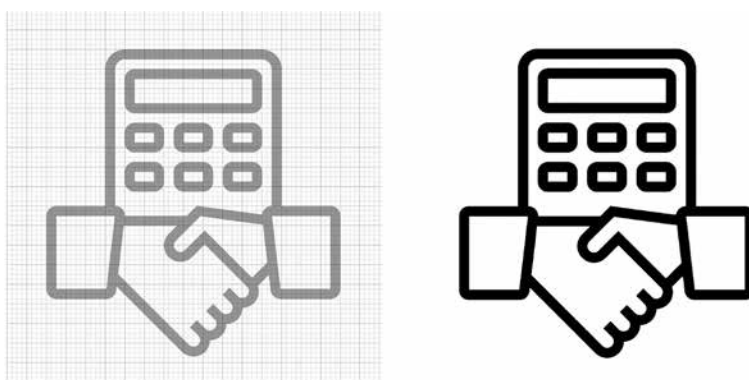


図6 専門用語のイラスト化（売掛金買掛金）

図7は、簿記における「商品売買」の概念を視覚的に表現したイラストを示す。このイラストは、商品売買の取引過程を学習者に直感的に理解させるために設計されている。商品が売り手から買い手に渡る流れを矢印や簡潔なアイコンで示し、具体的な取引プロセスを視覚的に整

理している。これにより、複雑な取引の流れが分かりやすくなり、学習者は視覚的な補助を得ることで、簿記の基礎知識を効果的に理解しやすくなっている。

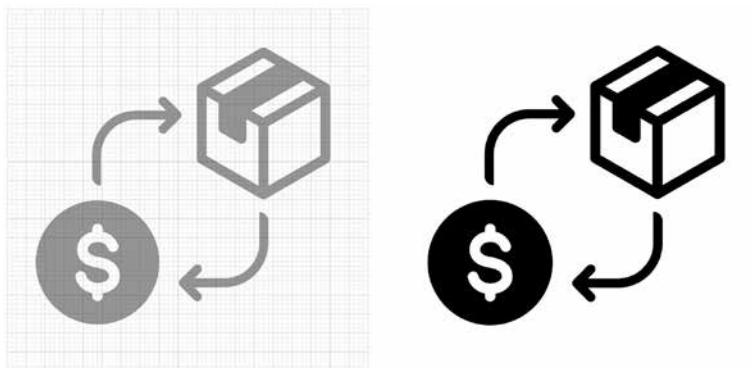


図7 専門用語のイラスト化（商品売買）

図8は、教材の目次画面を示す。各セクションはアイコンと共に表示され、視覚的に構造を理解しやすくなっている。これにより、学習者が学習の進行具合を一目で確認でき、次の学習内容に迅速にアクセス可能な設計を実現している。アイコンを活用することで、視覚的な誘導が強化され、操作性が向上している。



図8 教材目次画面のデザイン

図9は、「貸倒れ」の教材画面を示す。複雑な会計処理をインフォグラフィックスで視覚的に整理し、学習者が概念をより容易に理解できるようにしている。インタラクティブな要素も取り入れ、学習者が実際に操作しながら学べる環境を構築している。これにより、学習者は能動的に学習に取り組み、知識の習得を確実に進めることができる。



図9 「貸倒れ」教材画面のデザイン

図10は、実際に手に持った時のスマートフォン対応の教材インターフェースのサイズ感を示している。



図10 スマートフォンの教材インターフェース

#### 4.2 効果の検証方法

デザインフレームワークの効果を評価するため、以下の3つの指標を中心に測定する。

- ・学習理解度の向上
- ・エンゲージメントの促進
- ・教材の継続利用の度合い

##### [学習理解度の向上]

学習者が教材を使用した前後で、理解度がどのように変化したかを事前・事後テストを用いて評価する。特にインタラクティブな要素や視覚的な提示が学習者の知識習得に与えた影響に注目し、簿記の取引仕訳や会計プロセスをどれだけ正確に理解できるようになったかを確認する。さらに、テスト結果に加えて、学習者の自己評価や主観的なフィードバックも収集し、理解度向上に対する全体的な認識を把握する。

##### [エンゲージメントの促進]

学習者が教材にどの程度積極的に取り組み、インタラクティブな演習に参加しているかを、行動データやアンケートを通じて分析する。具体的には、学習者がどの頻度でインタラクティブな演習に組み込み、どのタイミングでフィードバック機能やヒント機能を活用しているかを追跡する。また、アンケートでは、学習者が教材を「面白い」と感じ、学習を継続したいと思っているかを評価し、インタラクティブな要素がモチベーション維持にどの程度寄与しているかを確認する。

[教材の継続利用の度合い]

学習者が教材をどの程度継続的に利用しているかを分析する。継続利用の頻度や期間を記録し、学習者が自立的に学習を進められているかを確認する。特に、学習の進捗やフィードバック機能の活用頻度を追跡し、学習者が教材に対して長期的な興味を持ち続けているかを評価する。これにより、教材の再利用が知識定着にどのように貢献しているかを明らかにする。

これらの指標を通じて、デザインフレームワークが学習者に与える影響を総合的に評価し、教材の改善に活用する。収集されたデータは、さらにデザインの精度を高め、学習者にとってより有益な学習環境を提供するために役立つ。

## 5. おわりに

### 5.1 総括

1.1 で述べたように、「学校 ver3.0」の実現は、次に示す3つの機能を並行して実装するプロセスが必要とされる。

- ① 「デジタル・ツインの実装」：ビッグデータを活用したフィードバック・ループ
- ② 「高度なセンシングによるマス・カスタマイゼーションの実現」：個別最適化教育の実現
- ③ 「教材をゲートウェイとしたプラットフォーム化」：教育業界以外の他分野領域との連携

本研究は、③に対応した基礎検討と位置付けており、石崎・園・砂口（2024）が示すとおり、全体研究計画の一部である。図11に斜線で示した部分が本研究の範囲である。教材となるコンテンツを効率的に、かつ学習モチベーションを維持するための「見せ方」に重点を置いたものである。

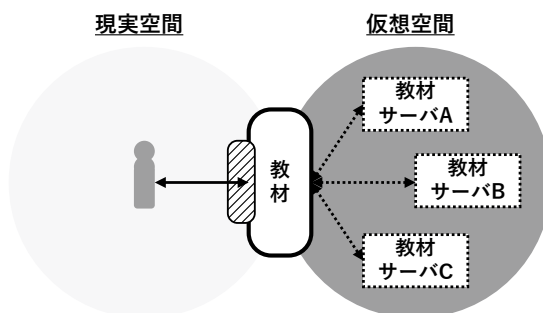


図11 研究の範囲

### 5.2 今後の研究計画

「学校 ver3.0」における教材は、現実空間（学習者）と仮想空間（教材サーバ）を双方向に繋ぐゲートウェイとしての機能をもつ。そのため、本研究に続く2024年度応用研究プロジェクトでは、教材サーバの拡充と学習者データベースおよび教材データベースの設計に取り組む。

仮想空間側の設計を進めるのと並行し、現実空間における効果検証もあわせて実行する。本研究の成果であるデザインフレームワークを、各教員が担当する講義で活用し、学習効果の確認と改善点の洗い出しをおこなう。

**参考文献**

Eisenhardt, K. M. (1989). "Building Theories from Case Study Research." *The Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.

石崎幸・園弘子・砂口洋毅 (2024) 「オンライン教育に対応する汎用エデュテインメント教材設計」『九州産業大学産業経営研究所 基礎研究部研究プロジェクトディスカッションペーパー (令和5年度 基礎研究部研究プロジェクト)』2023年度No.6