

# オンデマンド教育を提供する基盤システムの開発

古性隼都\*1・芦原佑\*2・浅川毅\*1

Email: asakawa@tokai.ac.jp

\*1: 東海大学工学研究科電気電子工学専攻

\*2: 東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科

◎Key Words 情報システム, 教育システム, リスキリング

## 1. はじめに

### 1.1 研究背景

今日では新型コロナウイルス感染症の影響によって様々な変化が起き、教育分野では授業の形態に大きな変革がもたらされ、オンライン形式での授業が拡充した<sup>(1)</sup>。オンライン形式での授業は学術機関から一般人へと波及していき、コロナ禍における学習形態の一つとして広く認知されることとなった<sup>(2)</sup>。一方で顕在化した課題として、学習進度の偏りや急激な制度変更による学習環境の整備が挙げられる。学習進度については「学習を計画的に進めることができず、課題を貯めこんでしまうなどの問題を抱えてしまった可能性が考えられるとされている。<sup>(3)</sup>」といった問題が考えられており、学習意欲向上への取り組みが必要である。また、学習環境の整備について秘匿性の高い教材を使用したい場合、自社管理を迫られるとともに管理する情報サービスの導入・維持コストが発生する。

### 1.2 研究目的

本研究では、オンデマンド教材を提供する情報サービスを容易に構築できるようにすることでコストを節約し、節約できたコストを教材開発に割くことで学習意欲を向上させられる教材が作成できると考え、それを可能にする基盤システムを開発した。開発した基盤システムと教材を用いて、図1に示す著者らが2022年に開発した社会人を対象としたリカレント教育を促進する教育システムである「Engineering Education Recurrent Center」(以下E.E.R.C.)と同等の機能を持つ情報サービス(以下オンデマンド教材管理・提供サービス)を開発し、それぞれの開発工数とオンデマンド教材の質を比較することで基盤システムと教材の有用性について評価する<sup>(4)</sup>。

## 2. オンデマンド講座内容

現在のICT技術の中でも需要が大きく高まっているIoT分野に着目して、「コンピュータ工学」、「コンピュータアーキテクチャ」、「アセンブラプログラミング設計」の3つのコンテンツをオンデマンド講座として使用した。講座動画には字幕を表示し、耳馴染みのないICT技術用語を聞き逃さないようにした。さらに、講座動画の視聴意欲を高めるため、動画配信サービスで広く利用されているアバターを用いた。「アセンブラプログラミング設計」の第2回のスクリーンショットを図2に示す。



#### パソコンが次の学び會に

新しいスキルを身に付けたい、コンピュータに興味がある、再びコンピュータを学びたい、そんなあなたに朗報です。E.E.R.C.はリカレント教育のためのオンライン講座サービスです。基礎的な数学から実際にプログラミングを行うまであなたのペースで学べます。もしわからないことがあっても、オンラインで講師に直接質問することができます。オンラインで質問を行う際はZoomを利用するため、Zoomのアカウントが必要になります。

#### 基礎から応用、生徒から教師へ

初めてコンピュータ工学を学ぶ方へ。まずは二進数や論理回路など情報工学関連の基礎から学べます。得た知識を活用し、マイクログリッドを用いて実際にシステムを設計する授業もあります。講義を通して理解が深められ、次はあなたがオンライン講師に、学びたい。教えたいことで知識の習得をもう一歩進めたい方へ。オンラインで質問は未実施のため予告なく変更する場合があります。



#### コンピュータ工学

二進数や論理回路、ハードウェア・ソフトウェアの基礎を中心として、コンピュータ工学の基礎を幅広く展開しています。初めて学ぶ方にはこちらがおすすです。



#### コンピュータアーキテクチャ

マイクログリッドに関する内容を学ぶことができます。ハードウェアの基礎から詳細な知識まで学ぶことができます。性能向上や信頼性向上についても触れます。



#### アセンブラプログラミング設計

システム開発の基礎的な知識をハードウェアとソフトウェアの両面より学べます。ハードウェアは出入力制御を中心に、ソフトウェアはアセンブラ言語を用いて、高度なプログラミング技術の習得を目指します。

講義の購入やサンプルの視聴にはアカウントが必要です。またの方の方はボタンから作成しましょう！

ログイン

アカウント作成

Engineering Education Recurrent Center

図1 E.E.R.C. トップページ

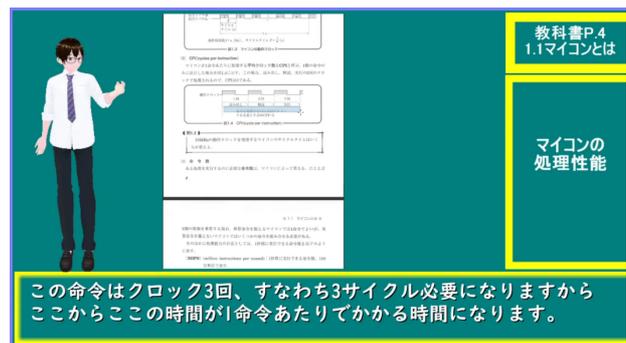


図2 「アセンブラプログラミング設計」の第2回(抜粋)

## 2.1 コンテンツ

「コンピュータ工学」を入門編、「コンピュータアーキテクチャ」を基礎編、「アセンブラプログラミング設計」を応用編と位置づけ、「アセンブラプログラミング設計」は実践形式で、他 2 講座は座学形式でコンテンツを組み立てた。

「コンピュータ工学」はハードウェアとソフトウェアの基本事項を理解できるようになることを目的として、独立行政法人情報処理機構の基本情報技術者試験で扱われる内容に沿って構成した。「コンピュータ工学」のコンテンツ (全 14 回) を表 1 に示す。

表 1 「コンピュータ工学」のコンテンツ (全 14 回)

授業回	内容
1	講座概要の説明
2	コンピュータの原理と歴史
3	マイクロプロセッサ
4	主記憶装置
5	補助記憶装置と周辺装置
6	データの表現型
7	データ構造とファイル
8	論理回路
9	組み合わせ回路
10	順序回路
11	論理回路の簡略化
12	デジタル IC
13	CASL II
14	CASL IIIによるプログラミング

「コンピュータアーキテクチャ」は「コンピュータ工学」より深く学ぶことを目的として、ハードウェアを中心とした内容で構成した。「コンピュータアーキテクチャ」のコンテンツ (全 11 回) を表 2 に示す。

表 2 「コンピュータアーキテクチャ」のコンテンツ (全 11 回)

授業回	内容
1	講座概要の説明
2	コンピュータの基本構成と動作原理
3	命令とアドレッシング
4	コンピュータにおけるデータの扱い
5	論理回路
6	論理回路の簡略化
7	制御回路
8	演算回路
9	主記憶装置と入出力装置
10	コンピュータの高速化技術
11	コンピュータシステムの評価

「アセンブラプログラミング設計」は「コンピュータ工学」と「コンピュータアーキテクチャ」でインプットした

学習内容をアウトプットすることを目的として、マイコンを用いてシステムの設計から評価までを行うように構成した。システム開発で使用するプログラムソースコードと開発環境を構築するためのマニュアルを併せて配布することで、ICT 技術を学ぶ際に大きな壁となる開発環境の構築を容易に行えるようにしている。「アセンブラプログラミング設計」のコンテンツ (全 11 回) を表 3 に示す。

表 3 「アセンブラプログラミング設計」のコンテンツ (全 11 回)

授業回	内容
1	講座概要の説明
2	マイコンとは
3	マイコンとプログラム開発
4	マイコンにおけるデータの扱い
5	アセンブラ言語の命令 (前編)
6	アセンブラ言語の命令 (後編)
7	基本プログラムの作成 (前編)
8	基本プログラムの作成 (後編)
9	基本プログラムの実習
10	応用プログラムの実習 (前編)
11	応用プログラムの実習 (後編)

## 3. 基盤システムの開発

### 3.1 基盤システムの概要

基盤システムは、名前空間という概念を利用しやすくするアプリケーションである Docker をベースとして開発した<sup>6)</sup>。名前空間とは、隔離された領域でのプログラムの実行を実現することができる仕組みであり、隔離されたプログラム同士は互いに干渉せず独立して動作するため、その様子からコンテナ技術とも呼ばれている。基盤システムはコンテナ技術を利用していることから、特定の設定ファイルを用いばどのプラットフォーム上でも同等のシステムを構築できる。

### 3.2 基盤システムの構成

基盤システムはホスト OS、コンテナを管理する Docker、コンテナの設計図として利用する設定ファイル (以下コンテナ詳細設定ファイル)、コンテナ詳細設定ファイルの情報から構築されたコンテナ、複数個のコンテナの関係を管理する設定ファイル (以下コンテナ統括設定ファイル) から構成される。ホスト OS は Ubuntu22.04 を使用することを想定し、コンテナ詳細設定ファイルとコンテナ統括設定ファイルのひな型を用意した。基盤システムの構成を図 3 に、開発したコンテナ詳細設定ファイルのひな型を表 4 に、コンテナ統括設定ファイルのひな型を表 5 に示す。

### 3.3 基盤システムを用いた情報サービスの構築方法

基盤システムの利用例として、基盤システムを利用してオンデマンド教材管理・提供サービスを構築する方法を示す。オンデマンド教材管理・提供サービスの構成を図 4 に示す。

はじめに、Docker をインストールしたホスト OS を用

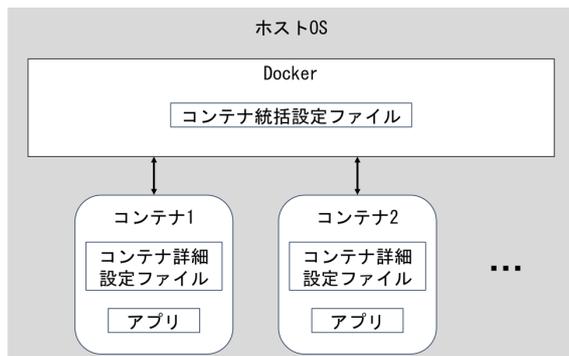


図3 基盤システムの構成

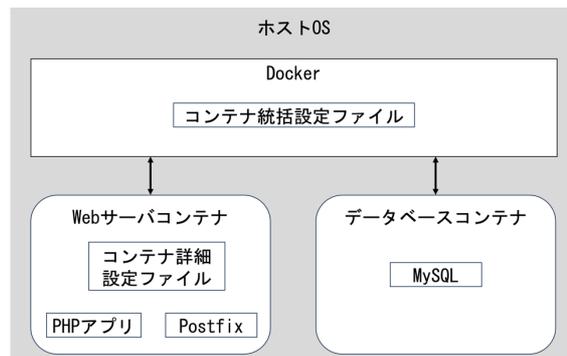


図4 オンデマンド教材管理・提供サービスの構成

表4 コンテナ詳細設定ファイルのひな型

使用するコンテナ	実装できる機能
Web サーバコンテナ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 会員登録制 Web サイトの構築</li> <li>● 自動メール送信</li> </ul>

表5 コンテナ統括設定ファイルのひな型

ひな型名	実装できる機能
オンデマンド教材提供サービス特化ファイル	会員登録制 Web サイトでオンデマンド教材を提供するサービスの土台を作成。

意し、コンテナ詳細設定ファイルとコンテナ統括設定ファイルを用いて図3に示したように配置する。次に、コンテナを構築するコマンドである「docker compose up -d」を実行することでWebサーバコンテナとデータベースコンテナを構築し、WebサーバコンテナにPHPプログラムとメールソフトであるPostfix、データベースコンテナにMySQLをアプリとして組み込むことができる。各コンテナで実装できる機能を表6に示す。また、コンテナ統括設定ファイルを編集することで、任意のコンテナの追加・削除ができる。最後に、WebサーバコンテナのPHPアプリ内にプログラムファイルを配置することで、オンデマンド教材管理・提供サービスの構築が完了する。

#### 4. 評価

基盤システムを用いてオンデマンド教材管理・提供サービスを開発するために要した工数と、E.E.R.C.の開発工数（基盤システムを用いないで一から開発した場合の工数）を比較する。オンデマンド教材の質の向上については、「コンピュータ工学」、「コンピュータアーキテクチャ」、「アセンブラプログラミング設計」をE.E.R.C.で提供している従来の講座と、字幕とアバターを追加して改良した講座の両方を東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科4年生7名に受講してもらい、表7に示すアンケートを実施した。アンケートは全5問で構成し、Q1からQ3はA:とてもそう思う～E:まったくそう思わないの5件法で、Q4とQ5は任意回答の自由記述形式に設定して回答してもらった。

##### 4.1 基盤システムの評価

E.E.R.C.の開発に要した工数は240人時であった。一方で基盤システムを用いて構築した場合、オンデマンド教

表6 各コンテナで実装できる機能

コンテナ名	実装できる機能
Web サーバ	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 会員登録</li> <li>● ログイン</li> <li>● 教材購入</li> <li>● 教材視聴</li> <li>● お問い合わせ</li> <li>● 交流フォーラム</li> <li>● メールマガジン</li> </ul>
データベース	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 会員情報の格納</li> <li>● 教材情報の格納</li> <li>● 交流フォーラム投稿内容の格納</li> </ul>

表7 アンケート項目

Q	質問項目	形式
1	講座動画は退屈ではなかったですか	5件法
2	講座動画の内容は理解できましたか	
3	状況・場所を問わずに学習ができると思いますか	
4	教材について改善点があれば記入してください	自由記述
5	教材についてよかった点があれば記入してください	

材管理・提供サービスに要した工数は220人時であり、8.3%の工数が節約されている。

##### 4.2 オンデマンド教材の質の評価

アンケート結果の平均値を表8に示す。アンケートを実施した全ての講座において、従来の講座と比較して改良した講座の方が、平均値が高い。最も平均値が上がった項目は「アセンブラプログラミング設計」のQ1であり、同講座のQ2は最も平均値の差が小さい。

自由記述形式で回答してもらったQ4とQ5の結果を抜粋し、表9に示す。「アセンブラプログラミング設計」のQ5は回答数が0であったため、無回答としている。

#### 5. 考察

##### 5.1 情報サービスの開発に要した工数の差から

開発に要した工数が8.3%減っていることから、基盤システムはオンデマンド教材を提供する情報サービスの開発コストを削減するために有用であると考えられる。E.E.R.C.の開発時は運用に必要なサーバとアプリケーション

表8 Q1～Q3の結果 (n=7, 値は平均値)

コンピュータ工学		
Q	従来の講座	改良した講座
1	3.00	4.00
2	3.43	4.29
3	3.29	4.14
コンピュータアーキテクチャ		
Q	従来の講座	改良した講座
1	2.86	3.71
2	3.29	4.29
3	3.29	4.00
アセンブラプログラミング設計		
Q	従来の講座	改良した講座
1	3.00	4.14
2	3.71	4.29
3	3.57	4.43

表9 Q4とQ5の結果 (n=7, 抜粋)

コンピュータ工学		
Q	従来の講座	改良した講座
4	テキストの文字が見づらい。	キャラの動作にもう少し意味を持たせた方が良いと感じた。
5	シンプルにまとまっている。	堅苦しさが緩和された。
アセンブラプログラミング設計		
Q	従来の講座	改良した講座
4	文字が読みにくい。	アバターの動きを多彩にした方が良い。
5	無回答	字幕が出ていたところ。

ョンの選定や設定を毎回一から行っていたために複数回必要となっていたが、基盤システムではコンテナ詳細設定ファイルとコンテナ統括設定ファイルで一括管理することができるため、各設定を行うプログラムコードの再利用性が高まっていることが工数削減に大きく貢献していると考えられる。

## 5.2 教材のアンケート結果から

アンケート Q1～Q3 の結果から、字幕とアバターを追加した講座の方が講座動画の内容と実用性が高いと考えられる。各講座の Q3 に着目すると、字幕を追加したことにより外出時の移動中といった音声を聞き取りにくい場面でも受講しやすくなっていると考えられ、教材の良かった点に「字幕が出ていたところ。」とあることから字幕がある教材は好反応である。また、各講座の Q1 の結果と「堅苦しさが緩和された。」という回答から、アバターの追加は受講中の途中退出手数を減少させ、講座の視聴意欲を向上させる一助になっていると考えられる。一方で、Q4 の結果から、アバターの動きを多彩にして意味を持たせるべきと考えられる。無意味にアバターを動かすことでテキストに集中できなくなるため、講座動画の音

声と同期した適度な動きをさせる必要がある。さらに、「アセンブラプログラミング設計」の Q2 はアンケート結果の平均値が 0.58 の上昇となっているが、「コンピュータ工学」と「コンピュータアーキテクチャ」と比較して上昇率は低い。実践形式の講座は字幕やアバターの有無で講座のわかりやすさには大きく影響しないと考えられ、配布するプログラムソースコードとマニュアルの説明を充実させて対策する必要がある。

## 6. おわりに

本研究では、学習意欲を向上させる教材の作成を目的とする基盤システムの開発に取り組み、オンデマンド教材管理・提供サービスを開発して試行した。今回の試行では、基盤システムを用いることで 8.3% である 20 人時の工数を節約でき、その工数を教材開発に割り当てることで従来の教材に字幕とアバターを追加することが可能となった。教材の質の向上を評価するためのアンケート対象者は 7 名であったが、アンケート結果から字幕とアバターを追加した教材に好印象を抱いた回答が多く、教材の質を上げることができたと考えられる。今後の展望としては、基盤システムの PHP アプリ内に配置するプログラムファイルをモジュール化し、サービスを取捨選択できるパッケージシステムを開発して、更なる工数の節約を目指す。工数を節約することで、今回の試行で明らかとなったアバター導入による教材の質の向上や講座資料の充実を実現することができると考えられる。

## 参考文献

- (1) 文部科学省：大学・高専における遠隔教育の実施に関するガイドラインについて（周知）  
（2024年6月16日閲覧）、  
[https://www.mext.go.jp/content/20230328-mxt\\_kouhou01-000004520\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230328-mxt_kouhou01-000004520_1.pdf).
- (2) 総務省：コロナ禍における公的分野のデジタル活用  
（2024年6月15日閲覧）、  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/pdf/n2200000.pdf>.
- (3) 中村哲之：“オンライン授業（オンデマンド型）における教育高価—教育心理学的観点からの実践的検討—”，東洋学園大学教職課程年報，2021-03-20，3，pp.1-14.
- (4) 古性隼都，桑原健人，長田龍臣，浅川毅：“リカレント教育促進のための ICT オンライン講座の開発”，CIEC 春季カンファレンス論文集，14，pp.51-56（2023）.
- (5) Docker：コンテナ-アプリケーション開発の加速  
（2024年6月4日閲覧）、<https://www.docker.com/ja-jp/>.