

オープンデータ観光アプリ開発を題材とした 発展的多学年PBLの実践

奥野 拓^{1,a)} 伊藤 恵¹ 大場 みち子¹

概要：オープンデータを用いた観光モバイルアプリの開発をテーマとする ICT 教育の取り組みについて報告する。本教育は、多学年・多コース構成のチームによる単位の出ない課外 PBL である。PBL では、地域の観光関連 Web コンテンツのデータ化、それを用いた観光モバイルアプリの開発とリリース・運用、データホルダーへのオープンデータ化の提案を行う。実社会のチーム開発と同様に、先輩が後輩のメンターとなり、複数年にわたってプロダクトと技術を引き継ぎ、テーマを発展させながら PBL を継続している。

Practice of Theme Expanding Multi-grade PBL on the Subject of Open Data Tourism Application Development

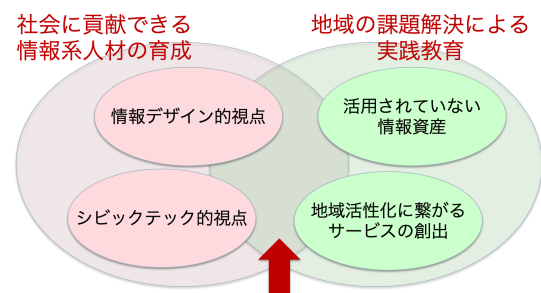
1. はじめに

システム開発における超上流工程、すなわち、サービス立案の能力が ICT 技術者に求められるようになって久しい。また、問題解決能力のみならず、問題発見能力が重視されるようになってきている。さらに近年は、東日本大震災や COVID-19 において広く認知されるようになった Code for コミュニティ [1] の活躍が示すように、企業活動の枠組みに囚われずに、広い視野で問題を捉え、ICT で社会に貢献できる技術者が注目されている。より具体的には、社会の問題を発見し、利用可能なリソースを活用して ICT により解決する方法を見出し、実際にシステムを構築してサービスを提供できる技術者ということになる。すなわち、シビクテック的な視点で行動できる技術者である。

しかし、本当に人の役に立つ、いわゆる「使える」システムを構築するためには、問題を発見し、システムを構築する能力だけでは不十分である。人々に利用されるシステムには、洗練されたユーザインタフェースが不可欠であり、サービス利用全体のユーザエクスペリエンスを考慮する必要がある。そのためには、人間中心設計やデザイン思考の考え方を理解し、実践できる能力が求められる。これらはデザイナーの職能とされてきたが、ICT 技術者にも、この

ような情報デザイン的な視点が求められるようになってきている。結果として、ICT 技術者を育成する情報系の大学においても、シビクテック的視点と情報デザインの視点を涵養する教育が求められるようになってきている。

一方で、地域の大学にとっては地域社会が、研究のフィールドであると同時に教育のフィールドでもある。情報系の大学においては、ICT を用いて地域課題を解決する研究が求められると同時に、地域課題の解決を ICT 教育に活かすことも可能である。ICT により解決可能な地域課題は多岐にわたるが、多くの地域において共通する課題の一つが情報発信に関わるものである。自治体や関連団体から、市民や観光客に向けて様々な有用な情報が発信されているが、十分に効果が上がっていないケースが散見される。活用されていない情報資産の利用価値を ICT を用いて高めるこ



本教育の取り組み

図 1 本教育の位置づけ

Fig. 1 Position of the education

¹ 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate, Hakodate, Hokkaido 041-8655, Japan
^{a)} okuno@fun.ac.jp

と、すなわち、既存の情報資産から地域活性化に繋がるようなサービスを創出することをテーマとした教育は、シビクテック的視点と情報デザインの視点を持つ ICT 技術者の育成において効果が期待できる。

以上述べた状況を踏まえ、公立はこだて未来大学では、社会や地域に貢献できる ICT 技術者の育成を目的とし、2012 年度より、オープンデータを用いた観光モバイルアプリの開発を通じた ICT 教育に取り組んでいる。本教育の位置づけを図 1 に示す。本報告では、教育におけるオープンデータの位置づけ、教育の概要と成果および課題について述べる。

2. オープンデータ推進を題材とした PBL

2012 年に内閣 IT 総合戦略本部により「電子行政オープンデータ戦略」が策定されて以降、国内におけるオープンデータ推進の取り組みが、政府および全国の自治体において進められてきている [2]。オープンデータ推進の意義・目的として、行政の透明性の向上、国民参加による公共サービスの向上、経済活性化などが掲げられている。

データの保有者（データホルダー）が保有データをオープンデータとして公開することによる社会的効果の一例を図 2 に示す。自治体などが保有データを、オープンデータ、すなわち、オープンライセンスが付与されたマシンリーダブル（機械可読）な形式のデータとしてインターネット上で公開すると、商用・非商用を問わず、データホルダーの許可を得ずに誰でも自由にデータを活用したアプリケーションを開発してサービスを提供することが可能となる。例えば、Code for コミュニティや個人がボランティアとして地域社会に貢献するサービスを提供する場合や、地域の IT 企業がビジネスとしてサービスを提供する場合が考えられる。それらのサービスにより、市民生活の利便性の向上や経済の活性化が実現する。自治体などが保有するデータの多くは、基本的に市民サービスを目的として税金により整備されたものである。したがって、それらが形を変えて活

用されることは、自治体などにとってもメリットになる。一方で、保有データをオープンデータとして公開するためには、ある程度のコストが発生する。既存のデータは必ずしもマシンリーダブルな形式で存在しているわけではないため、データ形式を変換する必要が生じる場合がある。また、オープンデータ公開のための Web ページの整備などの作業も発生する。したがって、オープンデータ推進のためには、保有データをオープンデータ化することによるメリットが可視化され、コストに見合うものであることがデータホルダーに理解されることが必須である。

以上の前提を踏まえ、本教育では以下の一連の流れを PBL として実践する。まず、Web コンテンツをクロールし、スクレイピングによりデータを抽出し、RDF 形式のデータセットを自動生成するシステムを構築する。次に、そのデータセットを用いたアプリケーション（モバイルアプリなど）を開発する。そして、最後に、開発したアプリケーションを無償公開・運用し、誰でも自由に利用できるようにする。以上の活動を通して、データホルダーに対して保有データのオープンデータ化を促し、オープンデータ推進に貢献することを目指す。以上の流れを図 2 に重ね合わせたものを図 3 に示す。具体的な PBL のプロセスについては、4 節で説明する。

3. 高度 ICT 演習

公立はこだて未来大学では、開学以来一貫して PBL に重点を置いた教育を実施している。3 年次・通年・全コース必修の PBL 科目であるシステム情報科学実習（通称「プロジェクト学習」）では、ICT による問題解決、新しい ICT サービスの提案、地域イベントの企画・開催、教育コンテンツの開発など幅広いテーマに取り組んでいる [3]。プロジェクトは教員、学生ともに多コース混成であり、多様な専門性に基づく分野横断的な活動を行っている [4]。

一方、システム開発に重点を置いた PBL として、高度 ICT コースがオーガナイズする「高度 ICT 演習」を実施

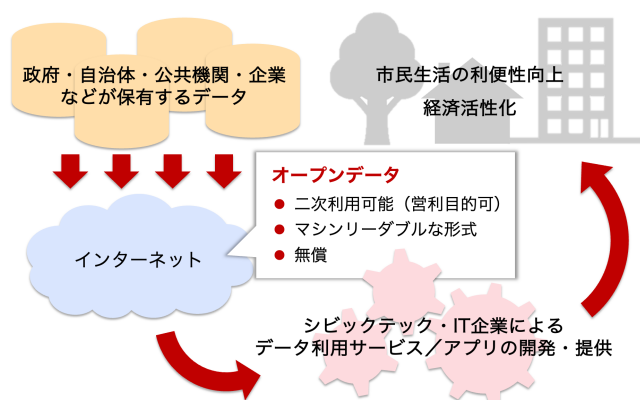


図 2 オープンデータの社会的効果
Fig. 2 Social effects of open data

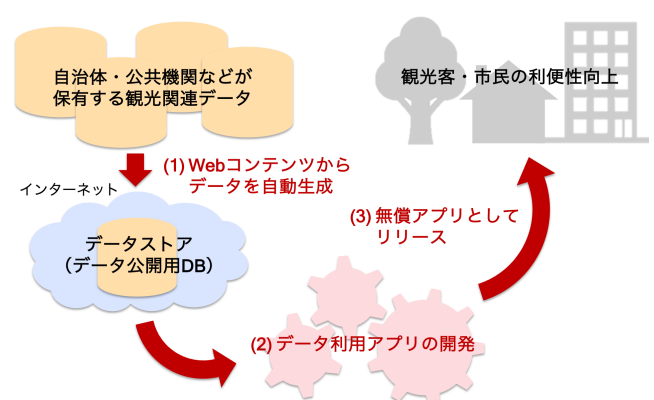


図 3 オープンデータ推進を題材とした PBL
Fig. 3 PBL on the subject of open data promotion

している [5]。高度 ICT 演習の特徴は、正規の科目ではなく、単位の出ない課外活動という形式をとっていることである。学生は、システム開発やプロジェクトマネジメント、デザインなどのスキルアップや地域貢献など、各自の興味と目的に基づいてテーマを選択し、自主的に参加している。もう一つの特徴は、プロジェクト学習と同様に多コース混成チームであるだけでなく、学部1年生から大学院生までの多学年混成チームで活動を行うという点である。この体制により、先輩がメンターとして後輩に教える実社会のチーム開発に近い形のPBLが実現できている。さらに、参加期間についても制約を設けないため、複数年にわたって参加する学生も多く、前年度のテーマを引き継いだり発展させたりしながら活動が継続されている。本稿で報告するオープンデータ観光アプリ開発は、この高度 ICT 演習の活動の一つである「観光系プロジェクト」において実施しているテーマである。次節ではオープンデータ観光アプリ開発 PBL の具体的なプロセスについて述べる。

4. オープンデータ観光アプリ開発 PBL のプロセス

2 節で示したオープンデータ推進を題材とした PBL の流れを、テーマを発展させながら複数年にわたって継続していく形に具体化したプロセスを図 4 に示す。このプロセスは、6 フェーズから構成され、年度単位で繰り返すことを想定している。

観光分野におけるオープンデータ推進をテーマとした PBL を開始するにあたり、フェーズ 0 として、教員からリンクトオープンデータ (LOD) の概念と観光への応用についての説明を行った。その際に用いたスライドが図 5 である。このスライドは、函館市の観光情報、交通情報、防災情報、地域史情報、口コミなどを LOD 化して連係することにより、観光客がストレスなく適切な情報を収集できるようになることを概念的に伝えている。また、このスライ

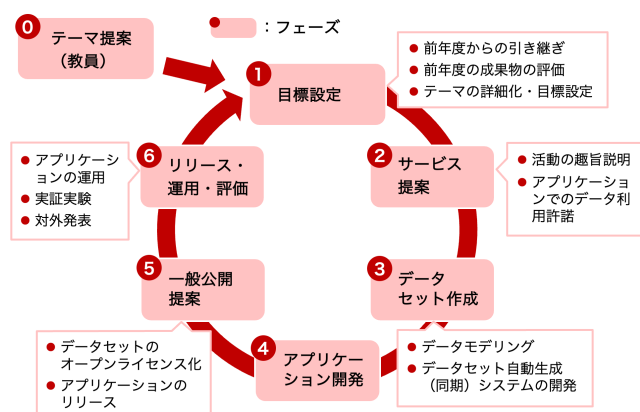


図 4 テーマ発展型オープンデータ観光アプリ開発 PBL のプロセス
Fig. 4 Process of theme-expanding PBL on the subject of open data tourism application development

ドでは、このテーマに取り組むことにより、どのような要素技術を習得できるかについても併せて示している。二年目以降の活動においても、初回のガイダンスでこのスライドを繰り返し説明に使用している。

フェーズ 1 では、テーマを詳細化し、どのような既存の Web コンテンツ (データ) を組み合わせて、どのようなアプリケーションを開発するかを決め、目標を設定し、年間計画を立てる。2 年目以降のフェーズ 1 では、前年度から継続して参加する学生から活動の概要についての説明を受け、前年度の成果物をフィールドワークなどにより評価した上で、目標設定を行う。

フェーズ 2 では、アプリケーションで使用する各データのデータホルダーに対して、アプリケーションにおけるデータの利用許諾を得るために、活動の趣旨説明とサービスの提案を行う。

フェーズ 3 では、まず、リンクトオープンデータ (LOD) 技術に基づいたデータセットを作成するために、RDF や SPARQL について技術習得し、データモデルを設計する [6]。同時に、Web サイトのコンテンツを定期的にクロールし、スクレイピングによりデータを抽出し、RDF データセットを生成するシステムを開発する。データホルダーが公開しているオリジナルの Web コンテンツの更新を少ないタイムラグで自動的にデータセットに反映できるようなシステムとする。

フェーズ 4 では、生成されたデータセットを利用するアプリケーションを開発する。観光地において観光客が利用することを想定するため、主なプラットフォームはスマートフォンとなる。データセットと同様に、アプリケーションのコンテンツも自動更新されるように、SPARQL エンドポイントよりオンデマンドでデータを取得するような構成

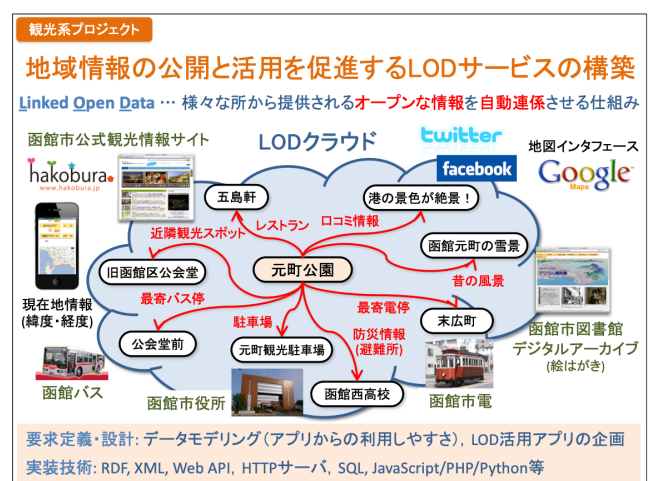


図 5 地域観光におけるオープンデータ活用の概念と要素技術 (学生へのテーマ提案スライド)

Fig. 5 Concepts and elemental technologies of open data application in regional tourism (a theme proposal slide to students)

とする [6].

フェーズ 5 では、データホルダーに対して、開発したアプリケーションのデモを行い、無償リリース・運用の許諾を求める。同時に、保有 Web コンテンツのオープンデータ化（作成したデータセットのオープンライセンスによる公開）を提案する。

フェーズ 6 では、開発したアプリケーションの無償リリース・運用を行い、アプリケーションの実証実験や対外発表を行う。

以上のプロセスを通して参加学生が習得可能なスキルを以下のようにまとめることができる。

- (1) 地域の問題を発見し、ICT を活用して解決するサービスを創造するスキル
- (2) 地方自治体などが公開しているデータや Web コンテンツを効果的に再利用し、新たな価値を創出するスキル
- (3) リンクトデータ技術を理解し、データモデリングおよびデータセット作成を行い、SPARQL エンドポイントを構築・運用するスキル
- (4) モバイルアプリの立案、要件定義、設計、実装、運用までを遂行するスキル
- (5) 多学年チームの活動を円滑に進めるためのプロジェクトマネジメントスキル

5. テーマの展開と開発成果物

本教育におけるテーマの展開を図 6 に示す。以下では、具体的なテーマの活動内容と成果物、そしてステークホルダーについて述べる。

5.1 はこだて Map+

図 5 のスライドによる 2012 年度の観光系プロジェクトのテーマ説明に基づき、学生たちが函館市の観光情報として利用可能な Web コンテンツなどについて調査・検討を行った。そして、複数のコンテンツを組み合わせたサービスのアイデアを各自がまとめてプレゼンテーションを行った。ディスカッションの結果、「函館市公式観光情報サイ



図 7 開発成果物: はこだて Map+

Fig. 7 Developed product: Hakodate Map+

トはこぶら」[7]の観光スポットと「函館まちあるきマップ」[8]の観光ルートをベースに、「はこだてフィルムコミッション」[9]の映画ロケ地や、函館高等工業専門学校の PBL で作成した「函館近代化遺産ポータルサイト」の土木遺産を組み合わせた地図中心のモバイルアプリを開発することになった。

アプリの名称を「はこだて Map+」とし、iOS^{TM*1}アプリとして開発を進めた [10]。同時に、各コンテンツから RDF データセットを生成するシステムや SPARQL エンドポイントの準備などを進めた。そして、2013 年度の活動においてアプリのリリースを行った (図 7)。観光スポットと映画ロケ地は著作権の制約によりアプリのみでの利用許諾に留まっているが、まちあるきルート、土木遺産についてはリリース時点でオープンデータ化が実現している。

2014 年度以降も、避難所と海拔などを表示して観光防災 [11] を支援する「防災モード」の追加、Android^{TM*2}版および Web 版の開発・リリース、イベントへの参加、函館スイーツ店舗の追加などの活動を行った。活動は 2019 年度まで継続され、一旦休止している。

5.2 おさかな日和

2012 年度末に、高度 ICT 演習「海洋系プロジェクト」の指導教員より、再利用性の高い貴重な Web コンテンツとして、北海道が運営する「北海道お魚図鑑」[12]の情報提供があった。「はこだて Map+」を開発していた学生たちが、このコンテンツを他の情報と組み合わせるアイデアを北海道庁（北海道水産林務部）を訪ねて提案したことがテーマ派生の発端となった。そして、2013 年度より正式に観光系プロジェクトの新たなテーマとして活動を開始した。

学生たちが、「北海道お魚図鑑」のコンテンツを活用する様々なアイデアを検討した。その結果、最初の取り組みとして、同サイトからもリンクされている道内各地の魚介料

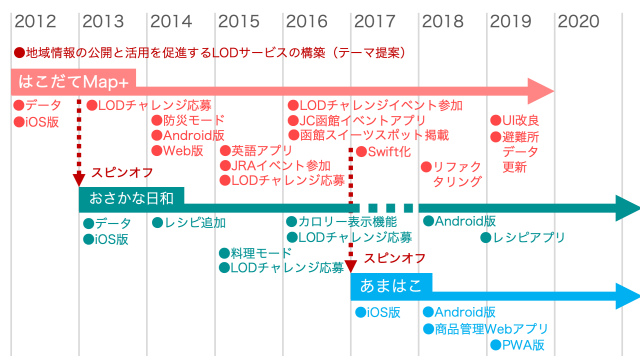


図 6 本教育におけるテーマの展開

Fig. 6 Expansion of themes in the education

*1 iOS は Cisco の商標であり、ライセンスに基づき使用されています。

*2 Android は Google LLC の商標です。

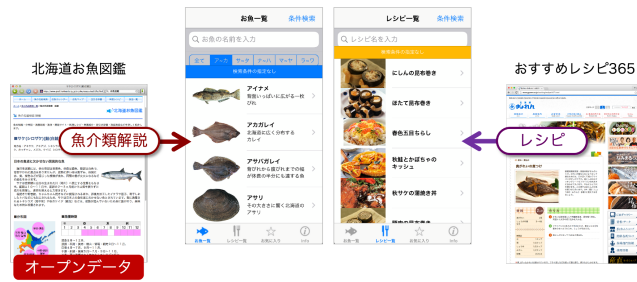


図 8 開発成果物: おさかな日和
Fig. 8 Developed product: Osakana Biyori

理レシピ(振興局の Web コンテンツ)を活用し、魚を画像や産地・旬など様々な条件で探してそのレシピを閲覧することができるモバイルアプリを開発することになった。

アプリの名称を「おさかな日和」とし、iOS アプリとして開発を進めた。同時にデータセットの準備を進め、2014 年度の活動においてアプリのリリースを行った(図 8)。その後も、北海道漁業協同組合連合会(北海道ぎょれん)の運営する Web サイト「おすすめレシピ 365」[13]のレシピの追加や、近接センサーにより料理中に手を触れずに操作できる「料理モード」の追加、厚生労働省のオープンデータを利用したカロリー表示機能の追加、Android 版の開発・リリースなどの活動を行った。2017 年度に活動を一時休止したが、2018 年度から再開し、2021 年度も継続中である。

5.3 あまはこ

「はこだて Map+」の成果発表を発端として、2016 年度後期に函館スイーツ推進協議会より、函館スイーツのアプリ開発の依頼があった。2016 年度後期には、まず、函館スイーツ公式サイト[14]のコンテンツを LOD 化し、SPARQL エンドポイントによる公開を行った。また、そのデータセットを用いて「はこだて Map+」へのスイーツ店舗の掲載を行った。そして、2017 年度より、派生テーマとして、函館スイーツアプリの開発を開始した。

函館スイーツの活動では、協議会の要望に基づき、学生たちがアプリの機能やデザインを提案し、協議会の主要メンバーと協議しながら仕様の詳細化を進めた。段階的に機能を付加していくことを前提とし、最初のリリースでは、スイーツの写真や地図から店舗を探して経路案内するような基本的な機能を実装したアプリを目指すことになった。

アプリの名称を「あまはこ」とし、iOS 版を先行して開発し、2018 年度からは Android 版の開発を開始した。2019 年度末に iOS 版のアプリが完成したが、審査を通過しなかったため、機能の見直しを行うことになった。また並行して、審査が不要である PWA 版アプリケーション[15]の試作も開始した。2020 年度末に、機能的には iOS 版のサブセットである Android 版の先行リリースを行った(図 9)。直近の目標を iOS 版のリリースとして、2021 年度も活動を継続中である。

5.4 ステークホルダー

本教育の実施にあたり、自治体などデータホルダーの協力以外にも、様々な組織・団体からの技術指導や実証実験の協力を得ている。図 10 に、5.1 節～5.3 節において示した三つのテーマのステークホルダー(協力団体・企業)を示す。

例えば、LOD のデータモデルについては、LOD の専門家である NPO リンクト・オープン・データ・イニシアティブのメンバーによるレビューを受けた。

また、「はこだて Map+」に防災モードを追加する際には、最初に、函館市の出前講座制度を利用し、函館市総務部防災担当より防災の基本的な考え方についてのレクチャーを受けた。そして、防災モードの仕様を検討し、機能提案としてまとめた後、津波防災の専門家であり函館市のハザードマップの作成に携わった函館高等工業専門学校社会基盤工学科の教員 2 名よりレビューを受けた(図 11 左)。専門的な観点からのアドバイスに基づいて、機能の取捨選択・追加を行い、防災モードを実装した。その後、はこだて観光情報学研究会の協力のもとで、函館市の西部地区において、津波の発生を想定した防災モードの実証実験を行い、問題点の洗い出しを行った(図 11 右)。

6. 教育効果

本教育では、4 節の最後に示したスキルを習得することを想定している。PBL では学生たちがタスクを分担して取り組むことになるため、必ずしも全員が全てのスキルを習得できるわけではない。しかし本教育の PBL では、一般的なモバイルアプリ開発と比較してプロセスのフェーズが多く、実際には並行して進めなければならないタスクも多い。結果として、固定的な役割分担ではなく、フェーズごとに各メンバーの負荷を考慮しつつアダプティブにタスクを分担しながらプロジェクトを進める様子が見られた。

一方、教育効果を考える上では、学生のモチベーションを高く保つことも重要である。また、本教育は課外活動という枠組みの中で実施されているため、参加募集の際に学生の興味を惹くことも必要である。本教育は、十分に活用されていない地域のコンテンツを活用すること、そして、



図 9 開発成果物: あまはこ
Fig. 9 Developed product: Amahako

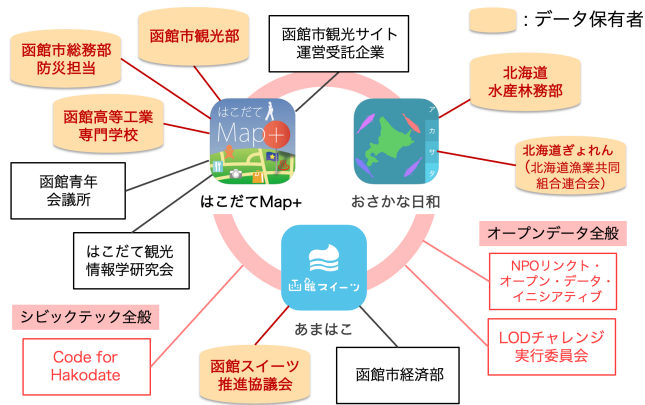


図 10 PBL のステークホルダー (協力団体・企業)

Fig. 10 Stakeholders of PBL (cooperating organizations and companies)

地域観光の活性化を目的としたアプリケーションを開発・リリースすることから、二重の意味で地域に貢献できる活動である。この点は、参加モチベーションの喚起に繋がると考えられる。実際に、参加学生には、出身地の観光振興に興味を持つ学生が多く見られ、函館圏出身学生の参加も多い。

さらに、対外的な評価も大きなモチベーションと達成感に繋がる。本教育では、オープンデータ推進をテーマとした取り組みの開始当初から、国内最大規模のオープンデータ系コンテスト「LOD チャレンジ」[16]にエントリーすることを目標の一つとして活動を進めた。その結果、函館地域におけるオープンデータ推進のユニークな活動が認められ、LOD チャレンジのイベント「LOD チャレンジデー in はこだて」の開催が実現することとなった[17]。このイベントでは、PBLの参加学生が活動について発表する機会を得た。その後、LOD チャレンジ 2013 において、「はこだて Map+」が「ヒューマンセントリック賞」を受賞[18]し、LOD チャレンジ 2015 において、「おさかな日和」、「はこだて Map+ for Android」他作成したいくつかのデータセットなどを含めた合計 5 作品が「サステナブル賞」を受賞[19]している。後者は、本教育における継続的なオープンデータ推進への貢献が評価されたものである。



防災機能の提案プレゼンテーションとレビュー
(函館高等工業専門学校社会基盤工学科)

防災機能の実証実験
(はこだて観光情報学研究会)

図 11 専門家によるレビューと実証実験の様子(「はこだて Map+」の例)

Fig. 11 Expert review and demonstration experiment (Cases of Hakodate Map+)

本教育の開始が、政府による本格的なオープンデータ推進の開始と同時期であったこともあり、「はこだて Map+」は、内閣 IT 総合戦略室が作成した「オープンデータをはじめよう～地方公共団体のための最初の手引書～」の初版に、全国のオープンデータ利活用事例 10 件のうちのひとつとして掲載されている[20]。また、「おさかな日和」は、北海道のオープンデータ利活用事例の第 1 号事例として北海道の Web サイトに掲載されている[21]。

7. 課題

現時点で本教育において認識されている課題について述べる。

本教育では、開発したアプリケーションをリリースし、観光客や市民に利用してもらうことを目標として活動している。しかし、運用のために発生する諸作業は教育のスコップからは外れるため、いかに負荷をかけずに長期安定運用するかが課題となる。基本的な考え方として、データホルダーの Web コンテンツの形式に変更がない限り、メンテナンスフリーで稼働し続けられることを目指してシステムを構築している。しかしながら、スマートフォンの OS やインフラサービスのアップデートなどにもともなう改修作業がある程度発生することは避けられない。そこで、テーマを継続できない場合でも、参加学生が卒業/修了するまでの概ね 3 年間程度は最低限のメンテナンスを行い運用を継続することを努力目標として設定し、データホルダーからリリースの許可を得ている。それ以降もメンテナンスが必要とされる場合には、改めてデータホルダーとの協議により運用方法について検討する。選択肢の一つとして、地域の IT 企業への運用管理の移管がある。

もう一つの課題が、年度を跨いでテーマを継続する際の引き継ぎである。限られた活動の時間内でプロダクトのリリースを目指す活動においては、引き継ぎのための包括的なドキュメント作成にリソースを割くことは難しいという現状がある。活動の記録は議事録として残されており、システムのアーキテクチャや機能の概要については、成果発表のスライドやポスターに記されている。しかし、プロダクト自体の仕様に関する記述は断片的である。多くの場合、引き継ぎは年度を跨いで継続参加する学生から新規参加学生へのレクチャーという形で行われる。しかし、プラットフォーム別のフロントエンド、バックエンド、データセット作成などにチームが細分化されると、継続参加する学生が途切れるチームが発生し、引き継ぎがうまくいかない場合がある。テーマ自体が次年度も継続されるかどうか不明であることも、ドキュメント作成のモチベーションが上がらない原因の一つと考えられる。したがって、改めてドキュメントを残すことの重要性を説明し、活動中に少しずつドキュメントを作成するタイミングを設けるなどの工夫が必要と考えられる。

8. おわりに

本稿では、公立はこだて未来大学における ICT 教育の一環として 2012 年度より継続的に実施しているオープンデータ観光アプリ開発 PBL の事例について報告した。

本教育は、地方観光都市に立地する地域連携型の情報系大学という環境を活かしたものである。しかし、観光とオープンデータは、何れも多くの自治体が地域活性化を目指して取り組んでいるものであるため、多くの地域において有効な教育手法と考えられる。

一方、本教育を開始した当時から、モバイルアプリの構築技術も大きく進歩している。高度なプログラミング技術を前提とせずとも、簡便な方法によりオープンデータを用いるアプリケーションを構築してサービスを提供できる技術が整いつつある。そのような技術を利用することにより、ICT を専門としない教育機関においても、情報リテラシー教育の延長として本教育を導入することが可能であると考えられる。

参考文献

- [1] Code for Japan: Code for Japan (online), 入手先 <https://www.code4japan.org/> (2021.05.02).
- [2] 総務省: 地方公共団体のオープンデータの推進 (online), 入手先 https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/opendata/ (2021.05.02).
- [3] 公立はこだて未来大学: プロジェクト学習 (online) 入手先 <https://www.fun.ac.jp/project-learning/> (2021.05.02).
- [4] 美馬のゆり, 富永敦子, 田柳恵美子: 未来を創る「プロジェクト学習」のデザイン, 近代科学社 (2018).
- [5] 公立はこだて未来大学: 高度 ICT コース: 高度 ICT 演習について (online), 入手先 <https://www.fun.ac.jp/advanced-ict#1-4> (2021.05.02).
- [6] 大向一輝: オープンデータ活用: 1. オープンデータと Linked Open Data, 情報処理, Vol. 54, No. 12, pp. 1204-1210 (2013).
- [7] 函館市観光部: 函館市公式観光情報サイトはこぶら (online), 入手先 <https://www.hakobura.jp> (2021.05.02).
- [8] 函館まちあるき: 函館まちあるき公式サイト (online), 入手先 <https://hakodate-machiaruki.com> (2021.05.02).
- [9] はこだてフィルムコミッション: はこだてフィルムコミッション (online), 入手先 <http://www.hakodate-fc.com> (2021.05.02).
- [10] 奥野拓: 着地型観光情報コンテンツの LOD 化と観光アプリ「はこだて Map+」の開発: 高度 ICT 演習観光系プロジェクトの活動 (観光スマホアプリ), 観光と情報, Vol. 10, No. 1, pp. 25-36 (2014).
- [11] 橋詰知喜, 永家忠司, 宮武誠, 布村重樹: 函館市における「観光防災」の課題とその解決に向けた検討, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol. 70, No. 2, pp. I.43-I.48 (2014).
- [12] 北海道水産林務部水産局水産経営課: 北海道お魚図鑑 (online), 入手先 <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/ske/osazu/> (2021.05.02).
- [13] 北海道漁業協同組合連合会: おすすめレシピ 365 (online), 入手先 <https://www.gyoren.or.jp/cooking/> (2021.05.02).
- [14] 函館スイーツ推進協議会: 函館スイーツ公式サイト (online), 入手先 <http://www.hakodate-sweets.com> (2021.05.02).
- [15] Google Developers: Progressive Web Apps (online), 入手先 <https://web.dev/progressive-web-apps/> (2021.05.02).
- [16] LOD チャレンジ実行委員会: Linked Open Data Challenge 2020 (LOD チャレンジ 2020) (online), 入手先 <https://2020.lodc.jp/> (2021.05.02).
- [17] LOD チャレンジ実行委員会: 技術コラム第 7 回: 第 8 回 LOD チャレンジデー in はこだて (online), 入手先 <https://www.lodc.jp/blog/p.637.html> (2021.05.02).
- [18] LOD チャレンジ実行委員会: Linked Open Data チャレンジ Japan 2013 受賞結果発表 (詳細版) (online), 入手先 <https://2013.lodc.jp/archives/2013/awardCeremony.html> (2021.05.02).
- [19] LOD チャレンジ実行委員会: Linked Open Data チャレンジ Japan2015 受賞作品発表 (online), 入手先 <https://2015.lodc.jp/archives/2015/awardCeremony.html> (2021.05.02).
- [20] 内閣官房: オープンデータをはじめよう～地方公共団体のための最初の手引書～ - DATA GO JP (online), 入手先 https://www.data.go.jp/data/dataset/cas_20150305_0002/ (2021.05.02).
- [21] 北海道総合政策部次世代社会戦略局デジタルトランスフォーメーション推進課: 北海道のオープンデータの取組 (online), 入手先 <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/df/opendata/opendata.htm> (2021.05.02).