

平成26年度クラウド等の最先端情報通信技術を活用した 学習・教育システムに関する実証

実施報告書概要版(案)

2015年3月

目次

1. 実証研究の概要	4
1.1 実証の目的とテーマ	5
1.2 実施体制	6
1.3 実施環境	7
1.4 スケジュール	8
1.5 作業内容	9
2. 学習者を中心とした学習・教育クラウド・プラットフォームのあり方	20
2.1 学習・教育クラウド・プラットフォームの要件	21
2.2 学習・教育クラウド・プラットフォームの汎用性及び拡張性	25
2.3 学習記録データの蓄積方法及び活用方法	27
2.4 既存の教材コンテンツ及び既存のコンテンツプラットフォームの利活用及び連携	29
3. 学校現場での教育ICTシステムのあり方	30
3.1 教育ICTシステムの利用状況と課題	31
3.2 マルチOS、マルチブラウザ環境	32
3.3 家庭でのタブレットPCを使った持ち帰り学習	33
3.4 学校、家庭、校外学習等様々なロケーションでの学習	34
3.5 BYOD環境	35
3.6 遠隔地における協働学習	36
3.7 ネットワークへの接続速度	37
3.8 大規模かつ多様な環境での運用時のボトルネックと改善策	38

目次

3.9 同一地域内での同時利用による影響	39
3.10 HTML5による教材コンテンツの利用状況と課題	40
3.11 HTML5による教材コンテンツを作成した教材作成者のノウハウ、知見	41
3.12 教材コンテンツにおける共通インターフェース	42
3.13 教員が教材コンテンツを自作できる機能	43
3.14 教材コンテンツに関するデータ連携	44
3.15 学習記録データを一元的に蓄積する仕組み	45
3.16 蓄積されたデータの分析方法	46
4. 学習・教育クラウド・プラットフォームのモデル案	47
4.1 新しい事業モデル案	48
5. 学習・教育クラウド・プラットフォーム導入時のモデルコスト	49
5.1 試算モデルに関するコスト	50
6. 総括	51
6.1 実証研究のまとめ	52
6.2 今後の検討課題	53

1. 実証研究の概要

1.1 事業の目的とテーマ

1.2 学習・教育クラウド・プラットフォーム

1.3 実証地域の選定

1.4 スケジュール

1.5 作業内容

1.5.1 計画策定

1.5.2 技術仕様の検討

1.5.3 実証環境の整備

1.5.4 事前研修

1.5.5 運用

1.5.6 検証協力校との調整

1.5.7 評価委員会の設置・運営

1.5.8 地域連絡会の開催

1.5.9 アイデアソン・ハッカソンの開催

1.5.10 ガイドブックの作成

1.5.11 実証のとりまとめ

1.5.12 成果の普及展開

1.1 事業の目的とテーマ

- 本事業では教育情報化の全国展開を念頭に、家庭・学校・民間教育事業者とのシームレスな学習環境を実現するため、文部科学省「先導的な教育体制実証事業」と連携し、クラウド等の最先端の情報通信技術を活用し、多種多様な情報端末に対応した低コストの教育ICTシステムの実証を行う。
- 本実証事業の成果は、学習・教育クラウド・プラットフォームに係る標準要件として整理、策定し、広く公開する。また、学習・教育クラウド・プラットフォームの普及・展開を推進していくことで、以下のような教育環境の実現を目指す。

1. 多種多様なコンテンツを利用でき、多様な学びを自由に行うことができる

- いつでも、どこでも、だれでも学ぶことが可能
- 一人一人の個性・能力・意欲に応える学びを実現
- 多様性を尊重し、お互いに支えあい高め合う学びを実現

2. 全国へ普及可能な技術・費用により、教育の情報化を推進する

- クラウド技術を用いたサービス化による導入・運用の容易性と費用低減を実現
- モジュール化とオープンアーキテクチャの活用による健全な競争環境の実現
- 公教育・私教育・他分野等の連携による社会インフラの最適化とコスト削減

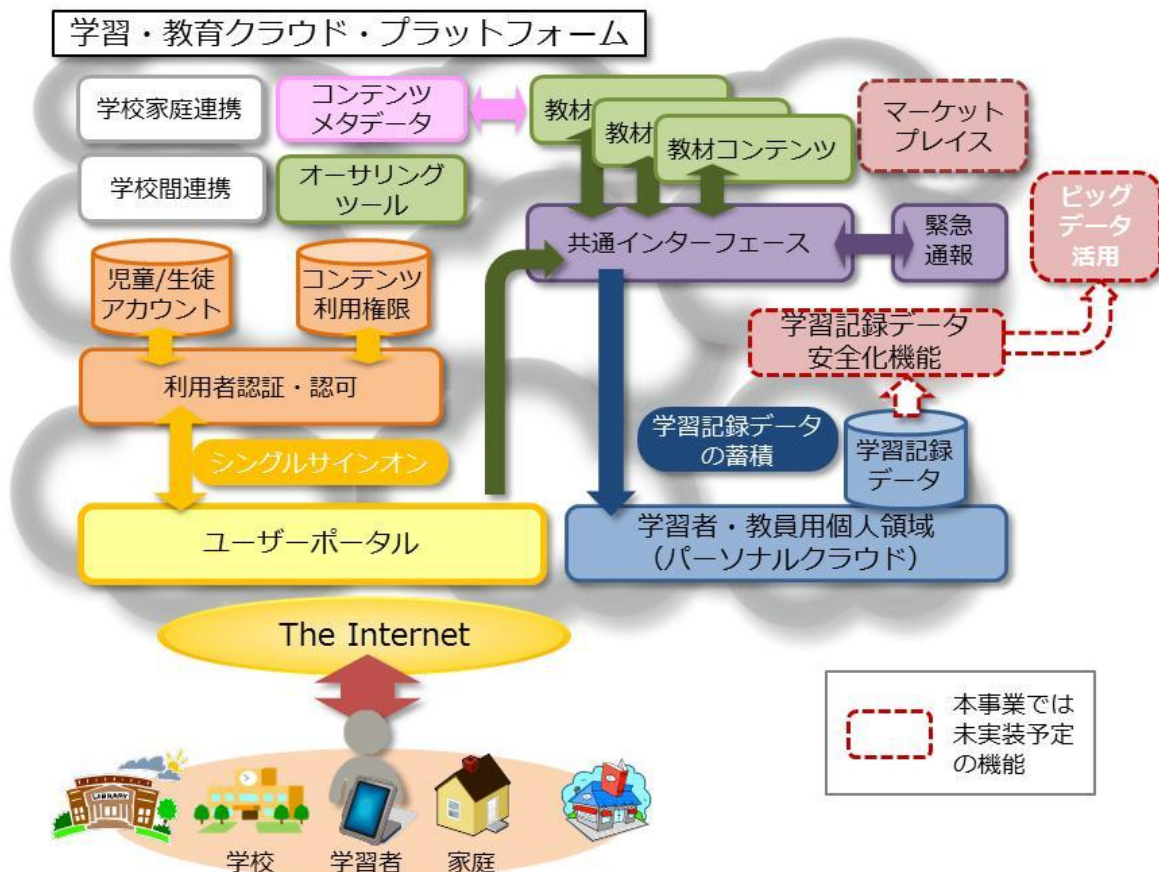
3. 標準化によるデータ連携がもたらす新たな価値創出と教育エコシステムの実現

- コンテンツの増加と流通促進による学習・教育環境の向上と市場の活性化
- 学習記録データの利活用による学びの高度化とデータ利用機会の創出
- 教育分野以外(防災・医療等)とのデータ連携による新たな価値の創出

1.2 学習・教育クラウド・プラットフォーム

- 学習・教育クラウド・プラットフォームは、様々な教材コンテンツが一度の認証で利用可能となるシングルサインオン機能を通じて、ユーザーポータルや学習者・教員用個人領域（パーソナルクラウド）などを、定められたポリシーのもとでシステム間を結ぶ信用基盤（トラストフレームワーク）でつなぐ設計とし、学校家庭連携や学校間連携をシームレスに実現するものとした
- コンテンツはHTML5に準拠し、OSやブラウザの種類に関わらず表示と動作が可能な、ワンソース・マルチデバイスのもので選定した

学習・教育クラウド・プラットフォームの概要



選定したコンテンツ一覧

コンテンツ名	種別
テックキャンバス	学習支援アプリ
スクールタクト	学習支援アプリ
アプリゼミ	ドリル
eboard	ドリル
ラインズeライブラリLITE	ドリル
新・算数基礎がため	ドリル
ポケタッチ	学習用アプリ
学習動画クリップ小学校	映像
ウチダデジタルビデオクリップ集	映像
ニューワイド学習百科事典	デジタル教材
TEK Web教育シリーズ	ドリル
コミュニケーション支援教材	デジタル教材

1.3 実証地域

- 実証地域として、福島県新地町・東京都荒川区・佐賀県の3地域を選んだ
- 実証地域ではタブレットや電子黒板がすでに導入されており、授業でICTシステムが積極的に利活用されている。また、過去に総務省事業や文部科学省事業に参画し、教育分野でのICTシステムを利活用するためのノウハウが蓄積されているため、短期間で実証を実施し成果をあげられると考えられる

実証地域・実証校一覧

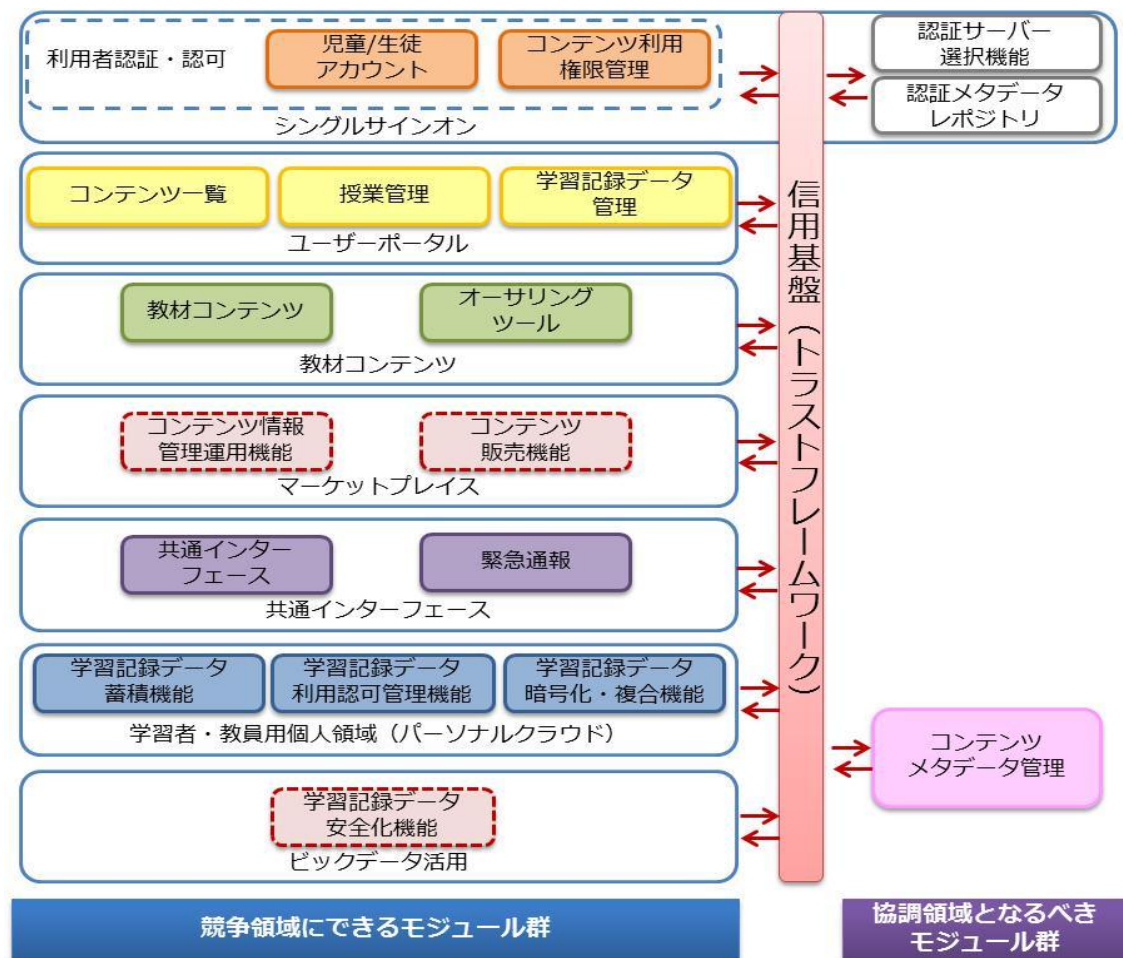
	実証校名	過去の取組
福島県新地町	新地町立福田小学校	<ul style="list-style-type: none"> • 総務省「地域雇用創造ICT絆プロジェクト」、総務省「フューチャースクール推進事業」及び文部科学省「学びのイノベーション事業」に参画しており、ICT環境の構築や教育分野におけるICTの利活用を進めてきた実績がある
	新地町立新地小学校	
	新地町立駒ヶ嶺小学校	
	新地町立尚英中学校	
東京都荒川区	荒川区立第三峡田小学校	<ul style="list-style-type: none"> • 区内の全普通教室への電子黒板の導入、区内全校へのタブレットPCの導入等ICTを活用するための環境を構築 • 長年にわたるICT活用への取組があり、特にタブレットPCの活用に関しては、他の自治体に先駆けてより多くの経験を積んできている
	荒川区立尾久小学校	
	荒川区立第二日暮里小学校	
	荒川区立諏訪台中学校	
佐賀県	武雄市立北方小学校	<ul style="list-style-type: none"> • 佐賀県が推進してきた「先進的ICT利活用教育推進事業」により、県立学校、県内の全市町村において地域の独自性を活かしたICT利活用教育を推進 • 県独自の教育情報システムSEI-Netを運用しており、本事業で構築した学習・教育クラウド・プラットフォームと比較し、課題の抽出ができる
	武雄市立北方中学校	
	県立有田工業高等学校	
	県立中原特別支援学校	

1.5.1 計画策定

- 本事業を実施する上で必要な作業項目を洗い出し、全体の計画を策定した。
- 作業項目を以下に示す。
 - (1) 学習・教育クラウド・プラットフォームの技術仕様の検討
 - (2) 実証環境の整備(実証地域、仮想地域環境)
 - (3) 学習・教育クラウド・プラットフォームに関する事前研修の実施
 - (4) 学習・教育クラウド・プラットフォームの運用
 - (5) 検証協力校との調整
 - (6) 評価委員会の設置・運営
 - (7) 地域連絡会の開催
 - (8) アイデアソン・ハッカソンの開催
 - (9) ガイドブックの作成
 - (10) 実証のとりまとめ(報告書の作成)
 - (11) 成果の普及展開(シンポジウムの開催)
- これらのスケジュールは、1.4を参照のこと。

1.5.2 技術仕様の検討

- 学習・教育クラウド・プラットフォームのシステム構成は、それぞれの機能をモジュール化し、相互の通信・接続方式を標準化していくことで、モジュールごとに提供者を変更可能な設計とした
- モジュールごとに代替可能な構成にすることで、特定の企業などによる技術への依存や囲い込みなどを排除し、健全な競争が促されるとともに、持続可能なプラットフォームとすることが可能となる



1.5.3 実証環境の整備

- 各実証地域のICT機器の配備状況を整理し、本年度の実証をおこなう上で必要となるICT機器を追加配備した
- 各実証地域で持帰り学習の実証を実施するためにタブレットを配備し、新地町と佐賀県については持帰り学習用にルータを配備した
- また、開発した学習・教育クラウド・プラットフォームの稼働等を検証するために、仮想地域環境を構築し、各実証地域で利用されているタブレットPCや電子黒板等が地域での実証の際に問題なく利用できるかを検証した

追加配備機器一覧

	福島県新地町	東京都荒川区	佐賀県
情報端末	児童用タブレット16台 (Win/iOS)、教員用タブレット4台 (Win)、持帰り学習用タブレット159台 (iOS)。	持帰り学習用タブレット160台 (Win)。	持帰り学習用タブレット50台 (Win/iOS)。
電子黒板	不足分の普通教室用2台、特別教室用4台。	特別教室用5台。	追加配備はなし。
無線LAN環境	特別教室用のアクセスポイント4台。	追加配備はなし。	追加配備はなし。
学校からのインターネット	追加配備はなし。	4校に敷設。	武雄市2校に敷設をするかを確認中。
モバイル回線	持帰り学習用110回線	持帰り学習用160回線	持帰り学習用65回線
サーバ環境/ センタシステム	校内サーバ／地域イントラ内の追加配備はなし。	校内サーバ／地域イントラ内の追加配備はなし。	校内サーバ／地域イントラ内の追加配備はなし。

1.5.4 事前研修

- 実証校の教員やICT支援員等、主たる学習・教育クラウド・プラットフォームの利用者に対して、2月上旬から3月上旬にかけて事前研修を実施した
- 研修では、本実証事業の概要の説明や本事業で構築した学習・教育クラウド・プラットフォームの操作方法、コンテンツの利用方法、ヘルプデスク等について説明した

事前研修の実施概要

	学校名	研修実施日時	参加者
新地町	新地小学校	2015年2月12日 15:30-16:35	教職員36名、ICT支援員8名
	尚英中学校	2015年2月9日 15:00-16:30	教職員19名、ICT支援員3名
荒川区	荒川区	2015年2月9日 15:20-16:20	荒川区教育委員会2名 ICT支援員4名
佐賀県	北方小学校	2015年2月25日 14:30-16:00	教職員23名、ICT支援員1名
	北方中学校	2015年3月4日 15:20-17:00	教職員24名、ICT支援員1名
	有田工業高等学校	2015年2月26日 10:00-11:00	教職員8名、ICT支援員2名
	中原特別支援学校	2015年2月24日 16:00-16:50	教職員27名、ICT支援員3名

* 新地町の小学校の研修は3小学校合同で実施し、荒川区の研修は各校で実施せず教育委員会とICT支援員を対象に実施した

1.5.5 運用

- 学習・教育クラウド・プラットフォームを運用するにあたり、利用マニュアルを作成しヘルプデスクを設置した。また、システムを適切に運用するためにメンテナンス・バックアップを実施した。
- マニュアルには、構築した学習・教育クラウド・プラットフォームの操作方法や提供されるコンテンツの概要(コンテンツタイプ、利用対象者、教科等)、オーサリングツールの概要と操作方法、ヘルプデスク等を記載した
- ヘルプデスクは、教員・ICT支援員・保護者が電話またはメールで問合せできるようにし、家庭からの問い合わせは原則として保護者からとした。メールでの受け付けは24時間とし、電話対応・メールへの回答は9時30分から18時とした。
- メンテナンス時間は平日の19:00から21:00と休日に設定し、ログイン画面及びマイポータル画面に表示した。またサーバのバックアップは休日に実施し、授業での利用に影響が出ないよう配慮した。

作成したマニュアルの例

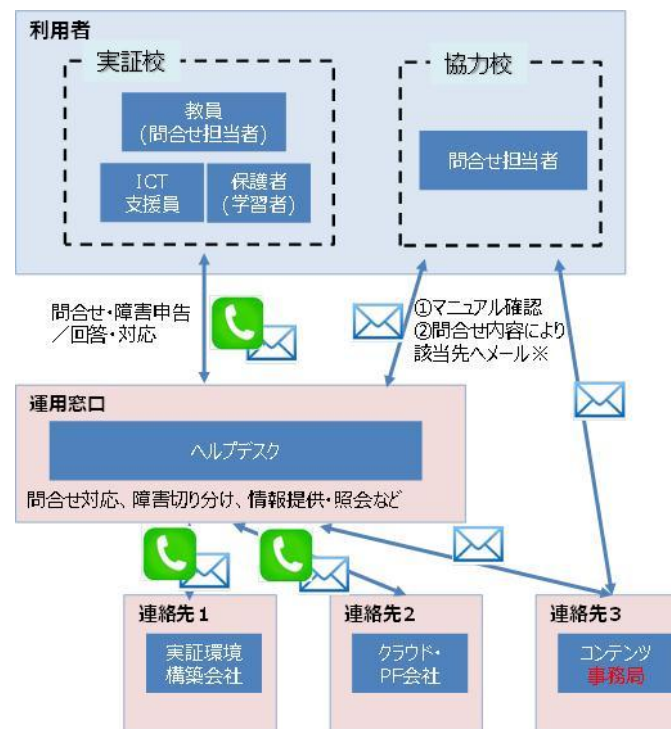
2-1 デジタル教材等の教材コンテンツご利用の流れ

指導者用ページ

④表示設定画面では、教材コンテンツを絞り込み、「表示」、「非表示」を選択し、更新ボタンを押下することによって、生徒に利用させたい教材コンテンツを表示設定することができます。「表示」設定した教材コンテンツは、授業画面（生徒が利用できる教材コンテンツの一覧画面）に表示されるようになります。



ヘルプデスクの概要



1.5.6 検証協力校との調整

- 本実証事業に協力いただく検証協力校(アイデア校)を選定した。選定にあたってはICTの活用状況や学校種、地域特性(都市部、山間部、離島等の地理的多様性)等を考慮し、検証協力校として32校を選定した

検証協力校一覧

都道府県・国	学校名
北海道	天塩郡遠別町立遠別小学校・天塩郡遠別町立遠別中学校
茨城	古河市立古河第五小学校・つくばみらい市立小絹小学校・春日学園 つくば市立春日小学校・つくばみらい市立小絹中学校・春日学園 筑波市立春日中学校
東京	多摩市立愛和小学校・八王子市立第一中学校・都立光明特別支援学校・都立光明特別支援学校そよ風分教室
神奈川	横浜市立白幡小学校・横浜市立若葉台特別支援学校(横浜わかば学園)
静岡	掛川市立倉真小学校・掛川市立大須賀中学校・県立浜松西高等学校中等部・県立袋井高等学校
新潟	新潟大学教育学部附属新潟小学校・五泉市立五泉小学校
三重	度会郡南伊勢町立南島東小学校
滋賀	草津市立四国志津小学校・草津市立草津小学校・草津市立老上中学校
奈良	生駒市ことばの教室
大阪	府立東百舌鳥高等学校
兵庫	県立神戸商業高校・県立あわじ特別支援学校
島根	吉賀町立学校(小学校・中学校)・島前ふるさと魅力化財団隠岐國学習センター
鹿児島	霧島市立向花小学校
沖縄	宮古島市立下地中学校
トルコ	イスタンブル日本人学校

1.5.7 評価委員会の設置・運営

- 利用者、コンテンツ事業者、教育事業者、通信事業者、クラウド事業者、標準化団体、教育関係団体、有識者等を構成員とする評価委員会を設置・運営した。委員長は東京工業大学監事 清水康敬名誉教授に依頼した
- 評価委員会では、将来の学習・教育環境のビジョンを検討するほか、学習者の視点に立った標準化、生涯学習社会における学習・教育市場の活性化、今後の普及展開に向けた課題を整理し普及展開方策等を検討した。

評価委員会の開催概要

	開催日	主な議題
第1回	2014年12月26日	<ul style="list-style-type: none">• 先導的教育システム実証事業について• クラウド等の最先端情報通信技術を活用した学習・教育システムに関する実証について• 教育現場におけるクラウド導入促進方策に係る調査研究について
第2回	2015年1月28日	<ul style="list-style-type: none">• クラウド等の最先端情報通信技術を活用した学習・教育システムに関する実証中間報告について• クラウド等の最先端情報通信技術を活用した学習・教育システムに関する実証の実践内容について(福島県新地町、東京都荒川区、佐賀県)• 教育現場におけるクラウド導入促進方策に係る調査研究の進捗状況について
第3回	2015年3月23日	<ul style="list-style-type: none">• 先導的教育システム実証事業 実証地域における実施計画等について(東京都荒川区)• クラウド等の最先端情報通信技術を活用した学習・教育システムに関する実証の成果について• 教育現場におけるクラウド導入促進方策に係る調査研究の成果について

1.5.8 地域連絡会の開催

- 実証地域における実証の取組状況を聴取し、実証地域の取組に対して助言を行うため、地域・教育関係者や有識者等を交えた地域連絡会を設置した
- 地域連絡会は、実証地域との円滑な事業の推進を考慮し、文部科学省「先導的教育体制構築事業」における各実証地域で開催される会議体に、本事業に関わる企業などから構成員が参画するかたちで設置・開催した

地域連絡会の開催概要

	開催日	主な議題
新地町	2015年2月6日	<ul style="list-style-type: none"> • 10月実施地域連絡協議会について • 今年度の文部科学省、総務省の実証事業の進捗状況について • 平成27年度の事業内容について • 先進地域研修について
荒川区	2015年3月11日	<ul style="list-style-type: none"> • 本年度実証の進捗状況の確認とこれからの予定 • 来年度の実証に向けての課題の抽出
佐賀県	2015年3月3日	<ul style="list-style-type: none"> • 平成26年度の取組状況について <ul style="list-style-type: none"> ①地域における教育体制の構築方法 ②新たな学びに対応した指導方法の充実および指導力の育成方法 ③デジタル教材の利便性の向上方法 ○総務省「先導的教育システム構築事業」 ○各実証校の取組 • 平成27年度の取組計画について <ul style="list-style-type: none"> ①地域における教育体制の構築方法 ②新たな学びに対応した指導方法の充実および指導力の育成方法 ③デジタル教材の利便性の向上方法

1.5.9 アイデアソン・ハッカソンの開催

- HTML5技術を使用して、子供たちが思わず使ってみたくなる学習教材を考え出すことを目的にアイデアソン、ハッカソンを開催し、学生・教員・エンジニアが参加した
- 初日のアイデアソンでは、個人・グループで学習教材に関するアイディア出しを行い、2日目のハッカソンでは、アイデアソンの成果をもとに実際にコンテンツを作成した
- ハッカソンでは、ICTを活用した自作教材の利活用促進に向けた課題等を抽出することを目的に、参加者にアンケートを実施し、HTML5で開発する教材コンテンツの課題や自作教材を展開していくうえでの課題等を抽出した

ハッカソン参加者へのアンケート結果の一例

項目	意見
HTML5で開発した教材コンテンツの特徴・利点	<ul style="list-style-type: none">共有とインタラクティブなコンテンツWeb、クラウドとの親和性が高いことによる情報の見える化iPadでもAnroidでも電子黒板でも、ワンソースで開発でき経済的
HTML5による教材コンテンツを開発するにあたり考慮が必要な事項	<ul style="list-style-type: none">セキュリティの確保学習結果(作品)の保管アクセスシビリティの向上(テキスト主体なので直感性がよくない。盲学生への配慮も必要)マウスとタッチでは適切なUIが異なる。特にクリックの領域の広さとTooltipの可否が大きい
今後どのような学習教材が、学習現場で作成できればよいか	<ul style="list-style-type: none">子どものつまずきを克服していけるもの動画教材と先生自身が教えられるもの(ハイブリッド型)教員が自身で加工できるような完成品子どもが何かを創り出せるもの

1.5.10 ガイドブックの作成

- 本実証事業で得られた知見等を活かして、教育委員会・学校向けに「学校情報管理ポリシーガイドブック」を作成した
- また、事業者向けのガイドブックとして、「セキュリティ要件ガイドブック」・「クラウド環境構築ガイドブック」・「コンテンツ作成ガイドブック」・「コンテンツのアクセシビリティガイドブック」を作成した

作成したガイドブック一覧

名称	概要
学校情報管理ポリシーガイドブック	<ul style="list-style-type: none">• 教育委員会や学校が、総務省が提供する学習・教育クラウドを活用する際に、情報セキュリティについて何を配慮すべきかを簡潔にまとめたもの• 学習・教育クラウド利用時の情報セキュリティポリシーの変更の必要性と、児童生徒の端末の持ち帰りを持ち込みにおけるセキュリティの配慮事項と情報セキュリティポリシーの変更の必要性の2点に絞り説明
セキュリティ要件ガイドブック	<ul style="list-style-type: none">• プラットフォームを提供する事業者に求められる情報セキュリティの考え方や求められる要件を示したもの• 情報セキュリティの項目については、ISO/IEC 27001:2013 附属書Aの管理策(14分野)の構成に沿って整理
クラウド環境構築ガイドブック	<ul style="list-style-type: none">• プラットフォーム事業者を対象に、パブリック・クラウドサービス(IaaS)について、特に非機能要件に対する考え方や求める要件を示したもの• 非機能要件の項目については、独立行政法人情報処理推進機構(IPA)が公表している「非機能要求グレード」を参考とした
コンテンツ作成ガイドブック	<ul style="list-style-type: none">• コンテンツ事業者を想定読者とし、コンテンツ作成する際に満たすべき要件を示したもの• コンテンツが学習・教育クラウド・プラットフォームの上で動作するための共通インターフェースの呼び出し方などについて説明
コンテンツのアクセシビリティガイドブック	<ul style="list-style-type: none">• 「アクセシビリティに関するガイドライン」をベースに、本年度の実証やヒアリングで得た知見をもとに更新• ガイドブックの最後にチェックリストを追加し、コンテンツ事業者がアクセシビリティに留意したコンテンツとなっているかを評価できるようにした

1.5.11 実証のとりまとめ

1 実証の実施方法

- 代表的な活用方法として想定されるシーン、操作方法・手順を下記の「ユースケース」として取りまとめ、実証授業・学習を実施。

ユースケース1:校内学習	ユースケース3:遠隔学習	ユースケース5:学習管理
ユースケース2:校外学習	ユースケース4:持帰り学習	ユースケース6:教材作成

2 実証結果の収集と取りまとめ

- 実証授業の結果は、各実証地域における教員、学習者、保護者を中心にヒアリングを実施し、実証授業における課題や今後の改善要望、感想等を収集した。
- 教員及び保護者に対しては主に自由回答形式、学習者に対しては主に選択形式のヒアリングシートとした。
- ヒアリングを補完する目的として、各地域における教員に協力を仰ぎ、対面でのヒアリングも実施した。対面でのヒアリングを行うことにより、回答の背景や改善のための方策など、より深い部分についての調査を実施した。

3 ヒアリング収集結果

	校内学習	校外学習	遠隔学習	持帰り学習	学習管理	教材作成
児童・生徒	189	-	42	145	-	-
教員	10	-	3	9	8	9
計	199	-	45	154	8	9

2. 学習者を中心とした学習・教育クラウド・プラットフォームのあり方

2.1 学習・教育クラウド・プラットフォームの要件

2.1.1 シングルサインオン

2.1.2 学習サービス連携のためのAPI

2.1.3 学習記録データの保存

2.1.4 学習・教育クラウド・プラットフォームのアーキテクチャ

2.2 学習・教育クラウド・プラットフォームの汎用性及び拡張性

2.2.1 汎用性の評価

2.2.2 拡張性の評価

2.3 学習記録データの蓄積方法及び活用方法

2.3.1 学習記録データの蓄積方法の検証、課題

2.3.2 学習記録データをビッグデータとして活用するための活用方法の検証、課題

2.4 既存の教材コンテンツ及び既存のコンテンツプラットフォームの利活用及び連携

2.1.1 シングルサインオン

1 現状調査

- 昨年度成果物におけるシングルサインオンに関する要件を整理した。
7項目を確認し、それらを学習・教育クラウド・プラットフォームの要件に取り込む方法を検討した。
- 複数の海外事例・実証地域の現状を含む、先進的な学習・教育クラウド・プラットフォームのシングルサインオンに関する調査を実施し、要件を整理した。
5件の事例から、シングルサインオンに関連する事項を抽出した。

2 結論・得られた知見

- 昨年度報告書における検討結果や、国内外の動向を確認した結果、シングルサインオンの実装としては、SAML2.0/Shibbolethとすることが適切であると判断した。
- 検討結果に基づく機能要件および非機能要件は、別途「要件定義書」にとりまとめた。

3 今後の課題

1. その他のシングルサインオン技術との比較
 - シングルサインオンの実装について、AD(Active Directory)およびAD FS(Active Directory Federation Service)の他に、国内事例で採用されているOpenIDや、企業内LANなどで採用例が多いリバースプロキシ型についても、採用の可否を確認する必要がある。
2. 認証機能のロードバランサへの統合に関する検討
 - 特に、リバースプロキシ型については、学習・教育クラウド・プラットフォームでも、ロードバランサの機能として採用しているアーキテクチャであるため、そこへの認証機能の統合については、改めてその得失を確認する必要がある。

2.1.2 学習サービス連携のためのAPI

1 現状調査

- 昨年度成果物における学習サービス連携のためのAPIに関する要件を整理した。4項目を確認し、それらを学習・教育クラウド・プラットフォームの要件に取り込む方法を検討した。
- 複数の海外事例・実証地域の現状を含む、先進的な学習・教育クラウド・プラットフォームのAPIに関する調査を実施し、要件を整理した。5件の事例から、APIに関連する事項を抽出した。

2 結論・得られた知見

- 昨年度報告書における検討結果や、国内外の動向を確認した結果、学習サービス連携のためのAPIとしては、「フロント統合」「データ統合」「プロセス統合」を主な目的として、そこで必要となるAPI機能を提供する必要があるとした。
- 具体的なAPI機能については、今年度実現するモジュール機能に含まれるAPIを中心に、学習・教育クラウド・プラットフォームに必要な機能を含めることとした。

3 今後の課題

1. 外部サービスによるAPIとの連携
 - 学習サービス連携のためのAPIに関して、今年度は学習・教育クラウド・プラットフォームの各種機能をAPI提供することを主眼としたが、事例調査では外部サービスとの連携事例も確認されている。今後は、外部サービスとして提供されているAPIとの連携や活用についても検討を進める必要がある。

2.1.3 学習記録データの保存

1 現状調査

- 昨年度成果物における学習記録データの保存に関する要件を整理した。
6項目を確認し、それらを学習・教育クラウド・プラットフォームの要件に取り込む方法を検討した。
- 複数の海外事例・実証地域の現状を含む、先進的な学習・教育クラウド・プラットフォームの学習記録データの保存に関する調査を実施し、要件を整理した。
2件の事例から、APIIに関連する事項を抽出した。

2 結論・得られた知見

- 昨年度報告書における検討結果や、国内外の動向を確認した結果、学習記録データの保存については、Experience API(xAPI)を用いることを基本とした。
- 昨年度の報告書で課題とされていた「学習データの改竄防止の課題」を要件に含めることとした。
- 学習記録データの活用について、学習・教育クラウド・プラットフォーム上に備える分析機能などは今後検討することとして、他のツールで活用できる形式でダウンロードできることを要件に含めることとした。

3 今後の課題

1. 学習記録データの管理機能および分析機能に関する検討
 - 学習記録データの保存に関して、今年度は基本的な蓄積の方式を中心に検討を行ったが、実際の運用を想定すると、それらを適切に管理する機能や、分析などの活用に向けた機能が必要となる。
 - いずれの機能も、誰がどのように管理・活用するのか、ユースケースを定めて機能要件、非機能要件の両面で検討が必要である。

2.1.4 学習・教育クラウド・プラットフォームのアーキテクチャ

1 実証

- 実証実験で使用した学習・教育クラウド・プラットフォームのアーキテクチャを下図に示す。

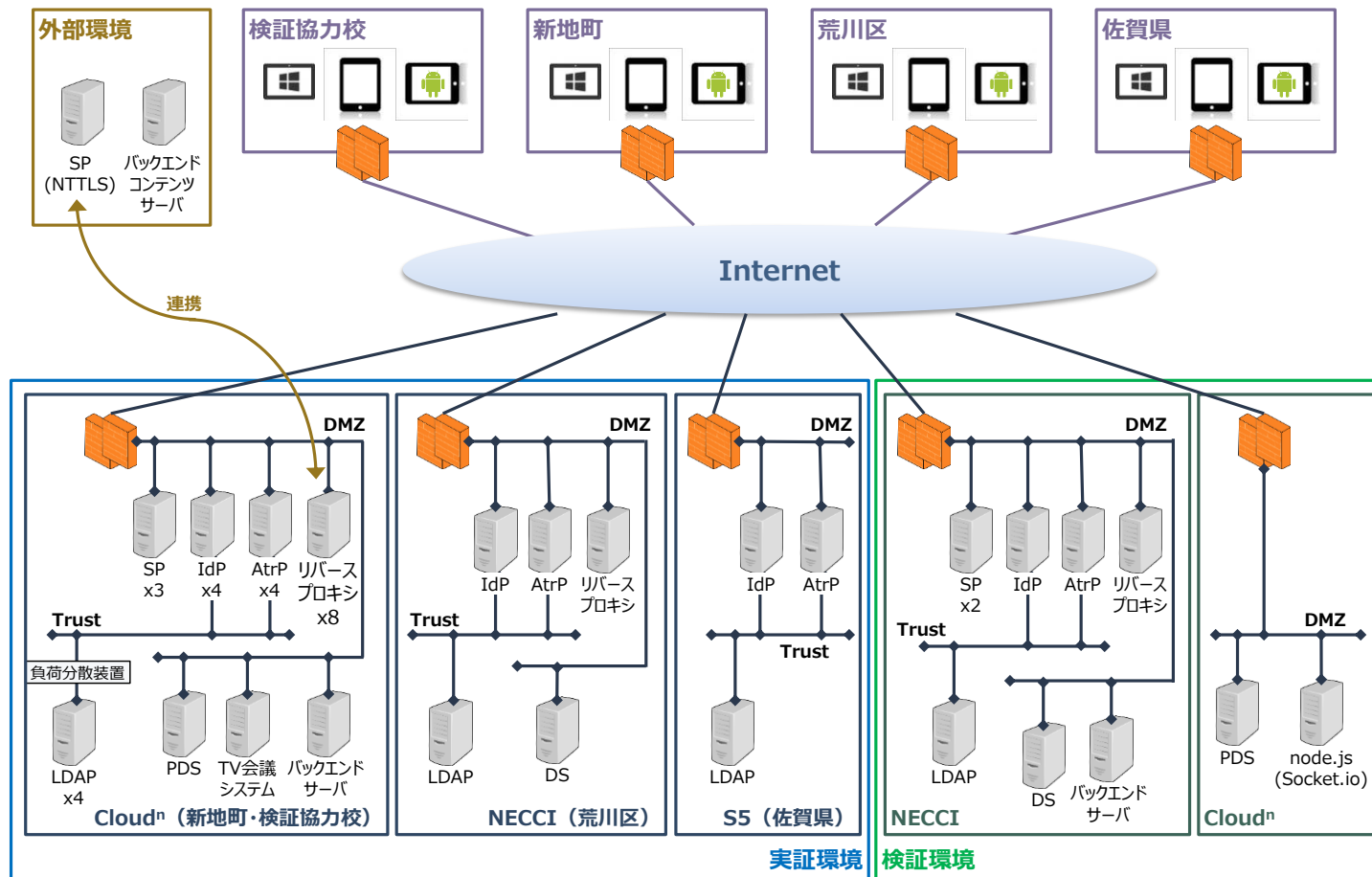


図 実証実験に使用した学習・教育クラウド・プラットフォームのアーキテクチャ

2.2.1 汎用性の評価

1 現状調査

- 昨年度成果物における汎用性に関する要件を整理した。具体的に要件として挙げられていた項目は次の通りである。
 - クラウドコンピューティング
 - Webアプリケーション
 - SAML2.0/Shibboleth
 - HTML5
 - Experience API

2 結論・得られた知見

- 昨年度報告書における検討結果、および今年度の実証実験の結果を中心に、学習・教育クラウド・プラットフォームにおける汎用性の要件を、次の項目で整理した。
 - ハードウェアの汎用性:パブリッククラウドの利用、複数クラウド事業者による提供
 - ソフトウェアの汎用性:汎用なOS、ミドルウェアの選択、標準プロトコルの採用(WebSocket)
 - データの汎用性:コンテンツで採用するHTML5、学習記録データで採用する xAPI

3 今後の課題

1. ハードウェアの汎用性に関する課題
 - ハードウェアの汎用性については、今年度は複数クラウド事業者が提供するパブリッククラウドを利用することにとどまったが、異なるクラウド事業者間で仮想マシンを移動させるインタークラウドの機能を取り込むことで、可用性の向上やベンダロックインの防止がより可能となる。
2. ソフトウェアの汎用性に関する課題
 - ソフトウェアの汎用性については、共通インターフェースの汎用性を高める方策の検討や、外部サービスとの汎用な連携方式の検討が考えられる。
3. データの汎用性に関する課題
 - データの汎用性については、コンテンツ制作にHTML5を採用するとしたが、既存のePUB等の標準フォーマットへの対応が望まれる。

2.2.2 拡張性の評価

1 現状調査

- 昨年度成果物における拡張性に関する要件を整理した。具体的に要件として挙げられていた項目は次の通りである。
 - クラウドコンピューティング
 - 共通インターフェース
 - 大規模運用時の拡張性に関する検討

2 結論・得られた知見

- 昨年度報告書における検討結果、および今年度の実証実験の結果を中心に、学習・教育クラウド・プラットフォームにおける拡張性の要件を、次の項目で整理した。
 - ハードウェアの拡張性:クラウド環境におけるCPU、メモリ、ディスク、ネットワークなどの拡張性、リバースプロキシによる拡張性
 - ソフトウェアの拡張性:APIによる機能の提供
 - データの拡張性:様々なコンテンツを増やせる共通インターフェースの仕組み、マーケットプレイスによるコンテンツ提供

3 今後の課題

1. ハードウェアの拡張性に関する課題
 - ハードウェアの拡張性については、今年度の実証実験で実装したリバースプロキシでは、特定の学習コンテンツにアクセスが集中した場合に、リバースプロキシがボトルネックとなる場合が確認された。リバースプロキシをスケールアウトにより拡張する方法や、負荷に応じて自動的にスケールアウトを行う機能などの検討が必要である。
2. ソフトウェアの拡張性に関する課題
 - ソフトウェアの拡張性については、今年度の実証実験では実装しなかった、ユーザ管理関連の機能に対するAPIの検討が考えられる。
3. データの拡張性に関する課題
 - データの拡張性については、今年度の実証実験で確認された共通インターフェースの課題(iFrame化など)に対する検討が必要である。

2.3.1 学習記録データの蓄積方法の検証、課題

1 現状調査

- 昨年度成果物における学習記録データの蓄積方法に関する要件を整理した。
2項目を確認し、それらを学習・教育クラウド・プラットフォームの要件に取り込む方法を検討した。
- 複数の海外事例・実証地域の現状を含む、先進的な学習・教育クラウド・プラットフォームの学習記録データの蓄積方法に関する調査を実施し、要件を整理した。
2件の事例から、APIIに関連する事項を抽出した。

2 結論・得られた知見

- 昨年度報告書における検討結果や、国内外の動向を確認した結果、学習記録データの蓄積方法については、Experience API(xAPI)を用いてクラウド環境に蓄積することを基本とした。
- 蓄積すべき学習記録データとしては、「操作ログ」「ハートビート」「成績情報」を想定することとした。

3 今後の課題

1. 学習成果物の蓄積方法の検討
 - 今年度の検討では、蓄積する学習記録データとして、「操作ログ」「ハートビート」「成績情報」のみを想定したが、学習成果物(宿題の提出物など)の蓄積についても今後検討し、蓄積方法を定める必要がある。

2.3.2 学習記録データをビッグデータとして活用するための活用方法の検証、課題

1 現状調査

- ・ イギリスにおける教育分野のビッグデータ事例(RAISE Online)について調査
 - ・ 学校が持つデータと教育省が持つデータを統合。簡易な分析ツールやレポートについても提供している
- ・ 日本国内における先進的な他分野のビッグデータ活用事例として医療・ヘルスケア分野及び交通(自動車)業界について調査
 - ・ 医療・ヘルスケア分野では、データフォーマットの標準化、機微なデータの秘匿化(匿名化)の事例
 - ・ 交通(自動車)分野では、走行状況データと車両状況データの蓄積から得られる知見を様々なプレイヤーが利活用

2 結論・得られた知見

1. 学習者の理解度や進捗に応じて教材コンテンツをパーソナライズ・カスタマイズするアダプティブラーニングへの期待
2. 多くのプレイヤーが参加することにより、メリットを享受し、事業が創出され、サイクルが活性化する「エコシステム」の重要性
3. 機微なデータの秘匿化(匿名化)の方式に関する取組み
4. クラウド・プラットフォームが収集できる学習記録データ以外のデータとの統合による価値創造

3 今後の課題

1. データフォーマットの標準化
 - ・ データの収集や活用を広めていくにあたり、データフォーマットの問題は必須である。データフォーマットが標準化されていれば、教員、研究者、教材コンテンツ作成事業者、プラットフォーム事業者などすべての参加者にとって効率的に作業を行うことが可能。
2. 学習者・保護者からの要請に基づく対応
 - ・ 一度利用を許諾し、提供したデータであっても、データの削除、撤回、再利用の拒否などの要請が学習者や保護者から行われる可能性もある。そのようなオプトアウトの仕組みを系統的、制度的に整えておく必要がある。
 - ・ 教育・学習のビッグデータに固有の要件として、システムの利用者が主に未成年の児童・生徒であるという点が挙げられる。児童・生徒独自の判断でデータや知見の利活用に関する判断をすることは困難である可能性が考えられる。その場合、保護者等の代理人が利用する場合が想定されるため、設定手段や取り扱いについてのポリシーを決めておく必要がある。
3. 利用者が簡単に使えるツール、画面の提供
 - ・ 専門的な知識を有さない教員であっても、時間をかけることなく、簡単に自分がほしい情報や知見を獲得するための分析ツール、レポート、データ加工機能等が今後は必要となる。

2.4 既存の教材コンテンツ及び既存のコンテンツプラットフォームの利活用及び連携

1 実証

- ・ クラウド・プラットフォームが多くの教員や学習者が積極的に活用し、学習効果を高めるための鍵となる要素の一つとして、教材コンテンツの豊富さが挙げられる。
- ・ 市販されている、もしくは自作した教材コンテンツをクラウド・プラットフォームにて使用方法、及び既存のコンテンツプラットフォームのコンテンツを本クラウド・プラットフォームで利用する方法、の2点について実証を行った。

2 結論・得られた知見

1. シングルサインオンによるコンテンツのシームレスな利用
 - ・ コンテンツ選択の都度、個別のID・パスワードの認証を行うのではなく、シングルサインオン機能により、教員や学習者はシームレスに多様なコンテンツを利用可能。自分のID・パスワードを覚えることが困難な児童・生徒にとっては大きな意味を持つ。
2. 共通インターフェースの容易な組み込み
 - ・ Java Script で実装されたHTML5 コンテンツであれば、共通的なコードをJava Script ファイルに埋め込むだけで、容易に共通インターフェースを組み込めることを確認。

3 今後の課題

1. 学習記録データの拡充
 - ・ コンテンツによってデータの取得方法や記録方法、受け渡しのデータインタフェースは多様であるため、本年度の実証では使用した学習者と時間、使用した教材コンテンツを共通的な項目として取得している。
 - ・ しかし、ドリルにおける成績や回答内容やその統計情報など、教育上重要な情報についても収集していく必要がある。
2. 国際規格への準拠
 - ・ 教材コンテンツの汎用性を高め、効率的な連携を行うためには、LTI (Learning Tool Interoperability) など標準的な規格に準拠することが望ましい。
3. 既存コンテンツ及び既存コンテンツプラットフォーム側に対するフィードバック
 - ・ 教材コンテンツの内容を充実させていく上で、教員や学習者などの利用者からのフィードバックは重要となる。
 - ・ 教材コンテンツが量的、質的の両面から進化していくことが、教育・学習クラウド・プラットフォームのエコシステム(生態系)を活性化させることにつながる。

3. 学校現場での教育ICTシステムのあり方

- 3.1 教育ICTシステムの利用状況と課題
- 3.2 マルチOS、マルチブラウザ環境
- 3.3 家庭でのタブレットPCを使った持ち帰り学習
- 3.4 学校、家庭、校外学習等様々なロケーションでの学習
- 3.5 BYOD環境
- 3.6 遠隔地における協働学習
- 3.7 ネットワークへの接続速度
- 3.8 大規模かつ多様な環境での運用時のボトルネックと改善策
- 3.9 同一地域内での同時利用による影響
- 3.10 HTML5による教材コンテンツの利用状況と課題
- 3.11 HTML5による教材コンテンツを作成した教材作成者のノウハウ、知見
- 3.12 教材コンテンツにおける共通インターフェース
- 3.13 教員が教材コンテンツを自作できる機能
- 3.14 教材コンテンツに関するデータ連携
- 3.15 学習記録データを一元的に蓄積する仕組み
- 3.16 蓄積されたデータの分析方法

3.1 教育ICTシステムの利用状況と課題

1 現状調査

- ・本クラウド・プラットフォームが学校の教育現場で十分に活用されるためには、現状の教育 ICT システムの中に適切に組み込まれる必要がある。
- ・「教育 ICT システム」とはクラウド・プラットフォームだけでなく、それにアクセスするためのタブレット端末や各学校に配備されている電子黒板、校内や校外のネットワーク回線など、システム全体と定義し、実証校の教員を中心に対面でのヒアリングを実施し、本クラウド・プラットフォームを含む現状の教育 ICT システムについて情報収集を実施した。

2 結論・得られた知見

1. 電子黒板に代表される既存設備との連携
 - ・タブレット端末に比べて機器の配備が早かった学校もあり、電子黒板が授業の一部として利活用されているという実態が明らかになった。電子黒板からも、機能面や操作面においてタブレットと同等な利用ができることが求められる。
2. 目的や学習者のレベルに応じた端末の選定
 - ・本クラウド・プラットフォーム上の教材コンテンツはマルチ OS ・マルチブラウザでの利用を実現しているが、OS 等の選定については、利用目的や学習者のレベルによって選択すると効果的であるということがヒアリングから確認できた。
 - ・iPad (iOS) は起動やレスポンスの速度が速いため、小学生や特別支援の児童・生徒に適している可能性がある。一方で、レポートやプレゼンの作成等が増える中学生や高校生となると、Windows の方が使い勝手、利便性は向上してくると思われる。

3 今後の課題

1. タブレット端末のバッテリー持続時間
 - ・機種によってはバッテリーの持続時間が短く、校外学習や持ち帰り学習は事実上不可能に近い、という意見が寄せられた。授業時間内の利用のみを想定したとしても、待機時間を含め最低でも6～8時間程度のバッテリー稼働時間は確保される必要がある。
 - ・電源管理、充電方法、備品の管理方法についても、各学校での検討が必要な事項である。
2. 校内における無線ネットワーク
 - ・各教室に無線LAN のアクセスポイントが1～2台配備されているが、大容量の通信を一斉におこなった場合、この無線LAN アクセスポイントがボトルネックとなるケースがある。
 - ・そのため、電子黒板を使用して動画を再生し、クラス全員で視聴するというスタイルが採られているとの回答が得られている。

3.2 マルチOS、マルチブラウザ環境

1 実証

- 実証に先立ち、昨年度実証事業および今年度実証事業での利用環境を整理した。今年度の実証事業では、次の利用環境を対象とすることとした。
 - Safari(iOS 7.0以上)
 - Chrome(Android 4.0以上)
 - Internet Explorer(Windows 7以上)

2 結論・得られた知見

- 実証実験では、使用する利用端末の違いにより、生徒からの評判が分かれた。動作が機敏な端末に人気があり、一方起動に時間がかかる端末や、コンテンツの種類によって利用できない端末は人気がなかった。

3 今後の課題

1. 新しい利用環境の追加
 - 今年度の実証実験では、参加地域の状況を想定してOSやブラウザなどの利用環境を選定したが、今日のOSやブラウザの普及度から考えて、iOS、Android、Windowsに加えて、Mac OSや3DSからの利用も想定される。不特定多数からのアクセスを考慮して、新しい利用環境を追加する是非を検討する必要がある。
2. 利用環境サポートの範囲
 - タブレットやスマートフォンなど、利用環境の進化はめまぐるしいものがある。新しい利用環境のサポートに加えて、旧来のOSやブラウザなどのサポートも継続する必要があるため、学習・教育クラウド・プラットフォームとしてサポートするOSやブラウザをどこまで指定して維持するかは、今後の検討が必要である。

3.3 家庭でのタブレットPCを使った持ち帰り学習

1 実証

- クラウド・プラットフォームを用いた家庭学習における学習に関し想定した利用シーンは下記の通りである。
 - 教員が学習者に対して、家庭でクラウド・プラットフォームの教材コンテンツを使用して学習を行わせる、いわゆる宿題を学習者に課す。学習者が実際に教材コンテンツにアクセスしたかどうかを、教員が自分の自宅から把握する。
 - 同時に、保護者にもアカウントを払い出し、自身の子どもの学習状況を把握する。

2 結論・得られた知見

- 1年間のうちに学習した内容のまとめとして、持ち帰りにてドリルでの学習を行い、わからない部分を補うという利用がなされた。
- 教員が学習者の学習状況を管理する、学習者が自分の学習状況を自己管理する、という観点から要望が挙げられた。
 - スケジュール・進捗管理機能
 - 理解度進捗状況確認機能
 - 学習者が間違えた問題を自動的にレポートしてくれる機能
 - 教員と学習者、保護者のコミュニケーション機能

3 今後の課題

- 持ち出し時・端末紛失時における技術・運用・制度面の課題
 - 端末の強制的なロック(リモートロック)や消去(リモートワイプ)のような技術的な仕組みと、緊急時のオペレーション体制や、そのルール整備、トレーニング等の運用面の整備が必要。
 - 学校にて規定している情報セキュリティポリシーについて、学校外における端末の利用を想定せずに作成されているケースがあり、制度面の見直しが必要となる運用者が出てくると想定される。
- 家庭におけるネットワーク環境
 - タブレット端末は一般的に無線LAN(Wifi)によるネットワーク接続を前提としているものが多く、その環境が整っていない家庭では、クラウド・プラットフォームを使用した学習を十分に行えない恐れがある。
 - SIMカード付のWifiルータとともにタブレット端末を持ち帰らせるなどの対策をとっているが、家庭や地域の状況によっては、公衆インターネット網の電波が届かないケースもある。
- 障害・トラブル発生時の対応
 - 家庭学習中に何らかのトラブルが発生した場合の対応が困難であり、学習が停止してしまうことに対する懸念。
 - 利用に問題を抱えた児童・生徒もヘルプデスクへの問い合わせはしておらず、運用面における見直しが必要。

3.4 学校、家庭、校外学習等様々なロケーションでの学習

1 実証

- クラウド・プラットフォームを用いた学校内、学校外における学習に関し想定した利用シーンは下記の通りである。
 - 校内学習については、1名の教員が40名程度の児童・生徒に対し、学校の教室にて行う講義形式の授業を想定している。通常の授業單元の中における副教材として、本クラウド・プラットフォームにて利用できる教材コンテンツを活用して授業を行う。
 - 校外学習については、児童・生徒及び教員がタブレット端末を持ち学校の外に出て、地域の調査を行ったり、自然の観察を行ったりするような形式の授業を想定している。同じくクラウド・プラットフォームにて利用できる教材コンテンツを副教材として使用する。

2 結論・得られた知見

- 教員が多様な教材コンテンツの中から、最適なコンテンツを効率的に選択する、という部分について、様々な意見が寄せられた。
 - 校種・学年・強化・単元による検索
 - 動画コンテンツのカテゴリ化(内容に基づいた分類)
 - 利用頻度の高いコンテンツの自動表示・レコメンド
 - キーワード検索
- 上記機能の実現に向けて、コンテンツメタデータの整備・充実と、本年度は実装を見送った「マーケットプレイス」機能の実装と活性化が重要となる。

3 今後の課題

- ログインに関する課題
 - コンテンツごとに個別の認証を行うのではなく、利用の最初に一度だけ ID とパスワードを入力すれば、ログアウトをしない限り様々なコンテンツにそのままアクセスできるシングルサインオンの機能を搭載している。
 - しかし実際には、「パスワードを忘れてしまう」「半角ではなく全角で入力してしまう」「誤操作によってログアウトしてしまう」などの理由から、ログイン処理に想定以上の時間を費やすという事象が発生した。
- 持ち出し時における技術・運用・制度面の課題
 - 3.3に記載した内容と同様に、校外への持ち出しについても、紛失時の対応や制度面の見直しの課題が存在する。
- ネットワークの通信制限
 - ネットワーク機能を使用させないようにすることにより、Web サイトの閲覧や SNS の利用など、授業とは関係のない端末の利用に制限を設けているケースがある。
 - オンラインのみの利用を想定しており、オフラインでの利用はできない。
 - 生徒や教員との間でメッセージのリアルタイムなやり取りができれば、学びあいの場としても使用できるというアイデアもあった。

3.5 BYOD環境

1 実証

- 機種および設定等を統一したBYOD端末を校内に持ち込んで、校内授業を行うことで実証実験を実施した。

2 結論・得られた知見

- 校内LANにBYOD端末を接続することから、端末のMACアドレス認証や透過型プロキシの使用、Webフィルタリングやキャッシュ検疫などの、各種セキュリティ機能を介して利用させた。BYOD端末へのウイルス策ソフトの導入も必須としており、校内LANの保全への配慮を行った。

3 今後の課題

- 多様なBYODを想定した互換表示機能の検討
 - 学習・教育クラウド・プラットフォームを標準的な技術で構築しても、コンテンツ側でデバイス依存のものが存在することは避けがたい。BYODで利用されるOSやブラウザの種類を広がりを見ると、すべての組み合わせでの動作保証するのは困難である。
 - 最低限、サポートするOSやブラウザは提示するとともに、「互換表示」を可能とするプロキシサーバ等の技術的な提供可能性について、今後検討することが望ましい。

3.6 遠隔地における協働学習

1 実証

- クラウド・プラットフォームを用いた遠隔地における協働学習に関し想定した利用シーンは下記の通りである。
 - 本クラウド・プラットフォームを利用して複数の学校をネットワークで接続し、電子黒板およびタブレットに対して資料を配布、共有する。
 - ネットワークで接続された学校のうち、ある一か所の学校にいる教員が授業を行い、学習者は配布された資料を見ながら、遠隔地から行われる授業を受講する。

2 結論・得られた知見

- 遠隔学習で、遠隔地の学校と自校の生徒が共同で一つの作品を作る取り組みを実施した(コラボノートを使用)。協働で一つの作品を作れるような機能はあったほうがよい。
- 回線を増やしても、画質や音声を落とさずにできればよい。生徒からすると代表でつなぐよりも、1対1でつないだ方がよい場合がある。

3 今後の課題

- ネットワーク回線の帯域
 - 遠隔授業では、地理的に異なる複数の学校や拠点を接続し、同じ時間を共有して授業を行うため、リアルタイム性が非常に重要視される。
 - 映像や音声の配信遅延が発生してしまうと、授業のライブ感を損ね、学習者や教員を巻き込んだ授業は行いづらくなる。
 - 次年度以降はより広範な学校を対象とした実証によるサンプルの収集に加え、圧縮技術の向上、QoS技術の導入など、技術面における改善の方針についても実証のうえ、モデルケースとして提示していくことが重要と思われる。
- 更なるコラボレーション機能の拡充
 - 学習・教育クラウド・プラットフォームで提供する学習コンテンツと、テレビ会議システムや電子黒板が連携できることが望ましいが、具体的な連携内容については今後の検討が必要である。
- 教員と生徒の対応関係の柔軟性
 - 今年度の実証実験では、教員と生徒の対応関係は1対nのみであったが、複数の地域・学校が同時に参加した協働学習ができるように、教員と生徒の対応関係はn対nで紐付け可能とできることが望ましい。
 - 共同学習における教員と生徒の関係が一時的なものとなることも想定して、紐付けが柔軟に変更可能となることが望ましい。

3.7 ネットワークへの接続速度

1 実証

- 実証地域から一校(荒川区)および仮想地域環境において、回線速度の異なるインターネットアクセス回線を利用して、学習・教育クラウド・プラットフォーム上のコンテンツに40台程度の端末から同時にアクセスすることで、プラットフォームを利用するために、最低限必要となるインターネットアクセス帯域について、実証試験を通じて整理した。
- 実証試験に利用したインターネットアクセス回線には、各端末に LTE SIM を付与(各端末ごとに10Mbps程度)、100Mbps帯域保証回線(各端末ごとに2.5Mbps程度)、LTEモバイルルータを10台程度で共有(各端末ごとに1Mbps程度)等がある。

2 結論・得られた知見

- データ量の少ない音声コンテンツについては、いずれの回線においても問題は見られなかった。
- データ量の大きな動画コンテンツについては、いずれの回線においても、再生が停止する端末が発生した。その要因は、学校側のインターネットアクセス回線だけでなく、コンテンツサービス側にも一端があるものと考えられる。しかし、最も帯域の大きな LTE SIM と、最も帯域の小さな LTE モバイルルータの結果を比較すると、LTE SIM では、再生は開始されたものの、途中で停止が発生し、最終的には、ほとんどの端末が最後まで再生が完了したことに対し、LTE モバイルルータでは、再生が始まらない端末が多数存在したことから、この二つの回線の間、コンテンツ利用に関する境界線が存在するものと考えられる。
- LTE SIM 利用時のリバースプロキシ計測のトラフィック量が、端末あたり 1.4Mbps、LTE モバイルルータ利用時のトラフィック量が、端末あたり 0.78Mbpsであったことから、その中間値である、一台あたり 1.1Mbps をプラットフォームを利用するために、最低限必要となるインターネットアクセス帯域と導出した。
- ある学校で、40台同時にコンテンツアクセスを行うのであれば、 $40 \times 1.1 = 44$ Mbps のインターネットアクセス帯域が必要ということになる。

3.8 大規模かつ多様な環境での運用時のボトルネックと改善策

1 実証

- ・ 実証校における実証対象となる児童生徒数が約1,900名であり、それぞれが1台の情報端末を保有していると考え、ICT学習の時間割などから、同時に学習・教育クラウド・プラットフォームを利用する生徒が1割と想定し、190台の同時アクセスが発生するものとする。
- ・ 実際に、各実証地域から1校ずつ、検証協力校から1校、仮想地域環境から1校、合計で5校に190台の情報端末を用意し、同時に音声・動画コンテンツにアクセスすることで、学習・教育クラウド・プラットフォームを利用する上で発生しうるボトルネックを調査し、発生したボトルネックに対する解消方法を整理する。

2 結論・得られた知見

- ・ データ量の少ない音声コンテンツについては、再生自体に問題はなかったが、再生が始まらないという現象が報告された(再生ボタンを繰り返しクリックすることで再生された)。
- ・ データ量の大きな動画コンテンツについては、ほとんどの端末で再生が停止するという問題が発生した。同時に観測していたリバースプロキシのCPU利用率が60%超となっていたため、このボトルネックを解消するため、クラウドの特性を生かし、試験中にサーバスペック変更を実施した。この作業は5分程度で完了し、再度試験を行ったところ、停止する端末が全体の6割程度に減少した。
- ・ この際のリバースプロキシのCPU利用率は20%程度に減少しており、コンテンツサービスの配信能力がボトルネックであったものと考えられる。

3 ボトルネックの解消方法

1.
 - ・ 今回の負荷試験で実施した「全利用者の一割が同時に同じコンテンツにアクセスする」という状況は、コンテンツサービスにとっては最悪の状態に近いと考え、この負荷に耐えられるよう、コンテンツサービスの処理能力を上げること。
2.
 - ・ 学習・教育クラウド・プラットフォームの利用者は全国に存在することから、ネットワーク的に遠い地域の利用者にとっては、よりボトルネックが発生しやすい状況になる。あらかじめ、サイズの大きなコンテンツを、全国に展開しておくため、コンテンツ・デリバリーネットワークなどを利用して、コンテンツアクセスの分散化をはかること。

3.9 同一地域内での同時利用による影響

1 実証

- 学習・教育クラウド・プラットフォームの利用に際して、同一地域内の複数の学校が同時に利用することがあった場合、地域のネットワーク、クラウドに発生する影響を検討、分析し、発生しうる問題への対応策を検討した。
- この種の影響が発生するモデルとして、学習・教育クラウド・プラットフォームを利用する学校が、地域プロバイダ等に接続し、地域のトラフィックが一か所に集中するモデルを想定した。
- 「ネットワークへの接続速度」の実証試験から、端末あたり「1.1Mbps」のトラフィック量が必要とすると、地域の利用校数に、同時利用の端末数(1クラス分で40台程度)を乗じたトラフィック量を処理することが、地域プロバイダ等に求められる。
- 仮に、地域の利用校を5校とすると、 $5 \times 40 \times 1.1 = 220\text{Mbps}$ の処理能力が必要となる。
- このトラフィックを処理できない場合、TCP/IP のフロー制御および輻輳制御が行われ、「大規模かつ多様な環境での運用時のボトルネックと改善策」の実証試験で発生したように、端末により再生できたり、できなかつたりといった現象が発生する。

2 結論・得られた知見

- この問題に対する解決策としては、地域内に大容量のキャッシュサーバを配置し、学習・教育クラウド・プラットフォームからコンテンツを取得しなくても、キャッシュサーバから取り出したコンテンツを端末に提供できるようにすることがある。また、学校側にもキャッシュサーバを配置、階層的なキャッシュサーバ構成とすることで、地域全体のトラフィック量を削減することができる。
- プラットフォーム側で対策を行う場合、インターネット上に分散配置された多くのキャッシュサーバから構成されたコンテンツ・デリバリー・ネットワークを利用する方法がある。

3 今後の課題

1.
 - コンテンツ・デリバリー・ネットワークの利用については、地域側の変更なしに実施できるため対応しやすいが、ネットワーク上に配置するコンテンツの選別、アクセス状況の管理といった運用コストがかかるため、学習・教育クラウド・プラットフォームおよび利用校における問題発生状況を観測し、コスト効率の良い対策を展開する活動が必要である。

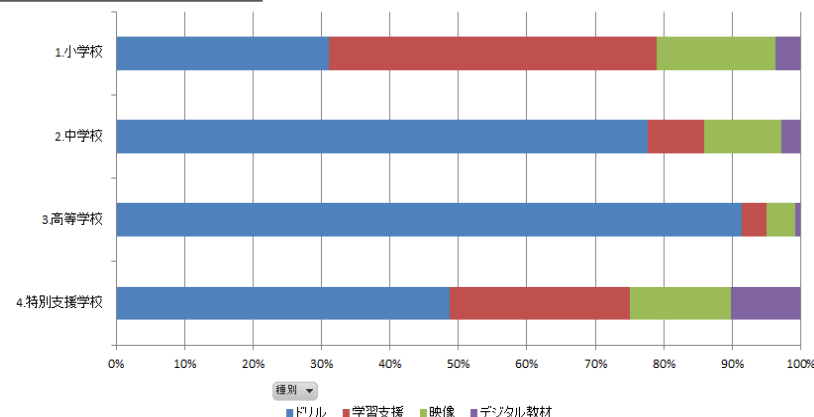
3.10 HTML5による教材コンテンツの利用状況と課題

1 実証

- 実証授業における各教材コンテンツの利用状況を確認するため、クラウド・プラットフォームにおいて、教材コンテンツの起動状況のログを取得し、分析を行った。

2 結論・得られた知見

- 今回の実証において利用可能な教材コンテンツには、動画・ドリル・学習支援ツールなど、様々な形態が存在しているが、これを学校校種別の利用割合を表示したグラフが右図である。
- 小学校、中学校、高等学校と学年が上がっていくにつれ、ドリル形式のコンテンツの利用度が高まる一方で、学習支援や映像系のコンテンツの利用割合は大きく低下していることが確認できる。
- 限られた実証時間の中で教材コンテンツを授業に組み込むという前提条件があるため、高等学校では授業に組み込みやすいドリル系コンテンツが多用されたと考えられる。一方、小学校や特別支援学校では、映像やアニメーションを多用したコンテンツとドリル系のコンテンツがバランスよく利用されている。



3 今後の課題

- HTML5には、ブラウザや OS に依存しないという特徴のほかに、下記のような特徴も併せ持っている。
 - マウス操作や、音声・動画等メディアコンテンツに対する操作をイベントとして取得することができ、児童・生徒に対する一方通行ではない、インタラクティブなコンテンツを作成できる。
 - Canvas 機能を用いた描画(ドローイング)が可能であり、漢字の書き取りや美術などで利用できる。
 - タッチイベントや加速度センサー、音声入力や位置情報の取得など、タブレットやモバイルならではの操作方法によるイベントを取得でき、教材コンテンツにおける創意工夫の幅が広がる。
- これら新しいテクノロジーの利用により、学習効果をより向上させるような仕組み、工夫がより一層求められる。
- 一方で、これらの機能は利用方法によっては、特別支援を必要とする学習者に対して、逆に利用の障壁を高くしてしまう危険性もはらんでいる。アクセシビリティにも配慮しつつ、利用価値の高いコンテンツのバランスが重要となる。

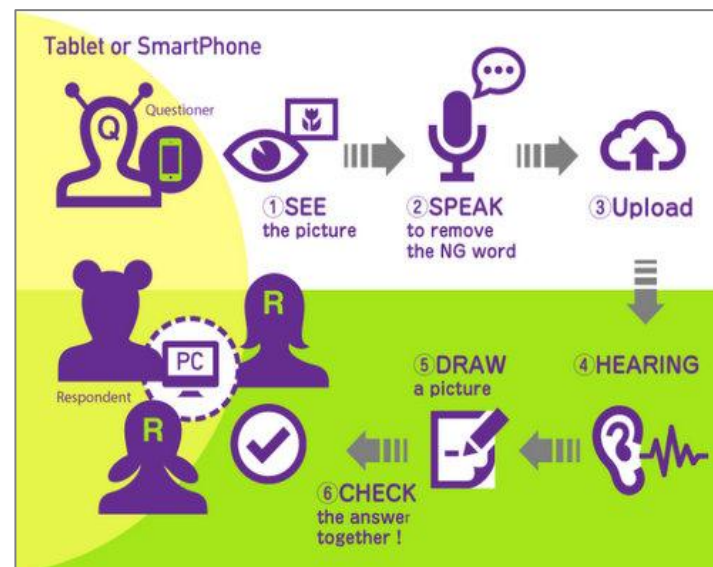
3.11 HTML5による教材コンテンツを作成した教材作成者のノウハウ、知見

1 実証

- 1.5. HTML5を活用した教材コンテンツの開発に関するノウハウ・知見を収集するため、アイデアソン・ハッカソンを実施した。
- このイベントの参加者に対してアンケートを行い、実際にHTML5を活用した教材コンテンツを開発するにあたっての知見・ノウハウ等を収集した(参加者の約6割が教育用教材の作成経験者、約3分の2がHTML5によるコンテンツの作成経験者)。

2 結論・得られた知見

1. 文字・画像・音声・映像など、多様な表現方法の組み合わせによる参加型学習
 - 最優秀賞を受賞したコンテンツは、画像・音声を巧みに組み合わせ、かつ学習者の意識的な参加を促す仕組みが組み込まれていた。
 - 写真に描かれたものを学習者が英語で発音し、その音声をコンテンツにアップロードする。もう一方の学習者はその音声をヒアリングし、聞き取った内容を絵に描くという内容であり、教員対学習者という一方通行の学習スタイルではなく、学習者同士が映像や音声、描画などの手段で積極的なコミュニケーションを図る双方向の学び合いを可能とするコンテンツといえる。
 - さらに、ゲーミフィケーションの要素が含まれており、参加型の学習を促進させる工夫も見られた。
2. 学習者のテンポを損ねない IT インフラの整備
 - HTML5に代表されるマルチメディアコンテンツにより表現の方法は広がるが、データ量・通信量もそれに比例して大きくなるため、リアルタイム性を担保するためのITインフラの整備が重要。
 - 学習者の意欲低下を招かないという意味でも、学習者のテンポを損ねないことが肝要である。



3.12 教材コンテンツにおける共通インターフェース

1 実証

- 共通インターフェースとは、学習者や教員、保護者がどのコンテンツを使用しているか、共通的なユーザー操作が常に可能な状態とすることにより、様々な教材コンテンツにおける操作感の違いを吸収し、ユーザーに統一的な操作感を与えることを目的としたものである。
- 提供している機能は右表の通り。
- 共通インターフェース部分を切り出した画像を右に掲載する。

インフォメーション	ログインユーザーの情報を表示する。
マイポータルに戻る	教材コンテンツ画面からポータルの画面に戻る。
ログアウト	利用を終了し、ログアウトする。



2 結論・得られた知見

- 実証を通じて実際に教員や学習者に利用してもらうことにより、いくつかの課題が浮き彫りになった。
 - ボタンの間隔が近く、指でタッチすると隣のボタンに触れてしまう
 - 画面下部に表示されているため、意図しない誤操作を起こしてしまうケースがあった
 - ログアウトの代わりにブラウザの×ボタンを押してしまい、正しくログアウトしていないケースがあった
 - 知的障害や肢体不自由の学習者にとっては操作が難しいと感じられた
- 主にデザイン・レイアウトに関する指摘が多く、次年度以降の改善点とすることにより操作性が向上することが期待される。

3 今後の課題

1. 機能の追加・拡充

- 今回の実証事業では3つの機能を共通的な操作として提供したが、教員や学習者からは機能不足であるとの指摘が存在した。特に多かったのが、「戻る」や「進む」の機能の共通化である。これらの機能は「インフォメーション」や「ログアウト」よりも圧倒的に使用頻度が高く、これらの操作がスムーズに行われないと、授業における学習の効率性が向上しないという問題がある。
- 一方で、「戻る」や「進む」の機能がコンテンツ側で独自に実装されているケースと、ブラウザのボタンを前提としているケースとに分かれるため、共通インターフェースとしてはその両方を想定しなければならない。
- 特に前者については教材コンテンツ側の実装構造がコンテンツによって異なるため、汎用的な機能としてあらゆる教材コンテンツと連携を行うことは技術的な難易度が高いことが想定される。

3.13 教員が教材コンテンツを自作できる機能

1 実証

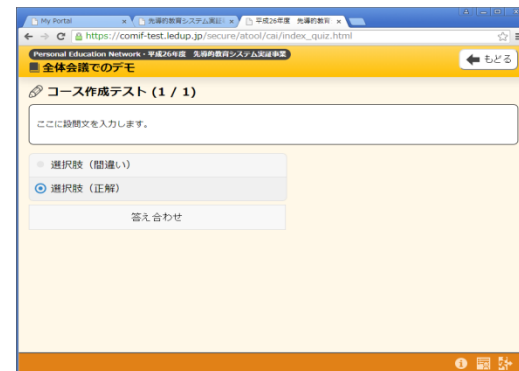
- クラウド・プラットフォームを用いた教員による教材コンテンツの自作に関し、想定した利用シーンは下記の通りである。
 - 本クラウド・プラットフォームには、教員が自分で教材を作成できるオーサリングツールという機能が備わっている。
 - 解説と、それに関連し学習者が取り組む設問を作成することができる。

2 結論・得られた知見

- ツールの仕組みと全体像
 - オーサリングツールは「教材の登録」「コースの登録」「解説文の登録」「設問及び回答選択肢の登録」という4つの構成から成り立っている。しかし、実証ではこの全体像の理解が促進されず、ツールそのものが難解なものであるような印象を与えてしまった可能性があることが確認された。概念の説明、使用する文言、それをあらかず画面レイアウト等についての工夫に余地があると考えられる。
- アクセシビリティを考慮した教材開発
 - アクセシビリティ(身体的な障害や発達障害を持つ児童・生徒に配慮した利用のしやすさ)を考慮した教材開発について確認したところ、「文字や図の大きさに対する配慮」「色使いに対する配慮」「児童・生徒が持っている障害の度合いに応じた教材の作成」などの回答が得られた。
 - 今回の実証では特別支援学校向けのコンテンツが多くなかったことに加え、児童・生徒に合わせた教材の準備が必要であることを考慮すると、オーサリングツールのような独自教材コンテンツを作成できる機能は重要であると考えられる。

3 今後の課題

- 従来の資産の取り込み・活用
 - これまでにPowerPoint等で作ってきた教材の資産をクラウド・プラットフォームに取り込み、活用したいという要望が聞かれた。
 - HTML5形式への変換、学習記録データの記録や共通インターフェースの組み込みなどの課題があるが、教員が授業の準備のために費やすことができる時間は非常に限られているため、次年度以降の課題である。
- ユーザーフレンドリーな画面構成・レイアウトの工夫
 - オーサリングツールの画面構成やレイアウトが、利用者の直感的な操作や理解を促進する形となっていなかった可能性がある。改善のための案として、「ガイダンス機能」や「プレビュー画面」「全体画面構成の改善」など、様々な意見が寄せられた。



3.14 教材コンテンツに関するデータ連携

1 実証

- クラウド・プラットフォームを用いた教材コンテンツのデータ連携に関し、想定した利用シーンは下記の通りである。
 - オーサリングツールでは、教員が自作の教材コンテンツを作成することが可能だが、この自作教材の中に既存の教材コンテンツを組み込み、連携させることができる仕様となっている。
 - 教員が自作コンテンツを作成するにあたり、学習者の学習効果を高めるため、既存の動画コンテンツを自作コンテンツの中に埋め込む。



2 結論・得られた知見

- 教員がオリジナルの教材コンテンツを開発する中で、既存の動画コンテンツを埋め込むというユースケースを想定し、実証を行った。対面ヒアリングでは、動画コンテンツだけではなく、それ以外の形式のコンテンツについても連携・組み込みができるというコメントが得られた。
- また、他コンテンツとの連携にあたっては、学習記録データの連携は必須であるとのコメントもあった。具体的な連携方法・連携内容については次年度以降の検討が必要であるが、学習者がクラウド・プラットフォーム上における様々な教材コンテンツにおける記録を残すことは重要である。

3 今後の課題

- 現在のオーサリングツールで他の教材コンテンツを埋め込むにあたり、ユーザーが埋め込みたい教材コンテンツのURLを指定する必要がある。この部分の仕様がユーザーにとって敷居を高くしている可能性があり、次年度以降の改善点として挙げられる。
- 埋め込んだコンテンツを表示させるレイアウトを決定する際は、そのコンテンツのサイズをピクセルで指定しなければならず、ユーザーにとって直感的に操作できる仕組みになっているとは言い難い仕様となっている。
- 3.13項にて、操作感をMicrosoft Word やMicrosoft PowerPoint に準じた形にしてほしいという要望について触れたが、コンテンツの埋め込みについても、オブジェクトのサイズをマウス操作で同的に変更できるような仕組みが今後求められる。

3.15 学習記録データを一元的に蓄積する仕組み

1 現状調査

- 昨年度成果物における学習記録データを一元的に蓄積する仕組みに関する要件を整理した。4項目を確認し、それらを学習・教育クラウド・プラットフォームの要件に取り込む方法を検討した。
- 昨年度の報告書で課題とされていた「学習データの一括管理におけるスケーラビリティの課題」を要件に含めることとした。

2 実証

- 実証実験では、学習記録データをExperience API(xAPI)を用いてクラウド環境に一元的に蓄積した。
- 蓄積した学習記録データとしては、操作ログを中心とした。

3 結論・得られた知見

- 学習履歴の管理について、先生からすると履歴を見られることがメリットである。回数だけを見ても何をしたかがわからない。
- 学習記録データについて、誰が・いつ・どのような学習をしたかを記録し、学校側で確認できるようにしてもらいたい。

4 今後の課題

1. 学習記録データの利用ニーズの確認
 - 大量の学習記録データを自動的に分析し、学校現場にフィードバックする仕組みや、学力テストの結果を個人カルテとして使用し、児童・生徒個人に対するきめ細かなサポートができるような仕組みに対する期待は大きい。
 - 今後は、学習記録データの利用ニーズから、記録すべき情報項目を再度確認し、その実現方式を検討する必要がある。

3.16 蓄積されたデータの分析方法

1 分析

- 本年度のクラウド・プラットフォームの実証では授業における利用期間が十分でなく、分析に対して有効と考えられるデータ量を確保できないため、他事業にて実施されている、ICTを活用した学習環境の整備とその学習記録データを活用した取り組みについて報告する。
- 立命館守山中学校・高等学校での取り組みは、約500名にiPadを配布し、数学と英語の2教科で開始。クラウド上に問題単位で蓄積されたデジタル教材を、生徒一人ひとりの習熟度に合わせて、教師や生徒自身が選択し学習する仕組みを授業に取り入れる。
- 学習記録データとして、生徒の操作ログと、問題に対する生徒の回答データを蓄積し、分析に使用している。

2 結論・得られた知見

- 上記データの収集、蓄積並びに分析を行うことにより、クラウド上に蓄積された問題を、生徒の学力や理解度、学習の進捗状況などと紐付けて最適な学習コンテンツとして提示(レコメンド)するアダプティブラーニングを実現している。
- 本システムでは、システムからのレコメンドだけではなく、教師によるレコメンドや生徒同士によるレコメンドも可能な仕組みとなっているが、システム側では単元単位で正答率が50%を下回る場合、同一単元のよりやさしい問題をレコメンドする(その反対も同様)などが行われている。
- 教師側では、同じレベル習熟度の生徒をグループ化してそれぞれに最適な問題を配布するといったことが行われている。

3 今後の課題

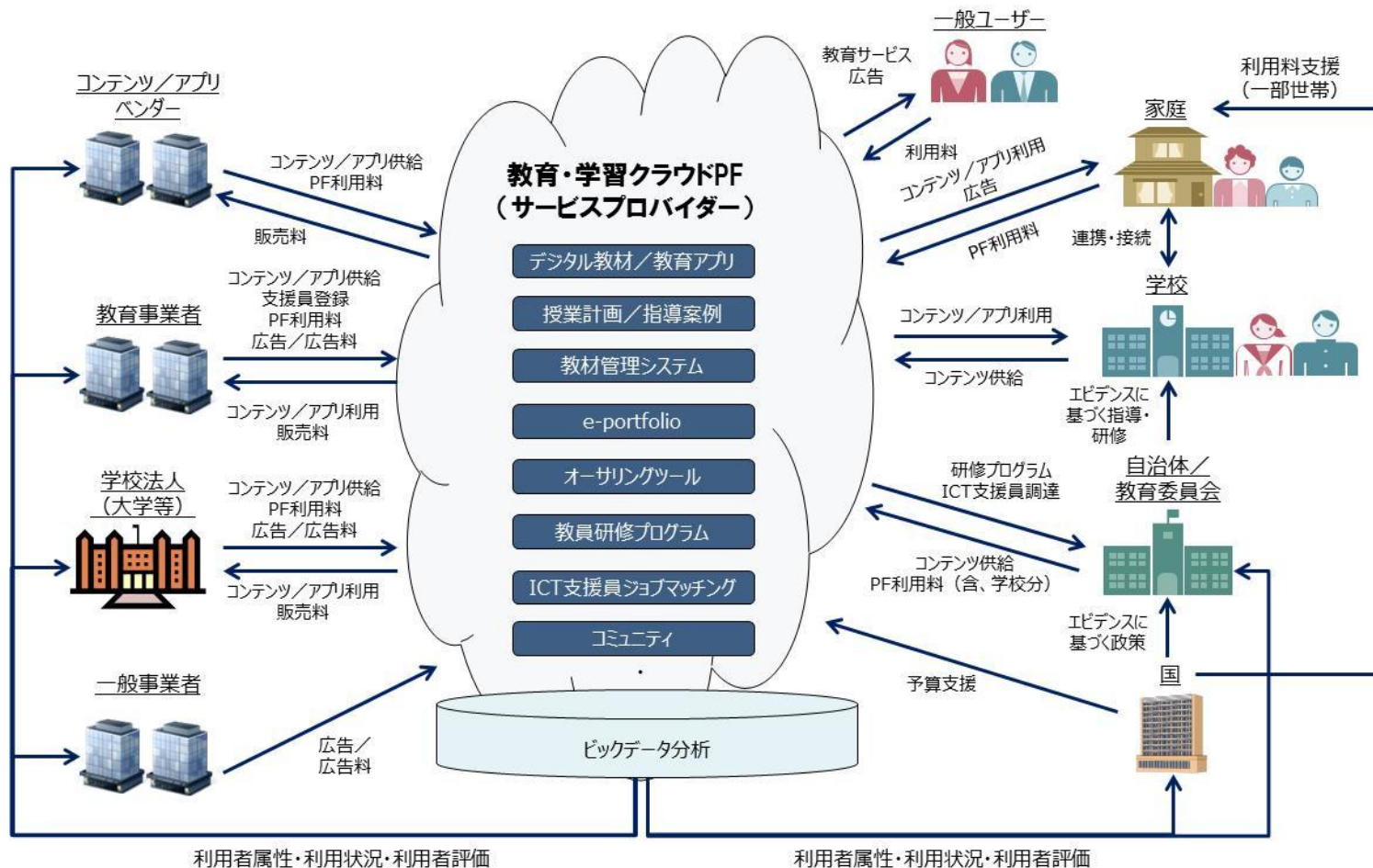
- 本システムの稼働が開始し、ある程度のデータが蓄積され、学力との突合や分析、最適な教え方などを進みつつあるのが現状である。将来的には、蓄積されたデータと「学力・理解度」との関連付け、生徒・児童の個々の特性に合わせたアダプティブラーニング、教科をまたいだレコメンド等も検討されている。
- これらのデータを中高大一貫教育の中での学習指導に役立てたり、ビッグデータ解析技術を用いた多様な学びの形成に発展させたりする計画である。
- 保護者も我が子のジャンル別の学習の進捗や理解度、先生とのやりとりなどが可視化されることで、これまで以上の情報共有ができるようになってきている。また、問題の解説に対する評価やコメントは、教材会社とも共有されている。これまでは把握できなかった生徒の生の声を集めることができ、今後の教材開発に活かされる見込みである。

4. 学習・教育クラウド・プラットフォームのモデル案

4.1 新しい事業モデル案

4.1 新しい事業モデル案

- 事業モデル案を検討にあたり、同事業を取り巻く環境として、政策・市場動向である「教育分野におけるICT活用促進・普及の動き」と潜在的な事業機会である「促進・普及にあたっての課題」を整理した
- これらの課題を踏まえた上で、事業モデルの要件をステークホルダー別に想定されるニーズと対応するサービス要素で整理し、事業スキームを作成した



事業スキーム

5. 学習・教育クラウド・プラットフォーム導入時のモデルコスト

5.1 試算モデルに関するコスト

5.1 試算モデルに関するコスト

教育分野において、学習・教育クラウド・プラットフォームを導入した場合のICT環境導入・運用に係るコストについて検討した。

【前提条件】

平成25年度学校基本調査(文部科学省)より導出

- ・児童数 317名
- ・教員数 20名
- ・教室数 13室

費目として以下の項目を設定

- ・ICT機器費用
- ・ネットワーク費用
- ・クラウド・コンテンツ費用
- ・ICT支援員費用
- ・運用保守費用

【結果】

- ・個別構築型ではなく学習・教育クラウド・プラットフォーム型を選択することで、コストは60%削減できることが明らかになった。
- ・端末の選択肢や価格が同じ条件ではないため、単純な比較は適当ではないが、それでも学習・教育クラウド・プラットフォームを導入することによるコスト削減効果は非常に高いと期待できる。

費目	費目明細	個別構築型				学習・教育クラウド・プラットフォーム型			
		単価	数量	総額	校/年	単価	数量	総額	校/年
ICT機器費用	児童用	¥130,000	317	¥41,210,000	¥13,737,000	¥35,000	317	¥11,095,000	¥3,699,000
	予備機	¥130,000	38	¥4,940,000	¥1,647,000	¥35,000	38	¥1,330,000	¥444,000
	教員用	¥130,000	20	¥2,600,000	¥867,000	¥35,000	20	¥700,000	¥234,000
	保管庫	¥100,000	13	¥1,300,000	¥163,000	¥100,000	13	¥1,300,000	¥163,000
	電子黒板	¥600,000	13	¥7,800,000	¥1,560,000	¥250,000	13	¥3,250,000	¥650,000
ネットワーク費用	無線LAN	¥2,000,000	1	¥2,000,000	¥400,000	¥2,000,000	1	¥2,000,000	¥400,000
	インターネット接続	¥96,000	1	¥96,000	¥96,000	¥96,000	1	¥96,000	¥96,000
クラウド・コンテンツ費用	クラウド(プラットフォーム)費用	¥1,540,000	1	¥1,540,000	¥1,540,000	¥850,000	1	¥850,000	¥850,000
	アプリ・コンテンツ費用					¥1,800,000	1	¥1,800,000	¥1,800,000
ICT支援員費用		¥4,800,000	1	¥4,800,000	¥960,000	¥4,800,000	1	¥4,800,000	¥960,000
運用保守費用	協働教育システム等年度更新・ヘルプデスク等費用	¥3,000,000	1	¥3,000,000	¥3,000,000	¥230,000	1	¥230,000	¥230,000
	機器保守費用 児童用機	¥3,900	317	¥1,236,300	¥1,236,300	¥1,050	317	¥332,850	¥332,850
	機器保守費用 予備機	¥3,900	38	¥148,200	¥148,200	¥1,050	38	¥39,900	¥39,900
	機器保守費用 教員機	¥3,900	20	¥78,000	¥78,000	¥1,050	20	¥21,000	¥21,000
	機器保守費用 電子黒板	¥3,000	13	¥39,000	¥39,000	¥3,000	13	¥39,000	¥39,000
	機器保守費用 校内サーバ	¥18,000	1	¥18,000	¥18,000	¥7,500	1	¥7,500	¥7,500
	タブレットPC児童用機 初期設定費用					¥2,000	317	¥634,000	¥212,000
	タブレットPC教員機 初期設定費用	¥800,000	1	¥800,000	¥800,000	¥2,000	20	¥40,000	¥14,000
電子黒板 初期設定費用					¥200,000	13	¥2,600,000	¥520,000	
システム構築費用		¥700,000	1	¥700,000	¥700,000				
					¥26,989,500				¥10,712,250

6. 総括

6.1 実証研究のまとめ

6.2 今後の検討課題

6.1 実証研究のまとめ

1 学習・教育クラウド・プラットフォームの構築

- ・ 本事業では、平成25年度に総務省が実施した「教育分野におけるICT利活用に関する調査研究」で試作したプロトタイプの成果をベースに開発した。

<特徴>

- ・ 様々な教材コンテンツが一度の認証で利用可能となるシングルサインオン機能
- ・ 教材コンテンツに影響の少ない共通インターフェースの設置
- ・ ユーザーポータルとの連携
- ・ 教員や個人によるコンテンツ作成や共有を円滑に行うためのオーサリングツール
- ・ 認証システムとのミスマッチ(ログアウト問題等)の解消
- ・ 教材コンテンツのローカルサイドでの採点処理

2 学習・教育クラウド・プラットフォームの実証

- ・ 多様な学習・教育サービスを楽しむ環境を実現する「学習・教育クラウド・プラットフォーム」について、代表的な活用方法として想定されるシーン、操作方法・手順を「ユースケース」として整理し、ユースケースに則って実証授業・学習を実施することにより、そのコンセプトの有用性の確認や、課題の検出をおこなった。
- ・ 実証校及び検証協力校の環境を用いて負荷検証を実施し、ボトルネックや解消方策、最低限必要となる回線帯域等の検討をおこなった。
- ・ その結果、本システムの課題や学習・教育クラウド・プラットフォームに求められる要件定義、教育現場のニーズ等について集約することができた。

6.2 今後の検討課題

1 技術面の課題

- ID、属性管理の課題
- AtrP構築、運用の課題
- コンテンツ側でのセッション管理
- 共通インターフェースとアプリケーションの連携
- 教材コンテンツのローカルサイドでの採点処理
- 標準アノテーションの充足
- リアルタイムWeb機能の問題・課題への対応
- オーサリングツールの改訂

2 環境面の課題

- ネットワーク環境への対応
- タブレット端末の確保

3 制度面の課題

- 個人情報や学習記録データの取扱い
- 著作権の取扱い
- マーケットプレイス機能の整備