

招待論文

大学教育におけるDXの実現に向けて

常盤 祐司^{1,2,a)}

受付日 2020年9月23日, 採録日 2020年11月14日

概要: 2020 年初頭から世界中に蔓延した新型コロナウイルスは大学にも大きな影響を与えた。2020 年度の春学期は教室における対面授業が制限され、多くの大学ではオンライン授業を余儀なくされた。そのための準備期間は十分ではなかったものの、授業を止めることなく春学期が終わった。これは大学が LMS を中心とした ICT 基盤を整備してきたことや、SaaS 型 Web 会議システムが短期間で導入され、オンライン授業環境がすぐに整備されたことにほかならない。この間、これまで ICT を積極的に利用してこなかった教員もオンライン授業を行った結果、授業において ICT を使うための知識が蓄積された。大学ではこの機会を契機に、新型コロナウイルスが沈静化したあと、ICT を活用して教育変革をするデジタル・トランスフォーメーション (DX) を目指す機運が盛り上がっている。しかしながら、大学教育に関する DX についてはフレームワークが確立されていない。本稿では、教員と ICT 基盤が両輪となって推進する DX のフレームワークを提案し、そのフレームワークを用いて描いた大学教育における DX の展望を示す。

キーワード: 大学, LMS, ラーニングエコシステム, IMS, 標準化, TPACK, RAT

Toward Realization of DX in University Education

YUJI TOKIWA^{1,2,a)}

Received: September 23, 2020, Accepted: November 14, 2020

Abstract: The spread of COVID-19 at the beginning of 2020 has had a serious impact on universities. In the spring semester of 2020, face-to-face lessons in the classroom were restricted and many universities were forced to take online lessons. Although teachers didn't have enough time to prepare their lessons, the spring semester was completed without stopping lessons. This is nothing but the fact that universities have developed ICT infrastructures, and SaaS type Web conference systems were introduced in a short period of time. Then online lesson environment was immediately provided. During this period, teachers who had not positively used ICT until then conducted online lessons, and they accumulated knowledge for using ICT in their lessons. Taking the opportunity after COVID-19 will subside, the momentum for digital transformation (DX) which utilizes ICT to transform education is rising. However, no framework has been established for DX related to university education. This paper proposes a framework to realize DX, which is promoted by both faculty members and ICT infrastructure, and presents the prospects toward DX in university education using the framework.

Keywords: university, LMS, learning ecosystem, IMS, standardization, TPACK, RAT

1. はじめに

2020 年 1 月に国内で新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) (以下, コロナ) の患者が初めて確認されて以来, 感染

は日本国中に拡大し, これまでの生活が激変した。大学においては 4 月から始まる春学期は対面授業が制限され, 多くの大学ではオンライン授業が行われることになった。オンライン授業は, 授業録画 (オンデマンド型), ライブ配信 (同時双方向型), 資料配信等があるが, いずれも ICT 活用教育基盤 (以下, ICT 基盤) によって実現され, まったく授業ができないということだけは回避された。こうしたなか国立情報学研究所では, 大学等での情報共有のために “4 月

¹ 法政大学
Hosei University, Koganei, Tokyo 184-0002, Japan

² Fun@Learn
Fun at Learn, Mitaka, Tokyo, 181-0001, Japan

^{a)} tokiwa@yujitokiwa.jp

からの大学等遠隔授業に関する取組状況共有サイバーシンポジウム” [1] (以下, NII シンポジウム) を開催しており, 執筆時点で 20 回を超えることとなった。数あるセッションのなかで, 文部科学省からは全国の大学・高等専門学校 1,069 校のうち 83.9% で遠隔授業を実施できたという報告があった [2]。これは多くの大学で Learning Management System (以下, LMS) を中心とした ICT 基盤を整備してきたことや, Zoom, Teams, Webex 等の SaaS 型 Web 会議システムが速やかに導入でき, オンライン授業環境が短期間のうちに整備できたことにほかならない。

Before コロナ時に行われた大学 ICT 推進協議会 (以下, AXIES) による調査 [3] では, 大学における LMS の利用率は授業内で 31.6%, 授業外で 28.8% であることが報告されている。また, 筆者は兼担していた法政大学 FD 推進センターにおいて LMS を活用した授業改善を進めてきたが, 専任教員の LMS 利用率は約 50% にとどまっていた。ところが With コロナのさなかにあった 2020 年度春学期では, 多くの教員が Web 会議システムや LMS を使って授業を行った。この状況は, Ruben R. Puentedura が提案した, ICT を用いて教育における Transformation を目指すフレームワークである図 1 に示す SAMR モデル [4] の Substitution の段階, すなわち授業方法や目的を変更せずに ICT を代替ツールとして使う状況にきわめて近い。

このコロナにより, 社会的には Digital Transformation (以下, DX) が注目を集めることとなった。7 月に閣議決定された統合イノベーション戦略 2020 [5] において, After コロナのニューノーマルを確立するために国をあげて DX を推進することが提案されており, これは高等教育機関においても例外ではない。ただし, With コロナで多くの大学が強いられた状況が SAMR モデルにおける Substitution の段階にあるとすれば, DX を実現する契機となる可能性がある。そこで, SAMR モデルを参考にして DX の実現に向けた検討を行った。しかしながらレビュー論文 [6] にて指摘されているように, SAMR モデルは論文による裏付けがなく DX を評価する際の判断基準が曖昧であることから, DX を実現するためのフレームワークとしては適切でないという結論に至った。

コロナは地球規模のパンデミックであるため, 大学における DX の実現に向けた方法論の確立を待つことも考えられるが, いち早く DX をするためのフレームワークを提案することが最善だと判断した。ただし, 大学がミッションとする教育, 研究, 社会貢献のすべてを対象とする DX は広範囲になりすぎる。そのため, 本稿では, 大学における教育領域に焦点を当てた DX を対象としたフレームワークを提案し, そのフレームワークを用いた大学における DX の展望を示すことを目的とする。

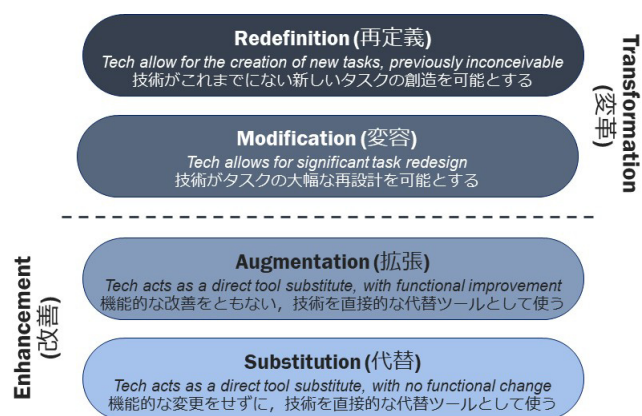


図 1 SAMR モデル [4] (筆者訳)

Fig. 1 SAMR Model [4].

2. 大学教育における DX の考え方と現状評価

2.1 大学教育における DX の考え方

本稿の執筆時点では, 教育における DX の定義は文部科学省から提示されていない。そのため, 総務省が発行している令和元年版情報通信白書 [7] から, DX の定義にかかわる箇所を引用する。

「デジタル・トランスフォーメーション」という概念は, スウェーデンの大学教授のエリック・ストルターマンが提唱した概念であるとされ, 「ICT の浸透が人々の生活をあらゆる面でより良い方向に変化させること」であるとされる。(中略) それでは, このデジタル・トランスフォーメーションと, 従来の情報化/ICT 利活用では, 何が異なるのだろうか。最大の違いは, 従来の情報化/ICT 利活用では, 既に確立された産業を前提に, あくまでもその産業の効率化や価値の向上を実現するものであったのに対し, デジタル・トランスフォーメーションにおいては, その産業のビジネスモデル自体を変革していくということである。

ところが, 大学はビジネスではなく教育, 研究, 社会貢献をミッションとするため, この定義がしっかりとあてはまらない。そこで, 上述した DX の定義の後半を教育における DX として適用できるように変更し, 次の定義を用いて議論をすすめる。

従来の情報化/ICT 利活用では, 既に確立された学習活動を前提に, あくまでもその学習活動の効率化や価値の向上を実現するものであったのに対し, デジタル・トランスフォーメーションにおいては, その学習活動の学習モデル自体を変革していくということである。

これを大学教育に適用すると, DX として見なされるには授業の変革が必要となり, その実現手段としてデジタル・テクノロジー, すなわち ICT を利用することになる。一方,

授業の変革をともしない場合には単なる ICT 化にとどまる。ただし、DX による授業変革は ICT 導入が先ではなく、教員による授業設計が先にあり、それを ICT により実現していくという順番をつねに念頭に置いておくことが肝要である。

DX については経済産業省によるガイダンス [8] も公開されている。そこでは、DX の推進に際し、次の内容が示されている。

- DX 推進のための経営のあり方、仕組み
- DX を実現する上で基盤となる IT システムの構築

情報通信白書では DX の定義が示され、経済産業省のガイダンスでは組織が ICT を使って DX を推進することが示されている。ここでは、この経済産業省のガイダンスを参考にして DX の具体的な実現方法について検討を進める。大学においては一般企業の組織にあたる学部教授会があり、そこではカリキュラム改訂や FD 等が検討される。しかしながら授業については、教員が主体となって行っていることから、「それぞれの教員が ICT を使って DX を推進する」とすることが適切であろう。また、経済産業省のガイダンスでは、DX の成熟レベルを全社戦略に基づく部門の取り組み度合により評価しているが、大学においては各教員が担当するすべての科目における DX の和をさらに大学としてまとめた総和により、全学的な DX のレベルを評価することが適切であろう。

2.2 DX 実現のための考え方

(1) 教員

教員は教育における DX を実現するための主役となる。ただし、授業設計を行ってそれを大学の ICT 基盤を利用して実現するには ICT の知識が必要となる。こうした教員の知識を整理するフレームワークとして TPACK (Technological Pedagogical And Content Knowledge) [9] が知られている。TPACK フレームワークにかかわる研究は国内でも行われているため [10]、詳細な説明はそちらに譲る。TPACK フレームワークは図 2 に示すように Technological Knowledge (テクノロジーに関する知識)、Pedagogical Knowledge (教育方法に関する知識)、Content Knowledge (教育内容に関する知識) によって構成される。教員が ICT を活用して授業を行うとき、図 2 においてそれぞれの知識の積集合の位置にある TPACK^{*1}で示される知識が動員される。この知識は単に Technology (以下、テクノロジー)、Pedagogy (以下、教育方法)、Content (以下、教育内容) の知識が独自で働くものではなく、相互に作用する独自の知識とは異なる知識だとされる [11]。図中 TPACK で示される知識の差により、同じ ICT 基盤を使って授業を行う教

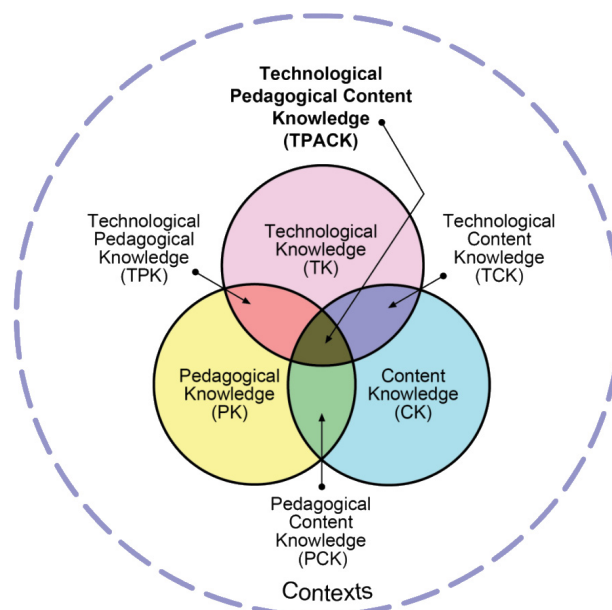


図 2 TPACK フレームワーク [9]

Fig. 2 TPACK Framework [9].

員でも、学習モデルの変革を行う DX のレベルに違いが生じる可能性がある。また、参考文献 [10] において小中学校の教員養成では手薄となるといわれている教育内容の知識であるが、大学教員は研究を通じてその知識を蓄積しているため問題とはならない。むしろ、テクノロジーと教育方法の知識についてはそれらを専門にしている教員とそうではない教員との間に個人差があり、それらが DX の実現レベルに影響することが TPACK フレームワークから得られる知見である。

(2) ICT 基盤

教員に提供される ICT 基盤は、教員が DX を進めるうえで大きな影響を持つ。それは、教員が担当する授業を再構築するために授業設計をしても、ICT 基盤から必要となる機能が提供されないと、設計したとおりの授業を行うことができないからである。ただし、大学における ICT 基盤の考え方については筆者の知る範囲ではフレームワークがないため、後述する章で新たに導出する。

2.3 DX 評価のための考え方

教育における ICT 活用度を分類するモデルとして、SAMR モデルと並び RAT モデル [12] が知られている。RAT モデルは Michigan State University の Joan Hughes らにより 1998 年に開発された。図 1 に示した SAMR モデルの分類は 4 段階であるが、RAT モデルにおける分類は SAMR モデルの中央に位置する Augmentation と Modification をまとめた 3 段階のモデルとなっている。RAT モデルには Hughes らによる論文 [13] があり、それぞれの段階を次のように説明している。

- Replacement (置換)

^{*1} TPACK は知識としての TPACK とフレームワークとしての TPACK の両方で用いられるため、後者は TPACK フレームワークと明記する。

表 1 RAT モデル評価基準 [13] (筆者訳)

Table 1 Dimensions for guiding analysis of technology use [13].

指標	Instructional Methods 教育方法	Student Learning Processes 学生の学習プロセス	Curriculum Goals 科目ゴール
項目	Teacher's role 教員の役割 Interaction with students 学生とのインタラクション Assessment of students 学生評価 Professional development 専門能力開発 Preparation 準備 Administrative tasks 事務作業	Activity task アクティビティ Thinking process - mental process 思考プロセス Task milieu (individual, small group, whole-class, others) タスク環境(個人, 小グループ, クラス, その他) Motivation モチベーション Student attitude 学生の態度	"Knowledge" to be gained, learned, or applied 習得または適用すべき知識 "Experience" to be gained, learned, or applied 習得または適用すべき経験

同一の教育実践に対して、テクノロジーが別の（デジタルの）手段を提供する。

- Amplification (増強)

同一の教育実践に対して、テクノロジーが効率、効果、生産性を向上する。

- Transformation (変革)

テクノロジーが新たな教授法、学習方法またはカリキュラムを実現する。

上述した Replacement, Amplification, Transformation は、表 1 に示す教育方法、学生の学習プロセス、科目ゴールという指標の下に記載されているそれぞれの項目によって評価される。授業において何らかのテクノロジーを適用した際に、教育方法、学生の学習プロセス、科目ゴールの各指標を構成する項目に変化が認められない場合は Replacement として評価される。そして、指標を構成する項目のいずれかが改善された場合は Amplification となる。さらに、いずれかの項目において、新たな方法やゴールが実現された場合は Transformation となる。この Transformation の定義は 2.1 節で示した DX の定義と同様と見なせるので、RAT モデルにおける Transformation の達成は DX の達成と同義となる。Hughes らの論文が発表されてから 15 年以上が経過しているが、表 1 の指標や項目については現在でも利用できる内容である。

次に Hughes らの論文における事例を紹介する。

(1) Replacement

学生から紙媒体で提出されるワークシートに教員が手書きで行っていた添削を、ワードプロセッサのハイライトや下線機能を使った添削に変更した事例が紹介されている。この事例では教育方法、学生の学習プロセス、科目ゴールに変化が見られないので、Replacement として評価されている。

(2) Amplification

教員がワードプロセッサを利用して資料、テスト、および他の教材を作成した事例が紹介されている。教材が再

利用でき、教育方法指標にある準備を軽減できたことで Amplification と評価されている。ただし、学生の学習プロセスと科目ゴールは変化しないので、それらについては Replacement としている。

(3) Transformation

ハイパーテキストを制作できる StorySpace というソフトウェアにより中学生に物語を書かせる事例が紹介されている。教員自身がハイパーテキストを学び、さらに StorySpace を試すことにより、ハイパーテキストを用いた文書作成指導をゴールに含めた。それにより教員は中学 2 年生の標準的なレベルとはまったく異なる科目ゴールを設定した。この事例では、StorySpace を通じて科目ゴールにて新たな習得すべき知識を実現したことにより Transformation として評価されている。また、生徒にとっては紐と紙でハイパーテキストを教わる方法よりも、StorySpace を使うほうが分かりやすく、かつ概念も理解しやすかった。これより生徒の思考プロセスが改善されたと評価され Amplification としている。

上述した (2) Amplification および (3) Transformation の事例では、指標ごとに評価していることが分かる。(3) では、科目ゴールに対して Transformation としているが、学習プロセスについては Amplification としている。また、(2) および (3) から、その科目に対する評価は、教育方法、学生の学習プロセス、科目ゴールのなかで最も上位にある評価が採用されていることが分かる。

この論文が投稿されたのは 2006 年であり、論文中的事例は今となっては陳腐化しているが、教育方法、学生の学習プロセス、科目ゴールのそれぞれの指標の変化度合によって ICT 化のインパクトを分類する RAT モデルは今でも通用する。

ここまで、RAT モデルによる DX 評価の可能性について述べてきた。RAT モデルは ICT 活用度を分類する Replacement, Amplification, Transformation の定義が明確であり、それらを客観的に評価する指標や項目が示されて

いることが知見として得られた。これより、本稿では RAT モデルを教育における DX 評価のためのフレームワークとして用いる。

2.4 現状評価と DX 実現への考え方

With コロナのさなかにある 2020 年度春学期に、各大学が強いられた状況を RAT モデルで評価する。

はじめに現状を示す。この期間、多くの大学では対面授業が制限されたため、従来の教室における授業は次のいずれかの形式のオンライン授業に置き換えられた。

- ① Web 会議システム等を利用したライブ形式
- ② 収録したビデオや音声によるオンデマンド形式
- ③ PDF 等の授業資料をダウンロードするオンデマンド形式

①では、教員が PowerPoint 等のスライドを用いて授業をするという大学では一般的な授業が、オンライン授業では Zoom 等の Web 会議システムにより、ビデオでスライドを提示し、それを音声で説明するという形式となる。学生は任意の場所で PC 等の端末を用いてそれを受講する。この場合、教室で行われていた教員と学生のアナログ形式のコミュニケーションが、Web 会議のビデオと音声で置き換えられたことになる。ライブ形式はその場で教員と学生がコミュニケーションできるので、上述した①～③のうち教室で行われていた授業を最も忠実に ICT によって置き換えた形式となる。②は LMS やビデオ配信システムにアップロードしたビデオやオーディオ教材により、学生が任意の時間と場所で受講する社会人教育等で行われている e-Learning と同様の形式となる。③は教員が紙媒体で提供していた教材をデジタル化した後 LMS 等にアップロードし、それを学生がダウンロードし任意の時間と場所で自習する。②および③では、学生は LMS やメールで教員に質問できるが、必ずしも即時の回答とはならない。

次に RAT モデルによって評価を試みる。多くの教員にとってオンライン授業は初めての体験であり、Web 会議システムや LMS については最低限の機能で実施されたと考えられる。すなわち、オンライン授業のための授業設計はできておらず、教室での授業を想定したシラバスも変更はなかったであろう。まず①および②については、教育方法、学生の学習プロセス、科目ゴールは変化がないと考えられる。ただし③については、対面授業では教員が口頭で行っていた解説が省略されるため、学生の思考プロセスは低下した可能性がある。これらから 2020 年度春学期の DX のレベルは、RAT モデルの Replacement と評価するのが妥当だと考える。

After コロナにおいて DX の実現を目指すためには、RAT モデルにおいて ICT を置き換える Replacement から、その上に位置する Amplification を飛び越えて、ICT により授業が変革される Transformation に向かう必要がある。そ

のためには教員自身が Transformation を意識して授業を変革し、大学はそれを実現するための ICT 基盤を提供する必要がある。そして、教員が行った変革を評価する必要がある。

教員のテクノロジーと教育方法の知識は 2.2 節 (1) で述べたように TPACK フレームワークを用いて改善ができる。また、評価については 2.3 節で述べたように RAT モデルを用いることができる。しかしながら、大学教育の ICT 基盤を評価するフレームワークは知られていない。そこで本稿では、ICT 基盤について開発の経緯やテクノロジーを詳細に調査し、それらを分類したうえで DX を検討する際に必要なモデルを導出することにした。ICT 基盤モデルが提示されれば、大学教育における DX にかかわるすべてのフレームワーク、すなわち教員知識、ICT 基盤、評価の考え方がすべて整い、大学教育の DX 化の検討ができるようになる。

3. 大学 ICT 基盤の方向性

3.1 大学向 LMS

3.1.1 大学における LMS の位置づけと誕生の背景

LMS は大学が全教員に提供する初めての教育用 ICT といってもよいだろう。事務システムや図書館システムの ICT 化は先に行われていたが、教育に直接関与するわけではない。LMS の登場により、教員は、事前学習資料の配布、テストの実施、レポートの提示や収集等をオンラインで行うことができるようになり、多様な授業設計が可能となった。そして、教育の質の向上や管理作業の効率化が期待されてきた。

大学で利用されている LMS の動向は eLiterate が年 2 回発行している通称 Squid Chart で把握することができる。図 3 が執筆時点の最新版 [14] であるが、その LMS を主たる LMS として利用している米国およびカナダの大学数の推移を 1997 年から示している。上から順に Canvas, Sakai, Moodle のオープンソースの製品が並び、その下に Blackboard 等の商用製品が並んでいる。図中、赤、黄、灰色等で示される帯の太さはそれらの LMS を利用している大学数を百分率で表しており、2020 年には Canvas, Moodle, Blackboard を利用している大学がそれぞれ 31%, 24%, 23% を占めることになった。

図 3 から 1990 年代後半に様々な LMS が誕生したことが分かる。1990 年代は Web の幕開けであり、1992 年に WWW が発表され、1993 年には Web ブラウザの Mozaic が公開された。そしてこれらの技術を使って開発された LMS が WebCT と Blackboard である。それぞれの開発者はカナダ University of British Columbia の教員であった Murray Goldberg [15] と米国 Cornell University の学生であった Stephen Gilfus および Daniel Cane [16] であった。いずれも Web が教育を改善できるというモチベーションにより、CGI を使って Perl および C で開発された。本稿

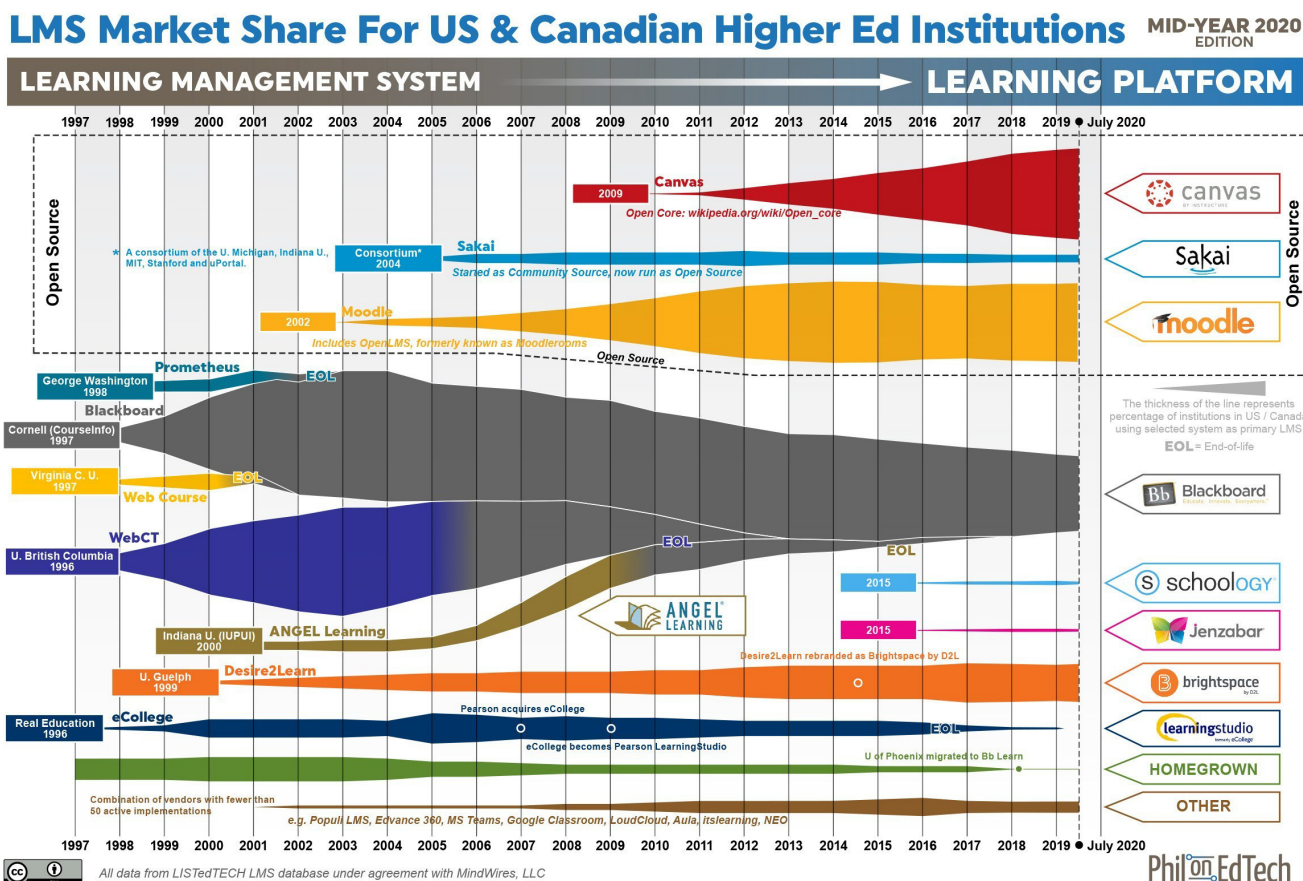


図 3 米国・カナダの大学における LMS 市場占有率推移 [14]

Fig. 3 Transition of LMS market share for US & Canada [14].

では便宜的に、これら WebCT, Blackboard を第 1 世代の LMS とする。

1994 年には Web アプリケーションの中心となる開発環境となる PHP と Java がオープンソースソフトウェア（以下、OSS）として公開され、その技術を利用した Moodle と Sakai が 2000 年代前半に OSS として公開された。Moodle はオーストラリア Curtin University of Technology の大学院生であった Martin Dougiamas によって開発された。その背景は、当時利用していた WebCT の使い勝手を改善するためであるといわれている [17]。一方、Sakai は University of Michigan, Indiana University, MIT, Stanford University が中心となって、それぞれの大学において Java で開発されていたコードを集約して誕生した [18]。Moodle および Sakai は OSS であるという点を除けば、システム構成および提供される機能の点で Blackboard や WebCT と類似している。本稿ではこれらを第 1.5 世代の LMS とする。

2000 年代はクラウドとモバイルが市場に登場した年代である。また、Web サービスを構築するための開発環境である Ruby on Rails も登場した。Canvas はこれらの技術を活用し、米国 Brigham Young University の大学院生であった Brian Whitmer および Devlin Daley が、当時利用

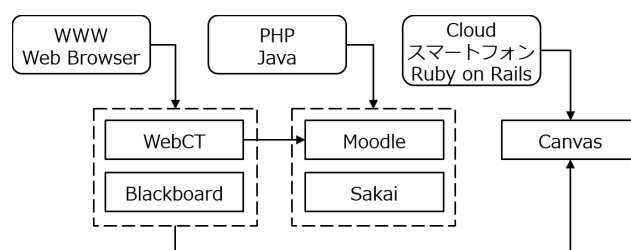


図 4 LMS とテクノロジーの関係

Fig. 4 Relationship between LMS and technology.

していた Blackboard の使い勝手向上をモチベーションとして開発を始めた [19]。Canvas はモバイルとクラウドを基盤として、WebAPI を前提としたアーキテクチャにて開発されているという点で第 1 世代、第 1.5 世代と異なるため、本稿では第 2 世代の LMS とする。

これまで説明してきたテクノロジーと LMS の関係およびその LMS が他の LMS に及ぼした関係をまとめると図 4 となる。どの LMS も変革を促す画期的な ICT インフラを利用して開発が行われ誕生した。また、先駆者である WebCT と Blackboard は、後続の Moodle や Canvas 開発のレファレンスとなり重要な役割を担った。ここで取り上げた LMS はすべて大学において開発されており、いずれ

表 2 代表的な LMS 機能
Table 2 Typical LMS functions.

機能	概要
ダッシュボード	お知らせや学生が登録しているコース一覧
カレンダー	イベントや課題の締切日等を表示するカレンダー
評価	課題や小テストの評価をまとめた成績表
モジュール	ツールや教材を配置したコースパッケージ
チャット	リアルタイム同時ディスカッション
フォーラム	お知らせ, 掲示板, ディスカッション用ツール
課題	レポート課題の提示および回収
小テスト	様々な形式の問題によるオンラインテスト
URL	参考資料への URL リンク
ファイル	参考資料となる PDF やイメージなどのファイル
フォルダ	参考資料となるファイルをまとめたフォルダ
外部ツール	IMS 標準の LTI による外部ツール接続

の LMS においても大学の教育で必要とされる多くの機能が実装されている。

3.1.2 LMS から Learning Platform へ

WebCT が 1993 年に登場してから 30 年近くになり, 2008 年に登場した Canvas でも 10 余年が経過し, LMS の機能は充実してきた。Moodle では教員がコース内で利用できる機能は 26 に上る。これらのうち Sakai, Canvas, Blackboard でも同様に提供されている機能を表 2 に示す。これらの機能があれば, 学生が教材やワークシート等を LMS からダウンロードして予習をし, 授業では省察のためのオンラインテストを行い, 掲示板を使ったディスカッションで復習し, 定期的にレポートを提出させる, といった一連の学習を支援することができる。このように LMS 単体でも授業を支援する多くの機能が提供されていることが分かる。

図 3 で注目すべきことはタイトル直下にある “Learning Management System → Learning Platform” というバナーである。このバナーは 2013 年の Squid Chart から登場した [20]。Squid Chart を作成している eLiterate によると Learning Platform は次の特性を持つとしている [21]。

- ① 1990 年代から 2000 年代初頭に出てきたレガシーな LMS とは異なる次世代のテクノロジーである。
- ② SaaS 型で提供され, 1 システムで複数の大学にサービスを提供するマルチテナントのアーキテクチャである。
- ③ 外部で提供される学習アプリケーションやソーシャルのアプリケーションと連携する。

①～③の基準をこれまで述べてきた LMS に適用すると, 第 1 世代および第 1.5 世代とした WebCT から Sakai までがレガシーの LMS, 第 2 世代とした Canvas がプラットフォームとして分類される。Canvas は当初から Web API のなかでも JSON を使った REST API を実装している。

この REST API はシステム間のサービス連携にも利用され, 次節に示すエコシステムを加速することになった要因の 1 つである。

ただし, 第 1 世代の LMS でもバージョンアップによって機能的には第 2 世代と同等になってきている。たとえば後述する IMS Global Learning Consortium (以下, GLC) が策定する標準の 1 つである LTI は Canvas だけでなく Blackboard, Moodle, Sakai にも実装されており, 様々な LTI ツールを接続することができる。また, Blackboard においてはサーバにインストールするタイプから SaaS 型に移行する計画が発表されている [22]。

3.2 ラーニングエコシステム

3.2.1 エコシステム

LMS がラーニングプラットフォームと呼ばれるようになったのは, LMS を中心としたエコシステム (以下, LMS エコシステム) が形成されるようになってきたからである。エコシステムはもともと生態系の用語で, たとえば森林とそこに暮らす動植物が相互依存をしている様態を指す。それをビジネス用語とした場合, 互惠の相互依存関係と翻訳すると分かりやすい。これまでの LMS はビデオ配信や Web 会議の機能を持っていないことが多く, それらが必要な場合には異なるベンダからシステムを調達し LMS と統合してきた。こうしたシステムでは, LMS を提供するベンダはユーザ満足度の向上により継続的な利用が期待でき, ビデオ配信や Web 会議システムを提供するベンダは販売が促進されるという, 持ちつ持たれつという良好な関係が成立する。

しかしながら良いことばかりではなく, マルチベンダでシステムを構築する場合, 不具合があったときの切り分けが難しい。そこで, インタフェースの仕様を決め, さらにプラットフォームとそれに接続するツールをテストするためのレファレンス・インプリメンテーション (以下, RI) 等を提供することによって課題を克服してきた。後述する IMS GLC の標準の 1 つである LTI では, プラットフォームとツールをテストするための RI [23] が提供されている。たとえばツールベンダは IMS GLC が提供する RI のプラットフォームを使って開発を進めることができる。また IMS GLC では Certification の制度があり, IMS GLC が提供する Certification 用のサイトに接続してテストに合格すれば, IMS 標準対応の製品として認定される。こうして認定された製品であれば相互接続の課題は解消される。このような取り組みによりエコシステムの形成が推進されている。

3.2.2 IMS 標準

今日, 北米で大きな市場占有率を有する Blackboard, Moodle, Canvas といった大学向 LMS が大学発祥であったように, IMS GLC も大学が関係している。IMS は米国の大学コミュニティである EDUCAUSE の 1 プロジェクトと

表 3 代表的な IMS 標準 (2020 年 9 月 20 日現在, *は Candidate Final)

Table 3 Typical IMS specifications (as of Sep. 20, 2020, * denotes Candidate Final).

仕様	省略形	最新版	初版公開年月	概要	認定数
Learning Information Service	LIS	V2.0	1999/11	LMS と教務システムのインターフェース	1
Question & Test Interoperability	QTI	V3.0*	2000/5	LMS とテスト問題のインターフェース	890
Common Cartridge	CC	V1.4	2008/10	LMS とコンテンツのインターフェース	1503
Learning Tools Interoperability	LTI	V1.3	2010/5	LMS と学習ツールのインターフェース	251
Thin Common Cartridge	Thin CC	V1.4	2015/5	LTI に対応した Common Cartridge	1478
OneRoster	OR	V1.2*	2015/6	初等中等教育の用途に対応した LIS	321
Caliper Analytics	Caliper	V1.2*	2015/10	学習ログのデータモデルとプロセス	13
Open Badges	OB	V2.1*	2018/4	デジタルバッジのパッケージ情報	20
Security Framework	-	V1.0	2019/5	データ交換のためのセキュリティモデル	-
Comprehensive Learner Record	CLR	V1.0*	2020/5	個人の学習記録の生成, 流通, 表示	-

して 1995 年に誕生した。その後 1999 年には EDUCAUSE から独立し, IMS GLC としての活動を開始した。

表 3 に IMS GLC が策定している 35 の標準 [24] のうち, 参照されることの多い 10 の標準を示す。初版公開年月はその標準の初版である V1 が公開された年月であり, その昇順でソートしている。LIS から OR までは LMS を前提としているが, Caliper 以降は必ずしもそうではなく, LMS を超えた領域への展開が行われるようになった。これらの標準のなかで IMS GLC の認定を受けている製品数について, 表 3 の認定数の列に記載した。認定数の多い標準は順に, CC, Thin CC, QTI, OR である。これらはいずれも初等中等教育の教科書やそれに対応するテストといった製品が認定を受けている。LTI の最新版である LTI V1.3 に対しては Blackboard, Canvas, D2L, Sakai を含む 8 製品が認定を受けている。一方, Moodle は LTI V1.3 の認定は受けていない。ただし, これらの LMS においては, 認定は受けていないものの, CC や QTI 等の標準に準拠した機能を実装していることが多い。実際, Moodle では LTI V1.3 でツールを接続することができ, Canvas では Caliper 形式で学習ログを生成することができる。IMS GLC の認定は取得からの有効期限が最大 2 年であり, 再取得しない場合, 認定が有効期限切になることがその理由としてあげられる。

なお, 表 3 の最新版の列に記載した右上に * の添え字のあるバージョンは Candidate Final を示す。これは正式な標準として認められる Final 公開までの数カ月から 1 年程度の暫定的な標準として, 実装を予定している機関やベンダにおけるプロトタイプングやテストのために利用される。

3.2.3 LMS を中心としたラーニングエコシステム

ラーニングエコシステムは, 互恵的相互依存関係を目指

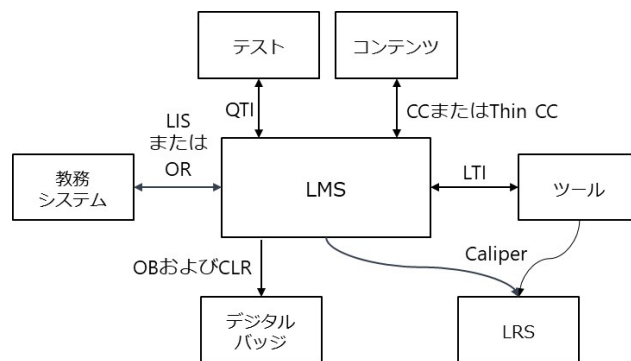


図 5 LMS エコシステム

Fig. 5 LMS centered ecosystem.

すベンダが提供するサービスやシステムを連携させた学習支援サービスもしくはシステムである。その概念図を図 5 に示す。連携のための方法は様々であるが, 大学における ICT 基盤においてはその成り立ちから IMS GLC が策定する表 3 に示した標準を使うことが望ましい。

LMS, 教務システム, テスト, コンテンツ, ツール, デジタルバッジ, Learning Record Store (以下, LRS) といったサービスやシステムが様々なベンダから提供され, エコシステムが形成される。これは, それぞれのサービスやシステムのインタフェースを IMS 標準に準拠することによって達成できる。それぞれのサービスやシステムを結ぶ矢印については, 両方向矢印は相互にデータがやり取りされ, 一方方向矢印はその方向にのみデータが提供される。

教務システムから LMS へは LIS もしくは OR のデータモデルとプロトコルでデータが提供され, OR では LMS から教務システムに成績データを書き込むことができる。テストおよびコンテンツは QTI および CC/Thin CC により LMS に Import および Export できる。LTI で LMS か

ら起動されるツールは、成績データや LMS での設置情報を LMS に提供することができ、かつ LTI における学習ログは Caliper 形式でそれを蓄積する LRS に送信できる。また、LMS において生成されるログオン/ログオフ、LTI 起動等の学習ログについても LMS から LRS に送信される。デジタルバッジは LMS で OB 形式のデジタルバッジを生成し、CLR は学習者の学習履歴を標準化する。また、テストやコンテンツは QTI や CC で提供されるだけでなく、それらを開発するベンダの LMS に導入され LTI で提供されることもある。LMS は通常、図 5 にて LMS で示されるプラットフォームとして位置付けられるが、LTI ツールとして機能する LMS であれば、学習コンテンツを実装した LMS として、図 5 にてツールとして示された位置に配置できる。

この LMS エコシステムの大学 DX にかかわるメリットを述べる。前述したように LMS はすでに第 2 世代となり多くの機能を実装しており、それを凌駕するような LMS を開発することは、システムが複雑化し、かつ高いセキュリティを維持しなければならない昨今の環境下では難しい。ただし、LMS をプラットフォームとして LTI や CC によって接続するツールやコンテンツを開発することは規模の点から現実的である。たとえば、研究で DX を可能とするツールやコンテンツを開発し、それを LMS に接続することで教員自身が担当する授業にて実証実験をすることができる。これは、LMS とツールという違いはあるものの、WebCT、Blackboard、Moodle、Canvas が誕生したときの状況と似ている。そして、それらを発展させ研究コミュニティでさらなる開発を進める場合でも、クラウドにそのツールを配置することで、研究コミュニティに所属する教員が在籍する大学の LMS にそのツールを接続して利用することができる。

3.2.4 LRS を中心としたラーニングエコシステム

e-Learning における学習コンテンツ標準の SCORM を策定してきた米国の Advanced Distributed Learning (以下、ADL) では、Learning Analytics にかかわる標準である xAPI を IMS Caliper に先駆けて公開した。そして、2016 年にはその拡張として LMS にかかわる cmi5 を公開した。この cmi5 は LRS を中心としたアーキテクチャとなっており [25]、図 6 はその概念図である。AU は Assignable Unit と呼ばれる学習コンテンツである。学習者は LMS にログインしてから AU 起動するが、起動する前に LRS にセッション情報等を書き込む。そして、起動された AU は学習ログを LRS に書き込む。

この xAPI と cmi5 を中心として ADL では Total Learning Architecture [26] というアーキテクチャを提案している。その提案は複雑な構成となっているので、筆者が簡略化した構成を図 7 に示す。図 5 に示した LMS エコシステムでも LRS を含めたが、この LRS を中心とするラーニ



図 6 cmi5 アーキテクチャ [25]

Fig. 6 cmi5 architecture [25].

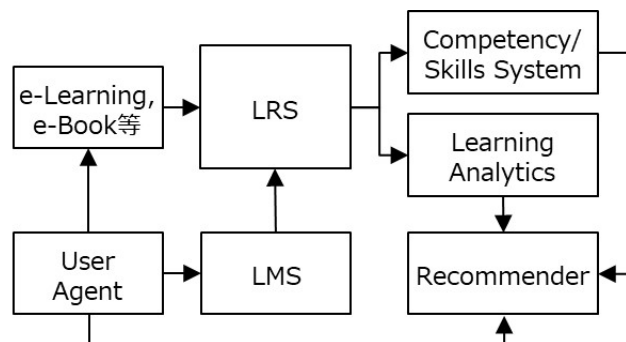


図 7 LRS エコシステム [26] (筆者により簡略化)

Fig. 7 LRS centered ecosystem [26].

グエコシステム (以下、LRS エコシステム) は、LMS エコシステムが機能中心であるシステムとすると、データ中心のシステムとしてとらえると分かりやすい。実際は、LMS エコシステムと同等の機能を提供する基盤に、LRS およびそれを分析するシステムを付加したシステムが考えられる。

図 7 では、e-Learning や e-Book および LMS での学習活動によって生成された学習ログを蓄積する LRS を起点として Learning Analytics を行う。並行して Competency/Skills System によりコンピーテンシ・フレームワークや学習者プロファイルを参照して分析を行い、それらの結果を Recommender に送る。そして、学習者は User Agent として機能する Web ブラウザで Recommender にアクセスし、最適な学習方法に関する助言を得る。ADL では学習者が自学自習をすることを前提としていると考えられるが、大学におけるラーニングエコシステムでは教員に対するリコメンドも要件になることに留意する必要がある。

ADL が公開している Reference Implementation では LMS が図中に示されていない。それは次のようなことを想定していると考えられる。

- ラーニングエコシステムは機能中心からデータ中心になりつつある。
- 大学用 LMS は教員が授業を行うための様々な機能が必要だが、ADL が前提とする自学自習用 LMS は大学用 LMS に比べて機能は少なくてもよい。
- 学習コンテンツは LMS を介さず、PC のブラウザやスマートフォンのアプリから直接利用する。

この LRS エコシステムの大学 DX にかかわるメリットを述べる。学生の学習ログは LMS 標準の機能でも、ある程度は取得できる。しかしながら xAPI や Caliper で取得できる学習ログは、Web サイトを次から次へとブラウズするような秒単位の学習活動を記録することができる。ま

た、オンデマンド形式でビデオを用いる授業では、学生の視聴状況を詳細に把握したいことがある。これも xAPI や Caliper によりビデオを視聴する際の、再生、一時停止、早送り、といった操作を記録することができる。このように、データを用いた詳細な学習活動の分析結果により教員が DX を客観的に評価するには、LRS エコシステムが必要となる。

3.3 大学教育 DX フレームワーク

ここまで、LMS とエコシステムについて、詳細に説明してきた。ここでは、それらから ICT 基盤モデルを考案し、それを TPACK フレームワークおよび RAT モデルと統合し、大学教育の DX に関するフレームワークとして完成させる。

まず大きな分類としては、3.1 節で述べた LMS と 3.2 節で述べたラーニングエコシステムの分類である。LMS は Canvas に代表される第 2 世代となっているが、第 1 世代および第 1.5 世代の LMS もバージョンアップを継続してきたことから、機能的には第 2 世代の LMS と遜色はない。Canvas は登場後 10 年余を経て、北米の大学における最大の市場占有率を持つ LMS となった。Canvas は図 4 に示したように、それまでの LMS の課題をふまえたうえで開発された LMS であり、かつ最新の ICT 基盤であるモバイルやクラウドを利用している。そのため Canvas を超えるような次世代の LMS は期待できず、むしろ十分な機能を有するに至った LMS をプラットフォームとしたエコシステムが第 3 世代の LMS に替わるシステムになるものと思われる。これより、LMS は第 1 世代、第 2 世代等での分類はせず、LMS として 1 つの構成要素とする。

次にエコシステムである。エコシステムには LMS エコシステムと LRS エコシステムがあることを述べた。この 2 つのエコシステムの最も大きな違いは、LMS エコシステムは機能の拡張を目指し、一方の LRS エコシステムはデータ中心のシステム構築を目指すという点である。現時点では単体の LRS は存在するが、国内における LRS エコシステムは研究段階にあり [27]、今後学習ログの重要性が高まるとともに展開が予想される。そこで、エコシステムにおいては、LMS エコシステムと LRS エコシステムを分け、それぞれを構成要素とする。

ここまでの文脈では ICT 基盤モデルを、LMS, LMS エコシステム, LRS エコシステムとして構成するのが妥当だが、さらに構成要素を加えたい。Before コロナにおける AXIES による調査 [3] では、全学で運用されている LMS を利用している日本の大学は 65.6% である。そのため、約 1/3 の大学においては、教員が独自で授業の ICT 化を進めていかねばならない。その場合、ビデオ配信は YouTube、データ共有では Dropbox、チャットは Slack 等インターネットにて提供されるツール、すなわちクラウドサービス

表 4 ICT 基盤モデル

Table 4 ICT infrastructure model.

ICT 基盤区分	各種 ツール	LMS 機能	機能 指向	データ 指向
LRS エコシステム	○	○		○
LMS エコシステム	○	○	○	
LMS	○	○		
クラウドサービス	○			

を利用することになる。また、With コロナで大いに利用された Zoom も、クラウドサービスとして提供される汎用の Web 会議システムである。また、大学で導入された LMS でも機能が不足する場合には、クラウドサービスを使うこともある。そこで ICT 基盤モデルの構成要素として、クラウドサービスを加える。ただし、クラウドサービスとして先に取り上げた Zoom が LMS と LTI 連携する構成をとっていれば、そのシステムは LMS エコシステムとして見なされる。その場合、Zoom は LMS のコース内のメニューからあたかも LMS の一機能として起動される。教員は Zoom のアクセス方法を毎回学生に通知する必要はなくなり、学生は LMS と Zoom をそれぞれ意識して起動する必要はなくなる。このように LMS エコシステムはクラウドサービス単体での利用に比べ使い勝手が向上するので、同等の TPACK の知識を有する教員でも ICT 基盤として LMS エコシステムを使うほうが効率良く授業を進めることができる。

これまでの検討により、ICT 基盤モデルを、クラウドサービス, LMS, LMS エコシステム, LRS エコシステムという 4 段階のモデルとした。この ICT 基盤モデルの機能や特性を表 4 に示す。そして、ICT 基盤モデルを TPACK フレームワークおよび RAT モデルと統合することにより、大学教育における DX に関するフレームワークが完成する。その全体図を図 8 に示す。教員知識と ICT 基盤の間に記載した“X”は、教員の TPACK が ICT 基盤の能力を引き出す (eXtract) ことを意味している。また評価に記載したイメージは RAT モデルを考案した Hughes の Web サイト [12] が出典である。

4. DX に向けて

コロナの沈静化次第で状況は異なるかもしれないが、2021 年度からは Before コロナの状態に戻ることなく、ニューノーマルを目指した DX の推進が期待される。そこで、前章で提案した DX フレームワークを使って After コロナで DX に取り組む際のシナリオを提案し、展望とする。方針は次のとおりである。

- RAT モデルの Replacement から Transformation に一足飛びに向かう。
- DX の主体は教員であり、それを ICT 基盤が支援する。

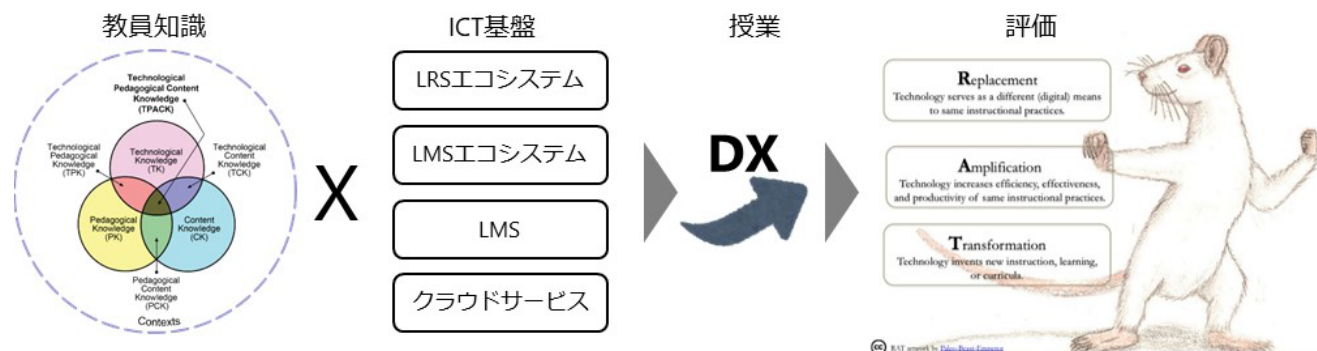


図 8 大学教育 DX フレームワーク [9], [12]

Fig. 8 DX framework for university education [9], [12].

- 教員においては、With コロナで得られたテクノロジー知識やオンライン授業のために開発した教材や授業方法を生かす。

(1) コロナ下で得たテクノロジー知識を生かすシナリオ

NII シンポジウムにおける広島大学からの報告 [28] では、LMS に蓄積された教員のアクセスログは、2019 年度を 1 とすると 2020 年度は 13.1 となっている。TPACK フレームワークでは、教員のテクノロジー知識の向上が ICT を活用した授業改善に通じることが示されている。ここで教員のテクノロジー知識の増加がアクセス数に比例すると想定すると、With コロナ時に LMS 等の ICT を利用せざるをえなかった教員においては、テクノロジー知識が向上していると考えられる。目指すべき姿は、それぞれの教員が獲得したテクノロジー知識で ICT あるいは LMS を使いこなし、授業を変革している状況である。今日の LMS は多くの機能を有し、それを授業の随所で利用することにより、学生のモチベーションを飛躍的に向上させることができる。

たとえば、2020 年度春学期のオンライン授業で明らかになったことが NII シンポジウム等で報告されている。

- 15 分を単位として授業を組み立てるとよい。
- 学生はチャットを使うと質問がしやすい。
- フォーラムを使うと授業外の時間でもディスカッションができる。

LMS を活用して、これらの授業方法を教室あるいは教室外において適用することで、これまでの知識伝達型の一方向授業を、変化に富んだ授業や学生参加型のアクティブラーニング形式に変革することができる。

このシナリオにおける ICT 基盤は LMS 以上が望ましい。また、このシナリオを採用する大学においては、ICT 基盤で提供される機能を教員にガイドすることが望ましい。それによりテクノロジー知識がさらに増し、結果として DX の実現に近づく。

(2) コロナ下で実施した教育方法の知識を生かすシナリオ

TPACK フレームワークでは教育方法の知識の向上も、ICT を活用した授業改善に寄与することが示されている。そこで、With コロナ下のオンライン授業で ARCS モデル

やメリルの ID 第一原理といった教育理論を適用した教員、あるいは教育理論を意識しないでそれらに準じた方法を使って授業改善を試みた教員には、それを After コロナの教室での対面授業に取り入れることが期待できる。

また、With コロナにおけるオンライン授業をオンデマンド形式で行った場合、あるいはライブ形式でもレコーディングしていた場合には、反転学習の可能性が出てくる。反転授業は録画した授業を学生が予習として視聴し、教室における授業ではグループディスカッションや実習を行う形式であり、MOOC を利用して反転学習を行った米国サンノゼ州立大学の事例 [29] が有名である。これまでの反転授業は教員がコンテンツを制作することが難しく、オンデマンドコンテンツを MOOC 等に頼っていたが、今回のオンデマンド授業で制作した教員自身のコンテンツが利用できる。この反転学習は、教員が新たな役割を担い、新たな学生の思考プロセスを生み出すことから、明らかに DX が実現される。

このシナリオにおける ICT 基盤はビデオ配信システム等を有する LMS エコシステム以上が望ましい。

(3) ICT 基盤を強化するシナリオ

これまでの事例は TPACK フレームワークにおけるテクノロジーもしくは教育方法を動員することによって授業変革に向かうシナリオであったが、ICT 基盤の強化によって DX に向かう事例を次に述べる。

Learning Analytics による学習者の行動履歴は、授業を変革しようとする教員がその効果を確認するための重要な情報源となる。たとえば、反転学習を試そうとする教員は学生個々のビデオ視聴の状況を知りたい、また単位の実質化を目指す教員は学生の予習・復習時間を定性的なアンケートではなく学習ログから取得したい、といった要望があると考えられる。そのため、こうした情報が ICT 基盤から提供されれば、教員のモチベーションが高まり、コロナで強化された TPACK と相まって、授業変革が行われることが期待できる。

また、反転授業では教室外の学習が授業に取り入れられることから、予習 1 時間、授業 1 時間、復習 1 時間を 15

回繰り返すことで1単位という文部科学省の単位制度に近づくとともに、学習時間の増大はキャロルの時間モデルから導かれる学習量の増大につながる。このように Learning Analytics による学習時間の把握は、前例のない全学的な教育変革を実現する可能性を持つ。

このシナリオにおける ICT 基盤は LRS エコシステムが望ましい。ただし、LRS エコシステムはまだ一般化していないので、第1歩としては現状を把握するためのデータ分析から着手することから始められないだろうか。たとえば Moodle を利用している場合、logstore_standard_log テーブルにログが記録され、ユーザ、時間、コース、利用した機能、アクセス元の IP アドレス等を知ることができる。また、プラグインとして Caliper による詳細な学習データが収集できる [30]。Moodle を例にとったが、それ以外の LMS でも同様のデータを収集できるであろう。

5. おわりに

コロナにより DX が一気に進もうとしている。これは大学でも例外ではない。そこで本稿では大学教育において DX を推進するためのフレームワークを提案した。大学教育における DX は教員が ICT 基盤を活用して授業を変革することが基本であり、教員を TPACK フレームワークでモデル化し、ICT 基盤については LMS の誕生から今日に至るまでの進化を包括的にとらえて4段階のモデルを提案した。また、DX を客観的に評価するために RAT モデルを提案した。さらに、With コロナでオンライン授業を行った教員が知見として蓄えたテクノロジーと教育方法の知識を有効に使って、新たな展開を行うシナリオを展望として示した。

これから大学教育における DX を推進していく場合には、ハイブリッド授業の具体化、DX を実現するための ICT 基盤の整備、持続的な DX への取り組み等の課題があるが、それぞれの大学にてそれらを解決し、DX を実現してほしい。その際に本稿が参考になれば幸いである。

謝辞 本研究は、法政大学情報メディア教育研究センターのご協力で成り立っており、ここに深く感謝します。また、本研究の一部は JSPS 科研費 18K11581 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 国立情報学研究所：4月からの大学等遠隔授業に関する取組状況共有サイバーシンポジウム，入手先 (<https://www.nii.ac.jp/event/other/decs/>) (参照 2020-11-06)。
- [2] 大学・高専の遠隔授業・DX 化の推進施策に関する最新状況について，入手先 (<https://www.nii.ac.jp/event/upload/20200731-03.Hattori.pdf>) (参照 2020-09-16)。
- [3] 大学 ICT 推進協議会 ICT 利活用調査部会：高等教育機関における ICT の利活用に関する調査研究調査報告書 (第2版)，入手先 (https://axies.jp/_media/2020/03/2019_axies_ict_survey_v2.1.pdf) (参照 2020-09-16)。

- [4] Puentedura, R.R.: Building Transformation: An Introduction to the SAMR Model, available from (http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/08/22/BuildingTransformation_AnIntroductionToSAMR.pdf) (accessed 2020-09-16)。
- [5] 内閣府：統合イノベーション戦略 2020，入手先 (https://www8.cao.go.jp/cstp/togo2020_honbun.pdf) (参照 2020-09-16)。
- [6] Hamilton, E.R. et al.: The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model: A Critical Review and Suggestions for its Use, *TechTrends*, Vol.60, pp.433-441, DOI: 10.1007/s11528-016-0091-y (2016)。
- [7] 総務省：令和元年版情報通信白書，入手先 (<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/html/nd121500.html>) (参照 2020-09-16)。
- [8] 独立行政法人情報処理推進機構：DX 推進指標自己診断結果分析レポート，入手先 (<https://www.ipa.go.jp/files/000082544.pdf>) (参照 2020-09-16)。
- [9] What is TPACK?, available from (<http://tpack.org/>) (accessed 2020-09-16)。
- [10] 小柳和喜雄：教員養成及び現職研修における「技術と関わる教育的内容知識 (TPACK)」の育成プログラムに関する予備的研究，教育メディア研究，Vol.23, No.1, pp.15-31, DOI: 10.24458/jaems.23.1.15 (2016)。
- [11] 若松大輔：テクノロジーを用いた授業づくりの力量に関する一考察—PCK から TPACK への展開に着目して，教育方法の探究，Vol.23, pp.21-28, DOI: 10.14989/250862 (2020)。
- [12] R.A.T. Model, available from (<https://techedges.org/r-a-t-model/>) (accessed 2020-09-16)。
- [13] Hughes, J. et al.: Assessing Technology Integration: The RAT – Replacement, Amplification, and Transformation – Framework, *Proc. SITE 2006–Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, pp.1616-1620 (2006), available from (<https://www.learntechlib.org/primary/p/22293/>)。
- [14] State of Higher Ed LMS Market for US and Canada: Mid-Year 2020 Edition - PhilOnEdTech, available from (<https://philonedtech.com/state-of-higher-ed-lms-market-for-us-and-canada-mid-year-2020-edition/>) (accessed 2020-09-16)。
- [15] World Wide Web - Course Tool: An Environment for Building WWW-Based Courses, available from (<http://www.ra.ethz.ch/CDstore/www5/www156/overview.htm>) (accessed 2020-09-16)。
- [16] CourseInfo, available from (<https://www.gilfuseducationgroup.com/courseinfo/>) (accessed 2020-09-16)。
- [17] Improving the effectiveness of tools for Internet based education, available from (<http://clt.curtin.edu.au/events/conferences/tlf/tlf2000/dougiamas.html>) (accessed 2020-09-16)。
- [18] Sakai Overview, available from (https://confluence.sakaiproject.org/download/attachments/44793896/sakai_overview_v02.pdf) (accessed 2020-09-16)。
- [19] The Story of Instructure, available from (<http://brianwhitmer.blogspot.com/2010/05/story-of-instructure.html>) (accessed 2020-09-16)。
- [20] State of the Anglosphere's Higher Education LMS Market: 2013 Edition, available from (<http://mfeldstein.wpengine.com/state-anglospheres-higher-education-lms-market-2013-edition/>) (accessed 2020-09-16)。
- [21] What is a Learning Platform?, available from (<https://eliterate.us/what-is-a-learning-platform/>) (accessed 2020-09-16)。

- [22] Blackboard Learn LMS Moving to All-SaaS Model by End of 2023 - PhilOnEdTech, available from <https://philonedtech.com/blackboard-learn-lms-moving-to-all-saas-model-by-end-of-2023/> (accessed 2020-09-16).
- [23] LTI v1.3 Reference Implementation Test Tool, available from <https://lti-ri.msglobal.org/> (accessed 2020-10-23).
- [24] IMS Interoperability Standards, available from <https://www.msglobal.org/specifications.html> (accessed 2020-09-16).
- [25] cmi5: An overview of the Process Flow, available from <https://risc-inc.com/cmi5-overview-process-flow/> (accessed 2020-09-16).
- [26] Smith, B. et al.: Total Learning Architecture: Moving into the Future, *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC)* (2018), available from <https://adlnet.gov/assets/uploads/Paper%20IITSEC%202018%20Smith%2C%20Gallagher%2C%20Schatz%2C%20Vogel-Walcutt.pdf> (accessed 2020-09-16).
- [27] 古川雅子, 山地一禎, 緒方広明, 木實新一, 財部恵子: 学びの羅針盤—ラーニングアナリティクス, 丸善出版, pp.111-124 (2020).
- [28] オンライン授業期の学習活動状況を, LMS のログから概観する, 入手先 <https://www.nii.ac.jp/event/upload/20200904-10.Sumiya.pdf> (参照 2020-09-16).
- [29] Ghadiri, K. ほか: ムーク (MOOC) と反転授業がもたらす学びの変革—米国サンノゼ州立大学の挑戦, *JUCE Journal*, No.3, pp.2-15 (2013), 入手先 <http://www.juce.jp/LINK/journal/1401/pdf/02.01.pdf> (参照 2020-09-16).
- [30] 中野裕司: 全学的学習支援システムの連携とそれに基づく安否確認システムの開発, 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE), Vol.5, No.2, pp.12-19 (2019).



常盤 祐司 (正会員)

1978 年慶應義塾大学工学部修士課程修了。IHI, 日本アイ・ビー・エム株式会社, 法政大学を経て, 2020 年 4 月より, 同大学情報メディア教育研究センター客員所員。EdTech の研究・開発に従事。また Fun@Learn を起業

し, オンライン個別プログラミング教育や EdTech コンサルティングを行っている。