

# 立正大学における2019年度教育研究リプレイスについて —教育系ネットブートシステムを中心に—

菅野 智文<sup>1)</sup>, 中尾 圭子<sup>1)</sup>, 澤村 義紀<sup>1)</sup>, 小林 剛史<sup>1)</sup>,  
藤村 綾<sup>1)</sup>, 青木 和昭<sup>2)</sup>, 小林 幹<sup>1)</sup>,  
田中 佑樹<sup>3)</sup>, 姉崎 修一<sup>3)</sup>, 木村 忍<sup>3)</sup>, 片平 智志<sup>3)</sup>,  
乃万 智洋<sup>3)</sup>, 荒井 貴翔<sup>4)</sup>, 山口 夏波<sup>4)</sup>

1) 立正大学 情報環境基盤センター

2) 立正大学 地球環境科学部

3) 富士通 文教・地域ソリューション事業本部 基盤システム事業部

4) 富士通 東日本ビジネス本部 文教統括ビジネス部 第一ビジネス部

kinfo-ml@ris.ac.jp

## 2019 Renewal of Education and Research Systems at Rissho University — Focusing on Educational NetBoot Computer Systems —

Toshifumi Sugano<sup>1)</sup>, Keiko Nakao<sup>1)</sup>, Yoshinori Sawamura<sup>1)</sup>, Takeshi Kobayashi<sup>1)</sup>,  
Aya Fujimura<sup>1)</sup>, Kazuaki Aoki<sup>2)</sup>, Miki Kobayashi<sup>1)</sup>,  
Yuki Tanaka<sup>3)</sup>, Shuichi Anezaki<sup>3)</sup>, Shinobu Kimura<sup>3)</sup>, Satoshi Katahira<sup>3)</sup>,  
Tomohiro Noma<sup>3)</sup>, Kisho Arai<sup>4)</sup>, Kanami Yamaguchi<sup>4)</sup>

1) Center for Information and Media, Rissho Univ.

2) Faculty of Geo-environmental Science, Rissho Univ.

3) Infrastructure Systems Div, Education & Area solutions Unit, Fujitsu Limited

4) Business Dept.1, Educational Systems Business Division, East Japan Business Unit, Fujitsu Limited

### 概要

2019年度、本学では大規模な教育研究リプレイスを実施し、途中経過については本協議会2019年度年次大会において報告した。本論はその全容について報告するものである。とくに日本で初めての導入となった、株式会社シー・オー・コンヴの教育系ネットブートシステム「CO-Colors ほたて」に焦点を当て、導入する際に苦慮した点や残された課題などを中心に述べてみた。また、コロナ禍で授業の多くがオンラインでの実施となり、「CO-Colors ほたて」を利用予定だった授業がどのような工夫で乗り切ったのか、地球環境科学部の事例を紹介する。また、オープン端末の利用例についても併せて報告する。

### 1 はじめに

2019年度、本学では大規模な教育研究リプレイスを実施し、この4月から運用フェーズに入る予定であった。しかし、新型コロナウイルス感染症拡大と国による緊急事態宣言を受け、本学では1期授業開始日を5月13日(水)からとし、授業方法も対面からオンラインへ変更することとなった。

その結果、大規模なリプレイスを実施したにも関わらず、9月1日現在、授業でのフル活用ができない状況が続いていることは大変残念なことである。

ところで本リプレイスについては、本協議会2019年度年次大会でも途中経過を報告したが、本論ではその全容について報告する。とくに日本で初めての導入となった、株式会社シー・オー・コ

ンズの教育系ネットブートシステム「CO-Cobrs ほたて」(以下、ほたて)については、導入するにあたって苦慮した点や導入後の気付き、そして将来展望に至る内容を紙幅の許す限り述べてみたい。また、今年度「ほたて」を利用して授業を行う予定だった教員は、どのようにオンライン授業で対応したのか。更に授業以外のオープンエリアでの利用についても、事例として報告する。

## 2 デジタル化社会に対応した基盤づくりに必要なこと

国連が掲げる持続可能な社会のための開発目標である「SDGs」や「2025年の壁」を克服した上でのDX(デジタルトランスフォーメーション)の実現、そして国が提唱する2040年からの新たな社会の姿である「Society5.0」など、デジタル化社会に対応した基盤づくりが求められている。

しかし、現状は厳しい。本学の一部AV教室のスイッチャーやプロジェクターは学内ネットワークと未接続なためログ取得や遠隔操作が行えなかったり、一部の既存システムは根本的な見直しが行われず20年以上も使い続けていたりするケースが存在している。とくに情報環境基盤センターが関わらなかった、各部署が導入したシステム群では、導入時からの姿を留めているケースが散見され、レガシーシステムになる可能性も否定できない。

そこでキーとなるのが、「ヒト」・「モノ」・「カネ」である。各ポジションに専門性の高い人材を配置することは重要だが、それ以上に現在のトレンドを察知し課題解決の能力と将来展望を青写真として描ける人材が、プロジェクトを遂行する上で必要となる。そして導入ベンダーとともにモノづくりを行う「視点」が伴うことにより、限られた予算だとしても最善の対応策を導き出すことが可能となる。

2019年度に実施した教育研究リプレイスでも、「デジタル化」と「既存システムの刷新」を導入ポリシーに掲げ、とくにWi-FiとAV教室や端末室、そして教育系ネットブートシステムの入れ替えに力を注いだ。Wi-Fiでは一部APをIAPへ変更し、AV教室や端末室ではログを取得することのできるスイッチャーやHDMIの口を設ける「小さなデジタル化」を実施し、そして教育系ネットブートシステムでは配信型からオンプレミス型へ変更し

操作性の向上に努めた。少しずつではあるが、デジタル化に向けて動き出しているのは事実である。

## 3 2019年度教育研究リプレイスの概要

次に、この章では2019年度に実施した教育研究リプレイスについて分野ごとに説明していく。分野は、複合機・Wi-Fi・AV教室・端末室・プレゼンテーションラボ・教育系ネットブートシステムの6分野である。

### 3.1 複合機

本学では統合認証基盤を利用したプリントシステムを運用している。学生や教職員は、学生証や教職員証であるTN2カードを介して複合機を利用することが可能で、教育研究系端末から送信した印刷ジョブは、キャンパスを問わず学内のどこからでも印刷することができ、「どこでもプリント」の名称で学生、教職員からの評判も良い。さらに学内プリントシステムを統合したことで学生、教員、職員などの印刷状況が簡単に見える化できしており、2019年度の本プロジェクトでは、学生の利用状況から複合機利用のニーズの高い場所を絞り込み、2020年2月に熊谷キャンパス図書館へ1台増設した(表1)。現在はコロナ渦で学内への入校が制限されていることから設置後の効果は発揮できていないが、今後もDX時代として利用状況に沿った適切な機器配置を実施していく。

表1 立正大学における複合機(教育研究系)の台数

	リプレイス前の台数	リプレイスで導入した台数	合計
品川キャンパス	22	0	22
熊谷キャンパス	11	1	12

### 3.2 Wi-Fi

モバイル端末の急速な普及に伴い、端末を利用した双方向授業の導入や学生指導の機会が増え、本学でもWi-Fi環境の整備は急務となっている。本学では2014年度のWi-Fiスポット導入を皮切りに「コストをかけず、学生が集まる場所を優先に、様々な授業スタイルに対応するため教室は重点的に設置」をポリシーに掲げ、毎年Wi-Fi環境の拡充整備を進めている。2019年度の本プロジェクトではコスト面を重視し、物理サーバータイプからクラウドサーバータイプへの移行を一部実施した。それに伴い、APも一部エリアではIAP(コントローラ内蔵型AP)へと変更され、当初の予定よりも大幅な予算削減を実現した。さらに、更改した機器は破棄せずまだ稼働しているAPの保守部品としてストックすることでEOLを迎えている機器も利用可能となっている。現在は物理サーバーと

クラウドサーバーを平行運用し、APとIAPが混在している状況であるが（表2）、今後もIoT時代に向けて順次新規スポットの設置とIAPへの更改を実施していく。

表2 立正大学におけるAP・IAPの台数（教育研究系）

	リプレイス前の台数		リプレイスで導入した台		小計		総計
	AP	IAP	AP	IAP	AP	IAP	
品川キャンパス	42	0	0	7	42	7	49
熊谷キャンパス	18	0	▲7	11	11	11	22

### 3.3 AV教室

AV教室では「デジタル化」をポリシーにリプレイスを行った。対象教室は、品川キャンパス11教室、熊谷キャンパス20教室、合計31教室であった。品川キャンパスでは大教室を中心にAV機器のフルリプレイスを行い、熊谷キャンパスではHDMI接続口とブルーレイプレーヤーを設置する「小さなデジタル化」の対応を行った（図1・2）。DXで重要なのは情報収集である。完全にデジタル化が終了するまでは、アナログ機器と併用することになる。それまでは「小さなデジタル化」のような対応を通じて、DXの基盤づくりを行っていく。

図1 「小さなデジタル化」のHDMI切替器



図2 「小さなデジタル化」のHDMIケーブル



### 3.4 端末室

端末室は学生用PC管理機能や中間モニターを備えた教室で、パソコンを利用する授業を中心に利用されている。リプレイス対象教室は、品川キャンパス8教室、熊谷キャンパス3教室、合計11教室であった。端末室では老朽化したAV機器の入れ替えを筆頭に、教員用ノートパソコンをデジタル対応に刷新し、学生用中間モニターをスクエアからワイドへ変更した。今回のリプレイスでは、学生用パソコンの入れ替えは行わなかったため映像出力はスクエアのままだが、教員用ノートパソ

コンから出力される映像出力をワイドではなくスクエアにすることにより、「見え方」の差異を無くし教育効果に影響がないよう配慮した。また、デジタル化という観点から、スイッチャーを情報収集可能なKOWA製に入れ替えた。このスイッチャーを通じて、プロジェクターランプの使用時間などのログを取得していく。

### 3.5 プレゼンテーションラボ（プレラボ）

品川キャンパスのプレラボでは、AMXのプログラム改修を行い、老朽化したAV機器の入替を行った。熊谷キャンパスのプレラボ更改は今年2020年度に実施する予定であり、老朽化機器更改だけでなく新たなニーズも吸収する形で作業を進めている。本件については本協議会2021年度年次大会にて報告する予定である。

### 3.6 教育系ネットブートシステム

ネットブートシステムについては、富士通株式会社提案製品から「ほたて」へとリプレイスを行った。詳細については次章で説明する。

## 4 新しい教育系ネットブートシステム「CO-Colors ほたて」の評価と課題

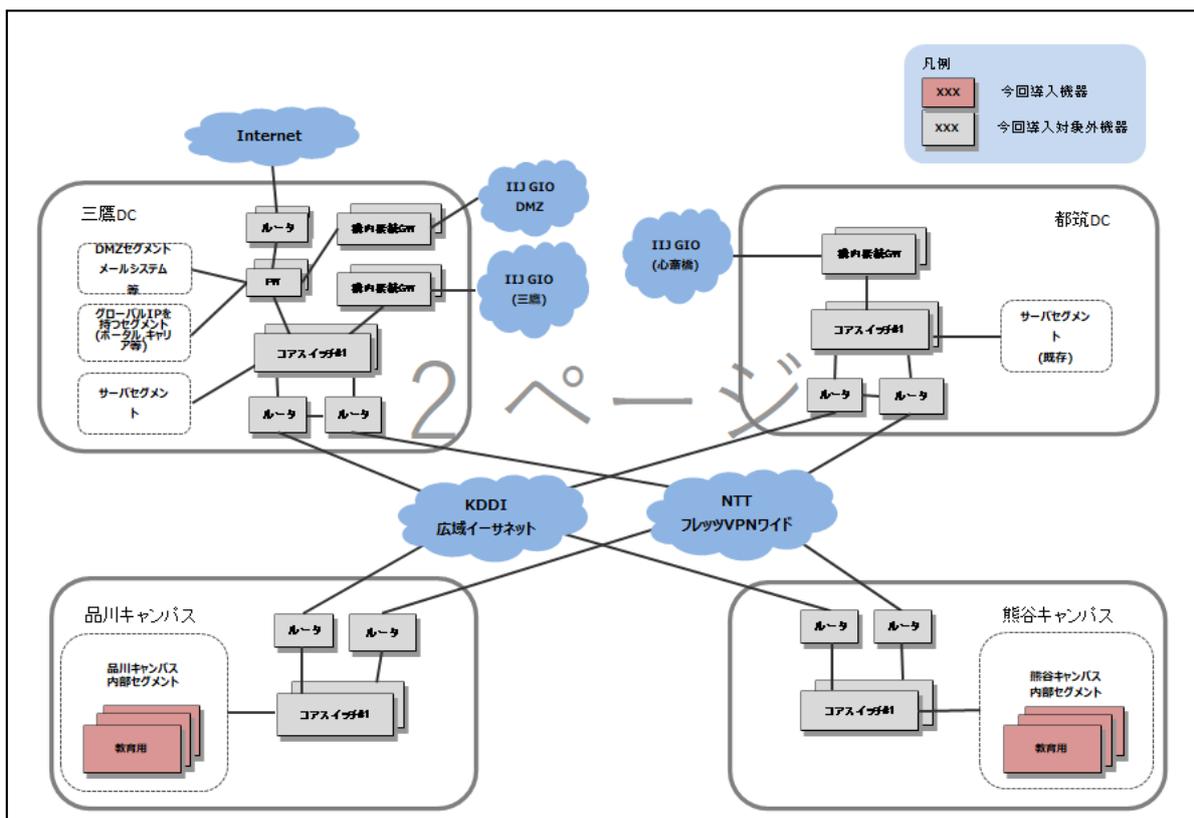
この章では、「ほたて」の導入作業の状況や導入後の評価と課題について述べてみる。

### 4.1 教育系ネットブートシステムリプレイス概要

「ほたて」を含むネットワーク構成図は、図3の通りである。品川・熊谷の各キャンパスのサーバー室にネットブートサーバーを3台ずつ配置する構成とした。本学ではデータセンターおよびクラウドサービスを極力利用するようにしているが、起動速度を第一に考え、今回はオンプレミスで環境を構築した。また、3台中いずれか1台が稼働している限り、サービスを提供できるように冗長性も考慮した。

しかし、日本で初めての導入ということもあり、導入作業は困難を極めた。つまり、当時「ほたて」は世の中に出荷される前の製品であり、導入作業と並行してメーカーの必要機能の開発が行われていた。そのため、開発スケジュールに遅延が発生し、一部機能については導入が遅れてしまった。

図 3 ネットワーク構成図



富士通株式会社作成

また、導入直後にはモジュールの不具合もたびたび発生した。その結果、トラブルシューティングと改修により、当初想定していなかった作業が発生することとなり、端末展開スケジュールの調整には非常に苦慮したことも併せて報告する。

このような状況ではあったが、株式会社シー・オー・コンヴによる製品開発、導入ベンダーである富士通株式会社による環境構築と導入作業、そして本学による導入後検証を三位一体となって行なったことが功を奏し、不具合をすべて解消した上で 2019 年度中にリプレースを完了することができた。

#### 4.2 リプレース後の検証結果

この節では、2020 年 9 月 14 日に実施した「はたて」の検証結果について報告する。検証対象は、授業で使用する「端末室」と学生が自由に利用できる「オープン端末」の PC である。なお、今回のリプレースでは端末本体の入替は行わなかった。利用開始 6 年目の端末となる。ところで検証内容だが、PC1 台の単独起動および 30 台の同時起動において、電源 ON から認証画面が表示されるまで

の起動時間と認証してからデスクトップ画面が表示されるまでの時間を計測した。結果であるが、「端末室」は表 3 に、「オープン端末」は表 4 に取りまとめた。端末室での電源 ON 時間は 31~42 秒・ログオン時間は 16~39 秒であった。オープン端末も電源 ON 時間は 33~44 秒・ログオン時間は 16~42 秒と、端末室とほぼ同様の結果となった。

表 3 2020年度 熊谷キャンパス 端末室PCの起動時間

ネットブックシステム		CO-Colors ほたて	
対象端末		A103教室 学生端末	
方法		30台同時起動	1台単独起動
電源ON時間	1回目	31~42秒	31秒
	2回目	34~39秒	32秒
ログオン時間	1回目	16~39秒	14秒
	2回目	15~38秒	16秒

2020年9月14日測定

- ・電源ON時間: PCの電源ボタン押下~ログオン画面表示まで
- ・ログオン時間: ログオン開始~デスクトップ画面表示まで
- ・30台同時起動の場合、最速起動したPC~最遅起動したPCの時間で表示
- ・一斉起動等の操作はCHleru社製CaLaboから実施

表 4 2020年度 熊谷キャンパス オープン端末の起動時間

ネットブックシステム		CO-Colors ほたて	
対象端末		オープン端末 学生端末	
方法		30台同時起動	1台単独起動
電源ON時間	1回目	33~44秒	36秒
	2回目	33~42秒	36秒
ログオン時間	1回目	16~40秒	15秒
	2回目	16~42秒	15秒

2020年9月14日測定

- ・電源ON時間: PCの電源ボタン押下~ログオン画面表示まで
- ・ログオン時間: ログオン開始~デスクトップ画面表示まで
- ・30台同時起動の場合、最速起動したPC~最遅起動したPCの時間で表示
- ・一斉起動等の操作はCHleru社製CaLaboから実施

### 4.3 検証結果を踏まえての評価

表5（端末室）と表6（オープン端末）は、2019年9月19日に測定した旧製品の結果である。詳細を説明するまでもなく、「ほたて」と比較し、電源ON時間・ログオン時間ともに大幅な速度向上が確認できる。

**表5 2019年度 熊谷キャンパス端末室PCの起動時間**

ネットブートシステム		旧製品	
対象端末		A103教室 学生端末	
方法		30台同時起動	1台単独起動
電源ON時間	1回目	75～110秒	73秒
	2回目	87～113秒	76秒
ログオン時間	1回目	30～50秒	23秒
	2回目	41～123秒	25秒

2019年9月19日測定  
 ・電源ON時間：PCの電源ボタン押下～ログオン画面表示まで  
 ・ログオン時間：ログオン開始～デスクトップ画面表示まで  
 ・30台同時起動の場合、最速起動したPC～最遅起動したPCの時間で表示  
 ・一斉起動等の操作はCHieru社製CaLaboから実施

**表6 2019年度 熊谷キャンパスオープン端末の起動時間**

ネットブートシステム		旧製品	
対象端末		オープン端末 学生端末	
方法		30台同時起動	1台単独起動
電源ON時間	1回目	96～120秒	77秒
	2回目	81～118秒	81秒
ログオン時間	1回目	41～47秒	25秒
	2回目	35～36秒	26秒

2019年9月19日測定  
 ・電源ON時間：PCの電源ボタン押下～ログオン画面表示まで  
 ・ログオン時間：ログオン開始～デスクトップ画面表示まで  
 ・30台同時起動の場合、最速起動したPC～最遅起動したPCの時間で表示  
 ・一斉起動等の操作はCHieru社製CaLaboから実施

### 4.4 課題

今後の課題として、ディスクイメージ更新直後の初回一斉起動が遅いことを一例として挙げる事ができる。これは、端末ごとに必要とされる転送量（約200MB）に対し、本学のネットワーク構成が十分でないことが主な原因と考えられる。本件については、開発元の協力を得つつ引き続き確認していく必要がある。

## 5 「CO-Colors ほたて」を利用予定だった授業のコロナ禍における対応

この章では、新しい教育系ネットブートシステムである「CO-Colors ほたて」を利用予定だった授業が、コロナ禍においてどのような対応を行ったのか、地球環境科学部の事例を中心に報告する。

### 5.1 「対面授業」から「オンライン授業」へ

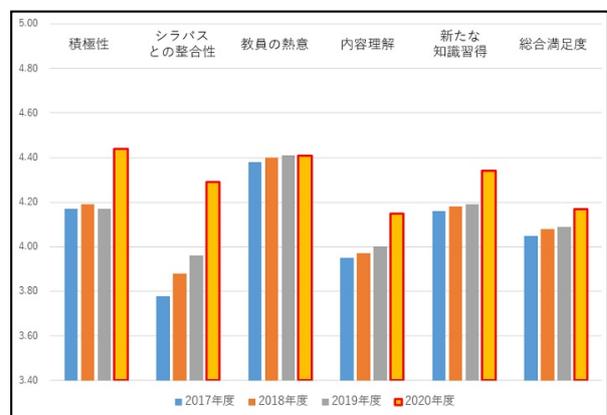
2020年度、本学が想定していた授業のほとんどが「対面授業」から「オンライン授業」へ切り替わった。しかし、10月1日（木）から始まった2期授業では、実験実習やゼミなど少人数の場合に限り対面授業として開講することが認められたが、

その際懸念されたのが学生の「動向把握」であった。とくに東京ドーム8個分の広さを誇る熊谷キャンパスでは、なおさら学生の動向を把握することは困難に思えた。しかし、熊谷情報システム課や熊谷学事課などが中心となり、QRコードとMicrosoft O365の「Forms」や「Access」を利用し、学生の動向を把握しデータを取得する仕組みを構築したことにより、ある程度の懸念は払拭することができたと言える。この取り組みについては、次年度の本協議会年次大会にて報告する予定である。

### 5.2 立正大学におけるオンライン授業について

それではオンライン授業の話に戻る。本学ではオンライン授業として、双方向型・オンデマンド型・資料配付型を準備し、教員が授業方法を自由に選べるように配慮した。また、本学のポータルサイトに「オンライン授業」の機能も追加し、すべての授業の入り口をポータルサイトに一本化した。本学では半期ごとに授業改善を目的とした授業改善アンケートを実施している。全面オンライン授業となった第1期のアンケート結果を分析したところ、「オンデマンド配信型」と「オンデマンド配信型+同時双方向型（複合型）」で、内容理解や知識習得、総合満足度のスコアが大きく上昇したことが判明した（図4）<sup>1</sup>。

図4 2020年度第1期の授業に対する満足度



立正大学学長室総合経営企画課作成

<sup>1</sup> 調査期間：7月27日（月）～8月8日（土）、調査対象科目：1,284科目※受講者数5人未満の科目、演習・ゼミなどは調査対象外、回答率：62.7%（回答数53,384/総数85,177）、調査方法：Webアンケート方式

新型コロナウイルス感染症の影響によりオンライン授業の実施を余儀なくされた訳だが、学生の総合満足度スコアが向上するなど、一定の効果が確認されたことは、今後の授業運営のあり方を考える上で貴重なデータとなったといえる。

### 5.3 「CO-Colors ほたて」を利用予定だった授業のコロナ対応—地球環境科学部の場合—

先述のとおり、本学で実施したオンライン授業の評価は、対面授業よりも高スコアとなった。それでは、「ほたて」を利用予定だった授業は、コロナ禍でどのような授業を行ったのか。以下、地球環境科学部を事例として報告してみたい。

地球環境科学部コンピュータ室では、2019年度に全学に先立ってネットブートシステムを導入した。導入後も運用は順調に行われており、コンピュータ教室では授業や実験実習が行われてきた。しかし、2020年度はオンライン授業が中心となったため、コンピュータ教室が授業で利用されることはほとんど無く、コンピュータ教室に導入されているソフトウェアを利用している授業では様々な問題が生じた。特に、地球環境科学部コンピュータ教室のみで利用可能な、ArcGISなどのアプリケーションが利用できないことが大きな問題となった。以下に、実際に行った対応について述べる。

授業で頻繁に利用される Microsoft Office アプリケーションに関しては、大学で契約している Office365 を利用することで、ブラウザ上での利用も、学生が所持している PC へのインストールも可能であるため、問題なく対応できた。一部、PC が利用できない学生に対しては、タブレットを貸し出すことで解決した。また、TypeQuick など一部のアプリケーションに関しては、メーカーから期限付きでオンライン版の無償利用ライセンスが提供された。ArcGIS に関しては、既存ライセンスにオンラインで利用可能なライセンスが存在していたため、利用者にこれを提供することで授業での利用を可能とした。

一部、対面での実施が必要な授業のみ、補講期間にコンピュータ教室で授業を実施した。学生同士の距離を確保するために利用可能な座席数が減少しているため、2 教室を同時に利用した授業も実施されたが、2 教室で同時進行させるための方法が確立されておらず、教員が行き来して授業を実施していた。授業後に、Zoom と中間モニター配信を利用した方法で同時進行が可能であることが

確認できたため、今後は複数教室での授業も可能となった。

利用する学生からは、「自宅 PC からコンピュータ教室環境を利用したい」との声もあるため、今後は、オンライン授業を前提としたコンピュータシステム構築が必要であると感じた。このようにオンライン授業での課題も見えてきた訳だが、新型コロナウイルス感染症拡大終息後、対面授業が本格的に開始される。その際に「ほたて」の真価が試されることになる。

### 5.4 授業以外での「CO-Colors ほたて」の利用

確かに、授業における「CO-Colors ほたて」の利用という意味で、本格的な運用を行っていないというのは事実である。そして地球環境科学部の事例で確認したように、多くの教員はオンライン授業を実施するために工夫を凝らしている。

しかし、実は学生が授業以外で使用する「オープン端末」では、既に学生は「ほたて」を利用している。4月1日から始まった1期授業は、急遽、オンラインでの実施となったことは周知のとおりである。そのため、ICT 機器の準備に間に合わない学生が多発し、大学としての対応が求められることになった。そこで熊谷キャンパスでは、5月からICT機器を準備することのできなかった学生を対象に、事前予約制で「オープン端末」の利用を許可することにした。品川キャンパスと違い熊谷キャンパスには学生寮があることから、キャンパス内で生活を営む学生への支援策としての性格が強かったといえる。なお、品川キャンパスで同様の取り組みが始まるのは6月からである。

2期授業開始後、「オープン端末」の用途に変化が訪れる。1期授業期間は、「ICT機器の準備が間に合わなかった学生」を吸収する場であったが、2期授業期間からは「対面授業を受講する学生のための待合所・オンライン授業を受講するための場所」としての役割も担うことになった。

ところで、「オープン端末」の本体であるが、既に導入してから6年ほど経過する。ネットブートシステムを「ほたて」にリプレイスしたことにより、起動時間の改善を実現することができた訳だが、学生にとってみたら以前から利用している端末なのにどうして起動が速くなったのか、不思議に感じているはずである。本学としては、フルリプレイスを実施するのではなく、限られた予算内で最善の対応策を講じることを心掛けとし、今後も継続していくつもりである。

## 6 むすび ー 将来展望を踏まえながらー

以上をもって本論は報告を終える訳だが、2019年度教育研究リプレイスについては、おおむね成功裏のうちに完了したと考えている。とくに教育系ネットブートシステムのリプレイスについては、起動時間の検証結果に見られるように、株式会社シー・オー・コンヴと富士通株式会社が協働して作業を進めてくれた結果だと、本学は思っている。その労力に報いるためにも、「ほたて」をはじめとする教育研究リプレイス後の環境で対面授業を再開し、教職員や学生などエンドユーザーの喜ぶ姿を見られる日はやく訪れてくれることを、願わずにはいられない。そして、実際に利用したエンドユーザーから意見を得て、現在判明している課題とともに、順次対応していきたい。

ところで、新型コロナウイルス感染症の拡大により、社会は大きく変化した。人との接触を避けながら、いかに生産性を維持するか、大学や企業など多くの組織で検討が始まった。その中で、いち早く浸透したのが、オンラインによる授業や会議、在宅勤務であった。一部の企業では、在宅勤務を本格導入し、通勤手当ではなくモバイルワーク手当の支給を開始した。本学も追従し、職員向けとして在宅勤務用ノートパソコンの購入を検討している。今後、社会はアフターコロナを経て、SDGsの目標を達成するためにDXを利用し、将来的には新しい社会構造である Society5.0 を迎えるはずだ。引き続き本学では、限られた予算の中で、現行システムがレガシーシステムにならないよう配慮しながら、デジタル化社会に対応できる「情報環境基盤」を整えていく所存である。

## 謝辞

本論を執筆するにあたり、株式会社シー・オー・コンヴの丸山伸氏には、検証作業や数値確認、論文校正などご協力頂きました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] 峰内暁世・澤村義紀・菅野智文、「教室のAV機器最適配置によるICT活用」、『パーソナルコンピュータ利用技術学会全国大会講演論文集』7巻、pp.47-50、2012-11-25.
- [2] デジタルトランスフォーメーションに向けた

研究会、「DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～」、経済産業省、2018-09-07.

- [3] 立正大学 情報基盤センター 情報システム課、2019年度教育研究システム提案依頼書、p.2 p.4、2018年.
- [4] 菅野智文・小林剛史・青木和昭・中尾圭子・藤村綾・澤村義紀・小林幹、「立正大学における教育系ネットブート端末のリプレイスについて」、大学ICT推進協議会、2019  
<https://regaxies.jp/conf2019/ronbun/paper/TH2-5.pdf>
- [5] 菅野智文 澤村義紀・羽鳥敦士・藤村綾・中尾圭子・小林剛史・小林幹、「立正大学におけるAV教室の「小さなデジタル化」から将来展望まで」、大学ICT推進協議会、2019  
<https://regaxies.jp/conf2019/ronbun/paper/FH1-4.pdf>
- [6] "CO-Colors ほたて", 株式会社シー・オー・コンヴ,  
<https://www.co-conv.jp/product/hotate/>