

BYODに向けたWebプリントシステムの設計と構築

石井 良和^{1),2)}, 平野 彰雄^{1),2)}, 植木 徹^{1),2)}, 梶田 将司²⁾

1) 京都大学 企画・情報部

2) 京都大学 情報環境機構

ishii.yoshikazu.3e@kyoto-u.ac.jp

Design and development of Web printing system for the BYOD

Yoshikazu Ishii^{1),2)}, Akio Hirano^{1),2)}, Tohru Ueki^{1),2)}, Shoji Kajita²⁾

1) Planning and Information Management Department, Kyoto Univ.

2) Institute for Information Management and Communication, Kyoto Univ.

概要

京都大学では、教育用システムの更新(2018年3月)を機に、従来の情報教育の演習・実習用PC端末の整備拡充を止め、学生所有PC端末のBYOD(Bring Your Own Device)による教育学修環境の拡充を図る方針で進めている。この方針のもとBYODによる教育学修環境の抜本的な改革に向けたパイロット事業として学生所有PC端末からの印刷要求を実現するWebプリントシステムを構築した。本稿では、構築したシステムの導入経緯、設計、開発方針を明らかにし、取組みの進捗について報告する。

1 はじめに

京都大学(以下、「本学」という。)における情報教育環境は、レンタル調達(2012年3月から2018年2月末)の教育用システムにより、PC端末(1,400台)およびプリンタ(26台)を各学部等のサテライト演習室(22教室)に設置し情報教育に係る授業を支援するとともに、学生の自学自習のために附属図書館、吉田南総合図書館、学術情報メディアセンター(南館、北館)等にOSL(Open Space Laboratory)を整備^[1]している。

次期教育用システム(2018年3月更新)の設計、仕様として、学生所有PC端末のBYOD(Bring Your Own Device)を基本に据えた情報教育環境の整備拡充を検討する方針のもと、2014年度より、教育学修環境の抜本的な改革に向けたパイロット事業を進めており、本Webプリントシステム構築は、2015年度に取組んだ事業の成果である。

本稿では、まず、教育用システムの設計、運用方針およびWebプリントシステム構築、導入の経緯、課題を明らかにし、システムの基本設計、機能設計、開発方針について述べ、運用状況を紹介するとともに、次期教育用システム調達に向けて取組んでいるBYODに向けたネットワーク・プリントへの対応について報告する。

2 システム導入の経緯

2.1 学生のためのプリント・サービス

教育用システムでは、学生の課題提出等の印刷出力の要望に応えるためプリンタ統合管理機構ApeosWare Management Suite(富士ゼロックス株式会社製)(以下、「AWMS」^[2])を導入しており、次の方針で運用している。

- サテライト演習室は直接印刷方式

各サテライト演習室に設置のPC端末からの印刷要求は、演習室のプリンタに直接印刷する。

- OSLはオン・デマンド方式

OSLに設置のPC端末からの印刷要求は、一旦、AWMSにスプールし、OSLに設置のプリンタで、IC学生証により認証、印刷するオン・デマンド方式を採用している。なお、有効期限を1日とし、これを超えると削除する。

- 年間200枚の印刷を保証

学生当たり年間200枚までの印刷を保証し、超えた学生には、USBを介して生協等の有償プリント・サービスを利用させている。

2.2 BYOD環境におけるプリント・サービス

BYODによる教育学修環境の整備において、学生所有PC端末からの課題提出等の印刷要求に応えるために、市場調査等を実施し、実現方策の検

討を進め、次のような先事例を見つけた。

- **ドライバを介する印刷**

オン・デマンド方式のプリンタ名称を公開、学内ネットワークから印刷要求させる事例である。しかし、学生所有 PC 端末へのプリンタドライバの配布、インストール、ドライバを介した印刷方法の周知、指導などのコストを考えると、本学での導入は困難であると判断した。

- **メールを介した印刷**

特定のメールアドレス宛てにメールすることで、印刷する事例も見つけたが、メール本文のテキストしか印刷できないなどの制約があり、本学の要件には合致しないと判断した。

- **コンビニ・プリント機器と CAL 費用負担**

次に、ネットワークを介して印刷要求を行いコンビニ店舗で印刷するプリント・サービスがあるので、これと同様な機能を備えた製品の導入を検討した。しかし、製品の印刷要求サーバが Windows Server に実装されており、製品の購入費用とは別に CAL(Client Access License)の費用負担（約 5,600 万円（登録利用者数×@1,600 円））必要である事実が判明、導入を断念した。

- **LINUX による独自開発を決断**

本学の目的を達成するための現実的な解として LINUX をベースとした独自開発を決めた。

すなわち、学生が Web ブラウザ経由で PDF 形式のファイルをアップロードし、印刷要求できる Web プリントサーバを設計、開発する事で、学生所有 PC 端末からドライバレスで印刷要求を実現するシステムの提供である。

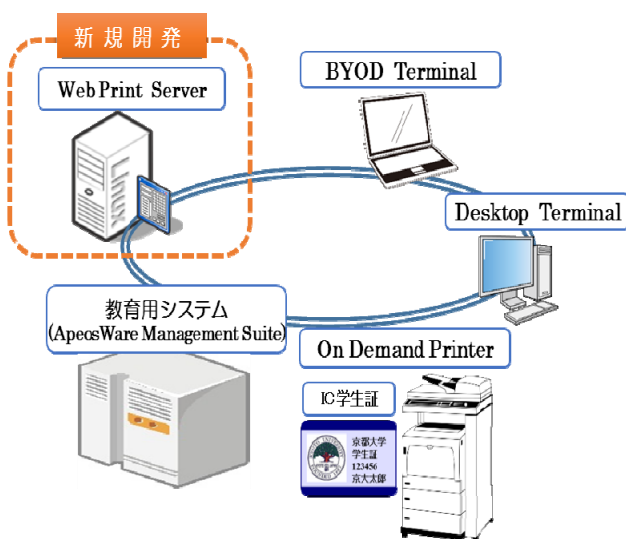


図 1 システムの構成

3 Web プリントシステムの構築

3.1 システム構成および基本方針

図 1 に Web プリントシステムの構成を示す。

新規開発するのは、Web プリントサーバ（以下、「サーバ」という。）であり、他の印刷ジョブのプール、オン・デマンド出力等の機能は、既設の教育用システムで運用している AWMS を利用する方針とした。

3.2 Web プリントサーバの機能要件と処理フロー

図 2 に、開発したサーバの機能要件および処理フローと使用するプロトコルを示す。

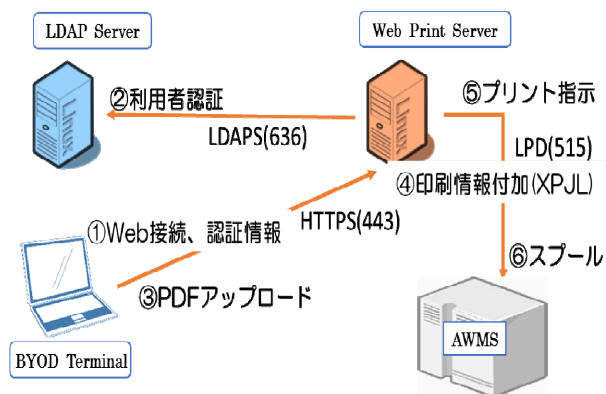


図 2 機能要件と処理フロー

- ① 利用者は、BYOD 端末から Web プリントサーバに接続し、学生アカウント (ECS-ID) および PASSWORD によりログインする。
- ② ECS-ID、PASSWORD 情報をもとに本学の統合認証サーバ (LDAP) により利用者認証をおこなう。
- ③ 利用者は、印刷するファイル名を選択、合わせて印刷属性情報（用紙サイズ、出力形式（固面、両面）、印刷部数など）を指定し、ファイルをアップロードする。
- ④ アップロードされたファイルに、プリントジョブ制御言語 XPJL^[3]を用いて印刷情報を付加する。
- ⑤ lpr コマンドによりプリント要求する。
- ⑥ AWMS は、印刷要求をスプールする。

3.3 Web プリントサーバの機能設計および開発

3.3.1 サーバ要件およびソフトウェア

サーバのハードウェア要件を表 1 に示す。サーバは、教育システムの VMware ESXi で制御される仮想マシンである。

表 1 サーバ要件

サーバ環境	CPU	Xeon 4コア
	メモリ	8GB
	ディスク	400GB
	OS	RedHat Enterprise Linux 6

開発プログラミング言語は、Java であり、実装には HTML5, CSS, JavaScript を使用した。表 2 に、ソフトウェアおよびライブラリを示す。

表 2 ソフトウェアおよびライブラリ [4],[6],[6]

	モジュール	機能
ソフトウェア ライブラリ	Apache HTTP Server	httpサーバ
	Apache Tomcat 8	コンテナ
	Java 8(Oracle JDK)	プログラミング言語
	Spring Boot	テンプレートエンジン、他
	Bootstrap	JavaScript/CSSライブラリ
	jQuery	JavaScriptライブラリ

3.3.2 安全安心を意識した機能設計

本サーバのような機能を実現する Web アプリケーション（以下、「Web アプリ」という。）の機能設計において、検討すべき課題には、次のものが挙げられる。

- 情報セキュリティ対策
- 高信頼性確保
- 耐障害性強化

これらを図示した機能設計における主な要点を紹介する。

(1) ファイルの形式、サイズのチェック

アップロードファイルのサイズ制限およびファイル形式のチェックは、JavaScript によりクライアントサイドで完結する実装とした。これは制限を超える大きなファイルおよび扱わない PDF 形式以外のファイルをサーバサイドでチェックする実装では、不要なアップロードのための処理コストの増大、さらに、ディスク容量の枯渇といった障害発生リスクへの対処などの無駄な処理を排除、回避するための現実的な解である。

(2) 入力フィールド属性の適正化

利用者指定する用紙サイズ、部数、印刷形式（両面、片面）の選択など、入力フィールド属性の設計においてはテキスト入力を止め Check Box, Radio Box, Select Box に置換えることで、入力データのサニタライズや入力値チェックなどのコーディングをシンプルにし、且つ、情報セキュリティのリスク低減を意図したものである。

(3) 頑張らない機能設計

アップロードされたファイルに拡張印刷情報を付加し、AWMS に渡し、スプールさせる手段としては、開発言語が Java であるので、Socket ライブラリを使って AWMS と LPD プロトコルにより直接通信する実装も考えられるが、異常検知やエラーのリカバリーが必須となり制御が複雑になり、エラー発生リスクも高まる。したがって、複雑な制御を排除し、安全を最優先に考え、Linux のプリントサーバである CUPS(Common Unix Printing System)^[7] を起動、リモートプリンタとして AWMS を定義、Web アプリでは、次のコマンド列を生成し、シェルを介して CPUS に印刷要求を投げる方式とした。

```
lpr -p awms -U user-id tmp-file ; rm -fr tmp-file &
```

このような実装により、1)印刷要求は、ローカルなプリントサーバ CUPS に一旦スプールされるので、AWMS が停止していても印刷要求は受けられスプールされ、AWMS の起動後に CUPS が再送する。また、2)lpr コマンドと rm コマンドの逐次実行（セミコロン(;)) により拡張印刷情報を付加した一時ファイルは、要求の受領後、削除される。さらに、3) コマンド列をバックグラウンド（アンパサンド(&)) に投入することで、Web アプリはシェル起動時間だけの占有で済み、非同期に印刷要求は処理される。

3.3.3 シンプルな画面設計、処理フロー

Web アプリの処理フローを図 3 に示し、設計した画面および遷移を図 4 に示す。

まず、ログイン画面にて ECS-ID、パスワードを入力し、**Login** ボタンが押されると、これらの入力データを元に利用者認証、セッション管理などのログイン処理を行う。ログイン処理が成功すると印刷要求画面に遷移する。

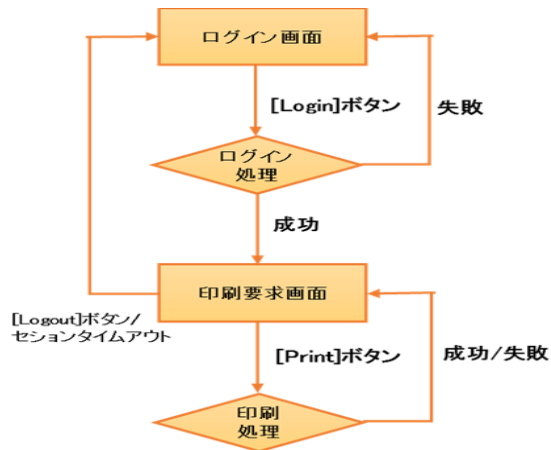


図 3 Web アプリの処理フロー

印刷要求画面にて、アップロードファイルの選択、用紙サイズなどの印刷属性の指定し、**Print** ボタンが押されると、印刷処理を行い、結果を印刷要求画面のメッセージ領域で通知する。

Logout ボタンが押されるとセッションを開放し、ログイン画面に戻る。

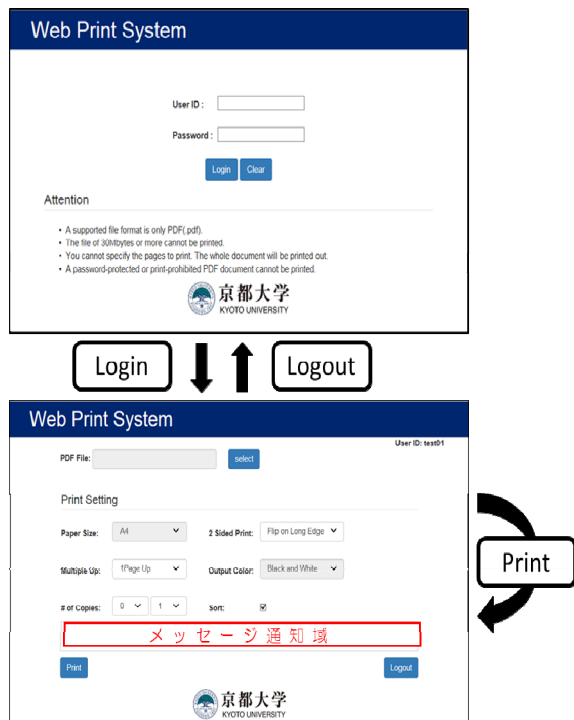


図 4 画面の設計と遷移

3.4 サーバの運用と環境構築

Web プリントサーバの運用環境構築においても 1)特定の IP アドレスからの集中的なアクセスを検知、ブロックするオープンソース Fail2Ban^[8]を導入、ログイン画面へのブルートフォース攻撃対策を施すとともに、2)オープンソースの統合監視ソフトウェア Zabbix^[9]を導入することで、障害検知の自動化を図り、高信頼性および耐障害性の強化を図ったシステム構築に努めた。

4 まとめ

学生所有 PC 端末の BYOD による教育学修環境改革に向けたパイロット事業として開発、構築した Web プリントシステムの導入の経緯、高信頼性、耐障害性確保を重視する設計、開発方針を明らかにし、実装において施した工夫について報告した。

本システムは、2016年5月からサービス開始し、毎月一定数の利用者に活用され、これまでのところ特段の障害などは発生していない。

次期教育用システムでは、プリンタの導入を止め、これに代わるサービスとして生協によるクラウド・プリント・サービスの活用を協議しており、試行サービスも始められている。

【謝辞】

本システムの開発、構築は、富士ゼロックス株式会社 ソリューション・サービス営業本部 西日本ソリューション技術部によるものである。色々のご尽力頂いたことに、深謝します。

【参考文献】

- [1] 教育用システムの PC 端末の配置
<http://www.iimc.kyoto-u.ac.jp/ja/services/ecs/terminal/>
- [2] ApeosWare Management Suite
<http://www.fujixerox.co.jp/product/software/>
- [3] XPJL
<https://www.fujixerox.co.jp/solution/dsp/product/printing/>
- [4] CUPS
<https://www.cups.org/>
- [5] Spring boot
<https://projects.spring.io/spring-boot/>
- [6] Bootstrap
<http://getbootstrap.com/>
- [7] JQuery
<http://jquery.com/>
- [8] Fail2Ban
<http://www.fail2ban.org/>
- [9] zabbix
<http://www.zabbix.com/jp/product.php>