

電力・コスト削減を考慮した印刷環境の更新

Renewal environment of printing aimed at cutting of electricity and cost

宮内 英仁, 辻井 高浩, 佐藤 由章, 藤川 和利

Hidehito Miyauchi, Takahiro Tsujii, Yoshiaki Sato, Kazutoshi Fujikawa

miyauchi@itc.naist.jp, tsujii@itc.naist.jp, yosiaki@itc.naist.jp, fujikawa@itc.naist.jp

奈良先端科学技術大学院大学

総合情報基盤センター

Nara Institute of Science and Technology

Information Initiative Center

概要

奈良先端科学技術大学院大学（以下、本学）の印刷環境は、端末からネットワークを介して印刷するプリンタ（以下、ネットワークプリンタ）と複写およびネットワークプリンタの機能がある複合機（以下、MFP¹）を利用しており、これらの機器を調達・管理・運用する部署も多元化していた。

本学においても未曾有の災害をもたらした2011年3月11日に発生した東日本大震災による電気料金の高騰や世界的に取り組まれている二酸化炭素削減に対して電力削減対策をとる必要が出てきた。また、大学運営予算削減も大学情報環境を運営していく上で問題となっている。そこで、電力・コスト削減を視点に本学の印刷環境の更新を行った。

本稿では本学の印刷環境の更新とその効果について報告する。

キーワード

印刷環境, 経費削減, 電力削減

¹ MFP Multi Function Printer の略称

図 1. EQP-A のシステム構成図

1.はじめに

2011年に起こった東日本大震災をきっかけに電気料金の高騰や電力供給の不安定化が起り、本学においても節電及びコスト削減対策は急務であった。本学は省エネ法に基づく「第一種エネルギー管理指定事業場」に指定されており、同法に基づいて前年度比マイナス1%を求められ、本学構成員はそれを達成すべく節電対策を行うことになった。

総合情報基盤センターと会計課においては、節電対策の一環として、両部署が調達を行っている全学印刷環境の効果的な更新をおこなうことによって、印刷環境を維持する電力の削減、並びに調達にかかる予算の削減を行うこととした。

2.更新前の状況

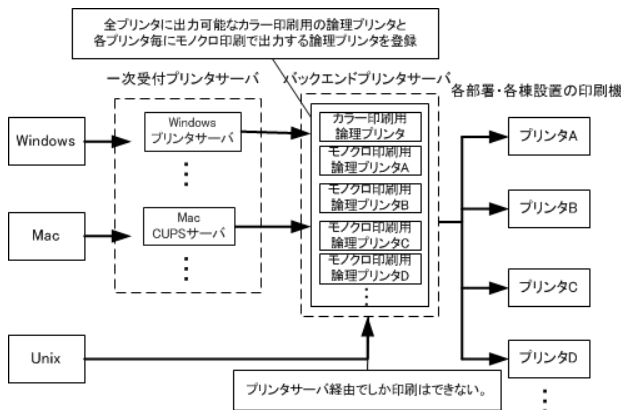
本学には、出力用紙のサイズが B5 ~ A3 の一般的な印刷機器や、出力用紙のサイズが B2 ~ B0 ノビ の大判プリンタ、工事図面作成のための業務用プロッタといった、様々な印刷機器が導入されている。

今回は一般的な印刷機器の更新を行うものであり、それらを以下の3つに分類した。

- a. 総合情報基盤センターが調達・運用してきたネットワークプリンタ（以下、EQP-A）
 - b. 会計課が調達・運用してきた MFP（以下、EQP-B）
 - c. 各研究室・部署が調達・運用してきたネットワークプリンタと MFP（以下、EQP-C）
- (b の MFP は主として複写を目的に使用)

2.1. システム構成

更新前の EQP-A~EQP-C のシステム構成を次に示す。



構成機器	機器名	スペック
一次受付プリンタサーバ (Windowsプリンタサーバ)	SunFire X2270M2	CPU:2.4GHz Quad-Core Intel Xeon E5620 メモリ:12GB 内蔵HDD:1TB SATA 内蔵HDD ×2 ネットワーク:1000base-T ×2
一次受付プリンタサーバ (Mac CUPSサーバ)	Apple iMac	CPU:Intel Core 2 Duo 2.66GHz メモリ:4GB 内蔵HDD:320GB ネットワーク:1000base-T/100base-TX/10base-T
	Apple iMac	CPU:Intel Core i5 2.7GHz メモリ:4GB 内蔵HDD:1TB ネットワーク:1000base-T/100base-T/10base-T
バックエンドプリンタサーバ	Express5800/320Fd-LR	CPU:Intel QuadCore Xeon E5406(2.00GHz) メモリ:2GB(DIMM 1GB×2) 内蔵HDD:146.5GB×2 ネットワーク:1000BASE-T×2
プリンタ	DocuPrint C3360, 3350	

表 1. EQP-A の構成機器

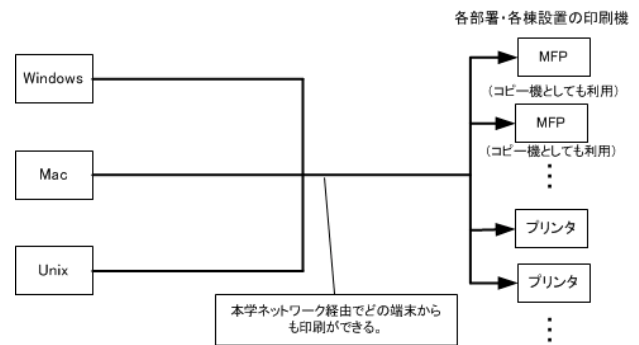


図 2. EQP-B, EQP-C のシステム構成

構成機器	機器名
MFP	MX M363F, MX 2300FGz, MX503F, MX5000FN MXM620, MX6201 N, MX-2301 FN, MX-41 00FN MX-2700FG, MX-31 00FN, MX2600FN
プリンタ	各部署、研究室が独自に調達しており、未確認

表 2. EQP-B, EQP-C の構成機器

図 1 で EQP-A の印刷ジョブの流れを示す。利用者端末とバックエンドプリンタサーバの間に一次受付プリンタサーバを構築し、プリンタメーカー毎に用意するバックエンドプリンタサーバを利用者に意識させないようにし、調達に関してマルチベンダ対応を実現している。ネットワークプリンタにおいてバックエンドプリンタサーバを経由しなければ印刷できないように設定し、ネットワークプリンタへの直接印刷禁止、バックエンドプリンタサーバに登録した論理プリンタによるカラー印刷ジョブの強制モノクロ化設定、カラー印刷の出力時における学生証・職員証 (Felica) による認証及びログによる印刷履歴収集を実現している。カラー印刷用の論理プリンタでは、プリンタ横に設置している IC カードリーダーに学生証・職員証 (Felica) をかざして認証することにより、利用者はどのプリンタからでも出力できる。一方、モノクロ印刷用論理プリンタはそれぞれのプリンタ毎にバックエンドプリンタサーバに登録されており、利用者は印刷ジョブを制限なしで出力できる。

一次受付プリンタサーバの Windows プリンタサーバ

は Windows Server 上で Hyper-V を用いた仮想環境で構築し、CUPS サーバは Apple 社製 iMac を用いて構築している。バックエンドプリンタサーバはホットスタンバイによる冗長化を行っている。

図 2 で EQP-B, EQP-C をネットワークプリンタとして利用する場合の印刷ジョブの流れを示す。利用者は印刷ジョブを直接 EQP-B, EQP-C に送り、出力できる。

EQP-C については、管理対象外のため調査対象外とした。

2.2. 問題点

2.2.1. カラー印刷経費

モノクロ印刷は一面あたり約 1.260 円、カラー印刷は一面あたり約 7.035 円の契約単価であり、カラー印刷の制限は経費削減するために効果的であり、EQP-A に印刷ジョブを強制的にモノクロジョブに変換する論理プリンタを登録し、カラー出力を抑えていた。一方、EQP-B をネットワークプリントとして使う場合はカラー印刷ジョブを強制的にモノクロジョブに変換する仕組みがなく、EQP-B を複写機として利用する場合には、IC カードを共用していたために、結果全ての利用者がカラー印刷をすることができた。

2.2.2. 印刷出力

更新前、EQP-A においてカラー印刷ジョブはバックエンドプリンタサーバにスプールされ、認証を行うことによって出力されており、モノクロ印刷ジョブはバックエンドプリンタサーバにスプールされずに、認証なしでそのまま出力されていた。EQP-B をネットワークプリンタとして利用した場合は、カラー印刷ジョブ・モノクロ印刷ジョブともスプールされずに認証なしでそのまま出力されていた。

2.2.3. 人的コスト

複数システムが存在することによって、以下 2 点において人的コストが増大していた。

・調達

複数部署が別々に調達していたため、同様の事務処理が 2 度発生していた。

・運用管理

EQP-A と EQP-B は別々のシステムの上で稼働し、それぞれの部署で運用・管理を行っていたので、非効率的であった。

2.2.4. 電力・スペース

本学は情報科学研究科、バイオサイエンス研究科、物質創成科学研究科の 3 つの研究科と事務局より構成されている。EQP-A ~ EQP-C が全学に設置されることで、印刷環境が構成されていた。

各研究科の各階には EQP-A と EQP-B が各々一台ずつ計 2 台設置されていた。事務局の各部署においては、部署の利用状況によって EQP-A と EQP-B が合わせて 4 台 ~ 6 台設置されていた。こうした冗長な機器の配置によって、電気使用量の増大及びスペースの枯渇が生じていた。

2.2.5. ログ管理

EQP-A でカラープリントを行う際には、学生証・職員証 (Felica) により認証を行っており、個人の出力履歴を得られていた。一方、EQP-B で複写サービスを利用するには、部署ごとに配布された IC カード (Felica) を用いて認証を行い、サービスの利用を行ってきたため、個人の出力履歴を得られなかった。このように複数のシステムが存在するため、ログの一元管理を行えていなかった。

3. 更新後の状況

EQP-A, EQP-B を MFP (以下、新 MFP) に集約し統合調達することで、印刷環境を構築する機器の台数を削減、引いては電力削減を実現するために本学の印刷環境を更新することにした。EQP-C については管理外のため、今回の更新の対象外とした。

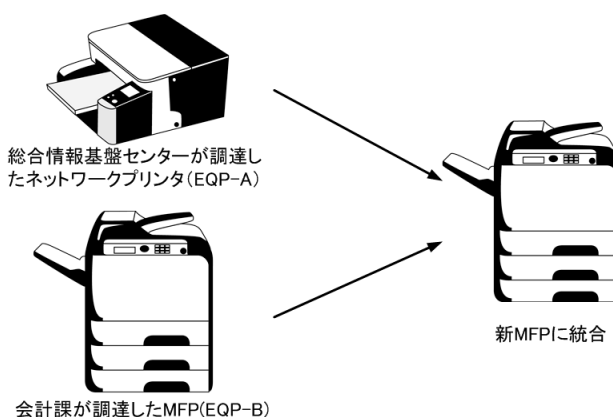


図 3. 印刷環境更新のイメージ図

3.1. システム構成

更新後のシステム構成を図 4 に示す。

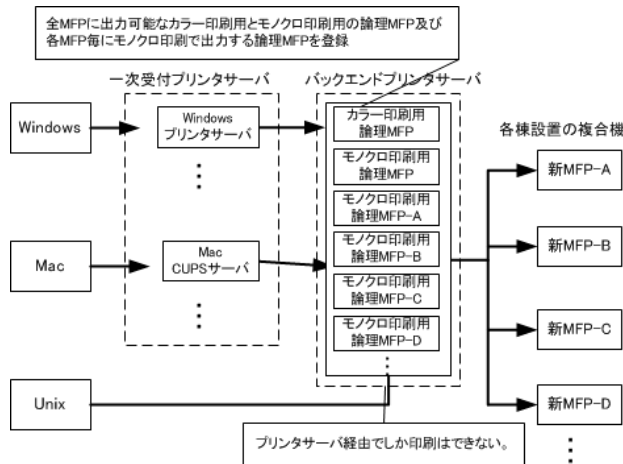


図4. 更新後のシステム構成

構成機器	機器名	スペック
一次受付プリンタサーバ (Windowsプリンタサーバ)	SunFire X2270M2	CPU:2.4GHz Quad-Core Intel Xeon E5620 メモリ:12GB 内蔵HDD:1TB SATA 内蔵HDD × 2 ネットワーク:1000base-T × 2
一次受付プリンタサーバ (Mac CUPSサーバ)	Apple iMac	CPU:Intel Core 2 Duo 2.66GHz メモリ:4GB 内蔵HDD:320GB ネットワーク:1000base-T/100base-TX/10base-T
	Apple iMac	CPU:Intel Core i5 2.7GHz メモリ:4GB 内蔵HDD:1TB ネットワーク:1000base-T/100base-T/10base-T
バックエンドプリンタサーバ	HP ProLiant DL380p	CPU:2.5GHz 6core Intel Xeon E5-2640 × 2 メモリ:16GB 内蔵HDD:300GB 内蔵ディスク×2 ネットワーク:1000base-T × 4
バックアップサーバ	HP ProLiant DL380p	CPU:2.5GHz 6core Intel Xeon E5-2640 メモリ:16GB 内蔵HDD:500GB 内蔵ディスク×2 ネットワーク:1000base-T × 4
MFP	ApeosPort-IV, V	

表3. 更新後のシステム構成機器

図4で更新後のEQP-A、EQP-Bの印刷ジョブの流れを示す。EQP-AとEQP-Bを新MFPに置き換え、ネットワークプリンタと複写の両機能をMFPで統合した。

一次受付プリンタサーバは従来のものを利用し、新規バックエンドプリンタサーバを登録した。バックエンドプリンタサーバは2台構成でStratus Avance²を用いることによって、アクティブ・アクティブの冗長構成を取り、かつバックアップサーバを別途1台カラー印刷ジョブの設置することで可用性の強化を行った。

3.2. 問題点の解決

2.2で述べた問題点について、それぞれ以下のように対応を行った。

3.2.1. カラー印刷の制限

更新前のEQP-Aで行っていた強制モノクロ化設定は、バックエンドプリンタサーバで印刷ジョブに対してヘッダ処理を行うことで実現していた。今回EQP-A、EQP-B

² Stratus Technology社のフォールトトレラントソフトウェア

を統合した新MFP 全台に対する、印刷ジョブがバックエンドプリンタサーバを経由するようにし、カラー印刷ジョブを強制モノクロに変換できる対象機器を拡大した。表4を参照のこと。

更新前		更新後	
機器	強制モノクロ化設定	機器	強制モノクロ化設定
EQP-A	○	新MFP	○
EQP-B	×		

表4. 印刷ジョブの強制モノクロ化設定の対象機器

同時に複写においても、学生証・職員証(Felica)を用い、その属性情報により教職員のみカラー印刷をできるようにした。表5においてその状況を整理している。

	更新前		更新後	
	カラー印刷	モノクロ印刷	カラー印刷	モノクロ印刷
教職員	可	可	可	可
学生	可	可	不可	可

表5. 新MFP複写機能の利用可否

3.2.2. 印刷出力の制御

新MFPの導入時から、全てのカラー印刷ジョブはバックエンドプリンタサーバに一旦スプールされ利用者によるミスプリントのキャンセルが可能となり、学生証・職員証(Felica)による認証が通らないと、印刷ジョブ投入後1日経過によりバックエンドプリンタサーバのスプールより削除される。

特に、事務局ではモノクロ印刷が多いため、モノクロ印刷についてもカラー印刷と同じようにバックエンドプリンタサーバに一旦スプールし、出力に認証を必要とするモノクロ印刷用の論理MFPを登録した。

事務局の一次受付プリンタサーバで登録している論理MFPはカラー印刷用論理MFPと、モノクロ印刷用論理MFPのみである。これにより、表6のような状況を実現した。

	更新前	更新後
カラー印刷	ジョブスプールあり	ジョブスプールあり
モノクロ印刷	ジョブスプールなし	ジョブスプールあり

表6. 事務局のネットワークプリンタ機能のジョブスプール設定

3.2.3. 運用改善

更新により、以下の二点においてコストの削減を行うことが出来た。

- ・調達

調達の一括化により調達に係る事務手続きが削減された。

・運用管理

システムの一括化によって、総合情報基盤センターが運用・管理を一元的に行うことになった。

3.2.4. 機器統合による台数の削減

EQP-A と EQP-B を新 MFP に統合することによって、全学に展開するために必要な機器台数を次の通り削減することができた。

	更新前	更新後
MFP	68台	67台
ネットワークプリンタ	52台	0台

表 7. 更新前後の機器台数

上記の通り機器の台数が減少することにより、機器及びその付属品（トナー・カートリッジ等）が占有していたスペースが削減されることになった。なお、更新前後で占有スペースを 52.6 m² から 30.6 m² に削減することができ、削減率は約 41% である。

次に消費電力の削減効果について述べる。

更新前の消費電力については実測値が得られなかったため、機器の TEC 値³と出力枚数を元に算出した。表 8 は更新前後の機器の TEC 値を示し、表 9 の実測値は更新後（2014 年 3 月～5 月）から求めた月平均消費電力量であり、算出値は表 8 の TEC 値と 2012 年度の各機器の出力枚数により表 10 の式を用いて算出し平均した値である。なお、この式は富士ゼロックスが顧客に数値を提供する際に用いる計算ロジックであり、一般公表はしていない。算出値は、機器更新による効果を示しており、台数削減効果を示すことは今後の課題である。

更新前		更新後	
機種名	TEC値(Wh)	機種名	TEC値(Wh)
DocuPrint C3360	2.45	ApeosPort-IV	2.4
DocuPrint C3350	1.3	ApeosPort-V	1.9
MX 2300FG	7.68		
MX 2600FN	5.39		
MX 2700FG	7.68		
MX 3100FN	7.57		
MX 4100FN	10.73		
MX 5000FN	13.18		
MX 6201N	17.09		
MX M363F	3.86		
MX M603F	4.75		
MX M620	14.67		

表 8. 更新前後の機器と TEC 値

	更新前	更新後
算出値(TEC 値から算出)	857.53kWh	264.63kWh
実測値		958.5kWh

表 9. 更新前後の一月あたりの消費電力

$$\frac{\text{当該機種の月間出力枚数}}{(\text{モノクロPPMの2乗} \times 0.5) \times 5(\text{営業日}) \times 4.3\text{週}} \times \text{TEC 値} \times 4.3\text{週} \quad 4$$

表 10. 月間消費電力量 計算ロジック

また実測値については、算出値と異なる期間に計測したことを考慮したとしても、算出値と大きく乖離しており、その原因については調査する予定である。

3.2.5. ログ管理の一括化

更新後は全ての印刷ジョブがプリンタサーバを経由するため、ログ管理の一括化が可能となり、更新前には EQP-B で抽出できていなかった印刷分も含めた、全てのログが抽出できるようになった。

3.3. 更新効果

3.2 による解決により生じた二次的更新効果について説明する。

3.3.1. 調達金額の削減

導入前		導入後(導入前の出力枚数を想定)	
複合機 保守・賃貸借金額	10,877,000円/年	複合機 保守・賃貸借金額	22,031,000円/年
プリンターリース金額	10,033,000円/年		
トナー金額	16,100,000円/年		
合計	37,010,000円/年	合計	22,031,000円/年(推定)

表 11. 更新前後の調達金額の内訳

表 11 に調達金額の内訳を示す。今回の更新によって機器の台数を削減したことに加えて、近年の MFP の賃

³ Typical Electricity Consumption の頭文字から名前を取った、オフィス機器における「概念的 1 週間の消費電力量」であり、稼働とスリープ/オフが繰り返される 5 日間 + スリープ/オフ状態の 2 日間の消費電力量(Wh)を指す

⁴ PPM とは、Page Per Minute を指し、一分間に排紙できる枚数を示す。プリンタの性能指標の一つ。

貸借契約価格が低下傾向にあることによって、更新前後で年間 14,979,000 円の経費削減を見込むことができた。

なお、導入後の金額は導入前と同じ出力枚数を想定して算出している。

3.3.2. 契約単価の削減

	更新前	更新後
カラー印刷	7.035 ～ 21.500円/面	6.825円/面
モノクロ印刷	1.260 ～ 5.590円/面	1.155円/面

表 12. 更新前後の契約単価

表 12 に更新前後の MFP の契約単価を示す。更新前は複数のメーカー・機種に対して複数の契約を結んでいたため、印刷に対しての契約単価は統一されておらず、部署ごとの出力する枚数や契約内容によって差が生じていた。

更新後は全学の MFP を包括して契約ロットを大きくすることで、格安な統一単価契約を実現できた。

4. 今後の課題

4.1. 強制モノクロ印刷

3.1 の図 4 におけるバックエンドプリンタサーバで設定を行っているカラー印刷ジョブの強制モノクロ化設定において、Apple 社製 Mac Book Pro (OS : OS X Mavericks 10.9.2) で Parallels Desktop 9 for Mac を用いた仮想 PC Windows (OS : Windows7) 環境から印刷ジョブを投げると、プリンタサーバで行っている印刷ジョブの強制モノクロ化設定がきかなくなる。

バックエンドプリンタサーバでの強制モノクロ化設定では、カラー印刷ジョブのヘッダにモノクロに必要な情報を不可することで実現している。実際に出力された印刷ジョブのヘッダを確認したところ、ヘッダにはモノクロ化に必要な情報が二重に付加されており、カラー印刷ジョブのモノクロ化が機能していない。

本件については、バックエンドプリンタサーバを構築したメーカーと調査を行い、改善に向けて進めていく予定である。

4.2. 印刷出力枚数の削減効果

3.2.1 及び 3.2.2 で述べた各設定による印刷出力枚数効果については、運用を行ってから日が浅く、削減効果

を検討するにはデータ量が少なすぎる。データを蓄積し、更新前のデータと比較することで、実際にどれほどの削減効果が得られたのかを確認する予定である。

4.3. 可用性の強化

今回の更新でシステムの統合も行った。統合のデメリットは、システムに問題が生じると全ての機器に影響を及ぼす点である。そのため可用性を強化し、システムの停止が生じることのないように備える必要がある。

3.1 の図 4 においてバックエンドプリンタサーバの冗長化は行われているが、一次受付プリンタサーバについては、コールドスタンバイでしか冗長構成をとっておらず、ホットスタンバイの冗長構成をとるよう現在検証を行っている。こちらの検証が完了後、2 台によるアクティブスタンバイ構成で更なる可用性の強化を行う。

5. まとめ

以上より、電力削減を目標に印刷環境の更新を行った所、調達予算やスペース及び運用面での人的コストの削減といった二次的な効果も得られることになった。電気使用量及び出力の削減については、実際にどれほどの効果が得られているかの調査を今後行う。

また、EQP-C もこちらの印刷環境に統合することによって、今回の更新で示したように電力・コスト・スペース等の削減が行うことができると考えており、今後より一層の電力・コスト削減が求められるようになった場合は、そちらも視野に入れた更新・設定を行うことで、本学全体の電力・コスト削減に貢献していくものとする。

参考文献

[1] 経済産業省資源エネルギー庁「平成 25 年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書 2014）」, <http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2014pdf/>

[2] 経済産業省資源エネルギー庁「エネルギー基本計画」, http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf

[3] 富士ゼロックス ホームページ「TEC 値とは」, http://www.fujixerox.co.jp/product/printer/promotion/energy_saving/page01.html