

神戸大学教育研究用計算機システム導入における システム連携の取り組み

Integrated Intersystem Coordination for Kobe Academic Information System for Education and Research

佐々木博史*, 荻野哲男†

Hiroshi SASAKI, Tetsuo OGINO

神戸大学 情報基盤センター

Information Science and Technology Center, Kobe University

657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1

1-1 Rokkodai-machi, Nada-ku, Kobe-shi, Hyogo-ken 657-8501, Japan

神戸大学では 2011 年 1 月に、学内の情報基盤を実現するシステムとして、神戸大学教育研究用計算機システム (KAISER: Kobe Academic Information System for Education and Research) を導入した。大学におけるメールや教育用端末の利用など、情報通信技術の重要性は増々重要になり、多くの要求があがっている一方、予算や人員についてはむしろ削減されているのが実情である。導入・運用コストの削減が叫ばれる中、サービスの向上をはかる上での神戸大学での取り組みについて紹介する。

キーワード : 教育研究システム, 電子メール, NetBoot

1 はじめに

神戸大学情報基盤センターでは、2006 年 1 月 (当時は学術情報基盤センター)、学内の計算機システムを全学的に管理・運用するため、神戸大学統合ユーザ管理システム (KUMA: Kobe University Integrated User Management System) を中核とする、教育・研究用計算機システムの導入を行った。そして、2011 年 1 月にシステム更新として、新・教育・研究用計算機システム KAISER (Kobe Academic Information System for Education and Research) を行った。本論文では KAISER の特徴と、その設計や導入について述べる。第 2 章では、KAISER の概要、第 3 章ではサブシステムとしての電子メールシステム、第 4 章では教育用端末シス

テム、そして第 5 章で、本システムについてのまとめを述べる。

2 教育研究用計算機システム

大学における教育や研究を支える情報基盤システムには下記のような要求があり、その規模や範囲については、システムの更新を重ねるごとに広がりを見せている。

- 大学の学内共同利用システムとして、メールや Web, 教育用端末や無線 LAN などの利用を提供すること
- 大学の全構成員が利用する大規模な情報技術の基盤として整備されること
- 将来の利用者のニーズや利用状況に柔軟に対応可能であり、かつ、サーバダウンの際の障害復旧が容易であること

* E-mail: sasaki@kobe-u.ac.jp

† E-mail: togino@port.kobe-u.ac.jp

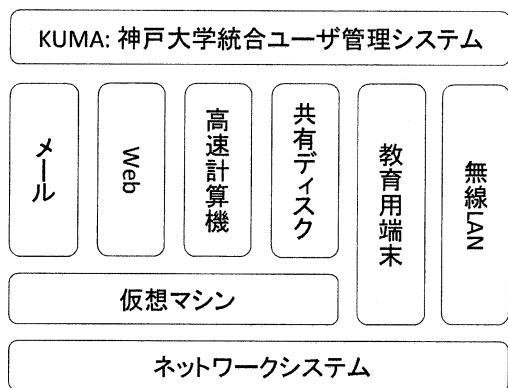


図1 KAISERの概要

一方、これらを実現するための予算は年々、効率化を求められることで削減されるというジレンマをかかえている。また、情報技術の分野における変化はめまぐるしく、安定的な運用を続けるには専門的な知識や経験をもつ人材が必要であるが、限られた大学のスタッフでそのような人材を確保し続けるのは容易ではない。

神戸大学では、このような相反する要求の中で、KAISERと呼んでいる教育研究用計算機システムを運用している。上にあげた問題を解決するため、KAISERでは、提供するサービスの抽象化による運用インターフェースの統一を行っている。これにより、大学の構成員に数多くのサービスを提供する一方、サービスを正常かつ安定的に運用するための運用コストを抑えることが可能になっている。また、将来の利用者のニーズに対し、比較的低コストで新しいサービスを提供することも可能である。

このシステムの概要は、図1のようにになっている。

KUMA 神戸大学統合ユーザ管理システム (KUMA: Kobe University Integrated User Management System) では、約 7,000 名の教職員及び約 18,000 名の学生を含め、全体で約 30,000 名のアカウントを、人事システムや教務システムとの自動連携により管理を行っている。また、認証に用いられる ID とパスワードを管理する LDAP サーバやメールアカウント

およびホーム領域を確保するファイルサーバと連携し、自動的に利用者が使用できるようにしている。

サブシステム 利用者に対しさまざまなサービスを提供するため、下記にあげるようなシステムを構築している。これらのシステムは、KUMA と連携しており、申請者からの申請により KUMA へサービス利用の登録を行うと、自動的に各サーバと通信を行いサービスの利用が可能になる。また、サービス利用の継続や停止・終了処理も KUMA から管理することができる。

仮想マシン KAISER では、多くのサービスを提供するため、数多くのサーバが必要になっている。そこで、CPU やメモリなどのハードウェアを効率よく稼働させるために、仮想マシンを構築している。これにより、全体として必要なハードウェアリソースの削減を実現している。

神戸大学では、メールや Web などの基本的なサービスに加え、ホスティングサービスや認証サービスなど合わせて 30 種ほどのサービスを提供している。これらのサービスを個別に管理していたのでは、運用コストはサービスの数に比例し、将来の利用者のニーズに応えることも不可能になってしまう。

そこで、それぞれのサービスを統一して管理できるように下記のような設計を行っている。

サービスアカウント サービスはその利用単位（メールサービスの場合はメールアドレス、DNS ホスティングサービスの場合は、ドメイン）でサービスアカウントを発行する。ただし、このサービスアカウントは利用者または申請者のユーザアカウントと関係付けを行い、サービス利用に係わる認証は LDAP に保存されたユーザアカウントで行う。利用者はどのサービスでも自身のユーザアカウントで認証し利用することができる。またユーザアカウントと関係付けを行うことで、退職により利用者がいなくなったサービスの出現を抑えるなどの適

切な管理が容易になっている。

サービス状態 すべてのサービスは、非停止・停止・完全停止の3状態を持ち、KUMAで管理された利用期限や申請者の操作により、状態の変更が行われる。非停止は通常の利用状態で、利用期限をすぎると停止状態になる。この状態では、一部機能（メールサービスの場合、転送機能）のみ利用で、場合によっては、非停止状態に移行することも可能である。これらの状態遷移はKUMAからサブシステムへの連携スクリプト呼び出しによって実現されている。

このように、サービスのIDであるサービスアカウントと、その状態遷移をKUMAで一元管理し、KUMAとサブシステム間の通信インターフェースを統一することで、利用者・運用者の双方にとって、サービスの統一した利用や管理が可能になっている。

3 メール

3.1 旧システムの問題点

今や電子メールシステムは、教育・研究活動における情報交換のみならず、日常生活においても必須の基幹システムである。しかしながら、神戸大学における電子メールの利用は、2005年12月以前において、以下のような問題を孕んでいた。

- 電子メールの利用は申請・課金方式であり、高速計算機や電子メールを利用したい者が自らセンターへ申請書を提出・許可されない限り利用できない
- 一つの電子メールアカウントを複数人で流用するようなセキュリティ上好ましくないケースがあった
- 利便性の問題から、学部や研究室レベルで個別に立てられたメールサーバが乱立し、センターが十分に把握できない状況となっていた
- このため、セキュリティインシデントが生じた場合も、十分な対策を取るのが困難だった

3.2 新システムの設計

2006年1月に整備されたKUMA及び教育・研究用計算機システム、並びに2011年1月に更新した新教育・研究用計算機システム(KAISER)においては、旧システムの問題点を考慮し、

- 1ユーザ1アカウントを原則とし、神戸大学に所属する者全員にメールアカウントを配布することで、誰もが自由に無料でメール利用を可能とする
- 受付用のメールアドレス運用においては、複数人で電子メールアカウントを流用するのではなく、メーリングリストサービスを新たに立てて収容する
- 学部・研究室レベルで立てられたメールサーバの管理労力低減・セキュリティインシデントの削減を目指し、センターのセキュリティの保護の下、電子メールのホスティングサービスを行う
- 学部・研究室レベルで引き続き運用するメールサーバについては、対外公開サーバもしくはメール中継サーバとして登録をしてもらう
- センター職員の労力削減と設定ミスを無くするため、サーバに対するサービス登録作業を出来る限り自動化する

こととした。

現在、神戸大学におけるメールシステムの構成は図2のようになっており、大きくわけて次の四つのサービスを行っている。

1. メール中継登録
2. 個人メール（全学用メールシステム）
3. バーチャルメールサーバホスティングサービス
4. メーリングリストサービス

各サービスについて以下に詳述する。

3.2.1 メール中継登録

セキュリティ上の観点から、神戸大学においては現在、学外からの全TCP/UDPポートの受信ならびに、TCP25番ポート他、セキュリティ上の問題あるポート等がFirewallにより遮断されており、独自

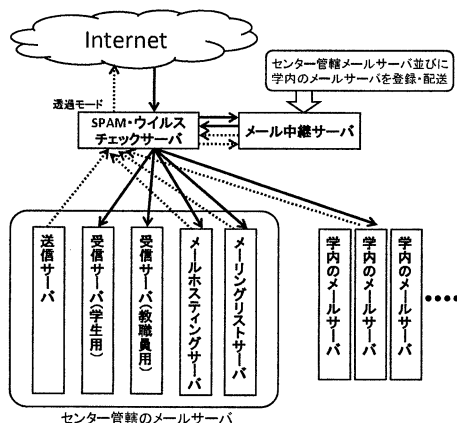


図2 メールシステムの構成

にメールサーバを立てたとしても学内のみでしか利用できないサーバとなるネットワーク設計となっている。学部や研究室レベルでメールサーバを立てたい場合、基本的には後述のセンターが運用するバーチャルメールサーバホスティングサービスを薦めることにしているが、過去の経緯や研究・管理上の必要から独自にメールサーバを立てる必要がある場合も生じている。またセキュリティ上の観点から、学外からのウィルス・SPAMメールの受信や学内からのウィルスメール発信を阻止する必要がある。

メール中継登録では、セキュリティに考慮しつつ安全なメール送受信の運用を実現するために、図2のメール中継サーバに、申請されたメールサーバを登録することによって、センターのウィルス・SPAMチェック機能を通しながら、各申請メールサーバのメールを処理できるようにしている。これまでこのようなサービスを行うにあたっては、サーバ管理に熟達したセンター職員が、中継を受け付けるサーバ情報や、中継ドメインへの配送設定をメール中継サーバに直接定義する必要があり、労力と神経をすり減らすものであった。本サービスにおいては、操作は極めて簡単で、GUIを有するKUMA上でメール中継サーバのIP、ドメインなど必要項目を入力し、メール中継登録としてサービスアカウント登録するだけで、自動的にサブシステムであるメール中継サーバに設定されるように構築し

た。このため、メールサーバの設定に熟知していないアルバイトの職員であっても、マニュアル通りに対応するだけで安全な登録が可能となった。

3.2.2 個人メール（全学用メールシステム）

先に述べた通り、2005年12月以前においては、申請・課金方式をとっていたが、2006年1月のKUMAの導入以降、上流システム（人事給与システム・教務システム）から一括してKUMA上にユーザアカウントが登録され、同時にメール用アカウントも作成されるようになった。このため、神戸大学に所属する人なら誰でも、神戸大学に来たその日から電子メールを含む教育・研究用計算機システムが利用できる環境を整えている。

本システムはユーザ数30,000人規模のメールシステムになっており、神戸大学においては、KUMA上にユーザアカウントを持つ者に対し、教職員ユーザにおいては、1個のメインメールアドレスと最大3個のサブメールアドレスを、学生ユーザにおいては、1個のメインメールアドレスと1個のメールエイリアスを持つことができ、KUMA上からユーザが自由にアドレス名を変更することができるようにした。

- 教育・研究用計算機システム（2006年1月～2009年12月）での運用

2005年12月までの旧システムにおいては、認証なしのSMTPによる送信、並びにPOP3での受信を許可していたが、セキュリティを考慮して、原則、CRAM-MD5もしくはDIGEST-MD5を推奨とした認証付SMTP及びPOPによる送受信を必須とし、学外からのアクセスにはSSLの使用を必須とした。学内からのアクセスについては、多数設置されている事務系端末を中心に、当時学内で標準としていたメールソフトがSSLに対応しておらず、一気にSSLの使用を必須とすることは大きな混乱が生じることから、学内からのアクセスについては、当面の間SSL推奨という形で運用を行った。

- 新教育・研究用計算機システム（2011年1月～現在）での運用

従来以上にセキュリティに考慮し、メールの送受信においては、学内・学外からのアクセス共にSSLによるアクセスを必須とした。また、学外その他複数端末からの利用や、2009年10月に整備された神戸大学キャンパスネットワークシステムにおける全キャンパスでの無線LAN利用開始とそれに合わせたモバイル端末の利用者急増への対応を考慮して、IMAPを用いたメール受信にも対応した。

メールスプール容量については、ユーザの利便性とトラブル対応へのコストを考えると、各ユーザ毎には容量制限を掛けないこととした。一方で、2011年5月の時点において、教職員用のメールスプールが約500GB、学生用のメールスプールが約200GBにも達し、IMAPの運用によって今後一層、サーバ上にメールを残すユーザが増えることから、受信後180日を経過したメールは、「Archives フォルダ」へ移動したメールを除き、未読・既読を問わず自動削除するスクリプトを組み込むことで、メールスプールの超過に対処している。

SPAM・ウィルスメールへの対応には、一般的なアプライアンスを導入している他、怪しいドメインからのメール受信拒否や、センター管轄ドメインのメールについては、存在しないメールアカウントに対するメールを破棄するなどのフィルタ処置を施している。

3.2.3 メールサーバホスティングサービス

2005年12月以前においては、学部・研究室レベル、その他でメールサーバが乱立している状況にあり、セキュリティ上の観点からも問題であった。2004年4月の神戸大学情報セキュリティポリシー制定以降、各メールサーバにおいては対外公開サーバとしての登録義務が生じたが、セキュリティに対する運用水準は各管理者に委ねられておりバラバラの状態にあった。

本システムは、学部や研究室レベルで各々運用されていたメールサーバをセンターのセキュリティー保護の下収容することを目的に開始したサービスである。

- センターでの管理運用について



図3 メールサーバホスティングサービスのユーザ管理画面

メールサーバホスティングサービスとして新しくメールサーバを立てる場合、センターでは、従来のようにサーバ管理に長けたセンター職員が面倒なサーバの設定を行う必要はない。サービスを開始するのに必要なドメイン情報などの必要項目をGUIを有するKUMA上でサービスアカウント登録を行うだけで、自動的にサブシステムであるバーチャルメールホスティングサービスのサーバへ引き継がれ、サービスが開始できるよう構築している。

- メールサーバホスティングサービス利用者の管理・運用について

サーバの管理経験がほとんど無い者でも管理・運用できるよう、Web上からアクセスできるGUIを有するユーザ管理システムを構築した(図3)。

GUI上では、管理者はメールアカウント登録及び承認書発行、変更、停止、再開、削除、及び、各メールユーザのステータスが閲覧できるようになっている。メールアカウントを登録し利用させたいユーザ

に承認書を渡すだけで、メールの利用が可能となっている。メールサーバ自体は、バーチャルサーバとしてセンターが一括して管理運用しており、システムのセキュリティを保っている。

3.2.4 メーリングリストサービス

2005年12月以前においては、学部・研究室レベルで個別にメーリングリストを立てたり、メーリングリストの代わりに一つの電子メールアドレスを受付用に用いるなど、セキュリティ上問題となる運用があった。また、大学事務においては、様々な係の受付メールアドレスとして200件以上のアドレスを運用しており、本サービスはこれらをセンターで一本化し、セキュリティの向上とコスト削減を目指して開始したものである。

メーリングリストそのものは、一般的なfmlを用いているが、センターでは申請のあったメーリングリストをGUIを有するKUMA上で登録するだけで、特にサーバの設定を弄ることなく自動的にサブシステムであるメーリングリストサーバに登録されるよう構築している。

本サービスは、メーリングリストサービスと、メーリングリスト自動生成サービスの二つのサービスで構成されている。メーリングリストサービスは一般的なメーリングリストの利用と大きく異なるため、本項では、本システムで特徴的なメーリングリスト自動生成サービスについて述べる。

● メーリングリスト自動生成サービスの特徴

大学事務においては、様々な係の受付用メールアドレスを有しており、現在、200件以上のアドレスが運用されている。各係の人員は、人事異動により頻繁に変化するため、同じメールアドレスを流用して多人数で利用するか、人事異動の度にメーリングリストのメンバーを手動で更新する必要があり、その管理は非常に問題があった。本サービスでは、KUMA上のユーザ登録情報を参照し、各メーリングリストに部局・係などの所属コードを登録しておくだけで、自動的に各部局・係に所属する人員を検索し、メーリングリストへ登録するメールアドレスを自動更新することを可能とした。所属コードなど

の登録は、GUIを有するKUMA上から簡単に登録・変更を行うことができる。また、センター管理下でないメールアドレスも、GUIを有するユーザ管理プログラムから個別に追加登録・削除を行えるシステムとなっており、非常に効率良くメーリングリストの運用を行うことが可能となった。

● メーリングリスト自動生成サービスの問題点

メーリングリスト自動生成サービスのシステムの問題ではないが、改組などにより部局・係そのものが無くなる場合は、所属コード上ではそのメーリングリストに登録されるメンバーが0人になる場合が生じる。従って、人事異動が起きる前に、メンバーが0人になるメーリングリストについては、新しい引き継ぎ先になる所属コードを追加登録するか、個別にメールアドレスを手動登録する必要がある。

4 教育用端末

高等教育における情報教育の実現や教育活動の情報化を支援するため、大学はこれを実現する教育用端末を整備する必要がある。しかしながら、教育用端末の導入にかけられる予算は年々削減され、少ないスタッフで運用しなくてはならない現実がある。また、大学での教育用端末の利用は、通常の計算機の利用や運用と比べ、以下のような特徴がある [1].

- 講義での利用する際、ログインやアプリケーションの起動が一斉に行われる。
- 教員の指導のもとで利用する講義利用と、学生が自ら利用する自習利用がある。
- 学部の違い（特に理系と文系）で利用するアプリケーションや使い方が大きく異なることがある。

このような特徴をふまえ、多様な要求に答えつつ、低コストで安定した運用が行えないといけない。

神戸大学では2011年1月に教育用端末の更新を行うにあたり、旧システムの問題点を踏まえ、より快適かつ安定的に運用できるよう検討および設計を行った。この章では、教育用端末に関しての検討・設計・導入について述べる。

4.1 教育用端末の形態

多くの計算機を運用する場合、その方式として一般的に大きく分けて、1) スタンドアロン方式 2) シンクライアント方式の2種類が存在する [2]。スタンドアロン方式は、単独で起動し利用することが可能であり、CPU やメモリ、HDD などのリソースはローカルのものを利用するため、最近のハードウェアであれば十分な性能を活用することができる。一方、OS を含めたアプリケーションについては、それぞれの端末に分散するため、アップデートや新規インストールなどの作業が大変になることが多い。シンクライアント方式は、ソフトウェアの環境を一元管理することが可能であり、端末には高性能なハードウェアを必要としないが、その分サーバとネットワークに十分なリソースが要求される。

神戸大学では、端末が地理的に広範囲に広がっている上、全体の端末数も多い為、ソフトウェアの一元管理は必須である。ただし、近年の計算機は安価で十分な性能を備えている上、講義で一斉利用する際のネットワークへの負荷を考えると、端末側で出来ることは出来るだけ行う方がよいと考えた。

このような条件を踏まえ、教育用端末の形態としてはネットワークブート方式が最適であると判断し、具体的には Mac OS が提供する NetBoot[3] を採用した。NetBoot は電源投入後、ネットワーク経由でサーバ側にあるディスクイメージをファイルシステムとしてマウントして起動させるシステムである。その為、OS を含めたアプリケーションなどのソフトウェアの環境をサーバで管理することができる。また、端末に接続されたローカル HDD をシャドウイメージファイルの保存場所として利用できるように、一度サーバからダウンロードされたデータはローカル HDD にキャッシュされ、その後はサーバに負荷をかけず高速にアクセスできる。ファイルシステムへの書き込みもシャドウイメージに行われるため、サーバへの通信が発生せず高速である。

教育用端末の形態として、これまで述べたネットワークブートを実現するブートサーバと端末に加え、以下のシステムが必要である。

認証サーバ 利用者の認証は、学生や教職員などの神戸大学の構成員に対しアカウントを発行する神戸大学統合ユーザ管理システムと連携して行っている。

ファイルサーバ すべての端末において同じ環境で利用出来るように、利用者のホーム領域はファイルサーバに確保し、端末からオートマウントを行うことでアクセスを実現している。

4.2 旧システムの問題点

従来システムは 2006 年 1 月に導入し、その間の運用において、いくつかの問題点があった。

- ソフトウェアの更新に対しハードウェアの更新が出来ない為、相対的に性能が劣化する
- 長期利用者において、アプリケーションの起動に時間がかかるなどの性能低下が起こる

基本的に、NetBoot による教育用端末の運用は順調であり、大きな問題はみられなかった。ただ、細かい問題や不具合に対応するために、頻繁なソフトウェアの更新が必要となったが、イメージの更新に対する明確なポリシーがなかったため、端末を利用する教員や学生に対して多少の混乱を与えることがあった。

4.3 新システム的设计

従来問題を踏まえ、教育用端末をより快適かつ安定して運用することが重要であると考え、導入するアプリケーションの選択やイメージの更新方法を検討し、また、アプリケーションの利用に対し、十分な性能が発揮できるような構成と運用を目標とした。

全学で統一した環境の提供を目的として、15 部局等にまたがる 33 教室に、合わせて 1300 台規模の端末を導入することとなった (表 2)。NetBoot による同規模の事例として東京大学のシステムがあげられる [4]。

4.3.1 導入アプリケーション

教育用端末に導入するアプリケーションを検討する為に、各部局に対し、導入を希望するアプリケーションの調査を行った。調査の結果、有償アプリ

ケーション 20 種 (表 1), 無償アプリケーション 29 種が得られた。

表 1 導入希望の有償アプリケーション

種類	アプリケーション名
オフィス文書	Microsoft Office
	Microsoft Office 英語版
	iWork
マルチメディア	Adobe PhotoShop EL
	Adobe Premiere CS3
	iLife
	CLAYTOWN
CAD	Vector Workd
仮想化環境	VMware
科学技術計算	MATLAB
	MAPLE
統計計量分析	PASW
	STATA
	TSP
	AMOS
	Eviews
	Gauss
行列言語ソフト	LIMDEP
	OxMetrics
医用画像処理	OsiriX

選定の基本的な原則は以下の通りとした。

- 無償アプリケーションは、技術的問題がない限り基本的に導入する。
- 全学的な利用が見込めるアプリケーションは導入を検討する。
- 学部学科に利用が依存すると思われるアプリケーションは、部局で予算を確保する上で導入を検討する
- 利用が少数 (およそ 30 名以下) しか見込めないアプリケーションは、代替の無償アプリケーションを検討する

この原則に従って、それぞれのアプリケーション

について判断を行い、全学的な企画評価 WG での議論と承認を受けた後、各部局に回答を行った。

特に議論となったアプリケーションとして、有償の統計分析があげられる。経済学部や経営学部では、学部生の利用を考えた場合には同じような目的のアプリケーションでも、教員が普段利用するアプリケーションの導入を希望することが多く、同種類のアプリケーションが乱立する事になった。大学教育として統計分析におけるアプリケーションを絞るべきという意見も出たが、実際には非常に困難であり、最終的には部局の電子計算機運営委員会で調整して取りまとめて頂く事となった。

4.3.2 ファイルサーバ

教育用端末において利用者別のストレージは、ホームディレクトリとしてファイルサーバに用意されており、端末からマウントすることでアクセスできるようになっている。従来のシステムでは、マウントプロトコルとして NFS を採用していたが、いくつか問題点があった。

- Mac OS の Finder が適切にファイルシステムを扱えない場合がある
- 日本語ファイル名を適切に扱えない場合がある
- ファイルロックに過度な負荷がかかり、性能が低下することがある

これらの問題が、アプリケーションの動作に不具合を引き起こしたり、動作が遅くなるなどの性能低下の原因になっていたと考えられるので、新システムの安定運用には、ファイルサーバの見直しが重要であると判断し、これまでの NFS に加え AFP(Apple File system Protocol) の利用を検討に加えることにした。

機能面で NFS と AFP を比較したところ、表 3 のようになった。

日本語ファイル名 特に濁音や半濁音を含む日本語ファイル名は、Mac OS が Unicode の正規化の扱いに NFD を採用しているため、NFC を期待するアプリケーションが正常に動作するか。

ファイルクォータ ディスク使用制限 quota が正

表2 教育用端末の設置教室

部局等	講義室等	台数
情報基盤センター	分館1階 第1演習室	53
	分館1階 第1演習室	53
	分館2階 第2演習室	53
	分館3階 第3演習室	51
	分館1階 自習室	46
	本館1階 計算機室1 (管理用)	2
	本館2階 事務室 (管理用)	3
	分館1階 事務室 (管理用)	2
大学教育推進機構	講義棟5階 K-501 情報処理教育演習室	151
	講義棟5階 K-502 情報処理教育演習室	178
附属図書館	総合国際文化学図書館3階	37
	社会科学系図書館本館1階	15
	社会科学系図書館管理棟2階	3
	社会科学系図書館1階 (社会科学系フロンティア館)	10
	自然科学系図書館2階	27
	自然科学系図書館3階	5
	人文科学図書館1階 (人文学研究科C棟)	9
	人文科学図書館2階 開架閲覧室 (人文学研究科C棟)	4
	人文科学図書館2階 大型図書閲覧室 (人文学研究科C棟)	3
	人間科学図書館2階	13
	医学分館1階 (医学研究科管理棟)	14
	保健科学図書室2階	10
	海事科学分館1階	11
	留学生センター	3階 コンピュータ室
3階 メディア室		8
2階 情報資料室		10
六甲台 (法・経済・経営・国協)	六甲台第三学舎2階 情報処理教室	79
	六甲台第三学舎2階 電算機室西側	41
	六甲台第三学舎2階 電算機室手前	27
	六甲台第三学舎2階 206号室 情報処理演習室	41
	六甲台第三学舎2階 管理室 (管理用)	3
人文学研究科	人文学研究科B棟3階 322 情報処理演習室	49
国際文化学研究科	実験棟5階 F-501 情報処理室	51
人間発達環境学研究科	人間発達環境学研究科学舎 F158 情報教育設備室	61
国際協力研究科	六甲台第五学舎 411 情報処理演習室	53
保健学研究科	保健科学図書室1階 情報処理教室	61
農学研究科	農学研究科学舎1階 D103 情報処理教室	50
海事科学研究科	総合学術交流棟2階 情報処理演習室 (IPC)	30
合計		1291

常に動作するか。
ゴミ箱の動作 ファイル削除時、直接削除にらず
 ゴミ箱として正常に動作するか。
Wordでのファイル保存 上書き保存が正常に行え
 るか。Microsoft Office の実装に依存する問題
 だと思われる。

AFP に変更することで解決する項目もあるが、
 新しく発生した問題点もあり、それぞれに長所と短
 所があり一概に優劣がつけられなかったため、実際に
 ファイルサーバでは両方をサポートできるように
 した上で、高負荷における性能評価を実施した (表
 4)。

実験の結果 AFP はファイルサーバにおいてユー
 ザランドで実行されるため、カーネルで動作する

表3 AFP と NFS の比較

項目	AFP	NFS
日本語ファイル名	o	x
ファイルクォータ	o	x
ゴミ箱の動作	x	o
Word でのファイル保存	x	o

記号例: o 問題なし x 問題あり

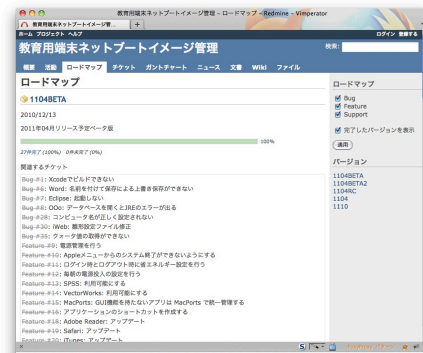


図4 Redmine

表4 Word 初回起動時間の比較

台数	起動時間 (分:秒)	
	AFP	NFS
30	1:16	2:28
60	1:28	3:28
100	1:33	4:46
150	13:57	6:58
180	17:30	7:56

表5 iMac 性能表

	新端末	旧端末
CPU	Intel Core i3	PowerPC G5
クロック	3.06GHz	2.0GHz
メモリ	4GB	1GB
HDD	500GB	160GB
ディスプレイ	21.5 インチ LCD	17 インチ LCD
解像度	1920x1080	1440x900

NFS と比べ不利な上、アプリケーションの初回起動のような新規ファイルが大量に生成される時にCNIDの生成に非常に時間がかかり、性能が極端に低下することがわかった。

この結果を踏まえ、ファイルシステムへのマウントプロトコルとしては NFS を採用することとした。

4.4 導入

教育用端末として導入した iMac のスペックを従来の端末と比較したものを表5にあげる。

導入中は、特にネットブートイメージの構築にお

いて、さまざまな問題が発生し、その都度対処する必要があったため、それらの問題を管理するためにRedmine[5]を活用した(図4)

Redmineとは、Webベースのプロジェクト管理ソフトウェアで、主にソフトウェア開発中のタスク管理や進捗管理に用いられている。教育用端末の導入においては、ネットブートイメージの作成を、ソフトウェアリリースに見立て、以下のようなスケジュールで行った。

- 12/13 ベータ版(対処バグ7件, 新規機能20件)
- 01/07 ベータ版2(対処バグ5件, 新規機能5件)
- 02/01 RC版(対処バグ7件, 新規機能10件)
- 03/01 リリース版(対処バグ6件, 新規機能14件)

旧システムで問題になったイメージ更新に関して、OSやアプリケーションなどのソフトウェア環境に対する問題や追加機能を可視化して情報共有することで、計画的に実施することが可能になった。

5 まとめ

神戸大学における教育研究用計算機システムに関して、アカウントなどを管理する統合ユーザ管理システムKUMAと、電子メールシステムや教育用端末システムについて述べた。これらを含むすべてのシステムは、統一的なインターフェースで連携されており、KUMAから管理することが可能になって

いる。このため、高度な専門的知識をもつ技術者でなくても、一般の事務系職員によって、マニュアルに沿った画一的な管理・運用が可能になっている。また、仮想マシンシステムを導入することで、必要なハードウェアリソースを削減している。このような設計により、大規模なシステムにも関わらず、必要なコストを減らしつつ、高度で安定したサービスが提供できるようになったと考えている。

参考文献

- [1] 特集. 大規模分散ネットワーク環境における教育用計算機システム. 情報処理, Vol. 45, No. 3, 2003.
- [2] 櫻田武嗣, 萩原洋一. シンクライアントと持ち込みノート pc による端末室デスクトップ環境の設計 (情報通信マネジメント). 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 111, No. 30, pp. 99-104, 2011-05-12.
- [3] 竹林賢. Netboot for mac os x. 情報処理, Vol. 45, No. 3, 2004.
- [4] アップルジャパン株式会社. 東京大学情報基盤センター - 3万人が利用する情報教育システム. <http://images.apple.com/jp/education/profiles/tkuv/pdfs/tkuv.story.pdf>.
- [5] 小川明彦, 阪井誠. Redmine によるタスクマネジメント実践技法. 翔泳社, 2010.