

兵庫県立大学の情報新システム（第IV期）の設計と構築

Design and Construction of New Information Systems (IVth period) in the University of Hyogo.

林 治尚*, 新居 学*†, 島 信幸*

Haruhisa HAYASHI*, Manabu NII*†, Nobuyuki SHIMA*

兵庫県立大学*†

University of Hyogo

県内に多数の拠点をもつ兵庫県立大学では、教育・研究のインフラとして全学統一的に導入している各種情報システムのリプレースをおこない、2019年春から第IV期となる新システム（ネットワークシステム、情報処理教育システム）の運用を開始した。本稿ではこの新システムの設計と構築、旧システムからの移行作業などに関して報告する。

キーワード：大学情報システム、リプレース、複数拠点、ネットワーク設計

University of Hyogo has a large number of campuses in Hyogo prefecture. We planned to replace some information systems (such as network system and information processing education system) as the infrastructure of academic and research activities for our University. These operations (IVth period systems) have been started in March 2019. In this paper, we report our design, construction and system migration of those new systems.

Keywords : University Information Systems, System Replacement, Multi-Campus, Network Design

1. はじめに

2004年春、当時の神戸商科大学、姫路工業大学、県立看護大学の県立3大学を母体とし、新たに大学本部などを設けて、兵庫県立大学¹⁾は発足した。旧大学の拠点を中心としており、県内に広く分散しているため、インフラとしてネットワークシステムで結び、情報処理教育システムや学生情報システムなど、教育・研究・大学運営の各種大学情報システムを全学統一的

に導入し、運用をおこなっている。

種々の情報関連システムを導入しているが、主要システムは基本5年リースであり、2004年春の開学からの第I期システム^{2),3)}、2009年春からの第II期システム⁴⁾、2014年春の第III期システム⁵⁾と続き、2019年春に新システムへの移行期を迎えた。

本稿では、第IV期となる兵庫県立大学の情報新システム（ネットワークシステムおよび情報処理教育システム）について、設計や構築方針、移行作業などに関して報告する。

2. 兵庫県立大学の概要と 情報関連システムの状況

2.1 兵庫県立大学の概要

本学は2019年4月時点で、8学部14研究科の総合大学であり、拠点としては、

学術総合情報センター

〒671-2201 兵庫県姫路市書写 2167

Library and Academic Information Center

〒671-2201 2167, Shosha, Himeji, Hyogo

E-mail : hayashi@laic.u-hyogo.ac.jp

大学院工学研究科

〒678-1297 兵庫県姫路市書写 2167

Graduate School of Engineering

〒671-2201 2167, Shosha, Himeji, Hyogo



図 1 兵庫県立大学拠点図（2019 年 4 月現在）

- 神戸商科（神戸市西区）
- 姫路工学（姫路市書写）
- 播磨理学（赤穂郡上郡町）
- 姫路環境人間（姫路市新在家）
- 明石看護（明石市北王子町）
- 神戸情報科学（神戸市中央区）
- 淡路緑景観（淡路市）
- 豊岡ジオ・コウノトリ（豊岡市）
- 神戸防災（神戸市中央区）

の 9 キャンパス（以下 C と略す）を中心に、政策科学研究所（神戸市西区）、高度産業科学技術研究所（赤穂郡上郡町）、自然・環境科学研究所（三田市・淡路市・豊岡市・佐用町・丹波市）、地域ケア開発研究所（明石市）の附属研究所などから構成される（図 1）。この他さらに附属高等学校・中学校（赤穂郡上郡町）、産学連携・研究推進機構（姫路市）などの関連組織も含めると、計 15 箇所以上の拠点が県内にある。

各拠点の規模自体は様々であるが、教職員と学生などを合わせると全学で 7500 人程度である（2019 年 4 月時点）。尚、キャンパス別の学生数としては、神戸商科 C、姫路工学 C、播磨

理学 C と姫路環境人間 C を合わせてが、それぞれおよそ 3 割ずつとなっている。

尚、本学の「学術総合情報センター」は全学組織であり、その構成員は、センター長（副学長兼務）1 人、副センター長（兼務）1 人、センター長補佐（専任教員）1 人、同（兼務教員）2 人、専任事務職員が 2 人（嘱託）、兼務事務職員が 2 人である（2019 年 4 月時点）。

2.2 情報関連システムの状況

このように県内に数多く点在しているため、開学にあたり、拠点間の通信基盤をどう確保するかが課題となった。これには、兵庫県が地域の基幹的な情報基盤として 2002 年から運用を開始した“兵庫情報ハイウェイ”（以下、HJHW）^{6),7)} の民間開放系を用いることで対処している。

本学の“ネットワークシステム”は、L2/L3 スイッチとファイアウォール（FW）やセキュリティ機器などで構成し、HJHW 上に、目的やセキュリティポリシー別の VLAN を設定して、拠点間を結んでいる。ここに、全学統合認証を中心とした、各種サーバとクライアント PC などの情報機器とその利用環境統合システムである“情報処理教育システム”、学務・教務システムである“学生情報システム”、図書検索・蔵書管理の“図書システム”、各拠点での授業・講演を双方向配信するための“遠隔授業システム”など、教育・研究のインフラとなる各種システム^{3)~5)} と、さらに“財務会計”、“旅費”、“人事給与”などの業務サーバを中心とし、グループウェアや IT 資産管理を含む、主に職員用の“事務系情報基盤システム”⁸⁾ などを全学統一的に導入し、大学として運用している（表 1）。

3. 新システムの設計・構築

2019 年春からの第 IV 期システムの方針として、これまでと変わらず厳しい予算状況下ではあるが、現状の維持のみならず、可能な限りのサービスの拡充と、機器の集約を目指した。

表 1 主な情報関連システム（第 I～III 期）

第 I 期（2004～2009）		
システム名	契約業者	導入システム（中心となる製品名など）
学生情報システム	東芝 (株)	学務システムは“REVOLUTION”，学生サービスは“UNIVERSAL PASSPORT”（ともに JAST(株)）
図書システム	リコー (株)	“LIMEDIO”（リコー (株)）
情報処理教育システム	NTT 西日本 (株)	認証システムは“DEVIAS”（NEC(株)）
遠隔授業システム	富士通 (株)	DV 方式. IP-8000（富士通 (株)）
ネットワークシステム	NTT 西日本 (株)	ルータなどは CISCO(株) 製品
第 II 期（2009～2014）		
学生情報システム	NTT 西日本 (株)	学務システムは“REVOLUTION”，学生サービスは“UNIVERSAL PASSPORT”（ともに JAST(株)）
図書システム	リコー (株)	“LIMEDIO”（リコー (株)）
情報処理教育システム	富士通 (株)	認証システムは“ICAssist”（富士通 (株)）
遠隔授業システム	NTT 西日本 (株)	H.264 方式. “Lifesize Room”（Lifesize 社）
ネットワークシステム	NTT 西日本 (株)	ルータなどは CISCO(株) 製品
第 III 期（2014～2019）		
学生情報システム †	NTT 西日本 (株)	学務システムは“REVOLUTION”，学生サービスは“UNIVERSAL PASSPORT”（ともに JAST(株)）
図書システム †	リコー (株)	“LIMEDIO”（リコー (株)）
情報処理教育システム	富士通 (株)	認証システムは“UnifiDone”（富士通 (株)）
遠隔授業システム ‡	(株) 教映社	H.264 方式. “PCS-XG77”（ソニー (株)）
ネットワークシステム	NTT 西日本 (株)	ルータなどは CISCO(株) 製品

注: リース開始年月の違いやリース延長などもあるため、それぞれ多少のずれがある
† 2015 年 3 月 1 日稼働開始, ‡ 2016 年 3 月 1 日稼働開始

3.1 リプレイスの経緯

2017 年春、学術総合情報センター運営委員会（全学組織）にて、各キャンパスからの代表者を含む全学ワーキンググループ（WG）を組織した。その代表者を通じて各キャンパスの意向を WG にて集約し、“情報処理教育システム”と“ネットワークシステム”のリプレイス方針とその内容を検討した上で、県への予算要求と仕様策定をおこなった。

新システムでは、これまで通りのサービスレベルを維持しつつ、学内で希望の多いサービスの拡充と利用環境の向上をまずは目指した。新規項目として、サーバ仮想化による集約、拠点間回線の増強、IC カード学生証を活用したオンデマンドプリント、学生の利便性向上のための無線 LAN システムの導入、サンドボックスによるセキュリティ強化などが挙げられ、これらについて予算の増額要求をおこなった。このうち、無線 LAN については利便性を、サンドボッ

クスは緊急性を鑑みて、別枠としてリプレイスに先んじての導入予算がそれぞれ認められたものの、他は認められず、リプレイス範疇および予算総額としては、消費税増分を除き前回とほぼ変わらずとなった。

しかしながら前回の第 III 期導入時点（2014 年春）と比べ、拠点が增加している上に、特に各種ライセンス費用などが大幅に値上がりしている。そのため、今回の第 IV 期システムとしては、基本的構成などは前回までと同様とするが、各キャンパスでのサービスやソフトウェアの利用状況などを考慮し上で、より一層の見直しをおこなった。またこれまでと同様に“費用と手間のかからない”システムを目指し、かつユーザに対しては、できる限り移行を意識させないようなリプレイスをおこなうこととした。

予算確保、仕様検討・策定などの作業を経て、2018 年初夏に一般競争入札をおこなった。ネットワークシステムは NTT 西日本 (株)、情報処理教育システムは富士通 (株) がそれぞれ落札

表 2 主な情報関連システム（第 IV 期）

システム名	契約業者	導入システム（中心となる製品名など）
情報処理教育システム ネットワークシステム	富士通(株) NTT 西日本(株)	認証システムは“UnifIDone”（富士通(株)） ルータなどは CISCO(株) 製品、PaloAlto と BIG-IP
学生情報システム*	NTT 西日本(株)	学務システムは“REVOLUTION”，学生サービスは “UNIVERSAL PASSPORT”（ともに JAST(株)）
図書システム	(更改予定)	2021 年 3 月稼働開始予定
遠隔授業システム	(更改予定)	2021 年 10 月稼働開始予定

* 2020 年 3 月 1 日稼働開始

し、同年秋から構築・導入、2019 年 3 月 1 日に新システムの稼働を開始した（表 2）。尚、経費総額のうちの 85%強を情報処理教育システムが占め、この比率は前回とほぼ変わらずであった。

3.2 新ネットワークシステムの設計

本学のネットワーク構成としては、HJHW の民間系を利用して、拠点間を結ぶ経路や SINET への経路などの通信基盤としている。ここに本学側で用意した、利用目的やセキュリティポリシー別の VLAN を各拠点出入口のスイッチにて束ね、HJHW を通して拠点間を結ぶ構成としている。全学統合認証によって、基本的に全学どこからでも各種サービスを利用できる形とはしているが、各キャンパスでの利用ポリシーに細かな差異があったり、特に拠点別での障害などができる限り相互に影響を及ぼさないために、それぞれの拠点に FW や UTM などのセキュリティ機器も配置した“半独立型”となっていた。

第 IV 期システムでは、各拠点内については従来通りに L3 の拠点コアスイッチを中心とし、タグ VLAN 対応の L2 スwitch を用いた構成とする（図 2）。その一方、今後の拠点間回線の増強をも視野に入れた上で、機器費用面や特に管理運用面などを考慮し、学外のデータセンター（DC）への全学サーバ群の集約への第一歩として、各拠点に設置していた FW とセキュリティ機器をそれぞれ統合し、DC に集約設置することとした。

第 III 期まで各拠点には基本的に、FW 機（UNIX マシンにて iptables ベースで制御）と、セキュリティ機器として、検疫用の TREND-MICRO 社 InterScan Web Security/ Messaging Security と、NetAgent 社の特定通信型 FW である OnePointWall を設置していた。これら従来型の FW とセキュリティ機器では、昨今の高度化・巧妙化された攻撃への速やかで細かい対応が困難であり、かつ後継機の販売終了などもあって、特に機器の運用管理面をも考慮し、今回の第 IV 期では、次世代型 FW などを導入し DC に集約配置することとした。

そこで、学内外との通信を 2 つに大別し、導入機器を検討した。まずは従来の FW に相当し、基本的に学内から学外へのアクセスをコントロールするための“アウトバウンド”FW となる機器と、そして対外 Web やメール、DNS など基本的に学外からアクセスされる各種サービスをコントロールするための“インバウンド”FW となる機器を、それぞれ導入することとした。

前者には、パロアルトネットワークス社の次世代型 FW（NGF）である PaloAlto を選択した⁹⁾。PA-5220 を DC に 1 台設置し、仮想ファイアウォールインスタンス（VSYN）により、それぞれの拠点分の FW を構築することとした。

後者には、大学としての学外への各種サービスを、種々の脅威から防御するために、F5 ネットワークス社のアプリケーションデリバリーコントローラ（ADC）である BIG-IP を選択した¹⁰⁾。i4600 を DC に 1 台設置し、DoS/DDoS 攻撃などから防御するファイアウォールである BIG-IP AFM（Advanced Firewall Manager）

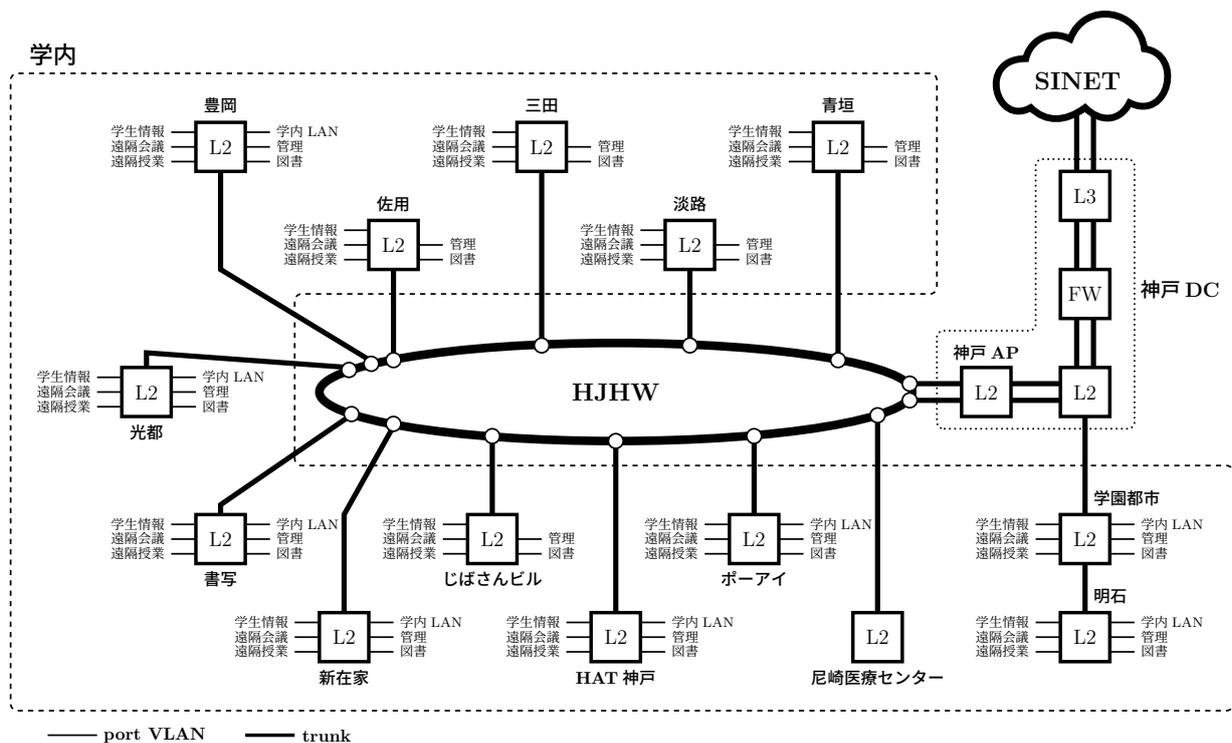


図 2 兵庫県立大学新ネットワーク接続概念図（2019 年 4 月時点）

と、トラフィックを管理する BIG-IP LTM (Local Traffic Manager) により、必要となる各種サービスを管理・防御する。

インターネットとの接続点として SINET のノードと HJHW のアクセスポイント (AP) を本学として繋いでいる。これまでこのノードと AP 間の DC を利用し、大学全体としての GW 用スイッチ (L3) を設置していたが、今回はこの DC にこれら新 FW 装置なども設置することとした。図 3 は、新システムでの拠点ネットワークのトポロジー変更の概念図である。

この他、各拠点には、基幹部分のスイッチとして、コアとなる L3 スイッチとエッジやフロア用の L2 スイッチなどを導入した。全学で L3 は計 7 台、L2 スイッチは計 105 台となった。第 III 期からの違いとしては、拠点の増加、建て替えなどによる建屋数の増減、必要ポート数の精査による台数の変化、さらには後述する無線 AP に対処するために、一部スイッチを PoE 対応にしたことなどがある。

3.3 新情報処理教育システム

第 IV 期での情報処理教育システムの基本設計も第 III 期までと同様とし、全学統合認証システムを中心に、学生（大学および附属中学・高校）および教職員のネットワークを介した情報機器の利用環境を統一して利便性の向上を図ると共に、ユーザの管理・制限を一元的におこなうこととした。

これに前回までと同様に、教員用および学生用メールサーバ、ファイルサーバなどの各種サーバ類や、各拠点に点在する PC 教室・PC 実習室・演習室など、全学で 40 箇所弱に設置する計 1100 台程のクライアント PC（全学共通 PC）、50 台程のプリンタ（全学共通プリンタ）、教育用ソフトウェア、図書検索クライアント PC（学術情報館に設置）などを共通仕様として導入する。さらに各部局独自の授業に合わせて、プロジェクトなどの授業支援用の周辺機器、マルチメディア処理用 PC、統計ソフトなどの独自ソフトウェア、数値演算サーバやクラスタ計算教育システムをキャンパス独自仕様分として導入することとした。

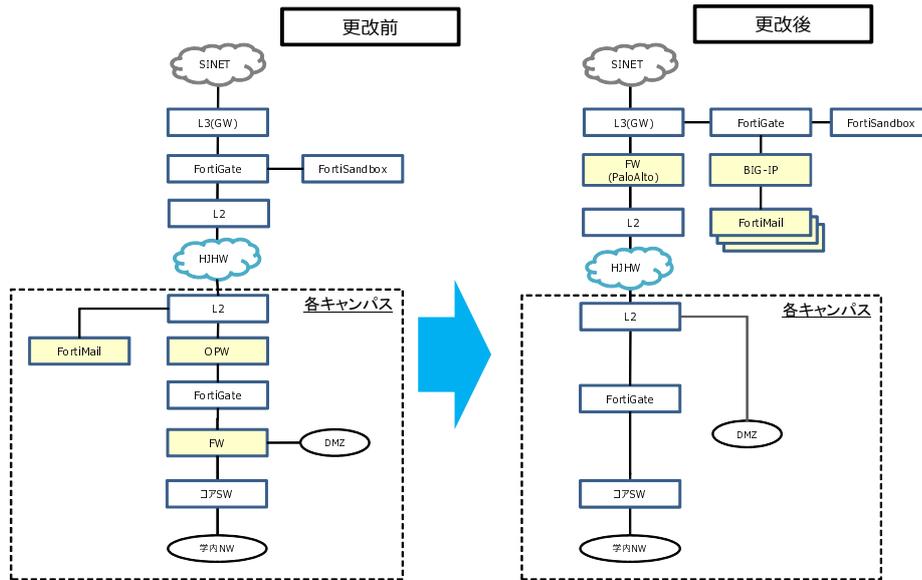


図 3 拠点ネットワークのトポロジー変更 概念図

このように基本的な導入方針としては第 III 期と同様であるが、細かな点でいくつか変更となった。予算面や運用面から、全学共通 PC やプリンタの台数を精査した上に、まずユーザの利便性向上としては、第 III 期では試行レベルであった学術認証フェデレーションの本運用を開始することや、利用方法の再検討によるソフトウェアの統廃合をおこなったことなどがある。例えば、CAD 系のソフトは有償のものを止め、AUTOCAD の教育向け無償版に統一したり、また Mathematica と MATLAB は従来、それぞれ必要最低数導入していたものを、今回 MATLAB に統一し、その代わりに Campus-Wide License とした。これらにより全教職員および学生の利便性が向上し、かつトータルとしての費用が削減できた。一方でユーザのセキュリティ意識の向上のため、全学統合認証アカウントでのパスワードの最低文字数を増強したり、メール利用には Web メール (Active! mail) を中心としたり、学内でのメール利用時の POP を APOP から POP3s に、POP before SMTP を SMTPAuth に変更するなどメール周りのセキュリティ面も強化した。さらにセキュ



図 4 姫路工学キャンパス 7105 教室

リティ研修会も定期開催することとした。運用管理面では、前回にも増してサーバを仮想化し、安定運用を図った。

また全学共通 PC の Windows OS が 10 となるのにあたり、リース期間中に OS の大幅な機能更新などによって、接続するハードウェアや導入したソフトウェアとの不整合トラブルも想定されるため、運用管理面を考慮し、Windows10 Enterprise 2016 LTSC (Long-Term Servicing Branch) を選択した。

3.4 その他の関連システム

以前のリプレイスでは、これらネットワークシステムと情報処理教育システムのリプレイスとほぼ同時に、学生情報システム、図書システム、遠隔授業システムなどもほぼ同時並行的にリプレイスをおこなっていたが、管理運用担当課の諸事情などもあって、リース期間を延長したため、現在ではリプレイス時期がそれぞれ異なっている。

一方、今回のリプレイスとは別枠で予算が認められた、セキュリティ強化のためのサンドボックスシステムと、学生の利便性向上のための無線 LAN システムに関しては、リプレイスに先行してそれぞれ設置・導入した。

サンドボックスシステムには、Fortinet 社の FortSandbox を中心とし、各拠点のメールサーバの前段に FortiMail を配置して検疫の強化を図った¹¹⁾。2018 年春から稼働を開始した。

無線 LAN システムは学生の利便性のためとして、講義室を中心に、図書館や食堂など共用施設付近で利用できるように設計した。Cisco 社の製品を中心として、学生の居る 9 キャンパスに、計 316 台の Cisco Aironet 2800 シリーズの AP を設置した。無線 LAN コントローラー Cisco 5520 Wireless Controller を全学で 2 台、FW として PaloAlto PA-820、認証用にエイチ・シーネットワーク (株) の Account@Adapter¹²⁾ を導入し、eduroam で利用できるようにした。こちらは 2018 年初秋より稼働を開始した。

また、この無線 LAN システムに含まれる、DNS フィルタリングサービスである Cisco Umbrella¹³⁾ は、無線 LAN のユーザのみならず、学内の一般ユーザ (クライアント利用者) にも適用し活用することとした。

4. 新システムへの移行とトラブル

今回はネットワーク構成を大きく変更することから、移行に時間がかかることが想定されたので、可能などころから順次、設定・導入をおこなうこととした。

4.1 移行方針

システムを継続的に安定稼働させたまま、かつユーザにあまり意識させずに移行するために、特にネットワークシステムを大きく 2 段階に分けておこなうことにした。まず第一段階として、従来、拠点に設置していた FW を、DC 設置の PaloAlto 上に仮想サーバとして移行し、これまで同様に種々の通信が可能であり、安定稼働することを確認する。そして第二段階として、BIG-IP 側に、Web サーバ系や先行導入した FortiMail を含むメールサーバ系など、各種サービスを順次移行していくこととした。

2018 年秋より各システムの構築作業を開始し、ネットワークの移行第一段階として 12 月には各拠点内でのネットワーク機器を入れ替えし、DC 上の新 FW への移行をおこなった。2019 年 2 月にはサーバ類の切り替えや、情報処理教育システムの PC 実習室などの更新を順次おこない、3 月 1 日から新システムでの運用を開始した。

また、全学統合認証としては、ユーザのアカウント名およびパスワードは旧システムのもを一旦そのまま引き継ぎ、ファイルサーバ上のユーザのファイルなども、基本的には新システムへコピーした。さらに学内的な IP 体系も基本的にはそのままとし、DC へのサーバ集約などもあるものの、各種サーバはできる限りマシン名などを引き継ぐようにして移行した。

4.2 移行時のトラブル

これまでの第 I 期から第 II 期、第 II 期から第 III 期のリプレイスは、基本的に“機器の置き換え”であったが、今回の第 III 期から第 IV 期へは、ネットワーク設計自体を根底から大きく変化させることになり、十分に準備をした上で慎重に移行をおこなったものの、想定以上のトラブルが発生した。ここでいくつかを紹介する。

4.2.1 ファイアウォールの移行

大学統合の当初、各拠点の FW は統一的なルールセットとしていたが、キャンパスの要

望や諸事情などにより、本学セキュリティポリシーの範疇内でそれぞれ別途に追加・変更してきた。まずはこれらの整理が大変な作業となった。その上で今回、従来型のFWでのiptablesの設定を、PaloAltoの設定に置き換えたが、ルールに思わぬ抜け落ちが発生した。そのため稼働後に、通信できないケースがいくつか見つかり、都度の対処をおこなった。

4.2.2 スケジューリング

今回リプレイスしたこれらのシステムは、全学統合認証とネットワークという、本学の教育・研究・大学運営のインフラであるため、運用に大きく支障が出ない形で、新システムに問題なく移行しなくてはならない。拠点での設置や工事、立会確認などの実作業時に、本学は拠点が県内に広く点在しているため、人員の配置と移動も含めた日程調整が必要となる。その上に、機器の導入・構築・テストなどをおこなうまえに、大学の部局別・拠点別に様々異なる学務予定などを第一に優先せねばならない。機器の入れ換えが中心だったこれまでのリプレイスの際でも、このスケジューリングには苦心したが、今回はネットワーク構成を大きく変更したため、さらに困難を極めた。

4.2.3 スイッチでのフラッピング

FWを入れ換えた直後には、問題なく通信できていたのに、不意に繋がらなくなるなど不安定になるケースが散発した。症状の発生自体が稀のため、原因がすぐには判明せず、FWのルール設定を再確認したり、経路上のスイッチやケーブルも交換してみたが、症状が収束しなかった。そこでネットワーク構成を再度確認して、いくつかの可能性から推定した上でテストを繰り返し、原因を特定した。

従来のネットワーク構成では問題は生じなかったのだが、FWを入れ換えた後、そのままのVLAN構成では、HJHWの一つのブリッジドメインに、複数のVLANから同じMACアドレスが流れてしまうことが判った。これによっ

てスイッチでフラッピングが発生するために、通信が不安定となっていたと判明した。

これは上流側（HJHWのCISCO ASR）の設定による、いわゆるQ-in-Qトンネルでの制約である。ブリッジドメインを分離する設計でない限り、MACアドレスベースのVLANではこの症状が発生してしまう。そこで本学側でネットワーク構造とVLAN設計自体を見直し、症状が発生しないように改善した。

4.3 運用開始後でのトラブル

運用開始後にも想定外のトラブルがいくつか発生した。ここではいくつかを紹介する。

4.3.1 印刷枚数の急増

まず、情報処理教育システム側でのトラブルであるが、PC教室に設置した共通プリンタの印刷枚数が急増したことが挙げられる。キャンパスによって利用の方向性自体が異なるため、元々、印刷枚数も大きく異なっていた。今回、プリンタ台数をさらに精査して全体的に削減し、電子ファイルの活用を推奨したのだが、とあるキャンパスの特定プリンタの印刷枚数が、これまでと比べても想定以上に急増した。このままだとリース期間中に、プリンタのハードウェア寿命を迎えてしまうペースであり、利用方法の啓蒙、機器をローテーションするなどの回避方法を含め、今後の経過を観察することになった。

4.3.2 ESETの管理運用方法

ウィルス対策ソフトとして、これまではSymantec Endpoint Protectionを導入していたが、今回は費用面からESET¹⁴⁾を選択した。ライセンス管理と利用者の正確な把握のために、クライアントPC側にエージェントを入れ、学内のERA（ESET Remote Administrator）にアクセスすることで自動的に認証する形とした。

ただ、Macなどで新バージョンのOSが出た際に、それに対応する新バージョンのESETクライアントプログラムは、ERA自体のバー

ジョンアップを必要とすることがあり、管理側での作業も大掛かりになることがあった。

また、2020年1月のWindows7の延長サポート終了に向けて、学内でもWindows10マシンに買い替える動きが加速したが、その際、元のWindows7マシンに入れたESETを正常にアンインストールしないままに、新しいWindows10マシンにもESETをインストールするケースが多発したため、一時的にライセンス数が枯渇気味となってしまった。

さらに、ライセンスキーを年度毎に更新するためのユーザ側の作業をどうするか、などの点も含め、ユーザの利活用面を考慮しての運用手法の改善も、今後まだまだ課題である。

4.3.3 L2スイッチの動作不安定

ネットワークシステム側では、L2スイッチとして導入したCisco 2960L 24portでの問題がある。特定ポートが突如ダウンする症状が稀に発生し、設定を見直しても、スイッチ個体を入れ替えても発生した。Firmwareをアップグレードして、現在は経過観察中である。

4.3.4 複数のセキュリティアプライアンス

先行導入したFortiSandbox/FortiMailと、今回、PaloAltoとBIG-IPを導入したが、このようなセキュリティ系アプライアンスを複数導入したことで、どの機器が、どうしてその通信を止めているのかなどが、技術的にも直感的にも判りにくくなってしまった。例えば、あるオプションを設定すると、実際にどういう動作となるのかの詳細などを、出力されるログなどを見ても十分に把握できないことが多い。またメーカーに問い合わせても、製品の性格上ははっきりと開示されることも少ない。そのため、テスト系を別途構築してtcpdumpなどでパケットを確認するなど、動作を調べながらの試行錯誤となっている。

5. キャンパス別独自システム

従来同様、各部署の特色ある教育方針に即した独自システムをキャンパス毎に導入する方針とした。ここでは今回も引き続き導入した、姫路工学キャンパスのPCクラスタ計算システムについて紹介する。

5.1 PCクラスタ計算システム的设计

兵庫県のポートアイランドへの“京”～“富嶽”スパコンの設置に合わせ、並列計算などを中心とした教育的利用を主目的とし、費用面から、実習室のクライアントPC(全学共通PC)を計算ノードとするPCクラスタ“キャンパスグリッド”システムを第II期、第III期システムで構築・運用してきた。夜間や長期休暇時などの「空き時間」に自動的に再構成して、計算資源として有効に活用するものである。

第II期では、姫路工学キャンパスの4つ全てのPC実習室(計277台)を用い、部屋別でパラメトリックスタディ計算、Beowulf型並列計算、SCoreによる並列計算ができるようにしていたが、第III期では、ネットワーク構成や効率的な運用と管理面などから、1つのPC実習室(計64台)のみに集約して、逐次ジョブ、並列ジョブ(SCore・Beowulf)などをポータルサーバ経由で実行できる環境を用意していた。今回もこのような仕組みを、新ハードウェアで引き続き構築した。

PCクラスタ計算システムとしては、富士通の“HPCポータル”を導入した¹⁵⁾。各クライアントPCはマルチブートとし、“瞬快”¹⁶⁾によって制御して、夜間などの指定時間に、起動OSを指定して自動的に再起動し計算ノードとなり、また始業前の指定時間に再起動して通常利用のWindowsに復帰するようにした。システムの構成などは表3に示した。

計算ノードPCは全学共通PCで62台あり、Core i3-7100(3.90GHz, 2コア, 4スレッド)、メモリ8Gbyte、NICはRealtek社RTL8169である。これらのマシンは、Cat5e UTPケーブルを用いて一台のAruba社製5406R L2スイッチ

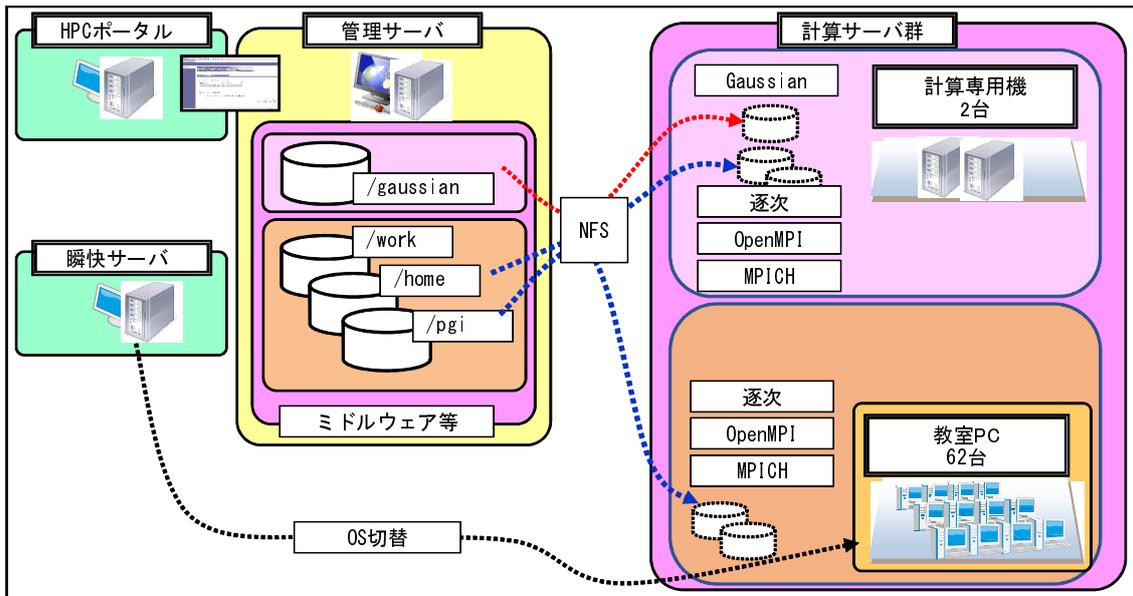


図 5 グリッドシステム 概念図

表 3 キャンパスグリッドシステム構成

システム	運用	場所	マシン	台数	ノード用 OS
ジョブ管理・ポータルサーバ	常時	サーバ室	1U サーバ	1	RHEL7.4
計算専用機 (日中の試行用)	常時	サーバ室	専用 PC	2	CentOS7.5
教室 PC (計算ノード)	夜間他	7105 教室	全学共通 PC	62	CentOS7.5

に1Gbpsで收容されている。このグリッド性能を、最大32台の計算ノードPCを用いて測定した。第III期の結果⁵⁾と比較するために、姫野ベンチ¹⁷⁾のLサイズ(512×256×256)について、ノード当たり4個の論理プロセッサを使用(最大128並列)した結果を、前回の第III期でのもの⁵⁾と合わせて、図6に示す。尚、測定中に、pingでネットワーク状況と、sar(System Admin Reporter)でサーバなどの負荷を測定したが、測定に問題となるような負荷は発生していないことを確認した。

今回のGNUコンパイラとMPICHライブラリ(2018MPICH)で作成したモジュールでの測定と、第III期のGNUコンパイラとMPICHライブラリ(2013MPICH)での結果とを比較すると、性能が向上しているが、これは計算ノード自体のスペック向上が主因であろう。また、2018MPICHと、PGIコンパイラとOpenMPI

(2018PGI)での結果を比較したが、明確な差異はなく性能差はほぼないことが判った。

今後、並列性能の更なるチューニングと利用・運用方法の検討をおこなう予定である。

6. 現在の状況

現在、ADCであるBIG-IP配下へ、各種サービスサーバなどを順次移行している。

また、DCへの集約化をより効果的にするために、拠点間回線の増強を要求していたが、ようやく認められたため、現在作業中である。HJHWのAPの増強された10Gの口へ接続するために、拠点とAP間の回線を増強し、さらにSINETとの接続を10G化、ネットワーク接続経路の変更、各拠点側の機器の10G化などを順次おこなっている。但し、拠点内の基幹部分以下の10G化は次回のリプレイス時となる。

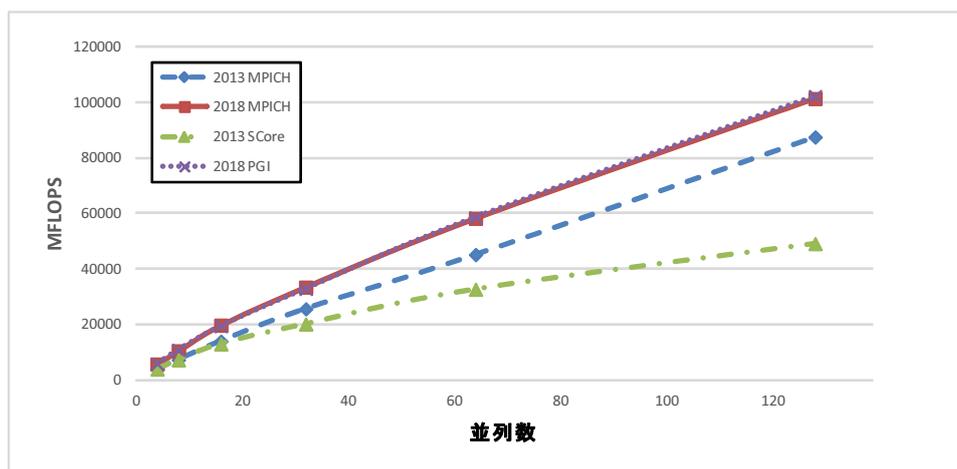


図 6 グリッド性能測定結果

さらに新学部など、新たな組織や拠点がより増える予定であり、これらに対しての、基幹ネットワークの延伸、NGF である PaloAlto の設定変更や全学統合認証の拡張などを現在準備している。

そして、リース延長したことで今回は同時におこなわれなかった、図書システムや学生情報システムのリプレースが近々に控えており、ADC を活用した新構成に対応するように、ネットワーク部分を中心に検討作業をおこなっている。

7. おわりに

本稿では、2019 年春におこなった本学の情報関連システムのリプレースに関して、その設計と構築、移行作業、そして現時点での状況などについて報告した。

今回の情報関連システムは第 IV 期目となるもので、今後ともに“費用と手間のかからない”システムとするために、学外の DC を活用し、NGF と ADC を集約設置する構成にネットワーク構成を大きく変更した。まだまだ ADC の活用面が順次作業中であったり、いくつかの課題は残っているものの、DC を中心とした新システムへと移行できた。また本稿執筆時点で運用開始から 1 年近くが経過するが、システム全体としては順調に稼働している。

今後、現在作業中の拠点間回線の増強とそれによるネットワークポロジの変更、新部局・新拠点構想への拡充、図書システムや学生情報システムなどこの他のシステムへの対応が予定されている。また、ユーザへの昨今のセキュリティ情勢を勘案した啓蒙活動や、利用規定やポリシーについて、最新のネットワーク技術や利用状況に応じた改定作業などが急がれる。

謝辞

今回のリプレースの検討作業を担当した WG メンバー各氏に感謝致します。また、調達先企業、関係各位に謝意を表します。さらにキャンパスグリッドシステムの構築には、柴田裕昭氏をはじめとする(株)富士通九州システムズの方々に多大なるご協力を頂きました。

参考文献

- (1) “兵庫県立大学”,
URL <http://www.u-hyogo.ac.jp/>
- (2) 林 治尚, 高橋 豊, 馬越健次, 鈴木 胖: “大学統合に伴う学内ネットワークの再構築と遠隔授業システムの構築及び運用”, 大学情報システム環境研究, **9**, pp. 59 – 70 (2006)
- (3) 村上登志男, 林 治尚: “複数拠点を結ぶ学校組織内ネットワーク運用事例”, 情報処理

学会研究報告, 2007-DSM-46, pp. 37 – 42
(2007) 2007(72), 37 – 42

- (4) 林 治尚, 馬越健次, 鈴木 胖: “兵庫県立大学における情報新システムの構築と設計”, 大学情報システム環境研究, **13**, pp. 85 – 93 (2010)
- (5) 林 治尚, 島 信幸, 井内善臣, 畑 豊, 太田 勲: “兵庫県立大学の情報新システム (第 III 期) の設計と構築”, 大学情報システム環境研究, **18**, pp. 51 – 62 (2015)
- (6) “兵庫情報ハイウェイについて”, 兵庫県, URL https://web.pref.hyogo.jp/kk27/pa11_000000121.html
- (7) 津川誠司: “兵庫県における情報通信基盤の運用と課題”, 情報処理学会研究報告, 2009-IOT-7, **10**, pp. 1 – 6 (2009)
- (8) 林 治尚, 井内善臣, 畑 豊, 太田 勲: “大学法人化に伴う情報関連システムの改編と移行”, 大学情報システム環境研究, **17**, pp. 67 – 76 (2014)
- (9) URL <https://www.paloaltonetworks.jp/products/secure-the-network/next-generation-firewall>
- (10) URL <https://www.f5.com/ja-jp/products/big-ip-services>
- (11) URL <https://www.fortinet.com/jp>
- (12) URL <https://www.hcnet.co.jp/products/security/radius/accountadapter.html>
- (13) URL <https://www.cisco.com/c/m/ja-jp/umbrella/index.html>
- (14) URL <https://www.eset.com/jp/>
- (15) URL <https://www.fujitsu.com/jp/solutions/business-technology/tc/sol/hpcportal/>
- (16) URL <http://www.fujitsu.com/jp/group/fwest/products/software/applications/shunkai/>

(17) URL <http://accr.riken.jp/2145.html>

(2020年2月27日原稿受付)
(2020年5月11日採録決定)

著者略歴



林 治尚 1989 年京都大学工学部工業化学科卒業, 1995 年同大学院工学研究科分子工学専攻博士課程修了, 同年 4 月姫路工業大学工学部応用化学科助手, 2002

年 4 月部局化により同大学院工学研究科助手, 2004 年 4 月兵庫県立大学学術総合情報センター准教授, 同センター長補佐, 工学博士. 計算物理化学, 分子シミュレーション, 情報セキュリティ, ネットワークシステムの管理運用に従事. 情報処理学会・日本化学会・日本コンピュータ化学会 (役員)・分子シミュレーション学会各会員.

新居 学 1996 年大阪府立大学工学部経営工学科卒業, 1998 年同大学院工学系研究科電気・情報系専攻博士前期課程修了, 2001 年同博士後期課程修了, 同年 4 月姫路工業大学工学部助手, 2004 年 4 月大学統合改組により兵庫県立大学工学研究科助手, 2016 年 4 月学術総合情報センター長補佐 (兼任), 2018 年 4 月から兵庫県立大学大学院工学研究科准教授, 工学博士.

島 信幸 1977 年東京大学理学部物理学科卒業, 1979 年同大学院理学系研究科修士課程修了, 1981 年同博士課程退学, 同年 4 月岡崎国立共同研究機構分子科学研究所技官, 1983 年 4 月東京大学理学部助手を経て, 1990 年 4 月姫路工業大学理学部助教授, 2004 年 4 月大学統合改組により兵庫県立大学大学院理学研究科准教授, 2014 年 4 月学術総合情報センター長補佐 (兼任), 2019 年 4 月から学術総合情報センター教授, 理学博士.