

全国立高専1法人のスケールメリットI～歴史的PIアドレスの集約、機器・ソフトの一括調達、ノウハウ・人材の共有～

新井 イスマイル^{1,a)} 福嶋 徹¹ 内藤 岳史² 土川 洋史³ 比嘉 信⁴ 釣 健孝⁵ 佐々木 智大⁶
大島 秀樹⁷ 渥美 清隆 松野 良信⁸ 千田 栄幸⁹ 山田 悟¹⁰ 今井 一雅¹¹ 牛丸 真司¹²
金山 典世¹³ 仲野 巧¹⁴ 寺元 貴幸¹⁵ 脇山 俊一郎¹⁶ 中尾 充宏¹⁷ 村本 健一郎¹⁰

概要: 独立行政法人国立高等専門学校機構法の施行に伴い、平成 16 年 4 月 1 日に全国の国立高等専門学校（以下、国立高専）が独立行政法人国立高等専門学校機構（以下、高専機構）1 法人に集約され、現在 51 の国立高専を運営している。独法化前は各高専にて個別にネットワーク運用・調達が任されていたが、運営費交付金が毎年削減されることを考慮し、独法化後は高専機構のスケールメリットを活かした効率的なネットワーク運用・調達に挑戦している。本稿では、平成 24 年度までに得られた、(1) 歴史的 PI アドレスの集約による年間費用削減、(2) 機器・ソフトの一括調達による費用削減、(3) ノウハウ・人材の共有の成果について報告する。

1. はじめに

独立行政法人国立高等専門学校機構法の施行に伴い、平成 16 年 4 月 1 日に全国の国立高等専門学校（以下、国立高専）が独立行政法人国立高等専門学校機構（以下、高専機構）1 法人に集約され、現在 51 の国立高専を運営している。高専は中学卒業後に 5 年間の一貫教育を行う高等教育機関で、一般的に 4～5 の工学系学科を設置している。各学科の入学定員は 40 名。卒業後 2 年間さらに高等教育を享受できる専攻科の学生が数 10 名おり、さらに教職員 100 名程度を合わせると 1 高専当たり 1,000 人規模となる。したがって高専機構は 5 万人規模の法人となる。

高専機構全体の支出は、平成 23 年度は 841 億円 [1] で、独法化直後である平成 16 年度の 885 億円 [2] から年々削減されて今に至っている。国立高専の情報基盤整備は第 1 期が平成 7 年度、第 2 期が平成 13 年度、第 3 期が平成 18 年度に更新計画されており、第 1 期・第 2 期については全高専に予算措置がなされたが、第 3 期については予算不足で 6 割程度の高専しか全機器の更新ができない事態に陥った。高等教育機関として高度な教育・研究用情報システムの整備が求められる一方で、金銭コスト面での効率化が求められる。また、独法化後しばらくの間はネットワーク運用・調達が各国立高専に任されていたが、情報システム調達にあたっての仕様策定における人的コストも深刻な問題である。以上の問題を解決するためにトップダウンに効率よく方針を決めるよう、平成 20 年度に高専機構本部情報基盤委員会に情報基盤整備専門部会と情報セキュリティ専門部会を設置し、高専機構のスケールメリットを活かした効率的なネットワーク運用・調達に挑戦している。

また、上記のような削減方向の取り組みだけではなく、各国立高専内での限られた運用担当者のみでの知識獲得・業務には限界があるため、高専機構内で情報や人材を共有するといった、拡大方向の取り組みについても高専機構のスケールメリットを活かした成果が出ている。

以降、本稿では、平成 24 年度までに得られた成果として、2 にて歴史的 PI アドレスの集約による金銭コスト削減効果を、3 にて機器・ソフトの一括調達による金銭コスト削減効果を、4 にて事務系システム統一による金銭コスト

¹ 明石工業高等専門学校
679-3 Nishioka, Uozumi, Akashi, Hyogo 674-8501, Japan
² 福井工業高等専門学校
³ 岐阜工業高等専門学校
⁴ 沖縄工業高等専門学校
⁵ 舞鶴工業高等専門学校
⁶ 呉工業高等専門学校
⁷ 九州大学
⁸ 有明工業高等専門学校
⁹ 一関工業高等専門学校
¹⁰ 石川工業高等専門学校
¹¹ 高知工業高等専門学校
¹² 沼津工業高等専門学校
¹³ 松江工業高等専門学校
¹⁴ 豊田工業高等専門学校
¹⁵ 津山工業高等専門学校
¹⁶ 仙台高等専門学校
¹⁷ 佐世保工業高等専門学校
a) ismail@akashi.ac.jp

表 1 国立高専の歴史的 PI アドレス

ネットワークアドレス (アドレス数の端数は切捨)	校数
/16	6
/19	1
/20	1
/21	3
/22	15
/23	6
/24	3
計	36

および人的コスト削減効果を述べ、5にてノウハウ・人材の共有によるスケールメリットを述べる。最後に、6にて本論文をまとめる。

2. 歴史的 PI アドレスの集約

IPv4 アドレスの枯渇に伴い、平成 24 年度から歴史的 PI アドレスが課金されることになった。51 の国立高専中 36 の国立高専が歴史的 PI アドレスを保有しており、表 1 の通り高専によって保有数が異なるため、保有数の多い国立高専はそれに応じた費用を負担するよう、平成 24 年当初は各国立高専が IP アドレス使用料を負担する予定になっていた。

しかし、/16 といった大規模なアドレスは平成 25 年度分では年間 30 万円強となり負担が大きかった。未使用の IP アドレスを返却することを検討する高専もあったが、ネットワークアドレスを変更すると今度はネットワークの仕様変更費用が発生する。不要な IP アドレスの売却額を得て、ネットワーク仕様変更費用を工面する案も出たが、IP アドレスを資産と取り扱うことになってしまう等の懸念事項もあり高専機構では売却はしないと判断したため、最適案を 1 国立高専では見いだせない状況となった。

国立高専の情報担当者が登録されているメーリングリスト (5 参照) にて意見交換したところ、歴史的 PI アドレスはアドレスブロック単位で課金されるのではなく、保有アドレスの総数で課金されることが分かり、また、IP アドレスの単価が保有アドレス数に反比例することから、国立高専が 1 法人である特徴を活かして、国立高専の IP アドレス管理者を高専機構に集約することで全体の費用を削減することにした。

集約の結果、高専機構で管理するアドレスは 435,712 個となり、これに対する請求額は 657,925 円となった。各高専が個別に支払う場合は総額が 4,090,143 円になるため、3,432,218 円 (84%) の削減を達成した。この総額に対して各高専単価貢献度に応じた IP アドレス維持料を計算した結果、例えば /16 のアドレスを持つ高専の費用は年間 5 万円強となり負担が大幅に軽減された。

費用を大幅に削減することに成功したが、未使用の IP

アドレスを保有している状況は継続しているため、今後は各高専の判断でアドレスを返却する可能性はある。また、歴史的 PI アドレスを持たない 15 高専に提供して全高専のネットワークを统一的に整備することも可能であるため、今後も高専機構規模での議論を継続したい。ちなみに、現在、高専機構内の双方向通信を実現するために VPN 網を構築している。国立高専によっては既存ネットワーク資源の都合により VPN 環境を構築できないところがあったため、国立高専で統一して VPN 専用回線を本回線とは別個に契約しており、予算を圧迫している。歴史的 PI アドレスを保有していないことで、ネットワーク資源に不都合がある国立高専に未使用の歴史的 PI アドレスを割り当てて統一的なネットワークを整備できれば、VPN 専用回線が不要になると考えられる。

また、このようなアドレス集約は高専機構に限らず、アドレス管理業者を 1 つ定めて、大学法人等が IP アドレスを移管することで同様の効果を得ることが可能だろう。

3. 機器・ソフトの一括調達

ネットワークをインフラとして捉えるようになってからは、独法化前から各国立高専にて情報システムの導入時期を一定年度毎に定めていた。1 でも述べた通り、平成 7 年を第 1 期として始めて、第 3 期には予算不足に陥る事態となっている。また、これまで各国立高専で仕様策定を行っていたが、情報システムの高度化・複雑化が著しいため、前システムの仕様書が参考にならず、仕様策定の人的コストが無視できない状況だった。

そこで、独法化後に国立高専の情報システムの導入時期を揃えて、機器やソフトウェアの一括調達を検討した。一括調達することで、大量購入による割引額が大きくなり金銭コスト面の問題が解決され、また高専機構本部で仕様を策定して各国立高専に配ることで、仕様策定の人的コストが削減できる。とはいえ、各高専で長年構築してきた情報システムの改変を要するため、改変が容易なものから着手している。以下に、これまでの実施状況と今後の計画について述べる。

● ファイアウォール

ファイアウォールは校内外の通信を制御する装置であるが、概ねどの国立高専もインターネット層およびトランスポート層の通信制御を主としており構成が似通っていたため、一括導入が比較的容易と判断して、平成 24 年度に高専機構本部で一括調達した。

金銭コストが大幅に削減されることを見込んで、ログの分析も可能であることを仕様に設定したところ、Fortigate 社製の Fortigate-300C が導入された。当製品は UTM (Unified Threat Management) と呼ばれる統合脅威管理機能が搭載されており、スパムフィルタやアンチウイルス、ウェブフィルタリング、アプリ

ケーション制御といったアプリケーション層の通信制御が可能である。このような機能を備えたネットワーク機器を導入していない国立高専が多かったため、よりセキュアなネットワークが構築できるようになった。但し、この UTM 機能は策定した仕様には含まれていなかったため、業者による設定サポートは対象外となった。

本調達単独の金銭コスト削減効果は公表できないが、同時に導入した認証サーバ（次項に述べる）を含めた合計費用は当初の予定に対して 9,000 万円削減できた。他のメリットとして、ファイアウォールにセキュリティパッチを適用した場合に動作に不具合が発生するケースがあったが、当該国立高専の報告により他の国立高専がパッチ適用を見送ることで不具合の多発を防ぐことができた。

とはいえ、同一機器を導入したことにより、全国立高専で同じセキュリティ・ホールを持つことにもなるため、デメリットともなる。また、一業者が全国立高専に同時期に導入するにあたって人材不足により並行作業に限界が生じたため、導入時期を数グループに分けた。結果として目標の納期に全国立高専に導入はされたが、初期に導入した国立高専は慌ただしい対応となった。大幅な金銭コストの削減はできたが、仕様に記載する導入時期は、高専機構規模の場合は納期ではなく納入期間で指定した方が望ましいことが分かった。

● 認証基盤

後に述べる事務系システムの統一に向けて、高専機構規模の認証システムを構築した。LDAP を主に利用するが、各国立高専内に既設あるいは今後導入される無線 LAN や認証付有線 LAN の整備を考慮して RADIUS も同一ユーザ DB で管理することを仕様に指定した結果、富士通製の ID 管理システムである Unified One を基軸とする認証基盤システムが導入された。

各国立高専で修正されたデータベースは、高専機構の中央サーバに同期・バックアップされる。ユーザ ID は、自高専内で利用する時にはドメインを含まないユーザ ID（例：ismail）、高専機構規模で自高専外のサービスを利用する時にはドメインを含むユーザ ID（例：ismail@akashi.ac.jp）を利用する。パスワードは同一のため、ユーザ ID とパスワードの記憶負担は低い。

高専機構では今後積極的に国立情報学研究所 (NII) が提供するサービスの活用を検討しており、そのための学認参加には認証基盤の Shiboleth IdP 対応が必須なため、その有効化については導入業者から手順書が得られている。

● Microsoft 包括ライセンス

Microsoft Windows と Microsoft Office はどの国立高

専でも利用しているため、まず最初に Microsoft 社のボリュームライセンスを高専機構規模で契約した。ハードウェアに比べて各高専での改変はほとんどなく、また学生の個人利用目的のメディアおよびライセンスの販売額も非常に安価なため継続価値は高い。

● 校内基幹スイッチ（モデルケース）

高専機構規模での校内基幹スイッチの一括調達は平成 30 年度を予定しており未実施であるが、モデルケースとして数組の国立高専で基幹スイッチの共同調達を実施しており、こちらも金銭コストの削減が達成できている。

一例として、宇部・呉・明石高専による共同調達では、1 拠点当たり 2 台のコアスイッチおよび 10 台程度のエッジスイッチを導入した結果、他の情報サービスを新規導入できるくらいの費用が削減できた。（割引価格を具体的に公表するコンセンサスが得られていないため具体的な削減金額は割愛。）明石高専では学生用メールサーバを従来のオンプレミス型からクラウド型の Google Apps に移行する費用に充てた。Google Apps 自体は無料のサービスであるが、ドメイン設定変更や、校内・Google Apps のユーザ DB を同期するシステムを外注すると 100 万円単位の出費となる。

今後は、高専機構と豊橋技術科学大学、長岡技術科学大学の 3 機関連携によるテレビ会議システムの全校導入が近々予定されている。

また上記の校内基幹スイッチの項でも述べた平成 30 年度の基幹スイッチ一括調達についても既に議論が始まっている。高専機構規模の一括調達では先ほどのファイアウォールの項でも述べた通り、納入期間の指定が重要と考えられる。高専機構規模で対応できる業者が限られたり、またそのような大規模な業者だと、地域の小規模な業者より対応スピードが低下する恐れもあるため、金銭コストだけに注目がいかないようなバランス取りが重要となる。

4. 事務系システムの統一

事務系システムは標準化されたものではないので、受注開発が一般的である。仕様策定の労力はこれまでに述べた機器・ソフトウェアより一段と増す。一方で、事務職員は高専や大学間で異動があり、他の事務系システムに順応する機会が多いため、教育・研究システムに比べて統一時の混乱が少ないと考えられる。また、教員も国立高専間で 1~2 年間の人事交流により他の国立高専に配置換えすることがあり、その際にシステム利用方法を覚え直さなくてよい。独法化後に高専機構規模での事務系システムの統一は積極的に進められており、これまでに以下のシステムの統一に成功している。サーバが集中管理されており、各国立高専にサーバを設置する必要がないため、メンテナンスコストの削減に寄与している。

- 財務会計システム
教職員が物品購入依頼をシステムに入力すると、調達係や財務係が会計処理する。見積書を PDF で送付する業者が増えていることから、見積書の電子ファイルを添付できる機能がある。そのため物品購入依頼者はペーパーレス作業が可能である。
 - 旅費システム
教職員が旅行計画や報告を入力すると、総務係や財務係が会計処理する。旅行計画を入力する際に旅程の入力が煩雑になるが、乗り換え案内システムと連動しているため、行き先の最寄り駅を入力するだけで自動的に旅程が入力できる。このシステムについても旅程入力者はペーパーレス作業が可能である。
 - 給与システム
教職員の給与明細をペーパーレス化している。源泉徴収票の電子データも閲覧・ダウンロード可能だが、こちらは現在も印刷物を教職員に配布している。
 - ドキュメントサーバ
Blackboard 社の Xythos Document Manager と呼ばれる WebDAV に準拠したファイル共有システムを導入している。高専内のファイル共有は元より、高専機構内のファイル共有もユーザ・グループ単位で可能となっている。膨大な量のファイルを管理しているため、検索機能も重要する。近年、情報漏洩対策のため、メールへのファイル添付を勧めていない（機密度によっては禁止している）が、本システムは WebDAV に準拠しているため、URL によるファイル共有を認証付きで可能としている。
- 現在未統合のシステムとしては以下が挙げられる。
- 教務システム
教務データの取り扱い方には各国立高専で強いこだわりがあるため統合の難易度は大変高いが、平成 25 年度に、全国高専の教務システムの共通点を見だし統合化を検討するワーキンググループが発足した。
 - 図書システム
OPAC の連携は国立高専間に限らず、高等教育機関間で势力的に進められているが、貸出・予約状況紹介、文献複写・貸借申込、図書購入申込等のシステムの統合については未着手である。統一の難易度は教務システムに比べれば低い。
 - e-learning システム
各国立高専には少なからず 1 つ以上の e-learning システムが稼働していると考えられる。講義資料の保存、課題のアップロード、履修者への一斉連絡等、共通の項目は多いため、モジュールによりカスタマイズ可能な moodle 等の導入が望ましい。うまく統一できれば他高専の科目を履修することも可能と考えられる。
 - ポータルサイト

教職員が情報共有するポータルサイトを設置している国立高専がほとんどである。CMS(Content Management System)を導入している国立高専もあれば、編集者が HTML ファイルを直接編集して情報更新する国立高専もある。ポータルサイトは目的の性質上、システムの仕様ではなくコンテンツに各高専の特色・こだわりがあるため、システムの統一は容易と考えられる。システムを統一しないにしても、特定の CMS にフォーカスして導入・メンテナンス手法を共有することで、各国立高専の判断で当該 CMS を設置することは可能で、この場合は仕様策定の人的コストが削減できる。

5. ノウハウ・人材の共有

全国高専のスケールメリットは、金銭コストや人的コストの削減といった縮小方向だけではなく、知識・人材の共有といった拡大方向にもある。以下に事例をまとめる。

- 情報基盤委員会、専門部会及び WG
高専機構の理事、校長、教授、局長や部長等によって、高専機構の情報システムについて意思決定がなされている。
- その配下に情報統括専門部会およびシステム統合 WG が設置されており、各国立高専の情報センター等で势力的に活動している情報システム担当者を 11 名精選して組織している。本論文の著者は平成 24 年度および平成 25 年度のメンバーである。メンバーのネットワーク運用スキル等は高く、1 国立高専では実現できない高度な議論やドキュメントの雛形作成が実現できており、この結果をトップダウンに各国立高専に下ろすことによって、高専機構全体の情報システムおよび運用の頑健性が向上している。
- 情報統括専門部会では以下の項目を主な議題としている。
- － 情報基盤の運用に関する検討・実施
3 で導入する機器やその運用方法について議論する。
 - － 情報セキュリティポリシーの策定や見直しに関する統括
各国立高専で情報セキュリティポリシーを策定するには大変な人的コストが重複してかかるため、この部会で雛形を策定したのち、各国立高専がその雛形に基づき、校内の事情に合わせてカスタマイズして規程している。
 - － 情報セキュリティ監査計画の作成及び実施
法人の健全かつ向上的な運用のため監査は必須である。会計等の内部監査は高専機構本部の事務職員によって行われているが、情報セキュリティ監査は一般の事務職員に持ち合わせないスキルが必要となるため、この部会メンバーが担当している。

外部委託せず他高専の人材を共有できる点においては高専機構のスケールメリットが活かされていると言える。

監査は1国立高専につき3年周期で実施されているため、1年に17の国立高専を監査する必要がある。部会メンバーはこれより少ないため1年間に1あるいは2の国立高専を1人が担当することになる。

- ソフトウェアライセンス管理に関する検討・実施
各国立高専でソフトウェアのライセンス適正利用状況を毎年度確認しているが、1部の事務職員の担当業務となっており人的コストに問題がある。

ハンモック社の Asset View と呼ばれる IT 資産管理システムの導入をこの部会で決定したところ、ソフトウェア使用状況を自動的に確認できるため、上記の確認労力が大幅に削減された。

今後は Microsoft 包括ライセンスによるソフトウェアをインストールした後のアクティベーションを自動化するシステムの導入可否について議論する予定である。

- 情報担当者の人材育成に関する研修の検討・実施
年に一度の情報担当者研修会を主催している。国立情報学研究所のスタッフからも高専機構のスケールに着目されており、毎度講師が派遣されている。

- 教職員及び学生に対する情報リテラシー教育等に関する検討・実施

学生のみならず教職員の情報リテラシー教育も近年重要となっている。「情報システムユーザガイドライン」という70ページ構成の教科書を作成して、PDFを国立高専に配布した。

システム統合WGでは以下の項目を主な議題としている。

- 学生情報統合システムの導入
3で述べた教務システムの統一化も含まれている。
- その他の情報システム統合

● メーリングリスト

情報システムについて共有したいトピック毎に、高専機構規模のメーリングリストを作成している。メーリングリストの参加者には JANOG, WIDE, ITRC, 東北学術研究インターネットコミュニティ (TOPIC)、サイバー関西プロジェクト (CKP) で活動あるいは関わっている教員がおり、多数のチャンネルから得た公開可能な情報を共有できる。

以下に現在活発に利用されているメーリングリストを紹介する。

- ml-it-staff
情報関連業務に携わる教職員を対象とした情報共有及び人的ネットワークの構築を目的としている。
登録アドレス数は現在 253 件。

平成 25 年 9 月現在のホットトピックは平成 26 年 4 月にサポートが終了する Windows XP の対応策である。平成 25 年度開始以前から危機感を持っている高専もあれば、このメーリングリストで情報を得ようやく対応を検討する高専もあったため、高専機構規模での情報共有の意義が確認できる。

また、2で紹介した歴史的 PI アドレスの集約についても当メーリングリストで議論が行われた。

その他にも、ある国立高専のプロジェクトが紹介がされた後に派生のメーリングリストが作成されたことがあり、人的ネットワークの構築に貢献している。

- ml-joho-tanto

高専機構本部から、各国立高専の情報担当者へ連絡するために用いられる。

登録アドレス数は現在 163 件。

- ml-lan

高専機構本部で一括調達し各国立高専へ設置した「ファイアウォールと認証サーバ」についての連絡を目的としている。

登録アドレス数は現在 62 件で業者も含まれている。

3でも述べたように、セキュリティパッチの不具合が当メーリングリストで共有された。他にも導入機器の利用 Tips が共有されている。

6. おわりに

国立高専1つでは小規模だが、独法化によって国立高専はスケールメリットを享受できるようになった。長年独立機関として運用していた高等教育機関を一元化することは挑戦的な課題ではあるが、情報システムの運用面については、今のところ金銭コスト・人的コストの削減および知識・人材の共有による事業の拡大に成功している。とはいえ、規模が大きいことから独法化して9年が経つ現在においても、情報システムおよび運用手法の統一が完了していないため、当面は全情報システムの統一について検討・実施を一巡させたい。

参考文献

- [1] 独立行政法人国立高等専門学校機構：決算報告書第8期事業年度，入手先 (<http://www.kosenk.go.jp/information/kessanH23.pdf>) (参照 2013-8-30)。
- [2] 独立行政法人国立高等専門学校機構：平成16年度決算報告書，入手先 (<http://www.kosenk.go.jp/information/kessan.pdf>) (参照 2013-8-30)。