

大学向けポータルサイト利用促進に資する汎用データウェアハウス機能の実現

著者	東 昭孝
著者別表示	Higashi Akitaka
雑誌名	博士論文要旨Abstract
学位授与番号	13301甲第4571号
学位名	博士（工学）
学位授与年月日	2017-03-22
URL	http://hdl.handle.net/2297/48058



大学向けポータルサイト利用促進に資する
汎用データウェアハウス機能の実現

Development of a General Purpose Data Warehouse for
Utilization Promotion of University Portal

金沢大学大学院自然科学研究科

電子情報科学専攻

東 昭孝

Abstract

In recent years, there have been active movements to introduce Institutional Research (“IR” below) at Japanese universities, and to utilize it for university management, education and student support. However, technical problems will occur if the placement of experts and the introduction IR-dedicated information system at many universities are not available. Methods in data collection from the information system in the university, method for analyzing the collected data, methods for visualizing the analysis results and providing it to the university administration. To solve this problem, we examined the methods that can be collected by non-IT experts and developed general-purpose data warehouse, data analysis methods, and IR support system to visualize and provide the analysis results.

As a result, it has become possible to materialize a comprehensive IR support environment that can smoothly perform automatic data collection, analysis and visualization, making it possible to utilize the data accumulated in university for IR. It has become possible to cycle PDCA planning, implementation, analysis, and evaluation and to promote the utilization of a portal intended for universities.

論文要旨

1. 序論

1.1 はじめに

近年、日本の大学においても Institutional Research (以下、IR) を導入し、大学の経営や教育・学生支援に活用しようという動きが活発化している。IR とは、教育、経営、財務情報を含む大学内部のさまざまな情報を収集・蓄積し、調査・分析を行うことにより、大学運営の自己点検・評価、意志決定に寄与するための包括的な活動である。

日本の多くの大学は IR の専門部署を設置し活動を行っている。しかし、実際に活用されている大学は数少なく、必ずしも成功を収めているとは言い難い。その要因は、いくつか挙げられるが、一つ目の要因として、IR の定義があいまいで一貫した定義が存在しないため、執行部が IR の役割を理解しきれていないことが挙げられる。二つ目の要因としては、現在、日本の大学は、大幅な予算削減と、併せて人員削減も行われている。そのため、IR は重要な業務であるにも関わらず、配置された人員が専属で IR の業務を行っている大学は少なく、他の業務と兼務しながら IR を行うことが多いことが挙げられる。さらに、予算削減により、IR のための情報システムの導入が進んでいない大学も多い。

IR を効率的に遂行するために、日本の大学でもデータウェアハウスなどのシステムを導入して、学内のデータの収集を行う大学が増加している。しかし、導入後もデータの収集には、IT 専門家の知識が必要であり、まだ多くの大学では導入したシステムを活用できているとは言い難い状況である。IR 推進は、大学の大きな課題であり、重要事項として取り組まれているものの、十分に達成できていないといえる。

IR を実施するには三つのパートに分けることができる。一つ目は学内の情報システムからデータを収集する手段であり、部署ごと目的ごとに独立して構築されている場合が多く、データの効率的な収集が課題となる。また、各情報システムは、データベースの製品や設定、データ構造などにより、収集する手順が違う。そのため、IT 専門家の知識が無ければ、効率良くデータを収集することが難しい。データ収集・蓄積基盤は一朝一夕で構築できるものではなく、IR 推進のネックとなる可能性が高い。二つ目は収集したデータを分析する手段であり、収集したデータをいかに効率良く分析す

るかが課題である。IRの実現には、どのデータをどのように活用・分析するのが有効かを十分検討する必要がある。三つ目は分析した結果を可視化して大学の執行部などに提供する手段であり、可視化した分析結果を必要な人員に必要な時に、いつでも利用可能なようにすることが重要である。さらに、重要なデータを扱う場合も多いため、セキュリティを保ちつつ利用可能な仕組みを提供する必要がある。これらの問題を解決してIRを進めるためには、効率良く学内に散在するデータを収集し、分析、可視化を行う必要がある。また、IT専門家がIRに常時稼働できない場合や不在の場合でも、業務を効率よく進める手段が必要である。

本研究の目的は、IRを活用するための手段として、大学の情報システムに蓄積されているデータを効率良く収集する手法および解析をサポートする手法について考案し、実システムとして実装・評価することである。本研究では、IRとITの両方の専門知識を兼ね備えた人員の確保とIR専用の情報システムの導入が難しい環境の大学をターゲットとして、IRの三つのパートにおけるそれぞれの技術的な問題を解決する。また、日本の大学におけるIRの推進、活用に資する支援環境開発の一つの指針となることを目指す。

本研究で対象とするデータは、金沢大学で運用されている大学ポータルであるアカンサスポータルの利用記録や、e-Learningシステムの学習記録などを中心としたデータである。教学IRとしての評価とともに開発したシステムで分析を行い、結果をポータルなどの情報システム改善のためのPDCAサイクルに応用させる。

1.2 システム開発

学内のデータを収集する手段として、ITの専門家でなくとも収集できる手法について検討し、汎用データウェアハウスとして開発を行う。最低限のDBの知識がある担当者が利用することを想定し、ブラウザで設定を行うことで、自動的にデータを収集できるようにする。汎用データハウスシステムの他のシステムでは備えていない大きな特徴として、データ収集時に格納するエリアの定義を自動作成し、誰でも利用可能な機能として提供を行う。この機能により、ITの専門家が不在でも、情報システム内の大量のデータの収集が容易になる。また情報システムで違う製品のDBを利用していても、同一のDBに格納することで、情報システム間の相関関係を知ることが可能な重ね合わせた分析が容易に可能になる。データ収集時に、暗号化も同時に行うことで、個人情報の保護も含めたセキュリティ上の問題も解決可能である。

データを分析する手段および分析結果を可視化し提供する。収集・蓄積したデータを利用して、IT の専門家でなくともブラウザで設定を行うことで分析を行う。その後、

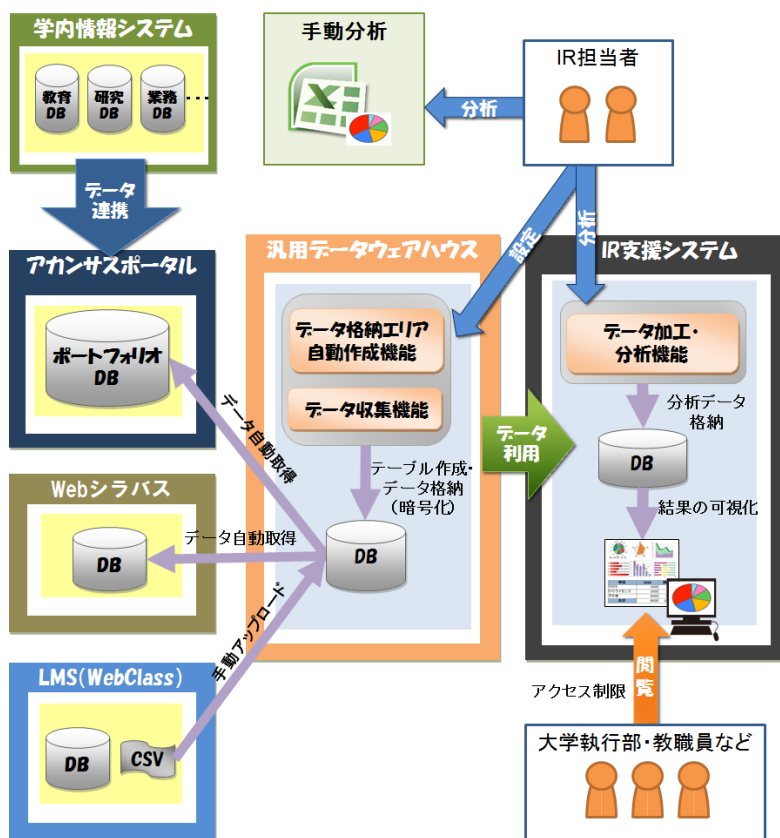


図 1 本研究の概要図

可視化した分析結果を安全に閲覧する機能を開発し、IR 支援システムとして提供を行う。また IR 支援システム以外で分析した結果をアップロードして利用することも可能とし、他の BI ツールなどで分析した結果や、現在までの資産を活用できるシステムとする。

提案するシステムにより、データの自動収集、分析、可視化までをスムーズに行える総合的な IR 支援環境が実現できる。これにより、大学内に蓄積されているデータを IR に活用可能となる。図 1 に本研究の概要図を示す。

2. アカンサスポータルの開発思想と役割

本研究において、多くの分析を行うアカンサスポータルについて説明を行う。金沢大学ではアカンサスポータルと呼ばれる全学情報サービス用ポータルシステムが運用されている。学内の各種情報サービスの一元的な利用、利便性の向上、蓄積されるデータの信頼性確保と利活用、および、情報システム構築・運用にかかるコスト削減を目指し、情報システムの再構成を行うための、中心的な役割を担う。継続的な機能拡張を実施し、現在は、本学にとって不可欠なシステムと位置付けられている。アカンサスポータルには、当初よりパソコン版サイトに加え、2011 年度からはスマートフォンやタブレット向けのサイトを提供するなど、特に学生の接続環境を意識した開発を行っている。

アカンサスポータルは、独自の機能に加え、学内情報システム（サービスプロバイダ。以下、SP）の玄関（ポータル）の役割を担う。アカンサスポータルに接続すれば、一度の認証で学内の主要な情報サービスを受けることが可能である。ポータルの認証には、本学の統合認証基盤として開発された金沢大学統合認証システム（Kanazawa University Single Sign-On, 以下、KU-SSO）を利用している。この統合認証基盤には、Shibboleth と呼ばれるシングルサインオン（以下、SSO）を可能とする技術を利用している。我々が開発したシステム開発の特徴は、どのようなシステムを構築するか全体構想を行い、個々の機能については、その構想や仕様に沿った形で作成を進めていることである。また多様なサービスを機能単位にモジュール化して行う点にあり、必要な機能のみをプラグイン方式で利用することが可能である。すなわち、他大学にシステムの移行を行う際にも、大学の規模や要望により、機能を必要に応じて選択して利用することが可能である。

3. 学内システムのデータ分析

本章では、学内で稼働している情報システムに蓄積されたデータを利用して、予備的な分析を行い、分析手法の検証を行う。他大学では、IR の取り組みとして、まずはデータの収集と、収集したデータの分析を行っている場合が多い。今回、大学で利用者が増加しているアカンサスポータル内に蓄積されたデータを利用して、予備的な分析として分析手法の検証を行った。さらに、アカンサスポータルのデータを収集・蓄積する機構が、今後構築する教学 IR システムでも有効であるかを考察する。

現在までアカンサスポータルは、全学ポータルシステムとして5年、初期の教育用ポータルから通算7年間運用を行ってきている。教学支援機能をはじめとした種々の全学向け情報サービスを円滑に提供するために、ユーザ属性などのユーザの基本情報に加え、個々のユーザのサービス利用に関する様々なデータが蓄積されている。

アカンサスポータルで、多くのデータが蓄積されている機能、多くの利用者が活用している機能を中心に分析を進めることで、今後の改善にもつながる分析が可能と考えた。特にお知らせ掲載数、メッセージ送信数に関する統計処理は、学生と大学との連絡の状況を把握し、今後の情報発信や学生向けの情報伝達、学生と教職員間のコミュニケーション手段の改善につながることを期待できる。

まず、学生の解析として、学生の年度単位のログイン数、組織区分・学年単位のログイン数、組織単位ログイン数・LMS アクセス数、月・組織区分単位のログイン数・

LMS アクセス数、全学生の LMS アクセス数とログイン数、アカンサス印刷予約数について解析を行った。解析結果として、学生はアカンサスポータルを運用開始当初から日常的に利用している。学域学類の1年生の1人あたりのログイン数が多いことや、在学期間が長い学生は、ログイン数が減少していることがわかった。学域・学類の1年生は、前期に行われる必修授業である情報処理基礎や大学社会生活論などで、アカンサスポータルや LMS を利用する講義が多く行われていることが影響していると言える。また大学院（特に博士後期）は LMS の利用数が少ないことがわかった。それに対し、専門大学院は利用数が非常に多いことがわかった。他の大学院に関しては、利用数が非常に少なくなっていることがわかる。学域・学類生、専門大学院については、講義期間中の利用度は高いが、休暇に入ると利用度が下がることがわかった。アカンサス印刷予約については、印刷数が増加しており、有効なサービスとして利用されていることがわかった。

お知らせ・メッセージ（メール転送）機能に関わる解析として、ユーザ区分によるお知らせ掲載数、ユーザ区分によるメッセージ送信数、お知らせのカテゴリ単位の掲載数の解析を行った。職員、教員ともに、お知らせを多く利用しており、学生の支援として有効に活用されていると言える。メッセージについても、教職員、学生ともに多く利用しており、学生と大学の連絡で広く活用されていることがわかった。お知らせのカテゴリについては、適切なカテゴリがある所属の利用数、カテゴリ指定の割合が高いことがわかった。

留学生に関わる解析として、留学生の割合、学生のアカンサスポータルの選択言語、2015年度お知らせ・メッセージの英語指定送信数の解析を行った。日本人と比較して、留学生は英語を選択している割合が多いことがわかった。英語でお知らせを掲載しているところは少なく、特にメッセージに関しては、英語での発信は、全体の1%も行われていないことから、ほとんど英語での発信を行っていないことがわかった。

本章で、アカンサスポータルのデータベースに蓄積されたデータを元に解析を行ったことで、学生の動向、学生の連絡手段からの教学支援状況、留学生のデータを解析して留学生動向の有効な分析が行えたことから、大学のポータルのデータは教学支援として効果的に利用できることがわかった。このことで、今後の教学 IR につながられることと判断した。

本章の手順で最新のデータで行うためには、毎回データの収集から、データを整形し、可視化を行う必要があり、かなりの運用コストが見込まれる。今後、同じ解析手順であれば、即時に解析して可視化する手段の必要性を強く感じた。

4. IR 支援システムの開発

最新のデータで分析を行い可視化するためには、多くの運用コストが発生する。そのため、本章ではその問題を解決する手段について研究を行う。1つのシステムのみ利用したデータの分析では、判明することは限られている。多数のシステムのデータを重ねあわせて分析を行い、相関関係などの比較を行うことで、多くの複雑な分析が可能になる。しかし、それぞれのシステムのデータが分散している状態では、複数のシステムを重ね合わせた分析は難しい。複数のシステムに渡っての分析を行うためには、データを集約すること、集約したデータを分析すること、分析した結果を必要な利用者に、安全に提供することが求められる。

今回、課題である複数のシステムのデータを使った分析を行うために、必要な時に効率よく行うことができるシステムを開発した。このシステムは、分析の設定を行うことで、手軽にグラフや表形式でデータを可視化できるだけでなく、KU-SSO と連携することで、必要な利用者だけに安全に閲覧させることが可能なシステムである。データ登録とデータ分析は、分析を行う担当者が行い、利用者は登録した分析結果を閲覧のみが可能である。分析結果の重要性に応じて、運用に関わる重要な分析は、大学の執行部の利用者のみ閲覧できる権限設定や、現在の学生数等の意志決定に関わらない分析は、大学関係者全員に閲覧可能にするという運用が可能である。図2にIR支援システムを示す。

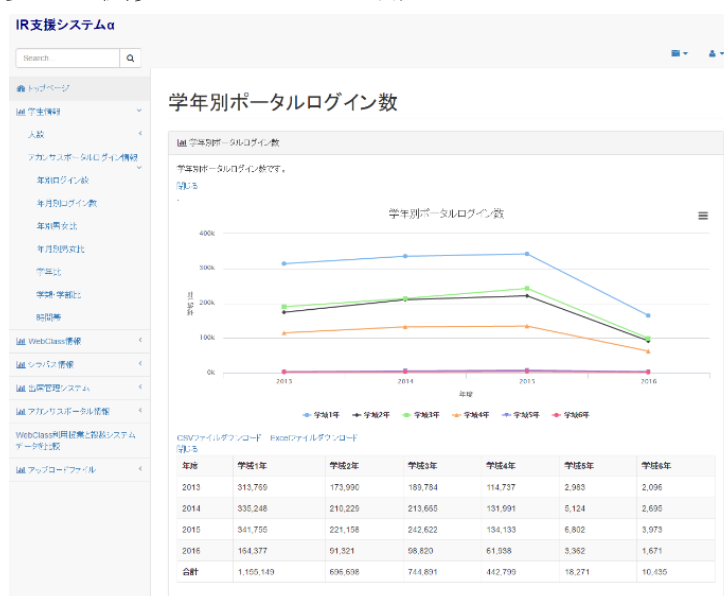


図2 IR支援システム

開発したIR支援システムで、年度別LMSコンテンツ数に対する授業数、2015年度LMS利用率、2015年度アカンサスポータルメッセージ利用率、2015年度Webシラバス登録率、LMS利用授業と他システムのデータ比較の分析を行った。年度を追うごとに、利用している授業が増加していることがわかった。メッセージについては、どの所属でも多く利用されているおり、授業に役立てられていると言える。Webシラバスの登録率については、どの所属も高い登録率であると言える。LMSを利用して

いない授業と比較して、利用している授業は、アカンサスポータルのメッセージ、Web シラバスの登録率も、利用していない授業と比較して、高い割合で利用していることがわかった。このことから、LMS を利用して授業を行っている教員は、同じ教育で利用できるシステムとして、アカンサスポータルや Web シラバスも、積極的に授業に利用していると言える。

今回の分析により、複数のシステムのデータを重ね合わせることで、1つのシステムでは見えなかった傾向がわかり、LMS を利用している授業は、他のシステムも利用率が高いことが確認できた。様々な分析を行い、システムに登録することで、業務に必要な情報など、瞬時に確認できることが可能になり、業務の負担軽減に役立つと言える。また多くの分析結果を登録することで、組織の意志決定などにも利用可能である。

5. 汎用データウェアハウスシステムの開発

本章まで行ってきた研究の中で、データベースが異なる複数の情報システムのデータを、分析可能にするために1か所にデータを収集することは大変な作業であった。その作業を行うためには、データベース等のIT 専門家の知識と、各情報システムのデータベース上のテーブルの仕様を理解しておく必要があり、専門知識を持った担当者であっても大変な作業となる。本研究では、IT の専門家が不在の場合でも簡易な操作のみで、自動的にデータを取込むことを可能にするシステムが必須と考えた。そのため、複雑なデータの収集手段や、不完全なデータ取込を改善するために、独自で機能を開発する必要があると判断した。また1つの同じ製品のDB に、違う製品のDB を取り込むことで、相関関係をみる分析を容易に行えるようにする。またIT の専門家であっても、複雑な手順でデータの収集を行うことは、運用コストがかかり、無駄な時間を費やすことになる。今後のコストの削減のためにも開発は必須と考えた。

本章では、データの収集の手段を手動ではなく、自動化することで、専門知識が少ない担当者でも、データの収集を可能にすることを目的として、問題を解決する手段として、汎用データウェアハウスのシステムの開発を行った。また、よりセキュアなシステムとして、物理的に盗難されることや、設定の不備等でシステムに侵入された場合でも、個人を特定できない仕組みを導入した。分析に必要な氏名や個人を特定できる個人番号等の個人情報について、安全に扱える機能を開発した。

今回の対象 DB は、Oracle と MySQL とし、文字コードは UTF-8 で対応を行い、開発・検証を進めた。テーブルの作成のみだけではなく、データベースの制約や大量データの分析を行う際には、制約やデータの検索の速度を向上させるために、プライマリーキーとインデックスの情報の設定は必須であり、自動で設定を行った。

その結果、担当者がブラウザで、設定を行うことで、任意のタイミング、リアルタイム参照、日時指定、繰り返し指定等で、情報システムのデータベースにアクセスして、データを自動集することが可能になった。図 3 に汎用データウェアハウス開発構成図を示す。

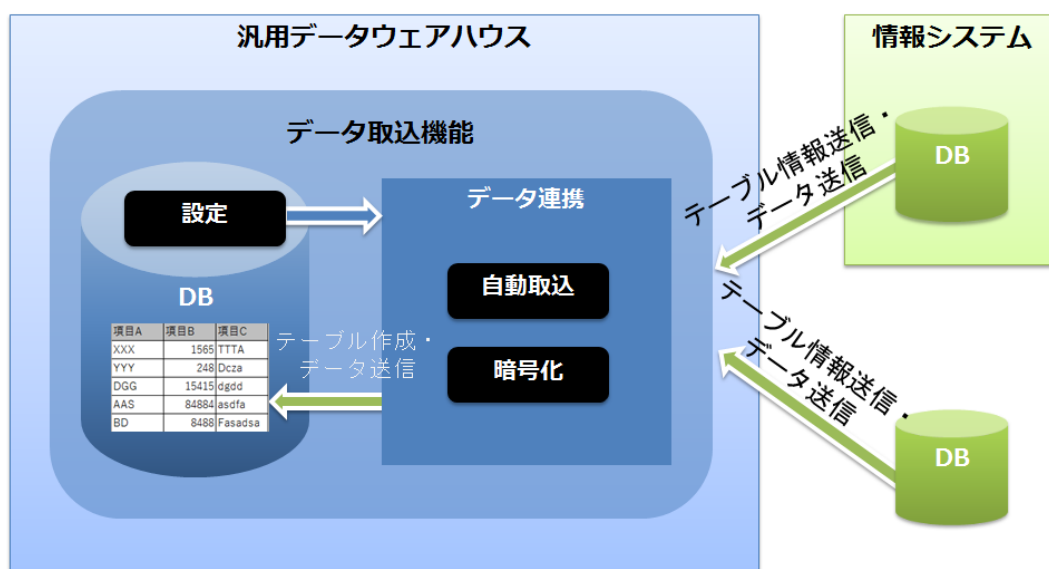


図 3 汎用データウェアハウス開発構成図

主な機能として、管理者がパソコン等のブラウザで、取り込み先の設定を行うことで、自動で本システムのデータベースにデータの取り込みを行う。

まず取り込み先のデータベースのテーブルを選択し、選択したテーブルの情報を読み取り、取り込み用のテーブルを自動作成する。作成する時にはテーブルの制約であるプライマリーキーを含めて作成する。その上で、データを読み取りながら自動で挿入を行う。取り込み先のデータベースのデータの型、製品のバージョン、文字コードに応じた変換ルールを、DB 内に定義しておき、変換ルールに従い変換を行い、テーブルを作成する。その後、検索速度を向上するためのインデックスを作成する。また、データ解析の際にわかりやすく項目が識別できるように、カラムのコメントも設定する。処理後、結果の表示を行う。失敗した場合は、変換ルールの変更を画面上で行い、

再度取り込み処理を行うことが可能である。取り込みが完了したデータは、IR 支援システムを利用することで、データの分析、可視化が可能になる。

原則、IR の分析では、個人が特定できる情報で分析を行う必要はない。そのため、個人情報で特定できるデータ種別について、取り込まない・変換処理する等を行うことにより、サーバの盗難や設定の不備などでシステムに侵入されたとしても、個人を特定できなくなり、情報流出の危険性が少なくなる。

データを紐づける個人番号は、重ね合わせた分析を行う場合、各データの紐づけるために、同じ値が必要になるが、同じルールで変換することで、各データの結びつきを維持しつつ、個人情報を匿名化し、安全なシステムとして運用できる機能を付与した。今回開発した汎用データウェアハウスシステムを利用することで、学内の情報システムから、自動でデータの収集が可能になり、複数の情報システムに渡す分析が可能になったと言える。そして、分析を行い、IR の支援が可能になったと言える。

また、データの自動収集化の仕組みは他のシステムの開発や改善にも応用可能で、データウェアハウスのみならず、システム間連携、情報システムの DB 変更に伴う移行等にも利用していくことが可能になり、今後の開発コストに削減につながったと言える。

6. ポータルサイトへの応用

3 章、4 章で分析した結果をもとに、仕様策定・開発中の次期アカンサスポータルへの応用を行う。システムの開発には、高いシステム開発費が発生する。現在、日本の大学では予算の削減が進んでおり、システムのかけられる予算も減少を続けている。そのため、必要な機能を選定して、無駄な開発を行わないようにする必要がある。

そのための手順として、データを分析した結果を考察し、活用することで、必要な機能の選定が行えると判断した。改善後、運用したデータを再度分析し、利用率などを確認して、改善した機能が適切だったか評価が可能である。また、再度行った分析から改善が必要な機能の選定を行い、改善を繰り返すことで、利用者にとって必要な機能の改善が行えると判断した。そして、費用対効果も高まり、予算を有効活用できると考えた。今後、このサイクルを行うことで、少ない予算で利用者が望む改善を進めていく。

今回、メッセージとお知らせを中心に分析を行った。今回の分析結果から、アカンサスポータルは、メッセージ、お知らせの利用率が高く、連絡システムとして活用さ

れていることがわかる。そのため、次期アカンサスポータルにおいても、メッセージ、お知らせ機能の充実は不可欠である。現在、大学から発信する情報が多すぎて、必要な情報が埋もれているということも判明した。アカンサスポータルでは、発信者は気軽に発信したい情報であっても、メールに転送される場合が非常に多く、改善が必要である。

開発したシステムを利用して、運用されたシステムの蓄積されたデータの分析、改善案の検討、計画・仕様策定、開発・改修を繰り返すことで、優先して改善が必要な機能の選定することが可能になった。そして、情報システムの開発、改善に PDCA のサイクルを応用可能になったと言える。また、アカンサスポータルの改善、次期システムの開発について、汎用データウェアハウスシステムを活用することや、開発したリソースを利用することで、低コストで、効率良く開発を行い、業務を遂行できるようになったと言える。

7. 結論

本研究では、IR の三つのパートにおけるそれぞれの技術的な問題を解決し、IR を活用するための手段として、大学の情報システムに蓄積されているデータを効率良く収集する手法および分析をサポートする手法について、汎用データウェアハウス、IR 支援システムを実装し、その評価を行った。

一つ目のパートの学内の情報システムからデータを収集する手段の解決策として、汎用データウェアハウスシステムを開発した。独立した情報システムとデータを受け渡しする汎用データ連携機能の開発、および、運用におけるユーザ情報の一元管理により、一旦専門家が連携の設定を行えば、後は自動的にデータを収集することが可能となった。その結果、専門家が常勤していなくとも、独立した情報システムから効率的にデータを収集することが可能になった。

大学に導入されている多数の情報システムは、それぞれの業務に特化して開発し利用されている。そのため、データベース等のプラットフォームや、利用されている文字コード等の内部設計がそれぞれ異なっていることが、情報システム間で関連したデータを分析するうえで大きな課題であった。これを可能にするために、データの変換、フィルタリング、マッピングの変換手順を定義して処理を行い、さらにそれらの手順の自動化、汎用化の工夫、処理フローの登録機能を開発したことで、データ収集における課題が解決できた。

二つ目のパートの収集したデータを分析する手段と、三つ目のパートの分析した結果を可視化し、大学の執行部などに提供する手段の解決策として、IR 支援システムを開発した。分析結果をグラフや表等の形式で表示、結果の出力、KU-SSO との連携により、必要な執行部等の利用者のみ閲覧を制限することが可能になった。

従来、対象データの抽出、データ分析、結果の視覚化、必要な利用者のみ閲覧する手段において、それぞれ異なるアプリケーションの利用や、複数の操作が必要であり、多くの労力と煩雑な手順が必要であった。そのため、行った分析の手順の記録、共有化が行われていないことが多い。これらの一連の手順を一つの設定として登録することで、自動でグラフや表の視覚化、二次利用するための結果ファイルの出力と、どこからでもブラウザのみで、分析結果が容易に確認可能になった。その結果、少ない労力とシンプルな操作で、必要な利用者のみ分析結果を提供することが可能になり、分析の手順の共有化も可能となった。

また、開発したシステムを利用することで、PDCA の計画（仕様策定）・実施（開発・改善）・分析・評価をサイクルし、アカンサスポータルの開発、運用の業務に活かすことが可能となったと言える。今後も、様々な分析を定期的に行い、必要機能の改善、必要機能の選定を行い、効率良く開発を行っていきたい。そして利用者にとって利便性の高いシステムの開発、運用を行っていき、現在の主業務であるシステム開発、運用にも活かすことが可能になったと言える。

すべて無償のもので開発を行い、他大学への移植も考慮し、金沢大学独自システムとならないよう、汎用的なシステムとして開発したことで、他大学の IR にも応用できる汎用性を確保した。以上のことから、1章で挙げた IR のための予算の確保が難しい大学や、専属の人員を雇用できない大学でも、IR を活用するための手段を考案、実装、評価し、今後の開発を進めるうえで一つの指針を示すことができた。

学位論文審査報告書（甲）

1. 学位論文題目（外国語の場合は和訳を付けること。）

大学向けポータルサイト利用促進に資する汎用データウェアハウス機能の実現

2. 論文提出者 (1) 所 属 電子情報科学 専攻

(2) 氏 名 ひがし あきたか
東 昭孝

3. 審査結果の要旨（600～650字）

平成 29年 2月 3日に第 1 回学位論文審査委員会を開催した後、口頭発表を行った。その直後に、第 2 回審査委員会を開いて慎重審議を行った結果、以下の通り判定した。なお、口頭発表における質疑を最終試験に代えるものとした。

近年、日本の大学では、学内の種々の情報を収集・分析し、大学経営や教育・学生支援等に活用する Institutional Research(IR) の重要性が認識されつつある。IR の推進には、学内情報を効率的に収集・分析できる体制整備が必須であるが、十分な成果が得られている大学は非常に少ないのが現状である。本研究は、日本の各大学で IR 推進の妨げとなっている情報活用技術の課題に着目し、これらを克服するための情報システムの開発・評価を行っている。まず、種々の全学情報システムが保有するデータを、一箇所に自動収集・蓄積する汎用データウェアハウスのしくみを提案・開発した。さらに、集積したデータ間の依存性や相関を ICT の専門家でなくても分析・可視化できる IR 支援システムを開発した。最後に、アカンサスポータルや学習管理システム上で利用されている教学情報を、開発したシステムを使って解析した結果を示し、独立した情報システム単体では解析困難な知見を導き出せることを実証した。このように本研究は、黎明期にあたる大学 IR の活用手段に道を拓く成果として、その学術的価値が高いと判定した。

4. 審査結果 (1) 判 定 (いずれかに○印) 合格 ・ 不合格

(2) 授与学位 博士(工学)