

名古屋大学における Sakai の全学運用とその課題

太田 芳博^{†1} 田上 奈緒^{†1} 中務 孝広^{†1}
梶田 将司^{†2} 間瀬 健二^{†3}

名古屋大学情報連携統括本部では、情報メディア教育システムの一部として運用されてきたコース管理システム WebCT の後継システムとして、Sakai を全面的に採用することになった。本報告では、名古屋大学における Sakai の全学運用の現状と課題を、技術面を中心に述べる。

Sakai Production System for Nagoya University and Its Challenges

YOSHIHIRO OHTA,^{†1} NAO TANOUÉ,^{†1}
TAKAHIRO NAKATSUKASA,^{†1} SHOJI KAJITA^{†2}
and KENJI MASE^{†3}

This paper describes current status and technical challenges on NUCT (Nagoya University Collaboration and Course Tools) using Sakai Collaboration and Learning Environment. In Nagoya University, WebCT Campus Edition 4 (CE4) had been used for supporting teaching and learning in courses that use student terminal systems provided by Center for Information Media Studies. In replacing third generation of Information Media Education System, however, we started post-WebCT discussion due to the discontinuity of WebCT CE4 product. In this paper, we introduces the discussion to seek new platform and the implementation of Sakai in Nagoya University.

^{†1} 名古屋大学全学技術センター

Technical Center, Nagoya University

^{†2} 名古屋大学情報連携統括本部情報戦略室

Information and Communications Planning Office, Nagoya University

^{†3} 名古屋大学情報科学研究科

Graduate School of Information Science, Nagoya University

1. はじめに

名古屋大学では、情報メディア教育センターを 1998 年 4 月に設置し、教材作成支援環境の構築を目標にコース管理システム WebCT の日本語化や利活用に関する研究開発が行われてきた。2003 年には、WebCT Campus Edition Version 4 (CE4) が第 2 世代の情報メディア教育システムの一部として導入され、情報メディア教育センターの教育用端末システムが設置されているセンターラボ・サテライトラボを利用する講義を中心にサービスの提供が行われてきた¹⁾。しかしながら、第 3 世代のシステム調達の中で、WebCT CE4 のライセンス供与終了が予告されていたことから、第 3 世代では、2 年間だけライセンス契約を継続しつつ、CE4 の後継システムの議論が始まった。その後、情報メディア教育センターが 2008 年 3 月末をもって情報基盤センターに改組・統合されたこともあり、2009 年度からは評価企画部門として再始動した情報連携統括本部情報戦略室に「ポスト WebCT タスクフォース」が設置され、本格的な検討が継続された。

本報告では、タスクフォースでの議論を紹介するとともに、WebCT CE4 の後継システムとして選定した Sakai の運用に向けた現状とその課題について技術面を中心に述べる。

2. ポスト WebCT タスクフォース

本タスクフォースのミッションは、情報メディア教育センターが WebCT CE4 を用いて提供してきたコース管理に関するサービスレベルを維持しつつ、名古屋大学の情報化全体を見渡した戦略的な観点から後継システムを選定することである。ただし、2 年間継続した WebCT CE4 のライセンス期限が 2010 年 1 月と迫っていたため、2009 年 6 月を目処に後継システムの選定を行い、それ以降を移行期間として位置づけて議論を行った。

まず、後継システムの選定については、WebCT CE4 を提供してきた Blackboard 社の最新バージョンである Release 9.0、オープンソースベースの CMS として広く世界で利用されている Sakai 2.6 および Moodle 1.9 を候補とし、それぞれのシステムについて以下の項目を調査した。

- (1) 教材変換機能
- (2) エンドユーザ支援
- (3) 他大学動向との関係
- (4) 開発運用体制
- (5) ライセンス（費用）

- (6) 標準規格対応
- (7) 基幹アプリケーションの共通性
- (8) 新しい教育の可能性模索の容易さや将来ミッションでの利用可能性
- (9) エンドユーザのスムーズな移行の可能性

情報戦略室での議論では、将来にわたるライセンス費用の問題や開発言語の問題、OS や LDAP・RDBMS 等のミドルウェアの共通化など、様々な議論があったが、最終的には、既存教材移行の観点から、Blackboard Release 9.0 と Sakai 2.6 を選定し、7月以降、実際に評価サーバを情報連携統括本部情報推進部の技術職員を中心に構築しつつ、運用面も含めて12月に中間評価を行い、最終決定を2月に行うこととなった。

しかしながら、Blackboard Release 9.0 は、段階的に WebCT 系の機能が取り入れられること、9.0 から 9.1 へのアップグレード時にさらなる教材移植を行わなければならない可能性があったため、2009 年末にリリースされる予定となっていた Release 9.1 を評価対象とし、すでに利用可能であった Sakai 2.6 の評価を先行させることとなった。

結局、12月の中間評価の段階では、Sakai 2.6 の評価も完了していなかったため、2010 年7月まで引き続き WebCT CE4 を継続し評価期間を延長する議論もタスクフォースでは行われたが、仮に延長したとしても状況が大きく変わる訳ではないこと、Blackboard Release 9.1 のリリースが遅れ、評価開始がいつになるか分からなかったことを勘案し、WebCT CE4 のライセンスを半年間のみ延長して万が一に備えつつも、2010 年4月からは NUCT (Nagoya University Collaboration and course Tools) として Sakai の運用を開始することになった。

以下では、技術職員・事務職員で構成される情報連携統括本部情報推進部を中心に構築している Sakai の現状について述べる。

3. 名古屋大学における Sakai の構築

名古屋大学における Sakai の構築・運用体制を図1に示す。

Sakai を運用するためのハードウェアとして、Sun Microsystems 社製 SunBlade-T6320 及び、ロードバランサとして Nortel 社製 Alteon Application Switch 2424-SSL (SSL アクセラレータ機能付)、OS は、Solaris コンテナを用いた仮想 Solaris10 実行環境、ミドルウェアは Apache 2.2.14 と Apache Tomcat 5.5.27 を使用している。また、データベース (DB) サーバとしては Oracle 10g RAC、ユーザ認証には名古屋大学 ID を用いて CAS 認証を行っている。ただし、これらはすべて「名古屋大学ポータル」や「全学メールシステム」など名古屋大学における基幹系システムと共通の設備であり、Sakai を稼働させるために新

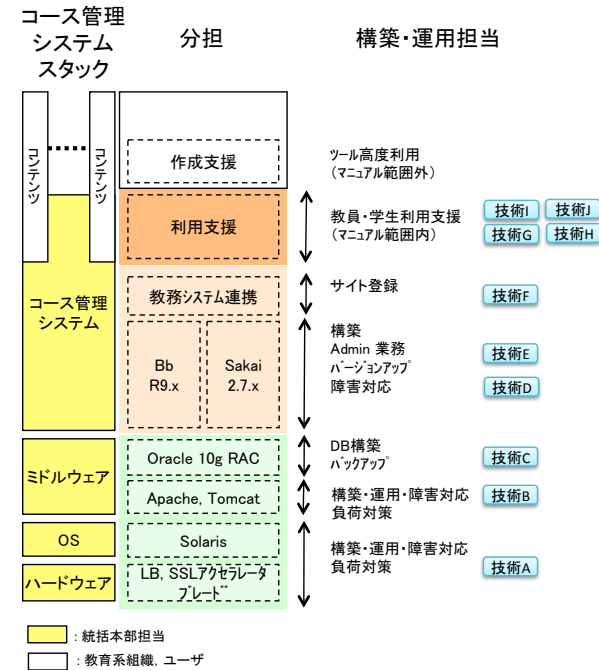


図1 名古屋大学における Sakai の構築・運用体制

たに用意されたものではない。また、当初 Blackboard Release 9.0 の評価も予定していたこともあり、ミドルウェア層以下は Sakai, Blackboard の双方が運用可能なシステム構成となっている。

Sakai そのものについては、Sakai 2.7 からは、継続運用中である WebCT で実装されている「コンテンツの条件付き公開機能²⁾」と、ワークサイトの利用状況を確認できる「SiteStats ツール」がコアツールとして利用できることがわかったため、Sakai 2.7.0 の正式リリースを待ちつつ、Sakai 2.7.x ブランチを使用することとした。Sakai のコアツールに含まれないツールとして、学習教材支援ツールとして Etude Melete 2.7.2、教務システム連携ツールとして Sakora³⁾ を別途インストールして使用することとした。Sakai のスキンについては、Sakai デフォルトの CSS を一部改良した独自のスキンを利用している (図2 参照)。

教員・学生利用支援に関しては、WebCT からの移行を目的として、Sakai の本格運用前

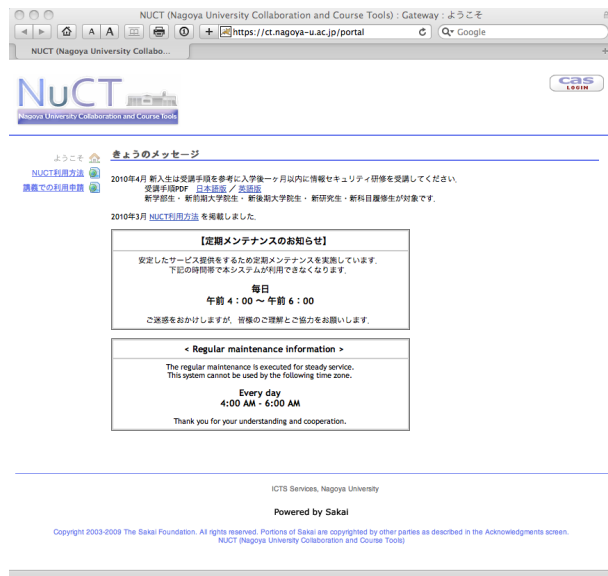


図 2 名古屋大学コースツール (NUCT)

に教員を対象とした講習会を開催した。講習会に先立ち、サポートや機能上の問題から「利用者に利用させる必要がない、または当面利用させない方がよい」と判断されたツール^{*1}に関しては、Sakai 起動時の設定で利用者の利用環境から隠蔽して運用開始することとした。利用者からの要望が多いツールに関しては動作確認を行い、問題がなければ必要に応じて投入していく予定である。

日常的な保守運用体制に関しては、次の 2 点を整備することにした：1) データ保護対策として、仮想 Solaris10 実行環境とデータベースサーバ内のデータは 1 日おきにバックアップを実施する、2) ハードウェアの限界を超えるアクセスがあった場合は、Sorry Server^{*2}にアクセスをつなぐようにロードバランサで設定する。後者に関しては、Sakai の運用システム全体における性能限界を調査するため、別途 Sakai システム全体の負荷試験を行う必要があった。負荷試験については、次章で述べる。

*1 利用者が自由に新しいコースサイトを作成することができるワークサイトセットアップツールや、Wiki ツールなど。

*2 サービスが提供できなくなった際に、代替コンテンツを配信するサーバ。

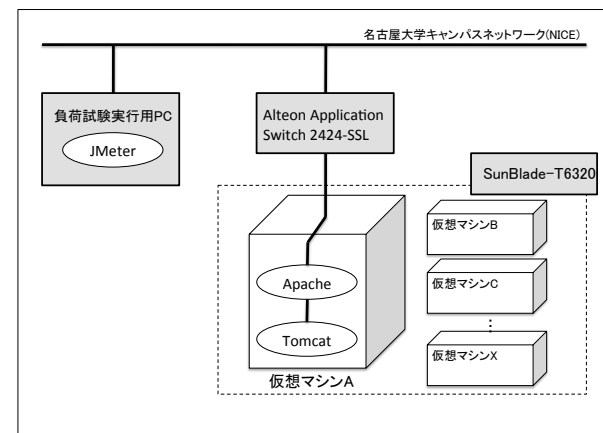


図 3 負荷試験用仮想サーバの構成

本章で述べた「Sakai の構築・運用」に関しては、特定の技術職員や教員の力量に依存しないように、各サービス層において担当の技術職員を割り当て、作業単位を明確に分けることでシステム全体を維持するような組織体制を整備した。

4. 負荷試験

名古屋大学では、構築した Sakai の本格運用に入る前に、Apache JMeter を用いて Sakai システムの負荷試験を実施した。負荷試験に使用した Sakai のシステム構成は、Apache および Tomcat を同一仮想サーバ 1 台のみで稼働させる、基本的な構成 (図 3) とした。

今回の負荷試験では、まず利用者が Sakai に対して、1) ログイン、2) 負荷テスト用ワークサイトに移動、3) サイト内において、各ツールへ順にアクセス、4) ログアウト を行う処理を想定し、これを 1 スレッド (1 ユーザのログアウトまでの一連の操作) と定義し、負荷試験を実行する PC の JMeter 上にスクリプトとして記述した。JMeter を実行した後、サーバからのレスポンスを解析し、スループットと平均応答時間を算出することで構築したシステムの性能を探ることとした。3) においては「アナウンス」、「リソース」、「課題」、「Samigo(Quiz)」、「成績簿」、「サイト情報」、「Melete (Lesson Builder)」、「メッセージ」の各ツールを配置し、10 回ずつアクセスすることとした。

負荷試験のテスト計画としては、名古屋大学において Sakai に最も負荷がかかる状況とし

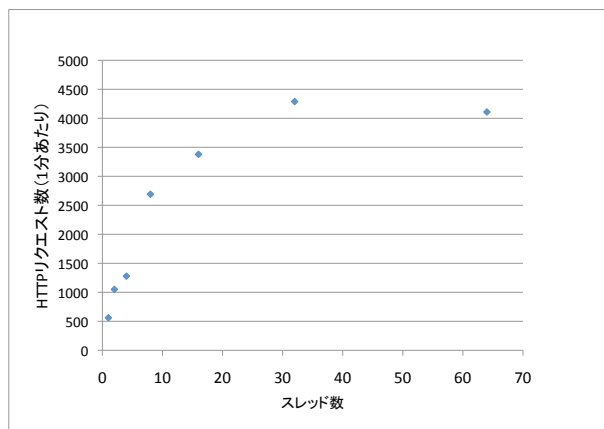


図4 実行スレッド数に対するスループットの変化

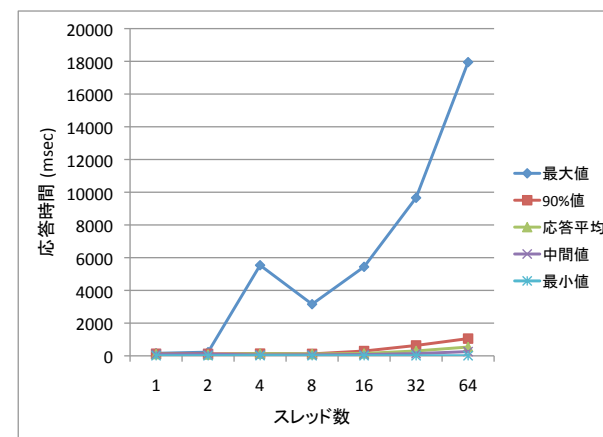


図5 実行スレッド数に対する応答時間の変化

て「情報端末が数十台ある講義室において開講される授業で、同時に教員・学生がアクセスをする」という状態が最も負荷がかかる状態であると考え、先に定義したスレッドを同時に複数実行することでシミュレートした。

このように複数スレッドを走らせるようなテスト計画を記述する際、本来は想定したテスト計画に基づき、各スレッドにおける HTTP リクエストの投入間隔を、「定数タイマ」、 「Ramp-up 期間 (複数スレッドの投入間隔)」パラメータを用いて適切に調整する必要がある。しかし、今回は先に述べたように短時間にアクセス集中が起こる状態を想定してのテスト計画であったため、定数タイマ、Ramp-up 期間は共に 0 に設定した。

負荷試験は、実行するスレッド数を 1 から 2, 4, 8 のように順に倍に増やしていき、64 スレッドまで実施した。スレッド数を変化させたときのスループットの変化を図 4 に、処理時間の変化を図 5 に示す。

図 4 から、32 スレッド以降はスループットの増加がみられなくなり、今回の負荷試験で定義したスレッドに含まれる HTTP リクエストの処理限界は 4,000 から 4,500 HTTP リクエスト/分と推測できた。

応答時間に関しては図 5 から、HTTP リクエストの 9 割に対する応答時間が 1 秒以内であることから良好であると思われたが、4 スレッドの負荷試験中にもかかわらず、応答に 5 秒かかっているような HTTP リクエストが見られた。負荷試験時のシステム CPU 負荷は

10%未満であったことから、これは過負荷による応答時間の増加ではなく、なにか他に原因があるものと考えられる。そこで tomcat の出力するログを調べたところ、定期的にフルガベージコレクション (Full GC) が発生していたことがわかった。後に、これは Java VM 5 のバグ*1とわかったため、このバグを回避する対策をとると同時に、ヒープメモリサイズの再調整、レスポンス性能の改善を図る目的でガベージコレクション (GC) の方式をパラレル GC からコンカレント GC へ変更し、同一テスト条件で負荷試験を再度実行した。その結果を図 6, 図 7 に示す。

図 6 をみると、16 スレッドでのスループットが飛躍的に増加し、応答が改善されていることがわかる。図 7 からは最大応答時間で見て、16 スレッドの実行まではすべて 2 秒以下になったことがわかる。32 スレッド以上ではあまり変化がみられなかった。

これらのことから、名古屋大学で構築した Sakai システムでは、今回、想定した HTTP リクエストを大量に発行するテスト計画に限ったことではあるが、約 4,600 HTTP リクエスト/分までは良好なレスポンスが得られることがわかった。また、Full GC をできるだけ起こさないように、Java VM に対するメモリチューニングが重要であるという結論が得られた。

*1 http://bugs.sun.com/bugdatabase/view_bug.do?bug_id=6200091

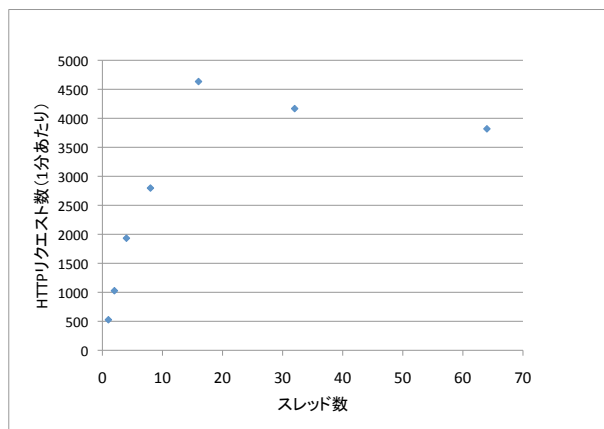


図 6 実行スレッド数に対する応答時間の変化 (対策・調整後)

その他としては、負荷試験実施時にデータベースサーバの負荷が高くなっていたことが確認できた。Sakai で使用するデータはすべてデータベース上に存在しており、利用者が増えるにつれてデータベースとの接続がさらに頻繁に起こることが予想される。実際に、tomcat を複数のホストで稼働させて運用していたところ、HTTP リクエストの増大に伴い、データベースのエラー (ORA-04031: 共有メモリの確保不可) がエラーログとして記録された。このことから、Sakai 側でデータベースサーバへの接続コネクション数の最大値を増やすことについても考慮されたが、Sakai 専用のデータベースサーバではなく、名古屋大学の他の情報サービスのパフォーマンス低下の影響も懸念されたため、現在の Sakai システム構成ではデータベース接続に関する Sakai 側のチューニングは見送られている。

しかし、名古屋大学情報連携統括本部においては、新しいデータベースサーバ (Oracle 11g) を昨年度末に調達済みであり、データベースサーバが更新された際には Sakai システムのテストサーバにて同様の負荷試験を行い、システムの性能を再検証する必要がある。

5. まとめと今後の課題

本報告では、名古屋大学において Sakai を用いた新たなコース管理システムの選定・構築および負荷試験について詳しく述べた。

名古屋大学では従来、運用を続けてきた WebCT で提供されてきた機能を Sakai で置き

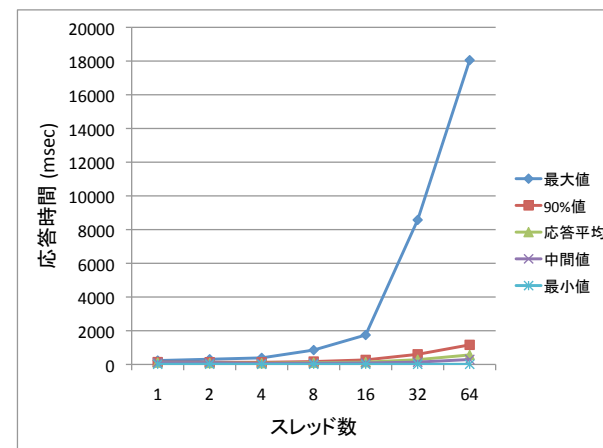


図 7 実行スレッド数に対するスループットの変化 (対策・調整後)

換えることを主眼においていたため、まずは Sakai の機能を限定した形で運用を開始することとなった。

今後の課題としては、

- (1) Sakai システム全体 (ハードウェア更新及びソフトウェアチューニング) の安定化とパフォーマンスのさらなる向上
- (2) 隠蔽した多くのツールの動作検証および投入
- (3) Web Service⁴⁾ 等を用いたさらなる管理業務の高度化・効率化
- (4) 教務システムと連携したワークサイトセットアップの自動化
- (5) 教育現場での効果的な利用を支援する体制の確立
- (6) 名古屋大学情報環境マスタプラン 2010 における教育学習の可視化のための貢献などが挙げられる。

参 考 文 献

- 1) エミットジャパン編：WebCT: 大学を変える e ラーニングコミュニティ, 東京電機大学出版局 (2005).
- 2) Sakai Confluence : Contrib: Conditional Release, <http://confluence.sakaiproject.org/display/CR/Home>
- 3) 田上奈緒, 太田芳博, 中務孝広, 中垣理恵, 梶田将司, 間瀬健二: IMS ラーニングイ

ンフォメーションサービスによる教務システム・Sakai 間の連携, 情報処理学会教育学習支援情報システム研究会, 2010 年 4 月 (発表予定)

- 4) Sakai Confluence : How to use the Sakai Web Services,
<http://confluence.sakaiproject.org/display/WEBSVCS/How+to+use+the+Sakai+Web+Services>