Vol.2014-CLE-14 No.1
2014/10/24

Sakai を通じて考える大学教育ビッグサイエンスの可能性

梶田 将司[1,2]

概要：本報告では，Sakai Collaboration and Learning Environment (CLE) の開発状況を題材に，コース管理システム・学習支援システムの将来像を述べるとともに，教育学習活動の改善に向けた研究・実践を積み上げていくことが可能な共同研究・共同利用プラットフォームとそこで行われる大学教育ビッグサイエンスの可能性について述べる．

キーワード：コース管理システム，学習管理システム，教育学習活動観測，ラーニングアナリティクス，共同研究・共同利用，ビッグサイエンス

Envisioning A Big Science for Teaching and Learning at Higher Education through Sakai

Shoji Kajita[1,2]

Abstract: This report investigates the future image of Course Management System and/or Learning Management System depicted through the current development status of Sakai Collaboration and Learning Environment (CLE), as well as a joint usage and research platform on which researchers and practionars are able to accumulate findings and experiences for improving teaching and learning activities and perform a big science on hgiher education as the result.

Keywords: Course Management System, Learning Management System, Observation for Teaching and Learning, Learning Analytics, Joint Usage/Research, Big Science

1. はじめに

コース管理システム (Course Management System, CMS) や学習管理システム (Learning Management System, LMS) は約 9 割の国立大学で導入され，私立大学でも約 6 割で導入されている [1]．その結果，各大学では，様々な教えや学びのデータが蓄積されはじめているが，その多くが整理・構造化されておらず，教育学習活動の改善や高度化のために十分に活用されているとは言い難い状況である．一方，欧米では，大学の枠を越え，学びのデータを組織横断的につなげることでビッグデータとし，大学教育の改善に活かすラーニングアナリティクスが注目されており，大学教育における IT 活用は，教育学習活動の電子化/情報化から次の段階に入りつつある [2]．

このような背景の下，我々は，文部科学省先導的大学改革推進委託事業として「ICT 活用教育の推進に関する調査研究」を，また，文部科学省委託事業として「次世代大学 ICT 環境としてのアカデミッククラウドに関する調査研究」を実施し，次の方向性を見出してきたた [1], [3]:

- 「学び」が教育学習活動における教員や教育学習メディアとのインタラクションを通じてなされることを前提とすれば，そのインタラクションを観測することにより大学における物理世界・仮想世界の様々な「学び」を可観測化することができ，大学における教育学習活動に関わる様々な活動を通じて教育ビッグデータが形成されると考えられる．
- この教育ビッグデータを解析し，様々な形で教育学習

1 京都大学情報環境機構 IT 企画室
IT Planning Office, Institute for Information Management and Communication, Kyoto University
2 京都大学学術情報メディアセンター教育学習支援環境部門
Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

© 2014 Information Processing Society of Japan

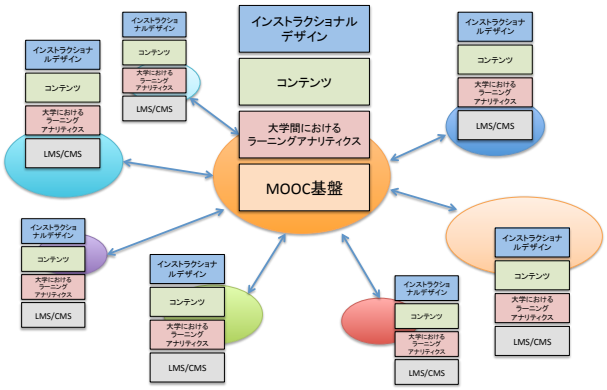

図 1 教育支援のためのアカデミッククラウドにおける拠点-分散型アーキテクチャ [1]

活動に活かそうする取り組みがラーニングアナリティクスとして立ち上がりつつある．大学における直接的な教育現場ではないものの，現在の MOOC (Massive Open Online Course) はこの流れを先取りしているとも考えることができる．そして，教育プログラムや大学の枠組みを越えて大規模に観測を行い，学びのコンテキストを揃えて統計的に解析することにより，教育ビッグデータに基づいた気づきと自学自習を促すことができるような「参加型学びの環境」を次世代教育学習環境として整備することもできる．

- しかしながら，観測対象の大学教育は非常に多様であり，単一の大学や教育プログラムでは密度の高いデータを観測することはできない．これに対応するためにも，情報基盤レベル，ラーニングアナリティクス，コンテンツ，インストラクショナルデザインのそれぞれのレベルで大学間連携が必要になる．その際，システム的には全国拠点（あるいは地域拠点）では MOOC，各大学はその科目を SPOC (Small Private Online Course) として利用するような拠点と各大学をつなぐ分散型アーキテクチャになると考えられる (図 1 参照)．

米国では，このような状況に大学が共同で対応するため，インディアナ大学・ミシガン大学を中心に，LMS・教材・ラーニングアナリティクスサービス等を大学主導で共同開発・整備することによりラーニングエコシステムの構築を推進する Unizin コンソーシアムが立ち上がった [4]．この背景には，コース管理システム (Course Management System, CMS) あるいは学習支援システム (Learning Management System, LMS) と呼ばれる教育学習支援基盤にかかる経費をクラウドサービスの共同調達により抑えたいという経済的な理由[*1]や，Coursera，edX 等，MOOCs (Massive Online Open Courses) への対応の別のアプローチを試みたいという戦略的な理由[*2]等，いくつかの背景が複合的に絡まっていると考えられるが，全体として，大学によるコントロールを維持しつつ，内外の優れた機能を動的かつコストエフェクティブに利用できる次世代教育学習支援基盤の実現しようとする大学としての強い意志の現れでもある．実際，Unizin の中核であるミシガン大学は，大学教育におけるシステム標準の策定を大学・ベンダー双方で推進している IMS Global Consortium への関与を強めている．

そこで，本報告では，IMS との連携を深める Sakai Collaboration and Learning Environment (CLE) を題材に，コース管理システム・学習支援システムのあるべき姿を述べるとともに，その結果，実現できるであろう共同研究・共同利用プラットフォームによる大学教育ビッグサイエンスの可能性について述べる．

2. Sakai CLE の開発状況

2.1 CMS/LMS で本当に必要な機能は何か?

Sakai Collaboration and Learning Environment (Sakai CLE) は，ミシガン大学・インディアナ大学・MIT・スタンフォード大学が Andrew W. Mellon 財団からの支援とそれぞれの大学の人的資源の拠出を受けて 2004 年から開始されたプロジェクトで，それまで独自に開発してきた CMS/LMS を整理・リファクタリング[*3]し，オープンソースソフトウェアとして共同開発された CMS/LMS である [5]．初期の頃は，基本的なツール群が Lotus Notes を置き換えるためにミシガン大学がそれまで行っていた Chef プロジェクトであったため，グループウェア的な機能が主であったが，スタンフォード大学が提供したテスト・クイズツール Samigo，インディアナ大学が提供した課題ツール Assignment，UC バークレイ校が提供した成績簿ツール Gradebook，ケンブリッジ大学が提供した Wiki ツール rWiki，ジョージア工科大学が提供したメールツール Mailtool，ラトガース大学が提供した授業ツール Lesson 等，共同開発の輪が次第に広がり，教育学習支援のためのツールが充実していった．

しかしながら，実際に使われているツールは，授業資料の提供のためのリソースツール，課題の提出・採点・返却のための課題ツール，オンラインテストのためのテスト・クイズツールが多く，この傾向は我が国の CMS/LMS の利用についても同様である [1]．

2.2 Sakai 11 に向けて

プロジェクト開始後 10 年が経過し，開発体制面・実装面・機能面においてこれまでの成果が積み上がる一方で，OSP (Open Source Portfolio) ツール群のように各大学の

*1 コンソーシアム加入のための 3 年分会員費として 100 万ドルを支払うことになっているが，共通 LMS として選定されている Instructure 社の Canvas を 3 年間単独で利用するよりも安価に設定されている．

*2 edX は MIT とハーバード大学が共同出資，Coursera はスタンフォード大学からスピンオフした大学発ベンチャーである．

*3 同じ機能を別の方法で実装し直すこと．

© 2014 Information Processing Society of Japan

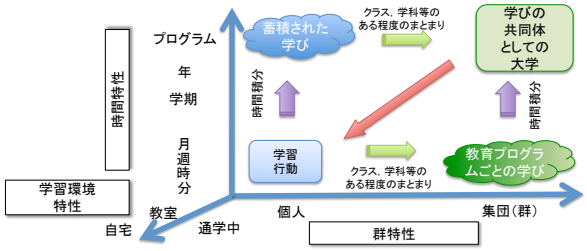

図 2 大学教育ビッグデータの観測対象空間

優先順位の変更に伴う開発リソースの減少により継続的な開発が滞ってしまうものや，各ツールが独自開発のためにロードマップが描きにくい等，全体としてこれまでのしがらみが贅肉のように Sakai につき，ベンダー製品と比べて開発や改善のテンポが遅くなる状況が診られるようになっていた．これは，Sakai が各大学が開発してきたツールをベースに各大学の開発リソース（人員・予算）に依拠した形で進められてきたことが主要因の一つであったが，Sakai 企業会員のコンスタントな参画により開発リソースが安定したことから，2014 年 1 月に開催された Apereo Unconference にて Sakai 11 に向けたロードマップを定めることになった．このロードマップも確定したものではなく，状況に応じてコミュニティベースで適宜修正がなされている [6]．

詳細は文献 [7] で述べるが，全体として IMS Global Learning Consortium が推進する標準規格への対応が目玉になりつつある．特に，IMS LTI (Learning Tool Interoperability) や IMS CC (Common Cartrige) への準拠の強化は，LTI を推進しているミシガン大学の Chuck Severance 博士*4やミシガン大学自体の Unizin 共通プラットフォームである Canvas への移行準備*5に関係していると思われる．その将来像としては，クラウドサービスや学内システムで提供される様々な機能を CMS/LMS のツールとして利用可能にできる LTI やラーニングアナリティクスで必要になる学習データやそのリポジトリの標準化を目指す IMS Caliper，EDUPUB*6 準拠の電子教科書を通じて，次世代の教育学習支援環境の構築が垣間見える．

3. 大学教育ビッグサイエンスの可能性

では，我が国としてはどのような方向を模索するべきであろうか．上述の Unizin のようなコンソーシアムを形成し，各大学からの拠出金で共同開発・共同整備を模索する

*4 Chuck Severance 博士自身は Unizin とは全く関係していない旨を表明している [8]．
*5 引き続き Sakai ベースの CTool のサポートは最低 2 年間続けるとしており，その間に Digital Innovation Advisory Group の中の教員主導の委員会にて Canvas の評価を行うとしている [9]．
*6 IMS Global Consortium が IDPF (International Digital Publishing Forum) 等といっしょに策定を進めている電子教科書の標準規格．

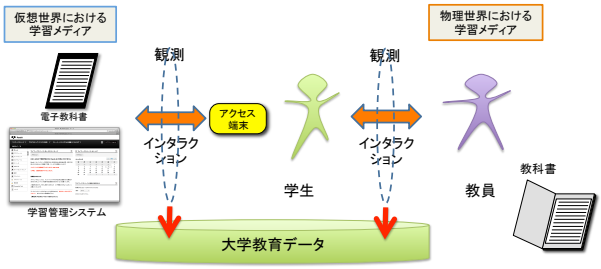

図 3 学習メディアとのインタラクションの観測を通じたデータ収集

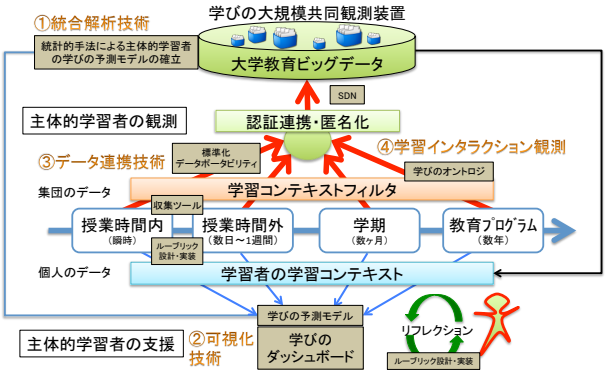

図 4 大学教育ビッグサイエンス基盤の形成と活用

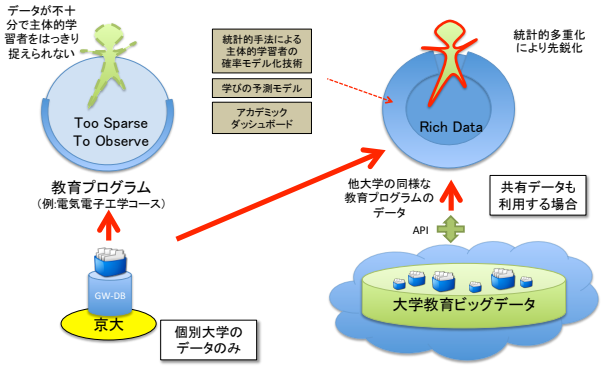

図 5 大学教育ビッグデータに基づいた統計的アプローチによる主体的学習者の観測

方向が 1 つある．しかしながら，我が国の場合，各大学から億単位の資金を出し合い，共同プロジェクトを推進することは，現在の予算削減が続く現状では極めて難しく，また，そのような経験もこれまでないことからほぼ不可能であることは容易に想像できる．

よって，別のアプローチを模索することが現実的であるが，財政的に厳しい状況が続く現状において国レベルの大型予算確保が難しい現状では，すでにある人的・財政的な開発リソースを束ね，大学間連携の中できるところからはじめるしかないであろう．

ここでは，その方向で計画立案を行う際に重要になってくると思われるいくつかのポイントとその段階的なアプローチによる発展，および波及効果について述べ，大学教育ビッグサイエンスの可能性を考える．

© 2014 Information Processing Society of Japan

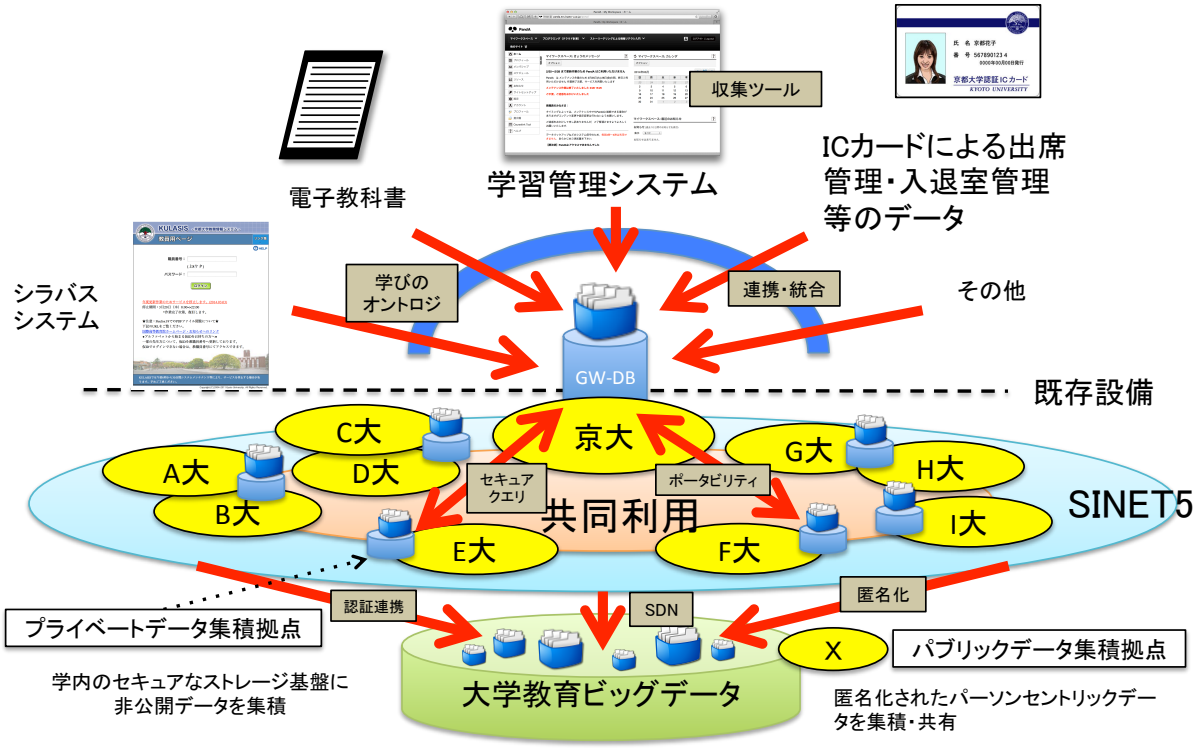

図 6 大学教育ビッグサイエンス基盤

3.1 計画立案のためのポイント

3.1.1 大学教育ビッグサイエンス基盤の形成

学びのデータは，時間単位，集団単位，空間単位など，様々なコンテキストを有する広大な空間内で発生するため，単一の大学だけでは十分な密度のデータを収集・蓄積することができない (図 2 参照)．そのため，異なる大学から生成されるデータを横断的に，かつ，学習コンテキストに沿って体系的に扱うための標準的な技術をデータ連携技術として開発する必要がある．そして，大学間認証連携のフレームワークを活用し，パーソナルデータに対する匿名化と組織を超えたデータ結合の問題を解決していくことにより，大学教育ビッグデータを形成する必要がある．そして，(1) 統合解析技術，(2) 可視化技術，(3) データ連携技術，(4) 学習インタラクション観測の研究開発により，主体的学習者の学習支援が可能になる大学教育ビッグサイエンス基盤を形成していく必要がある．

3.1.2 統合解析技術・可視化技術・データ連携技術の研究開発

統合解析技術については，大学教育における学びの改善を戦略的に検討するインストラクショナルストラテジストによるリーダーシップの下で，映像・音声・ユビキタスコンピューティング・マルチエージェントシミュレーション等の専門家が，統計的手法による主体的学習者の確率モデル化技術や学びの予測モデルを研究開発し，統計的多重化により主体的学習者の学びの状況を先鋭化できる技術を開発する必要がある．その際、ICT 側からのアプローチだけでなく、教育学的な学びの規準（ルーブリック）によるアプローチも可能になるよう，教育学の専門家の参画を仰ぐ必要もあろう．

可視化技術については，慎重にかつ臨機応変に設定された学習コンテキストに応じてデータを統合・解析することで学習者に適切な学習アドバイスを提供したり，教員や教育プログラム提供者にも学習者の学びの状況を適切にフィードバックできる「学びのダッシュボード」の開発を行う必要がある．

データ連携技術については，大学教育ビッグデータが生成される空間において，学習に関する人・アクティビティ・教育学習メディア・学問体系の 4 つの観点から「学習コンテキスト」を定め，教育学習メディアとのインタラクションを通じて観測されるデータをフィルタリングし，データを連携させる技術を開発する必要がある．これは，(1) 学習活動が学習者に紐づくものであり，学習者としてのアイデンティティが保たれるよう認証連携・匿名化することが大切であること，(2) 学習に関わる様々なアクティビティを体系化し教育学習メディアとのインタラクションを通じて観測されるデータの一貫性を保つ必要があること，(3) 学習対象自体，知識が体系化されている学問分野を対象としていることから，学問体系により演繹的にデータを整理できる可能性が高いことによる．大学を越えてデータを共有したり，統計的手法を適用するためには，対象となるデータの学習コンテキストを合わせることが必須となる (図 6 参照)．

このようにして大学教育ビッグデータを形成していくためには，セキュリティやプライバシーに関する技術的・制度的・法的な検討も合わせて行う必要がある．その際，我々が行ったアカデミッククラウドに関する調査権研究の成果の一部を活用することができよう [1].

3.1.3 学習メディアとのインタラクションの観測を通じたデータ収集

各大学における学習インタラクション観測については，成果のグローバル展開の観点から，国際的にメジャーな LMS/CMS （Sakai，Moodle，Blackboard，edX 等）および独自開発の LMS/CMS を対象に，教材・課題・試験・ディスカッション等の授業時間外のアクティビティに伴うインタラクションを観測し，各大学のセキュアデータベース基盤に学習コンテキストに応じて格納するデータ収集技術を開発する必要がある (図 7 参照)．また，物理世界における教育学習メディアとのインタラクションの観測データとして，IC カードやクリッカー等の簡易デバイスや映像音声収録装置による授業時間内のインタラクションを観測しデータ収集することも求められるであろう (図 3 参照)．

このような大学教育ビッグサイエンス基盤を構築していくためには，各大学が整備・運用する CMS/LMS を通じて集められるデータが相互に利用可能になる必要がある．

我が国では，様々な CMS/LMS が使われているが，将来的に国際的な連携や成果の国際展開を視野に入れると国際的にメジャーな CMS/LMS に焦点を絞りながら，教材・課題・試験・ディスカッション等の授業時間外のアクティビティに伴うインタラクションを観測し，各大学のセキュアデータベース基盤に学習コンテキストに応じて格納するデータ収集技術を開発する必要がある．また，物理世界における教育学習メディアとのインタラクションの観測データとして、IC カードやクリッカー等の簡易デバイスや映像音声収録装置による授業時間内のインタラクションを観測しデータ収集する．

3.2 段階的アプローチ

まず，(1) ブートストラッピングフェーズでは，各大学が運用している LMS/CMS に蓄積されている学習データを精査するとともに，実際の利用状況を詳細に調べ，学習コンテキストの現状把握をで進める必要がある．LMS/CMS を利用しているアクティブな科目の割合は約 25%、平均データ量は科目当たり 751MB であることが分かっていることから [1]，ある程度の規模をもって研究を開始できるであろう．

次に，(2) インテグレーションフェーズでは，収集されたデータを学習コンテキストごとに整理するとともに，データ連携・認証連携に基づいてセキュアデータ基盤およびコミュニティデータ基盤へのデータ蓄積を進めるとともに，各大学の LMS/CMS を中核とした学びの観測装置による

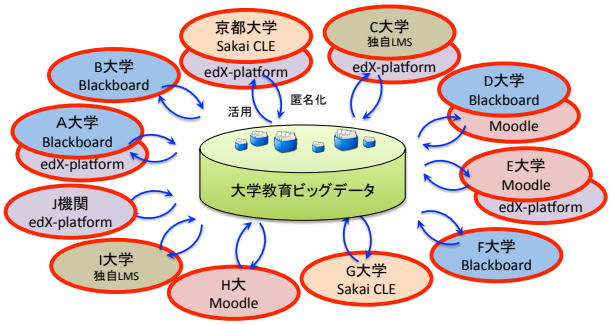

図 7 学習インタラクション観測装置の各大学における実装

データ収集を可能とする必要がある．

最後に，(3) アクセラレーションフェーズでは，構築した学びの大規模共同観測装置により集積される大学教育ビッグデータをベースに行われる研究開発の成果を順次取り込み，各大学の教育現場での有効性を検証しながら，全体の改良を進めることにより，「大学教育ビッグサイエンス」という新たな研究・実践分野を確立していくことができよう．

3.3 波及効果

大学教育ビッグサイエンスのためのフレームワークとそれを実現するプロダクトは，大学教育のみならず，初等・中等教育にも展開可能である．また，予備校や組織内研修，自治体や企業等が提供する生涯学習プログラムの運営などに，技術革新をもたらす可能性がある．「学びの大規模共同観測装置」に蓄積されるデータの一部は，オープンデータとして提供することも可能であり，従来は高等教育機関の内部でしか得ることのできなかったデータや技術を活用した，新産業・新市場創出につながることも期待される．

4. まとめ

本報告では，Sakai Collaboration and Learning Environment (CLE) の開発状況を題材に，コース管理システム・学習支援システムの将来像を述べるとともに，教育学習活動の改善に向けた研究・実践を積み上げていくことが可能な共同研究・共同利用プラットフォームとそこで行われる大学教育ビッグサイエンスの可能性について述べた．

本報告で述べた事項が，我が国の高等教育現場を研究・実践フィールドとして位置づけている研究者・実践者により，共同および競争しながら少しずつでも積み上げながら実現されていくことに期待したい．

参考文献

[1] 「コミュニティで紡ぐ次世代大学 ICT 環境としてのアカデミッククラウド」成果報告書, 平成 25 年度　文部科学省国家課題対応型研究開発推進事業次世代 IT 基盤構築のための研究開発 (ビッグデータ利活用のためのシステム研究等)『アカデミッククラウド環境構築に係るシステム研究』, 入手先 <http://www.icer.kyushu-u.ac.jp/docs/ac/ac_report.pdf>

© 2014 Information Processing Society of Japan

[2] Susan Grajek and the 2012—2013 EDUCAUSE IT Issues Panel, “Welcome to the Connected Age. Top-Ten IT. Issues, 2013”, EDUCAUSE REVIEW, May/June 2013, pp.31–57
[3] 平成 25 年度文部科学省先導的大学改革推進委託事業「高等教育機関等におけるＩＣＴの利活用に関する調査研究」, 入手先 <http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/itaku/1347642.htm> (参照 2014-09-24)
[4] Unizin Consourtium, available from <http://unizin.org> (accessed 2014-09-24)
[5] 梶田将司, ”コミュニティソースによる教育現場の多様性を育むオープンプラットフォームの実現に向けて”, 情報処理学会「情報処理」特集 e ラーニングの広がりと連携, Vol. 49, No. 9, pp.1039–1043, 2008 年 9 月
[6] “Sakai 11 straw man”, <https://confluence.sakaiproject.org/display/REL/Sakai+11straw+man> (accessed 2014-09-20)
[7] 常盤祐司, 宮崎誠, 出口大輔, 平岡斉士, 梶田将司, “Open Apereo 2014 Conference 参加報告”, 情報処理学会第 14 回 CLE 研究発表会, 東北大学, 仙台, 2014 年 10 月 24〜25 日 (発表予定)
[8] Chuck Severance, “Sakai Value Proposition in Light of the Unizin Announcement”, <http://www.dr-chuck.com/csev-blog/2014/06/sakai-value-proposition-in-light-of-the-unizin-announcement/> (accessed 2014-09-24)
[9] Kim Broekhuizen, “University part of consortium to strengthen digital education”, <http://record.umich.edu/articles/university-part-consortium-strengthen-digital-education> (access 2014-09-24)

© 2014 Information Processing Society of Japan