

# LMSを用いたオンライン定期試験環境の構築とその運用

## Operation of On-line Regular Examination Environment using LMS

久保田 真一郎\*, 右田 雅裕\*, 杉谷 賢一\*, 武藏 泰雄\*, 永井 孝幸\*, 戸田 真志\*, 喜多 敏博†, 松葉 龍一†, 辻 一隆\*, 島本 勝\*, 木田 健\*, 牧野 賢治†, 木村 周平†, 山口 貴裕†, 中野 裕司\*

Shin-Ichiro KUBOTA\*, Masahiro MIGITA\*, Kenichi SUGITANI\*, Yasuo MUSASHI\*,

Takayuki NAGAI\*, Masashi TODA\*, Toshihiro KITA†, Ryuichi MATSUBA†,

Kazutaka TSUJI\*, Masaru SHIMAMOTO\*, Takeshi KIDA\*,

Kenji MAKINO†, Syuhei KIMURA†, Takahiro YAMAGUCHI† and Hiroshi NAKANO\*

熊本大学\*†

株式会社富士通九州システムズ†

Kumamoto University FUJITSU KYUSHU SYSTEMS LIMITED

われわれが運用する科目では、LMS上の通常の学習コースに設置されたオンラインテストを用い、受講者約300名が同時にアクセスし定期試験を受験する。本論文では通常の学習コースを用いることの問題点やPCを利用した定期試験の問題点をあげ、LMSでの対策とPCやネットワーク環境を含むインフラに関する対策について述べ、それらを使い実際に運用した結果について述べる。これまでに約300名の規模でPCを利用した定期試験を実施しているケースは少なく、本論文はPCによる定期試験を検討する大学にとって有益な情報であると考えている。

キーワード：オンラインテスト, LMS, 大規模クラス

In our practical course, around 300 students take a regular examination with the on-line test on an usual learning course of LMS. In this paper, concerning to the on-line regular examinations, we point out problems in case to use an usual learning course and PCs. In order to solve these problems, we consider policies about setting of LMS and infrastructure where involving PCs and networks. And we show the results to apply our policies against our on-line regular examination. There are little cases operating around 300 students' on-line regular examination. Our practical case is beneficial to administrators or operators discussing an on-line regular examination of universities.

**Keywords** : on-line test, LMS, large class

## 1. はじめに

現在、情報処理技術に関する知識習得を学習目標とした科目「情報処理概論」を運営しており、この科目は、工学部の一部学科と理学部、教育学部、法学部の2年生を対象に開講される必修科目である。この科目では、毎年、約1100名の受講者を数え、この科目を7名の担当教員で運営せねばならず、人的にも施設のにも対面同期型による講義が困難である。そこで、「情報処理概論」では、LMS (Learning Management System) を用い、eラーニング形式による講義を展開している<sup>1)~3)</sup>。現在、LMSはBlackboard社のBlackboard Learning System CE8 (旧WebCT) を利用している。このLMSを用いて「情

\*総合情報基盤センター

〒860-8555 熊本市中央区黒髪2-39-1  
Center for Multimedia and Information Technologies  
Kurokami 2-39-1, Chuo-ku, Kumamoto, 860-8555,  
JAPAN

E-mail: kubota@cc.kumamoto-u.ac.jp

†eラーニング推進機構

〒860-8555 熊本市中央区黒髪2-40-1  
Institute for e-Learning Development  
Kurokami 2-40-1, Chuo-ku, Kumamoto, 860-8555,  
JAPAN

‡株式会社富士通九州システムズ

〒814-8589 福岡市早良区百道浜二丁目2番1号富士通九州R&Dセンター  
FUJITSU KYUSHU SYSTEMS LIMITED  
Fujitsu Kyushu R&D Center, Momochihama 2-2-1,  
Sawara-ku, Fukuoka, 814-8589, JAPAN

報処理概論」の各回は次のもので構成される。

- 対面同期によるガイダンスの実施
- 各回の学習は「確認テスト」「小レポート」「オフィスアワー」から構成される
  - － 各回の講義に相当する「確認テスト」
  - － 各回の学習について報告する「小レポート」
  - － 各回の講義に相当するオフィスアワー
- 対面同期型による期末試験

「確認テスト」は各回の学習内容に対応する問題で構成され、LMS上に期間を決めて公開されるため、受講者は期間内であればいつでもどこからでも何度でも受験することができる。また、結果の最高点が評価点に採用されるため、期間内であれば、受講者は納得いくまで受験を繰り返すことができる。

「小レポート」では、各回の学習活動と理解度の自己評価結果の報告に加え、学習の振り返りを促す目的で学習の際に出てきたキーワードとそのキーワードを選んだ理由を問うレポート問題である。

成績は、「確認テスト」と「小レポート」の結果に加え、期末試験の結果により評価される。

期末試験では、毎回の学習内容を理解できているかを評価するため、9割以上を「確認テスト」から出題し、応用問題を一部含め、構成している。確認テストの多くから出題されるため、期末試験もLMSのテスト機能を用いて実施する方が運用上のコストを削減できる。ただし、期末試験は通常のペーパー試験と同様に受験日時と受験教室を予め指定し、対面同期型で一斉に実施する。対面同期型で行うため、約1100名の受講者を1回で扱うことはできず、4回に分けて実施し、1回の期末試験で約300名の受験者を扱う。本学では300名規模のPC実習室はないため、4部屋から6部屋のPC実習室を利用して行う。試験では、受講者一人一人に学生証の提示を求め、写真による本人確認とPC

へのログイン情報と学生証情報が一致することを確認する。このため、PCを用いた試験である事を除いて、受講者にとっては通常の試験監督が立ち会うペーパー試験と変わらない。LMSを用いるため、運営面では、答案用紙配布や回収の手間がなくなり、試験後には採点が完了するため、合否判定が素早く終わるといった利点がある。

LMSを用いた期末試験の実施については、古川ら<sup>4)</sup>が取り組んでおり、2節以降の検討を行う上で非常に役に立った。古川らの取り組みと比較し、われわれは約300名規模の試験であることやそれを4部屋から6部屋で構成すること、1つの学習コースを使い、4回実施している点などが異なる。

## 2. 期末試験環境を構築する上で検討すべきこと

通常の学習に用いられるLMSを利用し、通常のPC実習室において電子的な不正行為が行われないよう期末試験環境を構築する上で検討すべき項目を以下のように整理した。

**検討事項1** 同時に300名のアクセスにLMSが耐えることができるか

**検討事項2** 学習コースには様々な学習コンテンツがあり、定期試験でこれらを閲覧できないようにする必要がある

**検討事項3** 受験日の異なる受講者が受験できないようにする必要がある

**検討事項4** 実習室PCには各個人のストレージ領域があり、これらに学習メモを保存し、定期試験の際に利用できないようにする必要がある

**検討事項5** 実習室PCからは通常Webへアクセスでき、検索Webページや試験問題に関するWebページを閲覧できないようにする必要がある

**検討事項 6** 所定の教室以外で受験できないようにする必要がある

**検討事項 7** 実習室PCには外部と通信するアプリケーションがあり、これらを利用して外部者と通信できないようにする必要がある

## 2.1 検討事項 1

検討事項1は、LMS といっても Web サービスであり、同時に 300 名のアクセスで動作がもたつくなど期末試験の受験に支障がないか事前に検討が必要であると考えた。これに対しては、今回の学習で利用する LMS が他の演習型講義でも利用されており、その講義において 300 名を超える受講者が同時にアクセスし利用できているため、今回の期末試験においても十分機能すると考えた。

## 2.2 検討事項 2

検討事項2は、期末試験の最中に学習コース上に設置されている学習コンテンツや確認テストのフィードバックを閲覧できる状態では期末試験問題を解答するヒントとなるため、学習コース上の学習コンテンツや確認テストのフィードバックなどが期末試験時に見えないように制御しなければならない。われわれの期末試験は4回に分けて実施されるため、受験者には学習コンテンツが見えないが、受験者以外の受講者は学習コンテンツを見ることができ、学習できる状況を確認しなければならない。

この検討事項では、学習コンテンツの公開を日時により制御することと受験者を受験日で区別し受験日ごとに制御することの両方を行う必要がある。そこで、受験日の区別を LMS の成績表に登録し、成績表にある受験日の情報をもとに学習コンテンツの公開を制御するとともに、期末試験の日時に学習コンテンツが表示されないよう公開を制御する。具体的には、「試験日程」として成績表に項目を追加し、その項目に

...	ID	試験日程	...
...	AさんのID	1	...
...	BさんのID	1	...
...	CさんのID	3	...
...	DさんのID	2	...
...	EさんのID	2	...
...	FさんのID	4	...

図1 LMS成績表の模式図

1から4の数字を受講者の受験日にあわせて入力する(図1)。受験日の割り当てについては受講者情報をもとに予め計画した上で、各受講者のユーザIDと受験日の数字を対にして管理し、成績表にインポートする。この制御は、どのようなLMSにおいてもできることではなく、現在利用しているLMSが下記機能をもっていたために実現できた。

- 成績表に新しい項目を追加することができる
- CSVなどを利用して作成した項目にユーザIDごとに数値を入力することができる
- 作成した項目の値をもとに学習コンテンツの公開の設定ができる
- 日時により学習コンテンツの公開の設定ができる
- 複数の設定した内容を「かつ」や「または」といった論理式で構成できる

最後の論理式を構成できることで、受験日以外の受講者が学習コンテンツを閲覧でき、4回の試験日程にあわせて設定することができる。今回、学習コンテンツの公開設定として図2のような公開設定を行った。

## 2.3 検討事項 3

検討事項3は、期末試験が4回に分けて実施されるため、教員が計画する受験日と異なる日

(( 受験日 ≠ 1 ) and (受験日 1 の日時)) or (( 受験日 ≠ 2 ) and (受験日 2 の日時))  
 or (( 受験日 ≠ 3 ) and (受験日 3 の日時)) or (( 受験日 ≠ 4 ) and (受験日 4 の日時))

図 2 公開日設定の論理式

に受験できては困るため、期末試験のテスト問題の公開設定に関する検討となる。

前節 2.2 で述べたように LMS の成績表に試験日程を区別する 1 から 4 の数字を受験者ごとに設定し、この値をもとに期末試験のテスト問題の公開設定を設定することで対応できる。この制御は、どのような LMS においてもできることではなく、現在利用している LMS が前節 2.2 で述べた機能をもつために実現できた。

#### 2.4 検討事項 4

検討事項 4 は、通常の PC を利用する講義や PC を利用する自習のために整備されている PC 実習室を利用するため、本学の構成員であれば自分の ID を使いログインして PC を利用することができ、個人のファイルを保存できるストレージをもつため、期末試験の際に参照できないよう制御する必要がある。

検討事項 4 に対しては、個人のストレージ領域を利用できないよう試験専用のアカウントを作成し対応する。試験専用アカウントを使用することで個人のストレージへのアクセスを制御することができるが、一方で、試験専用アカウントを必ず使い受験する仕掛けが必要となる。そこで、試験専用アカウントを利用する場合には LMS へのアクセスをプロキシサーバ経由でアクセスするように事前に設定し、次に LMS の機能を利用し、期末試験テストへのアクセスをプロキシサーバの IP アドレスからのみ許可するよう設定する。これにより通常のアカウントでログインしている受験者は期末試験テストへアクセスできず、受験することができない。このため、受験者は試験専用アカウントを利用せざるを得ない。この LMS の設定は、どのよ

うな LMS においてもできることではなく、現在利用している LMS が下記機能をもっていたために実現できた。

- テストごとにアクセスに関する IP 制限をかけることができる

#### 2.5 検討事項 5

検討事項 5 は、通常アカウントでログインした場合に Web 上の情報にアクセスできるため、試験中はアクセスできないよう制限する必要があることを示唆している。

検討事項 5 については、前節 2.4 にあるように試験専用アカウントにより対応でき、試験専用アカウントで設定されるプロキシサーバの設定において、学外へのアクセスを禁止することで解決できる。しかし、試験専用アカウントのプロキシ設定が変更されると通常のアクセスが可能となるため、試験専用アカウントではプロキシ設定を変更できないようブラウザの UI を調整する必要がある。

#### 2.6 検討事項 6

検討事項 6 は、所定の PC 実習室以外で受験できないようアクセス制御について考える必要がある。

これも試験専用アカウントで設定されるプロキシサーバで制御する。期末試験が行われる PC 実習室に設置される PC の IP アドレスからのみプロキシサーバへアクセスできるよう設定することで実現可能である。この設定は 4 回行われる期末試験の各回でプロキシサーバの設定変更およびプロキシデーモンの再起動が必要となる。

## 2.7 検討事項7

検討事項7は、他の通信可能なアプリケーションの利用を制御する方法について考える必要がある。

これまで述べたように試験専用アカウントを利用して試験を実施することを考えると、この試験専用アカウントにおいて、利用アプリケーションを制限することで実現可能と考えられる。

## 3. 既存LMSを利用したオンライン期末試験環境

前節の検討により、既存LMSを利用したオンライン期末試験環境を構築するためには、試験専用アカウント、ブラウザのUIの制御、プロキシサーバ、既存LMSにおけるコンテンツの公開設定がそれぞれ必要となる。以降、それぞれの設定について整理する。

### 3.1 試験専用アカウント

われわれのPC実習室環境は移動プロファイルによるドメイン管理を行うため、受験者が試験専用アカウントでログインすることで同一の制御された環境で試験を実施できる。試験専用アカウントに求められる制御は以下のようになる。

- 試験用プロキシサーバが設定されている
- ブラウザ以外のアプリケーションを利用させない
- 個人アカウントのストレージおよび他のメディアストレージを利用させない

本科目の学習および試験に用いるブラウザはFirefox<sup>5)</sup>と指定しており、運用においてもFirefoxを使って動作確認を行っている。このため期末試験にはFirefoxを使用する。

そこで試験用アカウントでは、Firefoxのみが起動し、試験用プロキシサーバを利用するよ

うアカウントの環境を設定する。Firefoxに試験用プロキシサーバを設定した上で、起動時にFirefoxが起動するようアカウントのスタートアップにFirefoxアイコンをコピーする。Firefox以外のアプリケーションへアクセス不可とするため、デスクトップのアイコンを非表示とする。また、他のアプリケーションが起動できないようレジストリを設定する<sup>6)</sup>。その他、windowsキーを無効化しアプリケーション起動に関係する機能を制御した環境を整え、試験専用アカウントの環境とした。

### 3.2 ブラウザのUIの制御

試験用プロキシサーバの設定を変更されないよう、FirefoxのUIを編集し、Firefoxの設定画面へのアクセスを制御する。FirefoxのUIについて記述されるuserChrome.cssを編集することで、以下の点について変更を行った。

- 左上のFirefoxボタンを非表示
- メニューバーを非表示
- ナビゲーションツールバーを非表示
- 検索ボックスを非表示

### 3.3 試験用プロキシサーバ

今回プロキシサーバはsquid<sup>7)</sup>を用いて構築した。試験用プロキシサーバに求められる制御は次のとおりである。

- 試験に必要なLMSサーバと認証サーバ以外へのアクセスを禁止する
- 試験が実施されるPC実習室のPCからのみプロキシサーバへアクセスできる

この制御にあわせてsquidの設定ファイルであるsquid.confを記述する。該当部分のみを図3に示す。今回、試験用プロキシを利用して通信するLMSサーバ、認証サーバともにhttps通信を行っている。設定の際にhttpsの扱いに注

```
(acl ディレクティブの一部)
#各実習室 PC の IP
acl A404 src 123.45.67.1-123.45.67.31/255.255.255.255
acl A405 src 123.45.67.71-123.45.67.101/255.255.255.255
acl A406 src 123.45.68.1-123.45.68.77/255.255.255.255
acl A407 src 123.45.69.1-123.45.69.53/255.255.255.255
acl A408 src 123.45.69.71-123.45.69.123/255.255.255.255
acl B401 src 123.45.70.1-123.45.69.105/255.255.255.255

# LMS サーバと認証サーバのホスト名を記述したファイルを指定
acl domainallow dstdomain "/etc/squid/domainallow.txt"

(http_access ディレクティブの一部)
# LMS サーバと認証サーバ以外へのアクセス不可
http_access deny !domainallow

#各実習室からのアクセスを許可 # 試験日に使用しない教室はコメントアウト
# http_access allow A404
# http_access allow A405
http_access allow A406
http_access allow A407
# http_access allow A408
http_access allow B401
```

図3 squid.confの一部 (IP はすべてサンプル)

意が必要である。httpsはその通信が暗号化され、URIによるフィルタを行うことができないため、ドメイン名によるフィルタを行う必要がある。今回の設定では、LMSサーバと認証サーバ以外の通信を拒否するよう設定した。これにより試験用プロキシサーバを利用すると学外へアクセスできないことはもちろん、不正な学内サーバがあったとしてもLMSサーバと認証サーバ以外の学内サーバへのアクセスもできない。

PC実習室にあるPCのIPアドレスからのみアクセスできるよう制御し、これを試験日に利用する実習室のPCからのみアクセスできるよう運用している。古川ら<sup>4)</sup>は、プロキシに加え、ルーティング機能を用いた制御を行っているが、われわれはsquidのみで制御を行っている。

セキュリティにも配慮し、プロキシサーバのホスト名がユーザに知られることがないようにsquid.confに図4の設定を行った。また、不用意に試験用プロキシサーバにアクセスできないようプロキシサーバの情報は公開せず、試験で

```
# ホスト名を unknown に
visible_hostname unknown
```

図4 ホスト名を隠す設定変更

用いるとき以外のサービスは行っていない。

### 3.4 既存 LMS におけるコンテンツの公開設定

運用に求められる LMS の機能についてまとめると次のようになる。

- 成績表に新しい項目を追加することができる
- 成績表に追加した項目に対して、CSVファイルを利用してユーザIDごとに試験日に対応した数値を入力することができる
- 試験日に対応した数値をもとに学習コンテンツの公開と非公開を設定できる

- 日時を指定して学習コンテンツの公開と非公開の設定ができる
- 複数の設定した内容を「かつ」や「または」といった論理式で構成できる
- テストごとにアクセスに関するIP制限をかけることができる

成績表の編集や成績表へのCSVインポート機能などはLMSとして一般的であると考えられるが、成績表にある値をもとに公開設定ができる機能はLMSとして一般的ではない。また、論理式は4回の試験日程それぞれの日時と対象者にあわせて表示と非表示を制御するために必要であるが、これも一般的ではない。しかし、このような機能がない場合であっても、可視グループと不可視グループを作る運用や受験日程ごとにコースを分けて運用するなどの工夫で十分実現できると考えられる。テストごとのIP制限についてもコースごとに可能であれば、期末試験用のコースを作成し対応できると考えられる。しかし、まったく制限する機能がない場合にはOSレベルでの制御により対応を考える必要がある。

#### 4. 実践結果

前述で検討を行った結果を用いてオンライン定期試験を実施した。

PC実習室の席数にあわせ受講者数を配置するために、事前に受講者数と受講者の所属を把握し、各日程への割り振りとは各PC実習室への割り振りを決める作業を行った。その決定した割り振りをもとに各個人IDごとに試験日程の数値を設定し、LMSの成績表へインポート作業を行った。受講者には予め試験日程と教室についてアナウンスした。試験日程を個人IDごとに設定するため、部活動などの大会でやむなく指定した試験日程で受験できない場合には、別日に設定変更する必要など、受験前に運用業務が発生する。

今年度の受験状況を表1にまとめた。

表1 2012年度受験者数と利用した教室

試験日程	受験者数	受験に利用した教室
第1日	207名	B401, A406, A407
第2日	294名	B401, A405, A406, A407, A408
第3日	320名	B401, A404, A405, A406, A407, A408
第4日	290名	B401, A404, A405, A406, A407, A408

表2 2012年度試験問題へのアクセス状況

試験日程	アクセス数	平均受験回数
第1日	901	4.3
第2日	1193	4.1
第3日	1179	3.7
第4日	999	3.4

LMSのログ情報をもとに試験問題へのアクセス回数を集計した結果を表2にまとめた。

表2から各回につき1人あたり平均して3回から4回受験していることがわかる。大規模なPCの障害やネットワーク障害、LMSのシステム障害が起こるような回があった場合は平均値に大きなばらつきがあると考えられるが、表2に示すように大きなばらつきは見られず、各回変わらず運用されたことがうかがえる。また、期末試験後に行われる受講者アンケートにおいて期末試験に関する記述はないことから、受講者はストレスなく受験できたと考えられ、期末試験が安定して運用されたと考えられる。

オンライン定期試験環境のために利用したプロキシサーバのログに着目し、受験者数の最も多かった第3日の定期試験で、プロキシ経由の通信が始まってから100分経過までのSSL通信のCONNECTメソッドの通信ログを数えた結果を図5に示す。試験では各ユーザが試験専用アカウントにログインし、LMSへアクセスすることから始まり、15分から20分にあるピークは試験開始時刻のピークであり、試験開始の合図とともに期末試験問題へアクセスし、一斉に

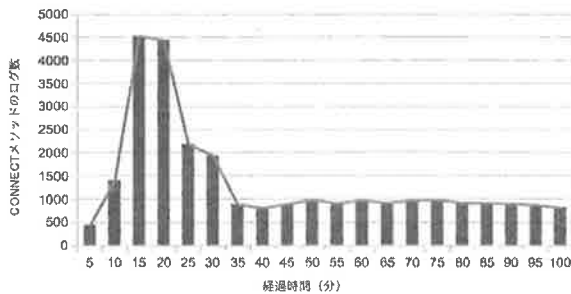


図5 プロキシサーバのCONNECTメソッドのログ数 (第3日)

問題のダウンロードが行われることによるものと考えられる。また、継続的にCONNECTメソッドのログがあることから期末試験の間、プロキシサーバが安定して動作していたことがわかる。

## 5. まとめ

われわれが運用する科目「情報処理概論」では、LMS上の通常の学習コースに設置されたオンラインテストを用い、受講者約300名が同時にアクセスし定期試験を受験する。本研究では、LMS上の学習コースを用い、オンライン定期試験環境を構築し、これを運用し実践した。試験中に他のWebページやデータを参照するなどの不正行為の対策として、LMSのコース設定、PCのアカウント、ネットワーク環境についてそれぞれ対策を行った。LMSでは、定期試験問題を問題プールからランダムに出題する設定と問題へのアクセス制限と公開設定を利用した。PCについては、不必要にアプリケーションが起動せず、プロキシが設定されたWebブラウザのみが起動する試験専用アカウントを整備した。ネットワーク環境については、プロキシサーバにより実際に試験が行われる実習室PCからのみLMSサーバと認証サーバにアクセスできるよう制限した。

実施した結果、LMSのログやプロキシサーバのログから問題なく定期試験が運用されたことがわかる。また、期末試験後の受講者アンケー

トに期末試験に関する記述はなく、受講者はストレスなく受験できたと考えている。

これまでに約300名の規模でPCを利用した定期試験を実施しているケースは少なく、本論文でまとめた検討事項やその対処のためのLMSのコース設定、試験専用アカウント、プロキシサーバの設定に関する情報は、今後PCによる定期試験を検討する大学にとって有益である。

## 参考文献

- (1) 右田 雅裕, 杉谷 賢一, 松葉 龍一, 中野 裕司, 喜多 敏博, 入口 紀男, 武藏 泰雄, 辻 一隆, 島本 勝, 木田 健, 宇佐川 毅, 「LMSを用いた学期末試験としての一斉オンラインテスト」, 学術情報処理研究, 11, pp.14-22, 2007
- (2) 松葉 龍一, 杉谷 賢一, 喜多 敏博, 右田 雅裕, 中野 裕司, 入口 紀男, 武藏 泰雄, 北村 士朗, 根本 淳子, 辻 一隆, 木田 健, 島本 勝, 宇佐川 毅, 「初等・中等教育における情報教育の履修状況調査—大学情報教育のあり方を考える—」, 学術情報処理研究, 10, pp.15-20, 2006
- (3) 右田 雅裕, 中野 裕司, 喜多 敏博, 入口 紀男, 杉谷 賢一, 松葉 龍一, 武藏 泰雄, 太田 泰史, 合林 亨, 辻 一隆, 島本 勝, 木田 健, 宇佐川 毅, 「全学的規模の情報教育におけるe-Learning講義の実施」, 第3回日本WebCTユーザカンファレンス予稿集, pp.95-100, 2005
- (4) 古川 文人, 渡辺 博芳, 佐々木 茂, 及川 芳恵, 高井 久美子, 武井 恵雄, 「コース管理システムのテスト機能を用いた定期試験の実践」情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告, vol. 2006, no. 108, pp. 51-57, Oct. 2006.
- (5) <http://www.mozilla.jp/firefox/>
- (6) <http://technet.microsoft.com/ja-jp/library/cc784823%28v=ws.10%29.aspx>
- (7) <http://www.squid-cache.org/>

## 著者略歴



久保田真一郎 熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程修了。博士(理学)。鹿児島大学学術情報基盤センター事務職員、同センター技術職員を経て、2007年より熊本大学総合情報基盤センター助教。同大学社会科学部文化科学研究科教授システム学専攻専任教員。  
(共著者多数のため、以下省略させていただきます)

(2013年01月15日原稿受付)

(2013年05月21日採録決定)