

# 茨城大学重点研究

「地域に密着した世界的 ICT イノベーションの創出」

## 茨城大学工学部附属

ICT グローカル教育研究センター

2016年度

報告書

茨城大学重点研究プロジェクト「地域に密着した世界的 ICT イノベーションの創出」

平成 28 年度報告書刊行にあたって

プロジェクト代表 黒澤 馨

ICT グローカル教育研究センターは、平成 26 年 7 月に 5 つ目の工学部附属教育研究センターとして活動を開始しました。本センターは、「情報セキュリティ・インテリジェント分野」・「社会・環境インフラ分野」・「ビッグデータ活用分野」・「ソーシャルコミュニティ・弱者支援分野」の 4 分野で構成され、各分野における『地域に密着した世界的 ICT イノベーションの創出』を目指しています。

当センターの平成 28 年度の研究業績は、著書・原著論文 26 編、特許 2 件、国際会議発表 49 件、学会発表 67 件、競争的資金獲得（科学研究費補助金）12 件でした。

今後も、地域密着型の世界的 ICT イノベーションを創出する研究開発の推進に戦略的に取り組みながら、*theory meets practice* を実現するため、グローバル（世界的規模）な視点とローカル（地域的）な視点をもって地域課題の解決に取り組んでいきます。

本冊子は、重点研究「地域に密着した世界的 ICT イノベーションの創出」における当センター構成員の平成 28 年度の成果を中心にまとめましたので、是非ご一読頂けましたら幸甚に存じます。

構成員一同、茨城大学重点研究として地域社会の更なる発展に貢献していく所存でございますので、今後も引き続き、当センターへのご理解とご支援を宜しくお願い申し上げます。

「地域に密着した世界的 ICT イノベーションの創出」

プロジェクト参加教員

(1) 情報セキュリティ・インテリジェント分野における研究開発

- 黒澤馨 (工学部情報工学科・教授)
- 大瀧保広 (IT 基盤センター・准教授)
- 藤芳明生 (工学部情報工学科・准教授)
- 米山一樹 (工学部情報工学科・准教授)
- 芝軒太郎 (工学部情報工学科・講師)

(2) 社会・環境インフラ分野における研究開発

- 上田賀一 (工学部情報工学科・教授)
- 桑原祐史 (工学部都市システム工学科・教授)
- 齋藤修 (工学部・特命教授)
- 澁澤進 (工学部情報工学科・教授)
- 外岡秀行 (工学部情報工学科・教授)
- 羽渕裕真 (工学部情報工学科・教授)
- 山田稔 (工学部都市システム工学科・教授)
- 石田智行 (工学部情報工学科・講師)

(3) ビッグデータ活用分野における研究開発

- 新納浩幸 (工学部情報工学科・教授)
- 岡田信一郎 (工学部情報工学科・講師)
- 古宮嘉那子 (工学部情報工学科・講師)
- 佐々木稔 (工学部情報工学科・講師)

(4) ソーシャルコミュニティ・弱者支援分野における研究開発

- 鎌田賢 (工学部情報工学科・教授)
- 米倉達広 (工学部情報工学科・教授)
- 野口宏 (IT 基盤センター・講師)

## －目次－

### 1. 活動概要

－ 1 －

### 2. 研究報告【平成27年度参加教員発表の代表的な学術論文誌】

1. 「バーチャルハンドを利用した相互学習型筋電義手トレーニングシステム」

芝軒太郎, 中村豪, 渡橋史典, 早志英朗, 栗田雄一, 高木健,  
本田雄一郎, 溝部二十四, 陳隆明, 辻敏夫  
日本ロボット学会誌, Vol. 34, No. 6, 2016年7月.

－ 1 4 －

2. 「The digital contents management system based on position information initiate fusion of AR and sensor technology」

Tomoyuki Ishida, Tsubasa Ando, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata  
International Journal of Space-Based and Situated Computing  
(IJSSC), Vol. 6, No. 1, June 2016.

－ 2 1 －

3. 「Office365 と Shibboleth の多要素認証対応 SSO 環境の構築」

野口宏, 大瀧保広, 高橋幸雄, 鎌田賢  
学術情報処理研究 Vol. 20, 2016年9月.

－ 3 3 －

### 3. プロジェクト業績

1. 業績一覧

－ 4 1 －

## 1. 活動概要

# ICT グローカル教育研究センター 平成28年度中間報告書

## 1. 研究開発・資金獲得計画

### 1. 計画名:情報セキュリティ・インテリジェント分野における研究開発

#### (1)実施概要:

- クラウドにおける情報セキュリティに関する研究
- 暗号プロトコルの設計論と安全性証明に関する研究
- 読字障害児童向け音声付教科書の開発
- 共創型人間-機械インタフェースの提案と障害者支援

(2)実施予定時期:平成28年4月1日~平成29年3月31日

#### (3)実施体制

- ・ 責任者:黒澤馨
- ・ メンバ:大瀧保広, 藤芳明生, 米山一樹, 芝軒太郎

(4)資金獲得計画:科研費等の各種外部資金獲得を目指す

(5)実施における課題:特になし

### 2. 計画名:社会・環境インフラ分野における研究開発

#### (1)実施概要:

- ITSのための高信頼化通信の研究
- 組み込みシステムの協調解析と品質計測手法の開発
- 衛星リモートセンシングに関する研究
- 高齢者を支援するインタラクションシステムの研究
- 総合防災管理支援システムの開発

(2)実施予定時期:平成28年4月1日~平成29年3月31日

#### (3)実施体制

- ・ 責任者:上田賀一
- ・ メンバ:桑原祐史, 齋藤修, 澁澤進, 外岡秀行, 羽瀧裕真, 山田稔, 石田智行

(4)資金獲得計画:科研費等の各種外部資金獲得を目指す

(5)実施における課題:特になし

### 3. 計画名:ビッグデータ活用分野における研究開発

#### (1)実施概要:

- 機械学習や統計学を利用した自然言語処理
- データベース学習のための支援システムの開発
- 様々なデータからの特徴抽出、分類、検索に関する研究
- 機械学習を用いた知識処理の研究

(2)実施予定時期:平成28年4月1日~平成29年3月31日

#### (3)実施体制

- ・ 責任者:新納浩幸
- ・ メンバ:岡田信一郎, 古宮嘉那子, 佐々木稔

(4)資金獲得計画:科研費等の各種外部資金獲得を目指す

(5)実施における課題:特になし

### 4. 計画名:ソーシャルコミュニティ・弱者支援分野における研究開発

#### (1)実施概要:

- 画像の自然な拡大・縮小・変形のための関数の開発
- 地域情報化の研究
- 階層型データモデル機能・データベースデータモデル機能に関する研究

(2)実施予定時期:平成28年4月1日~平成29年3月31日

#### (3)実施体制

- ・ 責任者:鎌田賢
- ・ メンバ:米倉達広, 野口宏

(4)資金獲得計画:科研費等の各種外部資金獲得を目指す

(5)実施における課題:特になし

5. 計画名:各種論文誌・国際会議等での研究発表

(1)実施概要:各種論文誌・国際会議等において研究発表を行う

(2)実施予定時期:平成28年4月1日～平成29年3月31日

(3)実施体制

- ・ 責任者:黒澤馨
- ・ メンバ:上田賀一, 鎌田賢, 桑原祐史, 齋藤修, 澁澤進, 新納浩幸, 外岡秀行, 羽瀨裕真, 山田稔, 米倉達広, 大瀧保広, 藤芳明生, 米山一樹, 石田智行, 岡田信一郎, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 芝軒太郎, 野口宏

(4)資金獲得計画:科研費等の各種外部資金獲得を目指す

(5)実施における課題:特になし

6. 計画名:各種学会・国際会議等での委員

(1)実施概要:各種学会・国際会議等での委員として活動する

(2)実施予定時期:平成28年4月1日～平成29年3月31日

(3)実施体制

- ・ 責任者:黒澤馨
- ・ メンバ:上田賀一, 鎌田賢, 桑原祐史, 齋藤修, 澁澤進, 新納浩幸, 外岡秀行, 羽瀨裕真, 山田稔, 米倉達広, 大瀧保広, 藤芳明生, 米山一樹, 石田智行, 岡田信一郎, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 芝軒太郎, 野口宏

(4)資金獲得計画:特になし

(5)実施における課題:特になし

7. 計画名:当教育研究センター構成メンバによる勉強会

(1)実施概要:当教育研究センター構成メンバによる勉強会を実施する

(2)実施予定時期:平成28年4月1日～平成29年3月31日

(3)実施体制

- ・ 責任者:黒澤馨
- ・ メンバ:上田賀一, 鎌田賢, 桑原祐史, 齋藤修, 澁澤進, 新納浩幸, 外岡秀行, 羽瀨裕真, 山田稔, 米倉達広, 大瀧保広, 藤芳明生, 米山一樹, 石田智行, 岡田信一郎, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 芝軒太郎, 野口宏

(4)資金獲得計画:特になし

(5)実施における課題:特になし

○実施結果

1. 計画名:情報セキュリティ・インテリジェント分野における研究開発

(1)実施結果:

- クラウドにおける情報セキュリティに関する研究  
:クラウドサーバから情報が漏洩する恐れのないファイル格納・キーワード検索方式を研究開発
- 暗号プロトコルの設計論と安全性証明に関する研究  
:フェイルセーフ暗号プロトコルの設計と安全性証明等を研究開発
- 読字障害児童向け音声付教科書の開発  
:文字認知が困難な児童生徒の能動的読書を可能にするマルチモーダル教科書等を研究開発
- 共創型人間-機械インタフェースの提案と障害者支援  
:筋シナジーモデルに基づく5指駆動型電動義手制御法等を研究開発

2. 計画名:社会・環境インフラ分野における研究開発

(1)実施結果:

- ITSのための高信頼化通信の研究  
:疑似雑音符号系列による知的照明光通信ネットワーク等を研究開発
- 組込みシステムの協調解析と品質計測手法の開発  
:社会インフラシステム向けソフトウェアプラットフォーム等を研究開発
- 衛星リモートセンシングに関する研究  
:衛星データの評価検証技術, 高付加価値を持つ衛星データの生成技術, 衛星データの新たな利用技術等を研究開発

- 高齢者を支援するインタラクションシステムの研究  
: Kinect センサを利用した高齢者向けの体操支援システム等を研究開発
- 総合防災管理支援システムの開発  
: 大規模自然災害時の円滑な情報共有に資する市町村型共通基盤等を研究開発

3. 計画名: ビッグデータ活用分野における研究開発

(1) 実施結果:

- 機械学習や統計学を利用した自然言語処理  
: 外れ値検出手法からの重み設定による共変量シフト下における語義曖昧性解消の領域適応等を研究開発
- データベース学習のための支援システムの開発  
: SQL 実習支援システム、リレーショナルデータモデル演習システムによる実際の授業での運用
- 様々なデータからの特徴抽出、分類、検索に関する研究  
: 局所的な周辺文脈を利用した日本語の教師なし All-words 型語義曖昧性解消等を研究開発
- 機械学習を用いた知識処理の研究  
: 状況やデータの性質を意識して、大量なデータから、知識のパターンやルールを取り出して活用する方法等を研究開発

4. 計画名: ソーシャルコミュニティ・弱者支援分野における研究開発

(1) 実施結果:

- 画像の自然な拡大・縮小・変形のための関数の開発  
: 可変張力つき 2 変数スプラインの導出とその画像補間等を研究開発
- 地域情報化の研究  
: メディアを利用した地域の ICT 化推進と地域の情報発信等を研究開発
- 階層型データモデル機能・データベースデータモデル機能に関する研究  
: 分散キャンパスを用いたファイルバックアップシステム等を研究開発

5. 計画名: 各種論文誌・国際会議等での研究発表

(1) 実施結果:

■著書・論文誌: 延べ **26**件

野口宏, 大瀧保広, 高橋幸雄, 鎌田賢, “Office365 と Shibboleth の多要素認証対応 SSO 環境の構築”, 学術情報処理研究, 2016 年 9 月. ほかに 25 件

■特許: 延べ **2**件

吉田麗生, 富士仁, 小林鉄太郎, 川原祐人, 米山一樹, “鍵交換方法, 鍵交換システム”, 2016 年 8 月. ほかに 1 件

■国際会議: 延べ **49**件

Kaoru Kurosawa, Keisuke Sasaki, Kiyohiko Ohta, Kazuki Yoneyama, “UC-Secure Dynamic Searchable Symmetric Encryption Scheme”, International Workshop on Security, 2016 年 9 月. ほかに 48 件

■その他(研究発表等): 延べ **67**件

新納浩幸, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 森信介, “点推定による日本語 all-words WSD システム KyWSD”, 情報処理学会自然言語処理研究会, NL-227-2, 2016 年 7 月. ほかに 66 件.

6. 計画名: 各種学会・国際会議等での委員

(1) 実施結果:

No.	教員名	内容等
1	上田賀一教授	情報処理学会・ソフトウェア工学研究会, 運営委員
2	上田賀一教授	日本ソフトウェア科学会・ソフトウェア工学の基礎ワークショップ 2016, プログラム委員
3	上田賀一教授	情報処理学会・組み込みシステムシンポジウム 2016, プログラム委員

No.	教員名	内容等
4	上田賀一教授	日本技術者教育認定機構(JABEE), オブザーバ審査委員
5	鎌田賢教授	Associate Editor, IEEE Transactions on Industrial Electronics
6	鎌田賢教授	Secretary of the journal, Sampling Theory in Signal and Image Processing
7	鎌田賢教授	Program Committee, Fifth International Workshop on Web Service and Social Media (WSSM 2016)
8	鎌田賢教授	Program Committee, 2016 International Conference on Advances in Electrical, Electronic and Systems Engineering (ICAEESE 2016)
9	黒澤馨教授	つくば賞予備審査会委員
10	黒澤馨教授	日本学術振興会 特別研究員等審査会専門委員および国際事業委員会書面審査員・書面評価員
11	黒澤馨教授	Mycrypt 2016 プログラム委員
12	黒澤馨教授	電子情報通信学会 安全・安心な生活のための情報通信システム時限研究専門委員会
13	黒澤馨教授	IET Information Security, Associate Editor
14	黒澤馨教授	International Journal of Applied Cryptography, Associate Editor
15	黒澤馨教授	Journal of Mathematical Cryptology, Associate Editor
16	外岡秀行教授	日本リモートセンシング学会 評議員
17	外岡秀行教授	日本リモートセンシング学会 事務局情報管理担当
18	外岡秀行教授	宇宙航空研究開発機構(JAXA) CIRC 利用検討委員会委員
19	外岡秀行教授	宇宙航空研究開発機構(JAXA) CALET 搭載地球観測用小型赤外線カメラ(CIRC)初期校正運用完了及び利用実証運用移行前確認委員会
20	外岡秀行教授	(一財)宇宙システム開発利用推進機構 ISS 搭載型ハイパースペクトルセンサ等研究開発技術委員会委員
21	外岡秀行教授	(一財)宇宙システム開発利用推進機構 次世代地球観測衛星利用委員会委員
22	外岡秀行教授	平成 28 年度茨城県弘道館アカデミー県民大学後期講座 講師
23	羽瀧裕真教授	電子情報通信学会ワイドバンドシステム(WBS)研究専門委員会 委員長(5月まで)、顧問(6月～)
24	羽瀧裕真教授	電子情報通信学会基礎境界サイエティ情報基礎サブサイエティ運営委員会 委員長(5月まで)
25	羽瀧裕真教授	電子情報通信学会基礎境界サイエティ 副会長(5月まで)、WBS代表委員(6月～)
26	羽瀧裕真教授	電子情報通信学会ITS研究専門委員会 顧問
27	羽瀧裕真教授	IEEE ITS Tokyo Chapter 委員
28	羽瀧裕真教授	IEEE VTS Tokyo Chapter 委員
29	羽瀧裕真教授	Guest Editor-in-Chief, IEICE Transaction in Fundamentals, Special section on Wideband Systems
30	羽瀧裕真教授	Associate Editor, IEICE Transaction in Fundamentals, Special section on Intelligent Transport Systems
31	羽瀧裕真教授	Associate Editor, IEICE Transaction in Communications, Special section on LC Visible Light Communications in Conjunction with Topics of ICEVLC 2015
32	羽瀧裕真教授	Associate Editor, IEICE Transaction in Fundamentals, Special section on Signal Design and its Applications in Communications
33	羽瀧裕真教授	Associate Editor, IEICE Transaction in Fundamentals, Special section on Information Theory and Its Applications
34	羽瀧裕真教授	Technical Program Committee Member, IEEE Asia Pacific Wireless Communications Symposium (IEEE VCS APWCS2016)
35	羽瀧裕真教授	Technical Program Committee Member, Asia Pacific Conference on Communications (APCC2016)
36	羽瀧裕真教授	Technical Program Committee Member, International Symposium on Information Theory and Its Applications (ISITA2016)
37	羽瀧裕真教授	Program Committee Member, International Workshop on Signal Design and its Applications in Communications (IEEE IWSDA 2017)
38	羽瀧裕真教授	Technical Program Committee Member, International Conference on ITS Telecommunications (ITST 2017)
39	羽瀧裕真教授	地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発運営委員会(日本放送協会 放送技術研究所), 運営委員

No.	教員名	内容等
40	羽瀧裕真教授	東京理科大学総合研究機構先端情報通信研究部門アドバイザー委員会, 外部委員
41	米山一樹准教授	日本応用数学会 数理的技法による情報セキュリティ(FAIS)研究部会 幹事
42	米山一樹准教授	日本応用数学会 2017 年研究部会連合発表会 実行委員
43	米山一樹准教授	電子情報通信学会 2017 年英文論文誌小特集編集委員会 編集委員
44	米山一樹准教授	電子情報通信学会 2018 年英文論文誌小特集編集委員会 編集幹事
45	米山一樹准教授	Program Committee, The 3rd ACM ASIA Public-Key Cryptography Workshop
46	大瀧保広准教授	電子情報通信学会 情報セキュリティ研究専門委員会 委員
47	大瀧保広准教授	電子情報通信学会 基礎境界サイエティ Fundamental Review 誌編集委員会委員
48	藤芳明生准教授	電子情報通信学会 会誌編集委員会 編集特別幹事
49	石田智行講師	水戸市個人情報保護審議会委員
50	石田智行講師	日立市地域情報化推進会議 委員
51	石田智行講師	日本バーチャルリアリティ学会テレマージョン技術研究委員会 幹事
52	石田智行講師	日本バーチャルリアリティ学会学会誌委員会 幹事
53	石田智行講師	第 21 回日本バーチャルリアリティ学会大会プログラム委員
54	石田智行講師	可視化情報学会 可視化情報全国講演会 2016 実行委員
55	石田智行講師	Track Chair, The 11th International Conference on Broadband and Wireless Computing Communication and Applications (BWCCA-2016)
56	石田智行講師	Track Chair, The 10th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS-2016)
57	石田智行講師	Program Committee, The 31th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2016)
58	石田智行講師	Program Committee, International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems (IWDENS-2017)
59	石田智行講師	Workshop Co-Chair, International Workshop on Network-based Virtual Reality and Tele-existence (INVITE-2016)
60	石田智行講師	日立市総合計画後期基本計画策定委員会委員
61	古宮嘉那子講師	ICT-IPSC 2016 プログラム委員
62	古宮嘉那子講師	情報処理学会 自然言語研究会 運営委員
63	佐々木稔講師	電子情報通信学会東京支部委員
64	佐々木稔講師	FM ひたち番組審議委員
65	佐々木稔講師	ひたちものづくりサロン代表幹事
66	佐々木稔講師	Technical Program Committee of the Tenth International Conference on Advances in Semantic Processing (SEMAPRO2016)
67	野口宏講師	電学術情報処理研究査読委員

◇ 外部資金獲得結果(継続研究課題を含む)

・継続研究課題

種別	教員	研究課題
挑戦的萌芽	鎌田賢教授	地盤中の水の挙動の調査を格段に進展できるワイヤレスマルチセンサの開発への挑戦(分担)
基盤(A)	藤芳明生准教授	理数系をはじめとするデジタル教科書をバリアフリー化するシステムの研究(分担)

種別	教員	研究課題
基盤(B)	藤芳明生准教授	文字認知が困難な児童生徒の能動的読書を可能にするマルチモーダル教科書の開発と評価(代表)
基盤(B)	石田智行講師	大規模災害時の劣悪通信環境で繋がる次世代ネバー・ダイ・ネットワークとその応用(分担)
基盤(C)	鎌田賢教授	可変張力つき 2 変数スプラインの導出とその画像補間への応用 (代表)
基盤(C)	新納浩幸教授	外れ値検出手法からの重み設定による共変量シフト下における語義曖昧性解消の領域適応 (代表)
基盤(C)	芝軒太郎講師	筋シナジーモデルに基づく 5 指駆動型電動義手制御法の提案と筋電義手処方支援
基盤(C)	芝軒太郎講師	誤認識を利用した音声操作型環境制御装置:Bio-remote の提案と障害者支援
若手(B)	古宮嘉那子講師	局所的な周辺文脈を利用した日本語の教師なし All-words 型語義曖昧性解消(代表)
スタート支援	米山一樹准教授	フェイルセーフ暗号プロトコルの設計と安全性証明(代表)

・今年度新規採択課題

種別	教員	研究課題
基盤(C)	羽淵裕真教授	疑似雑音符号系列による知的照明光通信ネットワークの創出(代表)
基盤(C)	石田智行講師	大規模自然災害時の円滑な情報共有に資する市町村型共通基盤に関する研究(代表)

・共同研究

教員名	共同研究課題
上田賀一教授	社会インフラシステム向けソフトウェアプラットフォームに関する研究
外岡秀行教授	路面状態センシング方式と放射分光応用に関する研究
外岡秀行教授	ドローン搭載熱赤外カメラによるソーラパネル点検に関する研究
米山一樹准教授	NTT セキュアプラットフォーム研究所 IoT 適用に向けた情報秘匿性の高い暗号プロトコルの共同研究
石田智行講師	広聴業務等におけるスマートフォン等の身近な ICT ツールの活用
石田智行講師	AR(拡張現実)技術を利用した博物館デジタルアーカイブに関する研究開発
石田智行講師	かみね動物園 Android スマホアプリの保守運用

教員名	共同研究課題
石田智行講師	動物園業務総合管理支援システムの研究開発
新納浩幸教授 古宮嘉那子講師 佐々木稔講師	国立国語共同研究プロジェクト「コーパスアノテーションの拡張・統合・自動化に関する基礎研究」

・受託研究

教員名	受託研究課題
外岡秀行教授	ASTER の TIR データの品質管理に係る研究(宇宙システム開発利用推進機構)
外岡秀行教授	平成 28 年度 地球観測用小型赤外カメラ(CIRC)に関する校正検証(JAXA)

・その他

・今年度新規採択課題

種別	教員	研究課題
公益財団法人電気通信普及財団研究助成	洪澤進教授	Kinect センサを利用した高齢者向けの体操支援システムの開発と社会実装に向けた実践的研究(代表)
公益財団法人電気通信普及財団研究助成	石田智行講師	自治体災害対策本部における省コスト性・高操作性を考慮した新しい災害情報共有方式の開発(代表)
COC 地域課題解決型特定研究プロジェクト	石田智行講師	地域再生・地域創生を目的とした産官学民協働型『街ビジョン』(代表)
国立国語研究所「新領域創出型」共同研究	新納浩幸教授 【古宮嘉那子講師(分担), 佐々木稔講師(分担)】	all-words WSD システムの構築及び分類語彙表と岩波国語辞典の対応表作成への利用(代表)

その他(参考資料、報告書など)

(注)このページに収まらない場合は、必要に応じてページを追加する。

## 2. 人材育成

1. 計画名:各種学会等での発表を通じた学生の研究開発力と国際力の向上
  - (1)実施概要:本教育研究センターに関連する研究開発の学生による積極的な対外発表および国際会議等への論文採択による学生の研究開発力と国際力の向上を図る
  - (2)実施予定時期:平成28年4月1日～平成29年3月31日
  - (3)実施体制
    - ・ 責任者:黒澤馨
    - ・ メンバ:上田賀一, 鎌田賢, 桑原祐史, 齋藤修, 澁澤進, 新納浩幸, 外岡秀行, 羽瀨裕真, 山田稔, 米倉達広, 大瀧保広, 藤芳明生, 米山一樹, 石田智行, 岡田信一郎, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 芝軒太郎, 野口宏
  - (4)資金獲得計画:科研費等の各種外部資金獲得を目指す
  - (5)実施における課題:特になし
2. 計画名:各種講座やセミナー等による地域人材の育成
  - (1)実施概要:地域への還元や地域への貢献を目的とし,各種講座やセミナー等を通して地域人材を育成し,ひとづくりを図る
  - (2)実施予定時期:平成28年4月1日～平成29年3月31日
  - (3)実施体制
    - ・ 責任者:黒澤馨
    - ・ メンバ:上田賀一, 鎌田賢, 桑原祐史, 齋藤修, 澁澤進, 新納浩幸, 外岡秀行, 羽瀨裕真, 山田稔, 米倉達広, 大瀧保広, 藤芳明生, 米山一樹, 石田智行, 岡田信一郎, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 芝軒太郎, 野口宏
  - (4)資金獲得計画:特になし
  - (5)実施における課題:特になし
3. 計画名:各種発表会等による技術講演・技術交流
  - (1)実施概要:本教育研究センターを構成する教員の各種研究開発技術について,各種発表会等による技術講演・技術交流を通して人材育成を図る
  - (2)実施予定時期:平成28年4月1日～平成29年3月31日
  - (3)実施体制
    - ・ 責任者:黒澤馨
    - ・ メンバ:上田賀一, 鎌田賢, 桑原祐史, 齋藤修, 澁澤進, 新納浩幸, 外岡秀行, 羽瀨裕真, 山田稔, 米倉達広, 大瀧保広, 藤芳明生, 米山一樹, 石田智行, 岡田信一郎, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 芝軒太郎, 野口宏
  - (4)資金獲得計画:特になし
  - (5)実施における課題:特になし

○実施結果(中間報告時と年度末に、実施結果を記載してください。)

- ・ 計画名:各種学会等での発表を通じた学生の研究開発力と国際力の向上
  - 実施結果
- 下記論文誌・国際会議等で学生が発表を行った。
- ・ 学術誌論文:Kaoru Kurosawa, Hiroyuki Ohta, Kenji Kakuta, "How to make a linear network code (strongly) secure", Designs, Codes and Cryptography, 2016年3月.
  - ・ 学術誌論文:Sheik Arick Hasan, Kazuki Kamata, Toshiya Watanabe, Susumu Shibusawa, Masaru Kamada, Tatsuhiro Yonekura, Minoru Yamada, "Recognition of Antagonistic Exercise Using a Depth Image Sensor", Int. J. of Advances in Electronics and Computer Science (IJAECs), 2016年4月.
  - ・ 学術誌論文:Xiaolei Li, Osamu Saitou, Erjing Zhou and Masaru Kamada, A low cost library navigation system by using Android devices and FeliCa cards, Int. J. Space-Based and Situated Computing, 2016年11月.
  - ・ 学術誌論文:Erjing Zhou, Michitoshi Niibori, Shusuke Okamoto, Masaru Kamada and Tatsuhiro Yonekura, "IslayTouch: an educational visual programming environment for tablet devices", Int. J. Space-Based and Situated Computing, 2016年11月.

- 学術誌論文:佐藤文恭, 藤芳明生, “形式文法を用いて化学構造式中の示性式を自動認識する化学構造式 OCR の提案”, 情報処理学会論文誌, 2016 年 11 月.
- 学術誌論文: Misaki Iyobe, Tomoyuki Ishida, Akihiro Miyakawa, Kaoru Sugita, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, "Development of a Mobile Virtual Traditional Crafting Presentation System using Augmented Reality Technology", International Journal of Space-Based and Situated Computing (IJSSC), 2016 年 12 月.
- 学術誌論文: Naoto Itakura, Kaoru Kurosawa, Kazuki Yoneyama, "Oblivious Polynomial Evaluation in the Exponent, Revisited", IEICE Trans. on Fundamentals, 2017 年 1 月.
- 国際会議論文: Masayuki Ishikawa, Hiromasa Habuchi and Atsuhiro Takahashi, "New Optical-Wireless CSK-MPPM System with Modified Prime Sequence Cod", Proceeding of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2016), 2016 年 7 月.
- 国際会議論文: Ran Sun, Hiromasa Habuchi and Yusuke Kozawa, "Novel Parallel Optical Turbo-code Communication System using RGB LEDs for Partial Erasure Channel", Proceeding of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2016), 2016 年 7 月.
- 国際会議論文: Keisuke Osawa, Hiromasa Habuchi and Yusuke Kozawa, "Proposal of a Variable N-CSK with MPSC for an Intellectual Illumination Light Data Transmission System", Proceeding of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2016), 2016 年 7 月.
- 国際会議論文: Yuki Hosokawa and Hiromasa Habuchi, "Orthogonal Frequency and Code Division Multiplexing Using Modified Pseudo-Ternary M-Sequences Pair", Proceeding of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2016), 2016 年 7 月.
- 国際会議論文: Takuya Takaira, Yoshiaki Tani, and Akio Fujiyoshi, "Development of a Unified Production System for Various Types of Accessible Textbooks", ICCHP 2016, 2016 年 7 月.
- 国際会議論文: Yoshiaki Tani, Takuya Takaira, and Akio Fujiyoshi, "A Simple Viewer and Editor of Sound-Embedded PDF for Elementary School Students with Print Disabilities", ICCHP 2016, 2016 年 7 月.
- 国際会議論文: Go Nakamura, Taro Shibanoki, Futoshi Mizobe, Akito Masuda, Yuichiro Honda, Takaaki Chin and Toshio Tsuji, "A High-fidelity Virtual Training System for Myoelectric Prostheses Using an Immersive HMD", 10th international Convention on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology (i-CREATE 2016), 2016 年 7 月.
- 国際会議論文: Misaki Iyobe, Tomoyuki Ishida, Akihiro Miyakawa, Kaoru Sugita, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, "Proposal of a Virtual Traditional Japanese Crafting Presentation System Mobile Edition", Proc. of the 10th IEEE International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, 2016 年 7 月.
- 国際会議論文: Ran Sun, Hiromasa Habuchi and Yusuke Kozawa, "Enhancement of RGB Parallel Turbo-code System with UTPA in Optical Partial Erasure Channel", Proceeding of IEEE Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS2016), 2016 年 8 月.
- 国際会議論文: Shumpei Fujii, Michitoshi Niibori and Masaru Kamada, "A Preliminary Experiment of Tweet Filtering by Back Propagation", The 5th International Workshop on Web Service and Social Media (WSSM 2016), 2016 年 9 月.
- 国際会議論文: Daiki Ito, Michitoshi Niibori and Masaru Kamada, "A Real-Time Web-Cast System for Classes in the BYOD Style", The 5th International Workshop on Web Service and Social Media (WSSM 2016), 2016 年 9 月.
- 国際会議論文: Ryouyuke Iiya, Erjing Zhou, Michitoshi Niibori, Masaru Kamada, Osamu Saitou and Susumu Shibusawa, "A Handy Real-Time Location System for Community Bus Service", The 5th International Workshop on Web Service and Social Media (WSSM 2016), 2016 年 9 月.
- 国際会議論文: Satowa Watanabe, Taro Shibanoki and Koji Shimatani, "A Body Sway Mitigation Method Based on Tactile Stimulation", The SICE Annual Conference 2016 (SICE2016), 2016 年 9 月.
- 国際会議論文: Yuki Shinotsuka, Tomoyuki Ishida, Kazuhiro Takahagi, Misaki Iyobe, Norio Akatsu, Kaoru Sugita, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, "Proposal of a Zoo Walk Navigation System for Regional Revitalization", Proc. of the 19th IEEE International Conference on Network-Based Information Systems, 2016 年 9 月.

- ・ 国際会議論文: Shoma Yamaki, Hiroyuki Shinnou, Kanako Komiya, Minoru Sasaki, "Supervised Word Sense Disambiguation with Sentences Similarities from Context Word Embeddings", PACLIC 2016, 2016年10月.
- ・ 国際会議論文: Kaoru Kurosawa, Keisuke Sasaki, Kiyohiko Ohta, Kazuki Yoneyama, "UC-Secure Dynamic Searchable Symmetric Encryption Scheme", International Workshop on Security, 2016年9月.
- ・ 国際会議論文: Shogo Kimura, Kazuki Yoneyama, "Security Proof of Identity-based Signature under RSA Assumption, Reconsidered", International Symposium on Information Theory and its Applications, 2016年10月.
- ・ 国際会議論文: Tatsuya Ooyanagi, Misaki Iyobe, Tomoyuki Ishida, Noriki Uchida, Kaoru Sugita, Yoshitaka Shibata, "Construction of an Electronic Health Record System for supporting a Zoo Veterinarian", Proc. of the 11th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 2016年11月.
- ・ 国際会議論文: Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, "Underwater Turbo-code Optical Communication System Compatible with Partial Erasure Channel", Premier International Technical Conference of IEEE Region 10 (TENCON2016), 2016年11月.
- ・ 国際会議論文: Tomohiro Okawa, Hiromasa Habuchi, "Design of an On-Demand Wireless Network Using Multi-Carrier CDMA with Modified Pseudo Orthogonal M-Sequence Sets", Premier International Technical Conference of IEEE Region 10 (TENCON2016), 2016年11月.
- ・ 国際会議論文: Masayuki Ishikawa, Hiromasa Habuchi, "Influence of Synchronization Jitter on BER in Optical-Wireless CSK-MPPM System", Premier International Technical Conference of IEEE Region 10 (TENCON2016), 2016年11月.
- ・ 国際会議論文: M. Asaki, and H. Tonooka, "Analysis of radiometric accuracy of ASTER band 11 for cold targets", Proc. of the 12th International Student Conference at Ibaraki University (ISCIU12), 2016年12月.
- ・ 国際会議論文: J. Yamamoto, and H. Tonooka, "Applicability of the deep learning to cloud discrimination of satellite images", Proc. of the 12th International Student Conference at Ibaraki University (ISCIU12), 2016年12月.
- ・ 国際会議論文: T. Sugamiya, and H. Tonooka, "Evaluation of consistency in radiance between Terra and Aqua/MODIS in the 10 to 13  $\mu\text{m}$  region", Proc. of the 12th International Student Conference at Ibaraki University (ISCIU12), 2016年12月.
- ・ 国際会議論文: Shota Takayanagi, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, "Theoretical Analysis of Visible-Light Code-Shift Keying Using Extended Pseudo-Orthogonal M-sequence in Line-of-Sight Link", 10th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS2016), 2016年12月.
- ・ 国際会議論文: Keisuke Osawa, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, "Performance Evaluation of Novel Optical-Wireless Variable N-parallel Code-Shift-Keying", 10th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS2016), 2016年12月.
- ・ 国際会議論文: Haruna Kokubo, Taro Shibasaki, Takaaki Chin and Toshio Tsuji, "Obstacle Avoidance Method for Electric Wheelchairs Based on a Multi-Layered Non-Contact Impedance Model", Proceedings of the 2017 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB2017), 2017年1月.
- ・ 国際会議論文: Sheik Arick Hasan, Takahiro Fukuda, Toshiya Watanabe, and Susumu Shibusawa, "Recipe-Recommendation System Based on Physical-Characteristics Recognition Using a Depth Image Sensor", Proc. of International Conference on Recent Innovations in Engineering and Technology (ICRIET) 2017年1月. (Invited Talk)
- ・ 国際会議論文: Yusuke Hirohara, Tomoyuki Ishida, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, "Proposal of a Disaster Information Cloud System for Disaster Prevention and Reduction", Proc. of the 31th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2017年3月.
- ・ 国際会議論文: Liyuan Chen, Hiromasa Habuchi, "New Multiplex Scheme Based on (2,2) Visual Secret Sharing Communication System", Proceeding of 2017 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP2017), 2017年3月.
- ・ その他(研究会等): 朝木萌奈, 外岡秀行, "GOES-14/ImagerによるALOS-2/CIRCの相互校正結果", 日本リモートセンシング学会第60回学術講演会論文集, 2016年5月.

- ・ その他(研究会等):田川博務, 外岡秀行, “日立 LNG 基地における ASTER/TIR 画像を用いた遺伝的アルゴリズムによる熱異常解析”, 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- ・ その他(研究会等):菅宮岳, 外岡秀行, “10~13 $\mu$ m 帯における Terra/MODIS 及び Aqua/MODIS 間の相互校正の試み (2)”, 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- ・ その他(研究会等):高橋有真, 外岡秀行, “ASTER/TIR 画像による油膜の厚さ及び温度の同時推定の試み (2)”, 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- ・ その他(研究会等):樽林雄飛, 外岡秀行, “高分解能衛星画像の影解析及び 3D モデリングによる建物の高さ推定”, 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- ・ その他(研究会等):須佐綾太, 外岡秀行, “熱赤外マルチスペクトル画像を用いた薄氷分類の試み (2)”, 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- ・ その他(研究会等):鈴木翔太, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 新納浩幸, 奥村学, “分散表現による語義曖昧性解消の領域適応”, 研究報告自然言語処理(NLP), 2016 年 5 月.
- ・ その他(研究会等):富澤太, 芝軒太郎, 陳隆明, 辻敏夫, “クラス偏 KL 情報量を利用した相互学習型筋電義手訓練システム”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016 講演論文集, 2016 年 6 月.
- ・ その他(研究会等):陳力源, 羽瀨裕真, “ポーラ信号形式をもつ視覚復号型秘密分散法を用いるマルチホップ/マルチルート通信の検討”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 5 月.
- ・ その他(研究会等):石川真行, 羽瀨裕真, “光無線 CSK-MPPM 方式のビット誤り率における同期誤差の影響”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- ・ その他(研究会等):大澤圭佑, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “拡張プライム符号を用いる VN-CSK 方式の隣接照明間干渉に関する検討”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- ・ その他(研究会等):孫冉, 羽瀨裕真, “UTPA を用いる Framed-DOOK パンクチャードターボ符号の一検討”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- ・ その他(研究会等):大川智広, 羽瀨裕真, “変形擬直交 M 系列対を用いるオンデマンド型無線ネットワークの一検討”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- ・ その他(研究会等):高柳翔太, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “LOS 環境における拡張擬直交 M 系列を用いる光空間 CSK の一検討”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- ・ その他(研究会等):塩畑 博文, 上田 賀一, “WebUI ユーザビリティ向上のための支援ツールの検討”, 日本ソフトウェア科学会第 33 回大会, 2016 年 9 月
- ・ その他(研究会等):古木隆裕, 小飼 敬, 上田 賀一, “情報制御システムのモデル検査におけるモデル分割支援法の検討”, 日本ソフトウェア科学会第 33 回大会, 2016 年 9 月.
- ・ その他(研究会等):萩野谷一二, 古宮嘉那子, “Implicit な Hint を用いた因数分解に関する一考察 ~ 解ベクトルの長さとの関係 ~”, 情報セキュリティ研究会(ISEC), 2016 年 9 月.
- ・ その他(研究会等):鈴木雅也, 古宮嘉那子, 岩倉友哉, 佐々木 稔, 新納 浩幸, “固有表現抽出におけるアノテーション手法の比較”, 研究報告自然言語処理(NLP), 2016 年 9 月.
- ・ その他(研究会等):寺内賢志, 佐々木稔, 古宮嘉那子, 新納浩幸, “擬似用例を追加する能動学習を用いた一般単語の語義曖昧性解消”, 研究報告自然言語処理(NLP), , 2016 年 9 月.
- ・ その他(研究会等):広原裕亮, 石田智行, “災害対策本部のためのクラウド災害情報共有システムの提案”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, 2016 年 10 月.
- ・ その他(研究会等):伊與部美咲, 石田智行, “AR 伝統工芸システムの構築”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, 2016 年 10 月.
- ・ その他(研究会等):伊藤隼人, 石田智行, “歴史教育のための AR 歴史アーカイブシステムの提案”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, , 2016 年 10 月.
- ・ その他(研究会等):大柳達哉, 石田智行, “獣医師のための動物電子カルテシステムの提案”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, 2016 年 10 月.
- ・ その他(研究会等):小池健太郎, 石田智行, “地方自治体のためのオープンデータ可視化システムの提案”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, 2016 年 10 月.

- ・ その他(研究会等):大澤圭佑, 高柳翔太, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “屋内可視光通信における可変 N パラレルコードシフトキーイング方式のビット誤り率解析”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会 WBS2016-37, 2016 年 10 月.
- ・ その他(研究会等):孫冉, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “水中可視光通信のための RGB LED ターボ符号システムの一検討”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会 WBS2016-43, 2016 年 10 月.
- ・ その他(研究会等):陳力源, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “(2,2)視覚復号型秘密分散通信における拡張フレームを用いる多重化法の検討”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会 WBS2016-44, 2016 年 10 月.
- ・ その他(研究会等):松村拓真, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “変形擬直交 M 系列による二乗検波型 DS-UWB-IR におけるチャンネル間干渉を考慮した誤り率”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会 WBS2016-45, 2016 年 10 月.
- ・ その他(研究会等):山本純平, 外岡秀行, “ディープラーニングによる衛星画像の雲判別の可能性”, 日本リモートセンシング学会第 61 回学術講演会論文集, 2016 年 11 月.
- ・ その他(研究会等):朝木萌奈, 外岡秀行, “低温域における ASTER/TIR の再校正の検討”, 日本リモートセンシング学会第 61 回学術講演会論文集, 2016 年 11 月.
- ・ その他(研究会等):樽林雄飛, 外岡秀行, “高分解能衛星画像の影解析及び 3D モデリングによる低層住宅地における建物階数推定”, 日本リモートセンシング学会第 61 回学術講演会論文集, 2016 年 11 月.
- ・ その他(研究会等):菅宮岳, 外岡秀行, “10~13 $\mu$ m 帯における Terra/MODIS 及び Aqua/MODIS 間の相互校正の試み (3)”, 日本リモートセンシング学会第 61 回学術講演会論文集, 2016 年 11 月.
- ・ その他(研究会等):高橋有真, 外岡秀行, “ASTER/TIR 画像による油膜の厚さ及び温度の同時推定の試み (3)”, 日本リモートセンシング学会第 61 回学術講演会論文集, 2016 年 11 月.
- ・ その他(研究会等):須佐綾太, 外岡秀行, “熱赤外マルチスペクトル画像を用いた薄氷分類の試み (3)”, 日本リモートセンシング学会第 61 回学術講演会論文集, 2016 年 11 月.
- ・ その他(研究会等):黒澤馨, 篠崎友希, “コンパクトなカードプロトコル”, SCIS2017, 2017 年 1 月.
- ・ その他(研究会等):黒澤馨, 小埜将司, スウィフエイ ヘン、レ チュー フォン, “効率のよい匿名かつ maximum leakage resilient な ID ベース暗号”, SCIS2017, 2017 年 1 月.
- ・ その他(研究会等):黒澤馨, 羽深理恵, “Bounded KDM 安全な暗号方式の改良”, SCIS2017, 2017 年 1 月.
- ・ その他(研究会等):木村 翔吾, 米山 一樹, “ストレージ効率のよい検証可能フォワード安全動的検索可能暗号”, 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2017), 2017 年 1 月.
- ・ その他(研究会等):田中 諒太, 米山 一樹, “秘匿ブルームフィルタプロトコルの拡張”, 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2017), 2017 年 1 月.
- ・ その他(研究会等):寺田 慎太郎, 米山 一樹, “クライアント間の通信なしで安全な検証可能委譲秘匿共通集合演算”, 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2017), 2017 年 1 月.
- ・ その他(研究会等):日置千仁, 鈴木雄太, 岡田信一郎, “学習間隔に応じた得点計算法の効果の検証 -休憩期間 2 週間の結果-”, 2017 年電子情報通信学会総合大会, 2017 年 3 月.
- ・ その他(研究会等):高橋正行, 岡田信一郎, “SQL 実習支援システムにおける反復学習回数削減の実装と運用”, 2017 年電子情報通信学会総合大会, 2017 年 3 月.
- ・ その他(研究会等):山木翔馬, 新納浩幸, 古宮嘉那子, 佐々木稔, “教師データを用いた語義の分散表現の構築”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- ・ その他(研究会等):遊佐宣彦, 佐々木稔, 古宮嘉那子, 新納浩幸, “分散表現に基づく日本語語義曖昧性解消における類義語と辞書定義文を併用した語義表現の有効性”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- ・ その他(研究会等):神宮理織, 佐々木稔, 古宮嘉那子, 新納浩幸, “用例文拡張辞書を利用したトピックモデルに基づく新語義検出”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- ・ その他(研究会等):西友佑, 新納浩幸, 古宮嘉那子, 佐々木稔, “画像キャプション生成における複数形表現の統一”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- ・ その他(研究会等):鈴木類, 古宮嘉那子, 浅原正幸, 佐々木稔, 新納浩幸, “『分類語彙表』の類義語と分散表現を利用した all-words 語義曖昧性解消”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.

- ・ その他(研究会等):鈴木雅也,古宮嘉那子,佐々木稔,新納浩幸,“固有表現抽出におけるタグセットの相互適応”,言語処理学会代23回年次大会,2017年3月.
- ・ その他(研究会等):山本篤志,佐々木稔,“半教師ありトピック相関分析を用いた異分野間文書分類”,電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会,2017年3月.
- ・ 計画名:各種講座やセミナー等による地域人材の育成
- 実施結果  
特になし

- ・ 計画名:各種発表会等による技術講演・技術交流
- 実施結果

講演者	講演内容
鎌田賢教授	Islay - an educational programming tool based on state diagrams, Communications, Computer Engineering and Informatics Track, 2016 International Conference on Advances in Electrical, Electronic and Systems Engineering (ICAEESE 2016)【招待講演】
羽瀨裕真教授	水戸英陵高等学校(高校数学の数式で理解する通信ネットワーク,5月24日)【模擬授業】
米山一樹准教授	CRYPTREC シンポジウム 2016【招待講演】
藤芳明生准教授	東京都品川区教育委員会特別支援教育部会にて,「音声付教科書の活用について」というタイトルで講演を行った。【講演】
佐々木稔講師	日立第一高等学校高大連携講座講師【講演】
古宮嘉那子講師	富士通研究所にて講演を行った。【講演】,2016年10月.
古宮嘉那子講師	東京農工大学情報工学科創立40周年記念式典【招待講演】,2017年3月.
佐々木稔講師	科学の甲子園茨城県大会強化トレーニング講師,2016年11月

その他(参考資料、報告書など)

(注)このページに収まらない場合は、必要に応じてページを追加する。

## 2. 研究報告

【平成 28 年度参加教員発表の代表的な学術論文誌】

## バーチャルハンドを利用した 相互学習型筋電義手トレーニングシステム

芝 軒 太 郎<sup>\*1</sup> 中 村 豪<sup>\*2\*3</sup> 渡 橋 史 典<sup>\*4</sup> 早 志 英 朗<sup>\*4</sup>  
栗 田 雄 一<sup>\*4</sup> 高 木 健<sup>\*4</sup> 本 田 雄 一 郎<sup>\*2\*3</sup>  
溝 部 二 十 四<sup>\*2</sup> 陳 隆 明<sup>\*2\*3</sup> 辻 敏 夫<sup>\*4</sup>

### An Interactive Training System for Myoelectric Prostheses using Virtual Hand

Taro Shibasaki<sup>\*1</sup>, Go Nakamura<sup>\*2\*3</sup>, Fuminori Orihashi<sup>\*4</sup>, Hideaki Hayashi<sup>\*4</sup>, Yuichi Kurita<sup>\*4</sup>,  
Takeshi Takaki<sup>\*4</sup>, Yuichiro Honda<sup>\*2\*3</sup>, Futoshi Mizobe<sup>\*2</sup>, Takaaki Chin<sup>\*2\*3</sup> and Toshio Tsuji<sup>\*4</sup>

This paper proposes an interactive training system for control of myoelectric prostheses. The proposed training system is capable of selecting suitable motions (EMG patterns) for each user by eliminating ineffective ones, and can also provide consistency between user's motor images and the corresponding prosthetic movements using a virtual prosthetic hand (VH). In the experiments performed, a one-day training session using the proposed system was conducted with nine healthy males (including an experienced) and an upper limb amputee. In addition, EMG discrimination ability of each subject during VH control without any feedback information was evaluated before and after the training to verify the training effects of the proposed system. The results showed that the discrimination rates for selected motions were sufficiently high ( $98.9 \pm 1.24\%$ ) by using the proposed selection method, and the accuracy in discrimination for VH control was significantly improved after training (for healthy subjects and the amputee at the 0.1% and 1% level, respectively). It is therefore confirmed that the proposed system can be used for myoelectric prosthesis control training.

**Key Words:** Myoelectric Prostheses, Electromyogram, Interactive Training, Consistency, Virtual Environment

#### 1. はじめに

上肢切断者（以下、切断者と略記）の生活支援の一環として用いられる筋電義手は、断端部の残存筋の収縮情報を含む筋電位（Electromyogram：以下、EMGと略記）信号から使用者の意図を読み取ることで随意的な制御を可能とする。従来、その機能や制御方法に関して様々な研究開発が行われており[1]~[5]、OttoBock社製のMyoBock[1]やSteeper社製のbebionic[2]などが臨床で用いられている。

随意的な筋電義手制御の実現には、切断者自身がEMG信号を適切に制御する能力を身につけることが重要である。実際に

筋電義手を切断者に処方する際には、EMG信号の制御を目的とした訓練を実施した後、義手を用いて物体を適切に把持・解放するなどの作業訓練を通常数か月に行う必要がある[6]。

これまで、EMG信号制御や義手作業のための訓練システムはすでに実用化されているOttoBock社のMyoBoy[6]をはじめとして数多く開発されている[7]~[16]。例えば、Dupontら[7]や辻ら[8]はEMG信号を安定して発生させるための随意的な筋収縮や複数の筋の協調制御訓練が可能なシステムを提案している[7]~[12]。しかしながら、これらのシステムは訓練者の能力や状態の違いを考慮しておらず、各訓練者に合わせた訓練を実施するためには作業療法士などの専門家が訓練状況を判断して訓練の難易度を変更する必要がある。

これに対し、訓練者の能力を学習し、訓練者の状態に合わせたインタラクティブな訓練が可能な方法が提案されている[13][14]。例えば、重藤ら[13]のシステムでは訓練者が決めた任意の動作を行わせて得た動作ごとのEMG信号のパターン（以下、EMGパターンと略記）を評価して訓練者に適した動作を選ぶことで、訓練者の能力に合わせた訓練を可能としている。しかしながら、訓練者の動作イメージと各筋から計測されるEMGパターンを対応付けて訓練することができない問題があった。そのため、義

原稿受付 2015年10月30日

\*1茨城大学工学部

\*2兵庫県立リハビリテーション中央病院ロボットリハビリテーションセンター

\*3兵庫県立福祉のまちづくり研究所

\*4広島大学大学院工学研究科

\*1College of Engineering, Ibaraki University

\*2Robot Rehabilitation Center in Hyogo Rehabilitation Center

\*3The Hyogo Institute of Assistive Technology

\*4Graduate School of Engineering, Hiroshima University

■ 本論文は有用性（要素分野）で評価されました。

手作業訓練の際に、切断者は実際の義手の動作とは異なる動作イメージで制御を行う必要がある(例えば、義手の開閉を手首の掌背屈のイメージで制御する[6]など)、習熟に負担を強いられる可能性がある。一方、北ら[14]はCG-Handを表示して訓練可能なシステムを提案しているものの、これらのシステムでは物を掴んで移動させるというような義手を用いた作業の訓練は考慮しておらず、EMG信号制御訓練の後には仮想義手を用いた作業訓練法[15][16]などによって、様々な環境下で巧みな義手操作能力を獲得するための訓練を実施する必要がある。

本論文では、訓練者の動作イメージと義手動作の整合性を実現可能な相互学習型トレーニングシステムを提案する。提案システムは訓練者のEMG信号の制御レベルを評価し、その評価に基づいて随意的に分離可能なEMGパターンを取得して訓練できる。訓練中は仮想空間上に構築されたハンド(Virtual hand: 以下、VHと略記)[16]を利用し義手の動作と訓練者の動作イメージを対応付けることで、義手の操作を意識した訓練を実現する。これにより、作業訓練を行う際の負担を減らし効率的に義手制御が行える可能性がある。提案システムではさらにVHを用いることで仮想的な義手作業訓練までを一貫して実施可能である。本論文では主に、提案システムを用いたEMG信号制御訓練について有効性を検証する。なお本論文で実施した実験は、切断者は兵庫県立福祉のまちづくり研究所倫理委員会の承認を得たうえで、健康者は、ヘルシンキ宣言に則り被験者のインフォームドコンセントを得るとともに安全面に十分配慮して実験を実施した。

以下、2章で提案するVHを利用した相互学習型トレーニングシステムについて説明し、3章で提案システムを用いたEMGパターン抽出・制御実験について示す。

## 2. VHを利用した相互学習型トレーニングシステム

提案するトレーニングシステムの構成をFig. 1に示す。提案システムはEMG信号処理部、EMGパターン選定・評価部、VH制御部から構成される。EMG信号処理部では、EMG信号から筋力情報、各動作におけるEMGパターン、動作のタイミング、識別動作情報の四つの情報を抽出する。これらの情報をもとにEMGパターン選定・評価部では訓練者が安定してEMGパターンを発揮できる動作の抽出を行う。さらに、VH制御部では抽出した動作により、義手の作業を想定した訓練を行う。以下、詳細を説明する。

### 2.1 EMG信号処理部 [4][5][8][13][16]

$L$  対の生体電極を用いて訓練者の腕から計測したEMG信号をA/D変換(サンプリング周波数:  $f_s$  [Hz])し、チャンネルごとに全波整流後、二次のデジタルバタワースローパスフィルタ(カットオフ周波数:  $f_c$  [Hz])により平滑化処理を施す。このとき得られる時系列信号を  $EMG_l(t)$  ( $l = 1, 2, \dots, L$ ) とする。そして、 $EMG_l(t)$  を各チャンネルの最大値で正規化した信号を  $E_l(t)$  ( $l = 1, 2, \dots, L$ ) と定義する。

$$E_l(t) = \frac{EMG_l(t) - \overline{EMG_l^{st}}}{EMG_l^{max} - \overline{EMG_l^{st}}} \quad (1)$$

ここで、 $\overline{EMG_l^{st}}$  は安静時における  $EMG_l(t)$  の平均値、

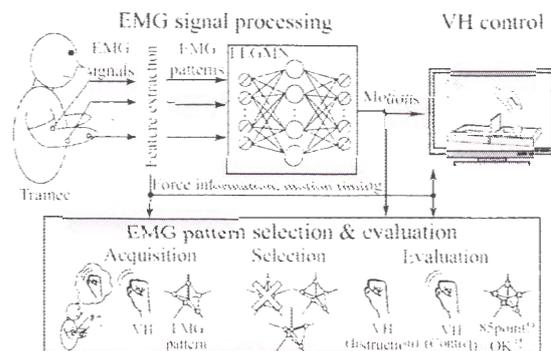


Fig. 1 Overview of the proposed training system

$EMG_l^{max}$  は事前に計測した各チャンネルの最大随意筋収縮時の値を示す。さらに、 $E_l(t)$  に対して全チャンネルの和が1となるように正規化した値を  $\mathbf{x}(t) = [x_1(t), x_2(t), \dots, x_L(t)]^T$  とし、動作識別に用いるEMGパターンと定義する。また、全チャンネルの平均値を筋力情報  $F(t)$  と定義し、動作の発生判定およびVHの制御に利用する。 $F(t)$  をあらかじめ設定した閾値  $F^{th}$  と比較し、 $F(t) > F^{th}$  の場合に動作を実施したと判定する。

次に  $\mathbf{x}(t)$  を入力とし、動作の識別を行うことで識別動作情報を抽出する。EMGパターンの識別には、Tsujiら[17]によって提案されたLog-Linearized Gaussian Mixture Network(以下、LLGMNと略記)を用いる。LLGMNは混合正規分布モデルを対数線形化してネットワークに展開したものであり、ネットワークの重み係数を教師あり学習に基づき推定することで、各動作における事後確率  $Y_m(t)$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ;  $M$  は動作数) を出力可能である。LLGMNにより出力された事後確率が最も高い動作を訓練者の意図する動作と判断する。

また、曖昧な識別による義手の誤動作を防止するために、動作の曖昧さを表すエントロピー  $H(t)$  を次式で定義する。

$$H(t) = - \sum_{m=1}^M Y_m(t) \log Y_m(t) \quad (2)$$

$H(t)$  をあらかじめ設定したエントロピーの閾値  $H^{th}$  と比較し、 $H(t) \geq H^{th}$  の場合は識別を保留し、直前の識別結果を維持する。

### 2.2 EMGパターン選定・評価部

Fig. 2に提案するEMGパターン選定・評価部のアルゴリズムを示す。訓練者の能力や状態によっては各動作のEMGパターンが類似し、訓練者が意図通りに義手を制御することが困難になる場合がある。そこで提案システムでは、訓練者が容易に実行可能な動作をEMGパターンの評価結果を基に推定、選定して訓練を行う。提案法はEMGパターン選定部とEMGパターン評価部の二つのパートから構成される。EMGパターン選定部では、訓練者が容易に分離できるEMGパターンを選定する。そして、EMGパターン評価部では選定したEMGパターンを訓練者が繰り返し再現可能か評価を行う。この二つのパートを繰り返し行うことにより、訓練者が安定してEMGパターンを再現可能な動作を抽出する。訓練中はEMGパターンや筋力情報、推定された動作などがグラフやVHを用いて視覚的に

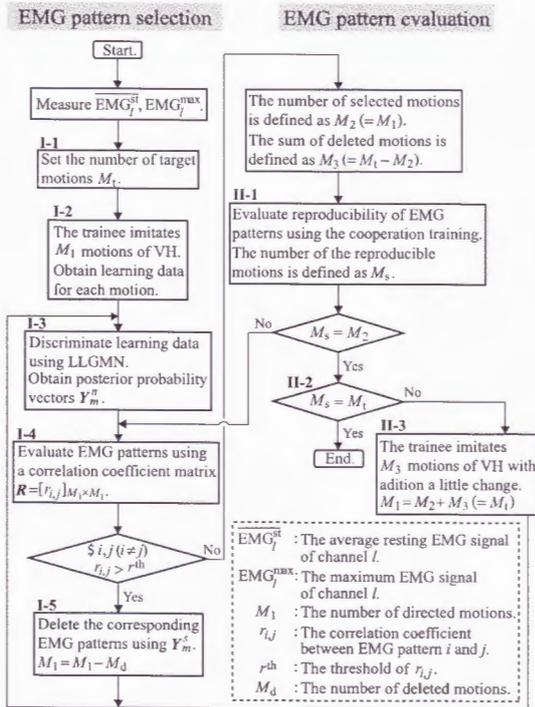


Fig. 2 Flowchart of the training

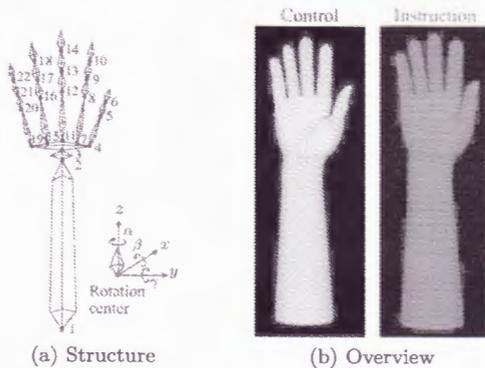


Fig. 3 Developed virtual hand (Right hand)

フィードバックされ、訓練者は自らの情報を確認しながら訓練を行うことができる。

### 2.2.1 EMG パターン選定部

EMG パターン選定部では、VH により指示される動作を訓練者に模倣させることで各動作における EMG パターンを取得し、訓練者が容易に分離できる EMG パターンを選定する。VH は 3D コンテンツ開発ソフトウェア Vizard [18] を用いて独自に作成した。VH の構造および外観を Fig. 3 (a), (b) に示す。VH は芝軒らの文献 [16] を参考に、片手 22 関節の剛体リンク構造で構成し、人腕に近い外観を持つ。各関節は回転 3 自由度を有し、様々な義手の動きを再現可能である。

訓練ではまず、日常生活で使用する可能性の高い動作から順番に VH を用いて訓練者に提示する。このとき、各動作の EMG パターンを比較・評価することにより、訓練者が容易に分離可能な EMG パターン（動作）を選定する。さらに、動作に優先

順位を設け、その優先度に基づいて動作を抽出することで訓練者は実際の義手使用を想定して訓練を実施可能である。以下に具体的なアルゴリズムを示す (Fig. 2)。

**I-1.** 日常生活で使用する可能性の高い動作群から優先度  $W_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M_t$ ) の高い  $M_t$  個の動作を決定し、目標動作数とする。ここで  $W_m$  は任意の定数である。

**I-2.** VH により  $M_t$  個の動作を順番に  $I$  回ずつ提示し、訓練者には VH の動作に合わせて動きを模倣するよう指示して動作ごとの EMG 信号を計測する。動作を維持している区間  $T_1$  [s] のうち中央区間  $T_2$  [s] の EMG パターン  $\mathbf{x}_m^n = [x_{1,m}^n, x_{2,m}^n, \dots, x_{L,m}^n]$  ( $m = 1, 2, \dots, M_t; n = 1, 2, \dots, N$ ) を動作  $m$  に対応する学習データとして取得する。なお、 $M_1 = M_t$ ,  $N$  は学習データ数である ( $N = I \times T_2 \times f_s$ )。

**I-3.**  $\mathbf{x}_m^n$  から各動作につき  $Q$  サンプル抽出したデータ  $\mathbf{x}_m^q = [x_{1,m}^q, x_{2,m}^q, \dots, x_{L,m}^q]$  ( $m = 1, 2, \dots, M_t; q = 1, 2, \dots, Q$ ) を LLGMN に学習させた後、 $\mathbf{x}_m^n$  を LLGMN で識別し、事後確率ベクトル  $\mathbf{Y}_m^n = [Y_{1,m}^n, Y_{2,m}^n, \dots, Y_{M_1,m}^n]^T$  を取得する。そして、 $S = N$ ,  $\mathbf{Y}_m^s = \mathbf{Y}_m^n$  とおく。

**I-4.** 類似度を評価するために、相関係数行列  $\mathbf{R} = [r_{i,j}]_{M_1 \times M_1}$  を求める [13]。ここで、 $r_{i,j}$  は全 EMG パターンデータ  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, S \times M_1$ ) に対する  $Y_i^k$  と  $Y_j^k$  の相関係数を表す。 $\mathbf{R}$  のうち、 $i \neq j$  であるすべての  $r_{i,j}$  において、あらかじめ設定した相関係数の閾値  $r^{th}$  と比較し、 $r_{i,j} > r^{th}$  の場合は動作  $i$  と  $j$  の EMG パターンが類似していると判断し **I-5** へ、また、 $r_{i,j} \leq r^{th}$  であれば **II-1** へ移動する。

**I-5.** **I-4** で類似していると判断された動作  $i, j$  の EMG パターンにおいて、おのおのの学習データに対する平均事後確率に動作の優先度  $W_m$  を乗算した値  $\bar{Y}_{i,i} = \frac{W_i}{S} \sum_{s=1}^S Y_{i,i}^s$ ,  $\bar{Y}_{j,j} = \frac{W_j}{S} \sum_{s=1}^S Y_{j,j}^s$  を比較する。そして、両者のうち値の小さいほうを信頼性が低いと判断して学習データ  $\mathbf{x}_m^n$  から削除、 $M_1 = M_1 - M_d$  とし **I-3** へ戻る。 $M_d$  は削除された動作数を表す。なお、ある動作  $i$  の EMG パターンが二つ以上の動作の EMG パターンと類似していると判断された場合、動作  $i$  は多数の動作識別を困難にすると考え、削除する。

### 2.2.2 EMG パターン評価部

EMG パターン選定部で選定された EMG パターンを訓練者が繰り返し再現可能かどうかを評価する。ここでは、半透明の動作指示用の VH、制御用の VH、および抽出した EMG パターンから作成したレーダチャートを用いて訓練者に指示を与える。EMG パターン選定後の動作数を  $M_2 (= M_1)$ 、削除した動作数を  $M_3 (= M_t - M_2)$  とする。まず、選定された  $M_2$  個の動作と各動作で得た EMG パターンを半透明な VH とレーダチャートを用いて順番に表示する。そして、訓練者は半透明な VH より再現を行う動作をイメージし、表示されたレーダチャートに一致するように EMG 信号を発揮し、制御用 VH を操作する。VH の制御にはインピーダンス制御に基づくバイオミメティック制御 [4] を用いる。この制御法は人の手首のインピーダンス特性に基づき関節角度を決定することで人間らしい動作を再現できるため、自然な動作イメージを訓練者に与えながら訓練を

実施可能である。以下、具体的なアルゴリズムを示す。

**II-1. EMG パターン選定部により選定された  $M_2$  個の動作を** VHにより順番に提示する。また、各動作に対して**I-3**で抽出した学習データの各チャンネルの平均値  $\bar{x}_{l,m} = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q x_{l,m}^q$  ( $l = 1, 2, \dots, L; m = 1, 2, \dots, M_2$ ) を目標のレーダチャートとして表示し、訓練者には表示されたレーダチャートに一致するようにEMG信号を制御するように指示する。その後、評価開始のタイミングを文字、評価時間をバーで視覚的に合図を与え、各動作に対して  $T_3$  [s] 間評価を行った。このとき訓練者から得られる各チャンネルのEMG信号  $x_l$  の誤差  $e_l = |\bar{x}_{l,m} - x_l|$  を用いて、再現性の評価値  $S_m$  を次式で計算する。

$$S_m = \frac{1}{T_3 f_s L} \sum_{n=1}^{T_3 f_s} \sum_{l=1}^L S_{n,l} \quad (3)$$

$$S_{n,l} = \begin{cases} 100 & (D = D^t, e_l \leq e_{\min}) \\ S_x & (D = D^t, e_{\min} < e_l < e_{\max}) \\ S^{\text{th}} & (D = D^t, e_l \geq e_{\max}) \\ 0 & (D \neq D^t) \end{cases} \quad (4)$$

$$S_x = -\frac{100 - S^{\text{th}}}{e_{\max} - e_{\min}} e_l + \frac{100 e_{\max} - S^{\text{th}} e_{\min}}{e_{\max} - e_{\min}} \quad (5)$$

ここで、 $e_{\min}$  は  $e_l$  の最小許容誤差、 $e_{\max}$  は  $e_l$  の最大許容誤差、 $D^t$  は目標とする識別動作、 $D$  はLLGMNによって判定された識別動作、 $S^{\text{th}}$  は事前に設定した評価値の閾値を表す。 $S_m$  と  $S^{\text{th}}$  を比較し、 $S_m \geq S^{\text{th}}$  のとき動作  $m$  のEMGパターンを繰り返し再現可能であると判断し、このとき再現に成功した動作数を  $M_s$  とする。また、評価時に得られるEMGパターンのデータを  $\mathbf{x}_m^p = [x_{1,m}^p, x_{2,m}^p, \dots, x_{L,m}^p]$  ( $m = 1, 2, \dots, M_2; p = 1, 2, \dots, P$ ) とし、事後確率ベクトル  $\mathbf{Y}_m^p = [Y_{1,m}^p, Y_{2,m}^p, \dots, Y_{M_2,m}^p]^T$  を求める。ただし、 $P$  は検証データ数とする。 $M_s < M_2$  ならば  $M_1 = M_2$ ,  $S = P$ ,  $\mathbf{Y}_m^s = \mathbf{Y}_m^p$  とし、**I-4** へ戻る。 $M_s = M_2$  ならば **II-2** へ移動する。

**II-2.** 再現に成功した動作数  $M_s$  と目標動作数  $M_t$  を比較して、 $M_s < M_t$  ならば **II-3** へ移動する。 $M_s = M_t$  ならばEMG信号制御訓練を終了し、義手作業訓練を実施する。

**II-3.** EMGパターン選定により削除された  $M_3$  個の動作のEMGパターンを再度取得する。まず、 $M_3$  個の動作をVHにより訓練者に順番に提示し、訓練者にVHの動きを模倣させることでEMGパターンを計測する。ただし、訓練者には提示された動作に対して試行錯誤的に動作や力の入れ具合をわずかに変化させるように（例えば小指側に力を入れるなど）事前に指示しておく。なお、EMGパターンの取得は**I-2**と同様である。 $M_1 = M_2 + M_3 (= M_t)$  とし、**I-3** へ移動する。

### 2.3 VH制御部

EMG信号制御訓練終了後、随意的に分離・再現可能となった動作を用いて義手作業訓練を行う。ただし、患者一人一人に筋電義手を用意して訓練が行える医療機関は限られているため、VHを用いた仮想作業訓練 [16] を行う。

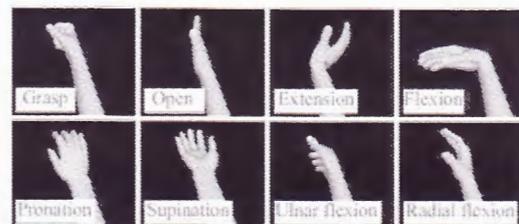
## 3. 実験

### 3.1 方法

提案システムの有効性を確認するために、EMGパターン選定・評価部の検証を行った。被験者は、EMG信号を利用した機器制御や訓練の経験がない健常大学生8名（被験者A-H、平均年齢：22.3歳、標準偏差：0.97歳、男性）、経験のある健常大学生1名（被験者I、年齢：22歳、男性）、日常的に筋電義手を使用している右前腕切断者1名（被験者J、年齢：49歳、男性）の計10名とした。被験者Jは断端長（肘から先の長さ）14 [cm]、筋電義手使用経験14年の熟練者であるが、手の開閉動作のみが可能な筋電義手を使用しているため、その他の動作の筋電制御に精通しているわけではない。

被験者には実験内容を十分に説明し、同意を得たうえで実験を実施した。各被験者は椅子に座り、机に肘を置いた状態で1日1、2時間程度の訓練を行った。EMG信号は被験者の右前腕に貼付した3対 ( $L = 3$ ) の電極とマルチテレメータ（被験者A-I：WEB-5000・日本光電製、被験者J：MT11・NEC三栄社製）を用いて計測した。健常者の電極位置は、Ch.1：橈側手根伸筋、Ch.2：尺側手根伸筋、Ch.3：橈側手根屈筋付近の皮膚表面とし、切断者は普段筋電義手操作に使用している伸筋、屈筋の電極位置をCh.1、2とし、Ch.3は筋に力を入れた際に筋活動がよくみられる位置を触診により決定して貼付した。VHによる提示動作は **Fig. 4** に示す、握り、開き、背屈、掌屈、回内、回外、尺屈、橈屈の計8動作 ( $M_t = 8$ ) とした。トレーニングに用いる各パラメータは予備実験より  $f_s = 1,000$  [Hz]、 $f_c = 1$  [Hz]、 $F^{\text{th}} = 0.15$ 、 $H^{\text{th}} = 0.3$ 、 $I = 2$ 、 $T_1 = 2$  [s]、 $T_2 = 0.5$  [s]、 $N = 1,000$ 、 $Q = 20$ 、 $r^{\text{th}} = 0$ 、 $T_3 = 5$  [s]、 $e_{\min} = 0.03$ 、 $e_{\max} = 0.15$ 、 $S^{\text{th}} = 50$ 、 $P = 5,000$  とし、全動作の優先順位を一律 ( $W_m = 1$ ) とした。また、EMGパターン評価部では評価を開始する前に60 [s] を限度とした訓練時間を設け、目標のレーダチャートに一致するEMG信号の制御感覚をあらかじめ確認させた。

実験は2章に示すEMGパターン選定・評価部のアルゴリズム (**Fig. 2**) のうち **II-2** に達したときを1試行と定義し、1日に5試行を実施した。また、訓練効果を検証するために、EMGパターン選定・評価部による訓練実施前と実施後にVH制御を5試行実施し、識別率の比較を行った。このとき被験者には実際の義手使用を想定し、EMGパターンや筋力情報をフィードバックせず制御用のVHの動きのみをフィードバックした。タスクは1動作につき安静区間3秒、評価区間2秒とし、被験者には実験者の指示に合わせて動作を行わせた。識別率は評価時



**Fig. 4** The instructed motions

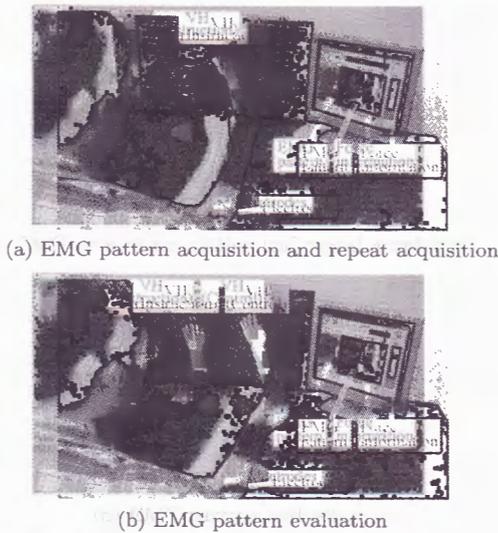


Fig. 5 Scenes from the proposed training

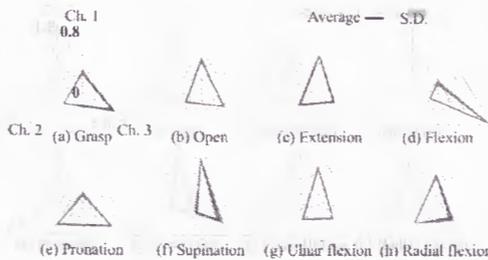


Fig. 6 Example of EMG patterns (Subject J, 4th trial). Three motions (grasp, extension and ulnar flexion) were eliminated by the EMG pattern selection

Table 1 The average discrimination rate for EMG pattern selection before and after selection (Subjects A-J)

Before selection [%]	After selection [%]
62.9 ± 6.23	98.9 ± 1.24

間のうち力の閾値  $F^{th}$  を超えた区間のデータを用いて算出した。なお、実施する動作とその順番を確認するため、事前に2試行の練習時間を設けた。

### 3.2 結果と考察

#### 3.2.1 EMGパターン選定・評価

Fig. 5 (a), (b) に実験中の様子を示す。実験ではまず、VHによって提示された動作を被験者に模倣させることで各動作におけるEMGパターンを取得し (Fig. 5 (a)), 被験者が容易に分離できるEMGパターンの選定を行った。次に、EMGパターン選定部で選定されたEMGパターンを被験者が繰り返し再現可能かの評価を行った (Fig. 5 (b))。ここでは、半透明の指示用VHによって、再現を行う動作イメージを与え、表示されたEMGパターンのレーダチャートに一致するようにEMG信号を発揮させ、制御用VHの制御を行わせた。

Fig. 6 にEMGパターンの一例を、Table 1 に全被験者5試行におけるEMGパターン選定前後の全動作の平均識別率を示す。このとき、選定前後の動作数はそれぞれ8動作、 $5.22 \pm 0.97$ 動作であった。また、表は選定に用いたデータの識別率を

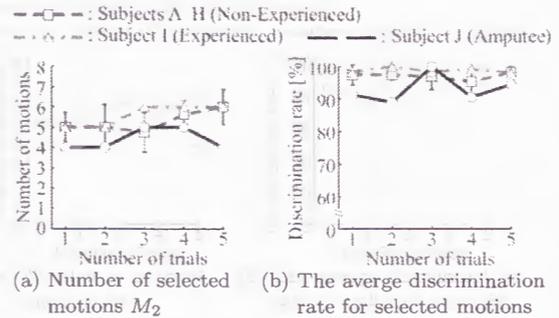


Fig. 7 Results of the EMG pattern selection and evaluation

表しており、対応ありt検定を実施した結果、有意水準0.1%で有意差が認められた。このことから、EMGパターン選定後において有意に識別率が向上しており、EMGパターン選定を行うことで精度良い識別が実現できる。このように被験者のEMG信号制御能力をシステムが評価し、訓練者が容易に実行可能な動作を選定することで訓練者の能力に合わせた訓練が実施できる。

Fig. 7 (a) に、EMGパターン評価部において各試行で取得した選定後の動作数  $M_2$ 、Fig. 7 (b) に各試行で選定された  $M_2$  個の動作のEMGパターンを再現した際の全動作の平均識別率を示す。結果より、選定動作数  $M_2$  は  $5.0 \pm 0.7$  から  $6.0 \pm 0.8$  動作 (被験者 A-I, 被験者 J (切断者) では試行によるばらつきはあるものの最終的に4動作であった。また、全被験者において動作数の増加にかかわらず識別率はほぼ90%以上であった (Fig. 7 (b))。EMGパターン選定により被験者がEMGパターンを容易に分離可能な動作を抽出しているため、訓練初期の段階から安定した制御が可能であったと考えられる。

一方、被験者 J の結果では4試行目において識別率、5試行目において動作数が減少している (Fig. 7 参照)。ここで選定動作に着目すると Fig. 6 (b), (h) より、各動作のEMGパターンはそれぞれ異なる特徴を有しているものの、全体のパターンはよく似ており、EMG信号の制御の精度が低下すれば特徴が容易に入れ替わり、識別が難しくなる。被験者 J は切断者のため長時間の安定したEMG信号の制御が難しく、4試行めでは識別率が低下したと考えられる。しかしながら、5試行めでは動作数を再び4動作に戻すことで難易度を下げた訓練を提案システムが動的に選択しており、その結果、再度識別率の向上につながっている。

以上の結果から、訓練者のEMG信号制御能力に応じて難易度 (訓練対象の動作数) を自動的に調整し、訓練者が容易に実行可能な動作を選定することで訓練者の能力に合わせた訓練が可能であることを示した。ただし選定動作には被験者によるばらつきが認められ、また動作識別率は有意に向上したものの動作数の増加はあまり確認できなかった。今後、訓練日数や動作の優先度を変化させてさらなる検証を行う必要がある。

#### 3.2.2 VH制御

EMGパターン選定・評価訓練前後に実施したVH制御の様子を Fig. 8 に、VH制御中に計測した被験者 J のデータの一例を Fig. 9 に示す。Fig. 8 の各時刻は Fig. 9 の時刻に対応しており、Fig. 9 の縦軸は上から、計測した各チャンネルのEMG信号、筋力情報  $F(t)$ 、エントロピー  $H(t)$ 、識別結果を示してい

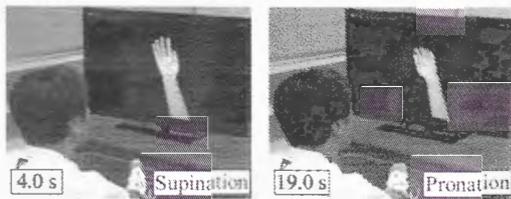


Fig. 8 Controlling scene of the virtual hand

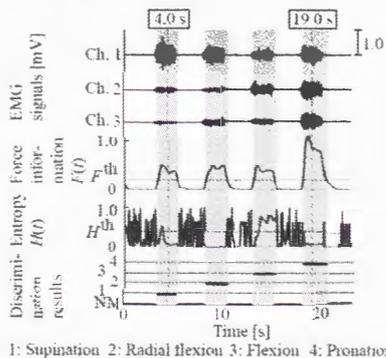


Fig. 9 Example of experimental results of virtual hand control (Subject J, an amputee)

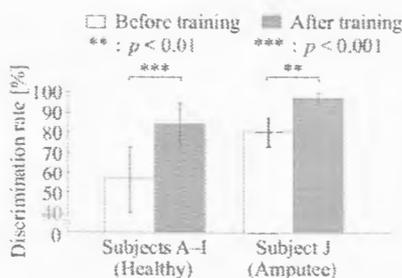


Fig. 10 The average discrimination rate for VH control before and after training

る。図中の陰影部は筋力情報に関する閾値  $F^{th}$  を超えた動作発生区間を表している。Fig. 9より、EMGパターン選定・評価部において抽出した動作を利用して被験者の意図する動作を安定して識別できていることが確認できる。

Fig. 10に訓練前後の全5試行の平均識別率を示す。訓練前は  $M_1$  (=8) 個の動作、訓練後は5試行めにおいて選定された  $M_2$  個の動作を対象にVH制御を実施した。訓練前のデータから訓練後と同じ  $M_2$  個の動作に対応するデータを抽出して識別率を再計算することで、訓練前後の識別対象動作および動作数を対応付けて識別率の比較を行った。訓練前後の平均識別率は、被験者A-I(健康大学生)が訓練前:  $56.5 \pm 16.3\%$ 、訓練後:  $84.1 \pm 10.2\%$ 、被験者J(切断者)が訓練前:  $80.7 \pm 7.22\%$ 、訓練後:  $97.0 \pm 2.70\%$ であった。なお、被験者A-Iは被験者間における平均識別率のばらつき、被験者Jは各試行間における平均識別率のばらつきを示している。被験者A-Iの訓練前後の識別結果に対して対応ありt検定、被験者Jの結果に対して不等分散t検定を実施した結果、それぞれ有意水準0.1%、1%で有意差が認められた。このことから、EMGパターンや筋力情

報のフィードバックがない実際の義手制御に近い状態において訓練効果が確認でき、訓練を通して適切なEMG信号制御能力を習得できる可能性が示唆された。ただし、Table 1に示す選定後の識別率に比べて低い値となっているため、今後、訓練日数を増加させるなどしてさらなる検証を行う必要がある。

以上より、提案システムを用いることで各訓練者の能力を考慮して、EMG信号の制御が容易な動作から徐々に訓練を進めていくことが可能であることを確認した。さらに、提案するVHを用いて義手の動作と訓練者の動作イメージを対応付けながら訓練を実施することで、最終的に義手の動作と訓練者の動作イメージが対応した状態で、義手操作に必要な動作を精度良く再現できる可能性を示した。

#### 4. まとめと今後の課題

本論文では、訓練者の動作イメージと義手の動作の整合性を実現して訓練可能なインタラクティブなトレーニングシステムを提案した。提案システムは、計測したEMG信号から各動作のEMGパターンの特徴を学習し、識別困難なEMGパターンを削除することで、訓練者が随意的に分離可能な動作を抽出することができる。また、訓練者にはVHにより提示される動作を模倣させることで、動作イメージと義手の動作を対応付けたEMGパターンの取得・再現訓練が可能である。実験では被験者10名(健康大学生9名、切断者1名)に対してトレーニングとVH制御を実施した結果、EMGパターン選定により訓練者がEMGパターンを随意的に分離可能な動作を抽出できることを確認した。また、VH制御において訓練前後の識別率に有意差が認められたことから、提案システムによるトレーニングを通して、安定した義手制御ができるようになる可能性を示した。

ただし、本論文では従来の訓練法との比較実験は行っていないため、今後、対照群を用意して提案システムの効果を群間比較により検証する必要がある。また、訓練日数を増加するとともに、義手制御に重要と考えられる動作のEMGパターンを優先的に抽出して訓練することで、その効果を検証する予定である。そして、生体信号から訓練者が実際に感じている疲労やストレス、感情などを推定し、訓練者の内部状態(疲労など)と訓練効果の関係を明らかにすることで、より効果的なトレーニングの実現を目指す。

謝辞 本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)(No.26462242)および若手研究(B)(No.26730111)の助成によるものであり、ここに改めて謝意を表します。

#### 参考文献

- [1] OttoBock web page, <http://www.p.ottobock.jp/>
- [2] RSLSteeper web page, <http://rslsteeper.com/>
- [3] 伊藤宏司, 永岡英明, 辻敏夫, 加藤厚生, 伊藤正美: “超音波モータを用いた3自由度前腕筋電義手”, 計測自動制御学会論文集, vol.27, no.11, pp.1281-1289, 1991.
- [4] 辻敏夫, 重吉宏樹, 福田修, 金子真: “EMG信号に基づく前腕動力義手のバイオメトリック制御”, 日本機械学会論文集 C, vol.66, no.648, pp.2764-2771, 2000.
- [5] N. Bu, M. Okamoto and T. Tsuji: “A Hybrid Motion Classification Approach for EMG-Based Human-Robot Interfaces Using Bayesian and Neural Network,” IEEE Transactions on Robotics, vol.25, no.3, pp.502-511, 2009.

- [6] 陳隆明: 筋電義手訓練マニュアル. pp.28-41, 株式会社全日本病院出版会, 2006.
- [7] A.C. Dupont and E.L. Morin: "A Myoelectric Control Evaluation and Trainer System," IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, vol.2, no.2, pp.100-107, 1994.
- [8] 辻敏夫, 福田修, 大塚彰, 金子真: "義手制御を目的とした筋電操作トレーニングシステム", 電子情報通信学会論文誌 D-II, vol.J83-D-II, no.10, pp.2030-2039, 2000.
- [9] A. Soares, A. Andrade, E. Lamounier and R. Carrijo: "The Development of a Virtual Myoelectric Prosthesis Controlled by an EMG Pattern Recognition System Based on Neural Networks," Journal of Intelligent Information Systems, vol.21, no.2, pp.127-141, 2003.
- [10] 中谷崇史, 西川秀樹, 吉田正樹: "筋電義手処方支援システムの開発", 電子情報通信学会技術研究報告. MBE, vol.105, no.655, pp.25-28, 2006.
- [11] B.M. J. Antonio, R.G. Alfredo and M.G. Roberto: "A Virtual Upper Limb Prosthesis as a Training System," Proc. of Int. Conf. CCE, pp.210-215, 2010.
- [12] F. Anderson and W.F. Bischof: "Augmented Reality Improves Myoelectric Prosthesis Training," Proc. of Int. Conf. Virtual Reality & Associated Technologies, pp.69-76, 2012.
- [13] 重藤元暢, 島圭介, 辻敏夫, 大塚彰, 陳隆明: "筋電義手制御のための相互学習型トレーニングシステム", 第25回日本ロボット学会学術講演会予稿集 CD-ROM, 3J37, 2007.
- [14] 北住保里, 加藤龍, 横井浩史: "習熟度を考慮した自己組織的動作識別法の構築", 日本ロボット学会誌, vol.28, no.7, pp.783-791, 2010.
- [15] 竹内豊計, 和田隆広, 向原真斗, 土居俊一: "仮想環境を用いた筋電義手訓練システムにおけるタスク難易度調整の効果", ライフサポート, vol.23, no.3, pp.101-107, 2011.
- [16] 芝軒太郎, 村上隆治, 島圭介, 辻敏夫, 大塚彰, 陳隆明: "VRを利用した筋電義手操作トレーニングシステムの開発と仮想 Box and Block Test の実現", 日本ロボット学会誌, vol.30, no.6, pp.621-628, 2012.
- [17] T. Tsuji, O. Fukuda, H. Ichinobe and M. Kaneko: "A Log-Linearized Gaussian Mixture Network and Its Application to EEG Pattern Classification," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part C: Application and Reviews, vol.29, no.1, pp.60-72, 1999.
- [18] Vizard web pages, <http://www.worldviz.com/products/vizard>



芝軒太郎 (Taro Shibasaki)

2012年広島大学大学院工学研究科博士課程後期修了。日本学術振興会特別研究員 (DC2), 同特別研究員 (PD), 2013年広島大学大学院工学研究科特任助教, 2014年茨城大学工学部助教を経て, 2016年同講師, 現在に至る。博士 (工学), IEEEなどの会員。  
(日本ロボット学会正会員)



中村 豪 (Go Nakamura)

2014年広島大学大学院工学研究科博士課程前期修了。2013年より兵庫県立福祉のまちづくり研究所 (兼務 兵庫県立リハビリテーション中央病院ロボットリハビリテーションセンター) 特別研究員, 現在に至る。同大学大学院工学研究科博士課程後期在学中。



渡橋史典 (Fuminori Orihashi)

2014年広島大学工学部第二類卒業。2016年同大学大学院工学研究科博士課程前期修了。筋電義手操作トレーニングシステムの研究に従事。



早志英朗 (Hideaki Hayashi)

2014年広島大学大学院工学研究科博士課程前期修了。2016年同博士課程後期修了。2015~2016年日本学術振興会特別研究員 (DC2)。2016年より同研究員 (PD), 現在に至る。博士 (工学), 機械学習, 生体信号解析, ニューラルネットワークなどの研究に従事。IEEEなどの会員。



栗田雄一 (Yuichi Kurita)

2004年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程修了。博士 (工学)。2005年広島大学大学院工学研究科特任助教, 2007年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科助教を経て, 2011年より広島大学大学院工学研究科准教授。同年より2015年まで科学技術振興機構さきがけ研究員を兼任。IEEE, 日本機械学会, 計測自動制御学会などの会員。  
(日本ロボット学会正会員)



高木 健 (Takeshi Takaki)

2006年東京工業大学大学院総合理工学研究科メカノマイクロ工学専攻博士後期課程修了 (博士 (工学)), 同大学研究員, 2007年広島大学大学院工学研究科特任助教, 2008年同大学助教, 2011年同准教授となり現在に至る。IEEE, 日本機械学会, 日本コンピュータ科学学会, IFToMMの会員。  
(日本ロボット学会正会員)



本田雄一郎 (Yuichiro Honda)

1996年大阪産業大学大学院工学研究科電気電子工学専攻修了。ミュンヘン工科大学機械工学科医療機器技術・マイクロ技術講座および技術中央研究所学術研究員などを経て, 2012年より兵庫県立福祉のまちづくり研究所 (兼務 兵庫県立リハビリテーション中央病院ロボットリハビリテーションセンター) 特別研究員, 現在に至る。  
(日本ロボット学会正会員)



溝部二十四 (Futoshi Mizobe)

1998年熊本リハビリテーション学院作業療法学科卒業。同年兵庫県立総合リハビリテーションセンター作業療法士, 現在に至る。日本作業療法士協会, 日本義肢装具学会, 日本感覚統合学会, 日本ボバース研究会などの会員。



陳 隆明 (Takaaki Chin)

1986年徳島大学医学部卒業。1987~91年神戸大学医学部大学院博士課程修了。博士 (医学)。1990~92年マックギル大学 (カナダ) 留学, 客員研究員。1992年から兵庫県立総合リハビリテーションセンター整形外科医長兼リハビリテーション科医長, 2006年より部長。2007年から神戸大学大学院客員准教授。2014年から兵庫県立福祉のまちづくり研究所所長, 現在に至る。



辻 敏夫 (Toshio Tsuji)

1985年広島大学大学院工学研究科博士課程前期修了。同年広島大学工学部助手。1994年同助教を経て, 2002年同大学大学院工学研究科教授, 現在に至る。工学博士。IEEE, 日本人間工学会, パイオメカニズム学会, 日本機械学会などの会員。  
(日本ロボット学会正会員)

---

## The digital contents management system based on position information initiate fusion of AR and sensor technology

---

Tomoyuki Ishida\*

Department of Computer and Information Sciences,  
Ibaraki University, Japan  
Email: ishida@mx.ibaraki.ac.jp  
\*Corresponding author

Tsubasa Ando

Graduate School of Science and Engineering,  
Ibaraki University, Japan  
Email: 15nm701x@vc.ibaraki.ac.jp

Noriki Uchida

Faculty of Information Engineering,  
Fukuoka Institute of Technology, Japan  
Email: n-uchida@fit.ac.jp

Yoshitaka Shibata

Faculty of Software and Information Science,  
Iwate Prefectural University, Japan  
Email: shibata@iwate-pu.ac.jp

**Abstract:** In this article, we propose and evaluate the digital contents management system according to the user's position and needs. This digital contents management system consisting of the web application for information providers and smartphone application for information receivers. The web application corresponds to multi-platform and it is possible to upload various digital contents to the server. At this time, the information provider adds position information to the digital contents. The information receiver can view the uploaded digital contents as AR on the smartphone. The smartphone application for contents receiver displays registered digital contents in AR around the user's present position. In our research, we evaluated targeted for the visitors in a zoo to evaluate the usefulness and the operability of the web application and the smartphone application. As an evaluation, we were able to confirm the great usefulness and operability of the web application and the smartphone application.

**Keywords:** augmented reality; virtual reality; digital contents; geolocation; web application; smartphone application.

**Reference** to this paper should be made as follows: Ishida, T., Ando, T., Uchida, N. and Shibata, Y. (2016) 'The digital contents management system based on position information initiate fusion of AR and sensor technology', *Int. J. Space-Based and Situated Computing*, Vol. 6, No. 1, pp.31–42.

**Biographical notes:** Tomoyuki Ishida received his BS and MS in Software and Information Science from the Iwate Prefectural University in 2004 and 2006, and PhD in the same university in 2010. Currently, he is an Assistant Professor in the Ibaraki University. His research interests include virtual reality, augmented reality, mixed reality, tele-immersion, web geographic information system, and disaster management system. He is a member of IEEE, Virtual Reality Society of Japan (VRSJ), and Information Processing Society of Japan (IPJS).

Tsubasa Ando received his BS in Engineering from the Ibaraki University in 2014. Currently, he is taking a Master's course at the Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University. His research interests include virtual reality, augmented reality, web application system, geographical information system, and wearable computer system.

Noriki Uchida received his BS degrees from the University of Tennessee in 1994, MS in Software and Information Science from the Iwate Prefectural University in 2003, and PhD degrees in the same university in 2011. Currently, he is an Associate Professor in the Fukuoka Institute of Technology. His research interests include cognitive wireless networks, QoS, and heterogeneous network. He is a member of IEEE, Information Processing Society of Japan (IPSJ), and Institute of Electronic and Communication Engineering in Japan (IEICE).

Yoshitaka Shibata received his Ph.D. in Computer Science from the University of California, Los Angeles (UCLA), USA in 1985. From 1985 to 1989, he was a research member in Bell Communication Research, USA, where he was working in the area of high-speed information network and protocol design for multimedia information services. Since 1998, he is working for Iwate Prefectural University, Japan as an Executive Director of Media Center and a Professor of Faculty of Software and Information Science in the same university. He is a member of IEEE, ACM, Information Processing Society of Japan (IPSJ) and Institute of Electronic and Communication Engineering in Japan (IEICE).

This paper is a revised and expanded version of a paper entitled ‘Proposal of the fire fighting support system for the volunteer fire company’ presented at the Seventh International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems (IWDENS-2015), Gwangju, Korea, 25–27 March 2015.

---

## 1 Introduction

Huge amounts of digital data of non-arrangement are stored by development of information technology over the World Wide Web. This has caused a problem such as a ‘information explosion’. According to the Ministry of Internal Affairs and Communications, the distribution data amount in 2013 is reported about 13.5 exabytes. The distribution data amount was increased substantially compared with the 8 exabytes in 2012. Moreover, the world digital data amount is estimated to reach into about 40 zettabytes in 2020 (Ministry of Internal Affairs and Communications, 2014a, 2014b). In this kind of situation, arrangement and classification of information according to the information retrieval technology are important. Currently, metadata is generally utilised in information retrieval. The mainstream information retrieval system provides a search result using the similarity between metadata and retrieval keyword (Ministry of Internal Affairs and Communications, 2013a, 2013b). Digital data over the internet is increasing at an accelerating pace. Therefore, we are thinking that creation of new information retrieval technology is necessary. Additionally, we are thinking that arrangement and classification of information according to the characteristic of the retrieval are necessary.

On the other hand, the information retrieval is often related around the present position. For example, it is the case which examines information related to the historic landmark (historical background, historical relation, historical value and the built year) in case of sightseeing. In recent years, the smartphone is widely used rapidly in the wide generation. Therefore, it is desirable that the position based retrieval technology corresponds to the smartphone.

The rest of the article is organised in the following way. The purpose of our research is described in Section 2. System configuration and architecture of our proposed digital contents management system are explained in

Section 3 and Section 4, respectively. The web application for the AR digital contents provider and the smartphone application for the AR digital contents receiver of the digital contents management system are described in Section 5. Section 6 evaluates the digital contents management system. Finally, the conclusion and future work are summarised in Section 7.

## 2 Purpose of this research

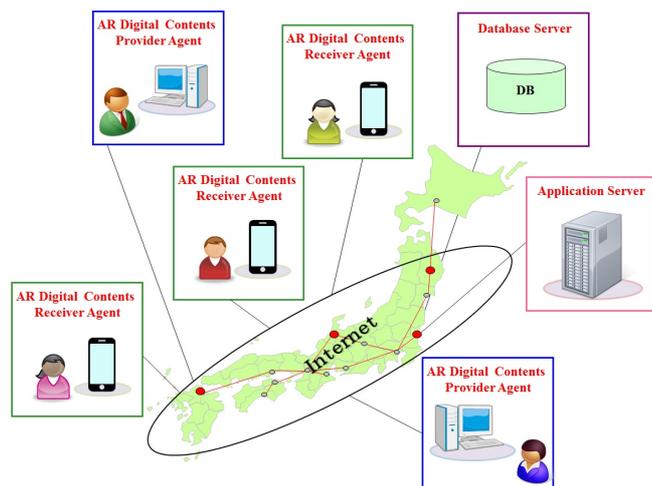
The contents providing system using AR is provided by various methods (Taketomi et al., 2010; Makita et al., 2009; Jinglong, 2013; Toishita et al., 2009). On the other hand, in this article, we provide digital contents according to the user’s reality environment by combining with position information and sensor data. In our research, we classify the user into ‘information provider’ and ‘information receiver’, and develop the application according to the uses of a user. We provide the web application which register position information on web-GIS and uploads digital contents to the server for ‘information provider’. And, we provide the smartphone application which displays 3D objects of the digital contents received from the server for ‘information receiver’. This smartphone application calculates the position information added to the digital data and the sensor data value of the smartphone. After that, the 3D object is rendered on the smartphone. The user can experience the high realistic sensation environment by initiate fusion of 3D space and real space. The information provider can manage the digital contents on the web browser which is the cross-platform environment. In other words, the user can provide information using various hardware without dependence on the platform such as Windows, Linux, and Android. The information receiver can acquire related information around the user’s present position seamlessly by using smartphone.

Moreover, in our research, we achieve filtering of digital contents. The filtering function of the information is not implemented on the previous AR information provide system. Therefore, the information category and type are limited to provide information. On the other hand, this system provides various digital contents to suit user's interest by implementing the group management function.

### 3 System configuration

System configuration is shown in Figure 1. In this system, information provider uploads the digital contents with the additional information to the server. In this case, the body of digital contents is stored in the data store directory, and additional information is stored in the DB server. On the other hand, information receiver can view AR digital contents by displaying registered digital contents as AR on the smartphone. Any person who has an internet-linked device can use this system. Therefore, it is possible to share digital contents around the world.

**Figure 1** System configuration (see online version for colours)



#### 3.1 The AR digital contents provider agent

The AR digital contents provider agent uploads the digital contents with the additional information to the application server using the web application. Uploaded digital contents are mapped on web-GIS, and the user can grasp the position of the registered contents intuitively.

#### 3.2 The AR digital contents receiver agent

The AR digital contents receiver agent integrates the value from a smartphone built-in sensor (GPS, geomagnetic sensor, and gyro sensor) with position information of digital contents received from the application server. And this agent generates three-dimensional space and provides AR digital contents to the user.

#### 3.3 The application server

The application server bridges between the database server and each agent. In particular, this server storage the digital contents and the additional information transmitted from the AR digital contents provider agent in the data storage directory and the database server, respectively. After that, this server transmits stored digital contents and additional information according to the request of the AR digital contents receiver agent.

#### 3.4 The database server

Additional information of the digital contents transmitted from the application server are stored in the database server. This server exchanges stored additional information according to the request of the application server.

On the other hand, we have to consider the new system configuration when the size of uploaded digital contents increases to big data scale. We built this system using one application server and one database server. Therefore, current system configuration cannot correspond to data processing when the size of uploaded digital contents increases to big data scale. The system configuration which can achieve a store of large-scale data and high-speed processing is needed to correspond to the amount of data of the big data scale. For this reason, we are considering a shift to the parallel distributed processing infrastructure of this system, and are now focused on ensure scalability.

## 4 System architecture

The system architecture of our research is shown in Figure 2. Each agent's module composition is described below.

The AR digital contents provider agent consists of provider map manager, provider file manager, provider folder manager, and provider contents manager.

- Provider map manager  
Provider map manager maps the digital contents received from provider contents manager on the map, and reflects in user interface.
- Provider file manager  
Provider file manager reflects the operational function of the file data received from provider contents manager in user interface.
- Provider folder manager  
Provider folder manager reflects the operational function of the folder data received from provider contents manager in user interface.
- Provider contents manager  
Provider contents manager exchanges digital contents information via network interface between three managers (provider map manager, provider file

manager and provider folder manager) and the application server.

The AR digital contents receiver agent consists of AR view manager, 3D virtual space manager, map view manager, receiver map manager, sensor manager, and receiver contents manager.

- AR view manager

AR view manager is rendered using the value from sensor manager in the 3D virtual space generated in 3D virtual space manager. After that this manager integrates generated screen and user interface, and generates a contents display screen.

- 3D virtual space manager

3D virtual space manager generates 3D virtual space and maps the digital contents received from receiver contents manager based on position information.

- Map view manager

Map view manager integrates the map screen generated in receiver map manager and user interface, and generates a contents display screen.

- Receiver map manager

Receiver map manager generates a map screen, and maps the digital contents received from receiver contents manager based on position information.

- Sensor manager

Sensor manager transmits sensor data to AR view manager and map view manager.

- Receiver contents manager

Receiver contents manager exchanges digital contents information via network interface between two

managers (3D virtual space manager and receiver map manager) and the application server.

The application server consists of server file manager, file entity storage, server folder manager, and database manipulation manager.

- Server contents manager

Server contents manager exchanges digital contents between each agent and server file manager or server folder manager.

- Server file manager

Server file manager partitions the file received from server contents manager with an entity and additional information, and sends each to database manipulation manager and file entity storage. Moreover, this manager acquires a file entity and additional information from database manipulation manager and file entity storage according to the request of server contents manager.

- File entity storage

File entity storage is the storage area where the file entity received from server file manager is stored.

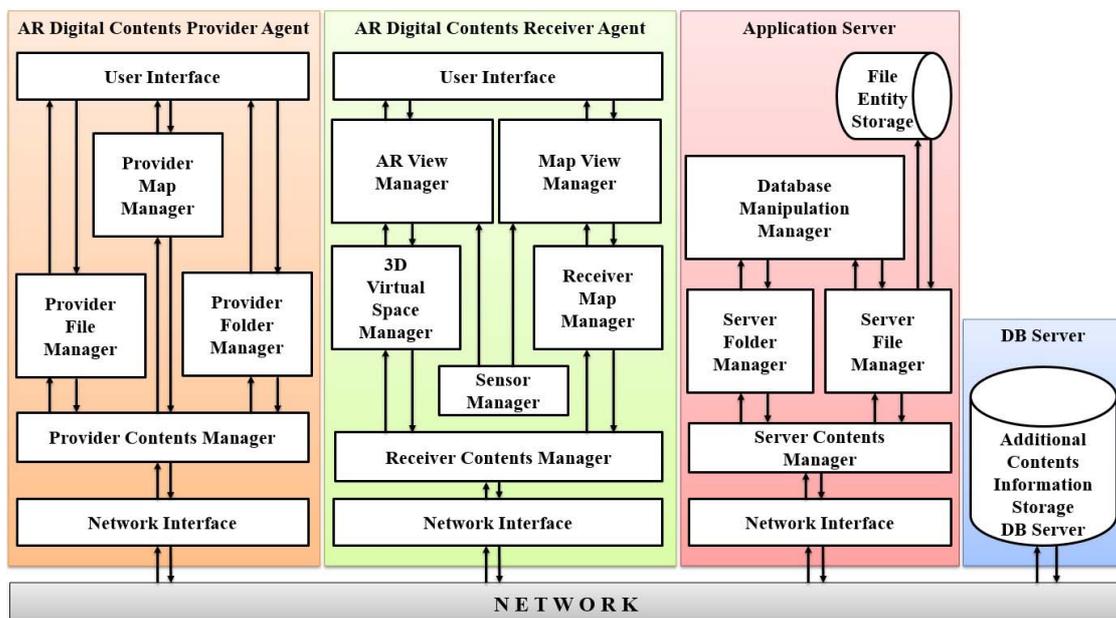
- Server folder manager

Server folder manager exchanges folder information between server contents manager and database manipulation manager.

- Database manipulation manager

Database manipulation manager decides a storage location of the information received from server file manager or server folder manager. After that this manager stores the information received from server file manager or server folder manager in the database.

Figure 2 System architecture (see online version for colours)



The database server consists of additional contents information storage DB server.

- Additional contents information storage DB server

Additional contents information storage DB server is the database in which additional information of digital contents is stored. This database server also exchanges data according to the request from database manipulation manager in the application server.

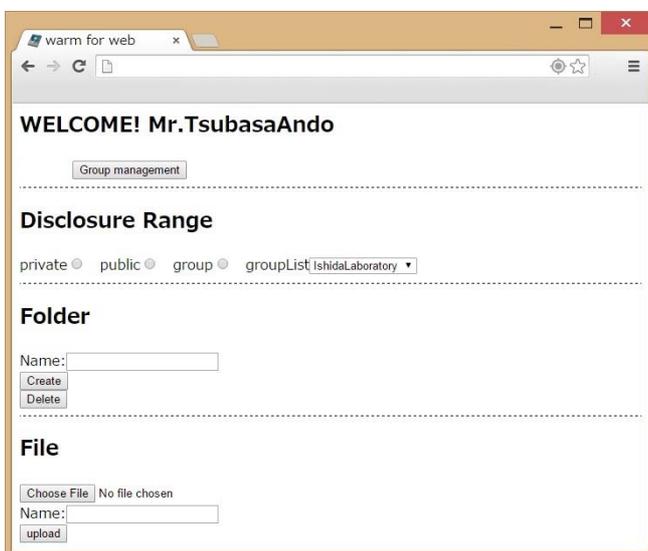
## 5 The digital contents management system based on position information

The web application for AR digital contents provider and the smartphone application for AR digital contents receiver of ‘digital contents management system based on position information’ are described in this section.

### 5.1 The web application for AR digital contents provider

We built the web application corresponding to multi-platform as application for digital contents provider because digital contents are created on the various platforms. This web application runs on all browsers which correspond to hyper text markup language 4 (HTML4). Application screen and every particular item are shown in Figure 3.

**Figure 3** Application screen and every particular item (see online version for colours)



Application screen consists of five particular items. The whole operation is performed on the application screen. This system provides the seamless operational function by renewing the part of the web page dynamically.

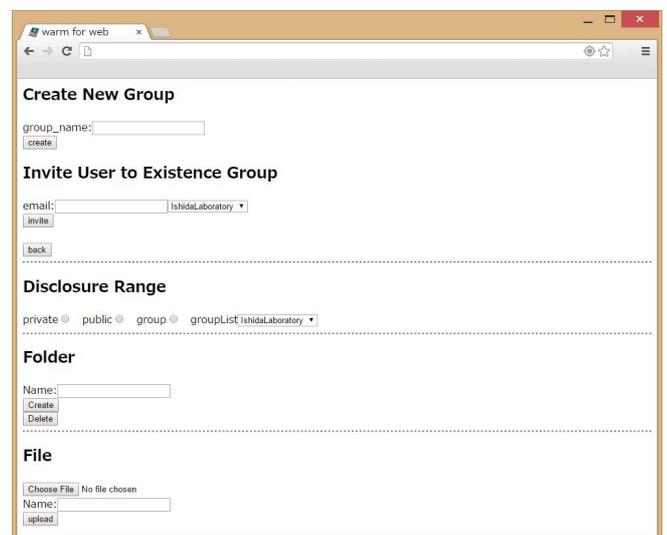
- a Contents management map : This item is used to manage contents on Google Maps (2015). And this item is used for the position select when uploading a file.

- b Disclosure range management : This item is used to decide about the filtering attribute of the contents.
- c Folder management : This item is used to create or delete a folder. And, this item is used to display a file list when a pin of a folder was selected on the contents management map.
- d File management : This item is used to upload and download a file.

#### 5.1.1 Group management function, folder creation function, file upload function

When a ‘group management’ button is clicked, the group management form is displayed (Figure 4).

**Figure 4** Group management (see online version for colours)



When creating a new group, the group name is input to the text form in a ‘create new group’ space, and a ‘create’ button is clicked. When inviting the user to an existence group, the user’s mail address is input to the text form in a ‘invite user to existence group’ space, and a group is selected from a list box. After that, the user can be invited to a group by clicking a ‘invite’ button.

Creating of a folder uses the ‘contents management map’ space and the ‘folder management’ space. The creating procedure of a folder is as follows.

- STEP 1. An arbitrary position is clicked in the contents management map space.
- STEP 2. The folder name is input to the text form in the folder management space, and a ‘create’ button is clicked.
- STEP 3. A pin of a created folder is displayed to the contents management map.

Uploading of a file uses the ‘contents management map’ space and the ‘file management’ space. The creating procedure of a file is as follows:

- STEP 1. An arbitrary position or a pin of a folder is clicked in the contents management map space.
- STEP 2. A ‘choose file’ button is clicked in the file management space.
- STEP 3. A file is selected from the file selection dialogue.
- STEP 4. A ‘upload’ button is clicked in the file management space.
- STEP 5. A file is uploaded to the server, and a pin of a created file is displayed to the contents management map.

### 5.2 The smartphone application for AR digital contents receiver

The smartphone application for contents receiver displays registered digital contents in AR around the user’s present position. In this case, it is desirable that a device of digital contents receiver is excellent in portability to acquire digital contents at an arbitrary position. On the other hand, the smartphone is excellent in portability, and many users are carrying around daily, and smartphone is mounted with a necessary camera and a lot of sensors by the standard to display contents as AR. For these reasons, we build the smartphone application as portable system for digital contents receiver.

This smartphone application runs by the version of iOS more than 7.1. The contents providing mode consists of the AR mode and the map mode, and a mode is switched over by the angle of elevation from the ground. Border value is 25 degrees. When the angle of elevation is more than 25 degrees, the AR mode is displayed, and when the angle of elevation is less than 25 degrees, the map mode is displayed. This angle of elevation is being measured using a gyro sensor of smart phone.

#### 5.2.1 Contents providing function based on position information

Contents providing function have two functions of ‘AR mode’ and ‘MAP mode’. The AR mode overlaps the 3D object on the camera video image. The MAP mode displays contents as a pin on the map. User interface of the AR mode is shown in Figure 5 as an execution example.

And, user interface and function overview of the AR mode are shown in Table 1. Registered digital contents around the user’s present position are displayed as the 3D object by tapping a ‘SEARCH’ button. The user can experience the high realistic sensation environment by initiate fusion of 3D space and real space.

In this system, the user’s position information is transmitted to the application server by tapping a ‘SEARCH’ button. After that, registered digital contents are provided to the user. Therefore, the application server is not always tracking the user’s position information. In addition, we are setting a privacy policy about position information because this system handles the user’s position information.

**Figure 5** AR mode of the smartphone application (see online version for colours)



**Table 1** User interface and function overview of the AR mode

User interface name	Function overview
Compass	Direction user is facing
AR digital contents	The 3D object which indicates the digital contents uploaded to the server
Search button	The button to mapping registered digital contents on the 3D space around the present position

**Figure 6** Map mode of the smartphone application (see online version for colours)



User interface of the MAP mode is shown in Figure 6 as an execution example. And, user interface and function overview of the Map mode are shown in Table 2. Registered digital contents around the user's present position are displayed as a pin on the map by tapping a 'SEARCH' button.

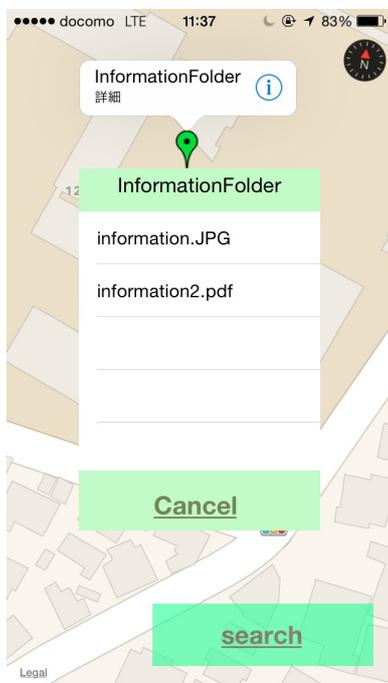
**Table 2** User interface and function overview of the map mode

User interface name	Function overview
User's current position	The point which indicates the user's present position
Pin digital contents	The pin which indicates the digital contents uploaded to the server
Search button	The button to display registered digital contents on the map around the present position

### 5.2.2 Download and preview function of the AR digital contents

When digital contents on the content providing screen (AR mode is a 3D object, and map mode is a pin) are tapped, the menu window of digital contents is displayed. When tapped digital contents were a folder, a folder menu window is displayed as shown in Figure 7. And, user interface and function overview of the folder menu window is shown in Table 3.

**Figure 7** Folder menu window of the smartphone application (see online version for colours)



When tapping the file name from a file list of the folder menu window, a file menu window is displayed as shown in Figure 8. And, user interface and function overview of the file menu window is shown in Table 4. When a 'download' button is tapped, a selected file is saved in the application

directory. If the user would like to view a selected file immediately, an 'open' button is tapped.

**Table 3** User interface and function overview of the folder menu window

User interface name	Function overview
Folder name	Selected folder name
File list	The file list stored in a folder
Cancel button	The button to close the folder menu window

**Figure 8** File menu window of the smartphone application (see online version for colours)



**Table 4** User interface and function overview of the file menu window

User interface name	Function overview
File name	Selected file name
Download button	The button to download a selected file
Open button	The button to preview a selected file
Cancel button	The button to close the file menu window

## 6 Evaluation

In order to evaluate the usefulness and the operability of the web application, the questionnaire survey was carried out to 32 persons. Moreover, in order to evaluate the usefulness and the operability of the smartphone application, the questionnaire survey was carried out to 76 persons. The scene of the questionnaire survey is shown in Figure 9.

**Figure 9** Scene of the questionnaire survey (see online version for colours)



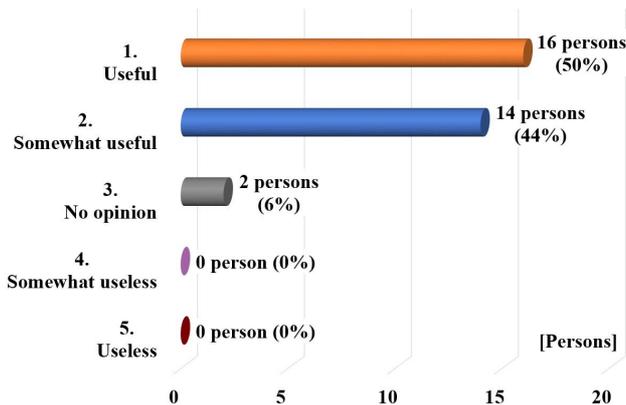
### 6.1 The usefulness and the operability of the web application

We conducted the questionnaire survey about the usefulness of managing contents on the website, the usefulness of filtering the disclosure range of contents, and the usefulness of the entire web application. Moreover, we conducted the questionnaire survey about the operability of folder management, the operability of contents management, and the operability of the entire web application.

#### 6.1.1 The usefulness of managing contents on the website

The usefulness evaluation result of managing contents on the website is shown in Figure 10.

**Figure 10** Usefulness of managing contents on the website (see online version for colours)

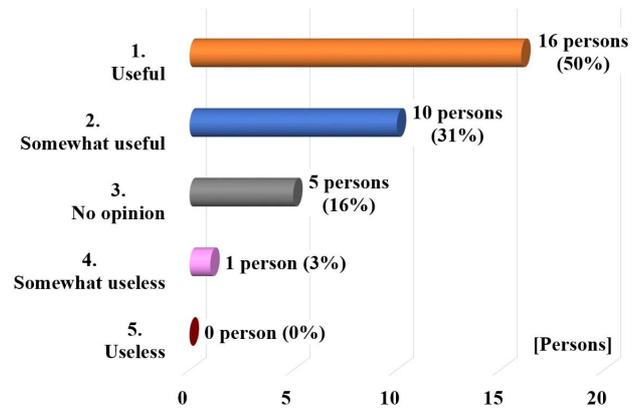


About the usefulness of managing contents on the website, about 90% of the subject answered ‘useful’ or ‘somewhat useful’. There was no one of the subject answered ‘somewhat useless’ or ‘useless’. Therefore, we were able to confirm the great usefulness of managing contents on the website by this questionnaire survey.

#### 6.1.2 The usefulness of filtering the disclosure range of contents

The usefulness evaluation result of filtering the disclosure range of contents is shown in Figure 11.

**Figure 11** Usefulness of filtering the disclosure range of contents (see online version for colours)

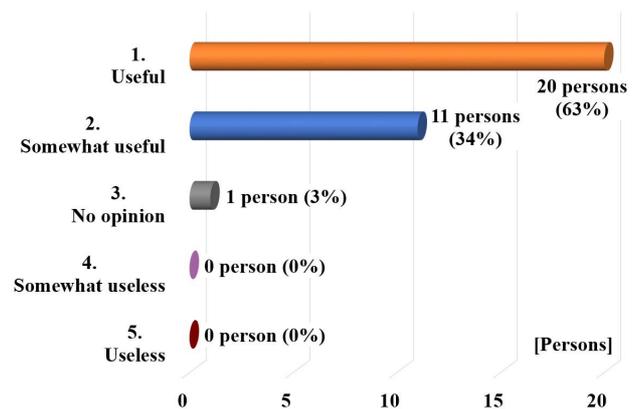


About the usefulness of filtering the disclosure range of the contents, about 80% of the subject answered ‘useful’ or ‘somewhat useful’. Less than 5% of the subject answered ‘somewhat useless’ or ‘useless’. Therefore, we were able to confirm the great usefulness of filtering the disclosure range of the contents by this questionnaire survey.

#### 6.1.3 The usefulness of the entire web application

The usefulness evaluation result of the entire web application is shown in Figure 12.

**Figure 12** Usefulness of the entire web application (see online version for colours)

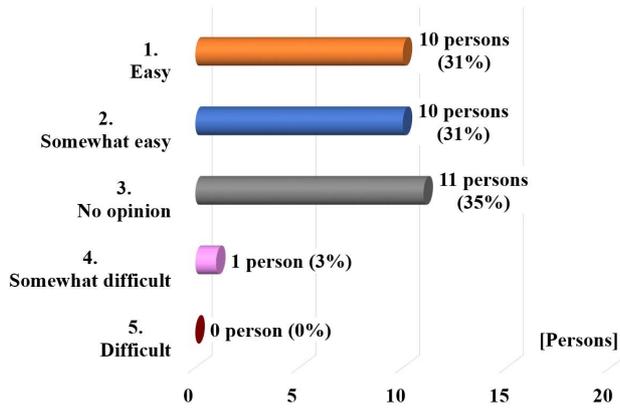


About the usefulness of the entire web application, more than 90% of the subject answered ‘useful’ or ‘somewhat useful’. There was no one of the subject answered ‘somewhat useless’ or ‘useless’. Therefore, we were able to confirm the great usefulness of the entire web application by this questionnaire survey.

### 6.1.4 The operability of folder management

The operability evaluation result of folder management is shown in Figure 13. About the operability of folder management, about 60% of the subject answered ‘easy’ or ‘somewhat easy’. Less than 5% of the subject answered ‘somewhat difficult’ or ‘difficult’. Therefore, we were able to confirm the great operability of folder management by this questionnaire survey.

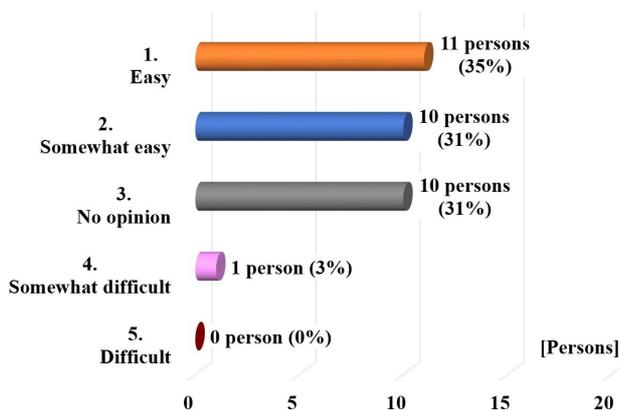
**Figure 13** Operability of folder management (see online version for colours)



### 6.1.5 The operability of contents management

The operability evaluation result of contents management is shown in Figure 14. About the operability of contents management, about 70% of the subject answered ‘easy’ or ‘somewhat easy’. Less than 5% of the subject answered ‘somewhat difficult’ or ‘difficult’. Therefore, we were able to confirm the great operability of contents management by this questionnaire survey.

**Figure 14** Operability of contents management (see online version for colours)

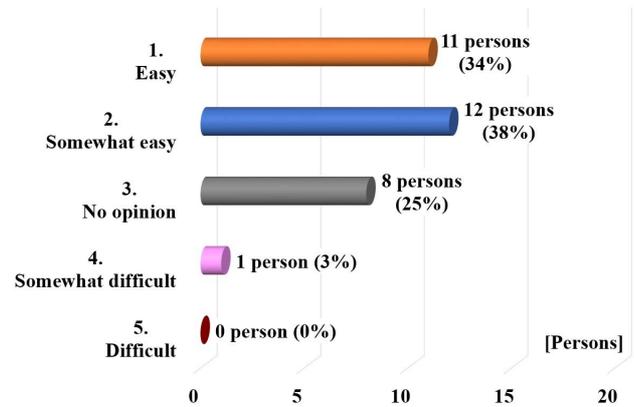


### 6.1.6 The operability of the entire web application

The operability evaluation result of the entire web application is shown in Figure 15. About the operability of the entire web application, about 70% of the subject answered ‘easy’ or ‘somewhat easy’. Less than 5% of the subject answered ‘somewhat difficult’ or ‘difficult’.

Therefore, we were able to confirm the great operability of the entire web application by this questionnaire survey.

**Figure 15** Operability of the entire web application (see online version for colours)



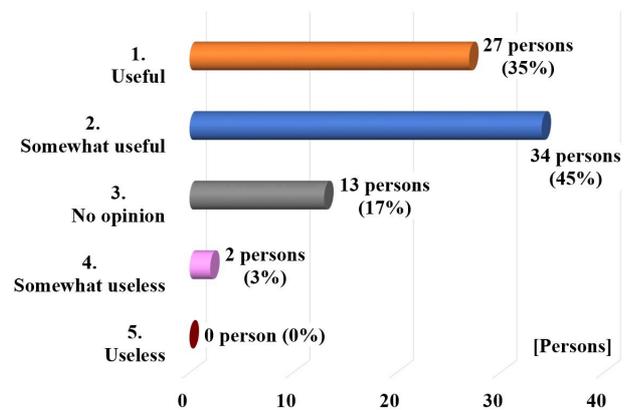
## 6.2 The usefulness and the operability of the smartphone application

We conducted the questionnaire survey about the usefulness of browsing the data registered with position information, the usefulness of browsing data using AR on the smartphone, and the usefulness of browsing data by two ways of the AR mode and MAP mode, and the usefulness of the entire smartphone application. Moreover, we conducted the questionnaire survey about the operability of browsing data by the AR mode, the operability of browsing data by the MAP mode, and the operability of the entire smartphone application.

### 6.2.1 The usefulness of browsing the data registered with position information

The usefulness evaluation result of browsing the data registered with position information is shown in Figure 16.

**Figure 16** Usefulness of browsing the data registered with position information (see online version for colours)



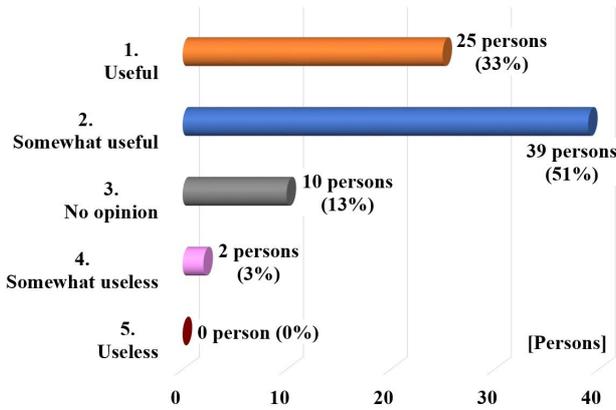
About the usefulness of browsing the data registered with position information, 80% of the subject answered ‘useful’ or ‘somewhat useful’. Less than 5% of the subject answered ‘somewhat useless’ or ‘useless’. Therefore, we were able to

confirm the great usefulness of browsing the data registered with position information by this questionnaire survey.

### 6.2.2 The usefulness of browsing data using AR on the smartphone

The usefulness evaluation result of browsing data using AR on the smartphone is shown in Figure 17. About the usefulness of browsing data using AR on the smartphone, about 80% of the subject answered 'useful' or 'somewhat useful'. Less than 5% of the subject answered 'somewhat useless' or 'useless'. Therefore, we were able to confirm the great usefulness of browsing data using AR on the smartphone by this questionnaire survey.

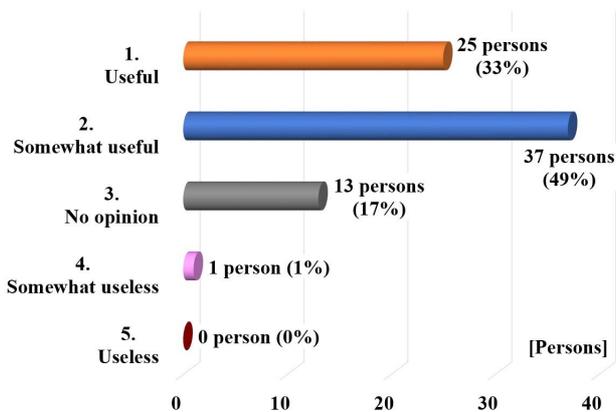
**Figure 17** Usefulness of browsing data using AR on the smartphone (see online version for colours)



### 6.2.3 The usefulness of browsing data by two ways of the AR mode and the MAP mode

The usefulness evaluation result of browsing data by two ways of the AR mode and MAP mode is shown in Figure 18.

**Figure 18** Usefulness of browsing data by two ways mode (see online version for colours)



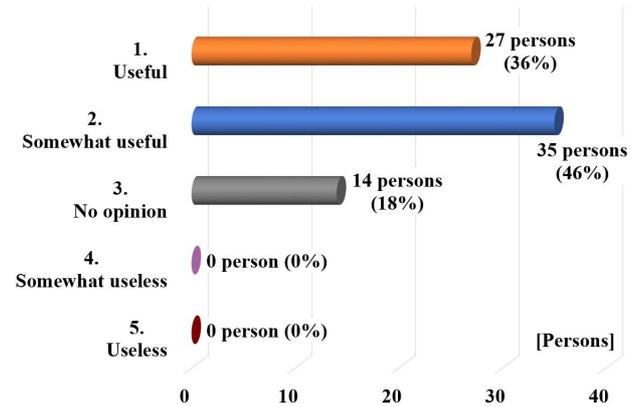
About the usefulness of browsing data by two ways of the AR mode and MAP mode, about 80% of the subject answered 'useful' or 'somewhat useful'. Less than 5% of the subject answered 'somewhat useless' or 'useless'. Therefore, we were able to confirm the great usefulness of

browsing data by two ways of the AR mode and the MAP mode by this questionnaire survey.

### 6.2.4 The usefulness of the entire smartphone application

The usefulness evaluation result of the entire smartphone application is shown in Figure 19.

**Figure 19** Usefulness of the entire smartphone application (see online version for colours)

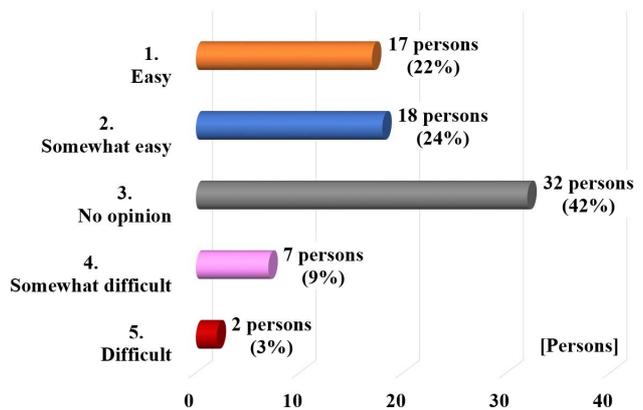


About the usefulness of the entire smartphone application, about 80% of the subject answered 'useful' or 'somewhat useful'. There was no one of the subject answered 'somewhat useless' or 'useless'. Therefore, we were able to confirm the great usefulness of the entire smartphone application by this questionnaire survey.

### 6.2.5 The operability of browsing data by the AR mode

The operability evaluation result of browsing data by the AR mode is shown in Figure 20.

**Figure 20** Operability of browsing data by the AR mode (see online version for colours)



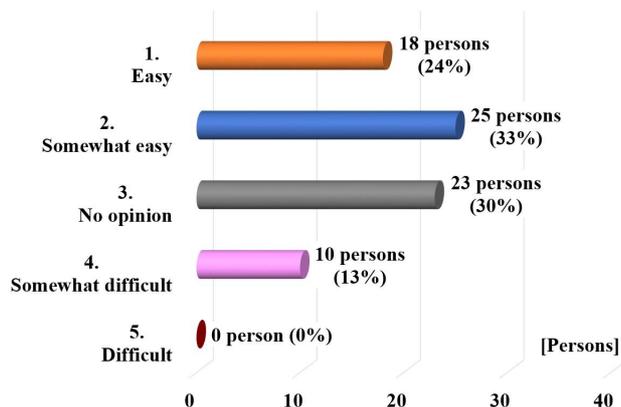
About the operability of browsing data by the AR mode, about 50% of the subject answered 'easy' or 'somewhat easy'. On the other hand, about 10% of the subject answered 'somewhat difficult' or 'difficult'. About the reason answered that browsing data by the AR mode is difficult, it is thought that the cause of difficult to operate is

low permeability of the AR contents in real space. Therefore, we have to strive to improve the permeability of the AR contents.

### 6.2.6 The operability of browsing data by the MAP mode

The operability evaluation result of browsing data by the MAP mode is shown in Figure 21.

**Figure 21** Operability of browsing data by the MAP mode (see online version for colours)

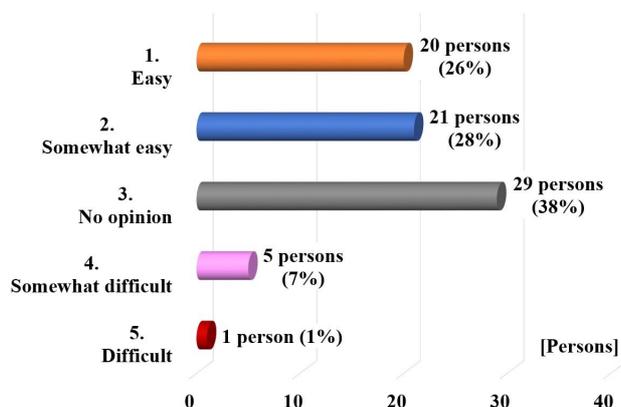


About the operability of browsing data by the MAP mode, about 60% of the subject answered ‘easy’ or ‘somewhat easy’. On the other hand, 10% of the subject answered ‘somewhat difficult’. About the reason answered that browsing data by the MAP mode is somewhat difficult, it is thought that the cause of difficult to operate is hard to understand of a connection between a pin on the map and the registered data. Therefore, we have to strive to improve the understandability of connection with the digital data.

### 6.2.7 The operability of the entire smartphone application

The operability evaluation result of the entire smartphone application is shown in Figure 22.

**Figure 22** Operability of the entire smartphone application (see online version for colours)



About the operability of the entire smartphone application, about 50% of the subject answered ‘easy’ or ‘somewhat

easy’. On the other hand, about 10% of the subject answered ‘somewhat difficult’ or ‘difficult’. Therefore, we have to strive to improve the operability of the entire smartphone application.

## 7 Conclusions and future work

In this article, we introduced the digital contents management system according to the user’s position and needs. We built the system that user can retrieve and manage related information around the present position by using AR technology and sensor technology. We developed the web application which registers position information on web-GIS and uploads digital contents to the application server. Moreover, we developed the smartphone application which displays AR of the digital contents received from the server. The user became possible to acquire related information around the user’s present position seamlessly by using smartphone. In order to evaluate the usefulness and the operability of the web application and the smartphone application, the questionnaire survey was carried out to many persons in the Kamine Zoological Gardens, Ibaraki Prefecture, Japan. As an evaluation, we were able to confirm the great operability and usefulness of the web application and the smartphone application.

There is an error problem of GPS as future work. Especially in Japan, an error of GPS sometimes becomes large by influence of a high-rise apartment. We considered influence by this GPS error, and registered AR digital contents to wide space. However, when it becomes possible to highly precise measurement with a centimetre unit, we can register AR digital contents to narrow space. When highly precise measurement with a centimetre unit is achieved, we can build a stronger system using position information and AR digital contents. On the other hand, there is a satellite system which is called ‘Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)’ (Japan Aerospace Exploration Agency, 2006, 2015). The QZSS is a Japanese satellite positioning system. It is possible to estimate the centimetres using the reinforcement signal transmitted from this QZSS. Therefore, in our research, we are looking for a new direction which assumed cooperation with the QZSS.

In recent years, ‘wearable computer’ is getting a lot more attention lately in the information technology industry. Moreover, ‘Smart Glass’ is particularly expected as the next generation smartphone. The smart glass is the wearable computer mounted on a head. As future work, we are considering to transfer a platform of the application to the smart glass. We expect high realistic sensation by transferring smartphone application of this system to the smart glass.

Moreover, we are considering application to the various fields of our research. Specifically, we are thinking a high possibility of our research by apply to the medical field, the welfare field, the sightseeing field and the educational field. For example, the user can register the historical background, historical relation, historical value and the built year related to the historic landmark from web application of this

system. The tourists can experience registered various information as AR with high realistic sensation on this smartphone application.

### Acknowledgements

The authors thank Kamine Zoological Gardens for the advice about the smartphone application construction method.

### References

- Google Maps (2015) [online] <https://maps.google.co.jp> (accessed July 2015).
- Japan Aerospace Exploration Agency (2006) *Quasi-Zenith Satellites System* [online] [http://qzss.jaxa.jp/index\\_e.html](http://qzss.jaxa.jp/index_e.html) (accessed July 2015).
- Japan Aerospace Exploration Agency (2015) *QZ-vision* [online] <http://qz-vision.jaxa.jp/> (accessed July 2015).
- Jinglong, Y. (2013) 'A campus navigation system using augmented reality', *Proc. 75th National Convention of IPSJ, 2ZA-9*, March, pp.59–60.
- Makita, K., Kanbara, M. and Yokoya, N. (2009) 'View management of annotations for wearable augmented reality', *Proc. IEEE Int. Conf. on Multimedia and Expo (ICME2009)*, July, pp.982–985.
- Ministry of Internal Affairs and Communications (2013a) *Guidelines for Construction and Operation of the Earthquake Disaster Related Digital Archive* [online] [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000225069.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000225069.pdf) (accessed July 2015).
- Ministry of Internal Affairs and Communications (2013b) *Guidelines for Construction and Operation of the Earthquake Disaster Related Digital Archive (Digest Version)* [online] [http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000225064.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000225064.pdf) (accessed July 2015).
- Ministry of Internal Affairs and Communications (2014a) 2014 White Paper on Information and Communications in Japan [online] <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/pdf/26honpen.pdf> (accessed July 2015).
- Ministry of Internal Affairs and Communications (2014b) Summary of 2014 White Paper on Information and Communications in Japan [online] <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/summary/summary01.pdf> (accessed July 2015).
- Taketomi, T., Makita, K., Sato, T. and Yokoya, N. (2010) 'Cultural heritage tourism with augmented reality', *Proc. 3rd Korea-Japan Workshop on Mixed Reality (KJMR2010)*, April, pp.13–23.
- Toishita, W., Momoda, Y., Tenmoku, R., Shibata, F., Tamura, H., Taketomi, T., Sato, T. and Yokoya, N. (2009) 'A novel approach to on-site camera calibration and tracking for MR pre-visualization procedure', *Proc. Human-Computer Interaction International (HCI2009)*, July, pp.492–502.

# Office365 と Shibboleth の多要素認証対応 SSO 環境の構築 Deployment of Single Sign-On Environment for Office365 and Shibboleth with multi factor authentication

野口 宏 †, 大瀧 保広 †, 高橋 幸雄 †, 鎌田 賢 †‡

Hiroshi NOGUCHI†, Yasuhiro OHTAKI†, Yukio TAKAHASHI†, Masaru KAMADA†‡

hiroshi.noguchi.daemon@vc.ibaraki.ac.jp

† 茨城大学 IT 基盤センター

‡ 茨城大学 工学部

†Center for Information Technology, Ibaraki University

‡Faculty of Engineering, Ibaraki University

## 概要

茨城大学では、電子メールをマイクロソフト社の Office365 へ移行する際に、「Windows PC のデスクトップ環境」から「Office365」へのシングルサインオン環境を整えた。更に、国立情報学研究所の学認に参加していた環境を Office365 と認証連携することにより、「Windows PC のデスクトップ環境」と「Office365」と「学認」とのシングルサインオン環境を整えた。一方、本学では Office365 導入後すぐに Office365 の多要素認証の機能を利用していたため、学認との認証連携により、学認での多要素認証の環境を整えることができた。本稿では、3 者のシングルサインオン環境及び多要素認証の環境構築を報告するとともに、今後の方針を報告する。

## キーワード

SSO, Single Sign-On, 認証連携, Office365, 学認, shibboleth, 多要素認証

## 1 はじめに

ID とパスワードによる認証は、古典的ではあるが、いつでもどこからでもネットワーク経由でサービスを利用するためには不可欠な認証方法となっている。個人が利用するサービスの種類と数が増えてきたため、それぞれ別個のパスワードを記憶しておくことが難しくなっている。ユーザは覚えやすい単純なパスワードをつけたり、同じパスワードを使いまわしてしまいがちである。このため、多くの組織では部署ごとに管理されていた ID とパスワードを統合し、組織として堅固な認証を一元的に管理することが進められている。

認証が一元化されても、各組織内にある多数のサービスを利用する際には、統合された ID とパスワードをサービスを利用するたびに入力する必要があった。このため、いずれかの管理の弱いサービスにおいてパスワー

ドが漏洩すると、他の全てのサービスの不正利用が可能になるという危険性がある。このような背景から Single Sign-On(以下「SSO」)の環境の構築が進められてきている。日本国内の学術関係では、国立情報学研究所(以下「NII」と略)による Shibboleth を利用した学認 [1] により電子ジャーナルのサービスを始めとする様々なサービスの大規模な学術関係の SSO 環境が構築されている。

一方、電子メールの SaaS(Software as a Service) も普及が始まって久しい。代表的なものとしては、マイクロソフト社(以下「MS」)の Office365(以下「O365」)と Google 社の Gmail がある。茨城大学(以下「本学」)においても、文献 [2] で報告した通り 2013 年 4 月より O365 の試験運用を開始し、翌年には本運用に移行している。この際、教室 PC のログオンと O365 のサインインにおいて SSO 環境を構築している。O365 は多要素認

証にも対応しており、本学では2013年より一部のユーザで運用を開始している。

2015年には、ShibbolethとOffice365の認証連携を実現することにより、教室PC、Office365、学認を含むShibboleth認証の3サービスにわたるSSO環境を実現した。Office365の多要素認証の機能を利用し、Shibboleth認証でも多要素認証を実現している。

本稿では、この多要素認証を実現したSSO環境の構築に関して報告する。本稿は以下のように構成されている。第2章では学認に関して述べ、第3章ではOffice365に関して述べ、第4章ではSSOの実現方法に関して述べ、第5章では多要素認証の実現方法に関して述べ、第6章において本学での環境構築に関して述べ、第7章でまとめを述べる。

## 2 学認

学術関係では、多くの機関が電子ジャーナルを始めとする様々なサービスを提供している。個々のサービスを各大学や研究所に対して個別にサービスとして提供する機構を構築するのは、サービス提供側及び被提供側の双方にとって多大な手間となる。

NIIでは、これらのサービスへのアクセスを一律に制御できる一貫した枠組みとして『学認』を構築している。学認における主体としては、主に次の2者がある。

SP：サービスの提供側である Service Provider

IdP：被提供側のIDを管理し、SPにその情報を提供する Identity Provider

SPやIdPを学認に登録するためには、それらが信頼するに足り得る管理が各提供者に要求される。特に、IdPは各組織において、IDの複数人での利用の禁止や2年間の再利用の禁止等のIDの適切な管理が要求される。このため、多くの組織では部署毎に独自管理されていたIDの統合を進め、組織全体としてIDを適切に管理する必要がある。

学認では、Shibbolethを利用しSSO環境を実現している。Shibbolethを始めとする学認等では認証と認可を明確に分離した上でSSO環境を整え、各SPには自組織で用意したIdPによる認証結果を証明し、SP利用に必要なデータのみを送信するだけとなっている。これにより、各サービスでは認証そのものを行う必要がなくなり、延いてはSPで認証情報を保持する必要がなくなる。認証情報に関してはIdPにおいて適切に管理を行うことにより、一箇所で脆弱性等の攻撃への防御が可能となり、パスワード漏洩等を防ぐことができるようになる。ユーザは、サービスの利用にあたってパスワードなどの認証情報の入力を求められても入力する先は自組

織のIdPであるため、安心して入力することができる。一方、各サービスでは、認証情報を保持することが無くなるため、パスワード漏洩は起こり難くなる。

本学での学認参加への経緯は次の通りである。まず、学認のテストフェデレーションへ2011年9月に参加している。その後、2015年3月に学認の運用フェデレーション用にShibboleth IdPを新たに構築した。この時は、学認用のIdPはADFSからはShibboleth SPとなるように設定している。

## 3 Office365

Office365は、MSのクラウドサービスであり、教育機関向けには、電子メール環境を含む基本部分は無償で提供している。これまでは、国外にデータセンターがあったが、2016年よりデータセンターを日本にも用意したため、移行後はより国内法の適用が明確になったと思われる。

基本的な構成としては、Office365のサービス自体はMSのクラウドサービスであるAzure上で提供されており、ID等の情報もAzure上のAzure ADで管理されている。自組織でADを用いたID管理を行っている場合、そのADと連携するために連携ツールAzure AD ConnectによりID情報等を同期することも可能である。更に、認証を自組織のADで行う場合は、ADFS(Active Directory Federation Service)を利用する。この場合は、Azure ADとはパスワード情報を除いたID情報だけを同期しているため、クラウドにパスワードを預けることはない。但し、AD自体をAzure上に配置する場合は、その限りではない。

## 4 SSOの実現方法

学認とOffice365の認証連携に関して、その典型的な実現方法を中田が4つ示している[3]。

構成1. Shibboleth IdPとADでの実現: もっとも基本となる形である(図1)。オンプレミスのADで管理しているID情報をAzure AD Connectを使うことでAzure ADと連携する一方、Office365で認証を行うときには、まずShibboleth IdPに問い合わせる。Shibboleth IdPでは実際には認証情報を持たないので、さらにLDAPに対して認証の問い合わせが行われる。LDAPではなくオンプレミスのADに問い合わせるようにすることもできる。

構成2. Shibboleth IdPのみ: LDAP管理ソフトでIDの管理を行う形である(図2)。LDAP managerのようなOffice365とID同期の機能を持つLDAP管

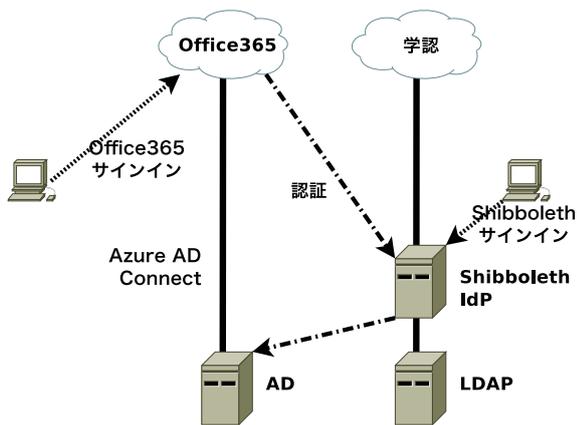


図 1: Shibboleth IdP と AD での実現

理ソフトを用いることで、Azure AD と ID 情報の連携をとることができる。構成 1 と同じく、O365 で認証を行うときには、まず Shibboleth IdP に問い合わせる。オンプレミスで AD を用意せずとも実現することが可能となるのが特徴である。この構成の場合は、Windows User CAL は必要とはならない。

ン認証の際に AD を利用するため、結果として、PC のログオン、O365、学認の 3 サービスにわたる SSO 環境が実現される。

なお、Shibboleth IdP から ADFS に問い合わせが行われる都合上、AD はシングルドメインである必要がある。言い換えれば O365 はシングルテナントである必要がある。

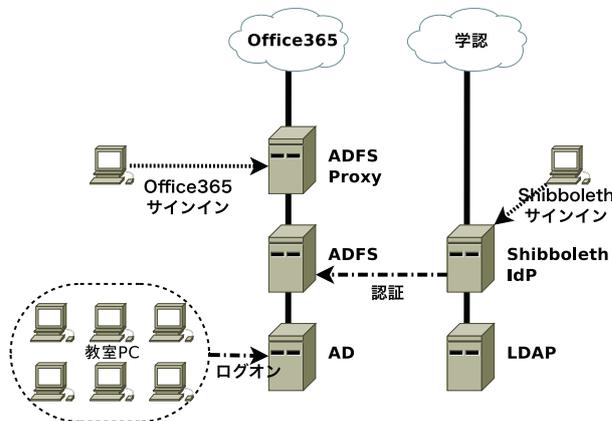


図 3: Shibboleth IdP を ADFS の SP として実現

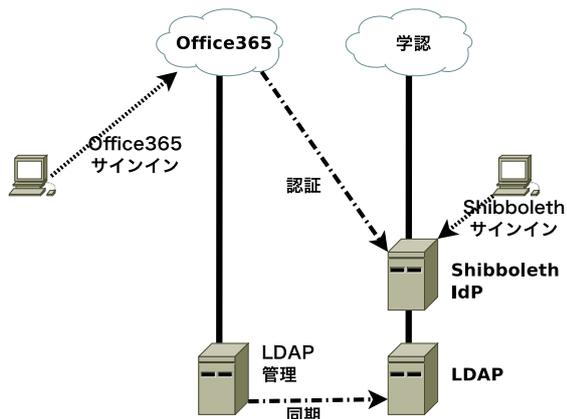


図 2: Shibboleth IdP のみでの実現

構成 3. ADFS と Shibboleth IdP の連携による実現:

構成 1、構成 2 とは異なり、認証は Shibboleth IdP ではなく ADFS で行う (図 3)。認証基盤として AD を使用するため、ADFS における認証は AD に問い合わせられる。より詳しくは次の通りである。O365 の認証では ADFS に問い合わせる。一方、学認へアクセスした時の認証は Shibboleth IdP に問い合わせがいく。そのとき、Shibboleth IdP が ADFS に対して SP として振る舞い、Shibboleth IdP から ADFS へ認証の問い合わせが行われる。これは、ADFS が SAML に対応していることで可能となっている。更に、AD で管理されている Windows ドメインに参加している PC は、Windows のログオ

構成 4. マルチテナント環境の ADFS と Shibboleth IdP の連携による実現:

構成 3 では O365 はシングルテナントである必要があったが、認証を ADFS から Shibboleth IdP に向けてることによりマルチテナントに対応した SSO 環境を実現できる (図 4)。ADFS と Shibboleth IdP の間の認証連携部分において、ADFS から Shibboleth IdP に問い合わせが行われる点異なる。Shibboleth IdP における認証は LDAP に問い合わせられる。このことにより、複数の O365 ドメインに対応した SSO 環境を実現できる。

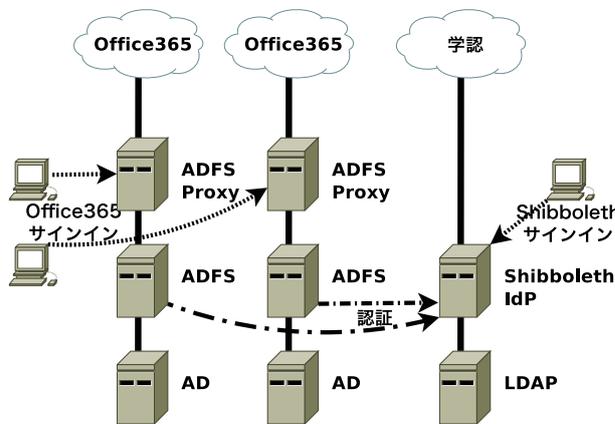


図 4: マルチテナント環境の ADFS での実現

以上の 4 つの構成において、3 サービスの SSO 及び

多要素認証の可否を表 1 を図に示す。

表 1: 4 構成と SSO, 多要素認証の可否

構成	3 サービスの SSO	多要素認証
1	OK	O365 のみ
2	教室 PC は NG	O365 のみ
3	OK	OK
4	教室 PC は NG	OK



図 5: Azure Authenticator での認証

## 5 多要素認証の実現方法

多要素認証とは、一般的な ID/パスワードを用いた認証に加えて追加の認証を行なうことにより、パスワードが万一漏洩した場合でも、認証が成功しないようにするものである。

### 5.1 O365 における多要素認証

O365 は多要素認証に対応しており、無料の Multi Factor Authentication for Office365 と有料の Microsoft Azure Multi-Factor Authentication の 2 つのサービスがある。前者は Azure AD 上のサービスであり、多要素認証の基本的なサービスのみを提供するものである。後者は MFA サーバ (MFAS) を使用するものであり、前者のサービスに加え、さまざまなカスタマイズや認証失敗時のアフターケアのオプションが利用可能となる。

表 2: O365 の多要素認証で利用可能な方式

モバイルアプリへの通知	ユーザのスマートフォンに、モバイルアプリで [認証] を選択して認証を完了するよう求める認証要求が送信されるので、「認証」を選択する (図 5)。
検証コード	ユーザのスマートフォンで実行されているモバイルアプリに 30 秒毎に更新される 6 桁の確認コードが表示されるので、その数字を入力する。
SMS	ユーザのスマートフォンに、6 桁のコードを含むテキストメッセージが送信されるので、一定時間内にそのコードを入力する。
電話	指定した電話番号に電話が掛かってくるので、音声メッセージに従い、対応する。

多要素認証を行うかどうかは、次の組み合わせの単位で設定できる。

- ユーザ
- 認証元の IP アドレス

すなわち、多要素認証を利用することにしたユーザに対し、さらに、そのユーザがどこから認証しようとしているかで多要素認証を行うかどうかを決めることができる。

O365 の多要素認証で利用できる追加認証の方法は、表 2 に示す 4 つである。なお、スマートフォンやタブレットに、モバイルアプリ「Azure Authenticator」を前もってインストールし、セットアップしておく必要がある。

O365 はクラウド上の SaaS であるため、基本的には Web ブラウザ経由での利用を前提としている。そのため Skype for Business や MUA (Thunderbird やスマートフォンのメーラ) などの通常のアプリケーションから O365 を利用する場合の認証では、多要素認証が利用できない。そこで、多要素認証をバイパスしたときに使用するアプリケーションパスワードを発行することができるようになっている。アプリケーションパスワードは、O365 側が自動生成した長いものを使用するようになっており、利用者が自分でパスワードを指定することはできない。これは、システムで生成した長いパスワードの方が推測されにくく、強度があるとされているためである。なお、Outlook はスマートフォン版 (iOS 等) でも多要素認証に対応している。

また、O365 で提供されている Office Suite である O365 ProPlus のアクティベーションも多要素認証に対応している。

### 5.2 Shibboleth における多要素認証

Shibboleth も多要素認証に対応しており、追加認証の方法として様々なものが利用可能である。例えば金沢大学では Shibboleth の GUARD プラグインにより、

スマートフォンを用いた tiqr やワンタイムパスワード発行機である YubiKey 等を利用する多要素認証を実現している [4]。九州大学や愛知教育大学では、WisePoint という商品を利用して [5]、イメージマトリクス、マトリックスコードなどの認証方法を実現している。岡山大学や京都大学では、IC カードを利用した多要素認証を実現している。

## 6 茨城大学における SSO 環境の構築

ここでは、表 3 に示した本学における SSO 環境の構築概略に沿って述べる。

表 3: 茨城大学における SSO 環境構築概略

1997 年 3 月	認証基盤導入 (ID 統合)
2011 年 9 月	学認のテストフェデレーションに参加
2013 年 3 月	O365 の導入 [SSO 整備 1]
2013 年 4 月	O365 試験運用開始 教室 PC と O365 との SSO を実現
2013 年秋	O365 の多要素認証の試行
2014 年 4 月	学生向けメール環境の O365 への移行 (移行期間 2 年)
2015 年 3 月	学認の運用フェデレーション用に Shibboleth IdP を新たに構築, O365 と Shibboleth の SSO 実現 [SSO 整備 2]
2015 年 8 月	教職員向けメール環境の O365 への移行 (データ移行期間半年)
2015 年 11 月	学認の運用フェデレーション参加
2016 年 3 月	Shibboleth IdP v3 への移行。 LDAP Manager によるアカウント管理 (AD は継続) [SSO 整備 3]

### 6.1 ID 統合

本学は、日立地区、水戸地区、阿見地区の 3 つの大きなキャンパスに分散している。個別に ID 管理を行っていたが、1997 年 3 月より ID 統合をすすめて、オンプレミスの AD による ID の一元管理を果たしている。なお、BCP の観点から、大規模自然災害や他県より頻度が多いと思われる雷によるキャンパス単位の停電の影響を最小限に留めるため、AD は各キャンパスに 1 台ずつ配置している。

### 6.2 O365 の導入と教室 PC

本学では、2013 年 3 月に O365 の導入を行い、2013 年 4 月から試験運用を開始している。[SSO 整備 1]

オンプレミスの電子メールサーバからの移行には、学生用と教職員用で異なる方法を選んだ [6]。学生用では、2014 年 4 月から学生に対して新しい O365 のメールアドレスを提供し、2 年間の移行期間を通じて並行運用し、関係先へメールアドレスの変更を周知することを個々の学生に任せた。教職員用では、旧メールアドレス宛のメールも O365 のメールアドレスで恒久的に受取る仕組みを考案し、切替は半日程度で行った。旧メールサーバのプールに残っているメールの吸い上げは個々の教職員に任せ、そのための猶予期間は半年程度とした。

尚、ADFS は v2.0 を利用し、BCP の観点から ADFS 及び ADFS Proxy は、それぞれ水戸地区と日立地区に設置し NLB で連携している [2]。

また、教室 PC では Windows 7 を利用し、AD のドメインに参加していた。標準のブラウザである Internet Explorer (以下「IE」と略) の信頼できるホストに ADFS を登録し、O365 の導入当初より O365 への SSO 環境が実現できている (図 6 の「SSO 整備 1」)。

この時の機器配置は図 7 の SSO 整備 1 に示す通りである。AD は、本学で ID 統合を始めた時より 3 キャンパスに整備してある。これは、各キャンパスがネットワーク的に孤立しても、キャンパス内で独立してサーバ等を運用できるためである。ADFS 及び ADFS Proxy はそれぞれ NLB の機能を利用して、ロードバランシングしている。これは、年に 1 度の電気設備の法定点検による停電や、年に何度か発生する落雷による停電に影響を受けず、O365 を利用できる環境を提供するためである。

### 6.3 学認との SSO

学認の運用フェデレーションに向けて、2015 年 3 月に Shibboleth IdP を新たに構築した [SSO 整備 2] (図 6 の「SSO 整備 2」)。このとき、6.2 に示した教室 PC の SSO 環境を継続しつつ O365 との認証連携をとるために、中田の構成 3 の形態を採用した。すなわち、学認の認証で使用する Shibboleth IdP は、認証の問い合わせがくると Shibboleth SP として ADFS に対して認証を投げる。このことにより、教室 PC へのログイン認証と O365 に学認を加えた 3 サービスにわたる SSO 環境が実現できている。

この時の機器配置は図 7 の SSO 整備 2 に示す通りである。既存の仮想基盤上に Shibboleth IdP 及び LDAP を用意できたのは水戸キャンパスのみであったため、停電対策はできてはいないが図に示した構成で整備を行っ

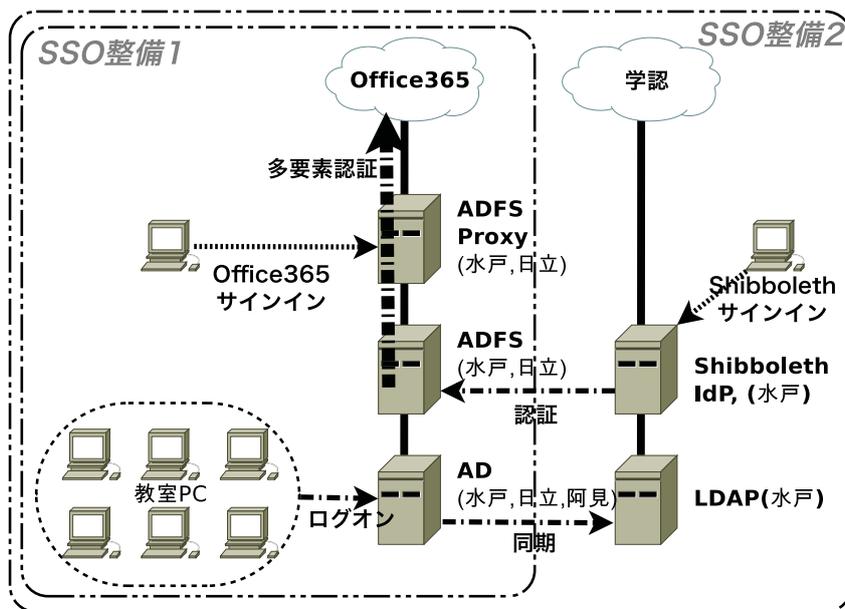


図 6: SSO 整備

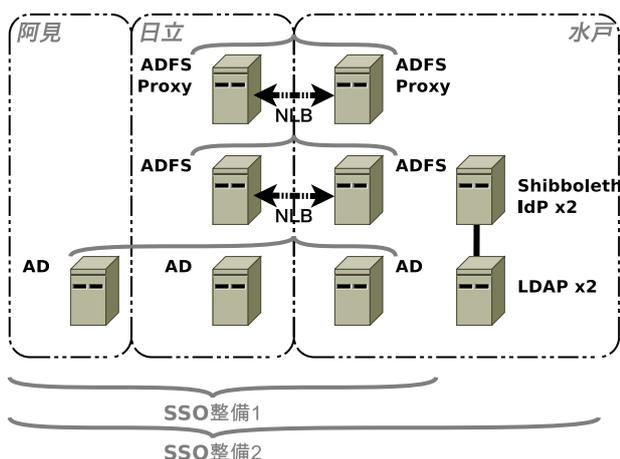


図 7: SSO 整備における機器配置

た。また、AD と LDAP の同期は、学認を利用できる構成員の移動は少ないため手動で行っていた。

この環境は引き継いだまま、2015 年 11 月に運用フェデレーションへ参加し、さらに 2016 年 3 月の教育用システム更新の際に、Shibboleth IdP は v2 から v3 へ、ADFS は 2.0 から 3.0 へ移行した。[SSO 整備 3] その際、DirSync のサポート終了が迫っているため、Azure AD Connect への移行も行った。

この時の機器配置は図 8 に示す通りである。SSO 整備 3 では Shibboleth IdP 等の停電対策の未対応を解消している。既存の仮想基盤上に Shibboleth IdP 及び LDAP を用意できたのは水戸キャンパスのみであったため、停電対策はできてはいないが図に示した構成で整備を行った。更に、LDAP Manager を導入し、AD と LDAP の同期も自動で行うようにした。SSO 整備 1 から利用し

ていた NLB は、キャンパスをまたがっていたためか不安定な時もあったため、データセンターにロードバランサを配置している。但し、現在はロードバランサによる振り分けミスを考慮し全て 10 対 0 の設定にしているため、実際にロードバランサが有効になるのは機器（仮想機器）の故障時のみとなる。

現在は、Shibboleth に対応した ALC Net Academy2 と研究者情報データベースが学内用 SP として参加しており、学認の SP に加えて、本学の SSO 環境で利用可能となっている。

教育用システム更新では、教室 PC の OS が Windows 7 から Windows 10 に変更となった。これまで同様、IE を利用していれば O365 と学認に SSO が可能であるが、Edge や他のウェブブラウザでは SSO ができていない。このため、標準としてデスクトップに IE のアイコンを配置している。

#### 6.4 多要素認証

本学では認証基盤として AD を中心とした SSO 環境となっているため、多要素認証についても O365 の機能を利用して、実現することが自然である。3 サービスをまたぐ SSO 環境に多要素認証を対応させたのは、初の事例である。

多要素認証は O365 の導入を行った時点から利用できる環境は整っていたので、一部のユーザに対してのみモバイルアプリを利用した多要素認証を試行してきた。実際に多要素認証を利用するにあたっては、利用したいと申請してきたユーザに対して O365 側で設定を行った後に、ユーザ自身によるスマートフォンへのモ

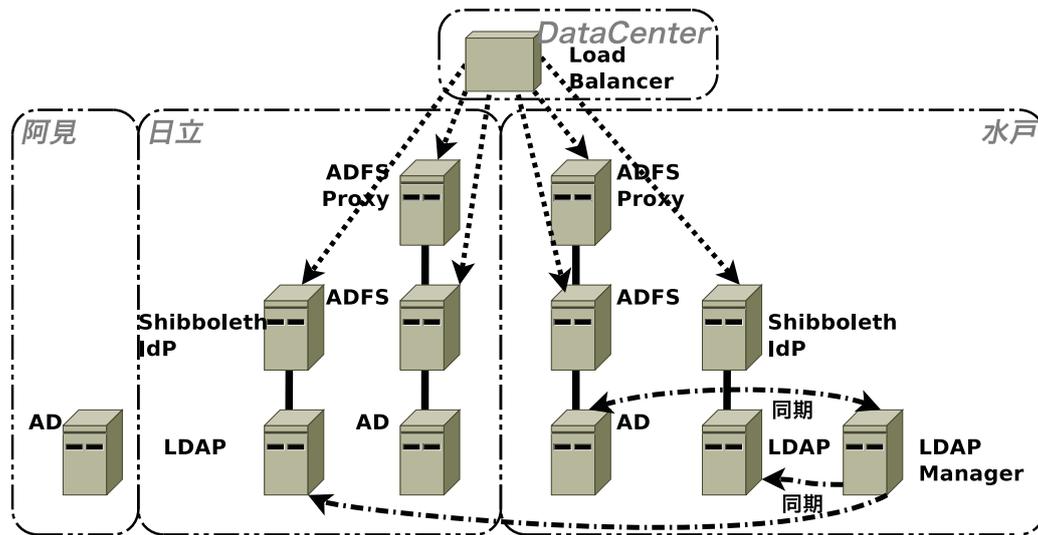


図 8: SSO 整備 3 における機器配置

パイルアップのインストール及び登録作業が必要となる。ユーザがスマートフォンを持っていることが前提となってしまうが、ほとんどの学生が所有していること、iPhone(iPad)、Android、Windows Phone のいずれでも利用可能なことにより、環境を整えることは難しくないように考えられる。

他の多要素認証の実現方法もあるが、以下の理由により今回は実現を見送っている。YubiKey は各ユーザが持つデバイスの単価が高いため、学生自身に購入させるのは現実的でなく、紛失の可能性もあり貸与するのも現実的ではない。また、NII の電子証明書発行サービスのクライアント証明書を利用する方法は、本学での個人証明書利用に関する議論が熟しておらず、学生証は FeliCa を利用しているものの FCF ではなく、学内の環境も整備されていないため、拙速な実現は回避したいと考えている。また、YubiKey やクライアント証明書を利用するには、有料の Azure Mobile Management を契約した上で設定を行う必要がある。

前述のように、Office365 の多要素認証では、認証元の IP アドレスに応じて多要素認証を行うかどうかを変更することができる。本学では学外からの利用時にのみ多要素認証を行うように設定してある。本学の情報セキュリティポリシーでは多要素認証に関してはまだ策定段階ではあるが、Office365 と異なり学認では各ユーザの機微な情報をほとんど取り扱っておらず、ユーザに関する属性情報の提供もユーザ自身で制御できる仕組み (uApprove 等) を実現しているため、このような設定としている。

## 6.5 学認利用時の多要素認証の課題

学認利用時の認証は、Shibboleth IdP 経由で ADFS に対して行われる。ADFS は O365 の多要素認証に対応しているため、一見何の問題もないように見える。しかし、ADFS から見たときの認証元の IP アドレスは、学認に学内からアクセスする時も学外からアクセスするときも、常に同じ Shibboleth IdP の IP アドレスになってしまう。これは、多要素認証を行うかどうかを、学認を含む Shibboleth SP という単位でしか制御できないことを意味する。例えば、本来の Shibboleth SP に応じて、あるいは、学外か学内かに応じて、多要素認証を行うかどうかを変更することができない。

これは次のような場面で問題となる。現行の設定を変更して学生が多要素認証を利用することにした場合、講義で利用するサービスでも無条件に多要素認証が要求されてしまうことになる。学生が追加認証用のデバイスを忘れることは十分に想定されるため、講義中に対処ができない。本来は、学内からのアクセスに関しては、多要素認証を行わないように設定できることが望ましい。学外での利用の際にも追加認証用のデバイスを忘れる可能性はあるが、講義が受講できないなどの緊急なものはほとんどないと考えられる。逆に多要素認証を行わずに不正にアクセスされるリスクを考慮すると Azure Mobile Management によるきめ細やかな設定ができるまでは、学外からの利用には多要素認証は必須であると考えている。

そこで現時点では、現行通り基本的には多要素認証をしないようにしている。多要素認証の環境の確認や実証実験の際には、登録ユーザに連絡して多要素認証を行うようにする時もある。

この問題の対処方法としては、多要素認証の有無や

## 茨城大学重点研究プロジェクト「地域に密着した世界的ICTイノベーションの創出」 ICTグローバル教育研究センター

SPの種類毎に、個別の Shibboleth IdP を用意する方法が考えられる。Shibboleth IdP が複数あれば、それぞれの IP アドレスに対して、多要素認証の設定を行うことができる。実際、学認用 IdP と学内 Shibboleth SP 用の IdP を別にしている大学もある。例えば、上記の学内用 SP には学内からであっても多要素認証を課し、学認 SP には学外からであっても多要素認証を課さない等の環境を構築することが可能となる。また、学内用 SP においてアクセス元の IP アドレスにより、多要素認証を課すか課さないかいずれの Shibboleth IdP に問い合わせを行うかを指定することにより、学外からのみ多要素認証を課す環境を構築することが可能となる。

2016, 2016.3.25, <https://www.media.hiroshima-u.ac.jp/st/news/cloudsympo/cloudsympo-20160325-3.pdf>

- [4] 松平 拓也: 大学統合認証基盤における多要素認証について, 平成 26 年度第 2 回学術情報基盤オープンフォーラム, 国立情報学研究所, 2013.2.3
- [5] 佐合 尚子: 愛知教育大学の SSO 導入について, 学認 CAMP2013, 2013.9.11
- [6] 野口 宏 他: オンプレミスの電子メールサーバから Office365 への移行, AXIES 2015 年度 年次大会, 1E4-1, 2015.12

## 7 まとめ

これまで示した通り、本学では教室 PC, O365, Shibboleth SP, 学内 Shibboleth IdP において、多要素認証を実現した SSO 環境を構築してきた。SSO に関して、多要素認証に関して、6.5 に示した課題はあるものの特に問題はなく順調に運用を行なっている。

また、多要素認証に関しては、多要素認証用のサーバを用意することによっても解決可能である。学認には沢山のサービスがあるが、サービス毎、もしくは身分毎に多要素認証を行うかを決めるときに有効に動作するものと考えている。

また、現時点では多要素認証の利用者は限定されたユーザのみであるが、順次増やして問題点等を検討していきたいと考えている。当面の課題は、講義で利用するサービスが多要素認証となっていた場合に、多要素認証用のデバイスを忘れた学生への対処が考えられる。これは、講義で利用するサービスに関しては、学内からのアクセスに関しては多要素認証を行わないように設定するなどして対応することが考えられる。

MUA 等用のアプリケーションパスワードのユーザ自身の操作による変更に関しては、MS の対応を期待したいと考えている。

## 参考文献

- [1] 学術認証フェデレーション「学認 (GakuNin)」: <https://www.gakunin.jp/>
- [2] 野口 宏 他: BCP としての学内データセンターの設置とその活用方針, 学術情報処理研究 No.18, pp.24-32, 2014.9
- [3] 中田 寿穂: 学認と Office 365 の認証連携, 大学等におけるクラウドサービス利用シンポジウム

### 3. プロジェクト業績

## 研究論文等発表一覧

### 【著書】

- 1) 新納浩幸, “Chainer による実践深層学習”, オーム社, 2016 年 9 月.

### 【原著論文】

- 1) Kaoru Kurosawa, Hiroyuki Ohta, Kenji Kakuta, “How to make a linear network code (strongly) secure”, *Designs, Codes and Cryptography*, 2016 年 3 月.
- 2) Sheik Arick Hasan, Kazuki Kamata, Toshiya Watanabe, Susumu Shibusawa, Masaru Kamada, Tatsuhiko Yonekura, Minoru Yamada, “Recognition of Antagonistic Exercise Using a Depth Image Sensor”, *Int. J. of Advances in Electronics and Computer Science (IJAECs)*, 2016 年 4 月.
- 3) Kazuki Yoneyama, Goichiro Hanaoka, “Compact public key encryption without full random oracles”, *Pervasive and Mobile Computing*, 2016 年 4 月.
- 4) 物理探査学会編(外岡秀行一部著), “物理探査バンドブック増補改訂版”, 物理探査学会, 2016 年 6 月.
- 5) Tomoyuki Ishida, Tsubasa Ando, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, “The digital contents management system based on position information initiate fusion of AR and sensor technology”, *International Journal of Space-Based and Situated Computing (IJSSC)*, 2016 年 6 月.
- 6) Noriki Uchida, Tomoyuki Ishida, Yoshitaka Shibata, “Delay Tolerant Networks based Vehicle-to-Vehicle Wireless Networks for Road Surveillance Systems in Local Areas”, *International Journal of Space-Based and Situated Computing (IJSSC)*, 2016 年 6 月.
- 7) 芝軒太郎, 中村豪, 渡橋史典, 早志英朗, 栗田雄一, 高木健, 本田雄一郎, 溝部二十四, 陳隆明, 辻敏夫, “バーチャルハンドを利用した相互学習型筋電義手トレーニングシステム”, *日本ロボット学会誌*, Vol. 34, No. 6, pp. 404-410, 2016 年 7 月.
- 8) Yuto Matsuda, Hiromasa Habuchi and Yusuke Kozawa, “Robust Turbo-Coded OOK System for Background Noise Alleviation and Frame Synchronization in Optical Wireless Channel”, *Journal of Signal Processing*, 2016 年 7 月.
- 9) Shota Takayanagi, Hiromasa Habuchi, Yusuke Takamaru and Yusuke Kozawa, “Improved Code-Shift Keying Systems with Functional Pseudonoise Code in Optical-Wireless Channel”, *Journal of Signal Processing*, 2016 年 7 月.
- 10) Mitsuru Saotome, Yusuke Kozawa, Yohtaro Umeda and Hiromasa Habuchi, “Differential-OOK System for Underwater Visible-Light Communications”, *Journal of Signal Processing*, 2016 年 7 月.
- 11) 渡邊俊哉, 澁澤進, “Kinect センサを用いた椅子体操支援システム”, *地域ケアリング*, 2016 年 7 月.
- 12) 渡邊俊哉, 澁澤進, “Kinect を用いた下肢の椅子体操支援システム”, *地域ケアリング*, 2016 年 8 月. (再掲載)
- 13) Wudabalaqigige, 伊藤哲司, HasiBagan, 桑原祐史, “内モンゴルアルホルチン旗を対象とした自然・社会環境問題の分析”, *応用測量論文集*, 2016 年 7 月.
- 14) 井上雄太, 関根大樹, 三尾有年, 桑原祐史, “環境情報生成のための SAR データ選定支援情報の提案”, *土木学会論文集 G(環境)*, 2016 年 8 月.
- 15) D.D.G.L. Dahanayaka, B.D.C. Perera, M.J.S. Wijeyaratne, and H. Tonooka, “Monitoring eutrophication trends in Bolgoda North Lake, Sri Lanka by Satellite Remote Sensing”, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sicences*, 2016 年 9 月.
- 16) 野口宏, 大瀧保広, 高橋幸雄, 鎌田賢, “Office365 と Shibboleth の多要素認証対応 SSO 環境の構築”, *学術情報処理研究*, 2016 年 9 月.
- 17) Kazuki Yoneyama, “Formal Modeling of Random Oracle Programmability and Verification of Signature Unforgeability Using Task-PIOAs”, *International Journal of Information Security*, 2016 年 10 月.
- 18) Hiroshi Noguchi, Yasuhiro Ohtaki and Masaru Kamada, “A university information system made robust against natural disasters by taking advantage of remotely distributed campuses”, *Int. J. Space-Based and Situated Computing*, 2016 年 11 月.
- 19) Xiaolei Li, Osamu Saitou, Erjing Zhou and Masaru Kamada, “A low cost library navigation system by using Android devices and FeliCa cards”, *Int. J. Space-Based and Situated Computing*, 2016 年 11 月.

- 20) Erjing Zhou, Michitoshi Niibori, Shusuke Okamoto, Masaru Kamada and Tatsuhiro Yonekura, "IslayTouch: an educational visual programming environment for tablet devices", Int. J. Space-Based and Situated Computing, 2016年11月.
- 21) 佐藤文恭, 藤芳明生, "形式文法を用いて化学構造式中の示性式を自動認識する化学構造式 OCR の提案", 情報処理学会論文誌, 2016年11月.
- 22) 加藤篤, 外岡秀行, "位相限定相関法による衛星画像マッチングにおける雲混入の影響評価", 日本リモートセンシング学会誌, 2016年12月.
- 23) Tomoyuki Ishida, Yuki Shinotsuka, Misaki Iyobe, Kaoru Sugita, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, "Development of a Zoo Walk Navigation System using the Positional Measurement Technology and the Wireless Communication Technology", Journal of Internet Services and Information Security (JISIS), 2016年12月.
- 24) Misaki Iyobe, Tomoyuki Ishida, Akihiro Miyakawa, Kaoru Sugita, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, "Development of a Mobile Virtual Traditional Crafting Presentation System using Augmented Reality Technology", International Journal of Space-Based and Situated Computing (IJSSC), 2016年12月.
- 25) Naoto Itakura, Kaoru Kurosawa, Kazuki Yoneyama, "Oblivious Polynomial Evaluation in the Exponent, Revisited", IEICE Trans. on Fundamentals, 2017年1月.

#### 【特許】

- 1) 吉田麗生, 富士仁, 小林鉄太郎, 川原祐人, 米山一樹, "鍵交換方法, 鍵交換システム", 2016年8月.
- 2) 藤芳明生, "2次元コード読取装置", 特許第5993204号, 2016年8月

#### 【国際会議論文】

- 1) Tatsuya Oono, Kanako Komiya, Minoru Sasaki, Hiroyuki Shinnou, "Estimating Concept Embeddings from Their Child Concepts", ICT-IPSC 2016, no46, 2016年5月.
- 2) Toshiya Watanabe, Kazuki Kamata, Sheik Arick Hasan, Susumu Shibusawa, Masaru Kamada, Tatsuhiro Yonekura, Minoru Yamada, "Design of an Antagonistic Exercise Support System Using a Depth Image Sensor", PervasiveHealth 2016, 2016年5月.
- 3) Masayuki Ishikawa, Hiromasa Habuchi and Atsuhiko Takahashi, "New Optical-Wireless CSK-MPPM System with Modified Prime Sequence Cod", Proceeding of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2016), 2016年7月.
- 4) Ran Sun, Hiromasa Habuchi and Yusuke Kozawa, "Novel Parallel Optical Turbo-code Communication System using RGB LEDs for Partial Erasure Channel", Proceeding of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2016), 2016年7月.
- 5) Keisuke Osawa, Hiromasa Habuchi and Yusuke Kozawa, "Proposal of a Variable N-CSK with MPSC for an Intellectual Illumination Light Data Transmission System", Proceeding of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2016), 2016年7月.
- 6) Yuki Hosokawa and Hiromasa Habuchi, "Orthogonal Frequency and Code Division Multiplexing Using Modified Pseudo-Ternary M-Sequences Pair", Proceeding of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2016), 2016年7月.
- 7) Takuya Takaira, Yoshiaki Tani, and Akio Fujiyoshi, "Development of a Unified Production System for Various Types of Accessible Textbooks", ICCHP 2016, 2016年7月.
- 8) Yoshiaki Tani, Takuya Takaira, and Akio Fujiyoshi, "A Simple Viewer and Editor of Sound-Embedded PDF for Elementary School Students with Print Disabilities", ICCHP 2016, 2016年7月.
- 9) Akio Fujiyoshi, "A Practical Algorithm for the Uniform Membership Problem of Labeled Multidigraphs of Tree-Width 2 for Spanning Tree Automata", CIAA 2016, 2016年7月.
- 10) Go Nakamura, Taro Shibanoki, Futoshi Mizobe, Akito Masuda, Yuichiro Honda, Takaaki Chin and Toshio Tsuji, "A High-fidelity Virtual Training System for Myoelectric Prostheses Using an Immersive HMD", 10th international Convention on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology (i-CREATE 2016), 2016年7月.
- 11) Misaki Iyobe, Tomoyuki Ishida, Akihiro Miyakawa, Kaoru Sugita, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, "Proposal of a Virtual Traditional Japanese Crafting Presentation System Mobile Edition", Proc. of the 10th IEEE International

- Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, 2016年7月.
- 12) Kanako Komiya, Masaya Suzuki, Tomoya IWAKURA, Minoru Sasaki, Hiroyuki Shinnou, "Comparison of Annotating Methods for Named Entity Corpora", LAW-X 2016, Workshop of ACL 2016, 2016年8月.
  - 13) Tomoya Iwakura, Kanako Komiya, Ryuichi Tachibana, "Constructing a Japanese Basic Named Entity Corpus of Various Genres", NEWS 2016, Workshop of ACL 2016, 2016年8月.
  - 14) Kanako Komiya, Minoru Sasaki, Hiroyuki Shinnou, Yoshiyuki Kotani and Manabu Okumura, "Selecting Training Data for Unsupervised Domain Adaptation in Word Sense Disambiguation", PRICAI 2016, 2016年8月.
  - 15) Ran Sun, Hiromasa Habuchi and Yusuke Kozawa, "Enhancement of RGB Parallel Turbo-code System with UTPA in Optical Partial Erasure Channel", Proceeding of IEEE Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS2016), 2016年8月.
  - 16) Shumpei Fujii, Michitoshi Niibori and Masaru Kamada, "A Preliminary Experiment of Tweet Filtering by Back Propagation", The 5th International Workshop on Web Service and Social Media (WSSM 2016), 2016年9月.
  - 17) Marina Nakano, Emi Masuda and Masaru Kamada, "A Structure Editor for the English Language", The 5th International Workshop on Web Service and Social Media (WSSM 2016), 2016年9月.
  - 18) Daiki Ito, Michitoshi Niibori and Masaru Kamada, "A Real-Time Web-Cast System for Classes in the BYOD Style", The 5th International Workshop on Web Service and Social Media (WSSM 2016), 2016年9月.
  - 19) Ryosuke Iiya, Erjing Zhou, Michitoshi Niibori, Masaru Kamada, Osamu Saitou and Susumu Shibusawa, "A Handy Real-Time Location System for Community Bus Service", The 5th International Workshop on Web Service and Social Media (WSSM 2016), 2016年9月.
  - 20) Satowa Watanabe, Taro Shibasaki and Koji Shimatani, "A Body Sway Mitigation Method Based on Tactile Stimulation The SICE Annual Conference 2016 (SICE2016)", 2016年9月.
  - 21) Yuki Shinotsuka, Tomoyuki Ishida, Kazuhiro Takahagi, Misaki Iyobe, Norio Akatsu, Kaoru Sugita, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, "Proposal of a Zoo Walk Navigation System for Regional Revitalization", Proc. of the 19th IEEE International Conference on Network-Based Information Systems, 2016年9月.
  - 22) Kaoru Kurosawa, Keisuke Sasaki, Kiyohiko Ohta, Kazuki Yoneyama, "UC-Secure Dynamic Searchable Symmetric Encryption Scheme", International Workshop on Security, 2016年9月.
  - 23) Minoru Sasaki, Katsumune Terauchi, Kanako Komiya, Hiroyuki Shinnou, "Word Sense Disambiguation Using Active Learning with Pseudo Examples", SEMAPRO 2016, 2016年10月.
  - 24) Shoma Yamaki, Hiroyuki Shinnou, Kanako Komiya, Minoru Sasaki, "Supervised Word Sense Disambiguation with Sentences Similarities from Context Word Embeddings", PACLIC 2016, 2016年10月.
  - 25) Shogo Kimura, Kazuki Yoneyama, "Security Proof of Identity-based Signature under RSA Assumption, Reconsidered", International Symposium on Information Theory and its Applications, 2016年10月.
  - 26) Tatsuya Ooyanagi, Misaki Iyobe, Tomoyuki Ishida, Noriki Uchida, Kaoru Sugita, Yoshitaka Shibata, "Construction of an Electronic Health Record System for supporting a Zoo Veterinarian", Proc. of the 11th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing, 2016年11月.
  - 27) Kazuki Yoneyama, Reo Yoshida, Yuto Kawahara, Tetsutaro Kobayashi, Hitoshi Fuji, Tomohide Yamamoto, "Multi-Cast Key Distribution: Scalable, Dynamic and Provably Secure Construction", International Conference on Provable Security, 2016年11月.
  - 28) Ran Sun, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, "Underwater Turbo-code Optical Communication System Compatible with Partial Erasure Channel", Premier International Technical Conference of IEEE Region 10 (TENCON2016), pp.2068-2071, 2016年11月.
  - 29) Tomohiro Okawa, Hiromasa Habuchi, "Design of an On-Demand Wireless Network Using Multi-Carrier CDMA with Modified Pseudo Orthogonal M-Sequence Sets", Premier International Technical Conference of IEEE Region 10 (TENCON2016), pp.2112-2116, 2016年11月.
  - 30) Masayuki Ishikawa, Hiromasa Habuchi, "Influence of Synchronization Jitter on BER in Optical-Wireless CSK-MPPM System", Premier International Technical Conference of IEEE Region 10 (TENCON2016), pp.3761-3765, 2016年11月.
  - 31) Susumu Shibusawa, Toshiya Watanabe, Kazuki Kamata, Sheik Arick Hasan, Masaru Kamada, Tatsuhiro Yonekura, and Yukari Ohashi, "Development of an Antagonistic Exercise Support System Using a Depth Image Sensor", Proc.

- of the First International Workshop on Smart Sensing Systems (IWSSS'16), 2016 年 11 月.
- 32) Masaru Kamada and Kunimitsu Takahashi, "Locally supported bivariate splines in piecewise constant tension", Proceedings of the 2016 International Conference on Advances in Electrical, Electronic and System Engineering (ICAEESE 2016), 444-449, 2016 年 11 月. (Best Paper Award)
  - 33) Masaru Kamada, "Islay- An Educational Programming Tool Based on State Diagrams", Proceedings of the 2016 International Conference on Advances in Electrical, Electronic and System Engineering (ICAEESE 2016), 229-231, 2016 年 11 月. (Invited Talk)
  - 34) Hideki Sakurada, Kazuki Yoneyama, Yoshikazu Hanatani, Maki Yoshida, "Analyzing and Fixing the QACCE security of QUIC", International Conference on Security Standardization Research, 2016 年 12 月.
  - 35) M. Asaki, and H. Tonooka, "Analysis of radiometric accuracy of ASTER band 11 for cold targets", Proc. of the 12th International Student Conference at Ibaraki University (ISCIU12), 2016 年 12 月.
  - 36) J. Yamamoto, and H. Tonooka, "Applicability of the deep learning to cloud discrimination of satellite images", Proc. of the 12th International Student Conference at Ibaraki University (ISCIU12), 2016 年 12 月.
  - 37) T. Sugamiya, and H. Tonooka, "Evaluation of consistency in radiance between Terra and Aqua/MODIS in the 10 to 13  $\mu$  m region", Proc. of the 12th International Student Conference at Ibaraki University (ISCIU12), 2016 年 12 月.
  - 38) Shota Takayanagi, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, "Theoretical Analysis of Visible-Light Code-Shift Keying Using Extended Pseudo-Orthogonal M-sequence in Line-of-Sight Link", 10th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS2016), 2016 年 12 月.
  - 39) Shunsuke Igata, Yusuke Kozawa, Yohtaro Umeda, Hiromasa Habuchi, "BER performance of Digital Color Shift Keying with Target Color Control", 10th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS2016), 2016 年 12 月.
  - 40) Keisuke Osawa, Hiromasa Habuchi, Yusuke Kozawa, "Performance Evaluation of Novel Optical-Wireless Variable N-parallel Code-Shift-Keying", 10th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS2016), 2016 年 12 月.
  - 41) Haruna Kokubo, Taro Shibaniki, Takaaki Chin and Toshio Tsuji, "Obstacle Avoidance Method for Electric Wheelchairs Based on a Multi-Layered Non-Contact Impedance Model", Proceedings of the 2017 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB2017), 2017 年 1 月.
  - 42) Taro Shibanoki, Go Nakamura, Takaaki Chin and Toshio Tsuji, "A Voice Signal-Based Manipulation Method for the Bio-Remote Environment Control System Based on Candidate Word Discriminations", Proceedings of the 2017 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB2017), 2017 年 1 月.
  - 43) Go Nakamura, Taro Shibanoki, Yuichiro Honda, Futoshi Mizobe, Akito Masuda, Takaaki Chin, and Toshio Tsuji, "A Human Reaching Movement Model for Myoelectric Prosthesis Control", Proceedings of the 2017 International Conference on Artificial Life and Robotics (ICAROB2017), 2017 年 1 月.
  - 44) Tomoyuki Ishida, Yusuke Hirohara, Nobuyuki Kukimoto, Yoshitaka Shibata, "Proposal of a Decision Support System for the Local Government's Disaster Control Headquarters", Proc. of the 22nd International Symposium on Artificial Life and Robotics, 2017 年 1 月.
  - 45) Sheik Arick Hasan, Takahiro Fukuda, Toshiya Watanabe, and Susumu Shibusawa, "Recipe-Recommendation System Based on Physical-Characteristics Recognition Using a Depth Image Sensor", Proc. of International Conference on Recent Innovations in Engineering and Technology (ICRIET) 2017 年 1 月. (Invited Talk)
  - 46) Yusuke Hirohara, Tomoyuki Ishida, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata, "Proposal of a Disaster Information Cloud System for Disaster Prevention and Reduction", Proc. of the 31th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2017 年 3 月.
  - 47) Noriki Uchida, Ryo Ichimaru, Kenta Ito, Tomoyuki Ishida, Yoshitaka Shibata, "Implementation of Shift Array Antenna Control Systems with Image Recognitions for Vehicle-to-Vehicle Networks", Proc. of the 31th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2017 年 3 月.
  - 48) Akira Sakuraba, Tomoyuki Ishida, Koji Hashimoto, Yoshitaka Shibata, "Implementation of Operation Method for Disaster GIS on Ultra Definition Display", Proc. of the 31th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2017 年 3 月.

- 49) Liyuan Chen, Hiromasa Habuchi, "New Multiplex Scheme Based on (2,2) Visual Secret Sharing Communication System", Proceeding of 2017 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP2017), 2017 年 3 月

【学会発表 (国内, 国際)】

- 1) 朝木萌奈, 外岡秀行, "GOES-14/Imager による ALOS-2/CIRC の相互校正結果", 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- 2) 田川博務, 外岡秀行, "日立 LNG 基地における ASTER/TIR 画像を用いた遺伝的アルゴリズムによる熱異常解析", 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- 3) 菅宮岳, 外岡秀行, "10~13  $\mu$  m 帯における Terra/MODIS 及び Aqua/MODIS 間の相互校正の試み (2)", 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- 4) 高橋有真, 外岡秀行, "ASTER/TIR 画像による油膜の厚さ及び温度の同時推定の試み (2)", 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- 5) 榎林雄飛, 外岡秀行, "高分解能衛星画像の影解析及び 3D モデリングによる建物の高さ推定", 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- 6) 須佐綾太, 外岡秀行, "熱赤外マルチスペクトル画像を用いた薄氷分類の試み (2)", 日本リモートセンシング学会第 60 回学術講演会論文集, 2016 年 5 月.
- 7) 鈴木翔太, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 新納浩幸, 奥村学, "分散表現による語義曖昧性解消の領域適応", 研究報告自然言語処理(NLP), 2016 年 5 月.
- 8) 宮地英生, 石田智行, "点群イメージの品質評価", 第 21 回計算工学講演会, 2016 年 5 月.
- 9) 富澤太, 芝軒太郎, 陳隆明, 辻敏夫, "クラス偏 KL 情報量を利用した相互学習型筋電義手訓練システム", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016 講演論文集, 2016 年 6 月.
- 10) 石田智行, 伊與部美咲, 宮川明大, 杉田薫, 柴田義孝, "AR 伝統工芸モバイルシステムの構築", 第 29 回テレマージョン技術研究会研究会, 2016 年 6 月.
- 11) 新納浩幸, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 森信介, "点推定による日本語 all-words WSD システム KyWSD", 情報処理学会自然言語処理研究会, 2016 年 7 月.
- 12) 陳力源, 羽瀧裕真, "ポーラ信号形式をもつ視覚復号型秘密分散法を用いるマルチホップ/マルチルート通信の検討", 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 5 月.
- 13) 石川真行, 羽瀧裕真, "光無線 CSK-MPPM 方式のビット誤り率における同期誤差の影響", 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- 14) 大澤圭佑, 羽瀧裕真, 小澤佑介, "拡張プライム符号を用いる VN-CSK 方式の隣接照明間干渉に関する検討", 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- 15) 孫冉, 羽瀧裕真, "UTPA を用いる Framed-DOOK パンクチャードターボ符号の一検討", 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- 16) 大川智広, 羽瀧裕真, "変形擬直交 M 系列対を用いるオンデマンド型無線ネットワークの一検討", 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- 17) 高柳翔太, 羽瀧裕真, 小澤佑介, "LOS 環境における拡張擬直交 M 系列を用いる光空間 CSK の一検討", 電子情報通信学会ワイドバンド研究会技術研究報告, 2016 年 7 月.
- 18) 塩畑 博文, 上田 賀一, "WebUI ユーザビリティ向上のための支援ツールの検討", 日本ソフトウェア科学会第 33 回大会, 2016 年 9 月
- 19) 古木 隆裕, 小飼 敬, 上田 賀一, "情報制御システムのモデル検査におけるモデル分割支援法の検討", 日本ソフトウェア科学会第 33 回大会, 2016 年 9 月.
- 20) 米山 一樹, "セキュリティプロトコル安全性検証の理想と現実", CRYPTREC シンポジウム 2016, 2016 年 6 月.
- 21) Hideki Sakurada, Kazuki Yoneyama, Yoshikazu Hanatani, Maki Yoshida, "A Note on Using Sigma Protocols in Cryptographic Protocols", 日本応用数理学会 2016 年度年会, 2016 年 9 月.
- 22) 萩野谷一二, 古宮嘉那子, "Implicit な Hint を用いた因数分解に関する一考察 ~ 解ベクトルの長さ格子面積との関係 ~", 情報セキュリティ研究会 (ISEC), 2016 年 9 月.
- 23) 鈴木雅也, 古宮嘉那子, 岩倉友哉, 佐々木 稔, 新納 浩幸, "固有表現抽出におけるアノテーション手法の比較", 研究報告自然言語処理(NLP), 2016 年 9 月.

- 24) 寺内賢志, 佐々木稔, 古宮嘉那子, 新納浩幸, “擬似用例を追加する能動学習を用いた一般単語の語義曖昧性解消”, 研究報告自然言語処理(NLP), , 2016年9月.
- 25) 渡邊聖和, 芝軒太郎, 島谷康司, ”耳介への刺激が身体動揺に与える影響”, LIFE 2016(第32回ライフサポート学会大会, 第16回日本生活支援工学会大会, 日本機械学会 福祉工学シンポジウム 2016), 2016年9月.
- 26) 石田智行, 広原裕亮, “大規模高精細映像表示装置上における災害情報可視化システムの構築”, 日本バーチャルリアリティ学会第21回大会, 2016年9月.
- 27) 広原裕亮, 石田智行, “災害対策本部のためのクラウド災害情報共有システムの提案”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, 2016年10月.
- 28) 伊與部美咲, 石田智行, “AR 伝統工芸システムの構築”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, 2016年10月.
- 29) 伊藤隼人, 石田智行, “歴史教育のための AR 歴史アーカイブシステムの提案”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, , 2016年10月.
- 30) 大柳達哉, 石田智行, “獣医師のための動物電子カルテシステムの提案”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, 2016年10月.
- 31) 小池健太郎, 石田智行, “地方自治体のためのオープンデータ可視化システムの提案”, 可視化情報学会全国講演会(日立 2016)講演論文集, 2016年10月.
- 32) 野口宏, [招待講演] 茨城大学の導入事例, 学認 CAMP2016 , 2016年10月.
- 33) 大澤圭佑, 高柳翔太, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “屋内可視光通信における可変Nパラレルコードシフトキーイング方式のビット誤り率解析”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会 WBS2016-37, 2016年10月.
- 34) 孫冉, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “水中可視光通信のための RGB LED ターボ符号システムの一検討”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会 WBS2016-43, 2016年10月.
- 35) 陳力源, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “(2,2)視覚復号型秘密分散通信における拡張フレームを用いる多重化法の検討”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会 WBS2016-44, 2016年10月.
- 36) 松村拓真, 羽瀨裕真, 小澤佑介, “変形擬直交M系列による二乗検波型DS-UWB-IRにおけるチャンネル間干渉を考慮した誤り率”, 電子情報通信学会ワイドバンド研究会 WBS2016-45, 2016年10月.
- 37) 外岡秀行, 朝木萌奈, 菅宮 岳, 酒井理人, 中右浩二, 桑田綾香, 加藤創史, “ALOS-2/CIRC 及び CALET/CIRC の校正検証活動”, 日本リモートセンシング学会第61回学術講演会論文集, 2016年11月.
- 38) 山本純平, 外岡秀行, “ディープラーニングによる衛星画像の雲判別の可能性”, 日本リモートセンシング学会第61回学術講演会論文集, 2016年11月.
- 39) 朝木萌奈, 外岡秀行, “低温域におけるASTER/TIRの再校正の検討”, 日本リモートセンシング学会第61回学術講演会論文集, 2016年11月.
- 40) 樽林雄飛, 外岡秀行, “高分解能衛星画像の影解析及び 3D モデリングによる低層住宅地における建物階数推定”, 日本リモートセンシング学会第61回学術講演会論文集, 2016年11月.
- 41) 菅宮岳, 外岡秀行, “10~13 $\mu$ m帯におけるTerra/MODIS及びAqua/MODIS間の相互校正の試み(3)”, 日本リモートセンシング学会第61回学術講演会論文集, 2016年11月.
- 42) 高橋有真, 外岡秀行, “ASTER/TIR 画像による油膜の厚さ及び温度の同時推定の試み(3)”, 日本リモートセンシング学会第61回学術講演会論文集, 2016年11月.
- 43) 須佐綾太, 外岡秀行, “熱赤外マルチスペクトル画像を用いた薄氷分類の試み(3)”, 日本リモートセンシング学会第61回学術講演会論文集, 2016年11月.
- 44) 木下直樹, 川嶋克明, 尾倉侑也, 早志英朗, 曾智, 芝軒太郎, 森裕紀, 島谷康司, 栗田雄一, 辻敏夫, ”新生児 General Movements 評価支援システムの精度検証”, 日本発達神経科学学会第5回学術集会, 2016年11月.
- 45) 菅野亮太, 芝軒太郎, 中村豪, 陳隆明, 辻敏夫, ”誤認識を利用した代用発声システム”, 第17回公益社団法人計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2016), 2016年12月.
- 46) 石田智行, 広原裕亮, 内田法彦, 柴田義孝, “災害情報収集・共有クラウドシステムの研究開発”, 第30回テレメーション技術研究会研究会, 2016年12月.
- 47) 黒澤馨, 篠崎友希, “コンパクトなカードプロトコル”, SCIS2017, 2017年1月.
- 48) 黒澤馨, 小埜将司, スウィーフェイ ヘン、レ チュー フォン, “効率のよい匿名かつ maximum leakage resilient な ID ベース暗号”, SCIS2017, 2017年1月.
- 49) 木村 翔吾, 米山 一樹, “ストレージ効率のよい検証可能フォワード安全動的検索可能暗号”, 暗号と情報セキュ

リテイションポジウム (SCIS 2017), 2017 年 1 月.

- 50) 田中 諒太, 米山 一樹, “秘匿ブルームフィルタプロトコルの拡張”, 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2017), 2017 年 1 月.
- 51) 寺田 慎太郎, 米山 一樹, “クライアント間の通信なしで安全な検証可能委譲秘匿共通集合演算”, 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2017), 2017 年 1 月.
- 52) 小林鉄太郎, 米山一樹, 吉田麗生, 川原祐人, 富士仁, “セキュアビジネスチャットにおける ID に基づくスケーラブルな動的多者鍵配布プロトコル”, 暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS 2017), 2017 年 1 月.
- 53) 黒澤馨, 羽深理恵, “Bounded KDM 安全な暗号方式の改良”, SCIS2017, 2017 年 1 月.
- 54) 岡田信一郎, 阿部孝昭, 山縣大輔, “リレーショナルデータモデル演習システムのための正規化問題生成機能の開発と運用評価”, 情報処理学会コンピュータと教育研究会 138 回研究発表会, 2017 年 2 月.
- 55) 日置千仁, 鈴木雄太, 岡田信一郎, “学習間隔に応じた得点計算法の効果の検証 -休憩期間 2 週間の結果-”, 2017 年電子情報通信学会総合大会, 2017 年 3 月.
- 56) 高橋正行, 岡田信一郎, “SQL 実習支援システムにおける反復学習回数削減法の実装と運用”, 2017 年電子情報通信学会総合大会, 2017 年 3 月.
- 57) 山木翔馬, 新納浩幸, 古宮嘉那子, 佐々木稔, “教師データを用いた語義の分散表現の構築”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- 58) 遊佐宣彦, 佐々木稔, 古宮嘉那子, 新納浩幸, “分散表現に基づく日本語語義曖昧性解消における類義語と辞書定義文を併用した語義表現の有効性”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- 59) 神宮理織, 佐々木稔, 古宮嘉那子, 新納浩幸, “用例文拡張辞書を利用したトピックモデルに基づく新語義検出”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- 60) 西友佑, 新納浩幸, 古宮嘉那子, 佐々木稔, “画像キャプション生成における複数形表現の統一”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- 61) 鈴木類, 古宮嘉那子, 浅原正幸, 佐々木稔, 新納浩幸, “『分類語彙表』の類義語と分散表現を利用した all-words 語義曖昧性解消”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- 62) 鈴木雅也, 古宮嘉那子, 佐々木稔, 新納浩幸, “固有表現抽出におけるタグセットの相互適応”, 言語処理学会代 23 回年次大会, 2017 年 3 月.
- 63) 山本篤志, 佐々木稔, “半教師ありトピック相関分析を用いた異分野間文書分類”, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, 2017 年 3 月.
- 64) 浅野裕太, 羽瀧裕真, “±1 からなるフレーム同期信号を埋め込む差動符号化光無線 OOK”, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, 2017 年 3 月.
- 65) 石井絢子, 羽瀧裕真, “光無線通信における 2 値パルス位置変調を用いる疑似直交振幅変調”, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, 2017 年 3 月.
- 66) 佐久間柚希, 羽瀧裕真, “拡張プライム符号を用いる電力分割型非直交多元接続の提案”, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, 2017 年 3 月.
- 67) 徳永岳, 羽瀧裕真, “光無線 CSK のための 2 種類の直交符号を組み合わせる PN 符号”, 電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, 2017 年 3 月.

茨城大学重点研究

「地域に密着した世界的 ICT イノベーションの創出」

茨城大学工学部附属 ICT グローカル教育研究センター

2016年度報告書

発行日 平成 29 年 3 月

発行者 茨城大学 工学部 情報工学科

教授 黒澤 馨

〒316-8511 日立市中成沢町 4-12-1

Tel: 0294-38-5135 Fax: 0294-38-5282

※禁無断転載

茨城大学重点研究

<http://www.ibaraki.ac.jp/generalinfo/activity/researching/juuten/>

茨城大学工学部附属教育研究センター

<http://www.eng.ibaraki.ac.jp/research/centers/index.html>

ICT グローカル教育研究センター

<http://www.eng.ibaraki.ac.jp/research/centers/ict/index.html>