

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月1日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21300268

研究課題名（和文） 暗号化を用いた地域社会用の新しい防犯カメラシステム

研究課題名（英文） Study on security camera system using image encryption for safety of community

研究代表者

丸 浩一（MARU KOICHI）

香川大学・工学部・准教授

研究者番号：00530164

研究成果の概要（和文）：本研究では、PC とカメラを活用して市民が身の回りを見守る社会の実現を目指すコンセプトと、暗号化保存によりプライバシーの侵害を回避するためのコンセプトを合わせた新たな防犯カメラシステムのコンセプトの普及を目的とした技術開発および実験を行った。その成果として、プライバシー保護機能を付与した様々な防犯カメラシステムを開発し、本コンセプトの適用形態を大幅に拡大した。また、社会実験を通じた検証を行った。これらの活動により、本コンセプトの大規模な普及への足掛かりを得た。

研究成果の概要（英文）：

We have proposed the new concept regarding the management of security cameras which consists of two basic concepts: (1) the concept in which each individual watches around his/her house using cameras and a computer, (2) the concept for privacy protection by means of encryption of images. In this study, we developed technologies and conducted social experiments, aiming to spread the proposed concept and realize community safety. We developed various security camera systems with the function of privacy protection which enable us to significantly increase the applications of the concept, and we conducted social experiments to evaluate the systems. As the results of these activities, we have achieved the prospect of widely spreading the proposed concept.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,400,000	1,620,000	7,020,000
2010年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
2011年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
年度			
年度			
総計	14,500,000	4,350,000	18,850,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学，生活科学一般

キーワード：住環境，地域防犯，安全・安心，防犯カメラシステム，プライバシー保護

1. 研究開始当初の背景

近年，日本では凶悪な犯罪や子供たちを狙った誘拐，通り魔等の犯罪が多く発生している。これらの犯罪の多くが住宅街で発生しているにも関わらず，事件の目撃者の不在が大きな問題となっている。この原因のひとつ

として，日本の旧来の地域社会に存在していた良い意味での相互監視機能が失われていることが挙げられる。

このような状況の下，我々は，普及した情報技術を利他主義に基づいて市民が使うことにより，地域社会の安全性を向上させよう

とする考え方「e 自警ネットワーク」を立案し、この考え方を普及させるために群馬大学工学部内に「e 自警ネットワーク研究会」を設立し、啓発・普及活動、研究開発に取り組んできた。e 自警ネットワークは、昔のコミュニティで機能していた防犯メカニズムを、監視手段として各人の目の代わりに各人が所有・管理するカメラを用い、記録手段として各人の記憶（脳）の代わりに各人が所有・管理するパーソナルコンピュータ（PC）を用いることにより、時間的に余裕の無くなった現代社会に適合する形で再現しようという考え方である（図1）。

これまで我々は、e 自警ネットワークの社会科学的側面、無料配布ソフトウェアの概要、ホームランドセキュリティへの適用可能性等に関して種々の議論を行ってきた。監視システムの核となる監視ソフトウェア「代理EYE」を開発し無償配布するとともに、桐生市・桐生警察署と連携して監視システムの一般家庭への普及を推進してきた。また、NPO 飛組と研究会の共同研究として、前橋市日吉2丁目（約300世帯）の町内に20軒・30台のカメラを設置・運用してきた。また、桐生市教育委員会との協力により、桐生市の市立校全42校への監視システム導入を実現した。更に、群馬県住宅供給公社との共同研究事業として、前橋市「ロイヤルタウンみずき野（200戸の住宅団地）」への導入（群馬県住宅供給公社と協働）を行ってきた。

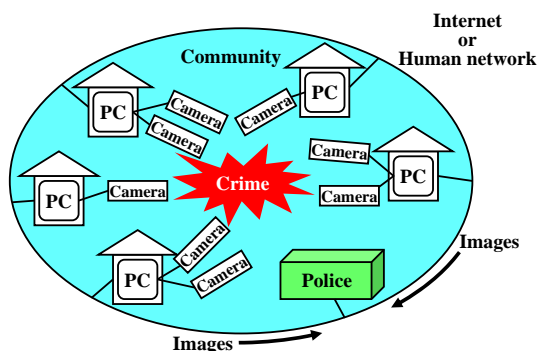


図1 e 自警ネットワークのコンセプト

このような導入実験を通じ、通行人のプライバシー侵害の危険性への危惧が、導入の際の大きな障害であることが分かってきた。防犯カメラ設置が、犯罪抑止・容疑者特定に対する効果は大きいですが、同時に、プライバシー侵害に対する危険性が懸念されることも事実である。しかしながら、「見て見ぬ振り」に代表される個人主義の否定的側面の蔓延や世界的な治安の悪化を受けて、防犯カメラ普及の流れは、もはや止め得ないものとなっていると考えられる。それ故、防犯カメラが持つ長所（犯罪抑止効果、容疑者の特定）を残し、短所（プライバシー侵害の可能性と高

いコスト）を抑制することは、社会的に非常に意義深いことであると考えられる。そこでプライバシー侵害の問題を解決するため、我々は画像の暗号化により画像の「所有者」と「閲覧権者」を明確に分離することを特徴とするプライバシー保護機能付防犯カメラシステムを考案し、外部検証実験を行ってきた。しかし、このようなプライバシー保護のコンセプトの導入はまだ初期段階にあり、爆発的なコンセプト普及のためには、これまで以上の今後の活動が必要不可欠である。

2. 研究の目的

本研究では、e 自警ネットワークの基本コンセプトとして次の2つを提唱し、これらコンセプトの普及を目的とする。

コンセプトA：PCとカメラを活用し、市民が身の回りを確実に見守る社会の実現

コンセプトB：暗号化保存により、地域の安全・安心が脅かされない限り、誰も画像を閲覧できないプライバシー保護の仕組み

「一人一人の市民が身の回りの出来事を見守る社会」を、広く普及した情報技術（PC、カメラ等）で実現しようというのが、これまでのe 自警ネットワークのコンセプト（コンセプトA）である。また、プライバシー侵害の問題を解消する決め手として、画像を暗号化し保存することにより、画像の「所有者」と「閲覧者」を明確に区別する新しいコンセプト（コンセプトB）を新たに提案する。このように本研究では、これまでのe 自警ネットワークのコンセプト（A）に、プライバシーのコンセプト（B）を追加したものを基本コンセプトとした、プライバシー保護機能付のe 自警システムの開発・改良、検証実験、啓発・普及活動を行うことを目的とする。最終的には暗号化を用いた地域社会用の新しい防犯カメラシステムというコンセプトの有用性を実証し、爆発的普及への臨界点を越えさせ、e 自警ネットワークが全国・全世界に爆発的に普及させ、犯罪を未然に防ぐ効果を得ることを目指す。

3. 研究の方法

本研究は、これまでのe 自警ネットワークのコンセプト（コンセプトA）とプライバシー侵害回避のためのコンセプト（コンセプトB）を合わせた新たなコンセプトの普及を目的としたものであり、その本質として実践を指向したものである。従って、地域社会への浸透のための様々な実験や技術開発を必要とする。このため本研究では、(1) 社会実験を通じた啓発・普及活動、(2) 新技術の開発、(3) 新デバイスの開発、(4) 適用バリエーションの拡大を検討する。

より詳細には、以下の通りである。

(1) 社会実験を通じた啓発・普及活動では、

これまでより実施している外部検証実験サイトでの問題点の抽出、打開策の探索、改良を行うとともに、新規な外部検証実験の候補地区を開拓し、プライバシー保護機能付ソフトウェアを軸とした導入を進める。また、新規開発したデバイスや適用バリエーション拡大のためのシステムをモデル地域に導入し、その効果を検証する。さらに、外部サイトでの検証や開発項目に関する報道発表を行うと共に、e 自警ネットワーク研究会ホームページ (www.e-jikei.org) での公開や講演会・説明会の開催を実施し、コンセプトの啓蒙・普及活動を実施する。

(2) 新技術の開発では、画像処理技術の導入の検討を行う。また、常時接続環境で継続的に安定運用可能な Linux で動作する監視ソフトウェアの開発を行う。

(3) 新デバイスの開発では、まだまだ PC を使いこなせる人が少ないという現状と踏まえ、PC 不要の All-in-One 型デバイス等の新規デバイスの開発を行うとともに、(1) の社会実験を通じて性能、導入効果、安定性・耐久性の検証を行う。また、普及に役立つような各種デバイスを開発する。

(4) 適用バリエーションの拡大では、住宅街や商店街以外の場所への設置に適したシステムの開発を行う。また、一般工事業者が扱うことに適した工事法の開発を行う。

4. 研究成果

(1) 社会実験を通じた啓蒙・普及活動

平成 21 年度は、これまでより実施している前橋市連取町住宅街、伊勢崎市駅前駐輪場、桐生市末広町商店街等の外部検証実験サイトで、導入システムの問題点の抽出やメンテナンスを実施した。

また、平成 21 年度～平成 22 年度にかけて、All-in-One 型デバイス「e 自警カメラ」の外部検証実験地区として桐生市立東小学校学区を選定し、デバイス導入及び社会実験を実施した。図 2 に本実験における防犯カメラの試行運用方法を示す。導入システムの性能及び安定性・耐久性を検証した結果、1 年以上に渡り安定動作することを実証した。地域住民を交えた討論会を実施した。さらに、平成 21 年度より、街灯一体型デバイスの外部検証実験地区として前橋市日吉町を選定し、デバイス導入及び社会実験を実施した。

平成 22 年度は、赤外線投光型防犯カメラシステムを桐生市立相生中学校に導入し、社会実験を実施した。また、桐生市立相生中学校、伊勢崎市駅前駐輪場及び桐生市立東小学校学区の外部サイトにおいてアンケート調査を実施し、プライバシー保護機能付き防犯カメラの導入効果を検証した。その結果、防犯カメラ設置による安心感や犯罪抑止効果は高く、また、プライバシー保護機能を十分

に認知させることでプライバシー侵害への不安を解消できる可能性を見出した。

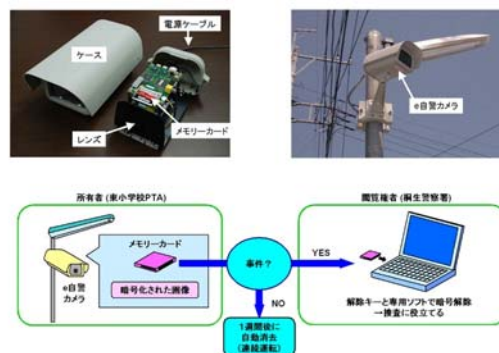


図 2 桐生市立東小学校学区における防犯カメラの試行運用方法

平成 23 年度は、開発したセンサーライト一体型防犯カメラシステムを桐生市末広町および桐生市本町の商店街に合計 20 台導入し、プライバシーを配慮した運用形態による社会実験を実施した。また、大規模商業施設における安全・安心の向上のため、2 重暗号化方法を適用したプライバシー保護機能付き防犯カメラシステムを桐生市の商業施設に導入し、社会実験を実施した。平成 24 年度もこれらの導入実験を継続中である。

啓蒙・普及活動の推進としては、外部検証実験に関する報道発表、及び、e 自警ネットワーク研究会ホームページでの公開を継続的に実施した。また、市民向けの防犯セミナーを 2009 年 10 月 29 日、2011 年 3 月 10 日、2011 年 6 月 25 日、2011 年 12 月 10 日と述べ 4 回桐生市において実施した。

(2) 新技術の開発

平成 21 年度は、プライバシー保護と自衛目的閲覧を両立するための画像処理技術を取り入れた監視ソフトウェアの開発を行った。このソフトウェアでは、保存画像として、従来の暗号化画像 (全画面が鮮明な画像) に加え、暗号化しない敷地外モザイク化画像を用意する。これにより、暗号化画像 (全画面が鮮明な画像) は、従来のように暗号解除キーを持つ閲覧権者のみが閲覧できるとともに、画像の所有者も自衛のため敷地外モザイク化画像を閲覧できる。本ソフトウェアを伊勢崎市駅前駐輪場及び桐生市末広町商店街に導入して動作検証を行い、本ソフトウェアの有効性を確認した。

また、Linux 環境で安定動作が可能となる監視ソフトウェアを開発した。廃棄するような旧型のパソコンでも十分に動作するため、本ソフトウェアにより非常に安価に防犯カメラシステムを実現できる。本ソフトウェアを用いた防犯カメラシステムを桐生市立青年の家に導入して動作試験を実施し、本ソフ

トウェアの安定性を確認した。

さらに、暗号解除のためのキーをふたつ使い、防犯カメラの設置管理者が一方のキーのみを有することで動作確認時にモザイク化された不鮮明画像を閲覧することが可能な、プライバシー保護機能付き防犯カメラの2重暗号化方法を開発した。

(3)新デバイスの開発

平成 21 年度は、(株)ロッキーと協力し、プライバシー保護機能付き All-in-One 型デバイス「e 自警カメラ」を開発した。本デバイスでは、内蔵したメモ리카ードの画像を暗号化して保存することによりプライバシー保護を実現する。パソコンを使うこれまでのデバイスとは異なり、単体で動作可能であり、AC100V 電源があれば屋外設置が可能となる。これにより、パソコン不要かつプライバシー侵害の可能性をほぼ完全に解消した防犯カメラシステムを構築することができる。

また、夜間の監視を行うための新デバイスとして、トステック(株)と協力し、e 自警カメラと同様のプライバシー保護機能を搭載した街灯一体型デバイス「e 自警灯」を開発した。また平成 22 年度は、プライバシー保護機能を付加した赤外線投光型防犯カメラシステムを開発した。さらに、平成 23 年度は SD カードに画像を保存し AC100V 電源供給のみで動作できる夜間監視に適するセンサーライト一体型防犯カメラシステムを開発した。

なお、これらの開発した全てのデバイスについて、(1)で述べたように外部検証サイトへの導入を行っている。

(4)適用バリエーションの拡大

平成 21 年度は、共同住宅・アパートのエレベータやエントランスホールへの設置に適した照明揺らぎの影響を低減するためのアルゴリズムを開発した。

また、平成 22 年度は、配線工事が不要となる All-in-One 型防犯カメラシステム「e 自警神出鬼没カメラ」を開発した。本防犯システムは、メモリ及びバッテリーを内蔵したものであり、電源が得られない場所、急を要する状況、あるいは、電源工事が難しい状況などにおける監視に適用できる。本防犯カメラシステムを伊勢崎市内の果樹園に導入し、平成 22 年度～平成 23 年度にかけて社会実験を継続的に実施するとともに、導入システムのメンテナンスを行った。

なお、上述の(1)～(4)で得られた成果は、第 5 節で示すとおり、14 本の雑誌論文及び 13 本の学会発表において公表した。また、5 件の特許出願を行った。これらに加えて、51 回の新聞報道、6 回のテレビ報道を受けた。

さらに、前橋警察署から感謝状 1 通、桐生警察署から感謝状 3 通、桐生地区地域安全活動推進協議会から感謝状 3 通を授与された。これらの実績は我々の研究が十分に認知され成果を上げてきたことを示すものであり、本研究により得られた成果は、地域社会の安全・安心に対して多大な貢献をもたらすものと期待している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 14 件)

- ① K. S. Koralalage, N. Yoshiura, "OTag: Architecture to Represent Real World Objects in RF Tags to Improve Future Intelligent Transportation Systems," *Journal of Convergence Information Technology*, Vol. 4, pp. 30-48, 2009, 査読有
- ② K. Kobayashi, K. Maru, N. Ohta, N. Yoshiura, H. Ueda, P. Yupapin, Y. Fujii, "Creating worldwide community safety with present technology and privacy protection: The e-JIKEI Network project," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 6-13, 2010, 査読有
- ③ K. S. Koralalage, N. Yoshiura, "Restrained surveillance towards community benefit," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 28-35, 2010, 査読有
- ④ N. Yoshiura, Y. Neya, "USB memory for surveillance camera software," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 36-41, 2010, 査読有
- ⑤ K. Maru, Y. Fujii, Y. Sugita, N. Ohta, N. Yoshiura, H. Ueda, S. Shiraki, "Security of communities based on the e-JIKEI Network with information technology and altruism," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 88-94, 2010, 査読有
- ⑥ S. Hommoh, K. Maru, K. Kobayashi, Y. Eguchi, Y. Sugita, M. Yokota, N. Ohta, H. Ueda, Y. Fujii, "A review of Dairi EYE Lock in security camera system with privacy protection," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 95-99, 2010, 査読有
- ⑦ M. Sonoda, K. Maru, K. Kobayashi, M. S. B. Sufian, Y. Sugita, R. Sakurai, Y. Fujii, "Social experiment for security camera which protects privacy embedded

- in vending machine," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 100-104, 2010, 査読有
- ⑧ T. Yokote, Y. Fujii, K. Maru, N. Yoshiura, N. Ohta, H. Ueda, "Introduction of security camera system with privacy protection into a residential area," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 105-110, 2010, 査読有
- ⑨ T. Jin, H. Hoshino, Y. Fujii, H. Jia, K. Maru, W. Hou, "Color estimation base on a giving color estimation PC-based system," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 120-124, 2010, 査読有
- ⑩ N. Nagai, Y. Fujii, H. Ueda, K. Maru, S. Kumakura, "PC-based monitoring system for efficient use of day care centers for elderly people," *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, pp. 204-208, 2010, 査読有
- ⑪ Y. Fujii, K. Maru, K. Kobayashi, N. Yoshiura, N. Ohta, H. Ueda, P. Yupapin, "e-JIKEI Network using e-JIKEI Cameras: Community security using considerable number of cheap stand-alone cameras," *Safety Science* Vol. 48, pp. 921-925, 2010, 査読有
- ⑫ T. Jin, H. Jia, W. Hou, R. Yamamoto, N. Nagai, Y. Fujii, K. Maru, N. Ohta, K. Shimada, "Evaluating 3D position and velocity of subject in parabolic flight experiment by use of the binocular stereo vision measurement," *Chinese Optics Letters*, Vol. 8, pp. 601-605, 2010, 査読有
- ⑬ T. Jin, H. Jia, W. Hou, R. Yamamoto, N. Nagai, Y. Fujii, K. Maru, N. Ohta, K. Shimada, "Motion pose estimated based on the binocular stereo camera," *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 36, pp. 494-496, 2010, 査読有
- ⑭ V. Prashyanusorn, Y. Fuji, S. Kaviya, S. Mitatha, P. Yupapin, "Sustainable tourism using security cameras with privacy protecting ability," *Journal of Information Security*, Vol. 1, pp. 67-72, 2010, 査読有
- [学会発表] (計 13 件)
- ① K. S. Koralalage, N. Yoshiura, "Formal Analysis of OTag Protocol on Authentication and Confidentiality," *First International ICST Conference DigiBiz 2009*, 2009年6月18日, London, United Kingdom
- ② Y. Fujii, K. Maru, N. Ohta, N. Yoshiura, H. Ueda, P. Yupapin, "Security camera network for privacy protection and community Safety - Is the stress from security cameras inevitable? -, " *International Conference on Security Camera Network, Privacy Protection and Community Safety 2009 (SPC 2009)*, 2009年10月28日, Kiryu, Japan
- ③ N. Yoshiura, "Some knowledge obtained in the activity of surveillance camera in E-Jikei Network Project," *SPC 2009*, 2009年10月28日, Kiryu, Japan
- ④ R. Yamaguchi, Y. Fujii, K. Maru, N. Yoshiura, N. Ohta, H. Ueda, T. Kuwabara, "Experiment of security camera system with privacy protection into shopping street by the e-JIKEI Network Promotion Institute," *SPC 2009*, 2009年10月28日, Kiryu, Japan
- ⑤ R. Yamamoto, Y. Fujii, K. Maru, N. Nagai, N. Ohta, T. Ito, "Restoration of images taken under oblique illumination by security camera with dirty lens," *SPC 2009*, 2009年10月28日, Kiryu, Japan
- ⑥ H. Hoshino, Y. Fujii, Y. Sugita, K. Maru, N. Ohta, T. Ito, R. Sakurai, "Estimation of color information from monochrome security camera," *SPC 2009*, 2009年10月28日, Kiryu, Japan
- ⑦ Y. Nakajima, Y. Fujii, K. Maru, "Development of security camera with privacy protection function that can be encrypted according to circumstances," *SPC 2009*, 2009年10月28日, Kiryu, Japan
- ⑧ N. Ohta, "Surveillance camera utilizing a disposed PC," *SPC 2009*, 2009年10月28日, Kiryu, Japan
- ⑨ K. S. Koralalage, N. Yoshiura, "Formal Analysis of OTag Protocol on Authentication and Confidentiality," *4th International Conference on Ubiquitous Information Technologies and Applications*, 2009年12月21日, Fukuoka, Japan
- ⑩ Y. Fujii, K. Maru, N. Ohta, T. Jin, Y. Kuwabara, V. Prashyanusorn, P. Prashyanusorn, S. Mitatha, P. P. Yupapin, N. Yoshiura, "The e-JIKEI Network: A Concept for Community Security by Means of Security Cameras at High Density," *3rd Joint Intl. Conference on Information & Communication Technology, Electric and Electrical Engineering*, 2010年12

- 月 23 日, Lao P. D. R.
- ⑪ N. Yoshura, "Discussion on Business of Free Software Products through E-Jikei Network Project," International Conference On Instrumentation, Communication, Information Technology and Biomedical Engineering, 2011 年 11 月 8 日, Bandung, Indonesia
- ⑫ 魏偉, 吉浦紀晃, 静的データレース検出における動的クラスローディングへの対策, 情報処理学会第 74 回全国大会, 2012 年 3 月 6 日, 名古屋, 日本
- ⑬ 閨芳紀, 吉浦紀晃, リアクティブシステム仕様の実現不能判定器の高速化, 情報処理学会第 74 回全国大会, 2012 年 3 月 8 日, 名古屋, 日本

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 5 件)

名称:所有者, 画像閲覧可能なものを知らしめる情報開示手段を持つことを特徴とする防犯カメラシステム

発明者:藤井雄作, 吉浦紀晃

権利者:NPO 法人 e 自警ネットワーク研究会
種類:特許

番号:特願 2009-185748

出願年月日:2009 年 8 月 10 日

国内外の別:国内

名称:交通信号機や防犯灯などの路上設置機器と一体型であるプライバシー保護機能付防犯カメラシステム

発明者:藤井雄作, 中村俊博, 山森利行

権利者:NPO 法人 e 自警ネットワーク研究会,
(株)トステック

種類:特許

番号:特願 2009-244759

出願年月日:2009 年 10 月 23 日

国内外の別:国内

名称:暗号化された画像を閲覧権者に応じた強度の不鮮明化処理を施した画像を出力することを特徴とする画像暗号化システム

発明者:藤井雄作, 吉浦紀晃

権利者:NPO 法人 e 自警ネットワーク研究会,
イージケイシステム(有), (株)トステック

種類:特許

番号:特願 2009-293787

出願年月日:2009 年 12 月 25 日

国内外の別:国内

名称:通信機能を備えた省エネ街灯システム
発明者:藤井雄作, 吉浦紀晃, 丸浩一, 小林幸次郎, ヒーリーチャ ユービーン, ケビィ ナナソールボン

権利者:NPO 法人 e 自警ネットワーク研究会,
イージケイシステム(有), (株)トステック

種類:特許

番号:特願 2010-29210

出願年月日:2010 年 2 月 12 日

国内外の別:国内

名称:防犯カメラシステム

発明者:藤井雄作, 吉浦紀晃, 丸浩一, 小林幸次郎, ヒーリーチャ ユービーン, ホンサック シカイ

権利者:NPO 法人 e 自警ネットワーク研究会,
イージケイシステム(有), (株)トステック

種類:特許

番号:特願 2010-42403

出願年月日:2010 年 2 月 26 日

国内外の別:国内

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.e-jikei.org/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

丸 浩一 (MARU KOICHI)

香川大学・工学部・准教授

研究者番号:00530164

(2) 研究分担者

藤井 雄作 (FUJII YUSAKU)

群馬大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号:80357904

太田 直哉 (OTA NAOKA)

群馬大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号:10270860

上田 浩 (UEDA HIROSHI)

京都大学・学術情報メディアセンター・准教授

研究者番号:30375159

吉浦 紀晃 (YOSHIURA NORIAKI)

埼玉大学・情報メディア基盤センター・准教授

研究者番号:00302969

田北 啓洋 (TAKITA AKIHIRO)

群馬大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号:20432768

(3) 連携研究者

無し