

第1章 ネットワーク研究部門

1.1 高機能ネットワーク研究分野

1.1.1 スタッフ

| 職名 | 氏名 | 専門分野 |
|---------------|--------------------------------------|------------------------|
| 教授 | 岡部 寿男 | コンピュータネットワーク |
| 客員教授 | Ji-Hoon Kang (2015 年 9 月～2016 年 9 月) | Database, Semantic Web |
| 准教授 | 宮崎 修一 | アルゴリズム, 計算量理論 |
| 特定研究員 (産官学連携) | 坂井 一美 | エネルギーの情報化 |

1.1.2 研究内容紹介

1.1.2.1 岡部寿男

次世代、次々世代インターネット技術により、あらゆるものがネットワーク機能を内蔵し、あらゆるところで利用可能となる、ユビキタスネットワーキング環境の実現と利用のための技術の研究を行っている。

IPv6 を用いたインターネットの高信頼化・高機能化 次世代インターネットの基本技術である IPv6 には、ネットワークの端末を識別するアドレス空間が広大 (2^{128}) にある。このアドレス空間を活用した、マルチホーミングによる高信頼化技術、モバイル技術、端末およびルータの自動設定技術を開発している。応用としては、インターネット家電、インターネット携帯電話、インターネット放送が挙げられる。

マルチメディアストリームデータのリアルタイム伝送 ベストエフォート型サービスであるインターネットで、映像・音声などのマルチメディアデータを高品質にリアルタイム伝送するため、資源予約プロトコルによる IP レベルでの品質 (QoS: Quality of Service) の保証や、誤り訂正符号、パスダイバーシティの活用などをサポートするマルチメディアストリーム配信システムを開発してきている。応用としては、遠隔講義用高品位映像伝送システム、IP ワイヤレスカメラ・マイクが挙げられる。

インターネット上の諸問題に対するアルゴリズムの設計と解析 インターネットを構築・運用する上で必要な高性能アルゴリズムの開発を行っている。特にルータのバッファ管理問題に対するオンラインアルゴリズム (全ての入力が与えられる前に判断を下すアルゴリズム) の設計と解析において成果をあげている。応用としては、ルータでのバッファ管理、ルーティングアルゴリズムが挙げられる。

インターネット上のコミュニケーションにおけるプライバシー保護と不正防止 インターネット上で見知らぬ相手と通信する際に、相互に必要な最小限の情報を交換し相手に不正を働かせないことを保証するための、暗号や電子証明などの技術を利用した安全なプロトコルの開発と、その応用、実装に関する研究を行っている。応用としては、ロケーションプライバシー、電子透かし、ネットワークゲーム、Web 認証が挙げられる。

エネルギーの情報化 オンデマンド型電力ネットワークの実現に向けて、情報通信技術をエネルギー管理へ応用する研究を行っている。インターネット上で使われているルーティングや資源予約などのプロトコルを電力ネットワークに適用させるための検討や、電力スイッチング技術の開発・実装を行っている。応用としては、省エネルギーの自動化が挙げられる。

1.1.2.2 宮崎 修一

ネットワーク問題やグラフ問題をはじめとした、離散組合せ問題に対するアルゴリズムの効率についての研究を行っている。最近では、NP 困難問題に対する近似アルゴリズムの近似度解析やオンラインアルゴリズムの競合比解析を主に行っている。

近似アルゴリズム 問題が NP 困難である場合、多項式時間で最適解を求めるアルゴリズムの存在は絶望的である。NP 困難問題に対するアプローチの一つとして、近似アルゴリズムがある。近似アルゴリズムでは、解の最適性をあきらめる代わりに、アルゴリズムの動作時間を多項式時間に限定するというものである。アルゴリズムの良さは、それが求める解と最適解との近さの最悪値（近似度）で評価される。厳密には、アルゴリズム A が r -近似アルゴリズムであるとは、任意の入力に対して A が求める解のコストと最適解のコストの比が r 倍以内であることを言う。近似アルゴリズムの研究は、主に、上限の研究（近似度がより 1 に近いアルゴリズムを開発すること）と下限の研究（ $P \neq NP$ の仮定の下で、近似度をそれより下げることが出来ないことを証明すること）の両面から行われている。

オンラインアルゴリズム 通常の問題は、入力が全て与えられてから計算を行う。オンライン問題では、入力はイベントの列として定義される。イベントが次々と与えられ、アルゴリズムは各イベントを処理していく。ただし、次のイベントが与えられる前に、現在のイベントに対する決定を下さなければならない。オンライン問題を解くアルゴリズムをオンラインアルゴリズムという。オンラインアルゴリズムの良さは、それが求める解と、入力を全て知ってから動作する（オフライン）アルゴリズムの解との近さの最悪値（競合比）で評価される。すなわち、アルゴリズム A が r -競合であるとは、任意の入力に対して A が求める解のコストと最適オフラインアルゴリズムのコストの比が r 倍以内であることを言う。オンラインアルゴリズムの研究も、近似アルゴリズムと同様に、上下限の両面からのアプローチがある。

1.1.3 2015 年度の研究活動状況

1.1.3.1 岡部 寿男

インターネットの高信頼化・高機能化 IPv6 の新しいアドレスアーキテクチャの特徴を活かすことで、モビリティとセキュリティの両立や、冗長経路による高信頼化・負荷分散などを実現する研究を行っている。具体的には、小規模なサイトが複数の上流 ISP への接続を持つ IPv6 サイトマルチホーミング環境におけるアドレス割当と経路制御、および必要な設定の自動化、TCP に代わる汎用の信頼性のあるトランスポート層プロトコルとして開発され、IETF で標準化が進められている SCTP（Stream Control Transport Protocol）におけるマルチホーム対応の改良などの課題に取り組んでいる。

マルチメディアストリームデータのリアルタイム伝送 高品位のマルチメディアストリームデータをインターネット上でリアルタイム伝送するための技術の研究を行っている。具体的には、SCTP を利用してバーストパケットロスのある環境で高品位映像を安定して伝送するためのツールを開発している。

インターネットにおけるプライバシー保護と不正防止 インターネット上に安全・安心な社会基盤を構築するためのプライバシー保護と不正防止の技術の研究を行っている。具体的には、無線 LAN ローミングや Web サービスなどにおけるシングルサインオン技術と認証連携技術、TTP（Trusted Third Party）を仮定しない配送内容証明可能な電子メールシステムなどである。また、大学間連携のための全国共同電子認証基盤構築事業（UPKI）をフィールドとして、開発した技術の応用も検討している。

エネルギーの情報化 科学技術振興機構京都地域研究成果展開事業（スーパークラスタープログラム）として、家庭、さらにはそれらが複数集まった地域等の面的エリア内で消費される電力に対して、情報通信技術（ICT）を活用して生活者の利便性を失わず、かつ生活者が意識することなく、確実に消費電力の削減を達成できる技術確立するため、「電力の流れの情報化」及び「供給電力の最適割り当て」に基づく電力管理・制御技術を研究開発している。

1.1.3.2 宮崎 修一

割当制約つき複数ナップサック問題に対する近似アルゴリズムの開発および実験的評価 複数の電源があり、各電源には供給できる電力が規定されている。また複数の電力消費機器があり、各機器には消費電力が規定されている。また、機器ごとにどの電源から電気を取ることが出来るかが決められている。さらに、各機器を使用してきた場合の使用者の満足度も定義されている。このような条件の下、機器を電源に割り当てて満足度の合計を最大化する問題を、複数ナップサック問題として定義した。本研究では複数ナップサック問題の2つのバージョンについて近似可能性と近似困難性を解析した。本結果は国際会議 CIAC 2015 にて発表した。

また、上記のアルゴリズムを実装し、計算機実験により性能を評価した。上記のアルゴリズムにはないアイデアを1つ加えることにより、アルゴリズムの性能が向上するという結果が得られた。本結果は、情報処理学会関西支部にて発表した。

安定マッチング問題に対する近似アルゴリズムの開発及び近似度の解析 安定結婚問題において希望リストに同順位と不完全性を許した場合、一般にサイズの異なる複数の安定マッチングが存在し、最大サイズの安定マッチングを求める問題 (MAX SMTI) は NP 困難となる。MAX SMTI は女性の希望リストにのみ同順位を許し、かつ同順位はリストの一番最後にしか現れないという制限をかけても NP 困難であり、ユニークゲーム予想の下では 1.25 より良い近似が出来ないことが分かっている。本研究では、この下限にマッチする近似度 1.25 のアルゴリズムを開発した。本研究結果は、国際会議 APPROX 2015 にて発表した。

スタイナー木詰め込み問題の解法とその実験的評価 一般に、ネットワークのリンクには「容量」が定義され、また、要求される VLAN には「要求帯域」がある。要求帯域を満たした上で、要求された全ての VLAN をネットワーク上に実現することが出来るか否かという問題をグラフ上の組み合わせ問題 (スタイナー木詰め込み問題) として定式化した。この問題を整数計画問題で表し、既存の整数計画ソルバを用いてその性能を評価した。本結果は、情報処理学会関西支部にて発表した。

下限付研修医配属問題 研修医配属問題において、病院は通常、配属される研修医数の上限のみを指定する。しかし、研修医不足解消などの理由から、配属数の下限も指定できることが好ましい。本研究ではこのような問題をモデル化し、通常の場合と違って必ずしも安定マッチングが存在しないことを示した。また、安定でない際には、できるだけ安定なマッチングを求めるのが自然であるが、本研究ではこれをブロッキングペアの数、ブロッキングペアに関わる研修医の数の両面から評価した。前者については $P \neq NP$ の仮定の下 $(|H| + |R|)^{1-\epsilon}$ 近似不可能という結果が得られた (H と R はそれぞれ病院と研修医の集合、 ϵ は任意に小さな正定数である)。また後者については $\sqrt{|R|}$ -近似可能であることを示した。本結果は 2011 年に国際会議 ESA 2011 にて発表していたが、今年度はそれを論文誌 Algorithmica にまとめ出版された。

1.1.4 研究業績

1.1.4.1 著書

- ・宮崎修一, グラフ理論入門～基本とアルゴリズム～, 森北出版株式会社, 2015-6.
- ・Shuichi Miyazaki, Stable Marriage Problem, Chapter 17 of Handbook of Graph Theory, Combinatorial Optimization, and Algorithms, Edited by Krishnaiyan "KT" Thulasiraman, Subramanian Arumugam, Andreas Brandstadt, and Takao Nishizeki, CRC Press, 2015-12.

1.1.4.2 学術論文

- ・Koki Hamada, Kazuo Iwama, and Shuichi Miyazaki, "The Hospitals/Residents Problem with Lower Quotas", Algorithmica, Volume 74, Issue 1, pp. 440–465, 2016-1.
- ・Daisuke Kotani, Kazuya Suzuki, Hideyuki Shimonishi, "A Multicast Tree Management Method Supporting Fast Failure Recovery and Dynamic Group Membership Changes in OpenFlow Networks", Journal of Information Processing, Vol. 24, No. 2, pp. 395–406, 2016-3.
- ・Daisuke Kotani, Yasuo Okabe, "A Packet-In Message Filtering Mechanism for Protection of Control Plane in OpenFlow

Switches”, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E99-D, No. 3, pp. 695–707, 2016-3.

1.1.4.3 国際会議（査読付き）

- Shuichi Miyazaki, Naoyuki Morimoto, Yasuo Okabe, “Approximability of Two Variants of Multiple Knapsack Problems”, Proc. 9th International Conference on Algorithms and Complexity (CIAC 2015) (Lecture Notes in Computer Science 9079), pp. 365–376, 2015-5.
- Tomotaka Maeda, Hiroki Nakano, Naoyuki Morimoto, Kazumi Sakai, Yasuo Okabe, “Design and Implementation of an On-demand Home Power Management System based on a Hierarchical Protocol”, The 3rd IEEE International Workshop on Consumer Devices and Systems (CDS2015), in Proc. 39th Annual International Computers, Software & Applications Conference (COMPSAC2015), pp. 188–193, 2015-7.
- Naoki Tsujio, Yasuo Okabe, “A Traceable and Pseudonymous P2P Information Distribution System”, The 1st IEEE International Workshop on Middleware for Cyber Security, Cloud Computing and Internetworking (MidCCI2015), in Proc. 39th Annual International Computers, Software & Applications Conference (COMPSAC2015), pp. 67–72, 2015-7.
- Chien-Chung Huang, Kazuo Iwama, Shuichi Miyazaki, Hiroki Yanagisawa, “A Tight Approximation Bound for the Stable Marriage Problem with Restricted Ties”, Proc. 18th International Workshop on Approximation Algorithms for Combinatorial Optimization Problems (APPROX 2015), pp. 361–380, 2015-8.
- Daisuke Kotani, Yasuo Okabe, “Fast Failure Detection of OpenFlow Channels”, Proc. The 11th Asian Internet Engineering Conference (AINTEC 2015), 2015-11.

1.1.4.4 国内会議（査読付き）

該当なし

1.1.4.5 その他研究会等

- 岡部寿男, “情報流を扱う上でのセキュリティとプライバシーの課題”, 第2回情報流シンポジウム, 2015-5.
- 岡部寿男, “大学における情報セキュリティ対策と情報セキュリティポリシーの浸透（基調講演）”, CAUA FORUM 2015 大学におけるサイバーセキュリティのこれから, 2015-6.
- 岡部寿男, 【通信がみえる一枚の写真】ガメラレーダ, 電子情報通信学会通信ソサイエティマガジン, 2015 年夏号（第33号）, 表3, 2015-6.
- 佐藤周行, 岡部寿男, 中村素典, 認証連携における仮名性を担保したユーザ同一性の確認, 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2015) シンポジウム論文集 [情報処理学会シンポジウムシリーズ], Vol. 2015, No. 1, pp. 890–895, 2015-7.
- Yasuo Okabe, Takaaki Komura, Motonori Nakamura, “EduroamShib: a privacy-aware eduroam account issuing system based on the GakuNin Shibboleth federation”, IAM (Identity and Access Management) WG, 40th Asia Pacific Advanced Network Meeting, 2015-8.
- 大月仁志, 森本尚之, 宮崎修一, 岡部寿男, “整数計画を用いたシュタイナー木詰め込み問題の解法とその実験的評価”, 平成27年度情報処理学会関西支部支部大会 B-02, 2015-9.
- 藤井海斗, 森本尚之, 宮崎修一, 岡部寿男, “割当制約つき複数ナップサック問題に対する近似アルゴリズムの実験的評価”, 平成27年度情報処理学会関西支部支部大会 B-03, 2015-9.
- 坂井一美, 中野博樹, 岡部寿男, “電力パケット配送プロトコルの設計”, 第38回インターネット技術第163委員会 (ITRC) 研究会展示デモ紹介セッション, 2015-11.
- 岡部寿男, “オンデマンド型電力配送と電力のパケット化”, 東北大学電気通信研究所平成27年度共同プロジェクト研究合同発表会, 2015-11.
- 岡部寿男, “オンデマンド型電力ネットワークと電力のパケット化”, 第18回京都大学-NTT IMC 研究会, 2016-1.
- 中野博樹, 坂井一美, 岡部寿男, “電力パケット配送プロトコルの設計”, 京都大学第10回 ICT イノベーション, 2016-2.
- 宮崎修一, “安定マッチングを利用した配属システムの研究”, 京都大学第10回 ICT イノベーション, 2016-2.
- 伊藤友浩, 岡部寿男, “複数の IdP を用いたシングルサインオンの提案と実装”, 電子情報通信学会 2016 年総

合大会学生ポスターセッション ISS-P-130, 2016-3.

- ・桑原貴明, 岡部寿男, “DDoS 攻撃を防止するソフトウェアルータについて”, 電子情報通信学会 2016 年総合大会学生ポスターセッション ISS-P-139, 2016-3.
- ・岡部寿男, 山口弘純, 安本慶一, “情報流技術とエッジコンピューティング”, 電子情報通信学会 2016 年総合大会 BP-3-3, 2016-3.

1.1.5 研究助成金

- ・岡部寿男, 科学技術振興機構京都地域研究成果展開事業 (スーパークラスタープログラム), クリーン・低環境負荷社会を実現する高効率エネルギー利用システムの構築, 2013 年度: 3,520 千円, 2014 年度: 6,996 千円, 2015 年度: 5,000 千円, 2013 年度～2017 年度.
- ・岡部寿男, 日本学術振興会科学研究補助金基盤研究 (B) 及び学術研究助成基金助成金, フラッシュクラウド耐性のあるオープンなメッセージ型 Web 情報共有基盤, 2014 年度: 2,600 千円, 2015 年度: 17,900 千円, 2016 年度: 2,600 千円, 2017 年度: 2,700 千円, 2018 年度: 2,500 千円, 2014 年度～2018 年度.
- ・岡部寿男, 寄付金, U2A 研究会, 300 千円.
- ・宮崎修一, 文部科学省科学研究補助金基盤研究 (C), 安定マッチング問題の合理的なモデル化とアルゴリズム開発, 4,000 千円 (2012 年度: 1,100 千円, 2013 年度: 1,000 千円, 2014 年度: 1,000 千円, 2015 年度: 900 千円), 2012 年度～2015 年度.

1.1.6 特許等取得状況

該当なし

1.1.7 博士学位論文

- ・小谷大祐, Stability and Robustness of Control Planes in OpenFlow Networks, 岡部寿男

1.1.8 外国人来訪者

- ・Alberto Ragagnin, University of Udine (イタリア), 短期交流学生, 2015 年 11 月 1 日～11 月 30 日.

1.1.9 業務支援の実績

1.1.9.1 岡部 寿男

情報環境機構副機構長としてサービス全般を統括している. 全学情報セキュリティ委員会常置委員会委員として, 全学の情報セキュリティ対策にかかわっている. また国立情報学研究所学術情報ネットワーク運営・連携本部委員, 同認証作業部会主査として, 国立情報学研究所や七大学等と共同で, 学術情報ネットワークの構築・運用や大学電子認証基盤の共通仕様化・連携運用のための検討を行っている.

1.1.9.2 宮崎 修一

広報誌 Info! の編集委員として編集に携わった.

1.1.10 対外活動 (学会委員・役員, 招待講演, 受賞, 非常勤講師, 集中講義など)

1.1.10.1 学会委員・役員

- ・岡部寿男, 電子情報通信学会, 通信ソサイエティ執行委員会委員, 2015 年 6 月～2018 年 3 月
- ・岡部寿男, 電子情報通信学会, 大会委員会委員, 2015 年 6 月～2018 年 3 月
- ・岡部寿男, 電子情報通信学会, 通信ソサイエティ研専運営会議副議長, 2015 年 6 月～2018 年 3 月

- ・岡部寿男, 電子情報通信学会, 通信ソサイエティ和文マガジン編集委員, 2011年5月～2015年6月
- ・岡部寿男, 電子情報通信学会, ソサイエティ論文誌編集委員会・査読委員 2015年6月～2017年3月
- ・宮崎修一, 電子情報通信学会, ソサイエティ論文誌編集委員会・査読委員
- ・宮崎修一, 電子情報通信学会, 情報・システムソサイエティ誌編集委員会・特任幹事, 2014年6月～
- ・宮崎修一, 情報処理学会関西支部, 幹事, 2013年6月～2015年5月
- ・宮崎修一, 情報処理学会関西支部, 支部委員, 2015年5月～2017年5月
- ・宮崎修一, 18th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs (JCDCGG 2015), Organizing Committee

1.1.10.2 各種委員・役員

- ・岡部寿男, IT コンソーシアム京都・委員, 2014年7月～2016年3月
- ・岡部寿男, 近畿情報通信協議会・幹事, 2015年5月～2016年4月
- ・岡部寿男, 国立情報学研究所, 学術情報ネットワーク運営・連携本部委員, 2015年4月～2016年3月
- ・岡部寿男, 国立情報学研究所, 学術情報ネットワーク運営・連携本部認証作業部会・委員, 2015年4月～2016年3月
- ・岡部寿男, 国立情報学研究所, 学術情報ネットワーク運営・連携本部高等教育機関における情報セキュリティポリシー推進部会・委員, 2015年4月～2016年3月
- ・岡部寿男, 国立情報学研究所, 学術認証運営委員会委員, 2015年7月～2016年3月
- ・岡部寿男, 九州大学大学院システム情報科学府博士後期課程学生アドバイザー委員, 2015年7月～2018年3月
- ・岡部寿男, 文部科学省, 科学技術・学術審議会専門委員, 2013年2月～2017年2月
- ・岡部寿男, 理化学研究所, 計算科学研究機構エクサスケールコンピューティング技術諮問委員会委員, ～2016年3月
- ・岡部寿男, JPCERT コーディネーションセンター, 「平成27年度サイバーセキュリティ経済基盤構築事業(サイバー攻撃等国際連携対応調整事業)」事業評価委員会, 2015年9月～2016年3月
- ・岡部寿男, 大阪電気通信大学, 総務省「戦略的情報通信研究開発事業(SCOPE)」に係る委員, 2015年11月～2016年3月
- ・岡部寿男, 大阪大学サイバーメディアセンター, 全国共同利用運営委員会委員, 2014年4月～2016年3月

1.1.10.3 受賞

- ・岡部寿男, 情報処理学会 DICOMO2015 優秀論文賞(佐藤周行, 岡部寿男, 中村素典, “認証連携における仮名性を担保したユーザ同一性の確認”), 2015年8月.
- ・岡部寿男, 電子情報通信学会 通信ソサイエティ活動功労賞, 2015年9月.

1.1.10.4 客員教員・非常勤講師

- ・岡部寿男, 京都大学工学部, コンピュータネットワーク, 2015年4月～2015年9月
- ・宮崎修一, 京都大学工学部, グラフ理論, 2015年10月～2016年3月

1.1.10.5 集中講義

該当なし

1.1.10.6 招待講演

該当なし

1.1.10.7 地域貢献

- ・宮崎修一, “コンピュータサイエンスの数学 ～アルゴリズム理論, 安定結婚問題, $P \neq NP$ 予想～”, 京都大学サマースクール 2015, 2015年8月20日.

1.1.10.8 その他

該当なし