

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 3 月 31 日現在

機関番号：34506

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500086

研究課題名（和文） 多元移動体無線通信網におけるアクセス方式とトラヒックの解析と最適化に関する研究

研究課題名（英文） Studies on Access Method, Analysis of Traffic and Optimization in Multimedia Mobile Wireless Communication Networks

研究代表者

岳 五一（Wuyi Yue）

甲南大学・知能情報学部・教授

研究者番号：50234175

研究成果の概要（和文）：

本研究では、アドホック端末、携帯電話などの超高速移動体通信や、無線インターネット、アドホック無線LANを中心とする高度融合の次世代の高速・広帯域マルチメディア移動体無線通信ネットワークを対象に、多段接続方式、マルチチャネル等の多重アクセス方式、そして異種トラヒックに関する性能解析及び性能評価を行い、性能最適化と最適制御方式の提案と検証、ルーティング制御と分散型制御に関する研究を行ってきた。

研究成果の概要（英文）：

This research work focused on the development and application of analytical modeling, simulation, and measurement-based performance evaluation techniques to the area of such wireless communication networks. This research work includes:

- * Performance modeling and analysis of next-generation mobile WiMAX networks, wireless MANs, wireless sensor networks and ad hoc Networks
- * Congestion and flow control
- * Traffic management and routing
- * Design and system management of networks and protocols
- * Multimedia based systems design, configuration and impact
- * Cost benefit analysis and economic impact of telecommunication systems
- * QoS of VoIP
- * Resource allocation management
- * Simulation models for optimization of scarce resources

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・計算機システム・ネットワーク

キーワード：無線通信システム、マルチトラヒック、帯域配分の最適化、ランダムアクセス、性能解析と評価

1. 研究開始当初の背景

近年、携帯電話、無線LAN、Bluetoothなどに代表される既存の無線通信技術に加え、通信が困難な環境下におけるアドホックネットワークやセンサネットワークのような、端末が移動する移動体無線通信に関する研究が盛んに行われてきた。これら新しいネットワークシステムの出現により、ユビキタス社会の通信インフラを構築するための基盤技術の重要性が増大している。このような背景下で、有限の資源である電波を有効活用し、モビリティ、マルチホップ、ランダムアクセス、多元トラヒックの特質を考慮した移動体無線通信ネットワークシステムを対象とする無線伝送・アクセス技術、無線システム構築技術、無線ネットワークング技術等に関する研究が必要となる。

一方、ユビキタス環境における移動体無線通信ネットワークの構築には、セルラー系広域システム、無線LANスポットシステム、アドホックシステム、モバイルP2Pネットワーク等が相互の特徴を生かしつつ、移動体同士が自律的につながる無線自律分散、無線移動マルチホップ、無線インターネット、車々間通信、携帯端末間通信等への応用を目指すモバイルアドホックネットワーク(MANET)が高度に融合する次世代移動体無線通信ネットワークの実現が必要となる。

このような高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークの実現に向け、固定ネットワークと異なるネットワークアクセスに適用可能な多重アクセスプロトコル、サービス品質を考慮した端末の移動による通信経路の再構築手法の開発、携帯電話と同程度の通信可能距離及び可動性と無線LAN以上の通信速度を兼ね備えるモバイル通信方式の提案、移動無線通信事業への応用が期待されている。

これまでに、申請者を含め、多くの研究者及び技術者は、高速、大容量、高通信品質の移動体通信を実現するために必要となる通信プロトコル、システムの性能解析、制御方式、等の様々な要素技術について盛んに研究を行ってきた。特に、申請者は無線移動通信システム、無線LAN、セルラー方式無線移動通信システム、アドホックネットワークなどに対してトラヒック理論、最適評価法、コンピュータシミュレーション技法などを用いてシステムの性能解析や性能評価に適用できる新しい定量的な評価法を導出し、情報工学的見地からシステムの最適化やシステム性能を改善するための有効なアクセス方法と新しい制御方式を提案してきた。さらに、

申請者は数値結果による提案方式の有効性を検証し、これらの方式における有効性や実現可能性を示した。しかし、無線自律分散、無線移動マルチホップ、無線インターネット、車々間通信や携帯端末間通信等への応用を目指すモバイルアドホックネットワーク(MANET)を中心とする高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークに関しては下記の如く多くの課題が残されている。

2. 研究の目的

本研究では、上記の研究課題を中心に、有限の資源である電波を有効活用し、モビリティ、マルチホップ、ランダムアクセス、多元トラヒックの特質を考慮した移動体無線通信ネットワークシステムに関する研究に焦点をあて、無線自律分散、無線移動マルチホップ、無線インターネット、モバイルアドホックネットワークの高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークにおけるシステムの最適な資源配分と制御、多元通信ネットワークにおけるトラヒック工学設計と性能評価を中心に研究を進めたい。また、これらの高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークに対して待ち行列理論及びコンピュータシミュレーション技法などを用いてシステムの性能解析や性能評価に適用できる新しい定量的な評価法を導出し、システム性能を改善するための有効なアクセス方法、新しいルーティング制御方式を提案する。さらに通信プロトコル、システムの性能解析、制御方式、様々な要素技術について研究を行い、数値結果による提案方式の有効性を検証し、これらの方式の実現可能性を示す。

具体的な研究内容は下記のとおりである。

- (1) 多元トラヒックによるランダムアクセス方式の開発と評価：高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークにおける多元トラヒックに適用可能な回線交換処理方式、多元トラヒックに適用可能なランダムアクセス方式を融合した有効な無線周波数割当て方式、パケット多重転送技術とルーティングプロトコルを提案して、提案の有効性を数値的に示す。
- (2) 多元トラヒックに適用可能な周波数帯域配分の性能制御の最適化：無線多元トラヒック通信ネットワークにおける周波数帯域配分に対する最適化確率モデルを提案し、QoSを考慮した多元トラヒックアクセス周波数帯域配分に関する性能最適化を図る。
- (3) 移動性を考慮した多元トラヒックの特性

の解明と解析：移動体のエリア移動時のハンドオーバー管理方式、移動中も携帯電話と同程度の通信可能距離・可動性、と無線LAN以上の通信速度を兼ね備える高速移動時のプロトコルの評価を行い、高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークにおけるメディアごとに異なる統計的性質を持つトラヒックの特性を統計解析の手法を用いて解明し、特に移動性を伴う高速移動体分散無線ネットワークにおける高速・大容量の多元トラヒックの特性が解析できる方法とルーティング制御方式の提案とその評価を行う。

- (4) 移動性無線マルチホップシステム特性の数値解析と制御方式の提案：高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークの構築に欠かせない移動端末同士や移動端末が中継ノードとなる動的マルチホップによる他ホップへの出力の特性（高次モーメントを含む）を解明するとともに、汎用性をもつマルチホップネットワークシステムの数値解析手法を提案する。そして、モバイル向けフロー制御方式を提案し、その有効性を数値的に示す。
- (5) 移動によるマルチホップの切断を考慮に入れた無線マルチホップネットワークシステムに関する性能解析と評価：多様な無線体通信ネットワークに対して応答時間、接続確立率、チャンネルの利用率などに関する解析と数値評価を行う。これにより、システムの性能評価量と切断率の間の相関関係を数値解析により明らかにし、システムの最適設計とネットワーク制御に対する手法の提案を行う。
- (6) 自律分散制御方式の提案と性能評価：不均質な分散システムに対して、付加情報をもとに移動端末間の公平さを注視するシステム資源能力に応じた付加分散を自律的に行う動的付加分散制御方式、及び最適なルーティングを高速に探索できるアルゴリズムを提案し、その有効性を数値的に示す。
- (7) 最適パワー制御方式の提案と検証：無線通信環境における受信機側の電力配分問題と端末省電力問題に対する最適パワー制御の数値計算方式を提案し、方法の有効性を数値計算により検証する。また移動端末の省電力を考慮したルーティングプロトコルを提案して、システムの性能評価を行い、プロトコルの有効性を示す。

3. 研究の方法

本研究では、上記の研究課題を中心に、こ

れまでの研究成果を活かして、有限の資源である電波を有効活用し、モビリティ、マルチホップ、ランダムアクセス、多元トラヒックの特質を考慮した移動体無線通信ネットワークシステムの研究に焦点をあて、無線自律分散、無線移動マルチホップ、無線インターネット、モバイルアドホックネットワークの高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークにおけるシステムの最適な資源配分と制御、多元通信ネットワークにおけるトラヒック工学設計と性能評価、移動体無線通信に適用できる有効なアクセス方法と新しいルーティング制御方式の提案、および数値結果による提案方式の有効性の検証を中心に研究を進める。特にモバイルアドホックネットワークが高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークにおけるマルチホップアクセス方式、マルチチャネルによる多重アクセス方式、そして多元トラヒックを対象として、トラヒック理論及びコンピュータシミュレーション技法などを用いてシステムの性能解析や性能評価に適用できる新しい定量的な評価法を導出し、システム性能を改善するための有効なアクセス方法、新しいルーティング制御方式を提案する。さらに移動体無線通信の特性を考慮した通信プロトコル、制御方式、様々な要素技術について研究を行い、数値結果による提案方式の有効性を検証し、これらの方式の実現可能性を示す。また、無線移動体のランダムな移動性、移動体の省電力、多元トラヒックのQoSを考慮した周波数帯域配分の性能制御の最適化と最適パワー制御方式の提案と検証を行う。

4. 研究成果

(1) 平成 21 年度

2009 年度においては、本研究では、高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークにおけるアクセス方式とトラヒックの解析と最適化に関する研究課題を中心に、有限の資源である電波を有効活用し、モビリティ、マルチホップ、ランダムアクセス、多元トラヒックの特質を考慮した移動体無線通信ネットワークシステムに関する研究に焦点をあて、無線自律分散、無線移動マルチホップ、無線インターネット、モバイルアドホックネットワークの高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークにおけるシステムの最適な資源配分と制御、多元通信ネットワークにおけるトラヒック工学設計と性能評価を中心に研究を進めていた。特に、これらの高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークに対して待ち行列理論や性能最適化手法及びコンピュータシミュ

レーション技法などを用いてシステムの性能解析や性能評価に適用できる新しい定量的な評価法を導出した。さらに、システム性能を改善するための有効なアクセス方法、新しいルーティング制御方式を提案した。一方、通信プロトコル、システムの性能解析、制御方式、様々な要素技術について研究を行い、数値結果による提案方式の有効性を検証し、これらの方式の実現可能性を示した。その研究成果として、IEEE Transactionなどの学術論文誌、国際会議論文集、大学紀要などに計 24 件の関連技術論文を発表しており、5 件の学会発表を行った。また研究室の HP に研究成果リストを公表している。

(2) 平成 22 年度

2010年度においては、本研究では、2009年度の研究成果を踏まえ、多元移動体無線通信網におけるアクセス方式とトラヒックの解析と最適化に関する研究課題を引き続き研究を行ってきており、研究成果を多数得ている。

この1年間は、特に解析上で困難視にされている端末のモビリティ、マルチホップ、ランダムアクセス、多元トラヒックの特質を考慮して、センサネットワーク、多元移動通信ネットワーク、マルチホップリレーネットワーク、無線インターネット、モバイルアドホックネットワークにおけるトラヒック工学設計と性能評価、最適な資源配分と制御、有限の資源である電波の有効利用に関して、新しいルーティング制御方式の提案、待ち行列理論や性能最適化手法及びコンピュータシミュレーション技法などを応用した、これらのネットワークシステムの性能解析や性能評価に適用できる新しい定量的な解析法の開発、最適化技法の提案を中心に研究行ってきた。

一方、ネットワーク負荷の軽減、省エネルギー、ネットワークのライフなどをキーワードにした負荷分散に適したネットワークルーティング方式、最大ライフを持つルーティング方式やネットワーク全体のスループットの低下を抑える伝送方式の提案も積極的に行っており、さらに数値的な比較及び検証によりこれらの提案の有効性を判明した。これらの研究成果を、トップクラスの国際学術論文誌、査読付きの国際会議論文集、大学紀要などに計20件の関連技術論文を発表しており、5 件の学会発表を行った。また研究室のHPに研究成果リストを随時公表している。

(3) 平成 23 年度

2011 年度は本研究の最終年度である。2011 年においては、これまでの研究成果を踏まえ、高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークにおけるアクセス方式とトラヒ

ックの解析と最適化に関する研究課題を中心に引き続き、有限の資源である電波を有効活用し、モビリティ、マルチホップ、ランダムアクセス、多元トラヒックの特質を考慮した移動体無線通信ネットワークシステムに関する研究に焦点をあて、無線自律分散、無線移動マルチホップ、無線インターネット、モバイルアドホックネットワークの高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークにおけるシステムの最適な資源配分と制御、多元通信ネットワークにおけるトラヒック工学設計と性能評価を中心に研究を進めてきた。特に、これらの高度な融合による次世代移動体無線通信ネットワークに対して待ち行列理論や性能最適化手法及びコンピュータシミュレーション技法などを用いてシステムの性能解析や性能評価に適用できる新しい定量的な評価法を導出した。さらに、システム性能を改善するための有効なアクセス方法、新しいルーティング制御方式、最適化技法を提案した。一方、通信プロトコル、システムの性能解析、制御方式、様々な要素技術について研究を行い、数値結果による提案方式の有効性を検証し、これらの方式の実現可能性を示した。その研究成果として、トップクラスの国際学術論文誌、国際会議論文集、大学紀要などに計 29 件（うち 15 件査読付き）の関連技術論文を発表しており、3 件の学会発表を行った。また研究室の HP に研究成果リストを公表している。

5. 主な発表論文等 (研究代表者には下線)

[雑誌論文] (計68件) (紀要論文以外全て査読付き)

- [1] Shunfu Jin and Wuyi Yue, "System Modeling and Performance Analysis of the Power Saving Class Type II in BWA Networks," Journal of Global Optimization, DOI 10.1007/s10898-011-9839-2, 2012.
- [2] Shunfu Jin, Wuyi Yue, and Qingtian Sun, "Performance Analysis of the Sleep/Wakeup Protocol in a Wireless Sensor Network," International Journal of Innovative Computing, Information and Control, Vol. 8, No. 5, pp. 3833-3844, 2012.
- [3] Shunfu Jin, Wuyi Yue, and Zhanqiang Huo, "Performance Evaluation for Connection Oriented Service in the Next Generation Internet," Journal of Numerical Algebra, Control and Optimization, Vol. 1, No. 4, pp. 749-761, 2011.
- [4] Shunfu Jin and Wuyi Yue, "Performance Evaluation of Multi-traffic on Wireless Sensor Networks using a Novel DiffServ

- Mechanism,” Proc. of the 8th International Symposium on Wireless Communication Systems, pp. 377-381, 2011.
- [5] Shunfu Jin, Wuyi Yue, and Xuena Yan, “Performance Analysis of Multi-Hop with Sleep/Wakeup Protocol on Wireless Sensor Networks,” The 7th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference, pp. 1613-1617, 2011.
- [6] Jian-Qin Liu, Wuyi Yue, and Hiroaki Umehara, “Analysis of the Dynamics Mechanism of Flow Control in Communication Networks Based on Networked Control Systems,” Technical Report of IEICE, Vol. 111, No. 173, pp. 37-40, 2011.
- [7] Jian-Qin Liu, Wuyi Yue, and Hiroaki Umehara, “Designing a Filter for Internet Flow Control under Macro Dynamics: Towards Innovating Autonomous Network Architecture for Future Dynamics-Aware Internet,” Technical Report of IEICE, Vol. 111, No. 173, pp. 37-40, 2011.
- [8] Shunfu Jin and Wuyi Yue, “Performance Analysis and Evaluation of an Enhanced Power Saving Protocol in BWA Networks with Correlated Traffic,” Memoirs of Konan University, Intelligence and Informatics Series, Vol. 4, No. 2, pp. 153-166, 2011.
- [9] Wuyi Yue and Shunfu Jin, “Performance Analysis and Evaluation of an Enhanced Power Saving Protocol in BWA Networks with Correlated Traffic,” Memoirs of Konan University, Intelligence and Informatics Series, Vol. 4, No. 1, pp. 45-57, 2011.
- [10] Shunfu Jin, Wuyi Yue, and Qingtian Sun, “Performance Analysis of Multi-Hop with Sleep/Wakeup Protocol on Wireless Sensor Networks,” Proc. of the Queueing Symposium: Stochastic Models and Their Applications, Vol. 5, No. 3, pp. 106-115, 2011.
- [11] Lean Yu, Wuyi Yue, and Shouyang Wang, “Fuzzy-Based Network Bandwidth Design under Demand Uncertainty,” Journal of System Science Complex, Vol. 23, No. 1, pp. 61-70, 2011.
- [12] Shunfu Jin and Wuyi Yue, “Performance Analysis and Evaluation for Power Saving Class Type III in IEEE 802.16e Network,” Journal of Industrial and Management Optimization, Vol. 6, No. 3, pp. 691-708, 2010.
- [13] Wuyi Yue, Shunfu Jin and Min Gao, “Performance Analysis and Evaluation of Wireless Sensor Networks with a Novel Diff Serv Mechanism,” Memoirs of Konan University, Intelligence and Informatics Series, Vol. 3, No.1, pp. 73-85, 2010.
- [14] Wuyi Yue, Qingtian Sun, and Shunfu Jin, “Performance Analysis of Sensor Nodes in a WSN with a Sleep/Wakeup Protocol,” Memoirs of Konan University, Intelligence and Informatics Series, Vol. 3, No. 2, pp. 159-169, 2010.
- [15] Wuyi Yue, Qingtian Sun and Shunfu Jin, “Performance Analysis of Sensor Nodes in a WSN With Sleep/Wakeup Protocol,” Proc. of the 9th International Symposium on Operations Research and Its Applications, Vol. 12, pp. 370-377, 2010.
- [16] Shunfu Jin, Wuyi Yue and Xuena, “Performance Evaluation of Power Saving Mechanism in IEEE 802.16e Wireless MANs with Duplex Links,” Proc. of the 5th International Conference on Queueing Theory and Network Applications, Vol. 5, pp. 228-231, 2010.
- [17] Shunfu Jin and Wuyi Yue, “Performance Evaluation of Self-Similar Traffic in Multimedia Wireless Communication Networks with Power Saving Class Type III in IEEE 802.16e,” Proc. of the 2010 IEEE International Conference on Wireless Communications, Networking and Information Security, pp. 436-440, 2010.
- [18] Wuyi Yue and Shunfu Jin, “Performance Analysis and Evaluation of Wireless Mobile Networks using the Power Saving Class Type III in IEEE 802.16e with Self-similar Traffic,” Proc. of the 41st ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications, pp. 166-171, 2010.
- [19] Wuyi Yue and Shunfu Jin, “Performance Analysis for Power Saving Class Type III of IEEE 802.16e in WiMAX,” Proc. of the 3rd International Symposium on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies, CD-ROM 5 pages, 2010.
- [20] Shunfu Jin, Wuyi Yue, and Li Han, “Performance Evaluation of an Enhanced PSC of Type III in IEEE 802.16e with Self-Similar Traffic based on a Multiple Vacation Queueing Model,” Proc. of the Queueing Symposium: Stochastic Models and Their Applications, pp. 138-147, 2010.
- [21] Mark S. K. Lau, Wuyi Yue and Li Ping, “Equal Power Allocation of IDMA Systems: Feasibility, Optimality, and Throughput,” IEEE Transactions on Wireless

- Communications, Vol. 8, No. 2, pp. 746-756, 2009.
- [22] Shunfu Jin, Wuyi Yue and Naishuo Tian, "Performance Analysis of ARQ Schemes in Self-Similar Traffic," *Advances in Queueing Theory and Network Applications*, pp. 229-246, 2009.
- [23] Zhanqiang Huo, Wuyi Yue, Naishuo Tian and Shunfu Jin, "Performance Evaluation for the Sleep Mode in the IEEE 802.16e Based on a Queueing Model with Close-down Time and Multiple Vacations," *Journal of Industrial and Management Optimization (JIMO)*, Vol. 5, No. 3, pp. 511-524, 2009.
- [24] Lean Yu, Wuyi Yue and Shouyang Wang, "Fuzzy Optimal Decision for Network Bandwidth Allocation with Demand Uncertainty," *Cutting-Edge Research Topics on Multiple Criteria Decision Making, Communications in Computer and Information Science*, Vol. 35, pp. 258-265, 2009.
- [25] Mark S. K. Lau and Wuyi Yue, "A Global Optimization Algorithm for Power Allocation of a Wireless Communication System," *Proc. of the First World Congress on Global Optimization in Engineering & Science*, CD-ROM 7 pages, 2009.
- [26] Shunfu Jin, Ranran Li, and Wuyi Yue, "Performance Analysis for Power Saving Class of Type II in Mobile MAN," *Proc. of the 8th International Symposium on Operations Research and Its Applications*, pp. 220-229, 2009.
- [27] Shunfu Jin, Li Han, and Wuyi Yue, "Performance Evaluation for the Power Saving Class of Type III with Sleep-delay in IEEE 802.16e," *Proc. of the 4th International Conference on Queueing Theory and Network Applications*, CD-ROM 6 pages, 2009.
- [28] Li Han, Shunfu Jin and Wuyi Yue, "Power Saving Class Type III with Sleep-Delay in IEEE 802.16e for Self-Similar Traffic," *Proc. of the 1st International Workshop on Cognitive Radio Network*, CD-ROM 5 pages, 2009.
- [29] Chih-Chin Liang, Chia-Hung Wang, Hsing Luh, Ping-Yu Hsu, and Wuyi Yue, "Proactive Peer-to-Peer Traffic Control when Delivering Large Amounts of Content within a Large-Scale Organization," *Proc. of the 9th International Conference on Next Generation Wired/Wireless Advanced Networking*, pp. 217-228, 2009.
- [30] Wuyi Yue, Li Han and Shunfu Jin,

- "Performance Analysis for Sleep Mode of Power Saving Class Type III in IEEE 802.16e with Self-similar Traffic," *Memoirs of Konan University, Intelligence and Informatics Series*, Vol. 2, No. 1, pp. 91-104, 2009.
- [31] Shunfu Jin, Wuyi Yue and Ranran Li, "Analytical Methods for Calculating the Performance of Wireless MAN with Power Saving Class Type II in IEEE 802.16e," *Memoirs of Konan University, Intelligence and Informatics Series*, Vol. 2, No. 2, pp. 119-131, 2009.

[学会発表] (計 8 件)

- [1] 黒田 一彌, 岳 五一, "電力消費及びリンク切断回避を考慮した省電力化法の提案と性能評価," 2012年電子情報通信学会総合大会, 岡山大学, 2012年3月21日.
- [2] Wuyi Yue, "A Global Optimization Algorithm for Power Allocation of a Wireless Communication System," *The First World Congress on Global Optimization*, June 1-5, Changsha, Hunan, China, 2009.
- [3] Wuyi Yue, "Optimization of Performance and Networks Design for Multi-traffic Communications," *The 2009 International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization*, April 24-26, Sanya, Hainan Island, China, 2009.

[図書] (計 8 件)

- [1] Wuyi Yue and Yutaka Takahashi, Special Issue: AIMS Publisher, "Queueing Theory and Network Applications," *Journal of Industrial and Management Optimization*, Vol. 7, No. 3, 195 pages, 2011.
- [2] Wuyi Yue, Yutaka Takahashi, and Hideaki Takagi, AIMS Publisher, "Queueing Theory and Network Applications," *Journal of Industrial and Management Optimization*, Vol. 6, No. 3, 207 pages, 2010.
- [3] Wuyi Yue, Yutaka Takahashi and Hideaki Takagi, Springer, "Advances in Queueing Theory and Network Applications," 315 pages, 2009.

[その他]

ホームページ等

<http://www.konan-u.ac.jp/~yue/professor/achievements.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岳 五一 (Wuyi Yue)

甲南大学・知能情報学部・教授

研究者番号 : 50234175