Title	条件付き相互情報量規範適応量子化に基づく信号処理設計と深層学習を用いた無線通信
Sub Title	Wireless communications using signal processing design based on conditional mutual information norm adaptive quantization and deep learning
Author	大槻, 知明(Otsuki, Tomoaki) 豊田, 健太郎(Toyoda, Kentaro)
Publisher	
Publication year	2023
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2022.)
JaLC DOI	
Abstract	本研究では，無線通信路に適した適応量子化及び量子化情報に基づく信号処理設計と，深層学習に基づくパラメータ最適化・入力推定を用いた超大容量・超低遅延・超低消費電力無線通信の実現を目指す． まず無線通信システムの様々な処理で重要となる通信路状態情報（CSI）のフィードバック方法について，自動符号化器）と転移学習，量子化等に基づくフィードバック情報量が少なく高い精度が得られる方法を複数提案し，IEEEの国際会議等で発表した．また，データを共有せずに優れた学習モデルを構築できる連合学習について，従来問題となっていたデバイスでの演算量とデバイスーサーバー間の通信量を減らす新たな連合学習を提案した． We propose a feedback method for CSI, based on autoencoder, trasnfer learning, quantization, and so on. We have proposed several methods to obtain high accuracy with small amount of feedback information, and have been presented at IEEE international conferences, etc. In addition, we proposed a new method of coalition learning that reduces the amount of computation in the device and the amount of communication between the device and the server, which had been a problem in the past. The results were presented at the IEEE International Conference on Wireless Communication Systems, and others. In addition, we proposed a new distance estimation method based on deep learning using Massive MIMO and millimeter wave, which will be key technologies in 5G and Beyond 5G. We also proposed a new distance estimation method based on deep learning for Massive MIMO and millimeter wave, which are key technologies for 5G and Beyond 5G.
Notes	研究種目：基盤研究 (B) (一般) 研究期間：2019～2022 課題番号：19H02142 研究分野：無線通信工学
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_19H02142seika

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　５ 年　 ５ 月 １９ 日現在

機関番号：３２６１２
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2019～2022
課題番号：１９Ｈ０２１４２

研究課題名（和文）条件付き相互情報量規範適応量子化に基づく信号処理設計と深層学習を用いた無線通信

研究課題名（英文）Wireless Communications using Signal Processing Design based on Conditional Mutual Information Norm Adaptive Quantization and Deep Learning

研究代表者
大槻　知明（Otsuki, Tomoaki）

慶應義塾大学・理工学部（矢上）・教授

研究者番号：１０２７７２８８

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　13,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では，無線通信路に適した適応量子化及び量子化情報に基づく信号処理設計と，深層学習に基づくパラメータ最適化・入力推定を用いた超大容量・超低遅延・超低消費電力無線通信の実現を目指す．
まず無線通信システムの様々な処理で重要となる通信路状態情報（CSI）のフィードバック方法について，自動符号化器）と転移学習，量子化等に基づくフィードバック情報量が少なく高い精度が得られる方法を複数提案し，IEEEの国際会議等で発表した．また，データを共有せずに優れた学習モデルを構築できる連合学習について，従来問題となっていたデバイスでの演算量とデバイスーサーバー間の通信量を減らす新たな連合学習を提案した．

研究成果の学術的意義や社会的意義
本研究では，無線通信路に適した適応量子化及び量子化情報に基づく信号処理設計と，深層学習に基づくパラメータ最適化・入力推定を用いた超大容量・超低遅延・超低消費電力無線通信の実現を目指し研究した．複数の方式を開発・提案したが，研究成果に基づき，Beyond 5Gや6Gで要求される大容量化及び処理遅延低減を実現することが期待される．また，コロナに対応する新たなアプリケーションとしても期待される．

研究成果の概要（英文）：We propose a feedback method for CSI, based on autoencoder, trasnfer learning, quantization, and so on. We have proposed several methods to obtain high accuracy with small amount of feedback information, and have been presented at IEEE international conferences, etc. In addition, we proposed a new method of coalition learning that reduces the amount of computation in the device and the amount of communication between the device and the server, which had been a problem in the past. The results were presented at the IEEE International Conference on Wireless Communication Systems, and others. In addition, we proposed a new distance estimation method based on deep learning using Massive MIMO and millimeter wave, which will be key technologies in 5G and Beyond 5G.
We also proposed a new distance estimation method based on deep learning for Massive MIMO and millimeter wave, which are key technologies for 5G and Beyond 5G.

研究分野：無線通信工学

キーワード：MIMO　CSI　深層学習　第6世代無線通信システム

様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

スマートフォンの急速な普及に伴い，様々なコンテンツをモバイル環境で利用するユーザが急増している．これに伴い，我が国のモバイルトラヒック量は，年率 2 倍以上で急増しており，将来的な周波数資源の不足が懸念されている．周波数利用効率の改善法として，非常に多くの送受信アンテナを用いる大規模 MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)などが，国内外で検討されている．しかし，これらの技術を用いた周波数利用効率の改善だけでは，モバイルトラヒックの急増に追いつかないと予想されている．また，大電力の基地局がカバーするセル内に，複数の小電力基地局を設置することで空間的な周波数利用効率を改善する手法がある．さらに周波数利用効率を高めるために基地局配置を高密度化すると，基地局間の距離が短くなり干渉が大きくなるため，適切な通信リソース制御が必要である．しかし，非常に多くのパラメータを最適化するのは，計算量の観点からも困難である．また，高度な信号処理技術に伴う演算量の増加により，電力消費量・遅延の増加も問題となっている．

一方，近年，深層学習に代表される機械学習が，様々な分野で既存のアルゴリズムよりも優れた特性を達成できることが示され注目されている．例えば，深層学習を誤り訂正符号の復号や受信機に適用し，従来の復号アルゴリズムや信号検出・復調法よりも，限定した条件ではあるが優れた特性を得られることが報告されている．

２．研究の目的

本研究では，無線通信路に適した適応量子化及び量子化情報に基づく信号処理設計と，深層学習に基づくパラメータ最適化・入力推定を用いた超大容量・超低遅延・超低消費電力無線通信の実現を目指す．具体的には，まず統計的性質が異なる種々の状態を取る未知の無線通信路に対する条件付き相互情報量規範の適応量子化法について検討する．次に，量子化情報に基づく通信路推定・誤り訂正復号器等の各種信号処理設計について検討する．条件付き相互情報量規範に基づく適応量子化で得られる量子化情報に基づき設計する各信号処理を用いることで，特性劣化を最小化しつつ演算量及び処理遅延を低減し，また，深層学習を用いて無線通信システムの各パラメータ最適化及び入力推定することで，大容量化及び処理遅延低減を実現することが期待される．

３．研究の方法

本研究では，次の 3 つの課題を設定し，重点的に取り組む．
課題 1：無線通信路に適した適応量子化法に関する研究
課題 2：適応量子化情報に基づく無線通信信号処理設計に関する研究
課題 3：深層学習を用いた無線通信システムパラメータ最適化及び入力推定に関する研究

まず，課題 1 では，無線通信路に適した適応量子化法を明らかにする．統計的性質が異なる種々の状態を取る未知の無線通信路に対する適応量子化法として，まず，無線通信路の確率密度関数を推定する．そして，推定確率密度関数を基に，受信信号と量子化信号間の条件付き相互情報量を最小化し，入力信号と量子化信号間の条件付き相互情報量を最大化する量子化方法を検討する．課題 1 により，受信機の信号処理による演算量を削減し，特性劣化を最小化しつつ低消費電力・低遅延の実現を目指す．

次に，課題 2 では，課題 1 で設計する適応量子化情報に基づく無線通信信号処理設計について研究する．無線通信信号処理として，MIMO システムにおける信号検出器や第 5 世代無線通信システムの制御チャネルの符号化として採用された Polar 符号の復号器などを対象とする．特に，MIMO システムにおける信号検出器として，非常に多くの送受信アンテナを用いる Massive MIMO システムの信頼度伝搬（BP: Belief Propagation）アルゴリズムに基づく信号検出法を対象とする．BP アルゴリズム中の対数尤度比などを適応量子化情報を用いて表現し，また近似・簡略化することで，演算量・遅延の低減を目指す．同様に，Polar 符号の復号器についても検討する．

課題 3 では，深層学習を用いた無線通信システムパラメータ最適化及び入力推定について研究する．無線通信システムを構成する要素として，例えば，変調器や通信路推定器，信号検出器，誤り訂正復号器などの各構成要素を対象とする．そして，各構成要素で用いられるパラメータ，例えば超多値変調時の信号点配置や，信号検出器・BP アルゴリズムで用いられる対数尤度の正規化パラメータなどを深層学習を用いて最適化し，特性を明らかにする．また，例えば誤り訂正復号器については，深層学習による入力推定を行い，非常に低遅延で復号可能な復号器を実現する．

これら 3 つの研究課題を通して，無線通信路に適した条件付き相互情報量規範適応量子化及び量子化情報に基づく信号処理設計と深層学習に基づくパラメータ最適化・入力推定を用いた超大容量・超低遅延・超低消費電力無線通信の実現を目指す．

４．研究成果

現在，5G の制御チャネルで用いられている Polar 符号に対して，復号アルゴリズムの一つである信頼度伝搬(BP: Belief Propageation)復号に着目した．Polar 符号の BP 復号に対し，受信信号と量子化信号間の条件付き相互情報量を最小化し，入力信号と量子化信号間の条件付き相互情報量を最大化する量子化方法を検討した．基本特性を計算機シミュレーションにより検討した．その結果，提案復号アルゴリズムが量子化誤差を低減しながら優れた復号特性を達成することを確認した．また，5G や 5G 以降の無線通信システムでも有望な技術と考えられている Massive MIMO について，低演算量で優れた検出特性を達成する BP アルゴリズムに基づく信号検出法について検討した．BP アルゴリズムの検出特性を改善するパラメータであるダンピングファクターについて，深層学習を用いることで繰り返しごとに適した値を見つけ，それを適用することで検出特性を改善した（図 1 参照）．さらに，Massive MIMO を用いる際に問題となる，通信路状態推定のため既知信号系列（パイロット系列）の複数セルにおける再利用による通信路状態推定劣化（パイロット汚染）について，深層学習を用いることでパイロット汚染の影響を低減し通信路状態推定精度を改善する通信路状態推定法を提案し，その有効性を確認した．
また，深層学習技術の一つである超解像技術を用いたミリ波 Massive MIMO における受信機からのフィードバック情報削減法を提案した．そして，その成果を IEEE の論文誌に投稿し採録された．さらに，ミリ波無線通信で問題となる遮蔽の影響を解析により評価し，その影響を低減する強化学習法に基づく方法を提案した．解析により評価し，その有効性を示した．
また，複数の無線通信システムが混在する cognitive 環境において，通信システムの変調方式を特定する深層学習に基づく軽量の変調識別器を設計した．計算機シミュレーションに基づく評価の結果，提案法は軽量でありながら，優れた識別特性を得られることを確認した．また，FDD (Frequency DivisionDuplex) 方式を用いたシステムでプリコーディングや MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) 信号検出などに用いる通信路状態情報（CSI: Channel StateInformation）を基地局で得る方法として，CSI のフィードバック法がある．この CSI フィードバック法に対し，フィードバック情報量を削減しながら高い精度を達成する方法として，転移学習を用いた手法を提案した．転移するモデルのソースデータとして，例えば 5G（第 5 世代位相通信システム）で規定されている通信路モデルを用いて，転移学習を用いることで他の通信路モデルに対し小量のデータを用いるだけで，優れた精度を達成することを示した(図 2 参照)．
これらの深層学習に基づく手法を用いることで，大容量・低遅延・低消費電力化が期待される．さらに無線通信システムの様々な処理で重要となる通信路状態情報（CSI: Channel State Information)のフィードバック方法について，自動符号化器(Autoencoder)と転移学習(Trasnfer Learning)，量子化等に基づくフィードバック情報量が少なく高い精度が得られる方法を複数提案し，IEEE の国際会議や電子情報通信学会無線通信システム研究会，電子情報学会大会等で発表した．また，データを共有せずに優れた学習モデルを構築できる連合学習について，従来問題となっていたデバイスでの演算量とデバイスーサーバー間の通信量を減らす新たな連合学習を提案した．

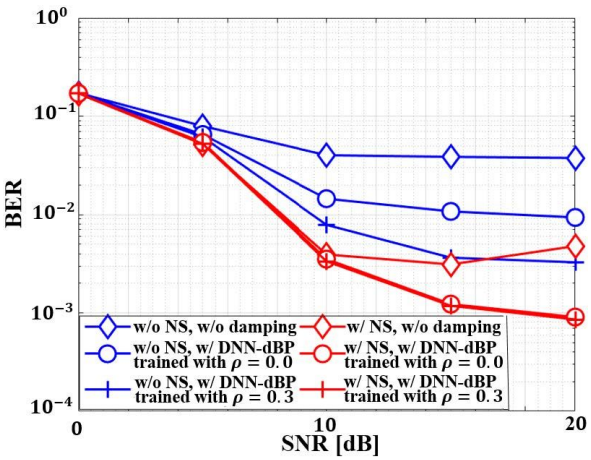

図 1　ダンピングファクターの深層学習を用いた BP 検出器の BER 特性

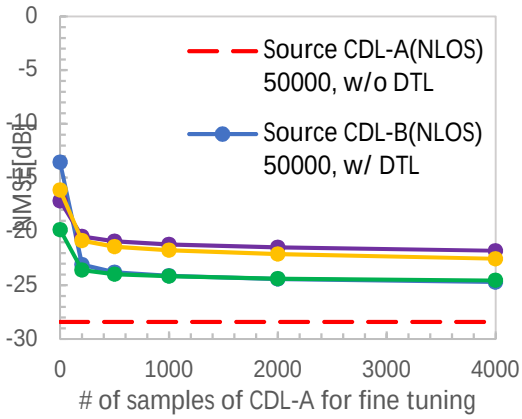

図 2　新相転移学習を用いた CSI フィードバック法の NMSE 特性

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計14件（うち査読付論文　14件／うち国際共著　10件／うちオープンアクセス　4件）

１．著者名 Fan Guanghui、Sun Jinlong、Gui Guan、Gacanin Haris、Adebisi Bamidele、Ohtsuki Tomoaki	４．巻 -
２．論文標題 Fully Convolutional Neural Network Based CSI Limited Feedback for FDD Massive MIMO Systems	５．発行年 2021年
３．雑誌名 IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking	６．最初と最後の頁 1～1
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TCCN.2021.3119945	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

１．著者名 Zhao Ruijie、Gui Guan、Xue Zhi、Yin Jie、Ohtsuki Tomoaki、Adebisi Bamidele、Gacanin Haris	４．巻 -
２．論文標題 A Novel Intrusion Detection Method Based on Lightweight Neural Network for Internet of Things	５．発行年 2021年
３．雑誌名 IEEE Internet of Things Journal	６．最初と最後の頁 1～1
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/JIOT.2021.3119055	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

１．著者名 Liu Yongnan、Guan Xin、Peng Yu、Chen Hongyang、Ohtsuki Tomoaki、Han Zhu	４．巻 40
２．論文標題 Blockchain-Based Task Offloading for Edge Computing on Low-Quality Data via Distributed Learning in the Internet of Energy	５．発行年 2022年
３．雑誌名 IEEE Journal on Selected Areas in Communications	６．最初と最後の頁 657～676
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/JSAC.2021.3118417	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

１．著者名 He Zhimin、Yin Jie、Wang Yu、Gui Guan、Adebisi Bamidele、Ohtsuki Tomoaki、Gacanin Haris、Sari Hikmet	４．巻 -
２．論文標題 Edge Device Identification Based on Federated Learning and Network Traffic Feature Engineering	５．発行年 2021年
３．雑誌名 IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking	６．最初と最後の頁 1～1
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TCCN.2021.3101239	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Fu Xue、Gui Guan、Wang Yu、Ohtsuki Tomoaki、Adebisi Bamidele、Gacanin Haris、Adachi Fumiyuki	4．巻 8
2．論文標題 Lightweight Automatic Modulation Classification Based on Decentralized Learning	5．発行年 2022年
3．雑誌名 IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking	6．最初と最後の頁 57～70
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TCCN.2021.3089178	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Zeng Jun、Sun Jinlong、Gui Guan、Adebisi Bamidele、Ohtsuki Tomoaki、Gacanin Haris、Sari Hikmet	4．巻 7
2．論文標題 Downlink CSI Feedback Algorithm With Deep Transfer Learning for FDD Massive MIMO Systems	5．発行年 2021年
3．雑誌名 IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking	6．最初と最後の頁 1253～1265
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TCCN.2021.3084409	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Wang Jie、Gui Guan、Ohtsuki Tomoaki、Adebisi Bamidele、Gacanin Haris、Sari Hikmet	4．巻 69
2．論文標題 Compressive Sampled CSI Feedback Method Based on Deep Learning for FDD Massive MIMO Systems	5．発行年 2021年
3．雑誌名 IEEE Transactions on Communications	6．最初と最後の頁 5873～5885
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TCOMM.2021.3086525	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 Song Xuan、Wang Jun、Wang Jie、Gui Guan、Ohtsuki Tomoaki、Gacanin Haris、Sari Hikmet	4．巻 10
2．論文標題 SALDR: Joint Self-Attention Learning and Dense Refine for Massive MIMO CSI Feedback With Multiple Compression Ratio	5．発行年 2021年
3．雑誌名 IEEE Wireless Communications Letters	6．最初と最後の頁 1899～1903
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/LWC.2021.3085317	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1．著者名 A. Yamada and T. Ohtsuki	4．巻 9
2．論文標題 Discrete BP Polar Decoder using Information Bottleneck MethodIEEE Access	5．発行年 2021年
3．雑誌名 IEEE Access	6．最初と最後の頁 10645-10656
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ACCESS.2021.3050411	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

1．著者名 H. Echigo, Y. Cao, M. Bouazizi, and T. Ohtsuki	4．巻 70
2．論文標題 A Deep Learning-based Low Overhead Beam Selection in mmWave Communications	5．発行年 2021年
3．雑誌名 IEEE Trans. on Vehicular Technology	6．最初と最後の頁 682-691
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TVT.2021.3049380	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

1．著者名 Hirose Hiroki、Ohtsuki Tomoaki、Gui Guan	4．巻 2
2．論文標題 Deep Learning-Based Channel Estimation for Massive MIMO Systems With Pilot Contamination	5．発行年 2021年
3．雑誌名 IEEE Open Journal of Vehicular Technology	6．最初と最後の頁 67～77
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/OJVT.2020.3045470	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1．著者名 Kumar S Yuva、Ohtsuki Tomoaki	4．巻 69
2．論文標題 Influence and Mitigation of Pedestrian Blockage at mmWave Cellular Networks	5．発行年 2020年
3．雑誌名 IEEE Transactions on Vehicular Technology	6．最初と最後の頁 15442～15457
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TVT.2020.3041660	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 Tachibana Junta、Ohtsuki Tomoaki	４．巻 8
２．論文標題 Learning and Analysis of Damping Factor in Massive MIMO Detection Using BP Algorithm With Node Selection	５．発行年 2020年
３．雑誌名 IEEE Access	６．最初と最後の頁 96859～96866
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ACCESS.2020.2995171	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 －

１．著者名 S. Yang, M. Bouazizi, Y. Cao, T. Ohtsuki,	４．巻 22
２．論文標題 Inter-User Distance Estimation Based on a New Type of Fingerprint in Massive MIMO System for COVID-19 Contact Detection	５．発行年 2022年
３．雑誌名 Sensors	６．最初と最後の頁 1,22
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/s22166211	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕　計26件（うち招待講演　3件／うち国際学会　13件）

１．発表者名 K. Endo, K. Yamamoto, and T. Ohtsuki
２．発表標題 A Study on Denoising Method Using Deep Image Prior for Radar Signal Processing
３．学会等名 2021 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2021)（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名 Y. Wang, J. Sun, J. Wang, J. Yang, B. Adebisi, T. Ohtsuki, and H. Gacanin,
２．発表標題 Multi-Rate Compression for Downlink CSI Based on Transfer Learning in FDD Massive MIMO Systems
３．学会等名 IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2021-Fall)（国際学会）
４．発表年 2021年

１．発表者名
X. Lu, M. Tao, X. Fu, T. Ohtsuki, H. Sari, and F. Adachi

２．発表標題
Lightweight Network Design Based on ResNet Structure for Modulation Recognition

３．学会等名
IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2021-Fall)（国際学会）

４．発表年
2021年

１．発表者名
H. Dai, Y. Yin, H. Huang, J. Yang, T. Ohtsuki, and H. Sari

２．発表標題
Weighted-Beam Superposition for mmWave Massive MIMO-NOMA Systems,

３．学会等名
IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2021-Fall)（国際学会）

４．発表年
2021年

１．発表者名
Y. Cao, S. Maghsudi, and T. Ohtsuki

２．発表標題
Mobility-Aware Routing and Caching: A Federated Learning Assisted Approach

３．学会等名
IEEE International Conference on Communications (ICC2021)（国際学会）

４．発表年
2021年

１．発表者名
橘 順太，大槻 知明

２．発表標題
ノード選択BPアルゴリズムを用いたMassive MIMO検出法におけるdamping係数の学習およびその解析

３．学会等名
電子情報通信学会無線通信システム研究会（RCS）

４．発表年
2020年

１．発表者名
廣瀬大輝，大槻知明

２．発表標題
パイロット汚染存在時のMassive MIMOにおける深層学習を利用したチャネル推定

３．学会等名
電子情報通信学会無線通信システム研究会（RCS）

４．発表年
2020年

１．発表者名
廣瀬大輝，大槻知明

２．発表標題
パイロット汚染存在時のMassive MIMOにおけるチャネルエイジングを低減する深層学習に基づくチャネル推定

３．学会等名
電子情報通信学会無線通信システム研究会（RCS）

４．発表年
2021年

１．発表者名
橘順太，大槻知明

２．発表標題
DIPによる残留干渉およびノイズ除去とDNNによるスケーリング係数学習を用いたBPアルゴリズム

３．学会等名
電子情報通信学会無線通信システム研究会（RCS）

４．発表年
2021年

１．発表者名
和田健史郎，大槻知明，柴田洋平，高畠航，星野兼次，長手厚史

２．発表標題
複数セル構成におけるファジィQ学習およびDeep Q Networkを用いたHAPs動的アンテナ制御

３．学会等名
電子情報通信学会無線通信システム研究会（RCS）

４．発表年
2021年

１．発表者名
大槻知明

２．発表標題
6Gに向けた知的無線通信

３．学会等名
電子情報通信学会無線通信システム研究会（RCS）（招待講演）

４．発表年
2021年

１．発表者名
H. Hirose, T. Ohtsuki, and G. Gui

２．発表標題
Deep Learning Aided Channel Estimation for Massive MIMO with Pilot Contamination

３．学会等名
IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM2020)（国際学会）

４．発表年
2020年

１．発表者名
A. Yamada and T. Ohtsuki

２．発表標題
Discrete Polar Decoder using Information Bottleneck Method

３．学会等名
IEEE International Conference on Communications (ICC2020（国際学会）

４．発表年
2020年

１．発表者名
J. Tachibana and T. Ohtsuki

２．発表標題
Damping Factor Learning of BP Detection with Node Selection in Massive MIMO using Neural Network

３．学会等名
IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2020-Spring)（国際学会）

４．発表年
2020年

１．発表者名
Y. Kumar and T. Ohtsuki

２．発表標題
User Association to Overcome Human Blockage at mmWave Cellular Networks

３．学会等名
IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2020-Spring)（国際学会）

４．発表年
2020年

１．発表者名
橘順太，大槻知明

２．発表標題
Massive MIMOにおけるノード選択BP検出法のニューラルネットワークを用いたdamping係数学習

３．学会等名
信学技報 RCS2019-93

４．発表年
2019年

１．発表者名
山田晃，大槻知明

２．発表標題
情報ボトルネック法を用いた離散Polar復号器

３．学会等名
信学技報 RCS2019-92

４．発表年
2019年

１．発表者名
廣瀬大輝，大槻知明

２．発表標題
パイロット汚染存在時のMassive MIMOにおけるニューラルネットワークを用いたチャネル推定

３．学会等名
信学技報 RCS2019-89

４．発表年
2019年

１．発表者名
Y. Kumar and T. Ohtsuki

２．発表標題
Blockage Detection and User Association in mmWave Networks

３．学会等名
信学技報 RCS2019-163

４．発表年
2019年

１．発表者名
山田晃，大槻 知明

２．発表標題
Polar符号のBP復号における量子化に関する検討

３．学会等名
信学技報 RCS2019-371

４．発表年
2020年

１．発表者名
李傲寒，大槻 知明

２．発表標題
エナジーハーベスティングIoTにおける深層強化学習を用いた無線リソース割り当て法

３．学会等名
信学技報 RCS2019-356

４．発表年
2020年

１．発表者名
越後春陽，大槻 知明

２．発表標題
A low overhead beam selection using deep learning in mmWave communications

３．学会等名
信学技報 RCS2019-333

４．発表年
2020年

１．発表者名
Tomoaki Ohtsuki

２．発表標題
Evaluation of Source Data Selection for DTL Based CSI Feedback Method in FDD Massive MIMO Systems

３．学会等名
IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC2023)（国際学会）

４．発表年
2023年

１．発表者名
Tomoaki Ohtsuki

２．発表標題
Autoencoder-based Pilot Pattern Design for CDL Channels

３．学会等名
The 27th Asia-Pacific Conference on Communications (APCC2022（国際学会）

４．発表年
2022年

１．発表者名
J. Gao

２．発表標題
Adaptive DNN-based CSI Feedback with Quantization for FDD Massive MIMO System

３．学会等名
IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2022-Fall)（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2022年

１．発表者名
H. Liu

２．発表標題
`An Effective Radio Frequency Signal Classification Method Based on Multi-Task Learning Mechanism

３．学会等名
IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2022-Fall)（招待講演）（国際学会）

４．発表年
2022年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

―

６．研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究分担者	豊田　健太郎 (TOYODA KENTARO) (60723476)	慶應義塾大学・理工学部（矢上）・訪問助教 (32612)	

７．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕　計0件

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関