研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号: 32689

研究種目: 基盤研究(C)(一般)

研究期間: 2018~2022

課題番号: 18K04150

研究課題名(和文)未知パラメータを含む情報源符号化問題に対する情報スペクトル的アプローチ

研究課題名(英文)Information Spectrum Approach to Source Coding Problems with Unknown Parameters

研究代表者

野村 亮 (Nomura, Ryo)

早稲田大学・データ科学センター・教授

研究者番号:90329102

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文):本研究課題は,情報源符号化におけるいくつかの重要な問題設定を対象に,確率構造が未知の状況における高効率符号化に関する研究を行うものである.特に本研究ではこれらの問題において誤り確率を適切に設定すると確率構造が未知の状況が混合情報源を対象とする問題設定として表現できることに着目し特に混合情報源を対象とした解析に重点を置いている.研究機関を通じて情報源符号化およびそれと関わりの 深い情報理論的乱数生成問題である情報源Resolvability問題およびIntrinsic Randomness問題について解析を行った.これらの結果からそれぞれの問題に内在するあらたな関係が明らかになった.

研究成果の学術的意義や社会的意義 研究期間を通じて情報理論的な乱数生成問題に対して分析を行った.得られた結果から情報理論的な乱数生成問題と情報源符号化問題との関連が明らかになった.意義の一つとして情報源符号化の乱数生成としての一面が明らかになったことがあげられる.

またこれらの乱数生成問題は情報セキュリティ問題と関連していることも知られている.本研究結果を直接セキュリティ問題に適用することはできないが,この結果をさらに発展させ情報理論的なセキュリティ問題に対する 解析を行うことが考えられる.

研究成果の概要(英文):The objective of this research project is to study several important problems related to the information source coding. In particular, we have analyzed the Source Resolvability problem and the Intrinsic Randomness problem, which are information-theoretic random number generation problems. The source resolvability problem and the Intrinsic Randomness problem are closely related to source coding problem. Our results reveal a new relationship between each problem and the source coding problem.

研究分野: 情報理論

キーワード: 情報理論

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等に ついては、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1.研究開始当初の背景

情報社会の進展に伴い、ネットワーク上で通信される情報量は増加の一途を辿っている・情報通信の基礎理論の一つである情報理論においては、一対一通信の様々な問題設定において1)誤りなくデータを伝送可能な条件、2)それを達成する効率的なアルゴリズムの提案、に関する研究が行われてきた・代表的な問題設定は情報源符号化符号化、通信路符号化などである・研究開始当初この条件を従来より精密に評価する研究が、理論的な側面のみならず実用的な面からも注目を浴びていた・これらの成果は有限長解析や2次最適レートの評価等と呼ばれている・

また,1970年代より一対一通信の問題を複数の送信者から複数の受信者へと拡張した多対多通信問題が扱われるようになった.これらは多端子情報理論と呼ばれ,一対一通信の問題と同様に誤りなく伝送可能な条件や実用的なアルゴリズムが研究されてきた.多端子情報理論においても一部の問題設定において2次最適レートの研究が行われている状況であった.

2.研究の目的

背景で述べた 2 次最適レートの研究など符号化の精密評価に関わる研究は理論実用の両面から重要であるが,情報源符号化をとってみても無歪み情報源符号化,有歪み情報源符号化など多くの問題設定がある中でこの 2 次最適レートの導出が行われていない問題設定も多くある.本研究ではこのような状況の中で情報源符号化およびその関連問題に対して 2 次最適レートを導出することを目的としている.またこの導出に際し対象とする情報源として特に混合情報源を考えることが一つの特徴としていた.これは情報源の確率構造が未知の状況と対応しているためである.

3.研究の方法

本研究では,主に混合情報源を仮定した場合の2次最適レートの導出を試みた.特に解析手法として近年有力な手法とされている情報スペクトル的方法を用いた.ただし前提として2次最適レートの導出には1次最適レートの導出が不可欠である.1次最適レートが導出されていない問題に対しては1次最適レートの導出を優先した.また,情報スペクトル的手法ではまず確率構造に特別な仮定をおかない一般情報源を考え,最適レートの一般公式を導くことが目標となる.本研究でも一般公式が未導出である問題に対しては一般公式の導出を行い,その後に混合情報源への適用を試みた.

4.研究成果

研究対象は,情報源符号化問題,Resolvability 問題,Intrinsic Randomness 問題の三つに大別できる.

(1) 情報源符号化問題

微少な誤り確率を許容する可変長情報源符号化問題における 1 次および 2 次最適レートの 導出

可変長情報源符号化問題の評価基準の一つとしてオーバーフロー確率がある.オーバーフロー確率とは符号長があるしきい値を超過する確率を表し,オーバーフロー確率の解析はバッファに制約のある符号器や復号器の設計開発に寄与する.本研究では微少な誤り確率を許容する可変長符号化においてオーバーフロー確率が一定値以下になるためのしきい値の下限(最適オーバーフローしきい値)の一般公式導出を試み,実際に1次および2次最適しきい値の一般公式導出に成功した.得られた一般公式は一見複雑であるが,別表現を考えることにより混合情報源に対して容易に適用できることが確認できた.またこの一般公式は誤り確率とオーバーフロー確率の間にある関係を示していると言える.

コスト付き可変長情報源符号化問題における1次および2次最適レートの導出符号長を一般化した概念である符号コストに対してその最適符号化レート(平均符号コストの最小値)を考える状況はコスト付き情報源符号化と呼ばれる.各符号語に非対称な符号コストを課す状況は例えば,モールス符号におけるドットおよびダッシュの送信時間が異なる状況などを表す.(従来の符号長で考えるとドットおよびダッシュの送信にかかるコストが同じと仮定していることになる.)このように符号長でなく符号コストを考えることは実用上大変重要である.本研究では,コスト付き可変長情報源符号化において符号コストが一定値を超過するコストオーバーフロー確率を考え,コストオーバーフロー確率が一定値以下になるもとでの最適な符号張を評価した.特に1次2次の最適レートを評価したことが特徴である.また本結果は,従来研究代表者により得られていた結果を論文投稿としてまとめた結果であるがその際にコストの制約の拡張についても検討している.

(2) Resolvability 問題

f ダイバージェンスを距離尺度とする情報源 Resolvability 問題における 1 次および 2 次最

適レートの導出

情報源 Resolvability 問題 (Resolvability 問題)とは,与えられた情報源を一様乱数を用いて近似する問題であり,その最適レートは情報源符号化問題における最適レートと関連していることが知られていた.一方近似尺度として確率分布間の距離を用いるが従来は変動距離や KL 情報量を用いることが一般的であった.本課題では従来近似尺度として用いられていた変動距離や KL 情報量を一般化した f ダイバージェンスを用いて,情報源 Resolvability 問題における 1次および 2次最適レートを導出した.f ダイバージェンスは変動距離,KL 情報量以外にもHellinger 距離などの代表的な距離を含む距離であり得られた結果からこれらの距離に対する直ちに得ることができる.その意味で従来の結果を一般化した結果となっている.

正規化 f ダイバージェンスを距離尺度とする情報源 Resolvability 問題と情報源符号化問題の関係

(2)- で得られた結果は一般的な距離尺度である f ダイバージェンスに関する結果であったが , ここで対象としていない距離尺度のうち情報理論で議論されているものの一つに正規化 KL 情報量がある.ここではこれを一般化した正規化 f ダイバージェンスに基づく最適レートを考えた.そしてこれが情報源符号化問題におけるある特殊な状況に置ける最適レートと一致することを示した.情報源符号化問題と Resolvability 問題のある種の関係が明らかになった.

(3) Intrinsic Randomness 問題

f ダイバージェンスを距離尺度とする情報源 Resolvability 問題における 1 次および 2 次最適レートの導出

Intrinsic Randomness 問題とは,与えられた情報源から一様乱数を生成する問題であり,Resolvability問題と双対な問題として知られている.またその最適レートはやはり情報源符号化問題におけるある種の最適レートと関連していることが知られていた.Intrinsic Randomness問題においても近似尺度として確率分布間の距離を用いるが従来は変動距離や KL 情報量を用いることが一般的であった.本課題ではこれに対して f ダイバージェンスに基づく Intrinsic Randomness 問題を考え,この問題設定に対する 1 次および 2 次最適レートを導出した.(2)・で得られた結果と双対な結果と考えることができる.

正規化 f ダイバージェンスを距離尺度とする情報源 Resolvability 問題と情報源符号化問題の関係

(3)- で得られた結果を保管する意味で,(3)- では対象としていない距離尺度である正規化 f ダイバージェンスに基づく最適レートを考えた.これが情報源符号化問題におけるある特殊な状況に置ける最適レートと一致することを示した.この結果は(2)- で得られた結果と双対な結果とみなすことができる.情報源符号化問題と Intrinsic Randomness 問題のある種の関係が明らかになった.

5 . 主な発表論文等

4 . 発表年 2022年

雑誌論文〕 計3件(うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件)	
1.著者名 Nomura Ryo	4.巻
2 . 論文標題	5.発行年
Source Resolvability and Intrinsic Randomness: Two Random Number Generation Problems With Respect to a Subclass of f-Divergences	2020年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
IEEE Transactions on Information Theory	7588 ~ 7601
曷載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TIT.2020.3009208	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 Nomura Ryo、Yagi Hideki	4.巻 65
2 . 論文標題 Optimum Overflow Thresholds in Variable-Length Source Coding Allowing Non-Vanishing Error	5.発行年 2019年
Probability	
3 . 雑誌名 IEEE Transactions on Information Theory	6.最初と最後の頁 8213~8221
易載論文のD0Ⅰ(デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/tit.2019.2920417	<u> </u> 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
יו ייייייייייייייייייייייייייייייייייי	
1 . 著者名 Nomura Ryo	4.巻 65
2 . 論文標題	5 . 発行年
Overflow Probability of Variable-Length Codes With Codeword Cost	2019年
3 . 雑誌名 IEEE Transactions on Information Theory	6 . 最初と最後の頁 8194~8206
	査読の有無
10.1109/tit.2019.2941888	有
ナープンアクセス 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
学会発表〕 計17件(うち招待講演 2件/うち国際学会 8件)	
I.発表者名 Ryo Nomura	
!. 発表標題 Relationship Between Intrinsic Randomness with f-Divergence and Fixed-Length Source Coding	
3 . 学会等名 2022 IEEE International Symposium on Information Theory(国際学会)	

1.発表者名
野村亮
2 . 発表標題
確率分布の近似問題と情報源符号化
3 . 学会等名
電子情報通信学会 ソサイエティ大会 (招待講演)
4 . 発表年
2022年
1.発表者名
野村亮
2 . 発表標題
正規化KL情報量に基づくIntrinsic Randomnessと固定長情報源符号化
3 . 学会等名
電子情報通信学会 情報理論研究会
4 . 発表年
2022年
1. 発表者名
Ryo Nomura
2.発表標題
Relationship Between Source Resolvability with Normalized f-Divergence and Fixed-Length Coding
3 . 学会等名
2020 IEEE Information Theory Workshop(国際学会)
4 . 発表年
2021年
1.発表者名
Ryo Nomura, Hideki Yagi
2 . 発表標題
Optimum Intrinsic Randomness Rate with Respect to f-divergences Using the Smooth Min Entropy
3 . 学会等名
2021 IEEE International Symposium on Information Theory(国際学会)
4 . 発表年
2021年

1 景表表名 Syo Norura and Hideki Yagi 2 . 発表情態 Optimus Source Resolvability Rate with Respect to f-divergences Using the Smooth Renyi entropy, 3 . 学会等名 2020 IEEE International Symposium on Information Theory (国際学会) 4 . 発表者 野村大、八木秀樹 2 . 紫表情器 f ダイバージェンスに基づくIntrinsic RandonnessレートのSmooth機小エントロビーによる表現 3 . 学会等名 電子保護通信学会 情報環論研究会 4 . 発表者 1 . 現象者名 野村大、地井俊祐 2 . 紫表情器	
2 . 景表標題 Optinum Source Resolvability Rate with Respect to f-divergences Using the Smooth Renyi entropy. 3 . 学会書名 2020 IEEE International Symposium on Information Theory (国際学会) 4 . 景表年 2020年 1 . 発表者名 野村元 . 八木秀樹 2 . 永表標題 「ゲイバージェンスに基づくIntrinsic RandomnessレートのSmooth最小エントロビーによる表現 3 . 学会書名 電子情報連信学会 情報理論研究会 4 . 景表年 2020年 1 . 発表書名 野村元 . 城井俊祐 2 . 発表標題	
3 . 学会等名 2020 IEEE International Symposium on Information Theory (国際学会) 4 . 発表年 2020 IEEE International Symposium on Information Theory (国際学会) 4 . 発表年 2020年 1 . 発表書名 野村売 . ハ木秀樹 3 . 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2020年 1 . 発表書名 野村売 . 堀井俊祐 2 . 発表書名 田村市店店 Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence	Ryo Nomura and Hideki Yagi
3 . 学会等名 2020 IEEE International Symposium on Information Theory (国際学会) 4 . 発表年 2020 IEEE International Symposium on Information Theory (国際学会) 4 . 発表年 2020年 1 . 発表書名 野村売 . 八木秀樹 3 . 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2020年 1 . 発表書名 野村売 . 堀井俊祐 2 . 発表書名 田村代店店子会 情報理論研究会 4 . 発表者 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表者 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表者 1 . 発表者名 電子情報通信学会 情報理論研究会 5 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表書名 Ryo Nomura 2 . 発表書名 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence	
フ・学会等名 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権名 野村売・加水を含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ ・発表権名 野村売・加水を含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ ・発表権語 オースを含える 電子情報通信学会 情報理論研究会 ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表を含 電子情報通信学会 情報理論研究会 ・発表権名 野村売・畑井俊祐 ・発表権名 野村売・畑井俊祐 ・発表権名 田井俊祐 ・発表権名 電子情報通信学会 情報理論研究会 ・発表権語 ロースを含える 電子情報通信学会 情報理論研究会 ・発表権語 ロースを含える マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ ・発表を含 マンカー・ロースを含える マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マースを含える マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マ・アラットのの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マ・アラットのののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットのでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表示を含 マ・アラットのでは、表示を含 マ・アラットのでは、表示	
フ・学会等名 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権名 野村売・加水を含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ ・発表権名 野村売・加水を含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ ・発表権語 オースを含える 電子情報通信学会 情報理論研究会 ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表権語 フ・発表を含 電子情報通信学会 情報理論研究会 ・発表権名 野村売・畑井俊祐 ・発表権名 野村売・畑井俊祐 ・発表権名 田井俊祐 ・発表権名 電子情報通信学会 情報理論研究会 ・発表権語 ロースを含える 電子情報通信学会 情報理論研究会 ・発表権語 ロースを含える マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ ・発表を含 マンカー・ロースを含える マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マースを含える マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マ・アラットの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マ・アラットのの仮説検定問題に対する情報スペクトルのアプローチ ・発表を含 マ・アラットのののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットのでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表表を含 マ・アラットののでは、表示を含 マ・アラットのでは、表示を含 マ・アラットのでは、表示	- 2 英字価度
3 . 学会等名 2020 IEEE International Symposium on Information Theory (国際学会) 4 . 発表年 2020年 1 . 発表者名 野村売 , 八木秀樹 2 . 発表構題 「ダイパージェンスに基づくIntrinsic RandomnessレートのSmooth最小エントロピーによる表現 3 . 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2020年 1 . 発表者名 野村売 , 堀井俊祐 2 . 発表構題	
4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克, 八木秀樹 2. 発表構題 「ダイバージェンスに基づくIntrinsic RandomnessレートのSmooth最小エントロビーによる表現 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克, 海井俊祐 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 野村克, 海井俊祐 4. 発表者名 電子情報通信学会 情報理論研究会 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 RY 所報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 Ryo Nonura 2. 発表構題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 [EEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	Optimum Source Resolvability Rate with Respect to f-givergences using the Smooth Renyl entropy,
4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克, 八木秀樹 2. 発表構題 「ダイバージェンスに基づくIntrinsic RandomnessレートのSmooth最小エントロビーによる表現 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克, 海井俊祐 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 野村克, 海井俊祐 4. 発表者名 電子情報通信学会 情報理論研究会 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 RY 所報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 Ryo Nonura 2. 発表構題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 [EEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	
4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克, 八木秀樹 2. 発表構題 「ダイバージェンスに基づくIntrinsic RandomnessレートのSmooth最小エントロビーによる表現 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克, 遮井俊祐 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 野村克, 遮井俊祐 4. 発表者名 電子情報通信学会 情報理論研究会 2. 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 Ryo Nonura 2. 発表構題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 [EEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	
4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克, 八木秀樹 2. 発表構題 「ダイバージェンスに基づくIntrinsic RandomnessレートのSmooth最小エントロビーによる表現 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克, 遮井俊祐 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 野村克, 遮井俊祐 4. 発表者名 電子情報通信学会 情報理論研究会 2. 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 Ryo Nonura 2. 発表構題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 [EEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	3
知表者名 野村克,八木秀樹	
知表者名 野村克,八木秀樹	<u></u>
発表者名 野村羌 , 八木秀樹	
野村秀,八木秀樹 2. 発表標題 fダイバージェンスに基づくIntrinsic RandomnessレートのSmooth最小エントロピーによる表現 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 野村秀,堀井俊祐 2. 発表標題 Jイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アブローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	<u> </u>
野村秀,八木秀樹 2. 発表標題 fダイバージェンスに基づくIntrinsic RandomnessレートのSmooth最小エントロピーによる表現 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表者名 野村秀,堀井俊祐 2. 発表標題 Jイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アブローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	1
2 . 発表標題 fダイバージェンスに基づくIntrinsic RandomnessレートのSmooth最小エントロビーによる表現 3 . 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2020年 1 . 発表者名 野村克,堀井俊祐 2 . 発表標題 Jイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3 . 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4 . 発表年	
	到他先,八个方面
3 . 学会等名電子信報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年2020年 1 . 発表者名野村売、堀井俊祐 2 . 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アブローチ 3 . 学会等名電子信報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年2021年 1 . 発表者名Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4 . 発表年	
電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克,堀井俊祐 2. 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	- ファバ フェンスに坐してInternation Manadillinessア T VollootingリエンT ロヒ にある状況
電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克,堀井俊祐 2. 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	
電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克,堀井俊祐 2. 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	
電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2020年 1. 発表者名 野村克,堀井俊祐 2. 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	
4 . 発表年 2020年 1 . 発表者名 野村克 , 堀井俊祐 2 . 発表標題	
20.90年 1. 発表者名 野村克,堀井俊祐 2. 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	6.1 19 10-7 19 10-7 10 10-7 10 10-7 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10
20.90年 1. 発表者名 野村克,堀井俊祐 2. 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	
1. 発表者名 野村亮,堀井俊祐 2. 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	
野村克,堀井俊祐 2 . 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3 . 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4 . 発表年	
野村克,堀井俊祐 2 . 発表標題 ノイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3 . 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4 . 発表年	1.発表者名
2 . 発表標題	
Jイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	או א
Jイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	
Jイズを含むデータからの仮説検定問題に対する情報スペクトル的アプローチ 3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4. 発表年 2021年 1. 発表者名 Ryo Nomura 2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4. 発表年	
3. 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会4. 発表年 2021年1. 発表者名 Ryo Nomura2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会)4. 発表年	2.発表標題
3 . 学会等名 電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4 . 発表年	
電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4 . 発表年	
電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4 . 発表年	
電子情報通信学会 情報理論研究会 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4 . 発表年	
4.発表年 2021年 1.発表者名 Ryo Nomura 2.発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3.学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4.発表年	3.学会等名
4.発表年 2021年 1.発表者名 Ryo Nomura 2.発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3.学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4.発表年	電子情報通信学会 情報理論研究会
1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会)	
1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会)	4.発表年
1 . 発表者名 Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop (国際学会) 4 . 発表年	
Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	
Ryo Nomura 2 . 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	1.発表者名
2. 発表標題 Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3. 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4. 発表年	
Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	
Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	
Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	
Intrinsic Randomness Problem with Respect to a Subclass of f-divergence 3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	2 . 発表標題
3 . 学会等名 2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	
2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	·
2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	
2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会) 4 . 発表年	
4.発表年	
4.発表年	2019 IEEE Information Theory Workshop(国際学会)
2019年	
	2019年

1.発表者名
Ryo Nomura
2. 発表標題
Source Resolvability Problem with Respect to a Certain Subclass of f-divergence
3 . 子云寺石 2019 IEEE International Symposium on Information Theory(国際学会)
- 2010 1222 international dymposium on intermation incory(国际于云)
2019年
1.発表者名
2 . 発表標題
正規化f-ダイバージェンスに基づく情報源Resolvability と固定長情報源符号化
3.学会等名
電子情報通信学会 情報理論研究会
4. 発表年 2010年
2019年
1
1.発表者名 野村亮
5J作) 冗
f-ダイバージェンスに基づく情報源Resolvability レートのSmooth R´enyi エントロ ピーによる表現
3 . 学会等名
第11回シャノン理論ワークショップ
4.発表年
2019年
1. 発表者名
野村亮
2.光衣標題 f-ダイパージェンスの部分クラスと情報源Resolvability
I-フリハ フェンへのロpガブンへCI同刊//ホハGSUIVaUIIIIty
電子情報通信学会情報理論研究会
4.発表年
2018年

1.発表者名
Ryo Nomura and Hideki Yagi
2.発表標題
Overflow Probability of Codeword Cost in Variable-Length Coding Allowing Non-Vanishing Error Probability
Overmon money on codemond cost in variable-Length country Affording Non-Vallishing Effor Floodbillty
2 24 4 47 42
3.学会等名
2018 International Symposium on Information Theory and Its Applications(国際学会)
W-4-1-
4.発表年
2018年
1.発表者名
野村亮
2.122
2. 発表標題
2 . 光衣標題 f-ダイバージェンスの部分クラスと Intrinsic Randomness
1-タイパーシェンスの部分グラスと Intrinsit kandominess
- WAM 5
3 . 学会等名
第41回情報理論とその応用シンポジウム
4.発表年
2018年
1.発表者名
野村亮
21170
2 . 発表標題
f-ダイバージェンスを誤差尺度とした二次情報源 Resolvability レート
3 . 学会等名
電子情報通信学会情報理論研究会
4. 発表年
2019年
1.発表者名
Ryo Nomura
0 7V-1-F0E
2.発表標題
Random Number Generation Problems with respect to f-Divergence
3 . 学会等名
AMS Spring Central and Western Joint Sectional Meeting(招待講演)(国際学会)
, 0
4 . 発表年
2019年
4VIVT

ſ	図書)	計01	4

〔産業財産権〕

〔その他〕	
早稲田大学研究者データ	アベース

http://researchers.waseda.jp/profile/ja.50460283c5a61f9dbf702c04877e6f03.html		
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
1 ()		

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
共同顺九相于国	伯子刀叭九機馬