



研究室 多元数理科学棟 403 号室 (内線 2825)

電子メール kubo@math.nagoya-u.ac.jp

ウェブページ <http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~kubo/>

所属学会 日本数学会, 電子情報通信学会, IEEE

研究テーマ

- 情報源符号化
- 通信路符号化
- 定常過程論

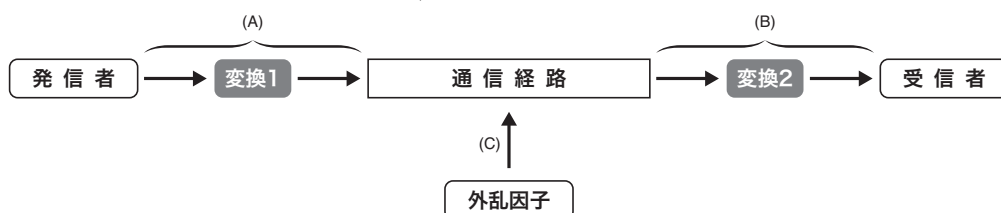
研究テーマの概要

情報理論の中でも通信の基礎理論を専門としています。通信の基礎理は大きく分けて、

- 符号理論
- 情報源符号化・通信路符号化
- 暗号理論

に分かれます。符号理論はエラー検出やエラー訂正についての理論で、情報源符号化・通信路符号化はそれぞれ符号化レート、通信路容量の評価を行います。暗号理論はデータ秘匿や改竄の検出などです。私の研究は情報源符号化と通信路符号化です。

情報源符号化と通信路符号化はどちらも、だいたい次のようなモデルを想定しています。



情報源符号化の場合だと (A) の行程が圧縮, (B) の行程が伸張になります。外乱因子はありません。データ圧縮の場合, 変換 1 が圧縮プログラム, 変換 2 が伸張プログラムとなります。通信経路はハードディスクのようなものを想定しています。このとき通信経路を流れるデータ量 (符号化レート) をできるだけ小さく抑えることが目標となります。一方, 通信路符号化ですが, 例えば FM ラジオ放送に例えると (A) の行程が FM 変調, (B) の行程が FM 復調です。変換 1 は FM トランスミッタ, 変換 2 は FM ラジオです。通信経路は空気中で, 外乱因子は自然界にもともとある電磁波や他の放送波などです。なお通信経路にはある種の出力制限がかかっています。このとき一定時間あたりどれほどの情報を通信経路上に流すことができるか (通信路容量) に興味があります。

以下では情報源符号化について少し詳しく説明します。情報源符号化の理論では, 発信者から送られてくる情報量に対し, 通信経路上を流れるデータ量を一定の条件の下で限界まで下げることが目標とします。この限界値は発信者である情報源 (ある種の確率過程) のエントロピーレートとなることが判っています。エントロピーレートは単位時間あたりのエントロピーです。しかしこの限界値は時間スパンを大きくしたときの極限として与えられるので, 情報源符号化に付随するさまざまな評価も概ね極限で考えねばなりません。単に収束するだけでなく, その速さ, つまり漸近特性に興味があります。[1] では Gauss 型定常情報源 (Gauss 定常過程) において, 符号化レートがエントロピーレートより真に大きいとき, 誤り確率 (元データと圧縮/伸張後のデータの歪みが一定値を越える確率) が指数関数的に 0 に収束することを示しています。

主要論文・著書

- [1] S. Ihara and M. Kubo, Error exponent of coding for stationary memoryless sources with a fidelity criterion, *IEICE Trans. Fundamentals*, **E88-A** (2005), no. 5, 1339–1345.
- [2] S. Ihara and M. Kubo, The asymptotics of string matching probabilities for Gaussian random sequences, *Nagoya Math. J.*, **166** (2002), 39–54.
- [3] S. Ihara and M. Kubo, Error exponent for coding of memoryless Gaussian sources with a fidelity criterion, *IEICE Trans. Fundamentals*, **E83-A** (2000), no. 10, 1891–1897.

経歴

- 1999年 名古屋大学理学研究科博士課程後期課程単位取得満了
- 1999年 常葉学園大学教育学部講師
- 2003年 名古屋大学大学院多元数理科学研究科講師
- 2007年 名古屋大学大学院多元数理科学研究科准教授

学生へのメッセージ

私の少人数クラスでは何らかの形で確率を扱うものを基本にしています。過去には

- 確率微分方程式とファイナンス (Black–Scholes 方程式)
- パーコレーション
- 情報源符号化の基礎 (2009年)

などを扱いました。

2010年度の少人数クラスは通信路符号化をテーマとする予定です。情報源符号化・通信路符号化では

- [1] Imre Csiszár and János Körner, *Information Theory*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1981.
- [2] Robert G. Gallager, *Information Theory and Reliable Communication*, Wiley & Sons, 1968.
- [3] Thomas M. Cover and Joy A. Thomas, *Elements of Information Theory*, 2nd ed., Wiley-Interscience, 2006.

が定番な教科書です。情報理論の和書もありますが、どうしても工学系分野の著者が多く、細部まで厳密な数学的にしっかりした証明を与えている本はあまり多くありません。

2010年度の少人数クラスのテキストは [3] です。邦訳はありません (訳せば売れると思いますが…)。したがって英語のテキストを読みこなす力が必要です。とはいっても慣れればさほど難しいことはありません。

なお通信路符号化を学ぶには情報源符号化についての基礎知識が必要です。また情報源符号化には確率論、特に定常過程の知識が必要です。ただし概ね離散確率のケースで構いません。定常性, Markov性, エルゴード性, 大数の法則, 中心極限定理などについて理解している必要があります。4月までに計画的に準備をすることが必要でしょう。