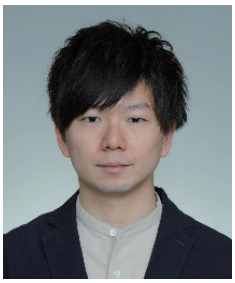
情報数理・融合システム分野

高密度・高信頼・高寿命
―符号化技術で支える情報の未来―

現在、生成されるデータは飛躍的に増加しており、データ通信量や蓄積データ量の要求も指数関数的に増加することが予想されています。柴田研究室では、高速・高信頼なデータ伝送と、大容量・高密度・長寿命なデータ保存を実現する次世代情報通信システムの構成要素となる、誤り訂正・検出技術の開発を目指しています。特に、次世代ストレージ（例えば、DNAストレージ）へのモダンな誤り訂正符号の適用や、符号化を利用した物理層セキュリティ技術、深層学習技術を活用した誤り訂正符号等の研究に注力しています。



助教 柴田 凌

2020年東京理科大学大学院工学研究科修了、博士（工学）。同年同大学工学部情報工学科助教。2023年より現職。
符号理論、特に確率推論と疎行列に基づく誤り訂正符号の研究に従事。

≫ 私の学問へのきっかけ

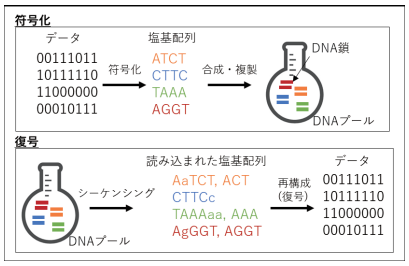
子どもの頃は科学の本が好きで、よくページをめくっては眺めていました。ところが高校で理系に進んだものの、実は理数系の科目はあまり得意ではなく、「将来は理系とは違う道に進もう」と思っていました。それでも工学部に進学し、研究に取り組むことになりました。受験勉強とは違い、大学での研究には必ずしも正解があるわけではありません。そんな中で、「自分で問いを立て、自分でゴールを決める」ことの自由さと面白さに魅了され、気がつけば今の道を歩んでいました。

≫ 研究から広がる未来

実世界とサイバー空間の融合が進む未来において、データの高速・高信頼な伝送と、大容量・高密度・長寿命なデータ保存は必要不可欠です。私の研究室では、未来の世界を支える次世代の誤り訂正・検出技術の開発を目指しています。

≫ 卒業後の未来像

研究活動は、専門知識とスキルの獲得に加え、問題解決能力、分析・批判的思考、コミュニケーション力などのライフスキルの獲得にも貢献します。これにより、どんな職場・立場でも優れたパフォーマンスを発揮できる人材に成長することが期待されます。



図：DNAストレージに対する誤り訂正符号化（効率的かつ化学的に安定する塩基配列生成方法や、高速な再構成方法等を研究）

図：論文賞受賞の記念として授与された賞牌

先鋭融合　情報サイエンス　情報デザイン

研究キーワード　符号理論・符号設計・確率伝搬法・確率的同期法・次世代ストレージ

研究シーズ

- ■誤り訂正符号化システムの開発（モデル化、及びその解析）
- ■確率伝搬法（Belief Propagation）に基づく復号アルゴリズム
- ■データ挿入・削除誤りに対する確率的同期アルゴリズム
- ■LDPC（Low-Density Parity-Check）符号/空間結合符号/Polar符号の性能解析・符号設計・符号構築

共同研究・外部資金獲得実績

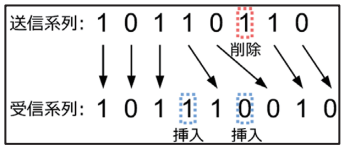
- ●DNAストレージに対する現代的な符号理論の展開（科研費若手、2021年～2023年）
- ●同期誤りと雑音誤りに対する万能な符号化技術の構築（科研費若手、2024年～2026年）
- ●次世代情報通信システム向け誤り訂正符号の開発（他大学との共同研究、2023年～）

最近の研究トピックス

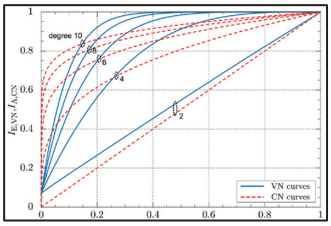
【受賞】
電気通信普及財団、第35回 電気通信普及財団賞（2020年）
電子情報通信学会 第76回 論文賞（2020年）
電子情報通信学会 SITAサブソ、SITA若手研究者論文賞（2020年）
電子情報通信学会 通ソ、第17回通信ソサイエティ論文賞（2022年）

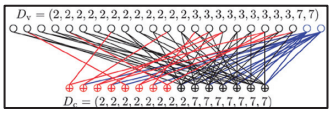
【社会貢献】
電子情報通信学会 情報理論研究専門委員会、委員（2021年～）

「挿入・削除誤り訂正」：次世代情報通信システム（例えば、DNAデータストレージ）では、データ挿入や削除（下図）により同期ズレが生じ信頼性が大きく低下します。このような誤りに適した誤り訂正符号、確率的な同期法（挿入・削除位置の推定）、及び確率伝搬法に基づく復号法を開発しています。



「符号設計・構築」：伝送路の特性に合わせた誤り訂正符号のパラメータ設計や符号構築を目指しています。特に、5Gで使われているLDPC符号やPolar符号を扱っています。





↑ LDPC符号を定義する2部グラフ構築
← LDPC符号パラメータ設計のための漸近性能解析

「その他」：物理層セキュリティ技術・多重アクセス方式のための符号化法、深層学習技術に基づく符号化法等を開発しています。