

第5回誤り訂正符号のワークショップ開催報告

佐賀県武雄市ニューハートピア（2016/8/31～9/1）

第5回誤り訂正符号のワークショップ実行委員長

細谷 剛（東京理科大学）

2016年8月31日（水）から9月1日（木）に、佐賀県武雄市のニューハートピアにおいて、第5回誤り訂正符号のワークショップを開催いたしました。本ワークショップは情報理論とその応用サブサイエティが主催する企画の1つであり、9月2日（金）に実施された情報理論研究会と併催して実施しました。ここ数年は私立大学の後期授業開始前である9月上旬頃に実施しています。

会場となるニューハートピアはJR武雄温泉駅から送迎バスで10分の場所にある温泉宿であり、池の畔の見晴らしがよい場所に付んでいます。佐賀県ということで、距離としては佐賀空港からが近いですが、博多駅からも同じくらいの移動時間で来られるため、福岡空港や新幹線を利用して博多方面から来られた参加者の方が多かったように思います。

本ワークショップが対象とする分野は誤り訂正符号とその関連分野に関するもので、招待講演など企画を多く用意し、深く掘り下げた議論をする場を提供しています。SITAシンポジウムと同様、温泉宿への泊り込みスタイル（全て相部屋です）を採用しています。今年度は40名の参加者がおられましたが、多くの方々は宿泊までセットで申し込まれていました。また当ワークショップは学生の参加・発表を歓迎しておりまして、ワークショップおよびIT研究会で発表する学生には特別料金で宿泊プランを用意しました。参加者40名のうち学生は14名（博士7名、修士5名、学部2名）でした。発表件数は、ワークショップの企画7件（特別講演2件、学生招待講演2件、入門講演2件、およびプログラミングコンペ1件）、一般講演6件、国際会議報告1件でした。今年度からの新しい試みとして、学生招待講演とプログラミングコンペを実施しました。学生招待講演は研究成果が顕著な学生（今回は2件とも博士後期課程1年の学生でした。なお学生の発表は全体で5件です）による講演でした。プログラミングコンペは参加型の企画であり、事前に参加者に出したプログラム課題のうち、優秀な解答を提出した方に講演していただくものです。

8月31日は特別講演が2件ございました。東芝ストレージ&デバイスソリューション社の原田康祐様に「Hard Disk Driveの高記録密度化を目指す信号処理方式の最近の動向」、湘南工科大学の小林学先生に「マルチコンピュータシステムの故障診断問題と誤り訂正符号」という題目でご講演いただきました。3件の一般講演では信州大学の西新幹彦先生、金沢大学の安永憲司先生、東京工業大学の松本隆太郎先生に研究成果をご発表いただきました。

9月1日午前には学生招待講演が2件ございました。神戸大学の瀧田慎さんに「シンボルペ

ア通信路に対する誤り訂正符号」，福井大学の阪井祐太さんに「ポーラ符号への入門」という題目でご講演いただきました．その後，企画セッション「プログラミングコンペ」がございました．午後には入門講演が 2 件ございました．東京理科大学の藤沢匡哉先生に「代数曲線符号とその高速復号法について」，横浜商科大学の吉田隆弘先生に「分散ストレージシステムにおける符号化法の研究動向：再生成符号を中心に」という題目でご講演いただきました．3 件の一般講演では早稲田大学の鎌塚明さん，東京理科大学の柴田凌さん，早稲田大学の中原悠太さんに研究成果をご発表いただきました．最後に早稲田大学の堀井俊祐先生が「国際会議報告 IEEE ISIT2016」として，7 月にスペイン・バルセロナで開催された ISIT2016 に関する参加報告をしていただきました．当日の様子について申しますと，各講演に対して非常に活発な質疑がなされ，休憩時間中も各処で熱心に討論している光景が見られました．また会場が温泉宿ということで，料理も豪華で，疲れた体を温泉で癒しつつ，夜遅くまで討論をして充実した時間を過ごすことができました．

その後，懇親会が情報理論研究専門委員会委員長の大橋正良先生による乾杯のもと行われました．懇親会の最後には，次回の誤り訂正符号のワークショップ実行委員長である金沢大学の安永憲司先生にご挨拶をいただき，閉会となりました．

懇親会では次回の開催地に関する話もございましたが，日程など含め決まり次第，広報する予定です．今年度と同様，多くの方々にご参加いただき，活発な議論が展開されれば実行委員会として大変ありがたく思います．最初は LDPC 符号ワークショップとして始まった当ワークショップですが，誤り訂正符号のワークショップとして対象領域を広げ，様々な分野から多くの方々にご参加いただいています．学会での流行りも年々変わり，流動的です．今後も符号理論分野において最新の成果を追い求め議論する場を提供し続けていきたいと思っています．今後とも皆様のご支援のほど，何卒よろしくお願いいたします．最後になりましたが，第 5 回誤り訂正符号のワークショップを盛り上げてくださった参加者の皆様と開催にご尽力くださったワークショップ実行委員の皆様，および多大な援助をしてくださった SITA サブソサイエティに感謝いたします．また，本開催報告を執筆するにあたり，スライドをご提供いただきました原田康祐様，小林学先生，瀧田慎さん，阪井祐太さん，藤沢匡哉先生，吉田隆弘先生にお礼申し上げます．

特別講演の内容

原田様にはハードディスクの高密度化に対する信号処理方法についてご講演いただきました．記録密度を高める方法として，二次元記録 (TDMR) と瓦書き記録 (SMR)，また複数再生ヘッドを用いたセンシング方法について説明されました．また現状を打破する方法として複数トラックの同時再生による多値入力チャネルの提案，隣接する NRZ 信号の組み合わせによる M 値 ASK チャネルの形成，M 値チャネル系列のための変調符号化についてご紹介されました．

小林先生にはマルチコアコンピュータシステムの故障診断問題と誤り訂正符号について

ご講演いただきました。コンピュータのコア間で故障を診断する問題をグラフ上のノード間で故障を診断するモデルと見なし、ご自身が提案された事後確率を用いた繰り返し型故障診断法についてご説明されました。LDPC 符号に対する **sum-product** 復号法と同様、密度発展法を用いた解析法についてご紹介いただきました。

学生招待講演の内容

瀧田さんには、シンボルペア通信路によるペア距離、従来用いられるハミング距離との関係についてご講演いただきました。またシンボルペア通信路に対する誤り訂正符号の上界・下界、誤り訂正符号の構成法、および復号法をまとめた最新の研究動向について紹介していただきました。

阪井さんには、ポーラ符号の入門についてご講演いただきました。再帰的なポーラ変換について例を交え分かりやすくご説明いただきました。後半には、ポーラ変換による対称通信路容量の分極現象について、**Alsan** と **Telatar** が与えた初等的な証明をご説明いただきました。

入門講演の内容

藤沢先生には代数曲線符号と高速復号法についてご講演いただきました。代数曲線符号として多くの例をご紹介いただき、まず 1 点代数曲線符号に対する復号法についてご説明いただきました。講演時間の関係から途中まででしたが、多点代数曲線符号に対する復号法についてご説明されました。

吉田先生には再生成符号を中心に分散ストレージシステムにおける符号化法の研究動向についてご講演いただきました。吉田先生には 2 年前のワークショップでもご講演いただきましたが、同分野の研究が盛んであるため（今年の ISIT では分散ストレージのセッションが最多の 9 セッションもありました）、再度ご講演をお願いしました。分散ストレージシステム、局所訂正可能符号、再生成符号、協調型再生成符号などの構成法、修復法、性質および証明など非常に多くのトピックをまとめられた構成となっており、大変分かりやすいものでした。

プログラミングコンペの内容

ワークショップ参加者に出した課題は、1 個の削除、挿入、消失を訂正する最小行数のプログラムを作成する内容でした（詳細はワークショップ Web ページをご確認ください）。提出された解答のうち、プログラム言語ごとに優れた解答を提出された方にご説明いただきました。ご説明されたのは、萩原先生（千葉大）、野崎先生（山口大）、柴田さん（東京理科大）、**Justin Kong** さん（千葉大）でした。復号法については特に指定していませんでしたが、符号語を全探索する解答が多かったです。特に文字列として系列の一致・不一致を見

¹ <http://manau.jp/WS/ECCWS/index.html>

ると短縮化が図れるようで、Perl で作成された萩原先生が大変短く作られていました。またただ 1 人 Justin Kong さんはレーベンシュタイン距離を用いて訂正できることを調べ発表していました。

写真



図 1：講演中の様子（2 日目のプログラミングコンペ）



図 2 : 集合写真 (2 日目の昼頃)



図 3 : 初日の食事. 懇親会ではありませんが, 豪勢でした



図 4：懇親会の食事. ここには写っていませんが，追加で何品かありました