

Group Shuffled BPを用いたLDPC符号のARQに関する研究

セキュリティ情報学 山口研究室 研究紹介

誤り訂正符号とは、相手に正しい情報を送るための技術で、通信路における信頼性を担保している分野である。最近では、情報の大規模化し、更に多くの情報が通信路を通ることが予想され、それに対処するための研究が広く行われている。本研究室では、特に復号法に焦点を当て、復号効率を上げることによる、高スループット化及び、復号時間の短縮を目的として研究をしている。

誤り訂正について

通信路における誤りは、ランダム誤り、バースト誤りの二つに分けられる。ランダム誤りとは、送信したビットの個々に対して独立に発生する誤りを指し、宇宙雑音や空電雑音などの自然雑音、磁気記録媒体の雑音などによってランダムに発生する誤りである。バースト誤りとは誤りが部分的に集中して発生するというもので、通信路の遮断など、複数ビットにわたって連続するノイズにおいて発生する。

これらの誤りについての復号の処理は大きく二つに分けられる。一つは自動再送要求(ARQ)であり、もう一つは前方誤り訂正(FEC)である。ARQでは誤りの検出のみを行い、誤りを検出した場合、送信側にもう一度そのデータを送る(再送)。再送は誤りの検出がなくなるまで行われる。FECに比べARQでは、訂正を行わずに誤りの検出のみを行うため付加する冗長な情報は少なくとも良いが再送によりスループットが低下する。両者を組み合わせた技術はHybrid ARQと呼ばれている。

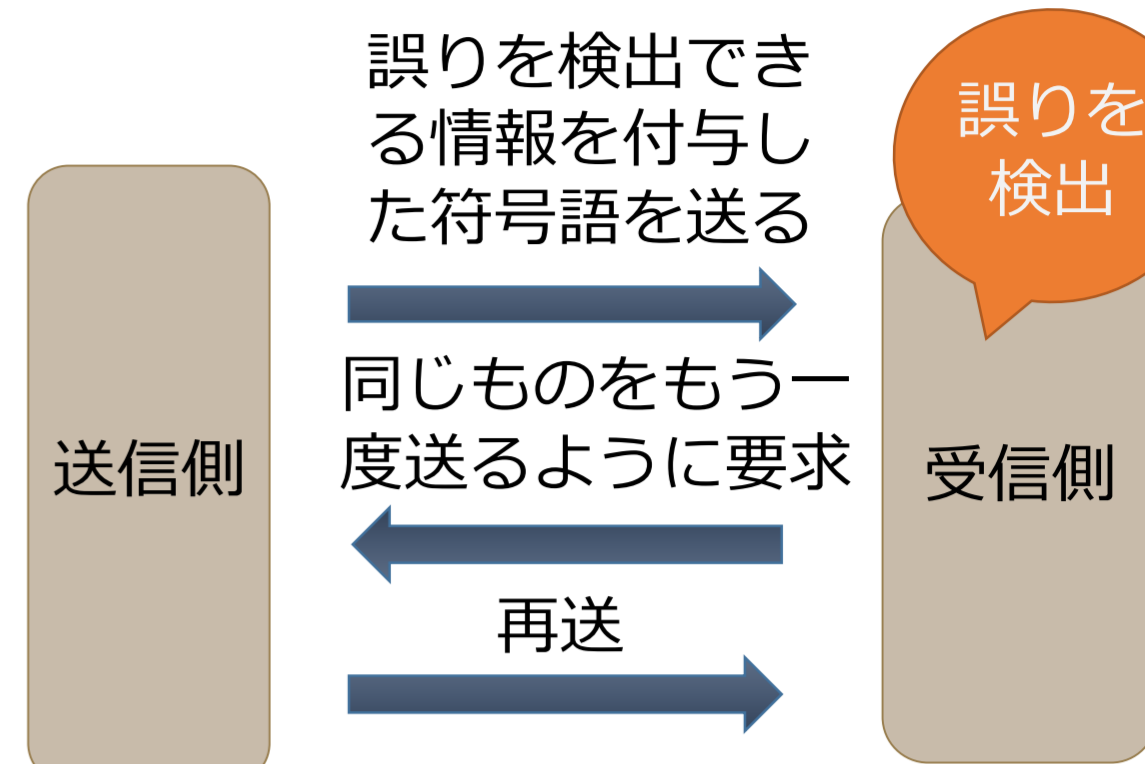


図1 ARQ

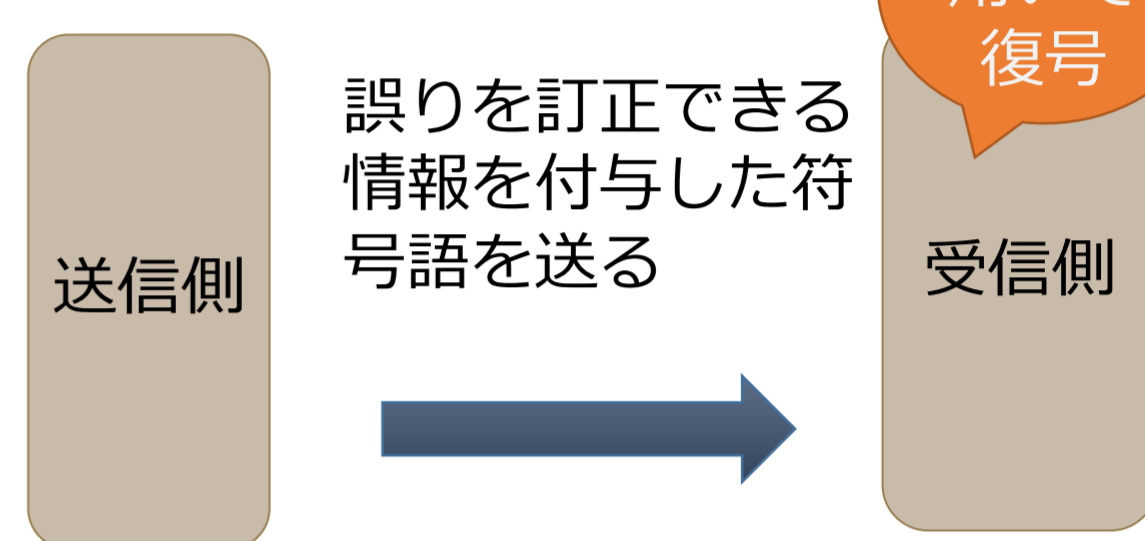


図2 FEC

LDPC符号の復号法

LDPC符号は復号性能が非常に高い。しかし計算機の性能が追い付いておらず、1960年代にGallagerにより発見されてから、なかなか注目されてこなかった。現在でも、復号に要する時間が問題となっており、様々な解決策が提案されている。ここでは特に復号法について取り上げており、オーソドックスな復号法としてSum Product復号法が用いられている。本研究ではGroup Shuffled BPについて着目している。

- Sum Product復号法
復号を全ビット同時に行う。繰り返し回数が多く、計算量が多くなる。
- Shuffled BP復号法
1ビットずつ復号していく。復号した結果をすぐに次の復号に活かせるため、計算量が少ない。しかし、遅延が生じてしまう。
- Group Shuffled BP復号法
グループに分け、数ビットずつ復号していく。上記二つの両方の特徴を持っており、それぞれの欠点を補っている。またグループを変えることで復号性能に幅が生まれ、環境に応じて、適応させることができる可能性がある。

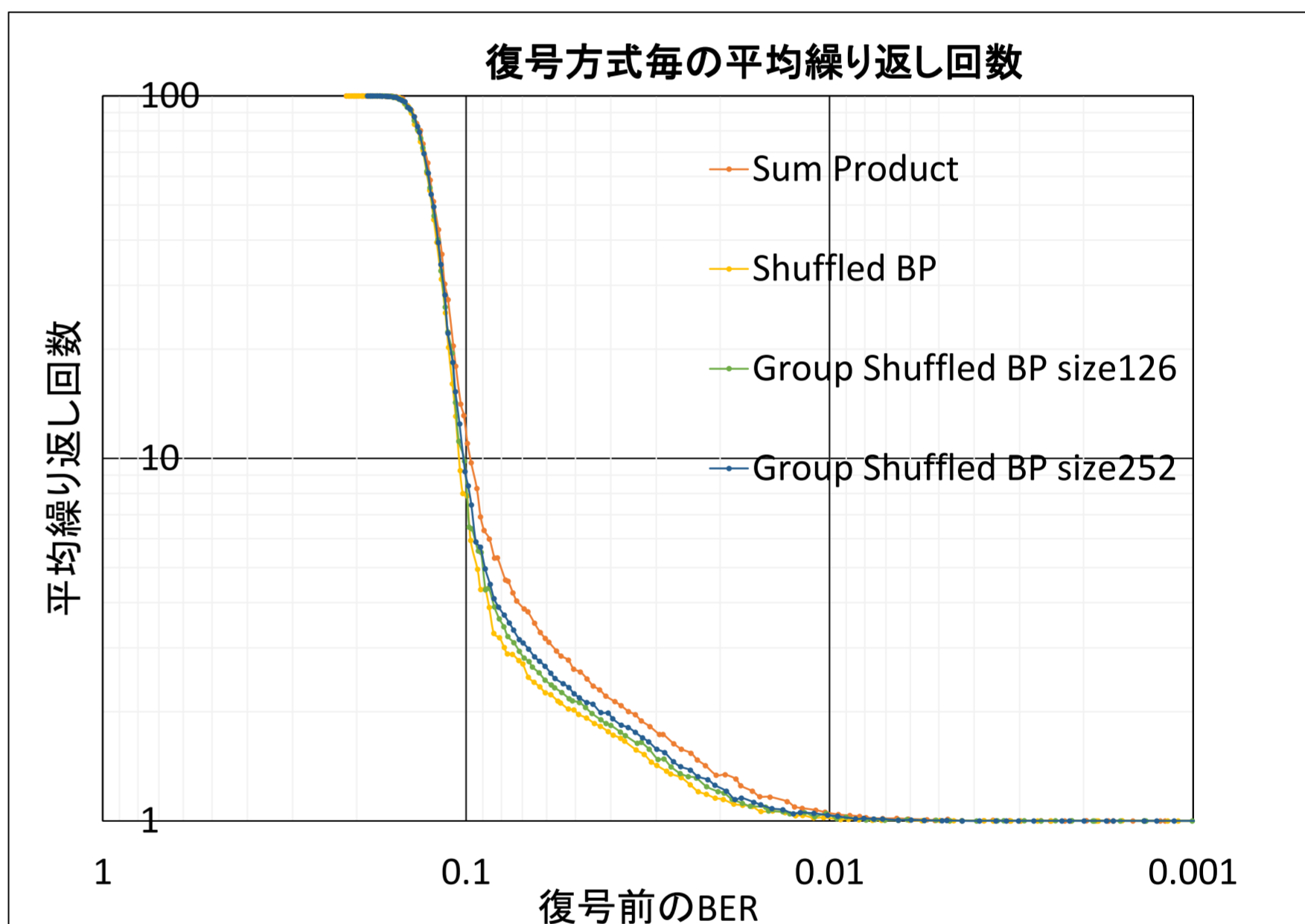


図3 Group Shuffled BPの平均繰り返し回数

他のLDPC符号やその組み合わせ

LDPC符号はいくつかの情報を送らなくても、復号が可能である。そのため、情報を送らないことによって符号化率を高くすることが可能である(パンクチャド化)。

下図は(504, 252)のLDPC符号をEb/N0(SNR)が5.0で10000送信し、繰り返し回数ごとに累積復号成功数を表している。

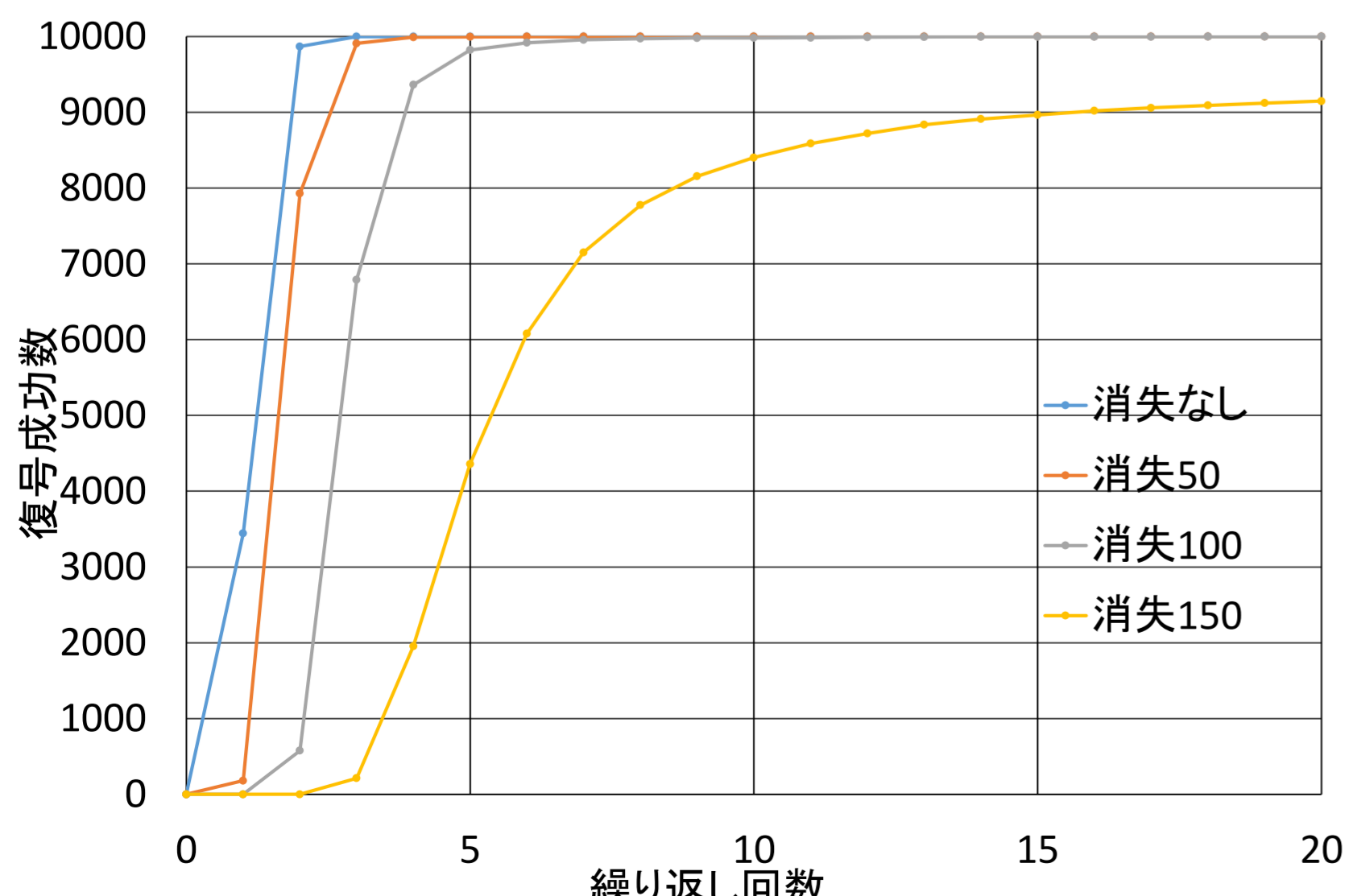


図4 パンクチャドの復号

本研究では、Group Shuffled BPのグループごとにパンクチャド化し、再送を繰り返すことにより、復号時間の最適化とスループットの改善を目指している。

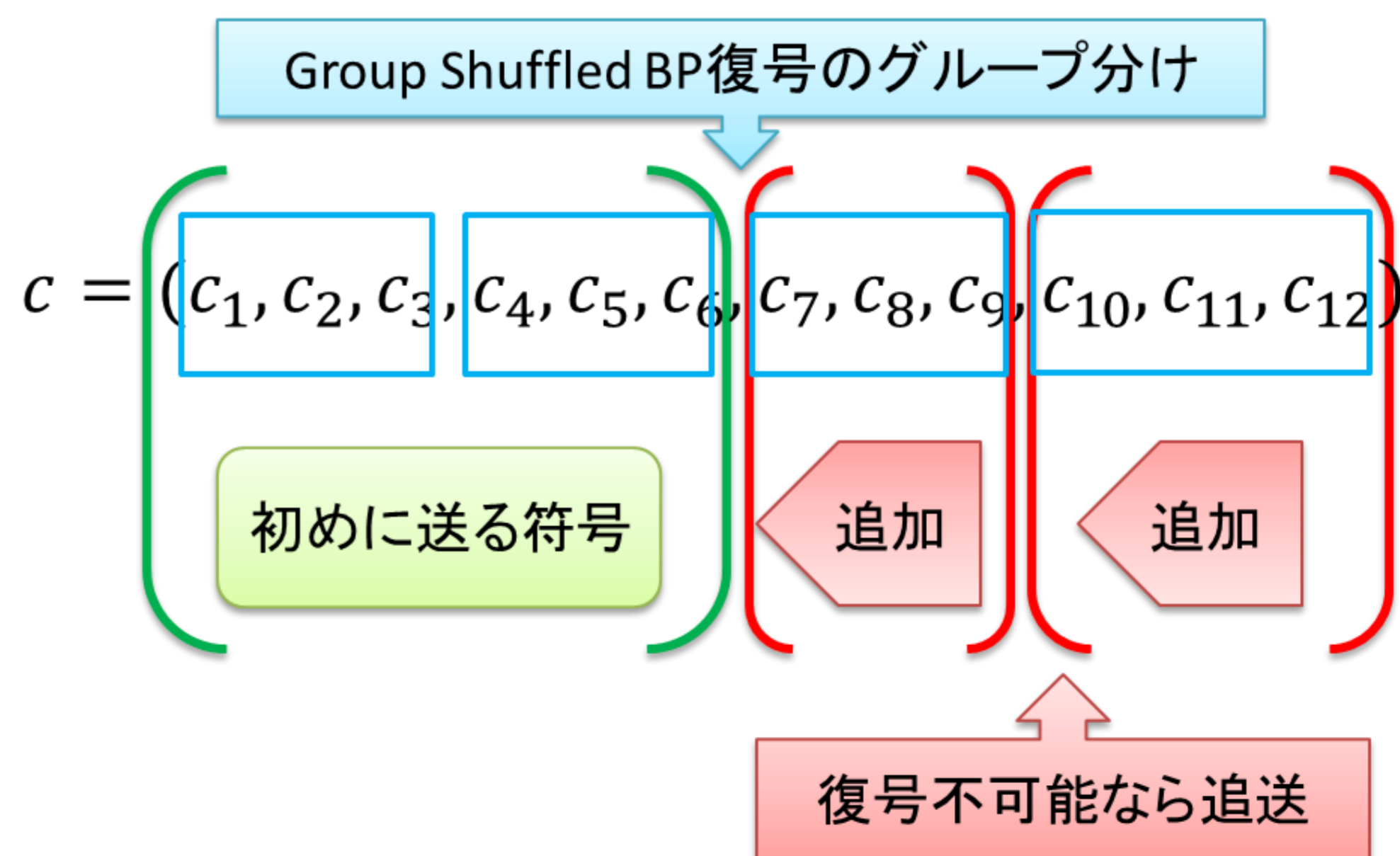


図5 復号法の組み合わせ