公開鍵暗号の安全性

公開鍵暗号の安全性評価

- 公開鍵暗号の安全性は、攻撃者がどのような条件で攻撃をするのか（Attack)、その攻撃によってどのような安全性を保証するのか（どのようになったら攻撃成功とみなす(Goal)のか）の2つの条件を定義して議論される。
- 攻撃(Attack)の種類は3種類
- 安全性（Goal)の種類は4種類
- 攻撃者は（解読したい）暗号文と公開鍵を知っている

攻撃法の分類

1. 選択平文攻撃(CPA; Chosen Plaintext Attack)
   攻撃者が任意の平文を選び、それに対応する暗号文を得られる（公開鍵暗号では常に可能な攻撃）
2. 選択暗号文攻撃（CCA1; Chosen Ciphertext Attack 1)
   攻撃者があらかじめ任意の暗号文に対する平文を入手できる
3. 適応的選択暗号文攻撃（CCA2; Chosen Ciphertext Attack 2)
   攻撃者はあらかじめ任意の暗号文に対する平文を入手でき、解読したい暗号文を入手した後でも（その暗号文を除いて）任意の暗号文に対する平文を入手できる

安全性の定義

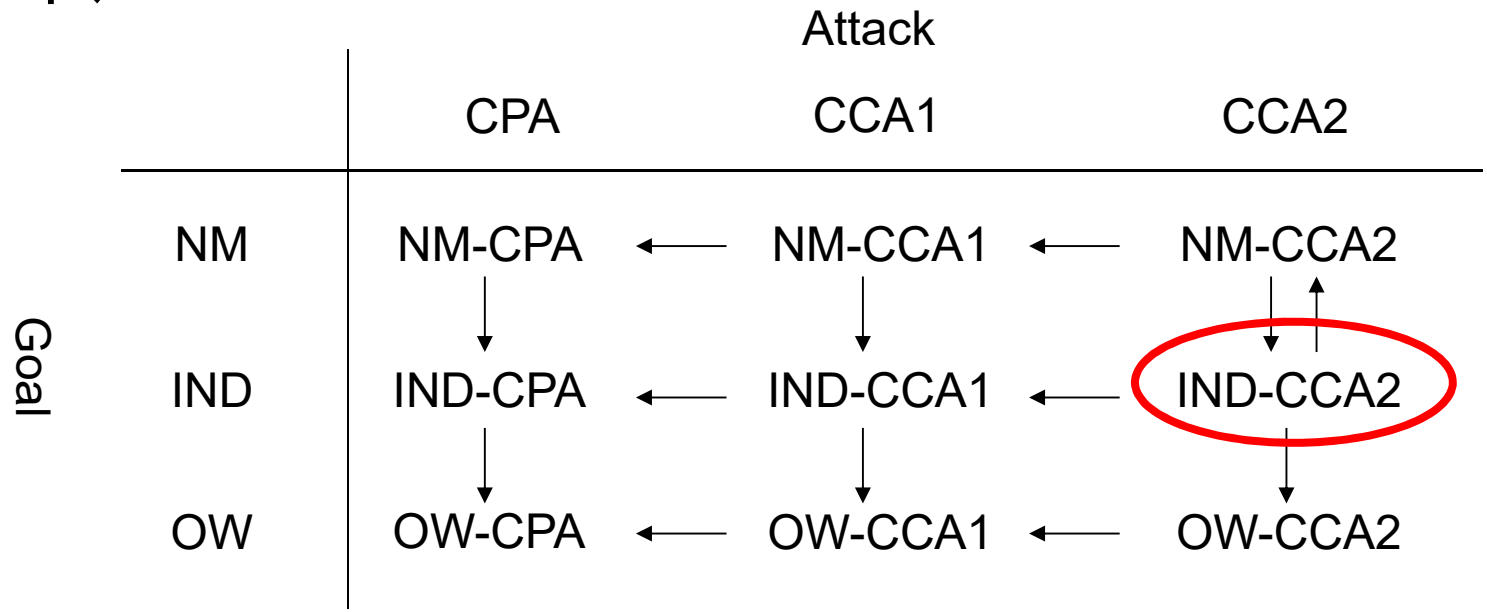
1. 一方向性（OW; One-Wayness)
   暗号文C=E(M)から平文Mを求めることができない
2. 強秘匿性(SS; Semantically Secure)
   暗号文C=E(M)からMに関して1bitの情報も分からない
3. 識別不可能性（IND; Indistinguishability)
   暗号文C=E(M)についてM=M_1 or M_2であるとき、平文がそのどちらであるか識別できない
4. 頑強性（NM; Non-Malleability)
   暗号文C=E(M)から平文Mに関連するM'に対応する暗号文C'=E(M')を求められない

（例）RSA暗号の安全性

1. 一方向性
   証明はされていないが一般に成り立つと仮定される
2. 強秘匿性
   平文Mの法Nに関するヤコビ記号(後述)の値を求めることができるので成り立たない
3. 識別不可能性
   候補平文を暗号化すれば容易に分かるので成り立たない
4. 頑強性
   平文の積に対応する暗号文は暗号文の積になるので成り立たない
   $e.g.\ \ M_1^e \times M_2^e = (M_1 \times M_2)^e \ \ (mod\ N)$

公開鍵暗号の安全性評価の方法

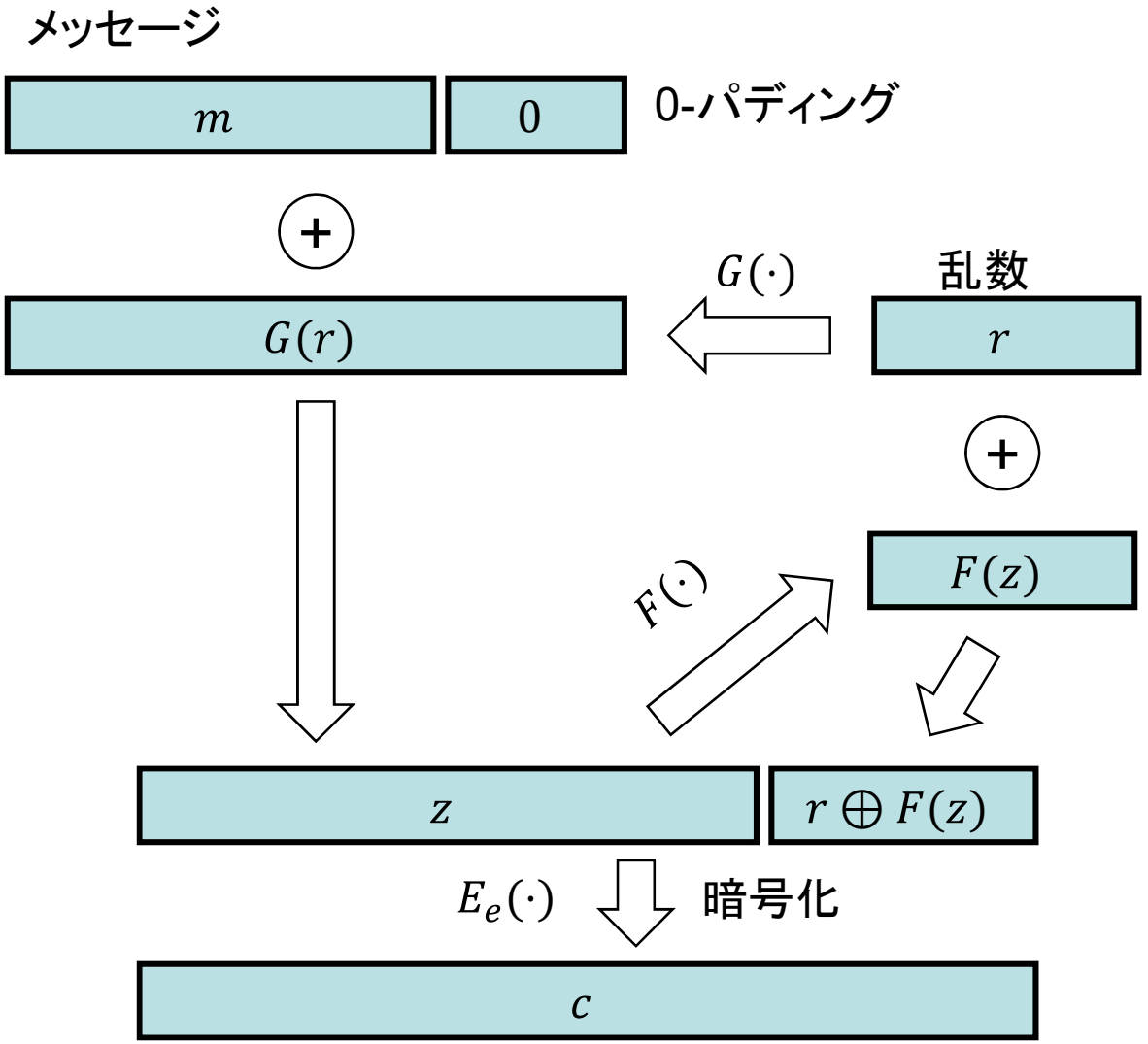
- 攻撃法（3種類）と安全性（4種類）の組み合わせは12種類ある→どの組み合わせが最も厳密（厳しい基準）か？



※INDとSSは公開鍵暗号では同値であることが証明されている

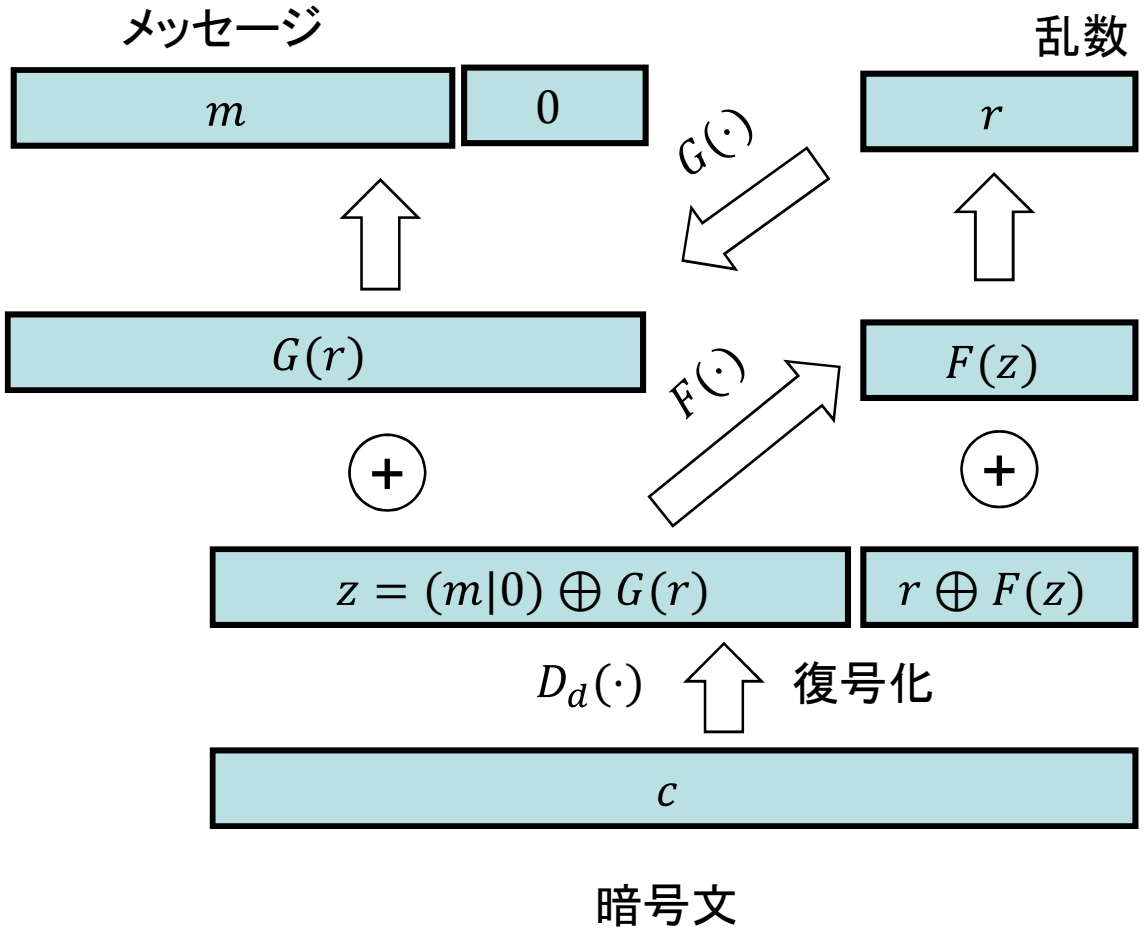
RSA暗号を**IND-CCA2**化した方式として、**RSA-OAEP方式**が提案され使われている

RSA-OAEP暗号



$F(\cdot)$:ランダム化関数
$G(\cdot)$:ランダム化関数
$E_e(\cdot)$:暗号化関数

RSA-OAEP暗号（復号）



$F(\cdot)$:ランダム化関数
$G(\cdot)$:ランダム化関数
$D_d(\cdot)$:復号化関数