JavaScript による End-to-End セキュリティ 03

公開鍵暗号はどうやって使えばいいのか？ 編

栗原 淳

2019 年 10 月 3 日

はじめに

はじめに

前回・前々回 (第 1,2 回) では

- End-to-End (E2E) セキュリティの原則と必要性
- Web サイトでの E2E セキュリティ実践のため、JavaScript での暗号 (AES) の正しく・安全に利用するする方法

を勉強した。

ところで、AES(共通鍵暗号) とは別に、「公開鍵暗号」というのが存在する。

今回は正しく・安全に公開鍵暗号を使っていくためのお話。

この講義で最終的に学びたいこと

- 公開鍵暗号はどういうものか。AES と比べた pros/cons。
- RSA 暗号と楕円曲線暗号[1] の違い。
- AES と公開鍵暗号を組み合わせてデータを暗号化するために。

細かい所の話もしますが、なるべく数式を使わないで「イメージ」をつかめるようにする。

[1] 今回は楕円曲線 Diffie-Hellman を取り上げる

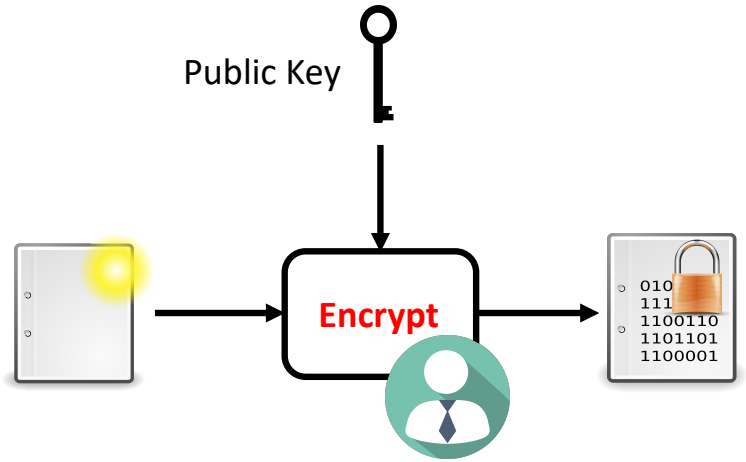
公開鍵暗号って？

既知だと思うが、まずざっと定義しておく。

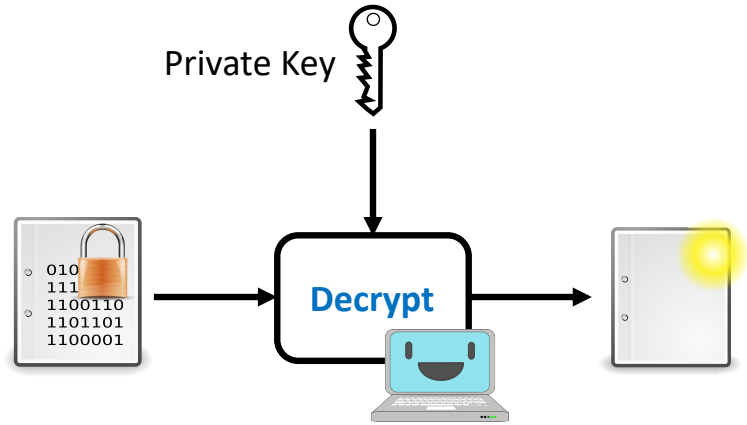
定義: 公開鍵暗号

以下のステップで暗号化・復号が行われる暗号方式のこと

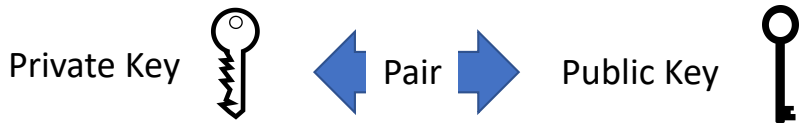
1. 特殊な数学的条件を満たす鍵ペア「公開鍵 PK と 秘密鍵 SK」を生成
2. PK は公開、SK は秘匿
3. データ D を PK によって暗号化して、暗号化データ X を生成
4. X は SK によってデータ D に復号される。



Anyone can encrypt information only with public key without knowing private key!



Only the private key owner can decrypt the information encrypted under its paired public key.



暗号化・復号の鍵を分けて、暗号化の鍵を公開してしまうことでパスワードなどの共有が不要になる。

この講義の対象と事前準備

対象:

- 暗号・セキュリティ技術に興味がある初学者
- Web に暗号技術を導入したい Web 系のエンジニア

必須ではないが触って楽しむのには必要な事前準備:

- Git が使えるようになっていること
- Node.js が使えるようになっていること
- Google Chrome 系ブラウザ and/or Firefox が利用可能なこと

公開鍵暗号の使い方 事始め

公開鍵暗号の種類

公開鍵暗号の定義「特殊な数学的条件を満たす鍵ペアを生成」

⇓

この「数学的条件」に複数の種類が存在。

JavaScript に限らず、各種環境で利用可能な代表的な公開鍵暗号：

- 素因数分解に関する条件
  → RSA 暗号
- 楕円曲線上の離散対数に関する条件
  → 楕円曲線暗号 (Elliptic Curve Diffie-Hellman; ECDH)

この２つの使い方、注意ポイントを今回は取り上げる。

RSA 暗号のさわり

楕円曲線暗号 (ECDH) のさわり

AES と比べた公開鍵暗号の Pros/Cons

RSA暗号を使ってみよう

RSA 暗号って何？

RSA 暗号を使うためのお作法

Padding:
RSA OAEP https://tools.ietf.org/html/rfc8017
PKCS1-v1.5 padding はやばい。Cryptrec からも落ちた。
https://www.cryptrec.go.jp/method.html
https://tools.ietf.org/html/rfc8017 既知の攻撃が知られており、
RSASSA, RSAES 共に PKCF1-v1.5 は非推奨@RFC
でも Node.js では OAEP 非サポートなので作った

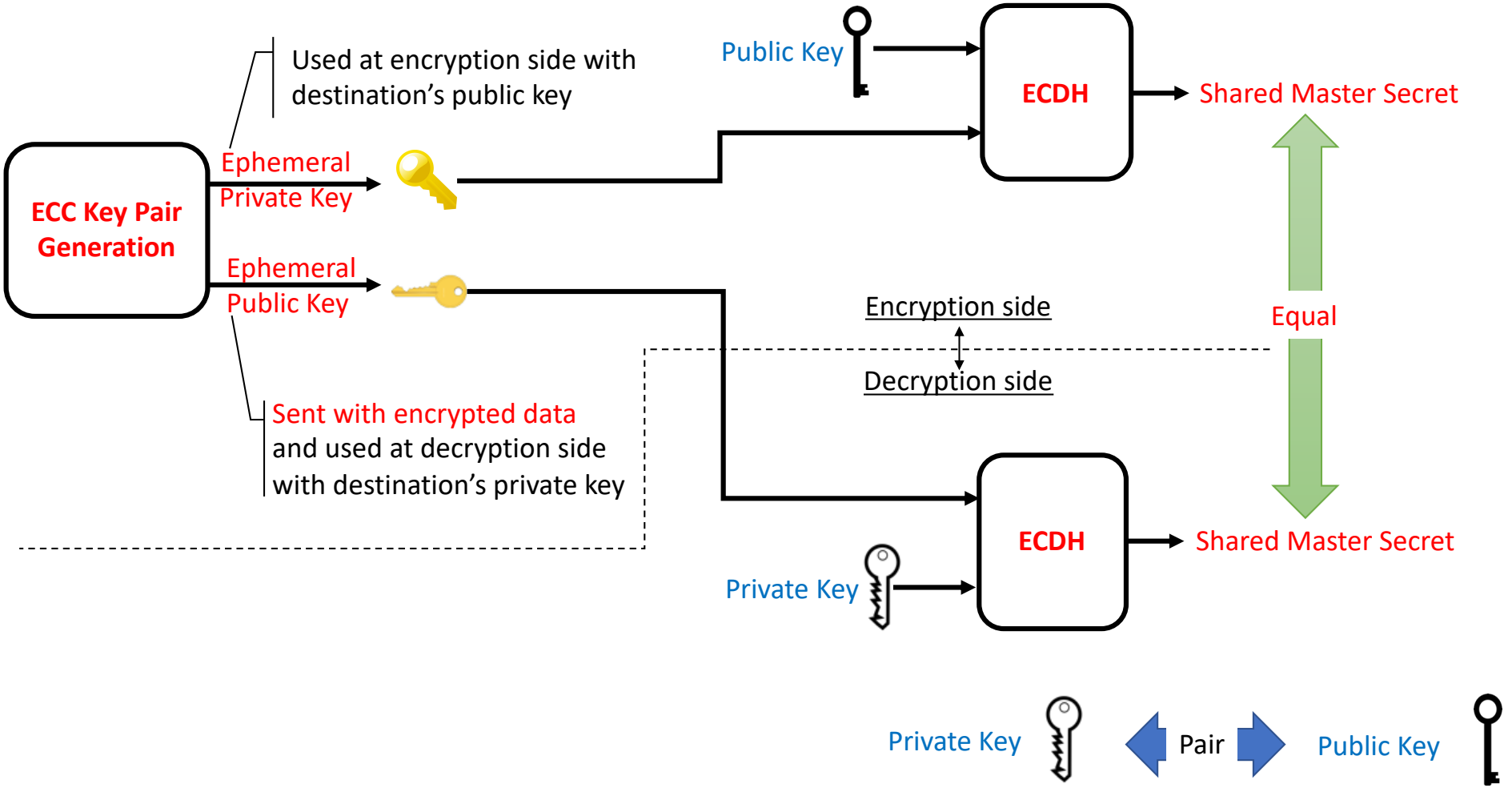
RSA-OAEP によるデータ暗号化をしてみよう

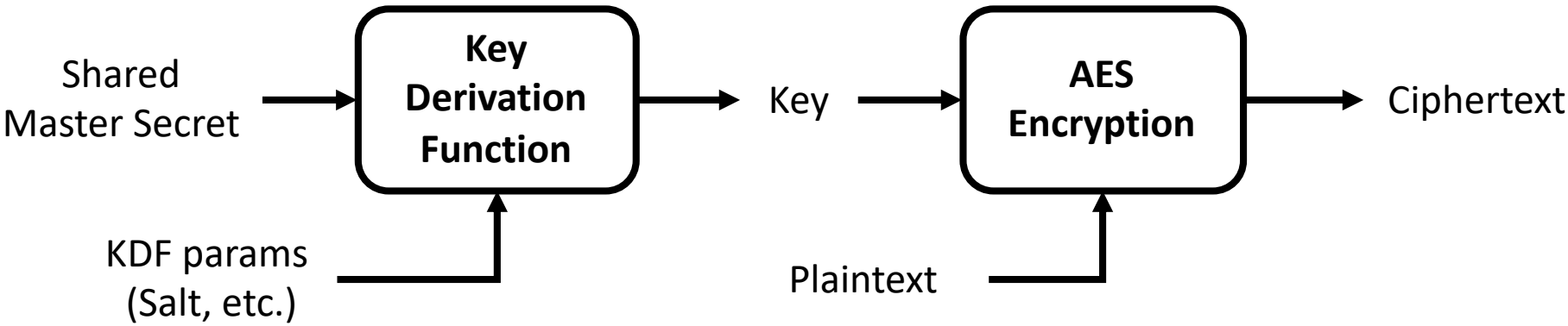
楕円曲線暗号 (ECDH) を使ってみよう

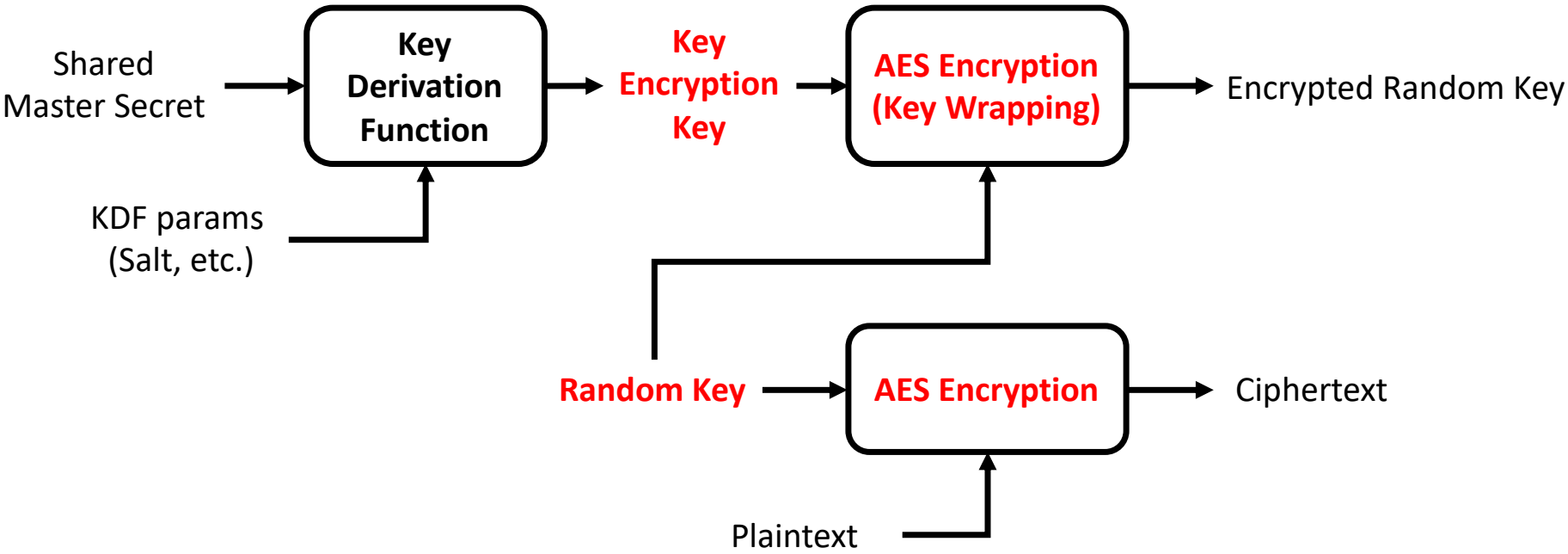
ECDHって何？

TLS https://tools.ietf.org/html/rfc8422
JOSE だと Concat KDF を使うだけ。
https://tools.ietf.org/html/rfc8037
直接 Concat KDF を暗号化の鍵にするか、あるいは Concat KDF の結果を AESKW の鍵として Content Encryption Key を暗号化するのに使う。

ECDH Ephemeral (ECDHE)




Shared
Master Secret
Key
Derivation
Function
KDF params
(Salt, etc.)
Key
AES
Encryption
Plaintext
Ciphertext


Shared
Master Secret
Key
Derivation
Function
KDF params
(Salt, etc.)
Key
Encryption
Key
AES Encryption
(Key Wrapping)
Encrypted Random Key
Random Key
AES Encryption
Ciphertext
Plaintext

ECDH によるデータ暗号化をしてみよう

今回は HKDF で暗号化してみる。

AESと公開鍵暗号のいいとこ取り

公開鍵暗号と **AES** の比較

ハイブリッド暗号化

AES の暗号化データをガンガン使い回せる！
msgpack-light を使ったコードを提供

まとめ

まとめ

お疲れ様でした。

- 公開鍵暗号を利用する際のお作法を学んだ。

次回以降…リクエスト次第ですが、

- 「情報が改ざんされてない」ことを保証するために（電子署名と MAC）
- RFC とアルゴリズム・フォーマット

などを予定。