
公開鍵基盤 PKI

ネットワークと情報セキュリティ9

菊池 浩明

CONTENTS

- 背景:フィッシング
- PKIの原理
- PKIの課題(失効)
- PKIの応用分野

なぜPKIが必要か？

フィッシング詐欺

Security Threat: *Phishing*



- フィッシング詐欺
 - **Fishing** (釣り) + **sophisticate** (精錬された) の造語
- ウェブサイトやメールの偽造
 - カード番号個人情報抽出
 - 米国24億ドル



手順1. 電子メール(餌)



VISA カード保有者のみなさまへ

VISA カードをお持ちのお客様は自動的に VISA 認証サービス プログラム** にご加入いただいております。

VISA 認証サービスでは、お客様の個人パスワードでお持ちの VISA カードのセキュリティを強化します。オンラインストアでのお支払い手続きの際に、ATM で暗証番号を入力するのと同じようにパスワードを入力していただきます。これで、実際にお店でカードを使用するときと同じように、VISA カードをオンラインで安全に使用することができます。

サービスの中断を避けるため、できる限り早急にカード情報を確認させていただく必要があります。

たいへんお手数ですが、次のカード情報確認ページ* へのリンクをクリックしてください

<https://www.visa.co.jp/verified/>

お手続きは、次の手順に従ってください。

* 上記のリンクをクリックして、カード情報を確認してください。



- ☑ カードのお申し込み
- ☑ お得なキャンペーン <VISA e-mailclub>
- ☑ 安全なオンラインショッピング
- ☑ プラチナカードの特典・サービス
- ☑ カードの紛失・盗難
- ☑ カードご利用のヒント
- ☑ プレス・センター
- ☑ VISAについて
- ☑ VISA TV コマーシャル
- ☑ VISA法人カード
- ☑ VISAのICカードへの取り組み
- ☑ AIS について

このサイトは、高度な SSL (Secure Socket Layer) 暗号化技術を利用して
おり、個人情報が見え、偽受または改ざんされることはありません。

VISA 認証サービス Web サイトで入力されたカード番号情報は、本サービス
を開始することを目的として、お客様の VISA カードの発行元金融機関および
処理機関に通知する場合を除き、使用または開示されることはありません。

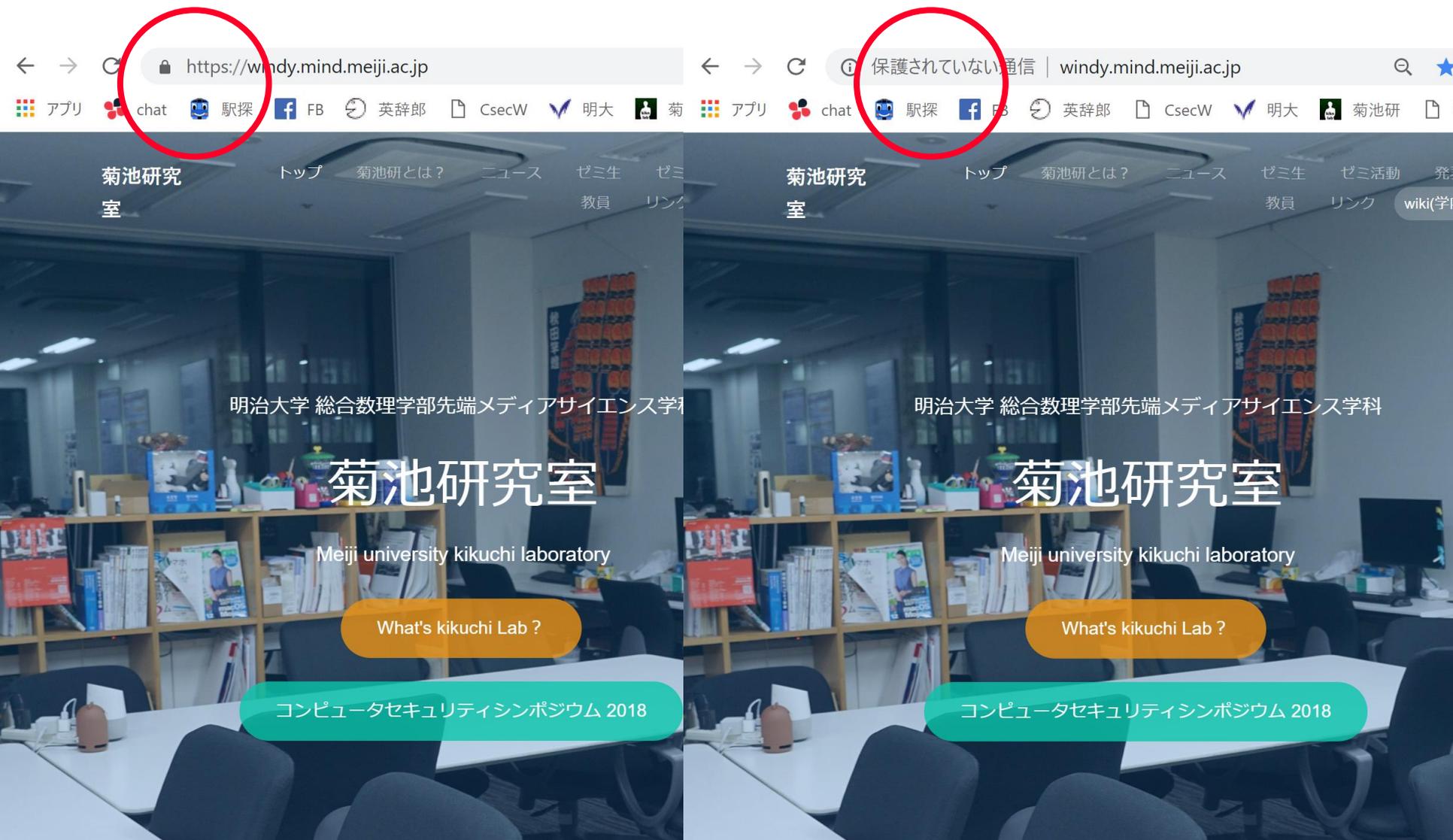
以下のフォームに記入し、カードを登録してください。

カード番号:

カードの有効期限:

月 / 年

どちらがフィッシングサイトか？



公開鍵証明書

- インターネットのパスポート
 - 名前
 - 公開鍵
(秘密鍵は入っていない)
 - 電子署名:
本人が作ったものを証明する

The screenshot shows a Windows Certificate Viewer window titled "証明書" (Certificate). It has three tabs: "全般" (General), "詳細" (Details), and "証明のパス" (Certificate Path). The "詳細" tab is selected. Below the tabs, there is a "表示(S):" (Display) dropdown menu set to "<すべて>" (All). The main area contains a table with two columns: "フィールド" (Field) and "値" (Value). The "公開キー" (Public Key) field is highlighted in blue. Below the table, there is a text area displaying the hexadecimal representation of the public key.

フィールド	値
バージョン	V3
シリアル番号	17030000...
署名アルゴリズム	sha256RSA
署名ハッシュアルゴリズム	sha256
発行者	Kaspersky...
有効期間の開始	2008年12...
有効期間の終了	2028年12...
サブジェクト	windy.min...
公開キー	RSA (2048...
公開キーのパラメーター	05 00

```
30 82 01 0a 02 82 01 01 00 bb e9 93 c7 82 bf 53 ef ed 63 3e dd a2 80 dd
0f af c8 db a3 2c 9d 9c 5f c9 da 46 b8 f1 f7 a1 25 8b d3 ce 5a de f3 5b 91
4e c0 51 87 ae 26 69 3e b7 1c da 29 7b cf 68 94 14 c3 c8 2f 3e 5c a5 12 e1
58 57 30 ed 85 7c 83 2c 71 48 db 2f 7a 05 0b 22 97 12 0c a4 f7 b7 a7 84 37
89 51 e8 09 e6 10 89 86 01 40 89 d2 5e 98 87 99 c1 b9 ca 9a 08 e3 98 e0
eb 5c 30 1e 7f c9 d7 a7 cd 36 09 ed ea df 3d 0d 71 ab 62 24 30 05 2e af 58
ab d4 da 80 63 4a b4 eb 1e 01 3b e7 4f 5b 82 25 7e 14 a0 f1 96 e3 0e 04
30 af e5 33 9f 25 f3 72 33 9b d3 70 dd 7a 56 59 c3 eb 79 50 46 80 11 31 c9
18 d2 99 94 e4 68 08 54 74 e6 34 98 0d 1c bc 82 7e 30 b2 12 23 ca 12 0c
```

チケットと証明書の比較

	チケット	証明書
暗号技術	共通鍵暗号	公開鍵暗号
検証者	指定(秘密を共有している人)	任意(公開鍵を知っている人)
スケーラビリティ	小さい	大きい
有効期限	数時間	数年
モデル	切符	パスポート

公開鍵証明書の原理

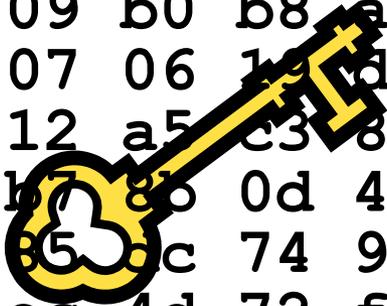
公開鍵証明書の技術

- 1. 公開鍵を証明するしくみ
- 2. 証明を行う認証局
- 3. グローバルな基盤

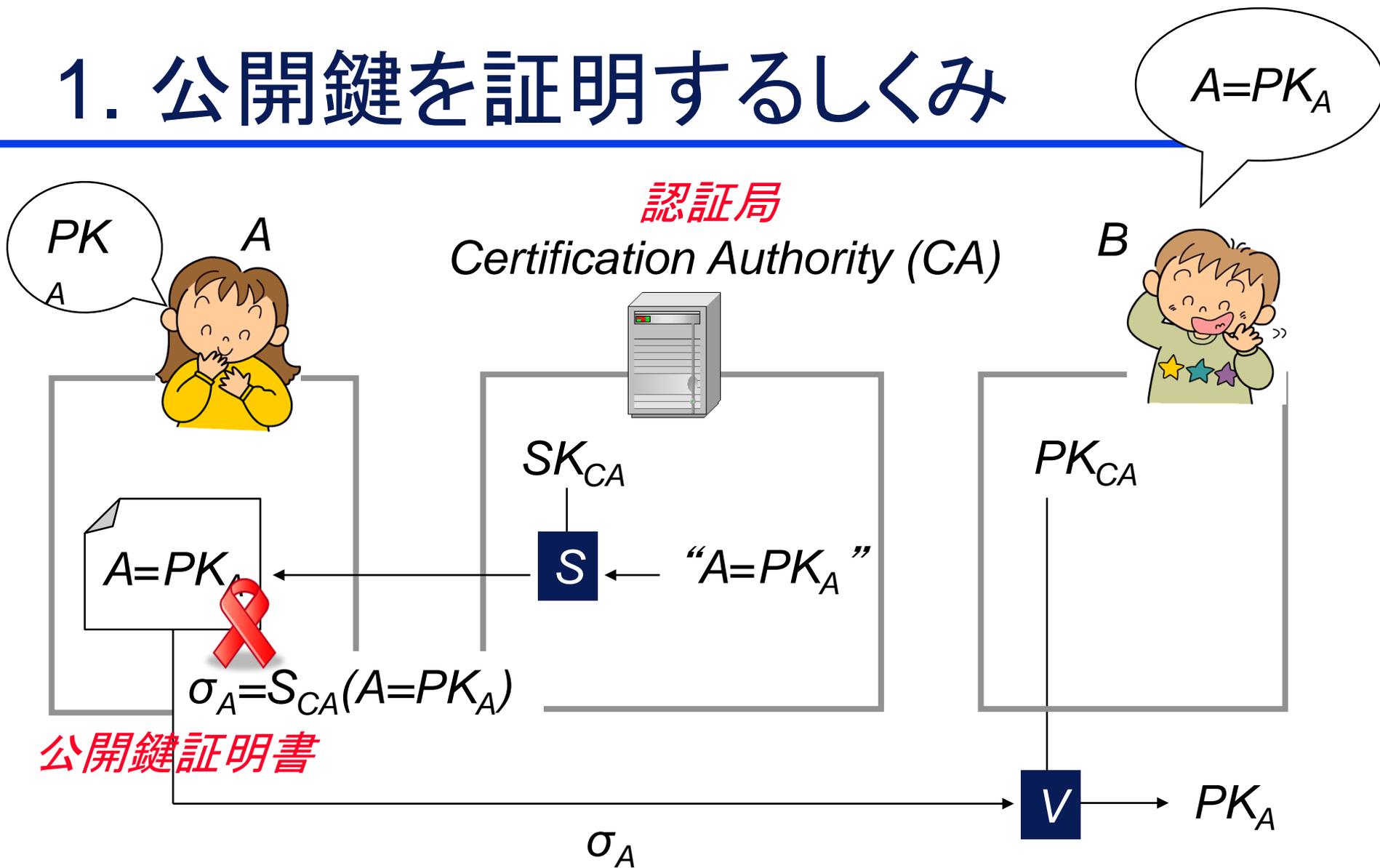
私の公開鍵

- RSA 1024bit (\$199/年)

```
n = 30 81 89 02 81 81 00 eb c1 3d 97 24
47 02 a2 2b 25 49 4f da 18 18 f4 99 42 2b
5d 12 e0 f2 67 09 b0 b8 af 13 93 84 b5 18
0c 58 6b 1f 81 07 06 1d d8 ad d3 a1 d6 45
a9 71 c2 e9 96 12 a5 c3 80 88 32 c3 8d 76
49 66 67 18 8a b7 8b 0d 40 69 e8 d5 85 09
77 5e 5a f7 27 85 dc 74 91 cf 5d 9c a8 88
26 cb 17 9a ed ec 4d 72 f3 1b 51 db bc 39
2e 8c 02 c5 29 23 ee 81 d7 05 5a f2 92 5b
1d 6a 20 9f d8 95 af 8b 89 d9 69 02 03 01
00 01
```



1. 公開鍵を証明するしくみ



X.509 証明書フォーマット

バージョン	X.509 のバージョン番号	V3
シリアル番号	発行元証明機関が証明書に割り当てる一意なシリアル番	170300009687af8a90a4726c
発行者	証明書を発行した証明機関	Kaspersky Anti-Virus Personal Root Certificate
有効期間	有効期限の開始と終了日	2010年5月6日 6:11:38
サブジェクト	証明書の発行先の個人、コンピュータ、デバイス、証明機関名	CN = windy.mind.meiji.ac.jp
公開キー	公開キーの種類と長さ	RSA (2048 bit)
拇印アルゴリズム	ハッシュ アルゴリズム	SHA256
拇印	証明書データの要約	4 ee 07 53 58 ..
CRL配布ポイント	CRLの配布元URL	URL=http://EVIntl-crl.verisign.com/
キー使用法	鍵の用途	署名用, 暗号用

DN

- Distinguished Name OSIにおける識別名 ID
 - 菊池研
 - » CN = windy.mind.meiji.ac.jp
 - » OU = Domain Control Validated
 - » C = JP
 - 明治大学
 - » CN = www.meiji.ac.jp
 - » OU = System Planning Office
 - » O = Meiji University Education Foundation
 - » L = Chiyoda-ku
 - » S = Tokyo
 - » C = JP

PKI (Public-key Infrastructure)

- 公開鍵基盤

- グローバルな認証

- 「名前」と公開鍵の束縛

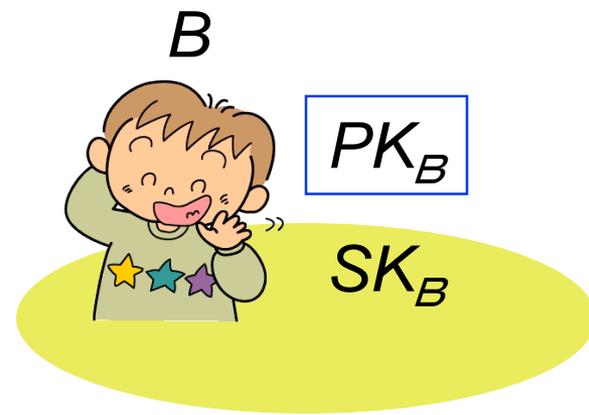
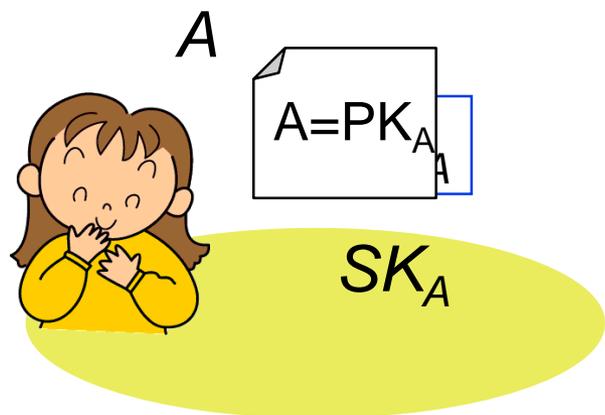
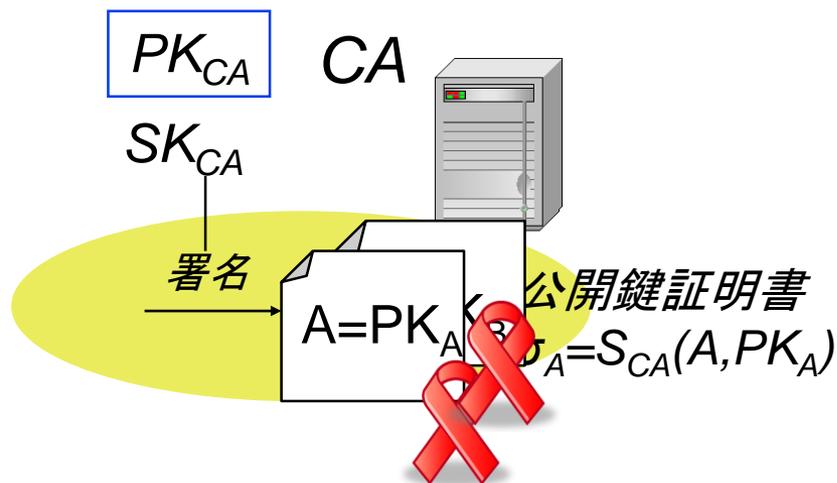
- 公開鍵証明書 (Certificate)

- » 規格 ITU X.509

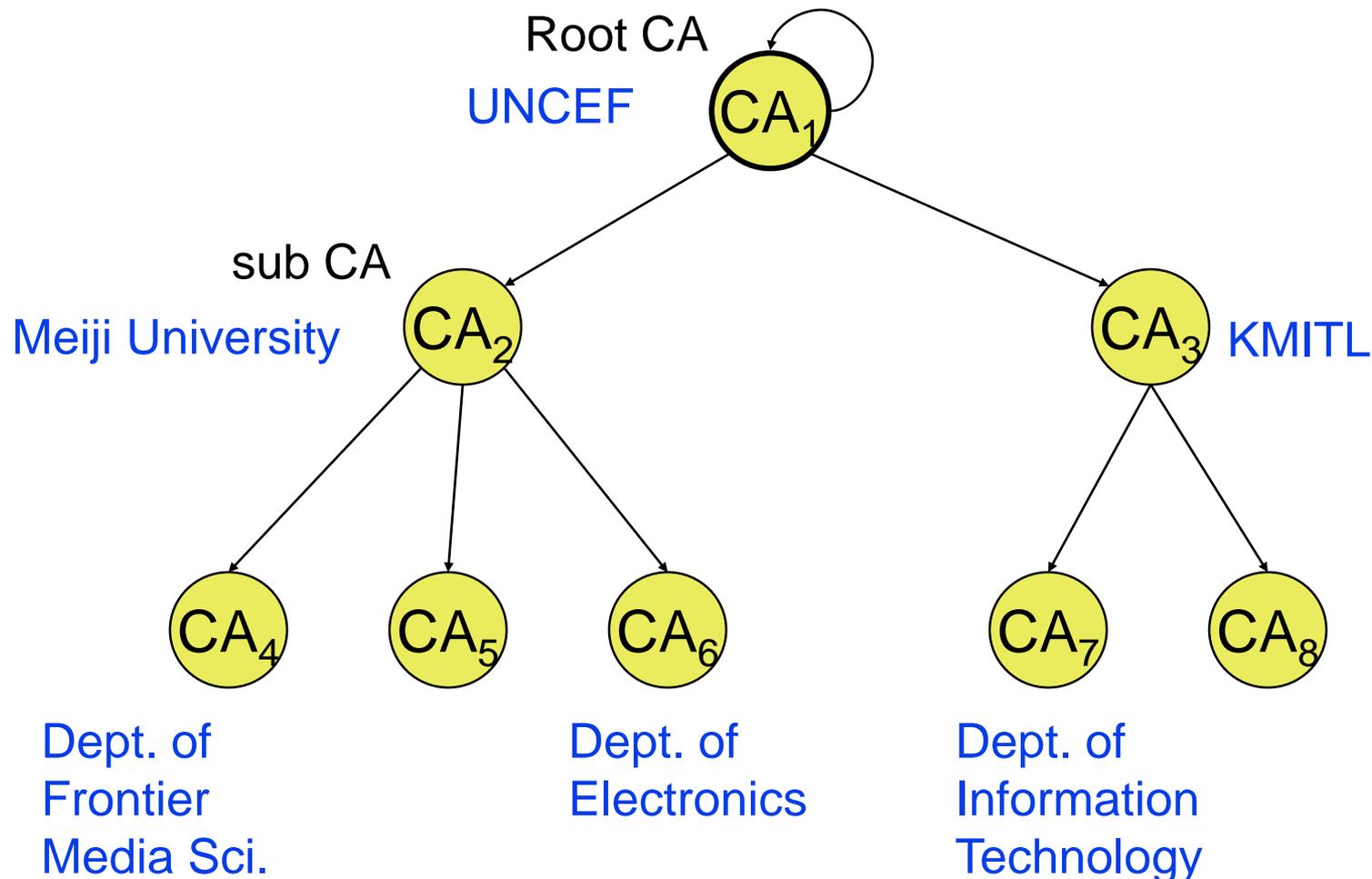
- 認証局 (CA: Certification Authority)

- » VeriSign, Baltimore, GPKI

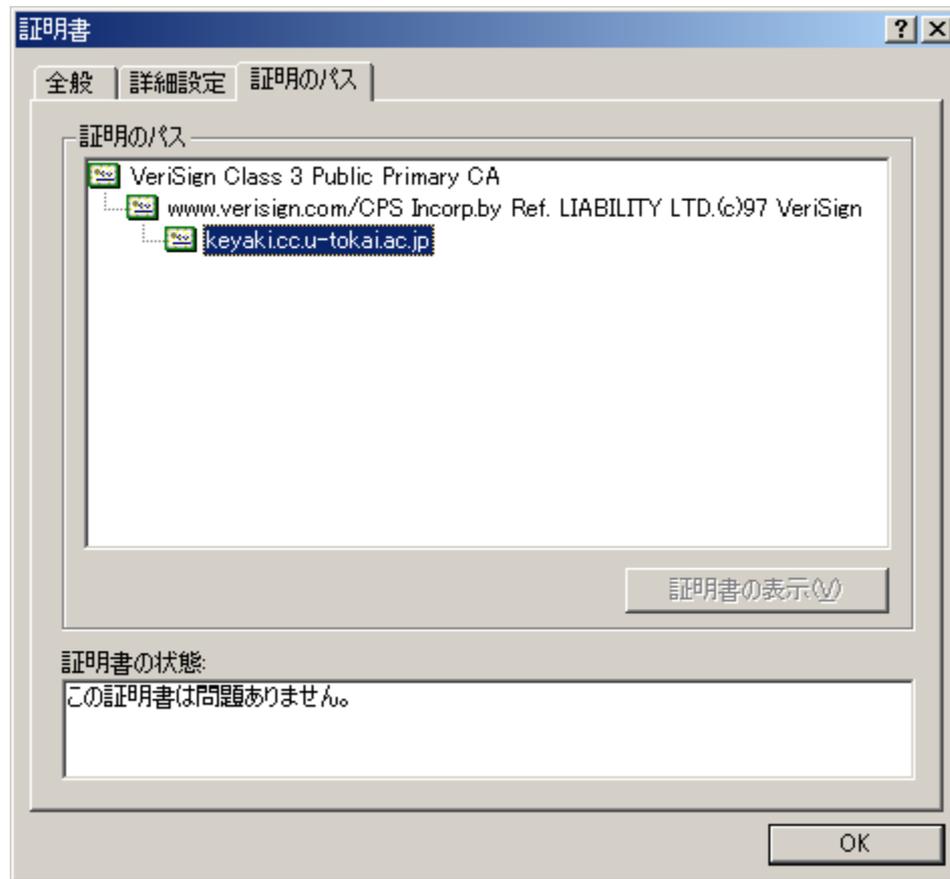
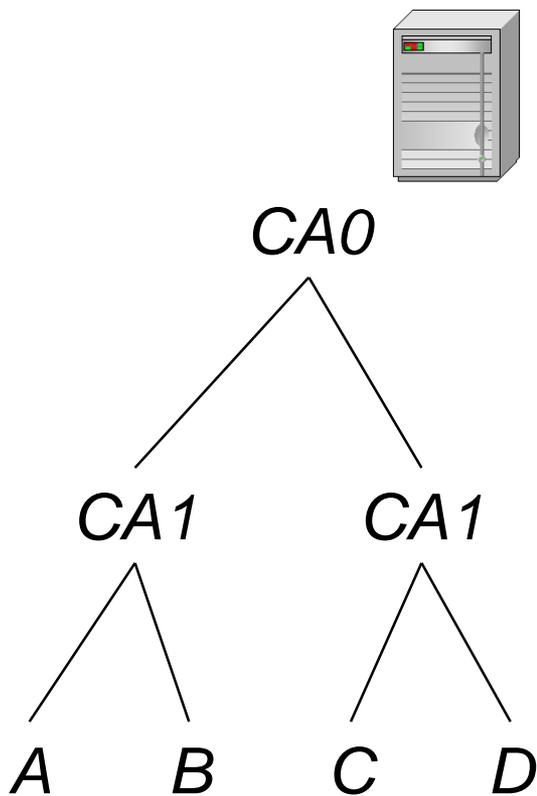
2. 認証局 (Certification Authority)



PKI (Public-key Infrastructure)



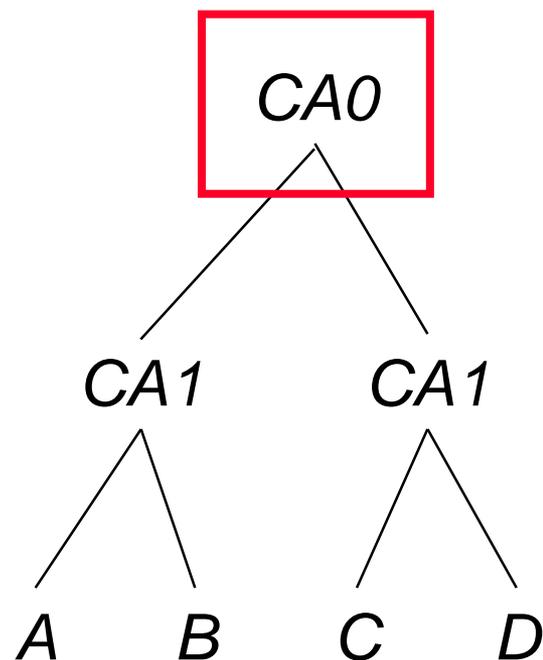
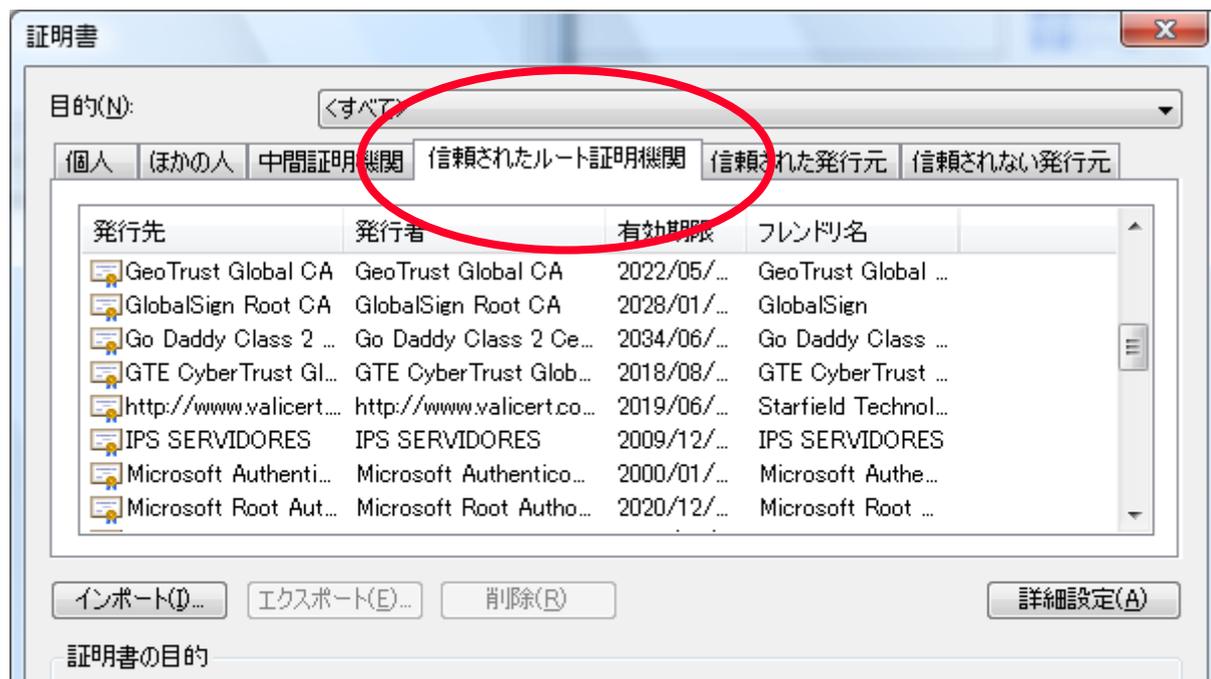
CAの「証明のパス」



トラストアンカー

■ 信用の起点

- 1. OSやブラウザに初期登録された証明書
- 2. 階層型の信頼の木のリート

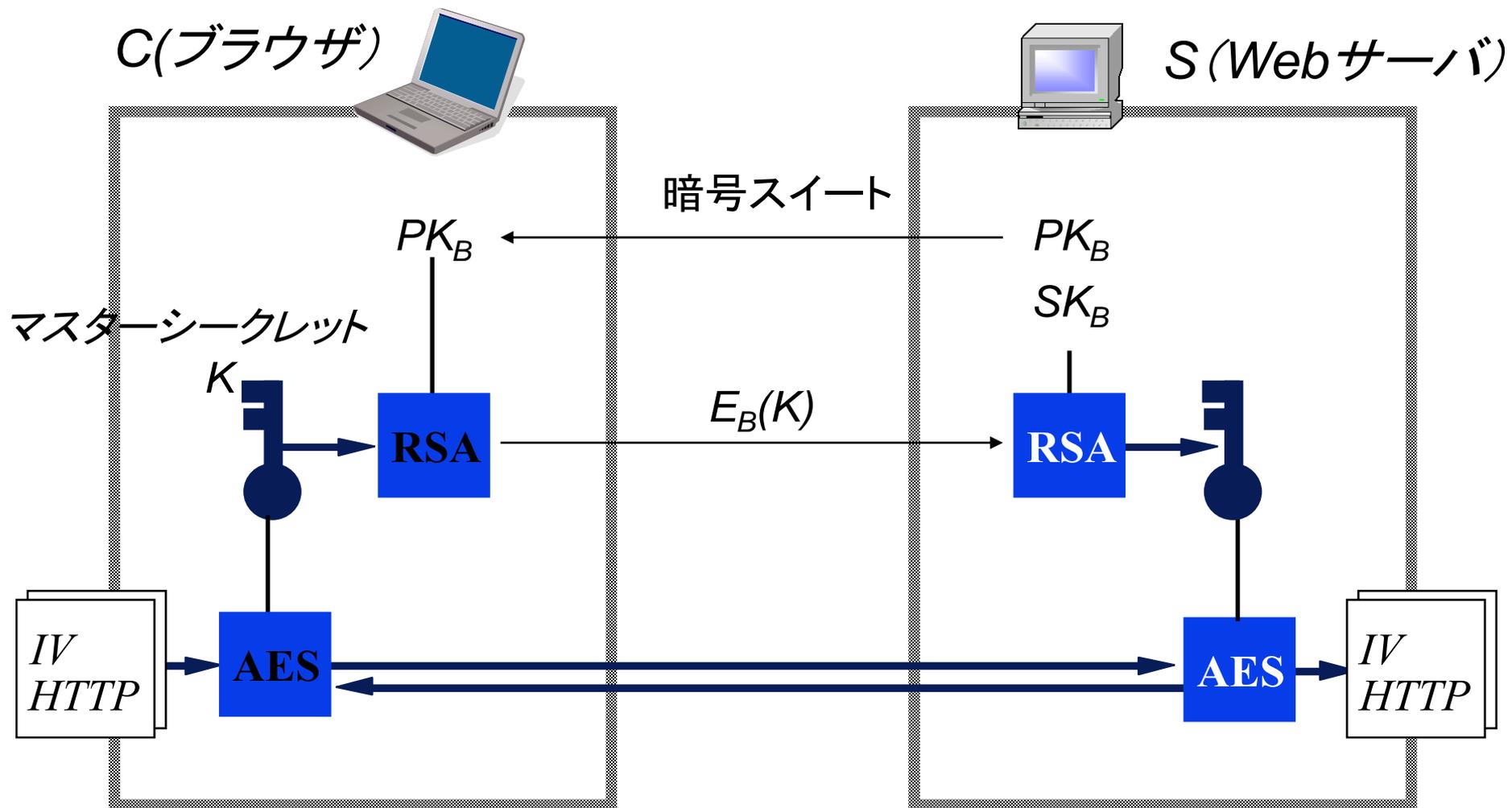


SSL/TLS

OSIレイヤーモデル

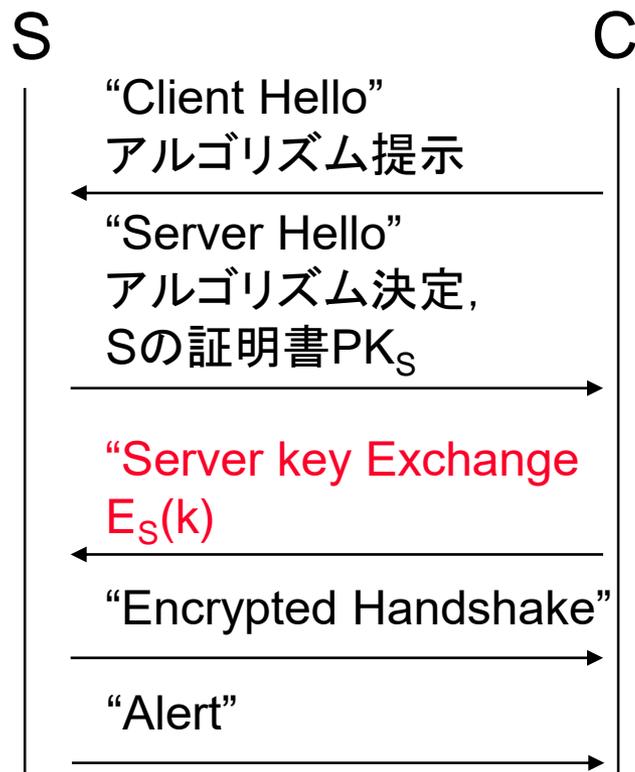
OSI	TCP/IPの例	セキュリティ	識別子
アプリケーション層	アプリケーション	S/MIME	メールアドレス
プレゼンテーション層		SSL/TLS	SA
セッション層			
トランスポート層	TCP/UDP	IPSEC	SPI (IPアドレス)
ネットワーク層	IP		
データリンク層	Ethernet / FDDI		
物理層	ADSL/電気信号		

SSL/TLSのHandshake

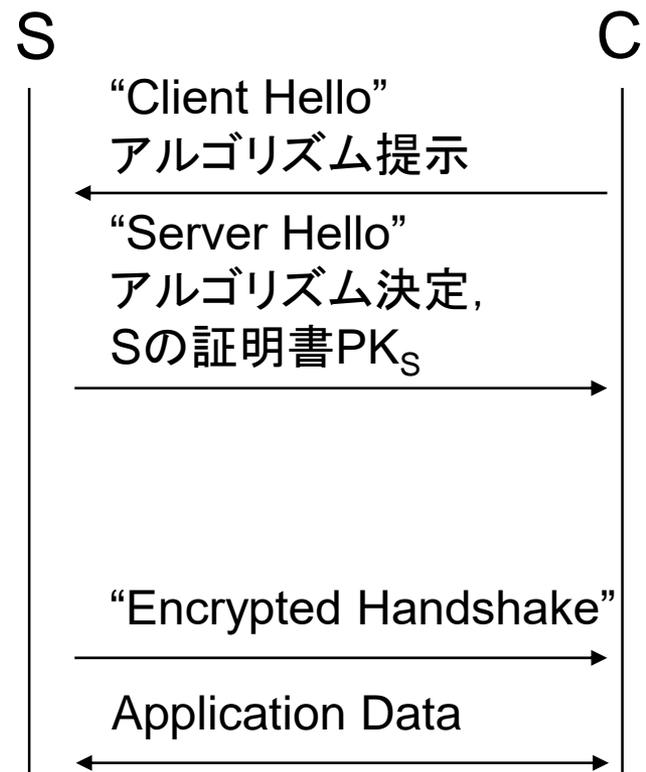


ハンドシェイクプロトコル

■ (a) 初期



■ (b) 既存セッション



TLSで保証されるもの

- 機密性 (C)

- エンドツーエンドの暗号化

- 例) EDH+AES

- 認証 (完全性 I)

- サーバ: 公開鍵証明書, **必須**

- クライアント: クライアント証明書 (オプション)

- 例) RSA+SHA

SSL Cipher Suites

- 暗号技術の識別

- 公開鍵暗号 × 共通鍵暗号 × ハッシュ

- 例)

- TLS_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA

- 公開鍵

- RSA

- DH (DH_RSA (DSS): 証明書付きDH,
DHE_RSA (ephemeral「短命の」DH,
DH_anon: 証明書なしDH)

BEAST, POODLE攻撃

■ BEAST攻撃

- CBCモードの脆弱性。ブロックの一部を解読。メッセージの分割などにより対処可

■ POODLE攻撃

- SSL 3.0のパディングの脆弱性。2014年12月に発見

```
Terminal - ssh - 80x24

      0--o  o--o  0  o--o  o--o
      |  |  |  / \  |  |
      0--o  0--o  0--o  0--o  |
      |  |  |  |  |  |  |
      0--o  0--o  0  0--o  |

Juliano Rizzo (juliano@nccr.fr)
This being (this@nccr.fr)

>>> Server initialized, listening on 0.0.0.0:8001
Deploy BEAST agent to 192.168.1.67 targeting https://paypal.com
Cookie so far: LANG=en_US%3BCA; ...
Final cookie: ...
It took 103.04 seconds :-)
```



スノーデン事件とフォワードセキュリティ

- Edward Joseph Snowden
 - 元米中央情報局CIA職員、米国家安全保障局NSAへ出向していた
 - 2013年6月13日、香港英文紙に、米国政府が世界中の数万の標的を対象に電話記録やインターネット利用を極秘裏に監視していたことを暴露
- Perfect Forward Secrecy (PFS)の重要性が再認識
 - PFS: ある時刻の鍵が漏洩しても、それ以前、以降の暗号通信の解読に影響を与えないこと
 - RSA: PFSでない(鍵固定)
 - DH: PFSでない
 - DHE (DH Ephemeral): PFSを満たす
 - ECDHE (楕円版DHE): PFSを満たす

SSL/TLSのバージョンと安全性

SSL/TLSへの攻撃方法に対する耐性	TLS1.2	TLS1.1	TLS1.0	SSL3.0	SSL2.0
ダウングレード攻撃(最弱の暗号アルゴリズムを強制的に使わせることができる)	安全	安全	安全	安全	脆弱
バージョンロールバック攻撃(SSL2.0を強制的に使わせることができる)	安全	安全	安全	安全	脆弱
ブロック暗号のCBCモード利用時の脆弱性を利用した攻撃(BEAST/POODLE攻撃など)	安全	安全	パッチ適用要	脆弱	脆弱
利用できる暗号アルゴリズム	TLS1.2	TLS1.1	TLS1.0	SSL3.0	SSL2.0
128ビットブロック暗号(AES, Camellia)	可	可	可	不可	不可
認証付暗号利用モード(GCM, CCM)	可	不可	不可	不可	不可
楕円曲線暗号	可	可	可	不可	不可
SHA-2ハッシュ関数(SHA-256, SHA-384)	可	不可	不可	不可	不可

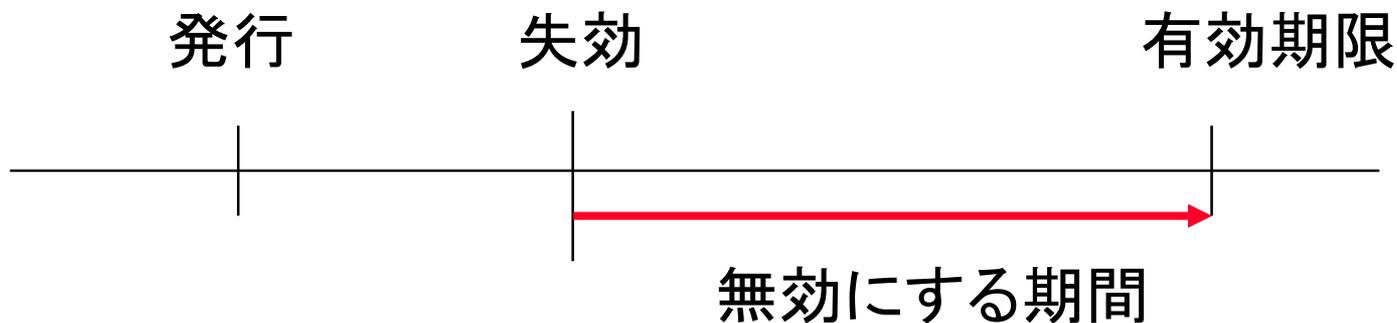
SSL/TLS暗号設定ガイドライン～安全なウェブサイトのために(暗号設定対策編)～

証明書のライフサイクル

証明書の失効

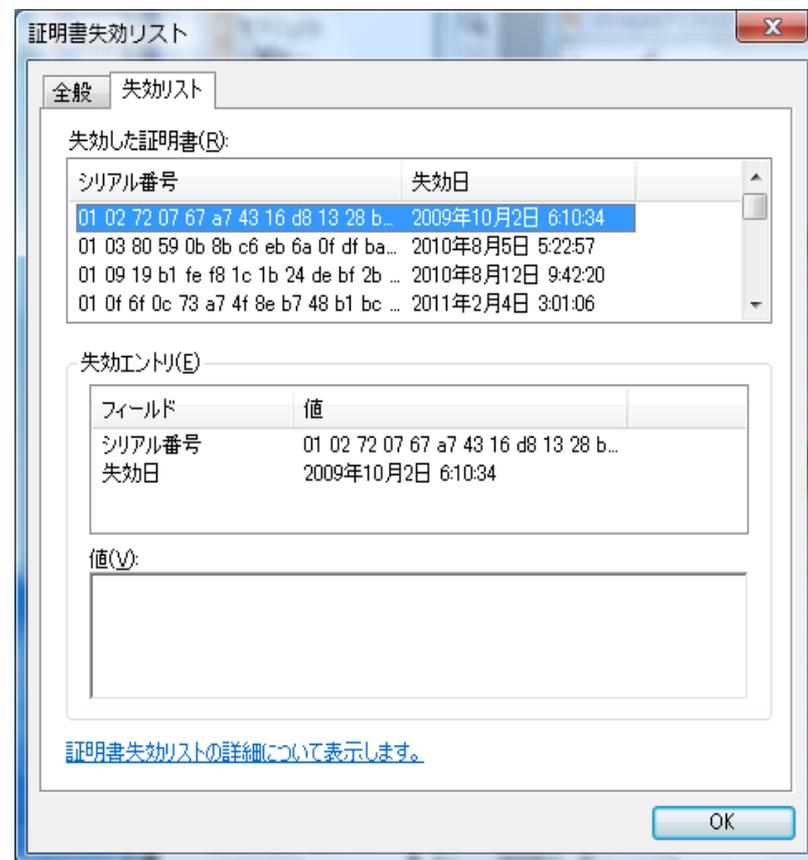
■ 失効

- 本来の有効期限より前に無効にすること
- 理由: 秘密鍵の漏洩や損失, 組織の変更, 退職, アルゴリズムの脆弱性



CRL (Certificate Revocation List)

- 失効証明書リスト
 - シリアル番号1
 - 失効日1
 - シリアル番号2
 - 失効日2
- 発行者
- 有効開始日 + 次の更新予定 (毎週)



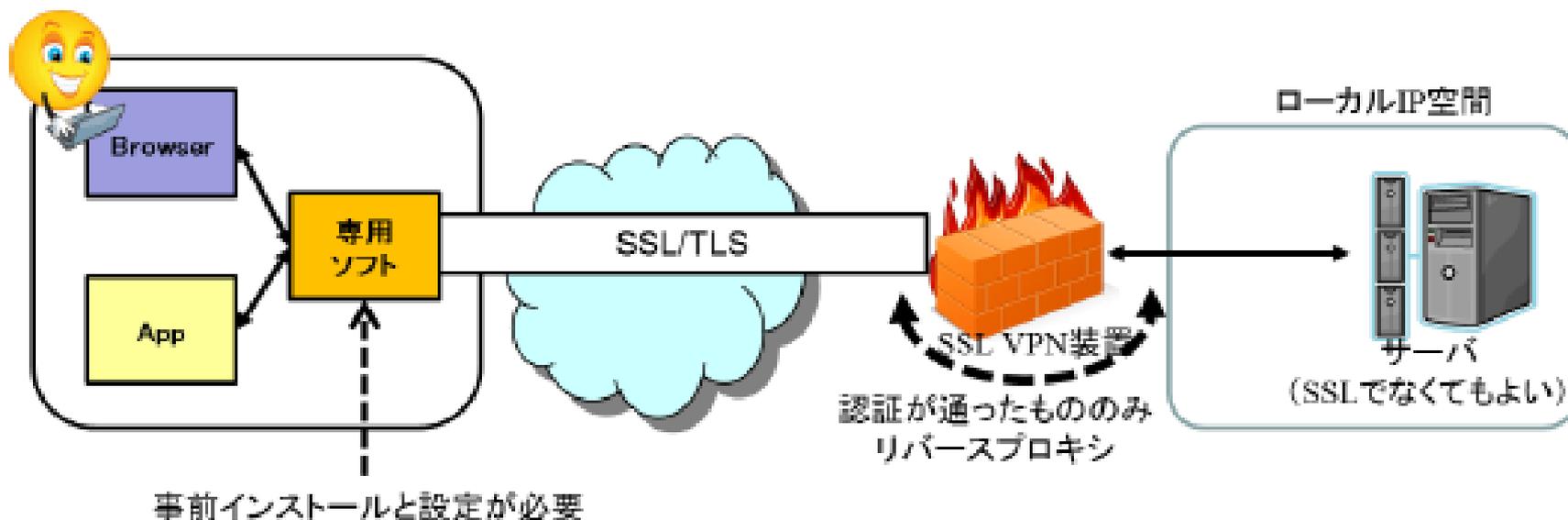
CRLの拡張

- 差分CRL
- CRL配布ポイント
- OCSP (Online Certificate Status Protocol)

PKIの応用分野

SSL-VPN

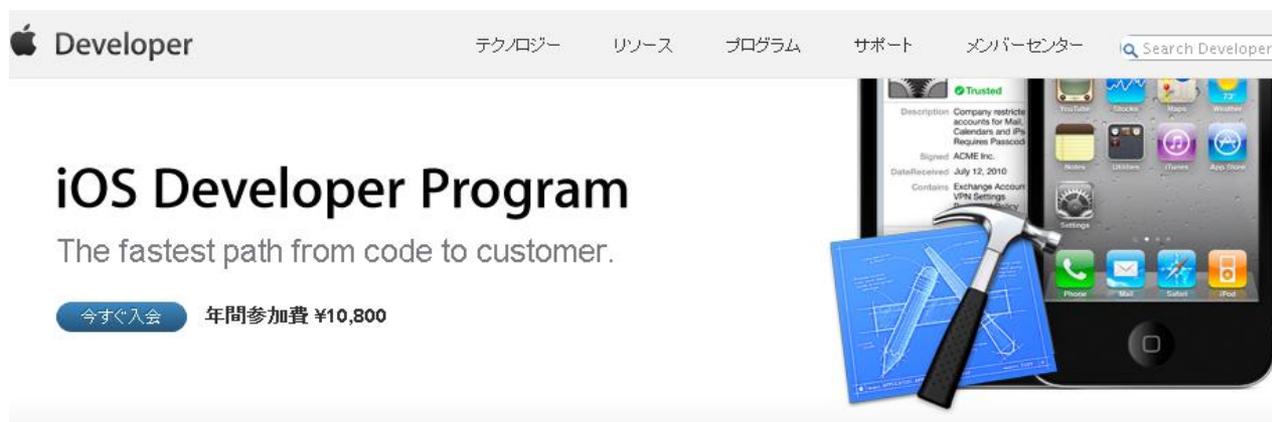
【クライアント型（専用ソフトベース）】



SSL/TLS暗号設定ガイドライン～安全なウェブサイトのために(暗号設定対策編)～

アプリ開発コードサイニング証明書

■ iOS開発者登録 年会費10,800円



Developer テクノロジー リソース プログラム サポート メンバーセンター Search Developer

iOS Developer Program

The fastest path from code to customer.

[今すぐ入会](#) 年間参加費 ¥10,800



1. 開発

iOS SDKとiOS Dev Centerの豊富なテクニカルリソースを使ってアプリケーションを開発します。



2. テスト

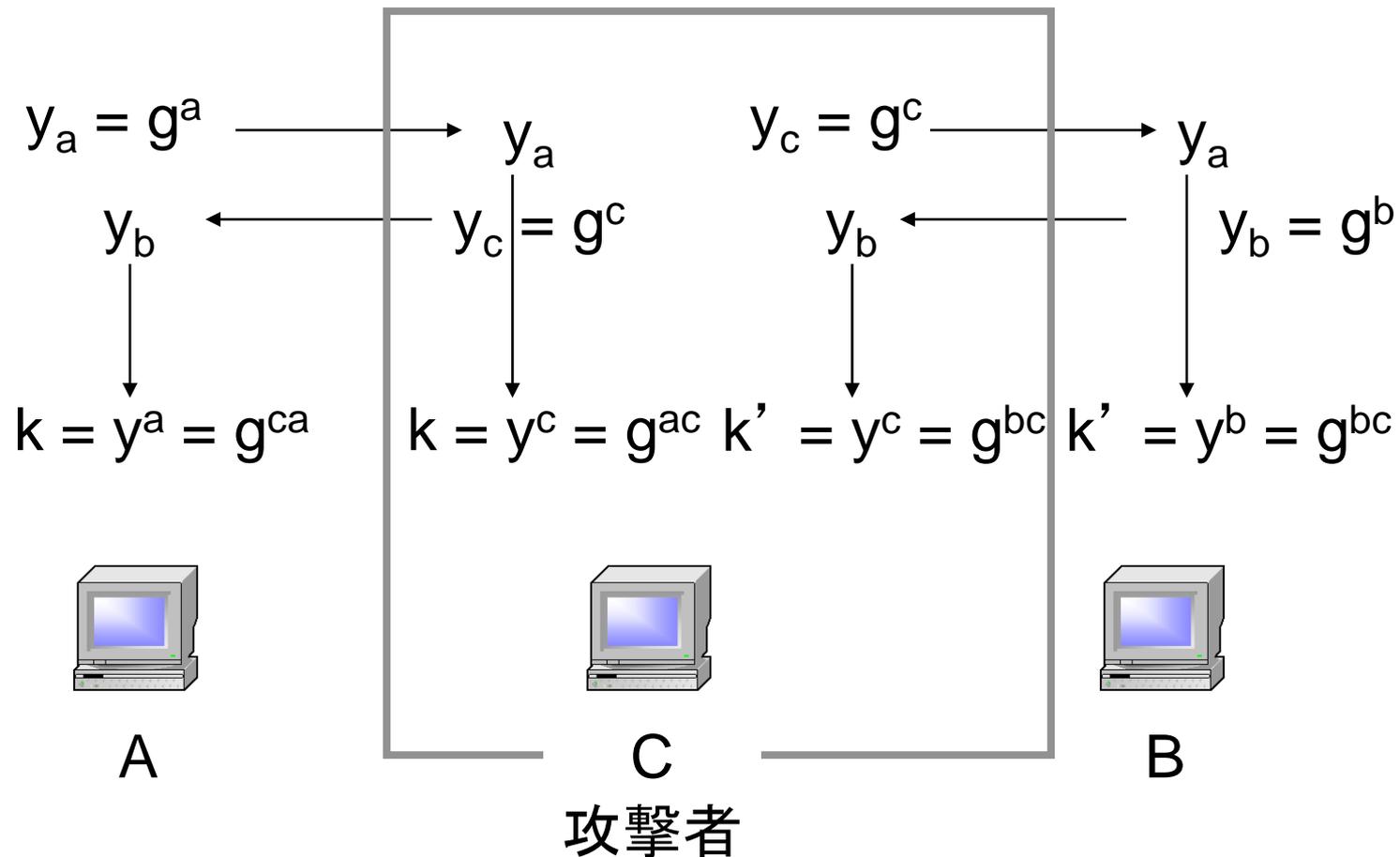
アプリケーションの仕上がりは、iPad / iPhone / iPod touch上でコードの検証やデバッグを行います。



3. 配布

アプリケーションを配信して、iPhone / iPod touchユーザーに届かせることができます。

中間者攻撃



まとめ

- フィッシング詐欺を防止するには, PKI(和訳:)が有効である.
- 証明書の形式は, ITUの()で定められており, DN形式で持ち主を表す()と発行者, 公開鍵が()の鍵で署名されている.
- 有効期限より前に証明書を無効にすることを()といい, 定期的に()を発行することで失効を保証している.

演習

- A,B,C,Dの証明書が次の表の様にある。
 - 1. 空欄に適切な鍵を埋めよ
 - 2. CがDに署名を送るとき必要な証明書は？
 - 3. AのCRLの発行者は誰か？
 - 4. トラストアンカーは誰か？

No.	Subject	Issuer	格納されている鍵	発行に使う鍵	検証に使う鍵
1	Alice	Bob	PK_A		
2	Bob	Bob		SK_B	
3	Carroll	Alice			PK_A
4	Dave	Alice			