DNSSECの概要

2013年5月29日
DNSSEC 2013 スプリングフォーラム
株式会社日本レジストリサービス (JPRS)
舩戸正和

本日の内容

- DNSSECの導入状況
- DNSキャッシュへの毒入れと対策
- DNSSECのしくみ
- 鍵と信頼の連鎖
- DNSSECのリソースレコード(RR)
- 対応が必要な関係者
- まとめ

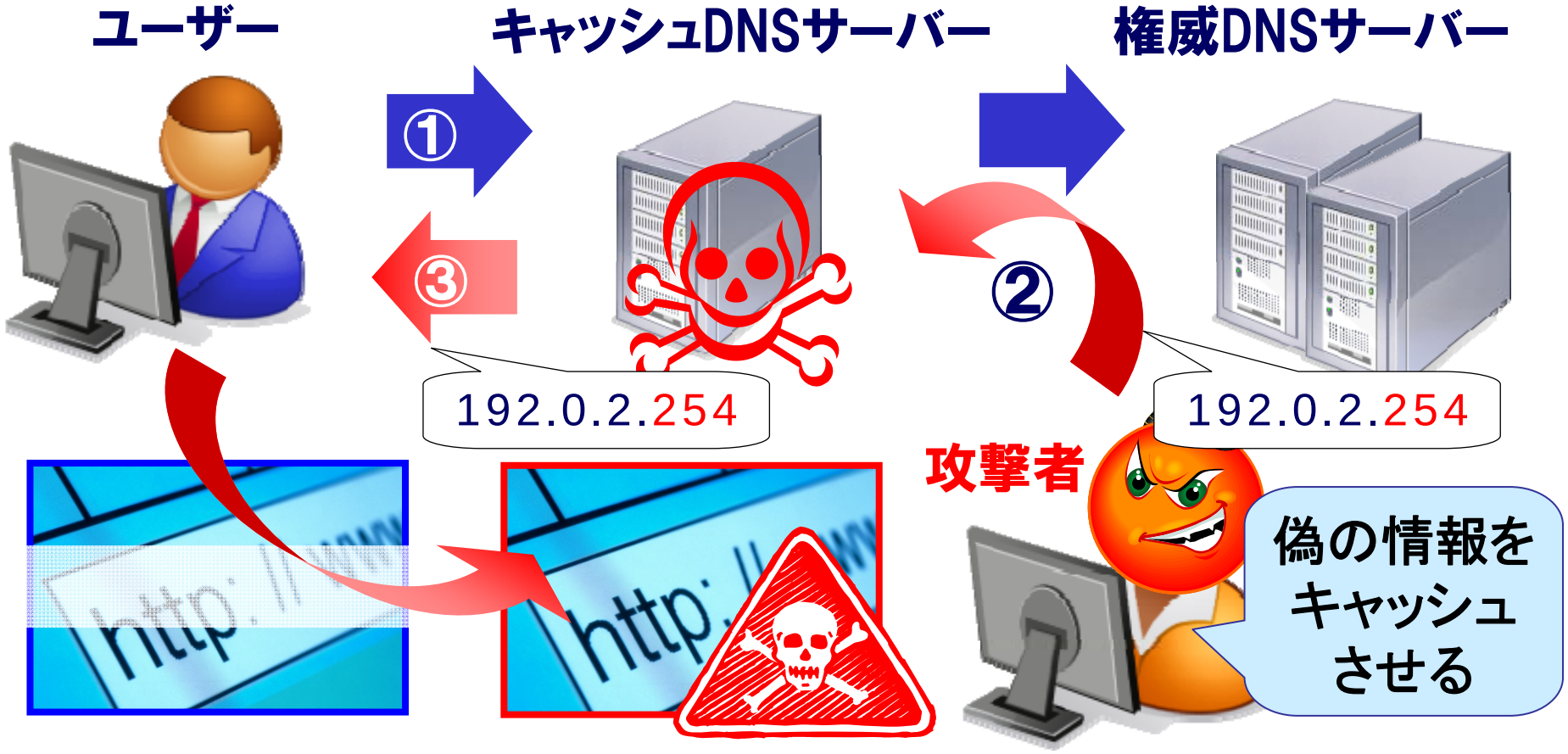
DNSSECの導入状況

DNSSECの導入状況

- rootゾーン
  - 2010年7月15日より正式運用
- TLD
  - 既に多くのTLDで運用されている
    - gTLD
      - .com, .net, .org, .info, .asia…
      - 新gTLDではDNSSEC対応が必須項目
    - ccTLD
      - .se, .bg, .br, .us, .ch, .eu, .de, .uk, .ca…
      - .jpは2011年1月16日より正式運用
  - 最新の導入状況
    - http://stats.research.icann.org/dns/tld_report/

DNSキャッシュへの毒入れと対策

DNSキャッシュへの毒入れ



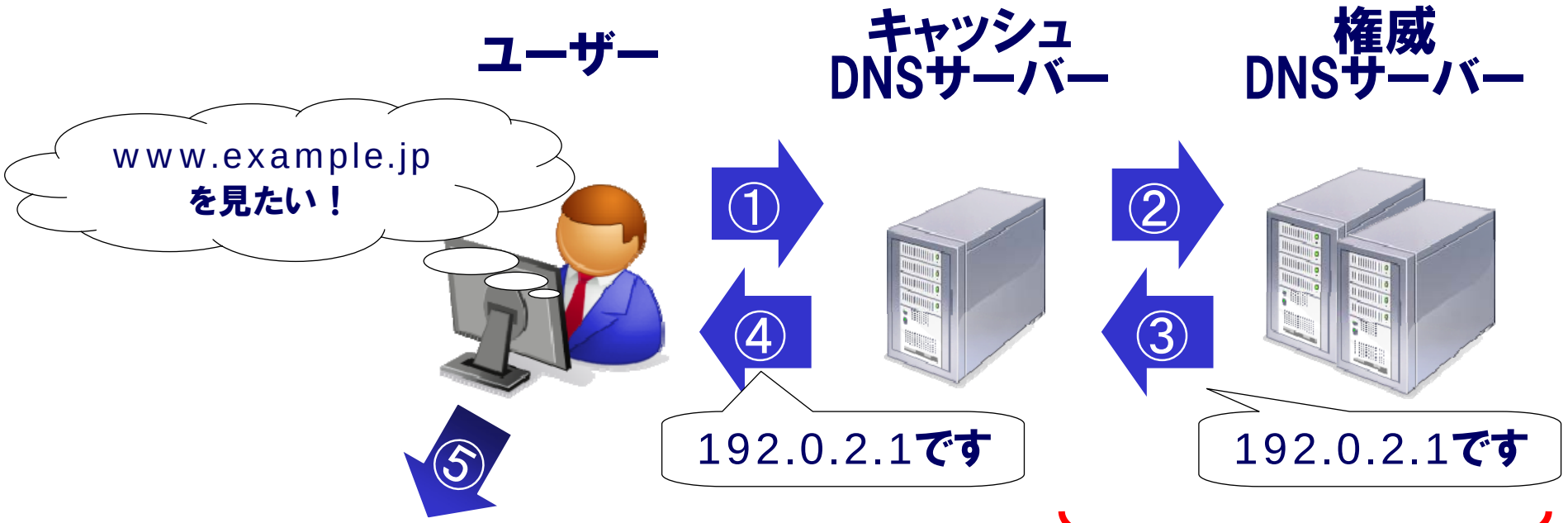
URLが本物のサイトと同じであるため
ブラウザのアドレスバーを見ただけでは判別できない

毒入れ攻撃への対策

- 攻撃が成功する確率を下げる
  - 問い合わせポートのランダム化
  - 適切なアクセス制限を行う
  - etc…
  - ➔上記は現在すでに実施されている対策だが、根本的な対策ではない
- 根本的な対策
  - DNS応答が偽造/改ざんされていないことを受信側で確認可能にする
  - ➔**DNSSECはこのための技術として開発された**

DNSSECのしくみ

DNSSECとは



- 正当な権威DNSサーバーからの応答か?
- 応答が途中で改ざんされていないか?

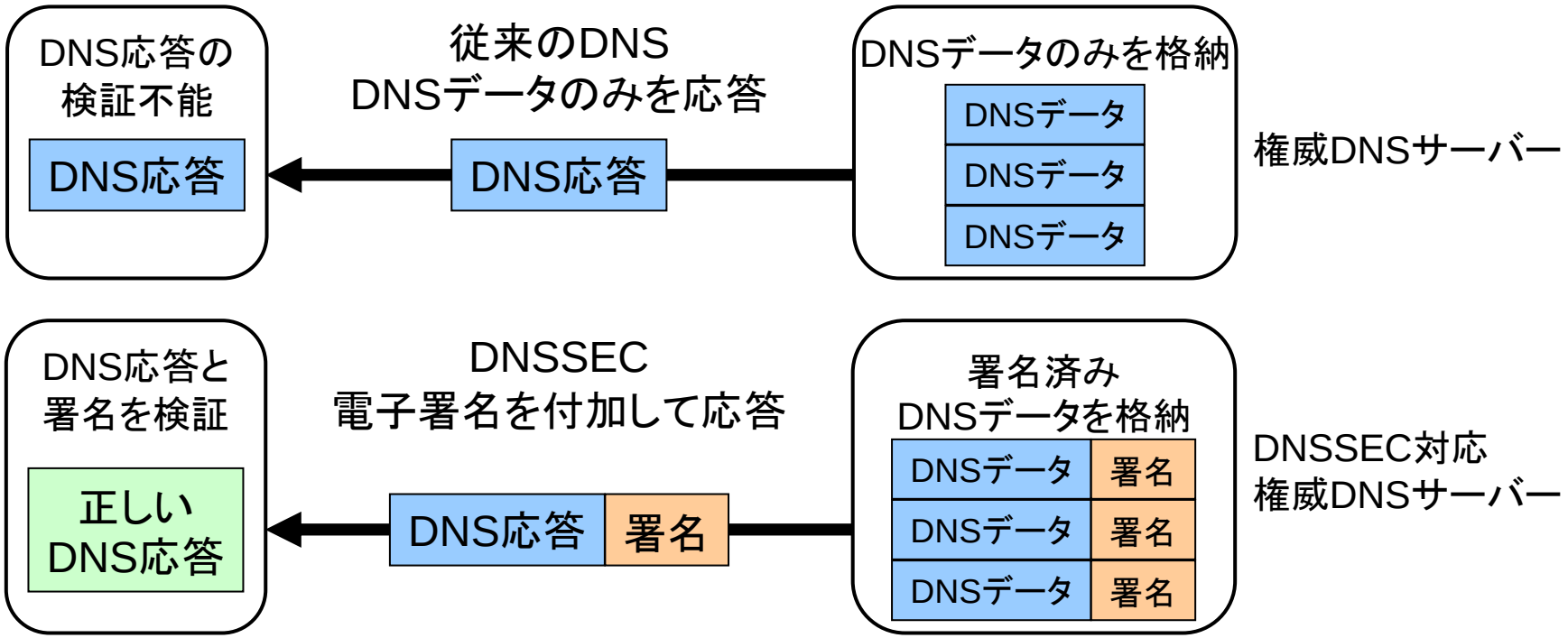
これらを検証するための仕組み

DNSSECとは

- DNSセキュリティ拡張
  - DNS SECurity Extensions
- 受け取ったDNS応答の出自・完全性(改ざんや欠落のないこと)を検証できる仕組み
- DNS応答に公開鍵暗号技術を用いた電子署名を付加
- 従来のDNSとの互換性を維持

従来のDNS vs DNSSEC

- 権威DNSサーバーで電子署名を付加し出自を保証
- 受信側でDNS応答の改ざん・欠落の有無を検出できる



DNSSECの対象範囲

■対象としているもの

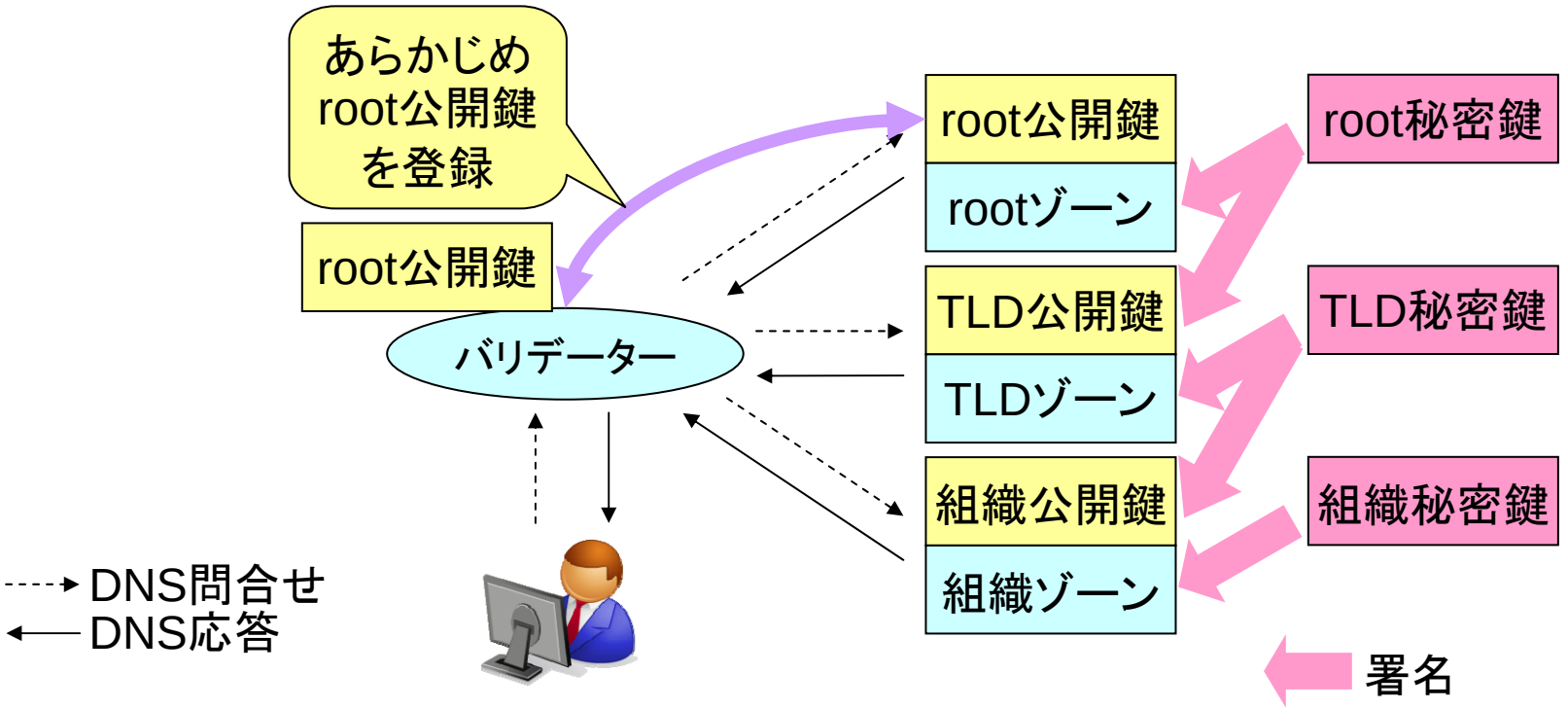
- ➢出自の保証
  - 正当な発信者からの応答であること
- ➢完全性の保証
  - DNS応答が改ざん・欠落していないこと

■対象としていないもの

- ➢通信内容の暗号化
  - 通信内容を暗号化し、問い合わせ内容を秘匿すること

鍵と信頼の連鎖

DNSSECにおける信頼の連鎖の概念



- 秘密鍵で自ゾーン全体と子ゾーンの公開鍵に署名し、信頼の連鎖を構築
- バリデーターが信頼の連鎖を検証
- DNSの委任の構造とDNSSECの信頼の連鎖が合致

2種類の鍵とDS

- 2種類の鍵
  - ZSK (Zone Signing Key)
    - ゾーンに署名するための鍵
  - KSK (Key Signing Key)
    - ゾーン内の公開鍵情報に署名するための鍵
- DS (Delegation Signer）
  - 親ゾーンにリソースレコードとして登録
  - 子ゾーンのKSKと等価な情報

ZSK (Zone Signing Key)

- 比較的暗号強度の低い鍵が使われる
  - RSAの場合、鍵長1024bit程度
- 署名コストが低い
  - 大規模ゾーンの署名にも適応できる
  - 安全確保のため、ある程度の周期で鍵を更新する必要がある
    - 現在の.jpでは1ヶ月ごとに更新
- 鍵更新は親ゾーンとは関係なく独立に行える
  - 2種類の鍵を使うメリット

KSK (Key Signing Key)

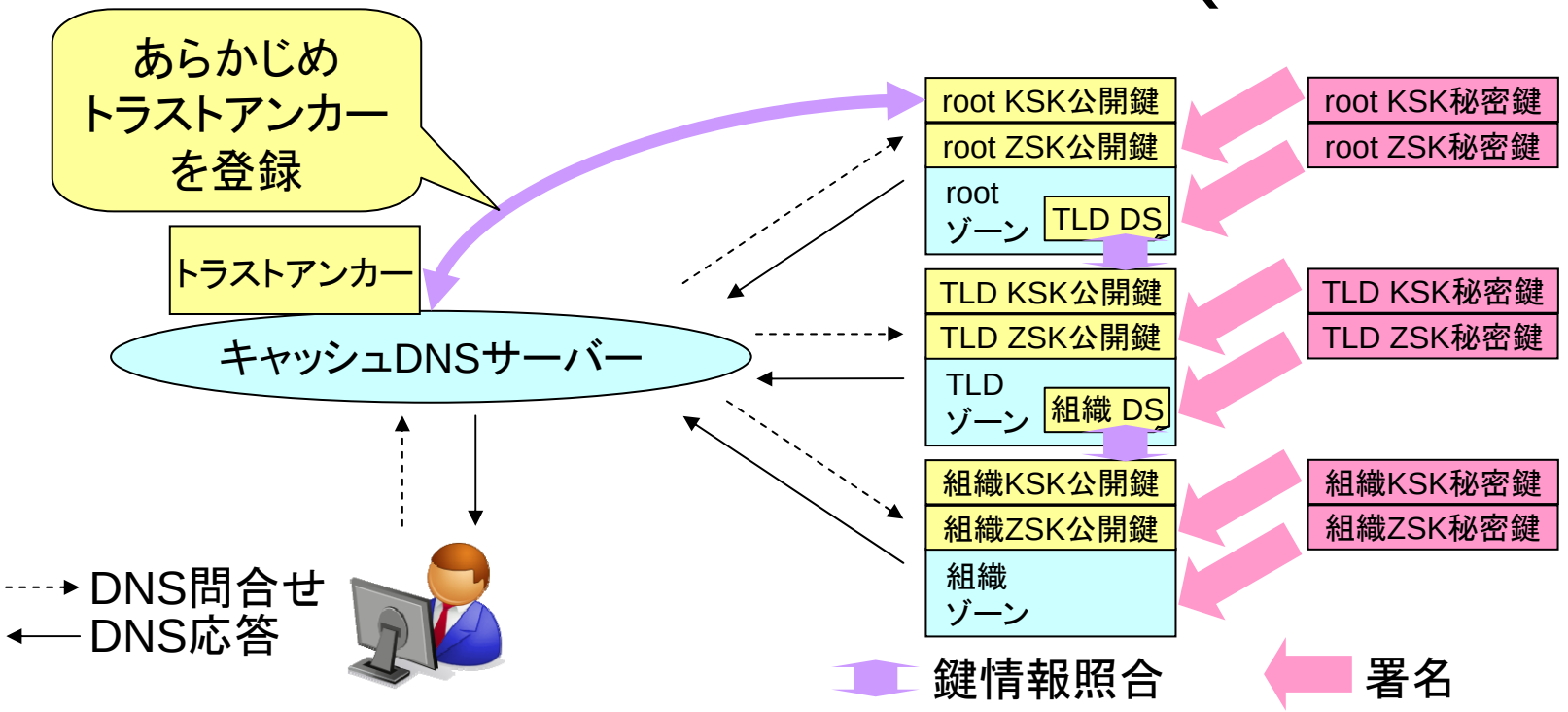
- 比較的暗号強度の高い鍵が使われる
  - RSAの場合、鍵長2048bit程度
- 利用期間を長くできる
  - 鍵更新の頻度を低くできる
    - 現在の.jpでは1年ごとに更新
  - 署名コストは高いが、ゾーン内の公開鍵情報のみを署名対象とするため、全体のコスト増加は少ない
- 信頼の連鎖を構築するため、KSK公開鍵と暗号論的に等価な情報(DS)を作成し、親ゾーンに登録する必要がある

  ➔**KSKを変更する場合、同時にDSも更新する必要あり**

DS (Delegation Signer)

- KSK公開鍵を、SHA-1/SHA-256等のハッシュ関数で変換したリソースレコード
  ➔KSK公開鍵と暗号論的に等価の情報
- 親ゾーンの委任ポイントに、
  NSと共に子ゾーンのDSを登録
  - 親ゾーンのZSKで子ゾーンのDSに署名することにより、信頼の連鎖を構築
  - DSの導入により、親ゾーンで署名した鍵を子ゾーンに戻すことが不要となる
  - これにより委任の構造と信頼の連鎖が合致

DNSSECの信頼の連鎖(DS導入後)



- 親ゾーンのZSKでDSに署名することにより、信頼の連鎖を構築
  - 親ゾーンに登録したDSと子ゾーンのKSKの公開鍵の情報を照合
- バリデーターがDNS応答の署名を検証
  - 通常の場合、キャッシュDNSサーバーがバリデーターとなる
  - キャッシュDNSサーバーにrootゾーンのKSK公開鍵またはDSを登録する
    ➔トラストアンカー

委任元における DSとNSの本質的な違い

- NS : 委任先DNSゾーンデータが存在する(可能性のある)**サーバーを指し示す**
- DS: 委任先**DNSゾーンデータを直接指し示す**
  - DSは子ゾーンのKSK公開鍵と等価な情報
- NSで指し示すのに使われているドメイン名がDNSSEC非対応であってもDNSSECの検証には影響しない
- jpゾーンでの例

```
example.jp. IN NS  ns0.example.ad.jp.
example.jp. IN DS  2260 8 2 CC83B074566..............
```

  - example.ad.jpドメイン名がDNSSEC対応していなくても、example.jpドメイン名はDNSSEC検証可能

DNSSECの
リソースレコード(RR)

DNSSEC関係のRR一覧

■ DNSKEY	公開鍵の情報(ZSK・KSK)
■ RRSIG	各RRsetへの署名
■ DS	KSK公開鍵のハッシュ値を含む情報(親ゾーンに登録)
■ NSEC	次のRRへのポインタと存在するレコード型の情報 (不在証明(後述)に利用)
■ NSEC3	NSECを改良したもの(後述)
■ NSEC3PARAM	NSEC3の生成に必要な情報

DNSKEY RR

■ 公開鍵を示すRR

- オーナー名はゾーン頂点(=ゾーン名)
- KSKとZSKを必要に応じて複数(後述)設定

```
example.jp. IN DNSKEY
    256 3 8 AwEAAeNO41ymz+Iw(行末まで省略)
     ①  ② ③                    ④
```

① フラグ(256:ZSK、257:KSK)

② プロトコル番号(3:DNSSEC)

③ DNSSECアルゴリズム番号(8:RSASHA256、10:RSASHA512)

- Domain Name System Security (DNSSEC) Algorithm Numbers
  http://www.iana.org/assignments/dns-sec-alg-numbers/dns-sec-alg-numbers.xml

④ 公開鍵(Base64で符号化)

RRSIG RR

■ 各RRへの署名で、RRSet毎に存在する

➢ RRSet:同一RRの集合

```
ns.example.jp. IN RRSIG A 8 3 86400
                         ① ② ③   ④
    20130601000000 20130501000000 40002 example.jp.
          ⑤              ⑥          ⑦        ⑧
        NiVihYAIZBEwfUUAbPazDRIbvhNH8S(以下省略)
                          ⑨
```

① 署名対象のRRSetの種類
  – ここではns.example.jpのA RR

② DNSSECアルゴリズム番号

③ ラベルの数
  – ”ns.example.jp”だと3、”*.example.jp”だと2

RRSIG RR(続き)

```
ns.example.jp. IN RRSIG A 8 3 86400
                         ① ② ③   ④
    20130601000000 20130501000000 40002 example.jp.
          ⑤              ⑥          ⑦       ⑧
        NiVihYAIZBEwfUUAbPazDRIbvhNH8S(以下省略)
                         ⑨
```

④ 署名対象RRのTTL

⑤ 署名の満了時刻(UTC)

⑥ 署名の開始時刻(UTC)

- “YYYYMMDDHHMMSS”形式で表記
- UTCであることに注意

RRSIG RR(続き)

```
ns.example.jp. IN RRSIG A 8 3 86400
                         ① ② ③   ④
    20130601000000 20130501000000 40002 example.jp.
          ⑤              ⑥          ⑦        ⑧
        NiVihYAIZBEwfUUAbPazDRIbvhNH8S(以下省略)
                          ⑨
```

⑦ 鍵タグ

⑧ ドメイン名

⑨ 署名

- 署名は、元のRRの全て(TTL、クラス等を含む)とRRSIGの署名そのものを除いた残りを含めて計算する
- 署名には有効期間があるため満了前に再署名が必要

DS RR

- DS - Delegation Signer
  - 子ゾーンのKSKの正当性を親ゾーンで承認
  - 親ゾーンにのみ記述する唯一のRR

```
example.jp. IN DS 63604 8 1 DF…(16進数40文字)
example.jp. IN DS 63604 8 2 E8…(16進数64文字)
                  ①    ② ③        ④
```

① 鍵タグ(16bit)
② DNSSECアルゴリズム番号
③ ダイジェストアルゴリズム(1:SHA-1，2:SHA-256)
④ KSK公開鍵のダイジェスト(ハッシュ値)

不在証明(NSECとNSEC3)

- 存在しない名前の偽装を防止するため「存在しない」ことを証明する必要がある
  - そのドメイン名は存在しない
  - そのRRSetは存在しない
- DNSSECではRRSetに署名して検証している
  - 存在しないものには署名が付加できない
- そこでDNSSECでは、存在によって不存在を証明することにした

➔このためのRRとしてNSEC RR/NSEC3 RRが使われる

NSEC RR

■ NSEC RRの例

```
sec1.example.jp. IN NSEC sec3.example.jp. NS DS RRSIG NSEC
```

■ 上記の意味
- ➢ アルファベット順でsec1.example.jpの次に存在するのはsec3.example.jp
- ➢ sec1.example.jpにはNS, DS, RRSIG, NSECの各RRが存在する

■ 使用例
- ➢ sec2.example.jpのAレコードの問い合わせに対する応答
  - • sec1.example.jpとsec3.example.jpの間に名前が存在しない
- ➢ sec1.example.jpのAレコードの問い合わせに対する応答
  - • sec1.example.jpにはAレコードが存在しない

■ 問題点
- ➢ NSEC RRの「次の名前」連鎖をたどることにより、外部からすべてのゾーンデータを入手できてしまう

➔ゾーンデータを取りにくくするための工夫が必要

NSEC3 RR/NSEC3PARAM RR

- NSEC3 RRの追加導入
  - ドメイン名を一方向性ハッシュ関数で処理することによりゾーンデータを取りにくくする
- NSEC3 RRの例

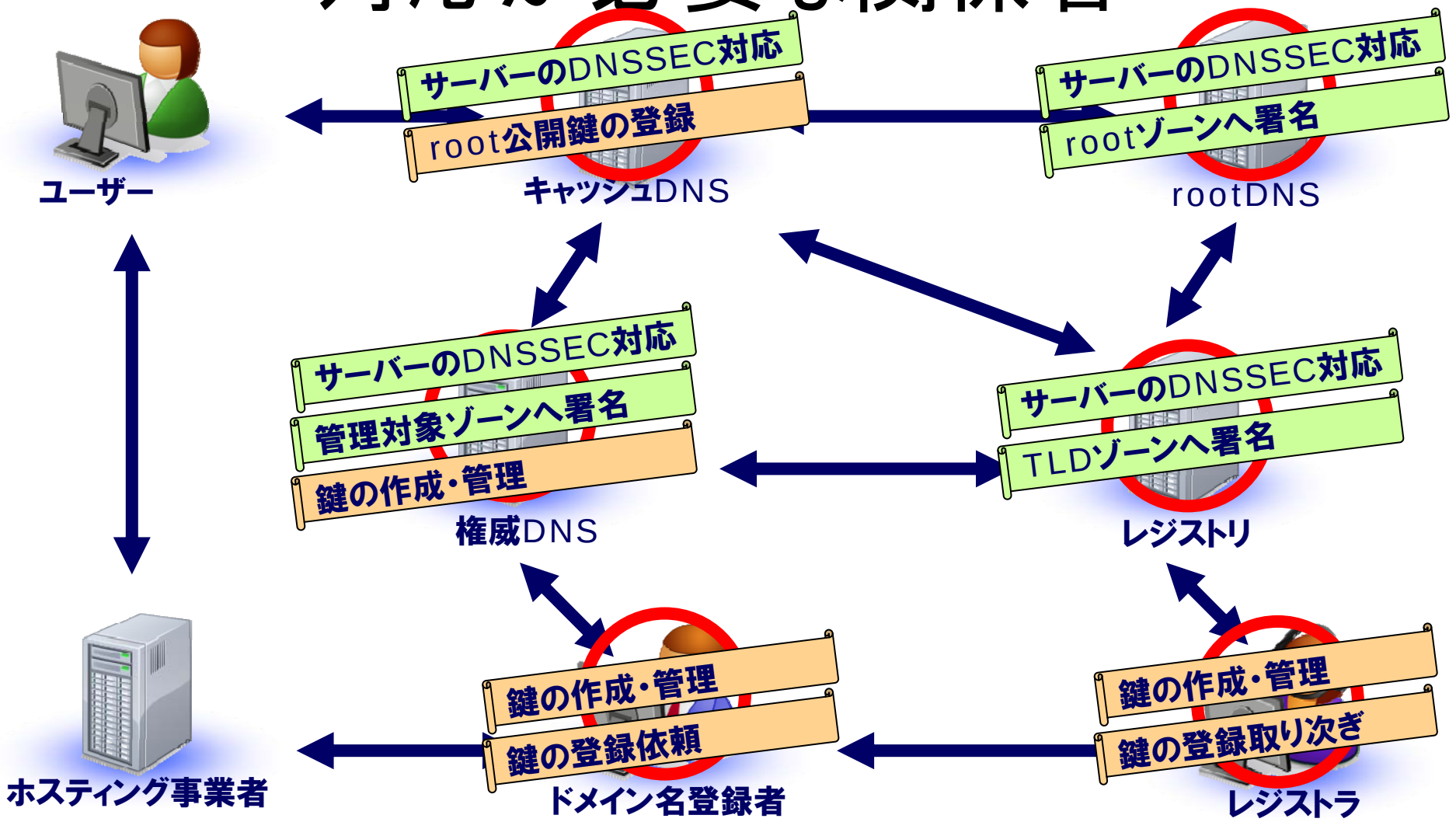
```
4HTJTU7UP56274L1C00Q9MLPHG2A2H85.example.jp.
    IN NSEC3 1 0 3 123ABC B0B790UE4SAE4QB4RTB3PJSIH6JAOB7R
        NS DS RRSIG
```

- NSECと比較しドメイン名の秘匿性は高まるが、ハッシュ値計算のためのコストが増加する
  ➔NSEC3とNSECはゾーンごとに使い分けることが可能
  - ゾーンデータを取りにくくする必要が無い場合、NSECのほうが各DNSサーバーの負荷の増加を抑えられる
- ハッシュ値の計算は応答生成時に自動的に行われる
  - NSEC3PARAM RRが必要
- NSEC3PARAM RRの例

```
example.jp. IN NSEC3PARAM 1 0 3 123ABC
```

対応が必要な関係者

対応が必要な関係者



まとめ

まとめ

- DNSSECは、公開鍵暗号技術を利用した署名によるDNS応答検証のためのしくみ
  - KSKとZSKの2つの鍵を使う
  - 親ゾーンにはNSに加えてDSを登録する
  - rootゾーンのKSK公開鍵情報を使って署名を検証
    - DNSKEY RRまたはDS RR
  - 定期的な鍵の更新とゾーンへの再署名が必要

jPRS
JAPAN REGISTRY SERVICES