事業名：令和5年度 ISPにおけるネットワークセキュリティ技術の導入及び普及促進に関する調査

DMARC/DNSSEC/RPKIガイドライン作成について

三菱総合研究所

2024/11/11

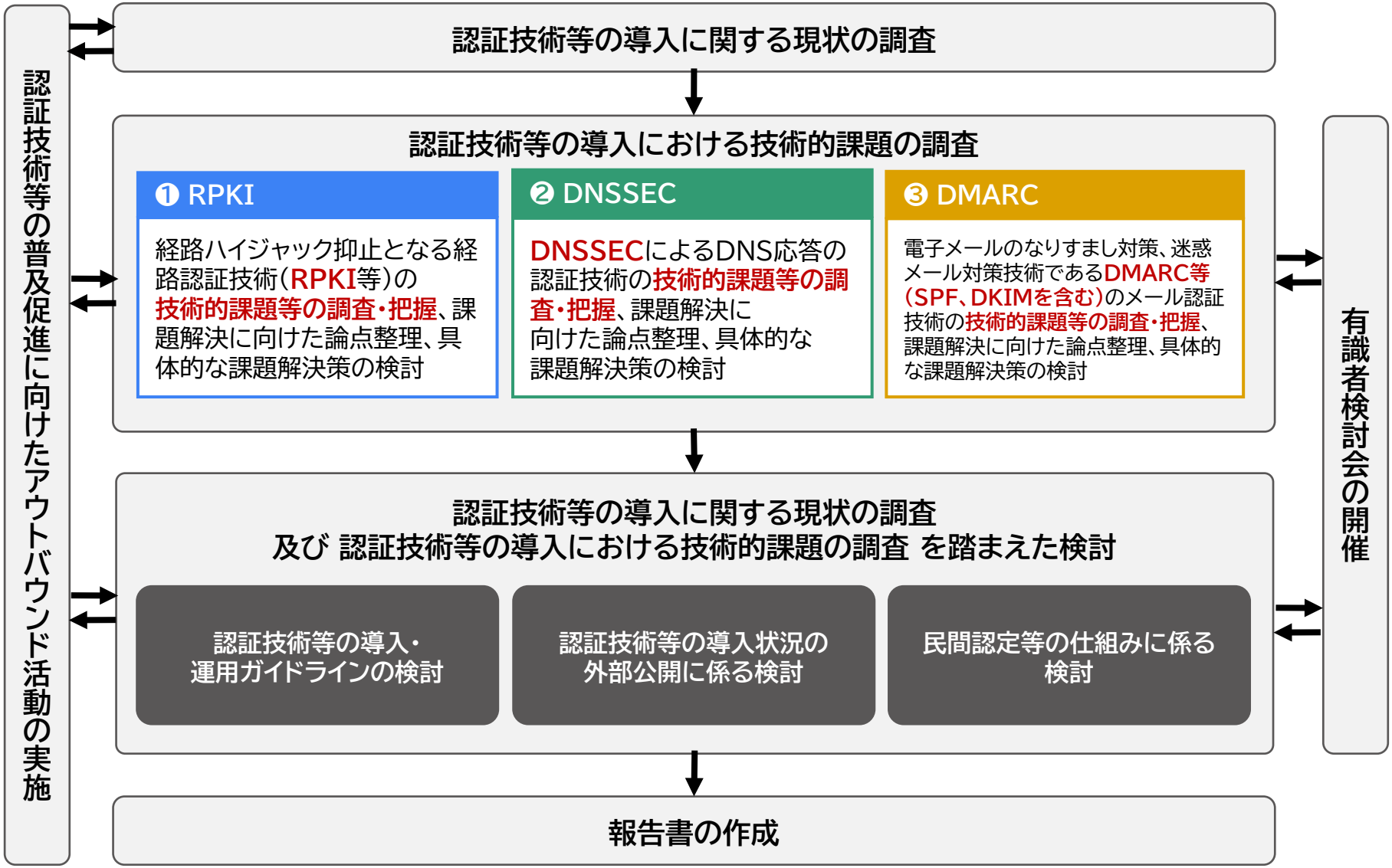
先進技術・セキュリティ事業本部

小川 博久

本資料及びDMARC以外のガイドラインは以下を参照。

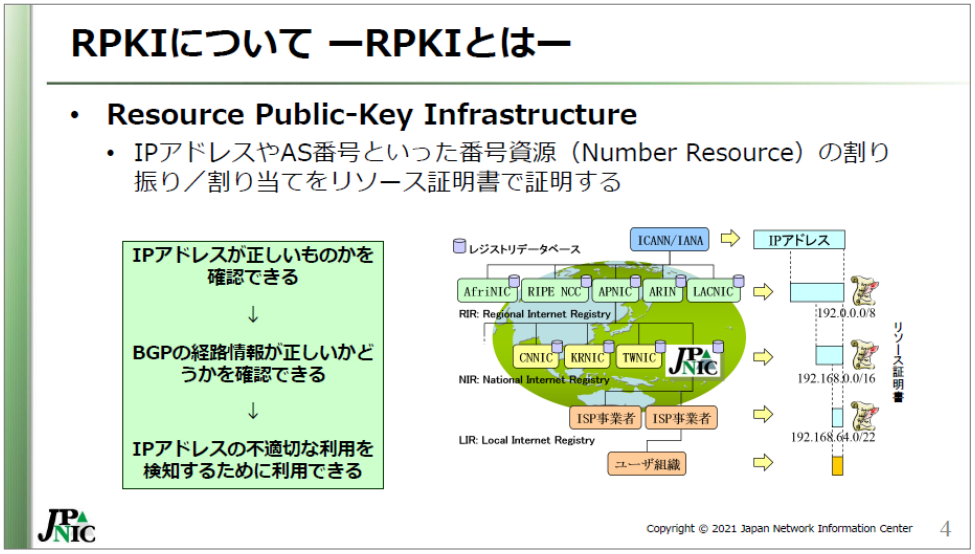
総務省｜サイバーセキュリティタスクフォース｜ICTサイバーセキュリティ政策分科会（第5回）
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/cybersecurity_taskforce/02cyber01_04000001_00286.html
送信ドメイン認証技術DMARC導入ガイドライン
迷惑メール対策推進協議会技術ワーキンググループ
https://www.dekyo.or.jp/soudan/data/anti_spam/dmarc_guideline.pdf

本事業の全体像

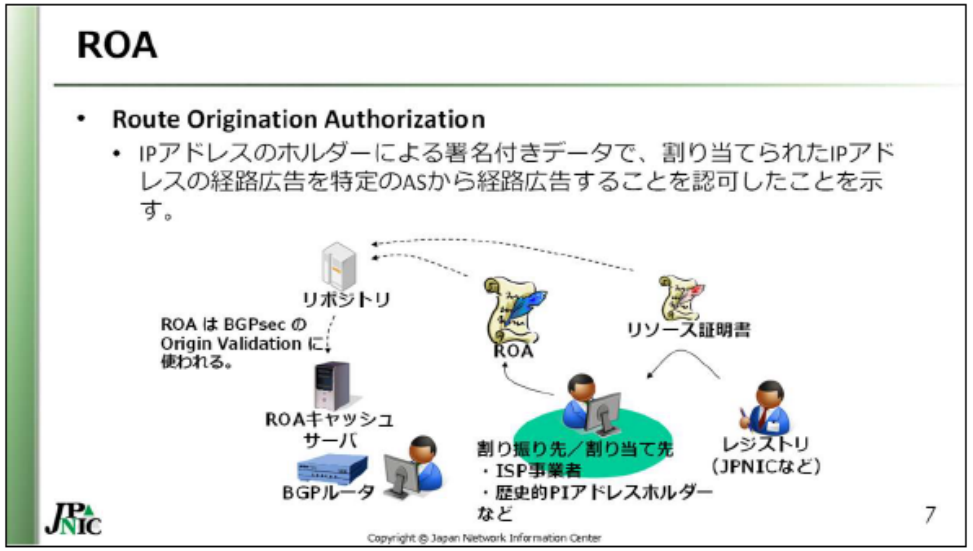


RPKIの概要

- IPアドレスやAS番号などアドレス試験の割振り・割当てにおいては、「不正なインターネット経路制御を回避し、セキュアなインターネット経路制御を確保すること」、「 IPアドレスが正しく割り振られたものであるかどうかを確認すること」に課題があった。
- RPKI(リソースPKI – Resource Public-Key Infrastructure)は、IPアドレス等のアドレス資源管理における公開鍵認証基盤である。この基盤技術はIPアドレスなどのアドレス資源の分配について電子証明書を用いて証明するもので、**IETF*1において標準化**されている。
- 「経路ハイジャック*2抑止となる経路認証技術」とは「**ROA**(Route Origination Authorization)」と、BGP経路情報の検証である「**ROV**(Route Origin Validation)」の二つを意味しており、その導入には**「ROAの作成」と「ROVの実施」という二つの側面**がある。
- これらの技術を使い、インターネット利用者を不正な経路へ誘導されることなく、正しい経路に導くことができる。
  一方で、RPKIの**設定を誤る**とインターネットサービスを利用できなくなるといった**懸念**もある。



サイバーセキュリティタスクフォース（第３０回）資料３０－３の抜粋
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/cybersecurity_taskforce/02cyber01_04000001_00179.html

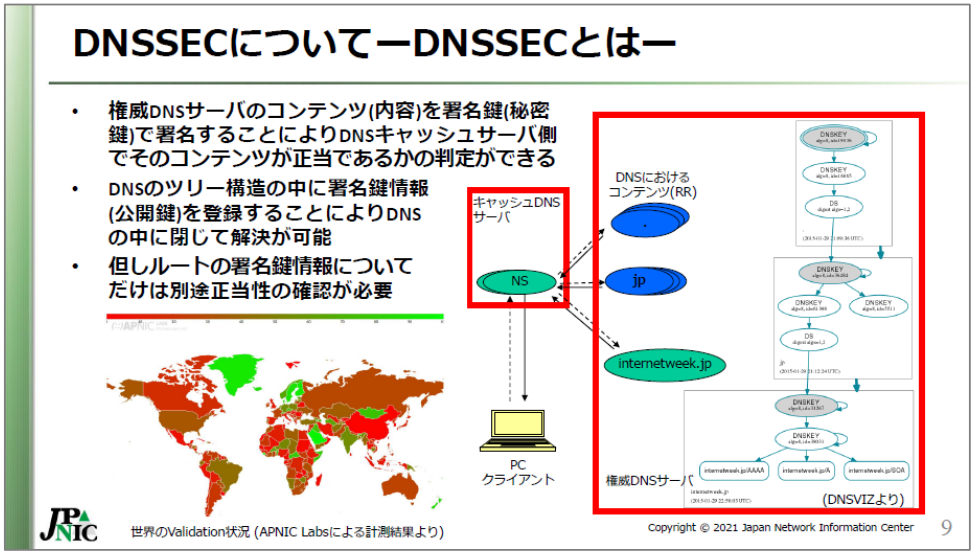


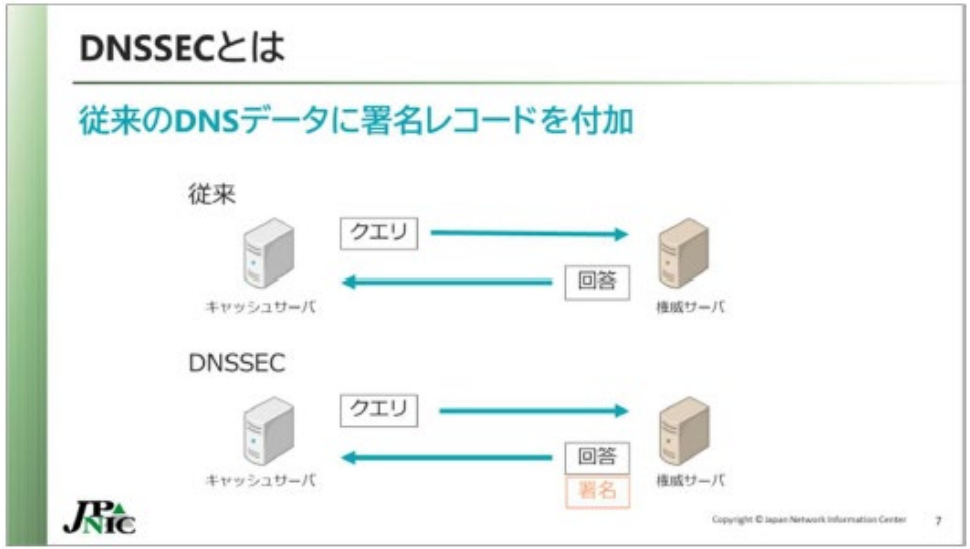
JPNIC技術セミナー「RPKI入門より」https://www.nic.ad.jp/ja/tech/seminar/

*1 IETFとは、Internet Engineering Task Forceの略称であり、インターネット技術の標準化を推進する任意団体
*2 経路はジャックとは、不正な経路情報を流すことによって経路を操作・ハイジャックする状態

DNSSECの概要

- ユーザをフィッシングサイトなどの悪意あるサイトへ誘導し情報を盗み出すことを目的とした、DNSキャッシュポイズニング*1やDNSハイジャック*2などの攻撃に対し課題があった。
- DNSSEC（DNSSECurity extensions）は、DNS の仕組みに則りつつ拡張を行ったもので、ゾーンやリソースレコードといったDNS の仕組みをそのまま使うものになっている。
- DNSSECでは、リソースレコードに電子署名を付与するため、改ざん検知が可能となる。暗号化の機能はなく、あくまでクライアント側（リカーシブリゾルバ）において**不正な情報が検知できる**ようにするものである。
- DNSSEC導入により、DNS応答の偽造による偽サイトへの誘導や情報の詐取を図るDNSキャッシュポイズニングを検知し、攻撃を防ぐことができる。一方で、DNSSECの**設定や運用を誤る**とインターネットに**接続できなくなるといった懸念**もある。





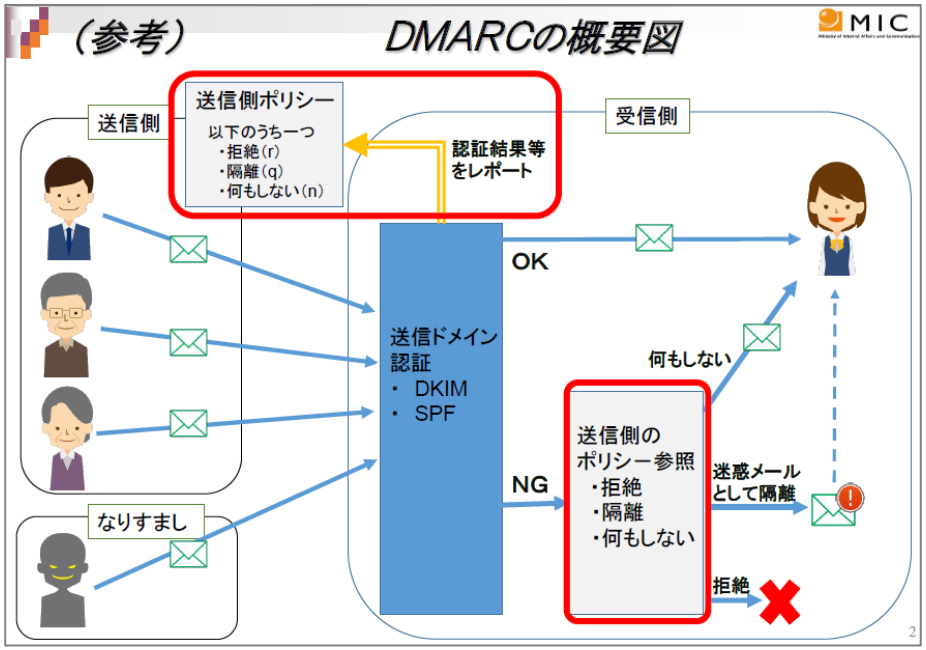
サイバーセキュリティタスクフォース（第30回）資料30－3の抜粋
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/cybersecurity_taskforce/02cyber01_04000001_00179.html

JPNIC技術セミナー「RPKI入門より」」https://www.nic.ad.jp/ja/tech/seminar/

*1　DNSキャッシュポイズニング攻撃とは、偽のDNS応答をキャッシュDNSサーバーにキャッシュさせることで偽のサイトに誘導し、ドメインの乗っ取りやフィッシングなどを図る攻撃手法
*2　DNSハイジャック攻撃とは、Webサイトのドメインを不正に操作する攻撃手法

DMARCの概要

- なりすまし・詐欺・サイバー攻撃など巧妙化したメールの脅威が高まっており、メールの信頼性を確保するために受信者と送信者の双方を守る対策が求められていた。
- DMARC（Domain-based Message Authentication Reporting and Conformance）は、電子メールにおける送信ドメイン認証技術*1の一つであり、RFC7489で標準化されている。
- DMARCは、「認証（IPアドレス（SPF*2）や電子署名（DKIM*3）を使って**なりすましメールかどうかを認証する技術**）」と「分析（**集計レポートする技術**）」の2つの機能を活用し、「正しいメールを届けて、なりすましメールを削除する」ことを実現するものである。 一方で、**ポリシー設定等を誤る**とメールを受信できなくなるといった**懸念**もある。



本事業における「DMARC体験コース」コースマテリアル資料より

DMARC導入に関する法的な留意点 https://www.soumu.go.jp/main_content/000495390.pdf

*1 送信ドメイン認証技術とは、SPF、DKIM、DMARCの総称で、受信したメールが正規の送信元から送られてきたかを検証できる技術
*2 SPF（Sender Policy Framework）は、電子メールの送受信において送信者のドメインの偽称を防ぎ、正当性を検証する仕組み
*3 DKIM（DomainKeys Identified Mail）は、電子メールプロバイダが認証できる方法で、組織が署名することによりメッセージ送信に責任を持つことを可能にするプロトコル

実証実験の規模

- 実証実験参加者の技術取得に対する要求を踏まえ、3つのコースを設け、導入における技術的課題を調査
- RPKI実証
  - 実証参加者：携帯電話サービスに関する電気通信事業者、インターネットサービスプロバイダ、電気通信事業、電力系事業者、ケーブルテレビ放送事業者、インターネットインフラ事業者、イーサネット事業者等の事業者
  - 実証参加者数：**体験コースに23組織（のべ78人）、実験コースに8組織、導入検証コースに10組織**
- DNSSEC実証
  - 実証参加者：ケーブルテレビ放送事業者、電気通信事業者・インターネットサービスプロバイダ事業者・インターネットインフラ事業者等の事業者
  - 実証参加者数：**体験コースに17組織（のべ34人）、実験コースに2組織、導入検証コースに6組織**
- DMARC実証
  - 実証参加者：ケーブルテレビ放送事業者、電気通信事業者・インターネットサービスプロバイダ事業者・インターネットインフラ事業者、金融機関等の事業者
  - 実証参加者数：**体験コースに18組織（のべ68人＋現地参加30人（所属不明））、実験コースに3組織、導入検証コースに7組織**

コース名	特徴	説明
体験コース	リモート参加な体験およびディスカッションで理解を深めるコース	基本的な機能及び設定や動作を学習する技術者を対象として、座学および**ハンズオン形式で技術を体験**するコース
実験コース	自組織ではない仮想環境で検証を行う組織向けのコース	基本的内容を理解しているが**導入・運用に関する課題や運用手順などのイメージ**がない技術者を対象として、仮想環境などを提供して実験するコース
導入検証コース	自社に検証環境を設け、検証を行う組織向けのコース	導入・運用はイメージできているが実環境での確認する機会がない又はノウハウがない技術者を対象として、**実環境での導入を検証**するコース

実証実験の結果　得られた知見

①RPKI

基礎知識とROVの設定方法

- **基礎的な知識の習得**
  - -不具合が発生した場合の**対処知識の不足**しているため障害の**即時対応が出来るか懸念が多い**との声が多かったが、実証実験を通じて、基礎的な知識を習得できた
- **設定方法の知見が得られた**
  - -ROVの設定方法や運用に必要な設定に対する知見が得られた

②DNSSEC

自動化による導入障壁の減少と通常運用

- **自動化により、導入障壁が下がった**
  - -KnotDNS等による**自動化により、導入の障壁が下がった**。
- **通常運用に必要な知見が得られた**
  - -**通常であれば運用上の問題もない**と言える。

③DMARC

サブドメイン管理や偽陽性対策

- **サブドメインの管理方法の習得**
  - -サブドメインの管理方法が理解でき、サブドメインごとのDMARCポリシー設定の方法についても理解が進んだ。
- **偽陽性対策の知識習得**
  - -転送やメーリングリストによって発生する偽陽性の問題の対策が理解できた。

実証実験の結果　今後の課題

①RPKI

監視方法とROA運用の是非

- **監視方法の知見習得が課題**
  - -SNMPやBGPAlerterでの監視方法の知識習得が進まず、課題を残す結果となった。
- **ROAキャッシュサーバ―の運用是非**
  - -ROAキャッシュサーバ―の自社運用の是非について、IX等が提供するものを利用したい、とする意見も多く、導入検討に至っていない事業者が多い。

②DNSSEC

自動化した部分の監視方法

- **監視項目・監視方法が見えていない**
  - -KnotDNS等により自動化したことで導入障壁は下がった一方、運用上、何をどの程度監視すれば良いか、理解が進んでいない。

③DMARC

DMARCレポートの分析方法とDMARCポリシー強化の指針

- **DMARCレポートの分析方法に課題**
  - -DMARCレポートの分析ツールはコストがかかる。また、分析ノウハウがないため、外部のコンサルサービスを使用したいが、そのコストも問題である。
- **DMARCポリシー強化の指針が不明確**
  - -どうすればDMARCポリシーを強化して良いのか、その判断がつかない。

4. ガイドライン案の策定

- ガイドライン案の方向性
- ガイドライン案　目的
- ガイドライン案の対象読者
- ガイドライン案　骨子案（目次）
- ガイドライン案　特徴

ガイドライン案の方向性

- **実証事業の結果を受けてガイドライン案を作成**
  - 本ガイドライン案は、令和4年度および令和5年度における実証事業の結果を受け、実証事業者から求められる声と有識者の意見を総合して、わかりやすく・実践的なガイドラインを目指し作成した。
- **3技術ごとにガイドライン案を分けて作成**
- **対象者ごとに章立てを分けて作成**
  - 「第一章」は、主として経営者に対し、企業が技術を導入する意義やレピュテーションリスク等について記載した。
  - 「第二章」以降は、項目ごと、または対象となる技術者ごとに分けて、当該内容を記載した。
- **ガイドラインとガイドブック**
  - 技術によっては、「ガイドライン」と「ガイドブック」の明確な線引きが難しいとの判断されるものもあったが、技術の導入及び普及促進を進める観点から、事業会社の背中を押すことを目指した「ガイドライン」として作成した。
- **今後のメンテナンスを配慮して作成**
  - 標準規格やRFC等を含め、技術情報のアップデートが必要になるため、アップデートを想定したドキュメント構成として作成した。（例えば、アップデートが想定される部分については、外部を参照する形とした）

ガイドライン案の目的

①RPKI

目的	● 不正な経路情報に起因する様々な不具合、および不正な経路情報を用いた犯罪等を抑止するにあたり、RPKI技術を用いた対策技術を各組織や個人において導入する判断に資する事項を示し、相互接続ネットワークであるインターネットにおける、不正な経路情報特にRPKIを使った対策技術の普及・促進を図る。

②DNSSEC

目的	● ドメイン名の保護は、顧客とビジネスの両方をオンライン上の様々な脅威から守るために重要であり、単に技術的な問題だけではなく、ビジネスの持続可能性と成長に直接関わる重要な課題として認識いただくとともに、ドメインを守る仕組みの一つにDNSSECがあるということ示し、対策技術の普及・促進を図る。

③DMARC

目的	● 迷惑メール・なりすましメールによる様々な被害を減らすため、メール送信側と受信側の双方が送信ドメイン認証技術に対応しなければ、正しくメールが届く認証機能を有したメール配送環境を実現できないことを示し、DMARC・SPF・DKIM等認証技術の導入の必要性の理解とこれら認証技術の普及・促進を図る。

ガイドライン案の対象読者

①RPKI

対象読者	● 国内のISP等、インターネットの接続性に関わる事業や技術的運用行っている組織の経営者及び技術者の方向け

②DNSSEC

対象読者	● ドメイン名が利用可能になるまでの段階に必要となる関係する組織（ドメイン名登録者・ドメイン名登録事業者・権威DNSサーバ運用者・フルリゾルバー運用者が関係する組織）の経営者及び技術者の方向け

③DMARC

対象読者	● 送信ドメイン認証技術の導入及び運用を検討している、ドメイン名の管理・メール送信事業・メール配信事業・メール受信事業に関係する組織の経営者及び技術者の方向け

RPKIガイドライン案 骨子案(目次)

- タイトル「RPKIのROAを使ったインターネットにおける不正経路への対策ガイドライン案」

経営者に対し、企業が技術を導入する意義やレピュテーションリスク等について記載

第1章	ガイドラインの趣旨
1.1	本ガイドラインの活用方法
1.2	インターネットにおける経路情報
1.3	不正な経路情報のリスクや損失
1.4	対策技術 ― RPKIとROA、ROV
1.5	実施事項

対象となる技術者ごとに分けて、当該内容を実例を含めて記載

第2章	技術的情報
2.1	ROA/IPアドレスの分配を受けた者の実施事項
2.1.1	ROAとは
2.1.2	不正経路とIPアドレスに関する考え方
2.1.3	ROAの作成と運用管理
2.1.4	BGP経路とROAを一致させる手順
2.1.5	重要事項:ROAの導入に関わる三つの確認
2.1.6	例外的な処置
2.2	ROV/AS運用をしている者の実施事項
2.2.1	不正経路への対策と考え方とROV
2.2.2	ROVの導入と運用方針
2.2.3	ROAキャッシュサーバ・ROVの所在
2.2.4	ROAキャッシュサーバの構築
2.2.5	ルータ側のROV設定
2.2.6	ROVによる経路制御の詳細
2.2.7	重要事項:ROV導入に関わる三つの確証
2.2.8	ROVの設定例
2.2.9	運用上の注意と懸念点
2.3	ROA/ROV以外の不正経路対策
2.3.1	BGPにおけるセキュリティ要素と考え方
2.3.2	ASパス検証の今後と運用について
第3章	付録

DNSSECガイドライン案 骨子案(目次)

経営者に対し、企業が技術を導入する意義やレピュテーションリスク等について記載

序章	想定読者と用語	第1章	ドメイン名の重要性とライフサイクル
1	想定する読者	1.1	エグゼクティブサマリ
2	各関係者が読むべき章 ドメイン名登録者への注意	1.2	ドメイン名の重要性
3	要求レベルに関する用語	1.3	ドメイン名の保護
		1.4	ドメイン名の登録とライフサイクルマネージメント
		1.5	ドメイン名を守るためのDNSSEC

対象となる技術者ごとに分けて、当該内容を実例を含めて記載

第2章	フルリゾルバーのDNSSEC対応	第3章	権威DNSサーバーのDNSSEC対応
2.1	DNSSEC対応の基礎	3.1	DNSSEC対応の基礎
2.2	DNSSEC対応の要件	3.2	DNSSEC対応の要件
2.3	導入準備	3.3	導入の準備
2.4	導入	3.4	運用
2.5	運用	3.5	トラブルシューティング
2.6	トラブルシューティング	3.6	運用ノウハウ
2.7	運用ノウハウ	3.7	参考文献
2.8	参考文献		
		第4章	ドメイン名登録・登録管理関係者
		4.1	レジストラ(指定事業者)
		4.2	ドメイン名登録者
		第5章	付録

DMARCガイドライン案 骨子案（目次）

経営者に対し、企業が技術を導入する意義やレピュテーションリスク等について記載

	はじめに
第1章	本ガイドラインについて（経営者向け）

対象となる技術者ごとに分けて、当該内容を実例を含めて記載

第2章	ドメイン管理者（メール送信者）	第5章	メール受信者
2.1	送信側の送信ドメイン認証設定	5.1	送信ドメイン認証
2.2	DMARC の組織ドメイン名への設定	5.2	認証ドメイン名の評価
2.3	メールに利用しないドメイン名への設定	5.3	フィードバック
2.4	DMARC レポートの活用とポリシーの強化	5.4	メール受信者にわかりやすい認証結果の提示
第3章	メール配送事業者		
3.1	認証ドメイン名の扱い	第6章	付録
第4章	メール再配送時の設定（中間事業者）		
4.1	転送メールの設定		
4.2	メーリングリストの設定		

ガイドライン案の特徴① 既存ガイドラインとの違い

①RPKI

既存ガイドラインとの違い

- これまで日本語版の解説はあったが、ガイドラインはなかった。特に以下を解説
  - IPアドレスの分配を受けた者が実施すべきこと　2.1節 ROA
  - AS運用をしている者が実施すべきこと　2.2節 ROV
- RPKIだけでない不正経路の対策としてBGPにおけるセキュリティ等も解説。

②DNSSEC

既存ガイドラインとの違い

- DNSSECの複雑な概念を、段階的に理解しやすいように3段階の成熟モデルを設定した。
- 成熟モデルを参考に、段階的な目標設定ができ、それぞれの段階で必要な知識やスキルが理解できる。
- 段階的な導入計画を考えられ、状況に応じた導入や運用効率策を考えることもできる。

③DMARC

既存ガイドラインとの違い

- 最低限必要な知識と設定にフォーカスした。これからDMARCの導入を考える方に向け、現時点で最低限必要な情報をわかりやすくまとめ、詳細な設定やパラメータは、送信ドメイン認証技術導入マニュアル（迷惑メール対策推進協議会発行）を参照することで、必要な対策を簡潔に確認できる。

ガイドライン案の特徴② 要求項目・対応項目の明確化

①RPKI

要求項目・対応項目の明確化

- 導入・運用の役割や担当に分け、対策をしなければいけない項目（必須）、対策することが望ましい項目（推奨）をわかりやすく示しています。
  - ROA：IPアドレスの分配を受けている組織等　　必須：2項目
  - ROV：ASを運用している組織等　　推奨：1項目

②DNSSEC

要求項目・対応項目の明確化

- 役割や担当別に、対策をするべき・対策を推奨する等のレベル分けし、わかりやすく示した。
  - フルリゾルバ（第2章）　　22項目（Must: 4、Must not: 2、Should: 13、May: 3）
  - 権威DNS（第3章）　　25項目（Must: 5、Must not: 1、Should: 15、May: 4）
  - ドメイン名登録・登録管理関係者（第4章）　　6項目（Must: 3、Must not: 0、Should: 2、May: 1）

③DMARC

要求項目・対応項目の明確化

- 役割や担当別に、対策をするべき・対策を推奨する等のレベル分けし、わかりやすく示した。
  - ドメイン管理者（第2章）　　15項目（Must: 4、Should: 6、May: 5）
  - メール配送事業者（第3章）　　4項目（Must: 2、Should: 2、May: 0）
  - メール再配送事業者（第4章）　　7項目（Must: 5、Should: 0、May: 2）
  - メール受信者（第5章 ）　　10項目（Must: 4、Should: 4、May: 2）

ガイドライン案の特徴③ 運用できるための三つの確証

①RPKI

運用できるための三つの確証

- RPKI技術の導入・運用ができるという確証を得る3つのポイントを示している。
  - 導入する意義・メリット　ROA 2.1.5節　ROV 2.2.7節
  - 正常動作が確認できる　ROA 2.1.5節　ROV 2.2.7節
  - 不具合が発生した際のトラブルシュート　ROA 2.1.5節　ROV 2.2.7節

②DNSSEC

運用できるための三つの確証

- DNSSEC技術の導入・運用ができるという確証を得る3つのポイントを示した。
  - 導入する意義・メリット　フルリゾルバー：0章　権威DNSサーバー：0章
  - 正常動作が確認できる　フルリゾルバー：2.7節　権威DNSサーバー：3.4節
  - 不具合が発生した際のトラブルシュート　フルリゾルバー：2.6節　権威DNSサーバー：3.5節

③DMARC

運用できるための三つの確証

- DMARC技術の導入・運用ができるという確証を得る3つのポイントを示した。
  - 導入する意義・メリット　1章
  - 正常動作が確認できる　2.1節、2.4節など
  - 不具合が発生した際のトラブルシュート　2.4節、マニュアル※参照

※マニュアル：送信ドメイン認証技術導入マニュアル

参考

- 参考1. 有識者検討会参画メンバー一覧・実証事業参加者一覧
- 参考2. 各認証技術体験コースのコースマテリアル
- 参考3. 各認証技術体験コースの結果
- 参考4. 各認証技術実証コースの結果
- 参考5. 各認証技術ガイドライン案の概要

参考1. 有識者検討会参画メンバー一覧

- 各種認証技術における有識者検討会参画メンバー一覧

❶ RPKI｜有識者会議参画メンバー

No	氏名	所属
1	蓬田 裕一	株式会社インターネットイニシアティブ(IIJ)
2	渡辺 英一郎	NTTコミュニケーションズ株式会社
3	芦田 宏之	BBIX株式会社
4	中村 修	慶應義塾大学　環境情報学部　教授
5	猪俣 敦夫	大阪大学 サイバーメディアセンター 教授
6	矢内 直人	大阪大学 大学院情報科学研究科 准教授
7	岡田 雅之	長崎県立大学 情報システム学部 情報セキュリティ学科 教授
8	服部 亜希子	シスコシステムズ合同会社
9	渡邊 貴之	ジュニパーネットワークス株式会社
10	清水 一貴	ジュニパーネットワークス株式会社
11	北内 薫	ジュニパーネットワークス株式会社
12	小川 怜	ノキアソリューションズ&ネットワークス合同会社
13	土屋 師子生	アリスタネットワークスジャパン合同会社

❷ DNSSEC｜有識者会議参画メンバー

No	氏名	所属
1	石田 慶樹	日本DNSオペレーターズグループ(DNSOPS)/ 株式会社JPIX
2	野々下 幸治	トレンドマイクロ株式会社
3	其田 学	株式会社インターネットイニシアティブ(IIJ)
4	永井 祐弥	GMOインターネットグループ株式会社
5	関谷 勇司	東京大学 大学院 情報理工学系研究科 教授
6	米谷 嘉朗	株式会社日本レジストリサービス ※2023/9まで
7	高田 美紀	NTTコミュニケーションズ株式会社

❸ DMARC｜有識者会議参画メンバー

No	氏名	所属
1	木村 泰司	一般社団法人日本ネットワーク インフォメーションセンター(JPNIC)
2	平塚 伸世	一般社団法人JPCERTコーディネーション センター(JPCERT/CC)
3	野々下 幸治	トレンドマイクロ株式会社
4	櫻庭 秀次	JPAAWG/ 株式会社インターネットイニシアティブ(IIJ)
5	末政 延浩	JPAAWG/株式会社TwoFive
6	中村 成陽	LINEヤフー株式会社

参考1. 実証事業参加者一覧

- 各種認証技術における実証事業参加者一覧

❶ RPKI｜実証事業参加者一覧

No	社名
1	株式会社愛媛CATV
2	有限会社ナインレイヤーズ
3	株式会社イプリオ
4	山陰ケーブルビジョン株式会社
5	株式会社アットアイ
6	株式会社NTTドコモ
7	中部テレコミュニケーション株式会社
8	株式会社JPIX
9	KDDI株式会社
10	BBIX株式会社
11	株式会社フォーサイトウェーブ
12	株式会社グローバルネットコア
13	株式会社STNet
14	ケーブルテレビ株式会社
15	株式会社オプテージ
16	ビッグローブ株式会社
17	株式会社ニューメディア
18	北海道総合通信網株式会社(HOTnet)

❷ DNSSEC｜実証事業参加者一覧

No	社名
1	有限会社ナインレイヤーズ
2	株式会社イプリオ
3	山陰ケーブルビジョン株式会社
4	株式会社アットアイ
5	株式会社フォーサイトウェーブ
6	株式会社グローバルネットコア
7	ケーブルテレビ株式会社
8	株式会社ラック

❸ DMARC｜実証事業参加者一覧

No	社名
1	株式会社イプリオ
2	株式会社アットアイ
3	株式会社フォーサイトウェーブ
4	株式会社北陸銀行
5	株式会社ラック
6	JCOM株式会社
7	株式会社大分銀行
8	GMOあおぞらネット銀行株式会社
9	株式会社みんなの銀行
10	株式会社りそなホールディングス

参考2. 各認証技術体験コースのコースマテリアル

❶ RPKI｜体験コースコースマテリアル一覧

No	タイトル	概要
1	RPKI・リソース証明書・ROA	RPKI・リソース証明書・ROA技術内容を口頭で説明、質疑応答
2	オリジン検証	オリジン検証について口頭解説、質疑応答
3	不正経路とROVの体験	遠隔からのリモート及び、検証サイトでのハンズオン形式で自分の端末にクライアント証明書・経路証明書を導入し、実験環境に用意されたRPKIシステムを入切りして不正経路に接続されなくなることを実体験
4	ルータの設定	試験環境で普段出来ないルータ設定を変えてみる
5	ディスカッション	ハンズオンでの不明点等を会話でフォロー

❷ DNSSEC｜体験コースコースマテリアル一覧

No	タイトル	概要
1	レコードの整合性や信頼性を検証可能に	署名検証は応答ごとに検証することを確認するプロセスを解説
2	公開鍵暗号技術を用いた電子署名	KSK/ZSKの仕組みを解説
3	ログイン	事前に用意されたドメインと仮想環境でログインし、鍵の生成など環境設定を解説
4	鍵交換	鍵のロールオーバーのタイミングなどの解説、及び鍵交換が正しく行われなかった際にどうなるのかを解説
5	DNSの不正応答	SERV FAILを体験し、不正応答時の状態を解説

❸ DMARC｜体験コースコースマテリアル一覧

No	タイトル	概要
1	送信ドメイン認証の考え方	送信ドメイン認証についての基礎知識（SPF、DKIM等）概要を解説
2	メールの基礎知識	ヘッダ情報、エンベロープ情報によるなりすまし事例や、SPF、DKIM、DMARCの各技術の概要についてを解説
3	DMARCの対応方法	送信側、受信側それぞれにおけるDMARCの対応方法について解説
4	OSS紹介	一般的に使われるOSSとして、OpenDMARCとOpenDKIMについて紹介
5	DMARCレポート	DMARCレポートとはどういう形式で、何が分かるものなのかについて解説
6	DMARCポリシー運用	none、quarantine、rejectのそれぞれのポリシーについて解説及びポリシー強化について解説

RPKI体験コースの受講

参考5. RPKIガイドライン案 概要　1／3

趣旨
● 国内のISP等、インターネットの接続性に関わる事業や技術的運用行っている組織の経営者及び技術者の方に向けたもので、相互接続ネットワークであるインターネットにおける不正な経路情報、特にRPKIを使った対策の指針示すものとして記載。不正な経路情報に起因する様々な不具合、および不正な経路情報を用いた犯罪等を抑止するにあたり、RPKI技術を用いた対策技術を各組織や個人において導入する判断に資する事項を記載。 ● 関係する立場を示し、立場に応じた項目を実施し、全体として全ての項目が実施されることを期待することとして、経営者に向けた説明として記載。 　● IPアドレスの分配を受けている全ての組織や個人 　　● **①ROAを作成する【必須事項】** 　　● **②ROAが実際のBGP経路と一致するように保つ【必須事項】** 　● インターネットに接続するASを運用している組織や個人 　　● **③ROVを行う等の処置を行う【推奨事項】**

参考5. RPKIガイドライン案 概要　2／3

技術的情報

- 国内のISP等インターネットの接続性に関わる事業や技術的運用を行っている技術者に向け、不正経路と正しい経路の関係の図を示しROA技術導入効果の理解促進を図るとともに、ISPなどの相互接続時にお互いの経路情報をやり取りするために使われる経路とその広告元の組を記したROAの作成・運用の方法の指針について記載。
  - ①ROAの作成と運用管理
  - ②BGP経路とROAを一致させる手順
  - ③例外的な処置・運用上の注意
- ROAの情報を参照して経路情報が正しいかどうかを判断する仕組みであるROV導入・運用の方法の指針に対し期待される効果の評価（複数のROV実施方式別）、実証実験により得られた「三つの確証」について、技術者に向けた説明として記載。
  - 複数のROV実施方式
    - 導入方式A　ROAキャッシュサーバを自組織で構築してROVを実施する方式
    - 導入方式B　IX等で提供するROAキャッシュサーバを利用してROVを実施する方式
    - 導入方式C　ROVが行われているトランジット経路を利用する方式
    - その他の方式　パブリックキャッシュサーバを利用する方式
  - 三つの確証
    - 確証A　導入しても通常は問題ない
    - 確証B　不正から守るために役立つ
    - 確証C　不具合が起きても対処できる

参考5. RPKIガイドライン案 概要　3／3

ROA/ROV以外の不正経路対策

- RPKI（ROA/ROV）は不正経路対策として有効だが、これのみで全ての対策ができるわけではないことについて触れ、他にも考慮すべき事項や、BGP経路情報に含まれるASパス属性（AS PATH）が正しいかを検証するASパス検証の技術動向に関する参考情報について、技術者に向けた説明として記載。

リスクヘッジの事例

- ミャンマーにてロシアにあるASからの不正経路によってTwitterにアクセスできなくなったが、ROA作成によって避けられるようになった。
  - 2023年1月のJANOG51においてNTTコミュニケーションズ株式会社當間氏によるライトニングトークにおける本件事例紹介
  - ASハイジャックに対するROA作成による有効な対策の事例の一つ

参考5. DNSSECガイドライン案 概要 1／2

ドメイン名の重要性ならびに保護

- 主として、以下5点を経営者に向けた説明として記載。
  - ドメイン名は組織やサービスへの顧客からの最初の入口であり、接点となる部分であること
  - ドメイン名は組織やサービスの持つブランド力との強い関係性を有しており、安全性の高いドメイン名は顧客の信頼を獲得することができるものになり得ること
  - ドメイン名という顧客との接点に十分に注意を払うことにより提供するサービスのレピュテーションを高めることが、インターネット上でサービスを安定的に提供する上で非常に重要な要因となること
  - そのためには、ドメイン名の適切な管理と保護を行う必要があること
  - ドメインのライフサイクルマネジメントの重要性

フルリゾルバーのDNSSEC対応

- エンドユーザーが使用する端末(クライアント)からDNS問合わせを受け取り、クライアントに代わって名前解決を行うとともに、その結果をクライアントに返すという役割を持つフルリゾルバー。DNSSEC対応する際に「フルリゾルバー運用者」が行うべき事項について記載。
- 段階的に実施すべき設定・作業、トラブルシューティングの原則や方法を、運用ノウハウも添えて、技術者に向けた説明として記載。
  - 段階的に実施すべき設定・作業
    - ステップ1： DNSSEC対応・時刻同期・フラグメンテーションの回避
    - ステップ2： ソフトウェア等の対応状況の確認・性能確認と増強
    - ステップ3： 最新のトラストアンカーの確認や導入・ロギングの変更・稼動状況の確認

参考5. DNSSECガイドライン案 概要　2／2

権威DNSサーバーのDNSSEC対応

- 権威サーバーがDNSSECに対応すると追加されるリソースレコードに関し必要となる対応事項（出自の保証と不在証明）、「権威DNSサーバー運用者」及び「ドメイン名登録者」が行うべき事項について記載。
- 段階的に実施すべき設定・作業、トラブルシューティングの原則や方法を、運用ノウハウも添えて、技術者に向けた説明として記載。
  - 段階的に実施すべき設定・作業
    - ステップ1：ソフトウェア等の対応状況の確認・性能確認と増強
    - ステップ2：鍵の保護手段の検討→署名方法の検討
    - ステップ3：日常的な監視と確認・ログによる異常の有無の確認といった作業
    - ステップ4：鍵の管理やロールオーバーについての対応

ドメイン名登録・登録管理関係者

- ドメイン名登録・登録管理関係者がDNSSECの有効化を選択できるようにするために、「レジストラ（指定事業者）」及び「ドメイン名登録者」が行うべき事項について記載。
- 段階的に実施すべき設定・作業を、技術者に向けた説明として記載。

リスクヘッジの事例

- DNSSECはキャッシュポイズニングによる攻撃に有効な技術であるが、現時点において、キャッシュポイズニングによる攻撃は調査研究の結果、年単位の期間で観測されていない。

参考5. DMARCガイドライン案概要　1／3

本ガイドラインについて

- 迷惑メール・なりすましメールによる被害を減らしていくため、主として以下の2点を経営者に向けた説明として記載。
  - 送信ドメイン認証などを利用してメールの受信判断を厳しくしていく動きも広がってきている現状
  - 自組織のブランドとしてのドメイン名を高めていくためにも、関連技術を含めて送信ドメイン認証技術に正しく対応していくことが今後より重要になっていくこと

ドメイン管理者

- メール送信者が用いるドメイン名に対する設定を行う、ドメイン名の管理者が行うべき事項について記載。段階的に実施すべき設定・作業を技術者に向けた説明として記載。
  - 送信側の送信ドメイン認証設定
  - 組織ドメイン名についてのDMARCレコード設定・メールに利用しないドメイン名への設定
  - DMARCレポートの活用

メール配送事業者の送信ドメイン認証設定

- メールマガジンなど多数のメール受信者へのメール送信を依頼元に代わって送信する事業者が、大量のなりすましメールなどの迷惑メール送信に加担しないよう、またメール受信側に対して、メール送信元を判断できるよう送信ドメイン認証技術を正しく設定すべきであることを、技術者に向けた説明として記載。

参考5. DMARCガイドライン案概要　2／3

メール再配送時の設定

- メール作成者によって送信されたメールが送信先のメールアドレスから別のメールにアドレスに自動的に送信されるメールを、メール再配送する（①転送メール、②メーリングリストに投稿されたメール）事業者に対して、段階的に実施すべき設定・作業を、技術者に向けた説明として記載。
  - 転送メールの設定
  - メーリングリストの設定

メール受信者

- 受信したメールが、なりすましメールであるかどうかを判断するためにメール受信時にDMARC認証を行い、DMARC などの送信ドメイン認証技術で認証できたとしてもなりすましメールでないとは限らないので、認証されたドメイン名が受け取るべきメールであるかを確認する必要があることを記載。
- メール受信側において段階的に実施すべき設定・作業を、技術者に向けた説明として記載。
  - 送信ドメイン認証
  - 認証ドメイン名の評価
  - DMARCレポートに対するフィードバック
  - メール受信者にわかりやすい認証結果を表示

参考5. DMARCガイドライン案概要　3／3

リスクヘッジの事例

- DMARC導入に向けた動きが活発化している理由として、以下の5点が挙げられる。
  - 令和5年2月に経産省/総務省/警察庁がクレジットカード会社に対して、DMARC対応を要請。
  - 令和5年7月に改訂された政府統一基準（政府機関等のサイバーセキュリティ対策のための統一基準群）において、DMARCが要件に含まるように。
  - 半導体企業や携帯端末製造会社がサプライチェーンリスク対策として、日本の取引先企業（主に化学、製造、輸送業など）にも早急なDMARC対応を求める。
  - 複数の監査法人が監査項目にDMARCを追加
  - 令和6年2月より、Google/Yahooが新スパム対策として1日5000通を超えるメールを送信する送信者にDMARC対応を義務付け
- 令和6年1月、神奈川県の公立高校入試のインターネット出願システムにおいて、Gmailのメールアドレスにのみ通知メールが届かない事象が発生。
  - 本件、当該メールシステムがGmailの要件（送信ドメイン認証に対応すること）に達しておらず、当該メールシステムからGmailあてに送られたメールがfailしたものと推察されている
  - 当該メールシステムがDMARCをはじめとする送信ドメイン認証に対応していれば発生しなかったと思われる