

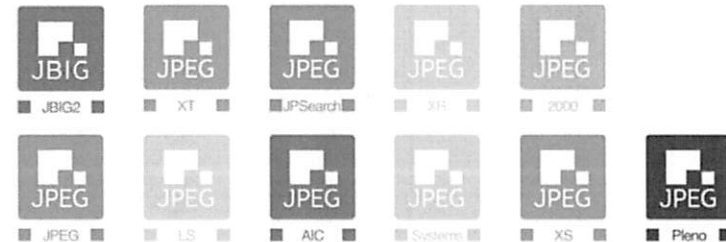
講演題目	静止画像のコンテンツ保護技術と国際標準化
講師	石川 孝明 早稲田大学 国際情報通信研究センター takaxp@ieee.org
<p>静止画像にはプライバシーや知的財産に関わる情報が含まれており、それらの保護は未解決の課題である。本講演では、国際標準化の最新動向を中心に、静止画像のセキュリティ及びコンテンツ保護技術について解説する。</p> <p>ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 1 は、主として静止画像符号化方式の国際標準化審議を担当する作業グループである。同グループが策定した代表的な規格には、デジタルカメラやインターネットで利用され、カラー静止画像の圧縮方式として一般に普及した JPEG 標準 (ITU-T T.81 ISO/IEC 10918-1) や、デジタルシネマやアーカイブ等のプロフェッショナル用途で採用されている JPEG 2000 (ISO/IEC 15444 シリーズ) などがある。近年は、画像圧縮方式の規格化に加えて、拡張あるいは周辺技術にも着目しており、画像品質の評価方式、メタデータに基づく画像検索のフレームワーク、JPEG 標準と互換性のある画像符号化方式、そしてそれらを統一的に扱うシステムフレームワークである JPEG Systems (ISO/IEC 19566 シリーズ) なども審議している。</p> <p>JPEG Systems は複数のパートで構成されており、ファイルフォーマットとコードストリームシンタックスの共通構造コンセプトを示すガイドラインの規格化が完了し、プライバシー・セキュリティ・IPR 保護を目的とした規格 (Part 4)、さらには、JPEG 規格で汎用的に利用可能なメタデータ構造 (Part 5) や全天球画像のメタデータを規定する規格 (Part 6) が現在審議中である。いずれのパートも SC 29/WG 1 が規格化する技術を可能な限り同一フレームワーク上で扱い、互換性を高めることを目的にしている。</p> <p>このうちパート 4 は、JPEG Privacy and Security の名称で 2014 年から日本主導で議論が開始された規格であり、正式な規格名称は、Privacy, security and IPR features である。JPEG 標準がすでに確立された規格であり、仕様の積極的な修正あるいは拡張が好まれないことや、プライバシーの定義が曖昧であり要素技術の議論への落とし込みが困難なこと、さらには、プライバシー保護に対する考え方や法律が世界の各地域で異なることなどが要因となり、当初は議論が進まなかった。しかし、EU において GDPR として知られる一般データ保護規則の議論が具体化されるタイミングだったこともあり、次第に各国からの理解が得られ、技術的に解決すべき課題が明確化し、2017 年 4 月の提案募集(CFP)発行に至った。現在は委員会原案(CD 文書)の作成段階にある。</p>	

静止画像のコンテンツ保護技術 と国際標準化

石川 孝明
Waseda University
takaxp@ieee.org
2018-05-22

目次

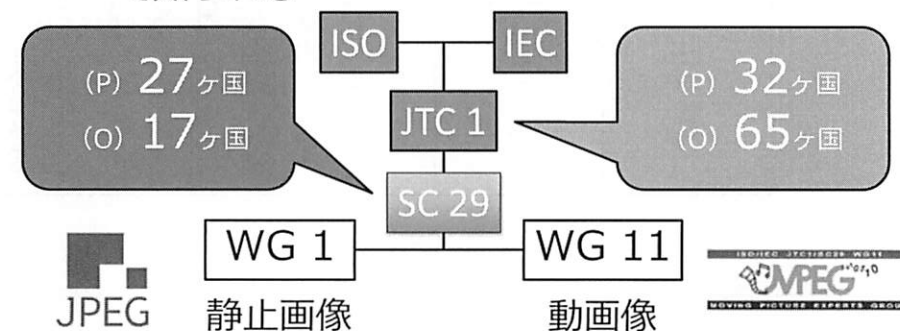
1. SC 29/WG 1 の活動状況
2. 最新動向(審議状況)
3. JPEG Privacy and Security



1. 活動状況

SC 29/WG 1 の位置づけ









- 静止画像符号化技術の国際標準化委員会
– Joint Photographic Experts Group
で知られる



WG1国際会合の開催状況

	開催期間	開催地 (都市・国)	日本からの参加人数
80 th	2018-07-07 ~ 2018-07-13	ベルリン (ドイツ)	--
79 th	2018-04-09 ~ 2018-04-15	ラホヤ (USA) co-located	7名
78 th	2018-01-27 ~ 2018-02-02	リオ (ブラジル)	3名
77 th	2017-10-21 ~ 2017-10-27	マカオ (中国) co-located	14名
76 th	2017-07-13 ~ 2017-07-21	トリノ (イタリア) co-located	11名
75 th	2017-03-26 ~ 2017-03-31	シドニー (オーストラリア)	5名
74 th	2017-01-15 ~ 2017-01-20	ジュネーブ (スイス) co-located	11名
73 rd	2016-10-14 ~ 2016-10-21	成都 (中国) co-located	13名
72 nd	2016-05-29 ~ 2016-06-03	ジュネーブ (スイス) co-located	10名
71 st	2016-02-21 ~ 2016-02-26	ラホヤ (USA) co-located	11名

審議中のプロジェクト

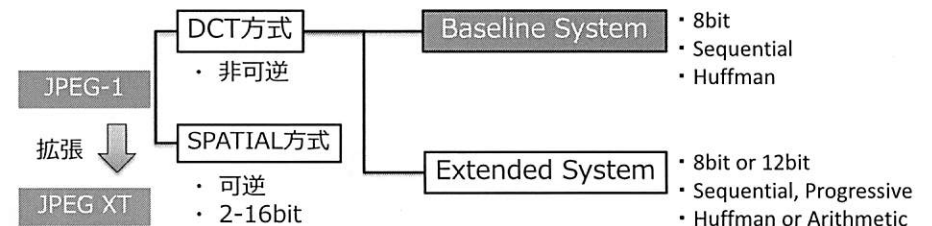
 ISO/IEC 14492 1 件	 ISO/IEC 19566 3 件
 ISO/IEC 15444 2 件	 ISO/IEC 21122 5 件
 ISO/IEC 24800 2 件	 ISO/IEC 21794 4 件
 ISO/IEC 29199 2 件	 ISO/IEC 10918 1 件
計 20 件 (2018年4月末時点)	

2. 最新動向

JPEG XT

 **ISO/IEC 18477**
0 件

- JPEG (ISO/IEC 10918-1) と互換性のある新規格
 - 全9パートで構成
 - 9ビット以上の画素精度 (HDR対応)
 - ロスレス・ニアロスレス圧縮
 - アルファチャンネル

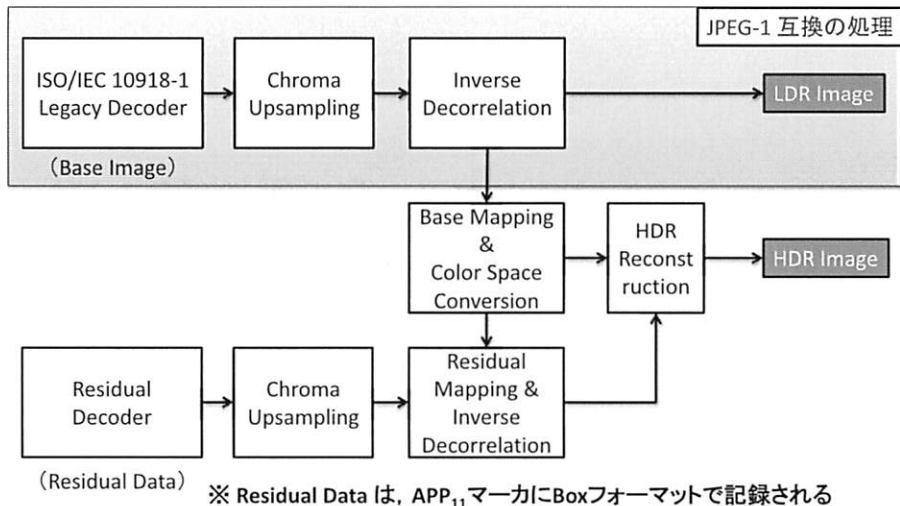


JPEG XT



ISO/IEC 18477

0 件



[出典] itscj.ipsj.or.jp/sc29/open/29view/29n13972t.doc

JPEG XS



ISO/IEC 21122

5 件

背景と目的

- 画像信号をディスプレイに伝送するチャンネルでは、依然として**非圧縮の画像が転送**されている。
- そのようなシステムやインフラに対して、低遅延かつ軽負荷の符号化システムを提供する。
- **視覚的な画像品質を保ちつつ、消費電力と伝送帯域を適切な範囲に抑制**
- 必要となるラインバッファを最小化

JPEG XS

ユースケース



ISO/IEC 21122

5 件

- ・ 課題：機器間の映像伝送スループットの限界
 - 映像の高解像度化、高品質化 (e.g. 8K, HDR)
- ・ アプローチ
 - 低遅延 (e.g. インター予測無し) かつ軽負荷
 - 視覚的ロスレスと低い圧縮率 (e.g. 1/2~1/6)
- ・ アプリケーション
 - 物理リンクやIPネットワーク上でのビデオ伝送
 - 実時間ビデオ記録
 - ビデオフレーム用バッファ
 - **全方位型ビデオキャプチャシステム, VR/MR/AR**
 - 自動運転・車載カメラ etc...

映像	スループット [Gbps]	物理リンク	実効スループット[Gbps]	必要な圧縮率
4K/60p/444/12bits	19	10G Ethernet	8.5	~2.2
8K/120p/422/10bits	85	25G Ethernet	21.25	~4

JPEG XS



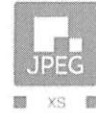
ISO/IEC 21122

5 件

Low-latency lightweight image coding system

- **Part 1:** Core coding system
- **Part 2:** Profiles and buffer models
- **Part 3:** Transport and container formats
- **Part 4:** Conformance testing
- **Part 5:** Reference software

JPEG XS



ISO/IEC 21122

5 件

JPEG XSの作業計画

項目	WD	CD	DIS	FDIS	IS
Part 1	17/07	17/10	18/02	-	18/10
Part 2	17/07	18/04	18/07	-	19/01
Part 3	17/04	18/07	18/10	-	19/07
Part 4	18/07	18/10	19/01	-	19/07
Part 5	18/07	18/10	19/01	-	19/07

JPEG Pleno



ISO/IEC 21794

4 件

背景と目的

- 新たな画像表現が広まり始めている
 - 全天球画像, 奥行き拡張, ライトフィールド, ポイントクラウド, ホログラフィ
- 表現形式が未統一であり, 各アプリケーションで独自の方式を採用している
- 共通の表現モデルを規定し, データ交換を容易にするための統一フレームワークを提供する



JPEG Pleno



ISO/IEC 21794

4 件

Plenoptic image coding system

- **Part 1:** Framework
- **Part 2:** Light field coding
- **Part 3:** Conformance testing
- **Part 4:** Reference software

JPEG Pleno



ISO/IEC 21794

4 件

JPEG Plenoの作業計画

項目	WD	PDTR	PDTR-2	TR
Part 1	18/01	18/10	19/04	19/10

項目	WD	CD	DIS	FDIS	IS
Part 2	18/04	18/10	19/04	-	19/10
Part 3	18/10	19/01	19/07	-	21/01
Part 4	18/10	19/01	19/07	-	21/01

JPEG Systems

ISO/IEC 19566 シリーズ



ISO/IEC 19566

3 件

- 背景と目的
 - 各JPEG標準のファイルフォーマットとコードストリームシンタックスの共通構造コンセプトを定める規格
 - 今後策定される新規格も、同一フレームワークで扱えるようにガイドラインを定める
- 標準化動向
 - NWIPを承認 (2013年7月)
 - Part 1 および Part 2 の審議完了 (2016年)
 - Packaging of information using codestreams and file formats (Part 1)
 - Transport mechanisms and packaging (Part 2)
 - Part 3 をキャンセル (mp4ra.org への統合)
 - **Part 4 は Codestream・メタデータ等のデータ保護機能を提供**
 - Part 5 任意形式のメタデータを格納するためのファイルフォーマットを規定
 - Part 6 全地球画像のメタデータを規定

JPEG Systems



ISO/IEC 19566

3 件

JPEG Systems

- **Part 4: Privacy, Security, and IPR Features**
- **Part 5: JPEG Universal Metadata Box Format**
- **Part 6: JPEG 360**

JPEG Systemsの作業計画

項目	WD	CD	DIS	FDIS	IS
Part 4	16/10	18/07	18/10	-	19/07
Part 5	18/01	18/04	18/07	-	19/04
Part 6	18/04	18/04	18/07	-	19/04

最新トピック

HTJ2K



ISO/IEC 15444

2 件

- High Throughput JPEG 2000
- JP2の符号化・復号・トランスコードを高速化
- JPEG 2000の新パート (Part 15)
 - 2019年後半のIS発行を目指す

次世代画像圧縮標準 (JPEG XL?)

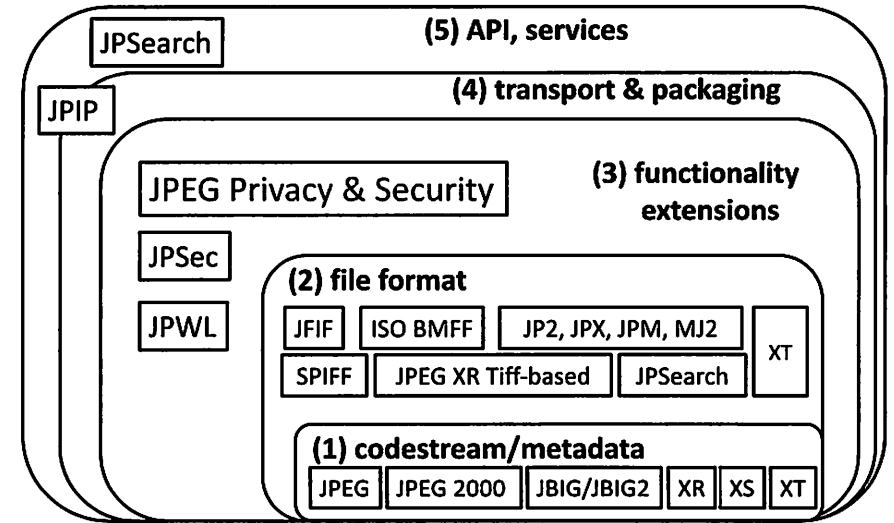
- 既存規格を超える符号化効率を目指す
(例: 対WebPで約40%の改善)

3. JPEG Privacy & Security

JPEG Privacy and Security

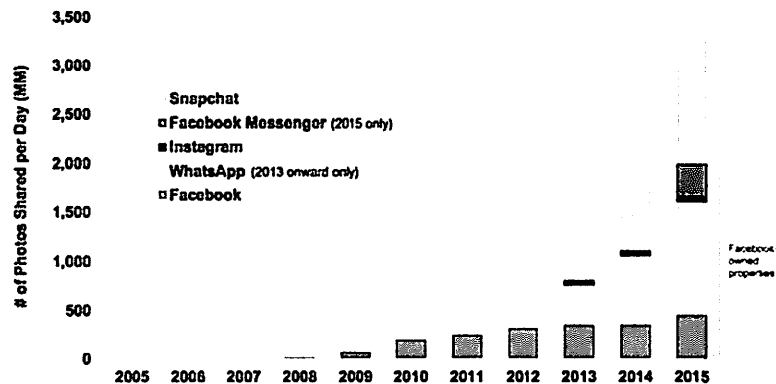
- 画像に含まれる個人情報やコンテンツのデータ保護を目的とする規格
 - ソーシャル・ネットワークなどで共有される画像には、**意図せず重要な情報が含まれる**場合がある
 - 個人を特定する情報（人物の顔、車両番号、電話番号、住所など）の保護
 - PII (Personally Identifiable Information)
 - メタデータ (e.g. GPS) に含まれる個人情報の保護
 - 汎用的なデータ保護層・流通するコンテンツの同一性を検証するための機構を各JPEG標準に提供する (システムレベル)

JPEGファミリー標準の階層関係



SNS で大量に 流通するデジタル画像

- Daily Number of Photos Shared on Select Platforms, Global, 2005-2015



[出典] KPCB Internet Trends 2016, estimates based on publicly disclosed company data.

JPEG Privacy and Security

- 経緯
 - 2012年頃
 - JPEG画像に関するプライバシー流出等の問題が顕在化し始める
 - 2014年頃
 - 日本中心でJPEG画像のプライバシー保護について問題提起
 - 2015年から各国でワークショップを開催
 - 課題の理解とステークホルダからの意見募集
 - 2017年4月
 - 提案募集を発行
- Workshops
 - 第1回 (ベルギー) 2015年10月
 - 第2回 (米国) 2016年2月
 - 第3回 (中国) 2016年10月

DRM?

EFF ELECTRONIC FRONTIER FOUNDATION

- EFF (電子フロンティア財団)
 - JPEG画像のDRM機能は、インターネットの自由を脅かす
 - 復号鍵を失った暗号化画像をクラックすることの違法性を指摘 (アーカイブの観点からも問題)

NUJからの書簡



- National Union of Journalists
 - 写真家の権利が脅かされている
 - 多くがフリーランス(91.5%)であり、権利侵害が発生しても訴訟する体力がない
 - 彼らの権利を保護する「技術的な解決」が必要

メタデータ保護への要求

- プライバシーに関する情報が記録されている
- 必要なメタデータが消されてしまうことが多い

Social Media site/system	Summary	Displays correctly?	Displays 4Cs?	Save As embedded?	Download embedded?
Facebook - www.facebook.com Tested in late 2015	No embedded metadata shown. SaveAs file preserved. Copyright Notice and Creator in IIM, anything else is stripped off. Surprise: 2 IIM fields contain data generated by Facebook. Compared to 2013: at least 2 fields in IIM survive now = slight improvement	Yes	No	No	No
Dropbox - www.dropbox.com Tested in late 2015	No embedded metadata shown. Embedded metadata only preserved in the downloaded image file but not in the SaveAs. Compared to 2013: also SaveAs files preserved metadata then = decline	Yes	No	No	No
Twitter - www.twitter.com Tested in late 2015	No embedded embedded metadata shown. Only downscale images are available for SaveAs and the metadata are stripped off such files. Compared to 2013: no change	Yes	No	No	No

[出典] Social Media Sites Photo Metadata Test Results, <http://www.embeddedmetadata.org/social-media-test-results.php>

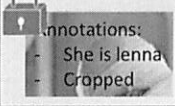


ユースケース

1. アクセス制御機能付き画像リポジトリ
2. メタデータ保護
3. 出版と画像アノテーション
4. 公開期間に制限のある画像共有
5. SNSと画像共有
6. 医用画像
7. フォレンジック画像解析
8. テロ防止・監視システム
9. データ保護の解除を必要としない画像検索
10. 来歴情報の記録
11. 映像監視システム

ストリーム中の各データの表示・非表示等を正しくシグナリングする仕組みが必要

Access policy による閲覧制御

- 各レイヤーを box に格納し, 異なるポリシーを付与する

Layers	Domain	Image
Extended layer2 (Encrypted)	Private	
Extended layer1 (Encrypted)	Private	
Base layer (for existing decoder)	Public	



Base + Extended(1+2)



Base + Extended(1)

要求仕様 (1/3)

- 規定するツール群が **JTC 1/SC 27のPrivacy Framework**に示されたプライバシー原則に従うこと
- JPEG標準とJPEG 2000に互換性を有すること
- 画像とメタデータを独立して保護できること
- 画像とメタデータを階層的にデータアクセスでき, 多層的に保護できること
- 画像とメタデータの一部もしくは全体に対して, **プライバシーポリシーに基づく認証等のアクセス制御**が適用されること

要求仕様 (2/3)

- 基本の**保護ツール**に対応すること
- 拡張となる保護ツールをサポート可能にすること
- JPEG標準との互換性において, マーカに格納する情報を**保護されたデータに限定しないこと**
- ボックスファイルフォーマット**を用いること
- 様々なメタデータスキーマ**に対応すること
- 来歴情報の記録に対応すること

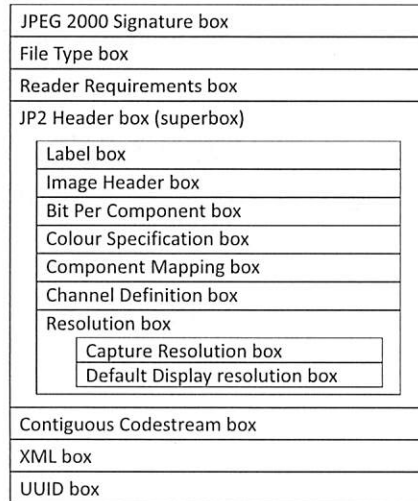
要求仕様 (3/3)

- JPEGファミリー標準以外の規格またはフレームワークとの互換性を有すること
- 13.派生画像**が生成された場合でもマスター画像を同定できること
- システムレベルでの信号制御を必須機能とすること
- 15.メタデータとそれが表す情報が流通の過程で失われることを防ぐ機能**を有すること
- ファイルカービングを容易にするための同期用マーカを有すること
- 画像とメタデータの逐次的な伝送に対応すること

Box structure と file format

Field name	LBox	TBox	XLBox	DBox
Size(bits)	32	32	0 or 64	Variable
Meaning	Box Length	Box Type	Box Extended Length (optional)	Box Contents

A. Box structure



B. JPEG 2000 Box file format

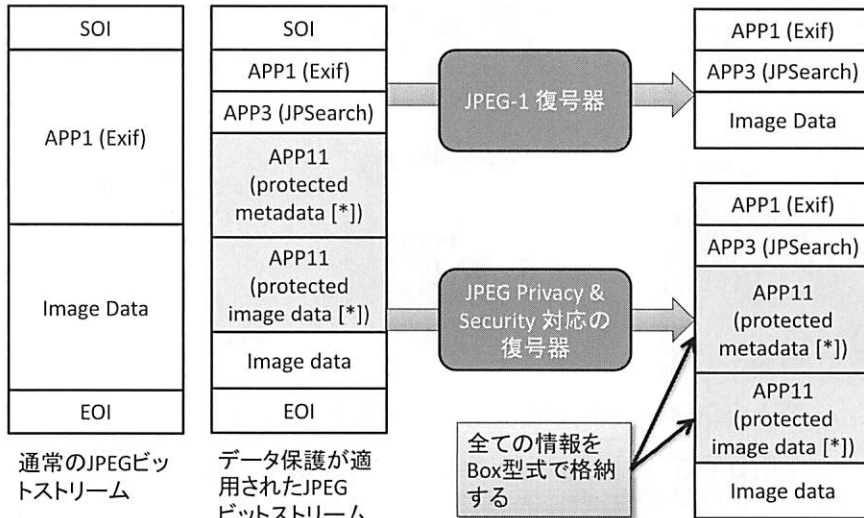
APP₁₁ Marker と Box structure

- APP₁₁マーカ内を Box 形式で構造化
 - ISO/IEC 18477-3 (JPEG XT Part 3) にて規定
 - JPEG-1 との互換性を提供
 - 64KB超のBoxは、複数個のマーカに分割

0xFFEB	Le	Cl	En	Z	LBox	TBox	XLBox	Payload data
APP11	マーカ長 (<64KB)	共通識別子 0x4A50	インスタンス番号	シーケンス番号	Box 長	Box タイプ	拡張 (max 2^64-1)	実データ
16	16	16	16	32	32	32	0 or 64	Variable.

Box形式

既存JPEG規格との互換



[*] 非保護データも格納可能 35

提案募集

- 提案募集の締切：2017年10月6日
 - 10月会合（マカオ）にて方式評価
- 評価基準
 - 要求仕様の達成度
 - 柔軟性
 - 拡張性
 - 頑健性
 - オーバーヘッドと複雑性
- 応答
 - 5件の入力（それぞれが相互補完的な提案）

審議中の規格案

- General
 - Usage of JPEG XT structure
 - JUMBF Box for P&S metadata
- Annex A: Definition of boxes
 - **Protected box**
 - **Replacement box**
- Annex B: Metadata (for P&S)
- Annex C: Backward compatibility
- Annex D: Implementation Guideline
- Annex E: Usage examples

まとめ

- SC 29/WG 1 の活動状況
 - 静止画像符号化の関連規格について、現在20件を審議中。
- 審議中の最新プロジェクト
 - **JPEG XS (ISO/IEC 21122シリーズ)**
 - 低遅延かつ軽負荷の符号化システムを規格化
 - 圧縮率1/2~1/6程度、視覚的ロスレスの画像符号化
 - **JPEG 2000 Part 15 (ISO/IEC 15444-15)**
 - ハイスループットのデータ処理に特化・最適化する
- 静止画像のコンテンツ保護
 - **JPEG Systems Part 4: Privacy, security and IPR features**
 - 既存JPEG標準との互換性を有するデータ保護機能を提供する
 - 委員会原案の作成段階。2019年後半のIS発行を目指す。

Contact: Takaaki ISHIKAWA <takaxp@ieee.org>