

# 量子技術における標準化 の進め方

2023年2月20日

産業技術総合研究所

計量標準総合センター

物理計測研究部門

金子晋久

# 目次

- 標準化・規格はビジネスの戦略的ツール
- 標準と標準化・規格
- 産総研の標準化活動
- 量子コンピュータの国際標準化動向
- 各国の動向

# 研究開発と標準化の取組について

量子技術に限らず、研究開発の成果を社会実装する上で、標準化は一つのツール

- 技術等の社会実装には、安全性などの社会受容性の確保、ビジネスモデルの検討など、多様な側面からの議論が必要。
- その一つとして、技術の評価や普及に向けた社会環境整備（規制等のルール作り）、また、その実現のツールの一つとして標準にどのように取り組むかの検討も重要。

出典：「標準化を活用した 研究開発成果の普及【研究者向け】」

経済産業省 基準認証政策課

- 官民一丸となった戦略的な「標準活用」推進

出典：「知的財産推進計画2021」とその推進状況について」

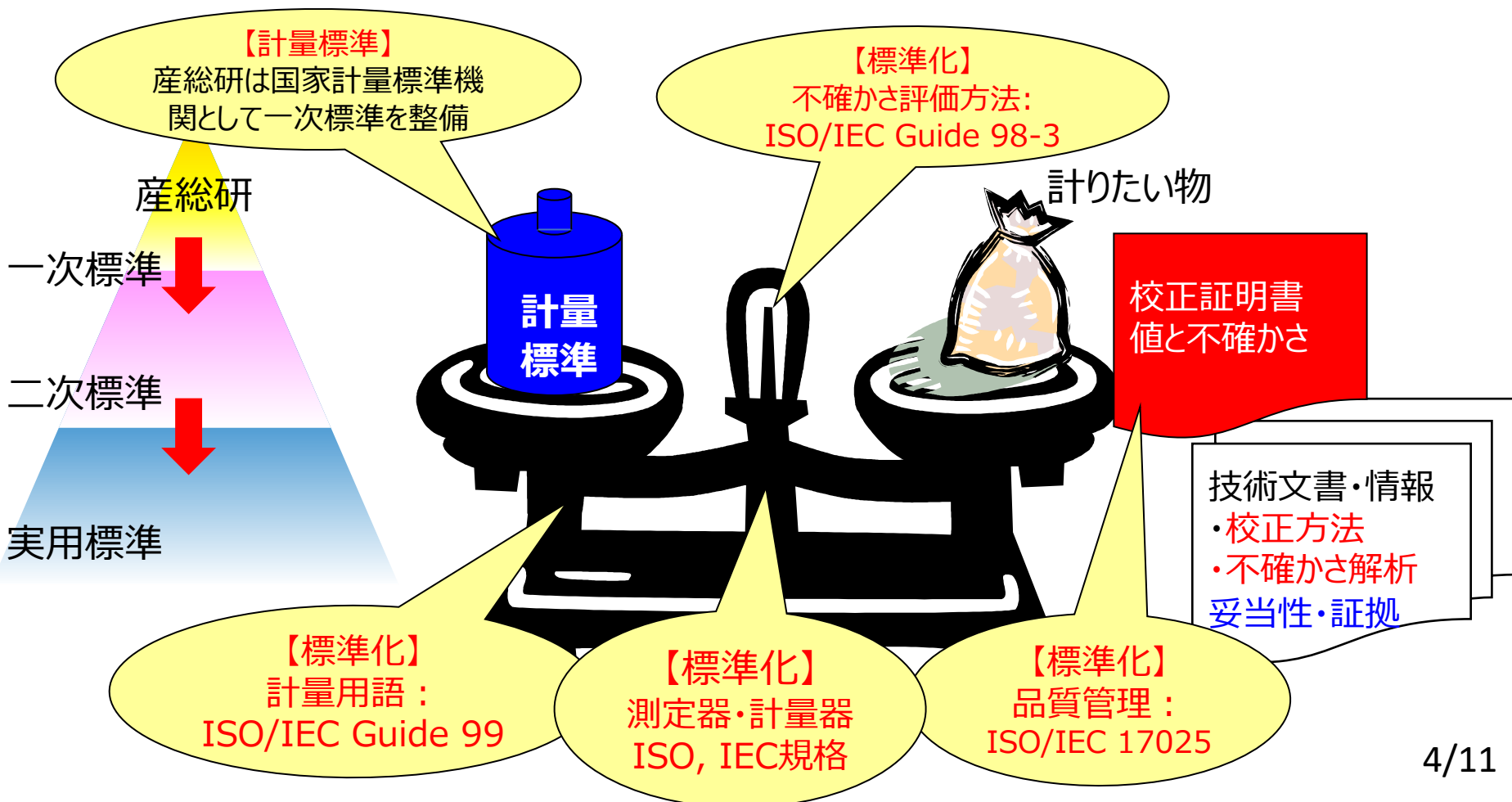
内閣府 知的財産戦略推進事務局

# 計量標準と標準化(規格)

## ～測定・評価における計量標準と標準化～

### 計量標準と標準化は別物です。

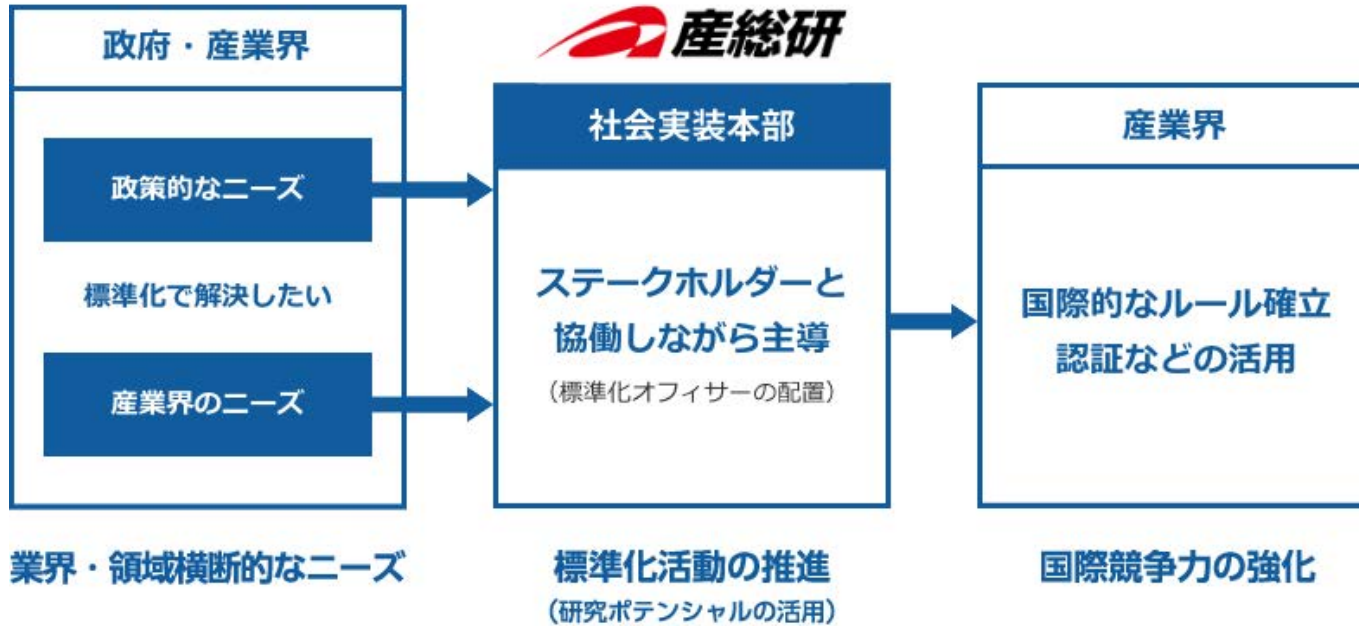
- 計量標準は測定・評価における「基準分銅」で測定値の基準を与える“物”
- 標準化は、試験・評価方法の定義、条件、適用範囲等を規定する“ルール”、結果の品質表示の“基準”



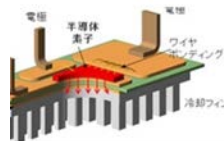
# 産総研の標準化活動

「標準」を事業戦略に活用する

**業界・領域横断的な分野の標準化を産総研が主導します。**

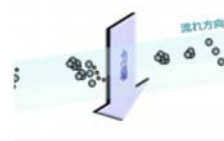


標準化活用事例  
標準化の力で新たな市場



～高機能セラミック基板の信頼性を診断～  
セラミック基板基板の破壊じん性と曲げ強度の試験法 ISO/21113、ISO/23242

2022年9月



～ナノレベルで物質をふるい分け～  
ナノテクノロジー - 変動場分離法によるナノ材料の分析 ISO/TS 21362:2018

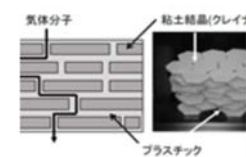
2022年6月



～身近にロボットがいるSFの世界を現実～

ロボットサービスの安全マネジメントシステム JIS Y 1001

2022年6月



～粘土でガスを封じ込み～

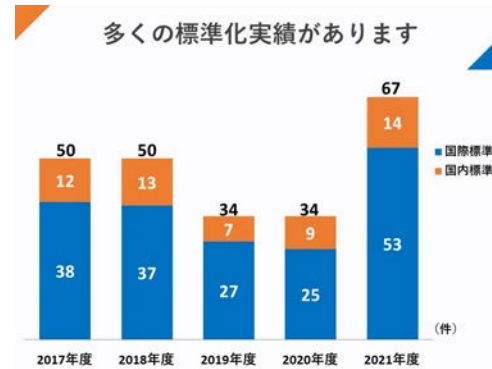
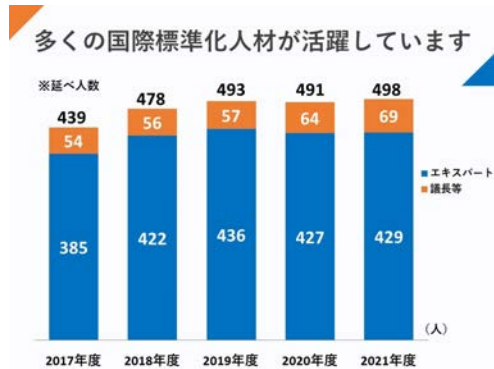
ガスバリアフィルム用途に使用される粘土ナノプレートの特性と測定仕様のISO/TS 21236-2

2022年6月

# 産総研の標準化活動

- 産総研は、**新規産業の創出**や**既存産業の発展**を目指し、産業界と連携しながら標準化活動を推進。
- 企業と産総研の研究者が協働して標準の規格化を進め、**新たな市場形成**に寄与した多数の事例。

<h3>標準化オフィサー</h3> <p>標準化の専門知識と経験を活かして、ステークホルダー間の調整や標準の普及策検討などを行う人材を紹介します。</p>	<h3>国際標準化活動</h3> <p>産総研が中心となって開発した国際規格をご紹介します。</p>	<h3>国内標準化活動</h3> <p>産総研が中心となって開発した国内規格をご紹介します。</p>
<h3>依頼試験</h3> <p>試験・分析・校正を有料で行っています。</p>	<h3>ISO/TC 229 国内審議団体</h3> <p>ナノテクノロジー先端技術開発分野において、産業の健全な発展を即す国際標準化を推進しています。</p>	<h3>海洋生分解性プラスチック標準化コンソーシアム</h3> <p>入会のご案内、会員限定サイトはこちら</p>



## 産総研には標準化活動人材が多く存在します

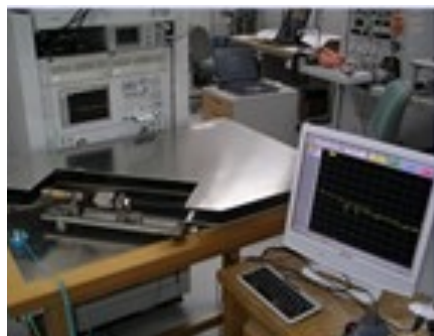
日本からの国際提案のうち、**7件に1件**が産総研からの提案です。

研究者の**10人に1人**が国際標準化に携わっています。  
※グラフは延べ人数

# 実績ある標準化フレームを量子関連技術へ展開する戦略(IEC TC46)

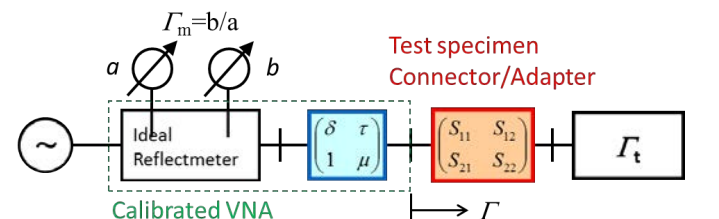
国内委員会	役職	担当
IEC TC46 通信用伝送線及びマイクロ波受動部品	委員長 (日本代表)	産業技術総合研究所・主任研究員が担当
IEC TC46/SC46F 無線及びマイクロ波受動回路部品	主査	産業技術総合研究所・主任研究員が担当

## 標準化実績：10年以上の取組、10件以上(4件審議中)の標準化発行



**設定条件**  
 周波数範囲  
 電力レベル  
 アペレージング  
 IFフィルタ帯域幅  
 終端器性能・帯域

VNAと設定パラメータ(出典：産総研)



$$U(|\Gamma_m|) = 2 \times \sqrt{\left\{ \frac{|\delta|}{\sqrt{2}} + u(|\delta|) \right\}^2 + \left\{ \frac{|\Gamma_t|}{\sqrt{2}} + u(|\Gamma_t|) \right\}^2} + x^2$$

測定システムの精度解析モデルと評価式

通信・放送用高周波ケーブルの常温環境下での測定方法とその精度評価方法の規格


- 産総研の保有する計測・設計の技術・知見・設備を活用した手法の開発
- 国際標準化を実現し、現在、ケーブルの性能保証・出荷検査に活用
- 産総研と企業の共同による新市場向けの製品開発の取組へ展開実績

⇒ 量子コンピュータ等の用途向けに低温環境化への標準化(規格)適用範囲の拡大  
 (量子コンピュータサプライチェーンのチョークポイント確保へ)

# 量子コンピュータの国際標準化動向(2023.02.14更新) 提供：経済産業省/産総研

- 米国は、フォーラム標準のIEEEにおいて先行的に規格開発を進めており、既に、量子コンピュータ（ゲート方式を念頭）の評価標準規格等を開発開始。他方、ISO/IECは、用語統一の作業段階であり、中国がコンビナーポストを獲得しており、米中の主導権争いが生じている。
- 日本としては、標準化の動向を注視するとともに、日本の技術がガラパゴス化しないよう、規格開発にも積極的に関与していくことが必要か。

## 国・地域・組織別の取組状況

<p style="text-align: center;"><b>IEEE (米国)</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電気・情報工学分野学術研究団体（IEEE）が量子技術分野の規格開発をサポート             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (2016/03) P 1913 量子コミュニケーションにおけるソフトウェア定義規格の開発開始</li> <li>✓ (2021/06) P 2995 量子コンピュータアルゴリズムの設計と開発に関する試用標準規格の開発開始</li> <li>✓ (2021/11) P 3120 量子コンピュータアーキテクチャ標準規格の開発開始</li> <li>✓ (2022/02) P 3155 プログラブル量子シミュレーターの標準規格の開発開始</li> <li>✓ (2021/09) P 7130 量子技術の用語の定義に関する標準規格の開発開始</li> <li>✓ (2021/09) P 7131 量子コンピュータのハードウェアとソフトウェア評価のための標準規格の開発開始                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• (2023/01) v3 “Application-Oriented Performance Benchmarks for Quantum Computing” arXiv:2110.03137 (2021)</li> <li>✓ (2021/12) Quantum Groups Linkup (QGL)の設立(上記4 WGの連携のための枠組み)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>● NISTを中心に、耐量子暗号（ポスト量子暗号,PQC）の標準化プロジェクト推進             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (2016/08) NISTIR8105 Report on Post-Quantum Cryptography発行。</li> <li>✓ (2024まで) 提案方式を評価→国際標準化</li> </ul> </li> <li>● 量子経済開発コンソーシアム(QDE-C)が、標準化作業を含む活動を推進</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>ISO/IEC</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ISO/IEC/JTC 1/WG14（量子情報技術に関する作業グループ、2020年6月に新設）のコンビナー(<u>Ms Hong Yang、中国</u>)と幹事(<u>Ms Jingjing Wang、中国</u>)のポスト獲得（日本側主査：NTT）             <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ 2023年6月の量子コンピュータに関連する用語規格の開発</li> <li>⇒ 2024年3月の量子コンピューティングの概要,関連技術,アプリケーション,関連標準化Technical Report</li> </ul> </li> <li>● 英国提案によりスコープ拡大（量子コンピュータに加え、量子技術評価法、シミュレータ、量子ソース、検出器など）(2022年秋)</li> <li>● IEC SEC14(量子技術) <u>韓国主導</u>で立ち上げ</li> <li>● IEC SMB/TBMにおいて、量子技術に関する新しいJTC設置提案の動き</li> <li>● ISO/IEC JTC1/SC27 情報セキュリティに関する標準化</li> <li>● <u>周辺部材・デバイス関連は、既存のISO/IECの枠組み(IEC TC46など)で対応を産総研と国内委員長等と検討</u> 8/11</li> </ul>





# 量子関連技術の国際標準化動向(2023.02.14更新) 提供：経済産業省/産総研

## ● 日本の強み：部品・部材の評価法に関する標準化

⇒ フォーラム標準、デファクト標準、デジュール標準に幅広く対応可能

- 高周波特性（材料（超伝導、抵抗材料）、温度係数、温度勾配、曲げ、組み合わせ、クロストーク）
- 熱特性（熱抵抗、組み合わせ時）、磁気特性（コネクタ、ネジ・・・）
- その他、光特性、真空技術、冷却技術など、複数の技術の融合・すり合わせ時の特性

国・地域・組織別の取組状況	
<p>欧州地域</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 欧州電気通信標準化機構（ETSI）が量子鍵配送（QKD）に関連した仕様書 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (2010/12 v1.1.1→2020/08 v2.1.1) ETSI GS QKD 004 アプリケーションのインターフェース文書策定</li> <li>✓ (2021/03 v1.1.1→2022/04 v2.1.1) ETSI GS QKD 015 ネットワーク構築についての定義文書策定</li> </ul> </li> <li>● 欧州量子産業コンソーシアム（QuIC）が、標準化作業を含む活動（WG）を推進</li> </ul>
<p>NMIs (標準研連合)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 先進国標準研究所（米・独・英・加・豪・日）で標準化に関するSummit会議発足（NMI Quantum Standardization Summit organizing committee） <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ (2023/01,03) 初回キックオフ（ネット）会議+ベルリン対面会議</li> <li>✓ ゴール：標準化でのリーダーシップ、多くの連携のない活動に対し基本的な測定に関する合意調達、<b>量子技術に関する評価方法等の標準化</b>のひな型・きっかけとなる共同研究</li> <li>✓ 成果：最適な運用文書の公開</li> </ul> </li> <li>● EURAMET: Lead by EMN-Q (The European metrology network for quantum technologies) <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Support to Quantum Technologies <b>Standardisation</b> (EQTC2021 Workshop, Ireland)</li> <li>✓ EU Federated Testbeds: FPA Qu-Test ← <b>標準化</b> (Use cases from industry ⇔ Testbed Services)</li> </ul> </li> </ul>
<p>ITU</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 国際電気通信連合（ITU）</li> <li>● (2019/09) ITU-T Focus Group on Quantum Information Technology for Networks (FG-QIT4N)設立 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ collaborative platform for <b>pre-standardization</b> aspects of QIT (Quantum Information Tech)</li> <li>✓ (2021/11) 9つの技術<b>標準化に関する文書発行</b>（通信、量子鍵配送（QKD）など）</li> </ul> </li> </ul>

# 量子関連技術の国際標準化動向(2023.02.14更新) 提供：経済産業省/産総研

## ● 日本の強み：部品・部材の評価法に関する標準化

⇒ フォーラム標準、デファクト標準、デジュール標準に幅広く対応可能

- 高周波特性（材料（超伝導、抵抗材料）、温度係数、温度勾配、曲げ、組み合わせ、クロストーク）
- 熱特性（熱抵抗、組み合わせ時）、磁気特性（コネクタ、ネジ・・・）
- その他、光特性、真空技術、冷却技術など、複数の技術の融合・すり合わせ時の特性

国・地域・組織別の取組状況	
<p>英国</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 標準化に関しては国際組織への貢献</li> <li>● The UK national quantum technologies programme: UK Quantum Tech Hubs (4 Hubs: Quantum Sensors and Timing, Communications, Computing, Imaging), 初期投資：70 M£/3years</li> <li>● The National Physical Laboratory (NPL) + the National Quantum Computing Centre (NQCC)</li> <li>● Quantum Test and Evaluation at NPL (QMI/NPL) <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deliver quantum test &amp; evaluation facilities</li> <li>✓ Research new methods and disseminate best practice</li> <li>✓ Represent the UK in international quantum forums</li> <li>✓ Provide opportunities for UK companies</li> <li>✓ Respond to the need for education and skills</li> </ul> </li> </ul>
<p>中国</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 耐量子暗号：中国(CACR)・ロシアは米国主導手法とはわずかに異なる手法を提案（2020）→ 2025商用化予定</li> <li>● 国際組織への貢献</li> </ul>
<p>韓国</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 特に国内での顕著な標準化への活動なし</li> <li>● Quantum Tech. Bureau/Division (Ministry of Science and ICT)設立：20 M\$-40 M\$/(5-7)years</li> <li>● KRISS, LIST, ETRI, KISTIが協力し研究体制</li> <li>● Q Center (Quantum Information Research Support Center) at Sungkyunkwan University (SKKU)：量子拠点</li> <li>● QCILA (Quantum Computing Industry Leaders Alliance)が産業界の取りまとめ</li> <li>● Korea-US Quantum Technology Cooperation Center: 米との連携</li> </ul>

# まとめ

- 標準化・規格はビジネスの戦略的ツール
- 標準と標準化・規格
- 産総研の標準化活動
- 量子コンピュータの国際標準化動向
- 周辺部材・デバイス関連は、既存のISO/IECの枠組み(IEC TC46など)を使う方向が適切
- 各国の動向