

MEMS協議会フォーラム

MEMS・IoTスマートセンサ・振動発電関連の 国際標準化取組み状況

2020年1月30日

一般財団法人マイクロマシンセンター
調査研究・標準部 大中道 崇浩

発表のアウトライン

- はじめに（国際標準化について）
- マイクロマシンセンターにおける国際標準化取組み
 - ・MEMS関連
 - ・IoTスマートセンサ関連
 - ・振動発電関連
- まとめ

発表のアウトライン

■はじめに

■マイクロマシンセンターにおける国際標準化取組み

- ・MEMS関連
- ・IoTスマートセンサ関連
- ・振動発電関連

■まとめ

はじめに

標準化のメリット

～ 国際/国内標準は重要な経営資源 ～

1. 関連する試験法、測定法及び性能・仕様表示などの標準化は、それらの製品にかかわる開発者・生産者及び販売者・使用者にとって、大きなメリットをもたらす
2. 開発者・生産者のメリット：
開発・生産の効率化、独自評価基準の整備コスト回避
販売者・使用者のメリット：
合理的な製品比較と選択の容易化

3つの標準化

1. 市場で強いところの規格が実質的な標準になっているもの
⇒ **デファクト標準**
2. 業界関係者によるコンソーシアムによるスタンダード
⇒ **種々のスタンダードが存在**
3. ISO, IEC等の国際標準化機関による国際的な投票手続きを踏んだもの⇒ **デジュール標準**

デジュール標準が皆が納得する国際標準

※マイクロマシンセンターで現在進めている
デジュール標準についての取組みを紹介

発表のアウトライン

- はじめに
- マイクロマシンセンターにおける国際標準化取組み
 - ・MEMS関連
 - ・IoTスマートセンサ関連
 - ・振動発電関連
- まとめ

■ 国際標準化組織

IEC(国際電気標準会議)/TC(専門委員会) 47(半導体デバイス)

├── SC(分科委員会) 47A(集積回路) ─┬── WG7(エネルギーハーベスタ) 振動発電関連の提案

├── SC47D(半導体パッケージ)

├── SC47E(個別半導体デバイス) IoTスマートセンサ関連の提案

└── **SC47F(MEMS)** MEMSデバイス関連の提案
日本(幹事国)、韓国(議長国)の他、
中、独、露、シンガポール、米、仏、伊、パキスタン、
ベラルーシ、ベルギー、フィンランド、スイス、イラン、
オランダ、ポーランド、スペイン、スウェーデン、チェコ (計20カ国)

■ 国内標準化組織

日本工業標準調査会 (JISC)

├── (一社)電子情報技術産業協会 (JEITA)
TC47, SC47A, SC47D, SC47E, WG7 国内審議団体

└── **(一財)マイクロマシンセンター**
SC47F(MEMS)国内審議団体、国際幹事引受け

IEC/TC47(半導体デバイス)/SC47F(MEMS)の体制

国際議長: 韓・ソウル科学技術大 S.H.Choa教授

国際幹事: 日・マイクロマシンセンター 三原主幹研究員

▪WG1(Terminologies and generic specification for micro-electromechanical systems)

主査: 韓・S.H.Choa議長兼任、日・首都大 諸貫教授

▪WG2(Characterizations and testing methods of materials and structures for microelectromechanical systems)

主査: 韓・機械研究所KIMM H.J.Lee氏、独・インフィニオンSinger氏

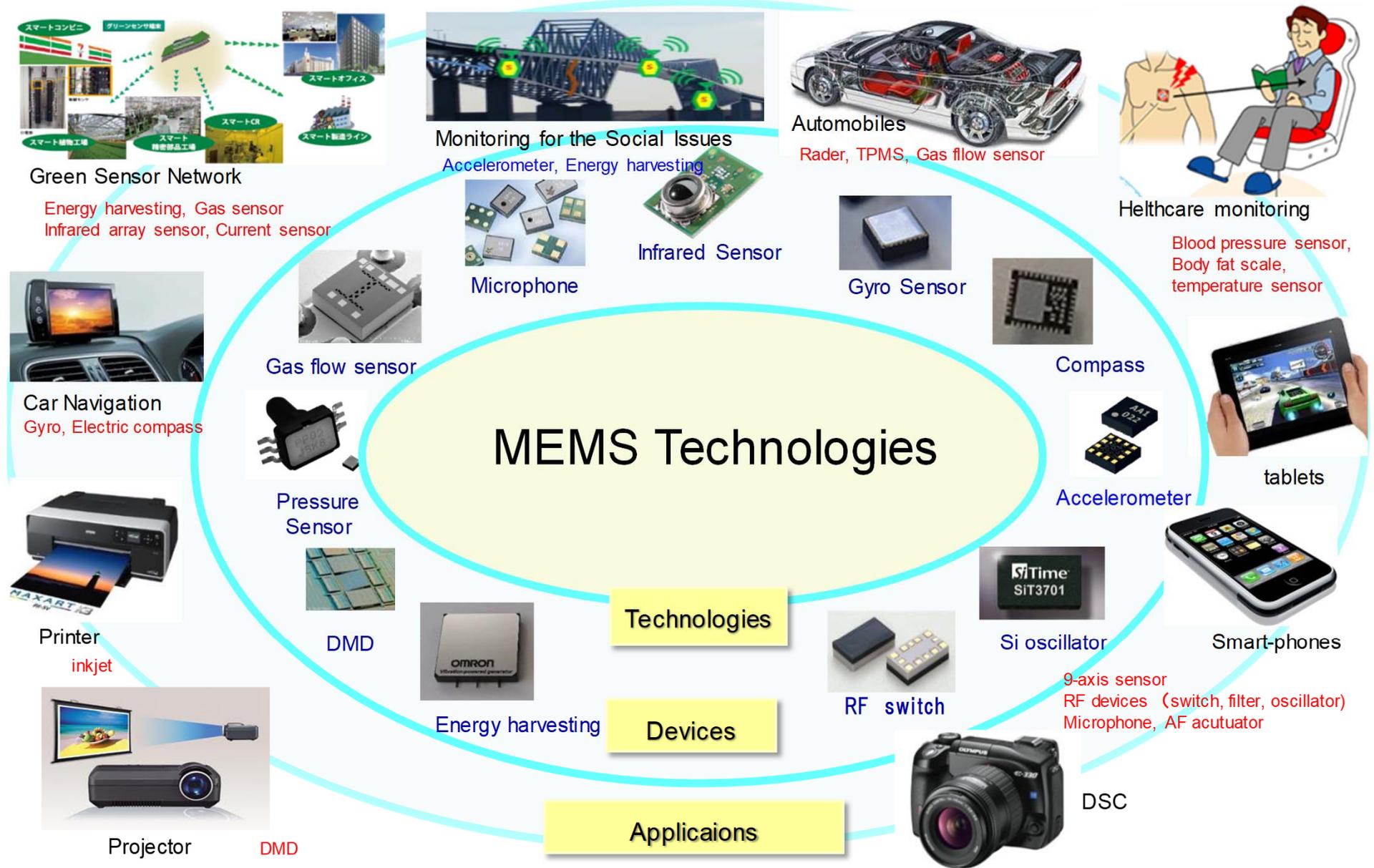
▪WG3(Micro-electromechanical devices and packaging)

主査: 日・次世代センサ協議会 大和田専務理事、中・北京大Wei Zhang教授

▪MT1(Maintenance team for the published international standards under WG2)

主査: 韓・電子部品研究院KETI J.S.Park氏、日・熊本大 高島前副学長

MEMS technologies ~ Applications



MEMS関連の日本提案IEC規格案一覧

提案年	提案内容	IEC	JIS
2002	MEMS用語集	IEC 62047-1:2005	JIS C5630-1:2008
2003	薄膜材料引張試験法	IEC 62047-2:2006	JIS C5630-2:2009
2003	引張試験用標準試験片	IEC 62047-3:2006	JIS C5630-3:2009
2006	薄膜材料軸加重疲労試験法	IEC 62047-6:2009	JIS C5630-6:2011
2009	共振振動疲労試験法	IEC 62047-12:2011	JIS C5630-12:2014
2009	構造体接着強度試験法	IEC 62047-13:2012	JIS C5630-13:2014
2010	薄膜曲げ試験法	IEC 62047-18:2013	JIS C5630-18:2014
2011	電子コンパス	IEC 62047-19:2013	JIS C5630-19:2014
2011	小型ジャイロ	IEC 62047-20:2014	JIS C5630-20:2015
2013	形状計測法	IEC 62047-26:2016	JIS C5630-26:2017
2013	MEMS用語改正	IEC 62047-1:2016	JIS C5630-1:2016
2014	MEMSエレクトレット振動発電デバイス	IEC 62047-28:2017	JIS審議中
2015	MEMS圧電薄膜の特性測定法	IEC 62047-30:2017	JIS審議中
2016	圧電MEMSデバイスのアクチュエータ特性信頼性(耐湿熱性/耐電圧性)試験方法	IEC 62047-36:2019	
2017	フレキシブルMEMSデバイスの曲げ強度信頼性試験	IEC 62047-35:2019	
2018	圧電MEMSデバイスのセンサ特性信頼性試験方法	審議中(FDIS:最終国際規格案)	

国際規格(IEC)発行済み MEMS関連日本提案は15件(全34件中)

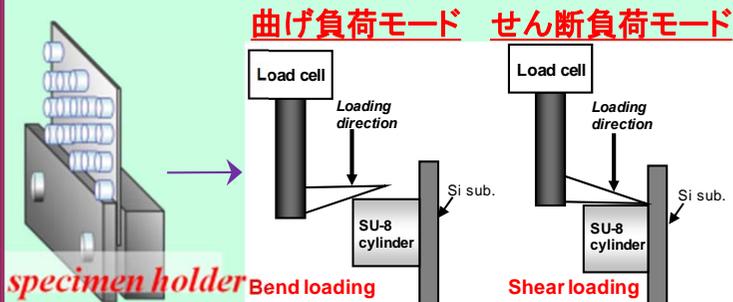
MEMS関連国際標準化開発変遷

MEMS基礎技術の標準化

MEMS構造体接合強度試験法

IEC62047-13 ;2012.2発行

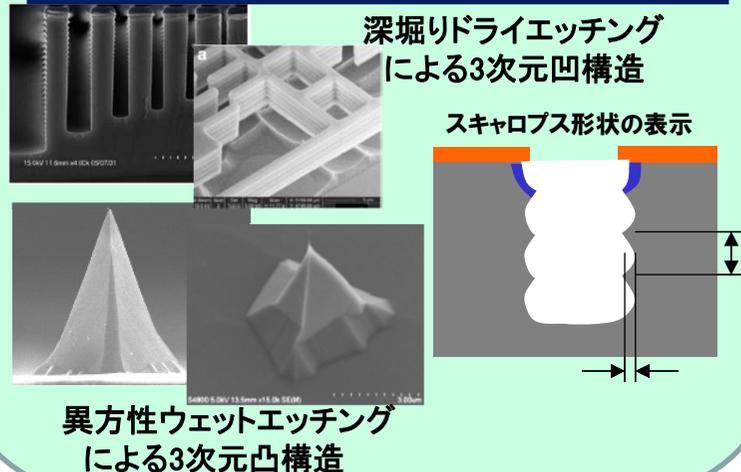
MEMS用微小構造体—基板間における接合強度の定量的な測定法を標準化



MEMS形状計測法

IEC62047-26; 2016.1発行

3次元マイクロ構造体の形状表示法と測定法を標準化



MEMSデバイス技術の標準化

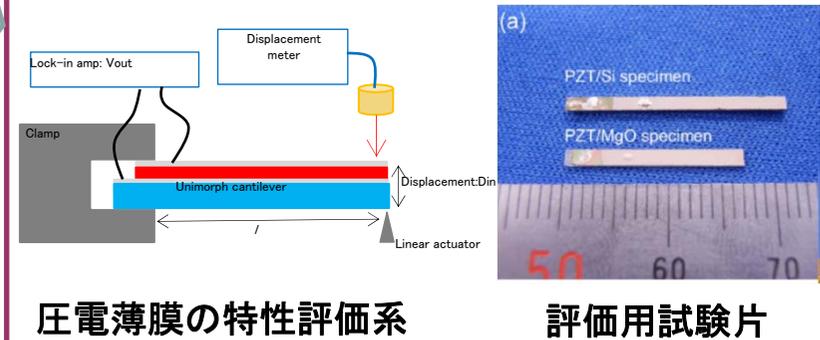
(2015年度以降)

神戸大神野教授

MEMS圧電薄膜の特性測定法

IEC62047-30; 2017.9発行

MEMS圧電薄膜の圧電変換特性の評価方法を標準化し、アクチュエータ等の設計に適用する



圧電MEMSデバイスアクチュエータ特性信頼性

IEC62047-36; 2019.4発行

圧電MEMSデバイスセンサ特性信頼性

IEC62047-37; IEC審議中

神戸大神野教授

圧電MEMSデバイス マイクロカンチレバー特性信頼性(規格案開発中)

フレキシブルMEMSデバイスの曲げ強度

IEC62047-35; 2019.11発行

フレキシブルMEMSデバイスの繰返し曲げ耐久性(規格案開発中)

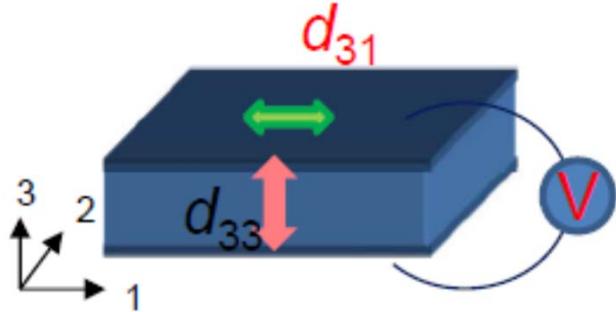
名工大 神谷教授

MEMS関連 IEC日本提案例1

プロジェクトリーダー:神戸大 神野伊策教授

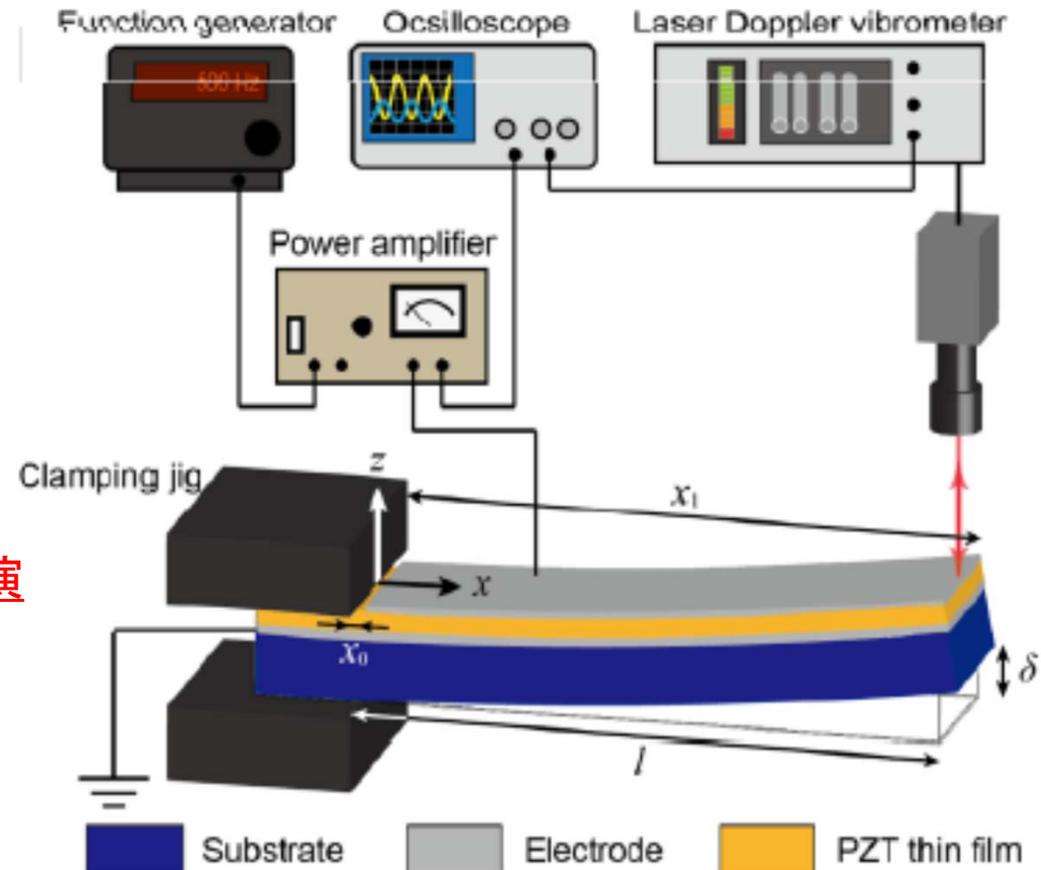
IEC62047-30

MEMS圧電薄膜の圧電定数の測定方法を標準化し、アクチュエータ等の設計に適用する



圧電薄膜の
Transverse圧電定数 d_{31} 、 e_{31} は
測定手段が未確立であった

※国際学会Transducers2019招待講演
で報告



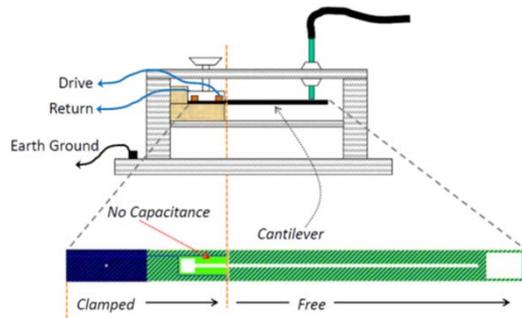
圧電薄膜の特性評価系

圧電薄膜MEMS関連 IEC提案シリーズ化

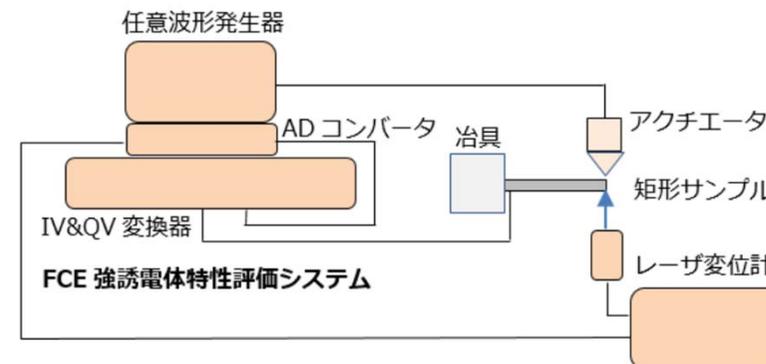
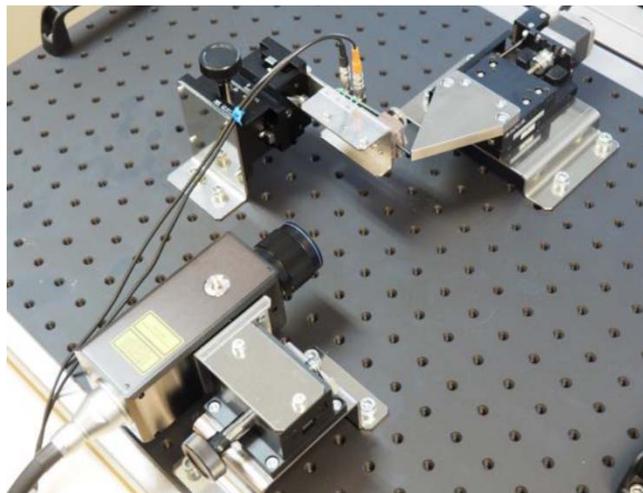
- ① 圧電定数測定方法 (発行済み)
- ② アクチュエータ特性信頼性評価方法 (発行済み)
- ③ センサ特性信頼性評価方法 (審議中)
- ④ マイクロカンチレバー構造信頼性評価方法 (開発中)

IEC62047-30に準拠した市販圧電測定装置

Radiant / 高純度化学様



東陽テクニカ様

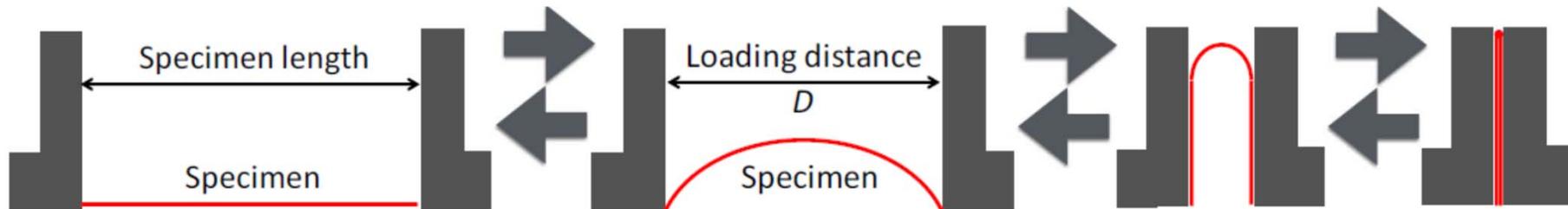


MEMS関連 IEC日本提案例2

プロジェクトリーダー:名古屋工業大 神谷庄司教授

IEC62047-35

フレキシブルMEMSデバイスの曲げ強度信頼性試験方法の標準化



合掌試験

フレキシブルMEMSデバイスの繰返し曲げ耐久性 (規格案開発中)

※測定機器メーカー ユアサシステム機器様に規格案開発時から委員参画

年2回開催会議で各国との議論を通じてIEC審議推進

- 10月TC47(半導体デバイス技術委員会)全体会議
- 6月WG会議(日韓中持ち回り開催)

2017 日本・東京

2018 ハワイ・ホノルル

2019 中国・蘇州



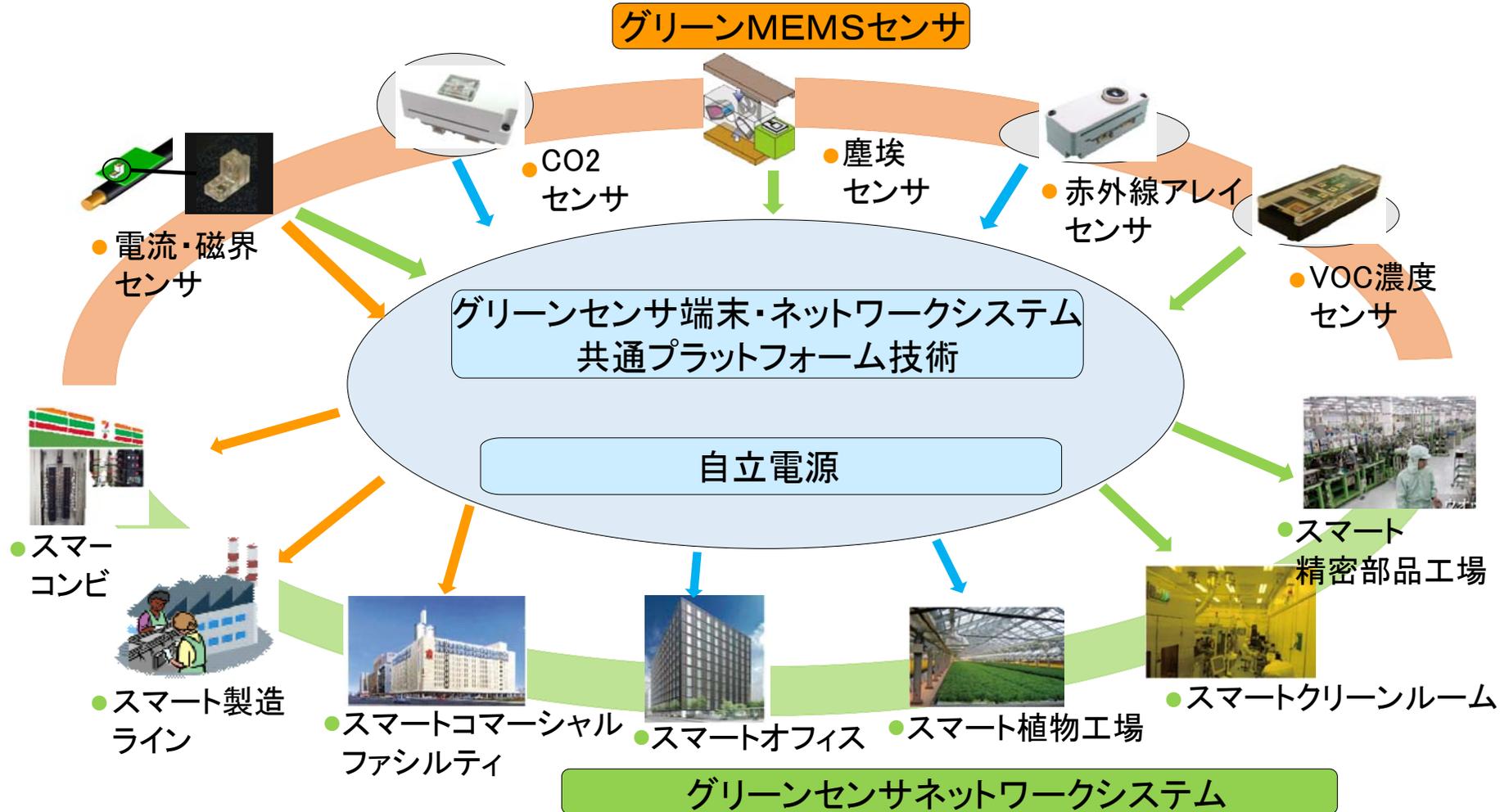
- 次回 2020年6月3日～5日 日本・熊本
2019/12オープン新規施設「熊本城ホール」で開催(MMC主催)

発表のアウトライン

- はじめに
- マイクロマシンセンターにおける国際標準化取組み
 - ・MEMS関連
 - ・IoTスマートセンサ関連
 - ・振動発電関連
- まとめ

センサ：IoTにおいてデータ収集の役割を担う重要キーデバイス

例：多数のセンサを配置した“グリーンセンサ・ネットワークシステム”による省エネ手法



コンビニエンスストアにおいて、MEMSセンサネットワークにより10%以上の省エネ効果を実証

2011-14年NEDO PJ: 技術研究組合NMEMS技術研究機構

<http://www.nmems.or.jp/gsnpj/>

MEMS : Micro Electro Mechanical Systems, IoT : Internet of Things

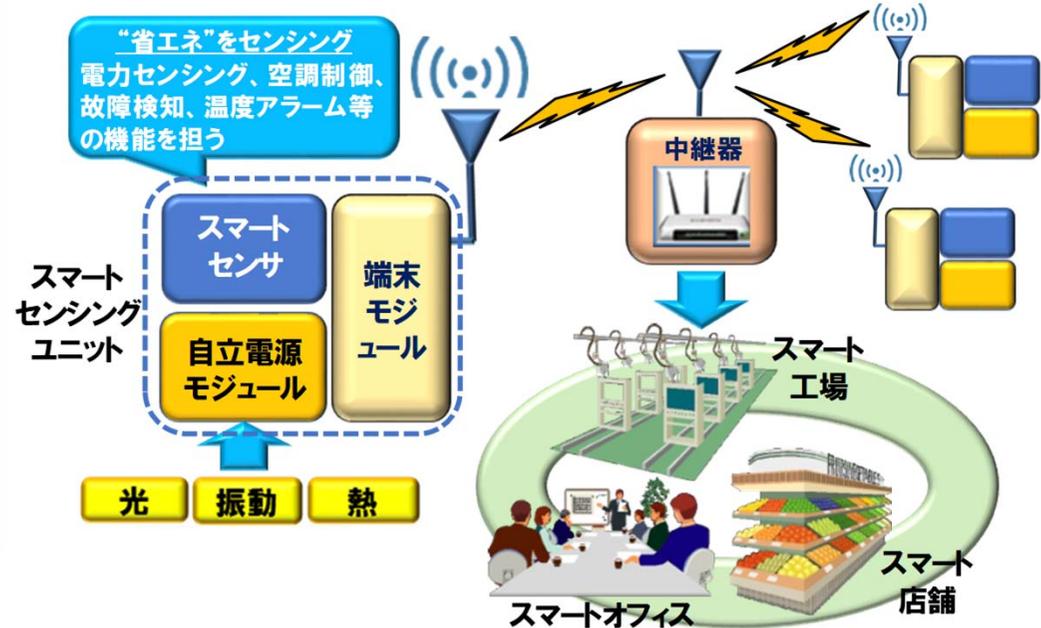
スマートセンシング・インタフェース標準化事業 (SSI標準化)

「省エネルギーに関する国際標準の獲得・普及促進事業(省エネルギー等国際標準共同研究開発)」

経済産業省委託事業 2016～18年度
グリーンセンサ・ネットワークシステムのセンサ及びプラットフォームのインタフェース等に関する国際標準化



グリーンセンサ・ネットワークシステム

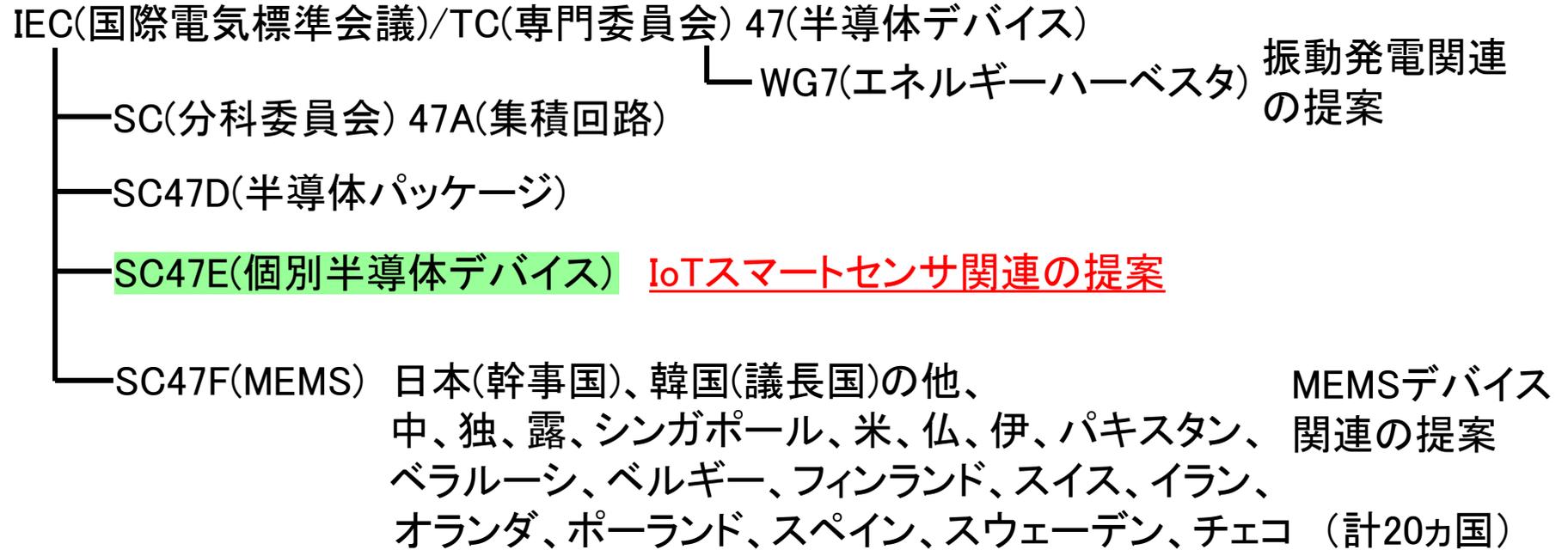


事業概要: ・国際標準化原案作成(マイクロマシンセンター: SSI国際標準化委員会、専門家派遣)
・原案作成のための研究開発(技術研究組合NMEMS技術研究機構: スマートセンサ、端末モジュール、自立発電)

SSI国際標準化委員会 参画大学・団体・企業

- ・国立大学法人東京大学
- ・一般社団法人次世代センサ協議会
- ・国立研究開発法人産業技術総合研究所
- ・株式会社エヌ・ティー・ティー・データ
- ・オムロン株式会社
- ・セイコーインスツル株式会社
- ・都築電気株式会社
- ・株式会社日立製作所
- ・富士電機株式会社
- ・三菱電機株式会社
- ・ローム株式会社

■国際標準化組織

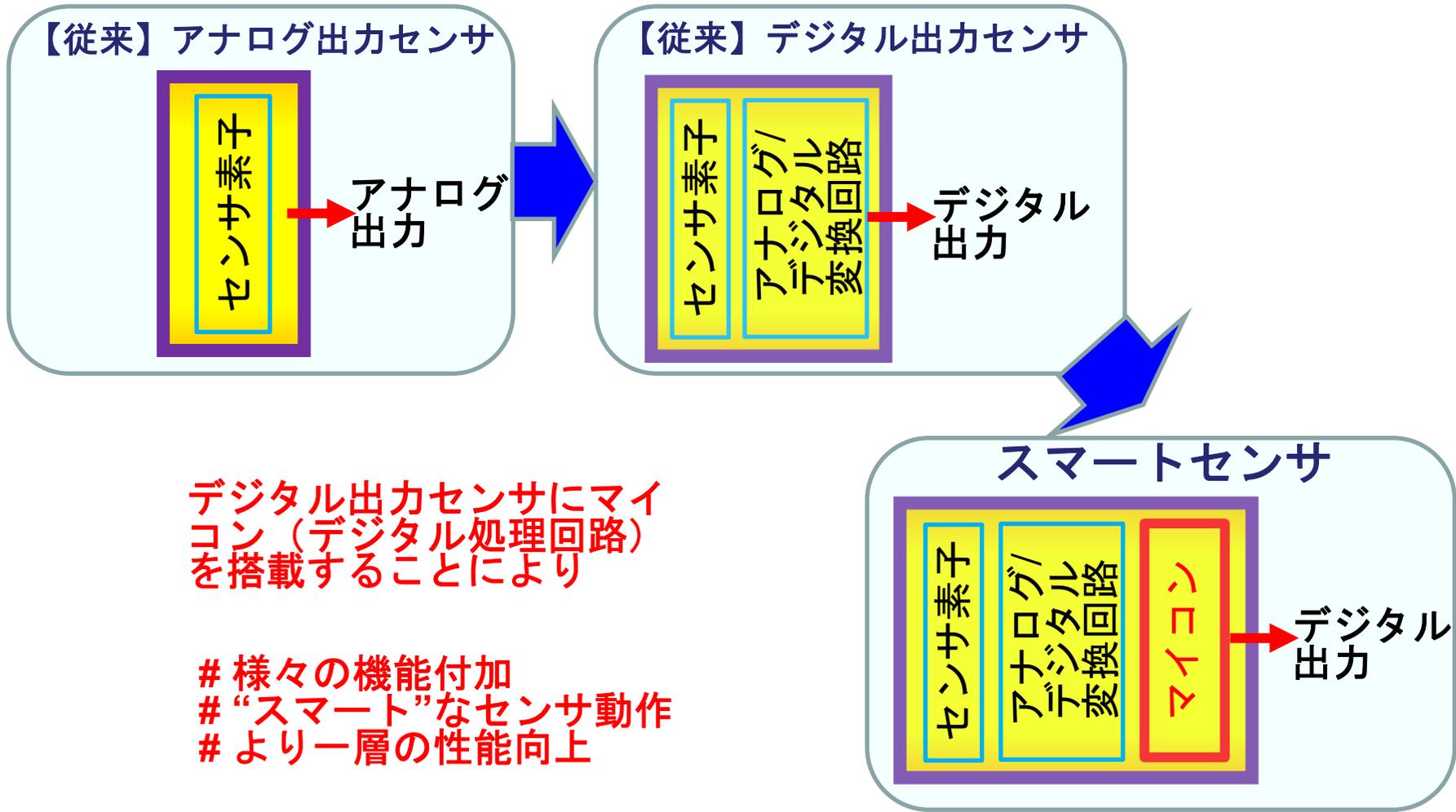


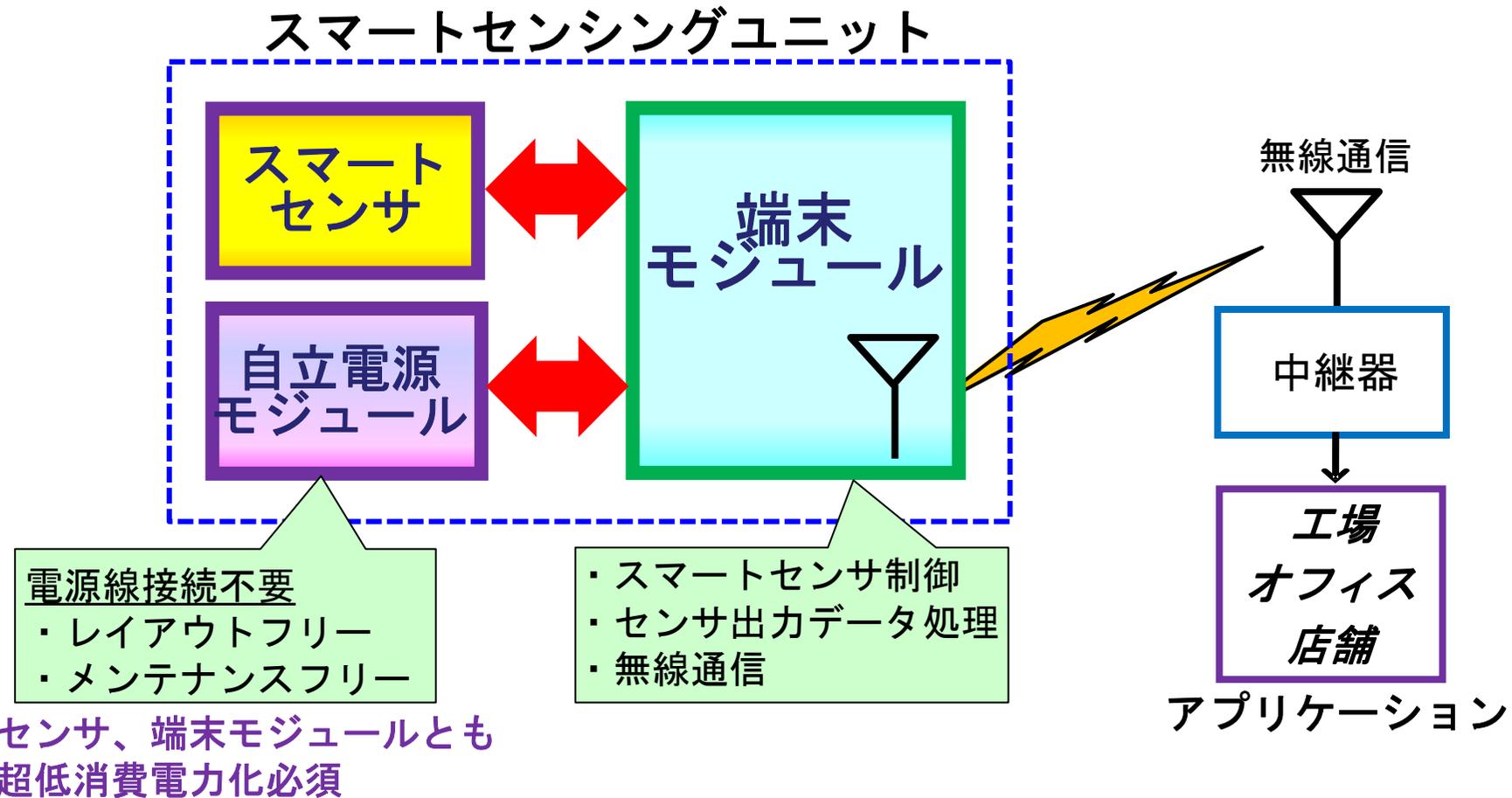
■国内標準化組織

日本工業標準調査会 (JISC)

- (一社)電子情報技術産業協会 (JEITA)
TC47, SC47A, SC47D, SC47E, WG7 国内審議団体
- (一財)マイクロマシンセンター
SC47F(MEMS)国内審議団体、国際幹事引受け

スマートセンサの定義



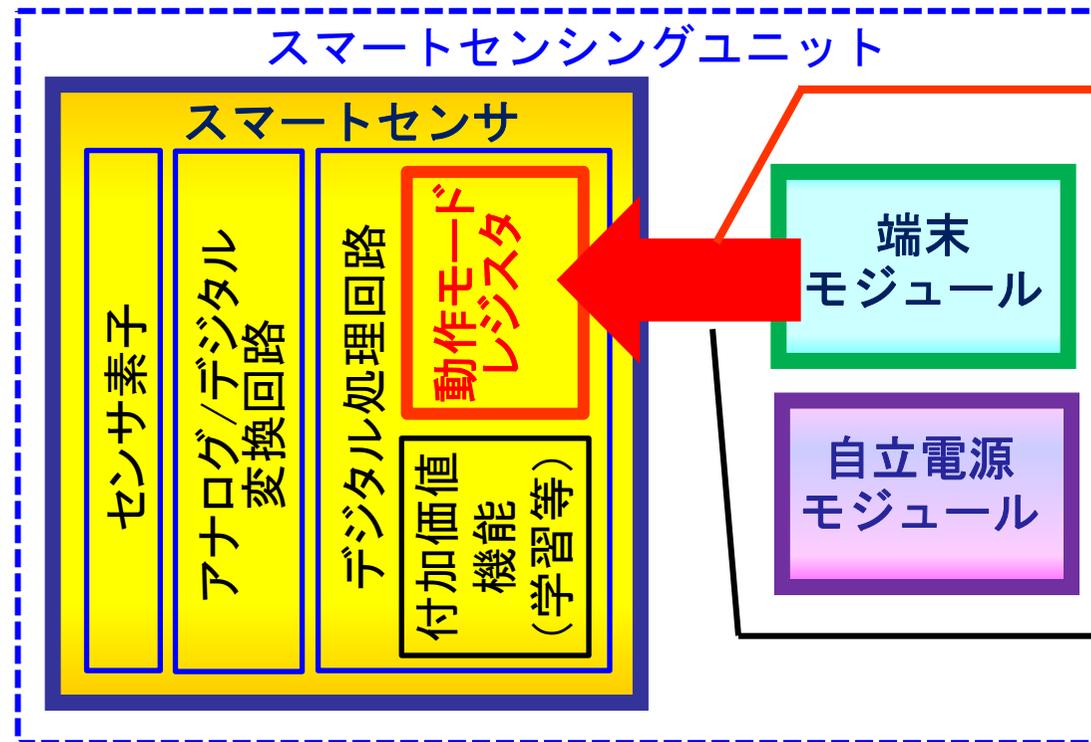


スマートセンシングユニット：

自立電源モジュールにより駆動するスマートセンサと端末モジュールから成るユニット

この3つのコンポーネント間のインタフェースの標準化

標準開発内容1



IEC 60747-19-1

2019/11/22 国際標準発行

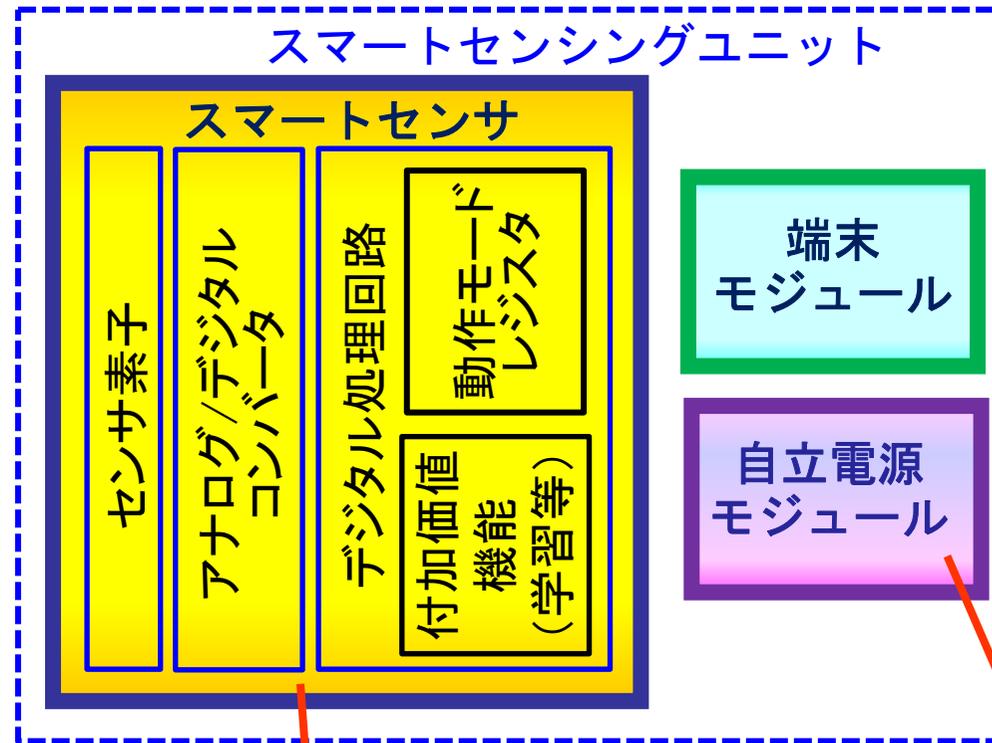
スマートセンサ⇄端末モジュール間のインターフェース
(端末モジュールからのスマートセンサ制御方式)

物理的な接続は既存のシリアルデジタルインターフェース(I²C、SPI等)を使用

I²C : Inter-Integrated Circuit、
SPI : Serial Peripheral Interface

- 動作モードレジスタに動作モード番号を設定するだけでスマートセンサの制御が可能
(→スマートセンサの制御・選定が容易化)
- センサメーカーは、動作モードと付加価値機能を工夫することで差別化が可能
(→センサ開発競争促進、技術進歩/普及)
- 完全スリープ動作等の省エネに関する制御も標準に組み込み
(→自立電源駆動の実現と無線化による簡易な施工)

標準開発内容2



IEC TS(Technical Specification、技術仕様書) 60747-19-2
(最終ステージ審議中)

(1)低電力設計のために必要なスマートセンサの消費電力特性表示方法

(2)スマートセンサのための電源(自立電源を想定)への要求事項・特性表示方法

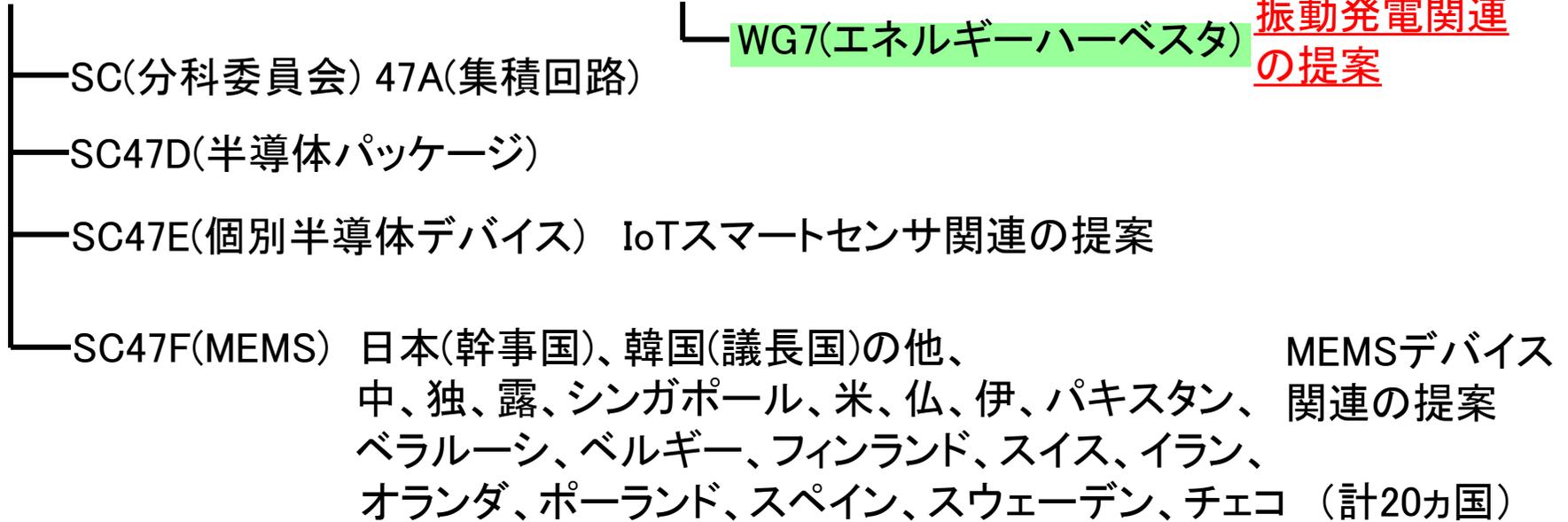
- ・機能 (蓄電容量残量信号等)
- ・出力特性表示(電圧安定性、最大供給電流、蓄電容量等)

発表のアウトライン

- はじめに
- マイクロマシンセンターにおける国際標準化取組み
 - ・MEMS関連
 - ・IoTスマートセンサ関連
 - ・振動発電関連
- まとめ

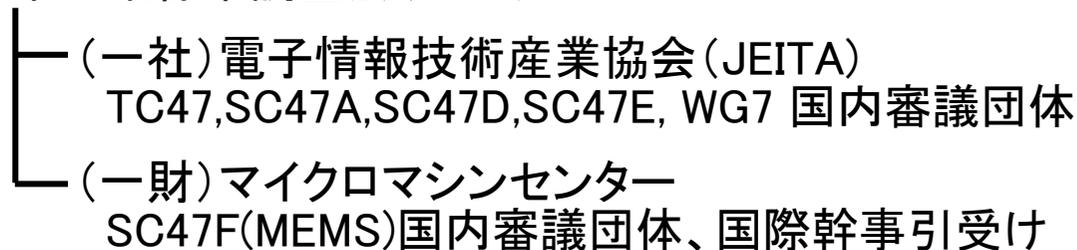
■国際標準化組織

IEC(国際電気標準会議)/TC(専門委員会) 47(半導体デバイス)



■国内標準化組織

日本工業標準調査会(JISC)



環境中に存在する希薄なエネルギーを電気に変換するエネルギーハーベスト技術 電池を不要化でき、配線フリーならびにメンテナンスフリーを実現

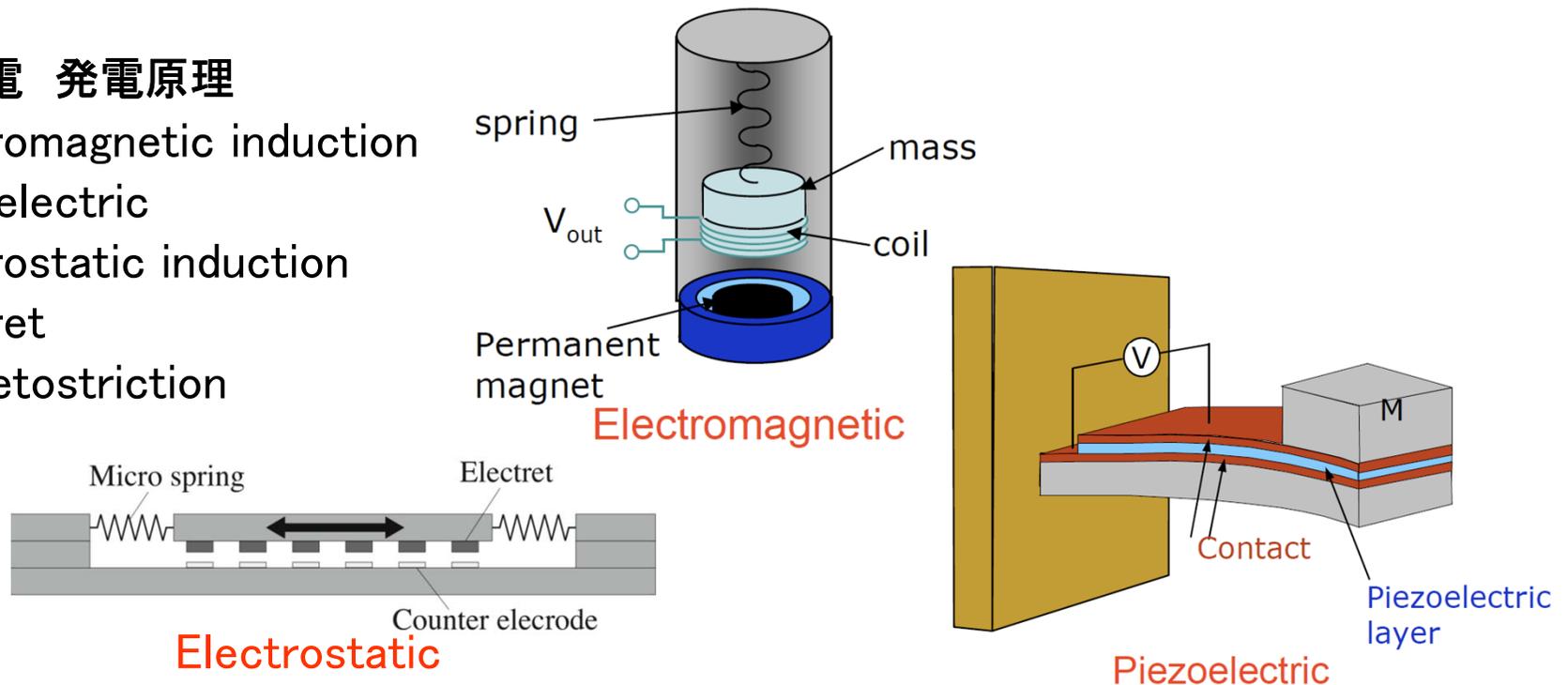
- ・ボタン電池では1ヶ月ほどで切れてしまうアプリケーションでも、長期間(数年以上)使用可能
- ・ボタン電池でも数年もつようなアプリケーションにおいては、現状の単純機能のみならず、複数・スマート機能搭載化が実現)



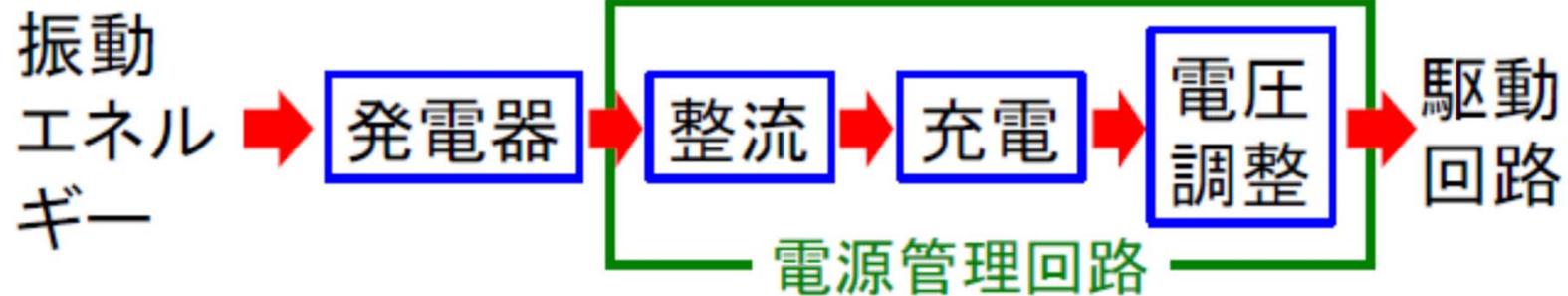
太陽電池の利用が適さない環境下で、振動という機械的なエネルギーを利用する振動発電は、輸送機器や橋梁等の構造物、回転機器、ウェアラブル機器等、振動が常時存在する環境で使用可能であり、IoT産業を今後さらに発展させるキー技術

振動発電 発電原理

- Electromagnetic induction
- Piezoelectric
- Electrostatic induction
- Electret
- Magnetostriction



環境振動発電デバイスの市場拡大に向けて



- ・振動源： アプリによる相違大，時間変動が非常に大
- ・発電器： 多くの発電原理
力学的，電気的特性はさまざま
- ・電源管理回路： 整流，電圧調整，充電，種々の保護回路

メーカー：製品の正当な評価

ユーザー：

信頼性の高い情報の取得，異なる原理・異なるメーカーのデバイス間の正しい比較

振動発電デバイスの試験の複雑さ

発電原理

- ・電磁誘導
- ・圧電
- ・エレクトレット
- ・逆磁歪
- ・ハイブリッド



振動方向

- ・ 1次元
- ・ 2次元
- ・ 3次元
- ・ 3次元+回転



振動波形

- ・ 正弦波
- ・ 広帯域
ランダム
- ・ 衝撃力

振動特性



- ・ 線形性
- ・ 非線形性
- ・ 双安定性
- ・ 広帯域特性



評価量

- ・ 交流出力端
- ・ 直流出力端
- ・ 電源管理回路出力端

日本提案の戦略（発電方式に依存しない）

発電原理

- ・電磁誘導
- ・圧電
- ・エレクトレット
- ・逆磁歪
- ・ハイブリッド

振動方向

- ・1次元
- ・2次元
- ・3次元
- ・3次元+回転

振動波形

- ・正弦波
- ・広帯域
ランダム
- ・衝撃力

振動特性

- ・線形性
- ・非線形性
- ・双安定性
- ・広帯域特性

評価量

- ・交流出力端
- ・直流出力端
- ・電源管理回路出力端

国内委員会委員長
兼
プロジェクトリーダー

東大鈴木雄二教授

IEC 63150-1として提案・2019/5国際標準発行

現在：

①非1次元+回転②衝撃力 規格案開発中
プロジェクトリーダー 鈴木教授、神戸大神野教授

年2回開催会議で各国との議論を通じてIEC審議推進

春季WG会議(日韓中持ち回り開催)

■2018年 タイ・バンコク チュラロンコン大学 2018/3/7-9



■2019年 中国・深セン 2019/2/27-3/1

■次回日本開催 奈良 春日野国際フォーラム 2020/2/24



発表のアウトライン

- はじめに
- マイクロマシンセンターにおける国際標準化取組み
 - ・MEMS関連
 - ・IoTスマートセンサ関連
 - ・振動発電関連
- まとめ

まとめ

- ・マイクロマシンセンターでは、MEMS、IoTスマートセンサ、振動発電に関する国際標準化取組みを推進中。
- ・大学、団体、企業の専門家により構成した委員会で協議を行い、規格案内容を具現化。
- ・MEMSについては、審議団体として活動・幹事国として活動するとともに、規格案開発では、近年はデバイス技術(圧電MEMS、フレキシブルMEMS)の標準化を推進中。
- ・自立電源駆動可能なスマートセンサの制御方式に関する規格案をIECに提出、審議通過・国際標準発行。
スマートセンサや駆動電源の特性表示方法に関する技術仕様書を最終審議中。
- ・振動発電に関する国際標準開発支援を推進中。

**MEMS分野・振動発電分野・IoTセンサの
国際標準化提案**

及び国際標準の活用をお考えの方は
一般財団法人マイクロマシンセンター
調査研究・標準部(担当:大中道)まで
03-5835-1870 t_onakado@mmc.or.jp

ご清聴ありがとうございます