

MMC25年と IoT時代を迎えるMEMSイノベーション

1. MMC25年：活動の歩み
2. MEMS産業動向
3. 最近の先端技術プロジェクトの取組み



2017年1月23日

一般財団法人マイクロマシンセンター

1. MMC25年：活動の歩み

- ✓ 25年の概観
- ✓ 1991～2000
- ✓ 2001～2010
- ✓ 2011～2020

2. MEMS産業動向

3. 最近の先端技術開発プロジェクトの取組み

MMC25年：活動の歩み 25年の概観



MMC25年：活動の歩み 1991~2000

社会・経済の潮流

- 東西ドイツの統一、ソ連邦の崩壊 1990-1991 → 資本主義体制の勝利？
- わが国バブル経済（株価 38,915円 1989年末）の終焉 → 失われた10年
- 山一証券、北海道拓殖銀行などの大型倒産 1997-1998
- IT社会の夜明け：Win95、インターネット、iモード Amazon、Google創業
- MEMSは驚きの時代から働きの時代へ進む

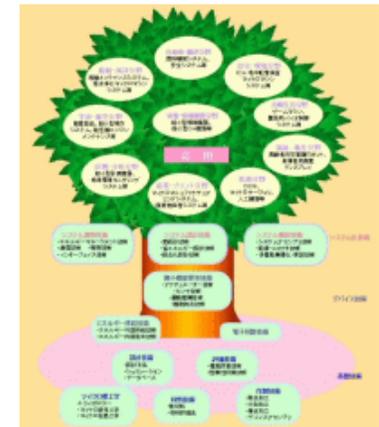
大型技術開発プロジェクトは産業発展の原動力

- 90年代当初の基礎研究ただ乗り論→基礎研究分野での国際貢献が求められる
- 多くの長期大型の国プロジェクトが始動
- プロジェクト後期になるとニーズ（出口）重視へ

- マイクロマシン技術研究開発プロジェクト（1991-2000）総額 約250億円
⇒MEMS産業、機械産業等の基盤強化へ貢献
- RWCプロジェクト（1992-2001） 総額 約500億円
⇒超高速計算機、人工知能（AI）の発展に貢献
- アトムテクノロジープロジェクト（1992-2001）総額 約250億円
⇒ナノテク研究開発の先駆け

財団法人マイクロマシンセンターの発足 1992.1.24

- マイクロマシン技術プロジェクトの推進母体として設立



マイクロマシン技術研究開発プロジェクト追跡評価報告書 (2006年7月、NEDO) より

本プロジェクトは、日本の持つ半導体製造技術と高度な精密機械加工技術を融合させて、**マイクロマシン技術として確立させ、次世代産業の基盤を形成する主要技術のひとつとして立案された。**

当時、マイクロマシンの概念は未確定であり、新しい分野であるが故に**基盤技術が未整備で技術的難易度も高く、未踏技術分野の研究開発であり多大の開発費と長期の研究期間を要することから、企業単独では実行困難であり、国が着手したことは妥当であったと評価できる。**

10年にわたって基盤技術の研究を可能とし、マイクロマシン技術分野を確立することで広く認知させることができたことは、長期視野にたって進めた国家プロジェクトとして、妥当と考えられる。さらには、その後の**後継プロジェクトの支援を得て、MEMS技術が大きく進展し、新しい産業基盤の提供と実績を挙げていることは、本プロジェクトが起因しており、国として牽引したことは評価できる。**

…… (以下略)

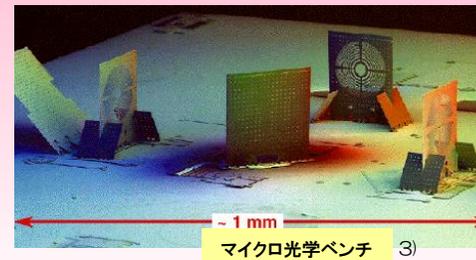
MEMS開発の歩み

- マイクロマシンの概念の萌芽(1960年代)
- 国際学会Transducers'87
マイクロモーター、マイクロ歯車など
- Siカンチレバー搭載顕微鏡、32×32圧力センサアレイ(1990)
- マイクロマシン技術プロジェクト(1991~2000)
マイクロマシンセンター設立(1992)
- Boschプロセス特許(1994)
- わが国MEMSファンドリの登場(1999~)
- 数次のMEMS製造基盤技術開発Pj (2003~)

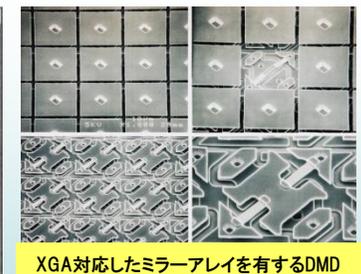
- ・ MEMSプロジェクト(2003~2005)
MEMSファンドリ企業助成
- ・ MEMS-ONEプロジェクト(2004~2006)
MEMS設計支援ソフトの開発→普及
- ・ ファインMEMSプロジェクト(2006~2008)
高集積・複合MEMSの製造技術の開発
- ・ BEANSプロジェクト(2008~2012)
異分野融合型次世代デバイスの開発

「驚きの時代」

1987~1994



「働きの時代」 1995~



⑤

MMC25年：活動の歩み 2001～2010

社会・経済の潮流

- 米国同時多発テロの発生 →テロとの戦いの始まり 2001.9
- わが国経済は緩やかな実感なき景気回復（いざなぎ景気）
- 聖域なき構造改革、郵政民営化、特殊法人改革
- 米国発リーマンショック 2008.9 →世界同時不況、超円高局面へ
- わが国半導体産業、家電産業などへ深刻な影響

科学技術基本計画（第2期 2001-2005；第3期 2006-2010）

国家的・社会的課題に対応した重点化

- ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテク・材料
- エネルギー、ものづくり技術、社会基盤、フロンティア

MEMS産業の発展

- MEMSファンドリ企業の登場 1999～
- **MEMS協議会 (MIF) の発足 2006.4**
- 産業のママ：製品小型化・高機能化のための必須デバイス
- 国内MEMS市場規模 4400億円(2005) →7200億円(2010)



数次のMEMS製造基盤技術開発Pjの推進（長期大型の国プロジェクトは姿消す）

- **MEMSプロジェクト**（ファンドリ助成） 2003-2005
- MEMS用設計・解析支援システム（**MemsONE**） 2004-2006
- **ファインMEMS**プロジェクト 2006-2008
- **BEANS**プロジェクト 2008-2012

進化するMEMSデバイス (FineMEMS、BEANSへ)

第3世代MEMS: BEANS

環境・エネルギー, 医療・福祉,
安心・安全にフォーカス

新たな
ライフスタイルの創生

第2世代MEMS: ファインMEMS

集積化・複合化による
多機能・超小型デバイス
・MEMS/ナノテク機能複合

エネルギー
ハーベスティング

オンサイト
環境浄化デバイス
CO₂固定
水・空気

環境物質
五感
センシング

体内埋込
デバイス

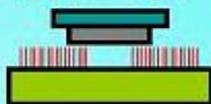
シート型
健康管理
デバイス

第1世代MEMS: 産業のまめ

自動車

エアバッグ 車両安定制
エンジン制御 横転防止

CNT応用スイッチ

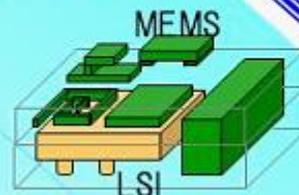


・MEMS/半導体一体形成



RF MEMS

情報通信



ステアリングセンサ

赤外線カメラ

エアバックセンサ

圧力センサ

アクセルセンサ

空気流量計

車高制御センサ

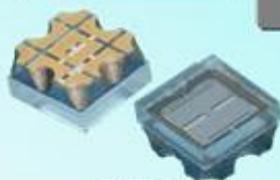
ヨーレートセンサ &
加速度センサ

ミリ波レーダー

ステアリング
トルクセンサ

O₂センサ

ホイール速度センサ



インクジェット
プリンター
HDDヘッド



プロジェクター
(DMD)



・MEMS/MEMS高集積化

光学系

センサ系

LSI



MMC25年：活動の歩み 2011～2020

社会・経済の潮流

- 東日本大震災、原発事故 2011.3 → 政治的混迷もあって沈滞感が広がる
- 3本の矢、マイナス金利、地方創生、一億総活躍 → デフレからの脱却、経済再生へ
- 増大する難民、相次ぐテロ → 内向き、保護主義の台頭 → 不透明感増す世界情勢

- インダストリー4.0、超スマート社会（Society5.0）の実現へ
- キーワードはオープンイノベーション、トリリオンセンサ、IoT、ビッグデータ、人工知能（AI）、ロボット、ドローン、3Dプリンタなど

科学技術基本計画（第4期 2011-2015；第5期 2016-2020）

- 震災からの復興再生、グリーンイノベーション、ライフイノベーションの推進
- オープンイノベーション拠点の形成、「超スマート社会」の実現（Society 5.0）

MEMS産業化の推進

- **MNOIC（マイクロナノオープンイノベーションセンター）発足** 2011.4
- TIAオープンイノベーション拠点との連携
- MEMS国内市場規模 7200億円（2010）→1兆5千億円（2015）

SSN/IoT基盤技術開発のための先端技術プロジェクトの推進

- インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発Pj
- IoT推進のための横断技術開発プロジェクト
- SSN研究会の発足



MEMS分野のオープンイノベーション拠点

- ・ ユーザ自主研究テーマの研究支援
- ・ 最先端設備を用いた研究受託
- ・ サンプル販売を可能にする工程受託
- ・ 人材育成サービス
- ・ 産学連携共同研究の推進 他

MNOICを支える
世界的研究者
(関東地区)



産業技術総合研究所
前田上席コーディネータ



東京大学 藤田教授



東京大学 下山教授

MEMSライン



産総研つくば東事業所

最先端8/12インチ製造設備



産総研つくば東事業所

MNOIC発足時の基本コンセプト



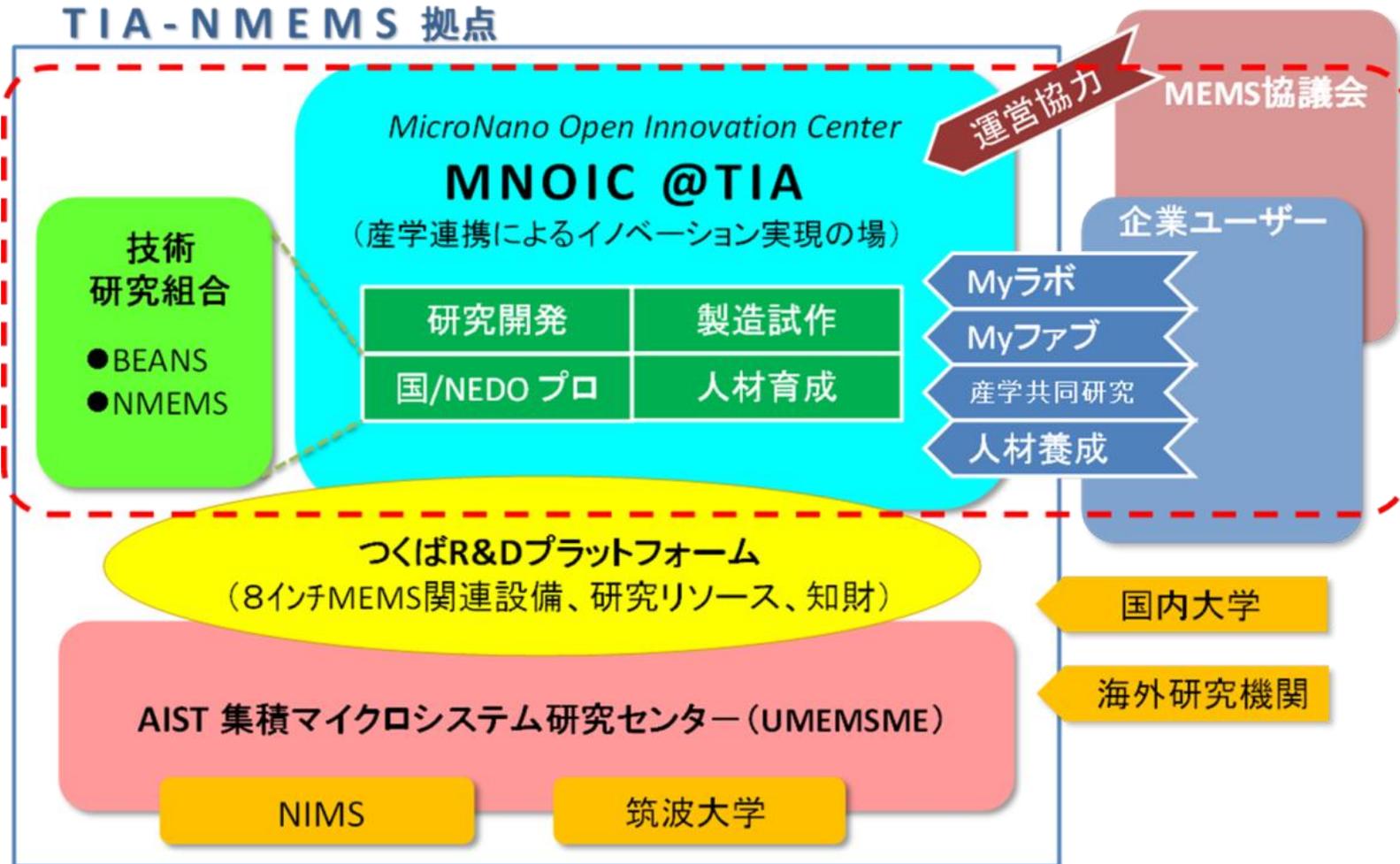
12"深掘ドライエツ
チング装置



チップtoウエハ接合装置



X線CT評価装置



第1期 (2010-2014) オープンイノベーションを実践
 第2期 (2015-2019) イノベーションシステム改革を主導



MMC25年：活動の歩み 知の継承

多額の国の資金を投入して遂行したプロジェクトの成果は可能な限り広く国内（企業、大学など）に普及する

BEANSプロジェクト特許のライセンスの仕組みの構築

- 約100件のBEANS特許のワンストップライセンス

プロジェクト由来の知識データベースの公開（MEMSペディア）

- BEANS知識データベース
- ファインMEMS知識データベース
- マイクロマシン・MEMS技術専門用語集 など

プロジェクトの開発成果としてのソフトウェアの頒布

- MemsONE（MEMS用設計・解析支援システム）の頒布活動
- プロジェクト終了後バージョンアップを継続、企業・大学に提供

プロジェクト活動の記録、HP・ブログのアーカイブ化

- プロジェクト成果をまとめた記録集の作成
- プロジェクト推進中に用いたHP・ブログをアーカイブサイト化

MMC25年：活動の歩み BEANSパテントショップ

BEANS Patent Shop

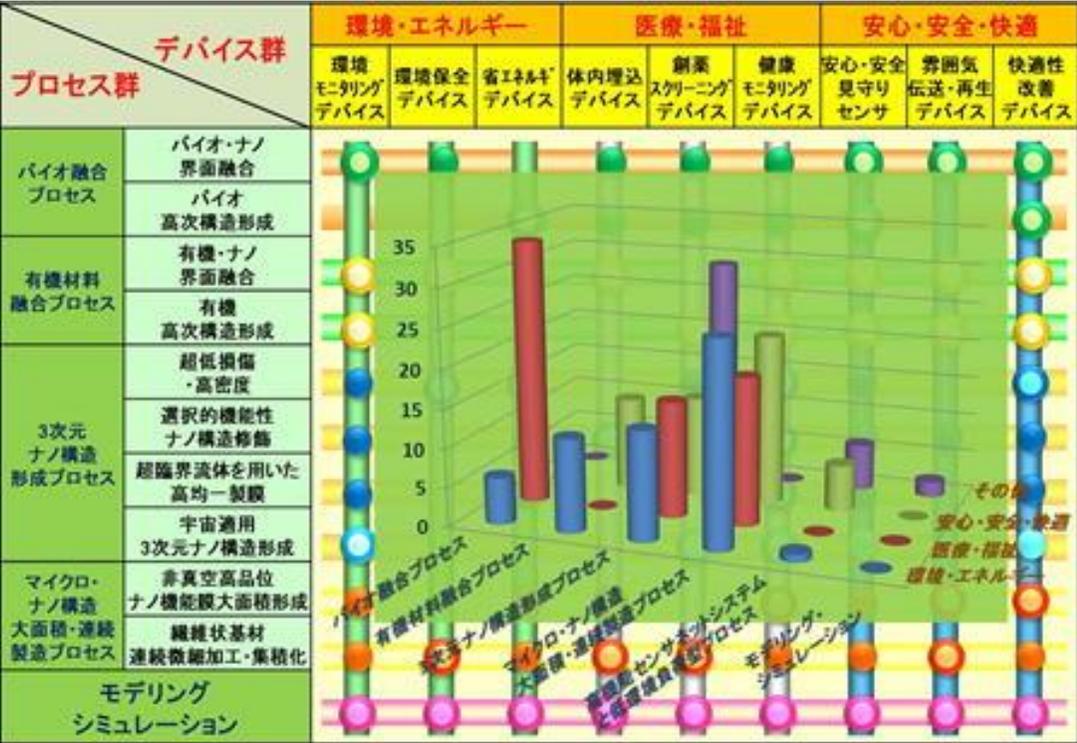
BEANSパテントショップ > ご利用案内 (利用手順)

ご利用案内

BEANSプロジェクト成果(特許等)の利用



- パテントショップの利用手順
- BEANS特許等 by 技術分野
- パテントショップの仕組み
- BEANS特許等リスト
- サプライセンスの内容
- お問い合わせ
- 特許等のパッケージ利用



人・生活・地球を豊かにするBEANS成果
BEANS: 異分野融合型次世代デバイス (Bio Electromechanical Autonomous Nano Systems)

体内環境を測る・造るデバイス
環境にやさしいエネルギーハーベスティングデバイス
快適で安全・安心な社会を実現するデバイス

先端材料・デバイス
先端製造技術
先端システム

MEMSPedia

[トップページ](#)

- ➔ [BEANS知識データベース](#)
- ➔ [ファインMEMS知識データベース](#)
- ➔ [マイクロマシン技術専門用語集](#)

MEMSPedia

Micromachine Center

[MMC](#) > [MEMSPediaメイン](#)

マイクロマシンセンターや技術研究組合が作成してきた知識情報、デザイン支援ツール等、様々なオープンコンテンツを包括した「百科事典」を**MEMSPedia**として、インターネットを通じて公開しています。

今後も**MEMSPedia**の拡充を図り、マイクロナノ分野の先端研究の遂行や産業発展に資するべく普及活動を推進していきます。



ナビゲーション

- [メインページ](#)
- [最近の出来事](#)
- [最近更新したページ](#)
- [おまかせ表示](#)
- [ガイドライン](#)
- [カテゴリによる分類](#)
- [新規事例入力](#)

【問い合わせ先】

BEANS事務局
beans_office@mmc.or.jp

検索

完全一致検索

完全一致検索

Wiki検索

表示 | 検索

本文 | ノート | ソースを表示 | 履歴

メインページ

BEANS知識データベース(DB)へようこそ

わが国における産学の総力を結集して、MEMS技術とナノテクノロジー、次なるイノベーションのためのプラットフォームを確立す製造技術開発プロジェクトを平成20年度～平成24年度の5年間実

BEANS知識DBは、登録すれば自由に閲覧・編集できる、MEMS「BEANSプロジェクト」の一環として整備されました。

お知らせ

本文の図をご覧になりたい方は、閲覧アカウントを作成してログイン不具合等ございましたら事務局(beans_office@mmc.or.jp)へご

ランキング

- [読者投票ランキング](#)
- [閲覧回数ランキング](#)
- [他記事からのリンク数ランキング](#)

今日の事例



ナビゲーション

- [トップページ](#)
- [最近更新したページ](#)
- [おまかせ表示](#)
- [ガイドライン](#)
- [技術用語集](#)
- [知識DB編集委員会](#)

【問い合わせ先】

ファインMEMS事務局
fmems_office@mmc.or.jp

検索

ファインMEMS知識データベース完全一致検索

特許情報の検索

完全一致検索

ファインMEMS知識DB
サイト内検索

本文 | ノート | 編集 | 履歴

トップページ

Wiki検索

ファインMEMS知識データベース(DB)へようこそ

ファインMEMS知識DBは、登録すれば自由に閲覧・編集できる、MEMS（ナノ）知識DBシステムであり、…… [\(全文\)](#)

お知らせ

本文の図をご覧になりたい方は、提出戴いたIDとパスワードでログインして現在、試行期間(5月連休明けまでの予定)とし、不具合等ございましたら事
なお、一般公開はいたしておりませんので、Googleのサイト内検索は使え

ランキング

- [ファインMEMSカテゴリ毎の入力知識数](#)
- [読者投票ランキング](#)

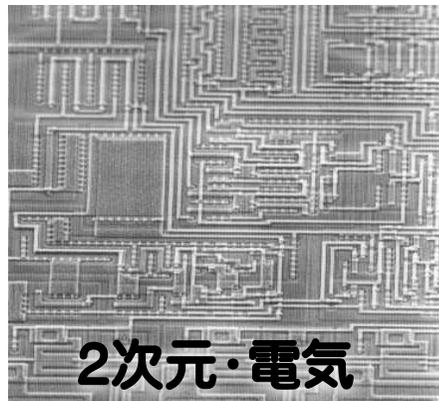
1. MMC25年：活動の歩み

2. MEMS産業動向

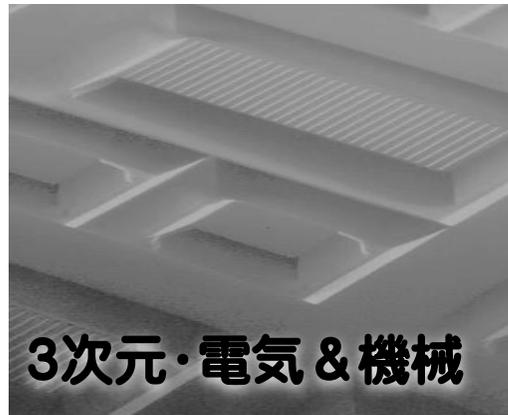
- ✓ MEMSの特徴とアプリケーション
- ✓ MEMSの市場動向
- ✓ 国内外のMEMS企業

3. 最近の先端技術開発プロジェクトの取組み

【IC】信号処理・画像センシングなど



【MEMS】センシング & アクチュエータ



CMOSイメージセンサ
MEMS赤外センサ

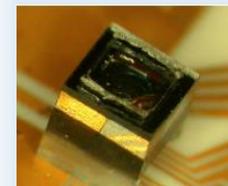


3軸MEMS触覚センサ



MEMSガスセンサ

SGX Sensortech(英国)



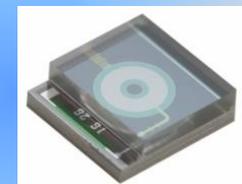
原子時計



角速度(ジャイロ)センサ



ガス流量センサ

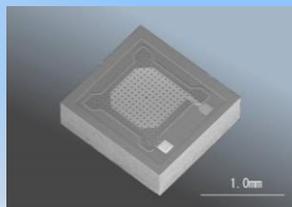


圧力センサ

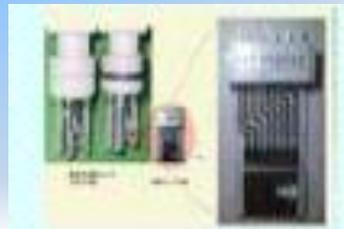
五感センシング

+ α

MEMSマイクロフォン



BioMEMS味覚センサチップ



加速度センサ



温・湿度センサ

MEMSの特徴とアプリケーション ~ 広がるMEMS活用



エンジンの制御



圧力センサ

- 燃料噴射圧
- 空気吸入圧
- 燃料タンク内圧(燃料タンク漏れ検出)
- エアコン冷媒圧(エアコン制御)
- 燃料タンク残量
- エンジンオイル圧力

カーナビゲーション

- GPS
- 加速度センサ(位置の検知)
- 傾斜センサ
- 障害物・歩行者検知(スキャナ)

姿勢制御

- ABS(スリップ防止)
- ESC(横滑り防止)
- 加速度センサ
- ジャイロセンサ



車内環境の制御

- 温度・湿度センサ
- 結露センサー
- 空気清浄度(CO2)

安全の確保

- 加速度センサ(エアバッグ)
- 圧力センサ
(タイヤ空気圧)
- 衝撃センサー
(シートベルト)



排気/空燃比制御

- エアフローセンサ
(燃料噴射制御)
- 排ガス成分センサ

アイドリングストップ

- 加速度センサ
- 傾斜センサ

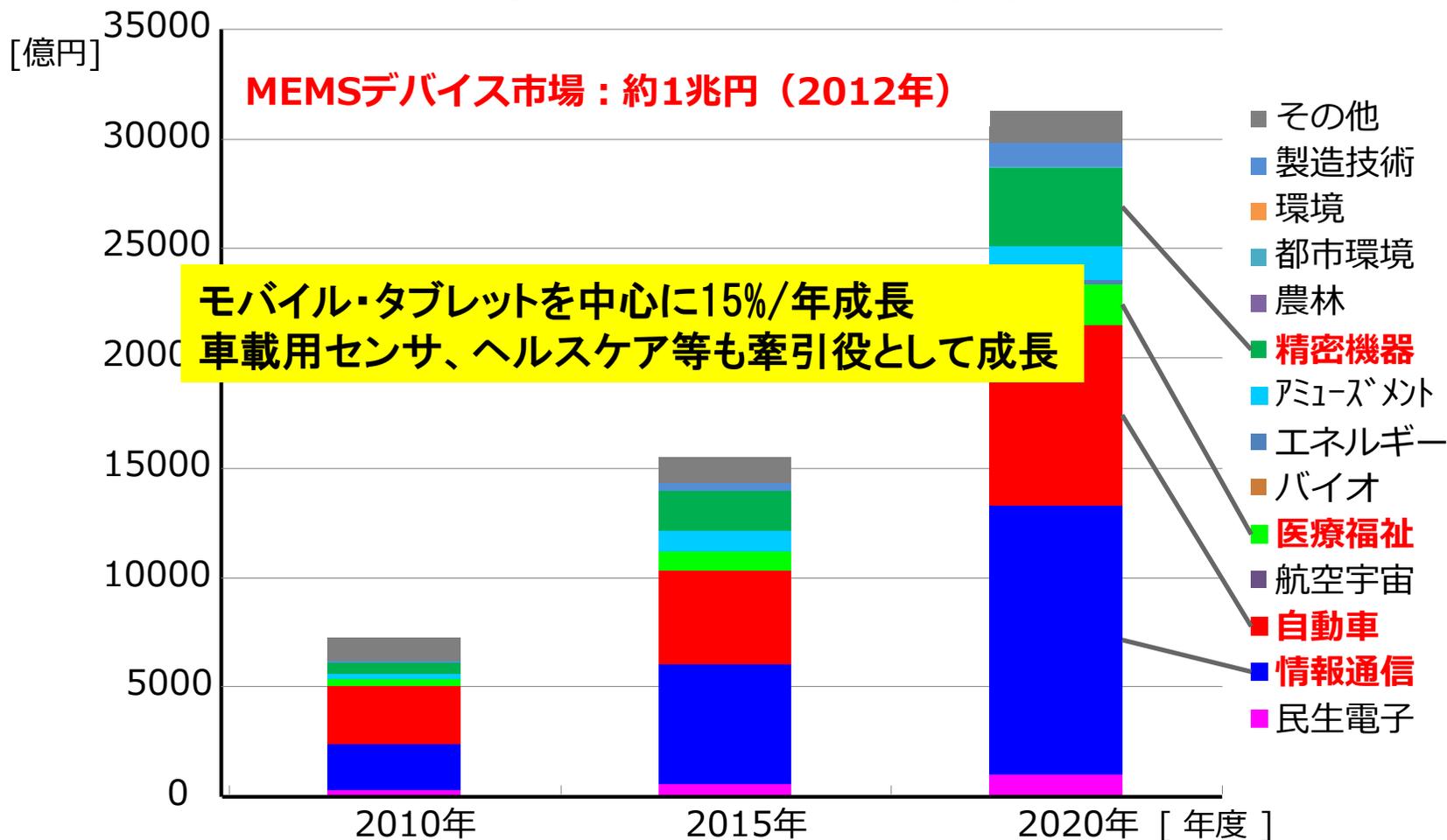


MMC 平成23年度 産業動向調査「MEMS関連国内市場予測」より

算出方法: [MEMSアプリケーション価格] × [MEMSモジュールの占める価格割合]



MEMS市場価値: [MEMSアプリケーション価格] × [商品価値へのMEMSの寄与率]



MEMS sensor

Panasonic
Murata (VTI)
OMRON

Yokogawa Electric

Digital compass

Asahi KASEI
YAMAHA
Aichi steel
ALPS Electric

DENSO
Rohm (Kionix)
Mitsubishi Electric
Hitachi
Fujikura
Fuji Electric
TDK (Invensense)

Inkjet head

Seiko Epson
Canon

RF-MEMS

Toshiba
Mitsubishi Electric
Fujitsu

Product Machine

SPP Technologies
ULVAC

Optical-MEMS

Olympus
Seiko-Instrument

Microphone

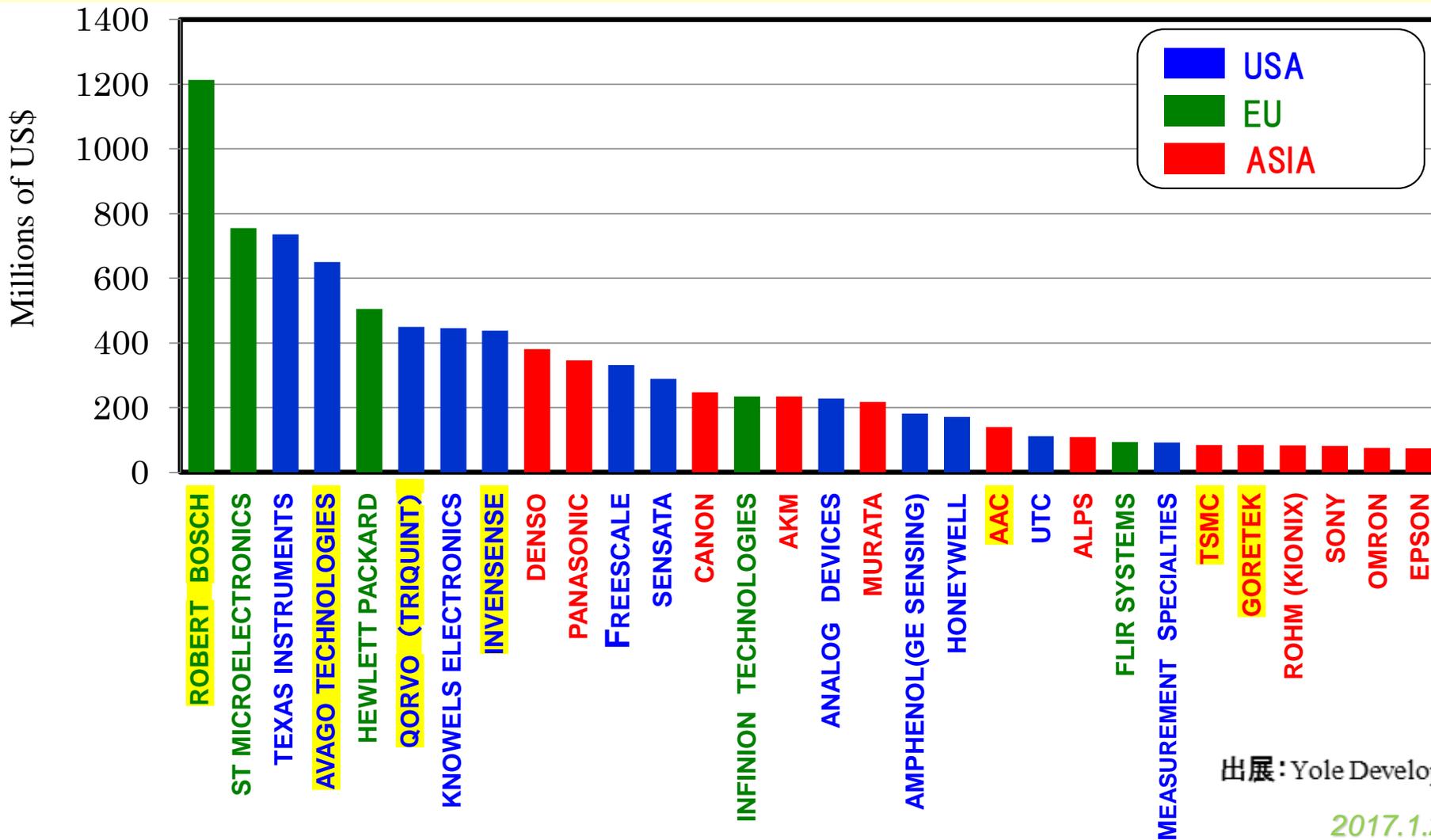
OMRON
SONY

Large electrical companies and **components companies**

No Fabless Venture companies were born in Japan

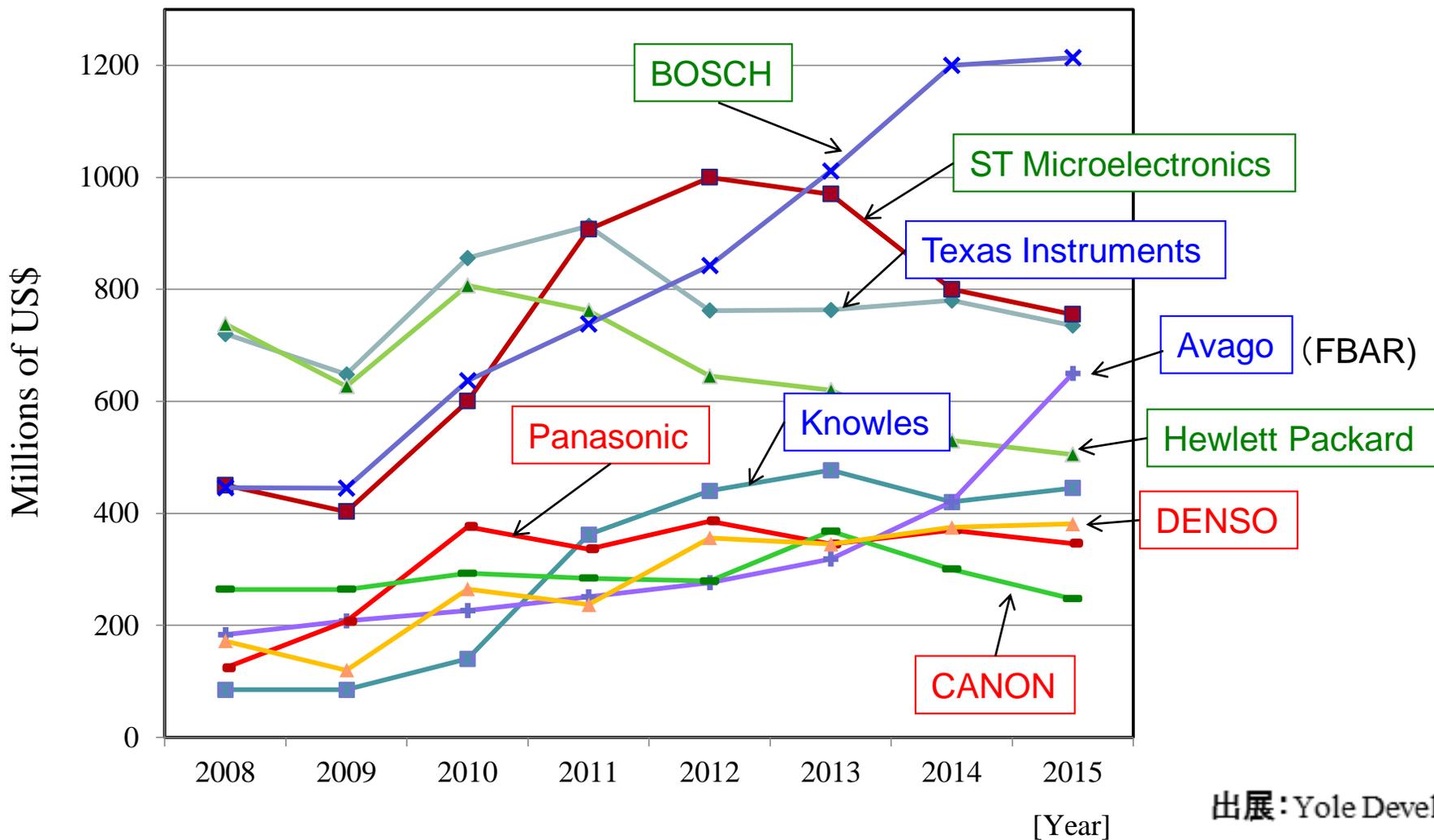
世界のMEMS企業 World Top 30 MEMS Companies in 2015

- Boschが継続首位だが、売り上げは横ばい (+0.2%)、2番手STマイクロエレクトロニクスは低下
- Avago(+41%)、Qorvo(+29%)がモバイル向けBAWフィルタで急成長
- Invensenseがイナーシャルセンサで急成長(+33.2%) ファウンドリーのTSMCも併せて成長 (+29%) TDKが買収(2016.12)
- Goretex(+39%)、AAC(+22%)と中国マイクロフォンメーカーが成長を継続



世界のMEMS企業 Trend of Top 10 Companies Sales from MEMS Top 30

- Boschが継続首位だが売り上げ横ばい (+0.2%)、STマイクロエレクトロニクスは低下
- Avago(+41%)、Qorvo(+29%)がモバイル向けBAWフィルタで急成長



出展: Yole Development

1. MMC25年：活動の歩み

2. MEMS産業動向

3. 最近の先端技術開発プロジェクトの取組み

✓インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト

- RIMS: 道路インフラモニタリングシステム (2014-2018)
- UCoMS: ライフラインコアモニタリングシステム (2014-2018)

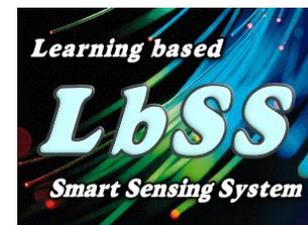
✓エネルギー環境先導プログラム

- MEH: 高効率MEMS振動発電デバイス研究開発 (2015-2016)
- IRiS: 「完全自動化」自動車に不可欠な革新認識システム (2015-2016)

✓IoT推進のための横断技術開発プロジェクト

- LbSS: 学習型スマートセンシングシステムの研究 (2016-2021)

✓SSI国際標準化



機能 ↑

MEMSイノベーションへの挑戦

- ・ 社会課題対応型ワイヤレス無給電センシング
- ・ IoTシステム向けスマートセンシングシステム



一般財団法人
マイクロマシンセンター



技術研究組合
BEANS研究所



技術研究組合
NMEMS技術研究機構

- ・ MEMS集積化・異分野融合化
基盤技術

BEANS Project
2008 - 2012

(Nano-Bio & MEMS Fusion)

Fine MEMS Project

(Integrated MEMS)

2006 - 2008

MEMS Simulation System

2004 - 2006

MEMS Project

2003 - 2005

Micromachine Technology Project

1991 - 2000

- ・ Micromachine/MEMS
製造技術開発

Learning based Smart Sensing
System : LbSS

2016 - 2020

Micro Energy Harvester : MEH

Innovative Recognition Systems
for Autonomous Driving : IRiS

2015 - 2016

Road Infrastructure Monitoring Project : RIMS

2014 - 2018

Chip Scale Atomic Clock

Utility Infra Core Monitoring Project : UCoMS

2014 - 2018

Green Sensor Network Project

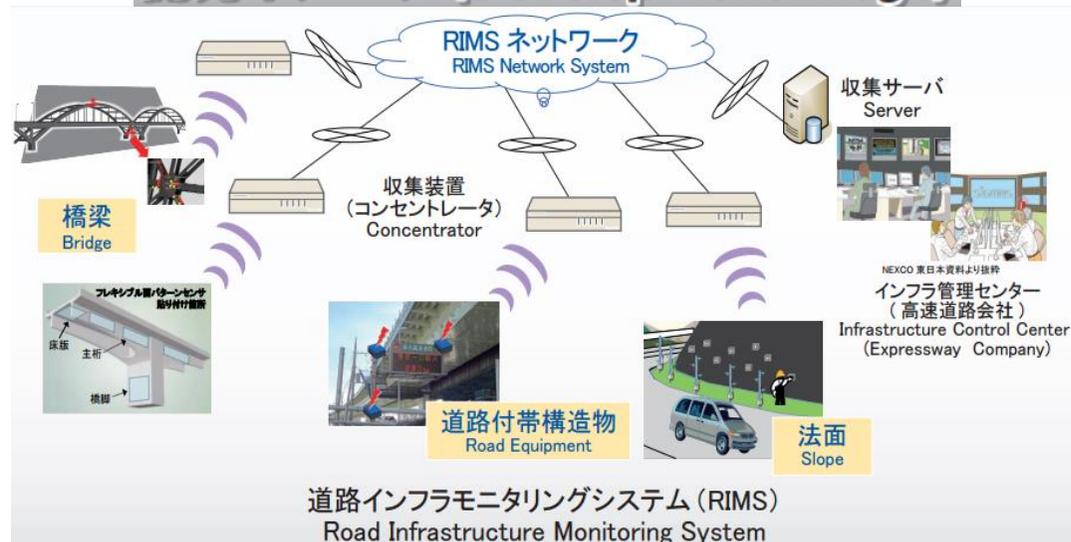
2011 - 2014

(for Energy
Management System)

【プロジェクト概要】 技術研究組合方式：2014-2018年度

本研究開発では高速道路の橋梁、道路付帯物、法面等を対象にして、環境エネルギーを利用した自立電源を有し、各フィールドのモニタリングに適した新規の小型、安価、高性能、高耐久性の無線センサ端末を開発する。無線通信センサネットワークや高耐久性のパッケージングに関しては共通化を図り、効率的な開発を行うとともに、各フィールドのセンシングシステムを統合して道路インフラのトータルな維持管理が可能な世界初の道路インフラモニタリングシステム(RIMS:ROAD Infrastructure Monitoring System)を構築する。これにより、パッケージとして一般道への展開及び海外展開も容易となる。

開発イメージ (Development image)



3年目

テーマ名	FY2014	FY2015	FY2016	FY2017	FY2018
(1) 道路インフラ状態モニタリング用センサ端末の研究開発			「センサシステム・共通プラットフォーム開発完了」 および「予備実証実験完了」		
(1-1-1) スーパーアコースティックセンサによる橋梁センシングシステムの開発(振動)		3年で新規センサ・センシングシステムを完成			実証評価及び実用化研究
(1-1-2) フレキシブル面パターンセンサによる橋梁センシングシステムの開発(ひずみ)					
(1-2) 道路付帯構造物傾斜センシングシステムの開発					
(1-3) 法面変位センシングシステムの開発					
(2) 道路インフラ状態モニタリング用センサシステム共通基盤技術の研究開発			共通プラットフォームの完成		
(2-1) 無線通信ネットワーク共通プラットフォームの開発					実証評価及びデータベース構築
(2-2) 高耐久性パッケージング技術の開発					
(3) 道路インフラ状態モニタリング用センサシステムの実証及び評価研究			実証実験準備		本格実証・データ蓄積

【2016年度】

<研究開発のポイント> 中間評価年にあたるため、中間目標を達成する。2017年度から開始する実証試験に適用できる各センサシステム及び共通プラットフォームの開発を完了するとともに予備実証実験も完了する。引き続きRIMS推進連絡会及びRIMS研究会において進捗をフォローしつつ上記7テーマの研究開発を推進する。併せて、広報・普及にも努める。

「社会インフラ課題」のうち、『道路インフラ』をターゲットに

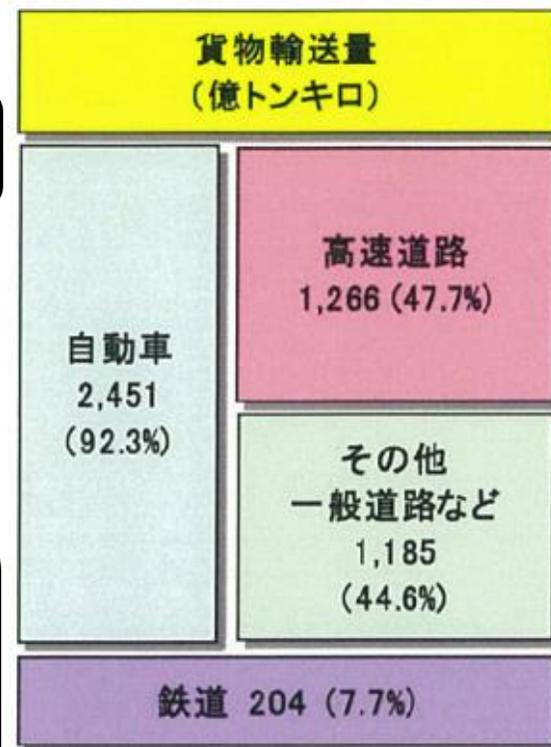
● 物流を支える道路インフラを対象

● 小型・低価格・革新的機能センサによるモニタリング

● 近寄れなかった、見えなかった場所もモニタリング
・無線・自立電源・高耐久性パッケージ

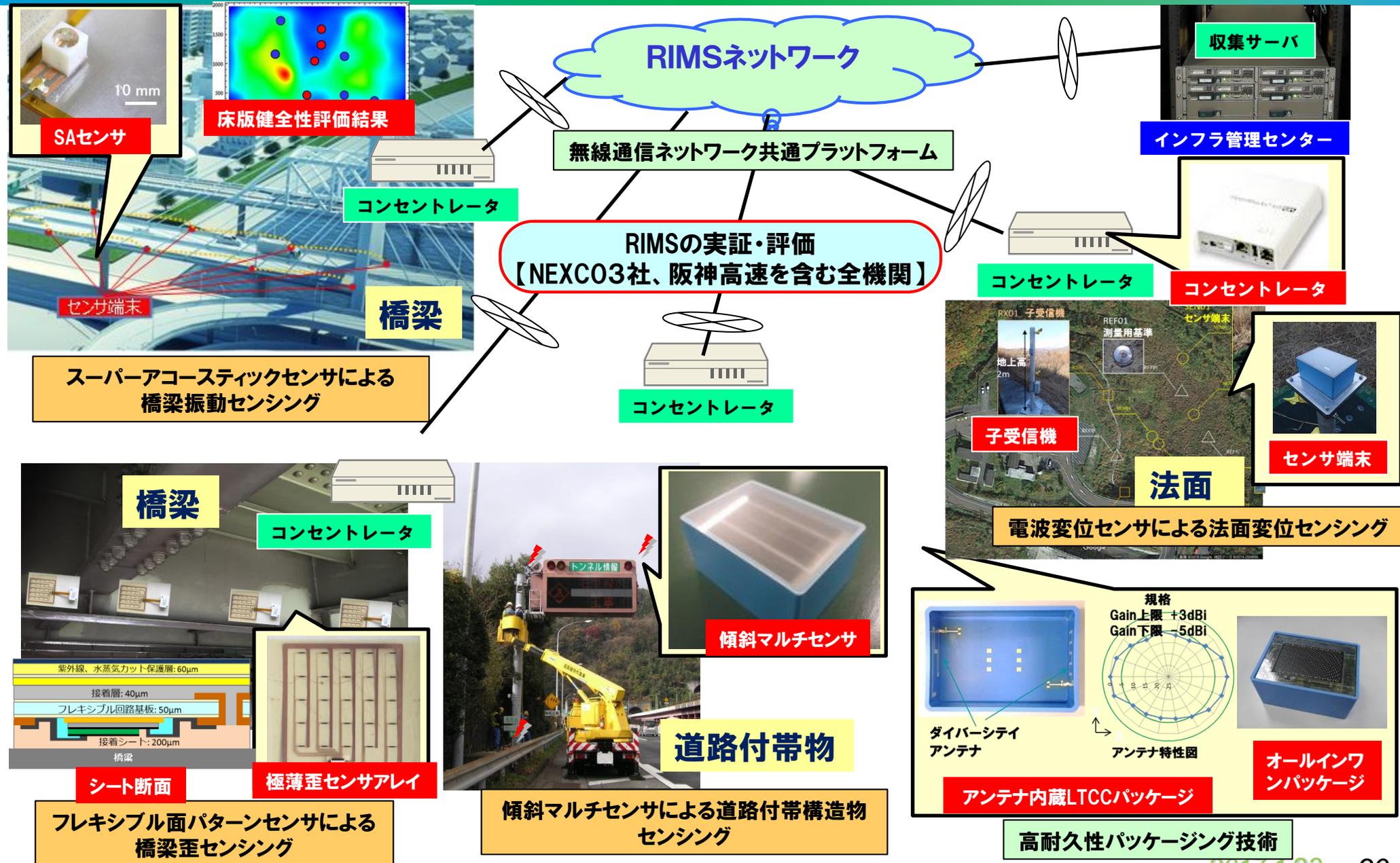
● 道路インフラを一元管理
・多様なセンサをシームレスに統合する
インターフェースとネットワーク

● 高速道路で技術を高め一般道へ将来展開



出典:高速道路便覧(平成24年度)

RIMS: 成果 (道路インフラモニタリングシステムの試作)



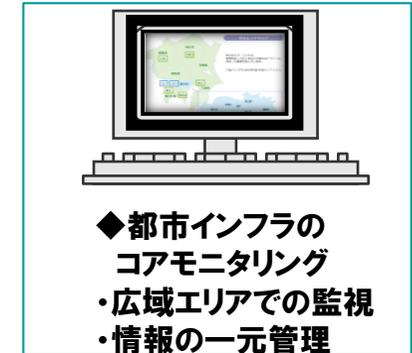
ライフラインコアモニタリングシステム研究開発 (UCoMS)

ライフライン(熱供給)のポンプを対象とした振動監視の無線化により、有線方式での制約(配線・センサ取付工事)を無くし、異常振動固有の周波数情報だけを収集する小型(ペットボトルキャップ)端末により、複雑かつ膨大なログ解析を必要とせず、早期異常検知・メンテナンス時期予測が行えるモニタリングシステムを開発

地域医療支援病院(約500施設)



クラウド型モニタリングシステム



- ◆都市インフラのコアモニタリング
- ・広域エリアでの監視
- ・情報の一元管理

地域冷暖房施設(国内約140ヶ所)

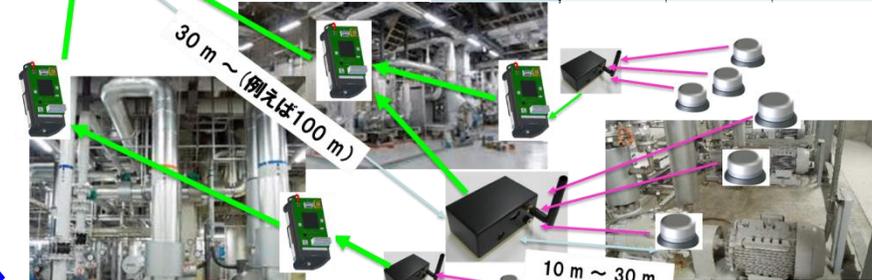
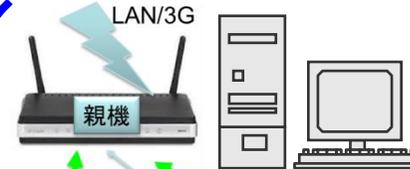


監視室での
遠隔監視

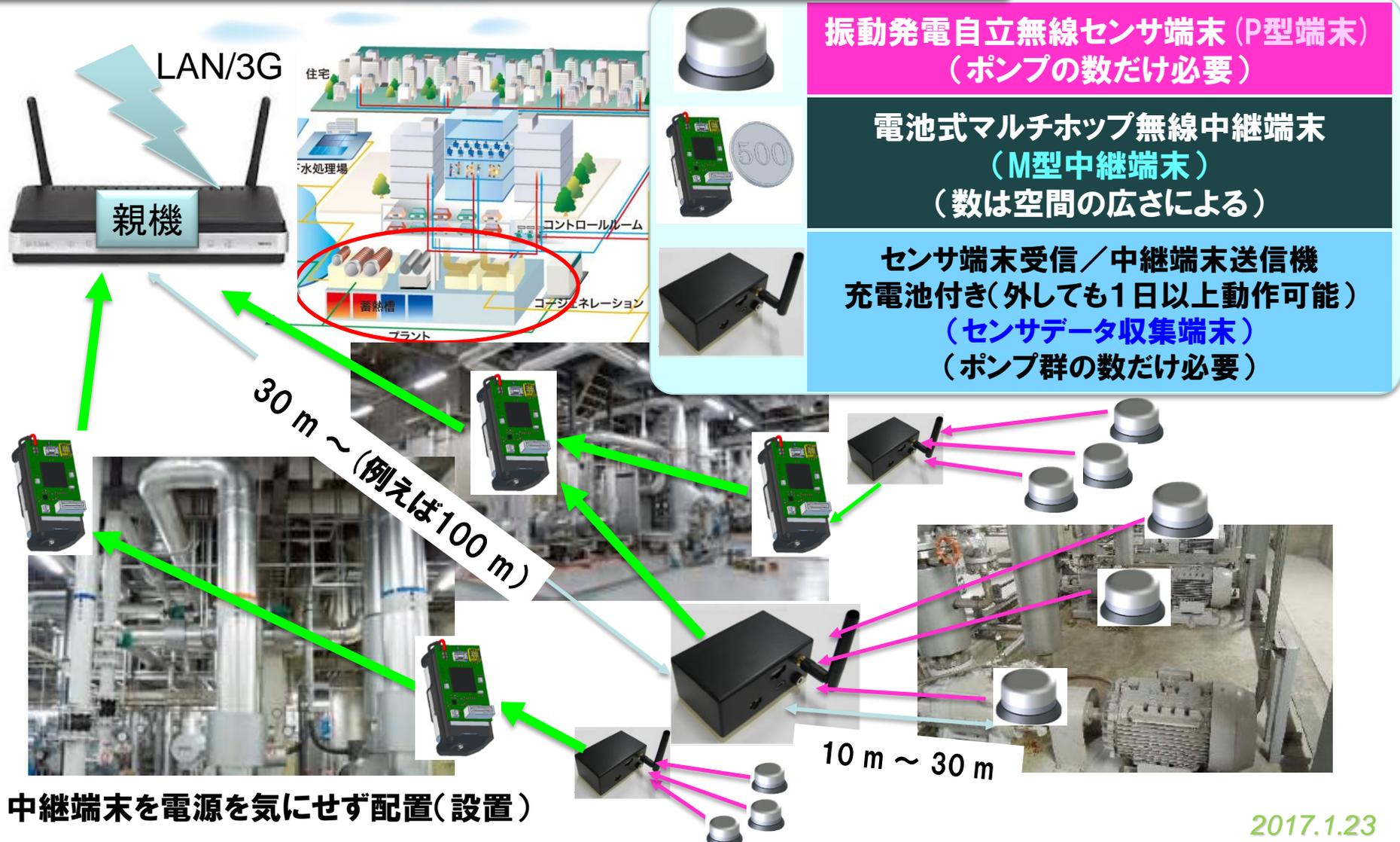
ポンプモニタリング
システムの開発

ポンプ異常原因の特定 フォルトディクショナリーの構築

異常原因	原因 1	原因 2	原因 2	原因 3
異常診断 サーミスタ温度T	-	F	N	-
鹿感し間隔Δt	F	F	F	F
1kHz振動 バルスカウント	N	N	N	F
2kHz振動 バルスカウント	2UP	N	F	N
...				



柔軟なルーティングが可能なマルチホップ中継端末と片方向通信
(低コスト)センサ端末を適切に組み合わせてネットワークを構成

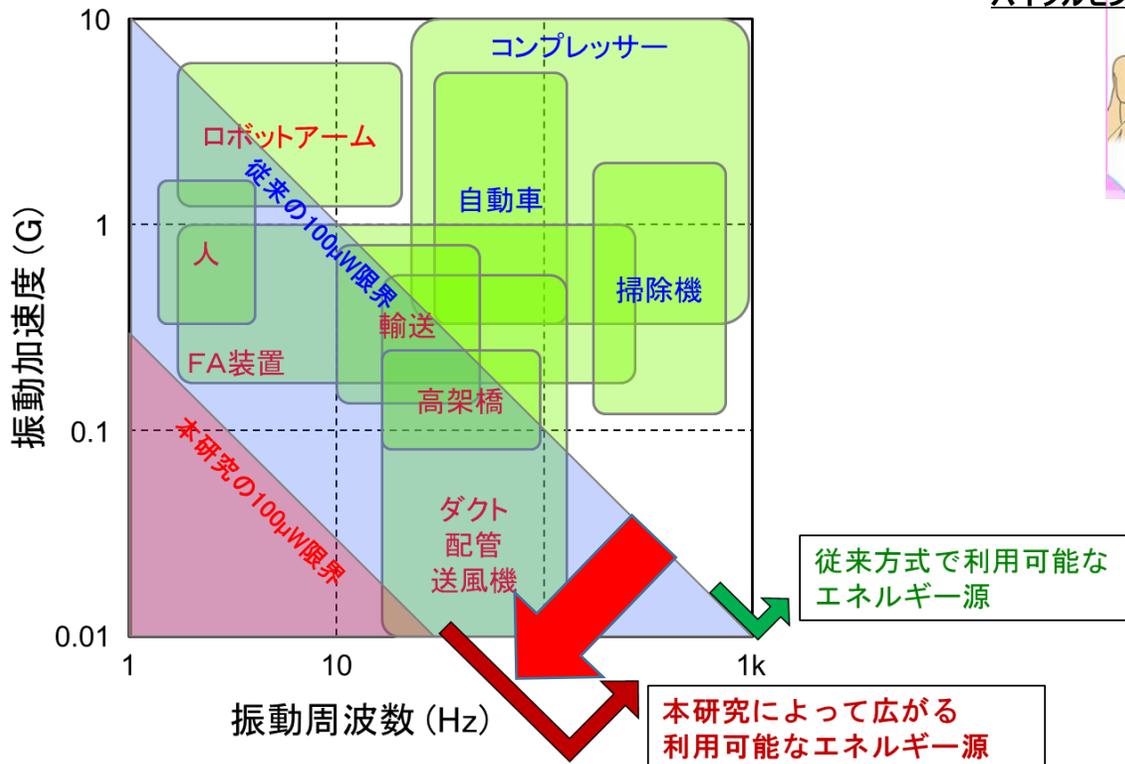


高効率MEMS振動発電デバイス研究開発 (MEH)

【テーマ名】「トリリオンセンサ社会を支える高効率MEMS振動発電デバイスの研究」(先導研究)

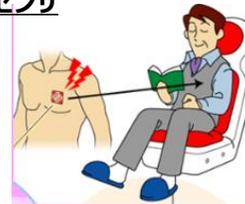
【テーマ概要】 地球上で年間1兆個の超小型センサを生産・消費する近未来の「トリリオンセンサ社会」に必要な、超高効率の環境振動型発電素子(再生可能エネルギー)の実現を提案する。
特に、MEMS・マイクロマシン技術の新設計・新工法を新たに導入することで、コインサイズの面積で発電効率を従来比をオーダーレベルで飛躍的に高めたmWオーダーの環境発電素子の設計・製作・評価技術を確立する。(技術研究組合方式:2015年度予算1.0億円、2016年度予算0.8億円)

本研究によって広がる適用範囲



振動発電のアプリケーション群

バイタルセンサ



ウェアラブル端末



道路インフラモニタリング



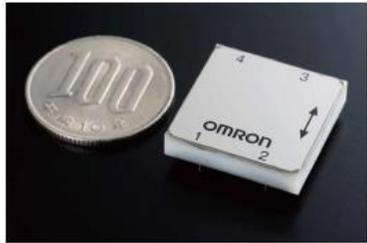
オフィス機器の診断



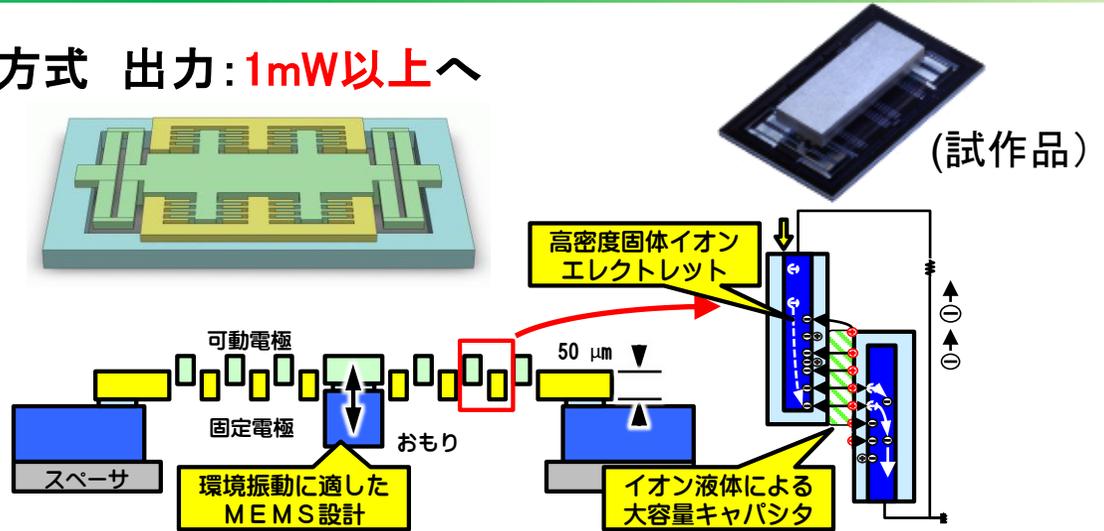
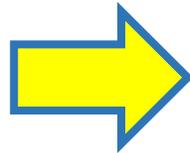
産業機器のモニタリング



従来メカ方式 出力: $\sim 100\mu\text{W}$

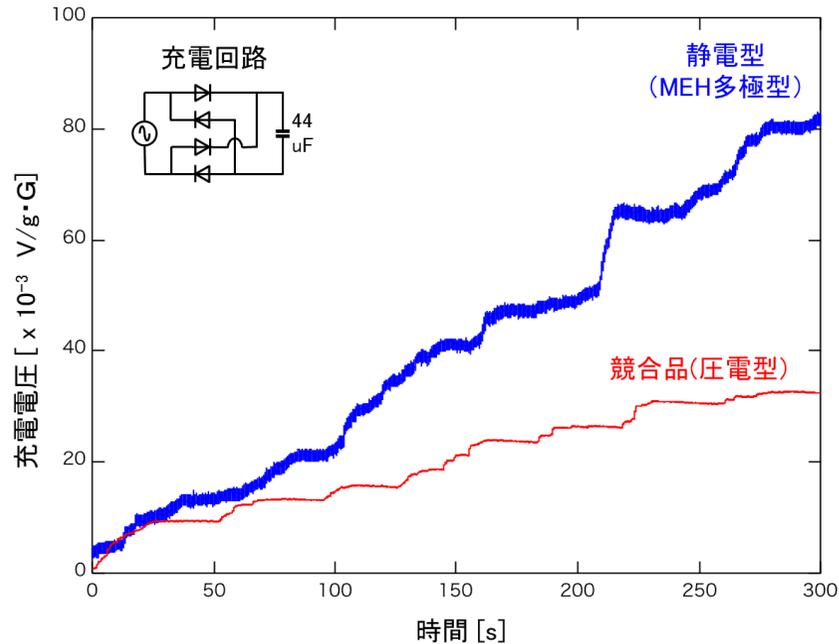


MEMS方式 出力: 1mW 以上へ



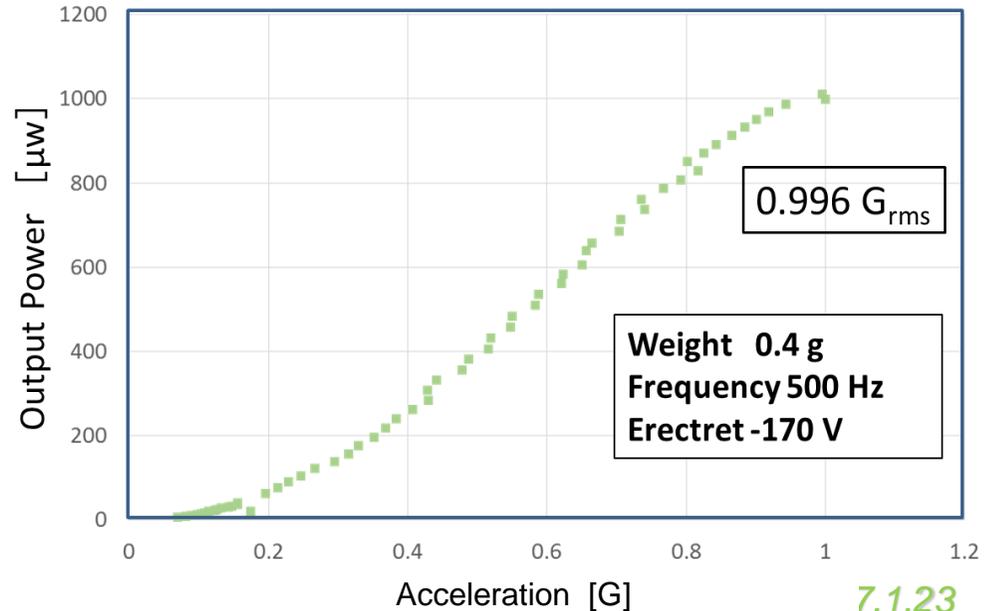
橋梁での競合との発電比較実験結果

競合品を上回る出力特性を実現



共振型の出力特性

1mW 以上の出力を達成



「完全自動化」自動車により未来の高効率交通システムを実現

- ・渋滞激減で燃費向上
- ・無人走行カーシェア促進



CO₂排出量 **30%削減**
(自動車全体比)

目的・コンセプト

究極の省エネや安全を可能とする未来交通システムに必要な「完全自動化」自動車の実現

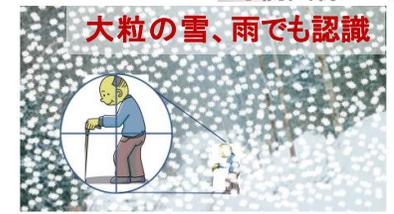
- ・渋滞激減で燃費向上
- ・無人走行カーシェア促進

自動化レベル案(Draft Levels of Automation for On-Road Vehicles)

SAEレベル	SAE呼称	SAEにおける定義
0	手動	ドライバーが常時すべての運転操作を行う
1	補助	システムが操舵か加減速のみを実施
2	部分的な自動化	システムは操舵と加減速を実施
3	条件付自動化	システムの運転切替え要請でドライバーが運転

↓ 大きな技術的ギャップ(主にセンシング)をブレイクスルー

4	高度な自動化	ドライバー無で特定運転モードはシステムが運転
5	完全自動化	いかなる道路環境下でもシステムが常時運転



未来の交通システム(究極の省エネ、快適な移動空間の実現)に向け、自動運転SAEレベル5を達成できる自動車の完全自動化を実現すべく革新的な認識システムを提案し、3つの技術課題に挑戦。

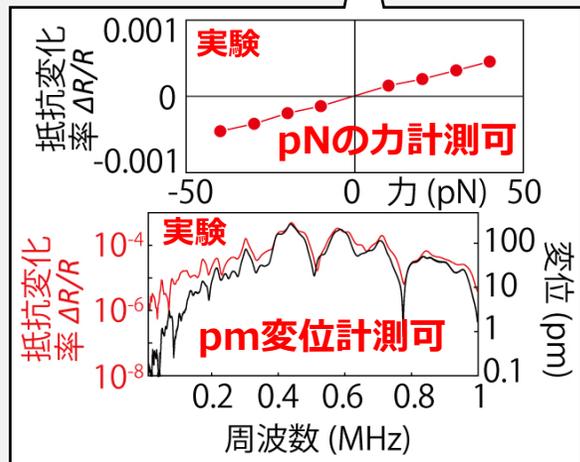
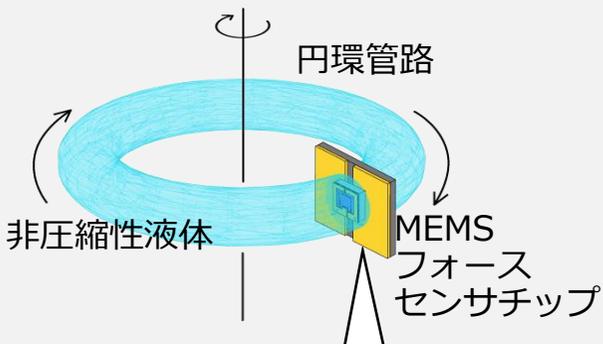
- (1) 厳密な自車位置の把握 (2) 人間を超えた周囲環境の把握 (3) 認識アルゴリズム

①分子慣性ジャイロ

【課題】MEMSジャイロは**振動質量**により**コリオリ力**を検出。性能は**質量振動・温度・加速度**に影響を受ける。



【解決方法】センサに対する**静止液体の慣性力計測**。可動要素がなく、振動・(他軸)加速度に影響を受けない。

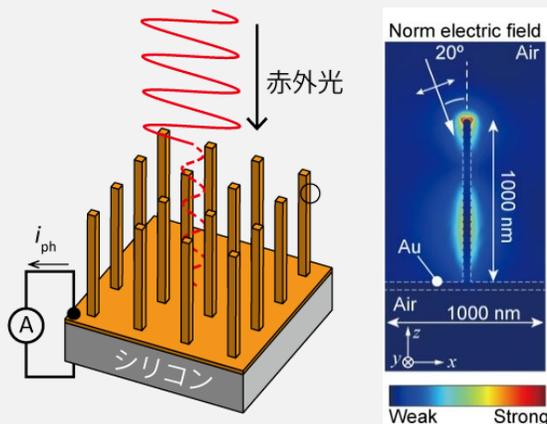


②分光イメージャ

【課題】**可視**イメージャ (Siの吸収光エネルギー計測) と**赤外**イメージャ (**熱**に変換し温度計測) を別々に利用。画像間の**点と点**対応が困難。熱式は**応答速度**に問題。



【解決方法】シリコン上の**ナノアンテナ**で**赤外光をプラズモン**として電流に変換、**可視・赤外一体型イメージャ**。複数波長画像を、**同一倍率・同一光軸**検出、ハードで画像間の点と点の対応、**高速応答・ロックイン**でノイズ大幅減。



アンテナ寸法で**波長選択**的な計測ができ、**分光イメージャ**が構成可能。

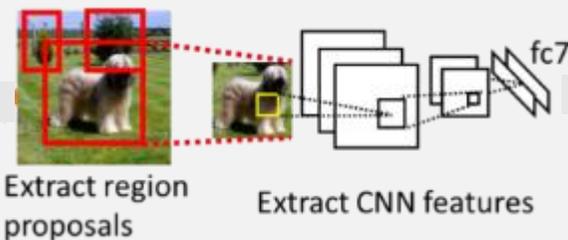
③認識アルゴリズム

【課題】可視光画像の特徴点のマッチングを**人がプログラミング**。**未知のデータ**に遭遇した場合、認識できない。



【解決方法】アノテーションされたビッグデータから**機械学習**により認識モデルを生成。可視光のみならず、同一軸の**赤外波長**の画像データを利用。認識精度向上・材質も識別可能。

Neuralネット識別器

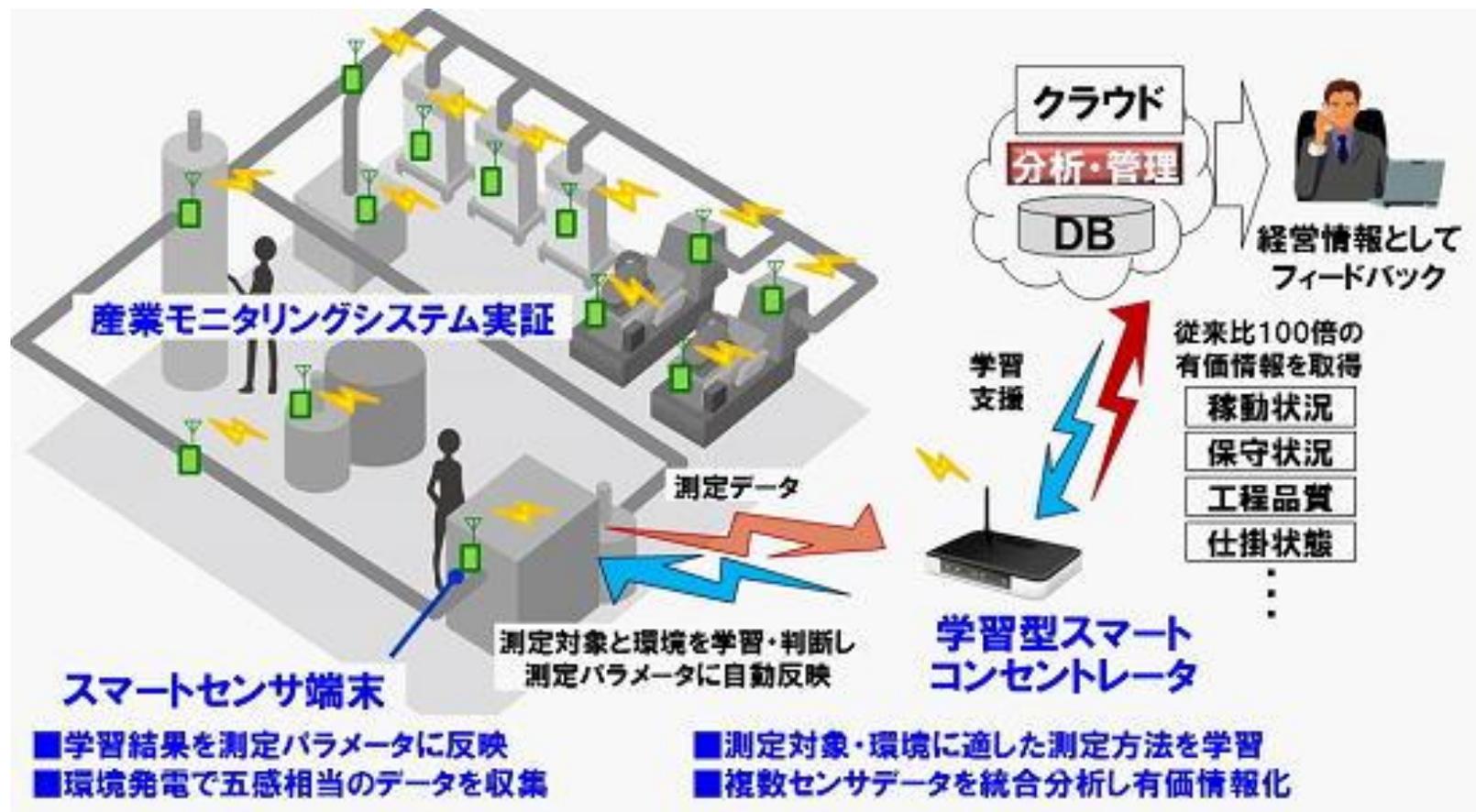


オーボエ

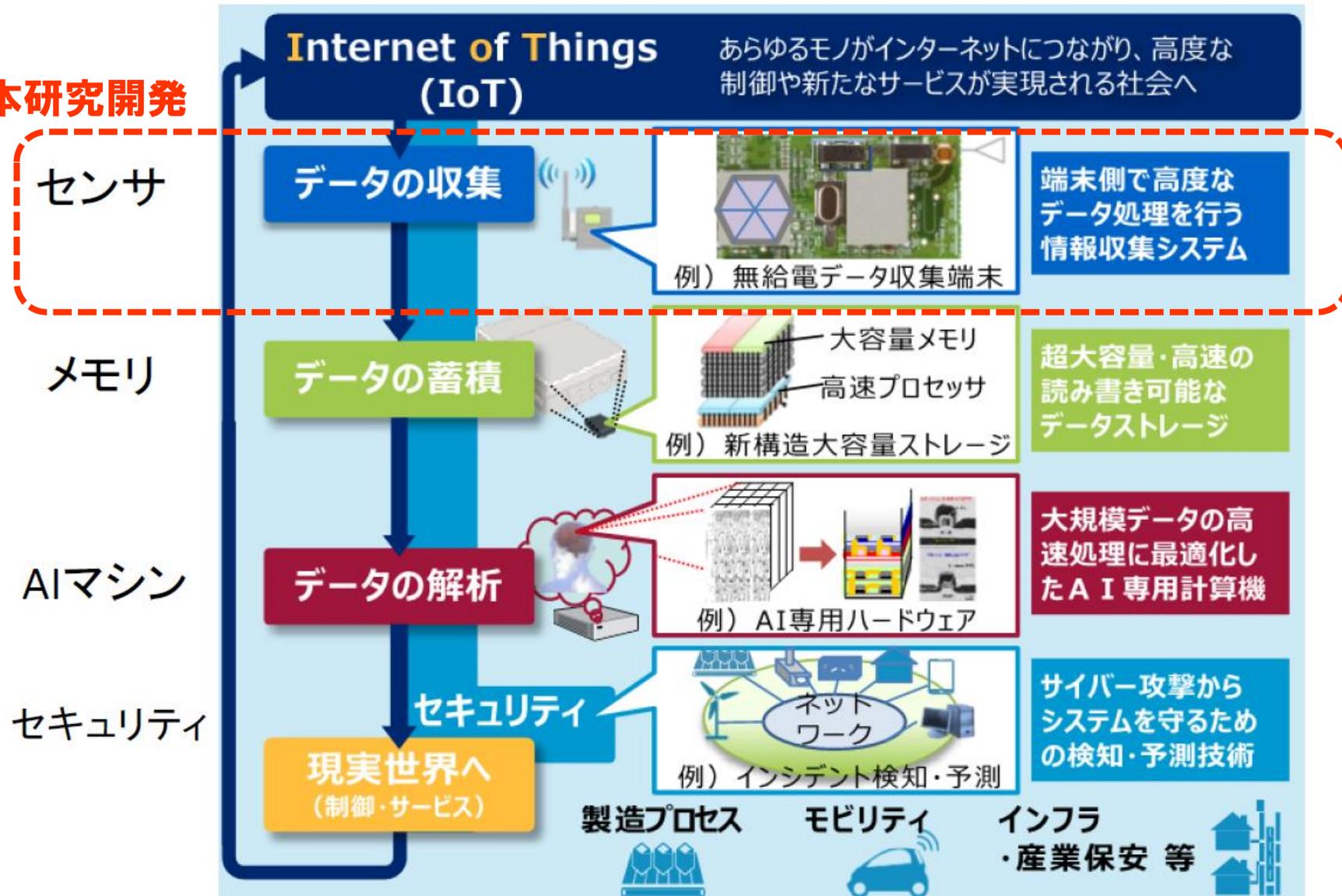
シヤムネコ

学習型スマートセンシングシステムで個別実装、処理負荷過大、設置コストの課題を解決

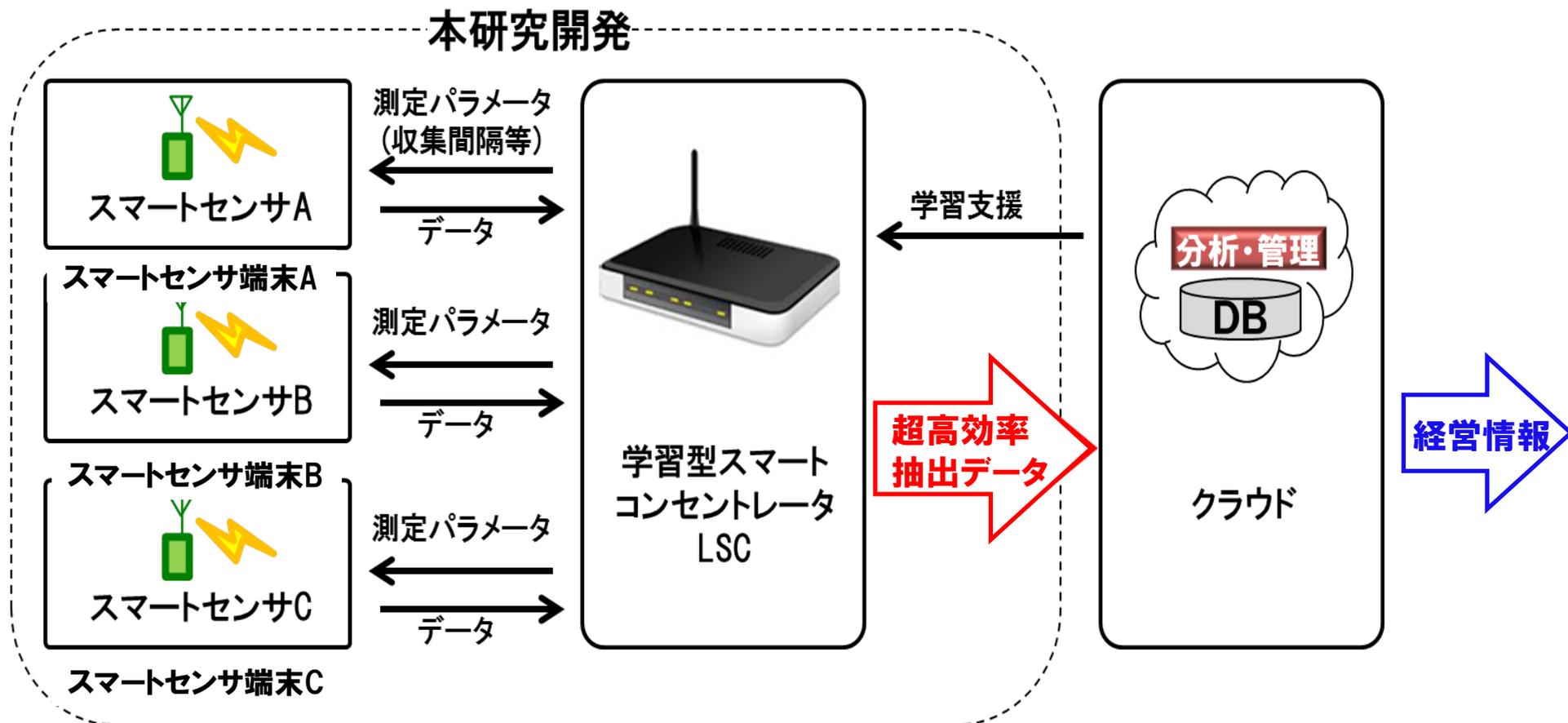
- 多様な機器・設備に対応可能なセンシング方法を自動で学習する柔軟なシステムにより実現
- 従来クラウドで実施してきた解析をセンサ端末とコンセントレータで補うことでクラウドの負荷を大幅に低減
- センサ測定項目の学習制御で高密度の有用データを、配線不要の環境発電で無線収集



本研究開発



出典：平成28年度概算要求資料（経済産業省、2015）

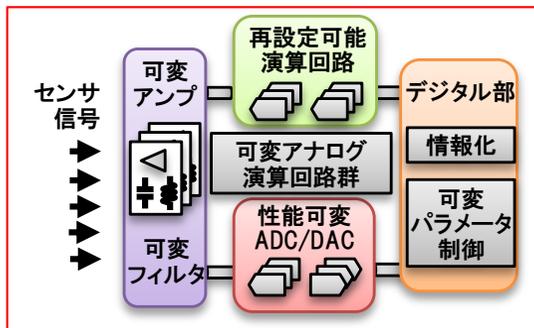


リアルワールドIoTセンシング → より適確かつ迅速な経営情報の取得

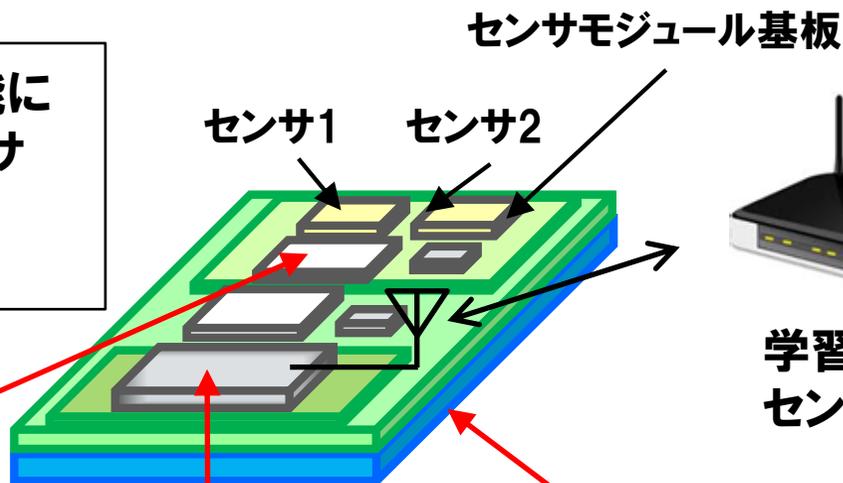
- エッジ学習機能により、現場情報を超高効率に抽出（従来の100倍～1000倍）
- 超高効率抽出データをクラウド（分析・管理用）へ送出
- 従来の100倍～1000倍の量の分析・管理用ビッグデータ

① センサ測定パラメータを変更可能にするSFE回路※、および多種センサを搭載可能にする標準インターフェース

① SFE回路



※SFE...スマートセンシングフロントエンド



学習型スマートコン
セントレータ (LSC)

② 低電力無線
モジュール

② 自立電源で動作可能な
低電力・高信頼双方向
無線通信

③ 自立電源
(ハイブリッド型)

③ 多様な環境に対応する
ハイブリッド自立電源
(光・熱・振動)

- スマートセンサと端末モジュール間又は自立電源と端末モジュール間のソフト的な接続法については標準が存在しないため、センサメーカーをはじめ端末メーカーやシステムインテグレータ等が製品開発・システム開発の都度、相当な時間・費用を掛けて独自のインタフェース作製を行わざるを得ない場合が多く、大きな開発負担となっている。
- インタフェース部分を標準化することで、開発期間短縮による効率化、開発費用の削減が図れ、メーカー等の開発負担も軽減され、高品質な製品・システムが迅速かつ大量安価に市場に供給される。
- 当該ビジネスへの参入者増大によりスマートセンシング&ネットワーク産業の更なる発展・拡大が見込める。
- このような要請から、GSNプロジェクトの成果を活用したスマートセンシング・インターフェース (SSI) の標準化を図るため、SSN共通プラットフォームのセンサ、自立発電デバイスとのインタフェース標準化に取り組む。
- 本事業は、一般財団法人マイクロマシンセンターと技術研究組合NMEMS技術研究機構が共同で実施。

Smart Sensing & Network



環境、省エネ、社会インフラ、産業インフラ、情報通信、製造、ヘルスケア、農業、……

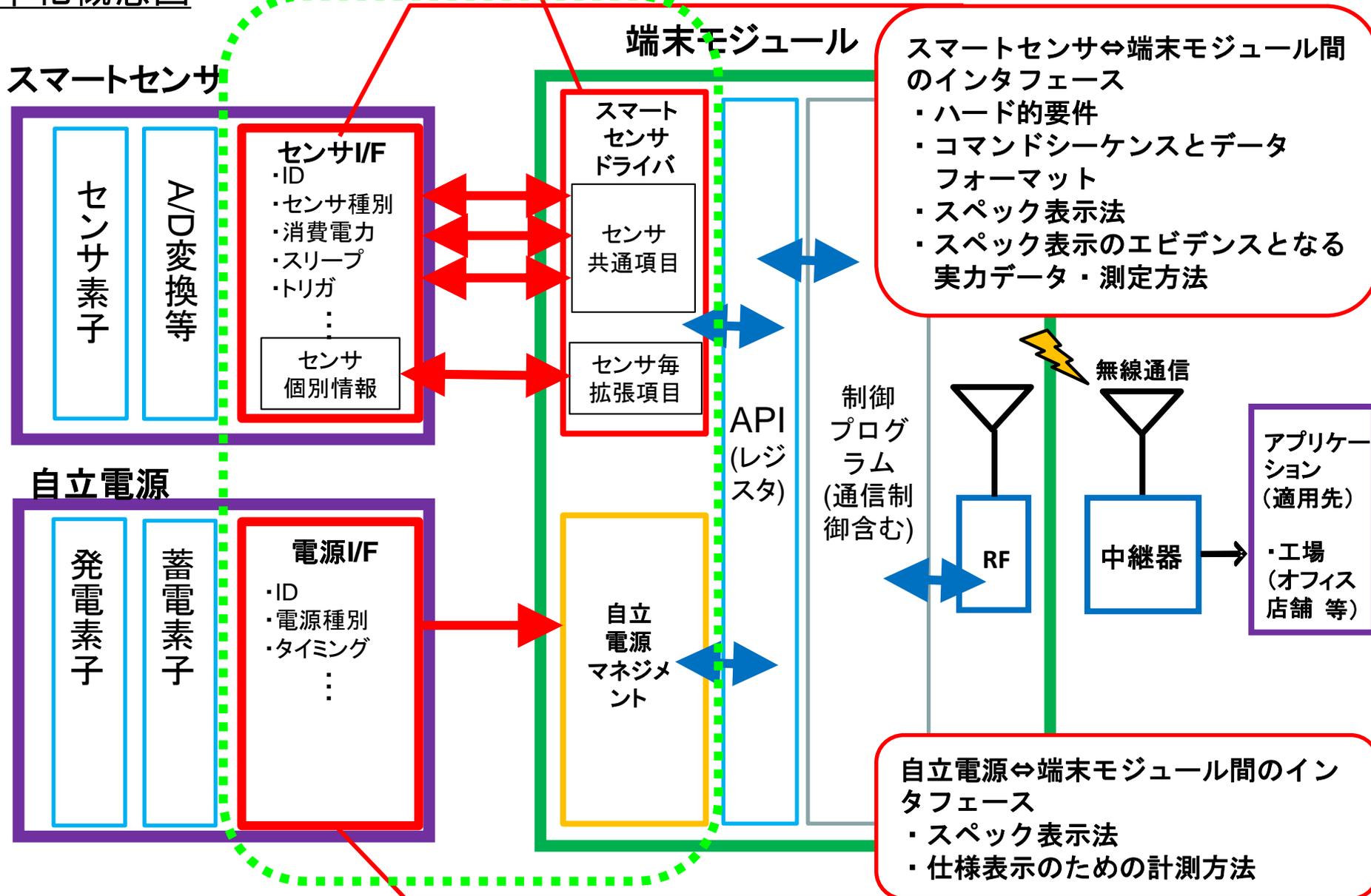
エネルギー使用合理化国際標準化推進事業
(省エネルギー等国際標準共同研究開発・普及基盤構築)
＜経済産業省委託事業 2016-2018：3年間＞

③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

事業概要： 国際標準化原案作成 (MMC：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 (NMEMS組合：スマートセンサ、端末モジュール、自立発電)

標準化概念図

この部分の標準化を検討する



まとめ

1. MEMS活用の拡大を支えるオープンイノベーションの推進

- ・ IoT時代に向けてMEMS活用のアプリケーションの広がりが加速
- ・ MEMS産業は10%近くの成長とコスト競争の激化
- ・ MEMSセンサ、RF関連デバイスの伸び率が高い
- ・ 新製品開発、MEMS応用のためのオープンイノベーション拠点機能を強化
- ・ 企業活動を支援する標準化活動を強化

2. 産業発展の原動力となる先端技術開発を推進し、超スマート社会の実現へ

- ・ 多方面のIoT-SSN技術開発に果敢に挑戦
- ・ 特にリアルワールドMEMSセンシング、エナジーハーベスタ、時刻同期用デバイスなどが注目技術
- ・ 中長期的には体内マイクロマシンも開発ターゲット



一般財団法人マイクロマシンセンター

〒101-0026 東京都千代田区神田佐久間河岸67
MBR99ビル6階

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の
事業実施の結果得られたものです。