

STRJ STRJ 2016 WG15 (MEMS) 活動報告

～ I T R SでのMEMS動向と 今後を牽引する出口アプリ動向紹介～

**2016年3月4日（金）
WG15主査：古賀章浩（東芝）**

構成メンバー

氏名	組織	役割
古賀 章浩	(株)東芝	主査
小島 光男	ローム(株)	委員
中柴 康隆	ルネサスエレクトロニクス(株)	委員
中澤 文彦	(株)富士通研究所	委員
池田 浩一	ソニー(株)	委員
田中 徹	東北大学	特別委員
年吉 洋	東京大学	特別委員
三原 孝士	(財)マイクロマシンセンター	特別委員

報告内容

1. 概要

～スコープ：短期と中期の区分の考え方～

2. 短期（～5年）ロードマップ検討

～顕在化市場でのコスト・サイズ～

3. 中期（5年～）牽引デバイス検討

～ヘルスケア、IoT応用～

4. 今後の計画

報告内容

1. 概要

～スコープ：短期と中期の区分の考え方～

2. 短期（～5年）ロードマップ検討

～顕在化市場でのコスト・サイズ～

3. 中期（5年～）牽引デバイス検討

～ヘルスケア、IoT応用～

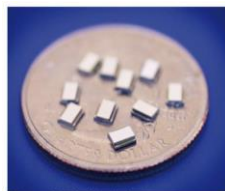
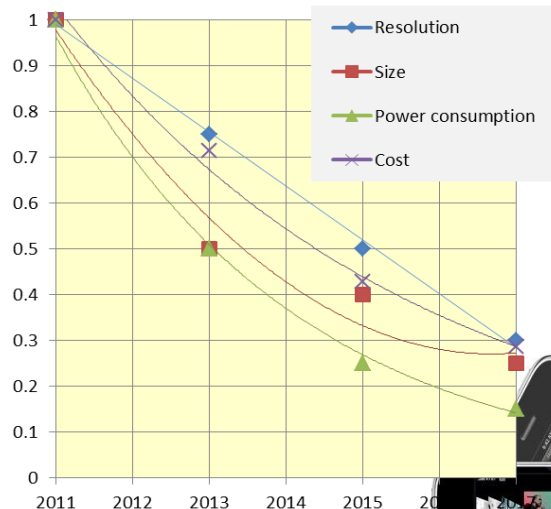
4. 今後の計画

スコープ

短期(～5年)ロードマップ検討

～顕在化市場でのコスト・サイズ～

● 加速度計等



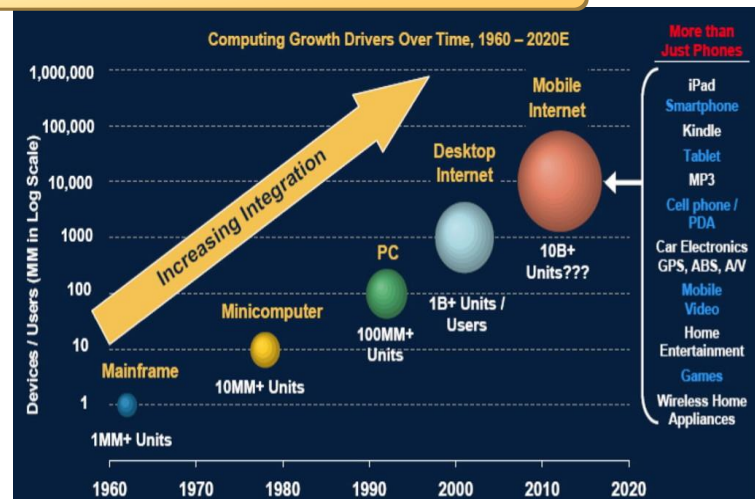
● 特徴

- ・搭載アプリ毎に**スペック**
バランスが異なる。
- ・パッケージ、テスト工程が
占めるコストが大きい。
- ・ロードマップは、**顕在化**
ニーズを短期で調査。
- ・**コスト**を中心に調査。

中期(5年～)牽引デバイス調査

～ヘルスケア、車載～

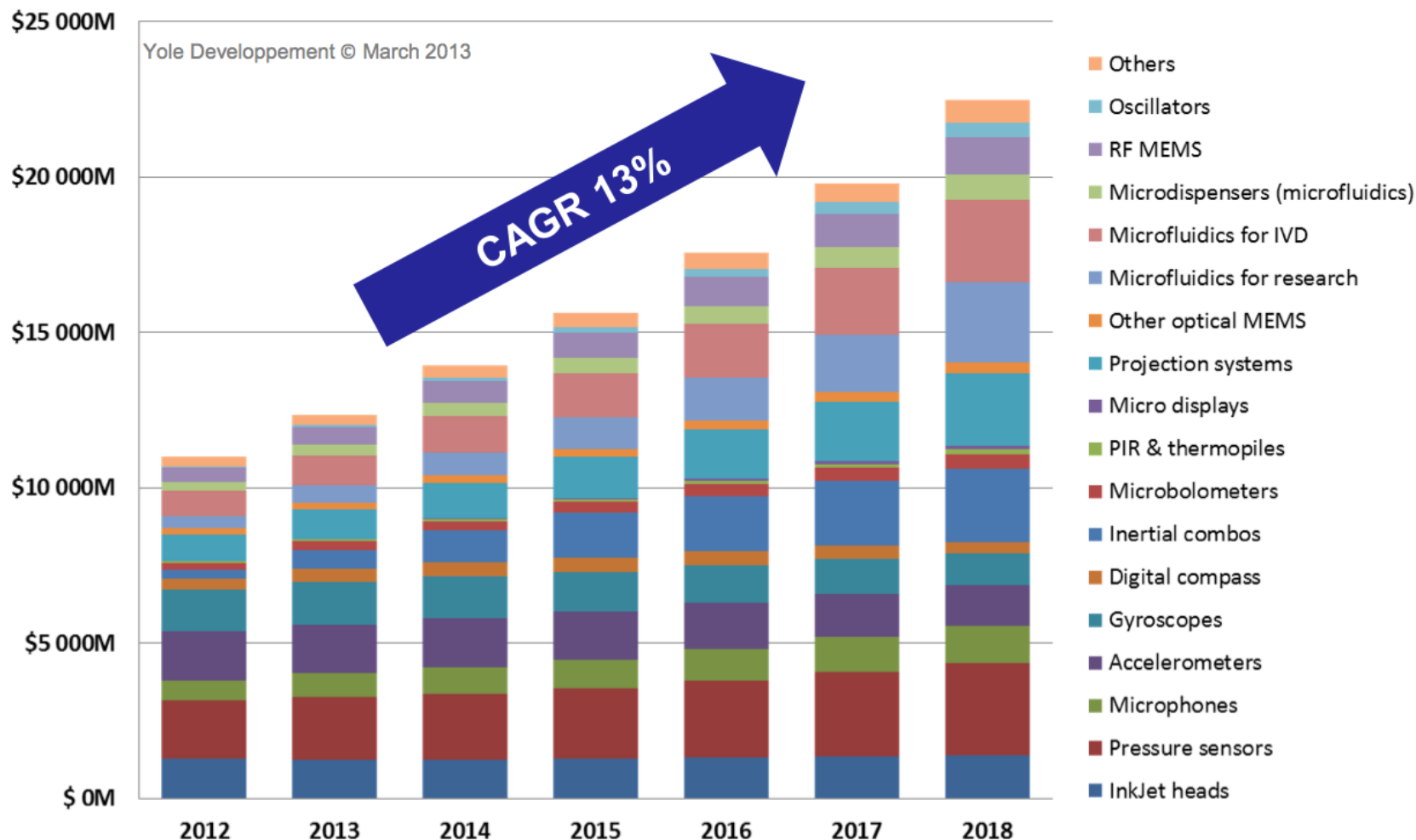
モバイルインターネットの次は？



● ヒアリング

- ・ヘルスケア用途、ウェアラブルデバイス、車載
デバイス等の次の牽引デバイスとしての可能性
を調査。

M E M S 市場の拡大予測は変わらず（～2018）

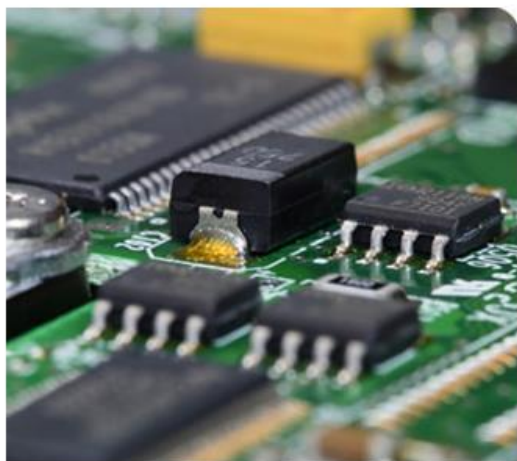


牽引アプリを見定めて短期（～5年）ロードマップ検討

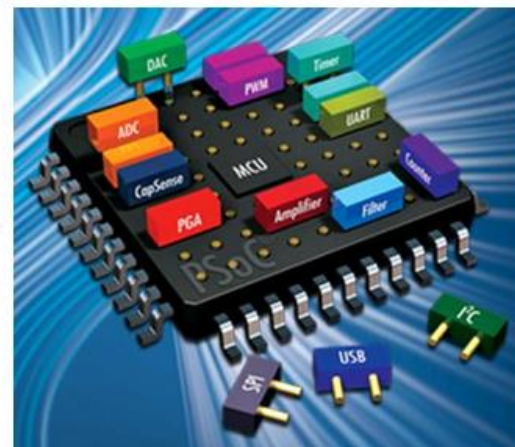
- スペックはアプリ依存が大きく、アプリから独立した検討は困難。
（例：搭載する加速度の軸数とセンシング感度にトレードオフ関係）
- 牽引アプリを定めて、その領域でのロードマップを検討。
（例：モバイルインターネット領域での加速度センサ、角加速度センサ）
- インテグレーションパスの考え方を提唱・議論。

インテグレーションパスとは？

How to roadmap More than more Technologies?
Discussion Topic: Integration Path



**Electronic
Components**



**System in a Package
System on a Chip**

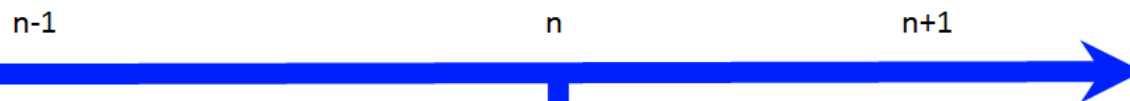
From: Discussion topic in the MEMS Technology Working Group

慣性センサをモチーフとしたロードマップ検討

- 既に市場が顕在化しており、ロードマップ検討による更なる市場拡大へ。

Integration Path and Integration Node

Integration path: Number of sensing functions



Integration node: Scaling of size, power dissipation, cost, etc

Year of Production	2011	2012	2013	2014
Integration path at the package level	6 DOF	9 DOF	9 DOF	10 DOF
Integration path at the chip level	3 DOF	6 DOF	9 DOF	9 DOF

次の牽引デバイス検討

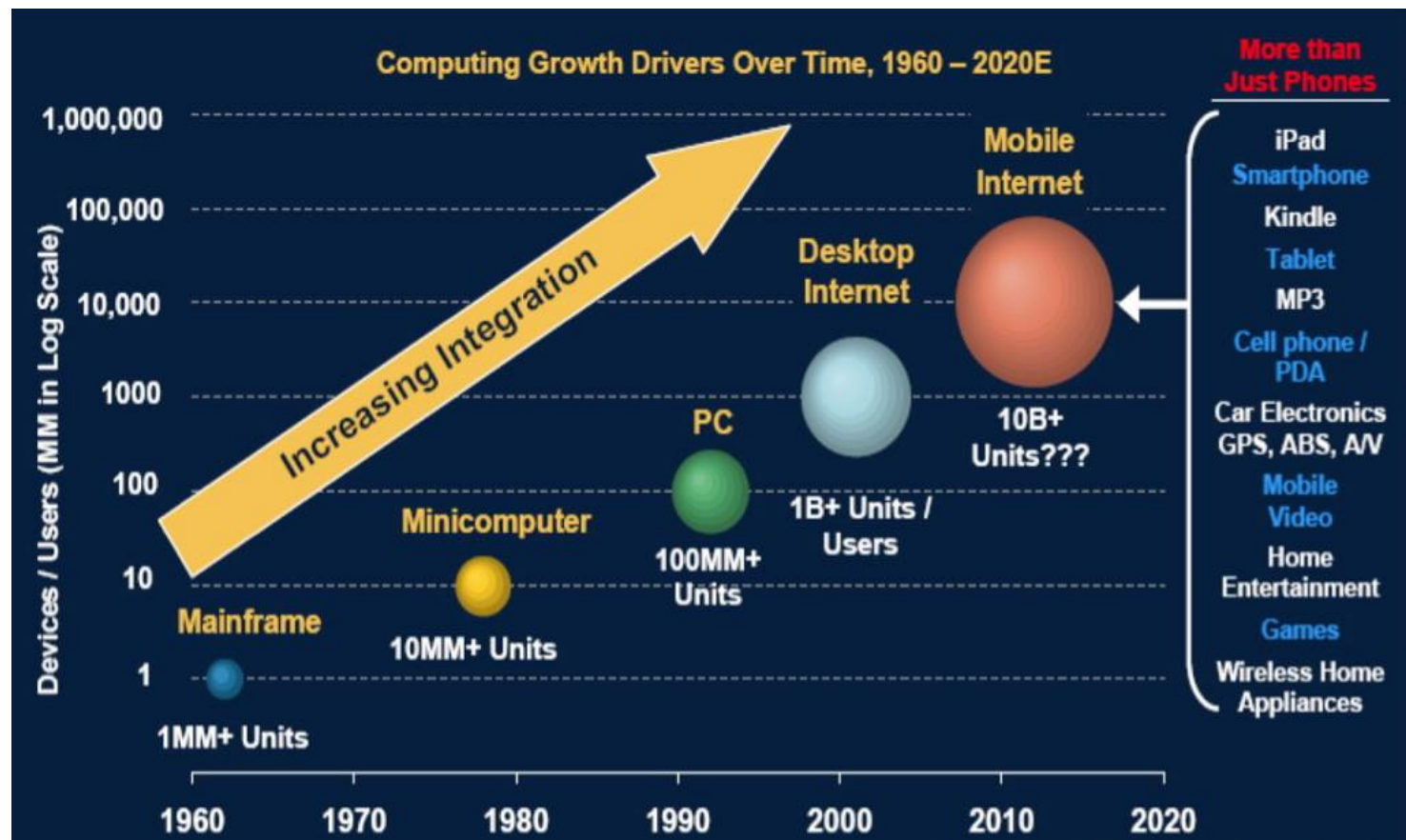


Figure MEMS Illustration of the time evolution of the computer from mainframe, mini, PC, laptop, to the present era of mobile Internet. Each step has an accompanying exponential growth in the number of units manufactured and sold (Source: 2009 Morgan Stanley Estimates).

モバイルインターネットの次は？

次の牽引デバイス検討

- ヘルスケア、車載をウオッチ。モバイル視点でエナジーハーベストにも注目。



次の牽引デバイスとしてのヘルスケア向けウェアラブル

Devices

Accelerometers
Gyroscopes
Magnetometers
Pressure Sensor
Microphone
Temperature Sensor
Conductivity Sensor
Camera/Optical Sensor
Micro Speakers
eNose
pH Sensor
Humidity Sensor
Galvanic Skin Response



Applications

Caloric Consumption
Exercise Intensity
Exercise Safety
Sleep Patterns
Heart Rate
Blood Pressure
Walking Directions
Gas Monitor
Altitude
Motion
Shock
Messaging
Emergency Response

報告内容

1. 概要

～スコープ: 短期と中期の区分の考え方～

2. 短期(～5年)ロードマップ検討

～顕在化市場でのコスト・サイズ～

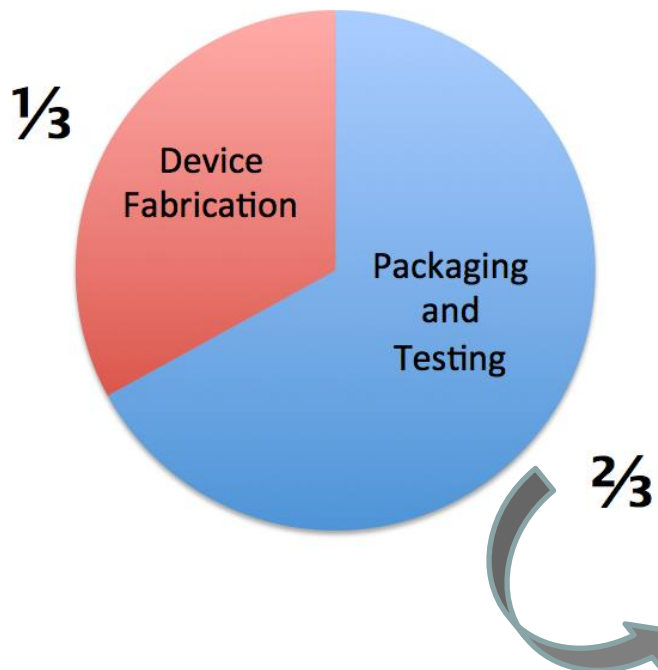
3. 中期(5年～)牽引デバイス検討

～ヘルスケア、IoT応用～

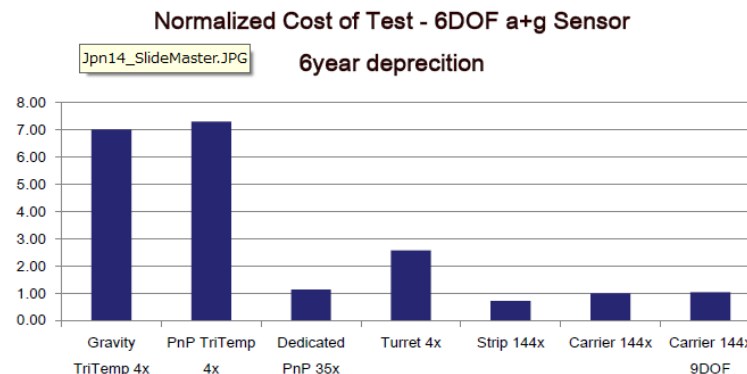
4. 今後の計画

短期(～5年)でのサイズ・コスト

MEMS Manufacturing Cost Ratio



Test Cost per Unit normalized to Carrier 144x //



- High precision Automotive is expensive
- Dedicated PnP 35x includes a very low cost dedicated ATE
- Turret (assumed cost) is not competitive
- Strip is best
- Carrier is 10% better than Dedicated PnP



ペンディング

テスト専門メーカ（海外）にテスト工程の内訳開示をSTRJ-WG経由で依頼するも開示は難しい状況。

ITRS-Table (加速度計) より

<i>Table MEMS1 Accelerometers</i>					
<i>Year of Production</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
<i>ORTC Driver line item [copy from the ORTC tables]</i>					
<i>Performance</i>					
Range [±/- g]	±16	±16	±16	±16	±16
Resolution [$\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$]	75	75	50	50	50
Zero g level (bias) [mg]	±35	±35	±30	±30	±25
Zero g level drift over temperature [$\text{mg}/^\circ\text{C}$]	±0.5	±0.5	±0.4	±0.4	±0.4
Package Size [mm^2]	2x2x1	2x2x1	2x1x1	2x1x1	1x1x1
Power consumption [μW]	25	25	20	20	15
<i>Packaging and Integration</i>					
MEMS Packaging Standardization					
Digital I/O and reduction of package pin count, power and signal					
<i>Testing</i>					
Wafer-Level Test: Probe Resources (# probes per die)	< 10 probes/die	< 10 probes/die	< 10 probes/die	< 10 probes/die	< 10 probes/die
Wafer-Level Test: Probe Resources (# die tested in parallel)	up to 4	up to 4	up to 6	up to 6	up to 8
Wafer-Level Test: Equipment and Prober Capacity (Annual Capacity)	50M Devices /Yr	50M Devices /Yr	75M Devices /Yr	75M Devices /Yr	100M Devices /Yr
Wafer-Level Test: Equipment and Prober Cost / System	\$400K	\$400K	\$500K	\$500K	\$600K
Device-Level Test: Fixture Resources (# pins per device)	< 20 pins/device	< 20 pins/device	< 20 pins/device	< 20 pins/device	< 20 pins/device
Device-Level Test: Parallelism (# devices tested in parallel)	8 minimum	8 minimum	16 minimum	16 minimum	32 minimum
Device-Level Test: Equipment and Handler Capacity (Annual Capacity)	50M Devices /Yr	50M Devices /Yr	75M Devices /Yr	75M Devices /Yr	100M Devices /Yr
Device-Level Test: Equipment and Handler Cost / System (USD)	\$1.25M	\$1.25M	\$1.5M	\$1.5M	\$2M
Reliability testing: R&D required to extend knowledge on physics					

ITRS-Table (ジャイロ) より

<i>Table MEMS2 Gyroscopes</i>					
<i>Year of Production</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
<i>ORTC Driver line item [copy from the ORTC tables]</i>					
<i>Performance</i>					
Range [°/s]	±2000	±2000	±2000	±2000	±2000
Resolution [°/s/√Hz]	0.015	0.015	0.01	0.01	0.008
Zero g level (bias) [°/s]	±10	±10	±10	±10	±10
Zero g level drift over temperature [°/s/°C]	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03	±0.03
Package Size [mm ²]	3x2x1	3x2x1	2x2x1	2x2x1	2x2x1
Power Consumption [mW]	15	15	10	10	5
<i>Packaging and Integration</i>					
MEMS Packaging Standardization					
Digital I/O and reduction of package pin count, power and signal distribution					
<i>Testing</i>					
Wafer-Level Test: Probe Resources (# probes per die)	< 20 probes/die	< 20 probes/die	< 20 probes/die	< 20 probes/die	< 20 probes/die
Wafer-Level Test: Probe Resources (# die tested in parallel)	up to 4	up to 4	up to 6	up to 6	up to 8
Wafer-Level Test: Equipment and Prober Capacity (Annual Capacity)	50M Devices /Yr	50M Devices /Yr	75M Devices /Yr	75M Devices /Yr	100M Devices /Yr
Wafer-Level Test: Equipment and Prober Cost / System	\$400K	\$400K	\$500K	\$500K	\$600K
Device-Level Test: Fixture Resources (# pins per device)	< 20 pins/device	< 20 pins/device	< 20 pins/device	< 20 pins/device	< 20 pins/device
Device-Level Test: Parallelism (# devices tested in parallel)	8 minimum	8 minimum	16 minimum	16 minimum	32 minimum
Device-Level Test: Equipment and Handler Capacity (Annual Capacity)	50M Devices /Yr	50M Devices /Yr	75M Devices /Yr	75M Devices /Yr	100M Devices /Yr
Device-Level Test: Equipment and Handler Cost / System (USD)	\$1.25M	\$1.25M	\$1.5M	\$1.5M	\$2M
Reliability testing: R&D required to extend knowledge on physics					

報告内容

1. 概要

～スコープ: 短期と中期の区分の考え方～

2. 短期(～5年)ロードマップ検討

～顕在化市場でのコスト・サイズ～

3. 中期(5年～)牽引デバイス検討

～ヘルスケア、IoT応用～

4. 今後の計画

ヒアリング(～2016年3月)

年月	講師	テーマ	分類
15年11月	前中一介氏 (兵庫県立大学)	ヘルスケア向けウェアラブルデバイス ^{*1}	MEMS
16年1月	神永 晋氏 (予定) (住友精密工業)	IoTの動向 (MEMSへの期待)	MEMS

● *1: 前年度のSTRJ会員企業メンバーのCES(15年1月6日～9日)での動向調査を参考にヘルスケア分野でのウェアラブルデバイスをヒアリング。

ヘルスケア分野でのモバイルデバイスの動向

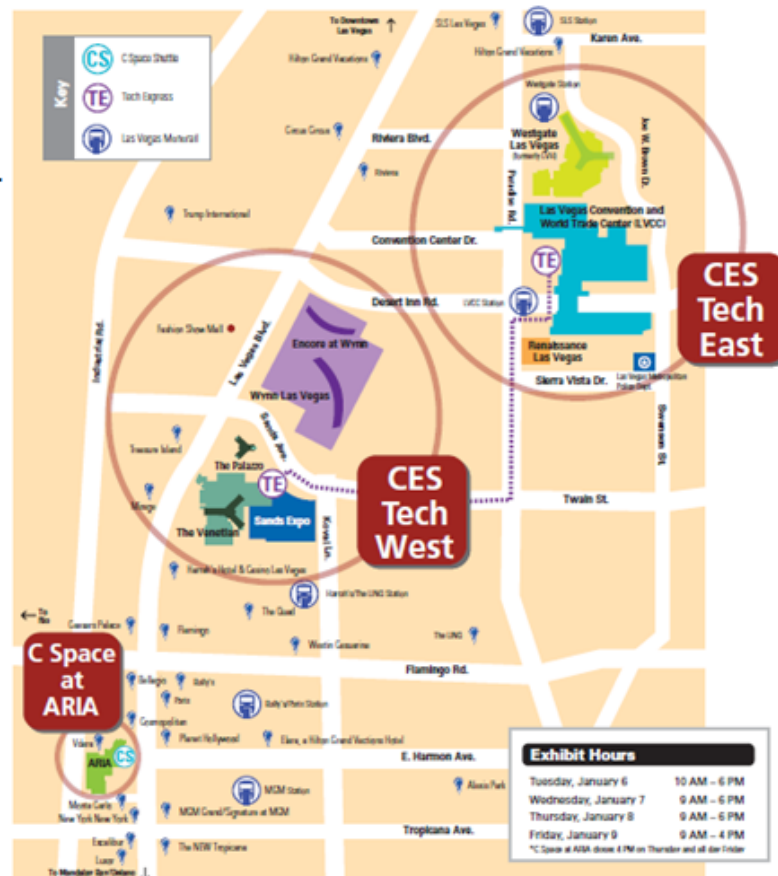
● **開催日時：2015年1月6日～9日**

● **会場**

- Tech East
 - Las Vegas Convention Center
 - Westgate Las Vegas
 - Renaissance Las Vegas
- Tech West
 - Wynn Las Vegas
 - Sands Expo
 - Venetian
- C Space
 - ARIA

● **展示団体数：3,600団体**

● **来場者数：15万人以上**



CESでの動向サマリ

- **基調講演に、ドイツDaimler社と米Ford Motor社（去年はドイツAudi社）。トヨタ自動車やドイツAudi社、Volkswagen社などが記者会見を開催予定。自動車のエレクトロニクス化が急速に進展していることを反映。**
 - CES翌週に開催される「[NAIAS2015](#)」（デトロイトモーターショー）と連続で参加する自動車業界、エレクトロニクス業界関係者が増加傾向
- **自動車のエレクトロニクス化以外のトレンドとしては、ウェアラブル端末をはじめとするインターネット端末の多様化。**
 - スマートウォッチ／リストバンド型、メガネ型、指輪型などのウェアラブル端末
 - 大手企業だけでなく、欧米のスタートアップ企業による新しい提案が多数
 - クラウドコンピューティングを可能にするスマホの普及と、センサ、無線通信技術の低コスト化、低消費電力化がスタートアップ企業の参入を可能に
- **自動車分野も含め、家庭内や外出先にあるさまざまなモノのインターネット化（IoT）が加速。**

CESでのヘルスケア／ウェアラブル動向

- **West会場（Sands Expo）には様々なウェアラブル端末が多数展示**
 - スマートウォッチ／リストバンド
 - アナログ時計にスマート機能を搭載、アナログ時計調の文字盤表示、バンドのバリエーションの多様化など、ファッション性重視の製品が増加
 - 単なる活動量計機能だけでなく、脈拍計測機能の搭載が加速
 - 眼鏡型、イヤホン型
 - これまでは映像表示がメインだったが、センシング機能の活用もチラホラ
 - 指輪型
 - センシングだけでなく、ジェスチャ操作への活用も

ヒアリング(～2016年3月)

年月	講師	テーマ	分類
15年11月	前中一介氏 (兵庫県立大学)	ヘルスケア向けウェアラブルデバイス ^{*1}	MEMS
16年1月	神永 晋氏 (予定) (住友精密工業)	IoTの動向 (MEMSへの期待)	MEMS

● *1: 前年度のSTRJ会員企業メンバーのCES(15年1月6日～9日)での動向調査を参考にヘルスケア分野でのウェアラブルデバイスをヒアリング。

例えばこんな感じ



- 身体の複数の場所に貼り付け
- 柔軟で低背、装着したまま風呂に入れる、海水浴もできる、激しい運動も可能
- 1-2週間で貼り替え（その間貼りっぱなしで連続動作）、リサイクル
- 最終的には十分安価になるべき

それぞれのデバイスの目的、特徴

携帯

アミューズメント、利便性
多少大きく重くても許容される
毎日充電必要でも何とか耐えられる



装着・着衣

利便性、生体管理、健康管理など幅広く
装着→小さく軽く
着衣→通常の衣服通り柔らかく長持ち



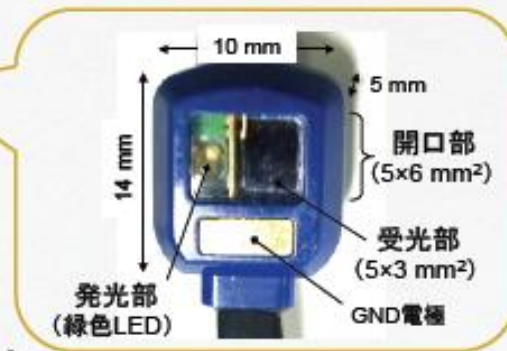
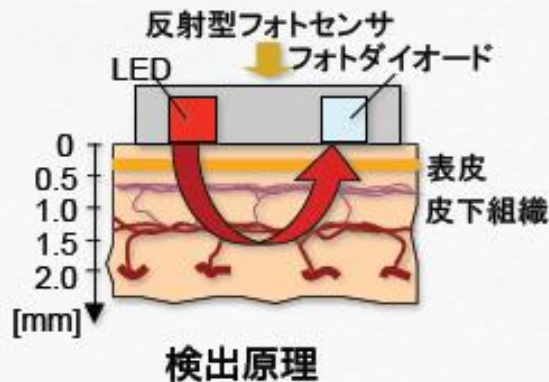
貼り付け

もっぱら生体管理、見守り、健康
薄く軽く柔軟、通常生活を妨げない
可能な限りメンテフリー

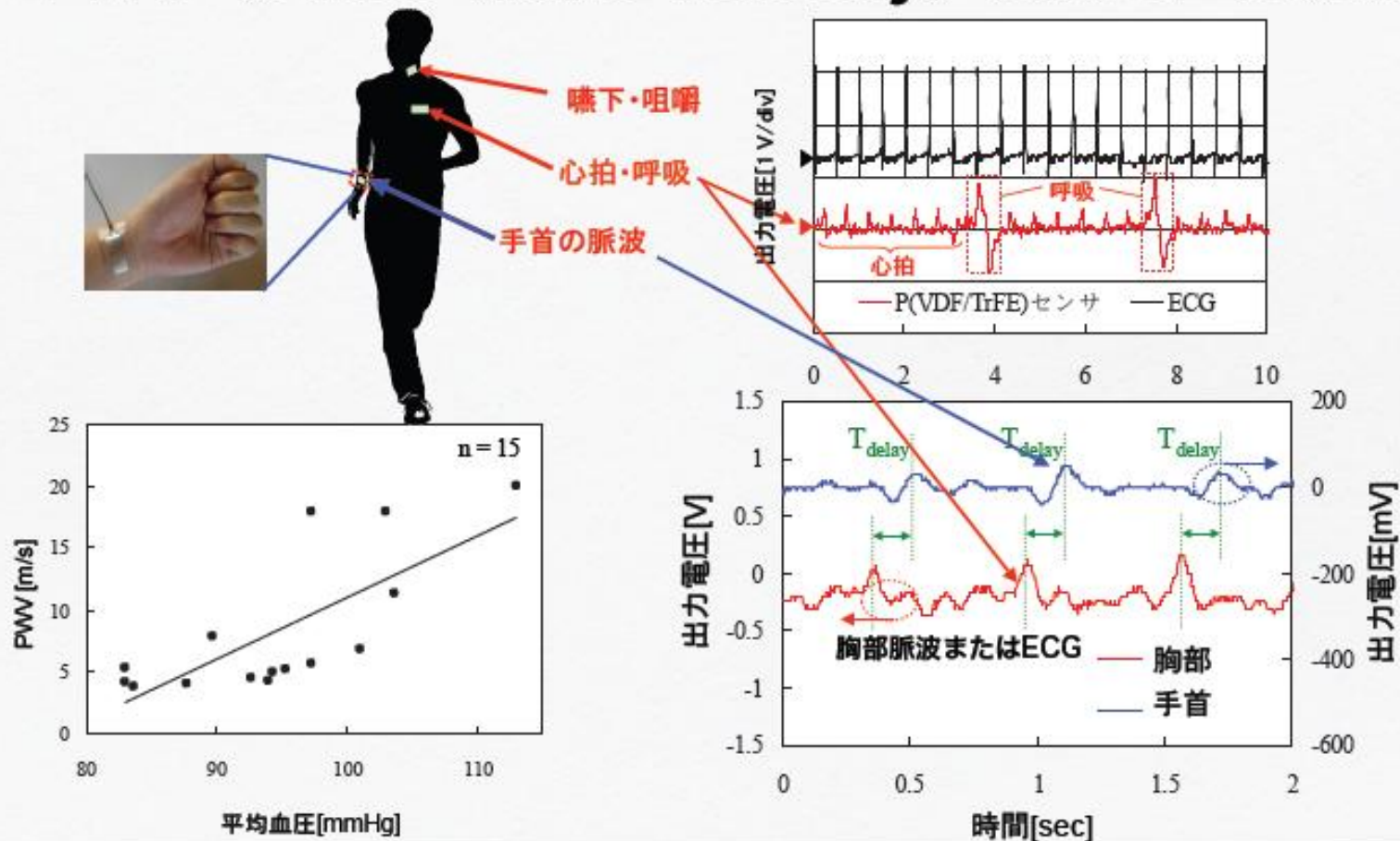


脈波センサ (+SPo2センサ)

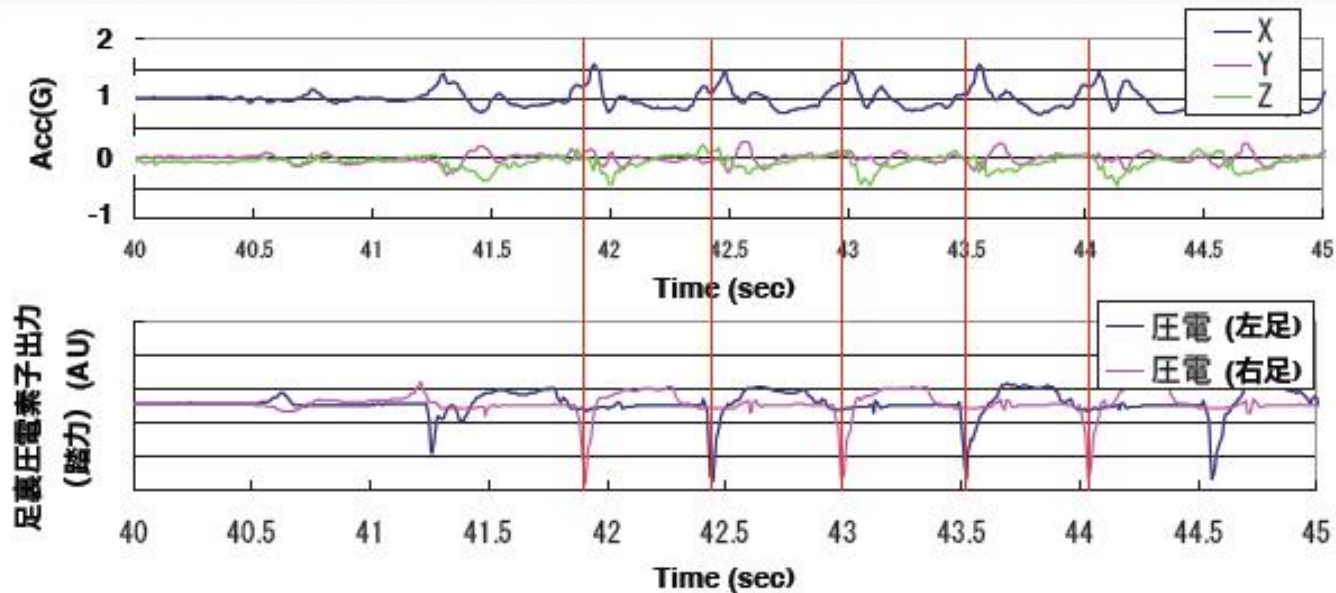
- 光の反射による脈波検出
- 2波長の投光で、SpO2（血中酸素飽和度）も分かる
- ECGと体躯末端に装着した脈波センサから血流速を計測し、血圧依存の量を計測することができる
- LEDで投光する都合上、常時計測は不可



PWV (Pulse Wave Velocity) による血圧推定



同様に、歩数カウント、運動量推定回路も



胸部の加速度を計測：

単純に接地時に、最大加速度軸（上下方向軸）がピークをとる

最大値ラッチ、比較、カウント等の簡単なアルゴリズムで歩数計測可能

簡単なHDL=>低消費電力の集積回路（600LE程度）

ヒアリング資料より



コメント

Q :ヘルスケア向けウェアラブルデバイスが次のMEMS牽引デバイスになる可能性は？ かけているものは？

A :単に面白いというフェーズから、取得した生体データを活用したマネタイズ／ビジネスモデルの有効性検証フェーズへ。検証後必要なMEMSデバイススペックも定まるのでは。

Q :定まったスペック毎にMEMSデバイスを最適化し、個々には数量が少ないとの懸念から事業拡大に至らないのでは？

A :逆の発想を持っている。数多くの種類のセンサ（機能）を持つプラットフォームデバイスを製作し、個々の用途に応じて機能を選択（配線等で）し、提供してはどうか。

報告内容

1. 概要

～短期と中期の区分の考え方～

2. 短期(～5年)ロードマップ検討

～顕在化市場でのコスト・サイズ～

3. 中期(5年～)牽引デバイス検討

～ヘルスケア、車載～

4. 今後の計画

STRJ 解散に伴いこれまでの活動を総括

- STRJ 解散に伴い、WG15の活動も2016年6月までとなる。
これまでの議論を整理し、今後アプリ出口として拡大が期待される、
 - 1) ウェアラブル・ヘルスケア用途
 - 2) IoT応用
- で、MEMSデバイス（本体、周辺技術）に期待される技術動向への
委員見解をまとめる。