

**EPSON TOYOCOM**

# QMEMS技術に基づく 角速度/加速度センサの実力と活用 - 物理量計測から次世代UIデバイスまで

2009.5.28

エプソントヨコム株式会社

商品企画戦略部

宮澤 輝久

エプソントヨコムは、独自のQMEMS技術に基づき、超小型の角速度(ジャイロ)センサを製品化している。QMEMS技術は水晶加工技術に端を発しており、競合の他社製品と比べて、温度安定性や精度に優れる特徴を持つ。このため最近では、カーナビゲーションやデジタルカメラの手ぶれ補正といった従来の用途に加え、研究開発向けの物理量計測や、人の動作やジェスチャを機器の操作に利用するUIのためのデバイスなどまで用途が広がってきている。本講演では、こうした新しい用途の具体例や使いこなしのポイントを、国立スポーツ科学センター様、(株)ニコン様、Nokia Research Center (NRC) 様、といったユーザーの声を交えつつ解説する。また、QMEMS技術に基づく加速度センサなど、現在開発中のセンサについても触れる。

1. 会社概要、製品概要、及び、QMEMS技術

2. QMEMS角速度センサ(ジャイロセンサ)

3. センサのUIデバイスとしての活用

- 株式会社ニコン様 MEDIA PORT UP の事例

4. サイバネティック・トレーニングへの活用

- 国立スポーツ科学研究所様の事例

5. 携帯機器へのジャイロセンサの搭載の可能性

- Nokia Research Center様の事例

~~6. 今後の技術と展望。開発中の水晶センサ~~

第6項の内容はWebでは掲載しておりません。ご了承ください。

7. まとめ

## 1. 会社概要、製品概要、及び、QMEMS技術

## 2. QMEMS角速度センサ(ジャイロセンサ)

## 3. センサのUIデバイスとしての活用

- 株式会社ニコン様 MEDIA PORT UP の事例

## 4. サイバネティック・トレーニングへの活用

- 国立スポーツ科学研究所様の事例

## 5. 携帯機器へのジャイロセンサの搭載の可能性

- Nokia Research Center様の事例

## ~~6. 今後の技術と展望。開発中の水晶センサ~~

第6項の内容はWebでは掲載しておりません。ご了承ください。

## 7. まとめ

# エプソントヨコム(株) 会社概要

商号	:エプソントヨコム株式会社(旧商号:東洋通信機株式会社)
英文社名	:Epson Toyocom Corporation
本社所在地	:〒191-8501東京都日野市日野421-8
ホームページ	: <a href="http://www.epsontoyocom.co.jp">www.epsontoyocom.co.jp</a>
設立	:1938(昭和13)年11月15日
創業	:1891(明治24)年7月
資本金	:10,913百万円(2007年3月末日現在)
売上高	:約928億円(2007年3月期)
決算期	:3月(年1回)
代表者	:代表取締役社長 宮澤 要(みやざわ かなめ)
従業員数	:約1,800名(単体:2007年3月末日現在)
上場年月日	:東京証券取引所市場第一部 1971(昭和46)年8月 東京証券取引所市場第二部 1961(昭和36)年10月 ※事業統合における存続会社の東洋通信機の上場年月日
事業内容	:水晶技術を基礎とする産業分野および民生分野における水晶振動子、 発振器、オプトデバイス製品、ジャイロセンサなどの水晶デバイス製品の 製造および販売

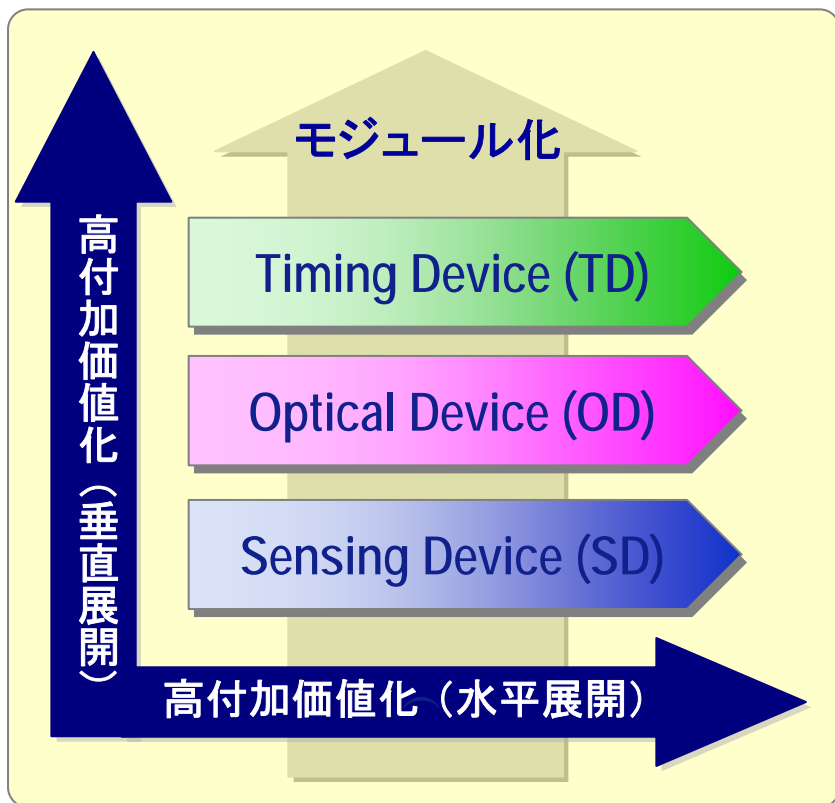


# 事業戦略

## 3D戦略

水晶デバイス事業における世界のリーディングカンパニーへ

3つのデバイスを拡充する“水平展開”と、それぞれの製品を複合する“垂直展開”をコンセプトとする。



### タイミングデバイス

小型化、高精度化、エネルギーセービングによる差別化製品を開発し、既存市場の拡大、新市場の創出により事業拡大を図る。



### オプトデバイス

デジタルカメラ市場の拡大、ブルーレイディスク市場の立上がりの機会を捉えると同時に、プロジェクタ向け市場への本格参入により事業拡大を図る。



### センシングデバイス

潜在力の高いジャイロセンサを中心に、新アプリケーションの創造による事業拡大を図る。



# 製品ラインナップ



## タイミングデバイス

### 水晶振動子/共振子

kHz帯 水晶振動子(音叉)  
MHz帯 水晶振動子(AT)  
SAW 共振子

### 発振器

SPXO  
VCXO  
TCXO  
OCXO  
ルビジウム

### フィルタ

水晶フィルタ  
SAWフィルタ

### リアルタイムクロックモジュール



## オプトデバイス

波長板  
プリズム  
グレーティング  
ダイクロイックフィルタ  
OLPF  
水晶放熱板  
エタロンフィルタ  
  
etc.



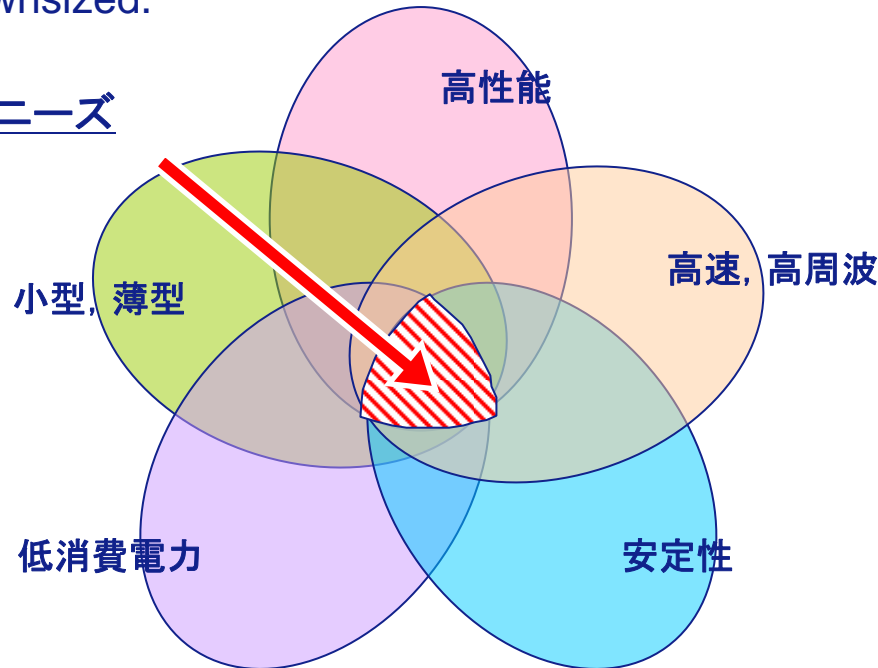
## センシングデバイス

ジャイロセンサ  
水晶温度センサ  
圧力センサ

# 水晶デバイス(電子デバイス)に求められる性能とは

Crystal device performance typically deteriorates with miniaturization. The market needs crystal devices that offer the same high performance even after they are downsized.

## 電子デバイスの市場ニーズ



Epson Toyocom's competitive advantage lies in QMEMS, crystal devices that meet these market requirements.

**QMEMS**

\* QMEMSはエプソントヨコムの登録商標です。

# QMEMSとは？

「**QMEMS**」 are products fabricated by applying silicon MEMS\* technology to crystal.

\*MEMS: microelectromechanical system MEMS is a collective terms for micro fabricated devices produced using a photolithography process



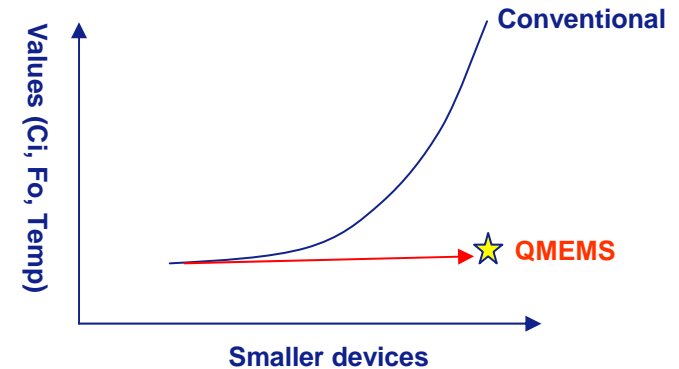
"QMEMS" is defined as "a crystal device that is produced by using a micro fabrication process on a quartz material to provide a combination of mechanical, electronic, optical, chemical or other functions, as well as added value in the form of outstanding accuracy and stability."

\* QMEMSはエプソントヨコムの登録商標です。

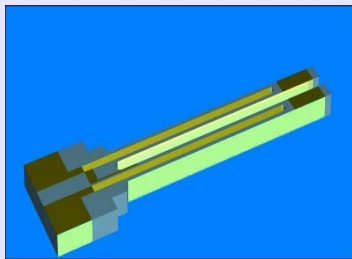
# QMEMS フォトリソ技術による特性安定化

QMEMS is one of the technologies to keep specification values as much as smaller even though device become smaller.

- Using Photolithography Technology
- Conventional : Create 2D Shape
- QMEMS : 3D construction have Higher Specifications' value

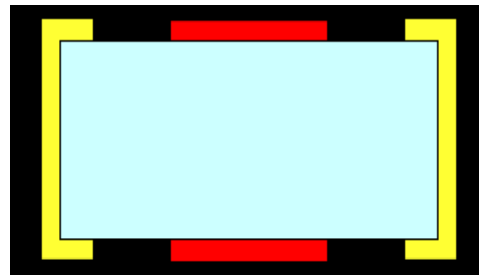


MC-146  
7.0x1.5x1.4mm



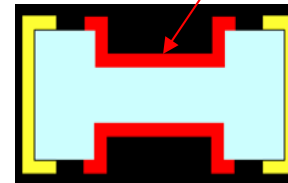
2D Shape

Cross section



Conventional

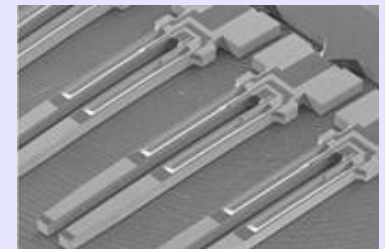
Electrode



H Groove



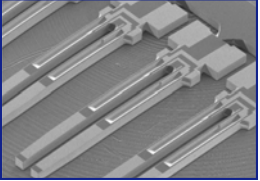
FC-13F  
3.2x1.5x0.6mm



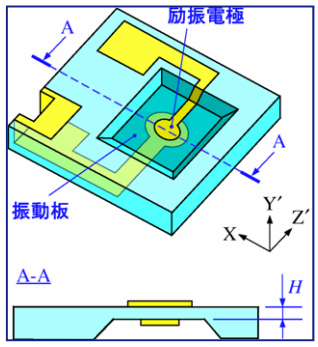
3D Shape

# QMEMS製品ラインナップ

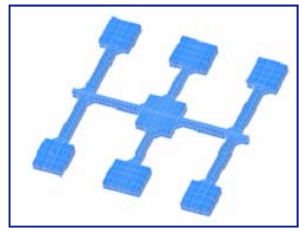
音叉型  
水晶振動子



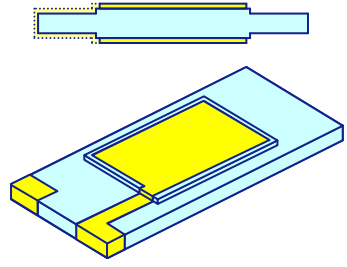
HFF  
高周波  
水晶振動子



ジャイロ  
センサ



フォト AT  
振動子・発振器



1. 会社概要、製品概要、及び、QMEMS技術

2. QMEMS角速度センサ(ジャイロセンサ)

3. センサのUIデバイスとしての活用

- 株式会社ニコン様 MEDIA PORT UP の事例

4. サイバネティック・トレーニングへの活用

- 国立スポーツ科学研究所様の事例

5. 携帯機器へのジャイロセンサの搭載の可能性

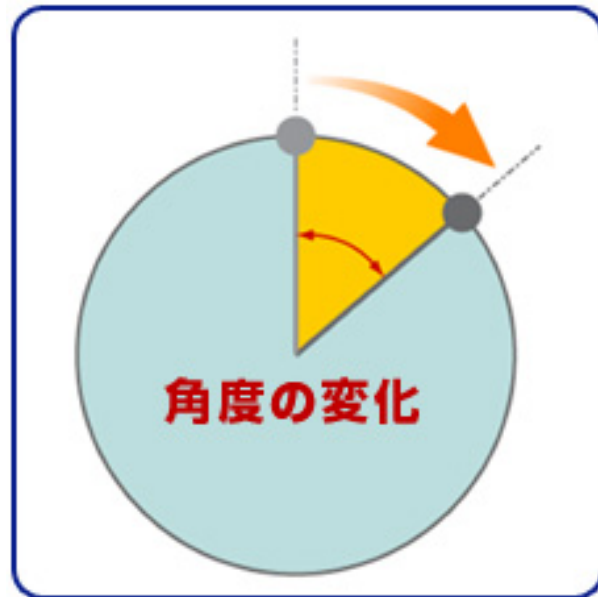
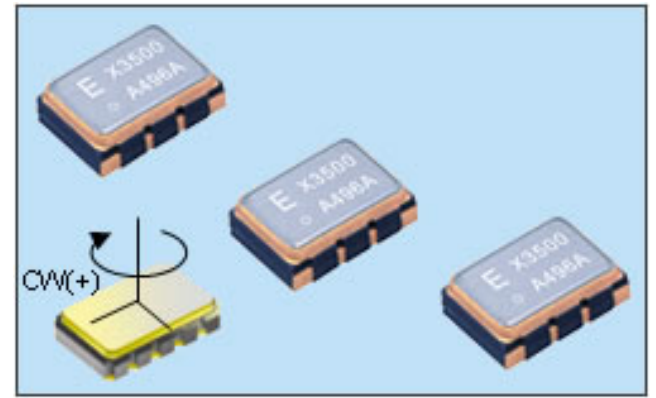
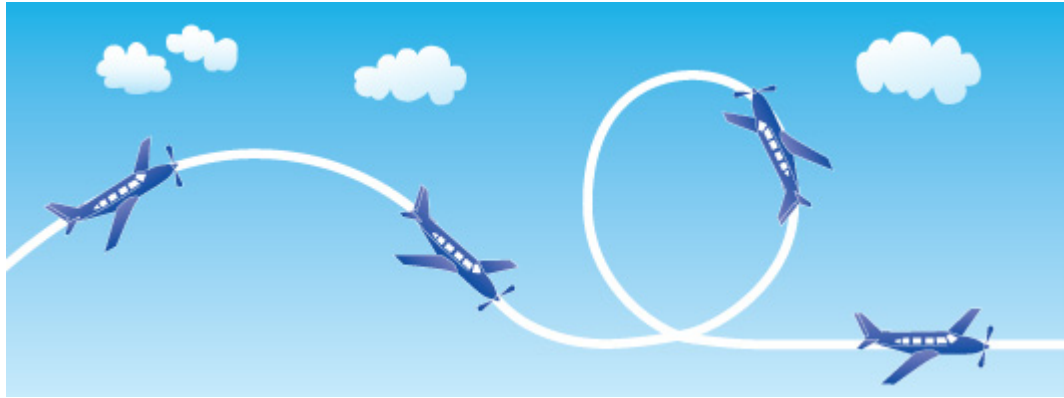
- Nokia Research Center様の事例

~~6. 今後の技術と展望。開発中の水晶センサ~~

第6項の内容はWebでは掲載しておりません。ご了承ください。

7. まとめ

# ジャイロセンサとは？

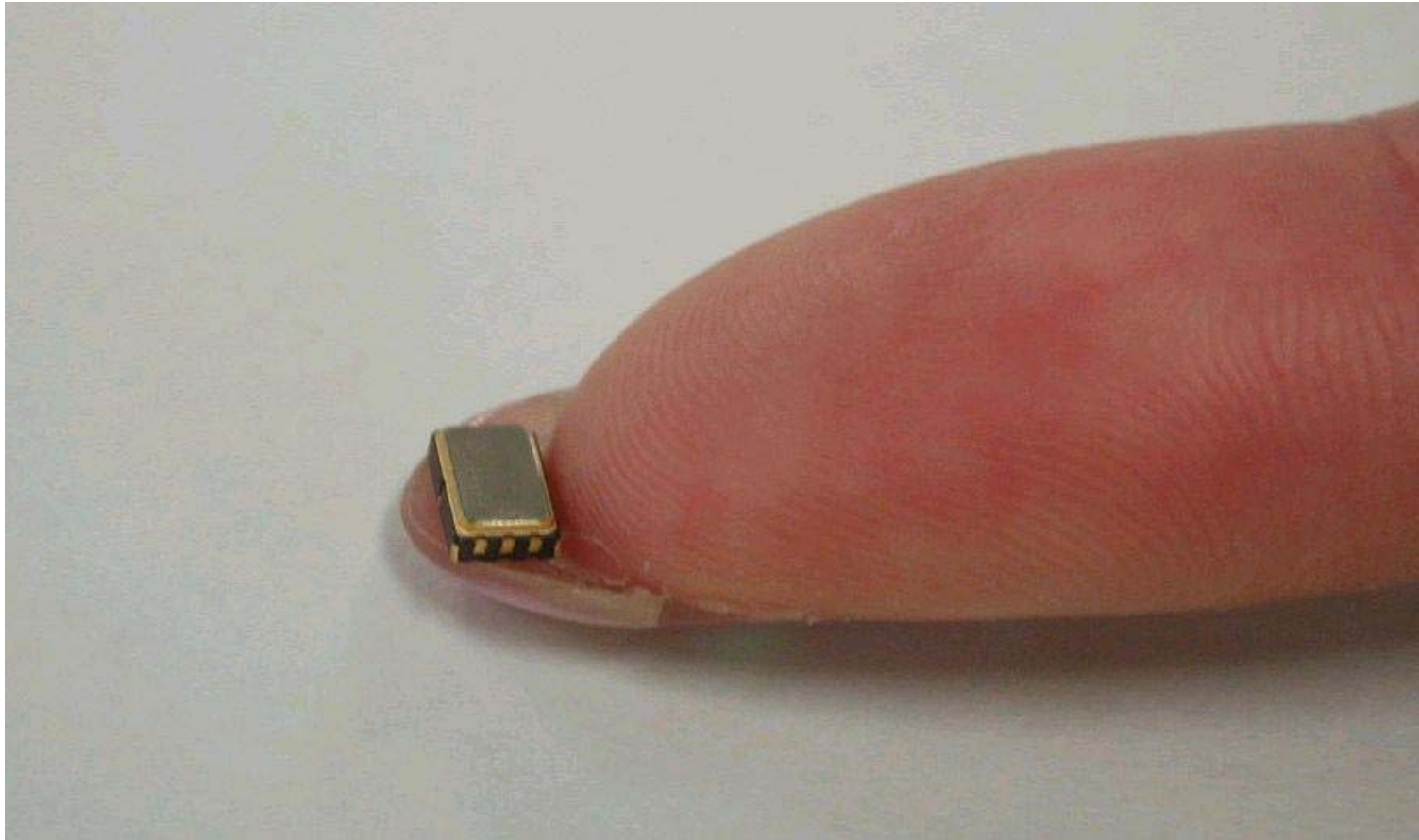


ジャイロセンサとは？

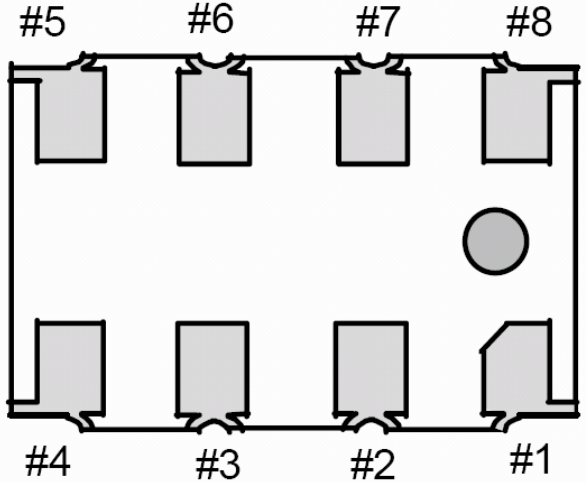
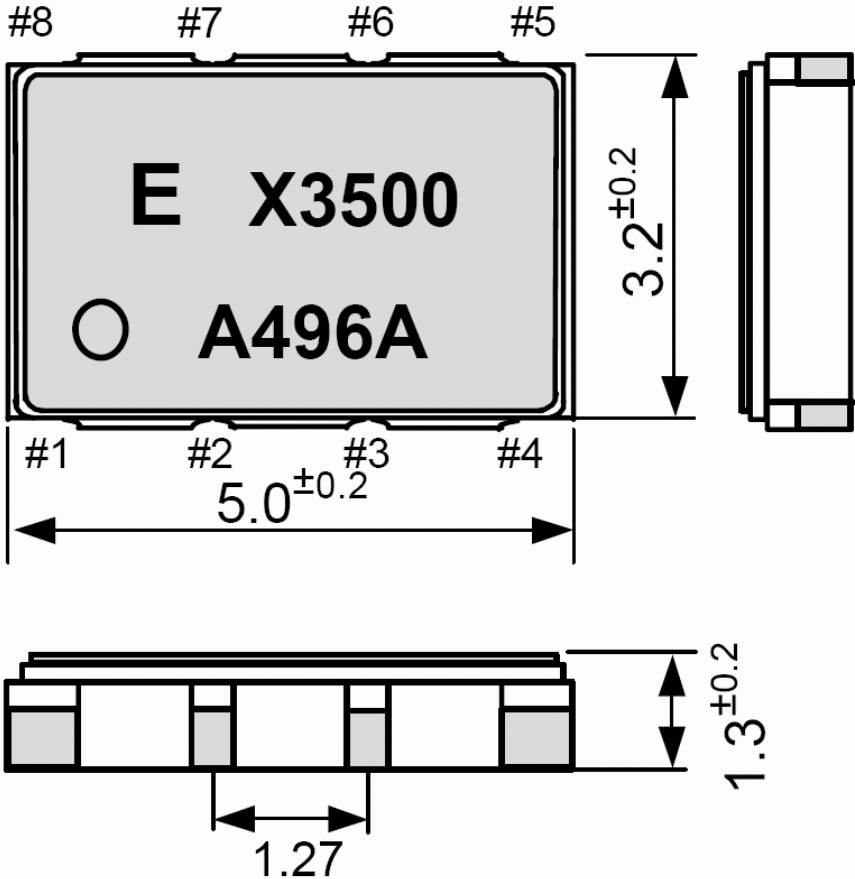
角速度を検出するデバイス

角速度：1 秒間あたりの角度の変化量

# 超小型SMD水晶振動ジャイロセンサ



# 超小型振動ジャイロセンサ XV-3500CB



No.	Pin terminal	No.	Pin terminal
1	N.C.	5	VOUT
2	N.C.	6	VREF
3	N.C.	7	Sleep
4	GND	8	VDD

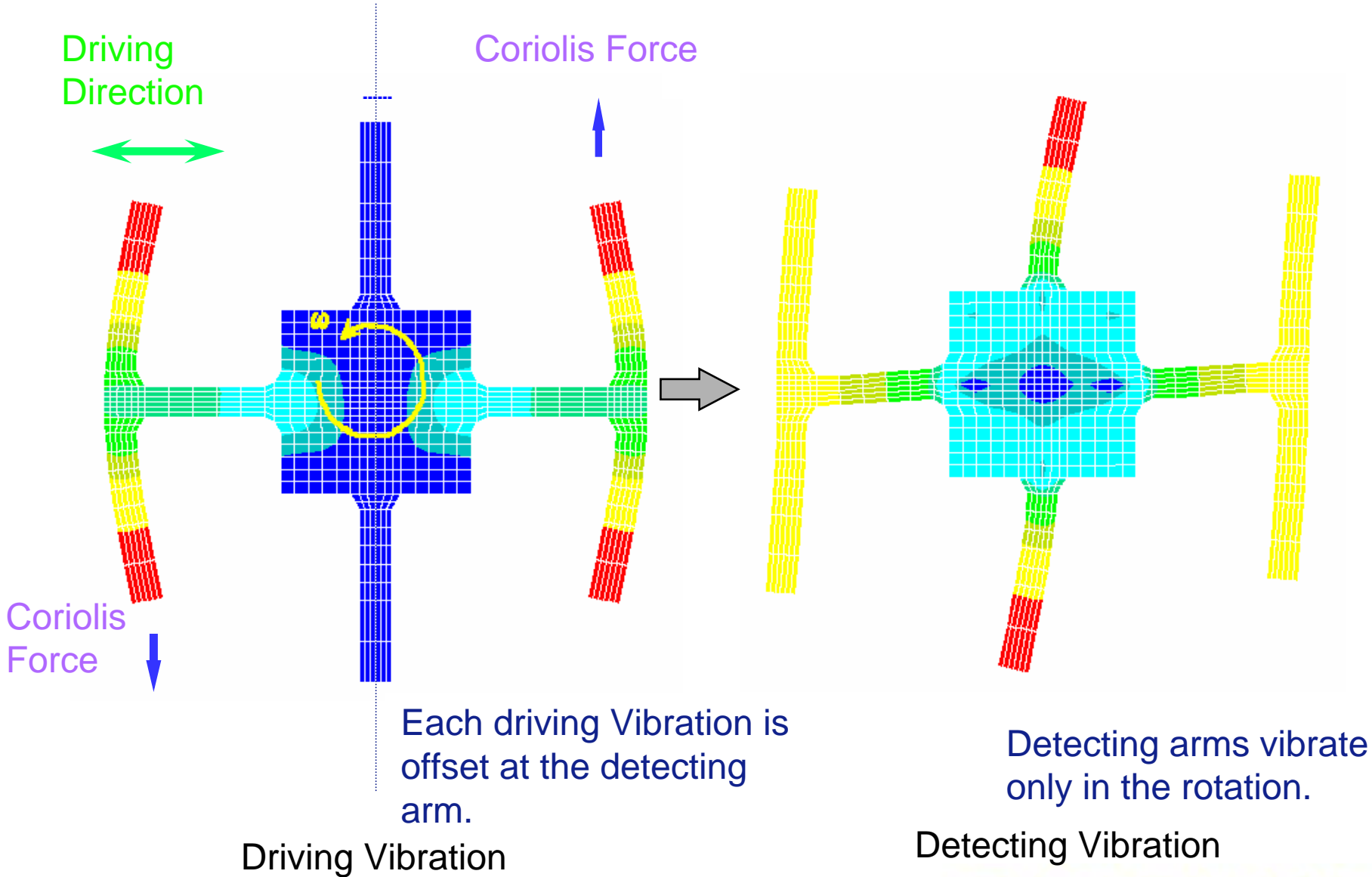
手ぶれ補正システム検出用  
 ヒューマンインタフェース検出用

2004年8月に発表

# 超小型振動ジャイロセンサ XV-3500CB

動作電圧	2.7 V ~ 3.3 V
静止時出力	1.35 V
検出範囲	$\pm 100$ deg/s
感度	0.67 mV deg/s
直線性	$\pm 5\%$ FS

# ダブルT型ジャイロセンサの素子の動き

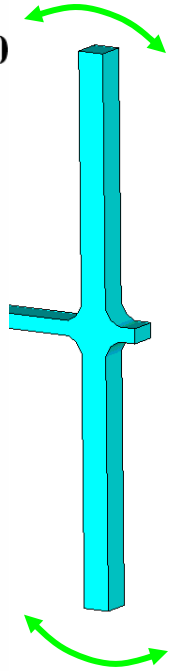
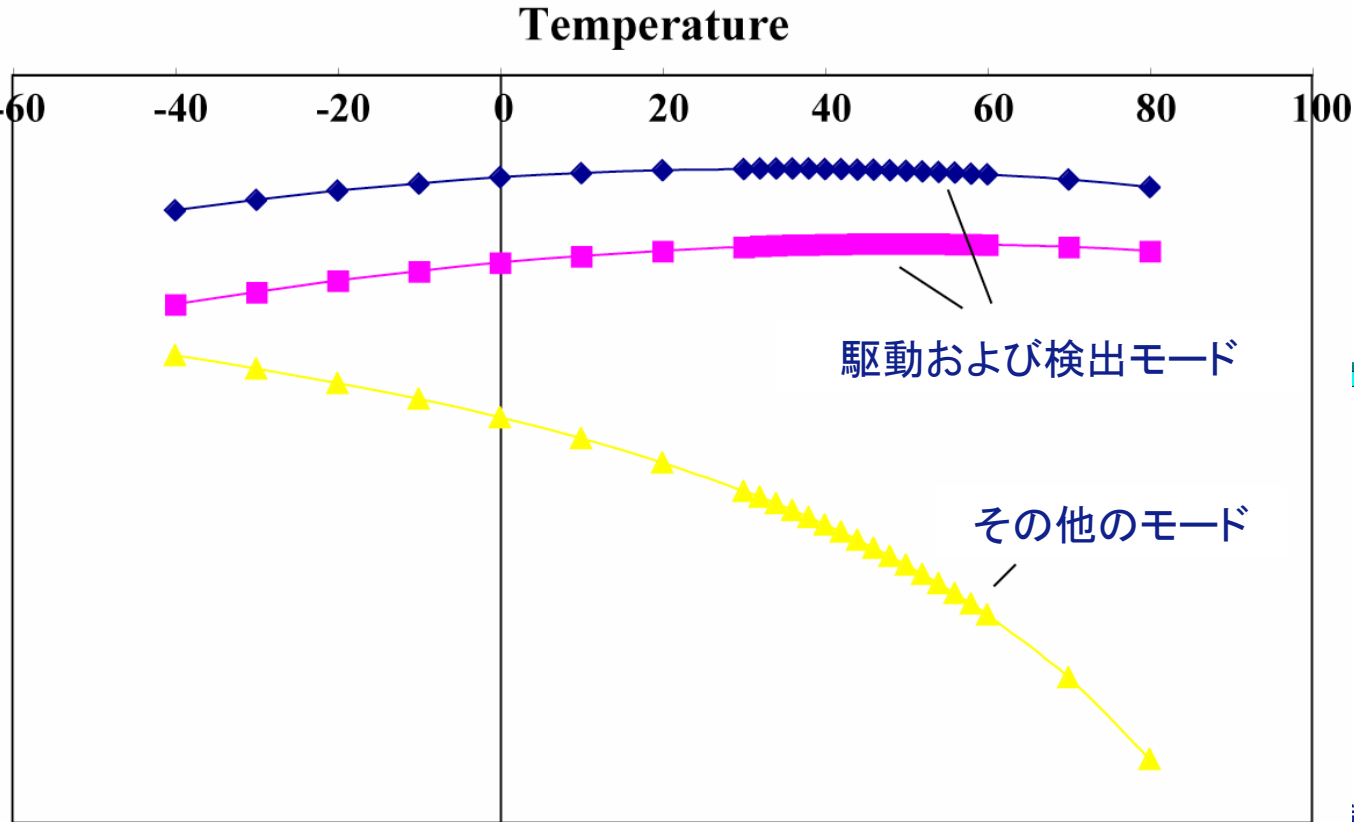


# ダブルT型ジャイロの特徴

## 良好な温度特性

- ・材料と
- ・駆動と
- 同一面

- ・水晶の
- 特性が
- ・温度が
- モードに
- 温度による出力の変化が少ない

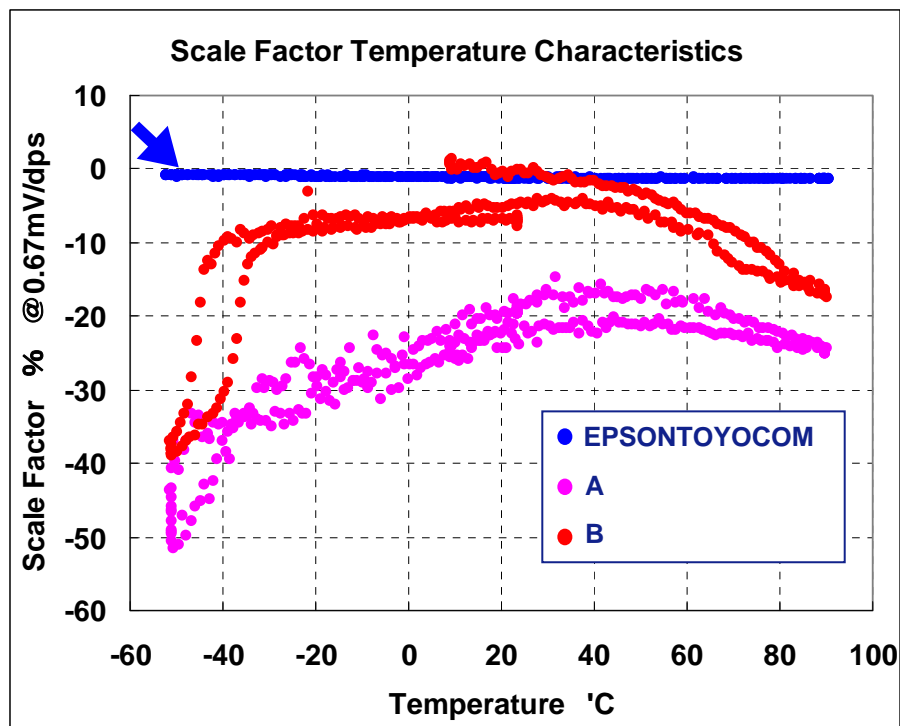


検出振動

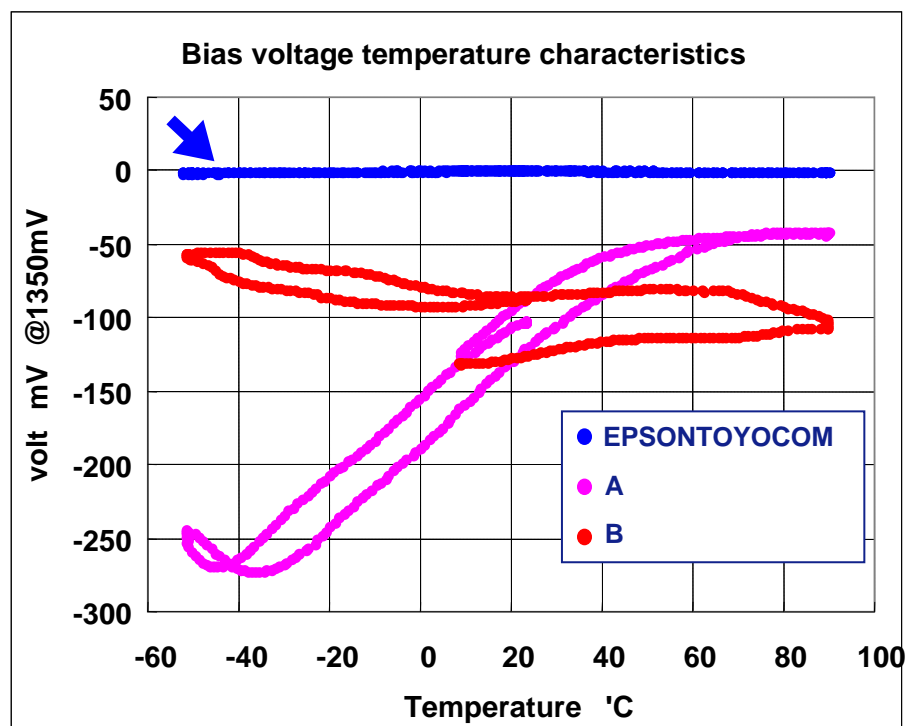
検出振動

# WT型ジャイロの優れた安定性

## 感度温度特性



## 出力(ゼロ点)温度特性



# ジャイロセンサアプリケーションの広がり

Camera

Navigation

**2007** Dumping Control



Security Camera

PND

Navigation

Automotive

Drive Recorder

Stability Control

DVC



DSC

Presser Board

**2005 Market in**

PC Remote Controller

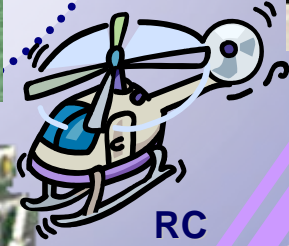


Vacuum Machine



Fitness

Golf Putter



RC Helicopter

Sports

3D PC Mouse



Robot

Amusement

Home Digital



Game Controller

EPSON TOYOCOM

Confidential

1. 会社概要、製品概要、及び、QMEMS技術

2. QMEMS角速度センサ(ジャイロセンサ)

3. センサのUIデバイスとしての活用

- 株式会社ニコン様 MEDIA PORT UP の事例

4. サイバネティック・トレーニングへの活用

- 国立スポーツ科学研究所様の事例

5. 携帯機器へのジャイロセンサの搭載の可能性

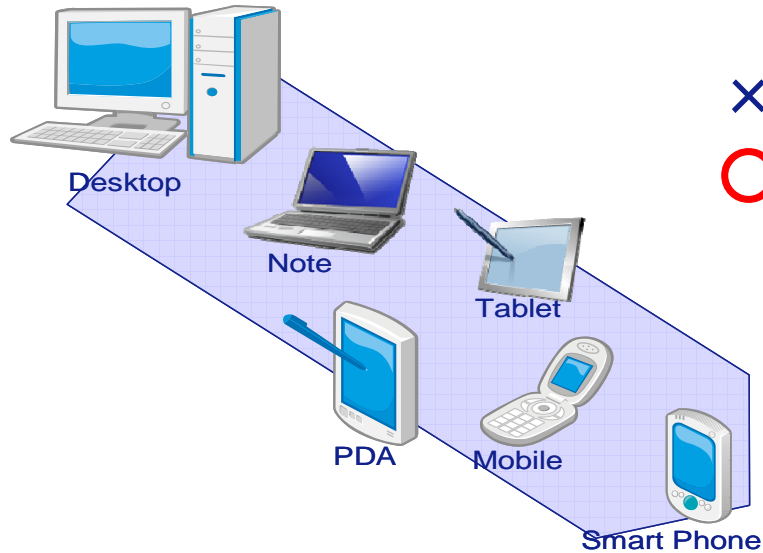
- Nokia Research Center様の事例

~~6. 今後の技術と展望。開発中の水晶センサ~~

第6項の内容はWebでは掲載しておりません。ご了承ください。

7. まとめ

# 人々は、なぜPCでは満足できないのか？



- × コンピューターを使いたい
- いつでも、どこでも、すぐに、  
情報を入力して、コミュニケーション  
したい

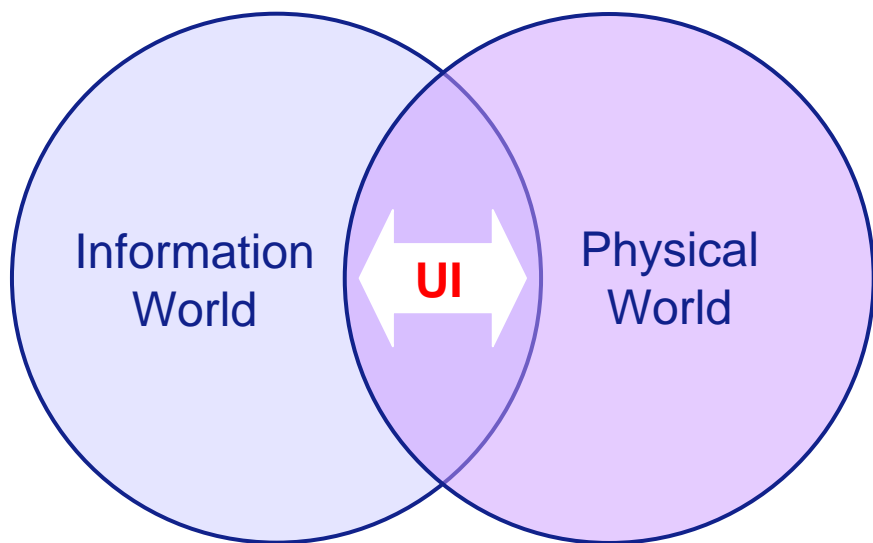
## ウェアラブル機器

様々な試行.....

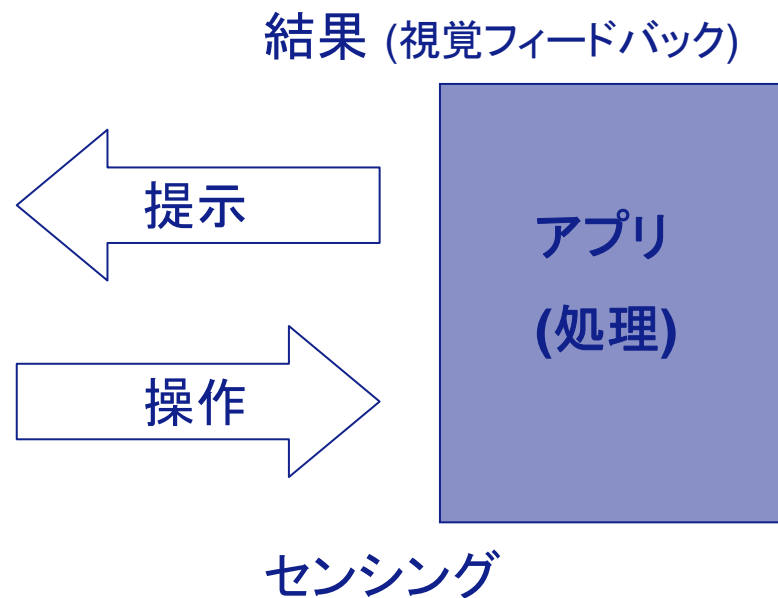


# ユーザインターフェイスとは？

物理世界と情報世界を  
結びつけるもの



操作と提示のループ



# ユーザインターフェースの難しさ

意識的操作をしたのか？無意識的操作なのか？



正確性、選択性

操作に対して、違和感のない提示



応答性、感度

# 株式会社ニコン様 MEDIA PORT UP の事例

動画や音楽を再生、インターネットに接続できる  
ヘッドホン型映像再生装置。

ディスプレイ、ヘッドホン、モバイルAVプレーヤー、  
Wi-Fi通信機能などの機能を一体化した世界初  
の製品。

「UP」を装着することにより、さまざまな場所でい  
つでも手軽に、高品質の映像と音楽を楽しむこと  
ができる。



メディアポート『UP300x』とセンシングについて  
映像カンパニー 開発本部 大槻 正樹 様

ビデオをご覧ください。

1. 会社概要、製品概要、及び、QMEMS技術

2. QMEMS角速度センサ(ジャイロセンサ)

3. センサのUIデバイスとしての活用

- 株式会社ニコン様 MEDIA PORT UP の事例

4. サイバネティック・トレーニングへの活用

- 国立スポーツ科学研究所様の事例

5. 携帯機器へのジャイロセンサの搭載の可能性

- Nokia Research Center様の事例

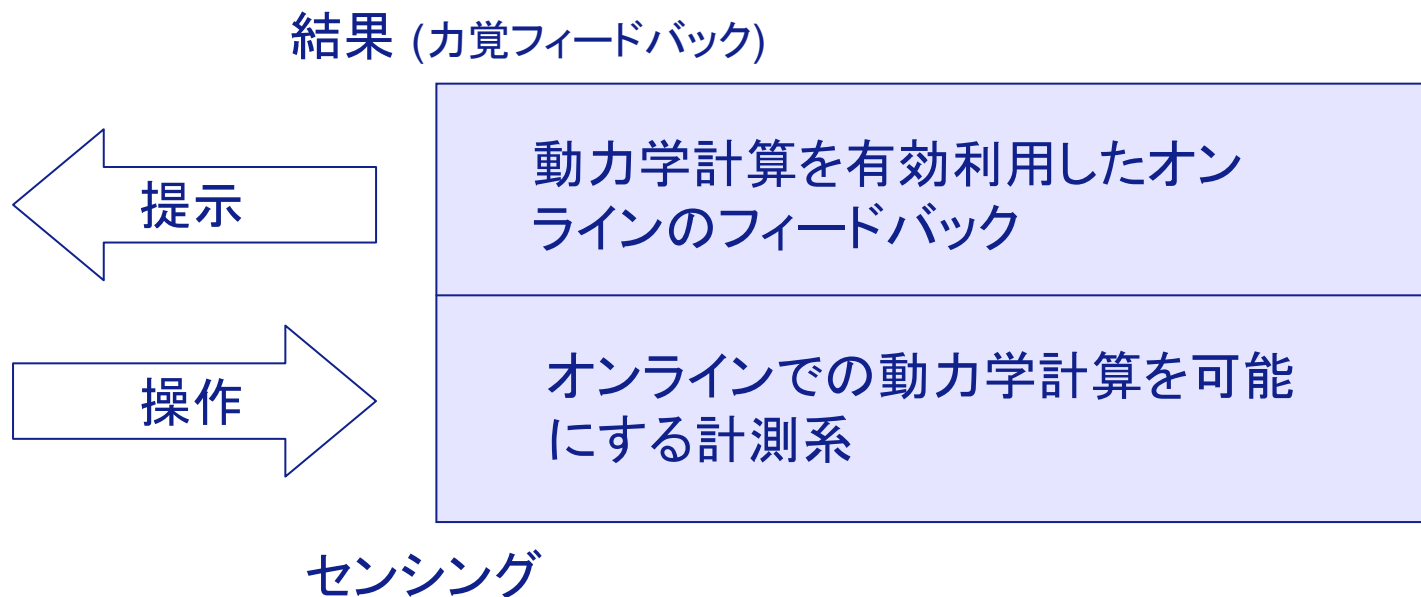
~~6. 今後の技術と展望。開発中の水晶センサ~~

第6項の内容はWebでは掲載しておりません。ご了承ください。

7. まとめ

# 運動を計測するとは？

スポーツのような動的な運動のスキルには、  
身体や道具のダイナミクスが強く関係する



# 加速度センシングが動力学計算に最適

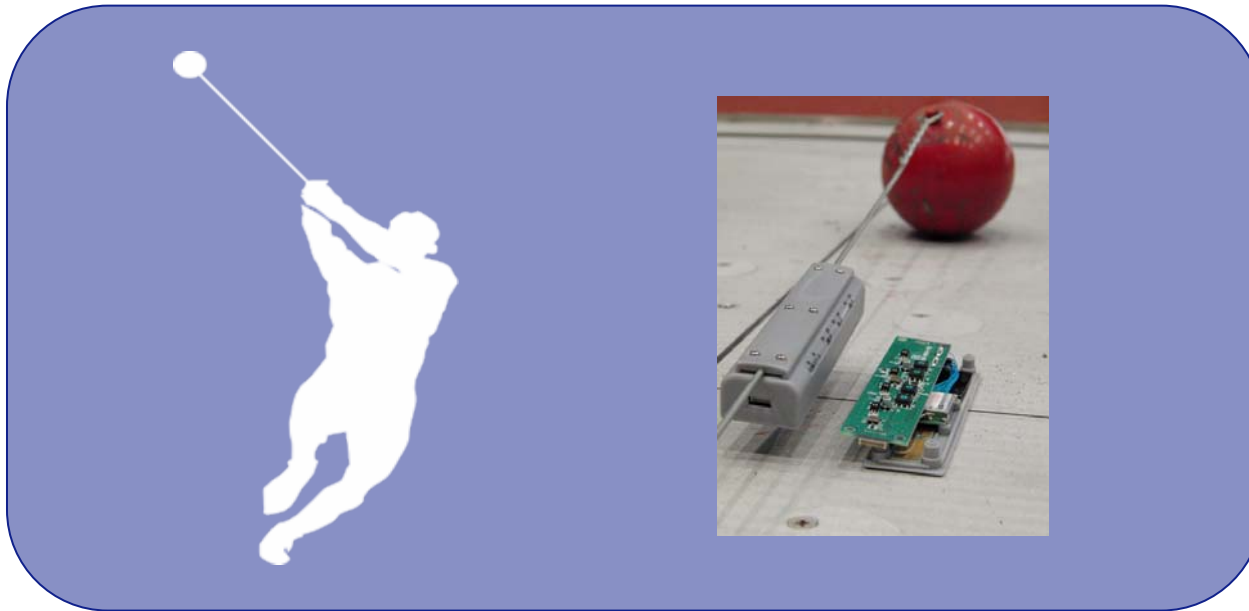
動力学計算の一つの方法は、ニュートン・オイラー法。

複数の加速度信号を得ることにより、動力学計算に必要な運動学データが、代数演算だけで、求められる。

スポーツの運動計測では、高速な運動を高精度に計測できる必要がある。

また、ウェアラブルとする必要があり、小型化が必須

# 国立スポーツ科学センター の事例



スポーツのトレーニング・アシストシステムのために  
必要なウェアラブルな高精度センサ  
スポーツ科学研究部 太田 憲 研究員 様

ビデオをご覧ください。

# 動的センシングを可能とする ジャイロセンサ XV-3500CB W version

動作電圧	2.7 V ~ 3.3 V
静止時出力	1.35 V
検出範囲	$\pm 1500$ deg/s
感度	0.136 mV deg/s
直線性	$\pm 5\%$ FS

\* 本商品は、カスタム対応品です。

1. 会社概要、製品概要、及び、QMEMS技術

2. QMEMS角速度センサ(ジャイロセンサ)

3. センサのUIデバイスとしての活用

- 株式会社ニコン様 MEDIA PORT UP の事例

4. サイバネティック・トレーニングへの活用

- 国立スポーツ科学研究所様の事例

5. 携帯機器へのジャイロセンサの搭載の可能性

- Nokia Research Center様の事例

~~6. 今後の技術と展望。開発中の水晶センサ~~

第6項の内容はWebでは掲載しておりません。ご了承ください。

7. まとめ

# 例えば、携帯端末のアーキテクチャを考えると？

流通アプリ 環境	携帯 アプリ	iPhone アプリ	S60 アプリ	Windows アプリ	Android アプリ	Linux アプリ
開発アプリ 環境	事業者 アプリ 実行環境					
ミドルウェア	電話各社 共通 プラット フォーム	iPhone OS	S60 OS	Windows Mobile (Windows CE)	Android ミドルウェア	ミドルウェア
ドライバ					Linux	Linux
HW	各社	iPhone HW	S60 HW	推奨 HW	HW	HW

第四回IEMF次世代モバイル展「Google Androidの現在と近未来」講演より、一部加筆

# オープンソース化が台頭すると...

## 一般的なのセンサ検討方法

- 目的を手段に落とす
- 複数の手段を考える

e.g.

Positioning - Depth, Altitude, Walk or Run, Address .....

Sleeping - Deep or Shallow, Snoring, Pulse, Temperature .....

Laughing - Voice, Breath, Expression, Pulse, Temperature .....

## オープン環境でのセンサ検討方法

- センサを活用したアプリは市場で作り出される
- 端末には取りあえずセンサを載せてしまおう???

e.g.

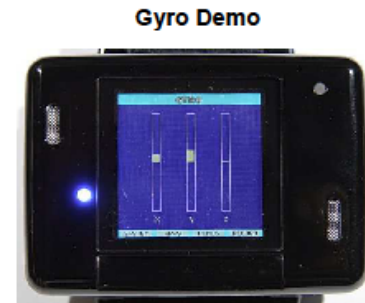
Googleストリートビュー - 加速度センサ、地磁気センサ、GPS.....

iPhone 加速度を使ったゲーム - 加速度センサ.....

NOKIA S60 Step Counter - 加速度センサ.....

# Nokia Research Center の事例

NWSP Stands for Nokia Wrist-Attached Sensor Platform. The platform is targeted as an open source research platform for wellness or other applications.



# NWSP

Nokia Wrist Attached Sensor Platform  
Wearable FPGA Based Wireless Sensor Platform



Research and development of hardware and software architectures for wearable sensor solutions

**NOKIA**  
<http://research.nokia.com/>



You can find more details, contact information and demo video at:  
<http://opensource.nokia.com/NWSP>

Tom Ahola - Nokia Research Center, Helsinki, Finland



## Nokia Wrist Attached Sensor Platform

Wearable FPGA Based Wireless Sensor Platform

### Abstract

A new wearable sensor platform has been developed. It is based on a Field Programmable Gate Array (FPGA) device. Because of this, the hardware is very flexible and gives the platform unique opportunities for research of a wide range of architectures, applications and signal processing algorithms. The platform has been named NWSP (pronounce [enwisp]), for Nokia Wrist-Attached Sensor Platform.

### Examples of Applications

- Real time monitoring or long time activity logging
- Logging of everyday activities
- Fall detection and fall risk analysis of the elderly
- Fitness and sports
- Heart Rate Variability
- Sleep evaluation
- Stress analysis
- Sensor controlled games
- Navigation
- User-interface studies
- Wireless Connectivity studies
- Body area network applications

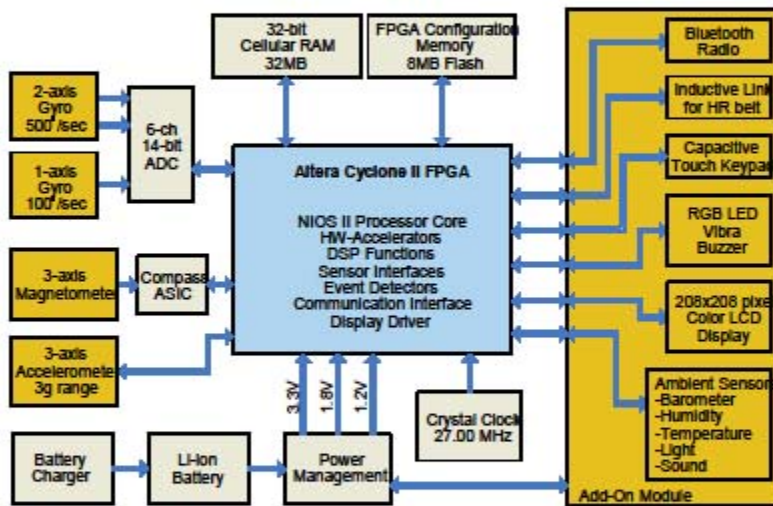
Tom Ahola - Nokia Research Center, Helsinki, Finland



# Nokia Wrist Attached Sensor Platform

Wearable FPGA Based Wireless Sensor Platform

## Hardware architecture



## FPGA

- Altera Cyclone II EP2C20F256C7N
- 18752 logic elements (LEs)
- 52 RAM blocks (4 kilobits each)
- 26 embedded multipliers
- 4 PLLs
- 256 pin FBGA package
- 27.00 MHz external crystal oscillator
- Up to 500 MHz clock can be generated internally

## Sensors

- KXP55 series 3-axis accelerometer by Kionix (range: 3g)
- IDG-300 2-axis gyroscope from Invensense (range: 500°/sec)
- XV-3500 1-axis from Epson Toyocom (range: 300°/sec)
- HMC-1043 3-axis magnetometer by Honeywell
- SCP1000 barometer by VTI (range: 30 kPa - 120kPa)
- SHT11 humidity and temperature sensor by Sensirion
- SPM0103NE3 MEMS microphone by Knowles Acoustics
- HSDL-9001 silicon photodiode light detector

Tom Ahola - Nokia Research Center, Helsinki, Finland

# NWSP

Nokia Wrist Attached Sensor Platform  
Wearable FPGA Based Wireless Sensor Platform

## System Software

- The System software provides the drivers for the sensors and the user interface
- The NUADU\_UI is a class library providing soft menu buttons for applications
- The TSPCANVAS is a class library for drawing graphics object on the display
- NIOS II HAL is a hardware abstraction layer that provides a standard I/O library for peripherals
- Genbus is a generic I/O bus for peripherals and sensors
- The SSI class library implements the Simple Sensor Interface (SSI) Protocol

## Application Software

Check the website for a video and the more detailed demo applications document: <http://opensource.nokia.com/NWSP>

Examples of demos that have been implemented:

- Real time Clock
- Compass, Inclinator and Gyro Demo
- Environment monitor (altitude, air pressure, humidity, temperature)
- GPS navigation, Step counter, Pulse (Heart Rate)
- Ball Game, Sound Demo
- Touchpad Test
- Textbox Demo, Graph Demo
- Audio analyzer (spectrum and waveform plots, guitar tuner)



Tom Ahola - Nokia Research Center, Helsinki, Finland

**Mr. Tom Ahola**  
**Multimodal Interaction Helsinki**  
**(NRC Helsinki)**

ビデオをご覧ください。

1. 会社概要、製品概要、及び、QMEMS技術

2. QMEMS角速度センサ(ジャイロセンサ)

3. センサのUIデバイスとしての活用

- 株式会社ニコン様 MEDIA PORT UP の事例

4. サイバネティック・トレーニングへの活用

- 国立スポーツ科学研究所様の事例

5. 携帯機器へのジャイロセンサの搭載の可能性

- Nokia Research Center様の事例

~~6. 今後の技術と展望。開発中の水晶センサ~~

第6項の内容はWebでは掲載しておりません。ご了承ください。

7. まとめ

1. 会社概要、製品概要、及び、QMEMS技術

2. QMEMS角速度センサ(ジャイロセンサ)

3. センサのUIデバイスとしての活用

- 株式会社ニコン様 MEDIA PORT UP の事例

4. サイバネティック・トレーニングへの活用

- 国立スポーツ科学研究所様の事例

5. 携帯機器へのジャイロセンサの搭載の可能性

- Nokia Research Center様の事例

~~6. 今後の技術と展望。開発中の水晶センサ~~

第6項の内容はWebでは掲載しておりません。ご了承ください。

7. まとめ

# センサの選られ方

アプリの広がり	考え方	選られ方
センサのUIデバイスとしての活用	目的指向のデザインが必要。 センシングしたいからは駄目。	目的を手段に落とすことで、適切なセンサを選択できる。
サイバネティック・トレーニングへの活用	オンラインな計測系と、オンラインなフィードバック系が必要。	高速な運動を高精度に計測できるセンサを選択する。
携帯機器へのジャイロセンサの搭載	目的指向も存在するが、搭載されるセンサにより、アプリの繁殖性が加速する。	小型、低消費で、使い勝手が良いもの。

# センサが提供すべき特性

■ センサには**5S+2S**が要求される

**S**peed

**応答性** 物理量の変化に  
すぐに反応する

**S**ensitivity

**感 度** 物理量の変化に  
大きく反応する

**S**electivity

**選択性** 要求される  
物理量にだけ反応する

**S**traight Response

**正確性** 物理量の変化に  
正確に反応する

**S**tability

**安定性** 外的環境に  
影響を受けない

**S**mall

**携帯性** 小型で置き場所に  
困らない

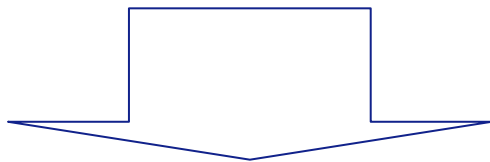
**S**aving Energy

**低消費** 消費電力が少ない

# センサの重要性

センサとは、物理量を電気信号や別の物理量に変換する装置。  
目的とする物理量に対して、最適なセンサを選ぶことが必要。

最初の段階で、出来る限りノイズを排除することが必要  
アルゴリズム補正(統計処理)は最後の手段



数ある同種のセンサから、低ノイズ、低ドリフトなセンサを選ぶことが、  
アプリケーション商品化の最短ルート

**Thank you very much  
for your kind attention**