

## 車体姿勢検出向けジャイロセンサ『XV-9000 シリーズ』

### XV-9000 シリーズ製品紹介

#### 【ジャイロセンサとは】

ジャイロセンサは、単位時間当たりの回転量を示す角速度( $^{\circ}/s$ )を計測します。このジャイロセンサとしばしば混同されるセンサとして加速度センサがあります。物体の回転運動の角速度を計測するジャイロセンサに対し、加速度センサは物体の直線運動の速度変化を計測します。このように異なる2つの物理量を6軸（ジャイロセンサ3軸+加速度センサ3軸）で計測することにより、物体の3次元の動きをとらえることができます。

#### 【セイコーエプソンのジャイロセンサ】

セイコーエプソンのジャイロセンサは、優れた温度特性と低ノイズ特性により、これまでさまざまなアプリケーションの進化に寄与してきました。一例として、ジャイロセンサはデジタルカメラの光学式の手振れ補正機能に利用されています。光学手振れ補正機能とは、撮影時の手持ちのぶれをジャイロセンサで検知し、ぶれをキャンセルするようにレンズやイメージセンサをシフトさせ、ぶれの影響を低減するシステムです。その補正の能力をあらわす指標のひとつに、段数表示があります(1段補正はシャッター速度を2倍にしても、補正をかけない場合と同じぶれ量になることを示す)。セイコーエプソンのジャイロセンサを用いたシステムでは4段補正(16倍のシャッター速度)が可能となり、それまで存在したシステムの2倍以上の効果が得られます。またカメラの手振れ補正以外にもカーナビゲーションや家庭用テレビゲームのリモートコントローラやPCの3Dマウス、自走式掃除機やホビーなど様々な用途に利用されております。

そうしたなか、セイコーエプソンでは、自動車業界で要求される高温度・高信頼性に対応した自動車の車体姿勢検出向けのジャイロセンサ「XV-9000 シリーズ」を製品化しました。今回はこのXV-9000 シリーズについて解説します。



図1：セイコーエプソンの車体姿勢検出向けジャイロセンサ「XV-9000 シリーズ」  
(左下：CD パッケージ、右上：LV パッケージ、左上：LP パッケージ)

表1 XV-9000 シリーズの仕様概要

項目	単位	XV-9100CD XV-9300CD	XV-9100LV XV-9300LV	XV-9100LP XV-9300LP	条件
検出軸	-	Z		X	-
動作温度範囲	°C	-40 to +105	-40 to +125		-
電源電圧	V	5.0+/-0.25			-
消費電流	mA	5.8 Typ.			無負荷
検出範囲	°/s	+/-100 (XV-9100) +/-300 (XV-9300)			-
感度	mV/(°/s)	0.004 x V <sub>DD</sub> (XV-9100) 0.0012 x V <sub>DD</sub> (XV-9300)			-
感度温度特性	%	+/- 5			Ta=+25 °C 基準
静止時出力	V	0.5 x V <sub>DD</sub>			-
静止時出力温度特性	°/s	+/- 5 (XV-9100) +/- 20 (XV-9300)			Ta=+25 °C 基準
直線性	%FS	+/- 0.5			-
周波数特性	Hz	50			-3dB point
ノイズ	(°/s)p-p	1.0 Max. (XV-9100) 3.3 Max. (XV-9300)			-
他軸感度	%	+/-5.0			-
セルフチェック機能	-	あり			-
外形寸法	mm	5.0 x 5.0 x 1.4	6.8 x 7.0 x 3.3	9.5 x 5.0 x 7.0	-

【「横滑り防止装置」に不可欠なジャイロセンサ】

横滑り防止装置とは、自動車の運転者のステアリング、アクセル、ブレーキ等の車両制御操作と、ジャイロセンサや加速度センサ等から得られる車両の姿勢情報との比較により車両の横滑りを検知し、ブレーキやエンジンのトルク制御により安定走行を確保する装置です。この横滑り防止装置の搭載により 30%以上の事故が低減できるという分析結果から、世界各国で全車両への標準搭載が進んでいます。米国では 2011 年 9 月以降発売される 4.54t 以下の全ての新車に横滑り防止装置の搭載を義務化。欧州では 2011 年 11 月以降発売される新モデル、2014 年 11 月以降発売される新車の全てに横滑り防止装置の搭載が義務化。日本でも 2012 年 10 月以降発売される新モデル、2014 年 10 月 1 日以降に型式指定を受ける自動車に対して、横滑り防止装置の搭載が義務付けられることになりました(軽自動車についても、新型生産車は 2014 年 10 月 1 日以降、継続生産車は 2018 年 2 月 24 日以降に型式指定を受ける自動車に横滑り防止装置の搭載が義務付けられます)。

この横滑り防止装置に不可欠なセンサの一つがジャイロセンサです。一般的な民生部品と比較して、車載用途ならではのいくつかの特殊要求があります。安全にかかわるものなので高い信頼性はもちろんのこと、ブレーキユニット等の高温環境下での耐久性に加え、振動や衝撃が加わったとしても異常な出力を出さないことが重要となります。

セイコーエプソンがこの度、製品化したジャイロセンサ「XV-9000 シリーズ」は、自動車の予防安全システムである横滑り防止装置、及び衝突安全システムである横転時保護装置を対象にした製品になります。2 つのシステムでは前者が車両の Yaw 方向(車両の水平左右方向)、後者が車両の Roll 方向(車両の垂直左右方向)と検出軸方向が異なるため、それぞれのシステムに適した角速度の検出軸と検出範囲が得られる製品を準備しました。

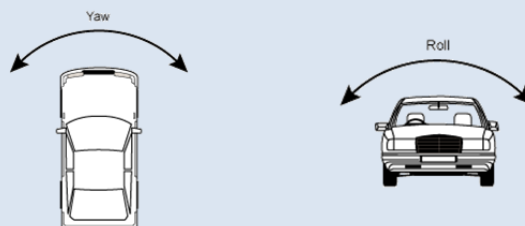


図2：自動車のYaw レート、Roll レート

【XV-9000 シリーズの特徴】

XV-9000 シリーズの特徴として、以下の5点が挙げられます。

- ① センサ素子とその支持構造による低衝撃感度、低振動感度特性
- ② ブレーキユニットへの設置も可能な高温度動作対応
- ③ 常時及び起動時の故障診断機能による高信頼性の確保
- ④ 独自のダブルT構造の水晶センサ素子による小型で低ノイズかつ高安定な特性
- ⑤ Jリード端子採用による優れた接合信頼性(LVパッケージ、LPパッケージ)

特に自動車の車体制御用として重要となる低衝撃感度、低振動感度についてセンサ素子の概略図を用いて説明します。

図3にセンサ素子の模式図を示します。センサ素子は重心に対し、点対称に設計されており、重心付近が不動点となります。不動点である重心で素子を支持することができるため、外力に対する安定を保つことができます。以下では実際の検出の流れに沿って動作を説明します。

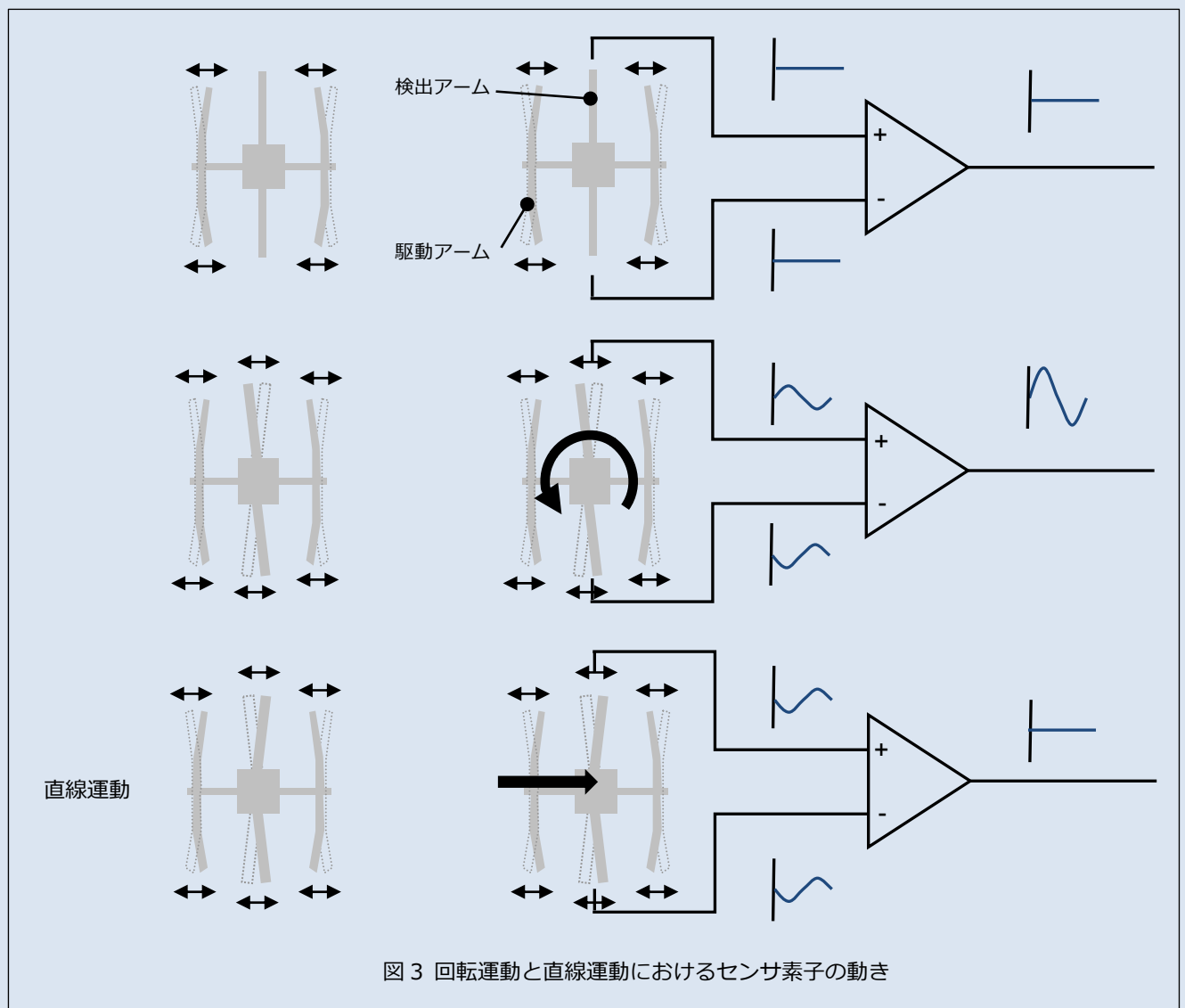


図3 回転運動と直線運動におけるセンサ素子の動き

まずセンサに電源を投入すると逆圧電効果により、駆動アームが振動を開始します。駆動アームが振動した状態で、紙面に水平な回転運動が加わると、駆動アームには駆動振動に対して垂直方向のコリオリ力が発生します。発生したコリオリ力に応じて検出アームには屈曲振動が生じます。それぞれの検出アームの屈曲振動は、圧電効果により電荷を発生させます。結果的に、センサ素子からは、角速度に応じた電気信号が出力されます。

上下検出アームに発生した電気信号を差動増幅することにより、角速度に応じた電気信号は2倍に増幅されます。

なお、圧電効果及び逆圧電効果とは水晶がもつ性質の一つです。圧力を加えると加えた圧力に依存した電荷が現れる現象を圧電効果、逆に電界を加えると圧電体自身が変形する現象のことを逆圧電効果とよびます。振動ジャイロセンサではこの圧電効果を利用した製品が多数存在していますが、セイコーエプソンでは単結晶で安定した物性を持った水晶を選択しています。

一方でセンサに直線運動が加わった場合のセンサの挙動を見てみます。一例として、駆動アームが振動した状態で、側方から直線運動が加わった場合を想定すると、側方から直線運動が加わると検出アームに同位相の屈曲振動が生じます。それぞれの検出アームには圧電効果により、加速度に応じた振幅と屈曲方向に応じた同位相の電気信号が発生しますが、上下検出アームに発生した同位相の電気信号を差動増幅することにより、直進運動に応じた電気信号はキャンセルされ出力されない仕組みとなっております。これが、加速度（直進運動）が加わっても異常出力を出さないメカニズムです。

ここで XV-9000 シリーズの耐振動性、耐衝撃性について説明いたします。

図4の左図は、10G(Gは重力加速度)という加速度で周波数を10~3000Hzまで振動を加えたときのセンサの出力です。横軸は印加した加速度の周波数で、縦軸はセンサの加速度感度(1Gあたりに出力される電圧の角速度換算値)になります。この結果からいずれの周波数でも異常出力がないことがわかります。一方図4の右図は、500Gというより大きな衝撃を印加した時のセンサ出力です。横軸は応答時間で、0秒が衝撃を印加したタイミングになります。こちらも500Gという高い衝撃Gを印加しても、異常出力がないことがわかります。以上のように、セイコーエプソンのXV-9000シリーズは、高い耐振動性・耐衝撃性を有していることがわかります。

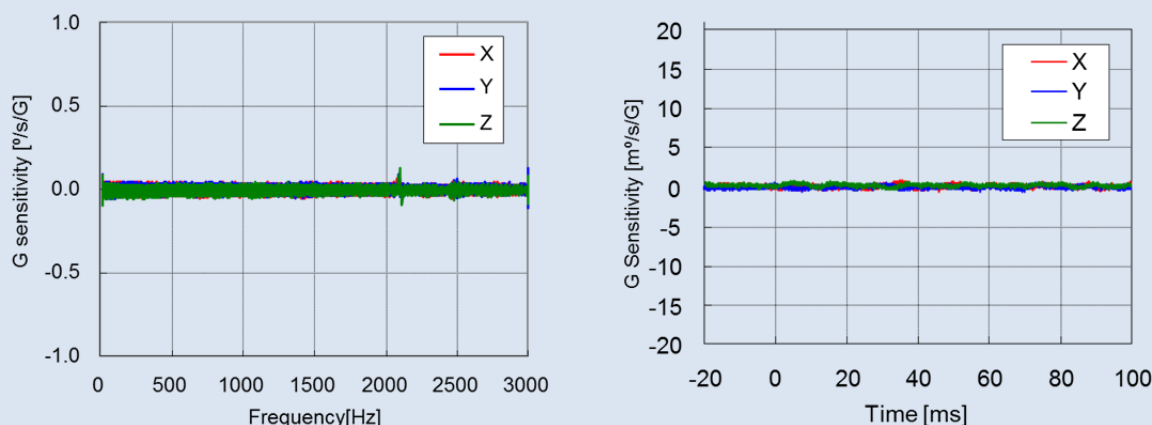


図4: 低振動感度(左図)と低衝撃感度(右図)

#### 【異常出力を極限まで追求】

本製品 XV-9000 シリーズでは、こうしたセンサ素子そのものがもつ耐振動性、耐衝撃性に加え、内蔵する信号処理回路の最適設計により、振動や衝撃による異常出力を極限まで抑制しております。そのため、ジャイロセンサが実装されるシステムの構造設計が容易になり、またシステムの安定性も高めることができるものと私たちは考えております。

セイコーエプソンは、水晶ジャイロセンサの可能性を、カメラ、ホビー、ゲームなどの民生分野から、車輛制御の安全分野まで様々なアプリケーションで追及していきます。

なお本製品の詳細仕様に関しましては、下記セイコーエプソン Website にてご確認頂けます。

セイコーエプソン Website

[http://www5.epsondevice.com/ja/sensing\\_device/product/gyro/xv9100\\_9300lv\\_lp.html](http://www5.epsondevice.com/ja/sensing_device/product/gyro/xv9100_9300lv_lp.html)

[http://www5.epsondevice.com/ja/sensing\\_device/product/gyro/xv9100\\_9300cd.html](http://www5.epsondevice.com/ja/sensing_device/product/gyro/xv9100_9300cd.html)