

自己位置推定機器の革新的な高精度化及び小型化につながる量子慣性センサー技術

冷却原子・イオンを用いた高性能ジャイロスコープの開発

研究開発代表者： 上妻 幹旺 国立研究開発法人科学技術振興機構 プログラムマネージャー
／ 東京工業大学 理学院 物理学系 教授

共同研究機関： 大阪大学、日本航空電子工業株式会社



目的：

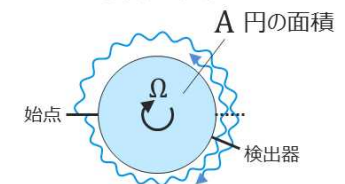
準天頂衛星みちびきの信号欠落時を補完して民生応用を拡大する上で、自己位置推定機器の精度向上は必須の課題である。本研究では、自己位置の推定精度を律則しているジャイロスコープの性能を、原子波干渉とよばれる量子技術を駆使して向上させることを目指す。

研究概要：

ジャイロスコープの性能は、定角速度下における出力のアラン偏差で評価できる。最高性能を有する光干渉型リングレーザージャイロに比べ、アラン偏差を2桁程度低減することができれば、「自動運転車の多重安全性確保」、「海洋資源探索の効率化」、「自動運転船舶を用いた物流における安全性確保」などが期待できる。本研究では、光波のかわりに、原子やイオンが有するド・ブロイ波を用いて干渉計を構築することでアラン偏差を飛躍的に低減するとともに、原子波ジャイロスコープを用いた高性能自己位置推定機器の実証機を試作する。原子波ジャイロスコープを実験室環境下で原理実証することはもとより、これを振動や加速を伴う実使用環境下でも機能するセンサーとして実装し、さらに小型化技術を醸成することで、様々なビークルへの搭載を可能にする。ジャイロスコープの性能が桁で向上すると、重力異常や鉛直線偏差といった重力の変動が自己位置推定に与える影響が無視できなくなる。この影響は、重力勾配計によって原理的に補正が可能であり、本研究ではジャイロスコープ性能向上後の将来も見据え、重力勾配計に関する基礎研究も併走させる。

<http://www.kozuma.phys.titech.ac.jp/>

光波ではなく原子のド・ブロイ波
を利用する



干渉型ジャイロにおいて
検出される位相差
$$\Delta\Phi = \frac{4\pi\Omega A}{\lambda v}$$

波の波長 λ 波の速度 v

原子波は光波よりも波長・速度
が小さく有利

Development of high-performance gyroscopes with matter waves

Project Leader : Mikio KOZUMA Program Manager, JST
/ Professor, Department of Physics, Tokyo Institute of Technology

R&D Team : Osaka University, Japan Aviation Electronics Industry, Limited



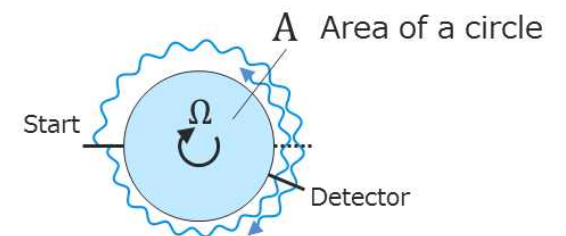
Summary :

Vehicle position can be estimated by using both accelerometers and gyroscopes. Such estimation on the self-position is called the inertial navigation which enables supplementing the Global Positioning System (GPS) or Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) vulnerable to radio disturbance. Proof-of-concept (POC) of this project is to implement high-performance of inertial navigation system applicable to a self-driving car, an autonomous ship, and also seabed resource exploration.

Currently, the accuracy of the inertial navigation is restricted by the Allan variance of a gyroscope. In this project, the performance of gyroscope that can be mounted on various vehicles is drastically improved by using quantum de Broglie wave instead of the classical light wave.

<http://www.kozuma.phys.titech.ac.jp/>

**de Broglie waves
instead of light waves**



Phase difference $\Delta\Phi = \frac{4\pi\Omega A}{\lambda v}$
Wavelength velocity

**De Broglie waves have
wavelength and velocity smaller
than those of light waves**