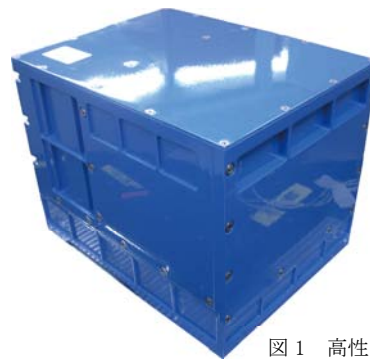


高性能小型慣性航法装置の開発と展望

○石橋 正二郎 (独立行政法人海洋研究開発機構)

電磁波の減衰が著しい海中において、移動体の正確な絶対位置を把握することは極めて困難である。一方、無索無人の自律海中探査機 (Autonomous Underwater Vehicle : AUV) には、広域の海底地形あるいは海底地下構造といった環境計測を遂行するために、定められた航路を自走する能力が求められる。そのため、当該海中探査機において自己位置の把握は必須の能力となり、この位置精度が自走能力を決定するだけでなく、上記環境計測の精度をも決定つける。この事項において、内界センサの出力のみにより絶対位置を演算する航行機器として慣性航法装置 (Inertial Navigation System : INS) がある。一般的に INS は、プラットフォーム方式 (Platform type) とストラップダウン方式 (Strap-down type) に大別され、現在はエレクトロニクス技術の進歩により光学ジャイロと加速度計の組み合わせとなるストラップダウン方式が主流となる。当該海中探査機においてもストラップダウン方式の INS が搭載されており、INS 内部に仮想定義される三次元直行座標系における移動量を地球座標系に変換し、これを積算することにより絶対位置が算出される。近年は、光ファイバジャイロ (Fiber Optical Gyro : FOG) やリングレーザージャイロ (Ring Laser Gyro : RLG) といった高性能な光学式ジャイロが適用されており、これにより INS の性能及びその位置精度は飛躍的に向上した。一方 INS は、上記各内界センサの出力を用いて各種演算を実施するため、その性能は加速度計及び光学ジャイロの性能に強く依存し、特に光学ジャイロの性能はそのサイズの大小に比例する。これは、光学ジャイロの原理および機構として、角速度演算の精度が光路長あるいは光路長の大長により決定されることに起因する。このため、INS の高性能化は、光学ジャイロの大型化、ひいては INS の大型化への取り組みとなり、当該 INS の搭載は十分なペイロードを有する大型 AUV のみに許容される事項となる。しかし現在、生物の追跡探査や狭域、局所域などの比較的限定された領域の調査観測における小型 AUV の需要が高まっており、また従来は INS を搭載していなかった ROV や有人探査機においても、INS を搭載することにより操作性・操縦性を向上させる機能が求められている。これら需要に伴い、今後の海中探査機技術の志向として、小型かつ高性能な INS の開発が必要となる。

独立行政法人海洋研究開発機構 (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology : JAMSTEC) では、海中探査機の種別、機体サイズに関わらず搭載可能な、高性能小型 INS の開発に取り組んでおり、現在その試作機を完成させ、海中探査機実機を用いて海域においてその実用性の検証を進めている。図 1 に当該 INS 試作機の外観を示す。試作された INS は、これまで巡航型 AUV に搭載されていた INS と比較して格段の小型軽量化を実現しており、これは超小型のリングレーザージャイロ (Ring



質量 : 8.5 kg
寸法 : 185×185×240 mm
容積 : 8.3 L

図 1 高性能小型慣性航法装置 (試作機)

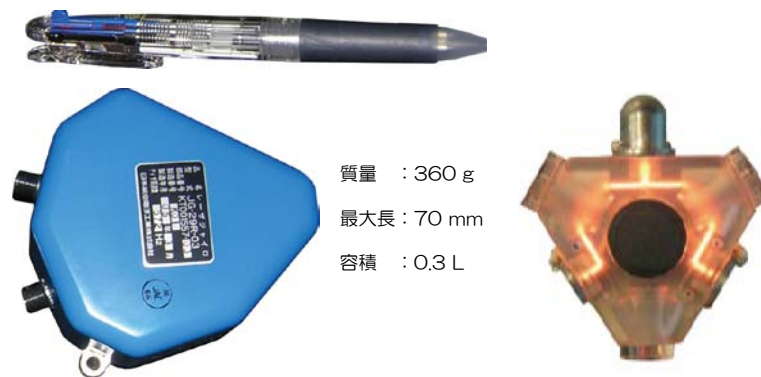


図2 リングレーザージャイロ

Laser Gyro : RLG) の採用とそれに伴うセンサ配置設計及びセンサブロックの小型化、電子基板の両面実装化及び高密度実装化、ASIC 採用による電子部品点数の削減、各種電源部のモジュール化など、多くの技術的取り組みによる。これにより、質量にして約 65%減、容量にして約 60%減の小型軽量化となった。図 2 に当該 INS 試作機に適用されている RLG 外観を示す。しかし一方で、RLG の大幅な小型化により基本性能及び位置精度は劣化してしまい、これはジャイロ誤差に起因する方位角誤差が支配的な要因となる。そこで試作機では、適応フィルタの状態遷移部に各ジャイロ誤差を考慮させることにより当該誤差の抑制を図っており、RLG の小型化による絶対的な精度低下は回避できないものの、各種演算処理の最適化によってその他の誤差要因を補償している。また試作機には、従来品と同様に GPS (Global Positioning System) 及びドップラ速度計 (Doppler Velocity Log: DVL) との複合航法機能も備えており、更に初期静定演算時において各センサのバイアス誤差、スケールファクタ誤差を含む状態誤差を事前推定しているため、これにより慣性航法演算及び複合航法演算の精度が向上している。

現在、当該 INS 試作機を海中探査機を含む様々なプラットフォームに搭載し、実海域での計測結果を解析することにより精度向上について検証している。同時に、これまでの試作機開発及び試験結果で得られた知見を適用することで、世界最高性能となる小型 INS 最新機の開発も進めている。