

海中探査機を使用した要素技術の検証

○石橋 正二郎

(独立行政法人海洋研究開発機構)

吉田 弘・百留 忠弘・澤 隆雄

(独立行政法人海洋研究開発機構)

現在、海中探査機は多岐にわたる分野に適用されており、機種も用途に応じて多様化している。その分類は有人機と無人機に大別され、更に無人機はオペレーション方式により有索無人機と無索無人機に分けられる。有索無人機は基本的には支援母船とケーブルにより連結されており、支援母船より動力を供給されるだけでなく動作指令が提示され、対して探査機からは各機器の出力を含む状態をフィードバックする双方向通信により運用される。通常、この方式による探査機は、遠隔操縦海中探査機 (Remotely Operated Vehicle: ROV) と呼称される。一方、無索無人機は外界より動力供給を受けないため、機体内部に動力源を装備しており、加えてこの方式の探査機が独自の制御システムを組込むことにより自身の挙動を統括する場合、自律海中探査機 (Autonomous Underwater Vehicle : AUV) となる。従来より AUV は、定められた航路に従い長距離かつ長時間航行する能力を有し、これにより広域での観測調査を実施することを目的としており、当機構でも既に実用機が運用されている。一方、比較的狭域において目的の作業を自律遂行する作業型 AUV の開発も進められており、これにより、これまでは ROV に委ねられてきた作業のうち、比較的容易な作業を AUV が遂行することが実現される。これら各 AUV の能力を更に進捗させ、次世代の AUV 開発を見据えた場合、必須となる要素技術が多数存在する。その中でも動力源、航法装置、制御システムの開発は、基本かつ重要な要素技術であり、これらは種別を問わず多くの海中探査機に共通した重要課題でもある。

独立行政法人海洋研究開発機構 (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology: JAMSTEC) では上記の各要素技術に対して研究を進めており、このたび深海用リチウムイオン電池 (図 1 参照)、小型慣性航法装置、分散 CPU 制御システムの各試作機を開発し、実海域においてその実用性を検証した。いずれのシステムも従来と比較して小型化あるいは高性能化されているだけでなく、信頼性も向上されている。油漬け均圧方式となる深海用リチウムイオン電池は、ラミネート式の薄板型 Ni 系リチウムイオン電池を用いることで、従来品と比較して約 1.7 倍以上の容量を得ることが実現されている。国産宇宙ロケットにも採用されている超小型のリングレーザージャイロを内蔵する高精度な小型慣性航法装置には、これまでは factory-default となっていた各演算パラメータゲインを自由に設定する機能が組み込まれている。分散 CPU 制御システムは、各 CPU への負荷を軽減させるだけでなく、専用の通信網で連結することによりシステム構成の変更に対応でき、また各種情報をシステム全体で管理することにより、自己復旧及び機能補完が可能なシステムとなっている。

2010 年、現在開発を進めている作業型 AUV 「MR-X1」を用いて、前述の要素技術の実用性を検証するため



図 1 深海用リチウムイオン電池

図2 模擬作業時の「MR-X1」外観



に2度の海域試験を実施した。「MR-X1」は作業型 AUV のプロトタイプとしてだけでなく、新技術を実環境下において検証するテストベッドでもある。2010年8月に「かいよう」を支援母船として実施した海域試験では、前述の各システムを全て「MR-X1」に搭載し、それぞれの基本性能試験の他、制御系確認試験（動作制御試験）、新規観測機器（海中ステレオ視システム）の計測試験を実施した。更に当該海域試験では、「MR-X1」前に装備した把持機構にフラグを把持させ（図2参照）、自律航行（深度制御＋位置制御）及び自律潜航（高度制御＋速度制御）の後に自律して海底に着底し姿勢を保持し、任意の場所にフラグを設置（高度保持制御＋位置制御）し、離脱・上昇するという、完全自律動作によるセンサの海底設置作業を模擬した試験に成功した。この際、各動作制御においては、小型慣性航法装置の出力を当該制御系へのフィードバックとして適用し、全ての航行機器及びアクチュエータは分散 CPU 制御システムにより管理され、その動力は深海用リチウムイオン電池より供給された。

今後、これら要素技術に関する研究開発を引き続き進捗させ、先端的な海洋技術に対して海中探査機実機を使用してその実用性を検証する。これにより各要素技術の更なる機能向上を目指し、得られた知見を次世代の海中探査機開発にフィードバックしていく。