

海底資源調査及び環境モニタリングのための 新規プラットフォームと生物・化学センサの開発

○福場辰洋・三輪哲也・古島靖夫・福原達雄・山本啓之（海洋研究開発機構），
藤井輝夫（東京大学生産技術研究所）

海底鉱物資源の利用を可能にするために必要な各種事前調査や、開発事業の実施に伴う環境変動が周辺の生態系に及ぼす影響の評価、及びその影響の程度を適切に見積もるためのベースライン調査等を効果的にかつ低コストに実施することは、我が国の海底資源開発の発展において重要である。そこで現在 SIP「次世代海洋資源調査技術（海のジパング計画）」では、新たなケーブル式観測システムの開発が展開されている。中でも我々は海底の環境においてセンサを用いて環境パラメータを計測しながら映像データを取得するためのプラットフォームとして、生態系長期モニタリングユニット「Flex-EMS (Ecosystem Monitoring System)」を開発している。Flex-EMS は比較的安価で耐腐食性に優れるガラス製耐圧容器を基本構成要素としており、複数のガラス球を連結することで柔軟なシステム構成が可能である点が特徴的である。海底ケーブルを介した給電と通信を担う「ハブユニット」に、主にセンサ等の観測装置への給電・通信機能を有する「ターミナルユニット」を適直接続することで、目的に応じた規模・構成の生態系長期モニタリングユニットを構築できる（図 1, 2）。電源・通信に係る構成機器については民生用機器を積極的に採用することでコストダウンを計っている。加えて、センサや各種機器の交換、増設を容易にする為に非接触給電・通信機能も付与する計画である。環境を計測するセンサとしては、微生物バイオマス分布異常の検出による熱水活動の探索に加えて、環境影響評価にも応用可能な新たなセンサとして、微生物バイオマス指標である ATP（アデノシン 3 リン酸）の濃度をリアルタイムに現場計測できる装置「IISA (Integrated *in situ* Analyzer) -ATP」（図 3）を開発してきている。これまで、ATP 等の生態関連物質の計測は専ら採水サンプルの船上分析によって計測されてきており、海中の現場で自動的・連続的に計測できる装置の実現は画期的である。IISA-ATP はマイクロ流体デバイス技術を用いることで小型化したフロー式分析装置であり、ROV や AUV 等の海中プラットフォームに搭載可能である。これまでに ROV や CTD-RMS 等に搭載して実海域における計測データを蓄積してきており（例えば KR15-17, NT15-22, KS-16-J05, KR16-15 航海等）、熱水活動に伴う微生物バイオマス異常を検出できることを確認している。検出感度は数十 pM~100 pM レベルであり深海底の微生物バイオマス異常を捉えることができると共に、海面から海底までの連続鉛直プロファイルの取得も可能である。現在は内部標準法などの現場校正手法の採用等によって ATP の定量性を向上するべく改良を進めると共に、さらなる小型化に向けた技術開発も行っている。加えて海底の環境変動を多次元に捉えることができる新たな化学センサとして、光ファイバを用いた多点計測型化学センサの実現に向けた研究を行っている（図 4）。海底の複数地点における pH 等の化学パラメータを 1 本の水中ケーブルによって同時計測することができるセンサが実現できれば、化学パラメータの時空間変動を詳細に捉えるセンサ網を容易に実現することができる。これらの新たな技術を組みあわせて海底観測プラットフォームとして展開することで、資源開発に伴う各種調査を飛躍的に効率化・高度化することが可能になるだけでなく、新たなサイエンスを拓く海洋環境モニタリング手法の実現につながる。ここでは、以上に挙げた新たなプラットフォーム及びセンサの開発状況について報告する。

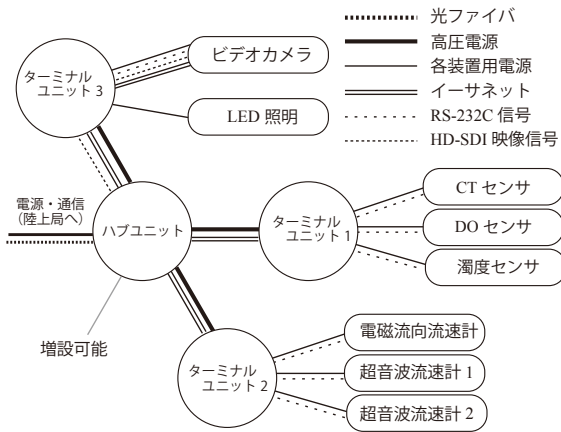


図1 Flex-EMS の構成例

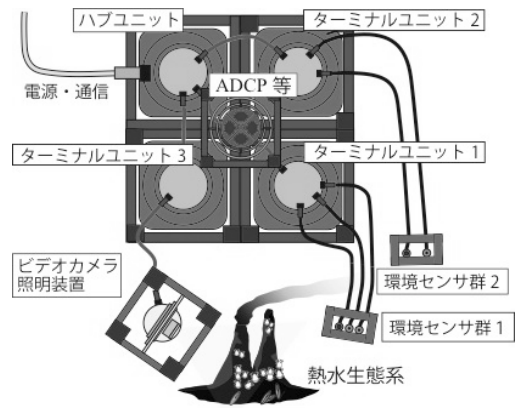


図2 Flex-EMS の展開概念図



図3 IISA-ATP の外観

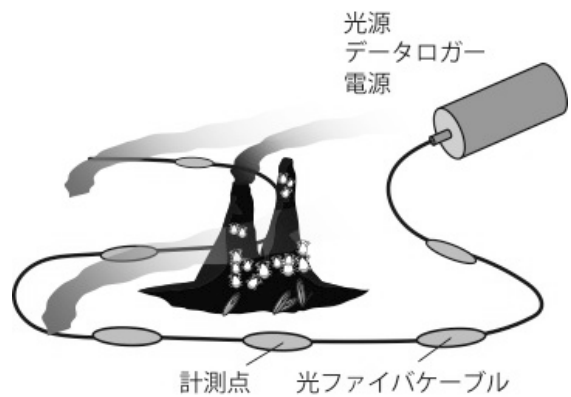


図4 多点計測光ファイバ化学センサの概念図