

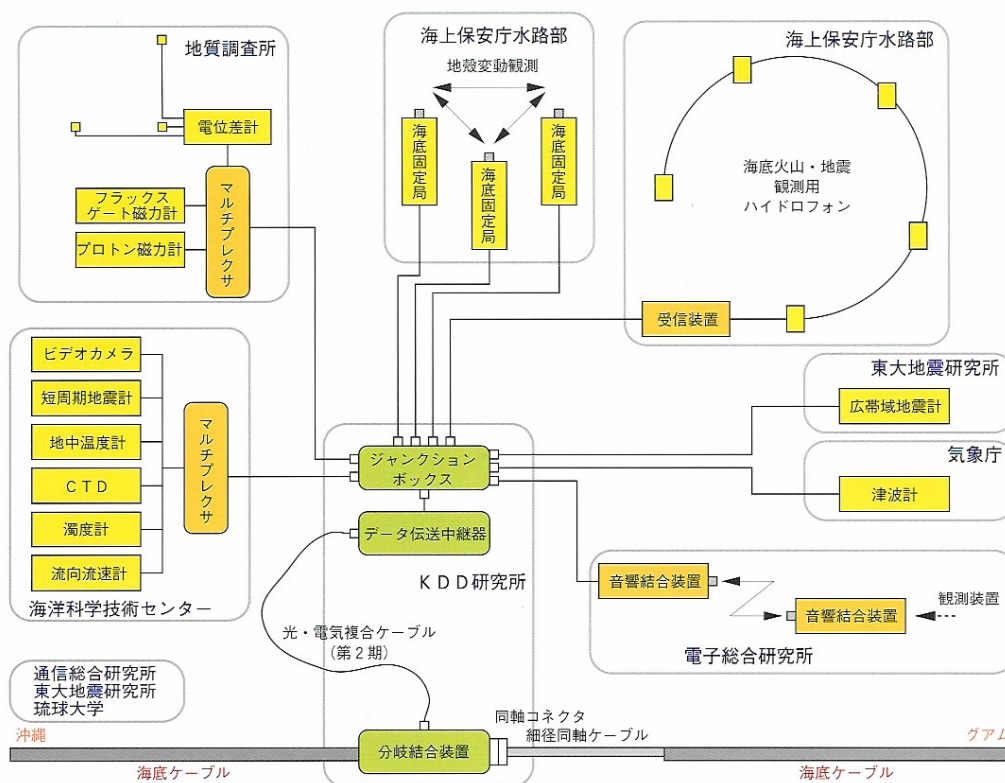
リアルタイム多目的海底観測システム（VENUS）の開発で挑戦した課題

白崎勇一（東京大学生産技術研究所）

1. VENUS 計画とは

ARENA 計画、NEPTUNE 計画、ESONET 計画等の最新の多目的海底観測システムのさきがけとなる VENUS 計画（平成 7 年～11 年の 5 ヶ年間）は、国内の 9 研究機関（海洋科学技術センター、海上保安庁水路部、気象研究所、地質調査所、電子技術総合研究所、通信総合研究所、東京大学地震研究所、琉球大学、KDD 研究所）が参加し、科学技術振興調整費により、次世代の多目的なリアルタイム海底観測システムの構築に必要な技術的課題の抽出と、技術開発を実施したものである。

それまでの海底ケーブル式地震観測システムは、通信用海底ケーブル技術を活用し、地震計や津波計をインラインで接続したものであった。これに対し、VENUS 計画では、異なる分野の研究者が、他の研究者の観測に支障を及ぼすことなく、それぞれ用意した観測機器を必要な時に海底でケーブルに接続し、多目的な観測を行えるような、まったく新しい考え方の海底観測システムを想定し、そのようなシステムを構築するための技術的課題に取り組んだ。海底ケーブルには運用停止した第二太平洋横断ケーブル（TPC-2）を利用し、沖縄本島から南東へ約 50km の南西諸島海溝陸域（沖縄島南東沖）の水深 2200m の海底に試験用観測ステーションを構築することとした。なお、TPC-2 は信号を周波数多重化して伝送するアナログ方式（帯域 3MHz）である。



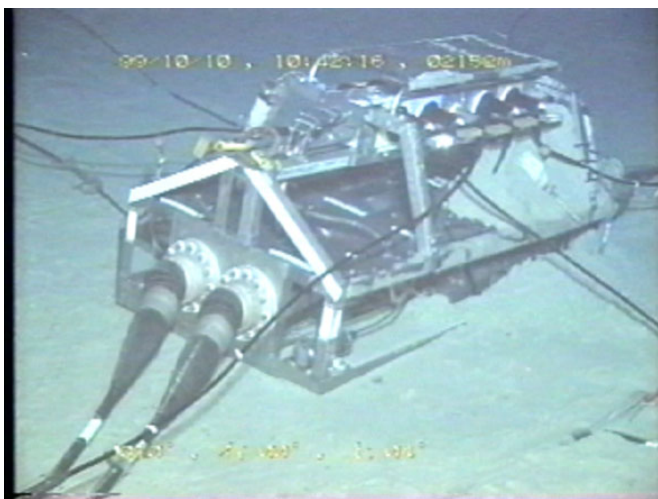
新しい観測システムの構築に必要な技術は多岐に渡るが、VENUS 計画では、その中で基本となる以下の技術的な開発課題に取り組んだ。

- 1) アナログケーブルによるデータ伝送技術および観測機器用電力分離技術

- 2) 観測機器のインターフェース、時刻管理方法、制御方法の共通化
- 3) 陸上データセンターにおける観測データの管理・配布方法
- 4) 海底ステーションの海底設置に関わる敷設・設置工法、海底作業技術
- 5) 深海用水中着脱コネクタやの深海用海底作業用工具の開発
- 6) システム全体の試験・運用・管理方法

各研究担当機関は、平成7年度からの2年間で、従来より高性能でしかも電力消費の少ない新しい観測機器の開発を行った。個々に機器開発を実施するような開発体制では、インターフェースに関わるトラブルが想定されるため、開発当初から仕様・規格の統一化を図った。観測機器とも単独での圧力試験と電気試験を終えた平成9年8月、JAMSTECの潜水機整備場に、海底に設置するすべての機器を集結し、陸上での総合接続試験を実施した。しかし、全ての機器を接続した時点で動作不良となる機器が出た。電子機器の設計で特に重要なアース配線の処置やインターフェース回路が異なっていたり、外部ノイズに対する耐性が不十分であったり、データ送受信のフォーマットが異なっていたり、タイミングがずれていたなど原因は様々であった。基本的に仕様・規格は遵守されているにもかかわらず、その内容の理解度に、研究機関の研究者と製造メーカ技術者にバラツキがあるためであると判明した。この総合接続試験で判明した不具合を手直しし、再度9月に陸上総合接続試験を実施し、問題が無いことを確認した。

一方、機器の機械的設計は、ケーブル船、JAMSTECのディーブトウ、ROVによる海底設置作業、機器接続作業を前提として実施された。実際の分岐装置設置作業は、事前の水圧試験で発見されたなった配線ケーブルのピンホールトラブルやコネクタトラブル、また工事時期から制約された悪海象などに悩まされたが、最終年度の1999年8月末に設置に成功した。全ての観測機器の設置と接続も9月末までに順次行なわれた。



海底に設置された分岐装置

VENUS観測ステーションは、1999年8月末から試験運用が開始されたが、残念なことに80日後に水中コネクタ部の絶縁劣化により、運用を停止した。その後、ROVによる潜航調査を経て、海底ステーションが回収され、障害原因の調査が行なわれた。また実験室で再現実験も行なわれた。VENUS計画のような広域に展開する長期間連続観測システムでは、事前に実施する観測機器単体や分岐装置の水圧試験、あるいは全ての機器を接続した状態での2昼夜に及ぶドック試験では発見できないような障害原因、例えば観測機器等のわずかな絶縁劣化に起因する微小電流が観測網全体の信頼性に悪影響を与える恐れがあることが再認識された、それまでの試験方法や操作方法について見直しが必要なことが判明した。

これらのVENUS計画の内容、成果については、失敗例も含めて広く公表してきており、VENUS計画で得られた多くの得がたい知見が、今後の広域展開型の長期連続観測ネットワークの構築に十二分に活用されることを期待したい。