

海洋 γ 線測定システム用船上表示装置の開発と試験

加賀谷一茶^{*1} 木下 正高^{*1}
服部 陸男^{*2} 岡野 眞治^{*2}

海洋科学技術センターでは、1996年以降、潜水調査船・ROVによる海底 γ 線現場観測システムによる観測を行ってきた。現在のシステムでは、実際の観測時における放射線量の推移を確認しやすい形でリアルタイムにモニターできなかったが、今回開発した γ 線リアルタイムモニタリングシステムは、海底における放射線測定の際に現場の全計数率(放射線強度)とエネルギースペクトルをリアルタイムで表示することができ、「しんかい6500」の船内および「ドルフィン3K」では母船の「なつしま」に搭載が可能である。1999年9月に行われた三陸沖潜航調査において、このシステムは実際に「ドルフィン3K」の母船「なつしま」で試験され、その実用性が確認された。さらに、本システムの一部は、今回の試験運用の結果を受けて改良が施される予定である。

キーワード：海底 γ 線測定, NaI(Tl), しんかい6500, ドルフィン-3K, リアルタイムモニタリング

Development and Testing of Onboard Real Time Monitoring Program for Ocean Floor γ -ray Measuring System

Issa KAGAYA^{*3} Masataka KINOSHITA^{*3}
Mutsuo HATTORI^{*4} Masaharu OKANO^{*4}

Since 1996 the Japan Marine Science & Technology Center (JAMSTEC) has been carrying out surveys of ocean floor γ -radiation using an ocean floor γ -ray field measuring system installed on submersibles and ROVs. While the present system does not permit real time monitoring of changes in γ -radiation levels, the newly developed system provides real time display of total γ -radiation and energy spectrums at a site. It can be installed onboard the "Shinkai 6500", or on the "Natsushima", the mother ship of the ROV "Dolphin-3K". Tests conducted in September 1999 with the new system installed on the "Natsushima" for an ocean floor survey off the Sanriku coast with the "Dolphin-3K" proved its practicality. The results of trial operations will be used to further upgrade the system.

Key words : sea bottom gamma ray measurement, NaI (Tl), Shinkai6500, Dolphin-3K, Real Time Monitoring

*1 東海大学海洋学部
*2 海洋科学技術センター
*3 School of Marine Science & Technology, Tokai University
*4 Japan Marine Science and Technology Center

1. はじめに

海洋環境における放射能の測定は、海洋の基本的な環境把握のための基礎データとして、また熱水噴出域、冷水湧水域等の活動的テクトニクス海域の活構造の把握と、活動歴史の解明や活動予測等に欠かせない重要な計測項目である。海洋科学技術センターでは、1987年以来、試験的に海洋環境の放射能測定を行ってきた。1996年以降は、海底 γ 線現場観測システムによる観測を「しんかい2000」、「しんかい6500」および「ドルフィン3 K」のほぼ全ての潜航において常時行っている。

現在、海底 γ 線のデータ収録は、潜水調査船のビデオ映像を8mmビデオレコーダへ収録すると同時に、その音声部へ放射線検出器であるNaI(Tl)シンチレーションスペクトルメータからのデータを記録することにより行われている。このシステムでは、陸上におけるデータ再生時において、放射線データと海底映像とが同期しているため、両者の比較は容易であるが、実際の観測時における放射線強度の推移をリアルタイムで研究者やパイロットに確認しやすい形ではモニターできなかった。1999年9月に行われた三陸沖潜航調査において、この新システムは実際に「ドルフィン3 K」の母船「なつしま」に設置され、母船とROV本体を結ぶRS232C通信系統を通じて、放射線検出器からのデータを母船上においてリアルタイムで表示することに成功した。

2. 既存システムの概要

「しんかい6500」の放射線検出器(NaI(Tl)シンチレーションスペクトルメータ)の設置図を図1に、既存システムの概念図を図2に示す。「しんかい6500」の場合、マニピュレータの根元に放射線検出器と信号波高値を処理してデジタルコード化するインターフェースを耐压ケースに入れて設置し、そしてデータ収録は潜水調査船の耐压殻内で行っている。耐压ケースに収納した球形のNaI(Tl)センサーと信号処理部は、着底時には完全に泥の中へ埋まるようになっている。データはシンチレーションスペクトルメータ出力信号の波高値を実時間でそれぞれデジタル化し、収録用8mmビデオテープレコーダ(VTR)の音声部へ収録している。8mmVTRには「しんかい6500」の船外に装備した水中テレビカメラの映像も記録され、測定した環境が容易に判るようになっている。「しんかい2000」では、円筒形の3インチセンサーを装備し、現在計測している。ROV「ドルフィン3 K」では、日本原子力研究所からの委託研究により、1996年度から計測システムを開発している。現在、このROV本体の前部と後部に2つの3インチ球形センサーを装備したデュアルシステムで計測をしている。これらのシステムでは、データ収録用VTRの収録作業のみで多くのスペクトル情報が実時間で収録でき、併せて潜水調査船・ROVの船外テレビカメラの映像から、 γ 線を計測した環境と潜水調査船の行動も知ることができる。このシステムによる観測結果も出ている(服部・岡野, 1996, 1997, 1999)。

しかしながら、これらのシステムは、観測後の陸上におけるデータ再生においては非常に優れている反面、実際の観測時に研究者やパイロット等が潜水調査船内もしくは母船上において、現場の放射線強度やスペクトルを容易に確認できる形でリアルタイムにモニターすることが行われていなかった。

3. 開発したシステムの概要

今回開発した γ 線リアルタイムモニタリングシステムは、「しんかい6500」と「ドルフィン3 K」に搭載されているNaI(Tl)シンチレーションスペクトルメータおよびそのRS232C通信系統を使用し、「しんかい6500」の耐压殻内と「ドルフィン3 K」の母船「なつしま」の船上において、観測時の現場放射線量をリアルタイムで表示するシステムである。図3に本システムの概念図を示す。「しんかい6500」の場合、NaI(Tl)シンチレーションスペクトルメータから8mmVTRへ収録されるデジタル信号は、RS232Cの256チャンネル(9600bps)仕様で潜水調査船内に伝送され、そしてこの信号は、潜水船内のインターフェースボックスにて8mmVTR用のL・Rの音声信号コネクタと25ピン仕様のRS232Cコネクタとに分岐される。「ドルフィン3 K」の場合は「しんかい6500」とは違い、NaI(Tl)シンチレーションスペクトルメータから8mmVTRへ収録されるデジタル信号は、“0”、“1”コードのビット信号であり、RS232C通信系統はこれとは別に存在している。RS232C信号は、母船「なつしま」とROV本体とを結ぶケーブルを通じて、船上にあるコントロールルームまで伝送されている。

この γ 線リアルタイムモニタリングシステムは、「しんかい6500」と「ドルフィン3 K」に搭載されているNaI(Tl)シンチレーションスペクトルメータからのRS232C信号を利用する形をとっており、既存システムをそのまま活用している。なお、「しんかい2000」はRS232C通信系統がないためにこのシステムには対応していない。

システムソフトウェアは、米WaveMetrics社製のソフトウェア「Igor Pro」上のスクリプトで作成し、ハードウェアは、潜水船に搭載すること、必要に応じて取り付け、取り外しが容易であることを考慮し、ノート型パーソナルコンピュータを使用した。図4にシステムの画面構成を示す。TCNTウィンドウには、放射線強度(Total CPS)を6秒毎平均値で、時系列に表示する。SPECウィンドウには、測定した γ 線のエネルギースペクトルを1分間の集積値で表示する。エネルギースペクトルの分解能は、「ドルフィン3 K」と「しんかい6500」の場合、RS232Cで伝送しているため256チャンネルとなっている。コントロールウィンドウには、総放射線量の6秒毎平均値を数字で表示している。

本システムは、コンピュータの起動後、自動的に起動して待機状態となり、実行させるにも複雑な操作が必要なく、観測時における研究者やパイロットの労力軽減、運用の単純化を図っている。

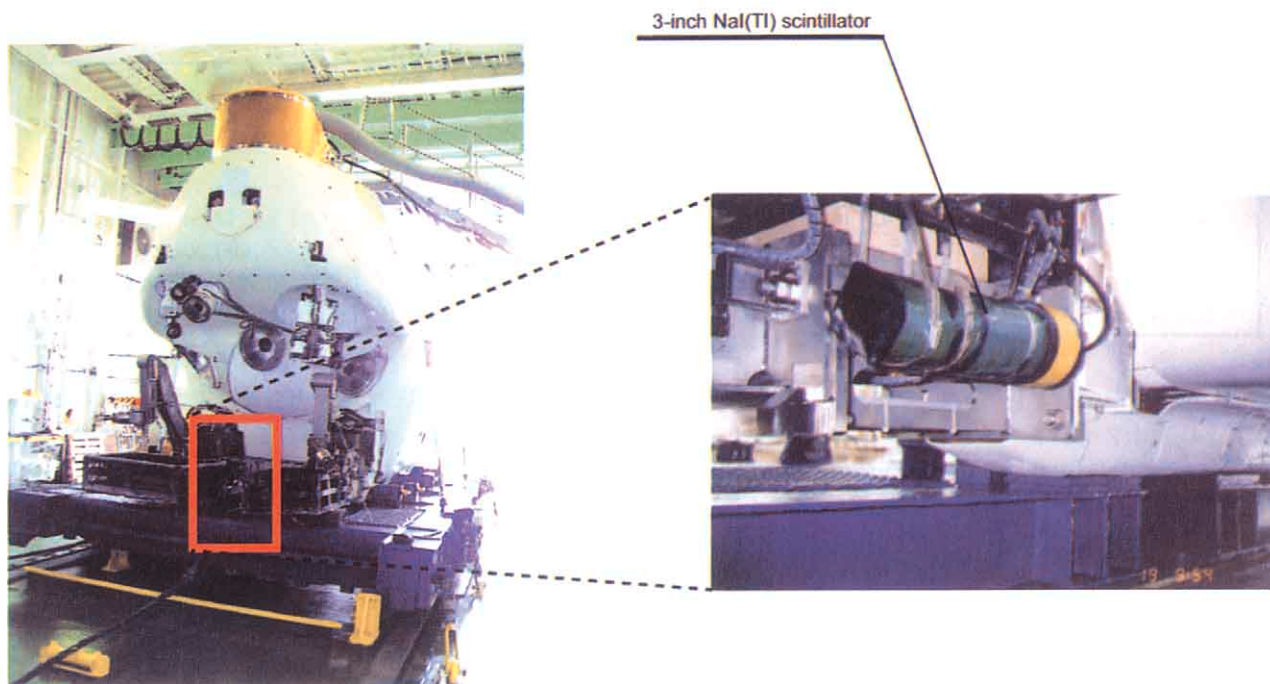


図1 「しんかい6500」の放射線検出器(NaI(Tl) シンチレーションスペクトルメータ)設置図
Fig.1 γ -ray sensor (NaI(Tl) Scintillator) installed on "Shinkai 6500"

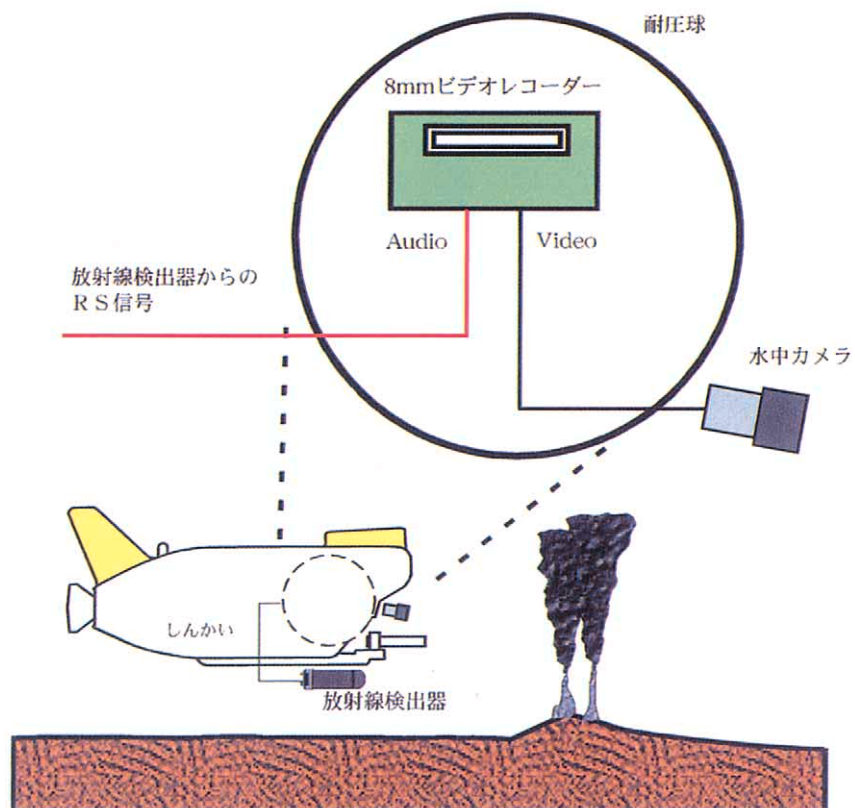


図2 既存の放射線測定システム概念図
Fig.2 Concept of conventional γ -ray measuring system

表1 三陸沖海底における γ 線放射線強度の最大値

Table 1 Maximam Radiation levels in surveyed area off Sanriku Coast

Dive No.	CPS (MAX.)	K-(%)	U-SERIES(ppm)	Th-SERIES(ppm)	LOCALITY
D3K434	108	0.97	0.63	8.54	OFF KAMAISHI
D3K435	78	0.43	0.66	5.59	OFF KAMAISHI
D3K436	86	0.73	0.51	6.93	OFF KAMAISHI
D3K437	10	0.14	0.55	0.99	OFF KAMAISHI, dive aborted
D3K438	83	0.66	1.52	6	OFF KAMAISHI, 中層
D3K439	13	0.13	0.63	1.04	OFF KAMAISHI
D3K440	79	0.57	1.07	5	OFF KAMAISHI

4. 試験運用

γ 線リアルタイムモニタリングシステムの運用試験は、1999年9月の「ドルフィン3K」三陸沖潜航調査(ダイブNo.434~440)にて行われた。図5に調査海域、そして図6に「ドルフィン3K」のNaI(Tl)シンチレーションスペクトルメータの設置図を示す。「ドルフィン3K」は、ROV本体の機体の前部と後部に2つのNaI(Tl)シンチレーションスペクトルメータを装備したデュアルシステムであるが、今回はRS232C通信系統のある前部センサーを使用した。「ドルフィン3K」の場合、ROV本体からのRS232C信号は、パイロットのいるコントロールルームへ伝送されている。今回の試験では、そこからさらに「なつしま」のブリッジ後部にある総合司令室まで新たにRS232Cケーブルを敷設し、モニタリングを行った(図7)。今回の調査海域には、1999年7月にODP(国際深海掘削計画)に基づく掘削航海(186次航海・ジョイデスレゾリューション号)で掘削されたホール2本に掘削孔内長期観測ステーション(地殻変動・地震観測)が設置されている。表1と図8に三陸沖海底における γ 線放射線強度、放射性核種の濃度を示す。この航海において、本システムは順調に機能し、着底時の放射線強度は約10~108cps観測され、特に観測ステーションが設置されている掘削ホール付近ほど放射線の値が強くなる傾向が一部にみられた。これは、堆積物中に含まれる間隙水が、掘削後のホールの形成により湧水として海底に出て来ているためではないかと推測される。

また「しんかい6500」においても、ダイブNo.521(潜航研究者：坂本泉)において、本システムの運用試験が行われ、潜水調査船内における γ 線のリアルタイムモニタリングを実施した(図9)。

5. まとめ・今後の展開

「ドルフィン3K」ならびに「しんかい6500」で実施した試験運用の結果、この γ 線リアルタイムモニタリングシステムの実用性は確認された。本システムでは、既存のシステムをそのまま活用し、観測時における現場の γ 線放射線強度(Total CPS)の推移をリアルタイムでモニターすることができる。「しんかい6500」では、放射線検出器からのデータを潜水調査船内で表示することができ、また「ドルフィン3K」では、その母船「なつしま」とを結ぶ

信号ケーブルを通じて母船上で表示できる。この潜航場所付近のリアルタイム放射線量情報は、研究者やパイロットの潜航調査中における意志決定に重要な役割を果たすことが期待され、特に断層域、熱水噴出域および冷湧水域等の活動的テクトニクス海域において威力を発揮するものと期待される。

また、本システムは、現状では潜水調査船内または船上において観測現場の放射線強度(Total CPS)をリアルタイム表示するのみであるが、この画面に潜水調査船・ROVの船外テレビカメラからの現場映像を組み合わせ表示し、その画面をビデオエンコーダでVGA信号からNTSC信号に変換した後、ビデオ録画することによって、観測データ、観測現場映像、そして観測現場の放射線強度情報を同期させ、ひとつの記録媒体中に納めることを検討しており、これによりデータ再生時にその比較検討も容易になる。また「しんかい6500」では、システムの設置位置が研究者やパイロットから見て後方にあるため、データの確認がしやすいように、LCDモニターをコックピット内へ設置することを現在考案中である。

謝 辞

筆者等は、依田司令を始め、「しんかい2000」の運航チーム、「しんかい6500」の運航チーム、「なつしま」及び「よこすか」の船長始め乗員各位、およびデータの取得に便宜を図っていただいた海洋科学技術センター深海研究部の三ヶ田均副主幹、「しんかい6500」で試験を行っていただいた坂本泉研究員に対し謝意を表します。

引用文献

- 1) 服部陸男, 岡野眞治, “有人潜水船, 無人潜水機による海中 γ 線調査”, JAMSTEC深海研究, **14**, 639-660, (1999).
- 2) 服部陸男, 岡野眞治, “相模湾, 初島沖冷湧水環境の現場放射能調査の概要”, KAIKO-TOAKIニューズレター, **8**, 6-9, (1996).
- 3) 服部陸男, 岡野眞治, “「しんかい2000」による東部南海トラフの γ 線測定の概要”, KAIKO-TOKAIニューズレター, **9**, 14-17, (1997).

(原稿受理: 1999年12月28日)

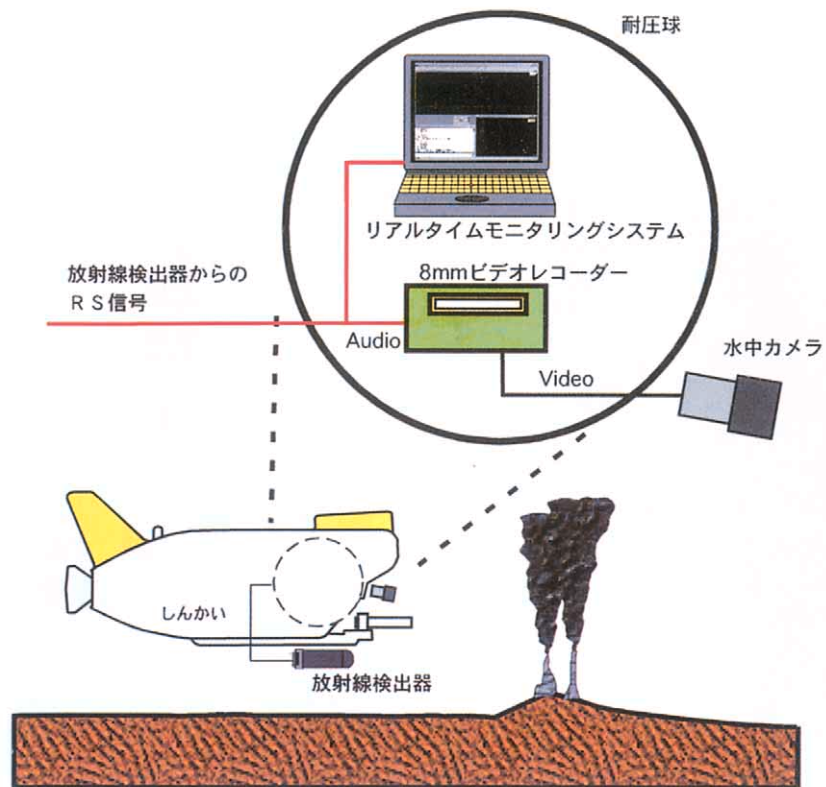


図3 γ 線リアルタイムモニタリングシステム概念図
Fig.3 Concept of new γ -ray real time monitoring system

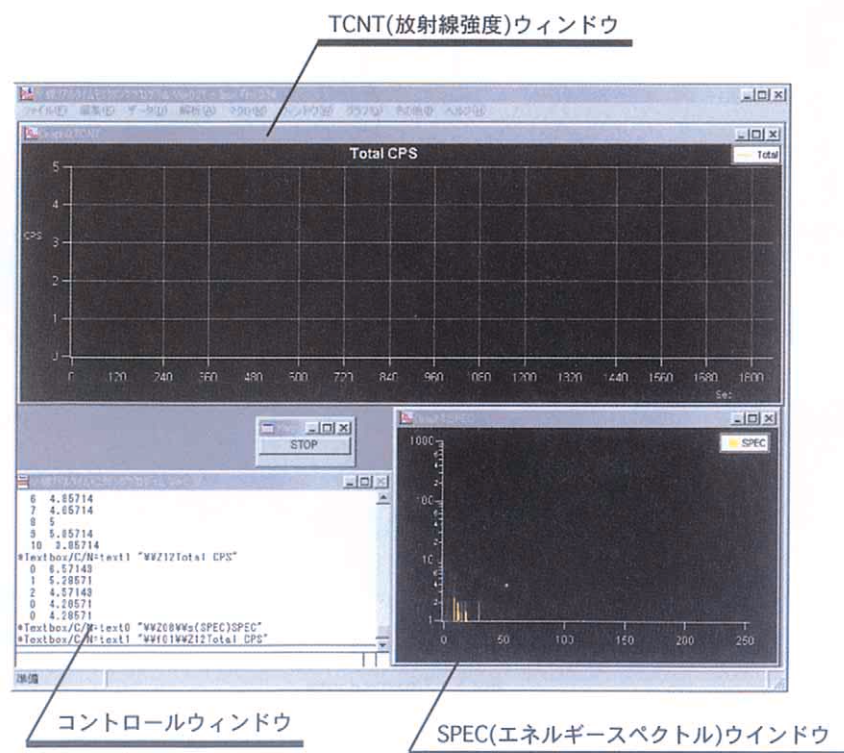


図4 γ 線リアルタイムモニタリングシステム画面構成
Fig.4 Screen layout of γ -ray real time monitoring system

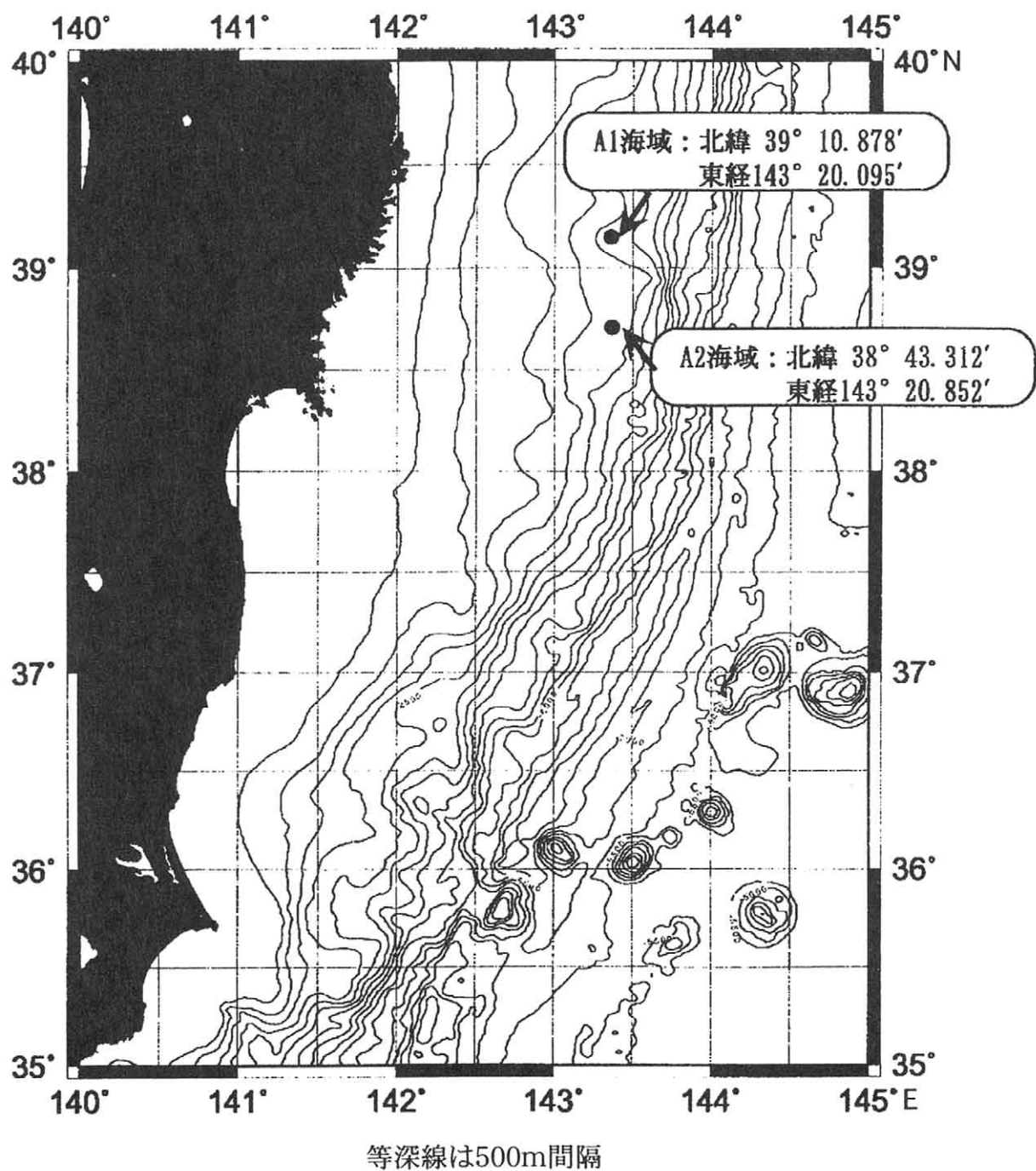


図5 調査海域
Fig.5 Surveyed area

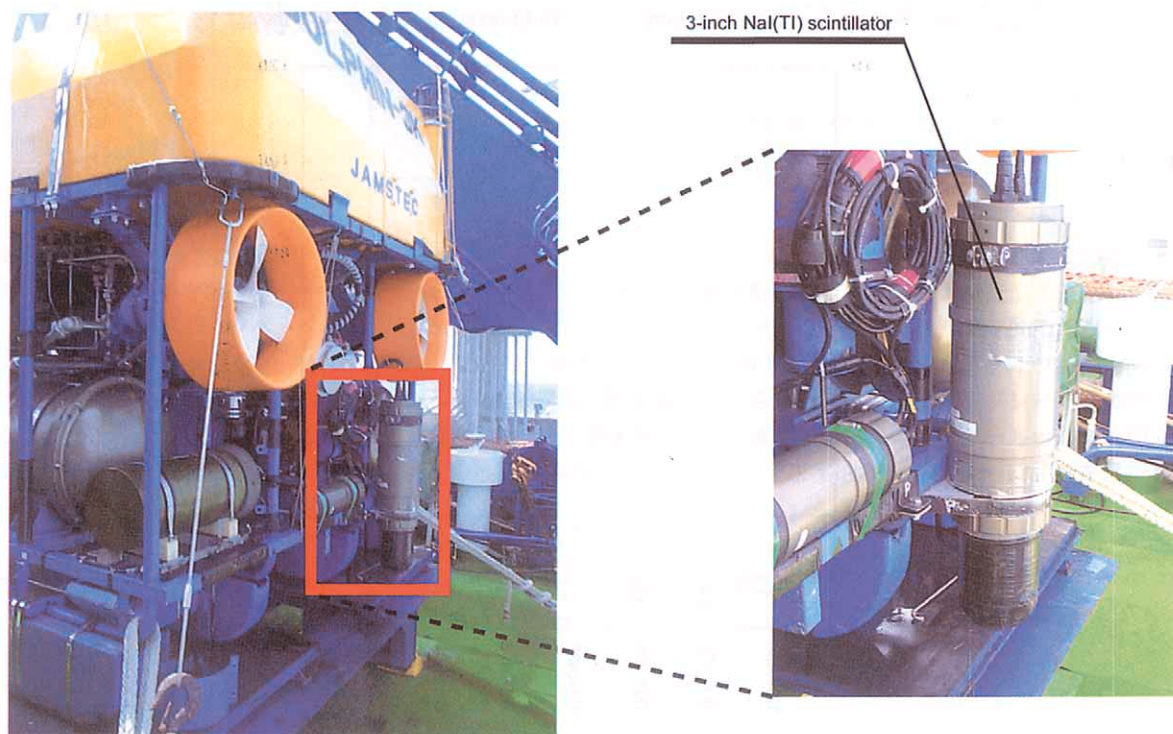


図6 「ドルフィン 3 K」の放射線検出器(NaI(Tl) シンチレーションスペクトルメータ)設置図
Fig.6 γ -ray sensor (NaI(Tl) Scintillator) installed on "Dolphin-3K"

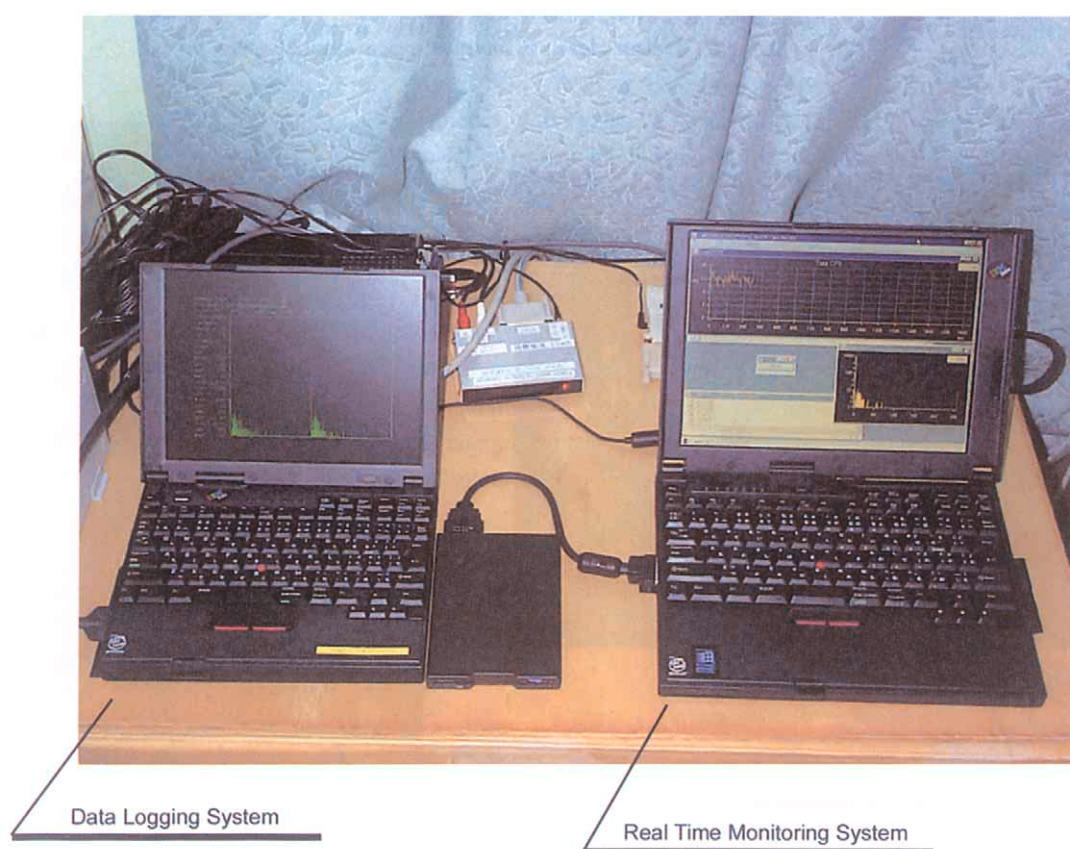


図7 γ 線リアルタイムモニタリングシステム(「なつしま」にて)
Fig.7 γ -ray real time monitoring system installed on "Natsushima"

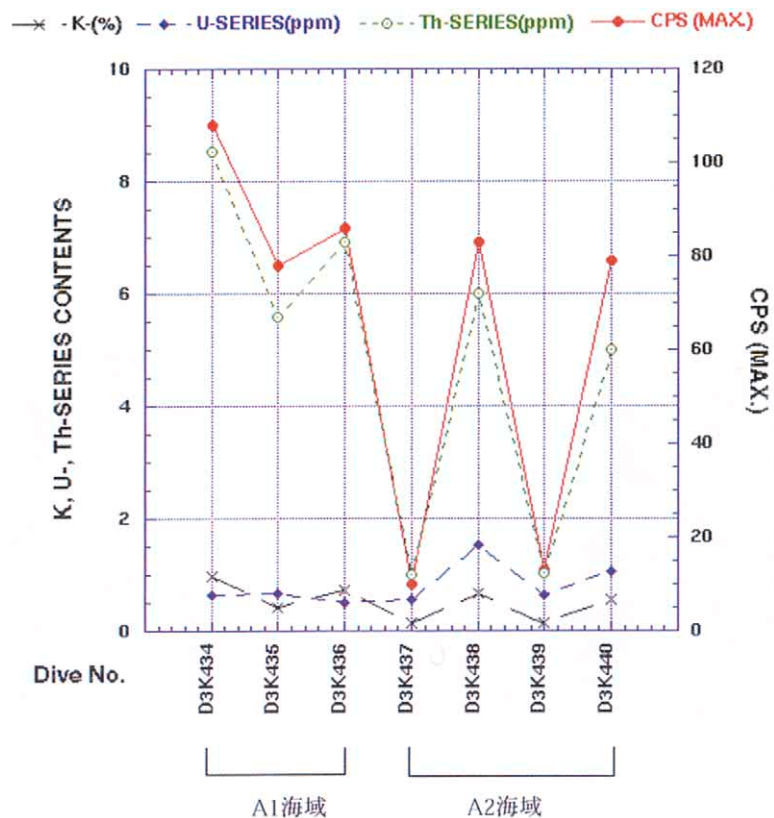


図8 三陸沖海底における γ 線強度の最大値
Fig.8 Maximam Radiation levels in surveyed area, off Sanriku Coast



Data Logging System



Real Time Monitoring System

図9 γ 線リアルタイムモニタリングシステム(「しんかい6500」にて)
Fig.9 γ -ray real time monitoring system installed on "Shinkai 6500"