スカイラデイオメータの観測船「みらい」への設置と運用に関する諸問題の解決に関する研究

遠藤辰雄

スカイラディオメータの観測船「みらい」への設置と運用における諸問題の解決に関する研究

遠藤辰雄（北大 ILTS）、中島映至（東大 CCSR）
高村民雄（千葉大 CEReS）、

研究協力者：太田幸雄・藤谷雄二（北大院工学研究科）、
山野　牧（東大 CCSR）

研究目的：

海洋上大気エアロゾルによる放射強制力の算定とリモセンとの比較検証には、陸上での複雑で大きな放射特性変動からの影響に汚染されない大洋上の観測データで行うのが有効である。それには孤島では不充分で、やはり大洋上の船舶での観測が最適である。しかるに動揺する船舶における観測は技術的に困難であり、その観測例は極めて少なく、海域も限られている。そこで船舶用に開発されたスカイラディオメータによるモニタリングの早急なる実用化試験と展開を目指した無人観測システムの確立が本研究のねらいである。

研究方法：

対象船舶は、各年度に亘り、海洋科学技術センター所属の海洋地球研究船「みらい」、東京大学海洋研究所所属の「白鳳丸」、株式会社商船三井所属の石炭運搬船「矢作丸」と同鉄鉱石運搬船「神山丸」の４隻であるが、ACE-Asia 関連で米国の研究船 Ronald H. Brown (NOAA) における平行比較観測も臨時に行った。

観測実施経過：

13･14年度の研究航海は次の通りで、船名・期間・海域・その他の順である。

１．Ronald H. Brown（米国NOAA）　平成13年3月14日～04月20日・ハワイ～横須賀新港

２．海洋地球研究船「みらい」（海洋科学技術センター）
以下は航海番号・期間・海域・備考の順
MR０１－K０２・平成13年05月12日～05月28日・本邦東方海域・ACE Asia（藤谷乗船）
MR０１－K０３・平成13年06月06日～07月19日・北西部北太平洋オホーツク海・一般公開（7月20日）
MR０１－K０４・平成13年07月24日～09月15日・東部北太平洋亜熱帯海域ﾁｭｸﾁ海ﾍﾞｰﾘﾝｸﾞ海
MR０１－K０５・平成13年09月18日～12月19日・西部熱帯太平洋海域東インド洋海域・（途中から故障）
MR０２－K０１・平成14年01月06日～02月15日・西部熱帯太平洋海域・（故障修理取止）
MR０２－K０２・平成14年02月21日～03月31日・西部熱帯太平洋海域・院生藤谷乗船
MR０２－K０３・平成14年05月26日～06月21日・本州東方海域
MR０２－K０４・平成14年06月25日～08月20日・西部熱帯太平洋海域東部インド洋海域
MR０２－K０５・平成14年08月25日～11月06日・ボーフォート海北西部北太平洋海域
MR０２－K０６・平成14年11月13日～15年02月13日・中西部熱帯太平洋海域
MR０３－K０１・平成15年02月20日～03月30日・北西部北太平洋海域

３．研究船「白鳳丸」（東京大学海洋研究所）
航海番号・期間・海域・備考の順
KH-０１－２・平成13年08月20日～10月05日・日本海三陸沖千島海溝日本海・（徳山教授乗船）
KH-０１－３・平成13年11月27日～14年3月1日・南太平洋、南極海・（取止）

４．「矢作丸」（株式会社商船三井）　平成13年03月22日に再設置、04月26日辺りで帰港であったがれど訪船パス、05月22日帰港であるが訪船パス、帰港日6月23日衣浦港6月24日訪船交信修理完了、7月24日～26日辺りで帰

港、船舶電話で順調を確認訪船見送り、次回8月26日辺り予定であるが、8月26日12時入港確定したが、（8月24日電話）故障電源ショートの報告を受けたが、日程繰り不可で今回は見送りテントカバー保護を船員に依頼して作成した。9月25日に訪船、不用品扱い荷卸し下船した。また、10月25日に帰港したが、修理準備不備につき設置はﾊﾟｽ、11月27日の帰港時にプリード社都甲氏他1名が行って無事設置し、ブレーカも付加した。
次回は12月27日辺り、プリード社員が新規設置12月27-28日辺りで、次回は01月27日であるが、これらはスッキプして、最終的には03月14日に山中氏同行にてプリード1名（都甲氏）とで合計3名にて訪船して、新船長と会見し、点検およびデータ回収を行った。測器については、ｹｰﾌﾞﾙ補強以外は順調であり、データは３ヶ月間無人観測に成功していた。

５．「神山丸」（株式会社商船三井）（観測開始平成13年03月18日）豪州西岸＝東播磨港。13年05月09日再設置。06月09日までVietNumDOCK入り。06月10日あたり帰港は先送りした。07月5日～7日に帰港、故障でﾌﾟﾘｰﾄﾞも原因調査修理に訪船し、PCを取り替えた。
8月1日にルーチンメイル8月2日に船舶電話にて「順調とのこと」、今回見送り、次回帰港予定9月9日辺り、9月2日辺りでe-mail入れ、代理店の加古川港運に入港予定日を確認し、3日前に船舶電話かける。9月6日帰港、今回はfreezeしているとのこと。12月10日辺りで、修理機をプリードにて設置。事後確認の結果、その後の帰港時に訪船ﾊﾟｽしたが、最終的には03月15日にプリード1名（都甲氏）にて訪船して、点検およびデータ回収を行った。測器は順調で、データは３ヶ月間無人観測に成功した。

結果・問題点：

実際の船舶において運用上の問題を解決しながら継続したのであるが、問題点と改良点をまとめると以下の通りである。
得られた生データの解析手法の開発を併せて進行させた結果は以下の通りである。

１．**「みらい」**においては当初から、 VHF マリンバンドに干渉する微弱電波の発生が問題とされてきたが、データ通信に使われるｸﾛｯｸ IC の周波数がこれらと一致するｋとが原因であることが分かり、現在は部品の選択時に回避している。ちなみに問題の周波数は VHF16ch については 156.800MHz, であり、VHF12ch には 156.600MHｚである。その他の対策としては、VHF ｱﾝﾃﾅの位置から 10m 以上は離すこと、同一水平面上に設置しないことなどである。電気的には完全にシールドして接地することである。

２．**「白鳳丸」**において乗船者の観察記録から、不測の freeze 現象の原因がデータ・指令通信のタイミングに GPS 通信がバッティングすることによる判断された。そこで、船舶における長期無人観測の場合に限っての応急処置として、定期的に自動リセットする工夫を添加した。それは太陽の日出日の入センサーの付加である。航路が子午線方向の場合は問題ないが、帯状方向の場合には特に有効である。

３．商船　（株）商船三井の「矢作丸」と「神山丸」

３－１．**「矢作丸」**

本船は愛知県碧南市衣浦港を積降港として、豪州西岸を経て New Castle 港の間を往復する全長 300m の大型の石炭輸送船である。
スカイラディオメータの設置場所は船尾側にある操舵橋屋上コンパスデッキ右舷後方のハンドレールに沿った位置である。この位置では VHF アンテナからマストの影になり、高度差も 6m ぐらいになるため、電波干渉の問題は起こらなかった。
当所は赤道直下の熱帯を通過するのでデッキの高温が心配され、パソコンを架台下に設けた小型冷蔵庫の中にセットした。この最初の航海ではほぼ１往復の観測に成功したのではあるが、帰港時にデータ回収に訪船したところ、この冷蔵庫の中で結露が溶けてパソコンが水浸しになってストップしているのが発見された。そこで、このパソコンは別の物とに取り替え、本体は故障損傷しているが、持ちかえりハードディスクをリカバリー専門の業者に発注依頼して読み取りを試行してもらったところ、それに成功した。

この後はケーブル・コネクターの断線があり、一度は交換したが、やがて不調になり、現在は操作を停止して本体はカンバスカバーをかけた状態であるので、2001 年 02 月 23 日に訪船して、本体を「不用品扱い」にて積降回収された。

３－２．**「神山丸」**

本船は兵庫県加古川市東播磨港を積降港として、豪州東岸の積み出し港の間を往復するこれも全長 300m の大型の鉄鉱石輸送船である。本船におけるスカイラディオメータの設置場所は貨物甲板中央にある高さ 9m のランプマスト上に取り付けた。この場所は全長 300m の船体中央部で操舵橋から 150m も離れており、かつマストや煙突など太陽を遮る物は一切無く、このスカイラディオメータの船上観測ではかって例を見ないほどの理想的な設置場所に相当する。また VHF アンテナからも充分な距離があるため、電波干渉の心配もまったく無い所である。難点は 9m のタワー上に設置するときの作業がかなり困難で危険であることであり、このために作業は天候に左右される。鉄鋼石の粉塵は本体全体を汚染するが、鏡筒部内部のレンズの表面までは汚染す

ることは無かった。本船機関部の好意で難しいステンレスの台を鉄製のマスト上に溶接固定してくれた協力を得ている。電源は甲板上のスイッチボックスから引いた。本船においてもパソコンは架台下に設けた小型冷蔵庫の中に設置した。やはり結露融解は起こったが、幸にして、故障には至らなかった。最初の航海では往路は問題無く作動していたが、帰路の初めから作動が止まった旨の連絡が商船三井経由でﾒｲﾙされてきた。停泊したDanpireで大型のカモメが何羽も停まり、その影響でなかろうかというコメントもあった。
これらのトラブルの多くはGPSに関わる同期を取るプログラムに不都合があるようで今後改善するところである。そこで日出センサ（デイタイム感知器）を電源にセットして、毎日一回リセットする仕掛けで凌いでいるところである。

神山丸の観測航海期間は次ぎの（1)00/03/18～00/04/02,（2)00/04/21～00/05/02の通りである。その後、電源漏電事故があり、現在は下船撤収中で修理していたが、「みらい」のMR00-K08に出る前にステッピンッグモータのベルトの不備損傷が見付かり、それと交換したところである。

研究成果：

これらの観測航路は赤道をほぼ南北に過るものであるので、経度に投影して縦軸として、それぞれの観測地の経度にたいする測定値の分布の形で示して比較してみた。そこで、500nmの波長に関するエアロゾルによる光学的厚さ（Aerosol optical thickness）と、波長500nmに関するエアロゾルの単分散反射率（Single Scattering Albedo）およびエアロゾルによる光学的厚さの波長異存性（Angstrom exponent）について比較議論してみた。

光学的厚さを見ると一般的に赤道を堺にして北半球の方が南半球より常に高い傾向がみられ、日本付近は陸に近い為に極端に高いのが見止められる。また矢作丸に比べ神山丸のルートが東南アジヤの海岸により近いので、バイオマス効果の影響で北緯20度以南では高い値になっているのが分かる。

Angstrom exponentを見ると赤道で最小であり、それより南北の高緯度になるにつれて対称に高くなっているのがみとめられる。さらに赤道近くでは若干の例外を除き粒径が大きくて、発生してから時間の経った古い粒子が卓越しているのが見とめられる。逆に北と南で大陸に接近しているところでは粒径に小さく、発生直後の若い粒子が多く含まれていることを示唆することになる。

Single scattering albedoでは南北では1に近いものもあるが、その値が0,7ぐらいまで低くて、いわゆるススなどの光を吸収し易い粒子が瀰漫しているが、また赤道付近の大洋上では反射率の高い粒子のみが常に存在していることが注目される。赤道上における大気の柱全体には海塩粒子などが高いところまで持ち上げられていることを示していると考えることができる。

これは、池上らによる赤道上空の航空機観測で対流圏上部で海塩核が相当高濃度で観測された報告とも関連があるものとして注目されるところである。

今後の課題：

スカイラディオメータを船舶用完全無人化する上で次の問題点が挙げられる。

（1）船舶緊急交信電波 VHF マリンバンドの 16ch、12ch、13ch に干渉する雑音電波を発しているが、その原因はスカイラディオメータの計測値を送信する IC の周波数 16.0000MHz の高調波として VHF マリンバンドの 16ch の周波数 156.8000MHz に干渉することが分かった。これをたまたまあった 15.9744MHz に付け替えたところ干渉波は無くなったのである。そん変り別の 12ch、13ch に干渉する電波が新たに発生することになり、問題は依然として解決していないおとになる。東京都立産業技術研究所の検査測定を受けたところ、国内の製品販売基準をクリアしているそうである。しかし、コンパスデッキには各週のアンテナが乱立しているのでこの問題は船上観測においては重要である。現在のところ次ぎの対処をしている。

(1-1) VHF アンテナから 20～30m 以上離れる。

(1-2) VHF アンテナと同じ高度にならないよう鉛直距離も 10m 以上はとる。

(1-3) 本体・電源送信ケーブル・コネクター等のシールドを取り接地する。

（2）GPS との同期が取れない場合、本体とパソコン間の指令通信送受のタイミング等の不具合により、突然止まってしまう事故が多く見られた。この原因は推定されているが、ファームに書き込んだプログラムを変える事になるので作業の規模が大きく、緊急には対処出来ないままである。そこで、パソコンは瞬間停電に対して自動復帰立ち上がりのする種類を選び、本体とパソコンの電源を一日一回の日出を検知してリセットすることになる DAY-TIME-ON 装置を電源間に挿入して凌いでいる。

（3）スカイラディオメータ本体では水平回転部と鉛直回転部の可動部の電接を多数のケーブルで連絡しているが、その耐候性や耐塩性が低く老朽化は塩害による絶縁破壊が起こっている。これではパソコンデータ容量から６ヶ月毎の回収にしても、本体の故障の方が先に起こるので役に立たないのが現状である。

（4）船舶の動揺を補正する 2 台の CCD ｶﾒﾗの光学系には、かなりの系統誤差が発見され、これは本質的な問題であるために、観測の事前と事後に十分な角度検定が必要であることが注意しなければならない。これを施すことで過去の観測データも今後活用して行く方針である。