

10 第5研究所

概説

第5研究所は自衛隊の必要とする装備品のうち、水中武器、音響器材及び掃海器材についての考案、調査、研究及び試験並びに規格に関する資料の作成についての業務を実施している。

第1部は、音響器材に関する業務を担当しており、ソーナーシステムの研究では、ハルソーナー、えい航式ソーナー(TASS)、ソノブイ及び水中固定ソーナーと多種のものが並行して研究された。えい航式ソーナーでは、「86式えい航式ソーナー(OQR-1)」が装備化され、その技術は潜水艦用TASSの装備化に反映された。ハルソーナーの研究は、30年代後半から開始され、「T-3装置(OQS-3)」、「T-101装置(OQS-101)」の開発を経て、50年代に入り探知の不安定さの解消、海洋環境への適合、省人化等を目指した多機能処理化、装置の小型化、自動化等の研究が実施され、その成果はゴム製ソーナードームを採用した「水上艦用ソーナー(OQS-X)」の開発試作に引き継がれ、大幅な性能向上に寄与し、「OQS-102」、「OQS-5」の装備化を実現させた。収束帯での探知と攻撃を目指す次世代ソーナーの開発のため、研究試作が行われ、その成果は「水上艦用ソーナー(OQS-XX)」として試験艦「あすか」で試験が行われ、良好な結果を得た。

ソーナーの共通技術として、ソーナー信号処理に人工知能技術を導入して目標信号の自動検出と目標類別の自動化を目指す研究も実施された。海洋音響特性の研究も当初から継続され、調査器材と調査法の研究、探知予察法の研究が行われた。

第2部は、水中武器及び掃海器材に関する業務

を担当しており、深々度で高速航走する逆探能力の優れた潜水艦を有効に攻撃し得る高性能の対潜用短魚雷の開発に資するため、53～61年度までの間、短魚雷の構成要素の研究に取り組んだ。

62年度からは、将来出現が予想される高性能潜水艦及び対潜能力向上型水上艦に対処するため、航走距離、航走深度、速力、ホーミング性能、TCM機能及び静粛性の向上を図った魚雷システム及び構成品に関する技術資料を得ることを目的として、将来魚雷について構成要素別の研究を開始し、その先鞭とし「魚雷音響シミュレータ」の研究試作を実施した。これはハードウェア・イン・ループのリアルタイム・シミュレータであり、「対潜用短魚雷(G-RX4)」の技術試験で、探索方式、標的への直角誘導方式等、数々のソフトウェアの確認並びに改善等に有効に活用され、その装備化に向けて大いに貢献した。機雷に関する研究については、「将来機雷用複合センサ」、「複合検知装置」の研究試作を実施した。

海上試験室においては、音響器材、磁気器材、水中武器及び掃海器材などの海上試験を数多く実施した。

川崎支所は、磁気器材に関する業務を行っており、船体消磁技術については、船体磁気経時変化に即時対応し、最適消磁状態を常時維持することが可能なクローズド・ループ消磁技術の有効性を実証した。磁気探知技術については、従来の磁気センサに比べ2桁程度感度の高い超伝導磁気センサの研究、さらに、音響、磁気に並ぶ新しい水中探知技術であるUEP(水中電界)技術の研究を実施中である。

(1) 海洋音響特性とソナー探知予察の研究

7 目的

ソナーの性能は、海洋環境の状況に大きく左右されるので、海洋の音響特性の把握とソナーの性能予測を的確に行う技術を研究し、各種ソナーの設計、評価及び運用のための技術資料を得ることを目的に計画された。

イ 経緯及び結果

53年以前の海洋音波伝搬の研究は、主として、音線理論による計算法とその解析であり、BTの関数表現とそれに対応する数値計算法等が主題であった。しかし、海洋の音波伝搬現象を音線理論のみで解析するには限界があり、波動理論すなわちノーマルモード法による計算法の研究が進められ、54年にほぼ完成した。その後、小型CPUによる予察計算の要望から、基本的には音線理論を適用するが、コースティックスや収束帯、シャドーゾーンへの音波の回折、カットオフ効果等の音線理論が適用できない現象には、波動理論による簡略式等を適用する、いわゆる変形音線理論による数値計算法が研究された。

ソナー運用現場における探知予察の利用は、当初、簡便な音線作図が護衛艦の処理装置に付加されていた。しかし、遠距離探知が可能なえい航式ソナー(TASS)の運用には、本格的な探知予察能力の必要があり、58年度に変形音線理論による艦艇搭載用の予察器が試作され、その後、「OQH-11」として護衛艦に装備されている。

60年代に入り、より現実の海洋環境に近い条件での予察の要求から、断熱近似法やPE法(放物型方程式近似法)の研究が進められ、各種の音場解析に利用されている。

これらソフトウエアの研究に並行して、その実証研究として実海面での音波伝搬試験が行われ、深海域におけるボトムバウンス伝搬

やその特性を利用した海底反射損失の測定、収束帯伝搬特性の測定とその現象の利用した500~600 km以上の超遠距離探知を目的とする監視用えい航式ソナーの基礎実験が実施された。また、浅海域においても多くのデータが収集され、海底反射の影響の大きいこと、BTの変動が激しく、深海に比べて伝搬特性が一層複雑であることが判明し、環境調査、特に海底反射特性の研究の必要性が明らかになった。

音波伝搬特性の計算精度の向上に伴い、その応用による逆理論としてマッチドフィールド処理の研究も進められた。鉛直受波アレイによる目標の深度、距離を同時に探知する海上試験が平成元年頃から行われ、環境変動やアレイの位置誤差等により処理結果が大きく左右されることが分かった。

これらの処理誤差については、音響シミュレータを用いた数値実験による定量的検討が行われ、大きな成果が得られた。しかし、実用化のためには更に研究を続ける必要がある。その後、同種の技術として、浅海域における低周波数の海底反射特性を海中の音場からインバース法によって推定する技術が研究され、その測定装置の研究試作「浅海域音響評価装置」を8~11年度に、その所内試験を10~13年に実施し、将来、浅海域ASWに活用されるべき貴重なデータを取得した。以上の洋音響特性に関する研究の進展は、海中音場シミュレーション技術の進歩をもたらした。

従来、ソナーの試験評価は、実艦に搭載後に実海面で行われていたが、海洋環境の時間的・空間的特性変動が大きく、かつ複雑なため試験結果の再現性が乏しく、評価の信頼度は低いものであった。これを解決するには、音響特性の判っている特定海面に大規模なレンジングシステムを構築する必要があるが、



試験概要

同研究の日米それぞれの実施担当は技術研究本部第5研究所と米海軍研究所（Naval Research Laboratory）で、日米共同で海上試験を実施し、取得したデータをベースに、浅海域における音波の伝搬、海底での反射散乱等の特性の基礎的な分析・解析に関する研究を日米双方が協力して実施した。

我が国では特定海面の専有が困難であるため、他の方法、たとえば試験・評価用シミュレータの利用が考えられている。このため、海中雑音、目標放射雑音、海洋環境、ソーナーのマルチチャネル受波音場、ソーナー用信号処理等を行う「音響シミュレータ」が62年度に研究試作され、その試験評価の結果、基本的シミュレーション手法は確立されている。

今後は、実機を接続し評価するための実時間処理法やより複雑な海洋環境への適用等の高精度化の研究がされるであろう。

ウ 日米共同研究

浅海域における「海洋音響特性とソーナー探知子察の研究」は、MOU (Memorandum of Understanding)が、平成11年6月に締結され、14年度まで、「浅海域音響技術」という項目名で日米共同研究を実施した。

(2) ソーナー信号処理、情報処理の研究

7 目的

高雑音環境下の海洋を隠密行動する潜水艦の放射音を探知し、類識別、位置局限するパッシブソーナー及び潜水艦からの反射音を探知し、測距、測角を行うアクティブソーナーの処理性能及び類別性能の向上を図るため計画された。

イ 経緯及び結果

(7) アクティブソーナー

50年代に入り、従来の待ち受けビーム方式、検波積分方式及びFM 相関処理に加え新たに、スプリットビーム相関処理による信号検出及び位相誤差分散処理による検出、残響低減と類別処理の研究が行われた。その後、53年に「マッチドソーナー受信装置」、54年に「アクティブソーナー目標類別装置」の研究試作、59年度には「水上艦

用ソーナー(OQS-X)」の試作が行われ、特務艦「あきづき」にぎ装され、良好な試験結果が得られた。

この処理装置は、従来のトランジスタとIC素子を全てLSI素子の専用処理チップに替え、高速、多機能大量処理を可能にし、小型軽量化、小電力化を図った画期的なものであった。また、探知率の向上と探知の不安定性除去のため、2周波同時受信やアクティブ・パッシブモードの同時運用等処理法も良好な結果が得られた。

これらの技術は、海上自衛隊のソーナー「OQS-4」の改善や「OQS-102」、
「OQS-5」設計に反映された。4年度に試作された「水上艦ソーナー(OQS-XX)」では、電子回路はVLSI化され、多周波同時送信方式も採用され、さらに多機能化、自動化が図られた。

(4) パッシブソーナー

従来は相関処理による目標方位の検出及び聴音による目標類別方式であったが、IC(集積回路)の高性能化に伴い、ソーナー専用の高速信号処理プロセッサを用いたFFT法による周波数分析処理法の実用化が研究され、処理利得が大幅に向上した。目標の線スペクトル成分が明瞭に分析され、明確な方位情報や目標類別の特徴要素の抽出が可能になった。

これらの技術は54年度の「えい航式パッシブソーナー(TASS)」の研究試作に採用され、改良の結果、58年度の「えい航式パッシブソーナー(TASS)」の試作に反映された。また、これらの技術は、「86式えい航式パッシブソーナー(OQR-1)」や「水上艦ソーナー」にも適用され、実用化された。

相手潜水艦の静粛化に対処して、妨害音

除去のためのANC技術、より微細な信号検出のための遅延型相互スペクトル法、FFT法の欠点を解決した線形予測法の一つである瞬時分散処理法等が研究され、装備品に導入されている。

アクティブ及びパッシブソーナーの共通技術として、目標類別の自動化は大きな課題であり、50年代後半から研究が継続されていたが、人工知能技術を応用したANN(ニューラルネットワーク)処理が研究され、平成元年度から「ソーナー情報処理装置」の第1次研究試作が行われ、多重、高階層の処理ネットワークによる信号検出、類別処理性能が実海面データにより評価され、大きな成果が得られた。妨害音除去処理技術である適合整相処理の研究も61年度に研究試作を実施し、成果を得た。

(3) 対潜用短魚雷構成要素(その1)の研究

7 目的

「対潜用短魚雷構成要素(その1)の研究試作」は55年度に研究試作を、56~57年度に所内試験が行われた。沈降体と通称されたが、文字通り魚雷型の物体に重錘を仕込んで海中を高速で沈降させ、深度数百mで三つに分離し、重錘が入った胴部は捨て、頭部、尾部は浮上させて回収し、再使用するものであった。水中において、電磁波は減衰が大きく、水中で最もよく透過するブルーグリーンレーザー光でも伝搬距離は数十m程度である。現在の技術では水中目標の遠距離探知には音波を用いるのが唯一の実用可能な手段である。しかし遠距離において受信できる目標艦艇の放射雑音、反射エコー等は極めて微弱である。一方、音波は動力装置、推進器、操舵装置、発電機、種々のポンプ等から発生する。

また魚雷は水中を高速で航走するので、

その表面近くには渦流が生じ、受波器に加わる圧力変動が雑音の一つの原因となる。

48年に「対潜用短魚雷（G-RX3）」の計画が始まり（「対潜用短魚雷（G-RX4）」は計画当初、G-RX3と呼ばれた）、最終的には「97式魚雷」として制式化されたが、計画のスタート時点では種々の基礎研究が実施された。対潜用短魚雷は画期的なホーミング性能の向上を目指しており、自己雑音低減が大きな課題であった。この研究試作は自己雑音の原因の一つである流体雑音について資料を得ることを目的に計画された。

イ 経緯及び結果

雑音を全く発生しない推力源は、重力か浮力であるが、必要な計測時間、すなわち航走距離を確保できる場合は海中のみであり、浮力を利用する方法では得られる速力に上限があり、重力による方法が選ばれた。流体雑音計測のためには最終（最大）速度に安定してから10秒以上にわたり、チャンネル間の精確な位相を維持した広帯域データを取得する必要がある。当時、このデータを記録できる内蔵記録器は存在せず、データをPCMデジタル伝送方式で船上に伝送し、PCMデータレコーダに記録する必要があった。

長さ約1,000m、直径約1mmの同軸ケーブルをコイル化し、航走体に内蔵させ、沈降中に高速でケーブルを繰り出す有線方式とした。魚雷の音響ホーミング送受波器を模擬した音響受波器を形状、表面粗度をパラメータとし、6種類製作した。

また73式魚雷（改）の送受波器及び誘導制御装置の研究試作で試作した送受波器も装着して流体雑音を計測した。

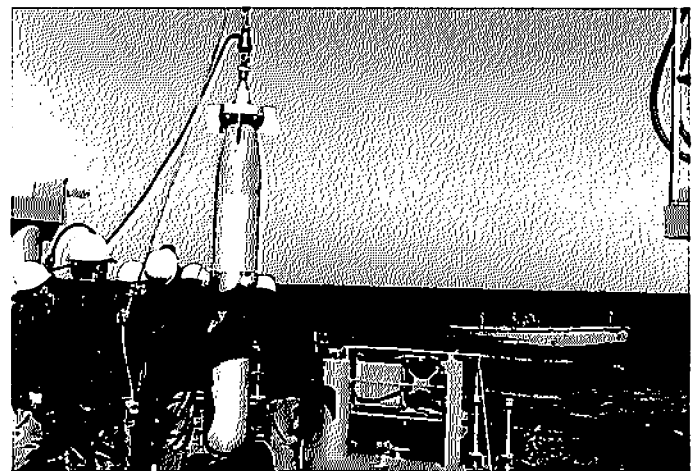
計測終了後、数百mの深度で高速沈降中の物体を分離させることも大きな技術課題であった。

流体雑音は速度が2倍になると18dB増加するといわれているが、本試験の結果はこのことを実証した。頭部形状の影響はあまり認められなかったが、表面粗度に関して、粗度の大きい方が流体雑音も4~5dB大きかった。73式魚雷（改）の送受波器を使用した試験の計測データは、他のデータより流体雑音が低かった。

これは米海軍からの情報で、送受波器の音響窓のゴムと外かく金属との接合部を入念に研磨を実施した結果であり、同接合部を平滑にすることにより大幅な雑音低減の可能性が示されたが、接合部を研磨してもゴムの経年変化で段差が生じてしまう。

対潜用短魚雷構成要素(その1)の性能緒元

全 長	2,699 mm
空 中 重 量	534 Kgf (最大速度状態)
海水中重量	343 Kgf (")
計 測 時 間	10 秒以上 (最大速度にて)
計測データ	音響 6ch 深度 1ch 速度 1ch



対潜用短魚雷構成要素(その1)の試験状況

このため対潜用魚雷では音響窓のゴムを後方まで伸ばし、ゴムと外かく金属の接合部を後方に移行させて音響素子から遠ざけることにより、大幅な流体雑音低減に成功している。

(4) 魚雷用誘導制御装置の研究

7 目的

将来出現が予想される高性能潜水艦及び対潜能力向上型水上艦に対処するため、ホーミング能力、TCM性能等の向上を図った魚雷システムの誘導制御装置及びその構成品に関する技術資料を得ることを目的に計画された。

1 経緯及び結果

4年度から13年度にかけ、「魚雷用誘導制御装置」の一連の研究試作、所内試験を実施した。

研究試作内容はメインセンサ、画像センサ、境界面センサ等から成る魚雷用の複合センサモジュールであり、研究試作（その1）、（その2）ではメインセンサと画像センサの一体化構造に初めて挑戦し、画像センサにはクロスファンビーム方式を、境界面センサにはFM送信方式を採用した。

研究試作（その3）、（その5）では水中航走体搭載型の複合センサモジュールを、研究試作（その4）では、航走状態でセンサ性能を評価するために必要な航走体及び光ファイバ通信システムを試作した。

実海面において吊下静止状態及び水中航走体に搭載した航走状態における、水上艦及び潜水艦に対する探知性能、魚雷防御器材に対する識別性能等が良好であることを確認した。特に、画像センサによる潜水艦とTCMの識別能力は顕著であり、大幅なTCM能力向上が見込まれる。

(5) クローズド・ループ消磁技術の研究

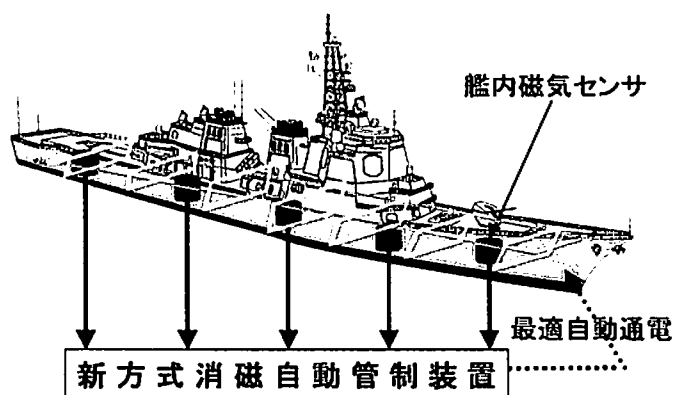
7 目的

クローズド・ループ消磁(Closed-Loop Degaussing : CLDG)技術の研究は、磁気機雷及び航空、水中磁探に対する艦艇の安全を確保するため、自艦艇内に設置した磁気センサにより、内部磁場を計測して、消磁を行い、船体磁気経時変化に常時対応可能な新方式消磁技術に関する資料を得ることを目的に計画された。

1 経緯及び結果

クローズド・ループ消磁技術の研究に着手したのは所内研究「船体磁気監視技術の研究」によってであり、磁気状態を種々変化させた円筒形模型（一般構造用圧延鋼材）を用い、模型の内部と外部の磁界の強い相関を確認したことに始まる。

所内研究の成果を踏まえ、63年度に潜水艦、3年度に掃海艇、6年度と9年度に護衛艦の新方式消磁装置の研究試作を実施し、クローズド・ループ消磁技術の有効性を実証した。



クローズド・ループ消磁の概念

(6) UEP技術の研究

7 目的

艦艇の海水に接する部分、艦底には舵、プロペラやアース板等の複数の金属が取り付けられており、これらの金属が艦内で電氣的に接続されていると、海水を通じて電流が流れ、

艦艇周辺に水中電界（Underwater Electric Potential：UEP）を発生させる。

UEP技術の研究は、UEP測定法、異種金属間に生じる微弱な水中電界を検出し、艦艇、機雷等を探知するUEP探知技術及び艦艇から発生する水中電界を極力抑圧、制御するUEP制御技術に関する資料を得ることを目的に計画された。

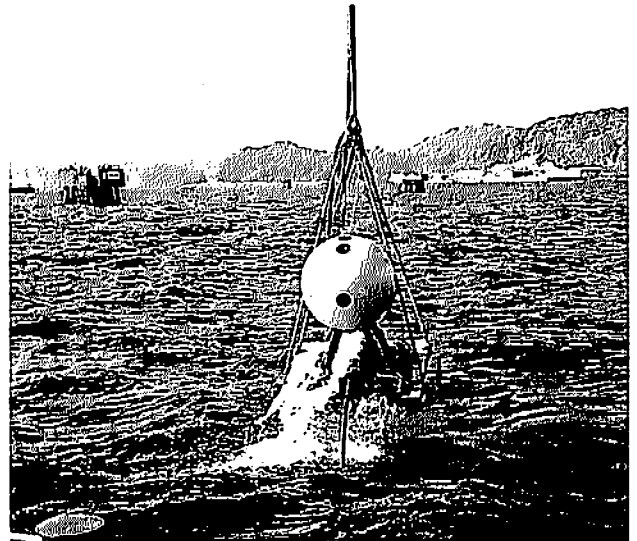
イ 経緯及び結果

UEP（水中電界）技術の研究は4年度に着手し、UEPセンサを横須賀沖合の海底に設置し、感度校正を行った後、航行する各種艦艇のUEPを計測した。UEPの発生源が艦艇の流電陽極及び外部電源防食装置であることを推定し、6年度に実艦の船底部金属構造を模擬した船底模型のUEPを水槽で測定し、実艦艇のUEPとの相関を得た。海底に敷設した電界センサ及び舷側から海中に吊下した照合電極で、実艦のUEPを測定し、理論値と比較した。

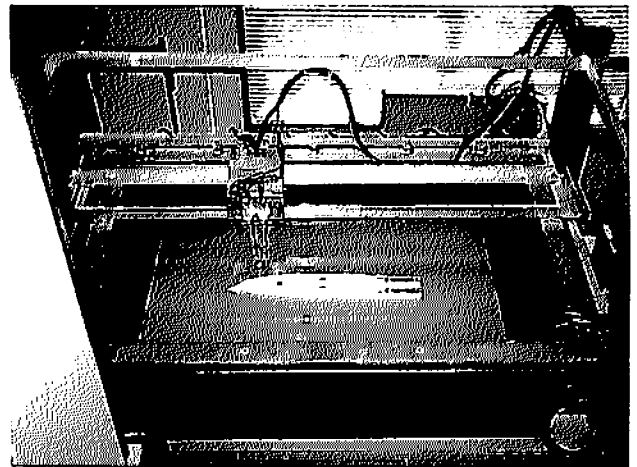
掃海艇では、UEPに伴う磁場が無視できないレベルであることを明らかにした。

8～10年度の特別研究では、第5研究所周辺海域に電界センサを約3ヶ月間連続して海中設置し、信頼性試験を実施し、その結果は良好であった。また、試験艦「あすか」のソーナードームに電界センサを取り付け、航走状態でのUEP雑音計測を実施した。

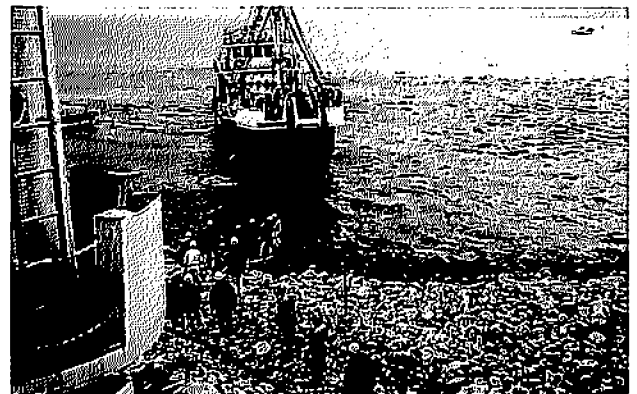
UEP技術は音響、磁気に並ぶ新しい水中探知技術であり、特別研究の成果を踏まえ、11～12年度に探知線部、伝送部及び信号処理部から構成される研究試作「UEPセンサシステム（その1）」を実施し、現在その所内試験（13～15年度）を実施中であり、その成果が期待されている。



海底設置型水中電界センサ



船底模型のUEP測定



UEPセンサシステムの試験状況

技術研究件名一覧表 1 / 3

担当	分類	件名	着手年度	終了年度 (終了予定年度)	備考
第1部	電子 機器	マッチドソーナー受信装置の研究	5 1	5 5	水上艦用ソーナーシステム受信装置の最適化の研究
		えい航式パッシブソーナー(TASS)の研究	5 1	5 6	水上艦用TASSの研究
		アクティブソーナー目標類別装置の研究	5 2	5 7	水上艦用ソーナー目標類別装置の自動化の研究
		パラメトリック送波装置の研究	5 3	5 7	水中の非線形効果を利用した送波装置の研究
		超低周波パッシブソーナーの研究	5 3	5 8	超低周波受波装置、超低周波信号処理装置の研究
		パッシブソーナー目標類別装置の研究	5 5	6 2	パッシブソーナー用目標類別方式の研究
		適合整相受信装置の研究	5 7	6 3	パッシブソーナー用信号処理方式の研究
		潜水艦用ソーナーの研究	6 0	1	潜水艦用ソーナーに使用する高性能音響器材の研究
		魚雷音響シミュレータの研究	6 0	2	ソーナーの全機能を模擬可能なシミュレータの研究
		配列型ソノブイの研究	6 1	3	垂直、水平配列アレイから成る高性能ソノブイの研究
		えい航式面アレイ受波装置の研究	6 3	5	えい航式パッシブソーナーの研究
		水中監視ソーナーの研究	1	7	超低周波パッシブソーナーシステムの研究
		ソーナー情報処理装置の研究	6 3	1 0	人工知能技術を導入したソーナー情報処理装置の研究
		高解像ソーナー送受信装置の研究	9	1 2	沈底機雷等を探知識別可能なソーナーの研究
		浅海域音響評価装置の研究	6	1 3	浅海域でのソーナー探知予察精度向上のための研究
バイスタティックソノブイの研究	7	(1 6)	マルチスタティックソーナーに適應したソノブイの研究		

技術研究件名一覧表 2 / 3

担当	分類	件名	着手年度	終了年度 (終了予定年度)	備考
第1部	電子機器	広帯域信号送受信処理装置の研究	7	(17)	環境適合型ソナーの送受信方式の研究
第2部	艦艇・水中武器	魚雷用酸化銀電池の研究	53	54	魚雷用電気推進装置の性能改善に資する電池の研究
		KRE 推進装置の研究	47	55	魚雷用エンジンとして研究された KRE 推進装置
		シミュレータ付加装置の研究	54	55	水槽にて音響模擬を可能とする付加装置の研究
		試験用航走体の研究	50	56	実海面発射試験データ取得に供しうる航走体の研究
		対潜用短魚雷構成要素(その2)の研究	55	56	送受波センサ、慣性誘導装置に関する要素技術の研究
		対潜用短魚雷構成要素(その1)の研究	55	57	魚雷頭部形状等と流体雑音に関する要素技術の研究
		対潜用短魚雷航走体の研究	56	59	魚雷の各構成要素技術を評価しうる航走体の研究
		新型電池の研究	56	59	電気推進魚雷用の新型電池の研究
		新型電動機の研究	56	59	電気推進魚雷用の新型電動機の研究
		慣性誘導装置の研究	58	59	魚雷用のストラップダウン慣性誘導装置の研究
		新方式推進装置の研究	59	62	魚雷用クローズド・サイクル・エンジンの研究
		魚雷音響シミュレータの研究	60	2	魚雷用シミュレータの研究
		将来機雷用複合センサの研究	63	6	各種シグネチャ計測用マルチセンサシステムの研究
		ウエーキ検出装置の研究	1	7	魚雷用のウエーキ(航跡)検出装置の研究
魚雷用誘導制御装置の研究	1	13	性能向上型誘導制御装置の研究		

技術研究件名一覧表 3 / 3

担当	分類	件名	着手年度	終了年度 (終了予定年度)	備考
第2部	艦艇・ 水中 武器	魚雷シミュレータ付加 装置の研究	3	10	TCM模擬機能を強化する 付加装置の研究
		魚雷用動力装置の研究	4	12	高出力クローズド・サイク ル・エンジンの研究
		複合検知装置の研究	7	13	各種シグネチャによる目標 探知、識別に関する研究
		魚雷用画像認識識別装 置の研究	14	(21)	音響画像により目標を認識 識別する装置の研究
海上試 験室	"	目標追跡装置(浅海用) の研究	53	59	海底固定型トラッキング・レ ンジの研究
川崎 支所	電子 機器	静止型磁力計の研究	53	59	超伝導磁力計(水中設置型) の研究
		移動型磁力計の研究	53	62	超伝導磁力計(航空機搭載 型)の研究
		船体磁気処理シミュレ ータの研究	52	63	移動式(可搬式)磁気処理装 置の研究
		新方式消磁装置(潜水艦 用)の研究	56	2	クローズド・ループ消磁装置 (潜水艦用)の研究
		新方式消磁装置(掃海艇 用)の研究	60	6	クローズド・ループ消磁装置 (掃海艇用)の研究
		新方式消磁装置(護衛艦 用)の研究	2	13	クローズド・ループ消磁装置 (護衛艦用)の研究
		超伝導磁気センサの研 究	60	9	超伝導磁気マルチセンサに よる目標位置局限の研究
		高温超伝導磁気センサ システムの研究	5	13	液体窒素温度で作動する高 温超伝導磁気センサの研究
		UEPセンサシステム の研究	6	(19)	水中電界センサによる目標 探知システムの研究

海洋音響とともに五十年 — 泣きを入れた話 —

元第5研究所長 漆原 清

1953年(昭和28年)、大学を卒業してすぐ越中島の保安庁(後の防衛庁)の研究所の前身に入り、『君は水の中の音響をやれ』と言われ、生意気ざかりの怖い物しらずで、『そんなものはRayleigh*の時代にとっくに終わっています。まだやることあるのですか?』と、上司をさんざん困らせてから、あっという間に五十年がたった。

最初の二十年近くは、もっぱら海中の音波伝搬の研究(?)に取り組んでいた。今から振り返ってみると、なんと幼稚なことをやっていたものと思われるが、当時は海上実験も手探りで四苦八苦、失敗の連続であった。そのなかでの支えは、もちろん上司、仲間であったが、それ以外に多くの先達のお教で目の鱗の落ちた思いのしたことが何回かあった。ここではそのいくつかを披露させて頂きたいと思う。

研究が行き詰まり、このさきどうしていいか迷っていたある日、上司から『明日、技術研究本部に行つて来い。部屋もとつてある。そこで、抜山先生があなたの研究状況を聞いて下さることになっている。』といきなり言われ、びっくり仰天した。東北大学 名誉教授 抜山平一先生については、今更ここでご紹介するまでもなく、水中音響にとつてもまさに大先達である。その大先生が私のような駆け出しの話を差し向かいで聞いて下さること、嬉しいような怖いような思いで伺候した。そして、いざとなると度胸がすわり、それまでの研究の状況をご説明し、『なかなか思うように進みません。』と精一杯ここで泣きを入れた。

私の話を聞き終わった先生はニコリ微笑まれ開口一番、『あなたは今、一生懸命学問をしているのですよ。論語には、「これを知るをこれを知ると為し、知らざるを知らずと為せ。是れ知るなり。」とあります。いかに何も分かっていないかが分かったということは、あなたが今勉強しているということです。これからもしっかり勉強して下さい。』と、励まして下さった。

あとで知ったことであるが、晩年の先生は“論語”に傾注され、折りに触れ、“論語”を引用して、後進を指導されておられた由。

この時も、頂いたそのひと言で私の目の前がパッと明るくなったような気がしたものであった。

R.J.Urick氏はあまりにも有名で、恐らく水中音響に関わっている人で、彼の名前を知らない人はいないのではないかと思う。彼は、1968年(昭和43年)、第6回国際音響学会が東京で開かれたとき初来日し、それ以来すっかり親日家となり、その後も私のいた研究所に時にはお一人で、また時にはご夫妻で立ち寄られた。あるとき、私がちょうどそのころ取り組んでいた“浅い海での音波伝搬”について、『海上実験をやっているのだが、測定結果はどうしても理論と合わなくて困っている』と泣きを入れた。それを聞くや否や、彼は機関銃のように喋り始めた。私の語学力では、これを100%理解することはとてもできなかったが、何とか要約すると、『浅い海では、媒質およびそれを取り巻く環境条件があまりにも複雑多岐であるため、決定論的モデルを用いても、海洋データを完全に適用させることは不可能に近い。あなたの努力は無駄だ。実用的見地からすれば、浅海の音響伝搬特性は、各海域ごとに実測してその特性マップを作るのにかぎる。私はこの方法をお勧めする。』といったのけてニヤリと笑った。

余談になるが、彼はまさに合理主義を地で行く人となりで、当時、彼と同行したときもこれに関するエピソードもいくつかあるが、それはまた別の機会に譲ることとして、研究に当たつても、いかに短時間に経費をかけずに、実用的価値あるものを得るかをモットーにしていたように思われる。この時の意見も彼の面目躍如といった所であるが、まったく別の視点からの、実用性を重視した示唆は貴重なものとして、いまでも私の心に深く残っている(彼のあの有名な著書“Principles of Underwater Sound for Engineers”は、このやりとりの直後に初版が出版された)。

これもまた古い話で恐縮だが、1965年(昭和40年)前後のある時、水中音響にも特にご造詣の深い元東京工業大学学長、元日本音響学会長の実吉 純一先生が、かつて電池の神様といわれた

名和 武先生とご一緒に、私たちの研究所をご視察になった。研究室でお二人を前に、ここでも海洋音響の研究の難しさについて、泣きを入れた記憶がある。お二方とも、そこでは何もおっしゃられなかったが、ご視察が終わり、研究所の職員全員の前で、ご所見、ご感想を述べられたとき、実吉先生は次のようにおっしゃられた。

『海洋の音響特性を調べようとする、必ずといっていいほどぶつかるのは、海洋という媒質の音響条件が、時間的にも空間的にも大きく変動するということである。したがって、海洋音響の研究をやろうとするときには、まず研究テーマについて大まかな、仮説を立てた後、徹底的に実海面で実測することが大切である。そこで得られたデータに対しては、大抵の場合、理論はあとから追い付けてくれるものです。』それ以降、私は疑うことなく実海面での試験、実験に没頭した。

いまこの五十年を振り返ってみると、私はこれらの大先輩、先達から、このように多くの貴重な示唆が頂けたことに対して、改

めて心からの感謝の念を禁じ得ない。

海洋の構造や諸特性には、いまだ未知の部分が多く残されているであろうが、これに対する音響特性の研究調査では、まず未知の対象を見定めたいうで、目的にあった方法で効率よく実施してゆくことが肝要であると思われる。さらにまた、海洋を相手の音響に関する研究には、シミュレーションや水槽実験も重要であるが、最も大切なことはやはり実際の海での試験、実験、観測であろう。よく、「足が地についている」とか、「地についていない」という言葉があるが、「まず足を海に入れる」ことの重要性を強く感じている昨今である。

* Lord Rayleigh : 19 世紀末に活躍したイギリスの物理学者で、有名な " Theory of Sound " は古典的名著とされる。1904 年、ラムゼーとともにアルゴンの発見でノーベル物理学賞受賞。