

福島第一原子力発電所の赤外線放射温度計測

○外園 博一

(防衛省技術研究本部 赤外線計測プロジェクト プロジェクトリーダー)

本プロジェクトの特徴

原子力災害に伴う原子炉等状況を把握するために行った赤外線放射温度計測

本プロジェクトの概要

平成23年3月11日(金) 14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震に起因する東日本大震災は、地震及び同時に発生した津波により東日本各地に甚大な被害を生じさせた。津波を原因とする福島第一原子力発電所における原子力災害に対し、技術研究本部がその創設以来初めて行った原子力災害派遣任務が本プロジェクトである。

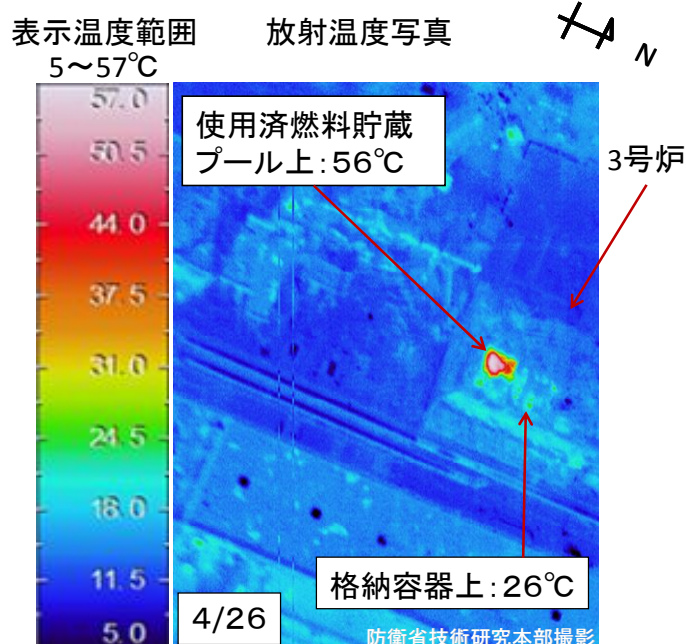
本プロジェクトの目的は、水素爆発などにより温度計測系の機能を喪失した原子炉や使用済み核燃料プールの温度を遠隔計測し、これらの温度情報を得ることであった。このため、陸上自衛隊所属のヘリコプター(CH-47JA)に赤外線計測カメラを搭載し、発電所上空より原子炉および燃料プールの赤外線放射温度を計測した。計測結果は即日防衛省のWebサイトにおいて公表された。

発電所上空からの計測は平成23年3月19日より開始され、センサによる直接計測系による計測が開始された後、同年4月26日の第26回計測をもって終了した。43日間にわたり、プロジェクト構成員数77名、ヘリ搭乗延べ計測人員数101名のプロジェクトとなった。

当日は、本プロジェクトの活動の細部について発表する。



(図1 機内での計測状況)



(図2 赤外線放射温度計測の分析結果例)

高空塵中の放射性物質の放射能濃度測定

○小林 松男¹, 高空収集試料分析チーム¹
(防衛省技術研究本部先進技術推進センター¹)

本発表の特徴

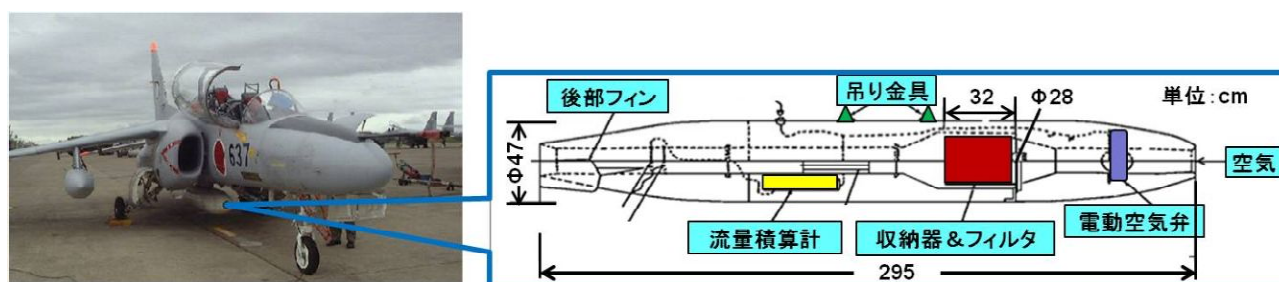
福島原子力発電所施設の津波被害に伴い、空中に放出された放射性物質の濃度測定

本発表の概要

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う津波で東京電力福島原子力発電所施設は甚大な被害を受けた。文部科学省は、放射線モニタリング計画実施の一環として「福島第一及び第二原子力発電所から空中に放出される放射性物質の拡散状況について、垂直的高度も含め、三次元的に確認するため、防衛省航空機による集塵を行い、集塵に含まれる放射性物質の核種及び放射能濃度を高度別に測定する」こととなり、防衛省関係機関の指示を受け、先進技術推進センター（以下「センター」と略す。）は核種及び放射能濃度の測定を 3 月 26 日～4 月 1 日の間、実施した。

高空の集塵は航空自衛隊百里基地が担任し、T4 練習機に装着された集塵器（図 1）により収集した試料（空域：福島沖上空及び百里～新潟上空、高度：約 1,000m～約 5,600m）がセンターに輸送され、センターは Ge 半導体検出器及び波高分析装置を用いて γ 線核種分析及び濃度の測定（図 2）を実施した。

当日は、センターにおける測定の概要及び結果について発表する。



（図 1 航空自衛隊の T4 練習機に取り付けられた集塵器）



（図 2 測定に用いた分析装置と測定中のセンター職員）

福島原発で活動する国産ロボット Quince の構成と改良

○小柳栄次¹, 吉田知章¹, 永谷圭司²

(千葉工業大学◇未来ロボット技術研究センター¹, 東北大学◇工学研究科²)

本発表の特徴

CBRN テロ対応ロボットとして開発された Quince. 福島原発モニタリングロボットとしての要求と対応. 異なる実環境下での装備と機能を解説する.

本発表の概要

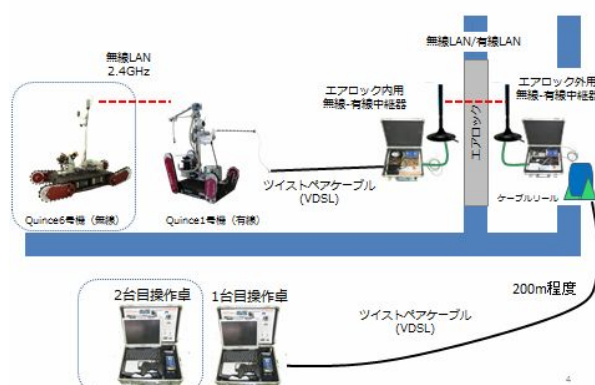
被災した原子炉建屋内で活動するロボットを遠隔操作するとき, 2つ問題がある. 1つはロボットシステムの耐放射線特性であり, もう1つは遠隔通信の問題である.

放射線による被曝を防ぐには, 被爆時間を短くする. 線源から離れる. 遮蔽する. などが大原則であるが, ロボットは人に代わって高線量下で活動することが求められており, 遮蔽以外に被爆量を低減できない. 遮蔽は重量の増加を招き, 小型ロボットの運動性能を悪化させる.

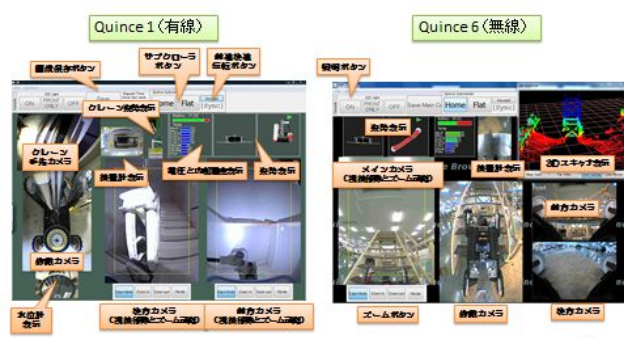
一方, 遮蔽のため, 分厚いコンクリート構造の原子炉建屋は無線通信の障害となる. 浜岡原発1号原子炉建屋内で実験を行った結果, 無線通信による遠隔操作は不可能であるという結論を得た. このため, 光ファイバー, POE, 有線 LAN などの方式を検討したが, VDSL 方式にツイストペアケーブルを組み合わせ, およそ 500m の遠隔地から安定した双方向通信が有効であるとの結論に達した.

本発表では, 日本原子力研究機構 (JAEA) の協力により, Quince に搭載している電子部品の耐放射線特性を実験により検証したこと. 情報収集を目的に, 7 台のビデオカメラが搭載され, 15Mbps 以上の通信機能が必要なシステム構築を実現したことを報告する.

図1に Quince のシステム構成を, 図2に高品位画像で構成された操作画面を示す.



(図1 Quince の構成)



(図2 操作卓画面の構成)

三胴船に働く波浪外力に関する研究

○土橋 純也, 横山 徳幸, 筒本 達大, 益子 英文
(防衛省技術研究本部艦艇装備研究所)

本研究の特徴

本研究では、水槽試験及び理論計算を実施し、三胴船の構造設計に必要な波浪外力について検討を行った。

本研究の概要

今後の艦艇の多用途化に対応するためには、同じ排水量を持つ在来船舶に比べて後部甲板面積が広く取れ、しかも高速化に適した三胴船が有効である。しかしながら、現在、我が国における大型高速三胴船の建造実績は皆無であり、大型高速三胴船の設計は困難である。本研究では、大型高速三胴船の構造設計に必要不可欠な波浪外力に関する技術資料を得ることを目的として、波浪外力を計測するための水槽試験を実施し、さらに波浪外力の推定手法を作成した。

図1は、三胴船のクロスデッキ（主船体とサイドハルを連結する構造部）に働く波浪荷重および船体運動を計測するために、艦艇装備研究所の大水槽において実施した水槽試験の状況である。また、三胴船の船体運動及びクロスデッキ部に働く波浪荷重の推定手法を作成した。この推定手法は単胴船の波浪荷重の計算に広く使用されているストリップ法（船体が運動する際に船体周りの流体から受ける流体力を、船体の長さ方向の輪切り断面毎に求め、その断面毎の力を船長方向に積分し、船全体が受ける流体力とする解析手法）を三胴船に拡張したものである。

図2は、クロスデッキ部に働くせん断力の水槽試験結果とストリップ法による計算結果を比較した図である。この図からクロスデッキ部に働くせん断力の試験結果と計算結果はよく一致していることがわかる。

当日は、波浪中における三胴船の船体運動及び波浪外力の水槽試験方法と波浪外力の推定手法の詳細について発表する。

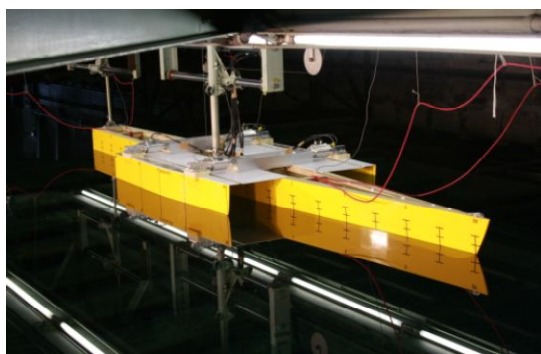


図1 水槽試験の状況

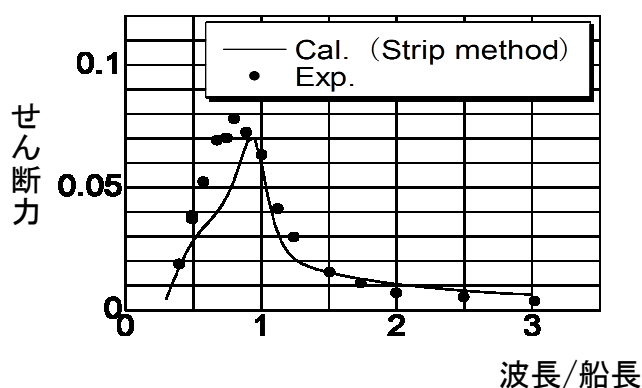


図2 三胴船のクロスデッキ部に働くせん断力

水中画像化ソナー用音響レンズについて

○奥山 智尚, 嶋村 英樹, 玉石 洋志
(防衛省技術研究本部艦艇装備研究所)

本研究の特徴

音響レンズ式水中画像化ソナーの研究のため、音響レンズの形成音場を実測し、これをFDTD^{*1}法で解析した結果、本手法がレンズの最適設計に有効であることを確認した。

本研究の概要

水中の物体を探知、類別し追跡するための水中画像化ソナーの需要が近年高まっている。従来は送受波器アレーを信号処理によって電子的にビーム走査することで画像データを得ていたが、これに必要な電子回路と処理量が課題となっていた。本研究は電子的走査に替わり、音響レンズを用いて直接的に画像を得る手法について検討したものである。これは光学ビデオカメラに対比できる(図1)が、水中で画像化ソナーが用いる周波数帯域の音波はカメラで用いられる可視光線より波動性の効果が大きいため、光学レンズの設計に通常用いられる幾何光学近似法では、音響レンズが形成する音場を高い精度で計算できない。このため、波動性を考慮した計算法の1つであるPE^{*2}法を単レンズ系の設計に適用した例があるが、PE法は後方伝搬を無視するため、複数レンズ間の多重反射が正確に計算できないという問題があった。

そこで本研究は、多重反射や後方伝搬の影響を正確に扱うことのできるFDTD法を音場の計算に用いると共に、音響レンズと水との境界条件を従来に比べてより厳密に設定した。ここでレンズへの入射音波を精緻に与えるため、その実測値をFDTD法の入力としてレンズの形成音場を計算したところ、図2に示すように計算結果は実際に仮作した音響レンズの測定音場に良く一致していることが確認できた。

当日は、音響レンズ式水中画像化ソナーの特徴及び技術課題について解説し、続いて音響レンズの最適設計にFDTD法が有効であることを計算例とともに紹介する。

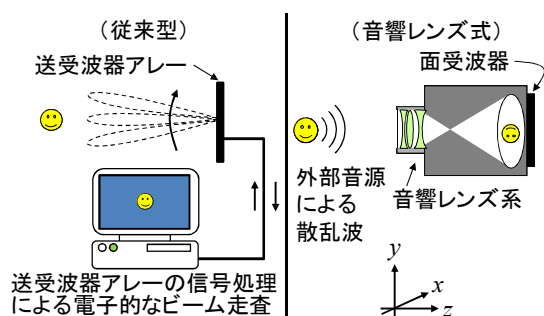


図1 水中画像化ソナー模式図

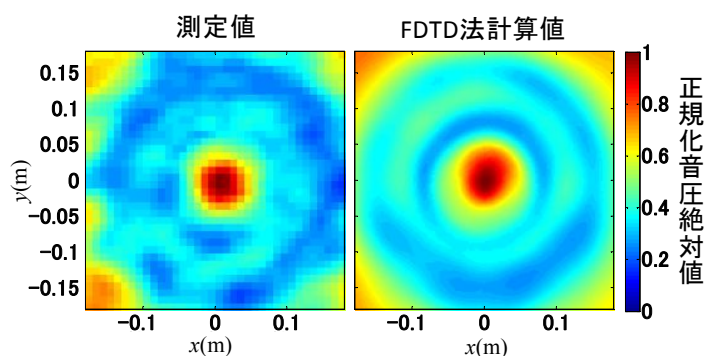


図2 音響レンズによる形成音場

^{*1}FDTD (Finite Difference Time Domain) : 時間領域有限差分

^{*2}PE (Parabolic Equation) : 放物型方程式

サイバースパイ行為で使用するコンピューター・ウイルスの研究

○金子 博一¹

(ラックホールディングス株式会社 サイバーセキュリティ研究所¹)

本研究の特徴

サイバースパイ行為で実際に悪用されているコンピューター・ウイルスの実態と対策

本研究の概要

サイバースパイ行為を秘密裏に行うために、コンピューター・ウイルスが積極的に悪用されている実態がある。特に、電子メールを通じた標的型攻撃においては、添付されたコンピューター・ウイルスに感染することにより、最終的にスパイ行為が行われる。

本研究は、世界 100 ヶ国以上の領事館や外務省関連機関、およびダライ・ラマ 14 世の個人事務所に感染していたと報告のあったコンピューター・ウイルスなどの、サイバースパイ行為の複数の事例を調査した。その上で、これらサイバースパイ行為に悪用されるコンピューター・ウイルスの解析を行い、検知と駆除、無力化を目指す物である。

当日は当該コンピューター・ウイルスの機能、悪用事例、対策の為の試験結果、今後の研究について発表する。

最近のメタマテリアルの研究動向と自動車への応用

佐藤和夫

((株)豊田中央研究所 情報エレクトロニクス研究部 電波応用研究室)

本研究の特徴

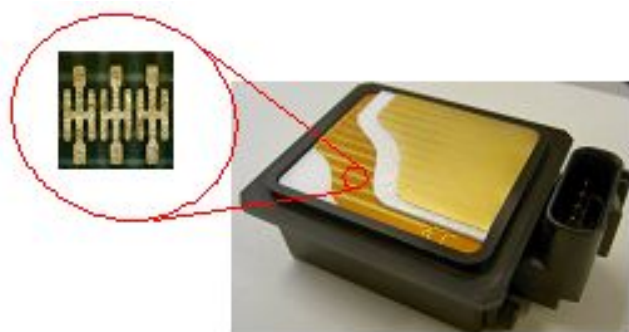
メタマテリアルを用いることで、広角に電子スキャンできる車載センシング装置

本研究の概要

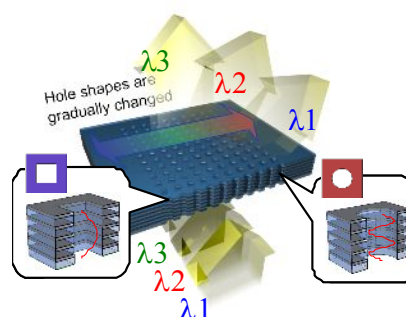
メタマテリアルは、自然界にはない優れた特性を示す人工材料である。特に、近年、負の誘電率と透磁率を有する人工的に作られた材料が注目されている。これら材料は誘電体もしくは磁性体の中に金属導体を配列して構成され、従来とは反対の電磁気特性を示す。最近の研究では、このような物理現象の証明だけではなく、メタマテリアルの構造設計技術、マイクロ波・ミリ波帯でのコンポーネント、光領域におけるデバイスなどの開発が積極的に進められている。

これらの新しいメタマテリアルは、自動車レーダシステムや移動体通信システムのビーム走査アンテナシステム、電気自動車のための新しい磁性材料、EMC（電磁両立性）のための電磁波吸収・遮へい材料、そして、LED ヘッドランプやナイトビジョンなど、将来の自動車エレクトロニクス応用にとって大変に魅力があるものと言える。

本報告では、最近のメタマテリアル研究の動向と、豊田中央研究所におけるメタマテリアルに関する研究の取り組みとして、車載用レーダアンテナ（図1）や電子スキャンタイプの光デバイス（図2）など自動車への応用技術について述べる。



（図1 ミリ波レーダアンテナ） [1]



（図2 電子スキャン光デバイス） [2]

参考文献

- [1] S. Matsuzawa, K. Sato, Y. Inoue and T. Nomura, “W-band Steerable Composite Right/left-handed Leaky Wave Antenna for Automobile Applications,” IEICE Trans. Electron., vol. E89-C, no. 9, pp1337-1344, Sept. 2006.
- [2] 佐藤和夫, 他 “ナノホールアレイを用いた負屈折平面ブリズムの設計,” 2010 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-159.

群制御を用いた小型移動体の展開方法

○上野 誠也

(横浜国立大学大学院環境情報研究院)

本研究の特徴

多数の小型移動体による情報収集を行う場合の中央への情報集中を防いだ展開方法

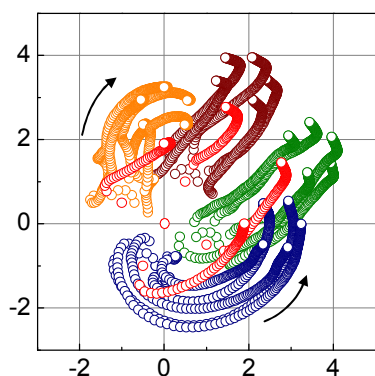
本研究の概要

センサーを搭載した小型移動体を多数用いて広い領域の情報収集を行う場合、それらの配置によっては十分な情報が得られない場合がある。一方、注目すべき対象が領域内に存在した場合、小型移動体の配置を集中させることが情報収集に有効である。このように状況に応じて適切な配置が存在するが、全ての移動体の配置を中央で管理すると、情報の集中が中央で起こり、情報処理能力を越えることが想定される。本研究は、局所的な情報のみで移動体の配置展開を行う群制御を用いて、中央に情報が集中することを防ぎながら、要求する配置へ小型移動体を展開する方法を検討した。

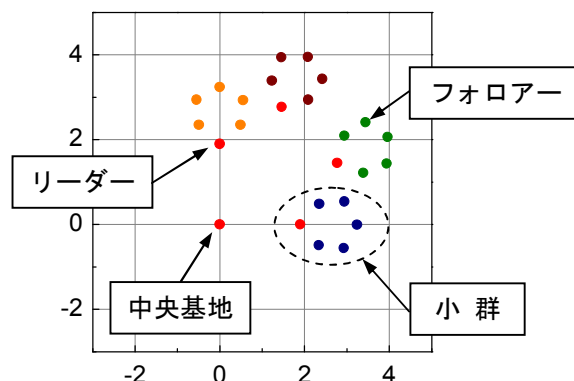
下図に示す数値例は、24 台の小型移動体を原点に存在する中央基地の右上 45° 方向に展開した例である。図 1 は展開軌跡を示しており、図 2 は展開後の最終位置である。小型移動体は小群を構成しており、それぞれの小群には赤で示したリーダーと 5 台のフォロアーが存在している。フォロアーは小群の中の他のフォロアーとリーダーの相対位置で移動方向を決めており、リーダーは他のリーダーと中央基地の相対位置で移動方向を決めている。両者は、相対位置を求める対象が異なるだけで、同じ制御則を用いている。

本研究で用いた展開方法は、局所的な領域内に存在する小型移動体の相対座標で展開移動方向を決定している。そのため、中央基地に情報が集中することなく展開を達成している。さらに、小群のリーダーを含め、全ての小型移動体が同じ制御則に従って移動しており、小型移動体の故障に対してロバストな制御則でもある。

当日は、本研究の制御則の説明と展開例を示すだけでなく、本研究の将来の発展性についても発表する。



(図 1 小型移動体の展開軌跡)



(図 2 展開後の最終位置)

海自初のアジマス推進艦、しょうなん

○佐久間 俊

(防衛省技術研究本部技術開発官 (船舶担当) 付)

本艦の特徴

平成22年度に就役した海洋観測艦しょうなんは、精密海底地形や海底下物質等に関する高度な調査能力を持つ新鋭艦であり、観測中のきめ細かい操船を実現するため、海上自衛隊で初めてアジマス推進器を装備した。

発表の概要

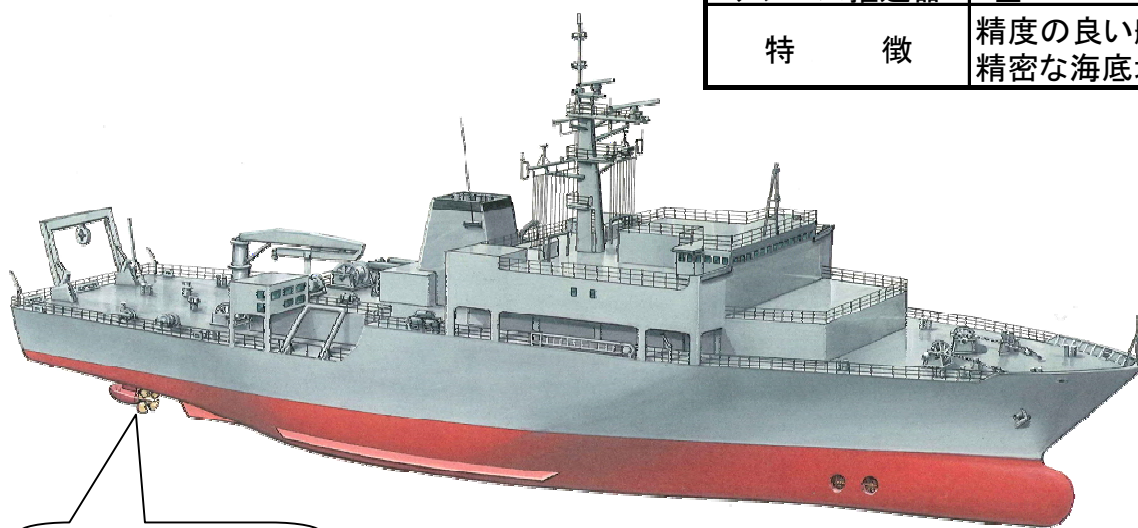
本艦は、技術開発官 (船舶担当) が、数年の初期設計検討を経て、平成19年度に基本設計をとりまとめた最新鋭の海洋観測艦である。

本艦の大きな特徴のひとつは、観測中には精度良く安定して定点を保持し、船尾投揚収作業中には船体位置を容易にコントロールできるように、海上自衛隊で初めてアジマス推進器を装備したことと言えよう。

アジマス推進器は、ソーナーを用いて直線的に観測する場合は、静粛な観測環境を与え、定点保持及び観測時においては、良好な操船性能を与えるため、海洋観測艦にとっては有用な推進器であるが、通常航行時を考えると、主推進器が振れ回るため、旋回力が非常に強くなり、船体の保針性とのバランスを適切に保つのが難しいという操縦性能設計の観点からの重要な技術課題も併せ持つ。

当日は、そのようなアジマス推進器を装備するにあたり、主として保針性確保の観点からのぎ装検討や操縦性能評価の一端を発表する。

L×B×D×d	103×16.4×8.7×4.5
ディーゼル発電機	3基
アジマス推進器	2基
特 徴	精度の良い艦位保持 精密な海底地形調査



アジマス推進器

(図1 海洋観測艦しょうなんの概要)

進化を遂げたDDH、ひゅうが

○大迫 義谷

(防衛省技術研究本部技術開発官(船舶担当)付)

本艦の特徴

平成20年度に就役した護衛艦ひゅうが型は、ヘリコプター搭載護衛艦「はるな」型の代替艦として建造された新鋭艦であり、情報指揮管制能力と多機種多数機ヘリコプターの運用・整備能力を向上させるとともに、対空、対潜、対水上脅威に対する自艦防御能力及びステルス性を向上させている。

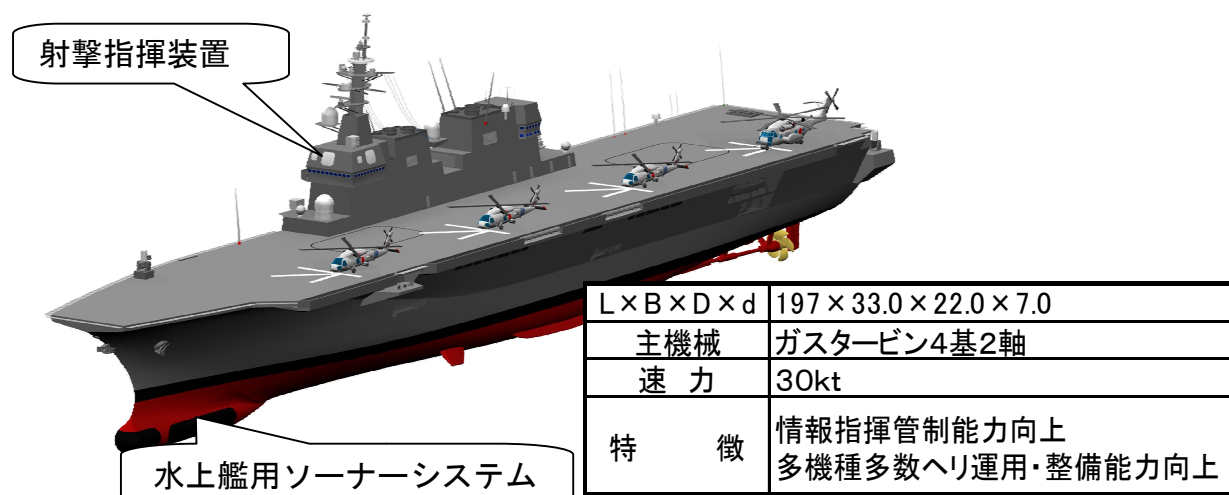
発表の概要

本艦は、平成11年頃から海幕による期待性能素案の策定をスタートとし、初期設計検討を経て、平成16年度に技術開発官(船舶担当)が基本設計をとりまとめた最新鋭の護衛艦である。

本艦の大きな特徴は、ヘリコプター搭載護衛艦としての新型船型設計の困難もさることながら、さらに技本で研究開発した装備品を搭載したことと言えよう。

技本が開発した射撃指揮装置(FCS-3)は対空ミサイルを装備する護衛艦に搭載し、個艦防空システムの中核として複数のミサイルのような脅威目標の多様な経路からの同時攻撃に対処可能な射撃指揮装置である。また、ソーナーシステム(OQQ-21)については潜水艦が吸音材の装備等により音響的にステルス化が図られていくことを予想し、そのような吸音材の効果を低減し、遠距離探知が期待できる低周波を用いた大出力の水上艦のアクティブソナーとして開発したものである。

当日は、そのような技本での開発品の紹介と新型船型設計の技術的に考慮した一端について発表する。



(図1 護衛艦ひゅうがの概要)

新たな素材を使う、えのしま

○小野 洋史

(防衛省技術研究本部技術開発官（船舶担当）付)

本艇の特徴

平成23年度末に就役予定の掃海艇えのしまは、高度な機雷排除能力、水路調査能力を持つ新鋭艇であり、新たな素材であるFRPサンドイッチ構造を用いることで、従来の木造掃海艇に比べ、艦齢を延伸させライフサイクルコストの低減を目指している。

発表の概要

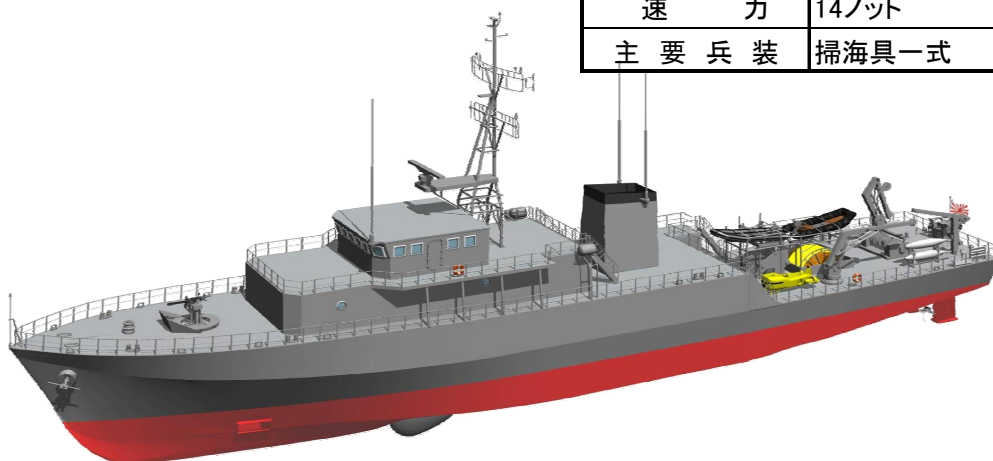
本艇は、技術開発官（船舶担当）が、過去の研究成果や関連技術基盤を踏まえ、数年の設計準備を行い、平成20年度に基本設計をとりまとめた新鋭のFRP掃海艇である。

本艇の大きな特徴は、FRP単板の剛性面の欠点を補い掃海艇としての音響特性を確保するため、船体構造に新たな素材として、心材をGFRPで挟んだGFRPサンドイッチ構造を採用した点である。また、GFRPサンドイッチ構造は、耐久性については言うまでもなく、高密度の心材の採用により掃海艇に不可欠な優れた耐爆性能も持っている。

一方で、FRPそのものが規格材でなく、FRP船の建造そのものも我が国では一般的でないうえ世界最大級かつGFRPサンドイッチ構造の採用と言うこともあり、鋼製水上艦船やこれまでの木造掃海艇と異なり、設計監理的観点から建造中の各種構造強度試験の実施や就役後の検証も重要な課題である。

当日は、新たな素材であるFRPを適用するにあたり、基本設計にとどまらず、その後のフォローアップを含めた技術開発官（船舶担当）の取り組みの一端を発表する。

L×B×D×d	60×10.1×4.5×2.5
主 機 械	非磁性ディーゼル2基
速 力	14ノット
主 要 兵 装	掃海具一式



(図1 掃海艇えのしまの概要)

X 舵搭載の優れもの！ そうりゅう

○佐野 靖彦

（防衛省技術研究本部技術開発官（船舶担当）付）

本艦の特徴

平成 20 年度に就役した潜水艦そうりゅうは、スターリング機関発電装置により水中持続力を延伸した我が国初の A I P (Air Independent Propulsion: 大気独立型推進) 潜水艦であり、X 舵を採用し運動性能を向上させるなどの各種性能の向上が図られている。

発表の概要

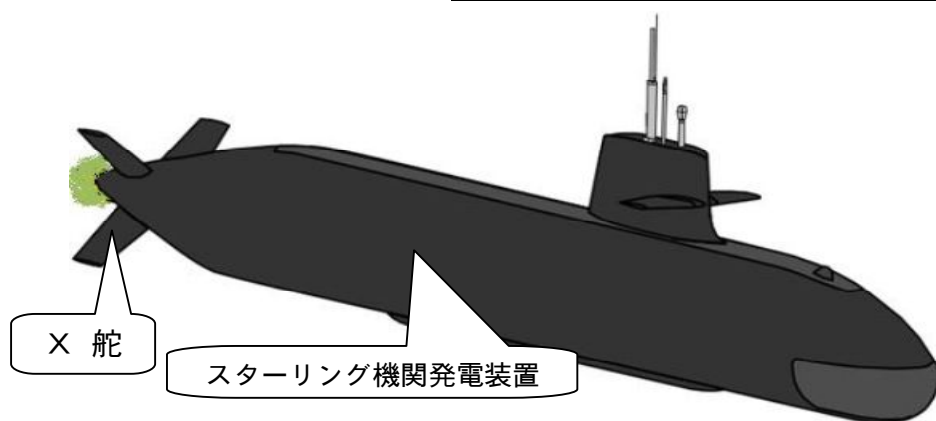
本艦は、技術開発官（船舶担当）が、数年の初期設計検討を経て、平成 16 年度に基本設計をとりまとめた最新鋭の潜水艦である。

本艦の最大の特徴は、スターリング機関発電装置による水中持続力の延伸を図ったことであるが、運動性能を向上させるため、艦艇装備研究所において実施された研究を踏まえ、これまでの十字型舵を X 型舵に変更したことも特筆すべき重要な特徴である。

X 舵への変更は、十字舵よりも大きな舵面積が確保でき、旋回性能及び深度変換性能を向上させることができる、斜め 45 度に装備された 4 枚の舵が独立して上下左右方向の制御機能を併せ持つことから一部故障時にも操艦可能である、海底への着底時の舵損傷の可能性を小さくすることができるなどのメリットがある。

当日は、そのような X 舵操舵システムを装備するにあたり、ぎ装に係る技術的検討や実艦の運動性能の概要を発表する。

L×B×D×d	84×9.1×10.3×8.5 m
推進方式	ディーゼル・スターリング電気推進
特 徴	スターリング機関による長時間潜航 X 舵による運動性能の向上



（図 1 潜水艦そうりゅうの概要）

軽量戦闘車両システムの研究（防護構造車体）について

○本多 啓介¹，姫路 裕二¹，重文字 幸喜¹，勝山 好嗣¹
（防衛省技術研究本部陸上装備研究所¹）

本防護構造車体の特徴

新たな脅威や多様な事態に対応し，軽量コンパクトでありながら，乗員の安全を確保するための防護構造車体

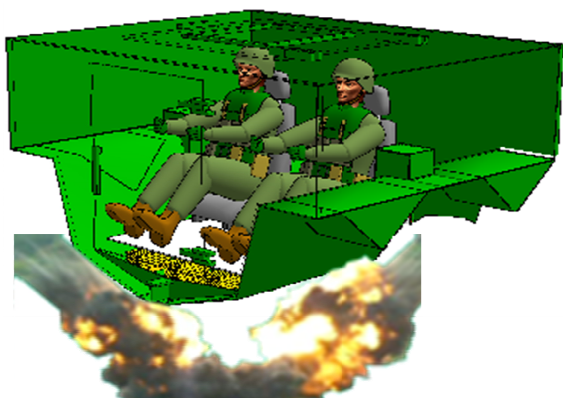
本研究の概要

非対称戦闘，島嶼部侵攻対処などの新たな脅威や多様な事態に対応するため，軽量コンパクトでありながら火力，防護力，機動力を有する多機能な戦闘車両システムが有用となると想定されるが，これまで，将来の運用場面における各サブシステムの機能・性能のトレードオフスタディを踏まえたシステムの全体設計を行う研究は実施されてこなかった。

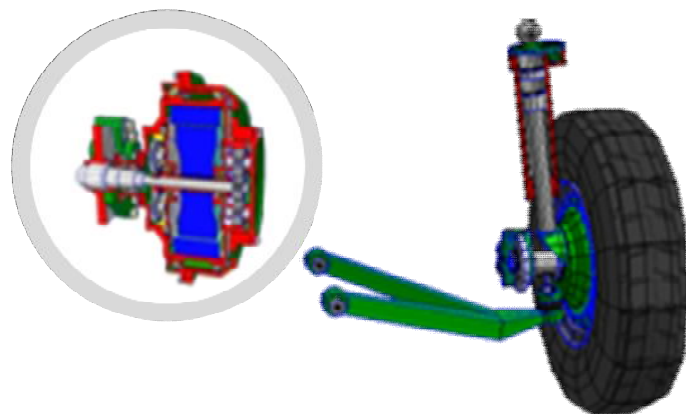
本研究は，図1に示すような砲弾，地雷，その他の爆発物等の破片，爆風から乗員を防護する防護構造車体による乗員防護技術，図2に示すような車両の車体地上高可変構造に対応し，走行安定性に適応した独立分散駆動型電気駆動システム技術，デュアルリコイルシステムを採用した火砲の軽量低反動化技術及び輸送機に搭載可能な車両の小型・軽量化を特徴としている。

例えば，独立分散駆動型電気駆動システムに採用するインホイールモータの特徴として，一般に空間利用率の拡大，高い制御性が上げられる，このことは、戦闘車両の乗員スペースの拡大，車両の車体地上高可変構造につながり，従来の車両に比べて乗員の安全性を格段に上げることが可能となる。

当日は，この防護構造車体についての検討例として，独立分散駆動型電気駆動システムに適用するインホイールモータ等の軽量戦闘車両システムへの適用例，今後の研究予定について発表する。



（図1 防護構造車体）



（図2 車体地上高可変構造）

先進材料の動的特性取得試験

○山田 順一¹, 杉山 雅巳¹, 室 勝彦¹, 油井 慶康¹
(防衛省技術研究本部陸上装備研究所¹)

本研究の特徴

将来の装甲の耐弾性等を検討する際、数値シミュレーションは有力な手段である。材料の動的特性値を利用することによって、数値シミュレーションの精度向上が可能となる。そこで、将来の装甲用材料として有望と思われる各種先進材料の動的特性値を、高速衝突（高圧）条件下で取得し、数値シミュレーションを実施した。

本研究の概要

高速の飛しょう体を発射させる EFP（Explosively Formed Projectile）弾頭を始めとする各種脅威に対処するため、装甲に用いる材料には高強度、高靱性、軽量性等が求められている。また、戦車要部のように特に耐弾性が要求される部位には、2 種以上の材料を組み合わせた複合装甲が採用されている。この複合装甲の耐弾性等を評価する手段の 1 つとして、数値シミュレーションが有効である。

本研究では、将来の装甲用材料として有望と思われる先進材料、すなわち従来の装甲用材料より高強度のセラミックスやチタン合金等の動的特性値を高圧条件下において取得し、取得したデータに基づいて構築した材料モデルを用いて、耐弾性等に関する数値シミュレーションを実施した。

本研究で取得した先進材料（ Al_2O_3 （放電プラズマ焼結）、 SiC （放電プラズマ焼結））の動的特性値を用いて、衝突速度 1,000m/s で実施した侵徹シミュレーション結果の一例を、図 1 に示す。ただし、この図は、従来の装甲用材料に対する侵徹長を基準とした相対値（侵徹長比）で結果を示している。

今後は、衝突速度 2,000m/s 以上の高速領域における動的特性値を、図 2 に示す超高速飛しょう体発射装置を用いて取得し、得られたデータを材料モデルに反映させることにより、数値シミュレーションの精度を向上させるとともに、複合装甲等の設計に活用する。

当日は、図 2 に示す高速弾撃試験装置等の概要、動的特性値取得試験の結果、それを用いたシミュレーション結果及び今後の研究について発表する。

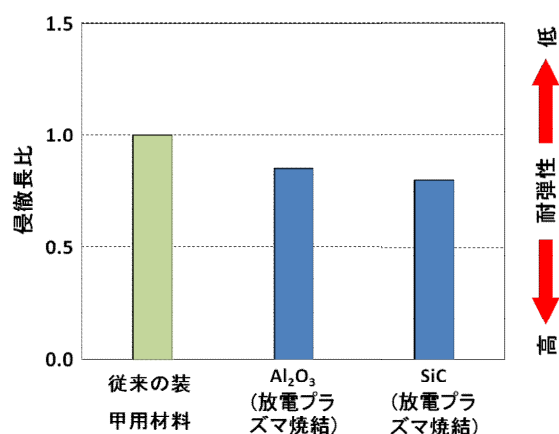


図 1 侵徹シミュレーション結果

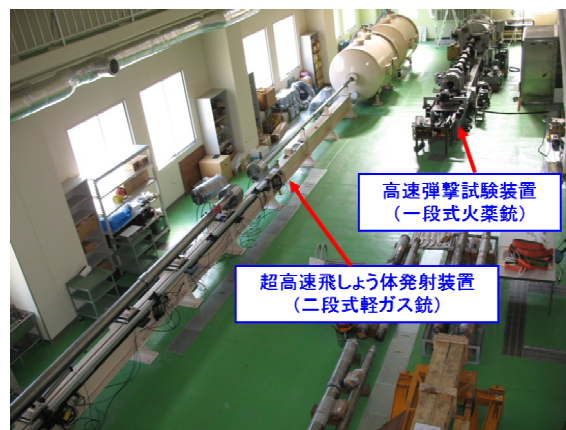


図 2 高速弾撃試験装置等

将来浮橋の方向性に関する一考察

○國方 貴光（防衛省技術研究本部陸上装備研究所）

本研究の特徴

現有浮橋の特徴、運用する環境、応用可能な新しい技術を考慮し、将来に求められる浮橋の方向性を検討した研究

本研究の概要

陸上自衛隊が保有する橋梁は、目的地へ素早く移動、最小限の時間で組み立て、部隊の通過及び撤収を目的としており、そのために材料は軽量で強度があるアルミ合金が多く使用されている。水面に浮かべて使用する浮橋と呼ばれる橋梁は複数の橋体を相互に接続することにより橋梁、フェリーとして使用し、水深が深く、川幅が大きい河川を渡河する場合に使用される。現有浮橋の重要な特徴は、素早く目的地に移動し、最小限の時間で組み立てて、重車両を含む部隊を通過させ、短時間で撤収できるようにするために、「軽量」（図1）、「高強度」（図2）が図られていることである。

本研究では、現有浮橋の特徴を活かし、将来に浮橋の運用環境の拡大を想定した場合に課題となる強度設計を検討するため、想定した環境における浮橋にかかる荷重負荷を計算モデル（図3）により求め、さらに、将来の浮橋に応用可能な新しい技術を検討した。当日は、現有浮橋の特徴、運用する環境、応用可能な新しい技術を考慮した将来浮橋の方向性について発表する。



図1 軽量ゆえに容易に運搬可能
(陸自 HP から引用)



図2 高強度ゆえに重車両が通過可能
(陸幕装備部施設課から提供)

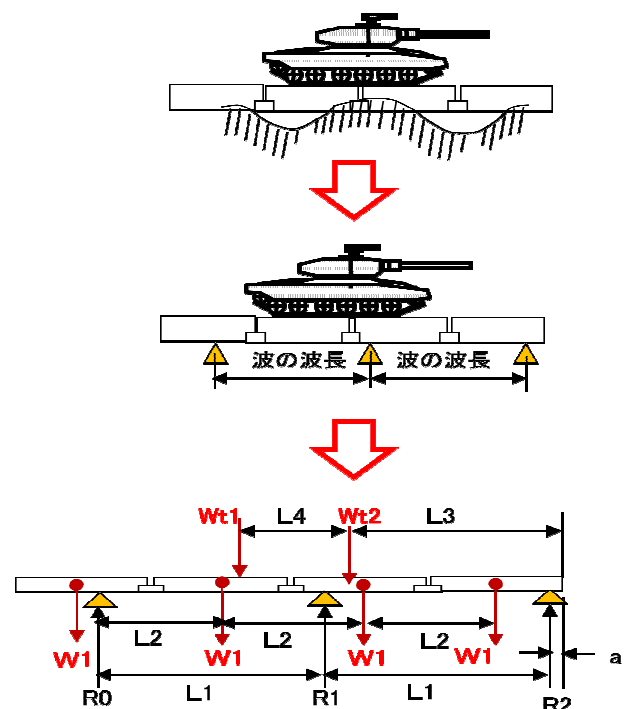


図3 計算モデル(上下する水面の場合)

実規模試験に伴う衝撃波とその関連現象の定量的可視化計測

○水書 稔治¹

(東海大学工学部航空宇宙学科¹)

本計測法の特徴

野外爆発試験のような実験室内と大きく異なる環境下で衝撃波の定量的可視化計測を実施するための手法

本計測法の概要

航空宇宙機や爆発安全研究あるいは装備品の開発の最終段階では、実規模あるいはサブスケール模型での性能評価試験が行われるのが一般的である。多くの場合、この種の試験は、自由空間での高速飛しょう体の射出や飛行、あるいはキログラム級の火薬利用が伴うため、野外解放空間で実施以外に選択の余地が無くなる。試験時に生じる衝撃波を定量的に計測する手法が確立すれば、機体の空力特性、周辺環境への影響、あるいは効果の範囲の評価にとって、重要な情報を与えるものの、寡聞にしてない。これは、衝撃波研究で広く利用されている光学的可視化計測法の多くが屋外での使用に適さないからである。

一方、画像記録デバイスの高精度化・廉価化、パーソナル・コンピュータの高性能化に伴い、デジタル画像解析の大規模・高速処理が可能となった。これにより、いくつかの可視化計測法が理論実証可能となった。このひとつにBackground-Oriented Schlieren法(BOS法)がある。BOS法は、衝撃波などの位相現象を、背景画像、結像光学系、および画像記録素子のみで、軸対称現象であれば定量的可視化計測さえも可能であり、光学系の調整も従来の可視化計測法と比較すると飛躍的に容易である。

本研究では、衝撃波が深く関わる高速飛しょう体の飛行や爆発を伴う野外試験にBOS法を適用し、計測した画像化から衝撃波背後の密度変化や過剰圧分布を推算し、実際の過剰圧と比較を行った。また、爆発によって生じた球状衝撃波内部の構造を解明するための手法について検討した。

当日は、BOS法の原理、実験室内および野外での計測装置、可視化試験結果、今後の研究の展開について発表する。



図1 BOS法による野外爆発で発生した衝撃波の可視化計測. a. 高速度ビデオ画像, b. 輝度差分法による処理, c. 相互相関関数による背景移動量抽出.

超音速飛しょう用将来推進装置の研究

○福田 浩一，長山 清和，橋野 世紀，中山 久広，枝長 孝幸
(防衛省技術研究本部航空装備研究所)

研究の特徴

- 将来の誘導弾のさらなる能力向上のための超音速飛しょう用将来推進装置全般の概要
- 固体ロケットモータの能力向上とコスト低減を目指す「直巻マルチセグメント・ロケットモータ」の紹介

研究の概要

新たな脅威への対応や邀撃範囲の拡大等，誘導弾のさらなる性能向上のためには，超音速飛しょう用の推進装置の性能向上が必要である。

誘導弾用の超音速飛しょう用推進装置には，大別して固体ロケットモータとエアブリージングエンジンがあるが，固体ロケットモータは，「新弾道ミサイル防衛用誘導弾の開発」（以下 BMD という）における SM-3Blk. II A の第 2，第 3 段ロケットモータが，“世界的にトップクラス”の性能を目指して開発中である。また，エアブリージングエンジンに関しては，ダクトドロケットエンジンが平成 4 年度より日米共同研究，平成 19 年度の新島での発射試験等を経て研究が進捗中であるとともに，XASM-3 用ラムジェットエンジンの開発が行われている。

また航空装備研究所では，固体ロケットモータの製造方法の変更により，推進薬充填率の大幅な向上や最適な推力パターンを実現して，誘導弾の飛しょう性能を向上させつつ，ロケットモータの製造コスト低減を目的とした図に示す「直巻マルチセグメント・ロケットモータの研究」を実施する計画である。

当日は，前半で，様々な推進装置の技術について簡単に概要を述べ，後半で，直巻マルチセグメント・ロケットモータの主要技術であるマルチセグメント技術（異種推進薬セグメントによるグレイン化）と，直巻 FW 技術（推進薬への CFRP 製モータケースの直接成形）について発表する。

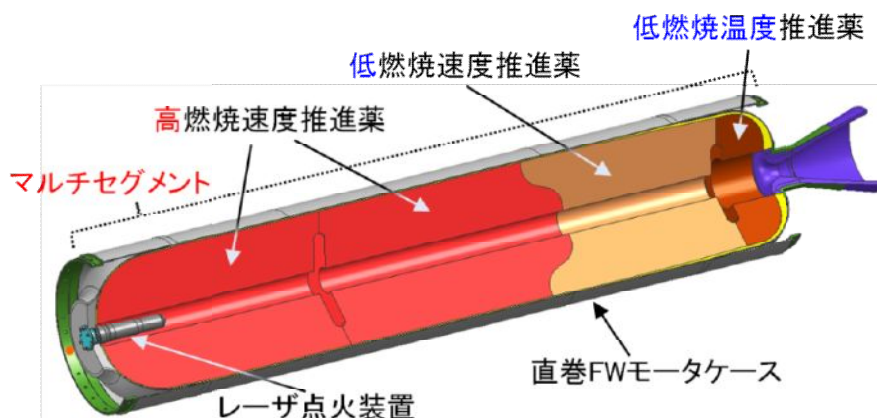


図 直巻マルチセグメント・ロケットモータ

新弾道ミサイル防衛用誘導弾用の推進装置

○西山 文夫，木村 栄秀，三島 茂徳
（防衛省技術研究本部 技術開発官（誘）付）

本推進装置の特徴

複合材製モータケースの採用による軽量化等により推進性能を向上した誘導弾用推進装置

本推進装置の概要

新弾道ミサイル防衛用誘導弾は，高性能化，多様化する将来の弾道ミサイル脅威に対処可能とするため，SM-3 Block IA 型誘導弾の後継となる艦載型誘導弾として日米共同開発を進めている。新弾道ミサイル防衛用誘導弾はブースタ，第 2 段ロケットモータ及び第 3 段ロケットモータの 3 つの推進装置を有し，第 2 段及び第 3 段ロケットモータは日本側が開発を担当している。本誘導弾は上層迎撃能力向上のため，飛しょう速度向上を図る必要があり，速度向上のために推進装置の高出力化及び軽量化が求められている。第 2 段及び第 3 段ロケットモータは複合材でモータケースを作製することで軽量化を実現しており，SM-3 Block IA 型誘導弾と比較して胴径を大きくしたことで高出力化している。

当日は，日本側が担当している誘導弾の構成品のうち，第 2 段及び第 3 段ロケットモータに関連する概要について発表する。

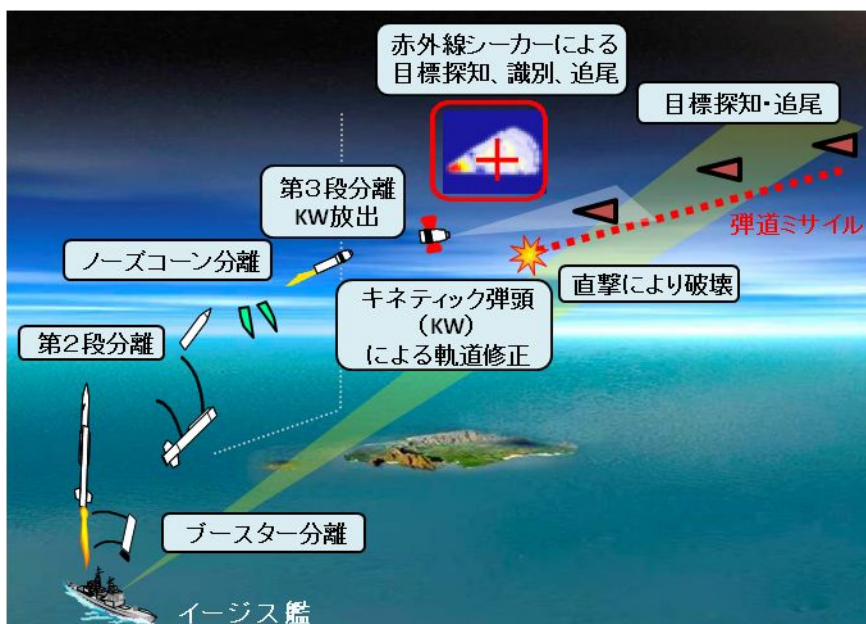


図 1 新弾道ミサイル防衛用誘導弾の構想図（イメージ図）

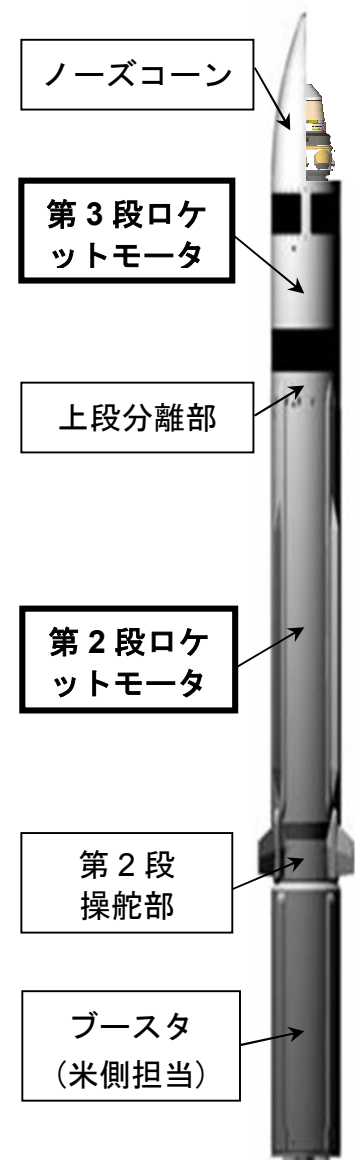


図 2 新弾道ミサイル防衛用誘導弾

超音速エアブリージングエンジン高性能化の研究

○福地 亜宝郎, 山本 研吾

(株式会社 IHI エアロスペース 基盤技術部基盤技術室¹⁾)

Apollo B. Fukuchi and Kengo Yamamoto

¹IHI Aerospace Co., Ltd.

Technologies Development Office Technologies Development Department

本発表および研究の特徴

超音速エアブリージングエンジンの高性能化に有望視されている、金属燃料であるホウ素の燃焼特性と技術的課題。

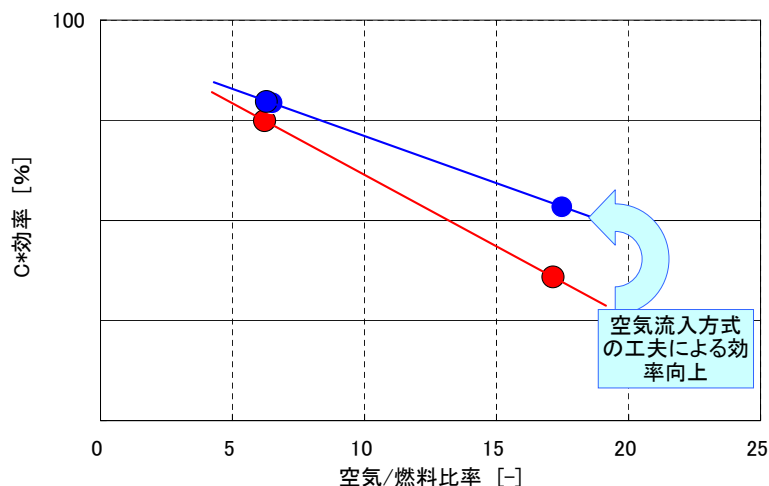
小型の燃焼試験装置を用いて、燃焼方法の工夫により、空気とホウ素を含む燃料の燃焼効率の向上手法を把握した。

本発表および研究の概要

超音速エアブリージングエンジンは、大気中を飛しょうする場合、条件によっては、通常の固体・液体ロケットより非常に高性能化が可能である。燃料を固体のガス発生剤とした場合、貯蔵性、発射時のオペレーションの簡易性、高密度化によるエンジンのコンパクト化が可能であり、小型衛星打上げ用ロケットの1段目への適用や、高速での飛しょう体への適用などが期待されている。特に金属燃料であるホウ素（B）を用いると、その高エネルギー特性により高性能化が期待でき、長年研究されてきたが、その酸化物が保護的な皮膜を形成してしまうため、燃焼効率を上げることが難しい。

本研究では空気と燃料の混合の仕方に工夫を施し、ホウ素の燃焼を促進する方法について、小型の燃焼試験装置を用いて確認した。

当日はホウ素を含む燃料の性能と燃焼の特性および燃焼試験結果の概要を紹介する。



(図1 ホウ素を含む固体ガス発生剤と空気の燃焼試験結果例 (C*効率))

推進薬の燃焼速度制御の研究

○小西 一郎

(株式会社ダイセル 特機・MSDカンパニー 特機技術開発センター)

特徴:

高性能化が求められる将来ロケットモータの推進薬の性能向上

概要:

ミサイル等の飛翔体を推進させるものには、火薬を用いた固体推進薬、液体燃料を用いたジェットエンジンがある。当社では、約50年前に固体推進薬（以後、推進薬）の実用化を行って以来、種々の誘導武器用ロケットモータの量産製造を行ってきた。さらには誘導武器用ロケットモータだけでなく、緊急時に航空機（戦闘機）からパイロットを脱出させる航空機搭乗員緊急脱出装置（以後、緊急脱出装置）やミサイルの姿勢制御にもこのロケットモータが応用されており、当社において量産製造を行ってきた。

緊急脱出装置は、異常事態の発生時にパイロットを瞬時に航空機から脱出させ、安全に生還させるシステムである。このシステムは、作動の緊急性、高エネルギー出力、コンパクト性、安全性及び信頼性などの面から火工品（火薬を用いた機能品）を主体として構成されている。この緊急脱出装置の火工品に使用される推進薬には、前述の通り、瞬時に作動し必要なエネルギーを発生させる特性が要求される。

また、ミサイルの姿勢制御に用いられる推進薬も同様に作動と同時に瞬時に高エネルギーを発生させる特性が要求される。

これらの特性を得るためには、一般的な地对空、空対空誘導弾用ロケットモータに用いられる推進薬と比べて推進薬の燃焼速度を速くする高燃焼速度化が必要である。推進薬の高燃焼速度化の手法としては、推進薬の組成の調整による方法が一般的であるが、推進薬の製造性に問題が生じることが多かった。当社では、製造性を損なわずに高燃焼速度推進薬を得るための推進薬組成の最適化、製造方法の工夫を行い、先に述べた緊急脱出装置及びミサイル姿勢制御向け推進薬の量産製造を行っている。

高性能化が求められる将来ミサイルの推進薬として、このような高燃焼速度推進薬を適用できるよう技術開発に尽力していきたいと考える。

当日は、高燃焼速度推進薬についての適用例として緊急脱出装置の紹介を行い、推進薬の高燃焼速度化の取り組みについて発表する。



写真1 緊急脱出装置

各種環境下における推進薬燃焼挙動の可視化

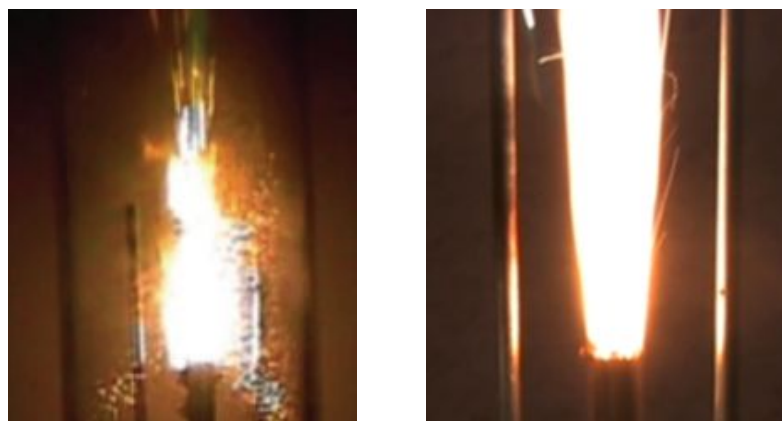
○大塚誠彦¹, 杉本雅彦¹, 野田英宏¹, 小西忠司²

(旭化成ケミカルズ株式会社 化薬事業部 大分工場 技術開発室¹,
大分工業高等専門学校 機械工学科²)

コンポジット推進薬は、酸化剤とそれを取り囲む燃料から構成されており、それに対して金属燃料等を添加することによって、燃焼性能を制御できる。推進薬研究の長年の課題である高推力化の一つとして、燃焼速度向上が挙げられるが、それを理論的に検討するためには、推進薬燃焼時の圧力や、気相・固相の温度等の把握が必要である。それを効率的に議論するには、粒状拡散炎モデルが知られているが、いくつかの仮定のもとに成り立っており、燃焼速度の予測にも限界があるという課題がある。本研究の目的は、推進薬周囲の気相及び燃焼表面での燃焼形態を評価し、より詳細に推進薬燃焼の拡散過程を議論することにある。

上記課題・目的の基礎検討として、気相(雰囲気)の違いによる、生成ガスの違いや燃焼表面への影響、燃焼速度を確認した。あわせて、気相反応、拡散過程に影響を与える圧力についてもパラメータとした。評価は、試作した推進薬片のストランド試験を可視化することによって行った。試験条件としては、ストランド試験装置内の雰囲気を窒素または空気とし、装置内の圧力は0.1-5MPaと変化した。

図1に試験で得られた推進薬燃焼の様子を示す。窒素雰囲気または空気雰囲気で燃焼状態が異なることがわかる。窒素雰囲気、空気雰囲気ともに推進薬の構成物が燃焼しながら推進薬本体から飛散している様子が確認された。これは、酸化剤や金属燃料の気相反応(二次反応)が考えられる。この反応は空気雰囲気よりも窒素雰囲気により顕著に確認された。今後の研究の展開によって、コンポジット推進薬で燃焼速度向上に寄与すると知られている、燃焼触媒、燃焼温度、酸化剤粒径、熱伝導率増加等を効率的に議論可能となることが期待される。



(a)窒素雰囲気

(b)空気雰囲気

図1 コンポジット推進薬の燃焼状態(大気圧)