

砲弾の弾着シミュレーション

○一瀬 悠里、那須野 雄介、向井 秀昭
(防衛省技術研究本部陸上装備研究所)

特徴

様々な条件下における砲弾の複雑な運動を高い精度でシミュレーションが可能な弾道シミュレータによる弾着の数値検討

概要

様々な条件下において砲弾を目標に命中させることは、砲弾の射撃においては重要なことである。そのためには砲弾の正確な空力特性を用いて、弾着を予測できる弾道計算技術が必要である。しかしながら、砲弾は飛しょう安定性を保つために高速スピンをしており、歳差・章動運動※と呼ばれている複雑な挙動を示すため、弾着予測には高度な計算技術が必要となる。このような背景のもと、陸上装備研究所では、数値流体力学に基づく高精度な弾着予測が可能な弾道シミュレータを開発し、砲弾の弾着シミュレーションを行っている。

本研究では、我が国の国土地理上の制約による実射撃困難な条件下における弾着シミュレーションとして、走行間射撃及び強風といった実射撃困難な条件を想定し、砲弾の弾着点に及ぼす影響について数値検討を行った。図1に右手座標系に基づく座標軸と方位の関係を示す。図2に火器システムを搭載した車両の移動速度及び強風が弾着点に及ぼす影響を示す。

当日は、砲弾の飛しょう原理及び想定した射撃条件が弾着に及ぼす数値検討結果について発表する。

※独楽のような回転体の回転軸が、外乱によって長周期・短周期の成分を持って振動する運動

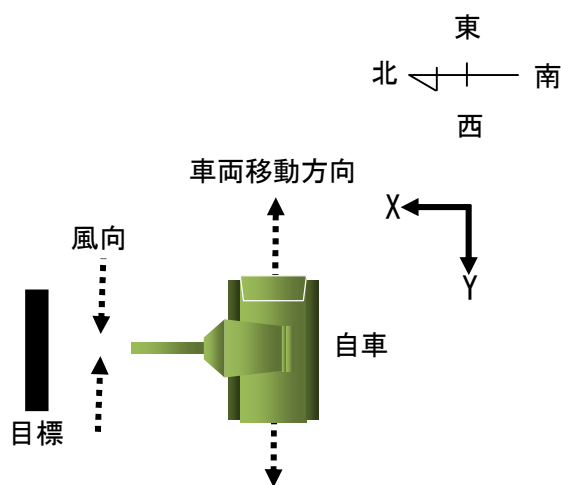


図1 右手座標系に基づく座標軸と方位の関係

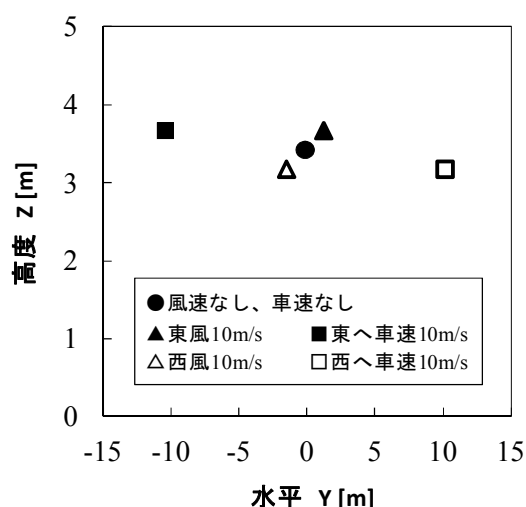


図2 弾着点の数値検討結果

高衝撃下での信管用光学・電子部品の耐衝撃性評価法について

○尾崎 元美、相澤 雄助、柏瀬 伸行、石塚 丈洋
(防衛省技術研究本部陸上装備研究所)

特徴

信管用光学・電子部品の発射時・弾着時の耐衝撃性について評価する試験方法

概要

信管が火砲からの発射時に受ける発射衝撃は数千G以上になり、信管に使われる光学・電子部品が耐発射衝撃を持つことは必須条件である。また、延時機能や不発時対処のための耐弾着衝撃の重要性も増している。陸上装備研究所では、図1に示す信管衝撃シミュレーション試験装置を用いることにより、それらの高衝撃に対する抗たん性の評価を、試験場や演習場ではなく室内において行うことができる。

本装置は、高圧チャンバに貯めた窒素ガスにより、信管等の供試品を搭載した飛しょう体（質量20kg以下、直径250mm）を長さ18.5mのランチャ内で加速して試験槽内に射出するものである。発射衝撃については、数千Gの迫撃砲や1万数千Gのりゅう弾砲の発射を模擬できる。図2に約7千Gの発射衝撃を、飛しょう体に搭載した加速度センサで記録した例を示す。また、鋼板等に衝突する場合の数万G以上の弾着衝撃を模擬し加速度センサで記録することができる。発射衝撃・弾着衝撃とも、高衝撃下での電子部品の動作状況を記録することが可能である。

当日は、信管衝撃シミュレーション試験装置の構成・性能、及び同装置を用いた発射衝撃試験及び弾着衝撃試験について発表する。

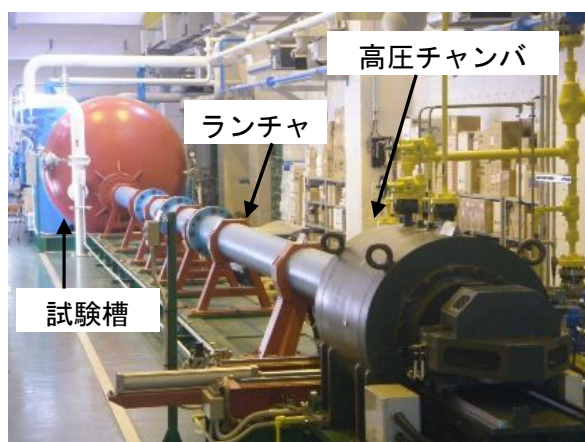


図1 信管衝撃シミュレーション試験装置

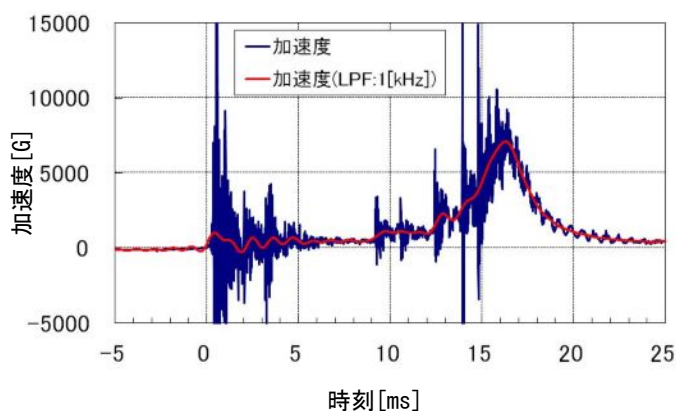


図2 発射衝撃の波形

人体への影響を考慮した個人防護装備の性能評価法について

○阿曾 沼 剛¹、阪本 雅行¹、松澤 豊樹¹、油井 慶康²

(防衛省技術研究本部陸上装備研究所¹、防衛省技術研究本部技術企画部企画課²)

本研究の特徴

爆風・銃弾及び破片に対する物理的防護だけでなく、生体組織への影響を考慮した防護性能の評価法

本研究の概要

近年、防弾チョッキの耐弾性が向上し、銃弾や破片等の飛翔体による、出血等を伴う銃創等の直接的な外傷は減少傾向にあるものの、図1で示されるように防弾チョッキを通じ衝撃が体内に伝搬し、軽度なものであれば皮膚の血腫、重篤なものであれば骨折、内臓の挫傷や破裂・断裂等の傷害を発生させる耐弾時鈍的外傷（BABT: Behind Armor Blunt Trauma）が問題となっている。また、爆風等に曝されることで頭部に外傷はなくても脳内に様々な後遺症として著しい記憶障害やめまい、頭痛、集中力低下などを生じさせる外傷性脳症（TBI: Traumatic Brain Injury）が報告されている。これらに対応するためには、実験・解析の両面から検討を加えることが必要なため、生体の皮膚・筋肉・内臓などの人体軟組織と骨などの人体硬組織の材料力学的なモデル化を行い、数値シミュレーションと実験により生体内の現象の詳細な把握と個人防護装備の効果について詳細に確認することが重要である。このためには、粘弾性挙動を示す軟組織について、新たな圧力計測手法を確立する必要もある。

本研究では、まず、軟組織内の衝撃伝搬を模擬するため、人体軟組織と材料的に同等な模擬物質を製作し静爆試験を行い、軟組織模擬物質内の爆風衝撃の伝搬を計測原理の異なる圧力センサを用いて計測し、計測手法の妥当性を確認した。計測した爆風圧及び軟組織模擬物質内の圧力の一例を図2に示す。

当日は、軟組織模擬物質の概要、圧力の計測方法及びその結果、併せてシミュレーション結果及び今後の研究の展開について発表する。

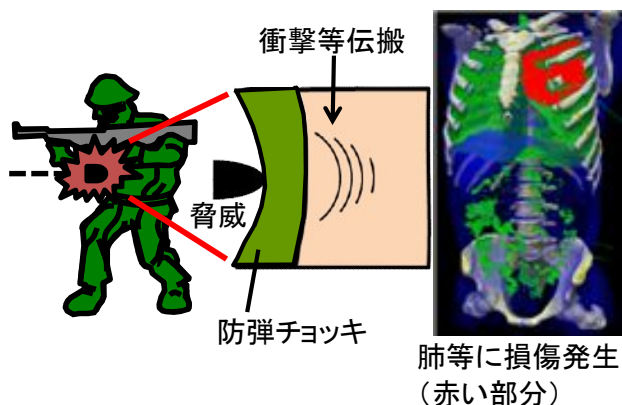


図1 BABT の一例

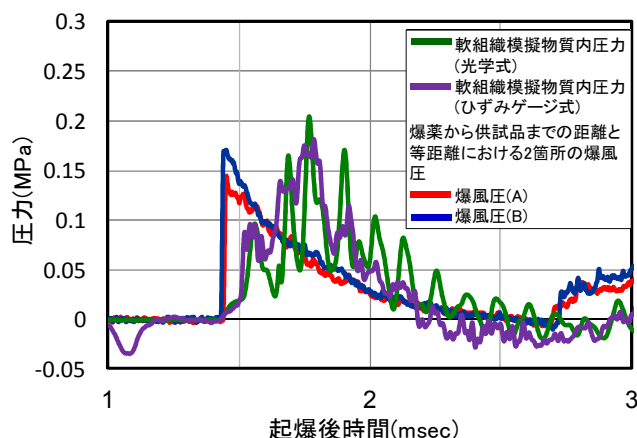


図2 計測された圧力データの一例

新方式地中目標計測技術

○荒木 完

(防衛省技術研究本部陸上装備研究所)

特徴

浅深度に障害物が埋設された場合、地表面反射波等が目標反射波に近接しても、地中目標が分離検出できる信号処理方式及び計測評価技術

概要

浅深度に埋設された障害物の離隔探知においては、地表面及び不連続な積層からの近接反射波と目標の分離ができない場合が想定される。本研究は、S/W(Software)信号処理を用いて距離方向の高分解能化を図ることにより、目標検出能力を向上させるものである。

高分解能信号処理をする場合、ビームの圧縮比を高め過ぎるとクラッタ及び雑音が跳躍点として成長し、誤探知を増大させる一因になる。そこで、誤探知を抑制しながら、距離分解能を向上させるための有力な手法として、適応WIF(Wiener Inverse Filter)方式を導入した結果、シミュレーション及び実験において、超短パルスを直接に放射するH/W(Hardware)方式と比較して同等の目標探知性能を維持しながら、装置の製造コスト及び電波の効率的利用が図られるため、総合的に有利な手法であることが分かった。

本研究では、図1に示すような土槽付電波暗箱及び広帯域送受装置を構成し計測を実施した結果、図2に示すようにクラッタ等が近接する環境下においても目標を分離できることが確認できた。

当日は、信号処理方式の概要及び計測評価装置による目標検出結果について発表する。

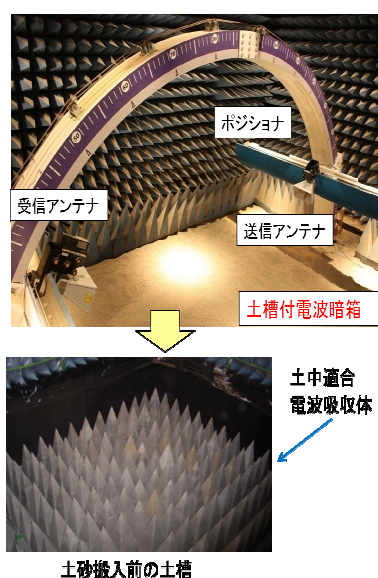


図1 計測評価技術

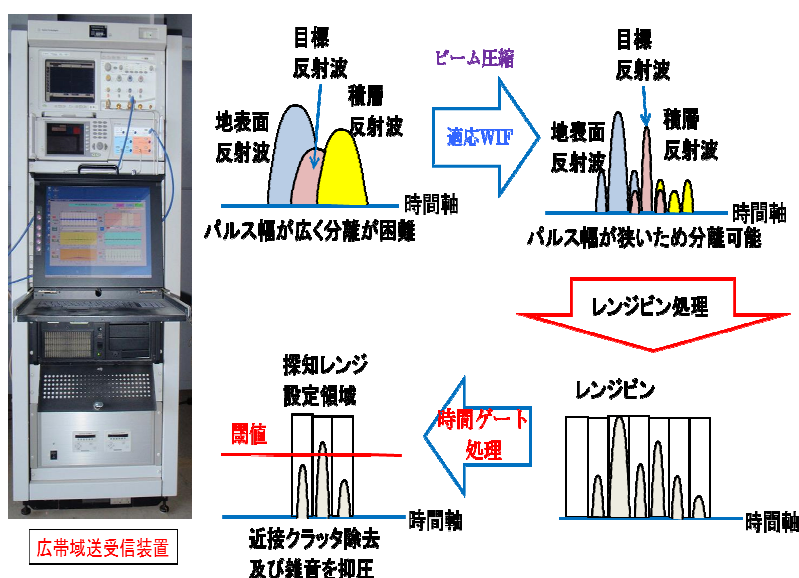


図2 目標の分離検出

軽量ゴム履帯

○秋田 泰志、高野 格
(防衛省技術研究本部陸上装備研究所)

特徴

従来の鉄履帯に対し、ゴム履帯を用いることで、戦闘用装軌車両の軽量化を図る研究

概要

戦闘用装軌車両に使用される鉄履帯は、耐久性があり不整地の高速走行も可能等の長所があるが、質量が大きく、ゴムパッドを装着しないと舗装路面を荒らす等の短所もある。ゴム履帯は鉄履帯に比べ軽量であり、舗装路面を痛めにくいという長所があるが、戦闘車両のように高速走行する大質量の車両に適用するには耐久性に難点がある。本研究は、こうした難点が改善された戦闘用装軌車両に適用可能な軽量ゴム履帯について検討するものである。

本研究では、走行時に発生する履帯張力、発熱及び傷等への耐久性を持たせるため、単一のゴムではなく、図1に示すゴム履帯を構成する各部位に対し、それぞれの機能に合わせ特性の異なるゴムを使用し、また、履帯張力への耐久性を向上させるためのスチールコードを含有する複合型のゴム履帯を検討している。

本研究において、ゴム履帯の基礎的な構造を解析するため、複合型のゴム履帯に対し、車両質量を模擬しベース部に垂直方向に一律な荷重をかけたシミュレーションを行った。結果の一例を図2に示す。ゴム履帯内部にスチールコードを入れることは、履帯の張力方向の強度を向上するだけでなく、ゴム履帯の垂直方向の変形量を低減するためにも有効であるという結果が得られた。これにより、走行時の繰り返し圧縮によるゴム履帯の発熱を改善し耐久性を向上させる効果が予想される。

当日は、ゴム履帯の構造、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。

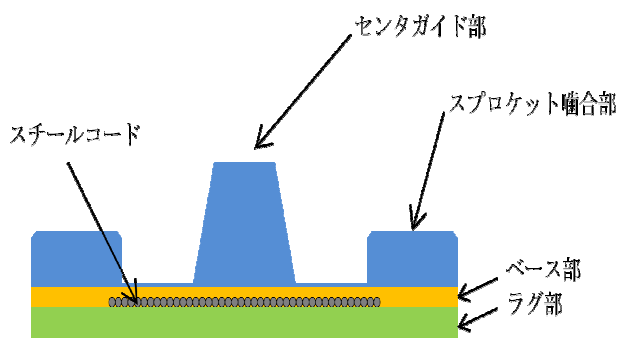


図1 複合型ゴム履帯の構造

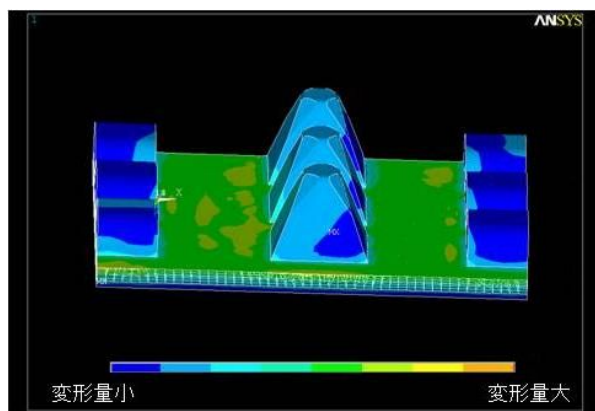


図2 ベース部垂直方向へ一律な荷重をかけた場合の変形シミュレーションの一例

護衛艦建造における技術的変遷

○佐々木 司（防衛省技術研究本部技術開発官（船舶担当）付）

特徴

海上自衛隊創設以来わが国で建造された護衛艦について、技術的な観点からその変遷について解説する。

概要

海上自衛隊では、国産第1号の護衛艦「はるかぜ」から始まり、最新型の22DDH型護衛艦に至るまで27種類、109隻の護衛艦を建造してきた。

この間、第二次世界大戦当時の技術からスタートした護衛艦は、ミサイル搭載護衛艦、ヘリコプター搭載護衛艦、コンピューターを駆使してシステム化された護衛艦など、我が国を取り巻く国際情勢の変化や各種技術の進歩等に伴う海上自衛隊の要求の変化に的確に対応すべく船舶設計を具現化してきた。近年は汎用型護衛艦のみならず、多様な任務に対応するため、「ひゅうが」型や22DDH型のように従来の護衛艦とは異なる形の護衛艦も計画されるようになった。

技術研究本部で艦船の設計を行うようになって50年余り、その間、艦船建造に関する各種技術の進歩は、艦船の外観はもとより、その運用方法も大きく変化させた。

当日は、技術研究本部が設計を担当した海上自衛隊の歴代護衛艦が時代の変化に応じてどのように技術的な変遷を遂げたのか、具体的な事例を基に紹介する。



図1 護衛艦あきづき
(S35. 2. 13 就役、H5. 12. 7 除籍)



図2 護衛艦あきづき
(H24. 3. 14 就役)

わが国潜水艦の変遷 ～より強く、より長く、より静かに～

○佐藤 哲（防衛省技術研究本部技術開発官（船舶担当）付）

特徴

第二次世界大戦後にわが国で建造された潜水艦について、技術的な観点からその変遷について解説する。

概要

海上自衛隊では、国産第1号の初代「おやしお」から始まり、最新型の「そうりゅう」型潜水艦に至るまで約50隻の潜水艦を建造してきた。

船型だけを見ても昭和31年から41年にかけて戦前の船型がベースとなっている水中航走重視型といえる初代「おやしお」型、「はやしお」型、「おおしお」型が建造され、その後昭和42年からは水中での高速力を重視した涙滴型船型を採用した「うずしお」型、「ゆうしお」型、「はるしお」型が次々と建造された。更に平成5年からは部分単殻構造を採用した葉巻型船型となり現在に至っている。

その間鋼材、溶接技術等の進歩による潜航深度の増大、電池の性能向上、AIP機関の装備等による潜航持続時間の延伸、TASS及び側面アレイの装備、処理速度の向上等によるソナー捜索・探知攻撃能力の向上、機器の低雑音化、制振合金、制振材の採用等による水中放射雑音の低減といった技術的進歩を経てきている。

わが国の潜水艦はその時々々の作戦様相に応じて運用者の要求を考慮しつつ、様々な最新の技術アイテムを取り込み進化し続けてきており、その変遷の方向性を一言で言い表すならば、より強く、より長く、より静かにといえるのではないだろうか。

当日は、海上自衛隊の歴代の潜水艦について、その技術的変遷に焦点を当てて視覚的に発表する。



図1 戦後国産1号艦 初代「おやしお」



図2 最新型潜水艦「そうりゅう」

艦載装備品開発の歩み ～キャッチアップからフロントランナーに～

○金子 博文 （防衛省技術研究本部 副技術開発官（船舶担当））

特徴

技術研究本部において開発されてきた様々な艦載装備品について、技術的な観点からその変遷について解説する。

概要

海上自衛隊が使用する艦載装備品の開発は、技術黎明期における外国製装備品にキャッチアップする魚雷、機雷、爆雷、ソーナー等の国産化から始まり、創立から 60 年に渡って技術研究本部で営々と築かれてきた装備品向けの特殊な技術と日本の優れた民間電子技術等が融合した世界的にも技術のフロントランナーとなる最新の 12 式魚雷まで着実に取り組んできたところである。

第二次大戦当時の技術をベースに国産装備品開発はスタートし、その後個々の装備品からコンピュータ化されたシステムとしての装備品開発へ、さらに近年飛躍的に向上した CPU 技術、ネットワーク技術及び先進的なソフトウェア技術が融合したシステムのシステム（System of Systems）としての大規模な開発へと進化している。

当日は、技術研究本部が開発を担当した艦載装備品が時代の趨勢にあわせてどのように技術的に深化してきたのか具体的事例を提示しつつ紹介するとともに、今後厳しさをます研究開発環境下における今後の課題についても紹介する。

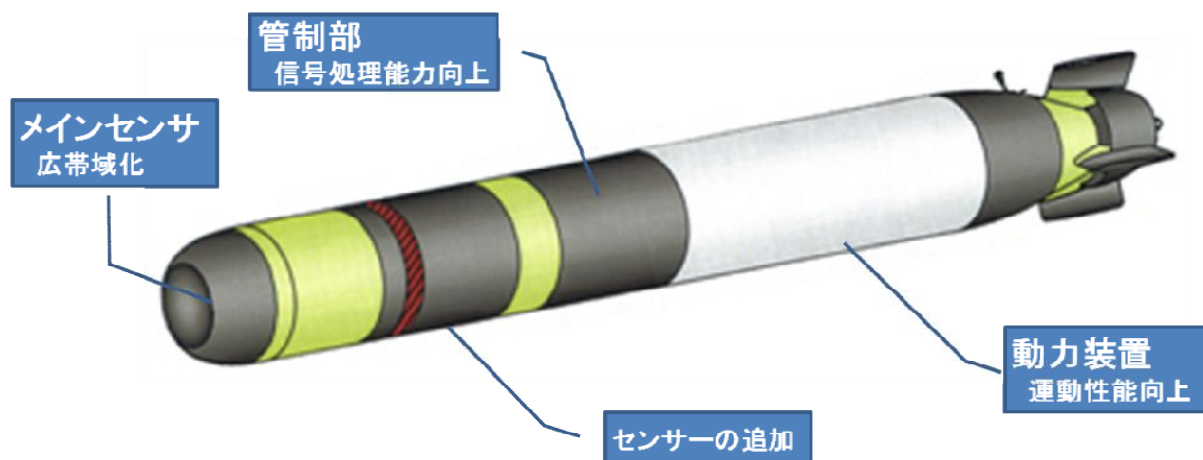


図 1 魚雷概略図

先進技術実証機

○瀧澤 義和

(防衛省技術研究本部技術開発官(航空機担当)付)

特徴

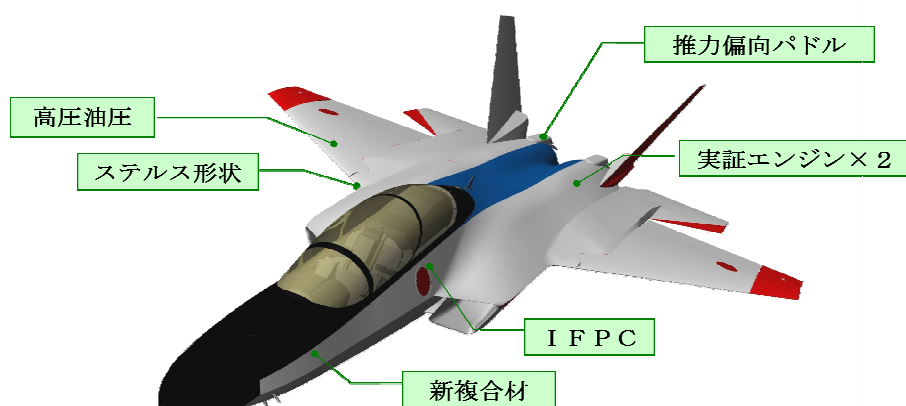
将来の戦闘機に適用される機体、エンジン等の各種先進技術のシステム・インテグレーションを図った、高運動ステルス実験機である。実環境下において、システムの成立性を確認するとともに、運用上の有効性を検証するために用いる。

概要

戦闘機には、常に時代の先進技術が結集されており、現在、米国のF-22Aに代表されるステルス性や高運動性、先進的アビオニクス等を備えたいわゆる第5世代機が圧倒的な戦闘力を誇っている。諸外国でも、ステルス技術等の第5世代機のキーテクノロジーについて研究が進められており、一部の国では、既に実機の開発が進められている。戦闘機を巡るこれら世界的趨勢は、今後一層加速されるとみられることから、我が国でもこれら技術の成立性や運用上の有効性等を検証するとともに、第5世代機に対する防空態勢のあり方についての検討を加速しなければならない。

先進技術実証機は、かかる認識の下、技術研究本部が先行的に行ってきた要素技術研究である実証エンジン、高運動飛行制御システム及びスマート・スキン機体構造等の研究成果を踏まえ、これら技術のシステム・インテグレーションを図った高運動ステルス機を試作し、実環境下においてシステムの成立性を確認するとともに、運用上の有効性を検証するものである。本事業は平成21年度より着手し、製造設計を経て、現在機体を製造中である。今後、平成26年度の初飛行の後、約2年間飛行試験を行う予定である。

当日は、先進技術実証機の概要及び今後の試験計画等について発表する。



IFPC: Integrated Flight Propulsion Control エンジン・飛行統合制御

図1 先進技術実証機の概要

ジェットエンジンの現在、そして次世代への挑戦

○鹿野 信太郎、枝廣 美佳、川瀬 基之、赤城 正弘、佐藤 豊一
(防衛省技術研究本部航空装備研究所)

特徴

さらなる燃焼温度の高温化、軽量でスリムな形状、大推力化を目指し、我が国が持つすぐれた最先端技術を結集させた次世代の戦闘機用ジェットエンジンである。

概要

航空装備研究所（旧第3研究所）におけるジェットエンジンの研究開発は、戦後に航空機の製造が禁止された空白の7年間の後すぐに再開し今年で約55年を迎える。昭和37年に航空自衛隊ジェット中間練習機（T-1）用のJ3エンジンの開発に成功したのを皮切りに、その後航空自衛隊中等練習機（T-4）用のF3エンジン、海上自衛隊次期固定翼哨戒機（XP-1）用のXF7エンジン等、機能・用途の異なる様々なエンジンの研究開発を手掛け、着実に技術力を高めてきたところである。また、技術レベルを実証するための研究用のエンジンとして平成7年度から研究に着手した実証エンジン（XF5）は、世界レベルの高い推力重量比を達成したエンジンとして、先進技術実証機に搭載し平成26年度に初飛行を予定しているところであり、飛行試験を通して高運動時などにも十分な機能・性能が発揮できることを確認する計画である。

当日は、航空装備研究所がこれまでに実施してきたジェットエンジンの研究開発の概要と、防衛省策定の「将来戦闘機に関する研究開発ビジョン」に示された次世代ハイパワー・スリム・エンジンの実現に向けた新しい取り組みについて紹介する。

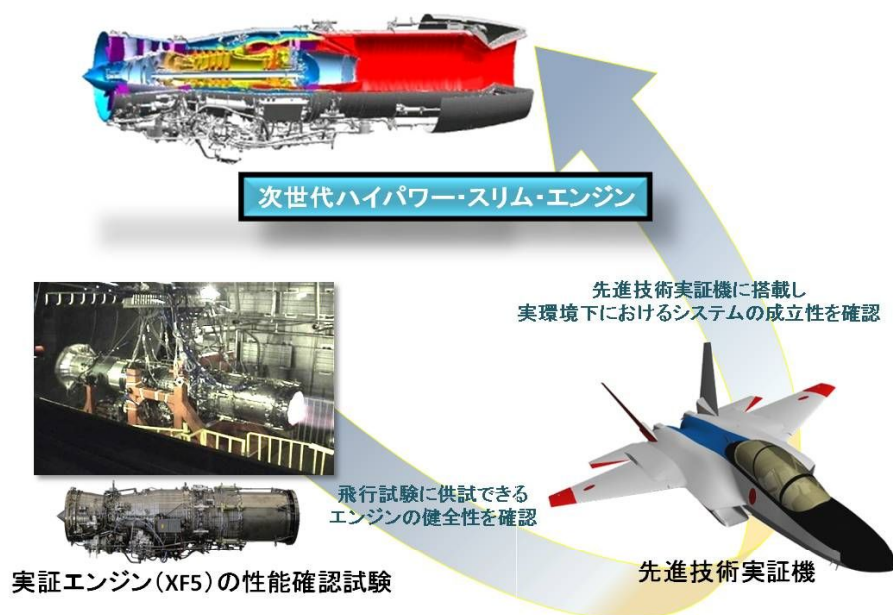


図1 次世代ハイパワー・スリム・エンジンの実現に向けた取り組み

ウェポンベイ周りの空力現象

○菊本 浩介¹、小高 雄介¹、森 重樹¹、能登 一雄²

梶谷 定範¹、亀山 丈晴¹

(防衛省技術研究本部航空装備研究所¹、防衛省技術研究本部研究開発評価官付²)

特徴

機体胴体内に搭載されたウェポンを分離する際のウェポンベイ周りの空力現象を把握する。

概要

将来戦闘機が保有すべき能力の1つに高いステルス性が挙げられる。これを実現するためには、各種搭載物を機体胴体内に搭載するウェポン内装化が最も有効性が高い手段の1つと考えられる。しかし、遷音速及び超音速領域にてウェポンベイから搭載物を分離する場合、ウェポンベイ周りは衝撃波等を伴う複雑な流れ場であるため、離れていく搭載物の挙動に流れ場との干渉による変化が生じ、母機と接触するような危険な状況が生じる可能性がある。ウェポン内装化を実現するためには、搭載物の分離時におけるウェポンベイ周りの空力現象を把握する必要がある。

本研究では、第1段階として、ウェポンベイ周りの流れ場において最も支配的と考えられるキャビティ(空洞)の影響を詳細に把握するため、幅、長さ及び深さが異なる複数のキャビティ形状について、風洞試験及びCFD(Computational Fluid Dynamics)を用いた数値解析を実施した(図1参照)。

風洞試験では、遷音速から超音速領域まで、複数のキャビティ形状について、キャビティ底面等の圧力分布に関するデータを取得した。数値解析では、風洞試験結果との比較・検討を通じ精度向上を行った。これらの結果、キャビティの影響が詳細に把握できた。

当日は、風洞試験結果及び数値解析結果について発表する。

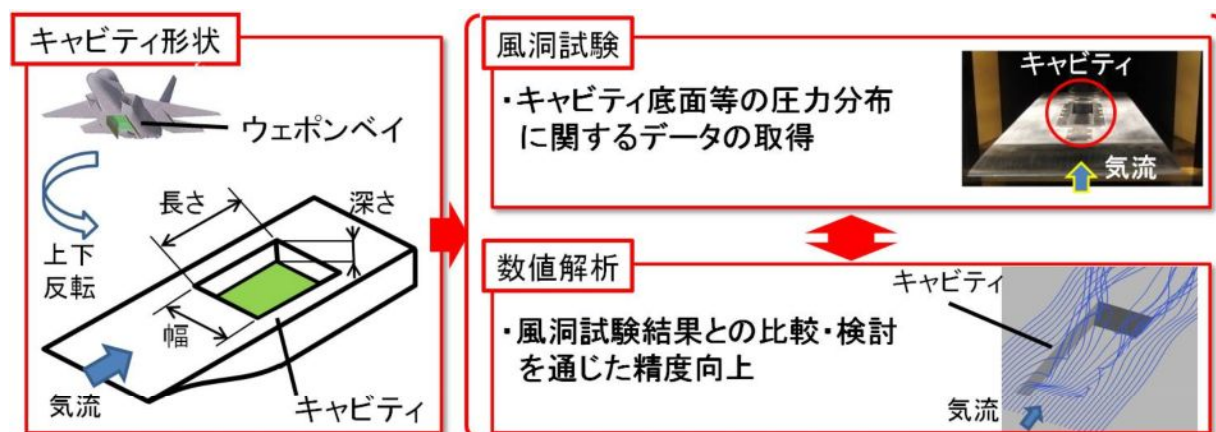


図1 本研究の流れ

滞空型無人機技術について

○堀江 和宏¹、佐藤 文幸¹、才上 隆²、千坂 忠司¹

(防衛省技術研究本部航空装備研究所¹、防衛省技術研究本部岐阜試験場²)

特徴

長時間滞空して、継続的に我が国周辺の警戒監視等の任務を遂行可能とする滞空型無人機に必要な各種要素技術と、それらの技術のシステムインテグレーションである。

概要

無人機は、“Dangerous”, “Dirty”, “Dull”といった有人には向かない任務を遂行するためのシステムとして、近年脚光を浴びている。この無人機のうち、長時間滞空して継続的に我が国周辺の警戒監視等の任務を遂行可能とする滞空型無人機を実現するためには、次のような要素技術が重要となる。

- (1) 自律飛行を行うための誘導制御関連技術
- (2) 長時間滞空に適した高アスペクト比の主翼関連技術
- (3) 無人機と地上装置の間のデータリンク関連技術

航空装備研究所では、上記の要素技術を対象とする研究において、自動離着陸、自動衝突回避、衛星経由データリンクと直接データリンクとの切換等の飛行試験や、主翼の突風荷重低減の風洞試験などを実施し、滞空型無人機に向けた技術を蓄積してきた。

現在、航空装備研究所においては、滞空型無人機システムを実現するために必須である実機を用いたシステムインテグレーションへの取組みを計画している。この計画では、これまで蓄積した要素技術の研究成果を踏まえつつ、小型、軽量の既存機を活用し、警戒監視用のセンサを搭載した上で、限定した飛行条件の下では有人飛行も可能な飛行試験機と、当該機の管制やセンサ情報の取得等を実施する地上システムからなる滞空型無人機システムを試作することとしている。

当日は、滞空型無人機に向けてこれまで航空装備研究所が進めてきた要素技術の研究成果について概要を紹介するとともに、これらを踏まえ、現在航空装備研究所が計画中の滞空型無人機システムの概要について発表する。



図1 滞空型無人機（イメージ）



図2 自動衝突回避の飛行試験

無人機の試験技術について

○才上 隆¹、櫻井 龍生¹、千坂 忠司²、宮川 武²、堀江 和宏²
(防衛省技術研究本部岐阜試験場¹、防衛省技術研究本部航空装備研究所²)

特徴

これまで技術研究本部で研究開発を行ってきた、各種の無人機について試験評価を行う技術である。

概要

無人機は、“Dangerous”, “Dirty”, “Dull”といった有人には向かない任務を遂行するためのシステムとして、近年脚光を浴びている。技術研究本部では1950年代から無人機の研究開発に取り組んでおり、これまでに要素技術検証のための試験機、偵察・標的等に使用する無人機の研究開発及びそれらの試験評価を行ってきた。

無人機の試験評価に当たっては、有人機には無い制約が存在するため、例えば次の様な課題が想定される。

- (1) 試験場所、空域の確保
- (2) データリンク等に使用する電波の確保
- (3) 試験の適切なステップアップ

これらの課題に対しては、関係機関との調整の上、それぞれの無人機の機能・性能等に応じた解決策をとる必要がある。

平成16年度から平成21年度にかけて開発、平成20年度から平成23年度にかけて試験を実施した無人機研究システムは、母機であるF-15から空中発進し、自律飛行を行った後、滑走路へ自動着陸するものである(図1、2参照)。本システムについても、上記の課題をひとつずつ解消しながら試験を実施している。

当日は、これまで技術研究本部で試験評価を行ってきた無人機の試験評価を行う試験技術について、無人機研究システムの事例を中心に発表する。



図1 自律飛行する無人機



図2 自動着陸する無人機

地対空誘導弾の将来構想 ～Plug & Fight Network SAM¹ (NSAM) ～

○ 田中利幸 （防衛省技術研究本部航空装備研究所）

特徴

Network SAM (NSAM)は、ネットワークへの Plug & Fight (P&F)能力により、ミサイル、ステルス戦闘機等の先進脅威から国土を防空する将来の地対空誘導弾システムである。

概要

P & F 能力は、「ネットワークに P & F アイテム（射撃管制系、射撃用センサ、ランチャ等）を繋ぐと、（１）SAMシステムが構成され、（２）ネットワーク上の全センサの情報を使い、（３）一つのSAMシステムとして、自動的に相互調整して、最大火力を継続発揮する能力」と定義している。

NSAMは、我国全域に広がる将来の防衛省通信ネットワーク等に、P & F アイテムを接続・配置する事によりSAMシステムを構成し、防護地域、広さ、形状、重視する脅威に合わせた動的運用を即時に実現する。また、P & Fアイテムの追加、能力向上と共に、システムが拡張、進化し、脅威を洋上撃破する広域防空への発展を実現する。

当日は、P & F 能力、システムの考え方、運用構想等について発表する。

¹SAM: Surface to Air Missile （地対空誘導弾）

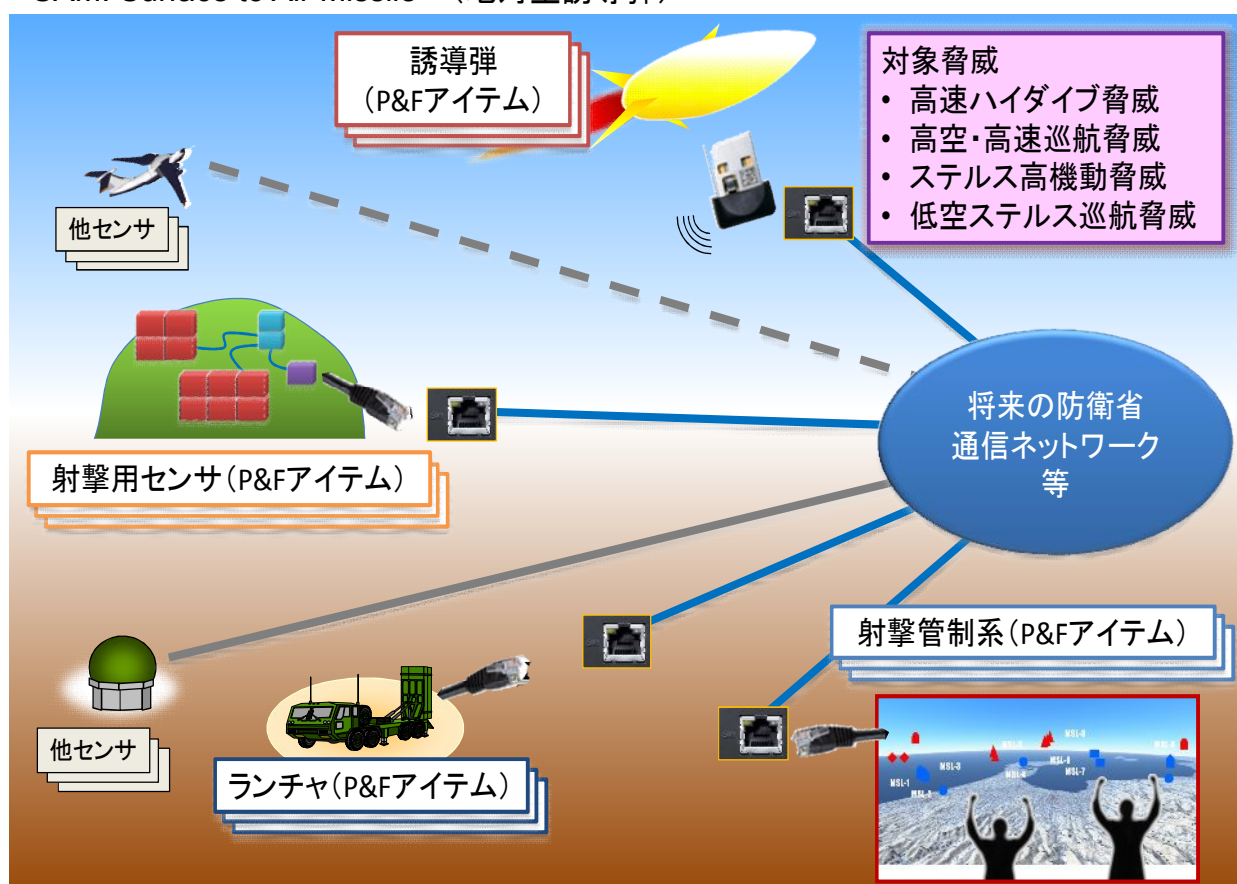


図 1 Plug & Fight Network SAM (NSAM) 運用構想

アジマス推進器装備船の操縦運動についての検討

○牧 敦生、大和 直史、横山 徳幸、筒本 達大
益子 英丈、熱海 稔、伊東 久直
(防衛省技術研究本部艦艇装備研究所)

特徴

アジマス推進器装備船の操縦運動について検討するため、長水槽における自由航走模型試験、拘束模型試験及び数値シミュレーションを行った。

概要

アジマス推進器（図 1 にアジマス推進器の例を示す：ABB 社 HP より）は、舵とプロペラを独立に備える通常の艦船とは異なり、推進器自体を旋回させることで推進と操舵のいずれの機能も併せ持つ。アジマス推進器のような、通常とは異なる推進器を有する艦船の操縦特性を把握するための有効な手段の一つが、自由航走模型試験である。この試験は模型船の大きな運動を伴うため、横幅の広い角水槽を用いて行われることが多いが、本研究では、艦艇装備研究所保有の大水槽（幅 12 m 程度）における自由航走模型試験を行った。さらに、大水槽及び高速水槽において模型船を曳航台車に取り付けて曳航する拘束模型試験を実施し、その結果を用いた数値シミュレーションを行い、アジマス推進器装備船の操縦運動についての検討を行った。

自由航走模型試験では、模型船内に搭載されたマイコンによる自律航走により、実艦等で行うジグザグ航走を行う試験（Z 試験）を模擬した試験を行った。試験時の写真を図 2 に示す。このように、長水槽である艦艇装備研究所の大水槽でも自由航走模型試験が実施可能であり、操縦性能の検討に必要な技術資料を得ることができた。また、拘束模型試験では、曳航台車に取り付けた模型船体を強制的に動揺させることで、船体にかかる力を計測した。そして、その解析結果を用いた数値シミュレーションを行い、自由航走模型試験結果との比較も行った。

当日は、模型船の概要、自由航走模型試験と拘束模型試験の実施方法及びこれらの試験結果並びに数値シミュレーション結果について発表する。



図 1 アジマス推進器の例

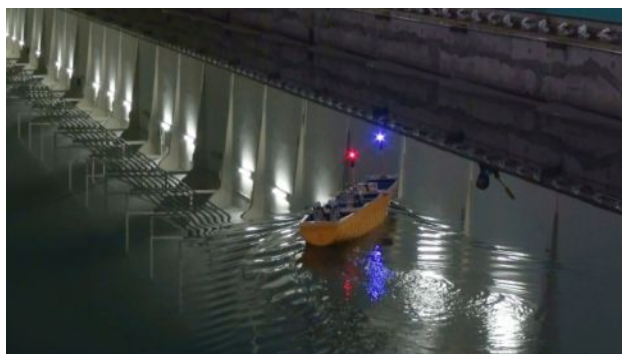


図 2 自由航走模型試験風景

水中物体の音響散乱特性解析手法 ～音の見える方予想～

○赤司 茂、柴崎 忠幸、玉石 洋志
(防衛省技術研究本部艦艇装備研究所)

特徴

複雑な水中物体の音響散乱特性を把握するため、構造解析と音響解析を組み合わせたモデル解析手法を構築し、その妥当性を確認する研究である。

概要

複雑な水中物体の音響散乱特性を求める手法としては、従来、音線理論に基づく幾何光学近似法が用いられてきた。この方法は計算が比較的容易である反面、音の波動性を考慮していないために、回折や干渉といった現象を表現できないという欠点がある。そのため、対象となる物体に対して波長が長い場合においては、回折等の影響により十分な計算精度が得られない結果となる傾向があった。

そこで本研究は、従来の音線法に代わり、有限要素法を用いた構造解析と境界要素法を用いた音響解析を組み合わせたモデル解析により、音の波動性を考慮した回折及び干渉も算出できる音響散乱特性解析手法を検討した。

本モデル解析の妥当性を確認するため、理論解（厳密解）が存在する球についてモデル解析結果と比較を行った。なお、理論解が存在しない形状については、実際に水中で計測を行い、その結果とモデル解析結果を比較する必要がある。このため、今回は球について図1に示すような球形の基準模型を作成し、水槽で音響計測を行った。図2に、モデル解析、理論解析及び水槽試験のおのおのについて音響散乱の結果を示す。計測用治具等による影響が無視できない水槽試験結果に対し、モデル解析結果は厳密解である理論解析解によく一致しており、モデル解析の妥当性を確認することができた。また、球以外の形状についても確認を行い、本モデル解析手法について、水中物体の音響散乱特性を検討する手法として適用できる見通しを得た。

当日は、モデル解析の概要や技術課題について解説するとともに、当該モデル解析の大型物体の散乱特性解析への適用例を紹介する。

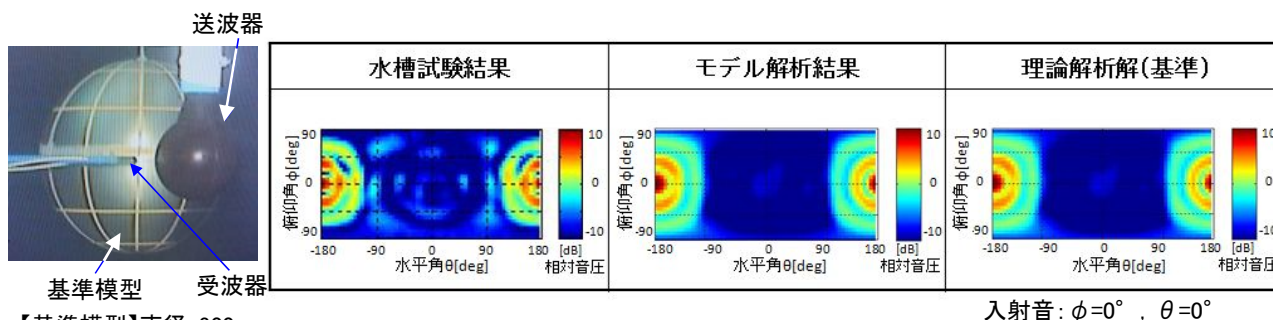


図1 水槽音響計測図

図2 結果比較

艦首造波低減船型 ～波くずれの少ない船首形状を探して～

○木本 理抄、松本 慎也
(防衛省技術研究本部艦艇装備研究所)

特徴

艦首ソーナーに悪影響を及ぼすと考えられる砕波等による雑音低減のための、艦首造波を低減できる船型についての研究である。

概要

民間の船舶と異なり、護衛艦においては、図1中に示す様に、艦首ソーナードーム内にソーナーを有している。水中では電波及び光波の減衰が著しいため、潜水艦等の水中物体を捜索するためには音波を利用したソーナーが唯一の手段と言える。ソーナーの探知能力を向上させるためには、対象信号以外の雑音の低減が挙げられるが、本研究は、そのうちの砕波等による雑音を低減するため、船型を変えることで艦首造波を低減しようとするものである。

本研究においては、近年発達 of 著しいCFD（数値流体力学）シミュレーションにより、艦首部形状と艦首近傍波の関係についてパラメトリックスタディを行い、その結果に基づいて新型船型模型と従来型船型模型（約6m）を製作し、水槽試験を実施した。水槽試験では両船型模型で艦首近傍の波高分布計測を行い、艦首部形状と艦首近傍波の関係について検討を行った。

検討の一例として行った水槽試験（図1）の結果、従来船型に比べ艦首造波低減船型では艦首造波低減が可能であり、また、シミュレーション計算結果と水槽試験結果がよく一致することが確認され、このような新型船型に対してもCFDシミュレーションが有効であることがわかった。

当日は、本水槽試験を実施した艦艇装備研究所試験用水槽（図2）において実施した水槽試験結果及びCFDシミュレーションによるパラメトリックスタディについて発表する。

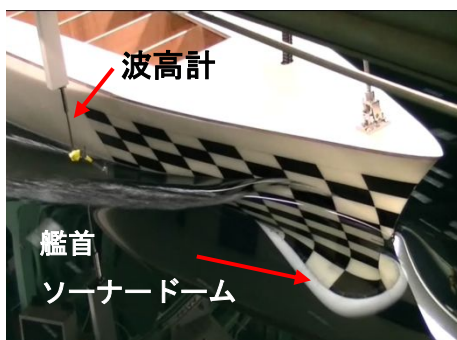


図1 水槽試験の様相
(艦首近傍波高分布計測)



図2 艦艇装備研究所大水槽

磁性エンジンの消磁方式 ～掃海艇への磁性エンジン搭載を目指して～

○堀澤 智幸、原崎 博史、矢島 俊彌、草田 健太郎、赤木 尚史、宮本 幸二
(防衛省技術研究本部艦艇装備研究所)

特徴

掃海艦艇に磁性エンジンを搭載する可能性を探るため、磁性エンジンの磁気量を低減して磁気機雷による被害を回避し、艦艇の安全を確保するための研究である。

概要

海上自衛隊が使用する掃海艦艇においては、磁気センサーを使用した機雷による被害を回避するため、磁気量の低減に努めており、エンジンについても磁性材料（鋼等）の使用を最小限とするために技本が技術開発した「非磁性エンジン」を搭載している。非磁性エンジンは、磁気量の低減という観点からは非常に優れているものの、寸法、重量が同程度の一般的なエンジン（以下「磁性エンジン」という。）と比較すると、出力は小さいものとなっている。将来、掃海艦艇の速力向上が求められた場合、高出力が望める磁性エンジンの搭載も選択肢として考えられる。本研究は、掃海艦艇に磁性エンジンを搭載する可能性を探るため、磁性エンジンの磁気量を低減して磁気機雷による被害を回避し、艦艇の安全を確保するための方法を検討するものである。

掃海艦艇に磁性エンジンが搭載された場合、船内に局所的に大きな磁性体が存在することになるため、従来の船全体を対象とした消磁だけでなく、エンジンのみを対象とした個別消磁も必要になるものと考えられる（図1）。そこで本研究では、小型の磁性エンジン（図2）を対象として磁気特性の計測、個別消磁コイルの消磁効果の検証を行い、その結果を反映して掃海艦艇に磁性エンジンが搭載された場合の消磁方式をシミュレーションにより検討することとした。

平成23年度に、小型磁性エンジンの磁気特性を計測し、個別消磁コイルの消磁効果についてシミュレーションにより検討したところ、磁気量を大幅に低減できる見通しを得た。

当日は、磁気量低減の手法、小型磁性エンジンの磁気特性計測結果、消磁効果シミュレーション結果、今後の研究等について発表する。

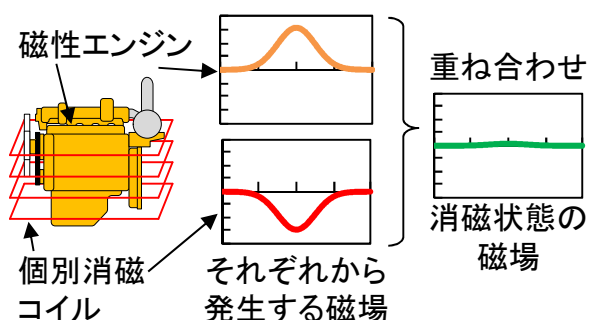


図1 消磁の概念



図2 小型磁性エンジン

長さ：約 1.1m
高さ：約 1.2m
幅：約 0.7m
重量：約 470kg
最大出力：約 90PS

海の無人機（UUVとUSVの連携）

○北島 仁、村松 修、土橋 純也
（防衛省技術研究本部先進技術推進センター）

特徴

無人航走体（UUV:Unmanned Underwater VehicleとUSV:Unmanned Surface Vehicle）を連携させ、水中情報を効率的に取得することで、警戒監視や機雷対処等に対する無人航走体の適用範囲を拡大するとともに、ゼロカジュアルティ（兵士の犠牲の極小化）に寄与する将来の無人機システムを構築するものである。

概要

本研究は、UUV及びUSV単独航走における障害物回避などの自律航走のみならず、これまで困難であったUUVで取得した音響画像データ等の水中情報を、離隔した支援船等へのリアルタイムデータ伝送をUUVと協調して並列航走させたUSVを経由することにより実現することを目指すものである。

並列航走は、より通信範囲の広い測位・制御用音響通信機を用い、相対位置の計測と互いの位置・針路等の情報共有を行うことで、通信範囲は狭いが高速のデータ用音響通信機の通信範囲内に保持しつつ航走を行い、並列航走中のデータ伝送を実現する。

当日は、UUV及びUSVの概要及び、UUVとUSVの並列航走について発表する。

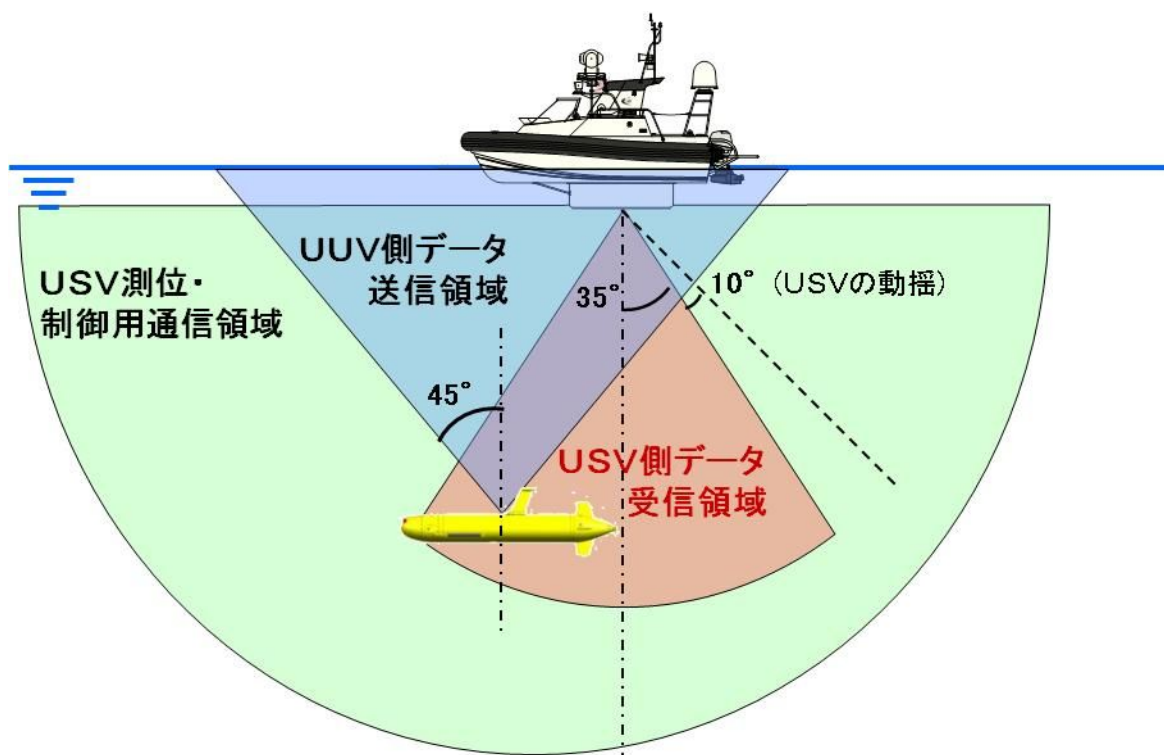


図1 UUVとUSVの通信範囲

通信技術 ～勝敗を決めるコミュニケーション技術

○石川 正興

(防衛省技術研究本部電子装備研究所)

特徴

情報化時代における戦闘において情報優越を創出し、戦闘優位を獲得するためのコミュニケーション技術についての発表。無線ネットワーク構築において有利なソフトウェア無線機技術について、その取り組みを最新の研究や活動を含めて紹介する。

概要

将来の戦闘の様相は通信ネットワークを駆使し、レーダや赤外線センサといった多種多様なセンサで得られた情報を互いに伝達・共有することで、目標に応じた効果的な火力の選択といった事後の行動の意志決定を的確かつ迅速化することが可能となるNCW (Network Centric Warfare: ネットワーク中心の戦い) 体制へと移行しつつある。このNCWの無線ネットワーク部分を実現するためには、従来の用途が限定された機能別ハードウェア無線機に替わって、アプリケーションソフトの入れ替えで多用途に使用できるソフトウェア無線機の利用が有利であり、防衛省技術研究本部では平成11年にソフトウェア無線機の研究に着手し、段階を踏んでソフトウェア無線機の実用化に向け研究を進めてきた。

当日は、先行して研究が進められている米国の状況、技術研究本部で実施している研究について紹介する。

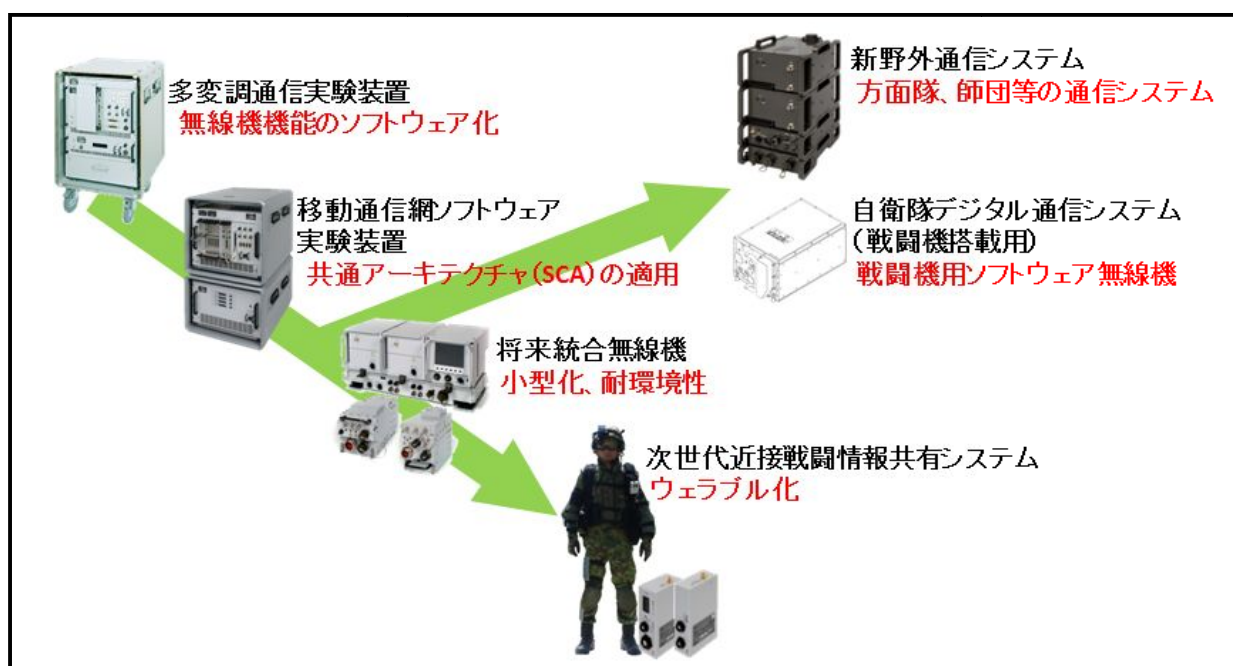


図1 技術研究本部におけるソフトウェア無線機技術研究の流れ

レーダ技術

～見えない目標を探知するための挑戦～

○平野 誠

(防衛省技術研究本部電子装備研究所)

特徴

到来する脅威を早期に探知することを可能にする防衛用レーダ技術について、技術研究本部における研究の経緯と、現在取り組んでいる最新の研究、そして将来に向けたレーダ技術研究について紹介する。

概要

周辺を海に囲まれた我が国においては、到来する脅威を可能な限り早期に探知し対処することが重要である。このために、警戒管制レーダを始めとする各種レーダが大きな役割を果たしており、その重要性は今後も変わることはないといえる。防衛省技術研究本部では、戦後間もない昭和27年度よりレーダの研究を開始しており、増幅器や高距離分解能化の要素技術の研究を行った後、国内初のアクティブフェーズドアレイレーダを試作、研究するに至った。この技術は、今もなお、多くのレーダに適用され続けており、特に防衛用レーダには必要不可欠の技術となっている。

当日は、防衛省技術研究本部において実施した先進的な各種レーダの技術研究とそれらの成果反映先、現在取り組んでいるレーダ技術の研究、そして、レーダ技術の動向と共に今後のレーダ技術研究の方向性について紹介する。

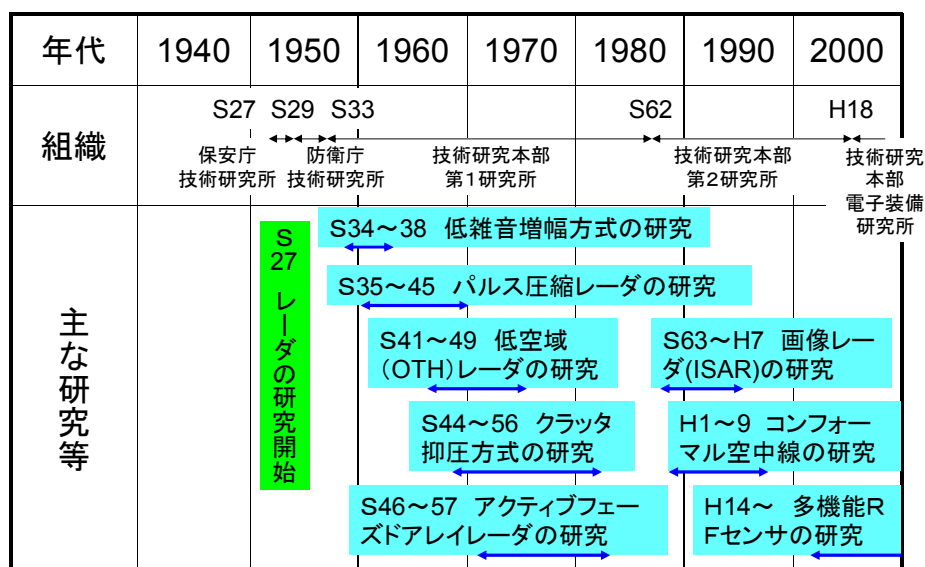


図1 技術研究本部におけるレーダ技術研究の流れ

赤外線技術

～より確実に、より精細に、暗いところでも見えるように～

○土志田 実

(防衛省 技術研究本部 電子装備研究所)

本発表の特徴

情報化が進んだ戦いでの優劣を決定する情報収集能力に、大きな影響を与える赤外線技術のうち、「装備品の眼」として働く赤外線センサ技術について、取り組みと最新の研究活動を含めて紹介する。

本発表の概要

情報化が進んだ現代においては、戦いの優越は情報収集能力に大きく依存しており、如何に有益な情報を収集できるかが重要になっている。赤外線技術、特に赤外線センサ技術は、情報収集能力を支える根幹技術であり、今後も我が国の防衛/安全保障において、大きな役割を果たしていくと考えられる。防衛省技術研究本部においては、創設後まもなくの1954年（当時は、防衛庁技術研究所）には暗視装置の研究が開始されており、それ以後、様々な材料や仕組みについて赤外線センサ技術に関する研究を進めてきた（図1）。その成果は、個人携帯用から各種プラットフォーム搭載用に至るまで、警戒監視、搜索追尾、照準や誘導（ミサイルシーカ）を行う幅広い装備品に適用されている。

当日は、実際にどのような場面で赤外線技術が活用されているかについて述べるとともに、防衛分野における赤外線技術の特徴、民生技術との係わりなどについて、技術研究本部で実施している研究や活動例をまじえて紹介する。

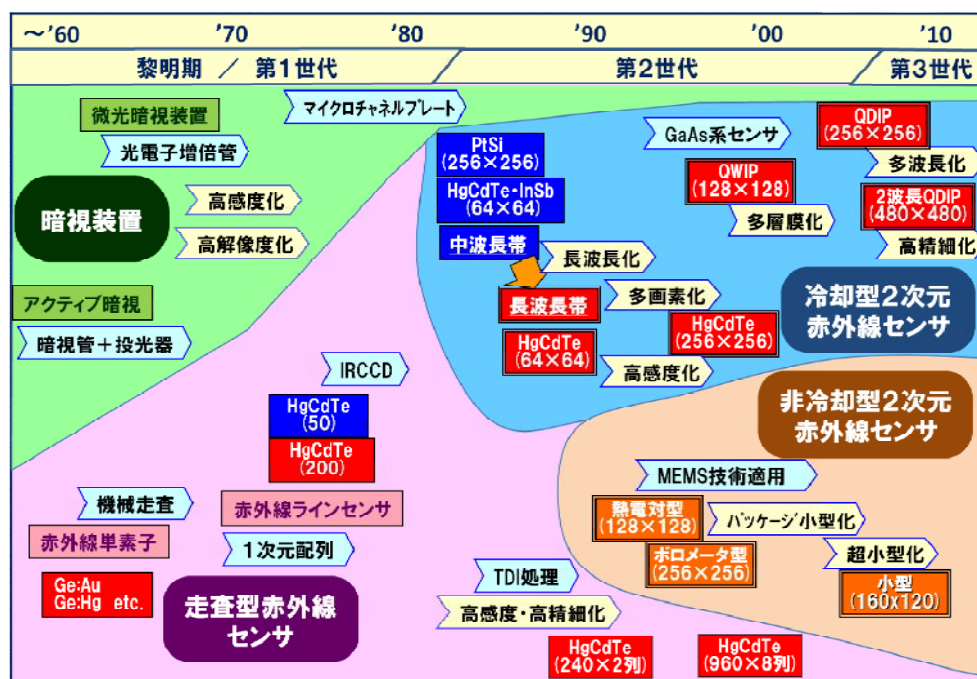


図1 技術研究本部における赤外線センサ技術研究の流れ

レーザ技術

～物理学が生んだ未来の兵器～

○古味 孝夫

(防衛省技術研究本部電子装備研究所)

特徴

目標の精密な捕捉、光速での対処等が可能なレーザ技術について、今までの取り組みと最新の研究活動を含めて紹介する。

概要

レーザの発振は、エネルギー分布において上の準位の分子数等が下の準位のその数より多くなる反転分布が形成され、それら分子等から誘導放出により得られる。1954年に初めて誘導放出による24GHzの発振に成功し、6年後の1960年にはルビーレーザにより波長694nmのレーザ光の発振に成功している。それ以降、諸外国において様々な研究がなされてきた。

防衛省技術研究本部電子装備研究所においても、1975年代には高出力レーザの発生方式の研究を活発に行い、一方で、レーザレーダによる精密追尾の研究、更にその応用としてワイヤーなどの障害物探知の研究を行ってきた。

当日は、今まで電子装備研究所が取り組んできた研究を紹介するとともに、最新技術として、ミサイルから艦船等を守る高出力レーザシステム(図1)、航空機を守る光波自己防御システムなどに使用されるレーザ技術について紹介する。

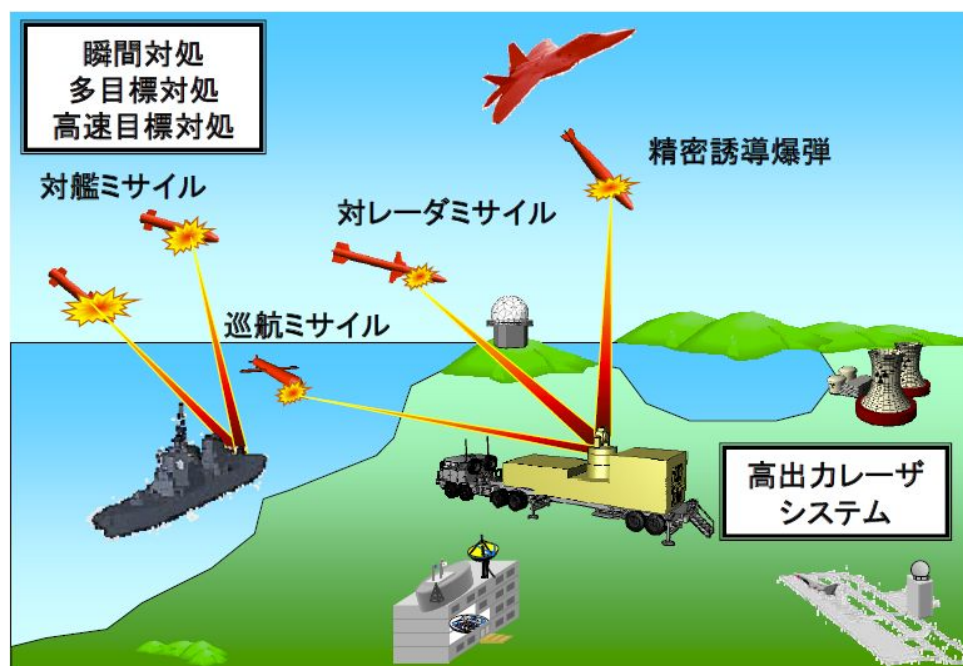


図1 高出力レーザシステム(一例)

ゼロ・カジュアルティ戦闘システムへのM&S適用

○沖 良篤、小林 篤史、菊池 裕二、小谷 健人
(防衛省技術研究本部先進技術推進センター)

特徴

市街地戦闘における隊員の「戦闘能力向上」及び「被害局限化」を目指した将来の「ゼロ・カジュアルティ戦闘システム」に関してM&Sを用いた構想を検討するものである。

概要

現在の自衛隊の活動は、多様で複雑な安全保障上の様々な事態に対処することが求められ、通常の陸上戦闘のほか、市街地戦闘、地下鉄サリン事件、東日本大震災の原子力災害対処、国際平和協力活動の本来任務化等のように、「より複雑で困難な環境」での任務が増加する一方で、「人員犠牲の極小化」や「人員生命の保持」も極めて重要となっている。しかし、このような隊員の「戦闘能力向上」及び「被害局限化」を目指した将来の「ゼロ・カジュアルティ戦闘システム」(図1)を実現するには、3つの要素技術(①ロボットシステム技術、②個人装備技術、③CBRN脅威対処技術)を更に進展させて、有機的に連携させる必要がある。

本研究では、先進技術推進センターが開発したM&S(モデリング&シミュレーション)ツールである「シミュレーション統合システム」を試行的に用いて、市街地戦闘における将来の「ゼロ・カジュアルティ戦闘システム」の実現に必要な技術課題について、システム統合レベルでの定量的評価を実施した。ただし、現状の「シミュレーション統合システム」では、CBRN脅威環境模擬には対応していないので、今回は要素技術①と②に着目して、シミュレーションを実施した。

当日は、代表的な戦闘シナリオ(図2)のシミュレーション結果と今後の課題について紹介する。



図1 ゼロ・カジュアルティ戦闘システムのイメージ

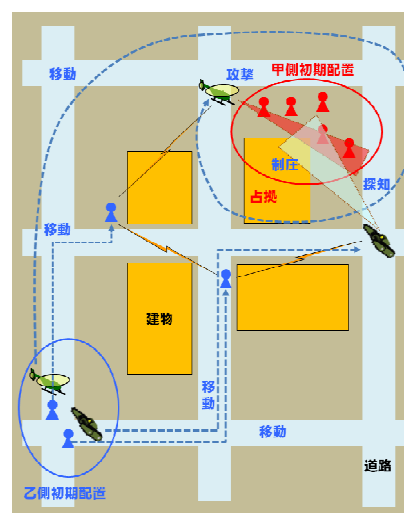


図2 戦闘シナリオ概念図の例

ゼロ・カジュアルティを実現するためのロボットの現在と将来

○大崎 馨、金子 学、三井 尚之、佐々木 克利、山田 隆基、前野 旭弘
(防衛省技術研究本部先進技術推進センター)

特徴

隊員と行動をともし、生命を守るためのロボット技術である。

概要

国際平和協力活動のような活動環境における不測の事態や、大規模災害派遣のような厳しい場面に遭遇する事態にあっても、隊員の安全確保は至上命題である。このような状況に対し、諸外国においても装備品に対するロボット技術の活用が図られてきた。

先進技術推進センターにおいては、隊員への危険を局限し生命を保持する、すなわちゼロ・カジュアルティを目的とした隊員と行動をともしとする主として地上用のロボット（UGV）について研究を実施してきた。これまでの事例としては、大きさにより分類すると、携行することが可能なマイクロUGV、車両に搭載して運搬することが可能な小型UGV及び乗用車クラスの車両型UGV等がある。

こうした分野におけるロボットの適用については、諸外国においても試行錯誤の段階にある。新たな運用を構想するために重要なことは、潜在的な要望に対してどのような機能・性能を備えれば実現可能かを実証的に検討することであると考え。そこで我々は自衛隊と協力し、部隊実験へのロボットの提供等を通してニーズの把握に努めてきた。特に、爆発物対処を任務とするロボットについては、優れた民間の技術基盤を活用し現場に即した技術を適用するために、仕様の策定段階から第一線で作業を担当する自衛官の意見を直接取り入れ、想定される状況を模擬した実証的試験により有効性を見極めることで、短期間で実用化することができた。

当日は、これら先進技術推進センターにおける研究の近年の成果と、これからのロボット研究の方向性について発表する。



図1 手投げ式ロボット



図2 爆発物対処用ロボット



図3 陸上無人機

勝敗の鍵はチームワーク 2（小型移動体の群制御）

○柳原 康生¹、江原 直樹¹、鍵和田 元²、佐藤 祐司¹

（防衛省技術研究本部先進技術推進センター¹、防衛省技術研究本部航空装備研究所²）

特徴

遮蔽物が多い市街地等において、単体では高い機能を持たないが複数の小型移動体を群制御及び協調制御することにより、偵察活動等に威力を発揮する小型移動体システムである。

概要

遮蔽物が多い市街地等においては待ち伏せ等の脅威が予想され、これによる人的被害を低減するためには、これらの地域に進出する前に不審者や目標等に関する情報を確実に検知しておく必要があるが、航空機や地上に設置した単一のセンサでは遮蔽物による死角のため困難となる場合がある。この死角をなくすために複数の小型移動体（以下、「ロボット」という。）によるセンサネットワーク（図1）が有効であり、目標の位置を取得するためにはこれを観測するロボットの位置の情報が必要である。しかし、遮蔽物の多い環境では各ロボットはGPS等により位置の情報を取得することが困難であると考えられるため、各個体の間で見通しが取れるよう地上にロボットを配置して、各ロボットが他のロボットまでの距離と角度を計測し、統合することにより域内にあるロボットの相対位置を取得する方法を検討した。

平成23年度は図2に示す複数のセンサを搭載したセンサヘッドを仮作し、センサヘッド間の相対位置の精度を向上させる方法を提案し、効果を確認した。

当日は、相対位置計測及び精度向上の原理、仮作した装置、装置を用いた試験結果並びに今後の研究計画について発表する。

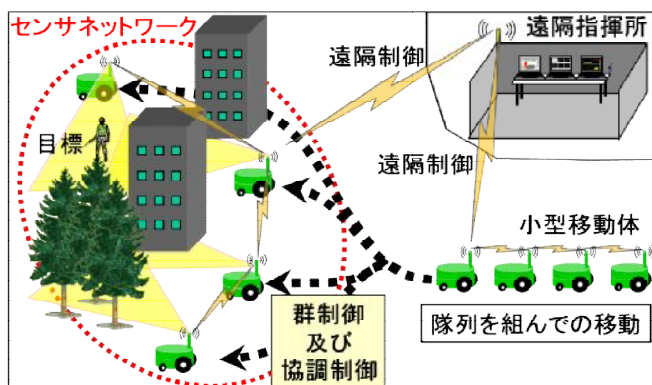


図1 構想イメージ

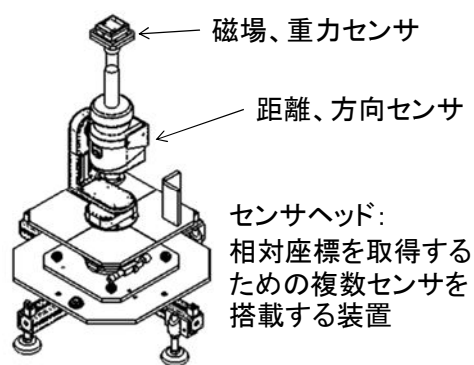


図2 仮作した装置

次世代型陸上戦闘員システムの実現に向けて ～先進個人装備システム～

○柳原 康功、大西 洋一、菊池 浩人、野見山 武徳
塩塚 稔也、堀 俊祐、柳田 勝志、齋藤 靖之、西岡 俊治
(防衛省技術研究本部先進技術推進センター)

特徴

各種センサを搭載し、隊員間で情報共有が可能な個人装備システムである。

概要

陸上自衛隊が任務行動する際、相互の位置や進出経路や発見した目標の位置を知るため、印刷物である地図と磁気コンパス等が用いられている。

本システムでは、GPS等を活用することで、即座に相互の位置や、進出経路、発見された目標の位置を携帯型端末に表示される電子地図上で確認することができる。そのため、昼夜を問わず、より確実に正確な部隊行動に寄与できるものと期待されている。

本研究では、平成23年12月以降、陸上自衛隊と協力して、部隊運用を模擬した環境での運用実証実験（所内試験）を行っている。

当日は、これらの所内試験の実施状況等について発表する。

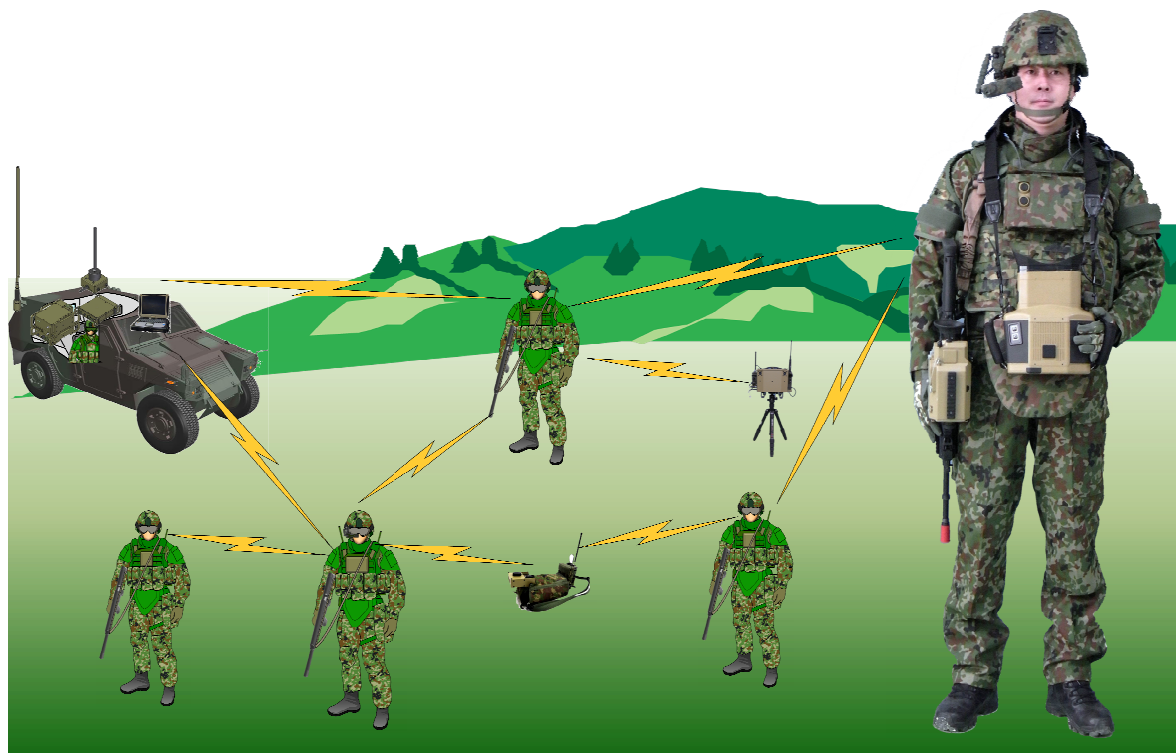


図1 先進個人装備システムの運用構想

除染作業用防護服

○樫本 薫、遠藤 拓

(防衛省技術研究本部先進技術推進センター)

特徴

放射性粉じん等で汚染された地域で、除染作業等を実施する際に使用される防護服について、可動マネキンにより防護性能を計測評価するものである。

概要

自衛隊では、平成23年3月11日の「東日本大震災」に伴い、被災した遭難者を救出するための搜索活動が行われた（図1）。また、「福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所における原子力緊急事態」を受けた原子力災害派遣命令に基づき、飛散した放射性物質を除去するための除染作業も実施された。これらの活動に際して、線量が比較的高い地域では、放射性粉じんの身体表面への付着を防止するため、防護服が使用された。

放射性粉じん等に対する防護性能については、防護服の素材自体が粒子への耐透過性能を有する場合であっても、防護服、手袋及びマスクといった全身を覆っている各パーツ間の接合部から放射性粉じん等が侵入してしまうおそれがある。したがって、防護服の全体的な防護性能を評価するためには、素材自体を評価するための試験片レベルの検討のみならず、防護服を装着した状態における活動時の性能評価が必要不可欠である。こうした背景のもと、先進技術推進センターでは、試験チャンバ、可動マネキン（図2）等から構成される防護性能試験評価装置を導入したところである。

当日は、上述した防護服の装着状態におけるシステムとしての全体的な防護性能に関して、防護性能試験評価装置を用いて検討を行った結果について発表する。



図1 東日本大震災時の搜索活動



図2 可動マネキン

ガンマ線による核物質非破壊検知システムの開発

○大垣 英明¹、紀井 俊輝¹、堀 利匡¹、増田 開¹、三澤 毅¹、卞 哲浩¹、高橋 佳之¹、八木 貴宏¹、羽島 良一²、早川 岳人²、神門 正城²、静間 俊行²、大東 出²、小瀧 秀行²、林 由紀雄²、Christopher Angell²
(京都大学¹、日本原子力研究開発機構²)

装置の特徴

港湾施設等において、隠匿された核物質を D-D 中性子源を用いた中性子システムで高速スクリーニングし、さらに単色のガンマ線の核共鳴蛍光散乱を用いて、ウラン 235 やプルトニウム 239 等の核物質を同定する装置

開発の概要

本事業で開発する核物質検知装置は、IEC 中性子源を用いた高速スクリーニングシステムと、マイクロトロンからの電子ビームとパルス圧縮を行なったレーザービームとの衝突によるガンマ線を用いる、精密核物質同定システムからなる。

開発課題としては、小型中性子源の高出力化と中性子計測法の開発が高速スクリーニングシステムには必要であり、精密核物質同定システムにはガンマ線源の高収量化とガンマ線測定器の開発が必要である。ここでは高速スクリーニングシステムに使用する中性子源の開発状況と、精密核物質同定システムに用いるガンマ線源の開発状況に関して中心的に述べる。

本装置に使用する中性子源は、小型でしかも放射性物質を含まない D-D 核融合を用いる IEC 放電型中性子源である。この中性子源は、基本的には球形の接地陽極とその中心に設置されたグリッド状の球形陰極とから成り、両電極間の放電で生成された重水素 D イオンは中心に向かって加速されてエネルギーを得て、他の D との衝突により核融合反応を生起する。印加電圧が高くなれば、イオンのエネルギー増加にともない核融合反応率が増加し、中性子発生量が増加する。これまでの IEC 装置では、中心の球形グリッド状陰極への電圧導入端子の存在により、電位分布の球対称性が損なわれ、印加高電圧が 80kV に制限されていた。そこで、5 段電圧導入端子を考案し、190 kV の電圧印加を達成した。これに伴い中性子の発生量が上昇し 140kV の電圧で、中性子強度 2.7×10^7 n/sec を得ている。最終目標値は 10^8 n/sec であり、190kV の高電圧印加により、この目標値は容易に達成可能である。中性子による核物質探知における最大の課題は、中性子照射により核物質から発生する二次中性子と、照射したプローブ中性子とを如何に区別して計測するかにある。原子力分野で知られていた従来の計測法では、本装置に要求される高速スクリーニング性能が得られないので、新しく、改良中性子炉雑音解析法を開発し、0.25Kg の高濃縮ウランを用いて検知できることを実証した。

一方のガンマ線源では、加速器からの高エネルギー電子ビームに高強度レーザーを衝突させることで発生することができる、準単色ガンマ線源（レーザー逆コンプトンガンマ線）を用いる。核物質の同定には、同位体の同定が不可欠であり、これは、X 線を用いる

透過検査装置や蛍光 X 線装置では不可能である。本装置では核共鳴蛍光散乱を用いて同位体の同定を行う。これは、測定対象となる原子核固有の励起エネルギーに等しいガンマ線が照射されると、核共鳴蛍光散乱が発生し、入射したエネルギーに等しいエネルギーが入射角とは異なる角度に放出される現象を利用し、核共鳴蛍光散乱ガンマ線を計測することで目的の同位体の存在と量を知ることができる。しかしながら、従来型のガンマ線源は、不要なエネルギーのガンマ線が殆どであり、この方式での核物質検知は非常に困難である。そこで、本装置では準単色ガンマ線を発生させ、高 SN 比での検知を可能にしている。一方この方式では大型の加速器が必要になるため、装置の小型化が重要なポイントになる。本装置では、小型な電子加速器であるマイクロトロン加速器を用いる。現在までに、プロトタイプのマイクロトロンを用いて、ガンマ線の発生に成功している。

核物質の検知に関しては、先に述べたように高速スクリーニングシステムは、大量のコンテナに対し核物質の有無をスクリーニングするのみで、核物質の検知はガンマ線を用いた精密核物質同定システムによって行う。これらのシステムは交互の線源が発生するバックグラウンドを避けるため、別棟の施設に設置する。また、ガンマ線を用いた精密核物質同定システムの測定速度、及び中性子高速スクリーニングシステムの位置検知能力から、これら 2 つの検知システムの間、ガントリータイプの X 線透過装置をおき、高密度物質が隠匿されている可能性のある場所を特定する。図に本装置の全体図を示す。システムは 40mx20m の敷地に収容され、被検査コンテナは 4 台並列で高速スクリーニング施設に導かれる。この検査の結果、疑わしいコンテナのみ、精密核物質同定システム施設に導かれる。

当日は、核物質検知の原理、中性子発生装置等の開発状況並びに、今後の研究について発表する。

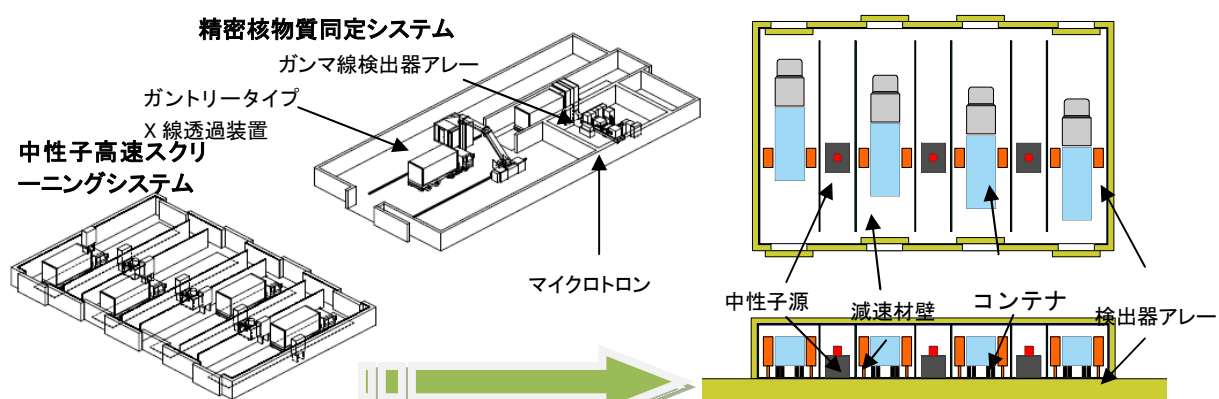


図 核物質検知システムの全体図 (左) と中性子高速スクリーニングシステムの構成 (右)

中赤外電子波長可変レーザーによる遠隔検知の研究

○和田智之、斉藤徳人、小川貴代、湯本正樹、高木うた子、富田孝幸、国本幸紀
(理化学研究所基幹研 光グリーンテクノロジー特別研究ユニット)

本研究開発の特徴

危険ガス、化学剤に対して、遠隔からレーザーによるガスの組成と濃度を計測することにより危険を事前に察知し、安全を確保するためのセンシング装置。

本研究開発の概要

火災時に発生する化学剤の発生や、テロ等による危険ガスの散布は、国民の安全安心を守る観点から大きな脅威である。本研究では、理化学研究所独自の波長可変中赤外線レーザー技術を用いた遠隔検知システムの構築により、危険を事前に察知する装置の開発を行う。

光の波長が、数 μm から $10\mu\text{m}$ である中赤外線領域は、分子の諮問領域とよばれており、気体の種類により光に対する特徴的な吸収スペクトルを持っている。光の吸収線に合わせてレーザーを照射し、散乱する光の強度を遠隔から検出することにより、遠く離れたところから計測地点に存在する気体の種類と濃度を計測することが可能となる。しかしながら、あらゆるガスに波長を同調できるレーザーシステムが皆無であった。

本研究では、危険ガス検知を行うために、ガスの吸収帯が存在する中赤外線の全領域で高速に光の波長を可変とすることができる新システムの開発を行っている。レーザー結晶には、Crイオンを活性媒質としてドーピングしたZnSeを利用し、波長の制御には、理研独自の音響光学波長可変フィルターを用いた方法を導入した。また、光の検出システムとして、50cmのカセグレイン望遠鏡を用いている。

図1に検出システムの概念図を示す。また、図2に開発中のレーザーシステムの写真を示す。電子波長制御方式により、波長 $2\text{--}2.4\mu\text{m}$ （波長変換により $\sim 10\mu\text{m}$ となる）において電子波長可変が達成されている。当日は、危険ガス検知システムの詳細、装置開発の進捗、今後の研究について発表する。

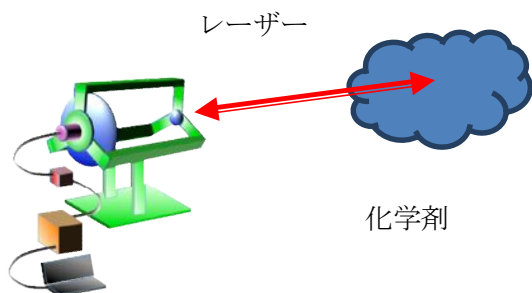


図1 遠隔検知システム概念図

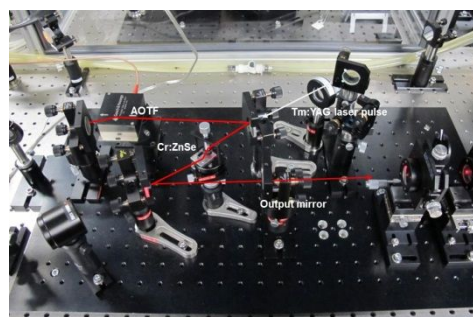


図2 電子波長可変 Cr:ZnSe レーザー

スーパーコンピュータ「京」* ～10 ペタフロップスへの挑戦～

○追永 勇次¹
(富士通株式会社¹)

スーパーコンピュータ「京」の特徴

世界一のスーパーコンピュータの実現を目指して、高性能、低消費電力 CPU (SPARC64™ VIIIfx) と 10 万個の CPU を繋いでも高い性能が出せる直接網の通信ネットワーク (Tofu) を独自に開発、水冷方式も採用し、高い信頼性と省電力を達成。

本発表の概要

国家プロジェクトとして 2006 年から理化学研究所と共同で開発を進めてきたスーパーコンピュータ「京」は、2011 年に世界で初めて 10 ペタフロップス (1 秒間に 1 京回の計算を実行する性能) 超えを達成し、性能世界一となった。

「京」では、10 ペタフロップスを超える世界一のシステムの実現に向け、10 万個規模の CPU を接続した超並列スーパーコンピュータシステムに挑戦した。例えば、CPU のマルチコア化と専用命令 (HPC-ACE) の追加により、高い性能と省電力を両立させた。CPU 1 つ毎に通信ネットワークに接続する 1CPU/ノードの構成をとり、メモリを直接 CPU から制御することで、高いメモリ性能を実現した。CPU を多数接続できる通信ネットワークと、専用の通信アルゴリズムを開発し、大規模システムでの高い通信性能を確保した。コンパイラと協調してマルチコア CPU を効率的に動作させる VISIMPACT と呼ぶ技術を強化し、アプリケーションの性能を向上させた。さらに、ファイルシステムやコンパイラまで、ソフトウェア一式の開発とサポートにより、高い性能と安定した運用を実現した。

2012 年 9 月 28 日からは、一般利用者への共用も開始され、「京」の持つシミュレーション精度や計算速度の飛躍的な高さを活かした世界最高水準の成果の創出が期待される。



図 1 スーパーコンピュータ「京」の全景

*スーパーコンピュータ「京」は理化学研究所と富士通の共同開発です。

*「京」は理化学研究所の登録商標です。

NEDO における蓄電技術開発

細井 敬

(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室)

本技術開発の特徴

蓄電技術は、現下の厳しい電力需給状況下での需給両面での負荷平準化、スマートコミュニティの実現、プラグインハイブリッド自動車（PHEV）、電気自動車（EV）等の次世代自動車の本格普及にとって核となるキーテクノロジーであり、今後、大きな市場拡大が想定される成長産業分野である。

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO）は、産学官の緊密な連携・協力の下、戦略的な目標設定を行い、基礎・基盤研究から応用・実用化開発まで包括的に蓄電技術開発を推進している。

本技術開発の概要

現在、NEDO は下記（１）～（４）に示す蓄電技術開発プロジェクトを実施している。

（１）リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発

国際的な競争環境が激化する自動車用リチウムイオン電池の競争力を確保することを主な狙いとして、2020 年頃の EV や PHEV に搭載されるリチウムイオン電池についてエネルギー密度・出力密度の向上及び低コスト化を図る技術開発に取り組んでいる。

（２）安全・低コスト大規模蓄電システム技術開発

集中又は分散して送電系統に接続する低コスト且つ長寿命で安全性の高い蓄電システムの開発、及びこのような大規模な蓄電システムの円滑な普及に資する劣化診断技術等の共通基盤研究に取り組んでいる。

（３）革新型蓄電池先端科学基礎研究

サイエンスに立ち戻った研究開発によって蓄電池内部で起こる反応メカニズムを解明し、リチウムイオン電池の更なる性能向上と EV においてガソリン車並みの航続距離を実現する革新型蓄電池の開発に取り組んでいる。

（４）次世代蓄電池材料評価技術開発

我が国材料メーカーが開発した新規電池材料の特性を的確且つ迅速に評価し、その結果を材料開発にフィードバックする体制と共通的な評価技術の確立に取り組んでいる。

我が国の蓄電技術は世界トップを走っているが、市場を飛躍的に拡大させ、且つその市場を確保するには高性能で低コストな蓄電池の実用化が求められ、NEDO はそれを早期に実現する取組みを推進する。その結果として、我が国企業の事業活動とその競争の効率化が図られるとともに、様々な分野において蓄電池が普及することが期待される。

当日は、上記した NEDO プロジェクトの現状と今後の展開について発表する。

二関節筋の制御機能特性とそのロボット工学的応用

○熊本 水頼¹、佐藤 隆一²

(京都大学名誉教授¹、金沢工業大学生体機構制御技術研究所²)

本提案の特徴

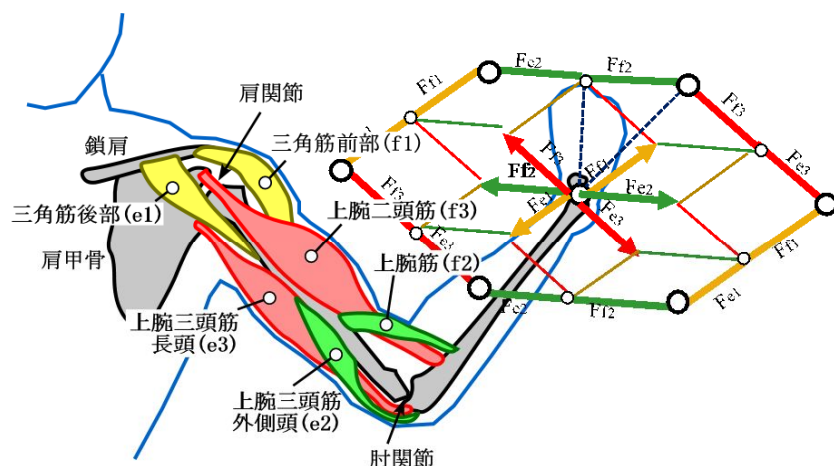
ヒトを始め陸上四足動物の四肢リンク機構には下図に示すように隣接する2つの関節に跨り拮抗する対を為す二関節筋が普遍的に存在し、両端の2対の拮抗一関節筋と共に卓越した制御機能特性を実現している。この特性を適用することで、簡単な制御則で高速高機能、かつ被害適応能力の高いリンク機構ロボットの構築を特徴とする。

本提案の概要

陸上四足動物が四肢リンク機構の卓越した制御機能特性を獲得したのは進化史的に約3億5千万年前、原始両生類が陸上へ進出したときであることは疑いなかろう。原始両生類の貧弱な中枢でも四肢リンク機構が拮抗二関節筋と両端の関節の拮抗一関節筋群を協調制御のセットとして装備するとき、リンク機構先端からのフィードバック情報無しでもコンタクトタスクは解消され、出力制御も支障なく遂行されることが理論的実験的に確認されている。系先端出力分布も六角形を示した(下図)。従来の関節駆動型リンク機構ロボットの出力分布は4角形であり、制御機能特性が根本的に異なることを示している。一旦獲得された後は、類い希な特性の故に両生類から爬虫類、鳥類、哺乳類と多様な進化を遂げる過程で、連綿と継承されているのである。

ここまでは霊長類など蹠行する動物、すなわち2関節2リンク機構の系先端制御に関する知見であるが、有蹄類や食肉類など趾行動物の第3リンクの制御に関しても、彼等の二関節筋の特異な筋走行からリンク機構ロボットへの応用の可能性が開けてきた。

拮抗二関節筋装備協調制御型ロボットの実験室モデルでは既に単純な信号入力によって3対6個のアクチュエータの協調制御による完璧な出力方向制御を実現し、かつ系先端剛性制御を実現している。また協調制御型モデルにおける出力分布特性から、あるアクチュエータの疲弊や故障に際しても、他のアクチュエータの出力レベルの調整でリンク機構先端出力特性は維持出来ることが実証されている。すなわち従来の関節駆動型リンク機構ロボットに比べて極めて高い被害適応能力を持ったリンク機構ロボットの構築を可能とする。これらの特性に基づいた実用化への展開、すなわち四脚搭乗型、ま



たは遠隔操縦型高速パトロールロボットなどの構築、あるいは海中探査作業ロボットへの応用、さらに特殊免許を必要としない簡易作業重機への応用などの可能性について提案する。

フィールドロボット技術の研究開発

～モビリティロボットと飛行ロボット～

○松本 治、岩田 拓也
(独立行政法人 産業技術総合研究所)

本技術の特徴

- 1) 屋外3次元環境地図を自動生成し、それをベースに屋外自律走行を可能にする技術
- 2) 振子安定姿勢制御、ジェット推進、螺旋疑似 VTOL による安全飛行ロボット技術

本技術の概要

1) 屋外環境における自律走行を実現するためには、自己位置・方位を高精度で検知する必要がある。飛行体などでは遮るものがないため GPS を高精度に活用可能であるが、例えば市街地の陸上を走行する場合においては、街路樹やビル、建物などにより数個以上の GPS 衛星からの情報をキャッチすることができない場所が多く、自律走行するための精度が満足に得られない。本研究で開発しているのは、屋外環境において3次元レーザレンジセンサにより環境の地図を自動生成し、それをベースに20cm以下程度の精度で自己位置を検知し、自律走行することができる技術である。当日は、モビリティロボットによる3次元地図生成、それをベースとした自律走行儀技術について、「つくばモビリティロボット実験特区」における技術実証試験を交えて紹介する。

2) 飛行ロボットの人の生活環境近傍での活用を実現するためには、地表とのアクセサビリティが重要で、これは現在の航空機に欠落している性能である。固定翼機は長い滑走路を要し、回転翼機やチルトローター機も大径ローターの回転が必要で、人の生活環境近傍での取り扱いが困難である。本研究で開発しているのは、超低速飛行が可能で螺旋飛行による疑似 VTOL 性能を有し、回転ローターを持たないジェット推進の固定翼機で、空力を使わずに重力により自動姿勢安定制御を行う飛行ロボットである。現在の軍用無人航空機(UAV)は、偵察、監視、攻撃までは実現しているが、自動輸送が実現していない。本研究の飛行ロボットは、高精度な安定安全技術により物資や人員の自動輸送を目標としている。

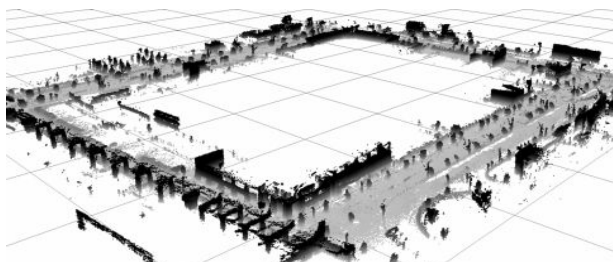


図1 モビリティロボットと作成した3次元市街地地図の例 図2 飛行ロボット

逆説のハイパワー

○鈴木 政彦、鈴木 修二
(株式会社グローバルエナジー)

本研究成果の特徴

強風時、低速であっても安定して飛行できる無人飛行艇 (UAV)

低速域から高効率、静粛性のある風力発電装置

本研究成果の概要

航空自衛隊等が使用する無人飛行機においては、強風などの悪天候では飛行が困難となる場合が多い。横風、追い風の影響を受けると操縦が難しく、失速などにより飛行は困難となる。また速度を一定レベル以下に落とすこともできない。

ところが鳥たちは強風でも低速でも安定した飛行を実現している。また同じ流体である水の中でも、潮の流れが厳しいところでマグロは高速で自由自在に泳いでいる。

こうした自然界に存在する動物の動きを人間が活用できる技術に昇華できないかと長年研究を続けてきた。これまで自然界からヒントを得て様々な仮説を立て、実証実験を繰り返し、ようやく実際の科学技術として具体化できるところまできた。ここでは、そのうち2つの技術について概要を紹介する。

図1は悪条件でも、低速でも飛行する無人機 (UAV) である。写真からも分かるように主翼はない。ところが実際には自由自在に飛ぶことができる。この技術はマグロが流体である水中を自由自在に、しかも僅かなエネルギーで泳いでいることからヒントを得て応用したものである。この技術は激甚被災地の状況確認、物資輸送を滑走路がなくても可能にするものである。

もう一方の風力発電装置は風向風速の安定しない地域でも発電を可能にし、低風速から高効率で風のエネルギーを電力に変換できる。この技術は鳥たちが羽根を広げ滑空しているところからヒントを得て研究開発したものである。プロペラの厚みを持たせ、翼端から外に流れ出る空気を逃がさず利用している。(図2) 実証実験では既存の風車に比べ、低風速域において7倍以上の蓄電を実現している。この技術は、電力施設のない地域での活動を可能にする。

当日は実際に飛行している状況と風車の原理について動画を用いて紹介する。



図1 主翼のない飛行艇



図2 高効率な風車

宇宙用部品研究開発の現状と今後について

田村高志

((独)宇宙航空研究開発機構 研究開発本部 電子部品・デバイス・材料グループ)

本電子部品の特徴

宇宙機に共通的に使用される耐放射線性電子部品

本電子部品の概要

地球周回軌道、および深宇宙空間で長期にわたり安定した動作が求められる人工衛星等の宇宙機の開発には、耐環境性、特に宇宙放射線環境に対する耐性を有する電子部品が必要となる。電子部品に対する放射線の影響は、大きく(1)トータルドーズ効果(総吸収線量により徐々に劣化するモード)、(2)シングスイベント効果(高エネルギーの陽子や原子核が単発(1個)入射することによって生ずる異常現象)に大別される。宇宙開発の黎明期は主としてトータルドーズ効果が主たる課題であったが、近年急速に微細化が進む半導体部品においては、後者のシングスイベント効果が相対的に大きな課題となっている。

シングスイベント効果はさらに多くの事象に区分され、単一粒子の入射によって部品が破壊されるモードから、メモリに保存したデータ(1 or 0)が反転(1→0、0→1)するモード、あるいは部品の動作が異常となるモードまで様々である。実用衛星では瞬時の異常もサービスの低下につながることから、シングスイベントの発生を抑える必要がある。シングスイベントは高エネルギー粒子によって引き起こされるため、シールド材料による遮蔽効果は限定的であり、部品レベルでの対策が求められる。

耐放射線性を有する部品は主として米国の部品メーカーによって研究・開発されているが、戦略的位置づけから入手性には一定の制約があり、自律的な宇宙機の開発を推進するためには、特に集積回路を中心に国内技術による開発が必要である。

JAXA では1980年代から進めている部品の耐放射線性向上にかかる研究・開発の経緯をふまえ、特にSOI(Silicon On Insulator)技術をベースとした耐放射線性部品の開発を進めている。現在は0.15 μ mプロセスを用いたディジタルASICの開発を完了し、アナログ・ディジタル混載部品の開発に着手している。さらにユーザが自在に回路設計可能なFPGA(Field-Programmable Gate Array)の開発も強力に推進している。

当日は、宇宙放射線の半導体部品への影響、技術的トレンドをレビューし、あわせて現在進めている宇宙用部品開発の現状と今後の計画について発表する。

爆発の物理と数値解析

○松尾 亜紀子

(慶應義塾大学理工学部機械工学科)

本発表の特徴

爆発の物理と発生形態に応じた数値解析モデルと解析事例を紹介する

本発表の概要

爆発現象は、様々な要因によって引き起こされ周辺環境に大きな被害を及ぼす。特に爆発事故時においては、原因と爆発形態の解明は重要である。通常、被害や設備・環境から原因を特定し、爆発へ至ったシナリオを推定するとともに爆発形態を明らかにする。今日、シナリオに沿った現象を数値解析することで事故の詳細を明らかにすることができ、事故の再現だけでなく予防や被害低減のためにも数値解析は重要な技術と位置づけられている。そのためには爆発の物理と形態を正しく理解し、各形態を適切な数学モデルを用いて表現する必要がある。モデル化を行うことで、爆発事象を流体现象の一部として扱うことができ、流体力学にもとづく数値解析により爆発の再現・予測が可能となる。

本発表では異なる爆発形態を持つ事例を挙げ、各シナリオに沿った爆発形態を示し、爆発形態毎の数学モデルを示すとともに数値解析結果を用いて爆発の物理について明らかにする。爆発形態としては、爆薬等を想定した点源爆発、可燃性気体中の燃焼波伝播（爆轟、爆燃）による気相爆発が挙げられる。点源爆発は高エネルギー物質の瞬間的な放出として捉える事ができ、爆弾テロや燃料貯蔵所での事故において観察される。気相中の爆轟は燃焼波が超音速で伝播する特徴があり、発生した場合には甚大な被害を引き起こす事が知られている。しかし爆轟波は発生しにくいことから、我々が通常目にする爆発事故の殆どは爆燃による気相爆発である。図1は、閉鎖建物内部に漏洩した可燃性気体によって引き起こされた気相爆発（爆燃）の様子である。当日は、他の爆発形態の結果も示し、爆発物理の違いによる流体现象への効果について発表する。

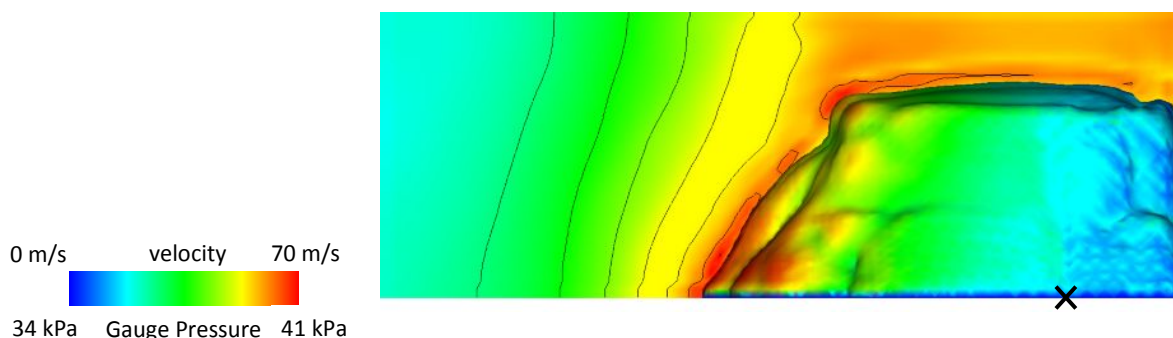


図1 閉鎖建物内部を伝播する燃焼波面（波面上の分布は局所流速）と空間断面のゲージ圧力分布。×は着火源