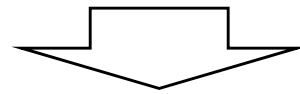


研究開発・技術戦略について

平成28年5月
防衛装備庁

防衛装備庁における研究開発

新たな脅威に対応し、戦略的に重要な分野において**技術的優越を確保**し得るよう、最新の科学技術動向、戦闘様相の変化、費用対効果、国際共同研究開発の可能性も踏まえつつ、**中長期的な視点に基づく研究開発を推進**するための各種施策等を実施



信頼される装備品の創製と国の安全保障への貢献

- 防衛・運用ニーズに合致した、新たな脅威や多様な事態に柔軟かつ迅速に対応できる高度な防衛装備品の創製
- 海外からの調達、国際共同研究開発にあたっての主導的な立場の確保
- 高い技術力による抑止力の強化、技術的奇襲の回避

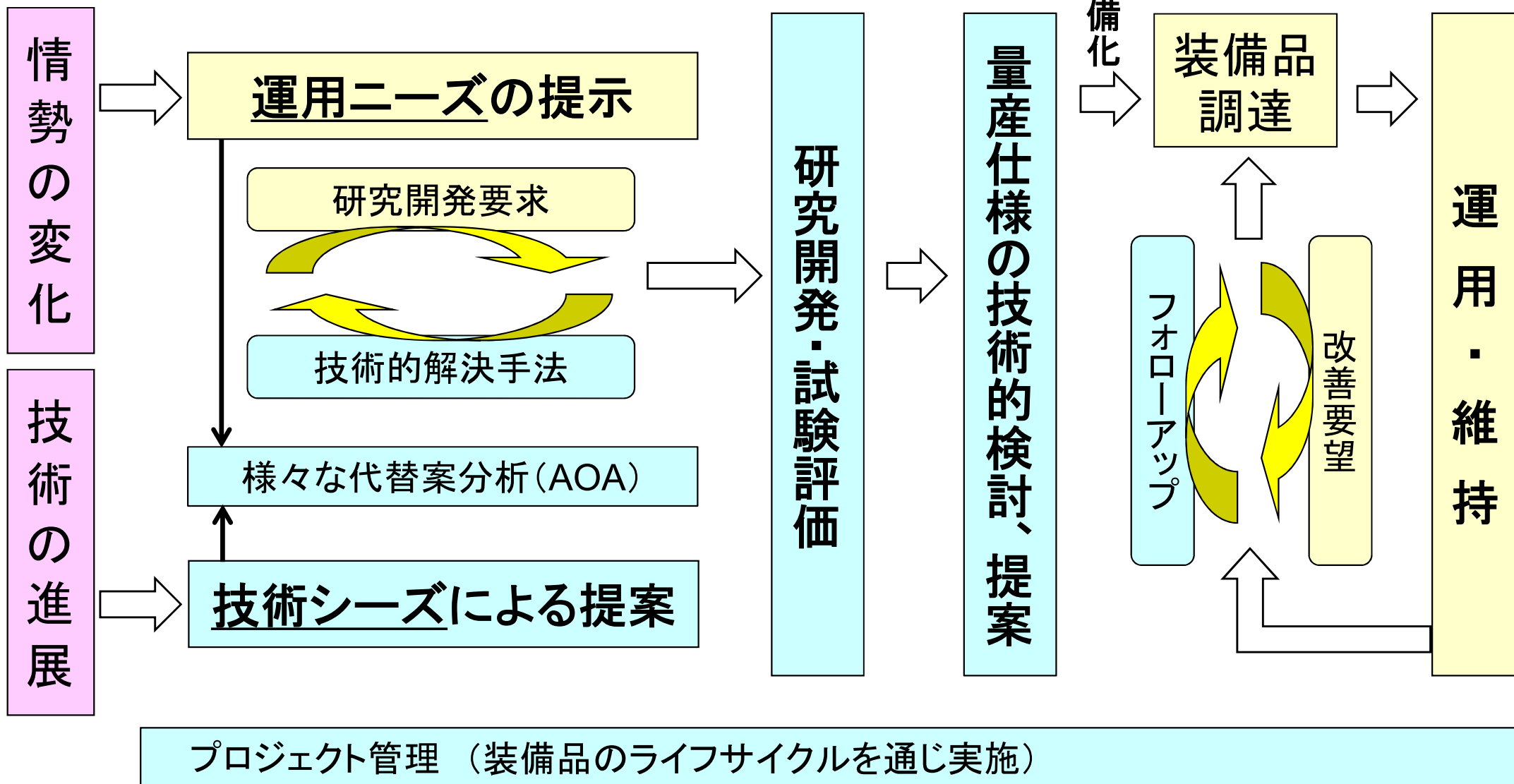
防衛装備庁における4つの方針

1. 一歩先じた技術力の保持、「技術的優越」の確保
2. プロジェクト管理を通じた最適な取得、「取得改革」の推進
3. 諸外国との防衛装備・技術協力の推進
4. 防衛生産・技術基盤の維持・強化

防衛装備庁における研究開発プロセス

各幕

装備庁



防衛装備庁における主要研究開発活動と技術成熟度 (TRL)

※TRLは研究開発等において想定される対象技術の目安

国内の研究開発機関の対象領域との比較

防衛装備庁が自ら実施する研究開発活動

- ① 技術先導型の研究開発 (TRL3~6)
- ② 運用主導型の研究開発 (TRL5~9)
- ③ 装備品のフォローアップ研究開発 (TRL7~9)

④ 安全保障技術研究推進制度 (TRL1~3)

直轄事業(情報収集衛星)

防衛省(防衛装備庁)

組織の使命に沿った研究等
トップダウン型

⑤ 国内技術交流

自由な発想に基づく研究
ボトムアップ型

宇宙航空研究開発機構

日本原子力研究開発機構

海洋研究開発機構

新エネルギー・産業技術総合開発機構

科学技術振興機構

産業技術総合研究所

理化学研究所

大学等

その他、以下の取組を推進中

- ⑥ 諸外国との技術交流
- ⑦ 適正な技術管理
- ⑧ 安全保障の諸課題への技術貢献

基礎研究

応用研究

研究開発

実用化・事業化

技術成熟度 (TRL)

1

2

3

4

5

6

7

8

9

(総合科学技術会議基本政策専門調査会資料を基に修正)

防衛装備庁が自ら実施する研究開発活動

①技術先導型の研究開発(TRL3~6)

将来想定される運用ニーズを踏まえた技術シーズに基づく研究開発

- ◆ 研究開発ビジョンに基づく研究開発
- ◆ ユーザーに対する新たな装備の可能性の提案

研究開発ビジョンに基づく研究開発

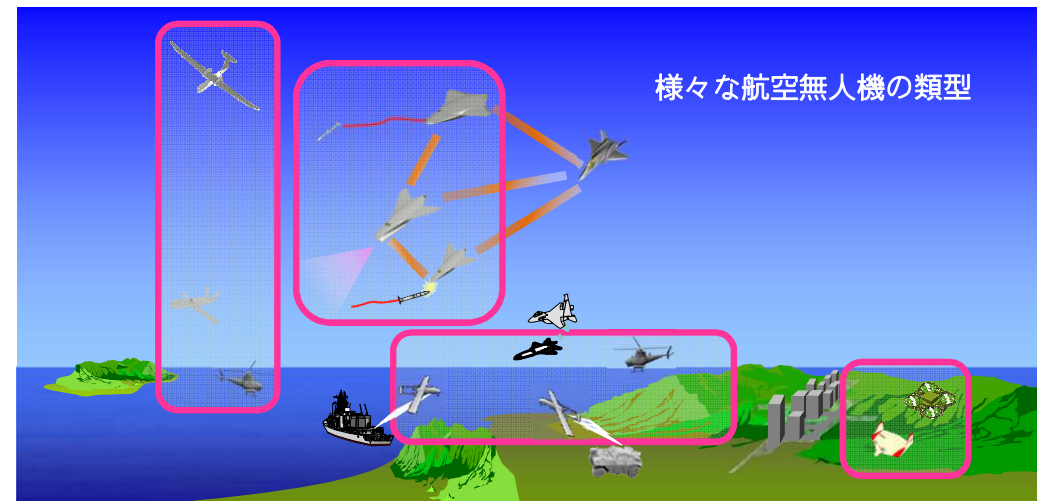
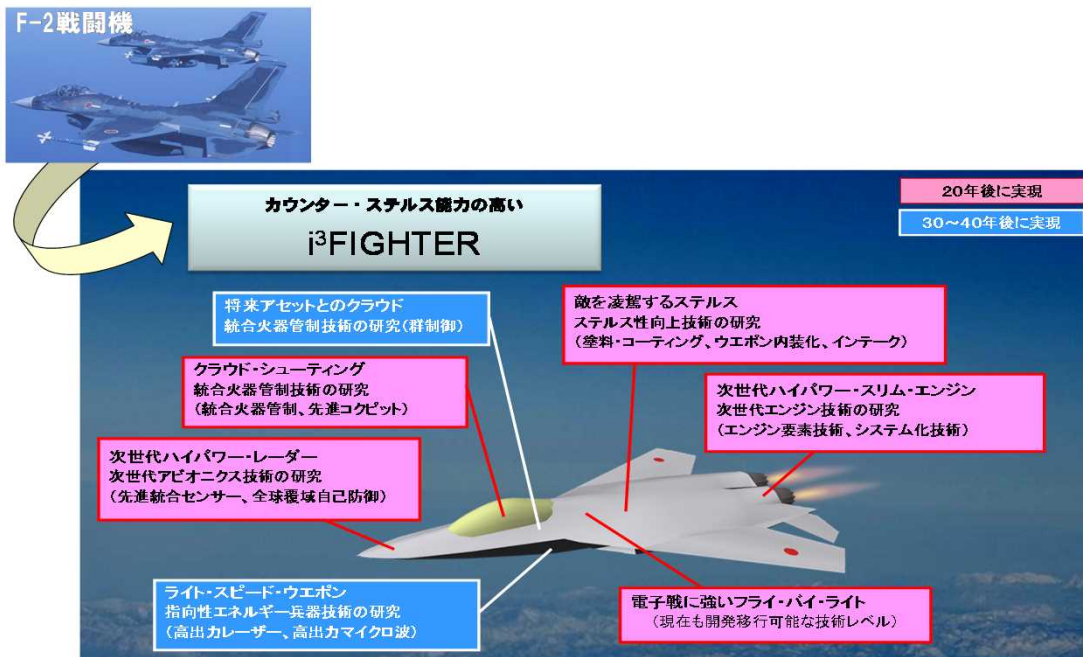
新たな研究開発ビジョンの策定

戦略的に重要な分野において技術的優越を確保できるよう、概ね20年後までに実現可能な装備品等のコンセプト及び研究開発の中長期的なロードマップを逐次策定。

⇒ 研究開発ビジョンに基づく研究開発を推進するとともに、防衛省として公表し、防衛産業界の予見性を高め、企業の安定的・効率的な設備投資や人員配置を促す。

将来戦闘機に関する研究開発ビジョン（平成22年度策定）における
将来戦闘機コンセプト図（抜粋）

自律型等の将来の航空無人機



将来航空無人機の自律化、安全性、情報通信技術等を獲得するため、遠距離見通し外運用型等の航空無人機を中心とした「将来無人装備に関する研究開発ビジョン」を準備中

研究開発ビジョンに基づく研究開発

将来戦闘機に係る検討

26中期防衛力整備計画

将来戦闘機ビジョン

将来戦闘機に関し、国際共同開発の可能性も含め、戦闘機(F-2)の退役時期までに開発を選択肢として考慮できるよう、国内において戦闘機関連技術の蓄積・高度化を図るため、実証研究を含む戦略的な検討を推進し、必要な措置を講ずる。

ビジョンに基づく
効率的な研究開発の推進

防衛装備庁発足に伴い

平成27年度
将来戦闘機検討に係るプロジェクト管理の強化

今中期防衛力整備計画期間中
将来戦闘機の開発に係る判断

<ビジョンに基づく研究開発の例>

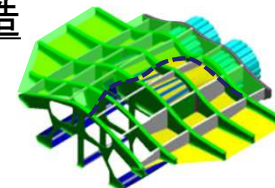
これまでの関連予算の総額
約1,368億円 (平成21年度~28年度)



先進技術実証機(X-2)

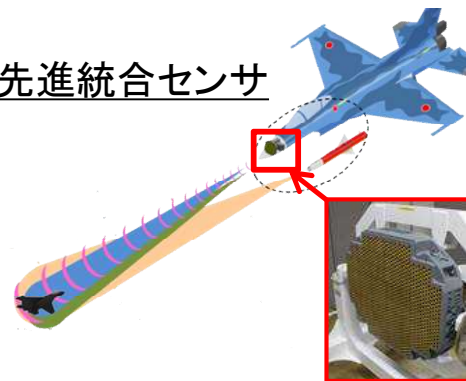
ステルス性と高運動性を兼ね備える戦闘機の技術の成立性確認と運用性の検証を行う航空機

軽量化機体構造



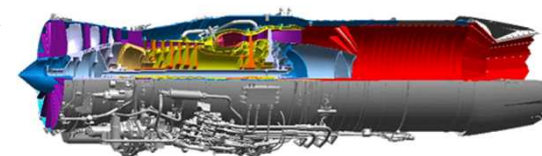
高精度構造解析技術、一体化・ファスナレス化構造技術及びヒートシールド技術を適用し、構造強度を保ちつつ軽量化を図った機体構造

先進統合センサ



GaN^{※1}レーダにESM^{※2}とECM^{※3}機能を追加した火器管制レーダと赤外線センサのデータを統合処理するセンサシステム

ハイパワースリムエンジン



先進的な耐熱材料の採用による断面積の小さい高推力エンジン

※1 Gallium Nitride(窒化ガリウム)、※2 Electronic Support Measures (電子支援対策)、

※3 Electronic Counter Measures (電子対抗手段)

ユーザに対する新たな装備の可能性の提案

CBRN※1対応遠隔操縦作業車両システム

汚染地域等に遠方から投入し、現場に迅速に到達して各種作業及び情報収集が実施可能なCBRN対応遠隔操縦作業車両システムについて研究を実施

研究期間: 23~27年度

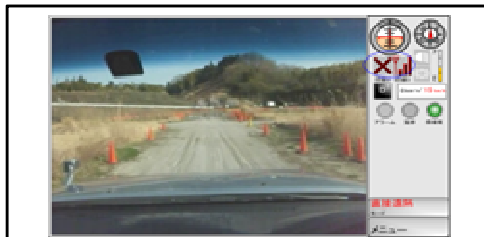
※1化学、生物、放射線および核の略称

主要な機能・性能

- CBRN防護能力及び自己除染能力
- 情報収集機能
- 遠隔操縦機能

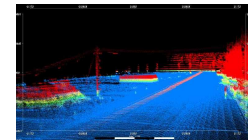


通路啓開作業風景
迅速に現場に進出し、
各種作業が可能

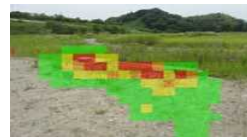


運転用画像

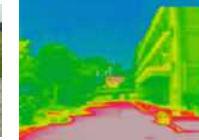
- ・車両遠隔操縦
- ・作業装置操作

3D画像



γ線画像



IR画像

各種搭載センサにより、遠隔から
様々な情報を収集可能

環境認識向上技術※2



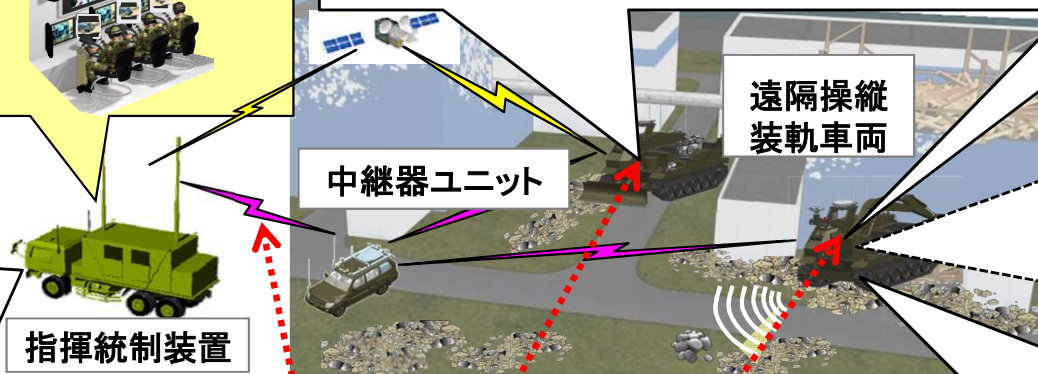
3D俯瞰図

複数車両で得られた情報の統合
により、環境認識向上が可能



操縦風景

中継器、衛星を介して
より遠隔での操縦が可能



遠隔操縦
指揮統制
技術

情報収集
技術

遠隔操縦
車両技術

CBRN対応技術
汚染されにくい塗装などにより、CBRN
環境でも有人・無人での作業が可能

科学技術イノベーション総合戦略2015(2015年6月19日閣議決定)における重点化対象施策に登録
(防衛省研究開発施策が科学技術政策文書に記述されるのは初めて)

※2: 環境認識向上技術の研究を28年度から新規に着手

ユーザに対する新たな装備の可能性の提案

将来光波センサシステム AIRBOSS

(Advanced InfraRed Ballistic missile Observation Sensor System)

研究期間: 12~22年度

ミサイルから放射される赤外線を高感度で探知・追尾することができる将来赤外線センサシステムについて研究を実施。

- 滞空する航空機に搭載し、遠距離のミサイル等を搜索、探知、追尾
- レーダとは異なり、対象物を画像としてとらえることが可能

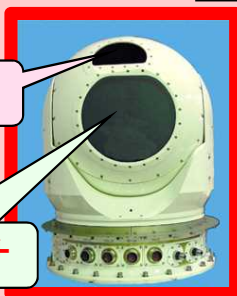
小型軽量化技術

高分解能センサ技術

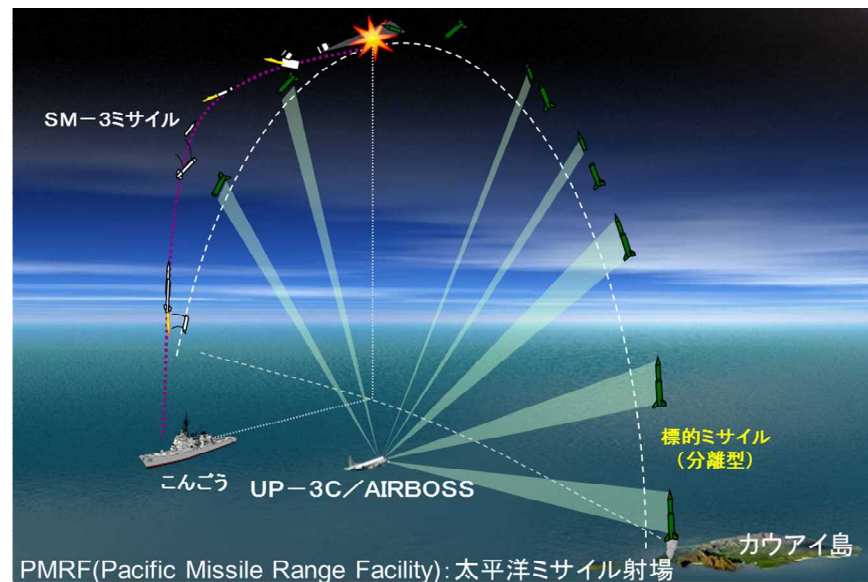
センサヘッド

搜索センサ

追尾センサ



米国ハワイでのミサイル迎撃試験時の追尾状況



遠距離探知センサシステムの研究

研究期間: 22~30年度

電波と赤外線の双方を具備し、弾道ミサイルの追尾能力を向上させるとともに、遠方からのステルス航空機、巡航ミサイル等を早期に探知可能とする能力向上型の遠距離探知システム(通称、AIRBOSS II)について研究を実施中。



遠距離で打上がる模擬弾道ミサイルを搜索し、自動的に探知・追尾しデータを収集し、センサシステムの耐環境性を確認。(平成19年度)

防衛装備庁が自ら実施する研究開発活動

②運用主導型の研究開発(TRL5~9)

運用ニーズに基づく研究開発

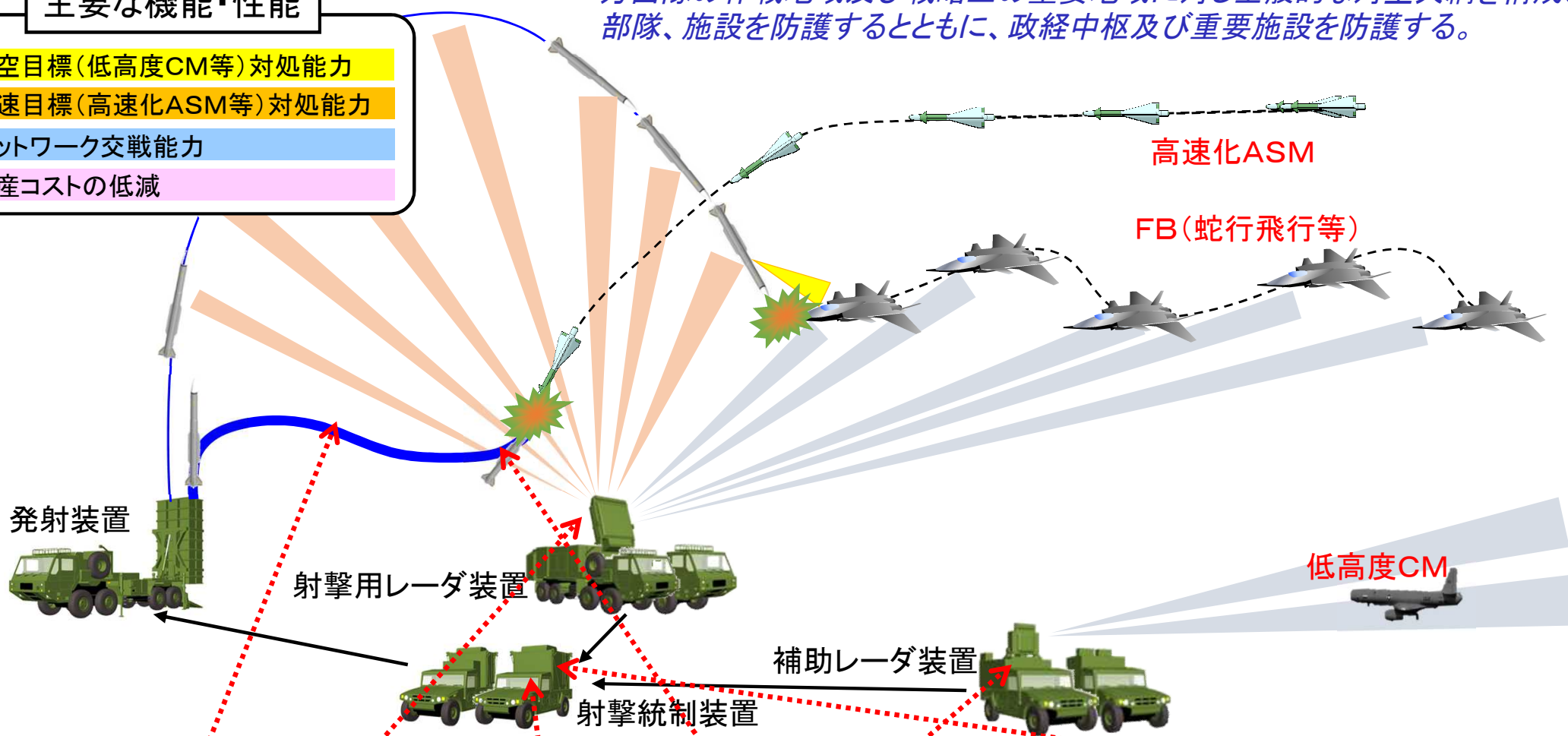
- ◆ 中SAM(改)の研究開発
- ◆ その他、最近の運用ニーズに基づく研究開発の推進

中SAM(改)の研究開発

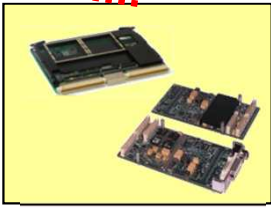
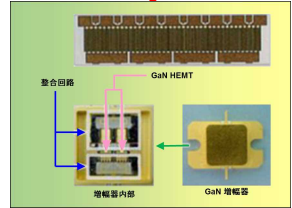
主要な機能・性能

- 低空目標(低高度CM等)対処能力
- 高速目標(高速化ASM等)対処能力
- ネットワーク交戦能力
- 量産コストの低減

方面隊の作戦地域及び戦略上の重要地域に対し全般的な対空火網を構成し、部隊、施設を防護するとともに、政経中枢及び重要施設を防護する。



- 初中期・終末誘導技術
- レーダ信号処理技術
- 航跡統合・予測処理技術
- 固体ロケット技術



GaN増幅器 コンソール用CPU・GPU 民生主体技術

※出典:三菱電機ホームページ

防衛主体技術

中SAM(改)の研究開発

中SAM(改)における試験評価のプロセス

- 構成技術からシステム全体まで段階的に試験評価を実施し、信頼される装備品を創製。
- 試験評価を防衛装備庁自ら実施することで人材育成及びノウハウの蓄積にも寄与。

新島射場における組立作業



新島射場における発射試験



フィジカルシミュレーション試験
(ホーミング装置を設置した状況)



ロケットモータ燃焼試験



静置燃焼試験(常温)
SN001



米国射場における
発射行程等日米調整



米国射場における発射試験(平成27年度)

その他、最近の運用ニーズに基づく研究開発の推進

16式機動戦闘車【陸幕要求】

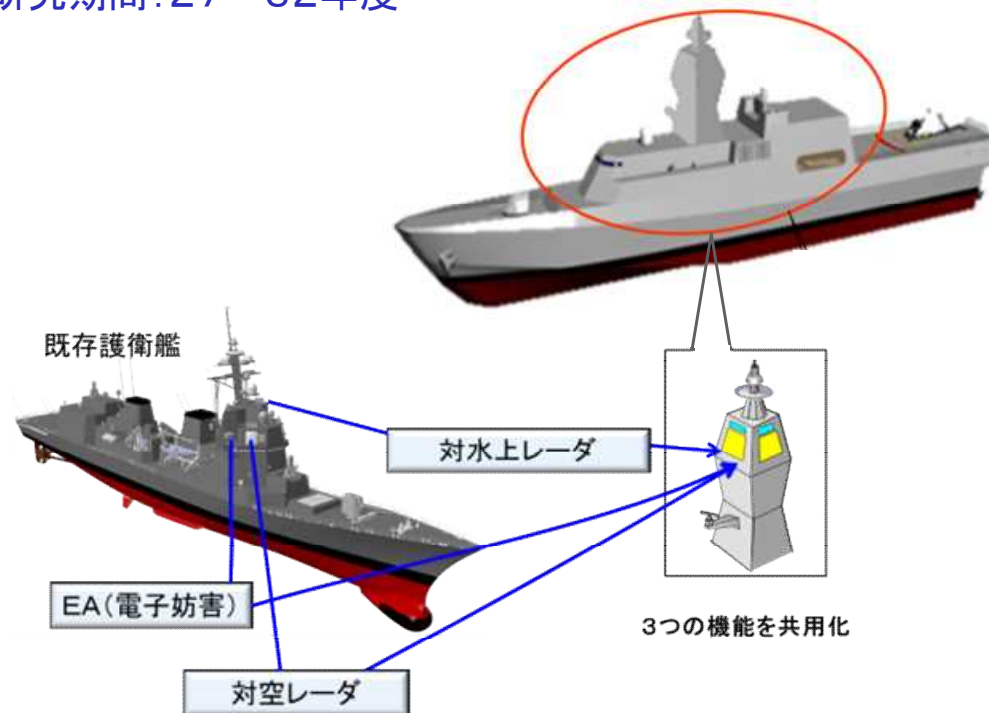
開発期間: 20～27年度



島嶼等への迅速な展開を図るため、優れた機動性及び空輸性により迅速に展開し、大口徑砲により敵装甲車両及び人員に対処。

新型護衛艦用レーダシステム【海幕要求】

研究期間: 27～32年度

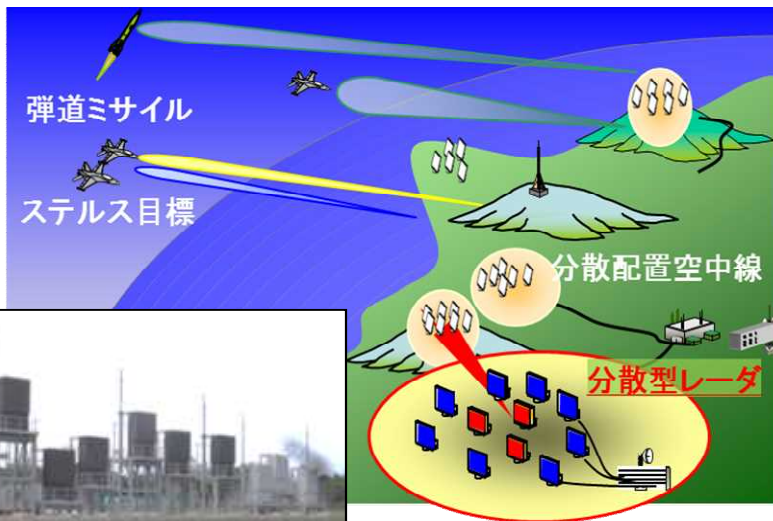


将来の護衛艦のコンパクト化のため、対空レーダ、対水上レーダ用等の空中線(アンテナ)を共用化し、小型化を図るとともに各種センサの連携により性能を向上した新たな護衛艦用レーダシステムを研究。艦のステルス性に寄与するため、コンフォーマルな平面型フェーズドアレイアンテナを採用。また、空中線(アンテナ)に用いる半導体素子(ガリウムナイトライド)は他国に誇れる性能を有する。

その他、最近の運用ニーズに基づく研究開発の推進

次世代警戒管制レーダ【空幕要求】

研究期間: 23～27年度



ステルス機や弾道ミサイルなどへの対応のため、複数の空中線(アンテナ)からの信号を合成するMIMO (Multi-Input Multi-Output)レーダ技術を適用し、比較的小型の空中線(アンテナ)を分散配置して、大開口レーダと同等以上の探知性能の実現について研究。分散配置することにより抗たん性も向上する。

新空対艦誘導弾XASM-3【空幕要求】

開発期間: 22～29年度



高性能な対空火器が搭載されている戦闘艦艇に対して有効に対処するためにラムジェットエンジンを搭載した超音速で飛しょうする新しい空対艦誘導弾を開発中。

防衛装備庁が自ら実施する研究開発活動

③ 装備品のフォローアップ研究開発 (TRL7~9)

装備品等の実運用から得られる各種データ等を踏まえた
装備品等の改良に関する研究開発

③ 装備品のフォローアップ研究開発の例

救難飛行艇 (US-2) の水飛沫経路に関する研究

研究期間: 24~25年度

US-2の艇底を模擬した模型を用いて試験を実施し、現状の水飛沫経路について検討。



着水時の性能改善に寄与



出典: 海上自衛隊ホームページ
<http://www.mod.go.jp/msdf/formal/gallery/aircraft/kyunan/details/us-2.html>

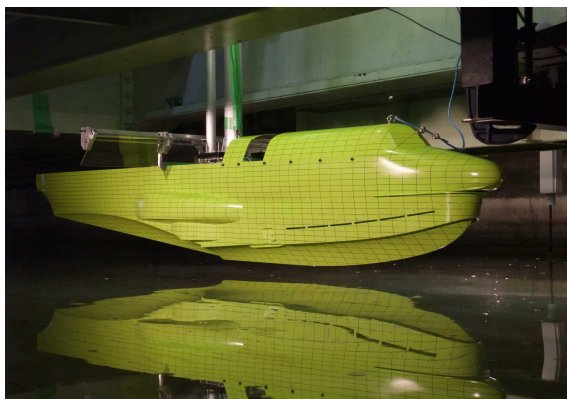
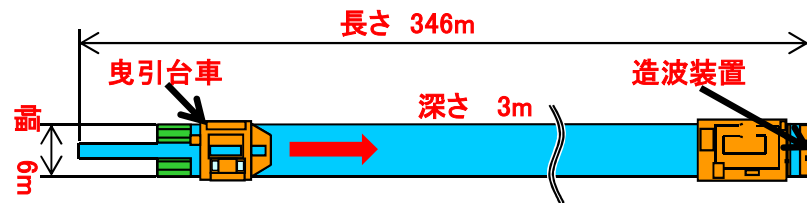


US-2の現状の波消し対策

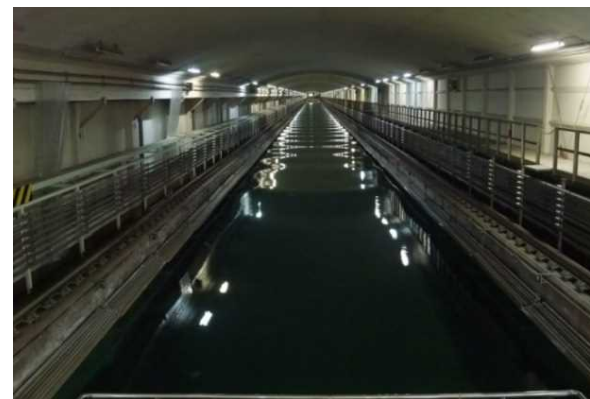
艦艇装備研究所 (目黒地区)



高速水槽



US-2水槽試験模型



高速水槽内部

防衛装備庁のその他の取組

④安全保障技術研究推進制度 (ファンディング制度)

(TRL1~3)

④安全保障技術研究推進制度（ファンディング制度）（TRL1～3）

※TRLは研究開発等において想定される対象技術の目安

防衛装備品研究開発環境の変化と対応

- 優れた防衛装備品等を創製するためには、防衛や民生にも応用可能なデュアルユース技術を積極的に活用することが必須。
 - 防衛装備品創製のための技術基盤強化のため、防衛用途として期待される技術の萌芽的段階からの育成と革新的または独創的技術の発掘が必要。
- ⇒ **新たに基礎研究に対するファンディング制度を構築。**

各国防衛機関による基礎技術やデュアルユース技術へのファンディング制度

国名	プログラム	対象とする技術成熟度(TRL等)	プロジェクトの期間／予算
米国	DARPA ^{※1} Program	<ul style="list-style-type: none"> • 基礎研究、応用研究及び先進技術開発まで幅広く実施(TRLが1から5)。 • 近年は基礎研究に対する予算が増加しているものの、応用研究や先進技術開発の占める割合が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> • 1件あたり期間は概ね3から5年。予算は大小様々。 • 2015年度 DARPAの研究予算総額は約28億ドル(約3080億円)。 <p>(参考)</p> <p>なお、DARPA以外の2015年度の米軍三軍のファンディングを含む全ての研究予算は以下のとおり。</p> <p>陸軍: 約22億ドル(約2420億円) 海軍: 約20億ドル(約2200億円) 空軍: 約21億ドル(約2310億円)</p> <p>DARPAも合わせた研究予算総額は約91億ドル(約1兆円)</p>
英国	DSTL ^{※2} CDE ^{※3} themed competition / CDE enduring challenge competition	<ul style="list-style-type: none"> • 概念実証 (proof-of-concept) の段階にある研究(TRLが2から4)までを対象。 	<ul style="list-style-type: none"> • 1件あたり概ね3ヶ月から9ヶ月の概念研究に対して4万£から10万£(約750万円から約1850万円)助成。 <p>(参考)</p> <p>なお、DSTLの年間予算(研究費のみ)は約6億5千万£(約1200億円)。防衛装備庁の研究開発の年間予算は約1200億円。そのうち統合及び陸海空幕僚監部要求分を除く研究開発関連経費は約340億円。</p>

※1 Defense Advanced Research Projects Agency : 国防高等研究計画局

※2 Defence Science and Technology Laboratory : 国防科学技術研究所

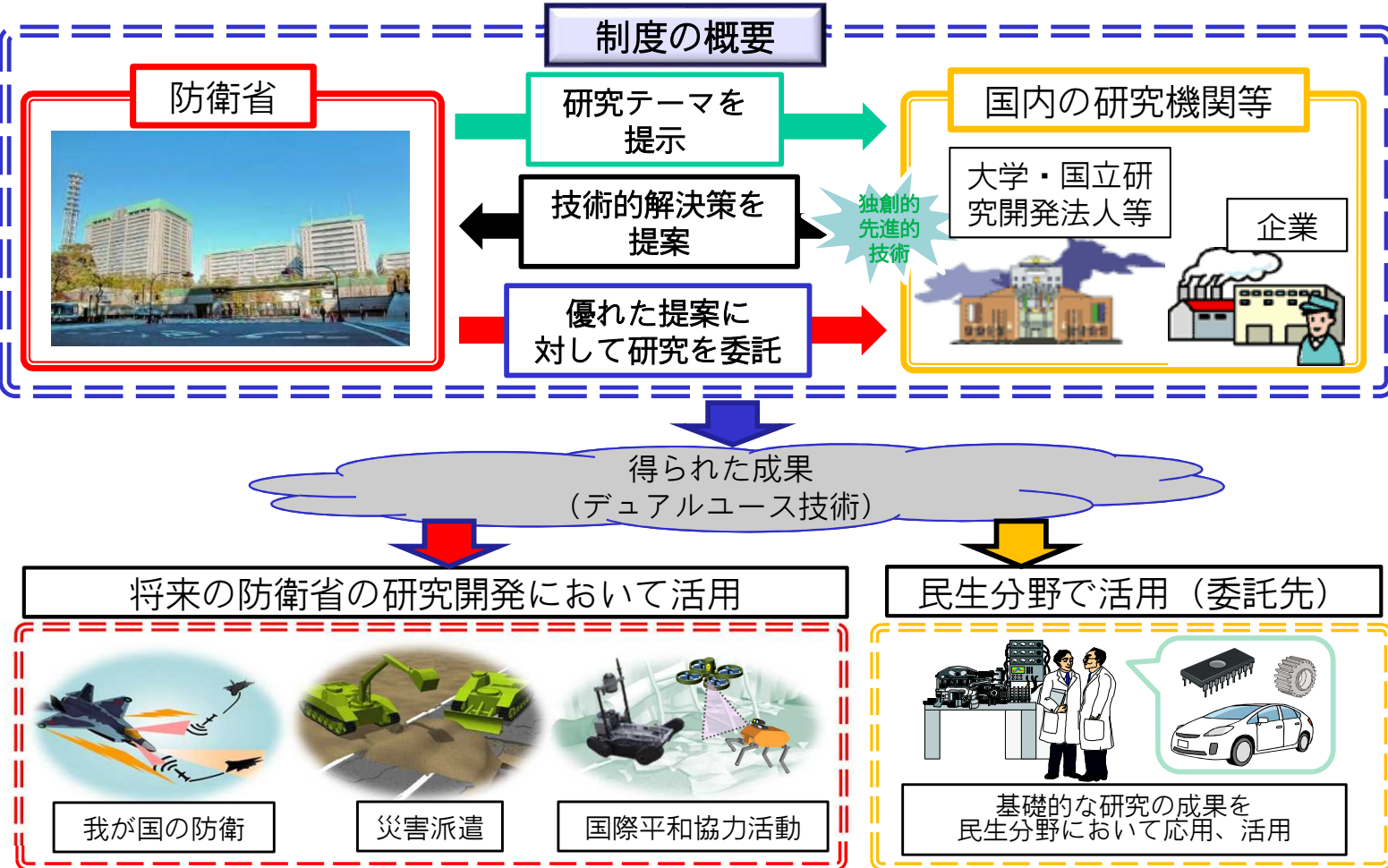
※2 Center for Defence Enterprise : 国防企業センター

④安全保障技術研究推進制度（ファンディング制度）（TRL1～3）

※TRLは研究開発等において想定される対象技術の目安

制度実施による効果と期待

- 先端技術を安全保障分野において効果的・効率的に活用。
 - ・ 期待される技術領域を萌芽的段階から育成することで、早期に有望技術を見極めることが可能
 - ・ 将来の発展性が見込める独創的な技術を広範囲に発掘することが可能
- 防衛技術基盤の強化・民生分野への波及。
 - ・ 安全保障分野にも活用可能な基礎的な技術力を向上させることにより、防衛技術基盤を強化、育成
 - ・ 防衛技術基盤の強化、育成を通じて、高度な技術が民生分野に波及されることを期待



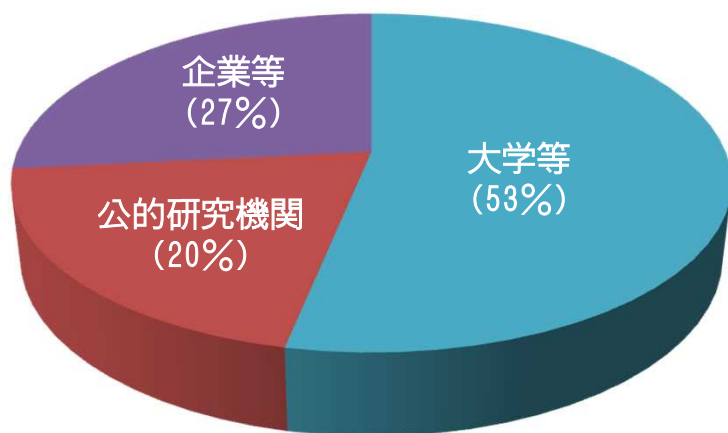
➤ 平成28年度予算において約6億円を計上(平成27年度予算は約3億円)

➤ **現在、平成28年度新規課題の公募を実施中(3月23日(水)～5月18日(水)正午)**

安全保障技術研究推進制度 平成27年度応募状況

- 応募総数は、109件(大学等58件、公的研究機関22件、企業等29件)。
- 本制度は基礎的な研究を対象としているため、大学等からの応募が最も多かった。

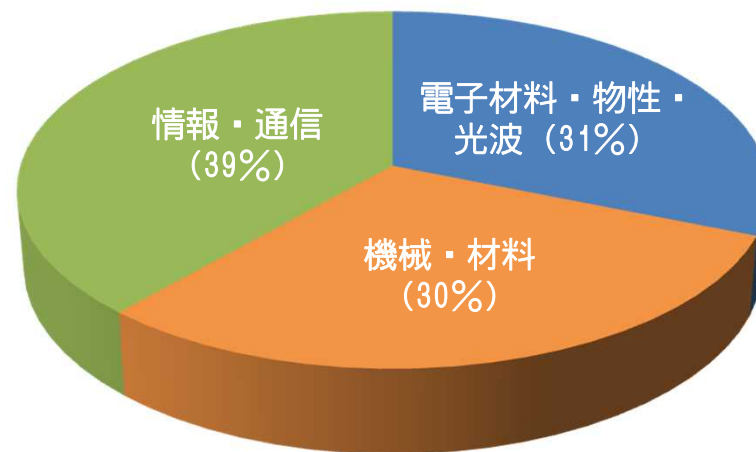
○ 所属機関別応募状況



所属研究機関	応募数 (割合)
大学等	58件 (53%)
公的研究機関	22件 (20%)
企業等	29件 (27%)
計	109件

研究テーマ分野別	応募数 (割合)
電子材料・物性・光波	34件 (31%)
機械・制御	33件 (30%)
情報・通信	42件 (39%)
計	109件

○ 研究テーマ分野別応募状況



防衛装備庁のその他の取組

⑤国内技術交流

⑤国内研究機関との技術交流

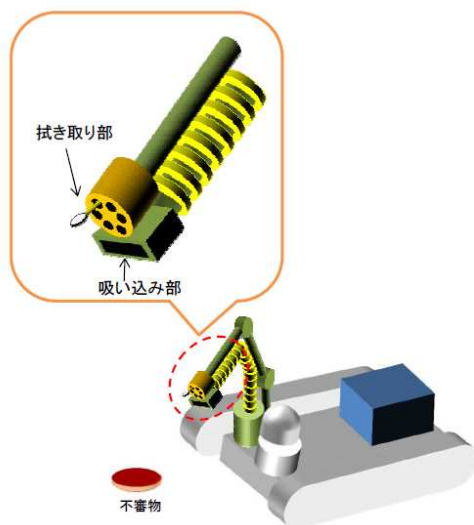
- 大学、国立研究開発法人等の優れた技術を積極的に導入するための技術交流を推進。協力件数は増加傾向にあり、平成28年3月末現在、8つの大学及び7つの国立研究開発法人等との研究協力を実施中。
- お互いの自発的意志に基づき、各々得意な汎用技術の相互交流、技術リスクの分散、経費の低減などの研究機能を相互補完。

研究協力例①：爆薬検知技術

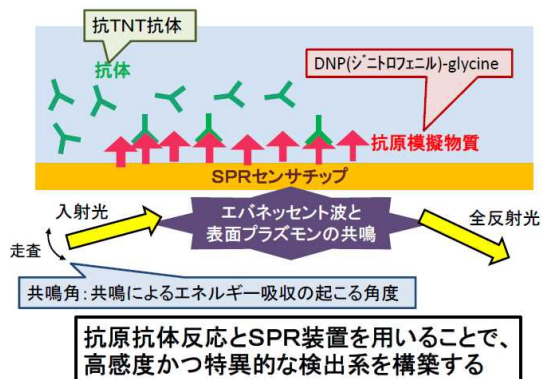
(防衛装備庁陸上装備研究所／九州大学、帝京平成大学)

- ✓ 防衛装備庁は**高感度な爆発物識別技術を構築**するため、抗原抗体反応とSPR※装置を利用した高感度爆薬分析技術については九州大学と、検知限界評価等については帝京平成大学と共同研究を実施。

※SPR：表面プラズモン共鳴 (Surface Plasmon Resonance)



不審物表面爆薬の採取
(主として防衛装備庁が研究)



抗原抗体反応とSPR装置を用いることで、
高感度かつ特異的な検出系を構築する

採取した爆薬成分の分析

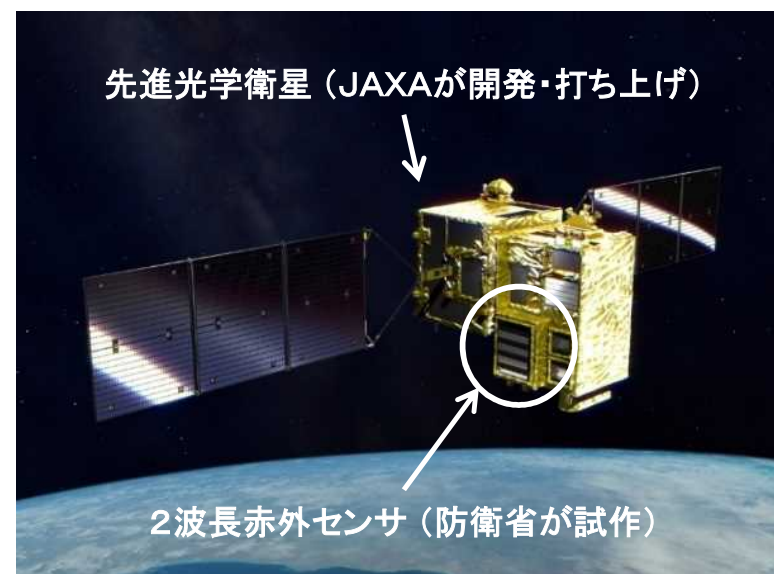
九州大学：
抗原抗体反応を用いた高感度爆薬分析技術

帝京平成大学：
検知限界評価、採取機構による測定誤差説明

研究協力例②：衛星搭載型2波長赤外センサ

(防衛装備庁先進技術推進センター／JAXA第一宇宙技術部門)

- ✓ 防衛装備庁が試作する探知・識別能力に優れた2波長赤外センサ(中赤外と遠赤外)を、JAXAが開発・打ち上げる先進光学衛星に搭載することで、**2波長赤外センサ技術を宇宙実証**。



(画像出典：内閣府ホームページ)



防衛装備庁のその他の取組

⑥諸外国との技術交流

⑥諸外国との技術交流

- 防衛装備移転三原則策定以降、米国以外の英国、豪州、仏国等と装備・技術移転のための政府間枠組みが締結される等、装備・技術に関する協力・交流が急速に進展。
- これら国々との技術交流により、相互に先進技術や経験を補完することができ、我が国の防衛生産・技術基盤の維持・強化に繋がるとともに、より良い装備品の効果的な取得に寄与。
- 加えて、諸外国との技術交流は、交流国との関係強化に繋がるとともに、交流国の能力向上にも資するものであり、ひいては、我が国の安全保障環境をより一層改善させる効果がある。

国際共同研究開発の促進

日米技術協力

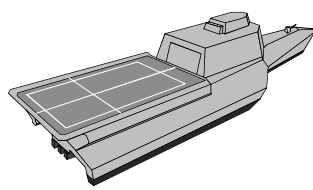
- 1983年：米国に対する武器技術の供与に限り、武器輸出三原則等に因らないこととする対米武器技術供与取極を締結
- 2006年：対米武器・武器技術供与取極を締結
- 2015年（11月）：部隊運用におけるジェット燃料及び騒音への曝露の比較に係る日米共同研究を開始
- 2016年（4月）現在、3件の共同研究及び1件の共同開発（BMD）を実施中



ハイブリッド電気駆動

日：防衛装備庁陸上装備研究所

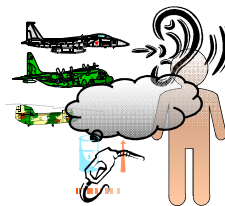
米：米陸軍戦車自動車研究開発技術センター



高速多胴船の最適化

日：防衛装備庁艦艇装備研究所

米：米海軍水上戦センターカデロック部門



部隊運用におけるジェット燃料及び騒音への曝露の比較

日：航空自衛隊航空医学実験隊

米：米空軍研究所、米空軍航空宇宙医学校



弾道ミサイル防衛用能力向上型迎撃ミサイル（SM-3 Block II A）

日：防衛装備庁装備開発官（統合装備担当）

米：米国ミサイル防衛庁

⑥諸外国との技術交流

日英技術協力

- 2013年(7月):防衛装備品の共同開発等に係る政府間協定を締結、化学・生物防護技術に関する共同研究開始
日:防衛装備庁先進技術推進センター 英:国防省国防科学技術研究所
- 2014年(11月):共同による新たな空対空ミサイルの実現可能性に係る日英共同研究の開始
日:防衛装備庁装備開発官(統合装備担当) 英:国防装備支援庁
- 2016年(1月):日英「2+2」において共同による新たな空対空ミサイルの実現可能性に係る議論が第二段階に移行すること及び人員脆弱性評価に係る日英共同研究を開始することを確認
- 2016年に英国国防省国防科学技術研究所へ連絡官を派遣予定



化学・生物防護技術



空対空ミサイル

日豪技術協力

- 2012年(9月):装備・技術協力について次官級の議論の枠組みを設置(政策・技術・潜水艦)
- 2014年(7月):装備・技術協力に関する政府間協定を締結
- 2015年(12月):船舶の流体力学分野に係る日豪共同研究の開始



日:防衛装備庁艦艇装備研究所
豪:国防科学技術グループ

研究テーマのひとつ: プロペラキャビテーション評価・予測技術

その他の国との技術交流

- 仏:日仏防衛装備品協力に関する委員会設置(2014年)。無人システムを始めとする幾つかの分野における共通の関心を特定
- 独、瑞:技術資料交換、意見交換等を実施
- 印:防衛装備品及び技術の移転に関する協定を締結(2015年)
- 比:防衛装備品及び技術の移転に関する協定を締結(2016年)



防衛装備庁のその他の取組

⑦適正な技術管理

⑦防衛装備庁としての技術管理の取組

- 防衛装備移転三原則の策定により、政府の厳格な管理の下、防衛装備の移転が可能に。
 - 民生技術の急速な高度化・高性能化により、防衛技術と民生技術のボーダレス化が進展しており、デュアルユース技術等が懸念国、テロリスト等に渡り、武器に転用されれば我が国や国際社会の脅威となる可能性が増加。
- ⇒ 防衛技術に精通している防衛装備庁として、関係機関と連携し、防衛装備・技術の厳格な輸出管理及び機微性のあるデュアルユース技術の輸出管理に積極的に貢献する必要。



- 防衛装備移転三原則に基づく移転装備の厳格審査・適正管理への寄与
- 経済産業省と連携して適切な技術管理の推進

具体的取組

- ◆ 防衛装備庁に技術管理組織として技術戦略部技術戦略課技術管理室を設置
- ◆ 国内外の先進民生技術・防衛技術の研究開発実施機関及び技術レベルの調査・分析の強化
- ◆ 経済産業省との連携強化(自衛官を含む人事交流の促進、情報共有)
- ◆ 諸外国の関係機関との連携強化(情報共有)
- ◆ 国際輸出管理レジーム(ワッセナー・アレンジメント等)への対応強化(人員の派遣)



防衛装備庁のその他の取組

⑧安全保障の諸課題への技術貢献

⑧安全保障の諸課題への技術貢献

災害派遣等の現場において、防衛装備庁が有する技術により直接的な貢献を実施。

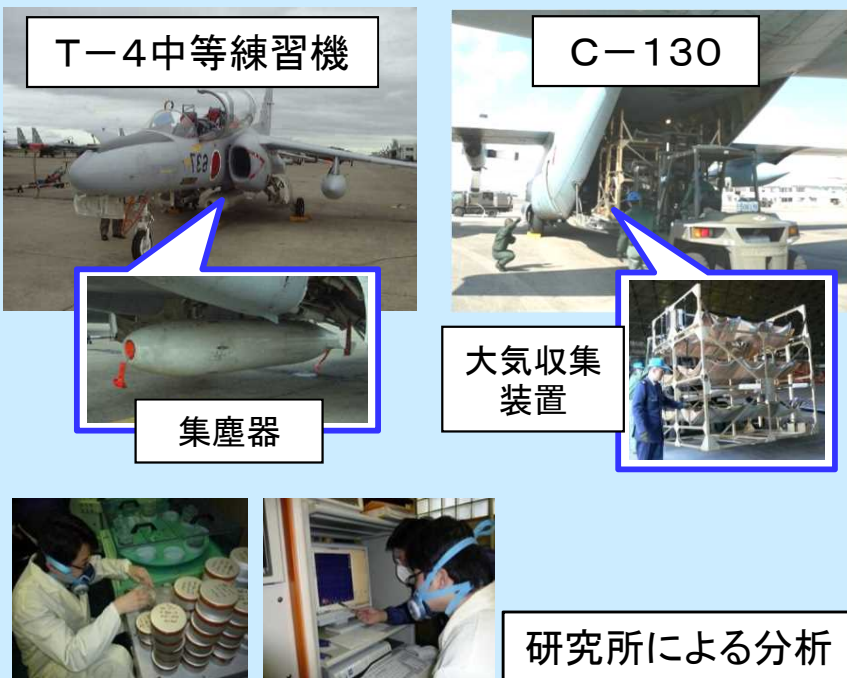
● 高空放射能塵等の計測

- 昭和36年より高空における放射能塵の調査研究を継続して実施。(定期調査)
- 北朝鮮による地下核実験後や東日本大震災による福島原発事故時に臨時調査を実施し貢献。(特別調査)

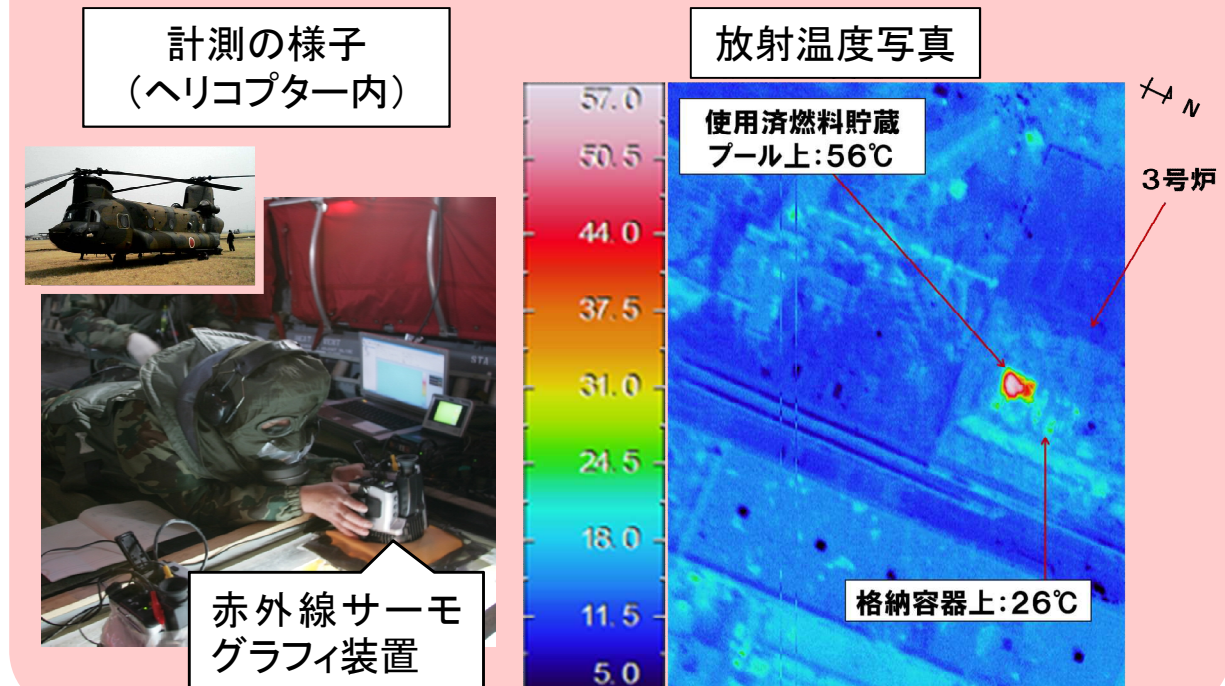
● 福島原発での赤外線計測

- 東日本大震災後、福島原発の赤外線放射温度計測を実施し、不安の一要因除去に貢献。

【高空放射能塵に使用する集塵器】

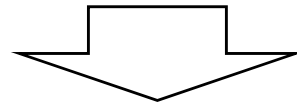


【赤外線放射温度計測】



防衛装備庁における技術戦略

以上のような、防衛装備庁を中心とした各種の研究開発活動を推進することで、
防衛・運用ニーズに合致した**高い技術水準の装備品を創製**。



各種取組を戦略的に推進するため、
取組の具体的方針を示す「防衛技術戦略」(仮称)策定に向けた検討を推進中

防衛技術戦略(仮称)を検討するにあたり踏まえるべき要素

- 中長期的な科学技術分野の取組の方向性等を見積る「**中長期技術見積り**」
- 将来装備に繋がる新たな「**研究開発ビジョン**」
- 政府全体の科学技術政策に基づく**産・学・官との連携、関係府省との協力**
- 先端技術等の流出を防ぐための**技術管理**
- **デュアルユース技術の積極的活用と展開(スピンオン・スピンオフ)**
- **安全保障技術研究推進制度(ファンディング制度)の拡充**

ま と め

- 防衛装備庁においては、従来より新たな脅威に的確に対応し、最新の技術動向や戦闘様相の変化、費用対効果等を踏まえつつ、技術的優越を確保し得るよう、研究開発等各種施策を実施。
- 防衛装備庁としては、今後策定する防衛技術戦略(仮称)に基づき、各種取組を戦略的に推進し、今後とも、信頼される装備品の創製と我が国の安全保障に貢献して参りたい。
- 特に、先端技術のデュアルユース化、国際共同開発の拡大、装備の高度化に伴う研究開発費の高騰等の防衛技術を取り巻く環境変化を踏まえれば、安全保障分野において将来有望な基礎研究段階の技術の育成や、先端技術の安全保障分野への活用の強化が必要。そのため、我が国が有する高い科学技術力を安全保障に活かすための態勢の強化について、関係府省との連携を推進。