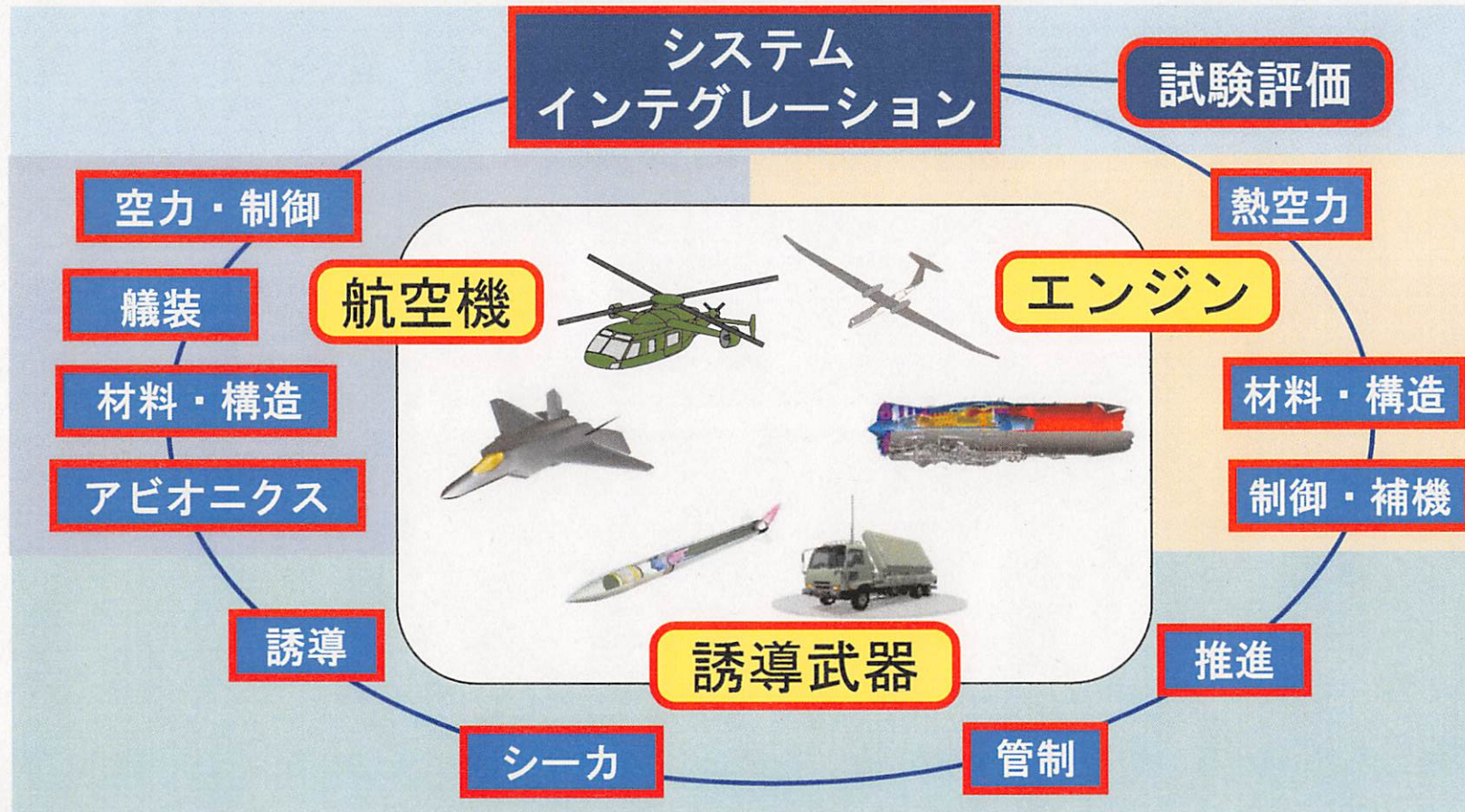


～将来技術の獲得に向けて～  
航空装備研究所の取り組み

航空装備研究所  
伊藤 真

# 航空装備研究所の研究分野

航空機・エンジン・誘導武器に関する技術

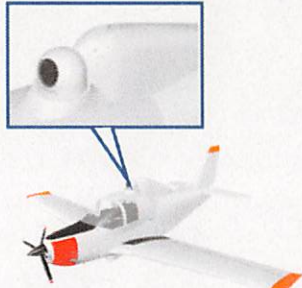


# 研究の取り組み

## 中長期技術見積り(防衛装備庁)の方向性に沿った研究

### 無人化

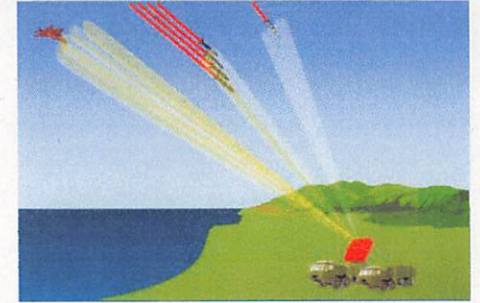
UAS技術



UAS : Unmanned Aerial Systems  
(無人航空機システム)

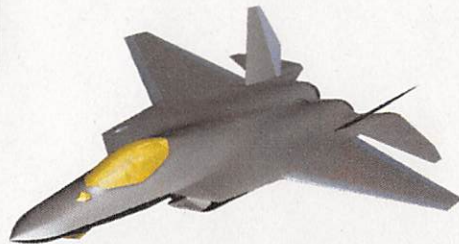
### スマート化・ネットワーク化

探知技術

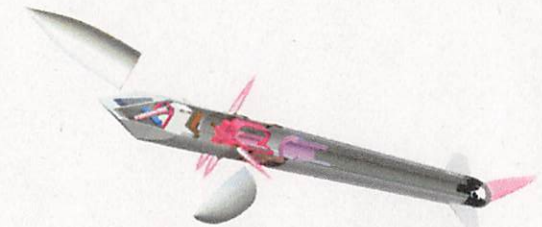


### 現有装備の機能・性能向上

戦闘機技術



誘導武器技術



# 説明の流れ

## 1. 無人化

- UAS技術

UAS : Unmanned Aerial Systems (無人航空機システム)

## 2. 現有装備の機能・性能向上

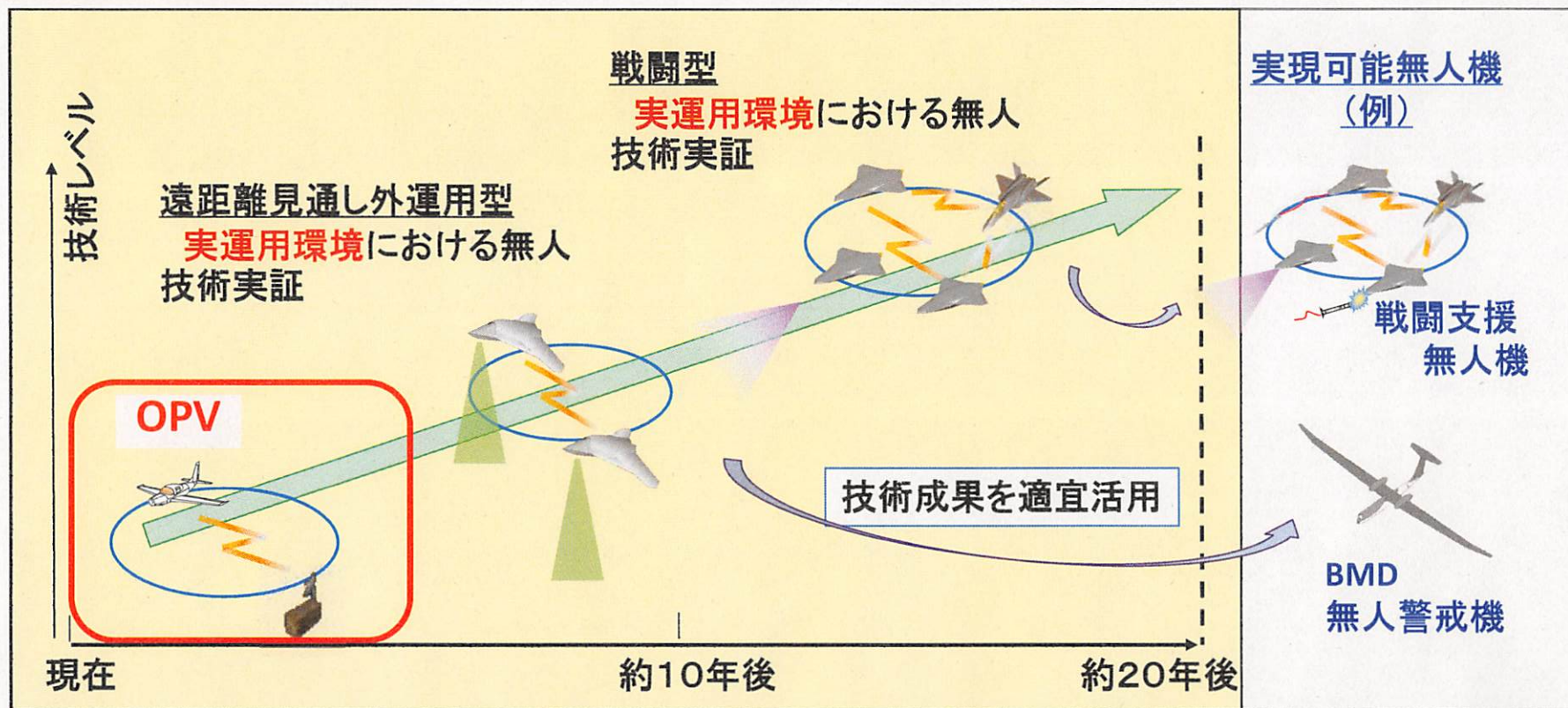
- 戦闘機技術
- 誘導武器技術

## 3. スマート化・ネットワーク化

- 探知技術

# 将来無人装備に関する研究開発ビジョン ～航空無人機を中心に～ (防衛省 平成28年8月)

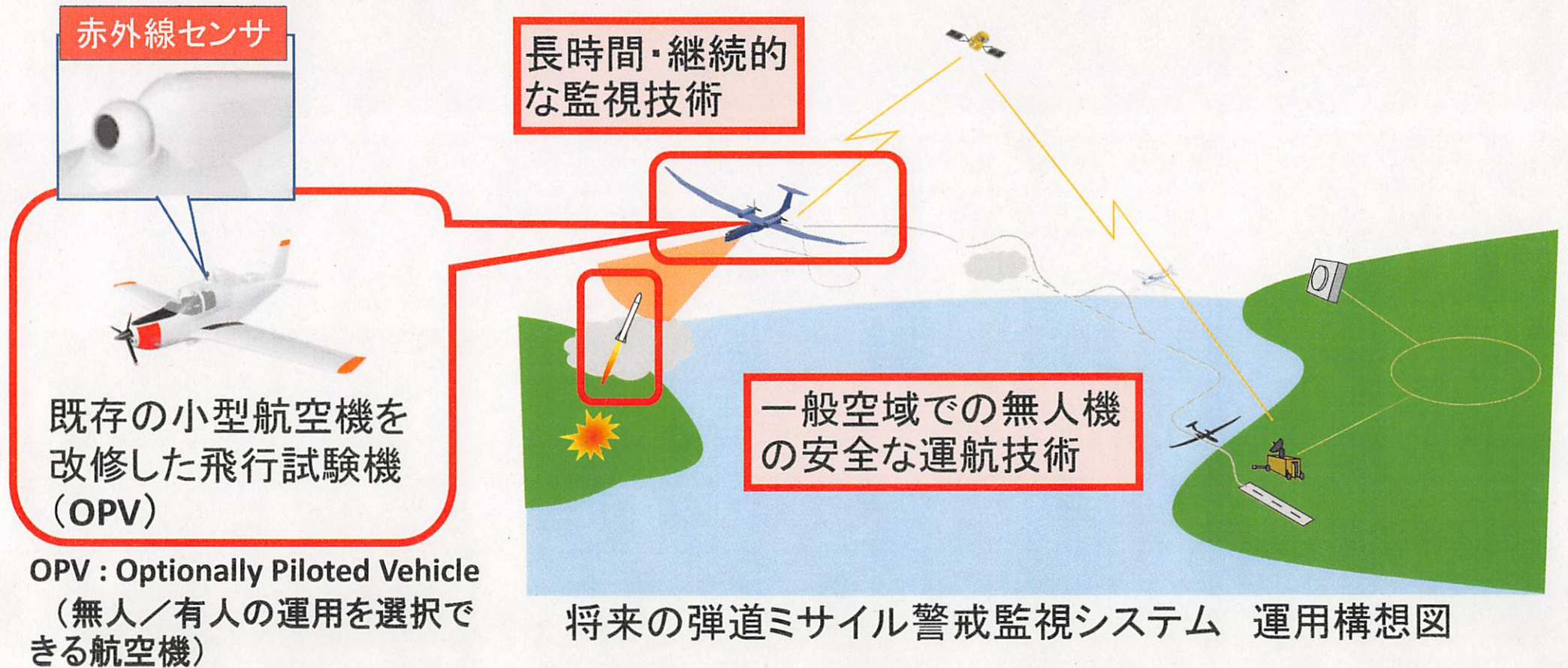
## 研究の取り組み



OPV : Optionally Piloted Vehicle (無人／有人の運用を選択できる航空機)

# 無人機/赤外線センサのシステム・インテグレーションの研究

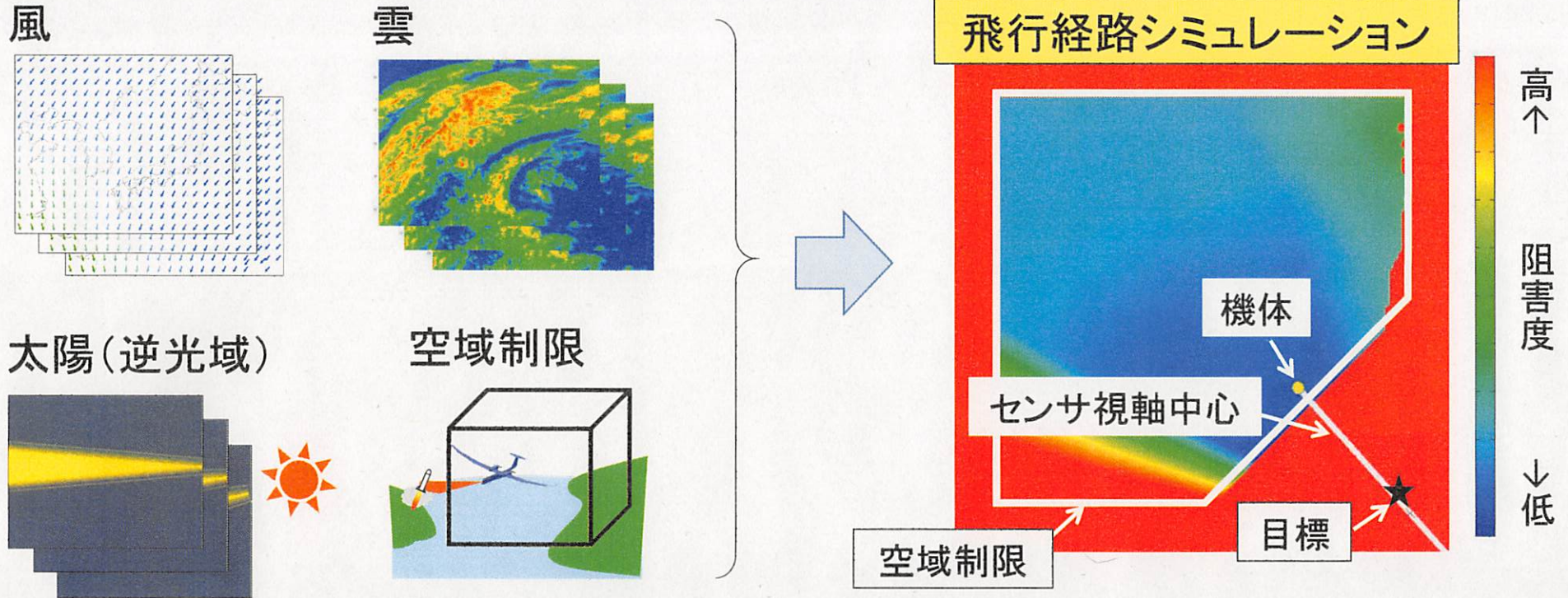
赤外線センサを搭載した無人機により、弾道ミサイルを警戒監視するシステムを実現するために必要な**無人機と赤外線センサのシステム・インテグレーション技術**



# 無人機・赤外線センサのシステム・インテグレーションの研究

## 長時間・継続的な監視技術

監視を阻害する外圍環境(風・雲・太陽・空域制限等)の変化を自律的に判断し、目標を継続的に監視可能とする**最適な飛行経路を生成する技術**



# 無人機・赤外線センサのシステム・インテグレーションの研究

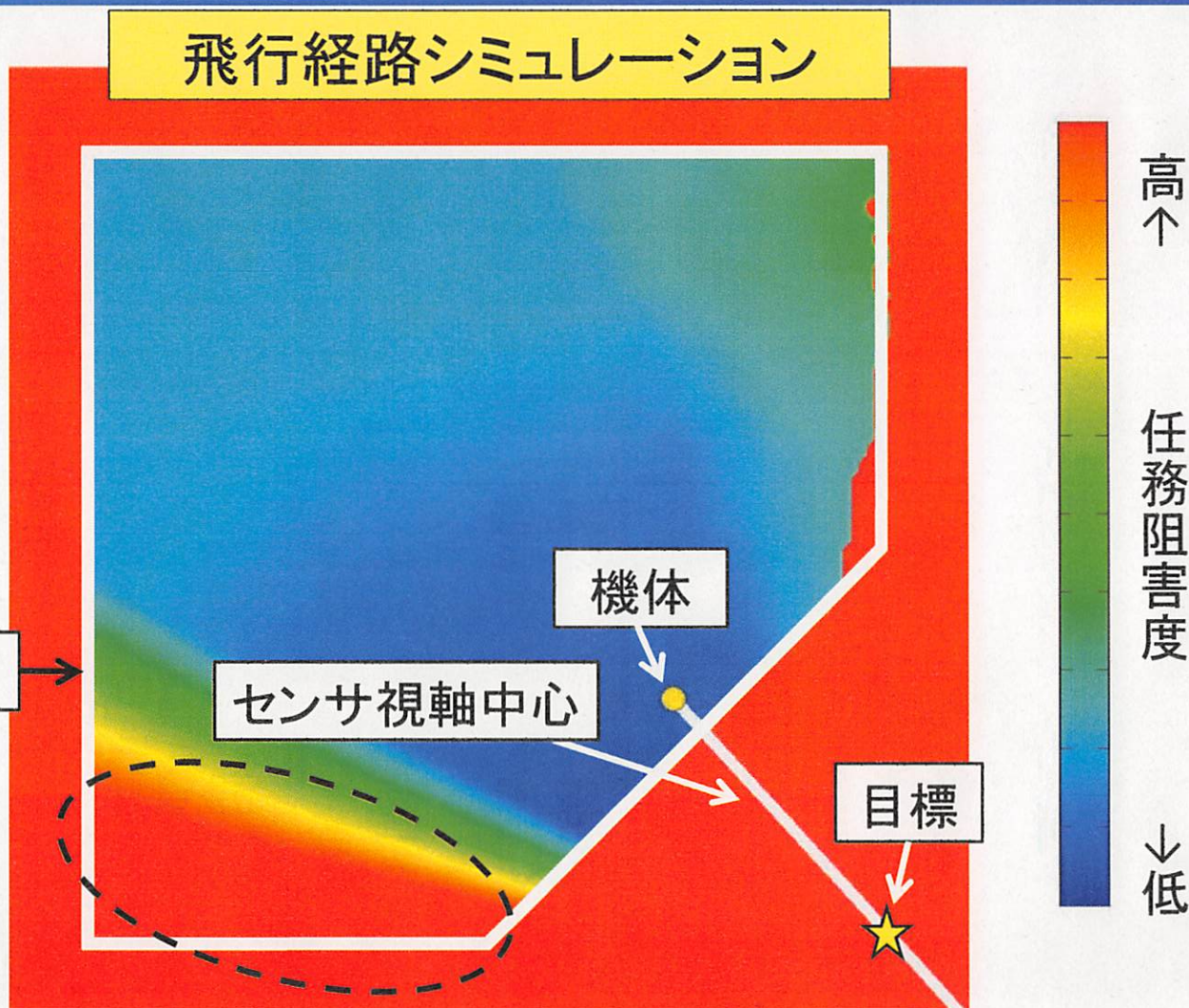
目標を継続的に監視可能とする最適な飛行経路を生成

任務障害要因

- ✓ 気象(風、雲、太陽)
- ✓ 空域制限

空域を上から見る

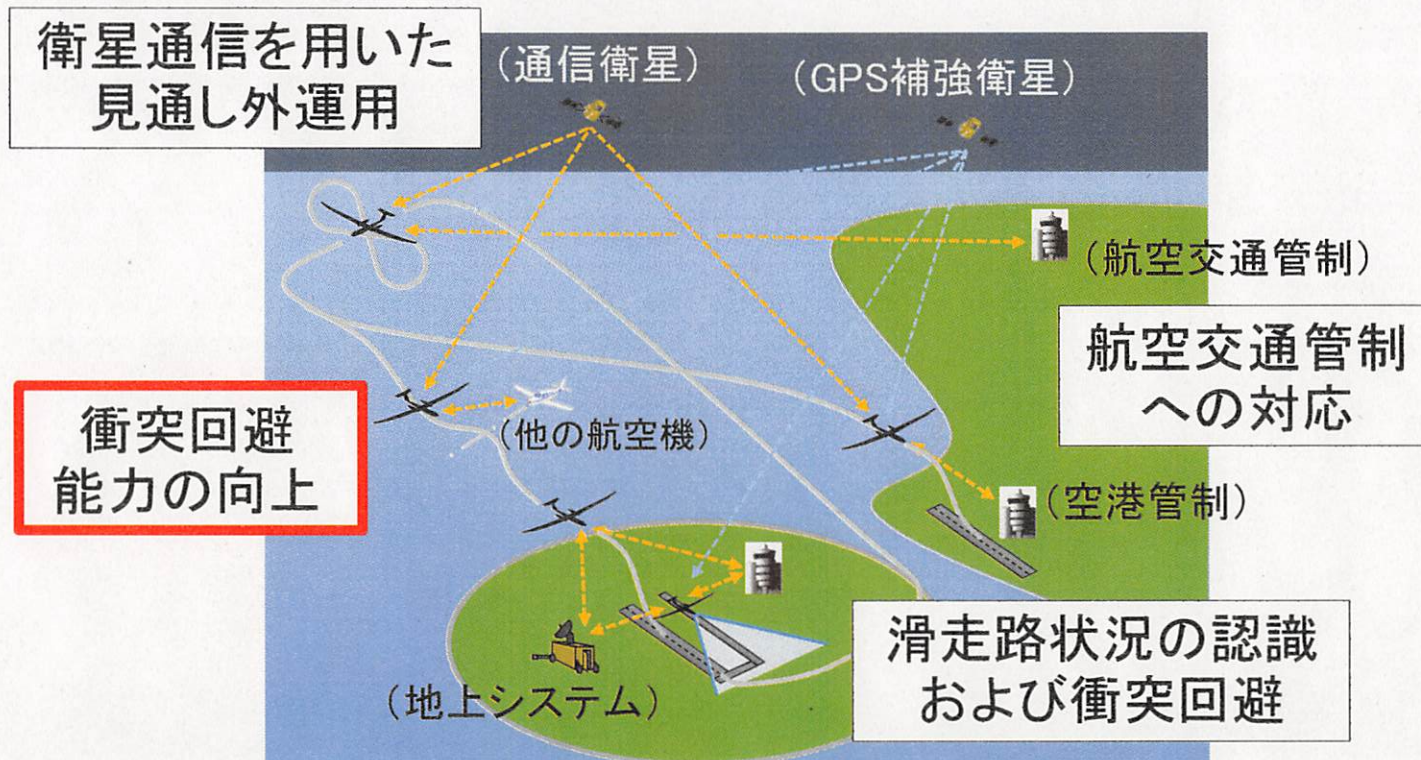
空域制限



# 無人機・赤外線センサのシステム・インテグレーションの研究

## 一般空域での無人機の安全な運航技術

ICAO(国際民間航空機関)の目指している、一般空域での無人機と有人機の統合運用を可能とする、**安全性の高い無人機運航技術**



# 無人機・赤外線センサのシステムインテグレーションの研究

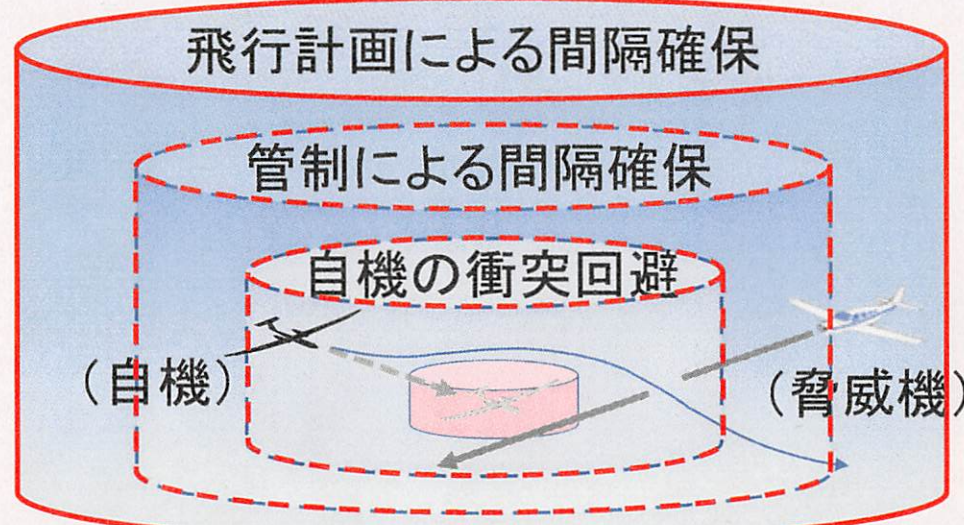
## 一般空域での無人機の安全な運航技術

ICAO (国際民間航空機関) の目指している、一般空域での無人機と有人機の統合運用を可能とする、**高い安全性の無人機運航技術**

衛星通信を用いた  
見通し外運用

衝突回避  
能力の向上

多層システム (自機の衝突回避 / 管制 / 飛行計画) により衝突回避能力を向上する。



# 説明の流れ

## 1. 無人化

- UAS技術

UAS : Unmanned Aerial Systems

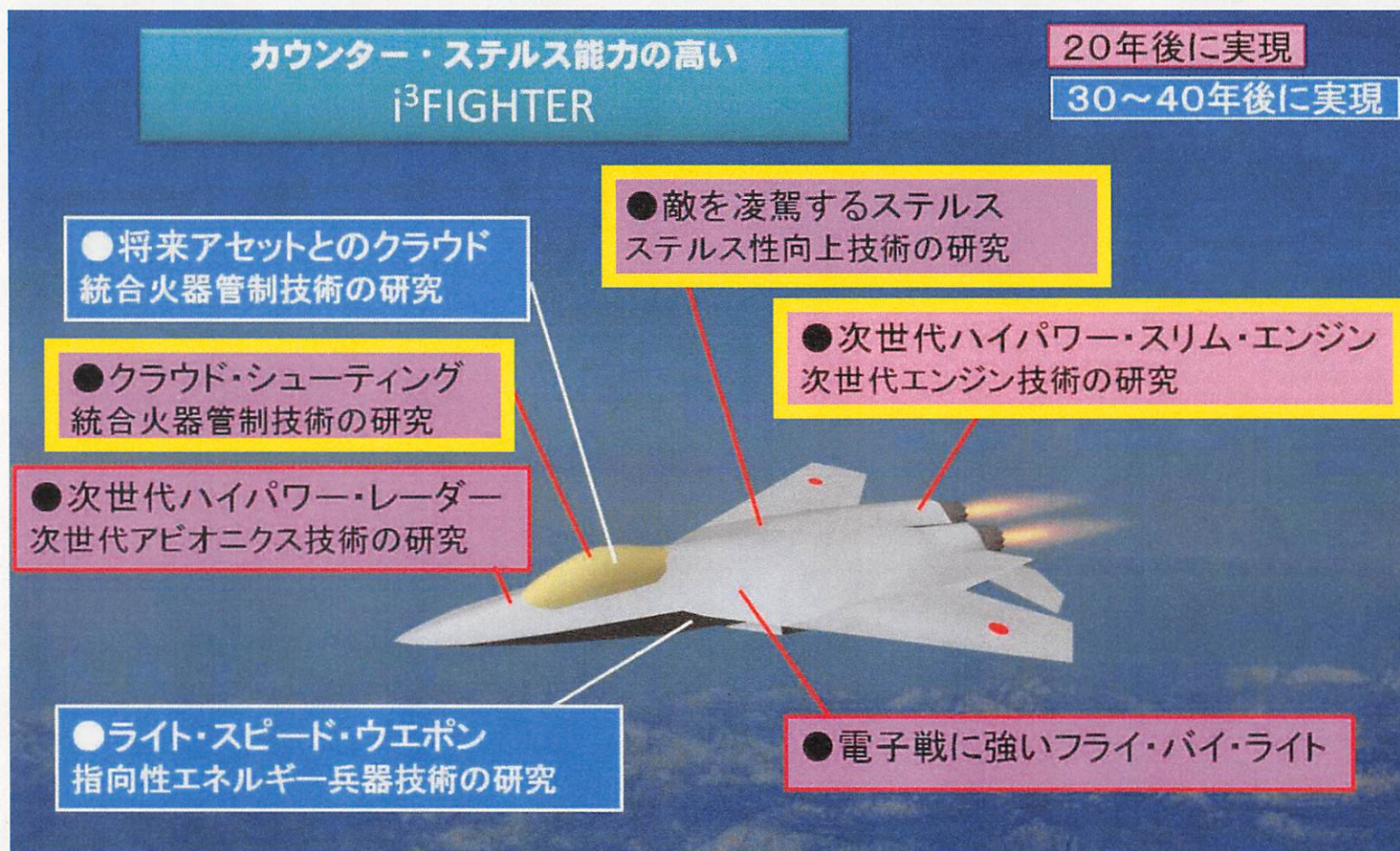
## 2. 現有装備の機能・性能向上

- 戦闘機技術
- 誘導武器技術

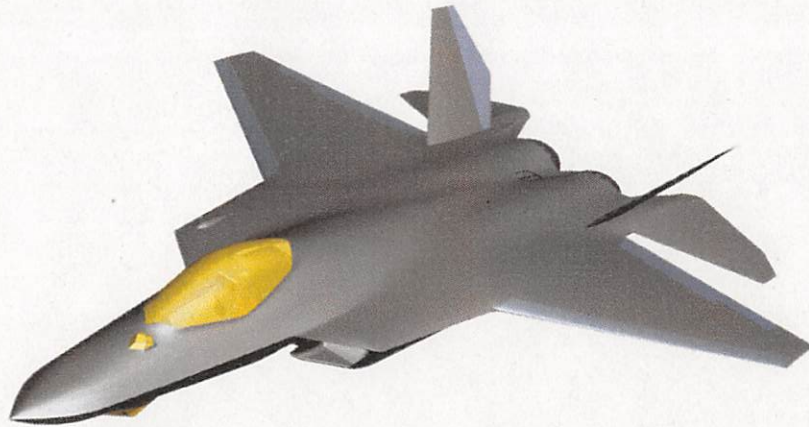
## 3. スマート化・ネットワーク化

- 探知技術

# 将来の戦闘機に関する研究開発ビジョン(防衛省 平成22年8月)



# 将来戦闘機に関する航空装備研究所の取り組み



## クラウド・シューティング

統合火器管制システムの研究

## 敵を凌駕するステルス

ウェポン内装化の研究

軽量化機体構造の研究

ステルス・インテーク・ダクトの研究

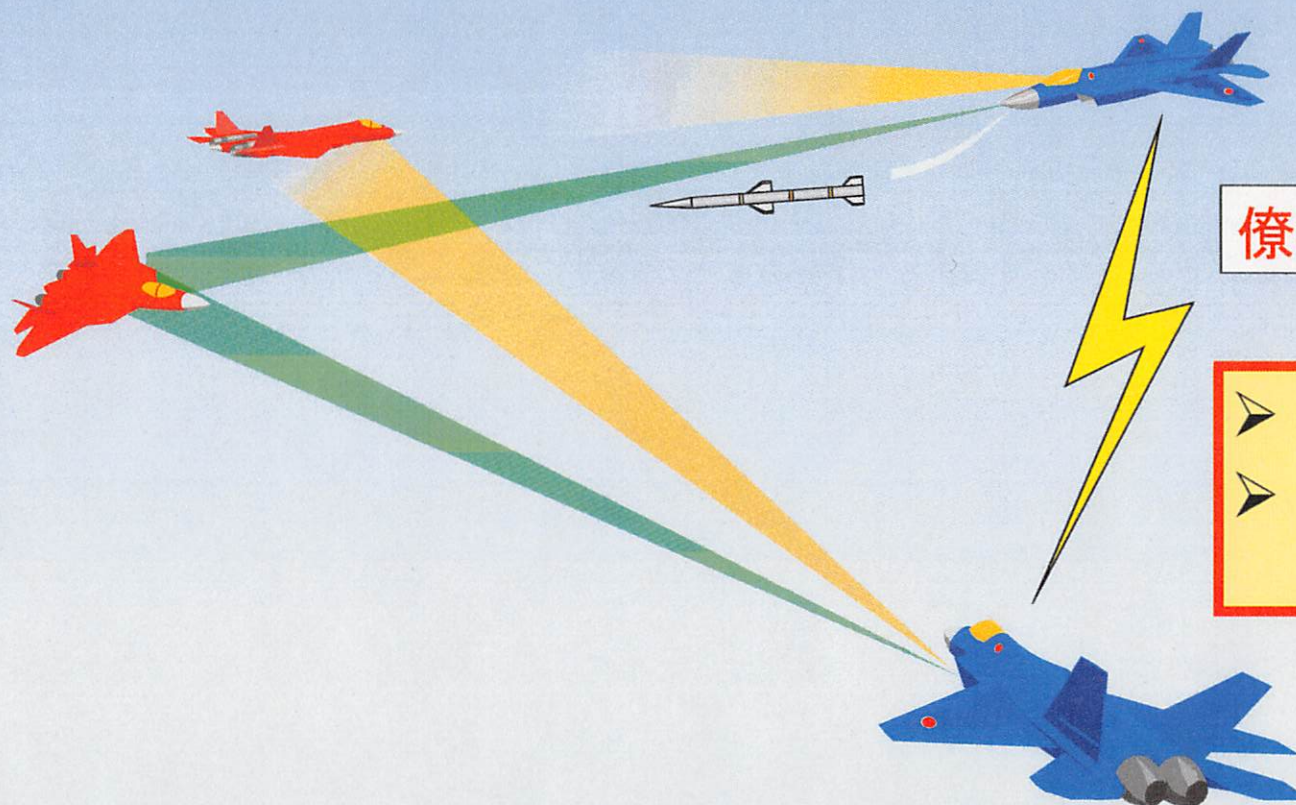
電動アクチュエーションの研究

## 次世代ハイパワー・スリム・エンジン

将来戦闘機用エンジンの研究

# 統合火器管制システムの研究

対ステルス機や数的劣勢状況において、僚機間高速データリンクを適用して統合的に火器管制を行い、生存性を確保しつつ射撃機会の増大を図る



僚機間高速データリンク



- ネットワーク射撃
- 赤外線センサによるパッシブ測位

# 統合火器管制システムの研究

## ネットワーク射撃

### 従来戦闘機

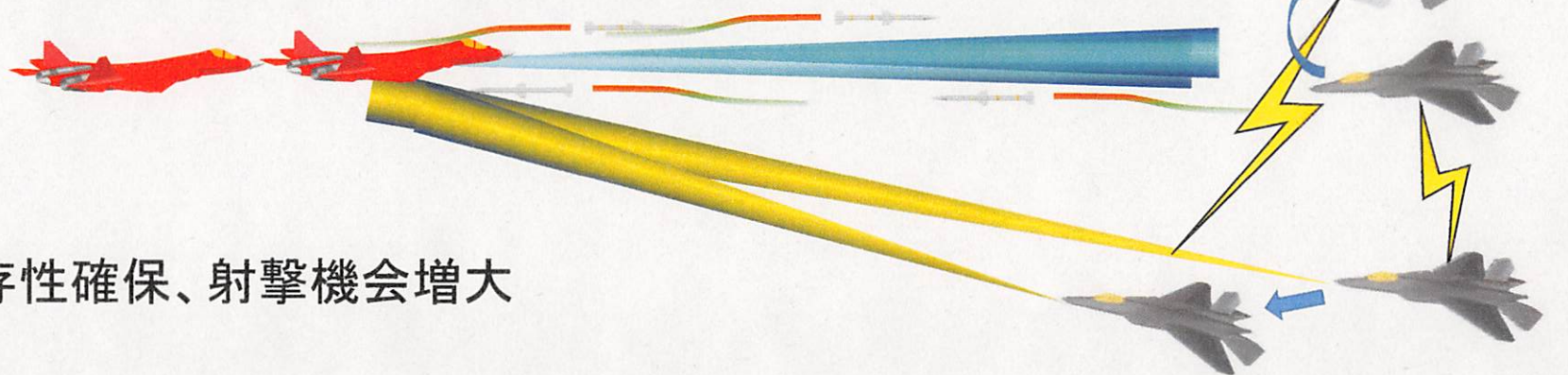
自機のセンサで射撃、誘導 → 終末誘導まで反転・回避困難



### 将来戦闘機

僚機間高速データリンクにより

僚機のセンサでも射撃、誘導 → 誘導弾発射後、速やかに反転・回避



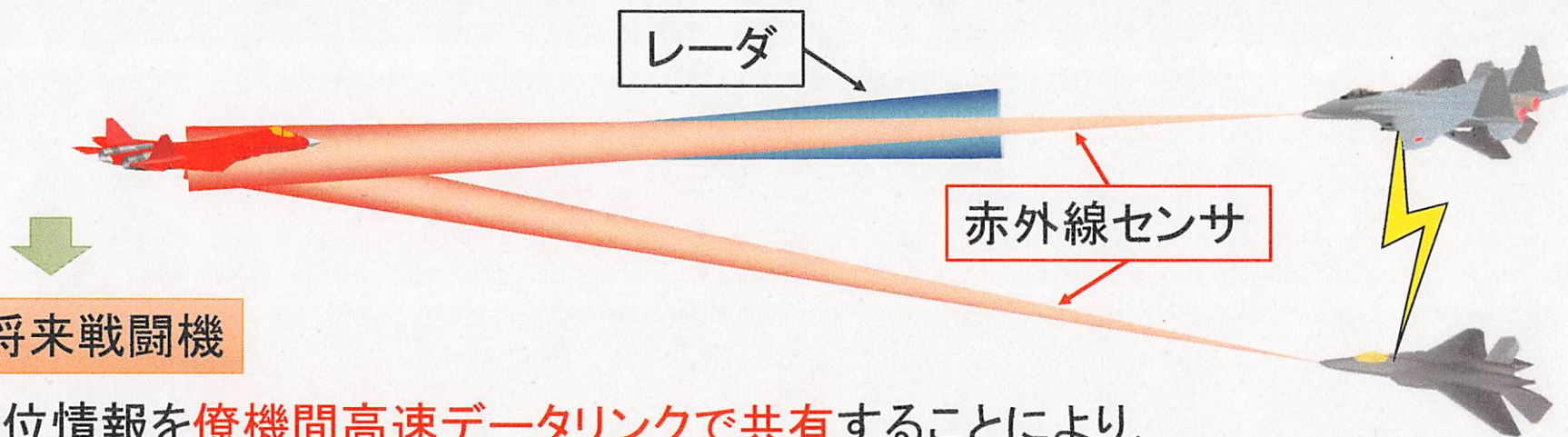
→ 生存性確保、射撃機会増大

# 統合火器管制システムの研究

## 赤外線センサによるパッシブ測位

### 従来戦闘機

単機の赤外線センサで相手機の方位を特定 ⇨ 方位単独情報では誘導弾発射不可



### 将来戦闘機

方位情報を僚機間高速データリンクで共有することにより、三角測量の原理で相手機の位置(方位・距離)を特定

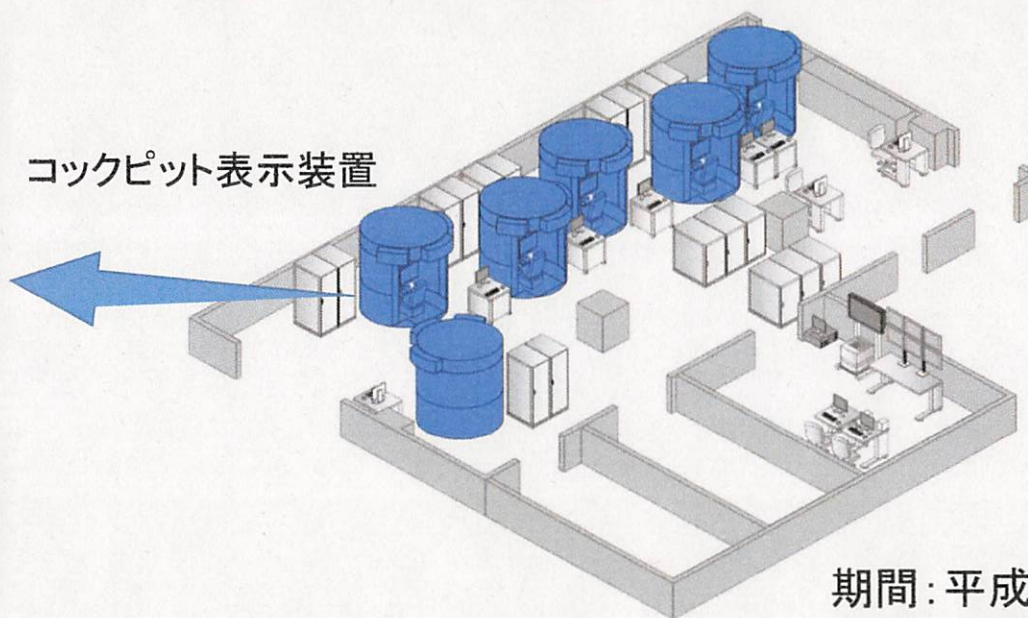
- 誘導弾発射機会の増大
- ステルス機を遠距離から探知可能

# 統合火器管制システムの研究

## パイロット・イン・ザ・ループ・シミュレーション試験



コックピット表示装置



期間:平成27年度～  
場所:航空装備研究所(立川)

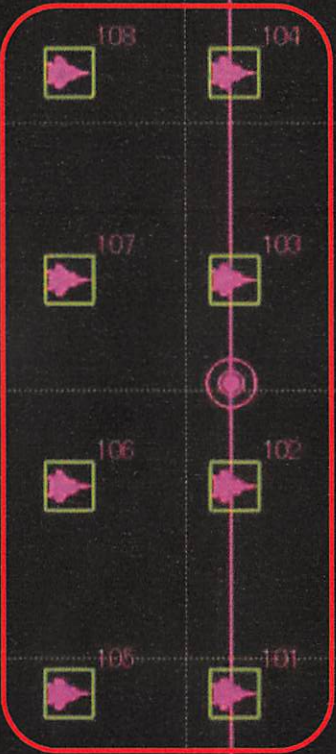
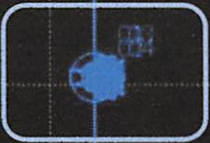
- コックピット表示装置(6台)等から構成
- 航空自衛隊パイロットの支援の下、空対空戦闘シミュレーションを実施

➡ 今後、飛行試験により評価

# シミュレーション試験の例

## 数的劣勢条件での空対空戦闘

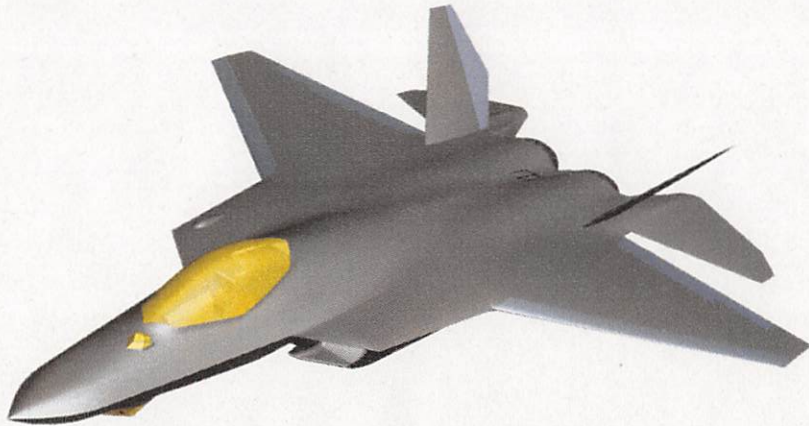
- 我側: 4機 (本システム有)
- 彼側: 8機 (本システム無)



100 [NM]

10 20[NM]

# 将来戦闘機に関する航空装備研究所の取り組み



## クラウド・シューティング

統合火器管制システムの研究

## 敵を凌駕するステルス

ウェポン内装化の研究

軽量化機体構造の研究

ステル・スインテーク・ダクトの研究

電動アクチュエーションの研究

## 次世代ハイパワー・スリム・エンジン

将来戦闘機用エンジンの研究

# ウェポン内装化の研究

優れたステルス性と高速性能を実現するために、ウェポン（誘導弾等）の内装が必須

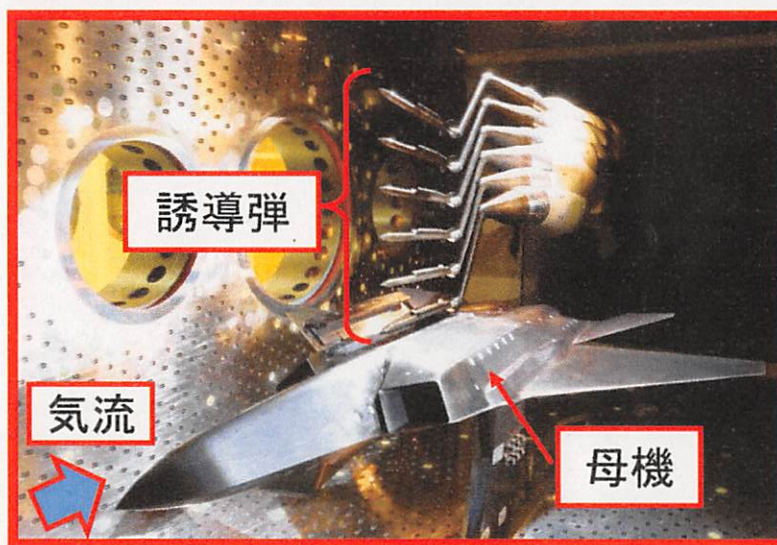
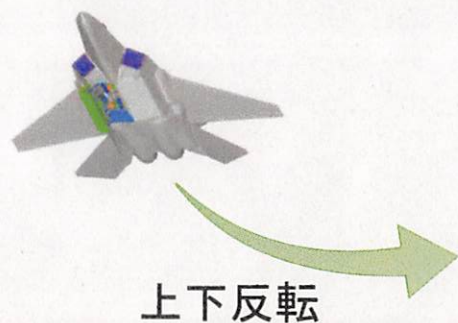


- ➡
- ✓ ウェポン分離特性評価技術
  - ✓ ウェポン・ベイ機構技術

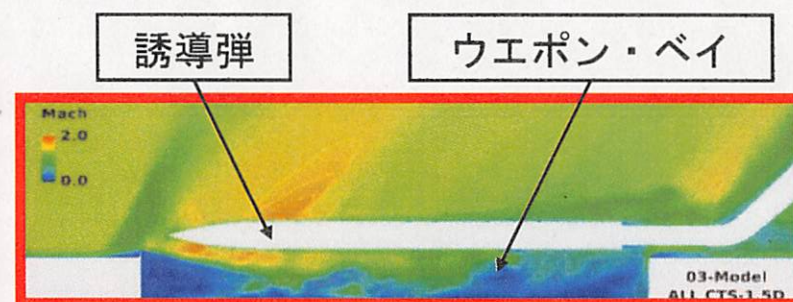
# ウェポン内装化の研究

## ウェポン分離特性評価技術

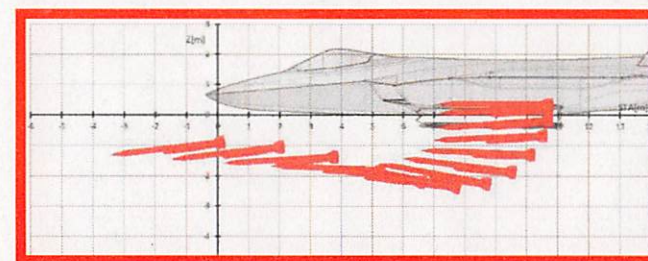
ウェポン・ベイ周辺での衝撃波等を伴う複雑な流れ場の中で誘導弾を確実に分離させるための評価技術



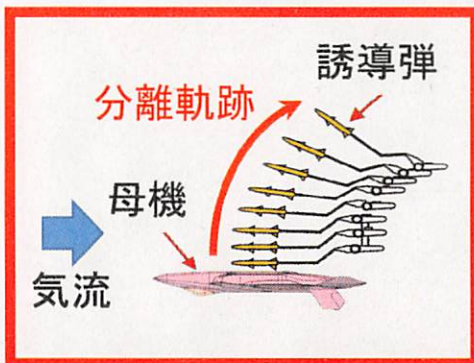
風洞試験で誘導弾の分離軌跡を評価  
(札幌試験場三音速風洞)



ウェポン・ベイ周辺の流れ場解析



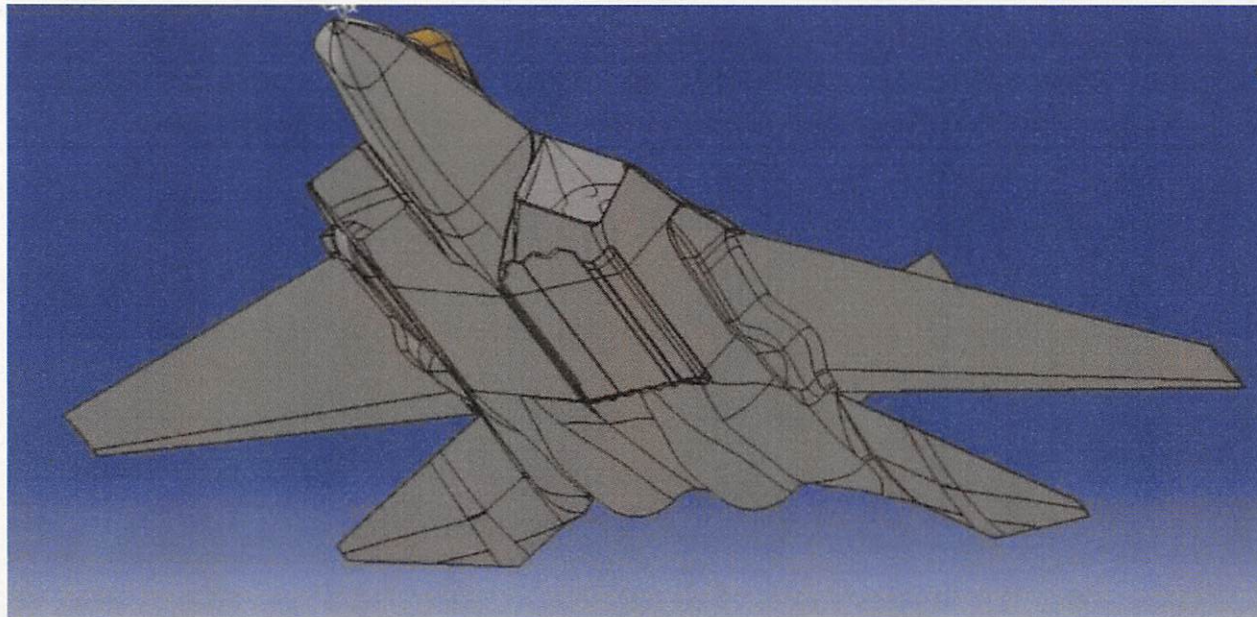
最酷条件（誘導弾 機首上げ）  
での母機とのクリアランス確保



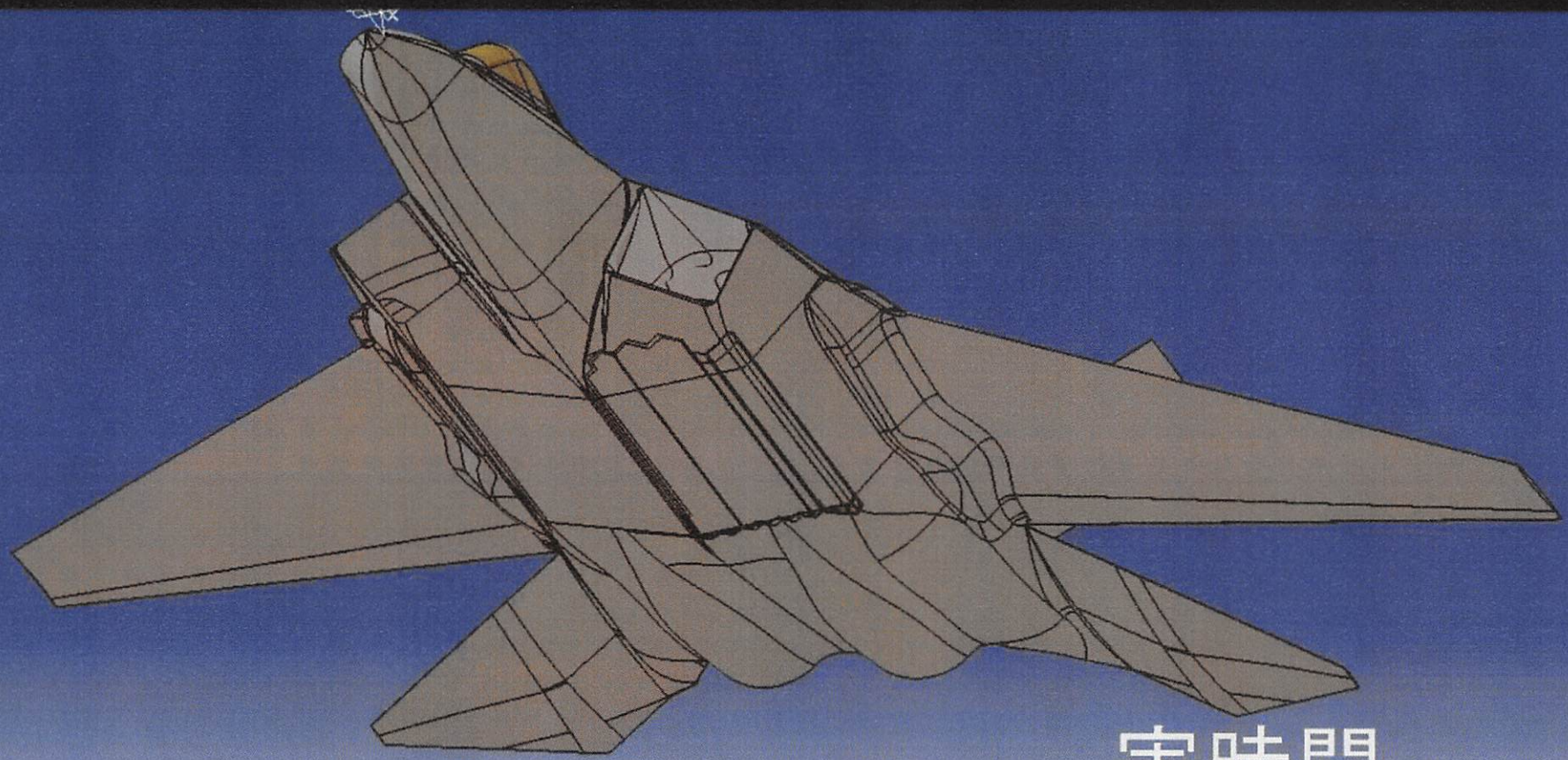
# ウェポン内装化の研究

## ウェポン・ベイ機構技術

扉開閉機構、ランチャ機構の設計等を実施し、誘導弾発射にかかる一連のシーケンスが、**ウェポン外装の現有装備品と同程度の時間**で可能であることを確認



発射シーケンスのシミュレーション

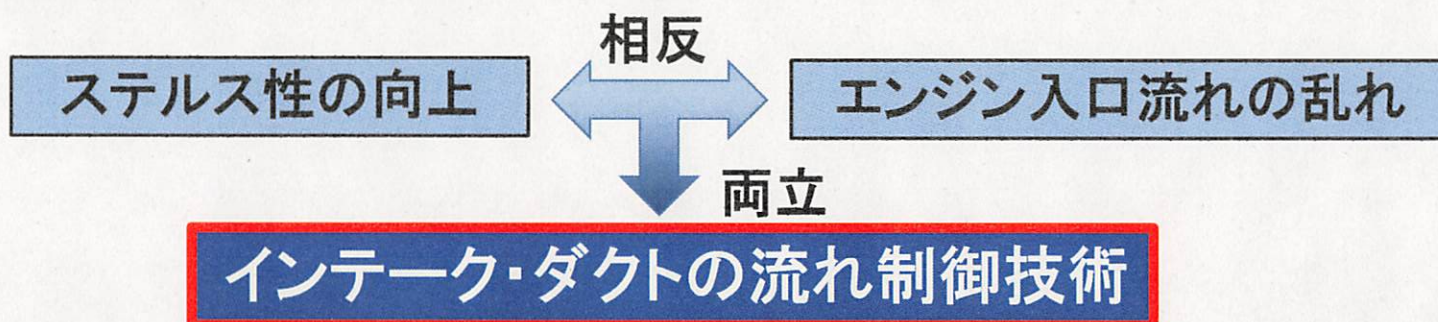
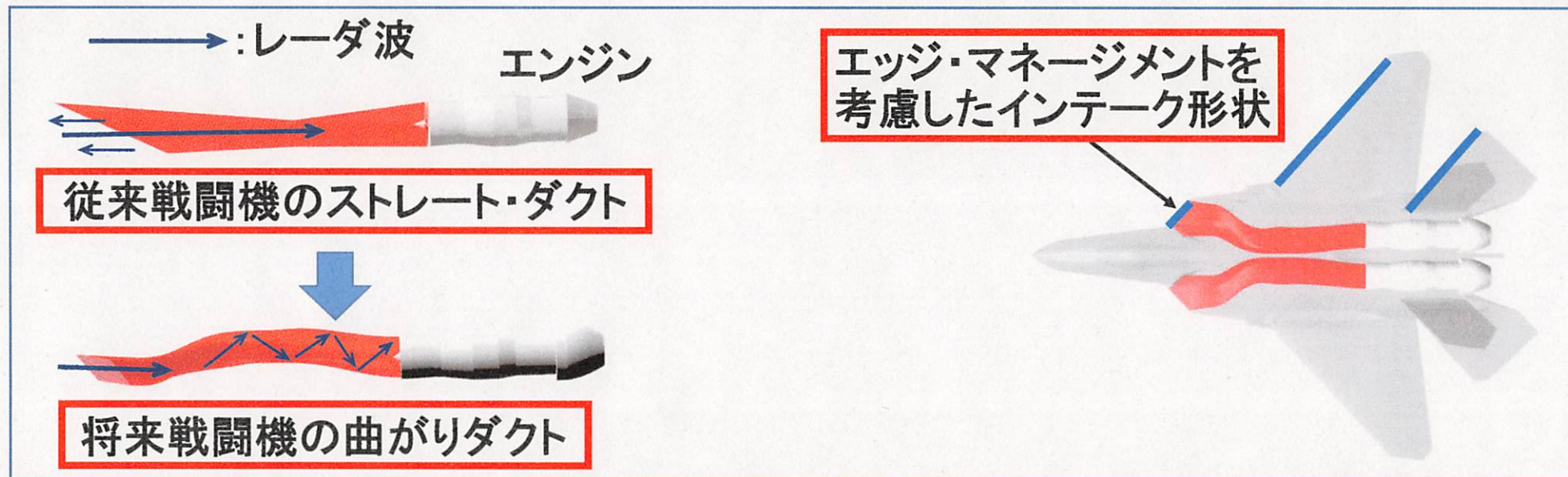


実時間

0.0222  $\begin{matrix} z \\ \swarrow \searrow \\ y \quad x \end{matrix}$

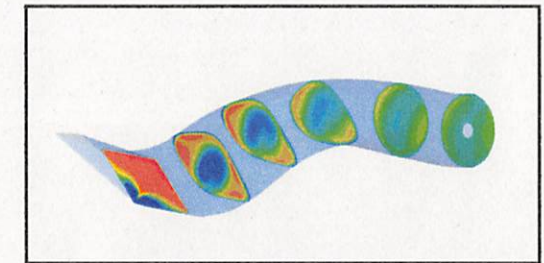
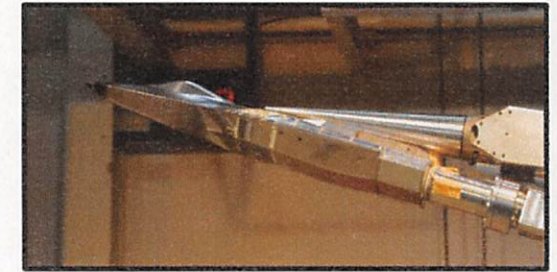
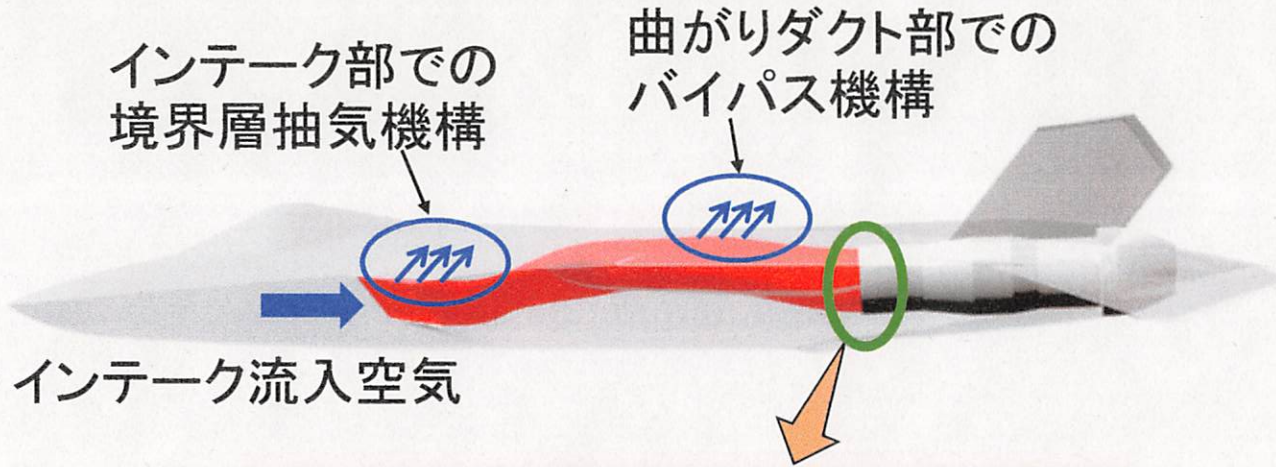
# ステルス・インテーク・ダクトの研究

優れたステルス性と良好な空力特性を両立させるステルス・インテーク・ダクトの実現



# ステルス・インテーク・ダクトの研究

## インテーク・ダクトの流れ制御技術

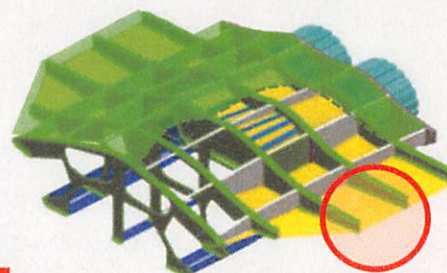


ステルス性を悪化させること無しに、エンジン前面の圧力分布改善

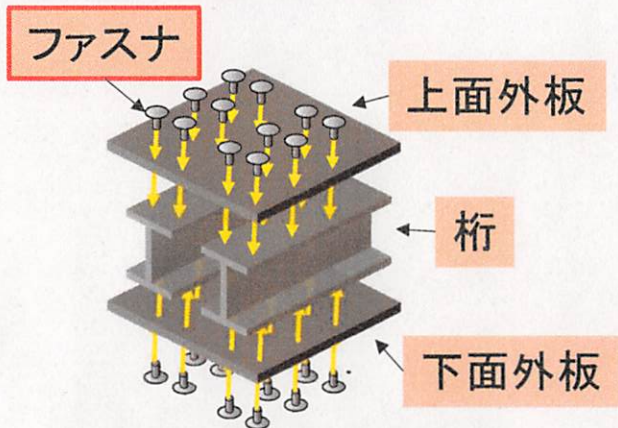
# 軽量化機体構造の研究

ステルス化に伴う重量増加を抑制するために機体構造の軽量化を図る

## 一体化・ファスナレス構造

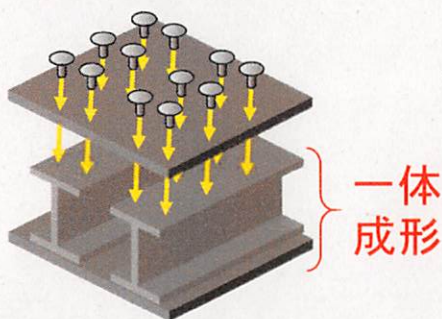


### 従来機



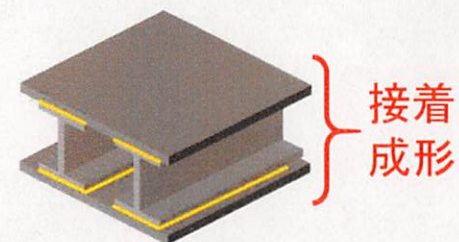
✓ ファスナ結合

### F-2戦闘機



- ✓ 一体成形(下面外板/桁)
- ✓ 主翼・尾翼に複合材適用

### 将来戦闘機



- ✓ 接着成形
- ✓ 複合材範囲拡大(胴体)

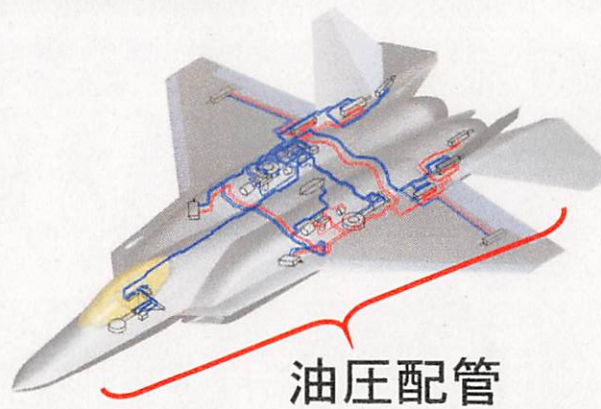
ファスナ  
約1/2

構造重量  
10%減

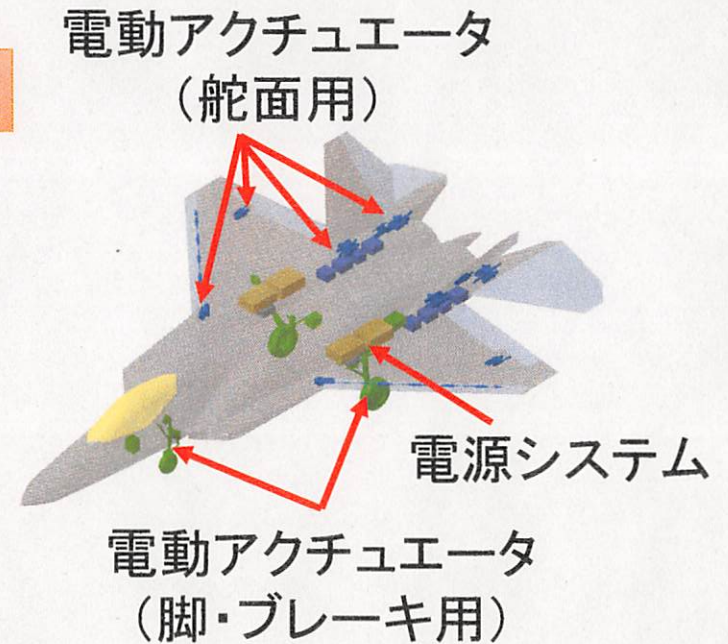
# 電動アクチュエーションの研究

従来の油圧に代え、操縦用舵面の駆動、脚の揚降、脚ブレーキの作動等を**電動化**

従来戦闘機

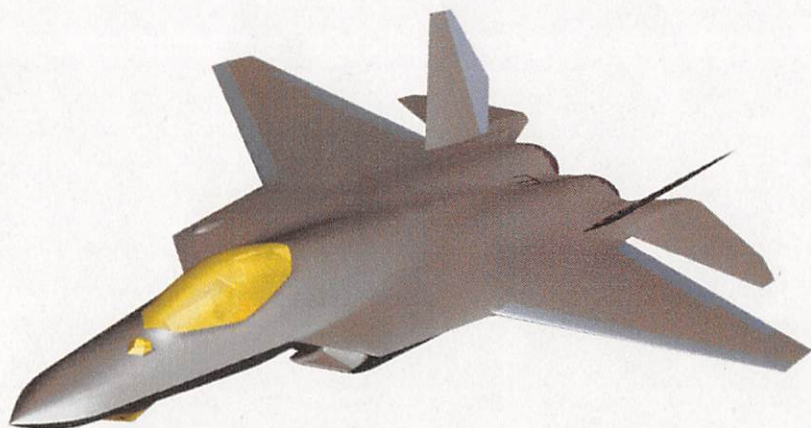


将来戦闘機



- 配管の取り回しが不要
- 点検口の削減等によるステルス性への寄与
- 整備性向上

# 将来戦闘機に関する航空装備研究所の取り組み



## クラウド・シューティング

統合火器管制システムの研究

## 敵を凌駕するステルス

ウェポン内装化の研究

軽量化機体構造の研究

ステルス・インテーク・ダクトの研究

電動アクチュエーションの研究

## 次世代ハイパワー・スリム・エンジン

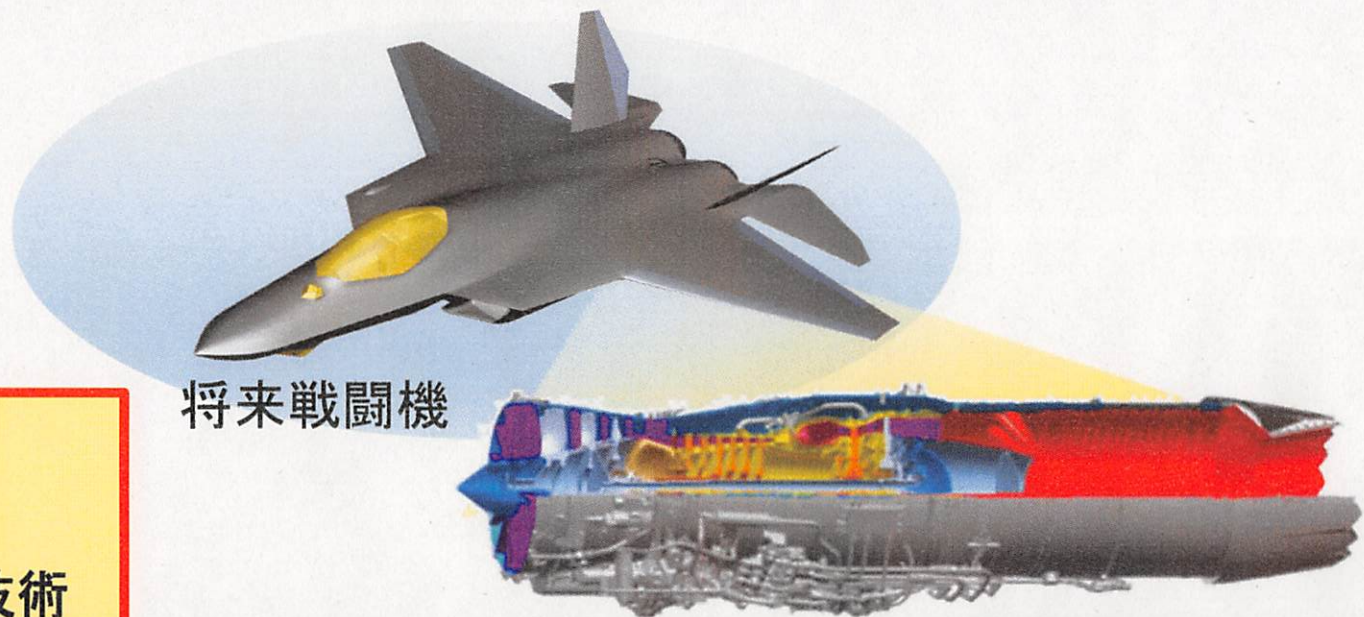
将来戦闘機用エンジンの研究

# 将来戦闘機用エンジンの研究

## ハイパワー・スリム・エンジン

- ▶ エンジンのハイパワー化により、機体の高速性能、高運動性を確保
- ▶ エンジンのスリム化により、機体重量、容積を低減し、ステルス性を確保

- ✓ 高温化技術
- ✓ 軽量化技術
- ✓ システム・インテグレーション技術



将来戦闘機

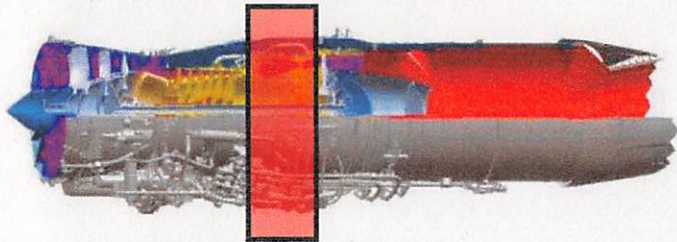
戦闘機用エンジン

# 将来戦闘機用エンジンの研究

## 高温化技術

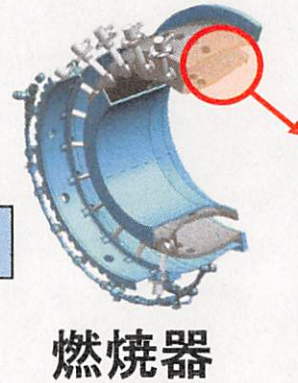
高温化による燃焼  
エネルギー増大

大推力

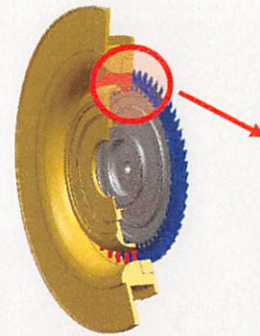
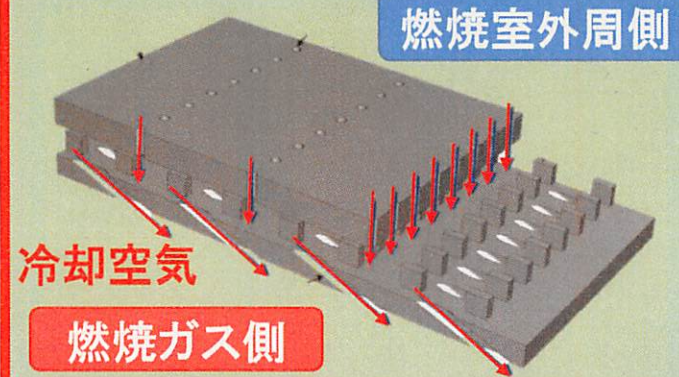


高圧タービン平均入口温度  
➤ 最大 約1,800°C

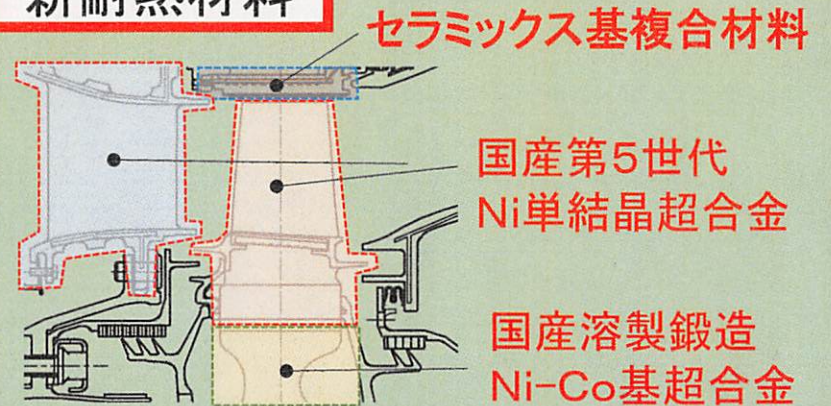
優れた耐熱構造の適用



### 二重壁複合冷却



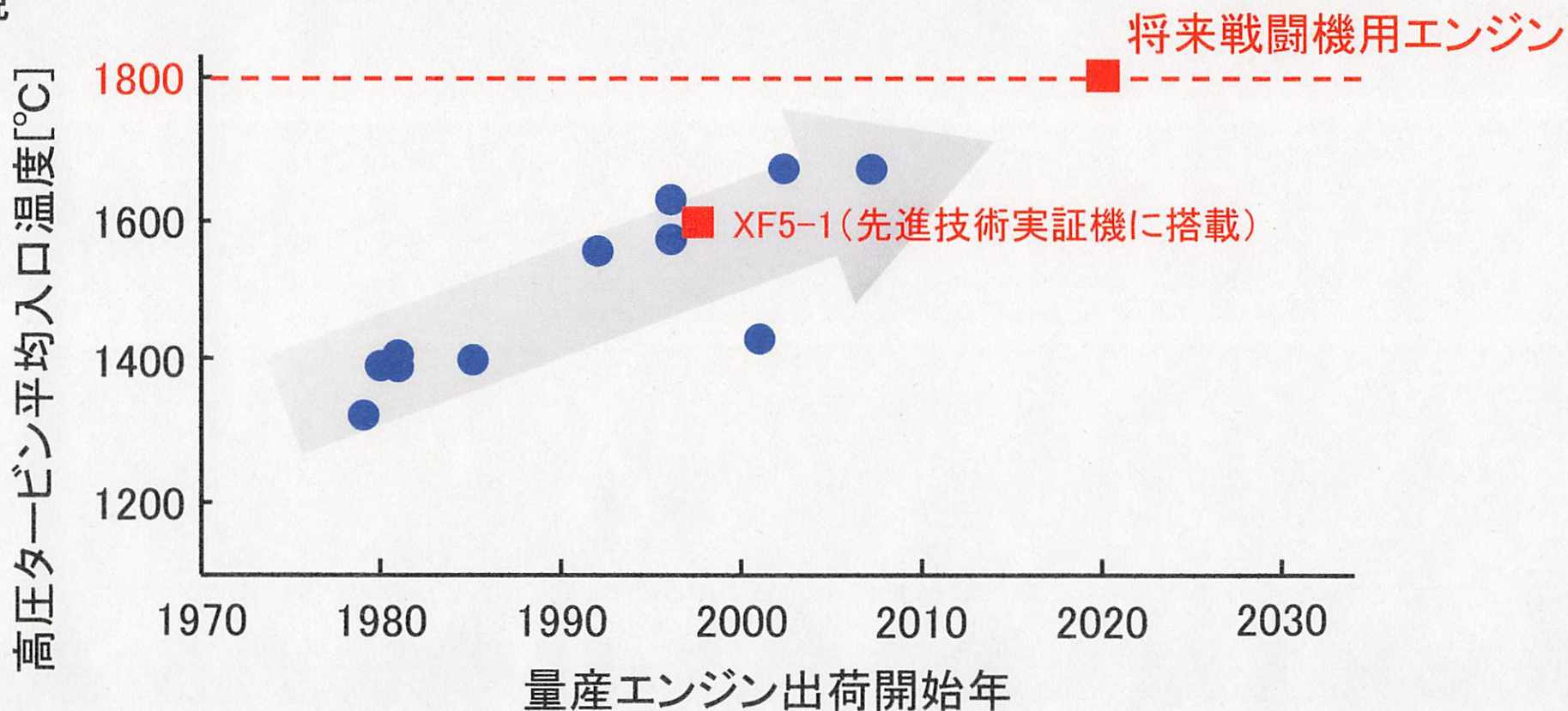
### 新耐熱材料



# 将来戦闘機用エンジンの研究

## 戦闘機用エンジン 温度比較

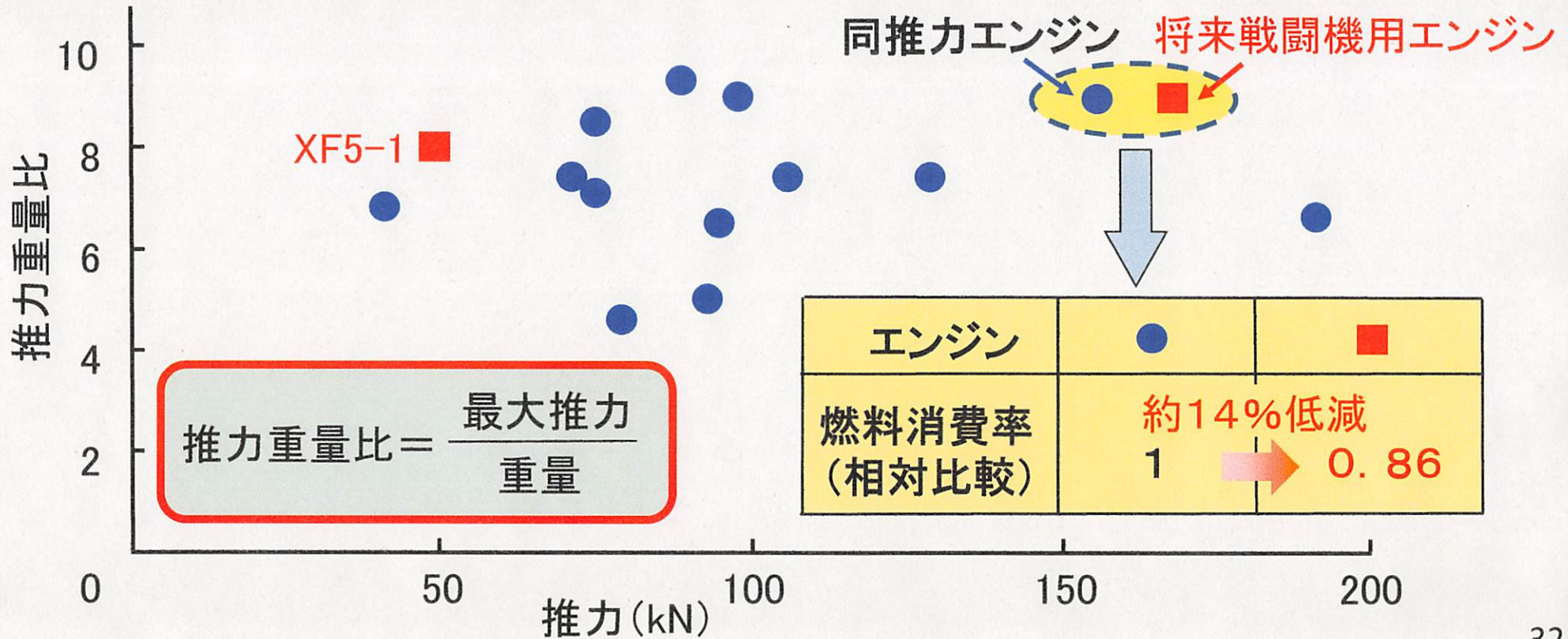
- **世界最高レベル**の高圧タービン平均入口温度により、効率的に大推力(ハイパワー化)を実現



# 将来戦闘機用エンジンの研究

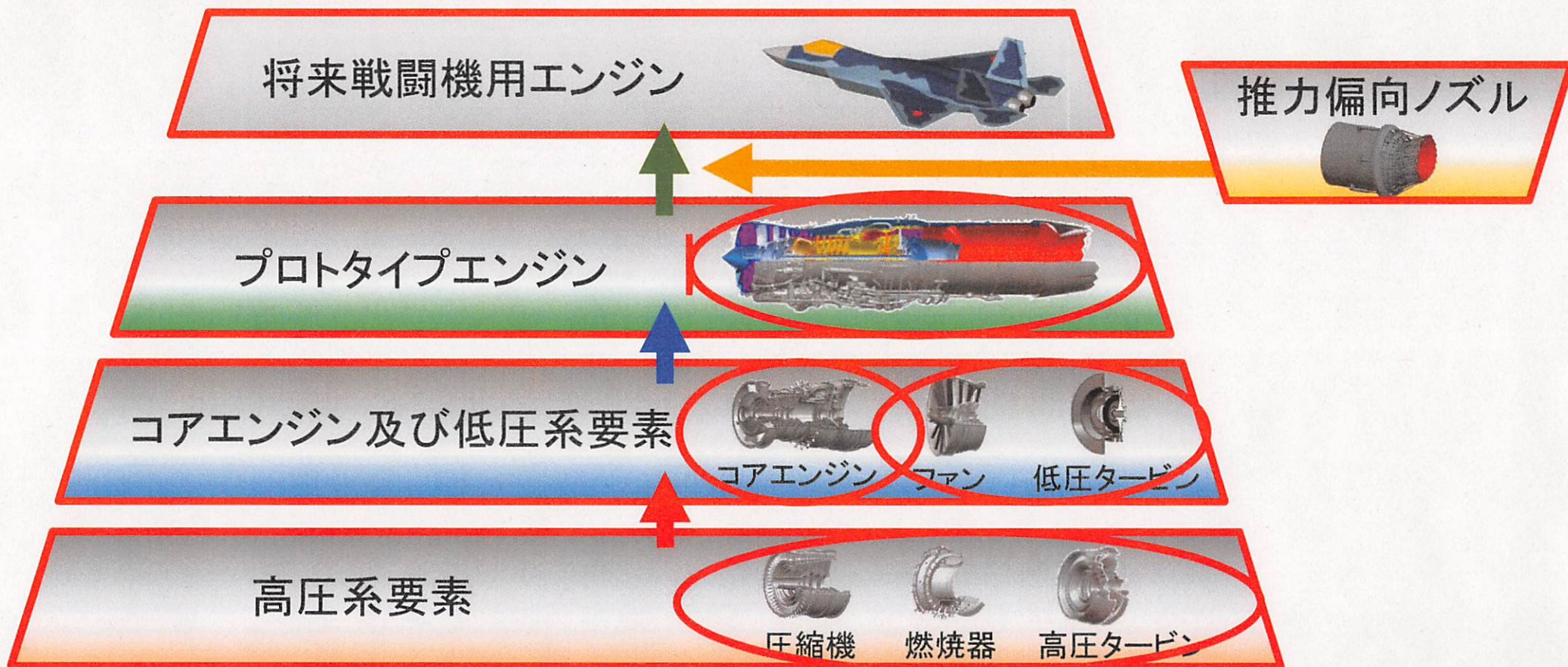
## 戦闘機用エンジン 推力重量比 比較

- 世界最高レベルの推力重量比により、ハイパワー化、スリム化を実現
- 同推力エンジンに比べ低燃料消費率



# 将来戦闘機用エンジンの研究

## 研究の進め方



# 説明の流れ

## 1. 無人化

- UAS技術

UAS : Unmanned Aerial Systems

## 2. 現有装備の機能・性能向上

- 戦闘機技術
- 誘導武器技術

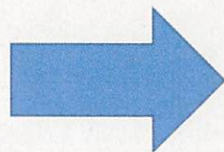
## 3. スマート化・ネットワーク化

- 探知技術

# 誘導武器技術の獲得に向けて航空装備研究所の取り組み

## 取り組みの方向

- ✓ 対処領域拡大
- ✓ 長射程・広覆域化
- ✓ 高精度誘導
- ✓ 小型化



弾道ミサイル等対処誘導弾の研究

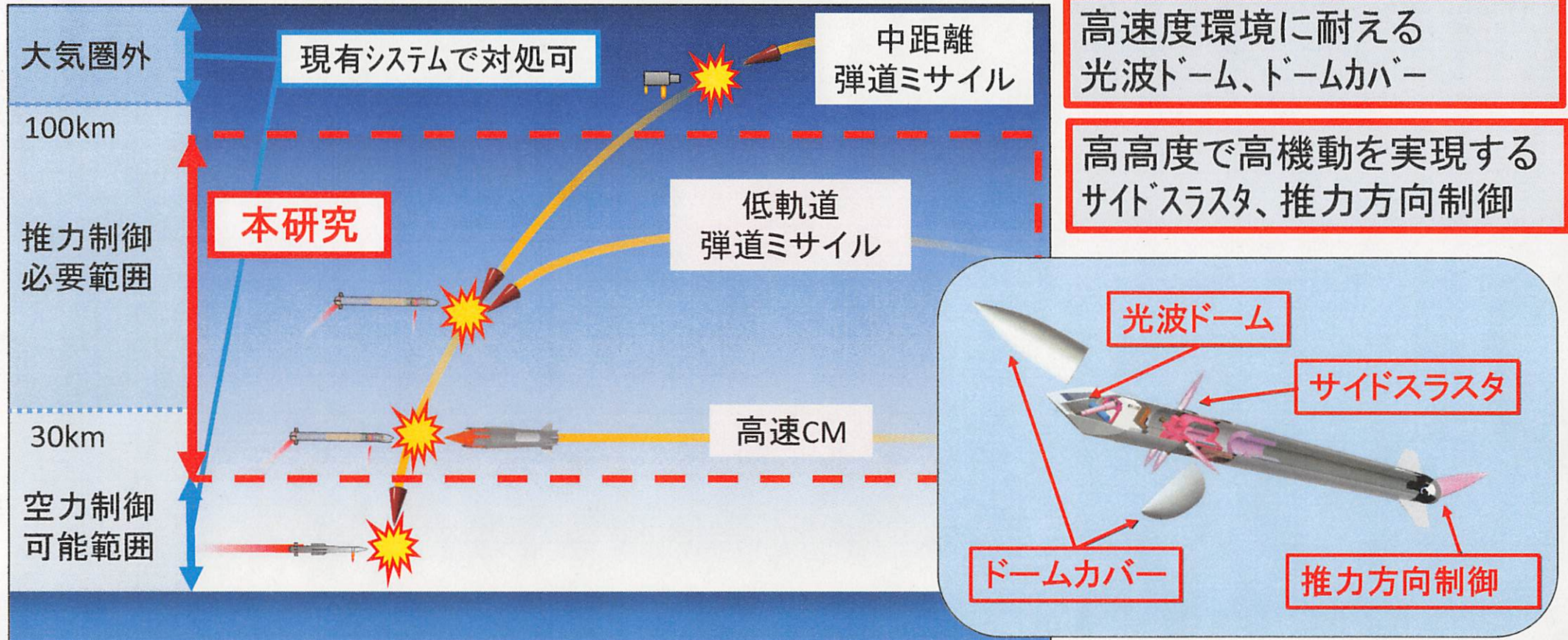
ステルス脅威対処誘導弾の研究

高性能ロケットモータの研究



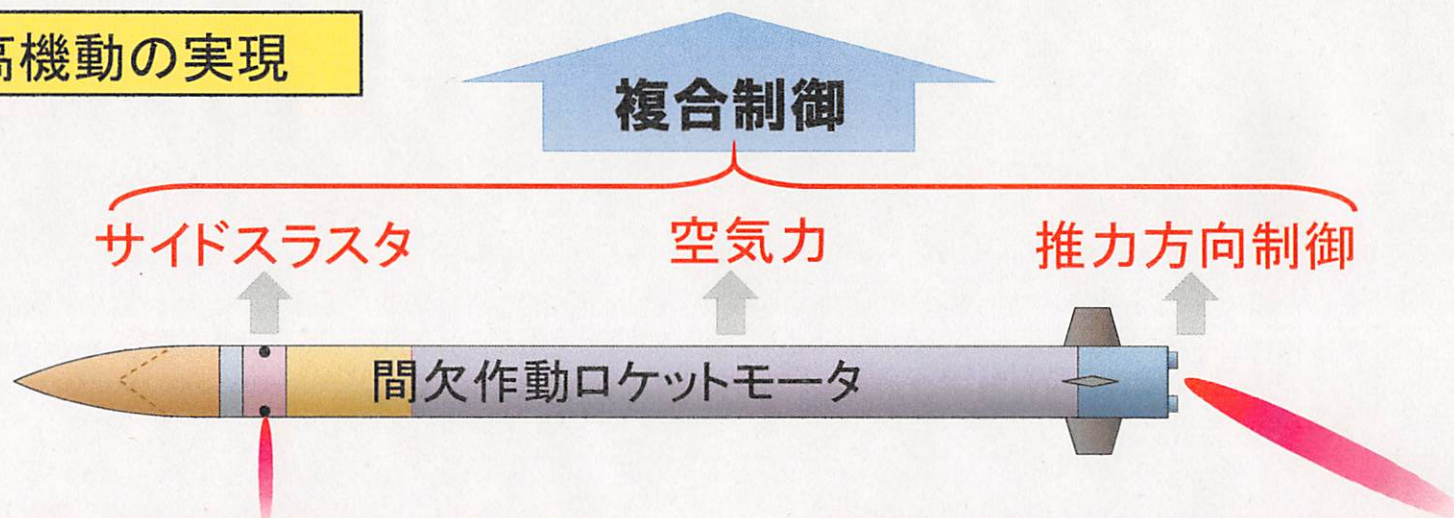
# 弾道ミサイル等対処誘導弾の研究

現有システムで対処できない領域で、弾道ミサイルや高速CMを撃破することにより、**広い防護域を確保**する誘導弾技術

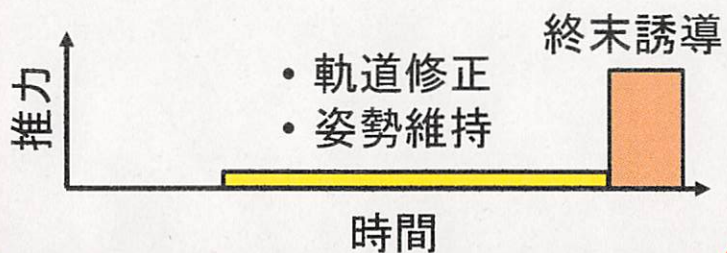


# 弾道ミサイル等対処誘導弾の研究

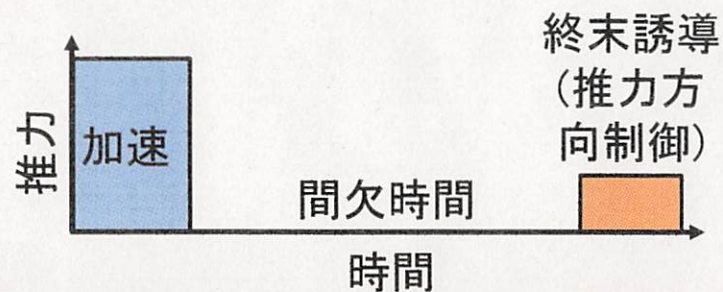
高高度での高機動の実現



長秒時、広推力範囲のサイドスラスタ

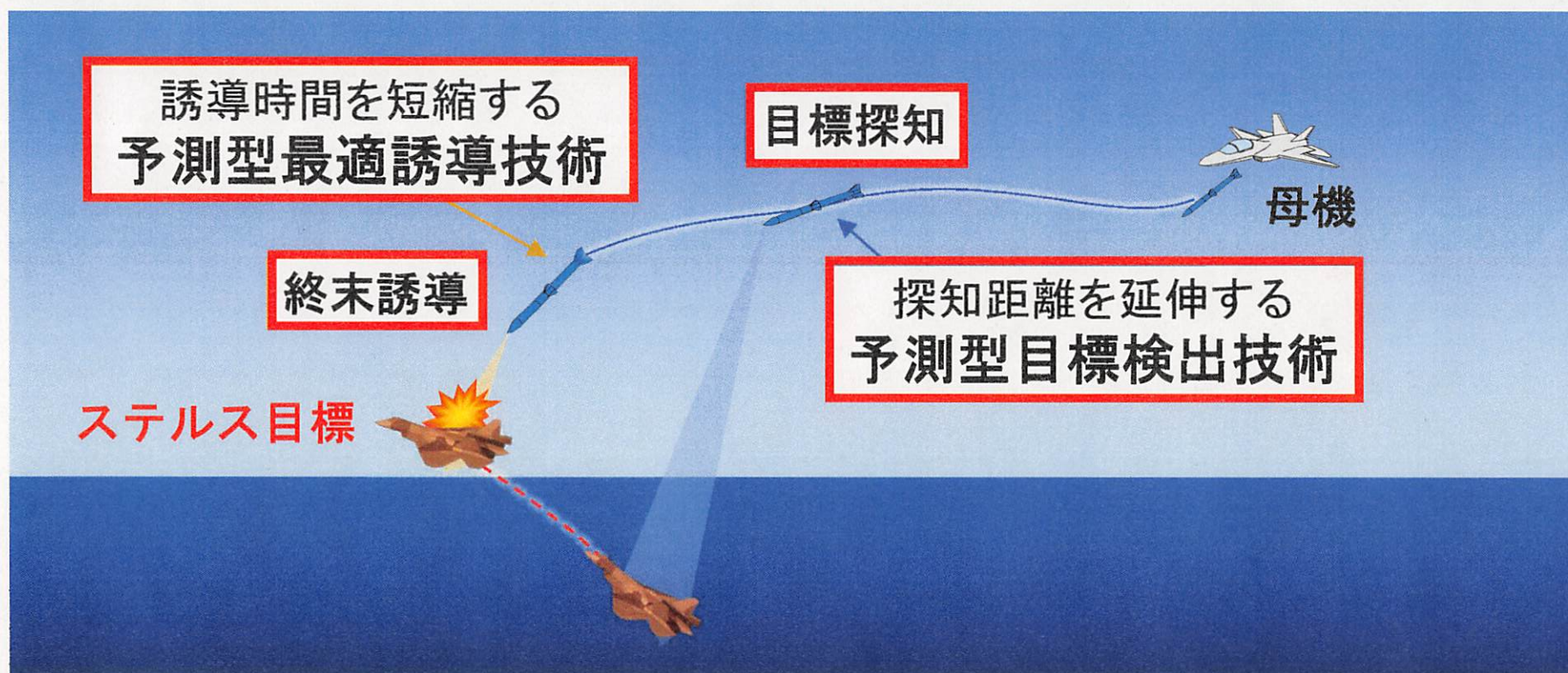


終末時の推力方向制御のための間欠作動ロケットモータ



# ステルス脅威対処誘導弾の研究

ステルス航空機／巡航ミサイルを早期に探知し、命中させる誘導技術の獲得



# ステルス脅威対処誘導弾の研究

## 予測型目標検知技術

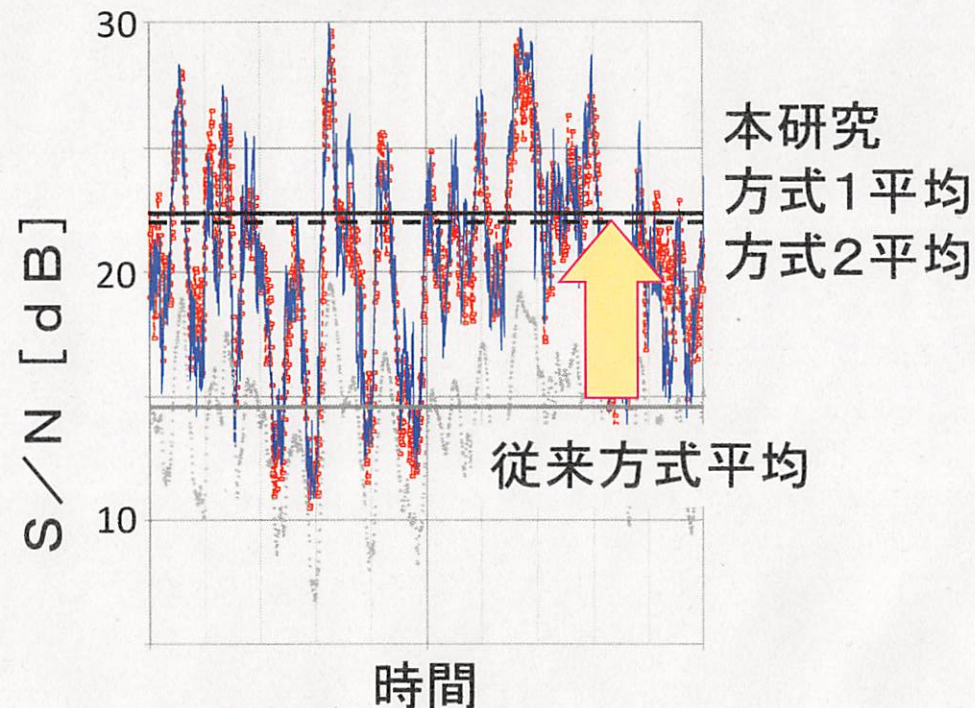
S/N改善による探知距離の延伸



確認試験(新島)

従来方式、本研究方式(2方式)  
についてデータを取得

## S/N改善度確認

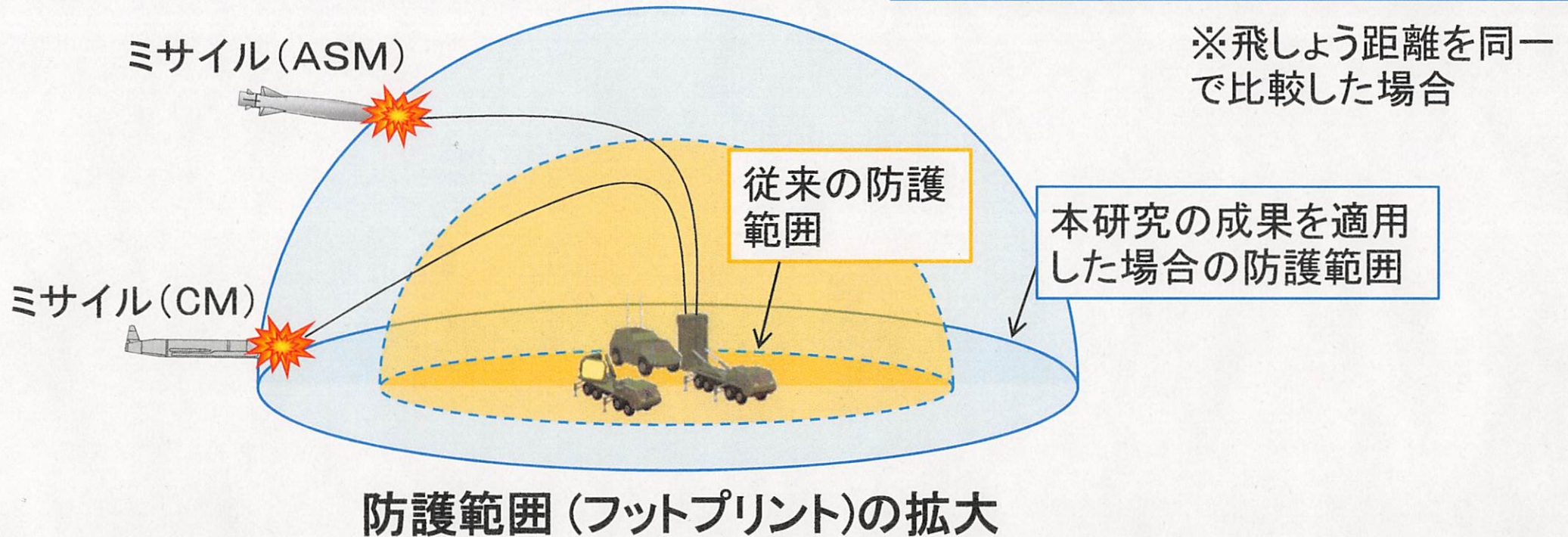


従来比+7 dB以上のS/N  
改善を確認

# 高性能ロケットモータの研究

固体ロケットモータの製造方法を根本的に変更し、飛しょう性能を大幅に向上させる技術

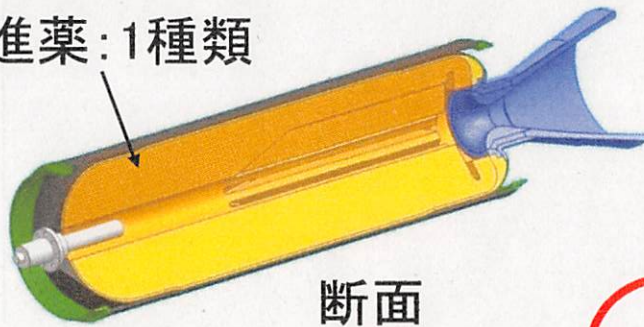
飛しょう距離: 約**1.6倍**延伸  
終末速度 : 約**1.5倍**増速 ※



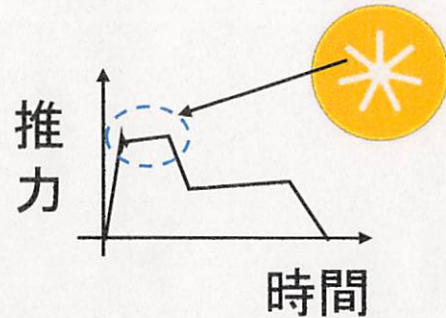
# 高性能ロケットモータの研究

## 従来のロケットモータ

推進薬: 1種類



断面



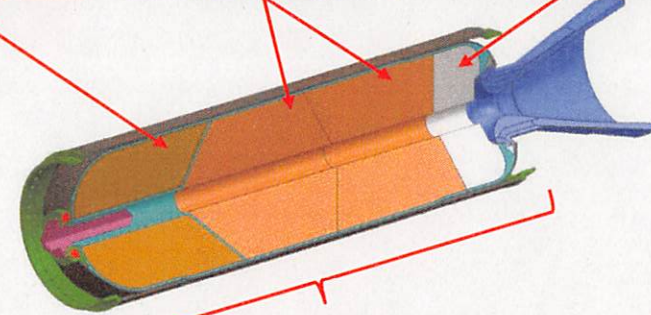
推力パターンが限定

## 本研究のロケットモータ

高燃焼速度  
推進薬

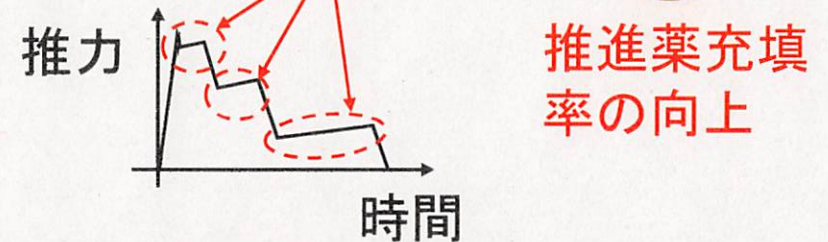
低燃焼速度  
推進薬

低燃焼温度  
推進薬



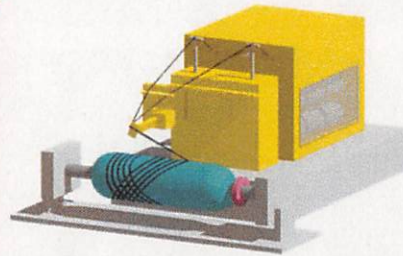
マルチセグメント

断面



推進薬充填率の向上

任意の推力パターン



推進薬を成形後に直接カーボン繊維を巻付ける

# 説明の流れ

## 1. 無人化

- UAS技術

UAS : Unmanned Aerial Systems

## 2. 現有装備の機能・性能向上

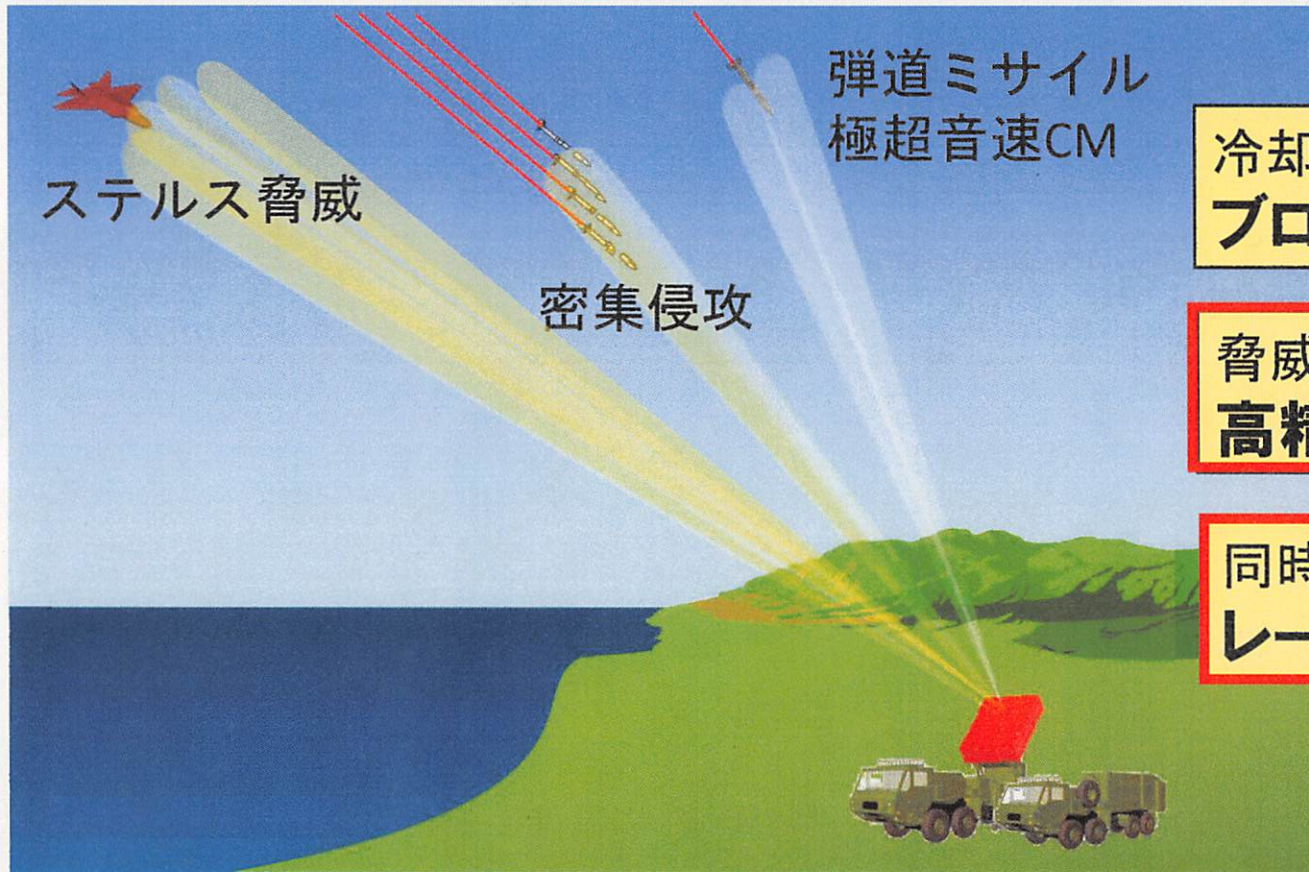
- 戦闘機技術
- 誘導武器技術

## 3. スマート化・ネットワーク化

- 探知技術

# 射撃用レーダの研究

ステルス機、弾道ミサイルや密集侵攻に対処するための射撃管制レーダ技術



冷却効率の向上を図る  
**ブロック型空中線技術**

脅威度判定、密集目標の機数判定  
**高精度標定技術**

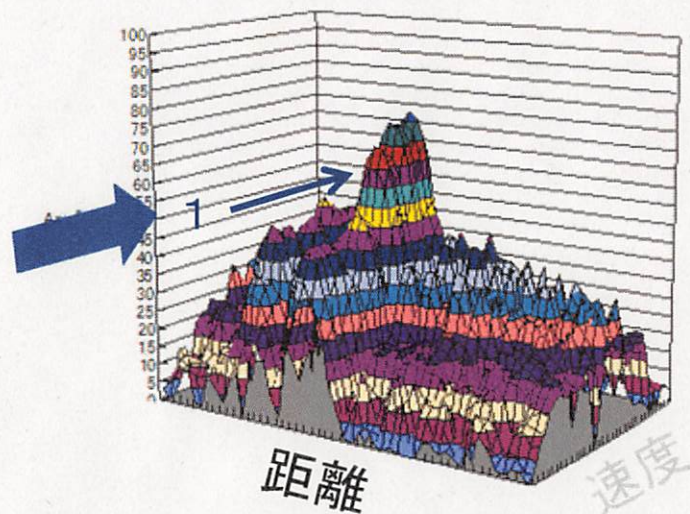
同時多数脅威に対処するための  
**レーダリソース最適配分技術**

# 射撃用レーダの研究

## 高精度標定技術

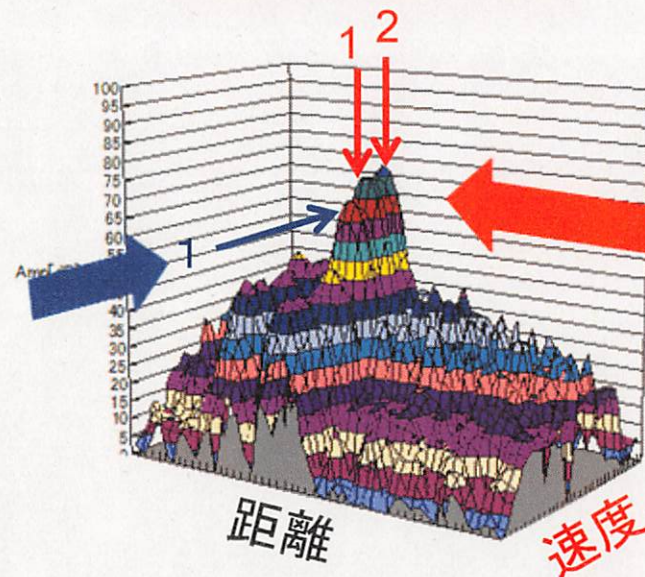
密集目標に対して、距離情報と速度情報により機数を判定

### 従来方式



距離だけでは、1機にしか見えない

### 本研究方式



速度も使うと2機に分離できる

# 射撃用レーダの研究

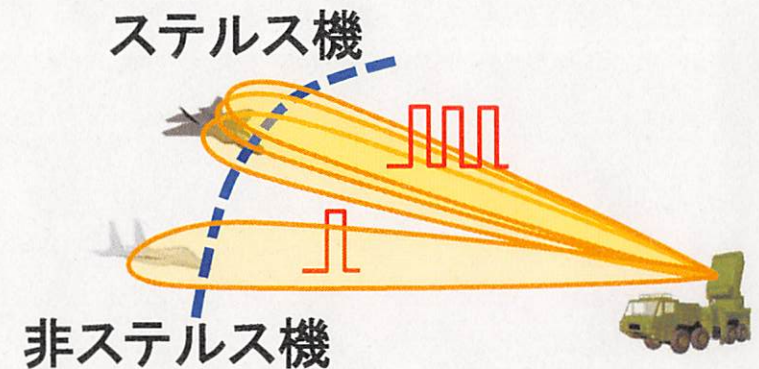
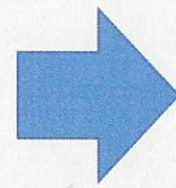
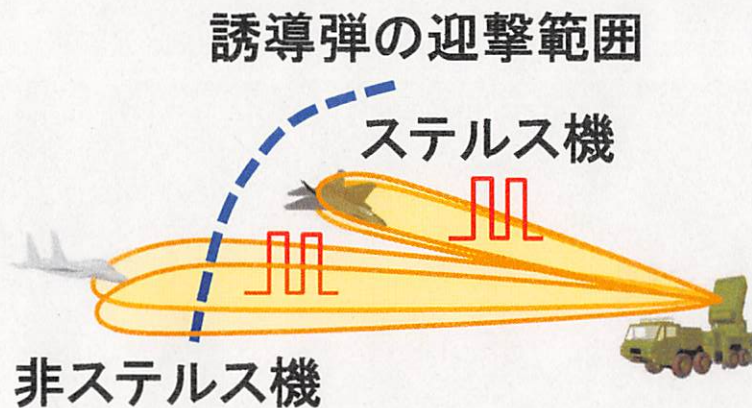
## レーダリソース最適配分技術

脅威度(ステルス、高速等)を測り、**レーダ・リソースを最適割当て**

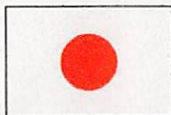
従来方式

脅威度を測り、非ステルス機  
へのリソースをステルス機へ  
配分

本研究方式



# 技術協力の推進



## 航空宇宙分野における研究協力



ヘリコプタの性能及び  
環境適合性向上技術

滞空型  
無人機技術

航空エンジン  
技術

極超音速飛行技術

航空装備  
研究所

デトネーションエンジン  
に関する研究

分散処理技術  
の研究

耐熱複合材料  
の研究



米軍

米国との研究交流

## 安全保障技術研究推進制度



国内大学・  
研究機関

極超音速複合サイクル  
エンジンの概念設計と  
性能の実験的検証

構造軽量化を目指した  
接着部の信頼性および  
強度向上に関する研究

# まとめ

## 最先端技術の獲得に向けた研究開発

航空装備研究所においては、将来装備技術として、

- ✓ UAS(遠距離見通し外運用型)技術
- ✓ 戦闘機技術
- ✓ 誘導武器技術

を中心に最先端技術の獲得に取り組んでいる。

## 今後の研究開発の取り組み

将来の技術的優越の獲得に向けて、

- ✓ UAS(戦闘型)技術
- ✓ 極超音速機技術
- ✓ 全域防空SOS (System of Systems)

等の研究に取り組む計画である。

UAS : Unmanned Aerial Systems  
(無人航空機システム)