

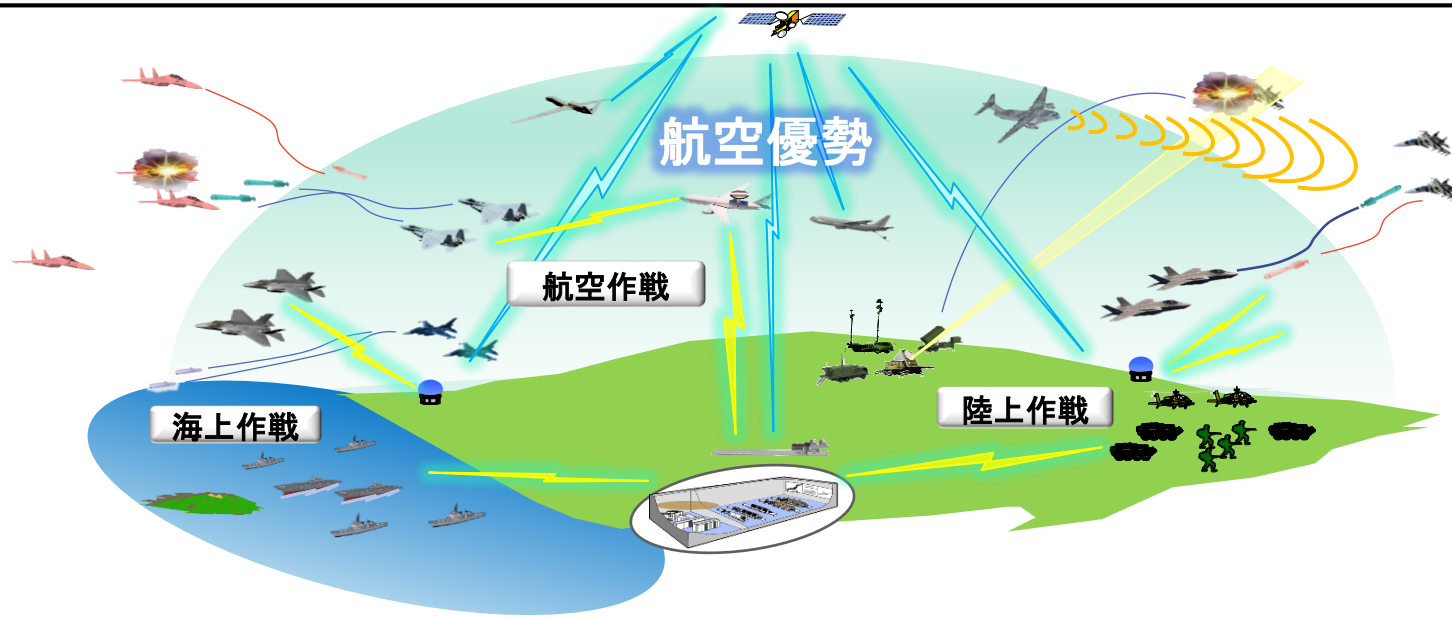
次期戦闘機の調達について



防 衛 省
令和 2 年 1 1 月 1 4 日

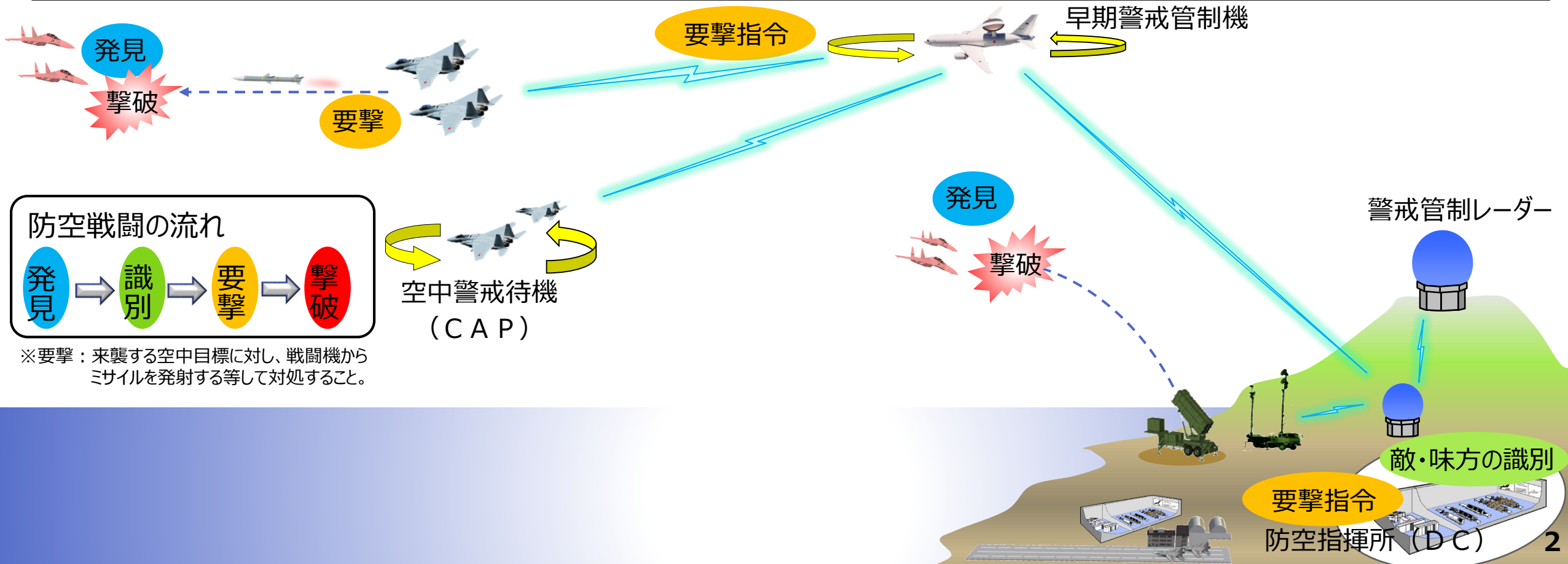
航空優勢と戦闘機の役割

- **「航空優勢」**とは、武力攻撃が発生した場合に、**味方の航空機が大規模な妨害を受けることなく諸作戦を遂行できる状態**のことであり、これを確保することにより、その空域下で**海上作戦や陸上作戦の効果的な遂行が可能**となる
- **仮に「航空優勢」を失えば**、敵の航空機やミサイルなどにより、飛行中の航空機はもとより、地上ミサイル部隊や航行中のイージス艦、さらには港湾や飛行場も攻撃を受け、**艦船や航空機の運用自体が困難**となる
- このように、**「航空優勢」**は我が国の防衛のための**諸作戦を実施する上での大前提**であり、我が国の防衛にとって**不可欠のいわば「公共財」としての性格を有する**
- このため、**戦闘機が我が国周辺空域に迅速に展開し、より遠方で、敵の航空機やミサイルによる航空攻撃に対処できる態勢を整える**ことが、**極めて重要**。このような戦闘機の重要性に鑑み、各国とも戦闘機の開発や購入に注力
- 上記のように、各種の防衛作戦にとって死活的に重要な、いわば「公共財」とも言うべき「航空優勢」の確保を完全に他国へ依存することは、作戦遂行のイニシアティブの喪失につながることを踏まえ、**我が国においても戦闘機製造基盤を確保**しつつ、主体的な我が国防衛を可能とする能力の高い戦闘機部隊の整備に注力

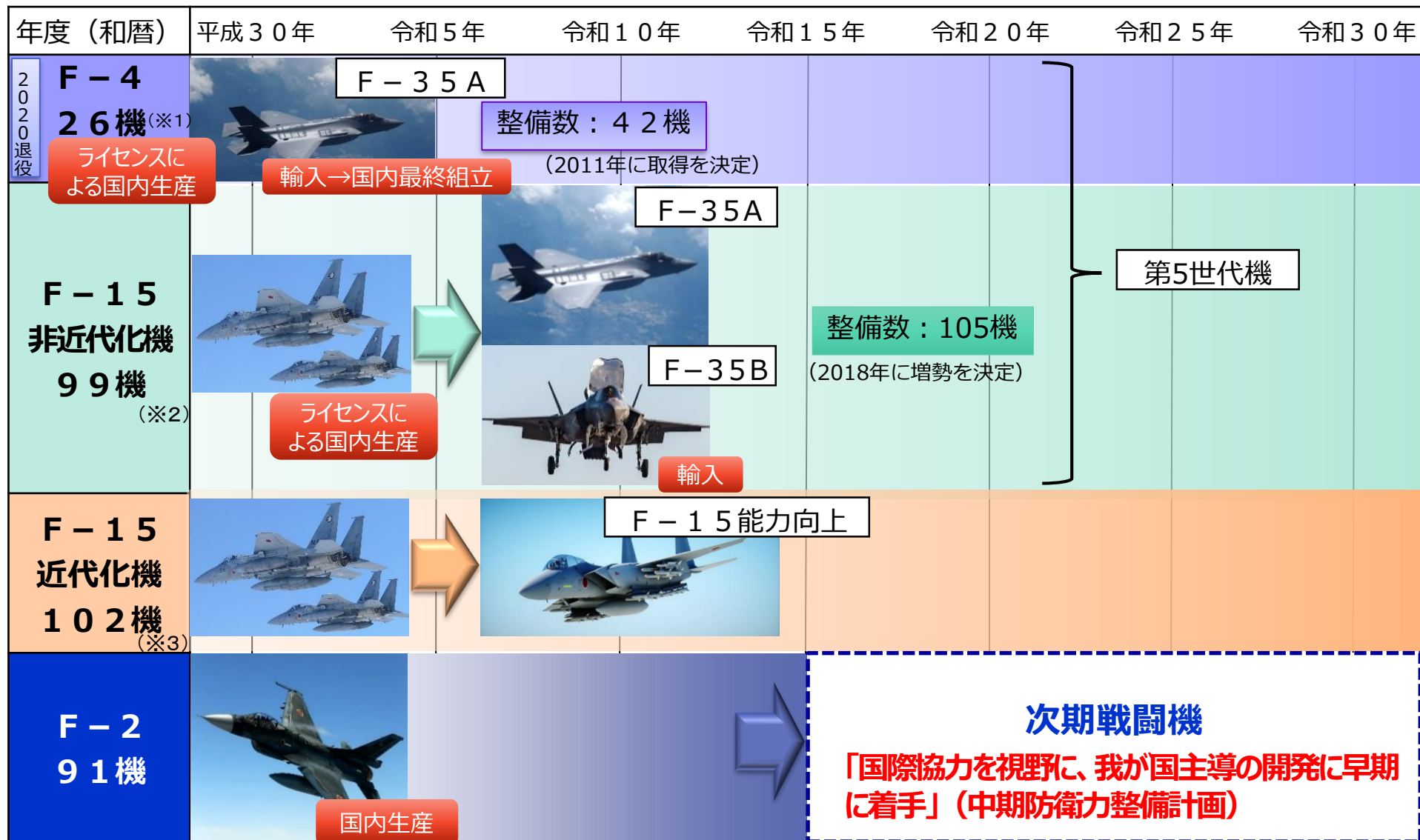


我が国の実施する防空作戦のイメージ

- **我が国に対する武力攻撃が発生した場合**に、自衛隊は防衛出動により対処
- 周囲を海に囲まれた我が国の地理的な特性などを踏まえると、まずは**航空機やミサイルによる急襲的な航空攻撃**が行われると考えられるが、航空自衛隊が主体となり、次のような流れで**防空作戦を実施**
 - ①侵入する航空機の発見：地上の警戒管制レーダーや早期警戒管制機により、我が国周辺の空域を常時監視
 - ②発見した航空機の識別：自動警戒管制システム（JADGE）などにより、発見した航空機が敵か味方かを識別
 - ③敵の航空機に対する要撃・撃破：**空中で待機する戦闘機**や地対空ミサイル部隊等により、敵の航空機を撃破



我が国の将来の戦闘機体系のイメージ



(※1) 各機種の保有機数は2019年度末時点 (※2) 近代化改修に適さない機体 (※3) 近代化改修を行っていない機体8機を含む (2020年3月末現在)

【各機種の開発形態】

F-4：米国開発

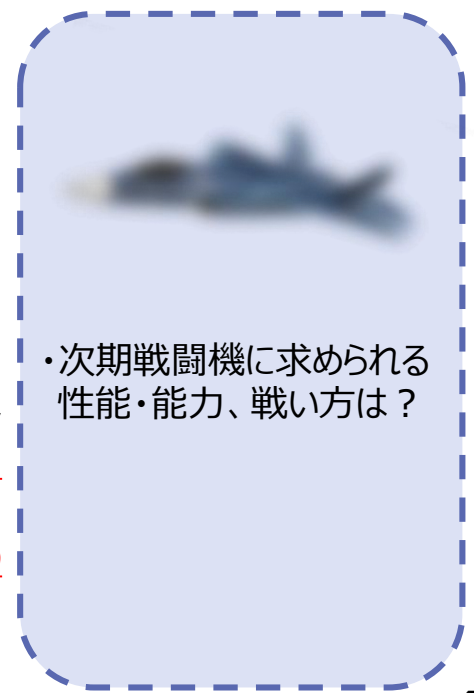
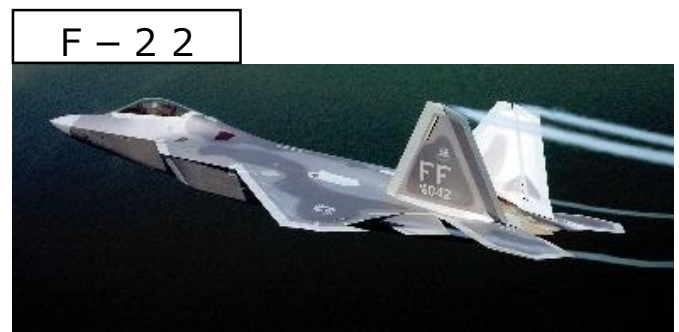
F-15：米国開発

F-2：日米共同開発

F-35：9カ国（米、英、伊、蘭、トルコ、豪、ルウェー、デンマーク、加）による国際共同開発

戦闘機の戦い方の変遷

- 戦闘機同士の戦い方（「空対空戦闘」）は、**ミサイル技術**や情報共有のための**ネットワーク技術**の進展などにより大きく変化
- 戦闘機同士が近距離（目視範囲内）で格闘戦を行う「ドッグ・ファイト」から、**目視できない遠方からミサイルを発射・回避**し合う戦い方が主流になった後、現在は、**ステルス性による秘匿**と**多数の高精度なセンサーからの情報の融合**が重要
- 世代の違う戦闘機間での戦闘では、**新世代機が圧倒的に優位**
（F-22（第5世代機）は、旧世代機に対し、108対0の撃墜率を記録）



- 機関砲や短射程のミサイルによる**目視範囲内での戦闘**が主体
- 命中率を上げるためには、機動性が最も重要な性能

- **長射程のレーダーとミサイルの登場により目視範囲外での戦闘**が主体に
- **通信ネットワークの発展**により、敵・味方の位置情報等の共有が可能になり、より組織的な戦闘が可能に

- 相手に見つかりにくい形状の機体**（ステルス機）**
- 高速コンピューターによる多数の高精度なセンサーからの情報の融合（**飛躍的な状況認識能力の向上**）
- **ステルス性がなく、センサーの劣る旧世代機との戦闘では、圧倒的に優位**

（※）戦闘機の世代区分に明確な定義はなく、上記は便宜上区分を整理したもの

戦闘機の運用基盤の必要性

- 戦闘機については、①適時・適切な改修・能力向上、②高い可動率の確保及び即応性の向上等の観点から、国内に基盤を保持しておくことが必要

① 適時・適切な改修・能力向上

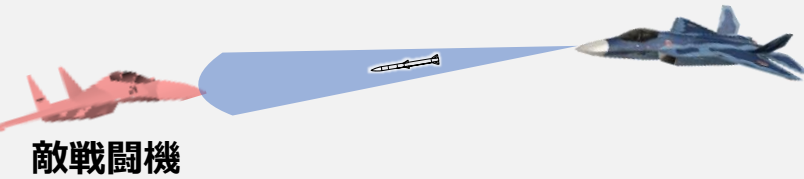
- 安全保障環境の変化に対応し、**将来の脅威に対しても常に一線級の能力を発揮**するためには、適時・適切な改修・能力向上が必要であり、このための国内基盤を確保する必要
- 過去、国産中距離空対空ミサイル（AAM-4）のF-2への搭載やその能力発揮に必要なレーダーの改修にあたっては、国内企業の技術に依存
- 今後、更なるネットワーク技術等の進化が見込まれる中、**一層、国内における適時・適切な改修・能力向上を可能とする基盤を確保する必要**

② 高い可動率及び即応性の確保

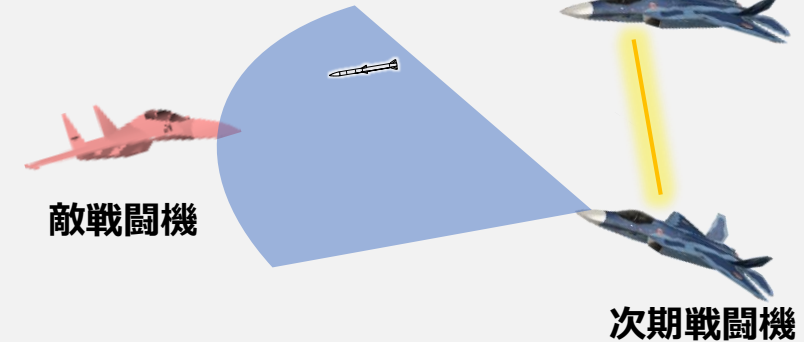
- 限られた戦闘機数で質・量ともに充実した敵に対応するためには、空対空戦闘を担う戦闘機においても、高い可動率と即応性を確保することが必要であり、**運用中に生ずる各種不具合等に迅速な対応ができる修理・整備基盤**が必要
- **国内に基盤がない場合**には、例えば、**修理・整備を行うために戦闘機を海外に輸送する時間を要する**ほか、**補用品のタイムリーな供給が受けられなくなる**恐れ
- 例えば、一般に米国で修理を実施する場合には、輸送や通関のため往復数か月を要する。特に有事においては、こうした遅れは自衛隊の運用に支障を生じる恐れ
- 過去、F-4のキャノピー脱落が連続した際には、国内企業の技術を活かし、独自にロック機構を改善し、不時落下の対策に成功

次期戦闘機のコセプト

現在の空対空戦闘のイメージ



将来の空対空戦闘のイメージ (クラウド・シューティング)



将来の戦闘機に求められる能力

量に勝る敵に対する高度ネットワーク戦闘

- ・これまでになく大容量高速ネットワークを駆使
- ・僚機が探知した敵戦闘機の位置情報等に基づき戦闘
- ・技術の進展に応じ、無人機とも連携
- ・米軍とも連携したネットワーク戦闘を実現

優れたステルス性

- ・機体形状の工夫
- ・ミサイルの内装化等

高度なセンシング技術

- ・ハイパワー・レーダー
- ・高性能な赤外線センサ等

(↑第5世代機にも備わっている能力)

➡ 現在、このような戦い方を可能とする戦闘機は存在しない

改修の自由度・将来の拡張性

- 将来の脅威や技術の進展にも柔軟に対応できる**十分な拡張性**と我が国の主体的判断で改修・能力向上ができる**改修の自由度**を確保 (例:**オープン・システム・アーキテクチャ**の適用による、レーダー等電子機器のソフトウェアの規格化)

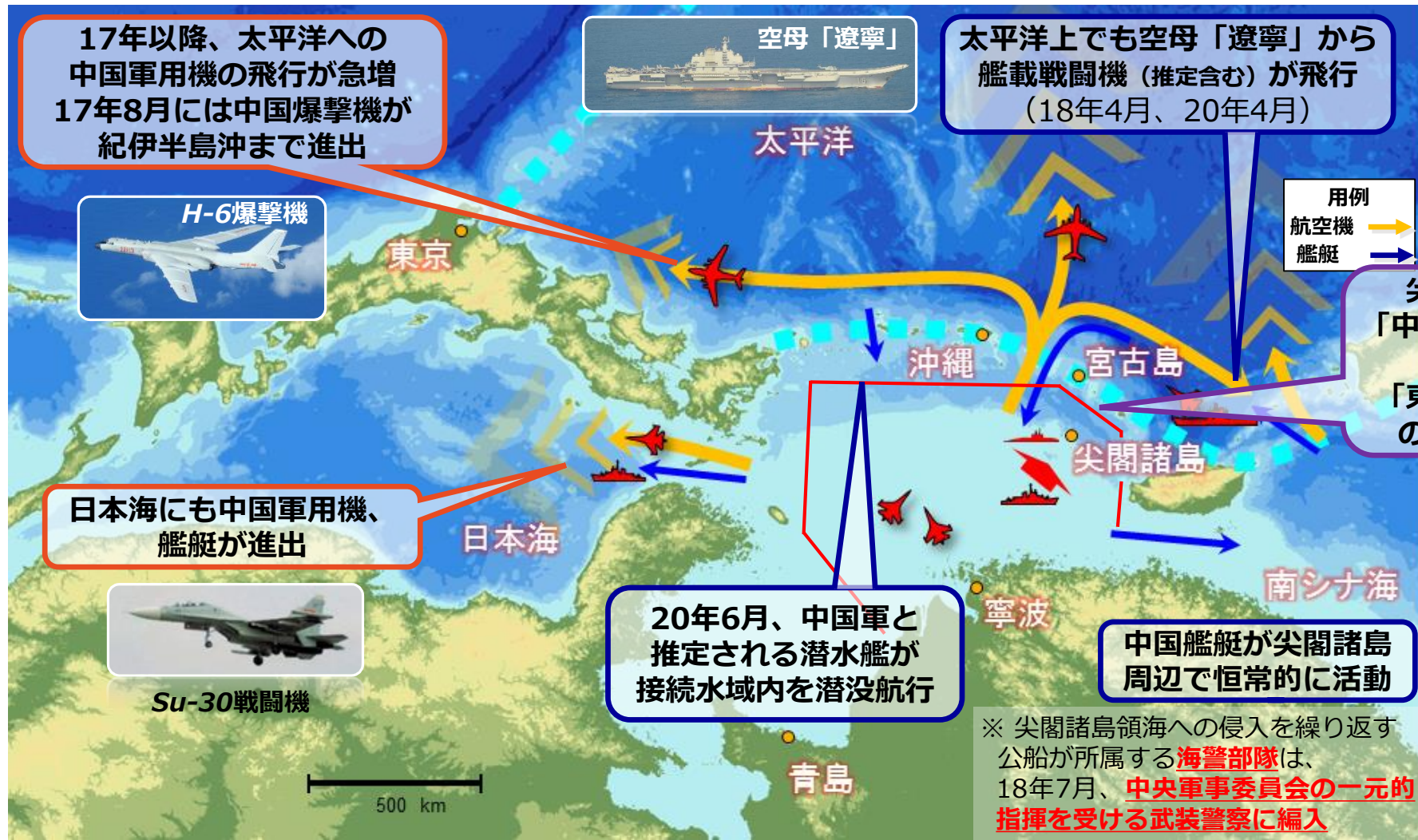
国内維持整備基盤の確保

- (1)適時・適切な改修・能力向上、(2)高い可動率の確保及び即応性の向上等の観点から、国内に基盤を保持しておくことが必要

我が国を取り巻く安全保障環境

- 我が国周辺においては、**質・量に優れた軍事力が集中**し、軍事活動の活発化が顕著
→ 脅威を抑止し、**万一の場合には脅威を排除できる防衛力の強化が必要**。周辺国や同盟国に誤ったメッセージとならぬよう、**現実の安全保障環境に向き合った防衛力整備が急務**

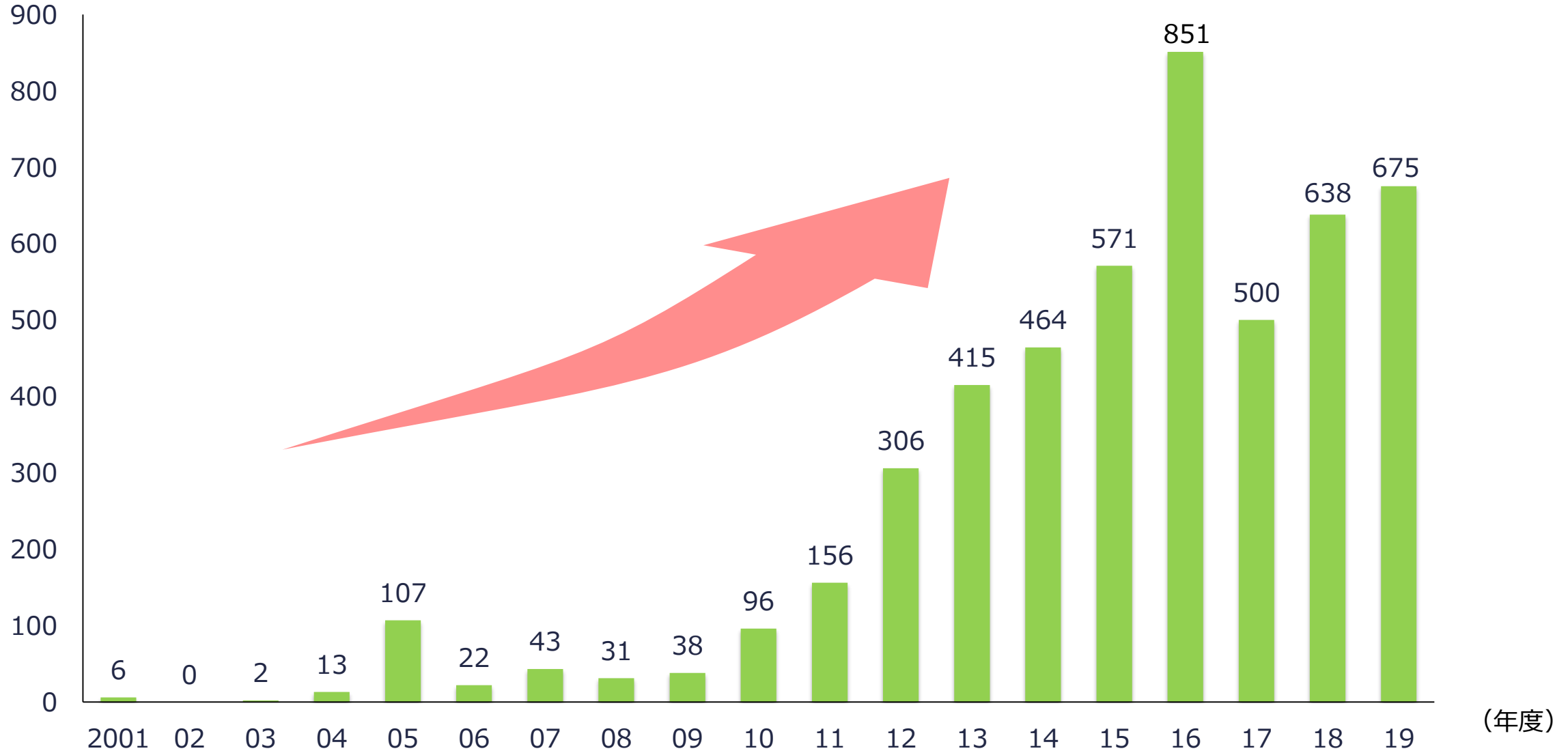
＜我が国周辺海空域で新たに発生している中国軍の動向＞



中国軍機に対するスクランブル

(回数)

＜中国軍機に対する自衛隊の緊急発進回数の増加＞



中国の国防政策・国防費

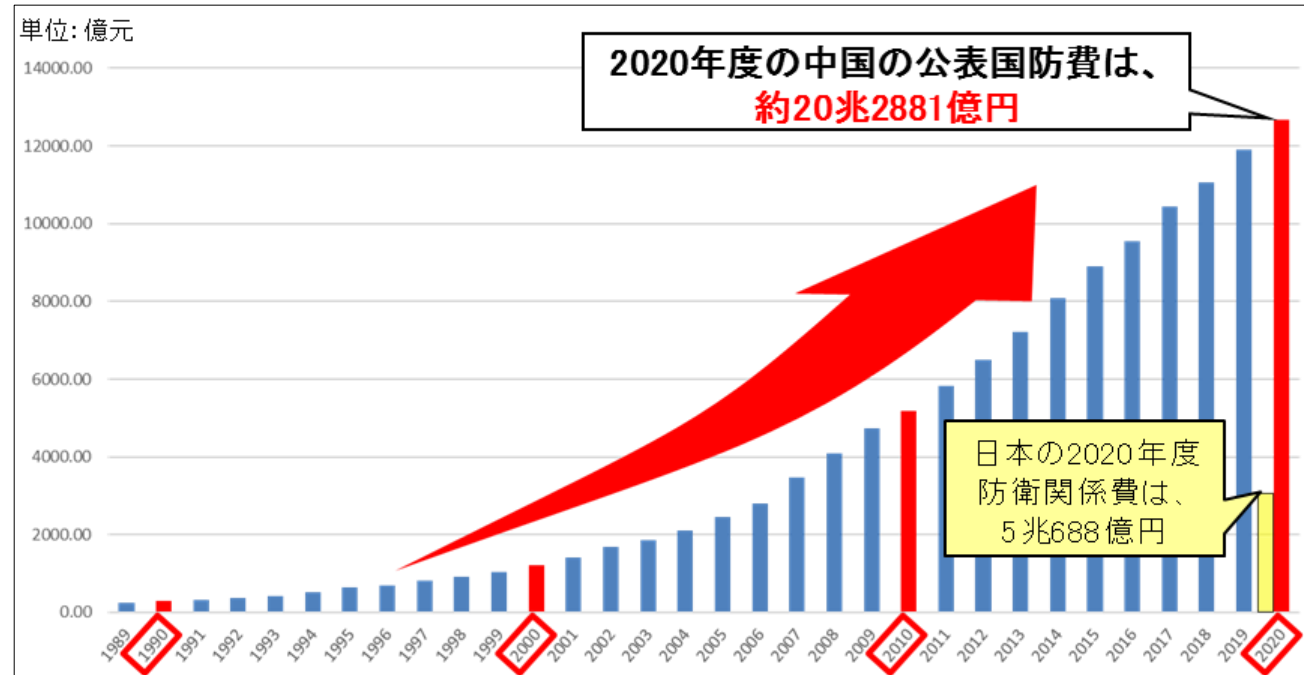
<三段階発展戦略（06、08年「国防白書」）>

- 第1段階（～2010年）：堅実な基礎を築く
- 第2段階（～2020年）：機械化を実現、情報化建設で大きな進展
- 第3段階（～2050年）：国防と軍近代化の目標を基本的に実現

<習氏の示した近代化の新たなマイルストーン（第19回党大会（17年10月））>

- ～2020年：機械化を実現、情報化建設で大きな進展、戦略的能力の大きな向上
- ～2035年：国防と軍隊の近代化の基本的実現
- ～21世紀中葉（2050年頃）：世界一流の軍隊を建設

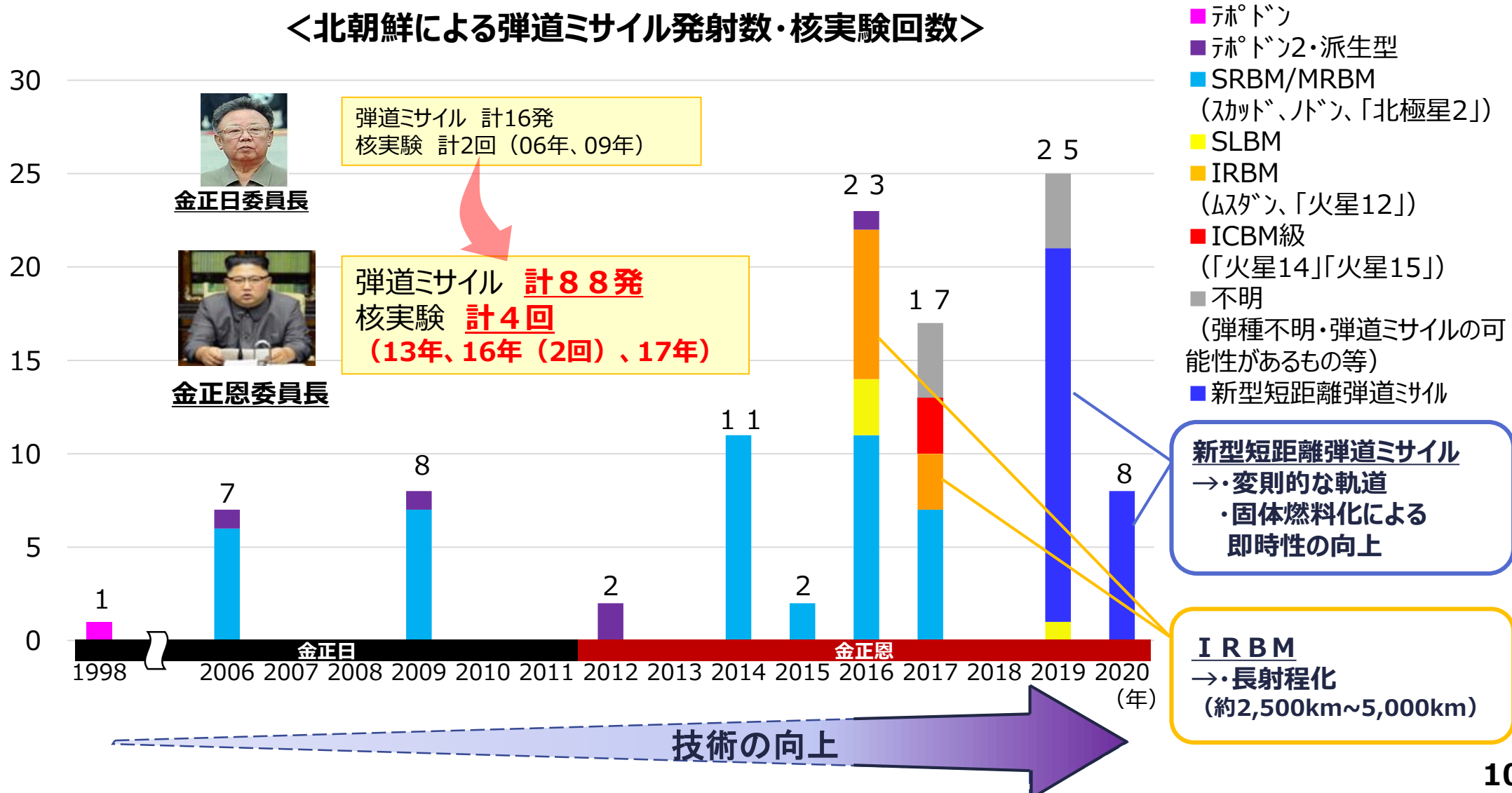
<中国の国防費の増加>



北朝鮮による核兵器・弾道ミサイル開発

- 北朝鮮は、**過去6回の核実験**を実施し、極めて早いスピードで**弾道ミサイル開発を継続的に実施**
- 北朝鮮の軍事動向は、我が国の安全に対する重大かつ差し迫った脅威

＜北朝鮮による弾道ミサイル発射数・核実験回数＞



我が国周辺におけるロシアによる活発な軍事活動

- **依然として、核戦力や新型の装備を含む相当規模の戦力が存在**
- 2019年度は **3回にわたって領空侵犯**を行うなど、**我が国周辺での軍事活動を活発化**させる傾向
- 2019年7月に日本海から東シナ海にかけて、露中両国の爆撃機による初の共同哨戒飛行を実施するなど、**近年は中国との軍事協力も進展**

極東ロシアの航空戦力（例）



Su-35戦闘機

極東には2014年以降配備
2018年9月、対領空侵犯措置により初確認



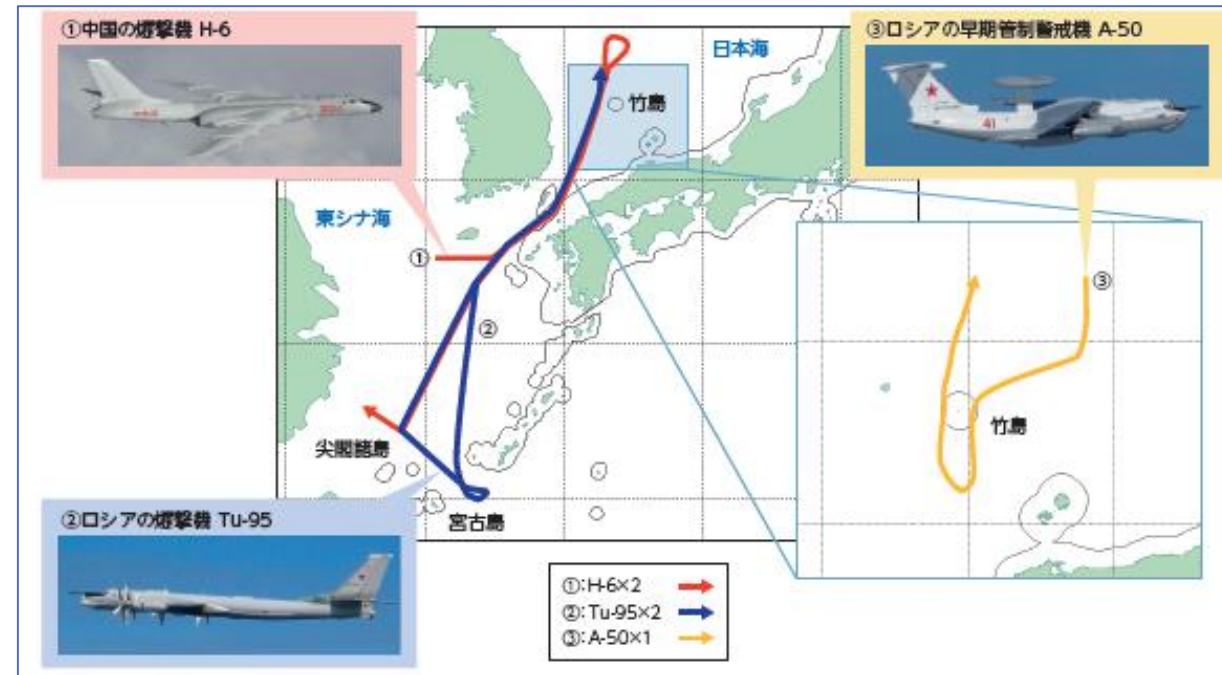
Su-34戦闘爆撃機

極東には2016年以降配備
2020年2月、対領空侵犯措置により初確認

長距離爆撃機、哨戒機による 日本周回飛行等



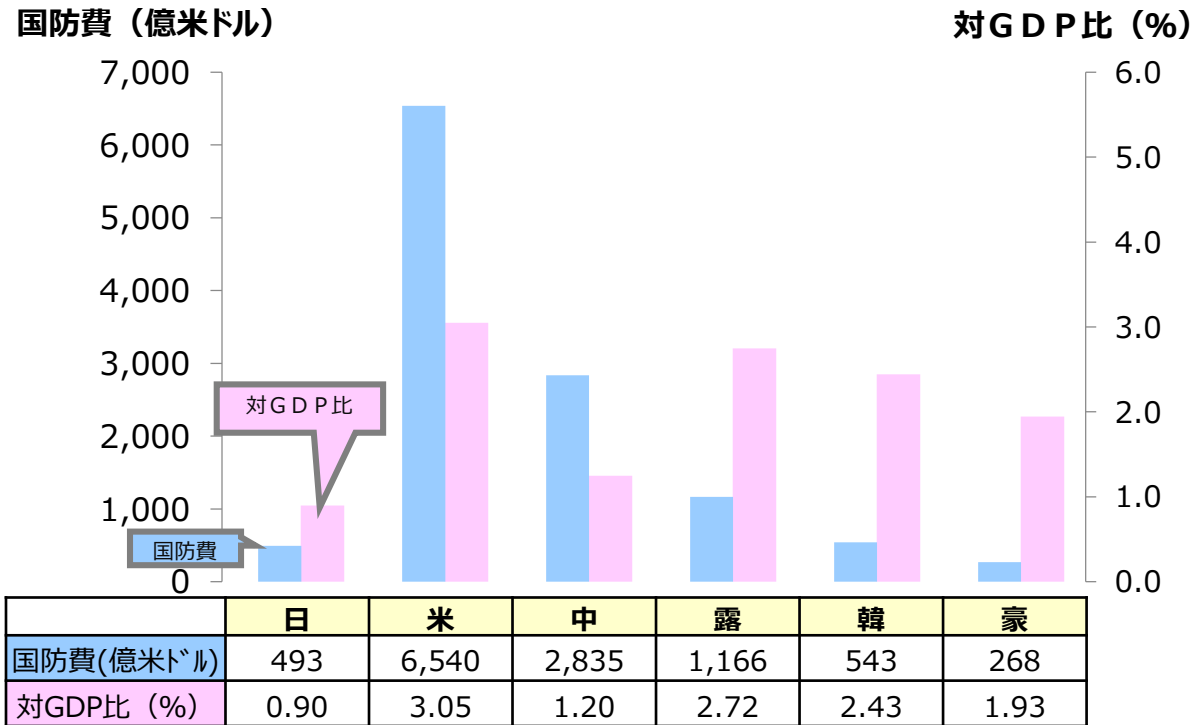
初の露中共同哨戒飛行（2019年7月）



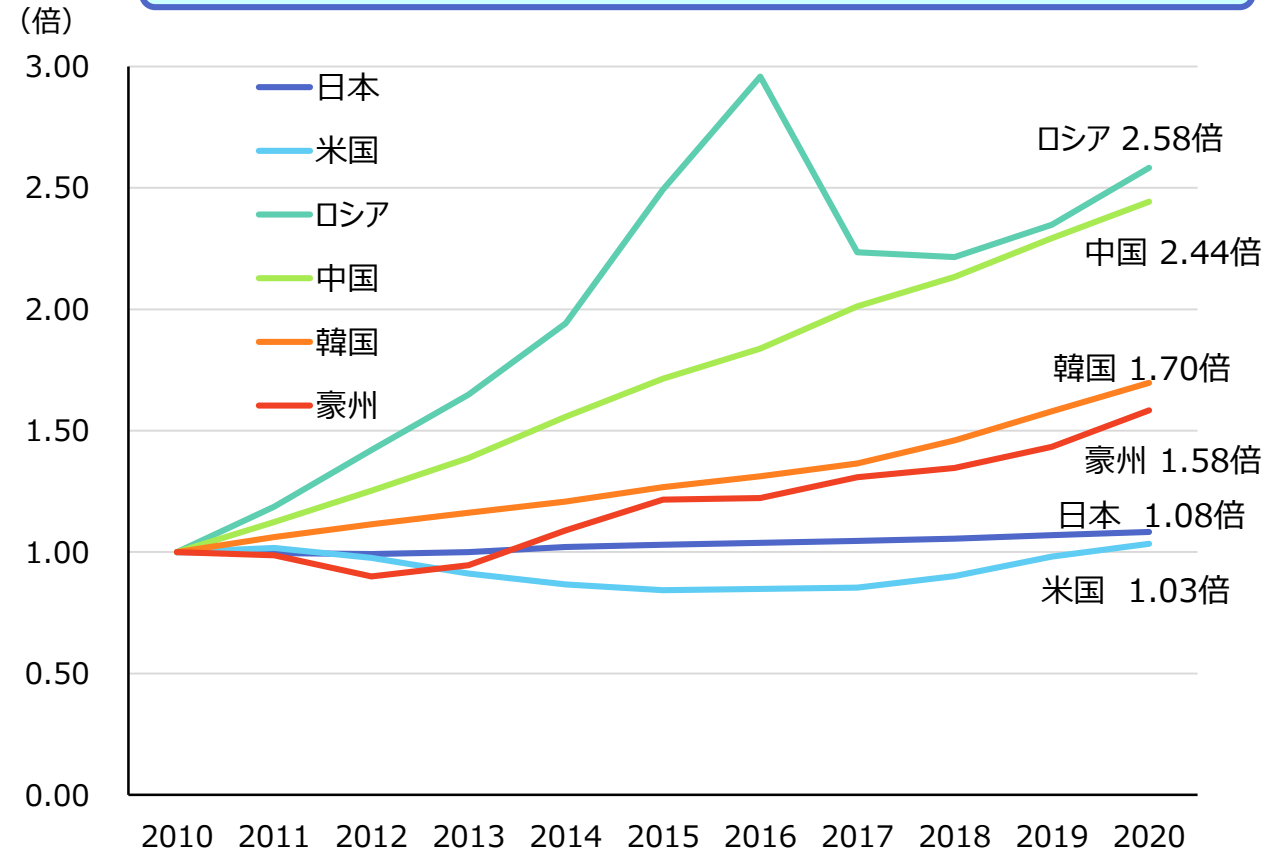
現在の安全保障環境の背景（各国の国防費）

- **我が国周辺国は高い伸び率で国防費を増加**
- 我が国防衛関係費も、平成25年度から令和2年度まで8年連続で増加しているものの、周辺国と比較して**対GDP比は最低**

主要国の国防費（2019年度）



最近10年間における主要国の国防費の変化



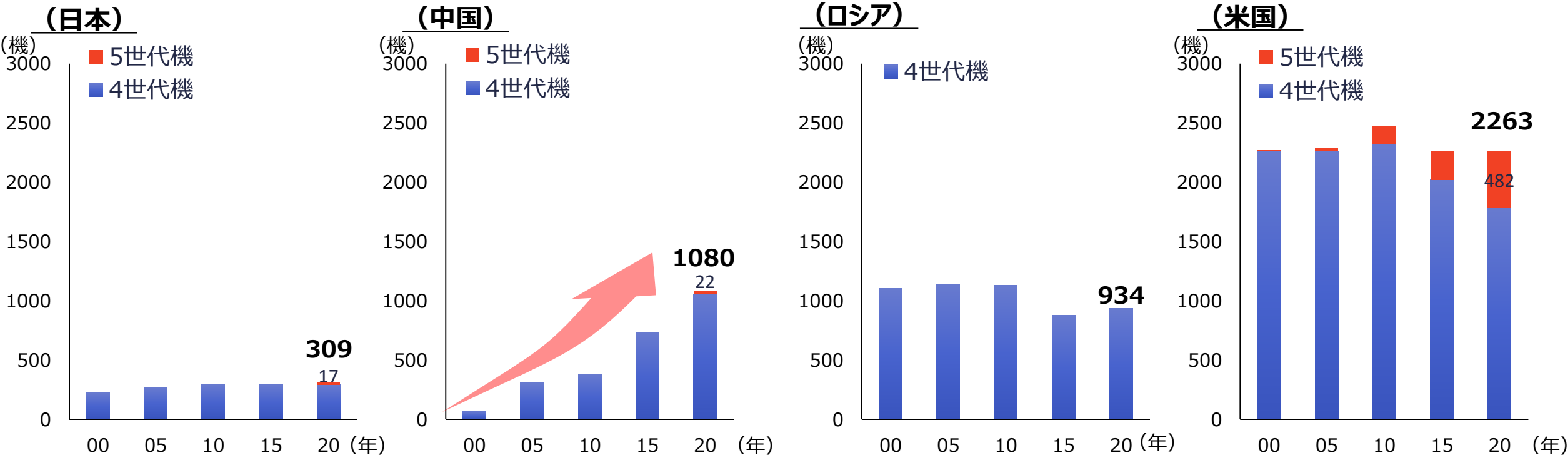
(注) 各国毎に、2010年度の公表国防費を1とした場合の、2011年度以降の各年の公表国防費との比率（小数点第3位を四捨五入）をグラフにしたもの。

- 国防費については、各国発表の国防費を基に、2019年購買力平価（OECD発表値：20年10月時点）を用いてドル換算。
「1ドル=101.473948円=4.197772元=25.700854ルーブル=860.213997ウォン=1.439811豪ドル」
- 対GDP比については、各国発表の国防費（現地通貨）を基に、IMF発表のGDP値（現地通貨）を用いて試算。
- NATO公表国防費（退役軍人への年金等が含まれる）は各国発表の国防費と異なることがあるため、NATO公表値による対GDP比は、各国発表の国防費を基に試算したGDP比とは必ずしも一致しない。
- IMFによるGDPの値は2020年10月公表値。

我が国周辺の戦闘機開発及び配備

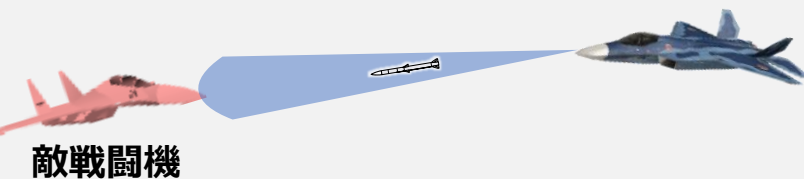
- 中国は、最新鋭の第4・第5世代戦闘機（Su-35、J-10、J-20）の配備数を急拡大。最新型の第5世代機であるJ-31の開発も継続。**国防費の高い伸び率が続く場合の第4・第5世代機の増加ペースに注視が必要**
- ロシアは、最新鋭第4世代機のSu-35の導入・配備に加え、**第5世代機Su-57の開発**を推進。Su-57と連携して飛行する**大型攻撃用無人機「オホートニク」も開発中**
- 米国は**世界に先駆け第5世代機（F-22、F-35）を開発・配備**。保有する戦闘機に占める第5世代機の数が増加

第4世代・第5世代戦闘機の保有数の推移

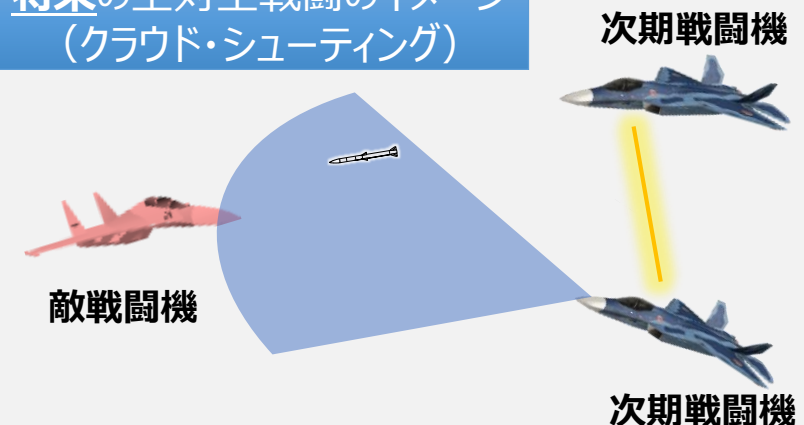


次期戦闘機コンセプト（再掲）

現在の空対空戦闘のイメージ



将来の空対空戦闘のイメージ (クラウド・シューティング)



将来の戦闘機に求められる能力

量に勝る敵に対する高度ネットワーク戦闘

- ・これまでになく大容量高速ネットワークを駆使
- ・僚機が探知した敵戦闘機の位置情報等に基づき戦闘
- ・技術の進展に応じ、無人機とも連携
- ・米軍とも連携したネットワーク戦闘を実現

優れたステルス性

- ・機体形状の工夫
- ・ミサイルの内装化等

高度なセンシング技術

- ・ハイパワー・レーダー
- ・高性能な赤外線センサ等

(↑第5世代機にも備わっている能力)

➡ 現在、このような戦い方を可能とする戦闘機は存在しない

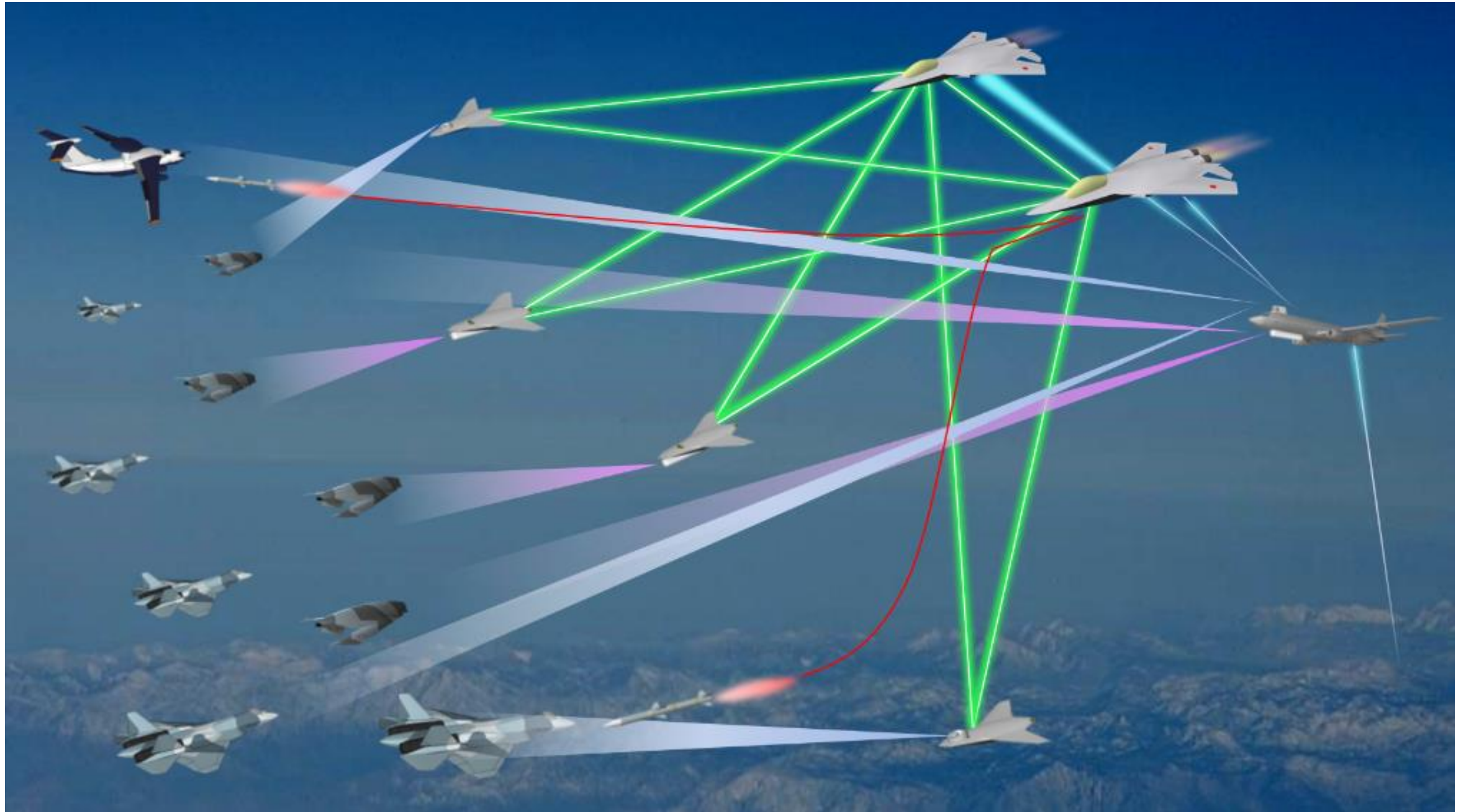
改修の自由度・将来の拡張性

- 将来の脅威や技術の進展にも柔軟に対応できる **十分な拡張性** と我が国の主体的判断で改修・能力向上ができる **改修の自由度** を確保 (例: **オープン・システム・アーキテクチャ** の適用による、レーダー等電子機器のソフトウェアの規格化)

国内維持整備基盤の確保

- (1) 適時・適切な改修・能力向上、(2) 高い可動率の確保及び即応性の向上等の観点から、国内に基盤を保持しておくことが必要

クラウド・シューティング (イメージ)



參考資料

過去の戦闘機の開発費・量産単価及び開発リスクの低減手法

過去の戦闘機の開発費・量産単価

- 一般的に、**戦闘機の開発経費及び量産単価については**、単独／共同開発や改造／新規開発等の別、また、開発費や量産単価に含まれる費用が各国により異なること等から、**一概に比較することは困難**
- その上で、以下は、**公開資料から過去の戦闘機の開発費及び量産単価に係る記述を抽出したもの**

① F-2 (第4世代機／日米共同開発／改造開発／2000年運用開始)

開発費約3,600億円※1・量産単価約112億円※1

② タイフーン (第4世代機／英国等4か国共同開発／新規開発／2003年運用開始)

開発費約2.3兆円※2・量産単価約113億円※3

③ F-22 (第5世代機／米国／新規開発／2005年運用開始)

開発費約2.3兆円※4・量産単価約210億円※4、

④ F-35A, B, C (第5世代機／米国等9か国共同開発／新規開発／2016年運用開始(F-35A))

開発費約6.1兆円※5・量産単価約101億円※6

※1 装備施設本部“平成26年度ライフサイクルコスト管理年次報告書” エンジンの開発費は含まない。

※2 Jane's“Eurofighter Typhoon”(2006年時点、125円/ユーロ換算)

※3 英下院公会計委員会“Management of the Typhoon project”(155円/ポンド換算)

※4 米国防省“SAR F-22 823-265”, 米国会計検査院レポート“GAO-12-447”(110円/ドル換算)

※5 米国防省“SAR F-35 823-198”, (110円/ドル換算)

※6 令和3年度防衛省概算要求額

開発リスクの低減手法

- 防衛省として、開発費の高騰やスケジュールの遅延といった**リスクを極力低減させるため、以下のような取組を実施予定**
- **シングル・プライム体制の採用**：プライム企業がインテグレーションを担う体制とし、プライム企業と各構成品製造企業との緊密なコミュニケーションを確保
- **国際協力関係の構築**：我が国企業よりも実績等において優れた部分を有する国外企業と協力することにより、開発リスクを低減
- **EVM管理手法の導入**：EVM(Earned Value Management)手法による工程の見える化を図り、開発の進捗状況を定期的・定量的に確認
- **リスク分析手法の活用**：設計の初期段階から、予見し得る技術的リスク等を網羅的に整理し、各リスクの発生可能性及び影響度を評価
- **モデルベースデザイン等の活用**：コンピューター上のモデルを用いた設計や検証を繰り返すことにより、製造段階で技術リスクが顕在化することを限定

防衛装備移転三原則の概要

- 防衛装備移転三原則は、新たな安全保障環境に適合する防衛装備移転の考え方を包括的に整理し、その基準と手続を明確化したもの
- 新たな原則の下においても、平和国家としての基本理念を維持することは不変であり、積極的な武器輸出政策に転ずるものではなく、厳格な審査により移転の可否を個別に判断している

【原則1】 移転を禁止する場合を明確化し、次に掲げる場合は移転を認めない

- ① 我が国が締結した条約その他の国際約束に基づく義務に違反する場合
- ② 国連安保理の決議に基づく義務に違反する場合
- ③ 紛争当事国への移転となる場合

※紛争当事国：武力攻撃が発生し、国際の平和及び安全を維持し又は回復するため、国連安保理がとっている措置の対象国

【原則2】 移転を認め得る場合を次の場合等に限定し、透明性を確保しつつ、厳格審査

- ① 平和貢献・国際協力の積極的な推進に資する場合

※平和貢献・国際協力の観点から積極的意義がある場合に限る。

- ② 我が国の安全保障に資する場合

- ・ 国際共同開発・生産
- ・ 安全保障・防衛協力の強化（救難、輸送、警戒、監視及び掃海に係る防衛装備の移転等）
- ・ 自衛隊等の活動、邦人の安全確保に必要な輸出

※我が国の安全保障の観点から積極的意義がある場合に限る。

- 透明性の確保のため、国家安全保障会議で審議された案件については、行政機関の保有する情報の公開に関する法律を踏まえ、政府として情報公開を図る。

【原則3】 目的外使用及び第三国移転について適正管理が確保される場合に限定

防衛省開発航空機のコスト

● 少数の断続的な製造

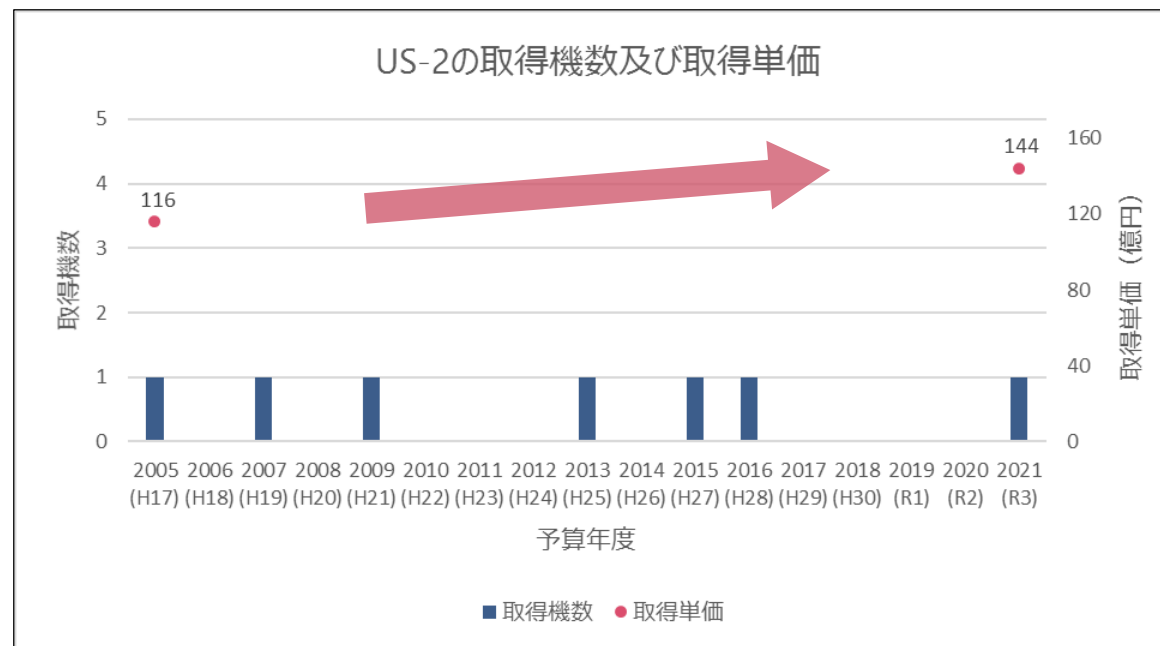
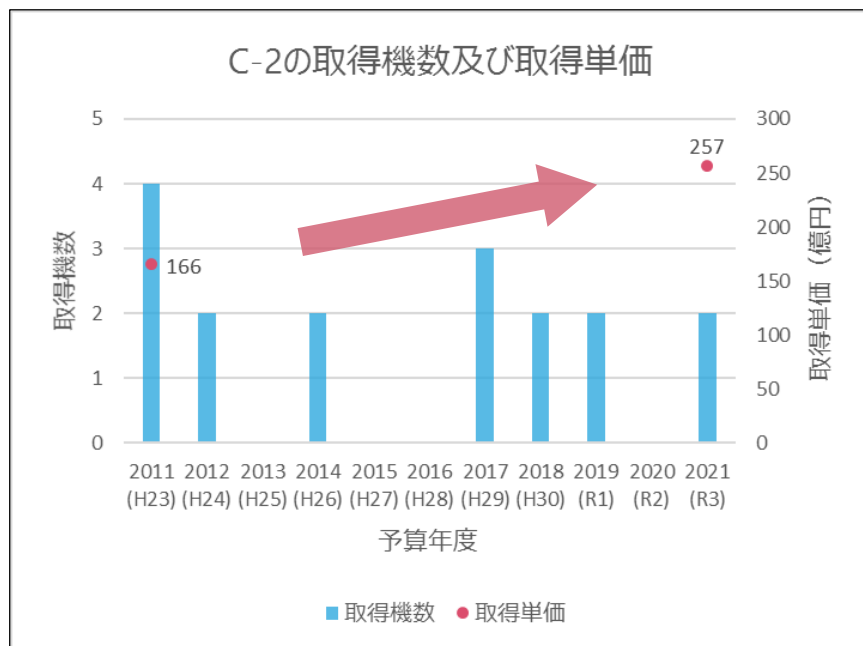
防衛省開発航空機は、需要が防衛省のみであること及び予算上の制約から、少数の断続的な製造にとどまっている



- 1機あたりの製造ライン維持に要するコスト（製造ラインを一定期間維持するのに必要な経費÷当該期間中に生産した機数）が高額
- 企業において材料のまとめ買いといった効率的な調達に踏み切ることが困難

● その他

- 輸入品部分に対する為替変動分の影響 c.f. 2012(H24): ¥81/\$ → 2019(R1): ¥110/\$
- 消費税率の上昇



無人機の活用

無人機に係る趨勢

- 近年、A I 等の**無人機に関する技術は急速に発展**
- **パイロットの危険や負担の軽減につながる**ことから、偵察や対地攻撃等の任務における無人機の活用は世界的な趨勢
- 我が国における長期にわたる少子高齢化の傾向を踏まえると、自衛隊における無人化・省人化への取組は極めて重要であるが、F-Xの運用が始まる2030年代においても、戦闘機パイロットの不足が見込まれている訳ではない

我が国の戦闘機の任務と無人機技術

- 偵察や対地攻撃といった事前に計画可能な任務と比較し、**相手の行動に対応して飛行態様や戦闘手段を瞬時に決定する必要がある防空戦闘や対領空侵犯措置**といった任務は**より複雑**
- このような任務に関し、戦闘機を代替できるレベルの無人機を実現するためには、**技術的な課題も大きい**
 - (例) ・ 刻一刻と状況が変化する中で、レーダー等の各種センサ、音声、目視の情報を統合し、状況に応じて秒単位で判断する必要があるが、このような判断が可能なA I 技術の実現には課題
 - ・ 地上から操縦する場合、地上のパイロットが次の行動を判断するため、様々な大容量の情報を無人機からリアルタイムで受信する必要があるが、このような通信技術の実現には課題

無人機の活用の方向性

- 無人機技術の進展やその有用性を踏まえ、我が国においては、諸外国の動向も踏まえ、**有人戦闘機と無人機を連携させた運用**に向けた研究を推進
- 令和元年度から、有人戦闘機とともに行動し、有人戦闘機が行う任務を支援する**「遠隔操作型支援機の研究」に着手**。令和3年度概算要求では、実験機等を製造するための経費を計上

米国における開発動向

NGAD

- 米国は現在F-35やF-15EXといった戦闘機を取得中。F-35については、空軍・海軍・海兵隊あわせて2400機以上取得予定であり、2040年代まで取得を継続する見込み
- F-15やF-22の後継とも言われている「NGAD（Next Generation Air Dominance：次世代航空優勢）」については、米空軍において長らく検討されてきているものの、これまでコンセプトの詳細は明らかにされていない
- 本年9月、ローパー空軍次官補が**NGADの実証機の初飛行**に言及したが、依然その詳細については明らかにされていない

無人戦闘機

- 米国はX-47Bといった空母艦載型無人戦闘機(Unmanned Combat Air System)に関する研究を過去に実施しているものの、無人戦闘機の量産・部隊配備には至らず
- 現在、米空軍研究所は、無人機に係る**研究事業「スカイボーグ」**を進めており、**有人戦闘機との連携**や**低価格な機体**といった点を重視
米空軍は、本年7月、スカイボーグの試作機製造に向け、ボーイング社、ゼネラル・アトミクス社、ノースロップ・グラマン社、クラトス社の4社と契約。10月、BAEシステムズの参画も決定
- また、米国防省高等研究計画局（DARPA）は**空対空戦闘の自律化**に関する研究「ACE」（Air Combat Evolution）を実施
本年8月には、「ACE」の一環として、バーチャル空間において実際のパイロットとAIを競わせる「Alpha Dogfight Trials」を開催

（出典）各種報道等



米ロッキード・マーチン社のNGADのコンセプト図



米空軍研究所と米クラトス社が開発した無人機XQ-58Aの実証機（2019年3月初飛行）

輸入による代替案

- F-22については、高いステルス性等を有する第5世代戦闘機であるものの、米国政府によって外国への輸出は禁止
- F-35については、高いステルス性等を有する第5世代戦闘機であるものの、機体規模が比較的小型であり将来の拡張性には一定の限界。また、3機種 of 戦闘機を保有することにより、相手の戦闘機に対してより複雑な対応を強いることが可能であり、この点からも、次期戦闘機はF-35以外の機種とすることが必要
- 英国を中心に国際共同開発が予定されているタイフーン後継機については、現時点で開発が始まっておらず、次期戦闘機として必要な機能・性能を満たすか否か、不明
- フランス、ドイツ、スペインが国際共同開発を目指しているFCASについては、現時点で研究開発の途上であり、具体的な機能・性能等も不明。F-2の退役時期（2035年頃）までに開発が完了しない予定

	F-22 	F-35 	タイフーン後継機 	FCAS 
開発国	米国	米国及び8カ国による 国際共同開発	英国を中心に国際共同開発 (詳細未定)	仏、独、西による 国際共同開発
特徴	第5世代戦闘機	第5世代戦闘機	不明	不明
米軍との優れた インターオペラビリティ	あり	あり	不明	不明
改修の自由度	輸出禁止	米国及び共同開発国による制限	不明	不明
拡張性	エンジン双発 (比較的大型)	エンジン単発 (比較的小型)	不明	不明
運用開始時期	2005年初期作戦能力 獲得 (米空軍)	2016年初期作戦能力 獲得 (A型、米空軍)	2035年初期作戦能力獲得	2040年代に運用開始見込み

戦闘機開発に係る産業・技術波及効果

- 戦闘機はその時代の**最先端の技術を結集し、多くの企業・人員が関わって開発**
- 戦闘機開発によって生み出された技術は、機微情報の保全を前提に、我が国の安全保障のみならず、**技術波及効果を通じ、我が国の他の産業の技術力向上に寄与**

自動車産業と航空産業の波及効果の比較 (1970～1998の生産誘発額)

	自動車産業	航空産業
産業波及効果	872兆円	12兆円
技術波及効果	34兆円	103兆円

○産業波及効果・・・当該産業の産業活動（生産活動など）が他の産業活動を誘発する効果

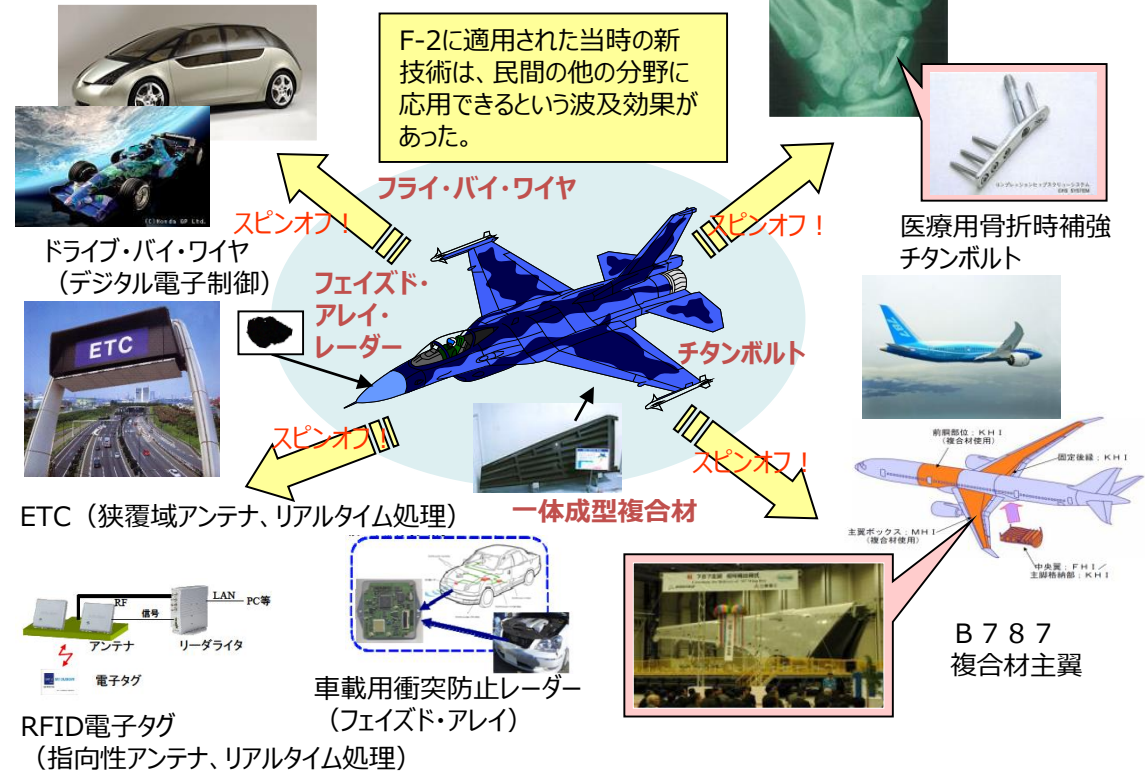
○**技術波及効果**・・・当該産業で生み出された技術が他の産業に移転され、他産業の活性化を誘発する効果

(出典)「産業連関表を利用した航空機関連技術の波及効果定量化に関する調査」日本航空宇宙工業会、三菱総合研究所、平成12年

平成23年度産業連関表を用いて、航空機に仮に5兆円の新規需要が発生した場合の試算

波及効果	8.5兆円
雇用創出効果	32万人

民生技術への波及効果



(出典)「将来の戦闘機に関する研究開発ビジョン」(平成22年)

戦闘機部隊の配置状況

