



遠隔操作型支援機技術の研究の成果

航空装備研究所
航空機技術研究部
空力・飛行制御研究室

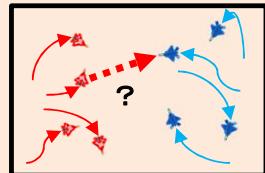
- 1 背景・目的
- 2 無人機の飛行経路生成技術
- 3 無人機の遠隔操作技術
- 4 飛行試験
- 5 まとめ

1

背景・目的（1/3）

航空装備研究所では有人機との連携を可能とする無人機（連携無人機）の実現に向け研究を実施中。本研究は、連携に必要となる無人機の基盤技術に関するものである。

AI技術の適用に関する研究



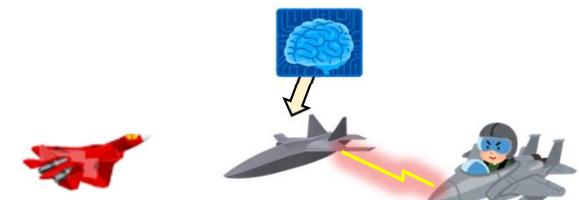
- ・行動判断
- ・状況認知

連携無人機のコンセプト導出に関する研究

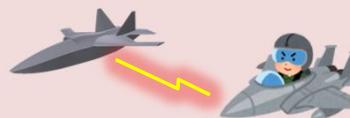


- ・有望なコンセプト導出

有人機との連携を可能とする無人機の実現を目指す



連携無人機の基盤技術に関する研究



HMI: Human Machine Interface

- ・経路生成
- ・HMIでの遠隔操作

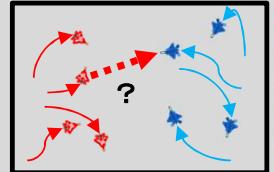
- ・有人戦闘機との連携
- ・高度な自律性

1

背景・目的（1/3）

航空装備研究所では有人機との連携を可能とする無人機（連携無人機）の実現に向け研究を実施中。本研究は、連携に必要となる無人機の基盤技術に関するものである。

AI技術の適用に
関する研究



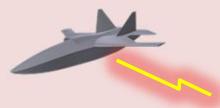
- ・行動判断
- ・状況認知

連携無人機の
コンセプト導出に
関する研究



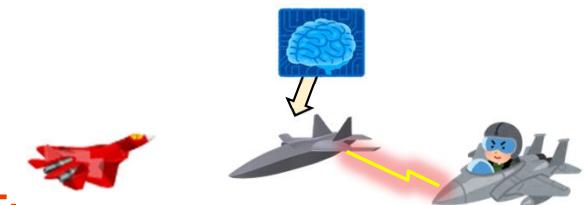
- ・有望な
コンセプト
導出

連携無人機の
基盤技術に
関する研究



- ・経路生成
- ・HMIでの遠隔操作

有人機との連携を可能とする
無人機の実現を目指す



- ・有人戦闘機との連携
- ・高度な自律性

1

背景・目的（2/3）

無人機の自律性向上により、航空防衛分野における無人機は、有人戦闘機と連携した、より多様なミッションへの投入が期待されている。

無人機の自律性

1910s

無人機の誕生

1990s

高性能化

2010s

民生利用増

2020s

防衛用途の
重要性増

20XX

航空防衛分野の無人機の将来は？



無人機単独での運用^{[i]-[iv]}



有人機と無人機の連携



無人機の連携

航装研の研究例

1970s

1980s

1990s

2000s

2010s



標的機
偵察機
実験機



本研究

無人機が有人機と連携するために必要となる、**飛行経路生成技術、遠隔操作技術**を対象とした研究を目的とする。

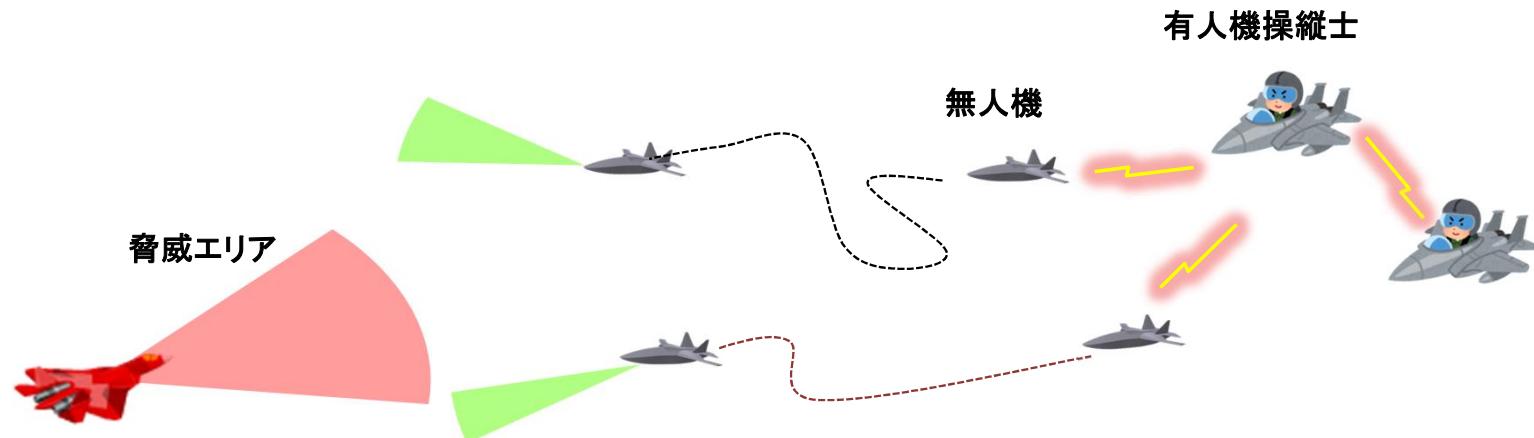
有人機と連携する無人機に必要となる技術

遠隔操作技術

- 低いワークロードで有人機操縦士が無人機を管制

飛行経路生成技術

- ミッションや状況に応じた経路生成



1 背景・目的

2 無人機の飛行経路生成技術

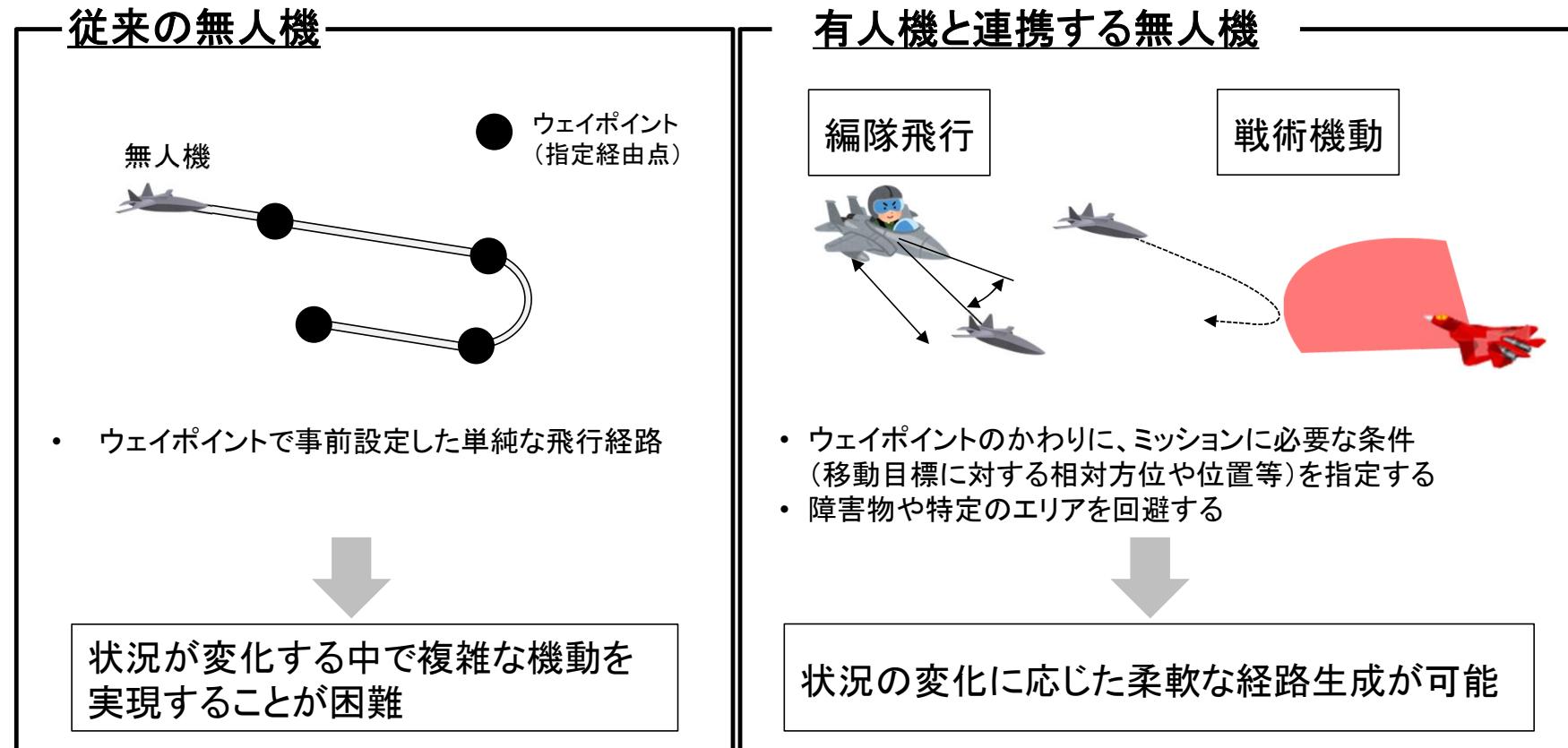
3 無人機の遠隔操作技術

4 飛行試験

5 まとめ

2 無人機の飛行経路生成技術（1/4）

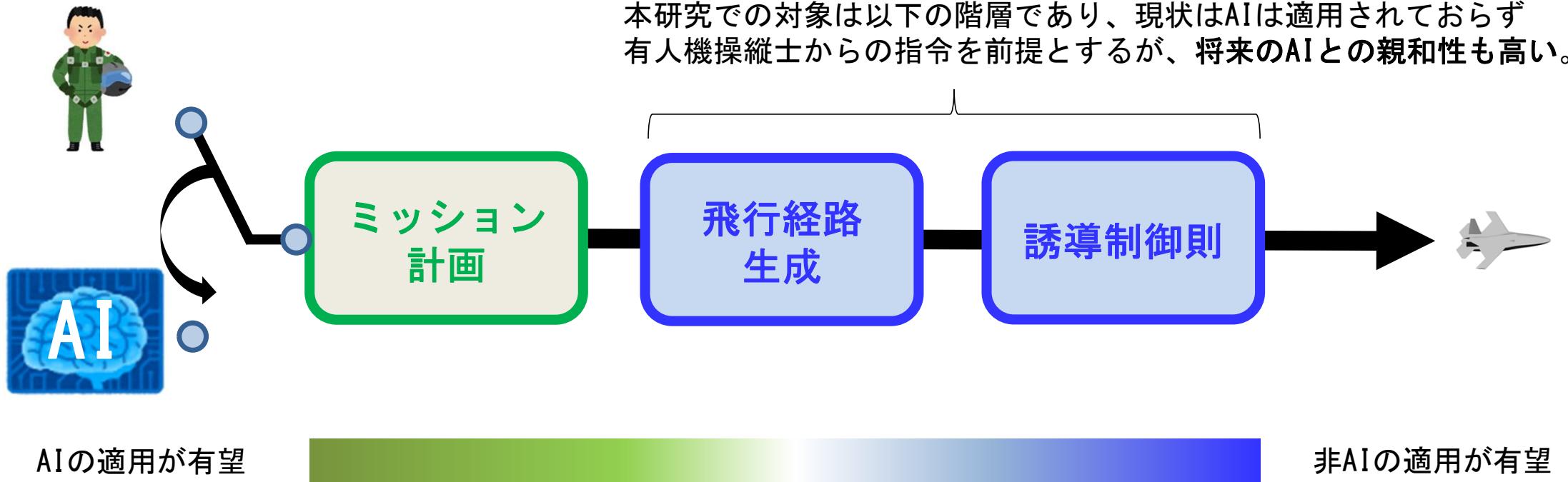
無人機が有人戦闘機と連携して様々なミッションを遂行するために、編隊飛行等の協調行動、空対空戦闘固有の戦術機動が必要となる。
このようなミッションに必要となる機動を実現可能な飛行経路生成技術を検討した。



2 無人機の飛行経路生成技術（2/4）

本研究で対象としている技術は、将来のAIとの親和性も高い技術である。

無人機の制御系構成の一例^{※1}

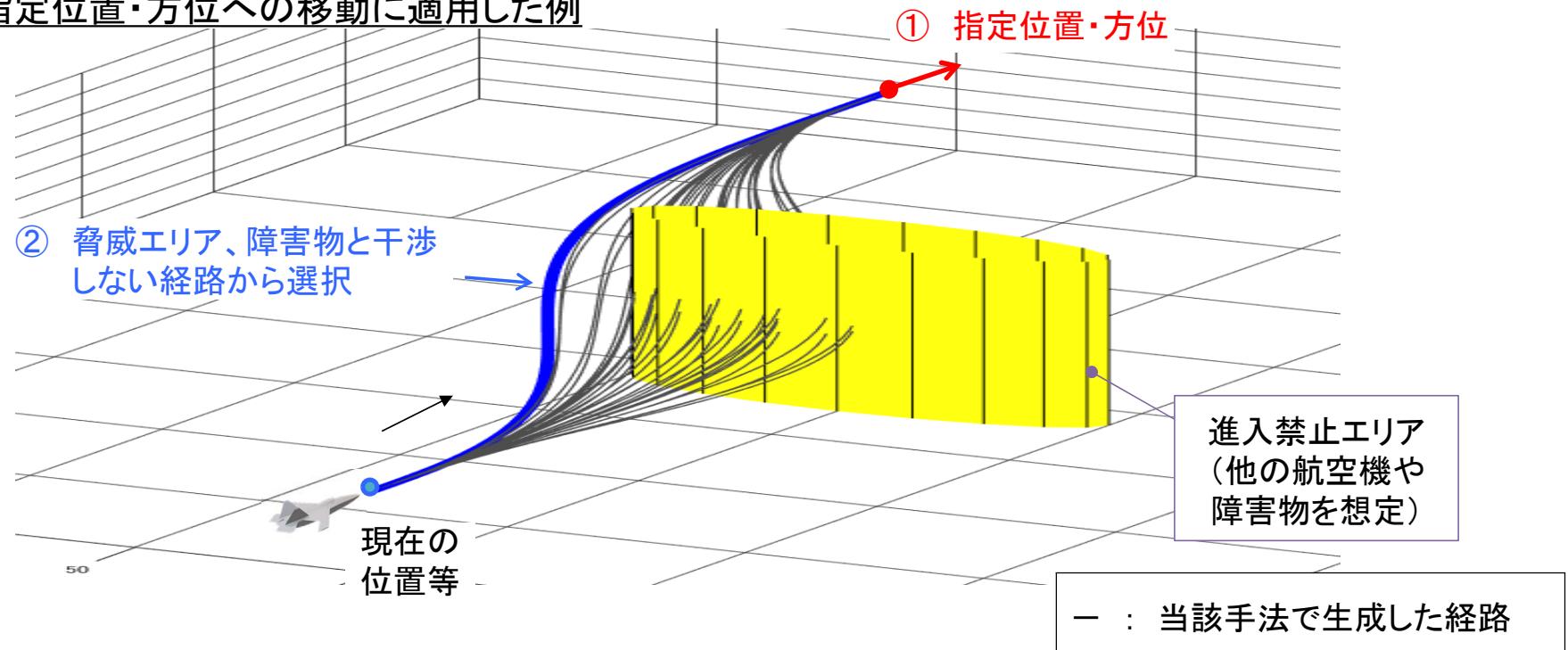


※1 AIの適用箇所は一例である。

2 無人機の飛行経路生成技術（3/4）

本研究による手法を適用した飛行経路生成技術により、状況の変化に応じつつ、ミッションに必要となる無人機の機動を実現

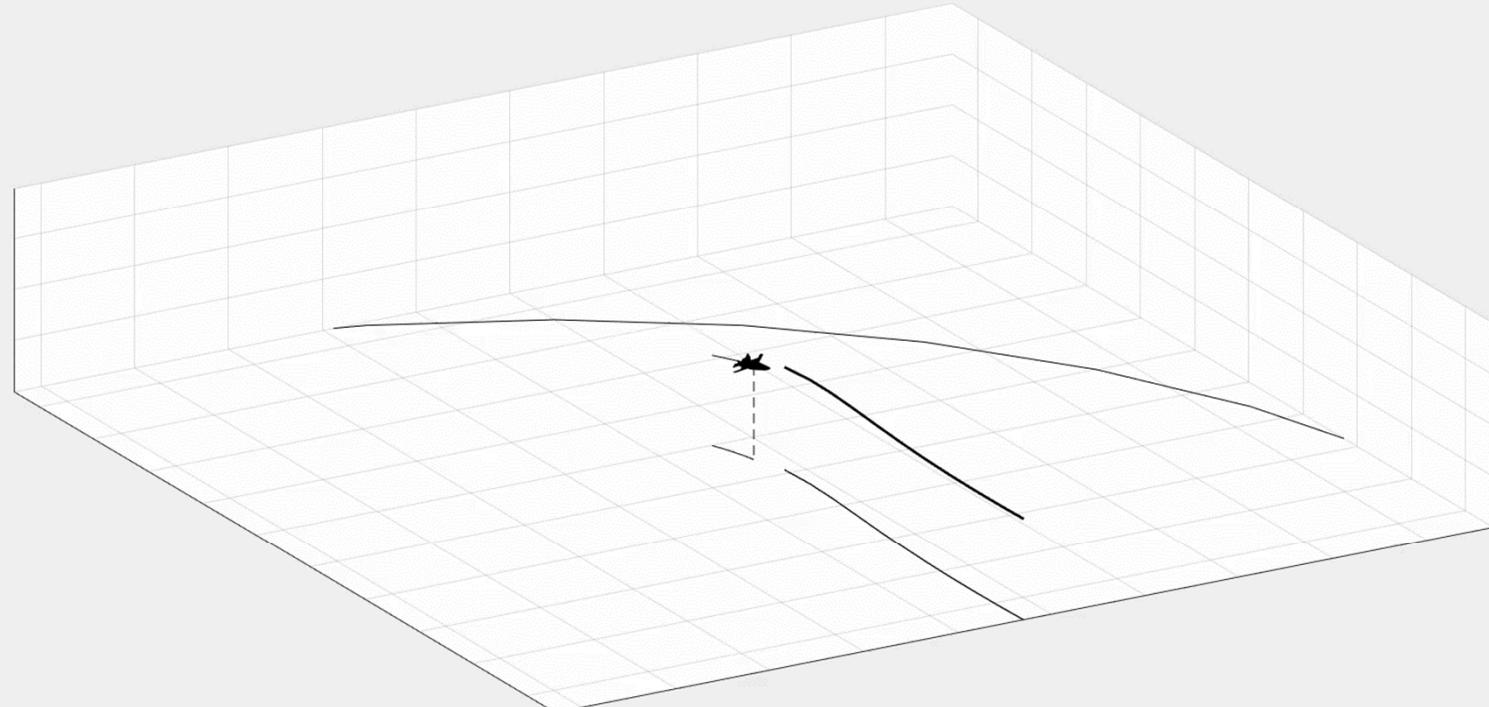
指定位置・方位への移動に適用した例



2 無人機の飛行経路生成技術（4/4）

経路生成シミュレーション

無人機が経路を生成し、向かってくる試験航空機を回避する様子を動画で示す。



- 1 背景・目的
- 2 無人機の飛行経路生成技術
- 3 無人機の遠隔操作技術
- 4 飛行試験
- 5 まとめ

3

無人機の遠隔操作技術(1/4)

- 有人機のパイロットは、自機の操作や任務を遂行しつつ、無人機を管制する必要
- 有人機からの、状況変化に応じた無人機の管制を低いワークロードで実現するため、**HMIデバイス**による**無人機への指令**、**操縦士への情報提示**を行うこととした。



3

無人機の遠隔操作技術(2/4)

無人機への指令、操縦士への情報提示を行うHMIデバイスについて、シミュレータによる模擬試験を行い、被験者の評価等をもとに飛行試験に供するHMIデバイスを選定。

試験器材の概要※



デバイス候補

操作デバイス

- タッチパネル
- 視線入力装置
- ボタン
- 音声



表示デバイス

- ディスプレイ
- AR表示装置
- 音響



※ シミュレータについては、後述する飛行試験において、有人戦闘機のかわりにヘリコプタを使用しているため、ヘリコプタ用のシミュレータを用いている。

3

無人機の遠隔操作技術(3/4)

フライトシミュレータを用いたワークロード取得状況1



操作・表示デバイスの組み合わせ：
表示：ディスプレイ
操作：タッチパネル

3

無人機の遠隔操作技術(3/4)

フライトシミュレータを用いたワークロード取得状況1



操作・表示デバイスの
組み合わせ：
表示：ディスプレイ
操作：タッチパネル

3

無人機の遠隔操作技術(4/4)

フライトシミュレータを用いたワークフロー取得状況2

* AR : Augmented Reality



3

無人機の遠隔操作技術(4/4)

フライトシミュレータを用いたワークフロー取得状況2

* AR : Augmented Reality



操作・表示デバイスの組み合わせ:
表示:AR表示装置
操作:音声

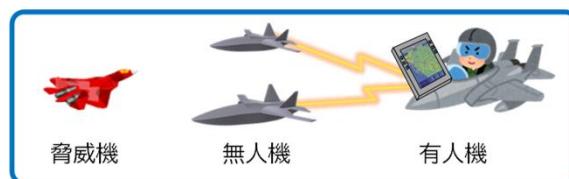
低いワークフローで無人機の管制が可能な操作・表示デバイスを抽出

- 1 背景・目的
- 2 無人機の飛行経路生成技術
- 3 無人機の遠隔操作技術
- 4 飛行試験
- 5 まとめ

4 飛行試験による評価（1/2）

有人機との連携を可能とする無人機を、サブスケールの無人実験機とヘリコプターによって模擬する形で飛行試験を実施し、経路生成、遠隔操作技術の確認・評価を実施（令和7年度）。

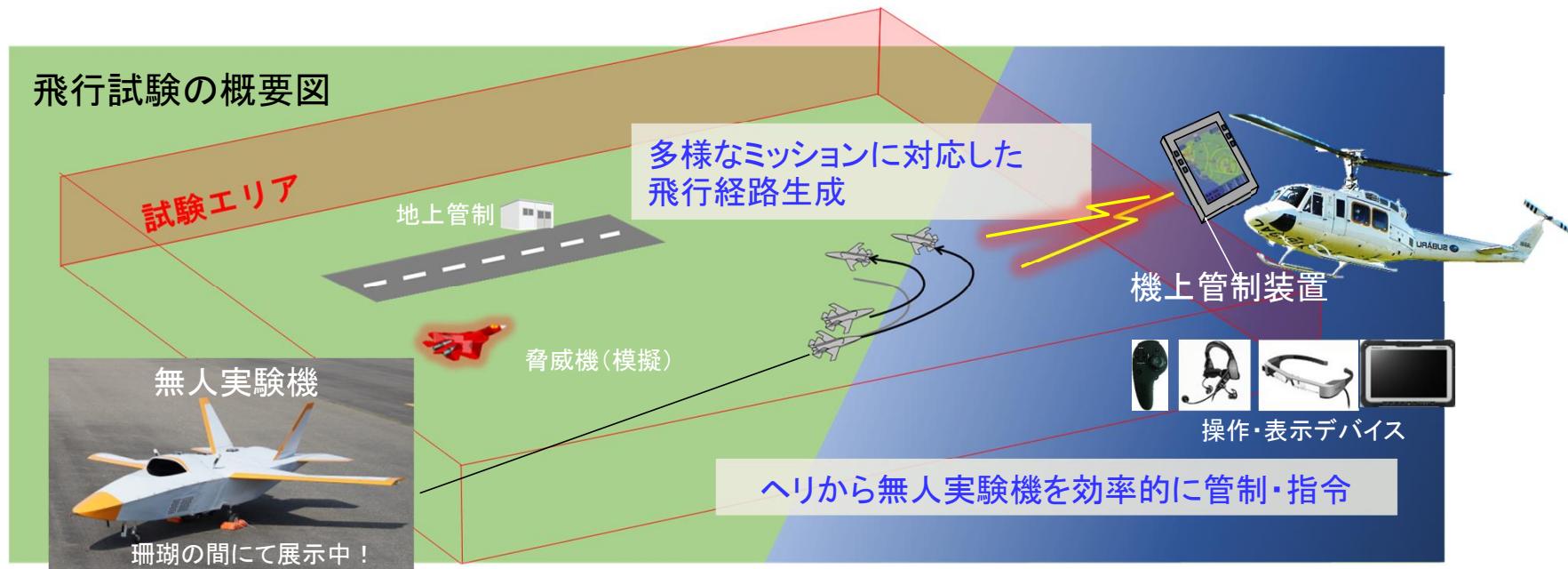
有人機との連携を可能とする無人機



本研究



飛行試験の概要図



4 飛行試験による評価（2/2）

これまでの成果の概要

- 従来の無人機では困難であった、有人機と連携する無人機によるミッションを実現可能な経路生成手法を研究し、無人実験機に適用した。シミュレーション及び飛行試験をとおして、ミッションを模擬した飛行経路生成が可能であることを示すデータを取得した。
 - 操縦士による無人機への指令、操縦士への情報提示について、ワークロードの小さな管制方式をシミュレータを使用した試験等を通して検討し、管制装置に実装した。シミュレータ及び飛行試験におけるヘリ操縦士からの適時の指令伝達が効率的に可能なことを示すデータを取得した。
- 無人機と有人機の連携によるミッションの実施、有人機からの管制について実現の見通しを得る見込み