

無人ヘリコプタRPH 2による 全自動薬剤散布システム

小柳 容子

白石 剛之

山根 章弘

富士重工業株式会社 航空宇宙カンパニー

1．目的

2．自動薬散システムについて

2．1 要求仕様

2．2 問題点

2．3 提案法

3．飛行試験結果の紹介

4．まとめ

1 . 目的

2 . 自動薬散システムについて

2 . 1 要求仕様

2 . 2 問題点

2 . 3 提案法

3 . 飛行試験結果の紹介

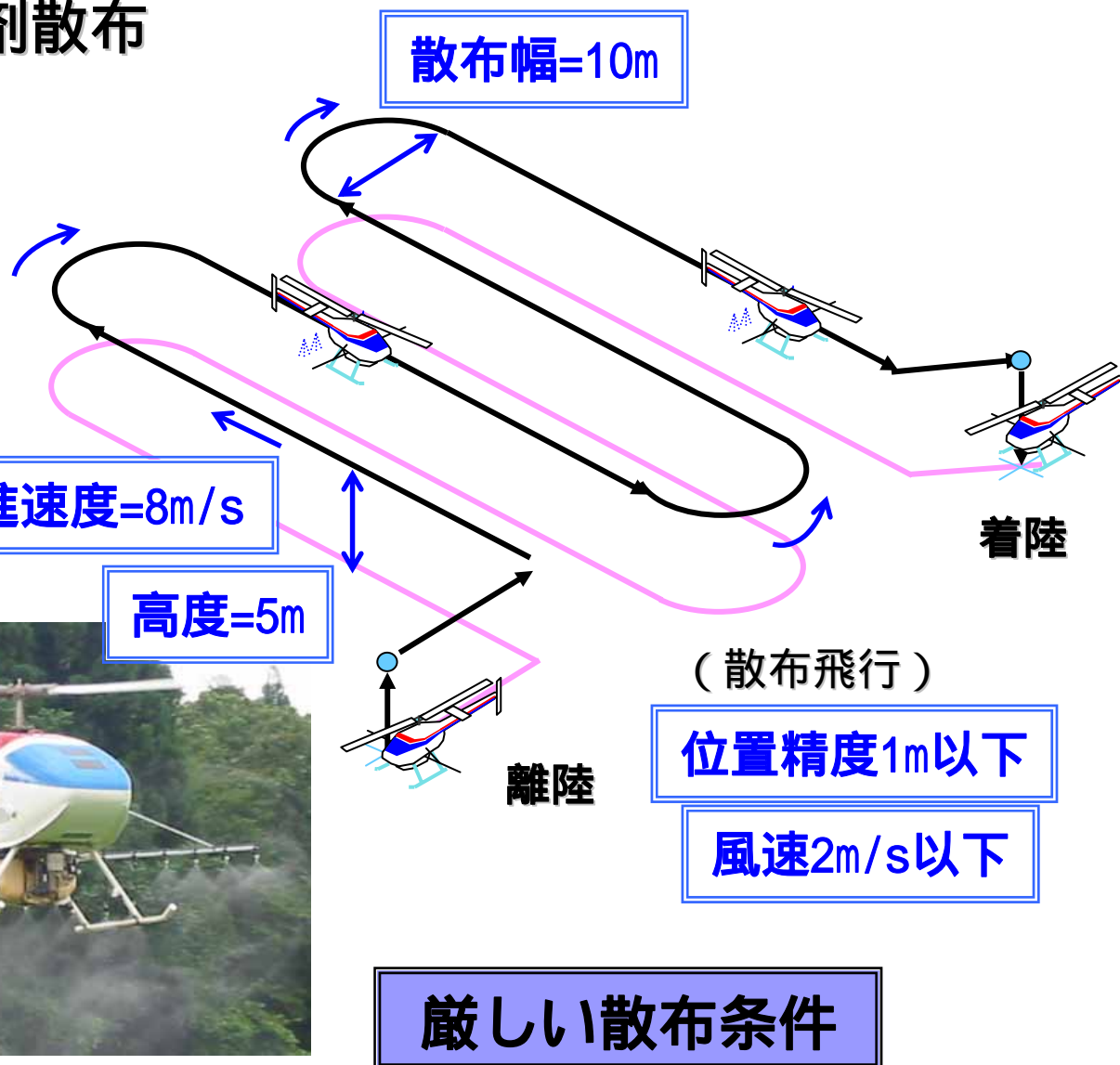
4 . まとめ

自動薬散システム 背景



FUJI HEAVY INDUSTRIES LTD.
AEROSPACE COMPANY

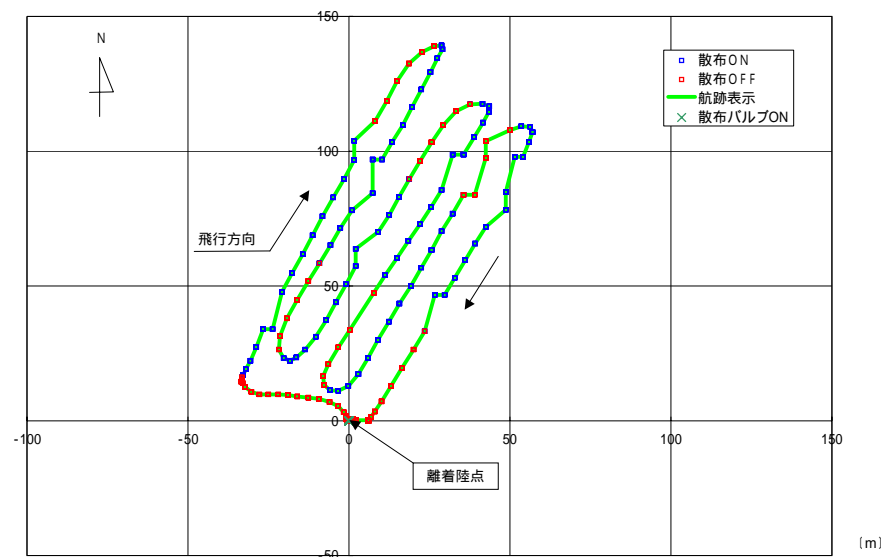
無人ヘリコプタを使った薬剤散布



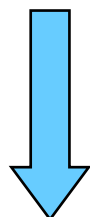
マニュアル操縦による薬剤散布

【問題点】

- ・ 散布精度はオペレータに依存
- ・ 早朝から長時間の作業によるオペレータの疲労



マニュアル操縦による散布実績



平成12年度より(社)農林水産航空協会
から受託研究

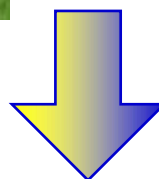
【目的】

離着陸を含む散布飛行全てを自動で行い、
かつ精密な薬剤散布が可能なシステムの実現



産業用無人ヘリコプタRPH 2 (1999年～)

- ・ 農薬散布等の農業用途に開発
- ・ 最大積載量 100kg (含燃料)
- ・ 操縦が容易な速度指令方式



RPH 2A観測システム (2001年～)

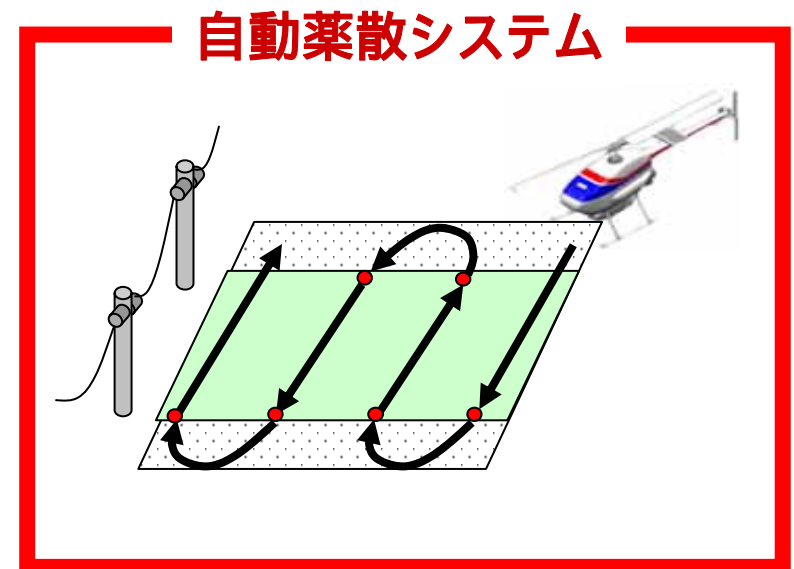
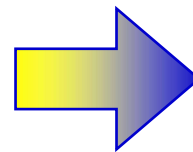
- ・ 予め設定された飛行計画に従い自律飛行
- ・ 無人機の飛行状態、航跡、ダウンリンク画像のモニタが可能
- ・ 離着陸はマニュアル操縦





自動離着陸システム (2002年～)

- ・高精度な航法が必要
廉価なRTK-GPSの導入
- ・自動離着陸誘導則を追加
- ・熟練したオペレータによるマニュアル
操縦と遜色ない迅速で滑らかな着陸



1 . 目的

2 . 自動薬散システムについて

2 . 1 要求仕様

2 . 2 問題点

2 . 3 提案法

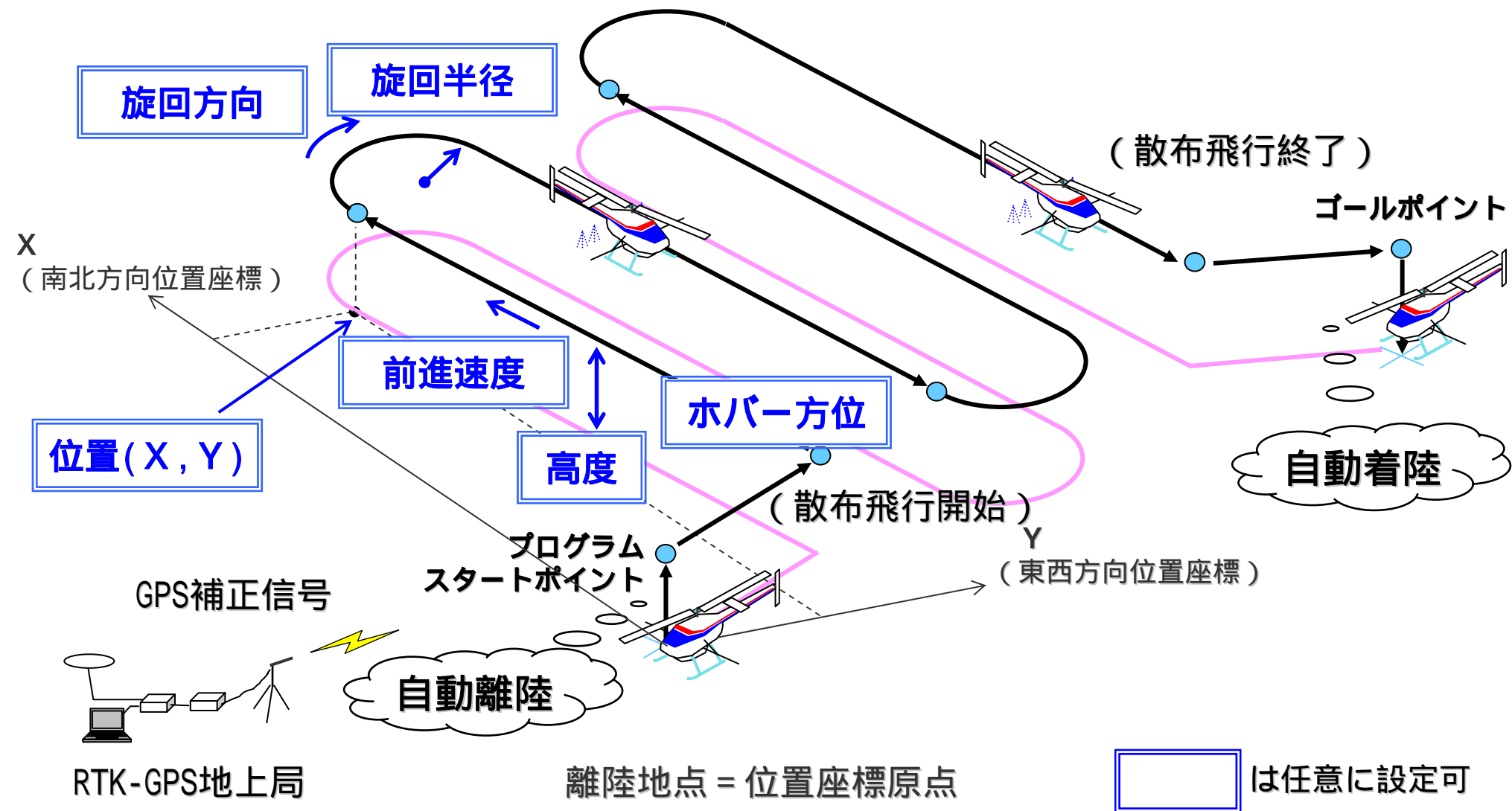
3 . 飛行試験結果の紹介

4 . まとめ

自動薬散システム 運用イメージ



FUJI HEAVY INDUSTRIES LTD.
AEROSPACE COMPANY



自動薬散システム 要求仕様

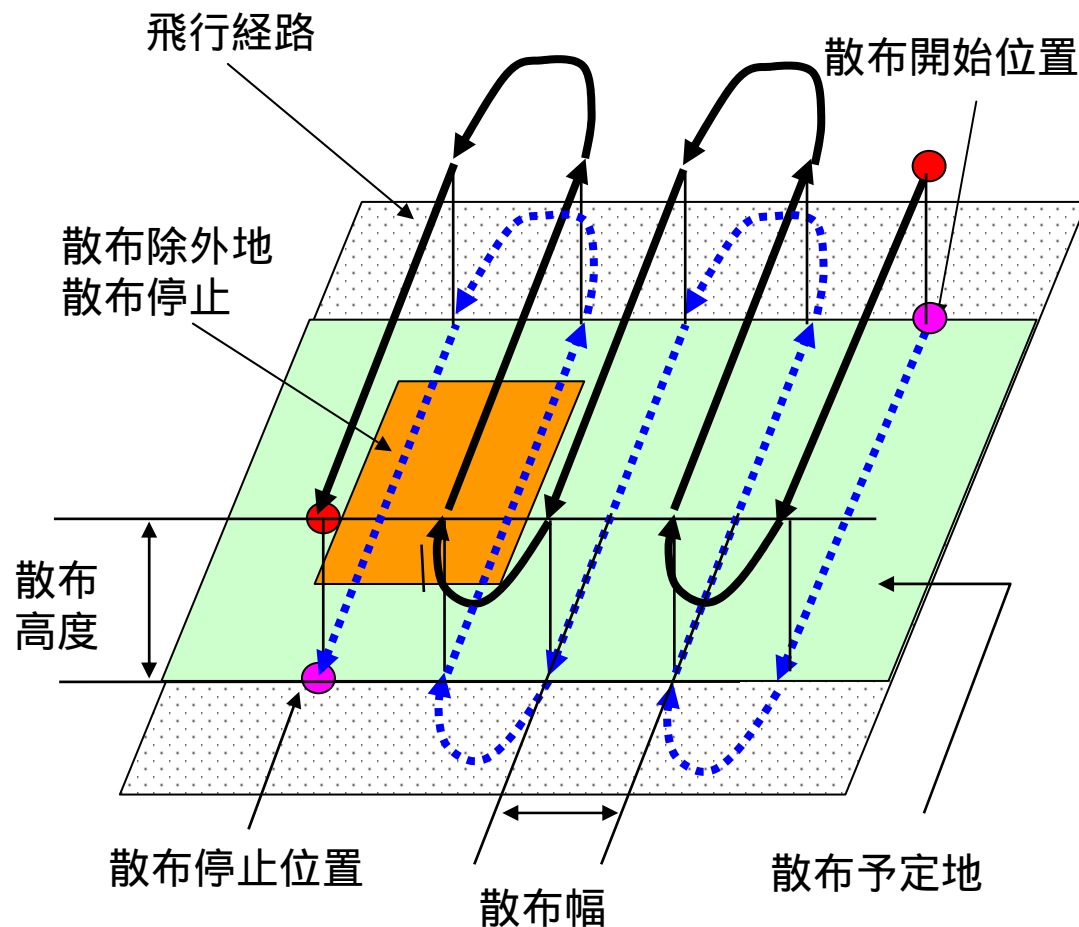
目標：離着陸含む高精度の薬剤散布飛行を全自動で行う。

仕様概要

・ 散布飛行

項目	精度
散布高度	5 ± 1 m
散布速度	8 ± 1 m/s
散布幅	10 ± 1 m

・ 散布吐出量制御



仕様概要

- 散布飛行

項目	精度
散布高度	5 ± 1 m
散布速度	8 ± 1 m/s
散布幅	10 ± 1 m

- 散布吐出量制御

1 . 飛行精度

- 位置精度 1 m

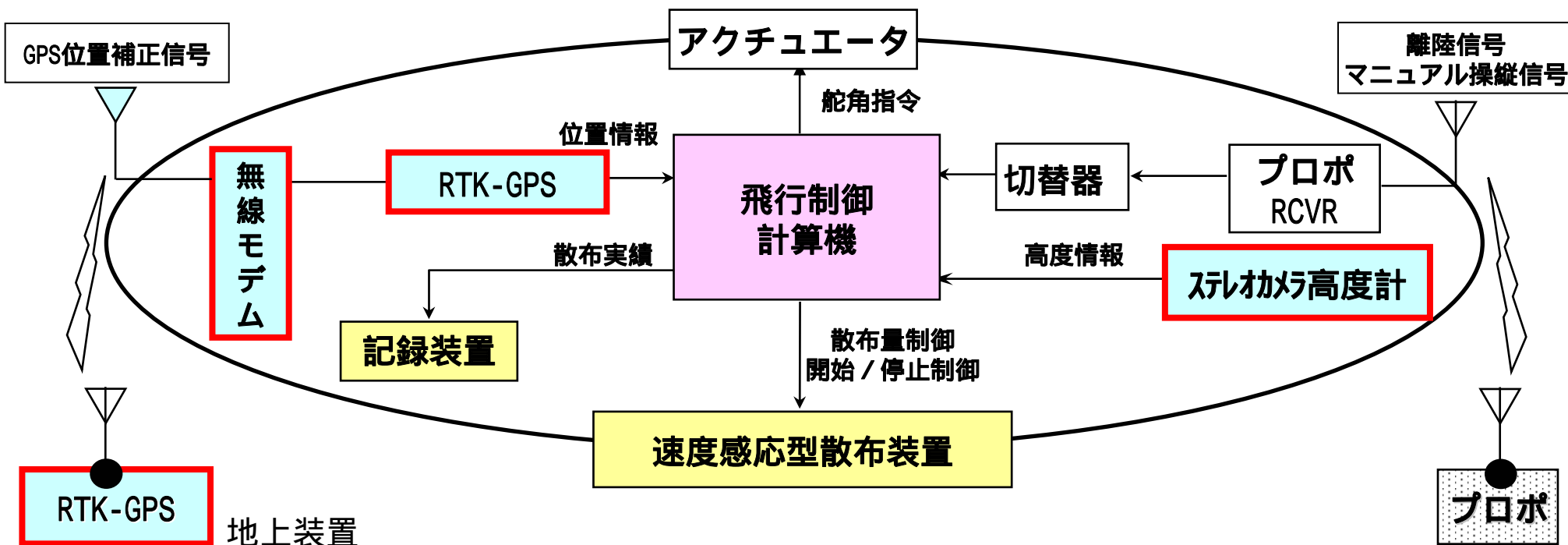
2 . 散布精度

- 速度、位置による散布量制御

自動薬散システム 提案法-飛行精度

【問題点】 ・位置精度 1 m

➡ RTK-GPS、ステレオカメラ高度計の導入



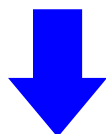
RTK-GPS精度

項目	特性
位置精度	0.2 m

自動薬散システム 提案法-飛行精度

RTK-GPS (自動離着陸システム)

原点からの相対対地高度を算出
地面の凹凸は測位不可



ステレオカメラ高度計

地面の凹凸に左右されない対地高度を算出
複雑な地上装置は不要



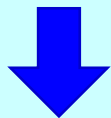
項目		特性
カメラ		1/3in モノクロCCD
測位精度	高度 0 m	0.01 m
	高度 5 m	0.2 m

【問題点】

地面の凹凸に対応した高度制御

【航法】

1. RTK-GPS/INSの
ハイブリット航法



ステレオカメラ高度計/INSの
ハイブリット航法

2. RTK-GPSをバックアップ
として用い信頼性向上

【問題点】

旋回時の短時間で大きな運動

速度変化による高度への影響

【誘導】

フィードバック制御



フィードフォワード制御を追加

仕様概要

- 散布飛行

項目	精度
散布高度	5 ± 1 m
散布速度	8 ± 1 m/s
散布幅	10 ± 1 m

- 散布吐出量制御

1 . 飛行精度

- 位置精度 1 m

2 . 散布精度

- 速度、位置による散布量制御

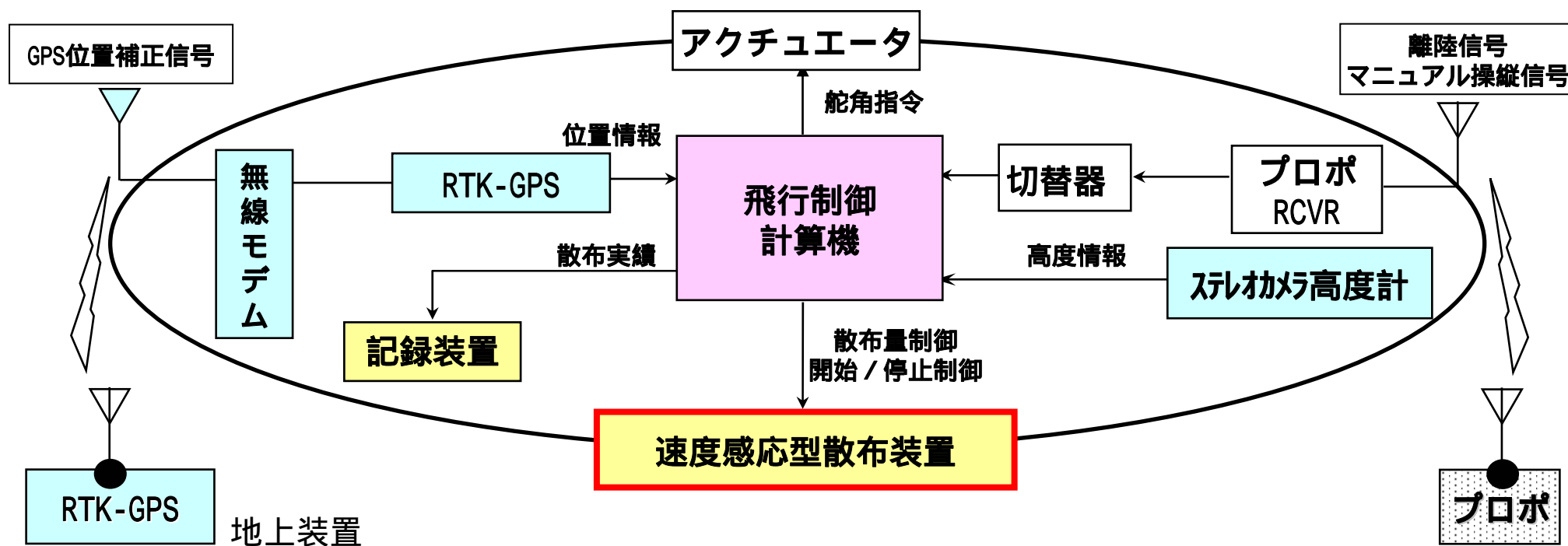
自動薬散システム 散布装置



FUJI HEAVY INDUSTRIES LTD.
AEROSPACE COMPANY

【問題点 2】

- 位置、速度に応じた散布量制御



速度感応型散布装置

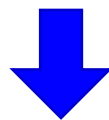
【散布装置】

指令に応じて、シャッターを制御し、
散布量を調整



【散布制御則】

飛行速度、位置に応じて、薬剂量指令値を可変制御

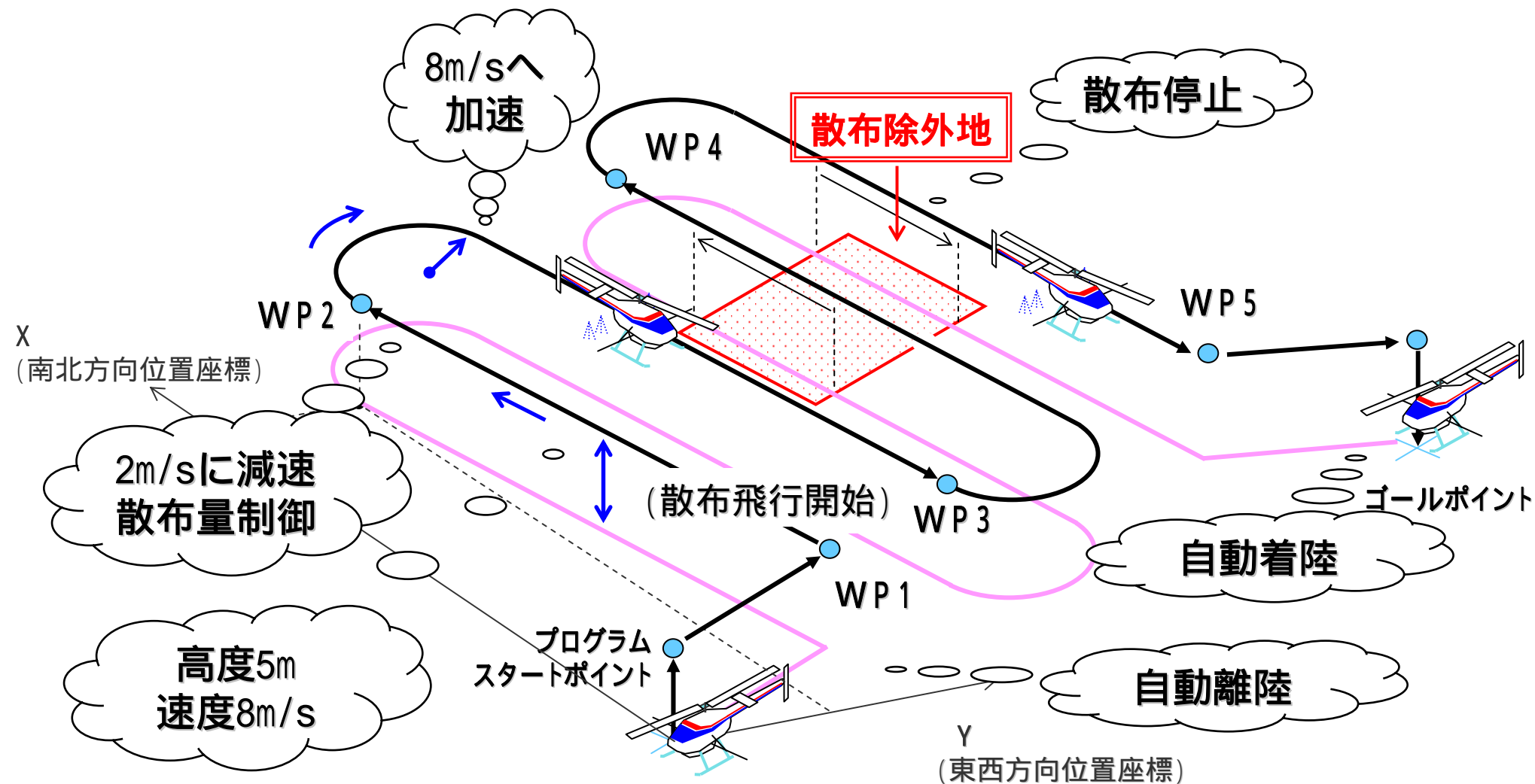


任意の場所で散布開始、停止が可能
速度変化に応じた散布量制御によりばらつきを防ぐ

自動薬散システム 運用イメージ



FUJI HEAVY INDUSTRIES LTD.
AEROSPACE COMPANY



1．目的

2．自動薬散システムについて

2．1 要求仕様

2．2 問題点

2．3 提案法

3．飛行試験結果の紹介

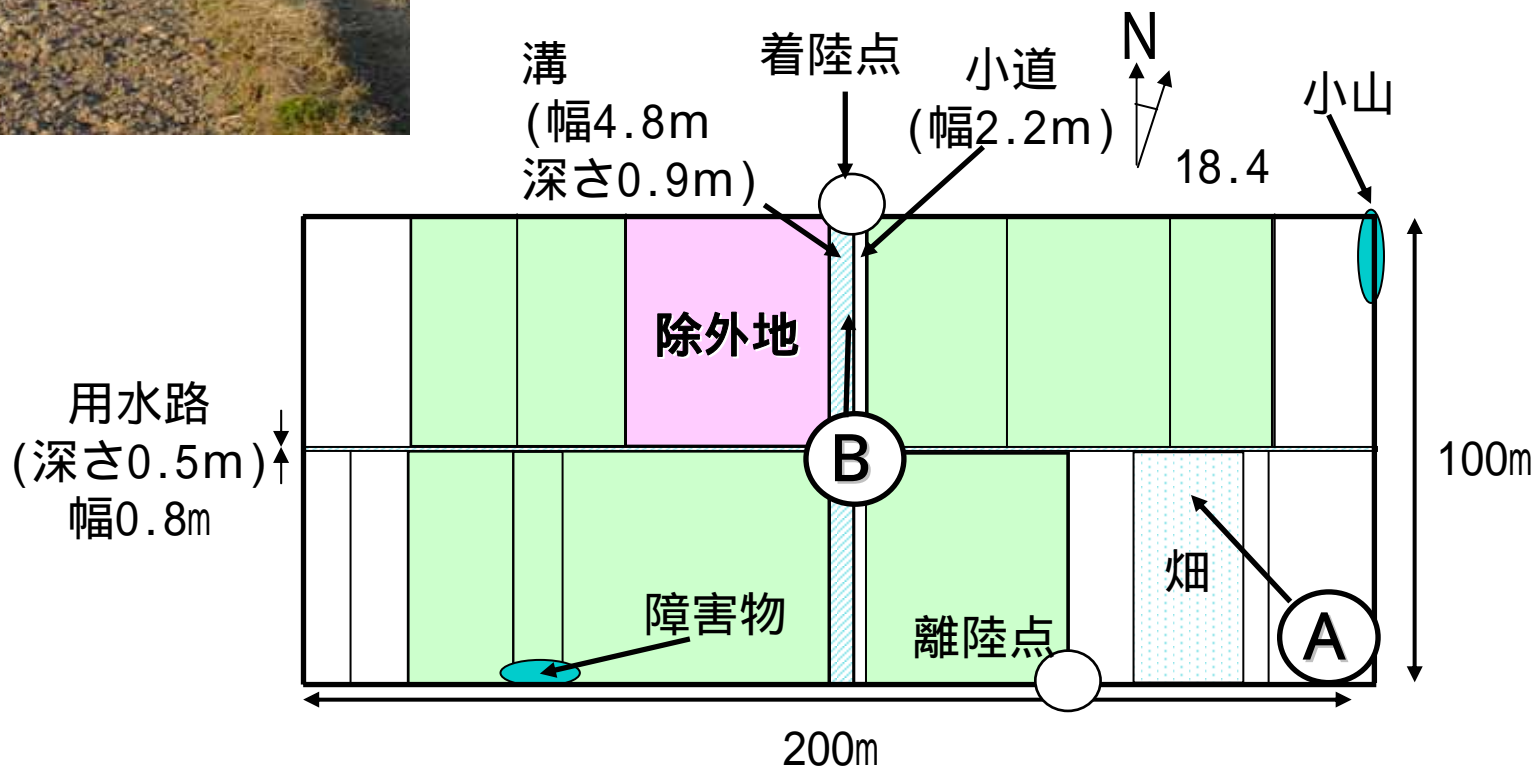
4．まとめ

自動薬散システム モデル圃場



圃場；南北 約100m
東北 約200m

天候；曇り
風；東 2-3m/s

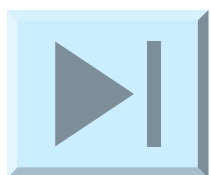
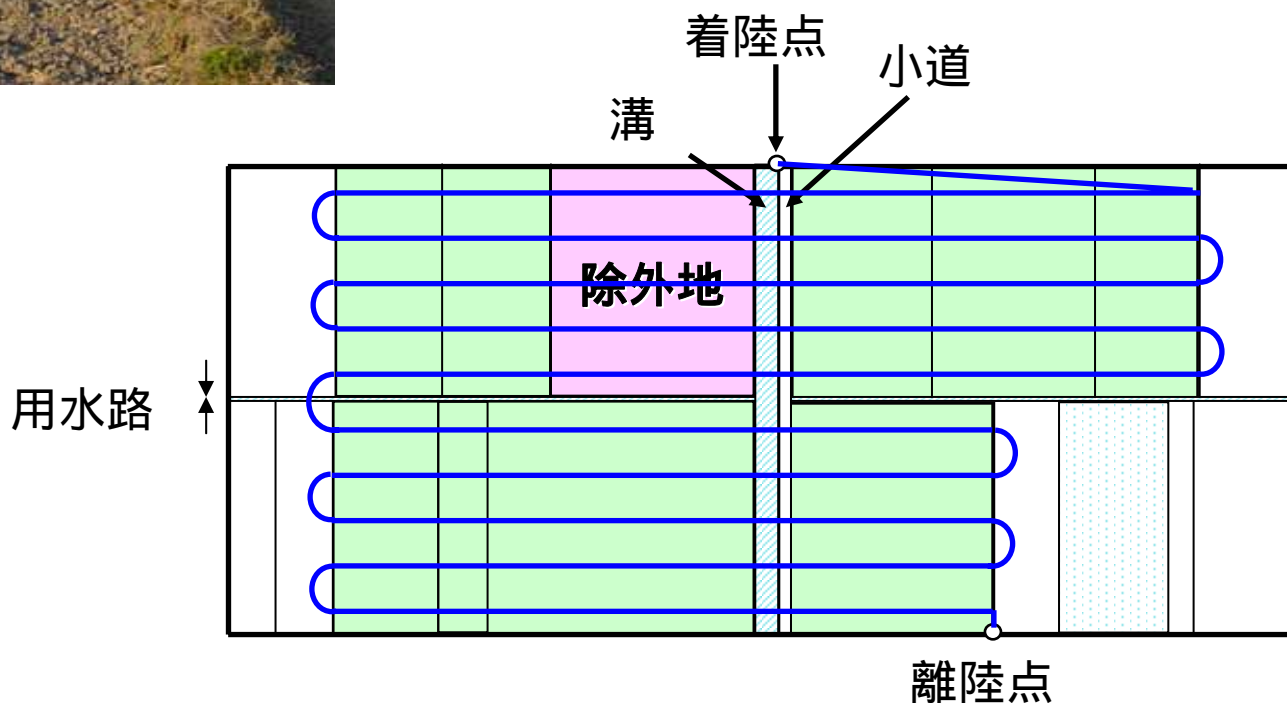


自動薬散システム モデル圃場



圃場；南北 約100m
東北 約150m

天候；曇り
風；東 2-3m/s



1 . 目的

2 . 自動薬散システムについて

2 . 1 要求仕様

2 . 2 問題点

2 . 3 提案法

3 . 飛行試験結果の紹介

4 . まとめ

【成果】

- 1．自動薬散システムを開発した。
 - ・自律飛行
 - ・飛行精度
 - ・散布精度
- 2．飛行実証試験で実証した。

【今後に向けて】

包括的な自動薬散システムの構築

