

# 気象情報配信システムの開発と飛行実験評価



(独) 宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ  
DREAMSプロジェクトチーム 飯島朋子

日本航海学会 2012年5月25日

## 内容

- 背景と目的
- システム構成
- 飛行実験評価
- まとめ



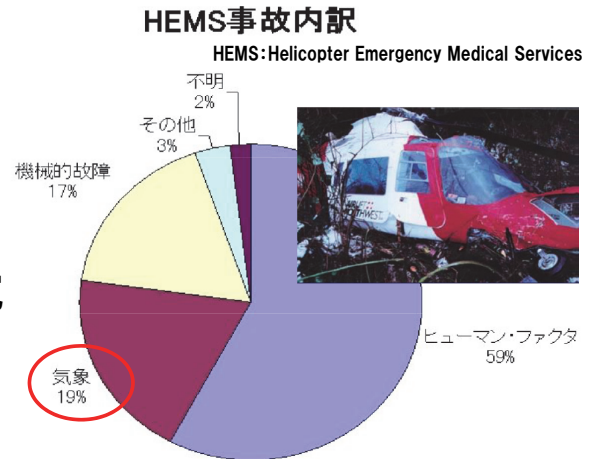
# はじめに

## ・背景

- 気象の急変による事故が後を絶たない小型機(VFR運航、特にヘリコプタ)では、**機上で最新の気象情報入手する手段**が求められている。
- JAXAでも、気象情報配信システムの研究をH19年度より開始

## ・課題

- 米国で開発されている気象情報配信システムのように、大容量の気象データを機上に伝送可能な通信方式(UAT(地上局ベースのデータリンク)、衛星放送)のインフラが日本には存在しない



## 米国ヘリコプタ(HEMS) 事故統計

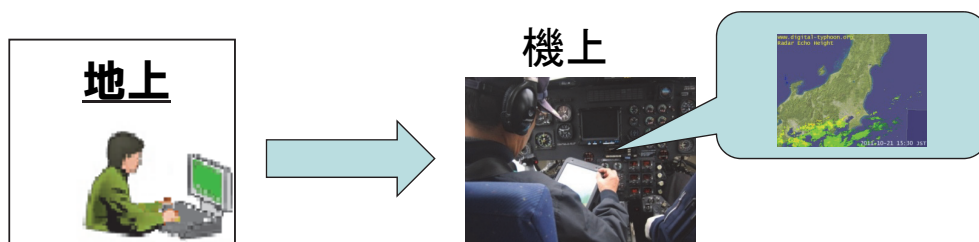
2009年 NTSBはFAAに対して10年以内にHEMSを含む全てのヘリコプタ事故を80%減らす改善勧告。

# 本研究の目的

- 現時点での国内での通信技術を想定した気象情報配信システムのプロトタイプを開発し、課題抽出
  - 低速データリンク(イリジウム)で配信可能
  - 小型機(VFRが主)パイロットにとってニーズの高い気象情報の配信

気象情報源自体の観測・予測方法には焦点を当てない  
気象情報閲覧サイトに提示している情報の運航への積極的な利用

地上の気象情報閲覧サイトを、上空ではどのように表示するかが課題



# 設計コンセプト1(データ圧縮技術・通信料の低減)

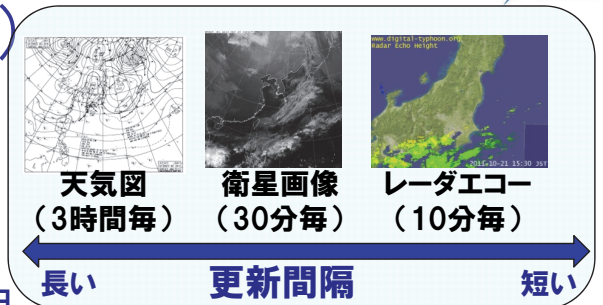
米国の気象情報配信・表示システムとの比較

	FIS-B	XM衛星 気象配信	JAXA(H19年度)	JAXA(H22年度)
配信内容	レーダエコー、METAR/TAF、等	FIS-Bに加え、衛星写真、着氷情報、等	JAXA独自の数値予測情報	FIS-Bに加え、 <b>ライブカメラ</b> 、アメダス、雲底、等
データリンク	地上局ベース(UAT) 1Mbps	衛星通信(SIRIUS) <b>16~64kbps</b>	地上局ベース(JAXA実験用データリンク) 14.4kbps	衛星通信(イリジウム) <b>2.4kbps</b>
配信形態	放送	放送	オンデマンド	<b>オンデマンド</b>

- イリジウム回線を用いた気象情報配信システム
  - 低速のイリジウム回線でも運用可能なデータ圧縮伝送技術(特開2009-251730)
- 機体位置、パイロット要求を考慮したオンデマンド配信による通信料低減

# 設計コンセプト2(気象情報源)

- 低高度の有視界飛行に特に有用な更新間隔の短い実況を配信
- データ解像度を下げても、実運航に役立てられる必要情報を選択



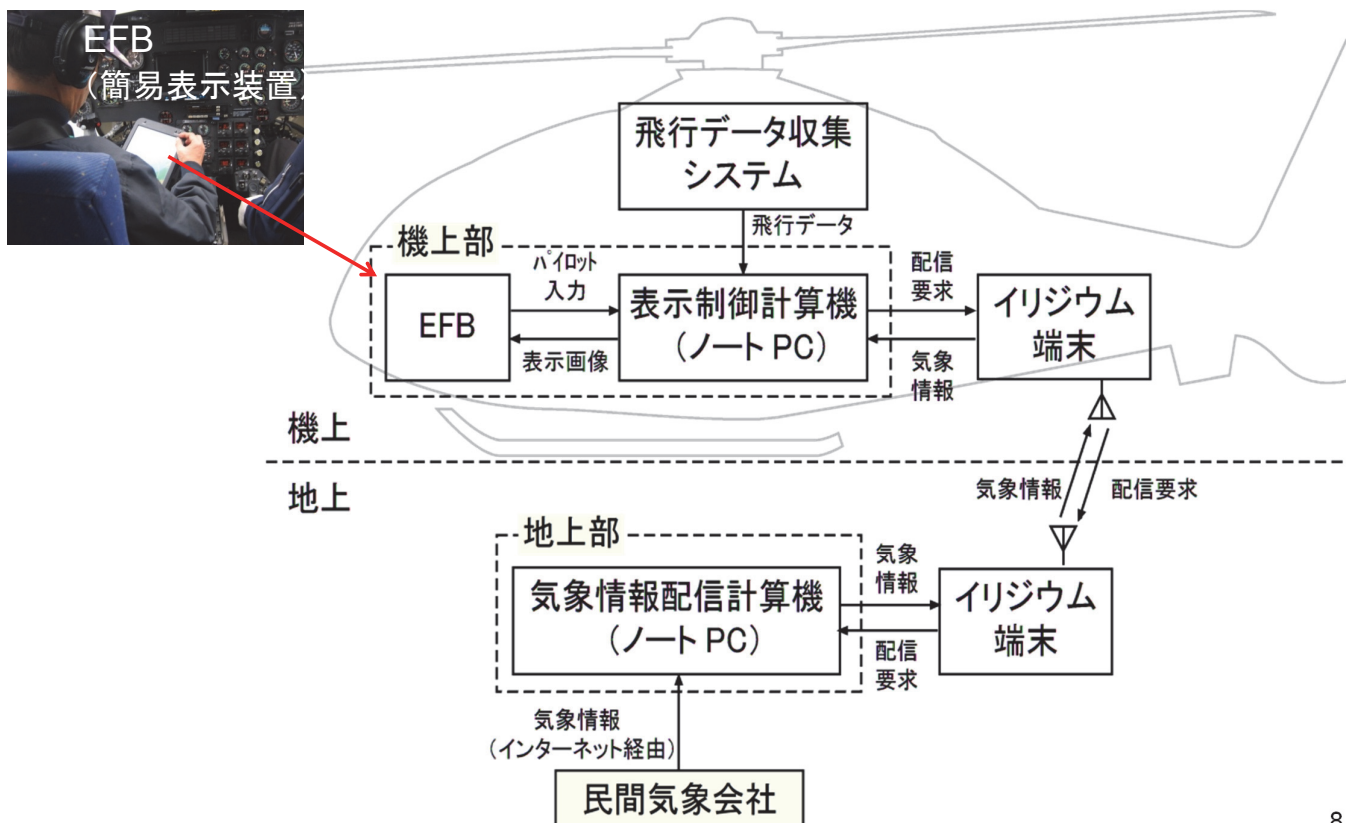
気象情報配信項目

NO	項目	内容	更新間隔
1	アメダス降水量	降水量	10分
2	アメダス風	風向・風速	10分
3	アメダス日照時間	日照時間	10分
4	アメダス気温	気温	10分
5	レーダ気象庁		5分
6	雲頂高度	高度	10分
7	視程(推定)		1時間
8	雲底(推定)		1時間
9	SSスケール(推定)	有視界飛行の運航判断指標	1時間
10	METAR/SCAN/TAF	空港毎全フォーム	METAR 1時間/30分, TAF6時間
11	SYNOP	観測点毎全フォーム	30分
12	ライブカメラ	画像	選択時
13	履歴	過去1時間分データ	

## 設計コンセプト3(表示・インターフェース)

- 表示技術
  - 機上でのリアルタイムの飛行計画に適用可能な情報提示
  - 気象情報・地形・飛行経路の重畳表示
  - North-UP, Heading-UPの切り替え
  - 必要情報の選択機能
  
- 直感的なパイロット・インターフェース開発
  - 初めて本システムを使用するパイロットにおいても直感的に理解可能なように、以下のヒューマンファクタ上の観点考慮
  - メニュー探索時間の最小化
  - 潜在的に混乱を招くメニューオプションの排除

## システム構成



# システム概要(表示概要)

- ・地形情報と気象情報重畳
- ・リアルタイム飛行計画に使用可能



JST 12:25 笹子峠

閉じる

ライブカメラ



日本全土  
アメダス(実況),  
レーダエコー(実況)  
視程・雲底(推定)等

日本全土  
METAR, TAF等



表示器概観: EFB

- ・日本中に500箇所以上設置されたライブカメラ情報
- ・機上で要所を選択し、視程状況を確認可  
世界初の配信

# 表示機能例(1/2)

- 初めて本システムを使用するパイロットにおいても、直感的に理解可能なインターフェース

地図に重ねて表示

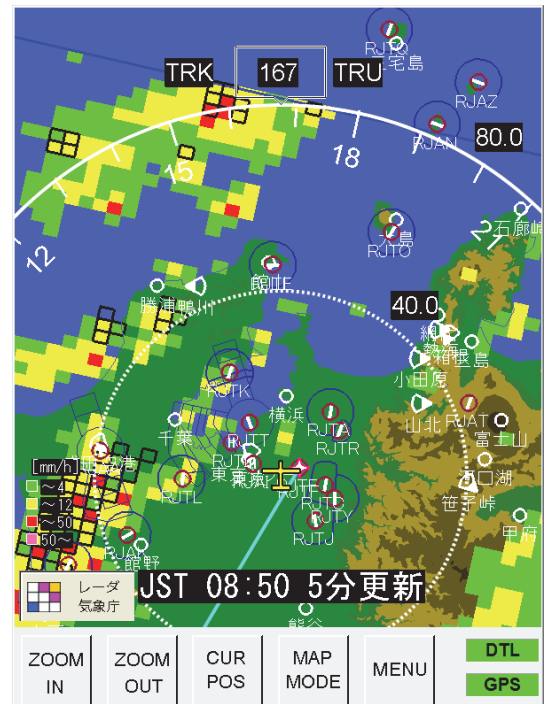
アメダス 降水量	アメダス 風	アメダス 日照時間	表示方法 最新値 履歴 表示なし
アメダス 気温	レーダ 気象庁	エコー頂	
視程 (推定)	雲底 (推定)	SS SCALE (推定)	

別画面で表示

METAR / SCAN TAF / SYNOP	ライブカメラ
-----------------------------	--------

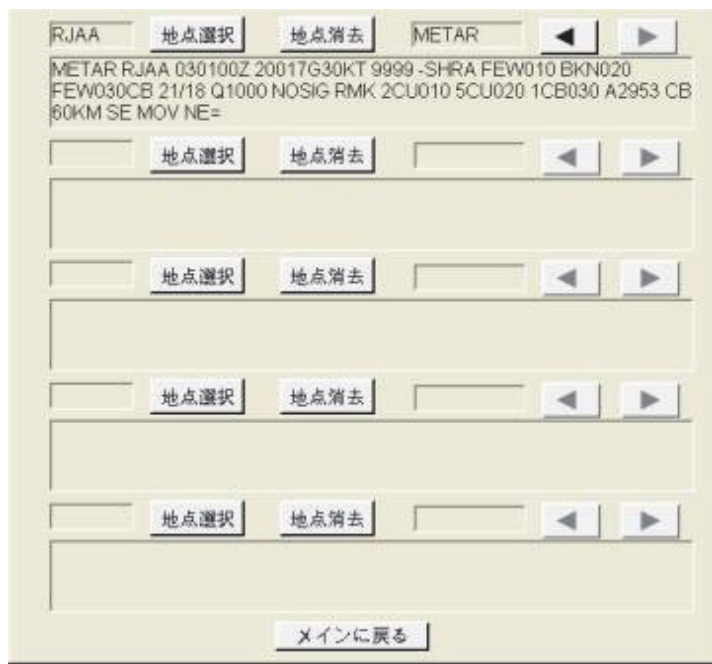
地図表示設定      メインに戻る

MENU画面



メイン画面

# 表示機能例(2/2)



別画面(ライブカメラ表示)

別画面(METAR/TAF/SCAN/SYNOP)

機上で要所を選択し、視程状況を確認可

# 飛行実験評価

## ・実験環境

- JAXAが所有する実験用ヘリコプタMuPAL-ε
- 評価パイロット2名参加

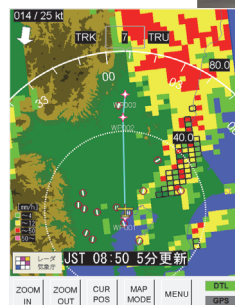
## ・概要

- システム機能確認(相模湾上空)
  - 通信の安定度
  - 表示の配置
  - システムの操作性等
- システム有効性評価(北関東)
  - 運航に対する有効性

**実際に天候の悪い地域(VMC維持)への飛行計画を設定し、飛行中に気象を確認して飛行計画支援となるかを検証**



MuPAL-ε

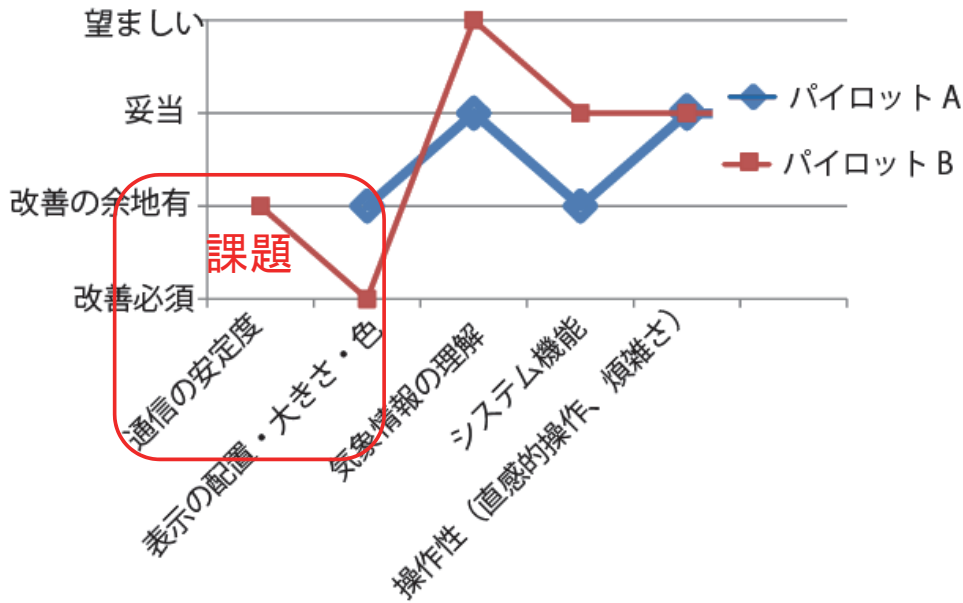


EFB  
(簡易表示装置)



飛行実験状況

# 飛行実験評価結果1(システム機能確認(1/2))



## パイロットの主観評価結果

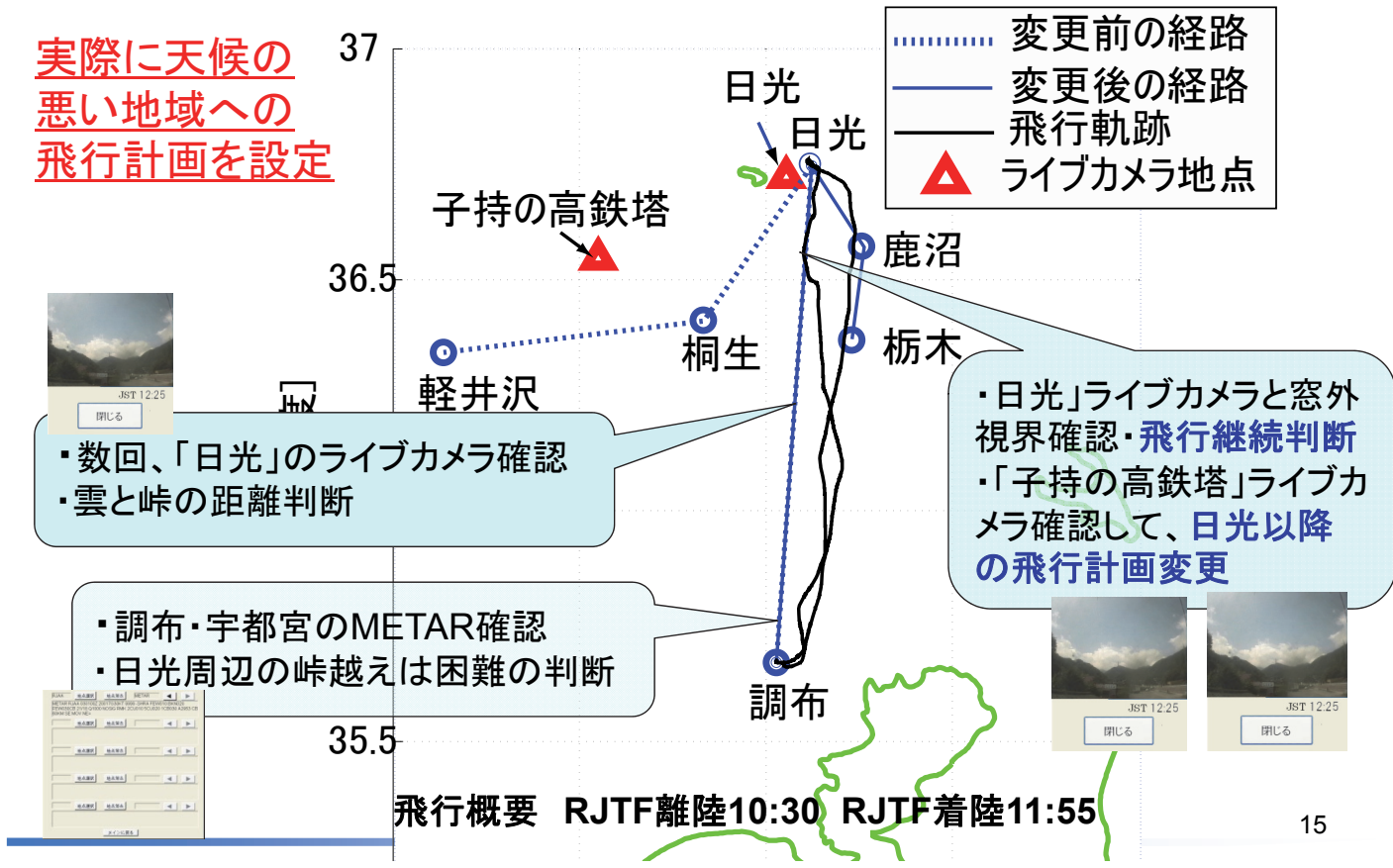
通信の安定度と表示の配置以外は、概ね高い評価

# 飛行実験評価結果1(システム有効性(2/2))

分類	主なパイロット・コメント	今後の改善方向
通信技術	・通信が切断され、情報が欲しい時に取得できない	イリジウム通信が断続的となる要因の検証
表示の配置・大きさ・色	・民間の気象会社が地上で配信している表示と、本システムの色が異なる(航空用のアビオニクスであることを考慮した設計を行ったため)。 ・地上の表示に慣れているので同じものを使用した方が良い	本システムを航空用のアビオニクスにするか、持ち込み品扱いのシステムにするかによって、表示の選択の色に注意
システム操作性	・システムの操作方法が直感的に理解できた(今回の設計では、MENUからメイン画面を表示する操作を単純化したため) ・よく使う機能(例:ライブカメラ)は、さらに単純化した方が良い	重要な項目は、ショートカットキーを設けるなど、直感操作と操作の煩雑度合いのトレードオフを図る

# 飛行実験評価結果2(システム有効性(1/6))

実際に天候の  
悪い地域への  
飛行計画を設定



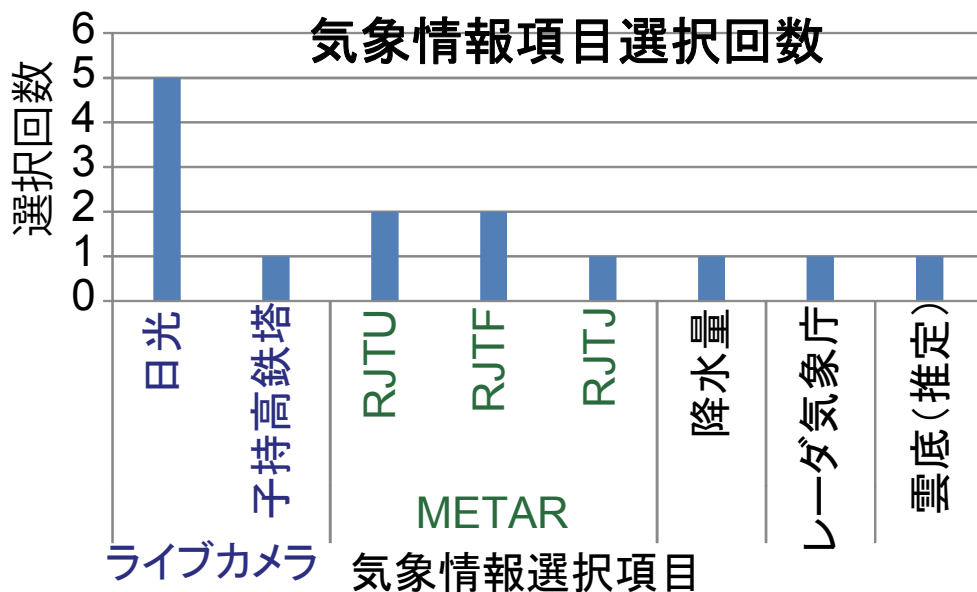
# 飛行実験評価結果2(システム有効性(2/6))



日光周辺の実際の状況  
(山に雲がかかり、飛行継続可能かどうかの微妙な天気)



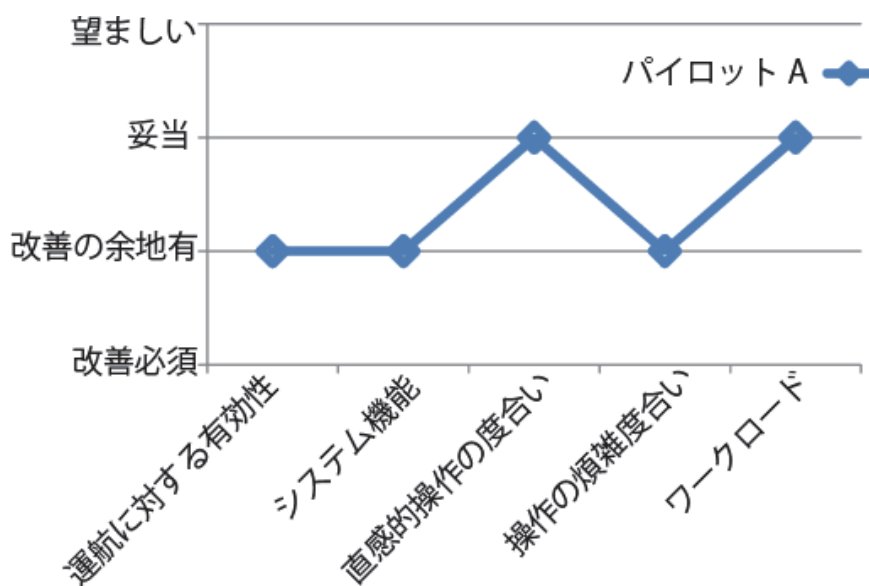
## 飛行実験評価結果2(システム有効性(3/6))



ライブカメラ  
表示に  
40[sec]

- ・ライブカメラのみでは、微妙な雲の高さの判断が困難
- ・雲底の正確な情報、雲の水平距離があると役に立つ
- ・二つのライブカメラ情報を同時に見られると、一つの地点ではなく、2地点間の気象情報をライブカメラから推定可能

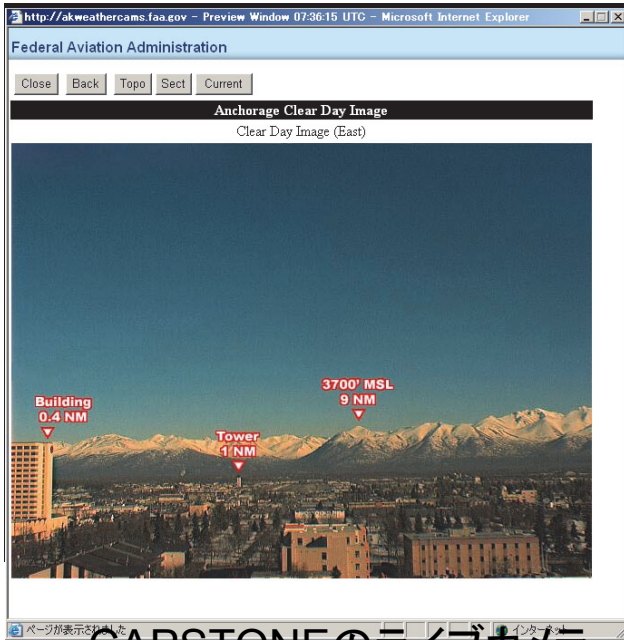
## 飛行実験評価結果2(システム有効性(4/6))



### パイロットの主観評価結果

- ・直感的操作の度合い、ワークロードに関しては妥当の評価
- ・「運航に本システムは少し役に立った」とのコメントが得られたが、システム有効性、システム機能、操作の煩雑性に関して改善の余地有

# 気象情報項目に関する主なパイロットコメント (システム有効性(5/6)) ライブカメラ・雲底・雲の水平距離



CAPSTONEのライブカメラ  
(地上での配信のみ)

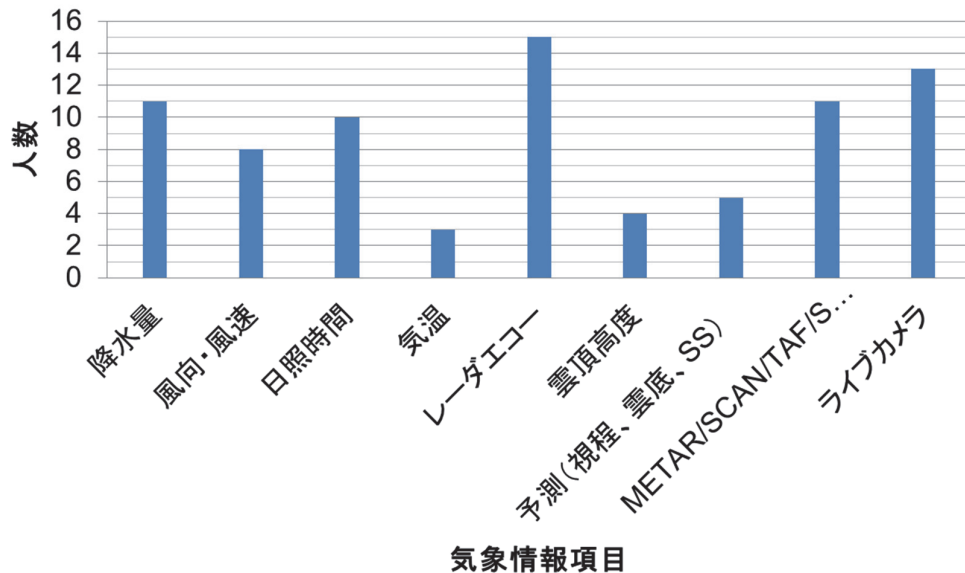
今後の改善方向	
→	ライブカメラ地点が正確に把握できるように、地図情報(レンジを変えた時に、位置関係が分かるように)を充実させる
→	リファレンスとなるライブカメラを合わせて表示。
→	現時点の技術では、低高度の正確な雲底情報を出すことは困難なため、ライブカメラ画像に視程や雲高の目安の数値を設ける

## 飛行実験評価結果2(システム有効性(6/6))

分類	主なパイロット・コメント	今後の改善方向
通信時間に関するストレス	A: 通信時間に関しては、本機能を選択して、他作業を実施している合間に見る場合にはストレスを感じない B: ライブカメラは40[sec]かかると分かっているが長い。	→
安全運航への影響	・EFBを注視してしまう場合があり、見張りが疎か	→

## 必要とする気象情報のアンケート結果

- ・全日本航空事業連合会等で本システムのデモを実施
- ・参加会社にアンケートを実施(約20名)
- ・必要とする項目は、レーダエコー、ライブカメラ、降水量、METAR/TAF、日照時間等



21

## まとめ

- 低速データリンク(イリジウム)環境下の気象情報配信システムを開発し、飛行実験によって評価した。
- 得られた知見
  - 有効性:ライブカメラ表示は有効、ただし機能追加が必要
  - 伝送技術の課題:通信の安定性、データ圧縮
  - 表示技術の課題:航空用のアビオニクスにするか、持ち込み品扱いのシステムにするかによって、表示の選択の色に注意
  - 安全運航上の課題:EFBを注視する場合があるため、注視時間短縮の工夫が必要
- 低速データリンクでは限界もあるため、将来的には、高速データリンク(例:UAT、衛星)の国内利用も普及の近道

22