

日本ヘリコプタ協会
2013年度会報

Journal of the Japan Chapter of
AHS International



- 第23号、平成25年7月
Vol. 23, July 2013

日本ヘリコプタ協会
the Japan Chapter of AHS International

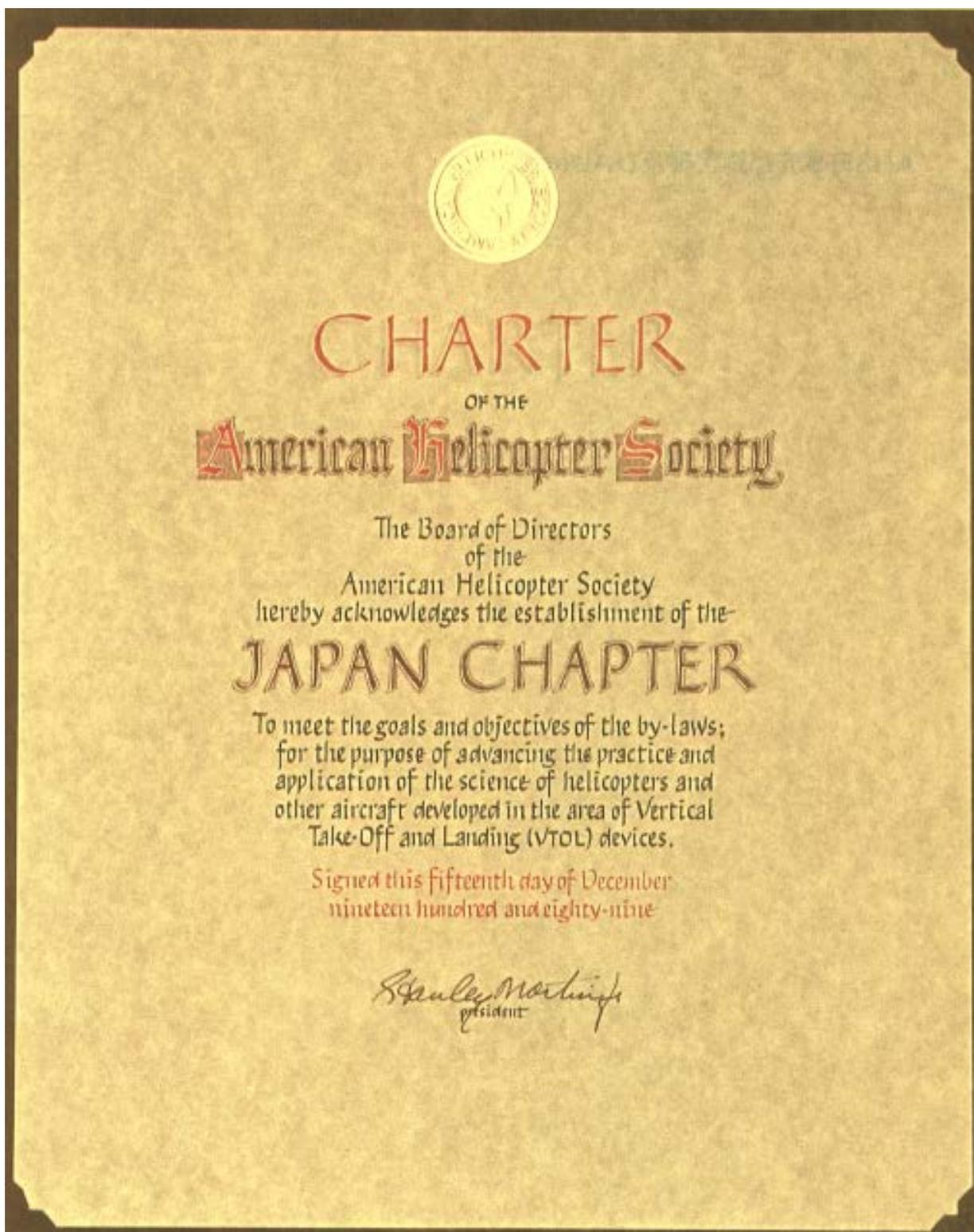
日本ヘリコプタ協会
2013年度会報

Journal of the Japan Chapter of
AHS International



- 第23号、平成25年7月
Vol. 23, July 2013

日本ヘリコプタ協会
the Japan Chapter of AHS International



目 次

AHS日本支部認定書

巻頭言(井星 正氣)	1
2012年度活動報告	2

<総会・講演会>

AHSI 年会 参加報告 大田 智基 (富士重工株)	4
原子力災害における無人ヘリコプタの活用 佐藤 彰 (ヤマハ発動機株)	12
東日本大震災における航空機救難活動 ～教訓と提言～ 山根 峯治(JAXA客員研究員)	34

<第36回定例研究会>

護衛艦「ひゅうが」見学会 海上自衛隊横須賀地方総監部	68
----------------------------------	----

<第37回定例研究会>

JAXAにおけるヘリコプタ騒音低減用アクティブ技術の研究 小曳 昇 (航空宇宙研究開発機構)	87
完全自立型電動マルチロータヘリコプタ –ミニサーバイヤーの性能と今後の展望– 野波 健蔵 (千葉大学 副学長・教授)	131
自立機デモフライト (ヤマハ発動機株)	154

<新連載>

日本ヘリコプタ協会人物紹介(2) 東 昭	155
----------------------------	-----

<寄稿>

サウジKV107消火ヘリコプタの開発 義若 基 (日本ヘリコプタ協会名誉顧問)	164
---	-----

2012年度ヘリコプタ研究・論文一覧	170
--------------------------	-----

日本ヘリコプタ協会規約	171
2013年度賛助会員名簿	176
2013年度役員名簿	178
日本ヘリコプタ協会年表	181
会員申込書	183

巻頭言
日本ヘリコプタ協会
第13代会長 井星 正氣



経済が低迷する中であって、ヘリコプタを取り巻く社会にもその影響は少なくないが、ヘリコプタの高い有用性と関連機関の各分野における不断の努力からゆっくりではあるが着実にその活動範囲が広がり、前進していることが分かる。今の枠組みの中では、人命に関わる消防防災や救命救急分野における活動が目を見張る。そのシステムや自衛隊との連携も大震災や救助活動中の事故といった身につまされる大きな代償を払いながらも機能的なものになってきている。最近、防衛技術の民間転用も現実味を帯びてきており、ヘリコプタに関連するすべての分野の会員で構成される日本ヘリコプタ協会にとって、多方面にわたる会員の努力がより一層発揮され易い環境として整いつつあるように思われる。また、MEMS技術や制御技術の発達により小形無人機の耐久性や信頼性が向上して、安価で簡便な、騒音等の環境性にも配慮した高精度のセンサーロボットや作業用ロボットとして小形無人機の活用が進められ、用途の細分化も図られて行くように思われる。さらに、具体的なミッションに則した機種を想定した要素技術の蓄積や日本人的な機微に配慮したシステムの構築は枠組みが変遷していく中では強力なパワーと成り得るであろう。今後も、ヘリコプタの関連分野が一層の研鑽を積まなければならないことは確かである。

さて、ヘリコプタという名称は幼稚園児からお年寄りまで広く誰にも知られていますが、ヘリコプタをより深く知って頂くために日本ヘリコプタ協会では、広報の一環としてHPの更新を実施してまいりました。前年度に企画された日本ヘリコプタ協会（設立時はヘリコプタ技術協会という）設立当時にご尽力された先輩諸兄のお考えや人となりを紹介する「人物紹介」も初代会長の義若基氏に続き、東大名誉教授の東昭氏を会報に掲載する運びとなりました。今年度は年数名の頻度で掲載を予定しています。先輩諸兄の熱い精神に触れられ、若手研究者や技術者ばかりでなく、各分野の皆様の一層の奮起を期待しております。さらに、ヘリコプタに関心のある方々を対象とした項目とともに、ヘリコプタに関する技術や話題など情報発信を意図した項目をHP上に加えるべく作業を進めています。また、今年度は、AHS (American Helicopter Society) International の役員組織の改編に伴い、Board Meeting Member としてRegional Vice Presidents にJAXAの齊藤茂氏とRegional Directors に帝京大学の平本隆氏がそれぞれ選出されました。さらに、空力部門委員にKHIの辻内智郁氏が選出され、多くの役員、委員の参加により、本部とのコミュニケーションや国際化への対応も図り易くなっています。

今年度も引き続き、ヘリコプタ及び垂直離着陸飛行の発展に寄与するために、先輩諸兄の精神を継承しつつ、会員各位に満足頂けるような活動を推進していこうと考えております。

日本ヘリコプタ技術協会

2012年度活動報告

1. 総会・講演会

- 日時：2012年6月15日(金)
- 場所：航空会館
- 総会：2011年度活動報告および収支報告の件他の議案を決議。
 - 会計監査報告
 - 第1回ARF at Busan(Korea)参加報告
 - 新役員承認
 - 各役員平成23年度事業報告及び平成24年度事業計画承認
 - AHSI Honoray Fellow 賞 授賞式
 - 新旧会長の挨拶
- 講演会
 1. 原子力災害における無人ヘリコプタの活用 佐藤 彰 氏(ヤマハ発動機株)
 2. 東日本大震災における航空救難活動 ～教訓と提言～ 山根 峯治 氏
(JAXA客員研究員)
- 出席者：約50名

2 理事会・幹事会

- 第1回理事会・幹事会を、2012年6月15日(金)に開催された総会・講演会の前(午前中)に実施。①役員会の成立性確認、②2011年度会計報告、③2011年度会の活動報告と2012年度の活動計画、④各役員2011年度事業計画と2012年度事業計画、⑤2012年度の会報(CD-ROM)作成、⑥2011年度新規役員交代および承認等および⑦第1回ARF参加報告等について討議した。その他賛助会員及び個人会員等の状況等についても報告及び討議を実施した。
- 臨時理事会・幹事会を2012年10月18日(木)に開催された第36回定例研究会に先立ち、海上自衛隊横須賀地方総監部で実施。①前回議事録承認、②新規会員の承認、③HPリニューアル関連及びヘリコプタに関する研究交流会の提案等について検討した。
- 第2回理事会・幹事会を2013年3月8日(金)に開催された第37回定例研究会に先立ち、ヤマハ発動機(株)コミュニケーションプラザで実施。①前回議事録承認、②新規会員の承認、③「ヘリコプタ大全について、及び④ARF関連等について討議した。

3. 定例研究会

第36回定例研究会

- 日時：平成24年10月18日(木) 14:30～16:45
- 場所：海上自衛隊横須賀地方総監部 護衛艦「ひゅうが」会議室
- 説明会及び見学会
 1. 護衛艦「ひゅうが」の概要
 2. 護衛艦「ひゅうが」艦内見学
 3. 東日本大震災時の「ひゅうが」及び海上自衛隊の救援活動の概要
- 出席者：約60名

第37回定例研究会

- 日時：平成25年3月8日(金) 13:00～17:15
- 場所：ヤマハ発動機(株)コミュニケーションプラザ(磐田)
- 講演会及び見学会
 1. JAXAにおけるヘリコプタ騒音低減用アクティブ技術の研究
木曳昇氏(宇宙航空研究開発機構)
 2. 完全自立型電動マルチローターヘリコプターミニサーベイヤの性能と今後の展望
野波健蔵氏(千葉大学 副学長・教授)
 3. 自立機デモフライト(産業用無人ヘリコプタ RMAX)
- 出席者：約50名

<総会・講演会>

1.AHS Annual Forumの報告



日本ヘリコプター協会 2012年度総会

AHS 68th Annual Forum 参加報告



2012年6月15日

富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

1

目次



1. 68th Annual Forum概要
2. CEOパネルディスカッション
3. 技術講演(ハンドリング・クオリティ・セッション)
(推進セッション)
(空力(CFD/CSD)セッション)
4. 技術展示
5. ツアー
6. バンケット
7. まとめ

2

× プライバシー保護のため、この画像の自動ダウンロードをブロックしました。

1. AHS 68th Annual Forum 概要

日程	4/30(月)	5/1(火)	5/2(水)	5/3(木)
	AHS 68th Annual Forum			
	▽▽ ベル社 ツアー	技術講演(234件) 米陸軍 ← CEO → パネル	米海軍/ 海兵隊 バンケット▽	研究機関 パネル

会場

米国テキサス州フォートワース コンベンションセンター



3

× プライバシー保護のため、この画像の自動ダウンロードをブロックしました。

1. AHS 68th Annual Forum 概要

参加者

総勢 約1300名

米陸海軍、機体メーカー、装備品メーカー、ソフトメーカー、大学、研究所

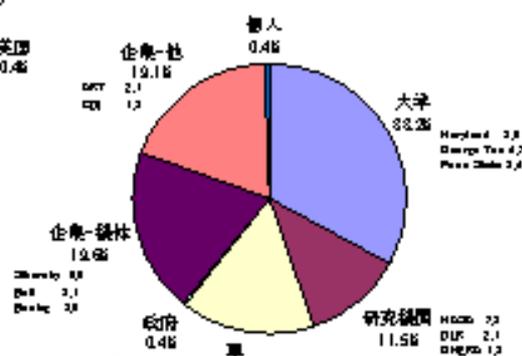
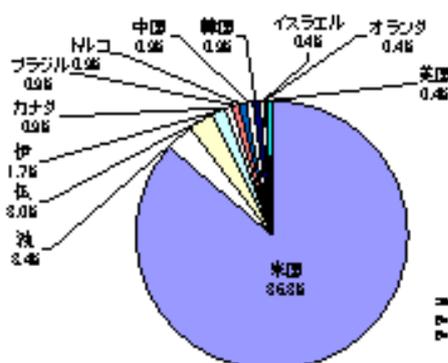
日本からの参加者 8名(JAXA, MHI, HI, FHD)

技術講演数

一般講演 234件 + 特別セッション4件

技術展示

63団体



4

2. CEOパネルディスカッション

テーマ

防衛予算が低減する中で、どのような将来路線をとるか

パネラー

- ・アグスタウエストランド社, Dr. James Wang, VP
- ・ベル社, John Garrison, CEO
- ・ボーイング社, Phill Dunford, VP
- ・ユーロコプタ社, Lutz Bertling, CEO
- ・ロッキード・マーチン社, Daniel Schultz, VP
- ・シコルスキ社, Jeffrey Pino, CEO



2. CEOパネルディスカッション

各社の主張

アグスタ ウエストランド社	<ul style="list-style-type: none"> ・iphoneを例に、ヘリ業界でも、game changerが必要である ・139を例に、159、189、169へと投資効率を最大限とした取り組み ・AW609のビデオを上映し、AWがgame changerだと言わなければならないの強気の説明
ベル社	<ul style="list-style-type: none"> ・今後のマーケットとして、①中国、インド市場、②IHST*を重視 ・民/軍ともに、4点重視すべき①現状認識性、②整備性、③飛行特性、④アフターサポート。 <small>*IHST:International Helicopter Safety Team</small>
ボーイング社	<ul style="list-style-type: none"> ・2030年までにヘリ技術に変化が必要。そのために予算が必要 ・ヘリの評価は、以前は技術レベル、今はロダクティビティ、将来はavailability×survivability。 ・要は、変化が必要
ユーロコプタ社	<ul style="list-style-type: none"> ・マーケットドライバーは、環境性、新技術(X3のような)。 ・国際的に協力することも重要。(EC120, EC175, EC145, NH90で実践)
ロッキード・ マーチン社	<ul style="list-style-type: none"> ・新しいことだけが革新でなく、既存の技術の組み合わせも重要。
シコルスキ社	<ul style="list-style-type: none"> ・技術開発は、官予算に頼ることなく、自社で投資して行うべき。 ・そうすれば、1/3の予算で開発が可能である。

3. 技術講演 ハンドリング・クオリティ・セッション

- ・ 本セッションで発表された6件中5件が、FBW(Fly By Wire)技術
- ・ パイロット・ワークロード低減を目的として開発の進められていた
- ・ UH-60FBWの飛行試験が完了(本件に関する発表が3件)
- ・ UH-60FBWは、飛行試験にて、ADS-33レベル1達成を確認
- ・ クリーン形態に加え、スリング形態においても飛行試験を実施し、スリング形態のADS-33飛行マヌーバ案を報告

(UH-60FBW 飛行試験概要)

期間:2008年8月～2011年12月(3年4ヶ月間)

飛行時間:503.7時間 試験機数:2機

関連機関:米国陸軍、シコルスキ社



FBW試験機



スリング形態

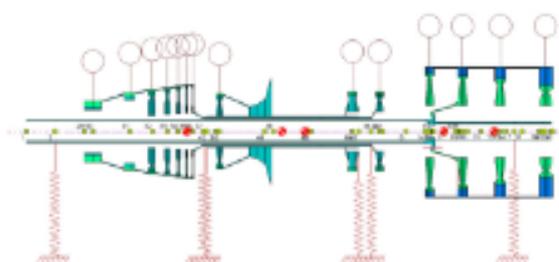
7

3. 技術講演 推進セッション

- ・ ティルト・ロータ機に可変回転数を採用することで、ホバリング時と高速飛行時の両方の効率向上を図ることを目的とした、可変回転数のターボシャフトエンジンの発表がNASA Glenn研究所より2件あった。
- ・ 可変回転数のターボシャフトエンジンの研究は、3年前から開始され、今回の発表では、コンセプト確認の一環として、駆動系の安定性解析、振動解析を実施し成立する見通しがあることが報告された。
- ・ 回転数は、ホバリング時100%rpm、高速飛行時54%rpm。



可変回転数ティルト・ロータ



駆動系の安定性解析モデル

8

3. 技術講演 空力(CFD/CSD)セッション

- ・ アクティブ・ロータの騒音解析技術の向上を目的として実施されていた**HART IIプログラムが今年度で終了**するにあたり、集大成となる講演があった。

- ・ **HART II概要**

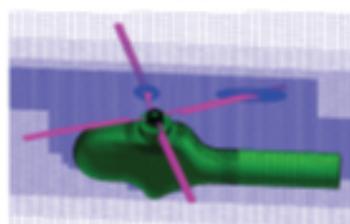
* HART II: The second Higher-Harmonic Control Aeroacoustic Rotor Test

(参加団体)米陸軍、NASA、DLR、ジョージア工科大学、メリーランド大学、韓国大学 等

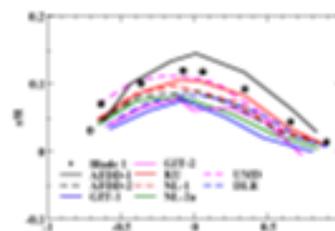
(期間)2005~21012年

(内容)2001年にDNWで実施した風洞試験結果を検証データに用い、参加団体がCFD/CSD解析を検証し、年に1回程度、報告会を行い、相互の結果を比較することでアクティブ・ロータの解析技術の向上を目指す。

(成果)風洞試験結果と参加団体のCFD/CSD解析結果の比較が完了し、空力荷重、構造変形が概ね一致することを確認
・ 誤差は残るものの、これ以上の解析精度の検証は、使用しているCSDソフトウェア自体のバグ探求等の大掛かりな作業が発生すること等の理由により、HART IIでの作業は今年度で終了。



(a) OVERFLOW structured overset grid
解析グリッド例



翼端渦の軌跡

(点が実験値、線が各参加団体の解析結果) 9

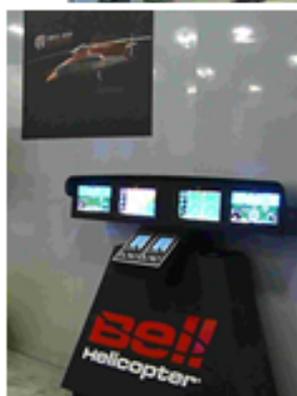
4. 技術展示 ユーロコプタ社

X3模型、EC120実機、EC130、AS350グラスコピットを展示



4. 技術展示 ヘル社

407AH実機、525グラスコックピット、V22、429模型を展示



525グラスコックピット

V22

429

11

4. 技術展示 ボーイング社

H-6 FBW実験機、AH-64D近代化のパネルを展示



12

4. 技術展示 シコルスキー社

CH-53K 胴体部分模型、X2派生機モデル(4種)を展示



13

5. ツアー

ベル社 Training Academy(整備士、パイロット訓練設備)、
525モックアップ(全備重量18000lbs、2014年初飛行予定)を視察



14

6. バンケット

- ・東日本大震災の「友達作戦」で活躍した米海軍のパイロットが表彰
- ・日本からは東名誉教授がAHS Honorary Fellow Awardを受賞



15

7. まとめ

- ・ヘリ機体メーカー6社のCEO級のパネルディスカッションが「防衛予算が低減する中で、どのような将来路線をとるか」をテーマに実施され、6社6様であったが、比較的勢いのある会社は、防衛予算に頼らず自己資金により機体開発に取り組んでいることを背景にした主張がなされた。
(アグスタ・ウエストランド:AW609、ユーロコプタ:X3、シコルスキ:X2)
- ・技術動向について、FBWは、UH-60へ搭載する準備が整ったことに加え、民間機525においても安全性向上のため採用予定であり、ヘリ分野においてもFBWが導入段階から普及段階に推移している。

16

2 原子力災害における無人ヘリコプタの活用



ヤマハ発動機株式会社 佐藤 彰

YAMAHA

発表内容

1. 無人ヘリコプタの開発の歴史等紹介
2. 無人ヘリ自律システムの説明
3. 原子力災害における運用の紹介
4. 今後の課題

1. 無人ヘリコプタの開発の歴史等紹介

3

産業用無人ヘリコプターの現状

農業分野

全国で 2,346機の無人ヘリが登録

無人ヘリ散布面積 963千ha

全国で14,163名のOPが活躍

観測および計測分野

火山観測・監視活動での実績

災害への無人機の利用(国の技術方針)

4

産業用無人ヘリコプター開発の歴史



- 1983年 社団法人 農林水産航空協会より
研究開発受託
- 1986年 RCASS(二重反転機)研究開発終了

- 1989年 R-50 販売開始

- 1997年 農業用RMAX 販売開始

- 1999年 自律航行型RMAX 試作機開発
- 2000年 自律航行型RMAXによる有珠山観測
- 2001年 自律航行型RMAX販売開始

- 2003年 農業用 RMAX TypeII G 販売
- 2004年 自律航行型 RMAX GO-1 販売
- 2005年 自律航行型 RMAX G1 運用開始



RCASS



R50



RMAX



自律 RMAX GO



RMAX TypeII G



自律航行型 RMAX GO-1



自律航行型 RMAX G1

5

ヤマハにおける無人ヘリコプターの3分野と制御系



6

RMAX Type II-G (農業用)

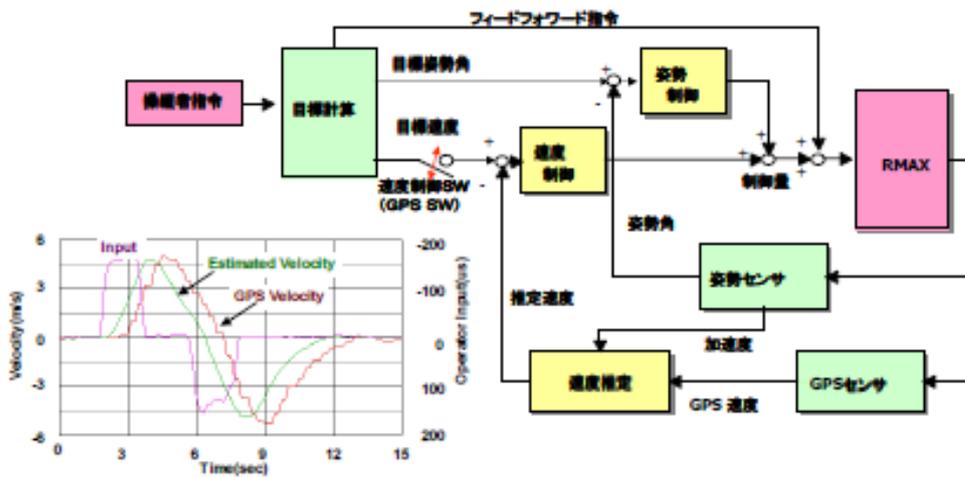


7

速度制御



- ・目標姿勢角と目標速度の変更による**6つの操縦性能**
- ・GPSセンサ(速度)と姿勢センサ(加速度)を用いた正確な**速度推定**



8

速度制御の特徴



手放しホバリング可能！

速度コントロール容易

ブレーキ操作不要！



9

電波障害時の安全システム



万一の電波障害時には…

飛行中に電波障害が発生した場合は、機体は自動的に静止し、その後ゆっくりと水平降下します。

■電波障害が発生したら…



10

農業分野における無人ヘリコプターの利点 YAMAHA

日本の農業の問題



- 農業生産者の高齢化と後継者不足
- 農村構造の多様化、混住化
- 農産物の低コスト化
- 食糧自給率の向上

効率的で環境にやさしい散布方法

	1ha当たりの散布量	希釈倍率	散布作業効率の向上	過期防除	飛散(ドリフト)	散布作業者(オペレーター)への被曝	騒音
地上散布	多い (1000~1500L)	1000~1500倍	低い (4~5ha/1日)	難しい (兼業農家)	少ない	多い	小さい
無人ヘリ	少ない (8~10L)	原液~16倍	高い (20~40ha/1日)	通している	少ない (高度3~4m、速度10~20km/h)	少ない	有人に比べ小さい
有人ヘリ	少ない (0.8~40L)	原液~60倍	高い (100~400ha/1日)	難しい (ヘリ運航ダイヤによる)	多い (高度10~15m、速度48~64km/h)	ない	大きい

11

産業用無人ヘリコプターの管理 YAMAHA

産業用無人ヘリコプター RMAXの定義

RMAXは、無人機で離陸重量が100kg未満のため、航空機のカテゴリーに属しません。従って、運用に関する管理は独自のルールに則って実施されています。

運用組織等

農業用機

- 組織 : (社)農林水産航空協会
- 役割 :
- 運用基準策定
 - 性能確認(機体、散布機等)
 - 機体登録
 - 整備点検確認
 - 教育施設の確認
 - オペレータ(パイロット)の登録

非農業用機

- 組織 : 日本産業用無人航空機協会(JUAV www.juav.org)
- 役割 :
- 機体登録
 - 工場認定
 - オペレータ認定
 - 安全基準策定

12

2. 無人ヘリ自律システムの説明

13

自律航行型無人ヘリコプター

RMAX G1

農業用RMAX Type IIをプラットフォーム
に自律航行用電子装備を付加した機材



離着陸操縦用送信機

運用人員：3名～



地上局通信アンテナシステム
(データ, GPS, 画像)



地上局 操縦システム

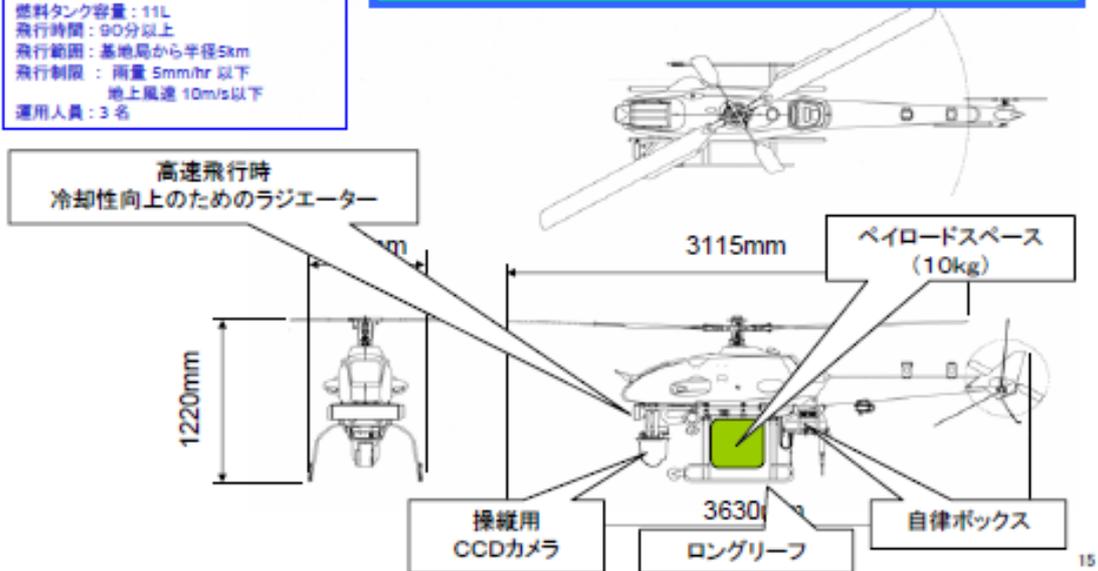
14

RMAX G1 (機体)

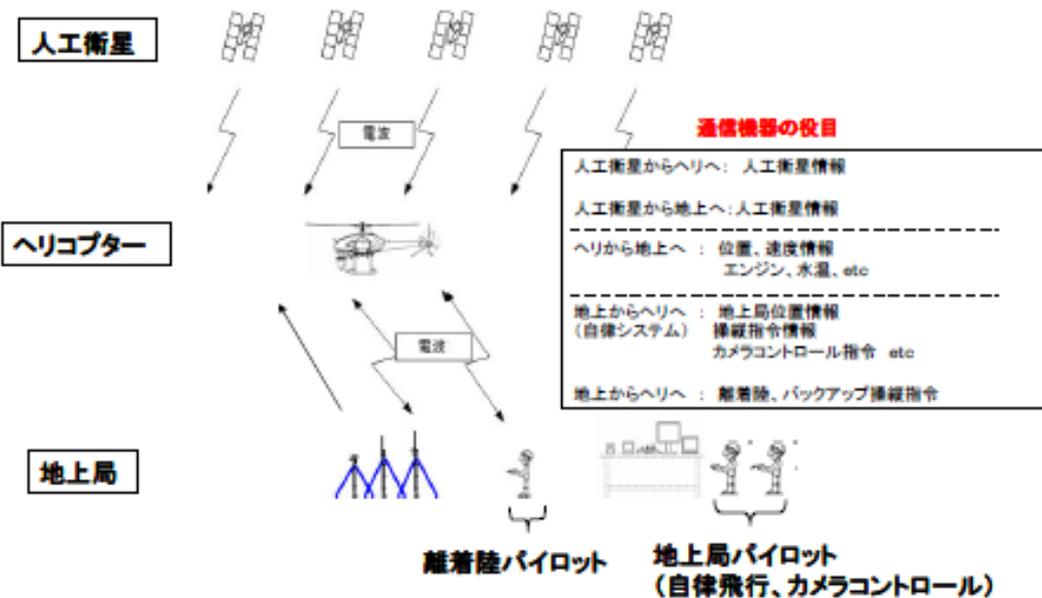


最大離陸重量: 94kg (燃料込み)
 ペイロード: 10kg (標高0m, 気温20℃)
 最高速度: 72km/h
 燃料タンク容量: 11L
 飛行時間: 90分以上
 飛行範囲: 基地局から半径5km
 飛行制限: 雨量 5mm/hr 以下
 地上風速 10m/s 以下
 運用人員: 3名

農業用RMAXをプラットフォームとして
自律飛行用装備を付加して構成されている

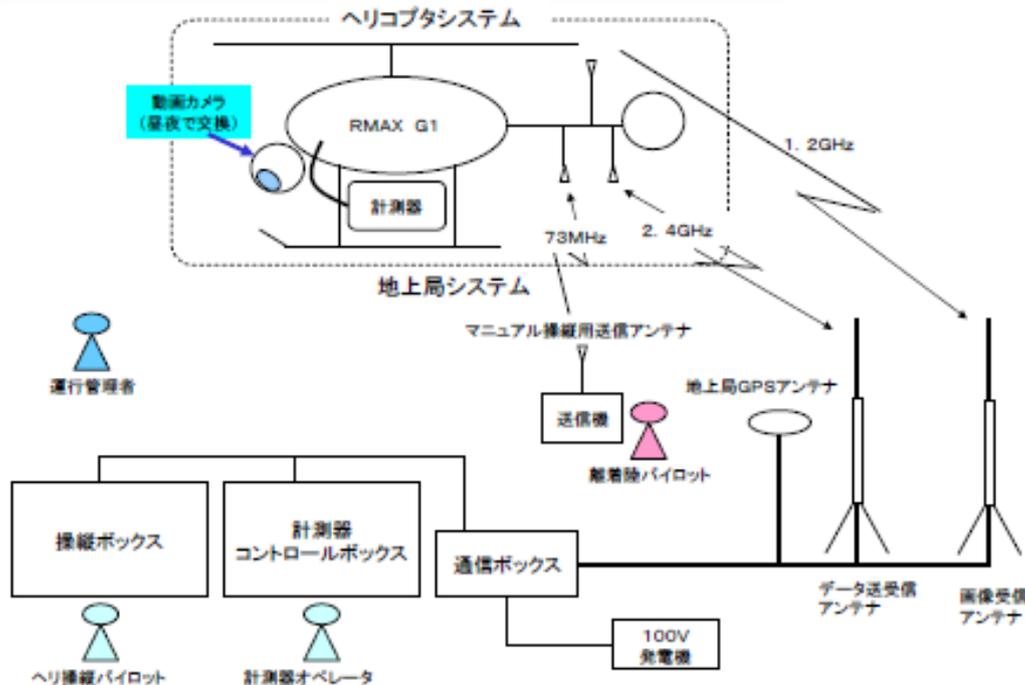


自律航行型無人ヘリコプターシステム概要



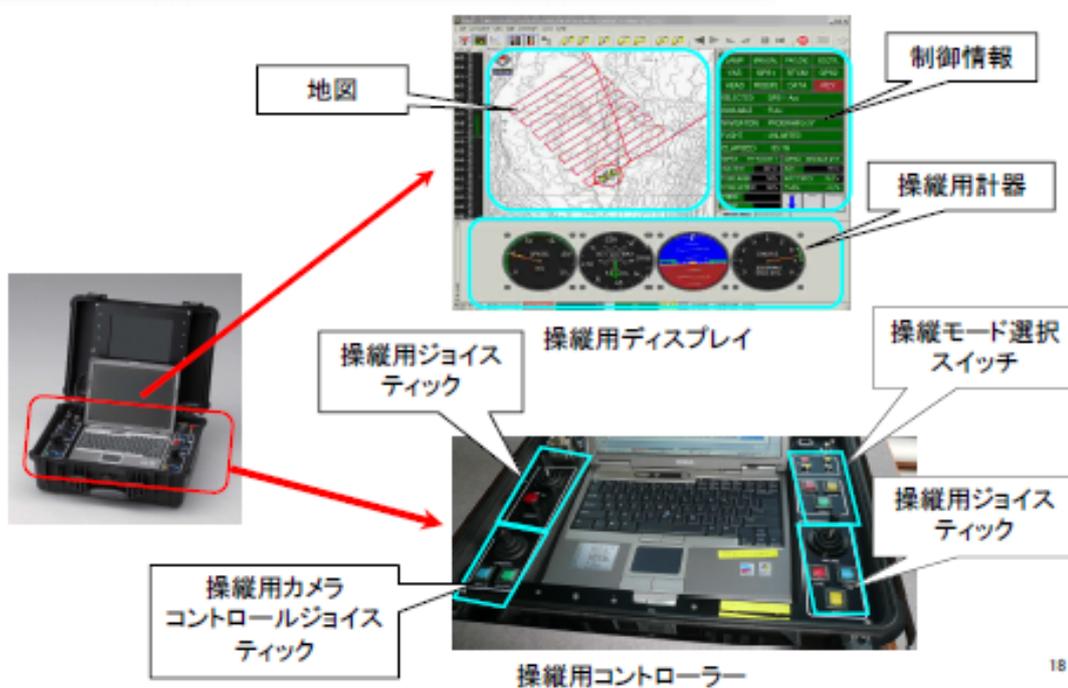
16

全体システム

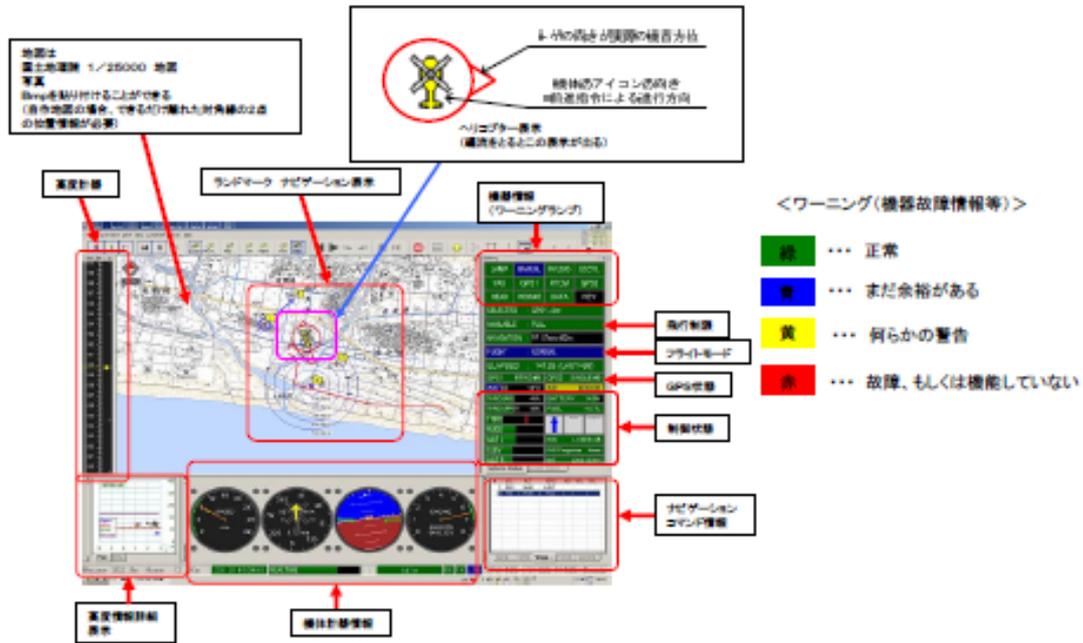


17

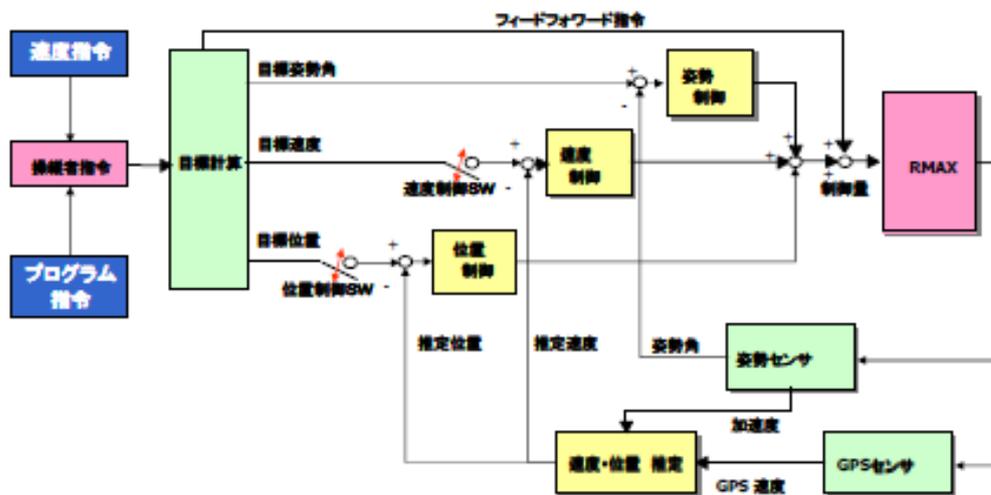
地上局コントロール部



18



- ・速度指令とプログラム指令
- ・位置制御による高精度なフライト



運用時の地上局構成



21

飛行計画のシミュレーション

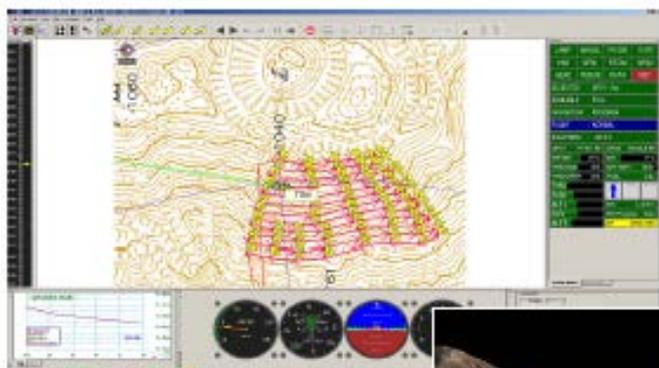


フライトシミュレータを用いて、
地上局候補位置選定、飛行ルート、上昇下降速度、飛行時間を検討し、
飛行計画を作成してから現地運用に臨む

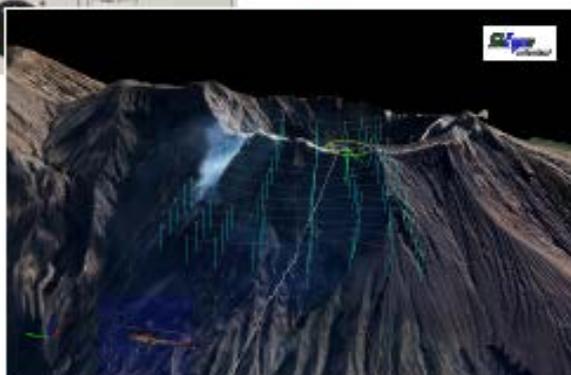


22

飛行計画のシミュレーション



2Dおよび3Dで検討



23

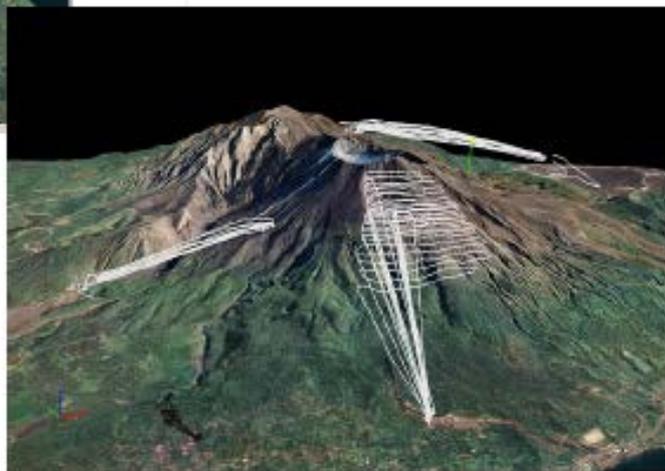
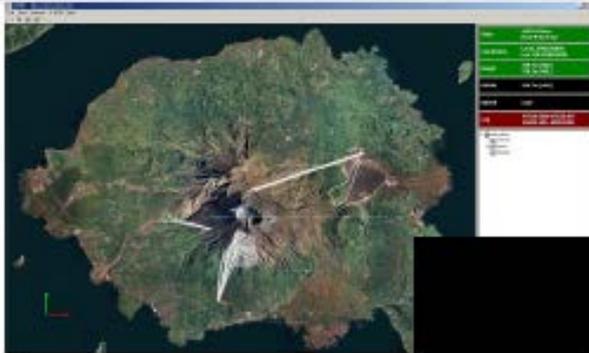
GPWSシステム (Ground Proximity Warning System)



衝突防止のため、地上と接近しすぎるとアラームで知らせる



24



3. 原子力災害における運用の紹介

(財)原子力安全技術センター からの委託事業による技術調査

27

放射線モニタリング(基本飛行試験)

2007年より (財)原子力安全技術センターからの依頼により、無人ヘリを用いての空中放射線モニタリングの技術調査を実施。2011年1月14日 に基本飛行試験をおこなった。



機体が汚染された場合を想定し、離着陸場所シートを2重に敷設する。



汚染防止のために、離着陸地点であるスキッド部分に養生を実施



測定装置にも 防水・防塵シートで覆う。



地上用の電源を投入し、システムを確認し、飛行準備完了



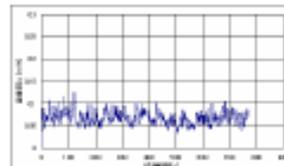
離陸をおこない、飛行測定を実施し、終了後着陸



検査をおこない、機体が汚染されていないかを確認する。



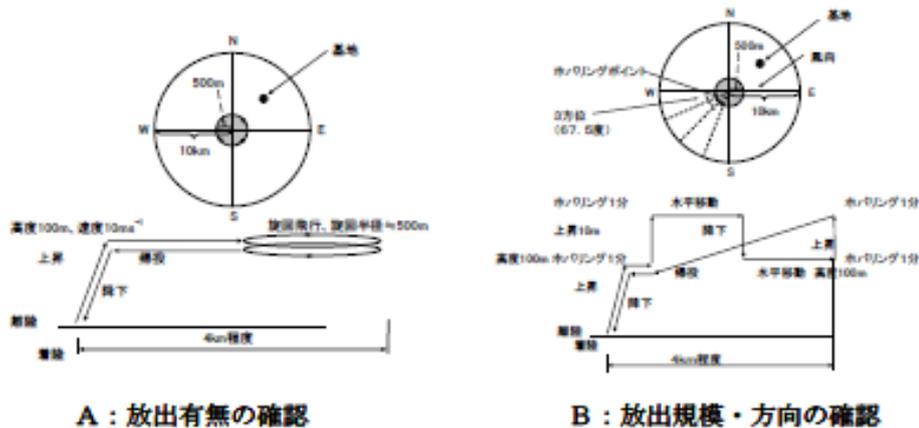
汚染があった場合は、ウエスにて拭き取り作業により除染する。



飛行中に計測された、自然放射線量。約0.05~0.1(毎時マイクロシーベルト)

28

原子力発電所の事故を想定した場合の 飛行プロファイル



29

パターンBによる飛行フライト経路

この飛行中、線量率と飛行位置および高度のデータをリアルタイムにモニタリングできることが確認できた。



30

日本原子力開発機構(JAEA)による 福島第一原発関連線量計測業務への参加

31

放射線モニタリング(福島県川内村)

文部科学省原子力支援本部の要請により、RMAX G1を用いて、ガンマ線の影響を詳細に把握するモニタリングを2011年7月26日および27日に実施した。

実施場所は、現に子供が居住している地域(緊急時避難準備区域【田村市、南相馬市、川内村、広野町、楢葉町】)において、比較的線量が高く、ホットスポットが確認されている川内村および広野町であった。

本モニタリングにより、空中放射線量マップの測定と土壌の放射能沈着量の解析をおこなうことができた。



32

放射線モニタリング(福島県川内村)



文部科学省原子力支援本部の要請により、RMAX G1を用いて、ガンマ線の影響を詳細に把握するモニタリングを2011年7月26日および27日に実施した。

実施場所は、現に子供が居住している地域(緊急時避難準備区域【田村市、南相馬市、川内村、広野町、楢葉町】)において、比較的線量が高く、ホットスポットが確認されている川内村および広野町であった。

本モニタリングにより、空中放射線量マップの測定と土壌の放射能沈着量の解析をおこなうことができた。



32

放射線モニタリング(福島県川内村)



飛行前に地上での放射線量の測定をおこない、空中放射線量との比較をおこなう。



当日は30名近い報道陣が来て、取材をおこなった。



フライト高度は 5~50m まで変化させた。



車の中に設置された地上局。ヘリの位置をと放射線量がリアルタイムでおくられてくる。

34



放射線量測定器(プラスチックシンチレータ)

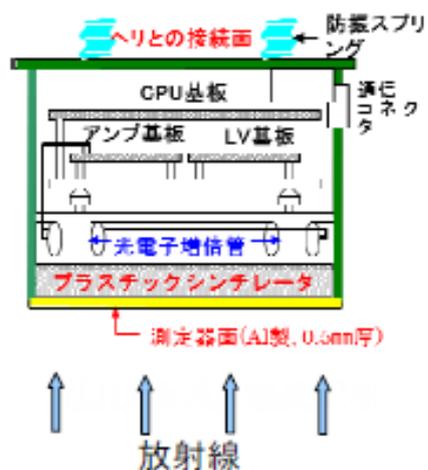
(270(w) × 300(d) × 20(t) mm)

検出範囲: BG ~ 0.02mSv/h

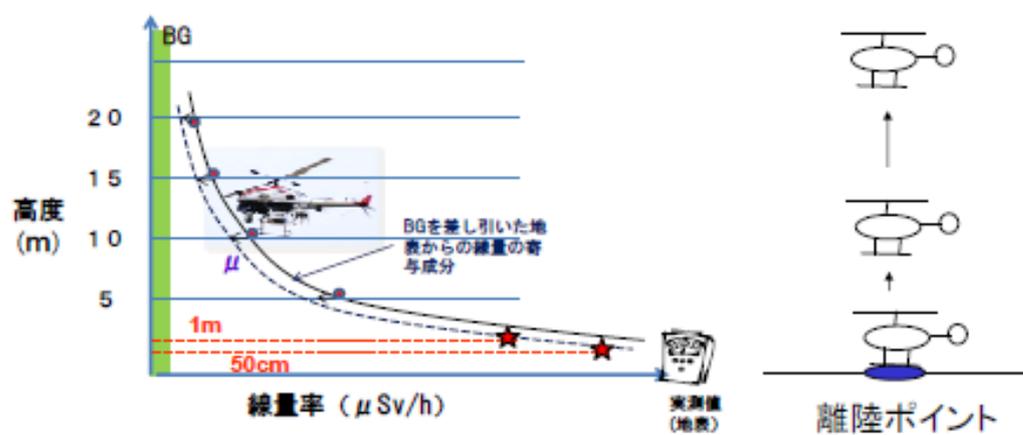
検出エネルギー: 60keV以上

データ収集周期: 1回/秒

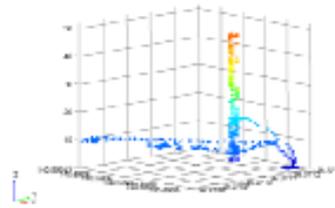
測定器重量: 8.5kg (筐体含む)



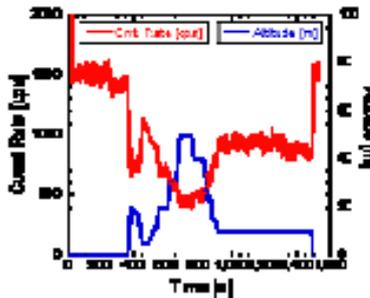
35



36



放射線測定飛跡



放射線測定結果の例

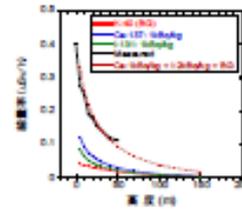
空間分布の測定

線量率分布マップの作成



高度分布の測定

土壌の放射能調査
放射能沈着量の解析



37

- 12市町村モデル地区における除染前後のモニタリング
- 5mSv/年に相当する地域境界のモニタリング

12市町村モデル地区における除染前後のモニタリング



除染効果の確認のため除染前後に無人ヘリモニタリングを行う。

	12月	1月	2月	3月
除染前後	←	→	←	→
境界	←————→			

40

4. 今後の課題

42

今後も実際の運用を通じて、

■ 積載能力の向上

■ 安全運航のための飛行制御プログラムの改善

■ 飛行距離の拡大

を継続して行う予定です

43

ご清聴ありがとうございました

44

東日本大震災における航空機救助活動 ～教訓と改善提言～

2012.6.15

JAXA客員研究員

山根峯治

東日本大震災の特徴

1. 南北約500km 東西約200kmにわたる巨大地震

岩手沖、宮城沖、福島・茨城沖の3断層が約6分間にわたって連続して破壊し 広域で同時に被災(4県20市で)

2. 大津波による甚大な被害(広域・地方自治体の機能喪失も)

明治三陸沖大津波(明治29年6月15日)のM5.25と比較して4倍以上のエネルギーによって発生した巨大地震であった
断層計西の被害想定を仕るかに超える大津波で、被災者の死因の83%が津波 による溺死
釜石・宮古の場合、地震発生後20分くらいで津波が始まり、30分後くらいには第1波が押し寄せているため、避難する余裕が少なかった
この為、孤立者が多かった史、一部自治体は地域的ダメージを受け機能をほぼ喪失していた

3. 原子力施設への津波被害が拡大(地震津波災害と2正面对処)

福島第一原発の事故の誘因は津波による施設の破壊
特殊災害対策の(実動)訓練が発と行われていなかったことから対応措置が遅れた
ロボットや各種無人機を運用すべきであったが非常時の運用に不慣れで信頼できずあり、使われなかった

防災関係機関等に自衛隊は地震津波災害と原子力災害の同時2正面对処となった

東日本大震災における死因(岩手・宮城・福島)

死者13,270名、行方不明者3,499名(25年3月30日現在)のうち、岩手県・宮城県・福島県の死因を分析したものである

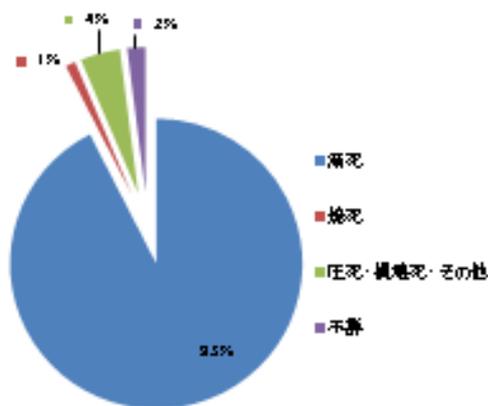
圧倒的に多かったのは、津波に起因すると思われる「溺死」であった

阪神淡路大震災のような都市型地震災害で多くみられた「圧死・損壊死等」は比率的には少なかった

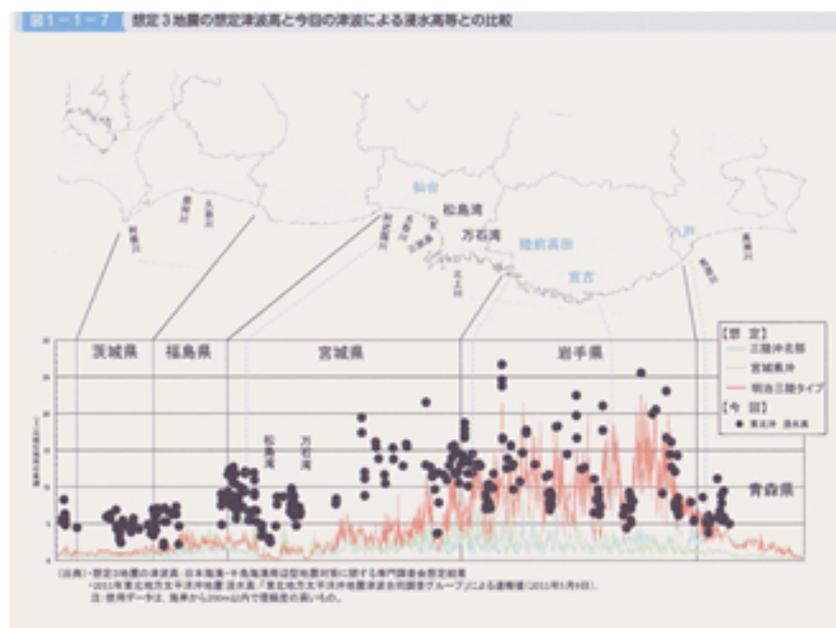
沿岸地域で発生した火災も初動での対処によって拡大せず、「焼死」の比率的には少なかった

年齢別にみると、60歳以上の高齢者が65%であり人口構成(31%)のほぼ倍で非常に高い

資料の整理と並びに内閣府が収集した資料である2011年度防災白書(図1-1-7)



想定3地震の想定津波高と東日本大震災津波による浸水高との比較 (23年度防災白書)



津波被害の特徴

- 津波の高さ・第1波の時刻が早くて逃げ遅れた為、甚大な被害・・・捜索救助活動が長期間継続
- 同上の状況で、近くの学校等の建物の屋上・高台などに避難して一時孤立した・・・みぞれの中で震えてヘリコプター等の救助を待った
- 孤立した住民は殆ど連絡手段が無く、上空などからの捜索救助に遅れ・・・携帯が殆ど通じなかった
- 発見された被災者はヘリコプター・ボート等によって迅速に救助されている・・・捜索救助の重要性

3月12日朝の霞の目周辺

東北方面航空機視察



3月12日山田～大船渡地区の被害状況



第9飛行隊撮影

阪神・淡路大震災と東日本大震災の比較

(23年度版防災白書等から作成)

	阪神・淡路大震災	東日本大震災
発生日時	H7.1.17 5時46分	H23.3.11 14時46分
地震型	直下型	海溝型
被災地の特色	都市部中心 (都市型)	農林水産地域 (中山間地型)
被害の特徴	建物倒壊と 市街地火災	大津波により 沿岸部で甚大な被害
死者(名) 行方不明者(名)	6434 3 (H18.5.19現在)	15270 8499 (23.5.30現在)
地震・津波の人的 被害(負傷者) 被災者数(名)	43792 最大時約32万	5363 最大時約47万(3.14時)
住宅被害(全壊数)	104906	102923 (23.5.30現在)
震度4以上の分布	近畿圏主体 (2府10県程度)	ほぼ東日本全域 (北海道～静岡まで 極めて広範囲)

救助者等総数

	富山県	前橋県	海上保安庁	救済者	合計
3. 11	32名	3名	18名	19,286名	
3. 12	397名	641名	229名		
3. 13	1,631名	3,728名	28名		
3. 14	448名	238名	19名		
3. 15	1,183名	2名	24名		
3. 16	27名	—	24名		
3. 17	29名	—	1名		
3. 18 -4. 10	2名	2名	17名		
合計	3,749名	6,414名	360名		19,286名

(23年度厚労省発表: 6/30現在)

- ※ 関係機関等による救助は、共同した救助活動であるため、重複している場合がある
- ※ 消防庁データは、被災各県の消防機関、緊急消防援助隊による救助総数である

自衛隊が救助した被災者数の概数

(防衛省HPで日々発表した速報値から作成)



自衛隊の人命救助等の実績

(防衛相HPなどから作成:12月26日現在)

	事 数	備 考
人命救助	10,220人	3月11～29日(19日)、ピーク(3月15日)で(4,000人) 全救助人員の約70%は自衛隊が救助
遺体収容	0,546名	死者全数(55,005人)の約1%は自衛隊が収容 捜索ピーク(3月29日)で3日約400名収容
医療支援 入浴支援 給食支援	25,500人 1,002,520人 5,005,434食	感染症上知識(伊等)、高血圧、高齢者などを主として、ピーク(3月21日)前後で3日に12万人給食 最大22箇所に派遣 最大で約100箇所を支援
物資搬送	15,000 t	(12,200防衛省HPデータ)
医療チーム等派遣	10,024人	10,000名(防衛省HPデータ)
阪神20～30L=神戸の北東の 震災等 空中自衛 隊上放水 ご遺体収容	震災被災者約25万人 家屋倒壊15万8千戸 人 0H-47X2機(4) 約300t 02機	30L=神戸(3機)を派遣し、空中自衛隊を派遣した (3機)と連携して被災地支援を毎日チェックし、被災地を支援。除 染(3機) 救助(2機)、水汲み(2機)、マイクロバス(2機)を被災地に おき、被災地の状況、平時の活動などに活用して帰隊

自衛隊の派遣規模の比較

防衛省HP12.26最新報告から作成

	阪神淡路大震災	東日本大震災
派遣期間	101日間	震災災害派遣174日間 原子力災害派遣 291日間
派遣規模	延べ人員2,254,700名 (約225万5000名)	延べ人員約1,058万名 1日の最大派遣人員は、 約10万7000名
主要な活動内容	人命救助、捜索(遺体収容 含む)、給食・給水・入浴及 び物資輸送支援、医療活 動等	大規模震災でおおむね同左 任務であるが、 広域であり、 規模が極めて大きかった 原子力災害対処のための 諸活動実施

初動の部隊の集中

仙台地区への航空部隊集中

1. 全国的に津波などの被害が予想されたため、殆どの防災関係機関は、当初は所属地域の安全確認のための任務を行ってからの移動・比較的迅速に集中
 2. 夕方から深夜にかけて「みぞれ・小雪まじり」の悪天候
 3. 仙台地区の航空保安無線施設が被災して使えず、計器飛行が困難であった(VOR/DME、TACAN 使用不可)一部の部隊は、暗視ゴーグルを装着して飛行していた
 4. 仙台地区唯一の霞の目飛行場は、地震で被災し、非常電源装置での管制塔運用であった(計器飛行場ではなかった)
- ☆ 悪天候下のVFR進入で、一部混乱もあったと言われる
☆ 当日の集中を中止して12日早朝こしたところも多い

仙台地区における重要な飛行場等としての 価値が大きかった陸自霞の目飛行場

1. 仙台空港・松島基地が被災して運用不能となったため、**仙台地区では唯一の飛行場として、自衛隊・米軍・防災関係機関の駐機と燃料補給に重要な役割をした**(海岸から約5.7kmの市内にあり、津波被害を免れた)
滑走路が700mしかなくて中型機が着陸できなかったが、**各機関等のヘリコプターの重要な拠点となった(最大64機が同時に使用)**
2. 航空機で救助された被災者の当面の避難場所として一時的に使用(居住地区と飛行場地区が分離していたことから)
3. 初動における**国の機関やDMAT等要員の仙台地区への玄関**となった

霞目飛行場に飛来した他官庁機等

区分	飛来したヘリコプター					
警察						
消防						
海保						
国土交通省						
Drヘリ						
民間						

平成23年3月11日～
17日の間
延べ116機

初動の救助活動事例

霞の目飛行場地区任務実施
(NVG/HOT Refuel)

霞の目飛行場で活動をした各機関のヘリコプター
撮影 島根県防災、東北方面航空隊

初動のヘリコプター救助活動等の事例

1. 3月11日夕刻～12日早朝まで行われた荒浜地区等の救助活動(約200名を救助)
2. 3月12日 宮城県南三陸町志津川の孤立した病院屋上からの救助
3. 3月12日 出島(いずしま)～石巻運動公園(約300名)
4. 米国レスキューチーム等の空輸(40名と資器材)

3月11日夕～12朝までで約200名を救助
陸上自衛隊: 169名、海保: 6名、警察: 17名、消防7名



3月11日夕最初の救助者 阪白は里朝
まで連続して活動し、196名を救助



宮城県警察ヘリコプター



仙台市消防ヘリコプター



海保・仙台市消防ヘリコプター

機影東北方面航空隊

3月11日荒浜地区救助活動

東北方面航空隊資料

☆UH-1×3機による終夜の救助活動、雪模様の夜間の救助活動であり、
NVG(ナイトビジョンゴーグル)を使用しての救助も行われた

☆同上3機は、寒さに震える被災者を迅速に救助するため、HOT
Refuel(エンジンを停止しないで燃料補給)を行って任務を継続計
114名を救助した

☆未明(0330)から第1ヘリコプター団のUH-60 JA×2機が加わり、計55
名の救助をした

3月12日志津川の孤立した病院からの救助

第1ヘリコプター隊資料

宮城県南三陸町志津川の
被災した病院（屋上）からの
患者等空輸



CH-47による患者の空輸

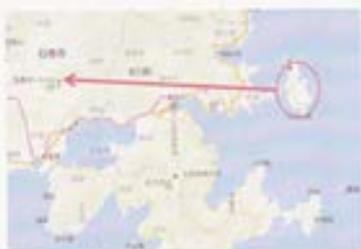
(転院搬送など)



3月12日出島～石巻運動公園へ空輸

第1ヘリコプター団資料

出島（いずしま）から
石巻運動公園（約300名）



高台の造成地に着陸



被災者の搭乗



出島救出時の写真



米国のレスキューチーム等の空輸事例

※1ヘリコプター団資料から

- ☆ 3月14日 三沢～大船渡農業高校～世田米小学校へ空輸
- ☆ CH-47×4機で3月14日1428～2109の間実施
- ☆ 英国レスキューチーム10名と器材、米国LA消防隊員30名と資材等



医療チームや緊急物資の輸送

応急医療活動

- 災害派遣医療チーム (DMAT)は、迅速に派遣され最大時
193チームが集結した【防災白書】
- 仙台空港・松島飛行場が被災したため、仙台地区への大型輸送機での直接投入は困難
初動では、花巻・山形・福島・百里などへ各地から投入、その後は、大型ヘリコプターや車両での現地投入となった
- 中山間地の巨大地震・津波災害であったことから津波による死者・行方不明者が多く、けが人などは少なかったため、DMATは早い段階で任務を終了している

霞の目に到着したDMAT と救護施設



撮影 東北方面航空隊

応急医療活動



DMAT要員の空輸



Dr.ヘリコプター霞の目到着



陸上自衛隊の巡回医療チーム(孤立地域へ巡回医療支援)

絶影東北方面航空隊

DMAT要員の空輸

- 航空自衛隊の輸送機等を使用して各地から集中したDMAT要員を大型ヘリコプター・車両等で仙台地区へ輸送している。深夜にわたる場合も多く、仙台空港・松島飛行場が使えない状況での航法は厳しかった（VOR/DME TACANの利用が出来なかったため）

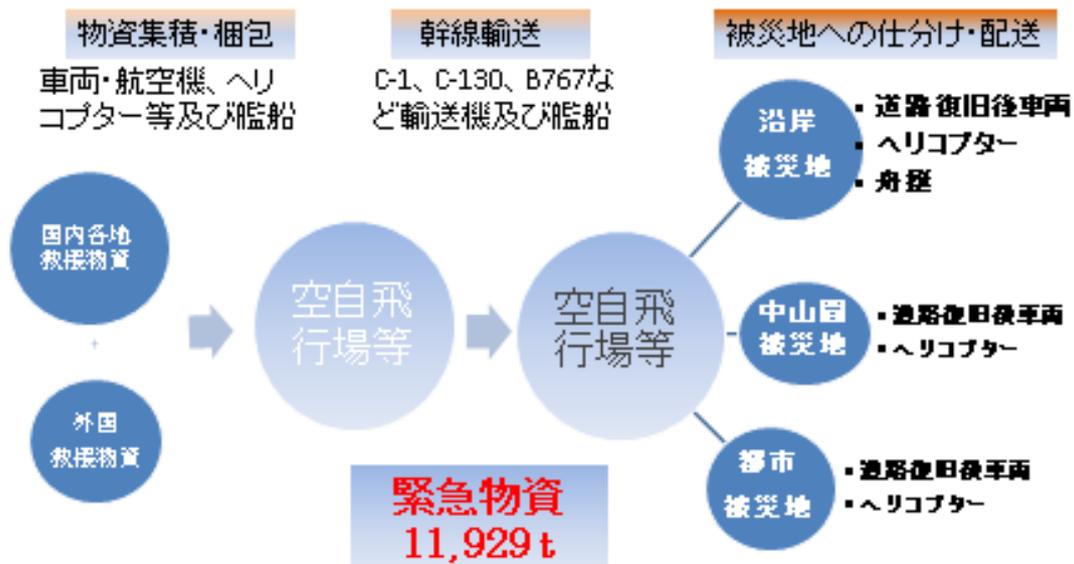
☆ 3月12日 0659～1445の間 空自百里基地～霞の目飛行場へDMAT要員82名を空輸

☆ 3月12日 2005～0309の間 空自百里基地～霞の目飛行場へDMAT要員40名を空輸

緊急物資輸送

- ☆ 3月15日午後の緊急対策本部で菅総理は「組織力のある自衛隊が物資輸送を一元的に管理する」指示を出した
 - ☆ その後全国にある自衛隊の駐屯地や基地で受け付けた緊急物資等を全国に展開する陸自の駐屯地業務隊などが航空自衛隊の飛行場に集め、航空自衛隊の輸送機などを使用して、初動では、**花巻・山形・福島・百里等**に空輸した[米軍・オーストラリア軍等も]
 - ☆ 松島飛行場及び仙台空港の応急復旧に伴って両飛行場に集中できるようになった(3月16日松島空の応急運用可、3月20日仙台空港応急復旧(軍用機)4月18日民間機)
 - ☆ 海上自衛隊は、横須賀等から艦船で沿岸・離島地区への物資輸送を担当[一部はひゅうが等ヘリコプター搭載艦からも配送]
 - ☆ 上記空港・飛行場において陸自の業務隊の車両などで被災地へ搬送した・まさに**陸・海・空のチームプレー**で可能であった
- その後、道路網などの復旧とともに**民間事業者を使用する配送システム**に移行した

救援物資の流れ



海上輸送(大量輸送) 沿岸から ヘリコプターで分配



くにさき



ひゅうが

航空自衛隊の航空機等による物資輸送



航空自衛隊HPから抜粋

輸送拠点としての飛行場の価値再認識

- ・ 仙台空港・松島航空基地が被災し、初動における救助活動や救援活動に使用できなかったため、仙台地区で使用可能であったのは、陸上自衛隊霞の目飛行場だけであった
- ・ 広域防災拠点を含めた危機管理拠点としての大都市周辺での自衛隊飛行場などの価値が再認識され、速やかに地域防災計画などに連携する総合的な広域防災拠点整備が必要

航空管制に関すること

- ・ 災害救助用航空機を優先するNOTAMの有効性
- ・ AWACSによる空中監視の有効性
- ・ 現地での野外レーダー管制所(石巻インフォメーション)の有効性と局地管制の充実強化必要

救助活動優先NOTAM

①388/11 NOTAMN
Q) RJJJ/QRTCA/IV/BO/EW/000/999/3948N14053E056
A) RJSS B) 1103120036 C) UFN
E)
ALL ACFT FLYING WITHIN IWATE AND AKITA PREFECTURE ARE REQUESTED TO CONTACT FLW FREQ AND OBTAIN INFORMATION FROM JAPAN SELF DEFENSE FORCE
CALL SIGN : HEAD WORK
FREQ : PRIMARY 138.05MHZ SECONDARY 123.1MHZ
RMK/EXC IFR FLT)

①389/11 NOTAMN
Q) RJJJ/QRTCA/IV/BO/EW/000/999/3929N14056E044
A) RJSS B) 1103120036 C) UFN
E)
ALL ACFT FLYING WITHIN MIYAGI PREFECTURE ARE REQUESTED TO CONTACT FLW FREQ AND OBTAIN INFORMATION FROM JAPAN SELF DEFENSE FORCE
CALL SIGN : OFF SIDE
FREQ : PRIMARY 123.1MHZ SECONDARY 138.05MHZ
RMK/EXC IFR FLT)

①395/11 NOTAMR ①392/11
Q) RJJJ/QRTCA/IV/BO/EW/000/015/3829N14056E044
A) RJSS B) 1103121111 C) UFN
E) 122-11
ALL ACFT FLYING WITHIN MIYAGI, IWATE, FUKUSHIMA PREFECTURE ARE STRONGLY REQUESTED TO FLY AT OR ABV 1500FT
RMK/EXC ACFT ENGAGED IN RESCUE OPS AND IFR FLT
F) SFC G) 1500FT AGL)

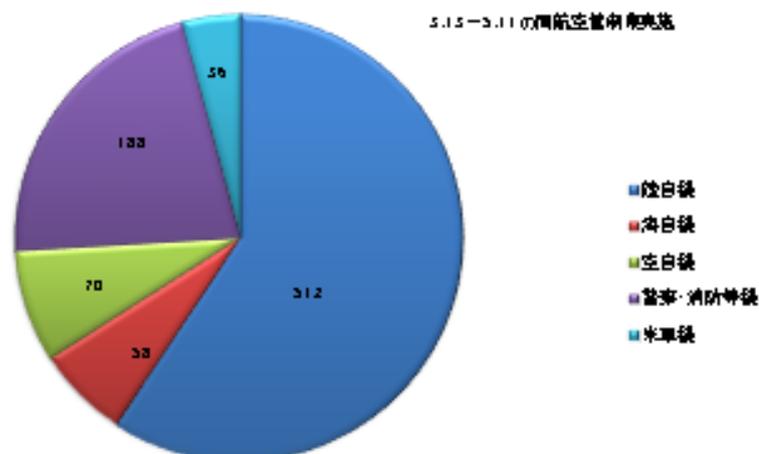
石巻インフォメーション設置NOTAM

①397/11 NOTAMN
Q) RJJJ/QCACS/IV/B/E/000/020/3827N14118E003
A) RJSS B) 1103130214 C) 1104302359EST
E)
SPECIAL OPS OF TFC INFO SERVICE WILL BE CONDUCTED AS FLWS:
1. CALL SIGN : ISHINOMAKI INFORMATION
2. FREQ : 123.45MHZ 247.0MHZ
3. OPERATOR : JSDF-G
4. SPACE ON SERVICE : 3NM RADIUS OF 382720N1411828E
(ISHINOMAKI-SHI SOUGOU-UNDOUKOUEN,
ISHINOMAKI-SHI IN MIYAGI)
ALT 2000FT AGL OR BLW
5. CONTENTS OF INFO : TFC INFO AND OTHER INFO FOR SAFETY
6. RMK : (1) ALL VFR ACFT ARE ADVISED TO CTC AND TAKE INFO
(2) ALL VFR ACFT ARE ADVISED TO PAY SPECIAL ATTN TO THE OTHER TFC
F) SFC G) 2000FT AGL)



安全確保に欠かせない 被災地前線での航空管制

被災地前線の石巻インフォメーションでの取り扱い量



より効果的に初動の航空機運用を 有効にするための提言

大規模災害時集中した航空機を
更に有効に活用するために

地域航空センター(仮称)を
国の指定する大規模災害などでは
地域防災計画で併せて整備する

広域の機関を超えた 航空運用の体制が不十分

1. 迅速に集中したが効率的に十分使えなかった
.. 指揮統制系統が一元化できていない・初動の任務調整のための「**地域航空運用センター(仮称)**」などが必要
2. 情報共有をしてもそれを各関係部隊に配信していなかったため、現場は任務待ちの状態が続いていた
.. **災害対策本部に集中する情報を如何に現場に速達**して部隊を動かすかにもう少し重点をシフトする必要がある
3. 自衛隊を始め米軍や各国の救助隊などが混在する中での任務の効果的な配分を行うため、災害対策本部に隣接して、「**救助任務統合調整センター**」や「**救助物資輸送統制調整所**」等を立ち上げて現場部隊に迅速に適切な命令指示が届くようにすべき
.. 搜索救助・救急医療・緊急物資輸送等についてそれぞれ陸・海・空の全ての輸送手段を総合調整して**権限を持って指示出来る態勢作り**が必要

広域防災基地の整備を促進すべき

1. ヘリコプターの集中・活動の拠点として、計器飛行場(RNAV可)としてできれば中型クラスの固定翼機も運用できるように整備する(民間空港も使えるが、経済活動を早期に回復継続する為と後背地の広さなどから、**自衛隊の飛行場等の周辺を拡充(周辺に防災施設を集約)**する形式が望ましい(立川飛行場方式)
2. 首都直下、東海・東南海・南海地震の連動型対応の為に以下の地域(飛行場)で整備を促進する必要がある
北海道道央地域:**丘珠飛行場**周辺
東北地域:**霞の目飛行場**周辺
首都地域:現在の計画に加えて**木更津飛行場**周辺
東海地域:**小牧飛行場**、**明野飛行場**周辺
近畿大阪地域:**八尾空港**等3ヶ所(既に指定し整備されている)
四国地域:**徳島及び高松空港**の周辺
九州東部地域:**築城飛行場**・**北九州空港**周辺

国が指定する広域防災計画に 「地域航空センター（仮称）」を設置

- 現在は各県ごとに地域防災計画を作成しているが、危惧される首都直下地震や東海・東南海・南海地震の連動型巨大地震に備えるため、東北、関東、中京・東海、近畿、四国、九州東部地域等の広域ごとに初動のヘリコプター等の任務を運用統制する為の「**地域航空センター**」を開設できるように国が指定する広域の防災計画で設置を計画する
この航空センターには、集中する関係機関のヘリコプター部隊等の運用統制権を付与する。そしてその**主な任務**は、①被災情報の一元的集約、②任務の優先度の決定、③各機関への任務の配分統制・調整、④各機関の現場への情報の提供等である
- 「地域航空センター」は、**ヘリコプター救助活動の中核となる陸上自衛隊（各方面航空隊等）がその運営に当る**ように自治体と予め連携しておく
- 現状の各県にある「航空班」については、各県ごとに機能させる場合引き続き運用するが、広域に運用する場合は、各県は一定の連絡要員等をこの地域航空センターに差し出して情報を共有できるようにする

行動したパイロット等の証言と教訓

～一部を紹介～

1. 強靱なヘリコプターが必要

- 初動の数日間は、冬型の天候で、三陸周辺は、強い西風であった・・・場所によっては西風は60kt程度はあったと思われる
- 小型ヘリコプターは木の葉の様に揺らされ
- **過回転やオーバーブースト**もあった
- 中型ヘリコプターも、今までに経験したことが無いほどの悪気流で機体が壊れるのではないかと心配した・・・**強靱な中型ヘリコプター等は不可欠**
- 洋上捜索救助には**双発の多用機を多数保有する必要がある**
- 海自「ひゅうが」クラスの艦艇を活用できるシステム構築必要

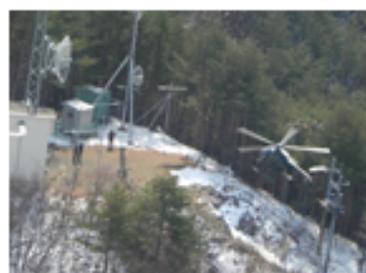
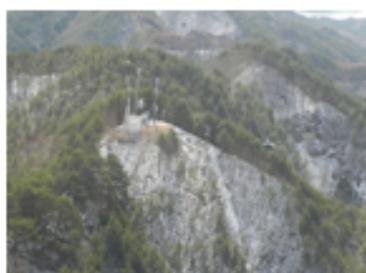
2. 霞の目飛行場への悪天候での進入に苦労

- 霞の目飛行場は**計器飛行場ではない**為、通常は仙台空港へ向けて計器飛行し、VFR条件が整えば霞の目へ進入することも多かったが、仙台空港が被災した為これができなかった
- みぞれ・小雪が舞う中の部隊集中は困難を極めた、特に**仙台VORが活用できなかったため、夜目の機位把握が困難**であった
- 災害中核基地は計器飛行場化を促進すべき・**RNAV1による計器飛行場化**を行うべき

狭いヘリポートでの 中小型機運用は不可欠

中小型ヘリコプターの
機数確保は重要

中小型機でしか任務出来ない 狭隘なヘリポートでの運用(OH-6)



第9飛行隊が実施した通信所への燃料空輸(OH-6)

第9飛行隊撮影

中小型機でしか任務出来ない 狭隘なヘリポートでの運用(UH-1)



SOSサインで発見された頑立住民救助



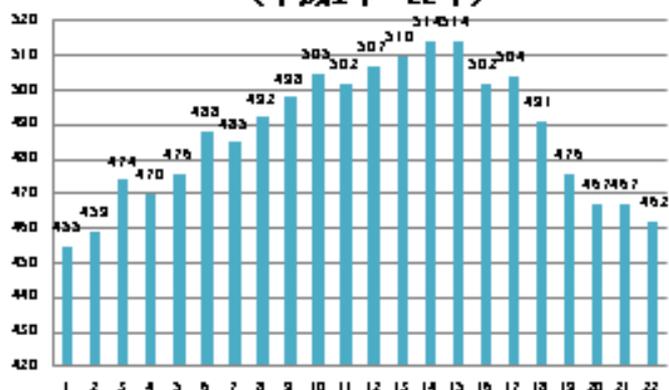
3月12日朝名取地区での救助活動



3月25日に第9飛行隊が実施した山田地区の山頂通信所への発電機搬送での卸下

写真陸上自衛隊提供

陸上自衛隊保有航空機の推移 (平成1年～22年)



防衛白書から作成

沿岸地域の災害への備え

- 首都直下地震、東海・東南海・南海地震等での被害は、太平洋沿岸地帯が被災
- 従来の陸上からの救助に加えて 沿岸海上からの救助活動が可能な体制を整備する

（海上自衛隊や海上保安庁のヘリコプター搭載艦を最大限に活用できる枠組み）

海上輸送(大量輸送) 沿岸から ヘリコプターで分配



くさき



ひゅうが

原発事故関連対応

原発対応

(陸自第1ヘリコプター団)

1. 冷却水のヘリコプターからの放水
16日午後のモニタリングで放射線量が
高く中止
17日0800からUH-60JAでのモニタリング
で放射線量が下がったため放水を決定
17日0948から4回の放水(約30t)実施



2. 原発施設のサーモグラフィ調査(技本)



原子力(特殊災害)で無人機が なぜすぐに使えなかったか

無人機を使えなかった理由は？

1. 制度面・・早急に検討開始すべき

- ☆ 原子力災害等特殊災害での無人機運航の基準や手続きを定めていない(航空法の除外)
- ☆ 立ち入り禁止区域での運航を特例除外する体系がない・危険な場所での運航を許可するルールが無い

2. 運用面・・技術知見に基づく防護と運用に検討必要

- ☆ 立ち入り禁止区域・放射線量による運航基準が未設定(受託運航する民間会社によっては運用を拒否)
- ☆ 運用できる専門委員が殆どいない
- ☆ 特殊災害場面での運用訓練ができていない(訓練場所が無い)

3. 技術面・・信頼性を向上する唯一の方法は飛行実績をもつこと

- ☆ 墜落率(Mishap rate)を下げるまでの飛行をさせていないので、信頼感が低い
- ☆ 実戦的な場面での運用試験を行って来なかった
- ☆ 無線誘導できる離隔距離が短い(ほとんどが1km程度以内)・目視誘導の範囲
- ☆ センサー搭載・燃料搭載のためのペイロード余力が無い・要求に対応できない

■事故率の傾向（有人航空機と無人航空機）

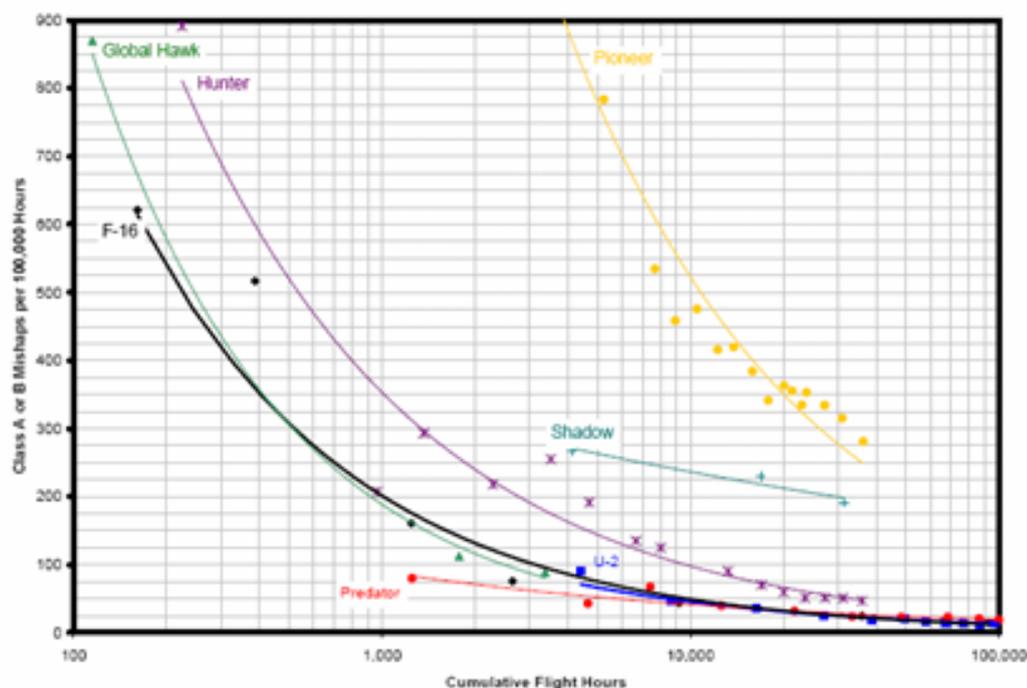


FIGURE 4.3-2. MISHAP RATE COMPARISON.

出典：米DOD UAS ROADMAP

東日本大震災でのUAV & UGV活動状況

区分	機種名	運用元	オペレータ	目的	センサ	実績
UAV	Global Hawk	米国防省	米空軍	状況把握、放射能測定	E0,IR,SAR,CBRN	活動中
	Scan Eagle	米国防省	米海軍	状況把握	E0,IR,SAR	調整のみ
	K-MAX	米国防省	米海兵隊	物資輸送	E0,IR	調整のみ
	UAV(Air Photo Service)	東電電力	メーカー	状況把握	デジタル	活動中
	UAV(仏HELIPSE)	東電電力	メーカー/東電	状況把握、放射能測定	E0,IR,CBRN	活動中
	T-HAWK(米Honeywell)	東電電力	メーカー/東電	状況把握、放射能測定	E0,IR,CBRN	活動中
	小型飛行船(JAXA)	原安セ	メーカー	状況把握、放射能測定	E0,IR,CBRN	調整のみ
	FPDS/無人偵察機システム	防衛省	陸自	状況把握、放射能測定	E0,IR,CBRN	準備まで
	無人機研究システム	防衛省	空自	状況把握	E0,IR	準備まで
UGV	710 Warrior(米ROBOT)	東電電力	メーカー	捜索、救助	E0,IR	準備まで
	510 Packbot(米ROBOT)	東電電力	メーカー	捜索	E0,IR,CBRN	活動中
	Quince(MEDO)	-	IRS	捜索、救助	E0,IR	準備まで
	Talon(米エネキ+一省, QinetiQ)	-	メーカー	放射能測定	E0,IR,CBRN	調整のみ
	UGV(仏原子力庁, アレバ)	-	メーカー	放射能測定	E0,IR,CBRN	準備まで
	I型&II型(TRDX)	防衛省	TRDX	放射能測定	E0,IR,CBRN	準備まで
	モニロボA&B	原安セ	メーカー	放射能測定	E0,IR,CBRN	活動中
	UGV(大成建設)	-	メーカー	瓦礫除去	E0	活動中
	UGV(独政府, パキックス)	-	メーカー	瓦礫除去、原子炉修復	E0	準備まで

情報元：マスコミ情報、被災対応関係者情報等から作成

無人機を特殊災害時 直ちに運用可能にするための施策

1. 制度・運用・技術面から総合的に改善するための組織・場所を作る(UAS/UGS/UMS共)
「無人機運用訓練センター(仮称)」の設置
2. 技術者・運用者・問題解決のための専門家を養成する(同上訓練センターを活用)
3. 専門技術をすでに保有する人の能力を最大限活用(OBの登録制等)・教官や指導員として

まとめ

危機管理の要諦は・・・

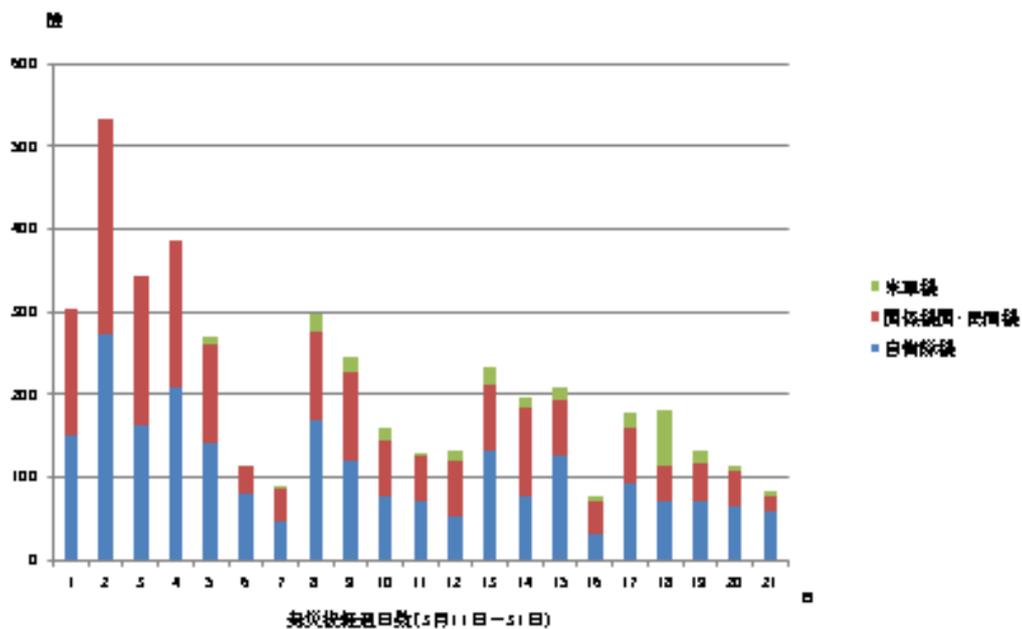
- ① 状況を迅速・正確に把握(情報収集・分析・伝達)
- ② 早期に指針を示す(救助等対応の優先順を定め、各機関の努力方向を整理)
- ③ 可能な限り現場に自主裁量の余地を与える(現場主義を徹底して、現場の判断を最大限認めて行動させる)
- ④ 実行の確認と対応計画などの修正(Plan-Do-Seeサイクルを機能させる)

首都直下地震や東海・東南海・南海連動巨大地震・津波への備えをできるところから実現すべき

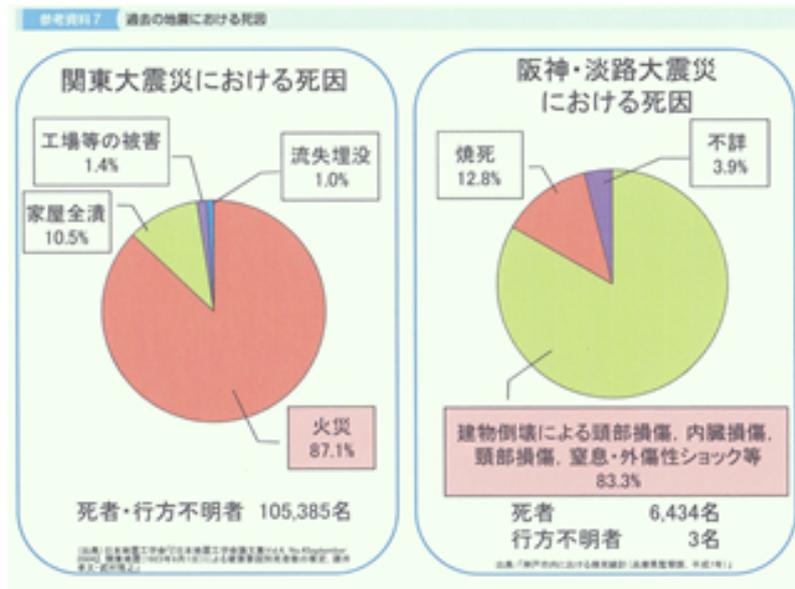
参考資料

霞の目飛行場航空管制回数(日単位)

東北方面航空隊資料



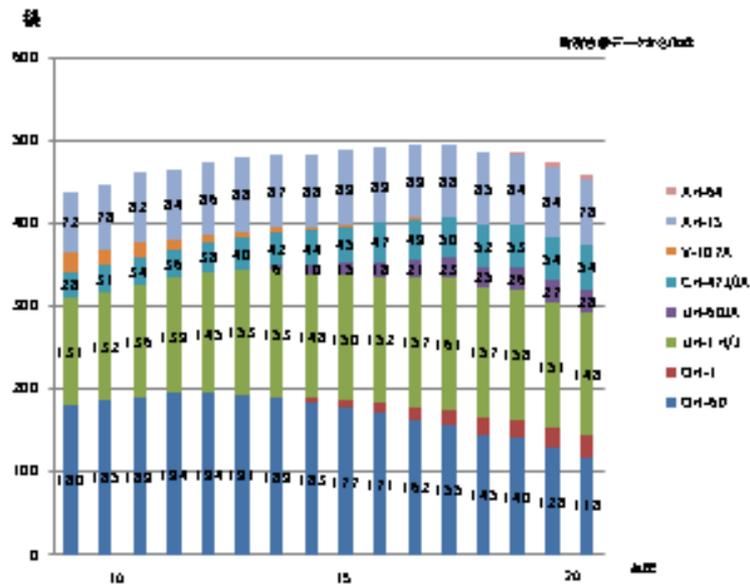
関東大震災・阪神淡路大震災 における死因比較 (23年度防災白書)



福島原発事故で生じた事態と対応(調査資料)

日時	生じた事態	対応対応
3.12	福島原発において、原子炉圧力容器の水位低下に伴い、原子炉圧力容器の冷却機能が低下し、原子炉圧力容器の温度が上昇し、原子炉圧力容器の破損が懸念された。	電力供給を停止
3.12 3時	1号炉の原子炉圧力容器、原子炉冷却炉の破損が確認された。	
3.13	2号炉の原子炉圧力容器、原子炉冷却炉の破損が確認された。	
3.14 0時	3号炉の原子炉圧力容器、原子炉冷却炉の破損が確認された。	原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。
3.14 10時	2号炉の原子炉圧力容器、原子炉冷却炉の破損が確認された。	2号炉の原子炉圧力容器の破損が確認された。
3.13 00時	2号炉の原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。	原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。
3.13 10時	原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。	原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。
3.18		原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。
3.18午後		原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。
3.17 00時		原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。
3.17 00時		原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。
3.17 04時		原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。
		原子炉圧力容器の破損が確認されたことにより、原子炉圧力容器の破損が確認された。

陸上自衛隊ヘリコプター機種別機数推移



出島～右巻総合理助公園へ搬送

1. 3月12日1115～1800の間CH-47J/JA×3機で実施
2. 病院で被災した病人・病院関係者等300名

初動の仙台地区の航空機運航統制図



東日本大震災で活動した航空機

(資料は航空学校)

平成23年3月11日～7月1日の間の派遣実績
(東北地区に展開した全航空機を対象)

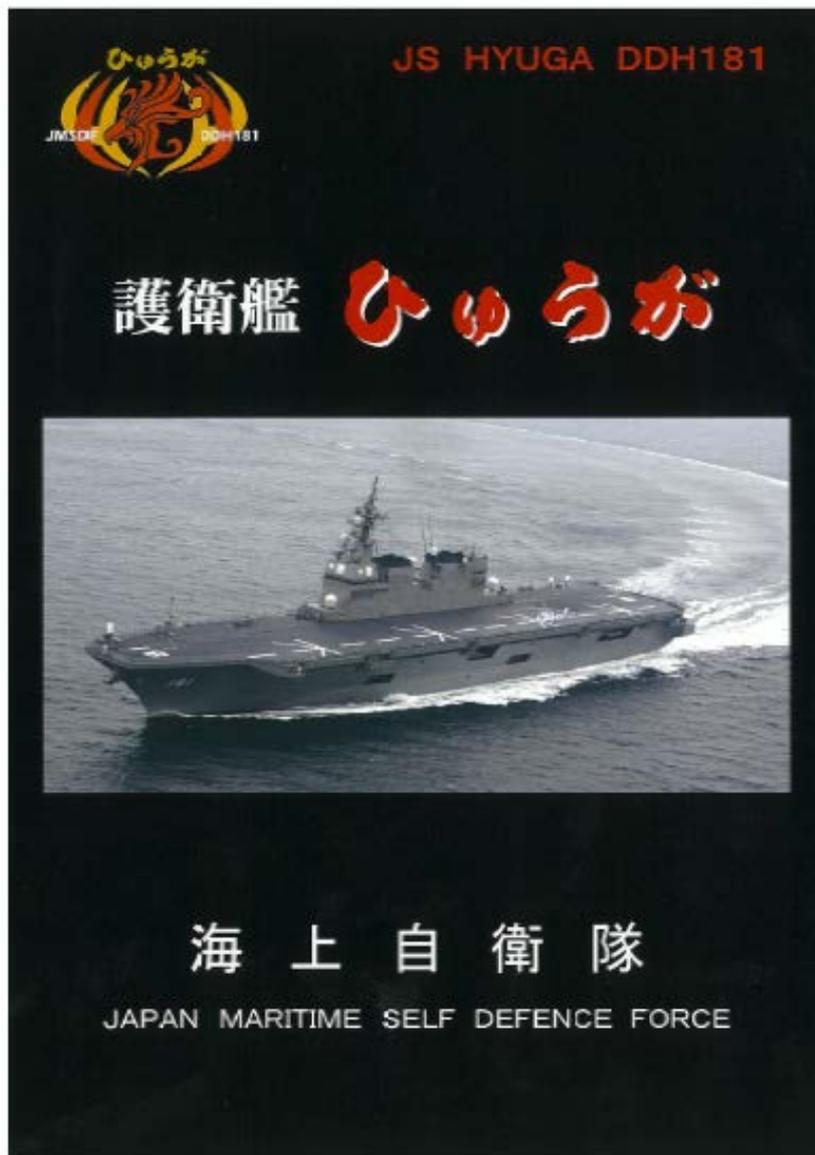
人員：延べ約117000人

航空機：延べ約8500機

第36回定例研究会 見学会

護衛艦「ひゅうが」 海上自衛隊横須賀地方総監部

1 護衛艦「ひゅうが」の概要



◆ ようこそ「ひゅうが」へ

本日は、護衛艦「ひゅうが」にご来艦いただき、誠にありがとうございます。皆様のご来艦を乗員一同心から歓迎いたします。

「ひゅうが」は、海上自衛隊初の全通甲板を有するヘリコプター搭載護衛艦としてIHIマリンユナイテッド横浜工場で建造され、平成21年3月18日に就役しました。本艦は、優れた航空機運用能力を有するとともに、近代化された情報関連機器を搭載し、高い指揮管制能力を有しており、乗員は艦の全能発揮をめざして日々訓練に励んでおります。

本日は、時間の許す限り艦内をご覧頂き、護衛艦「ひゅうが」と海上自衛隊についてご理解いただければ幸いです。なお、ご不明な点がございましたら、お近くの乗員に遠慮なくお申し付け下さい。

◆ WELCOME ABOARD

I welcome you today to the JS HYUGA(DDH181),the first Helicopter Destroyer with a full flat deck. She was constructed in IHI Marine United Yokohama Shipyard and commissioned on March 18, 2009. She has superior capabilities to operate helicopters and provide command and control to the forces, carrying advanced C4I systems.

We hope you will enjoy the ship tour and it provides you a better understanding about the JS HYUGA and the Japan Maritime Self Defense Force.

If you have any questions or requests, please ask any member of my crew.

Commanding Officer JS HYUGA.

◆ 艦名の由来(The origin of the name)

艦名「ひゅうが」の由来

「ひゅうが(日向)」は宮崎県の旧国名であり、古くは「ひむか」と読んでいました。この艦名は帝国海軍では1隻のみであり、本艦がこれを引き継ぎました。

Namesake

JS HYUGA is named after the historical area of Miyazaki prefecture, located in the southern part of Japan.

Previously, the Imperial Japanese Navy named a battle ship as HYUGA(DDH181)is only the second Japan ship to use that name.

初代「日向」(Battleship HYUGA)



航空戦艦に改装後の「日向」



性能要目(就役時)

基準排水量 (Displacement) 29,980 t
全長 (Length Overall) 208.18 m
全幅 (Breadth) 28.65 m
速力 (Speed) 23 kt (43 km/h)
兵装 (Weapons) 35.6 cm連装砲×6、14 cm単装砲×20、
8 cm単装高角砲×4、53 cm魚雷発射管×6

「日向」は帝国海軍伊勢型戦艦の2番艦です。1918年4月30日に就役、1943年に航空戦艦に改装されました。改装後は、同型艦「伊勢」とともに第4航空戦隊を編成し戦隊旗艦として「捷一号作戦」に参加、「日向」は米軍機の集中攻撃を受けましたが、艦長の巧みな操艦と改装時に増強された対空火力を存分に発揮し、無事帰還を果たしました。しかし、燃料不足のため呉軍港に停泊していたところ、1945年7月24日から始まった空襲において米空母機の波状攻撃を受け大破着底、終戦後に解体されその生涯を終えました。

◆ 「ひゅうが」性能要目 (SHIP'S CHARACTERISTICS)

起工日 (Laid Down) : 2006年5月11日 (May 11, 2006)
 進水日 (Launched) : 2007年8月23日 (August 23, 2007)
 就役日 (Commissioned) : 2009年3月18日 (March 18, 2009)

基準排水量 (Displacement) 13,500 t
 全長 (Length Overall) 197 m
 全幅 (Beam) 33 m
 高さ (Height) 48 m
 喫水 (Draft) 7 m

機関 (Propulsion)
 ガスタービン (Gas Turbine) × 4基
 100,000馬力 (SHP)

速力 (Speed) 30 kt (55 km/h)
 乗員 (Complement) 約360名

◆ 「ひゅうが」概観図 (Appearance)



◆ 搭載ヘリコプター (Helicopters)

SH-60K



全長 (Length Overall) 19.8 m
 全幅 (Breadth) 16.4 m
 高さ (Height) 5.4 m
 重量 (Weight) 約11 t
 エンジン (Engine) ターボシャフト×2基
 2,055馬力 (SHP) × 2
 速力 (Speed) 139 kt (257 km/h)
 航続距離 (Distance) 約700 km
 乗員 (Complement) 4名 (最大12名)

SH-60J



全長 (Length Overall) 19.8 m
 全幅 (Breadth) 16.4 m
 高さ (Height) 5.2 m
 重量 (Weight) 約10 t
 エンジン (Engine) ターボシャフト×2基
 1,800馬力 (SHP) × 2
 速力 (Speed) 149 kt (276 km/h)
 航続距離 (Distance) 約700 km
 乗員 (Complement) 3名 (最大8名)

MH-53E



全長 (Length Overall) 30.2 m
 全幅 (Breadth) 24.1 m
 高さ (Height) 8.7 m
 重量 (Weight) 約31 t
 エンジン (Engine) ターボシャフト×3基
 4,750馬力 (SHP) × 3
 速力 (Speed) 150 kt (278 km/h)
 航続距離 (Distance) 1,200 km
 乗員 (Complement) 7名 (最大48名)

MCH-101



全長 (Length Overall) 22.8 m
 全幅 (Breadth) 18.6 m
 高さ (Height) 6.6 m
 重量 (Weight) 約14 t
 エンジン (Engine) ターボシャフト×3基
 2,150馬力 (SHP) × 3
 速力 (Speed) 150 kt (278 km/h)
 航続距離 (Distance) 900 km
 乗員 (Complement) 4名 (最大27名)

2 護衛艦「ひゅうが」の見学会



ご講演中の飛行長 黒木浩二 二等海佐





「ひゅうが」格納庫内にて

3 東日本大震災時の「ひゅうが」及び海上自衛隊の救援活動の概要



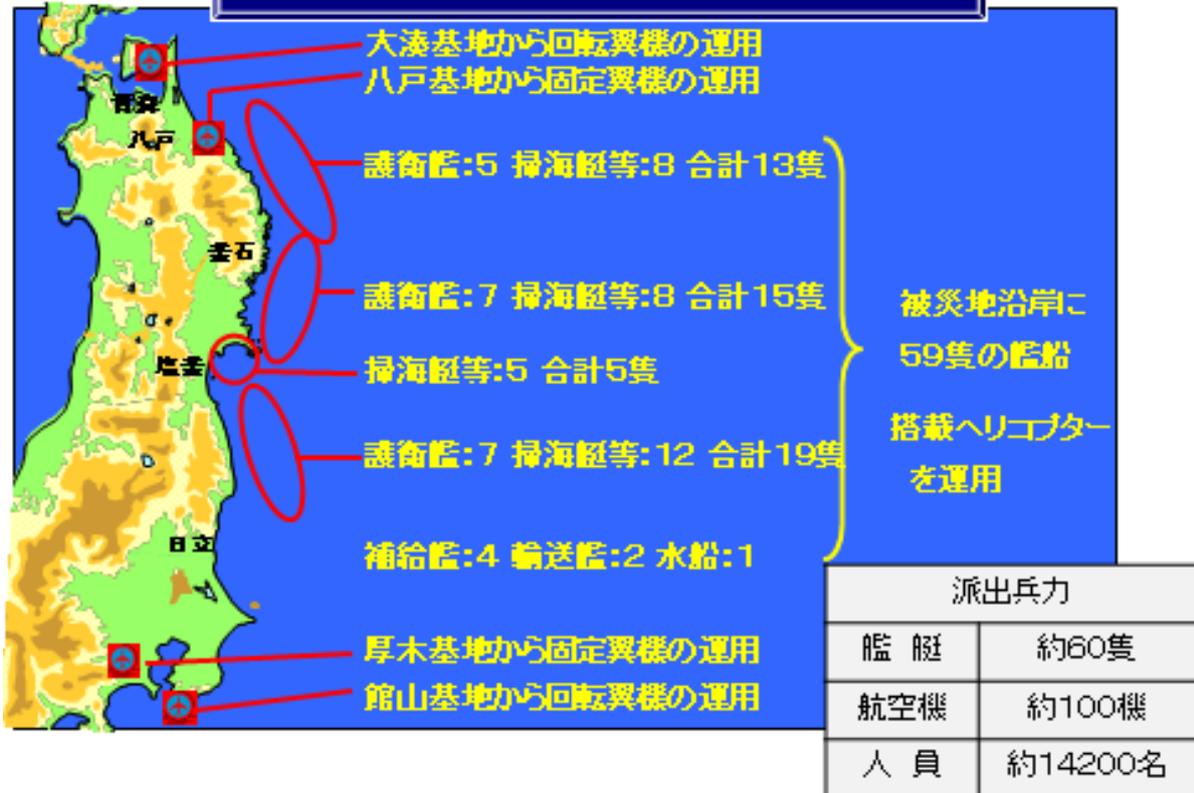
初動時の活動

地震発生直後の主な動き

- 平成23年3月11日
- 14:46 東北地方太平洋沖地震発生
 - 15:07 防衛省対策本部設置
 - 15:27 総理大臣より防衛大臣に
「自衛隊に対する最大限の活動」を指示
 - 17:30 官邸対策会議
 - 18:00 大規模震災派遣命令発令
 - 19:30 原子力災害派遣命令発令



発災直後の海自派遣部隊の配置状況



ひゅうがの活動等

月	3月														
日	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
活動等	発災 - 災害派遣部隊編成 - 年次検査中断 - JHI出港 - 横須賀出港 - 年次検査(JHI) - 被災地到着														
	捜索救護 物資輸送・人員輸送														
月	3月							4月							
日	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8
活動等	災害派遣部隊編成から解除 物資輸送・人員輸送 捜索救護 行方不明者の集中捜索 入路支援 入路支援 捜索救護 入路支援 横須賀入路														

発災直後の状況



発災直後の状況



人命救助



人命救助



海上自衛隊の活動状況(行方不明者搜索)



海上自衛隊の活動状況(行方不明者搜索)



海上自衛隊の活動状況(行方不明者搜索)

洋上での行方不明者の搜索



岸壁からの行方不明者の搜索



物資輸送



物資輸送

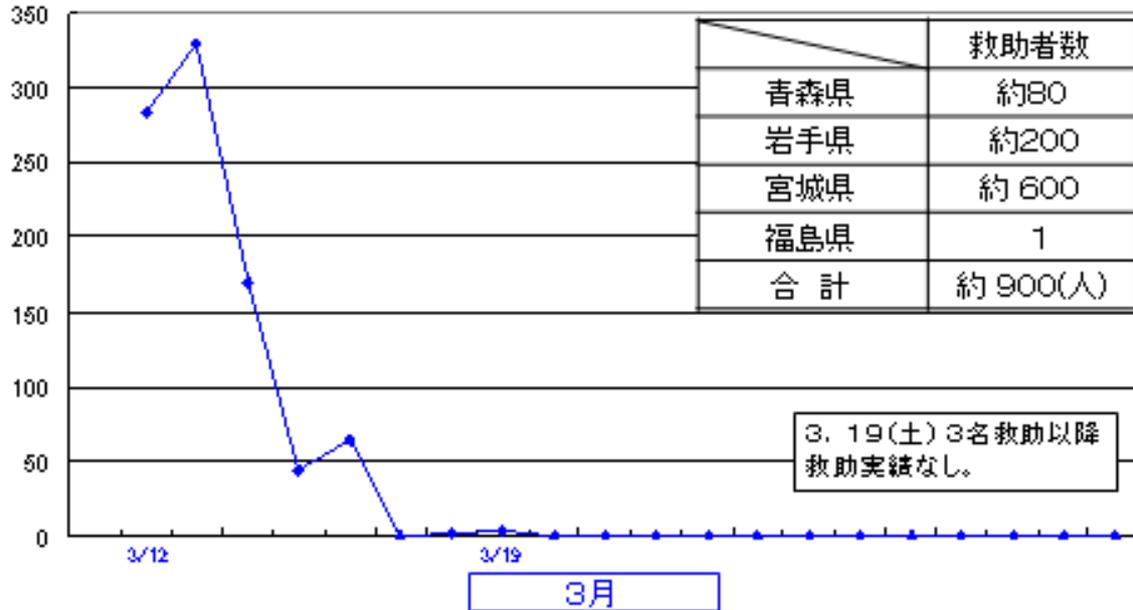


物資輸送



3 自衛隊による人命救助の状況

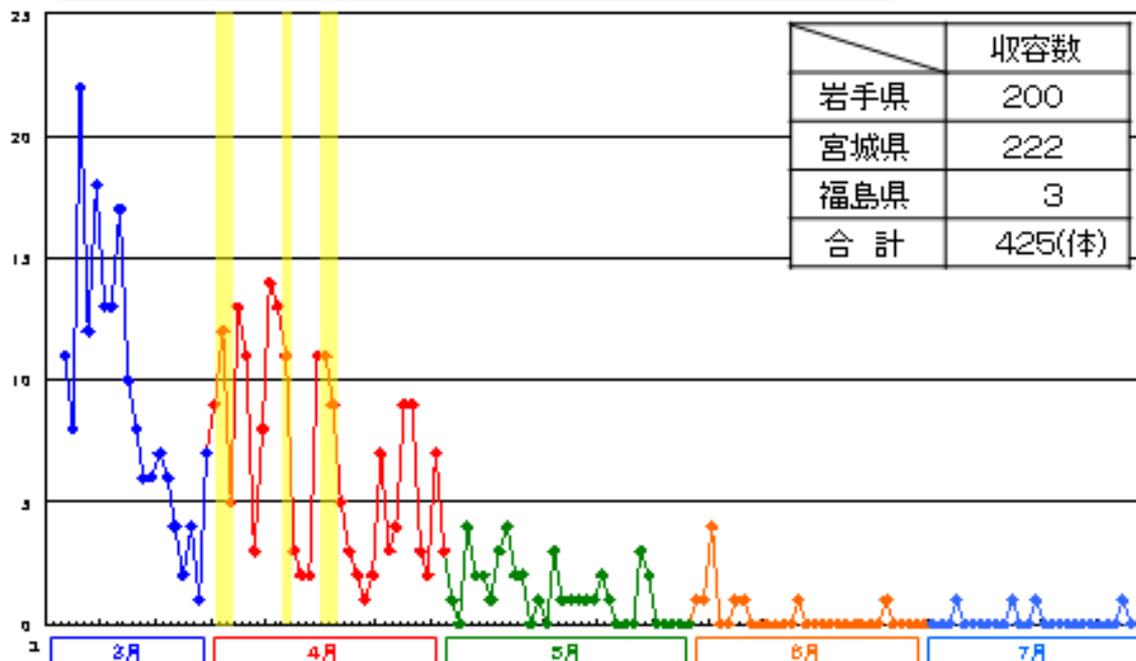
救助実績(青森県、岩手県、宮城県、福島県)



行方不明者捜索

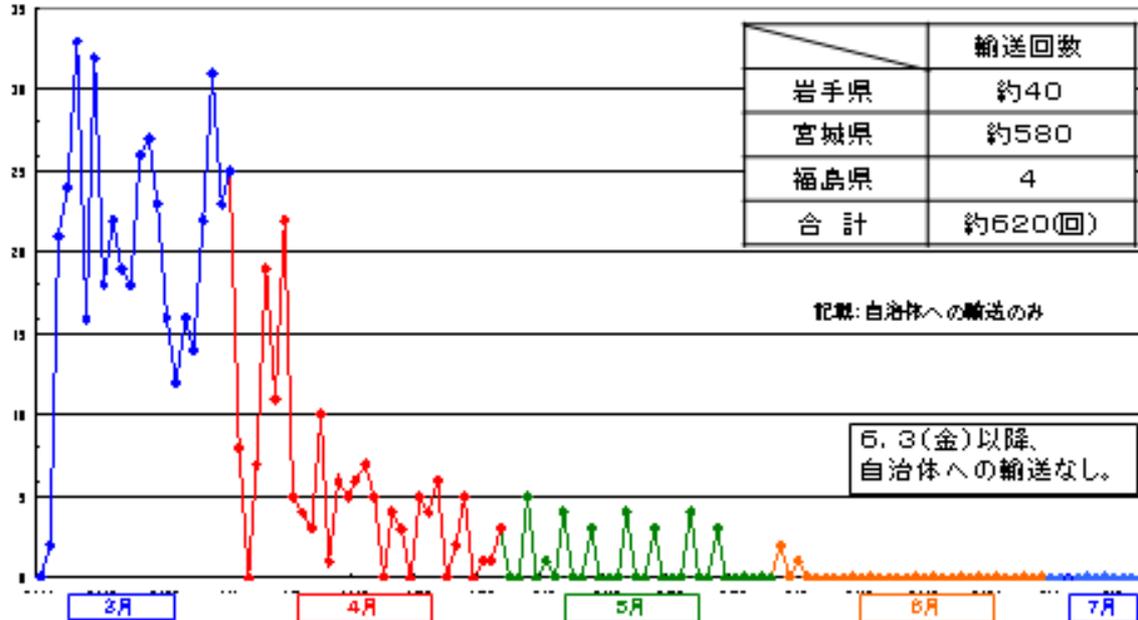
遺体収容状況(岩手県、宮城県、福島県)

■ 集中捜索



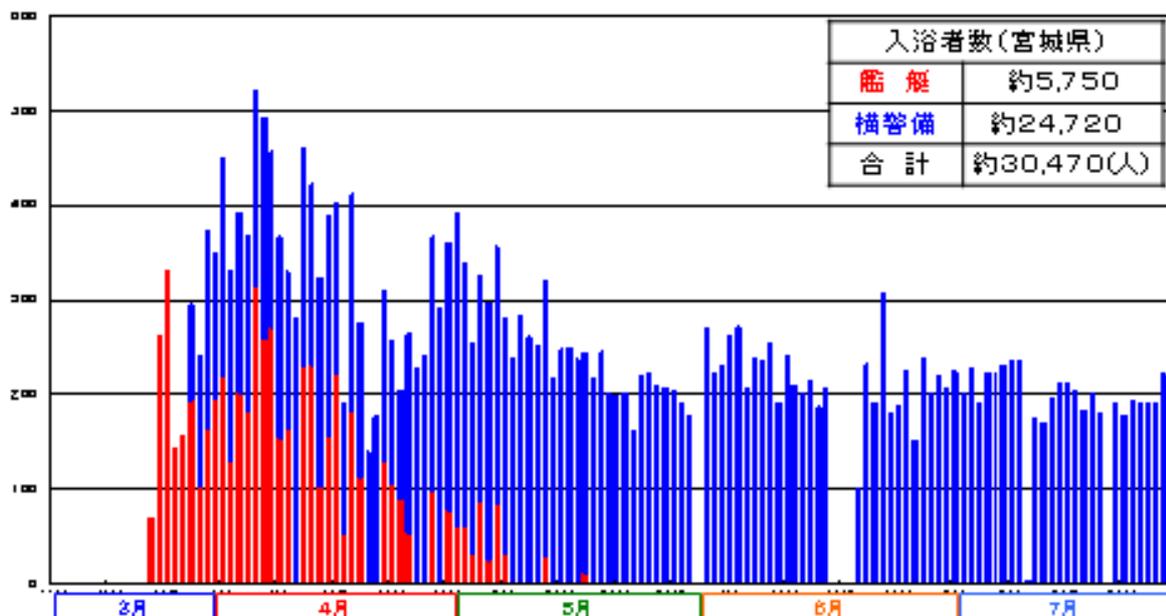
物資輸送(離島・孤立化地域への輸送)

支援物資輸送実績(岩手県、宮城県、福島県)



入浴支援

入浴支援の状況(艦艇、横警)



物資輸送



入浴支援



入浴支援



入浴支援



発災以降(2週間過ぎ)、初めての入浴でした！







OPERATION "TONODACHI" FAREWELL PASS



第37回定例研究会 講演会・見学会

1 JAXAにおけるヘリコプタ騒音低減用アクティブ技術の研究



JAXAにおける ヘリコプタ騒音低減用アクティブ技術の研究

小 曳 昇

宇宙航空研究開発機構

運航・安全技術チーム

ヘリコプタ技術セクション

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 1



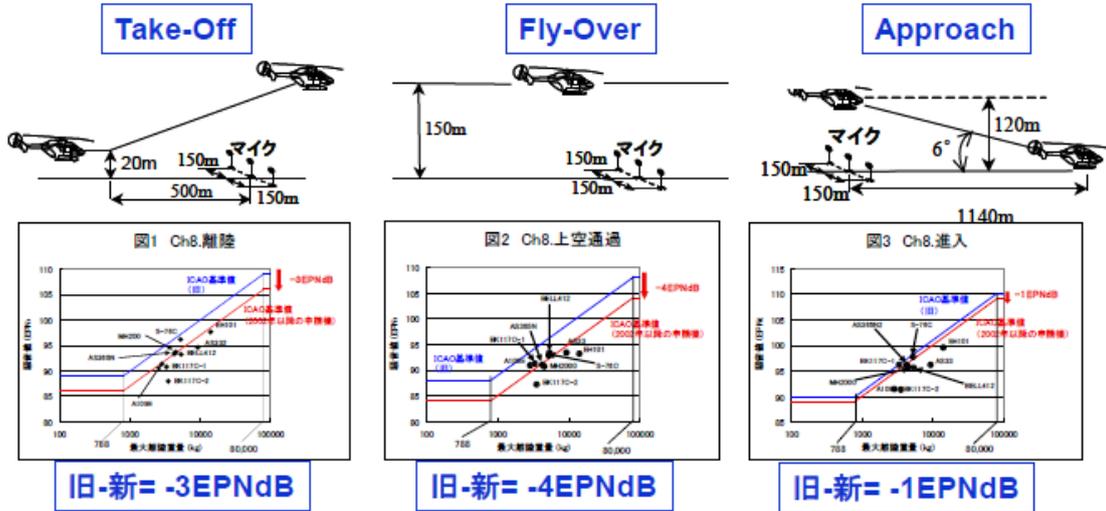
内容

1. 背景: 必要性 / ヘリ騒音/騒音低減技術
2. 研究目的
3. 実大アクティブ・フラップ機構の開発及び性能評価 :
設計目標 / ブレードとの適合性 / 機構のベンチ試験+風洞試験
4. アクティブ・タブ機構の設計と性能評価
設計目標/ 基本研究 / Mach scaled 機構のベンチ試験
5. アクティブ技術用制御則:
ブレード表面圧力を用いた制御則/ 風洞試験での評価
6. まとめ

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 2

騒音低減の必要性(1/2)

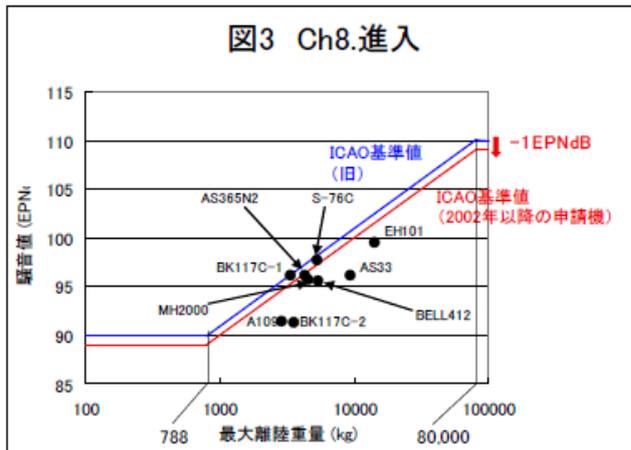
ICAO New Regulation ICAO: International Civil Aviation Organization



- 2002年以降の新型機に適用。クリアしないと型式証明が取得できない。
- 今後とも適宜厳格化されていくことが予想される。
- 上記の基準が制定される際、騒音低減技術に自信のあるヨーロッパ勢は、これ以上の低減量を提案したが米に押し戻されてこの値となった経緯がある。

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

騒音低減の必要性(2/2)



- 進入時には、BVI(Blade/Vortex Interaction)騒音が発生して、離陸や上空通過に比べて騒音値が大きくなる。
- 従来技術(翼型・翼端形状の高度化)では十分な騒音低減が得られず、ICAO新基準でもその低減量は小さい。
- が、技術の成熟度が高くなった時点で、厳格化されることが予想される。

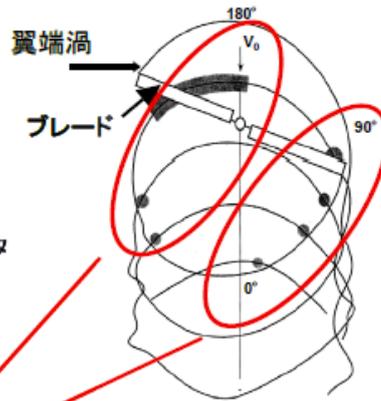
進入時に発生するBVI騒音低減技術の確立が求められている。

Public Acceptance : 社会との親和性

- 上記のICAO基準を満たしていても、現状としてヘリ・ポート周辺住民からの苦情が寄せられる。
- IFR認可やドクタ・ヘリの普及などで騒音被害にさらされる人口が増加している。

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

ヘリコプタの騒音



BVI: Blade / Vortex Interaction

- ・着陸進入時などの低速降下飛行中に発生しやすい
- ・人の耳が敏感な500Hz～1500Hzの周波数を有する

都市部におけるヘリコプタ活用の妨げになる

2枚ロータ・ブレードのBVI現象
BVI騒音の強さを決めるパラメータ

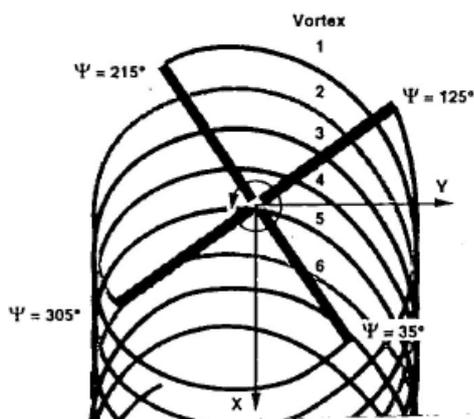
$$BVI \propto \frac{\Gamma \times L}{d^2}$$

d: 渦とブレードとの垂直距離

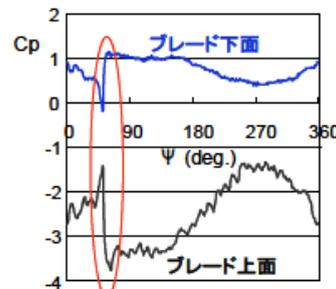
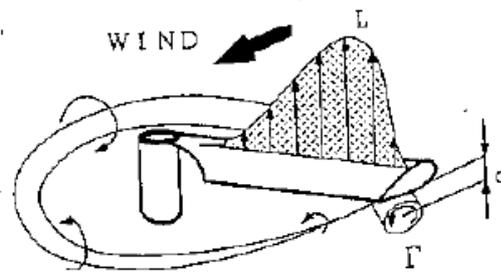
ブレード上の圧力が急激に変化

BVI発生

BVI現象



多枚数ブレードでのBVI



BVI

1枚ロータ装置でのBVI

ヘリコプタ騒音低減技術

アクティブ技術: 着陸時に卓越するBVI騒音低減に有効

HHC(Higher Harmonic Control)

IBC(Individual Blade Control)

アクティブ・フラップ

アクティブ・ツイスト

アクティブ・タブ

パッシブ技術: 離陸・水平飛行時の騒音低減に有効

低騒音翼型

低騒音翼端形状

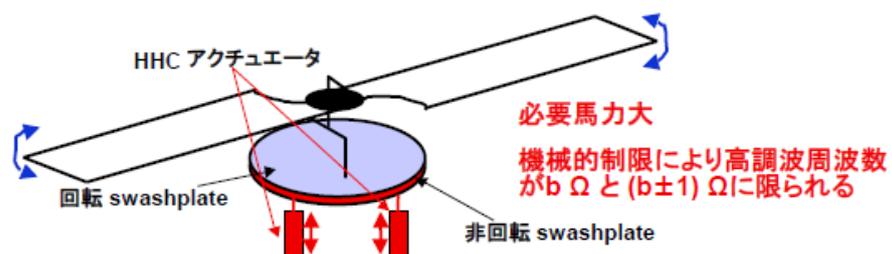
低騒音ブレード平面形状

可変ロータ回転数技術

既存のアクティブ技術 (1/2)

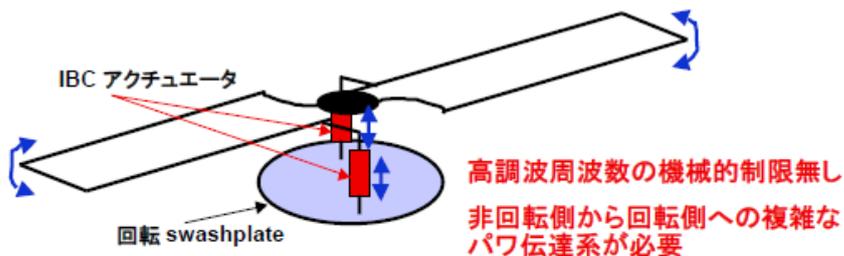
HHC:

Higher
Harmonic
Control

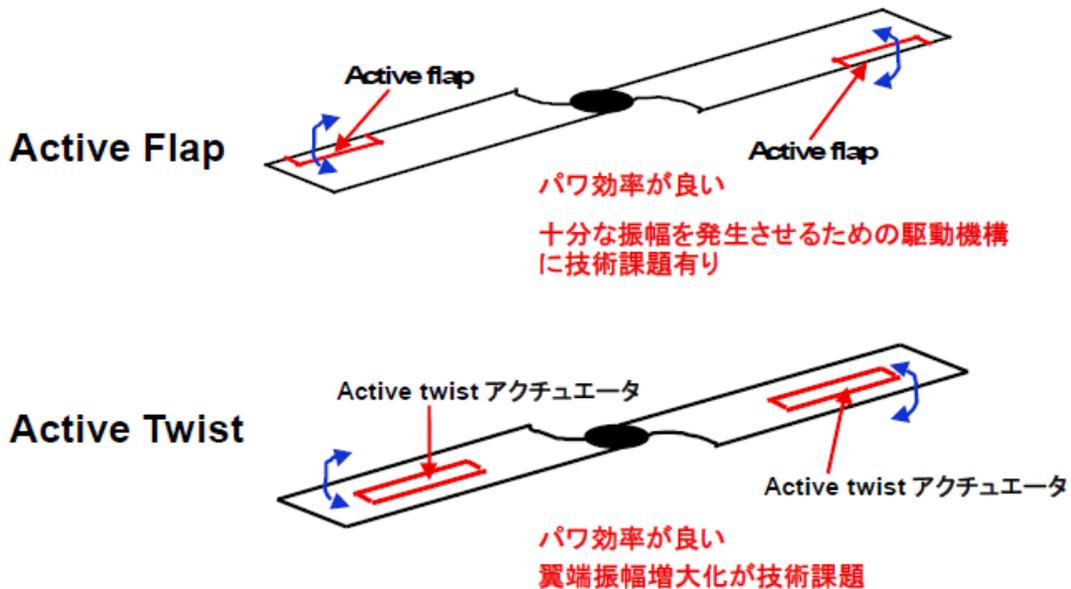


IBC:

Individual
Blade
Control



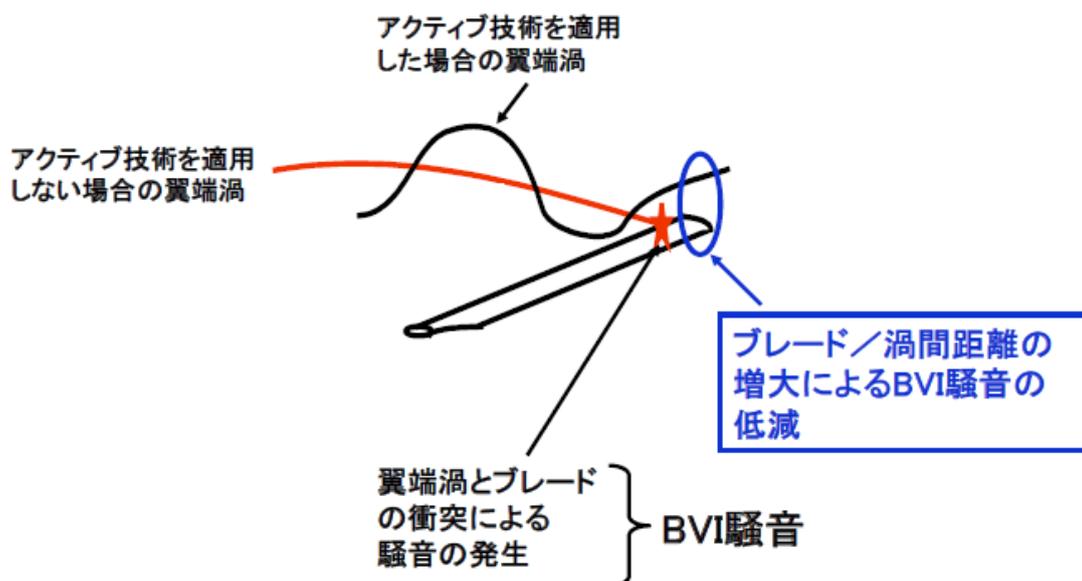
既存のアクティブ技術 (2/2)



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

9

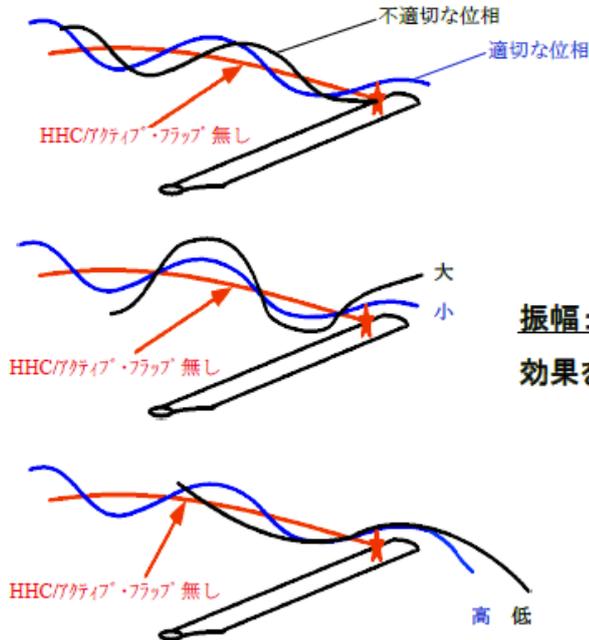
アクティブ技術によるBVI騒音低減メカニズム



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

10

アクティブ入力パラメータのBVI騒音低減に対する影響



位相

効果の有無を左右する。

振幅: 大きいほど

効果を大きくできる。

周波数: 低いほど

有効な位相範囲幅を拡大できる。
アクチュエータ出力を低減できる。

アクティブ技術作動時のブレード・ピッチ角

$$\theta = \theta_0 + a_1 \cos \Psi + b_1 \sin \Psi + \sum_{n=2} a_n \cos n\Psi + b_n \sin n\Psi + \sum_{n=2} c_n \cos(n\Psi - \phi_n)$$

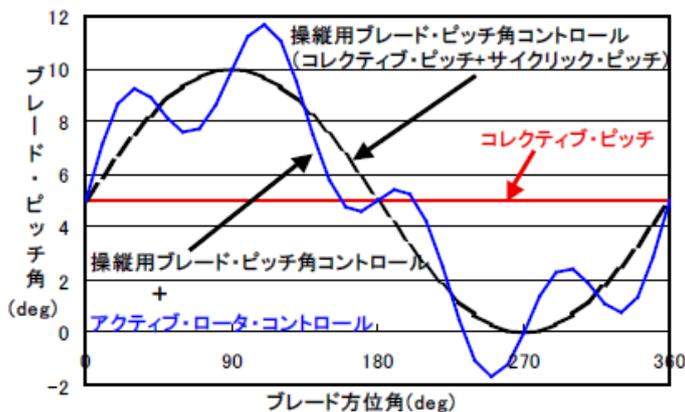
ブレード・ピッチ角

アクティブ・ロータ・コントロール

サイクリック・ピッチ

コレクティブ・ピッチ

操縦用ブレード・ピッチ



例)

操縦用ブレード・ピッチ

コレクティブ・ピッチ=5deg

サイクリック・ピッチ=5deg

アクティブ・ロータ・コントロール

n=4

c4=2deg

アクティブ技術作動時のロータ・トリムへの影響

BVI条件などの前進飛行時にn/revのアクティブ技術を作動させた場合のブレード推力

$$L = \frac{1}{2} \rho V^2 S C_L \propto V^2 C_L \propto (V_T + V \sin \Psi)^2 [\theta_0 + c_1 \cos(\Psi - \phi_1) + c_n \cos(n\Psi - \phi_n)]$$

翼端速度 前進速度 操縦用ブレード・ピッチ アクティブ・ロータ・コントロール

$$\propto [C_0 + C_1 \sin \Psi + C_2 \sin 2\Psi + C_3 \sin 3\Psi] : \text{アクティブ技術offでも出現}$$

$$+ C_n \sin n\Psi + C_{n+1} [\sin(n-1)\Psi + \sin(n+1)\Psi] + C_{n+2} [\sin(n-2)\Psi + \sin(n+2)\Psi]$$

: アクティブ技術onのみ出現

n	n-1	n-2	ロータ・トリムへの影響
2	1 (cyclic)	0 (collective)	collective, cyclicともに変化するためre-trim要
3	2	1 (cyclic)	cyclicが変化するためre-trim要
4	3	2	なし

パッシブ技術

低騒音翼端形状: 下記の基本パターンの組合せ+新規パターン

後退角(swept back): 圧縮性緩和→Mdd, Mach tuck, HSI(High Speed Impulsive)騒音緩和

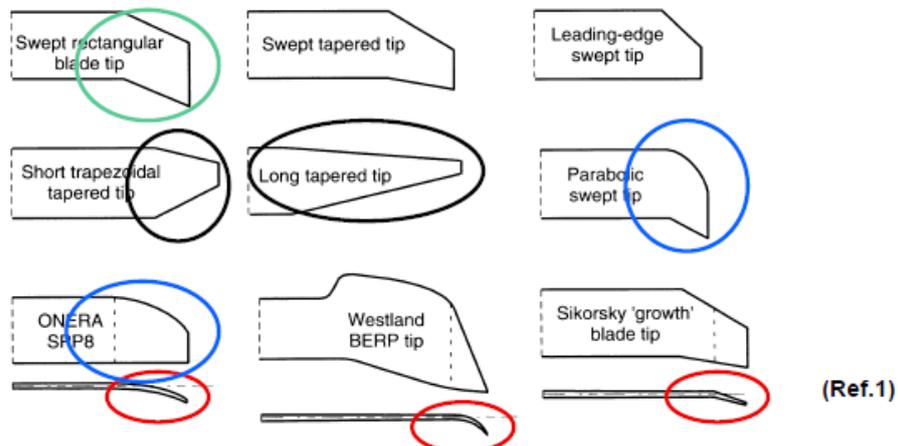
パラボリック(parabolic): 翼端側ほど後退角をパラボリックに深くする→

ブレード全長に亘ってMが一定値→圧縮性緩和効果の増大

テーパ(taper): 誘導速度分布の一樣化→ホバリング性能 高

翼端面積減少→抵抗減による性能向上

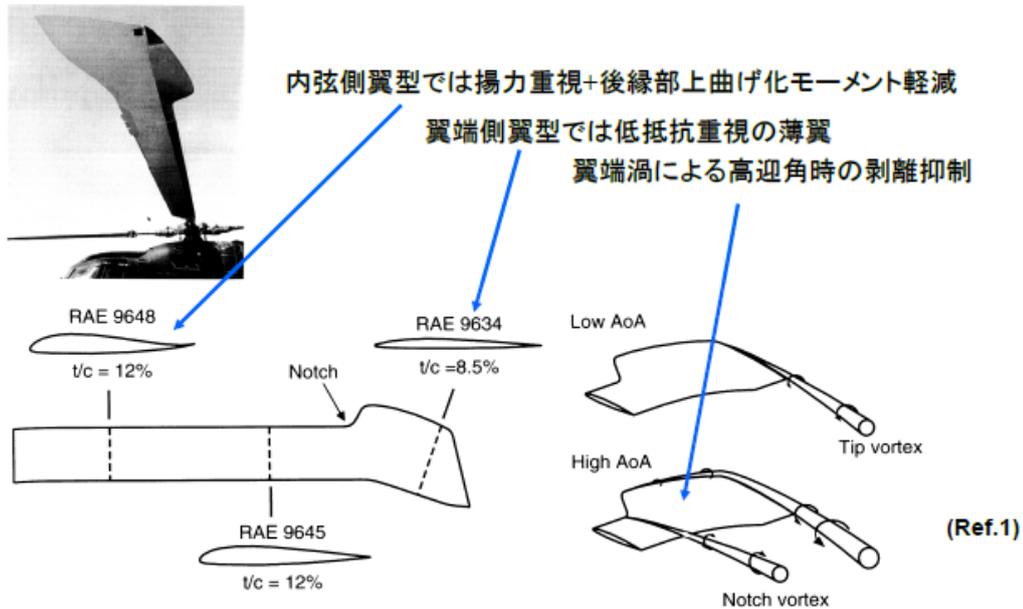
下反角(anhedral): 翼端渦発生位置を下へ→誘導速度分布一樣化→ホバリング性能高、BVI騒音緩和



パッシブ技術

低騒音ブレード平面形状=翼型+翼端形状+ねじり

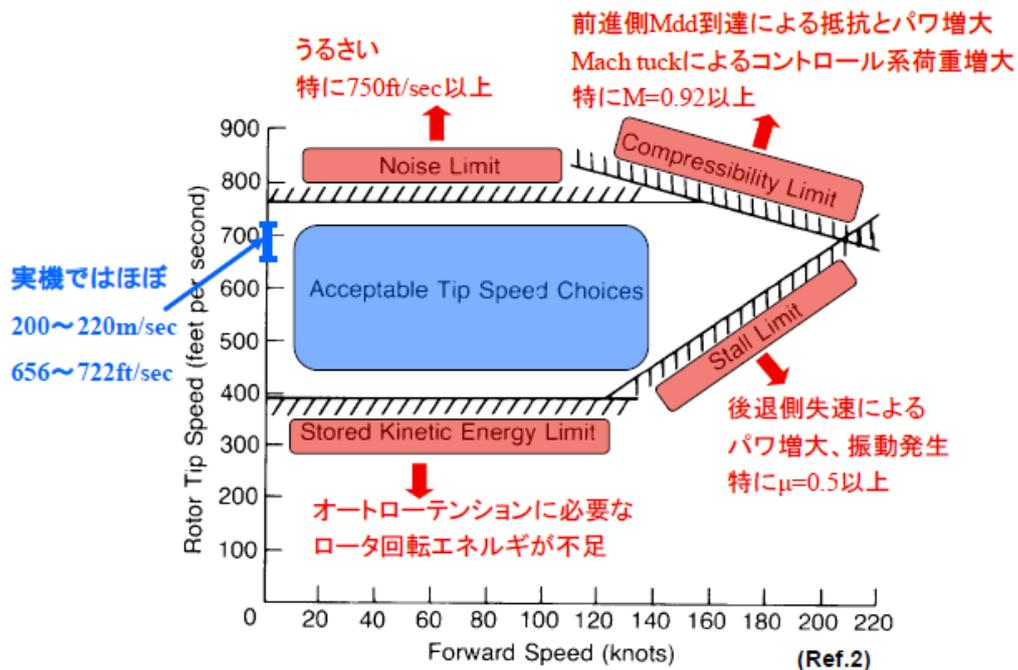
ここでは、例としてBERP(The British Experimental Rotor Program)ブレードを示す。



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 15

パッシブ技術

可変ロータ回転数技術:翼端速度についての制限事項



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

研究の目的

次世代ヘリコプタに必須となる要求

騒音問題の改善

パブリック・アクセプタンスの向上

ICAO騒音基準への対処 → 市場競争力向上

BVI騒音低減技術は不可欠の要求と認識されている。

パッシブ技術以外の技術的解決策が長い間期待され、各国で盛んに研究されてきた。

アクティブ・フラップ(以下AF)が騒音低減効果と周辺技術の成熟度の点から最も有望であるとの評価を得ている。

アクティブ技術の3要素

アクティブ・デバイス

翼端渦軌跡を変化させるのに必要な、ブレードの動的ねじりを発生させる機構(例:アクティブ・フラップ、アクティブ・タブ)

制御則

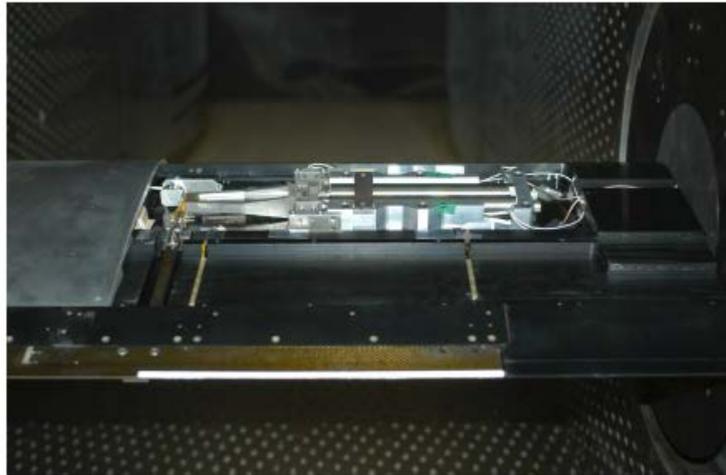
騒音低減に適したアクティブ技術の作動諸元(位相、振幅、周波数の組み合わせ)を算出(例:ブレード表面圧力を用いた閉ループ制御則)

解析技術

ブレード構造・弾性+空力+音響を一貫かつ統合的に解析するツール

実大アクティブ・フラップ機構の 開発及び性能評価

(Ref.3,4)



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 19

背景 (1/4) : 実大アクティブ・フラップ

ATIC (Japan)

2000 Whirl tower test
assumed GW=3.5t
28 hour operation



Eurocopter

2002 Whirl tower test
assumed GW= 3.5t
10 hour operation
2005 Flight test

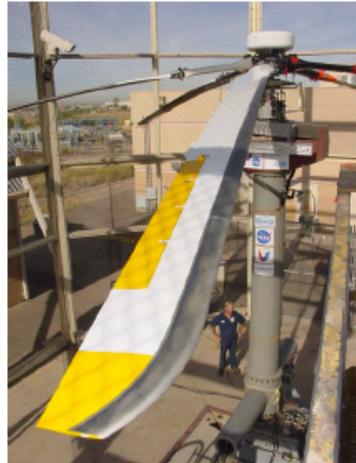


日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 20

背景 (2/4) :実大アクティブ・フラップ

Boeing

2003 Whirl tower test
assumed GW= 2.7t
13 hour operation



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 21

JAXAの行うアクティブ・フラップ研究開発

要素開発： 概念検討

試作品開発とその性能評価

遷音速風洞における性能評価

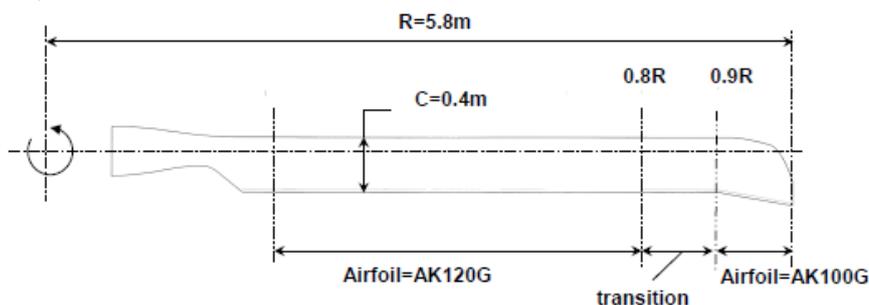
日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 22

概念検討の方針

1. AFの振幅・周波数・位相をパラメータとした騒音解析から、BVI騒音を低減する時に必要なAF作動で誘起されるブレードの応答の目標値を定量化する。
2. AFの形状諸元をパラメータとした空弾性解析から、BVI騒音を低減する時に必要なブレードの応答とこれを発生するのに必要なヒンジ・モーメントのトレード・スタディを行う。
3. 以上の解析結果から、AF機構を構成する各要素への仕様を設定する。

概念検討

ベースライン・ブレード



ブレード枚数 : 4

翼端速度 : 200m/sec @ 100%rpm

平面形 : AT2

ねじり : -10deg. 線形

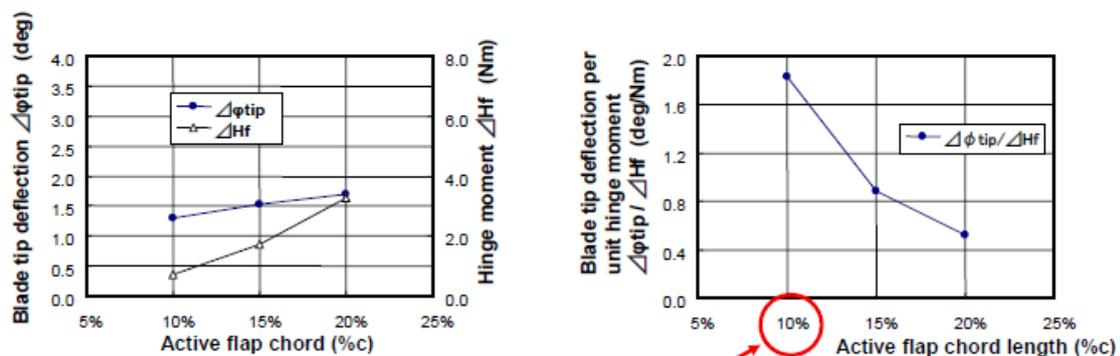
ロータ推力 : 3,500kgf

飛行条件 : ホバ

ブレードとの適合性: 要求の設定

1. **AF作動によるブレード翼端変位 = 1.5deg.**
過去の風洞試験結果等に基づく。(HART, ATIC)
2. **AF周波数 = 2/rev**
アクチュエータの必要パワの観点より。
3. 単位ヒンジ・モーメントが発生可能なブレード翼端変位を極大化してアクチュエータの必要パワを抑制できること。

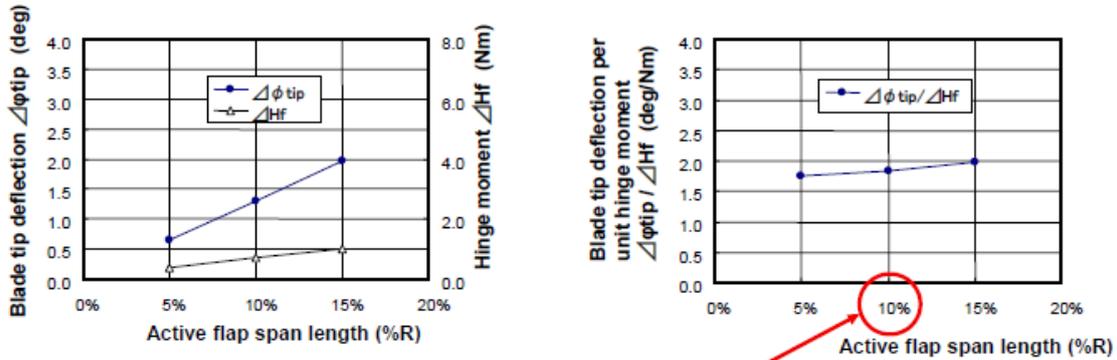
ブレードとの適合性 (1/5) : AF翼弦長



AF翼弦長=10%c

ヒンジ・モーメントが最も効率的に発生できる。

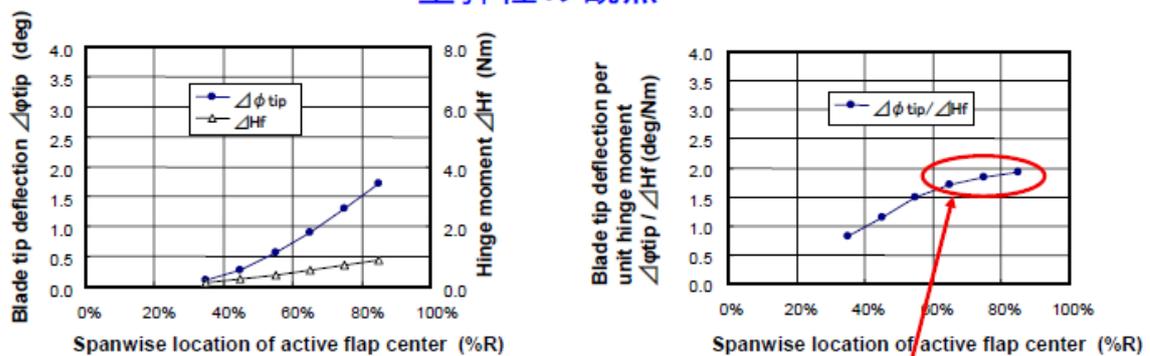
ブレードとの適合性 (2/5) : AFスパン長



AFスパン長=10%R

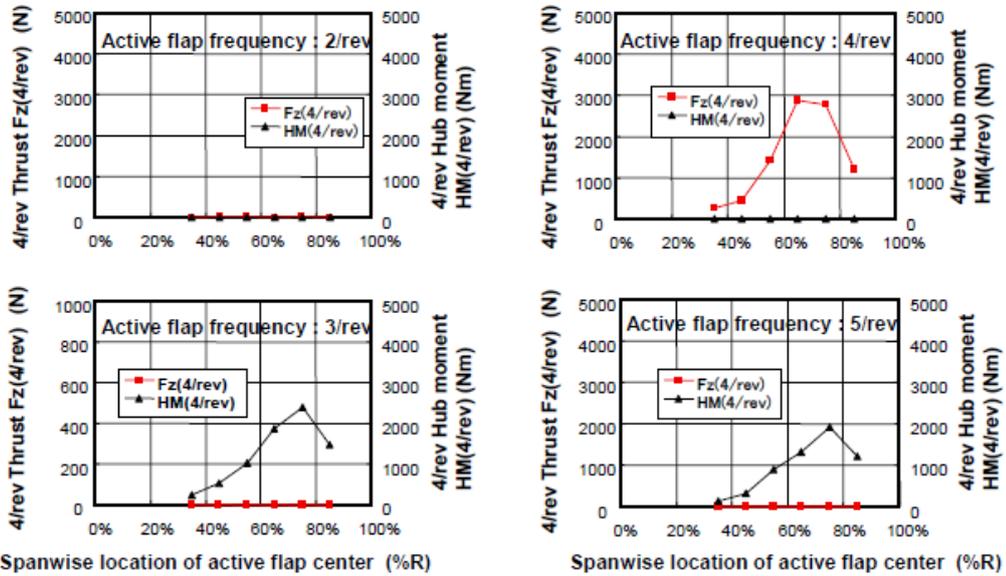
ブレードとの適合性 (3/5) : AFスパン方向位置

空弾性の観点



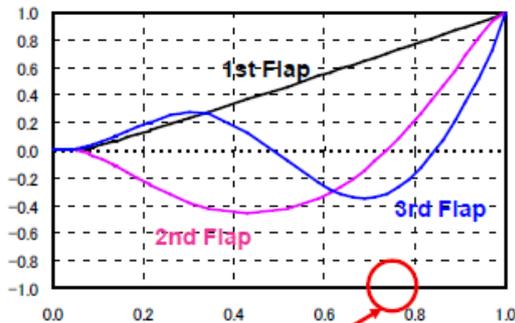
AF中心が60%Rより翼端側にあると効率が鈍化し、60-90%Rでは効率がAFスパン方向位置にさほど依存しない。

振動低減の観点



ブレードの構造特性

ベースライン・ブレードの
固有振動モード



AF中心のスパン方向位置=75%R

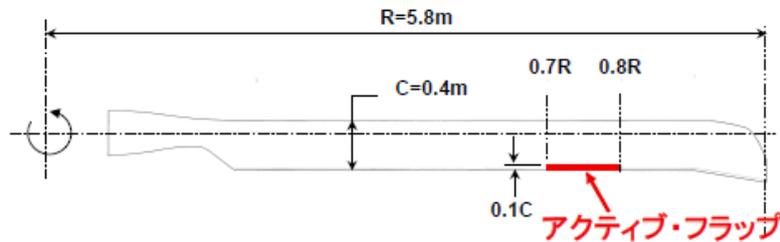
ブレード形状からの制約

80%Rより翼端側ではその内側よりも
翼が薄い



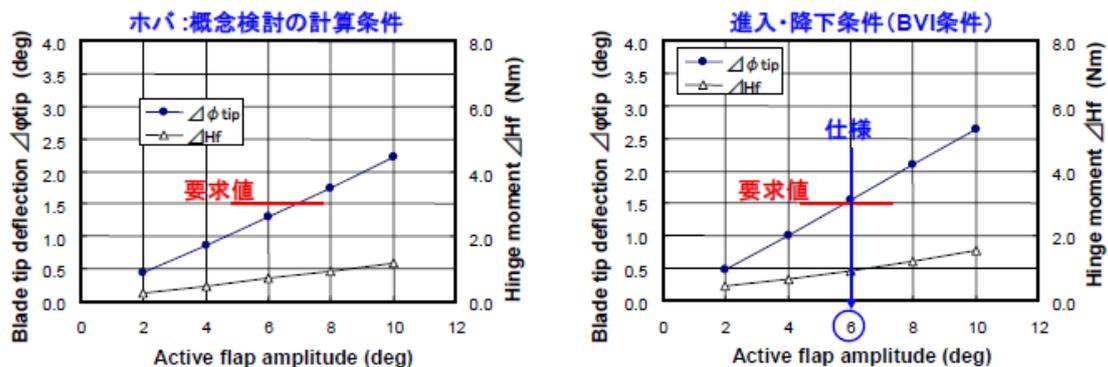
AFの外舷位置を80%Rより内側にする
ことが望ましい。

実大アクティブ・フラップ機構の仕様



- 翼弦長 : 10% ブレード翼弦長
- スパン長 : 10% ブレード半径
- スパン方向位置 : 70-80%ブレード半径
- 周波数 : 2/rev (11Hz)
- 舵角 : 6deg.
- ヒンジ・モーメント : 1Nm

概念検討の妥当性検証



BVIの発生する進入・降下条件において、仕様として設定したAFの形状諸元と舵角 6deg.がブレード翼端変位の目標値 1.5deg. を達成し、その時にアクチュエータが発生させるべきヒンジ・モーメントは1.0Nmであることを確認した。

JAXAの行うアクティブ・フラップ研究開発

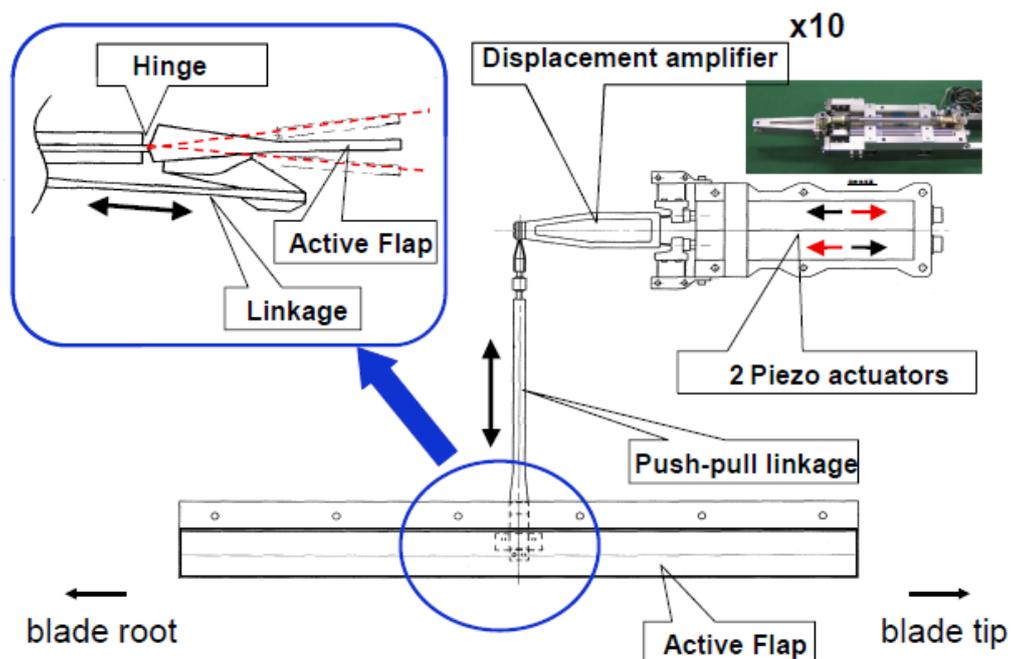
要素開発： 概念検討

試作品開発とその性能評価

遷音速風洞における性能評価

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 33

実大アクティブ・フラップの設計開発 (1/3)



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 34

実大アクティブ・フラップの設計開発 (2/3)

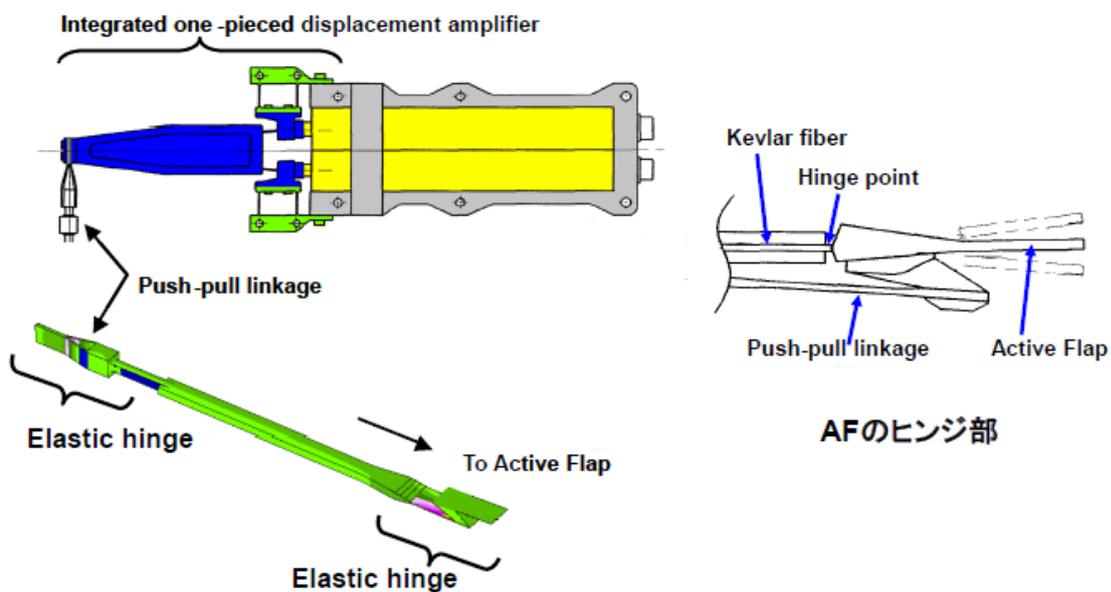


日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

35

実大アクティブ・フラップの設計開発 (3/3)

ガタを抑制するための要素



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

36



JAXAの行うアクティブ・フラップ研究開発

要素開発： 概念検討

試作品開発とその性能評価

遷音速風洞における性能評価

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 37

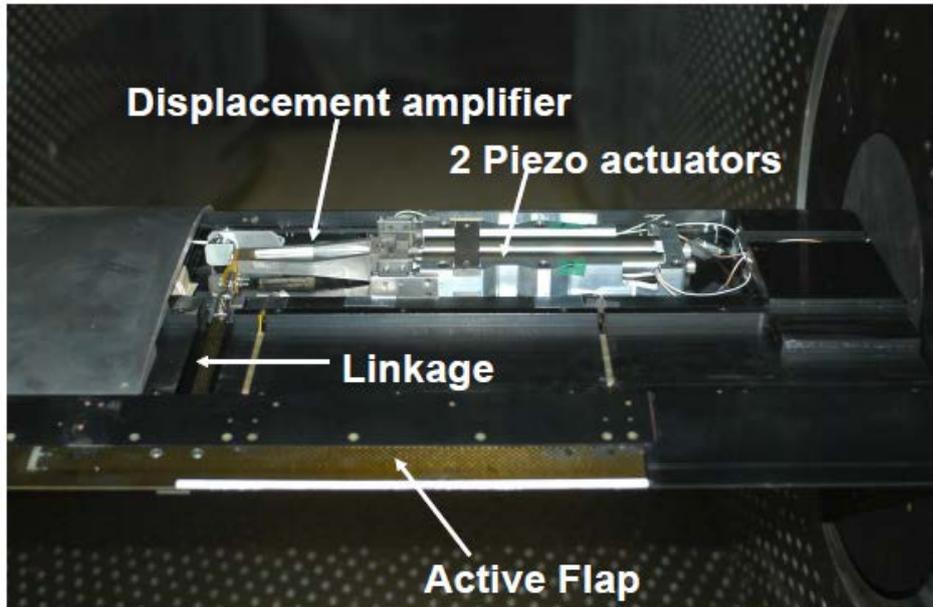


目 的

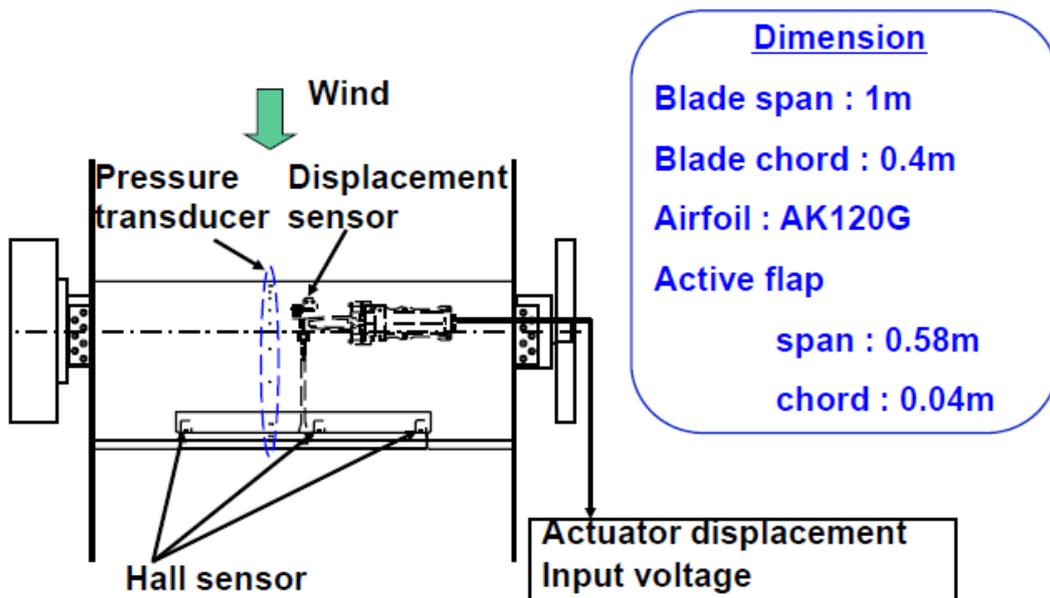
1. 遷音速風洞において着陸進入、ホバ、最大速度を模した条件で、開発した実大アクティブ・フラップ機構が適正に作動することを実証する。
2. アクティブ・フラップの作動で誘起される非定常空力特性を把握・評価する。

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 38

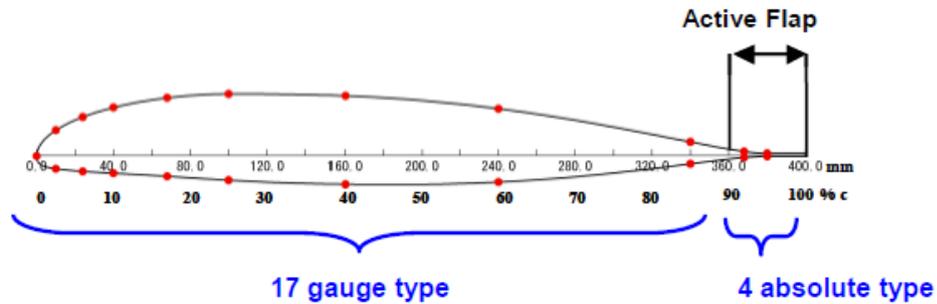
風洞試験供試体



計測

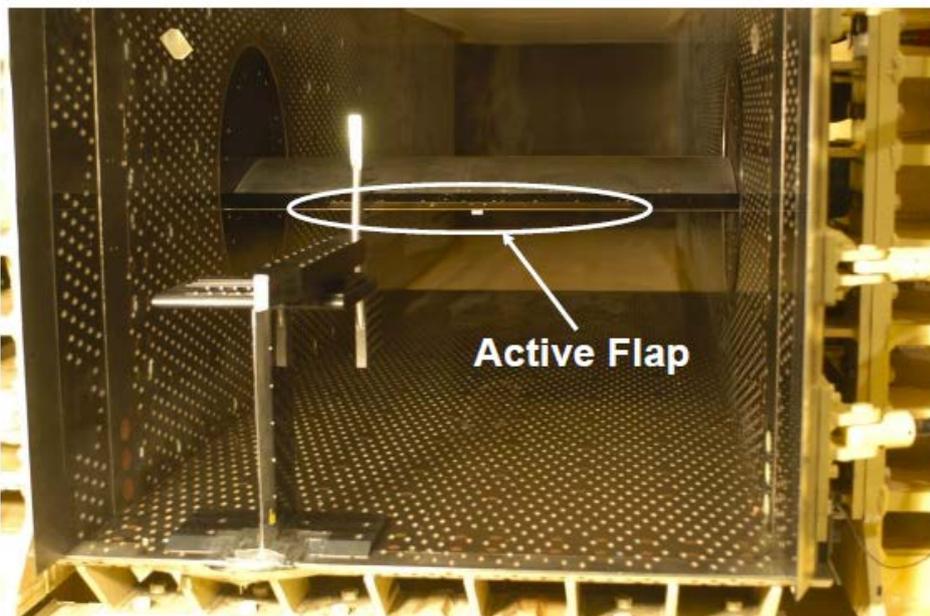


非定常圧力センサの分布 (Kulite)



解析コードの非定常空力部分の検証・高精度化のため、
非定常圧力センサをブレード上のみでなく、
可動部であるアクティブ・フラップ上にも配置

風洞内での設置状況 (下流側より)



川崎重工 1mx1m 遷音速風洞試験

試験条件

Blade		Active Flap		模擬 飛行条件
M	α	δ_{AF}^* (intended)	Freq.	
0.47	2.5 deg	6 deg	2/rev**	Hover
0.55			2,3,4,5/rev	BVI
0.70			2/rev	Max. speed

* δ_{AF} : Active flap amplitude

$$\text{Active flap deflection} = \delta_{AF}^* \sin(\Psi_{AF})$$

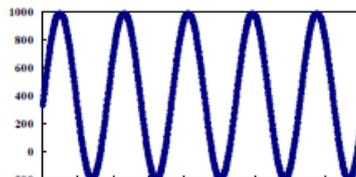
n=2,3,4,5

Ψ_{AF} : Active flap azimuth

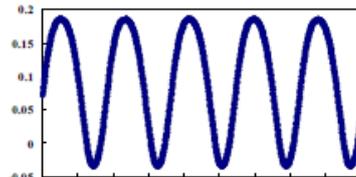
**1/rev: equal to 5.5Hz

動特性試験結果 :BVI 条件

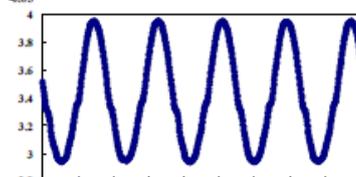
Actuator Input
Voltage (V)



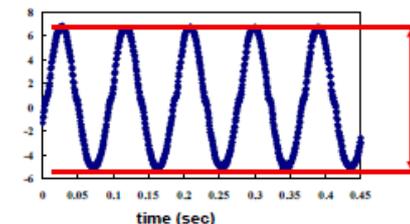
Actuator
displacement
(mm)



Output of
displacement
amplifier (mm)



Active Flap deflection
at mid span (deg)

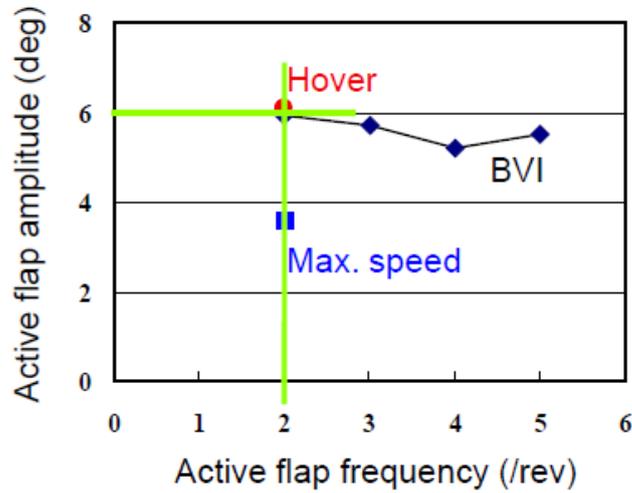


Test condition

M=0.55
Alpha=2.5deg
Active Flap
Frequency : 2/rev (11Hz)
Input voltage :
400±600V

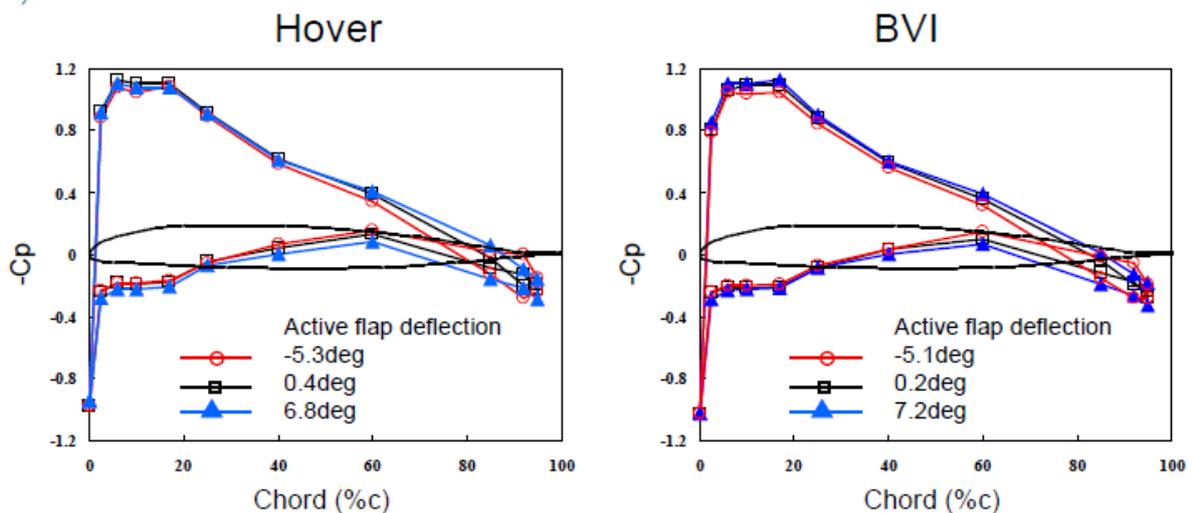
アクティブ・フラップ舵角振幅
の目標値6deg. を達成

アクティブ・フラップ舵角振幅



アクティブ・フラップ舵角振幅の目標値
6deg at 2/rev active flap frequency
をHover及び着陸進入(BVI)条件で達成

非定常Cp分布



解析コードの非定常空力部分の検証・高精度化によって
有益な非定常圧力データを取得することができた。

実大アクティブ・フラップ機構のまとめ

1. アクティブ・フラップ舵角振幅の目標値6deg at 2/rev active flap frequency をHover及び着陸進入(BVI)条件で達成し、開発した実大アクティブ・フラップ機構が適正に作動することを実証した。
2. 3~5/revのBVI条件で達成できたアクティブ・フラップ舵角振幅は5.2~5.7degであったが、騒音・振動低減で要求される3/rev以上のアクティブ・フラップ舵角振幅は小さいため、これは十分有効な作動性能である。
3. ブレード上のみでなく、可動部であるアクティブ・フラップ上にも配置した非定常圧力センサによって、解析コードの非定常空力部分の検証・高精度化を行う上で有益な非定常圧力データを得ることができた。

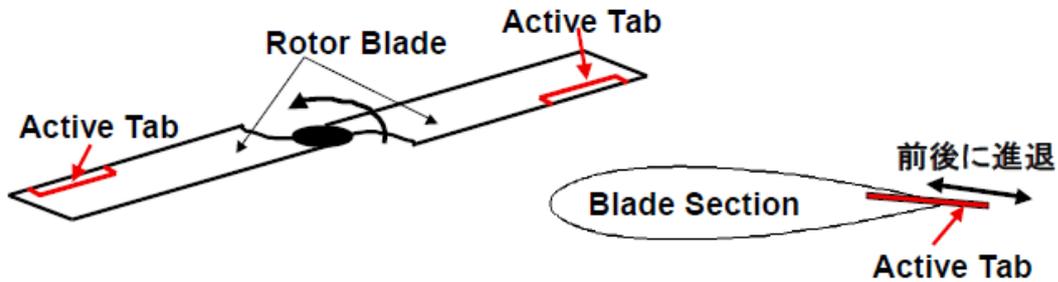
日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 47

マッハ・スケールした
風洞試験模型ブレード用
アクティブ・タブ機構の設計と性能評価 (Ref.5)



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 48

アクティブ・タブの概念

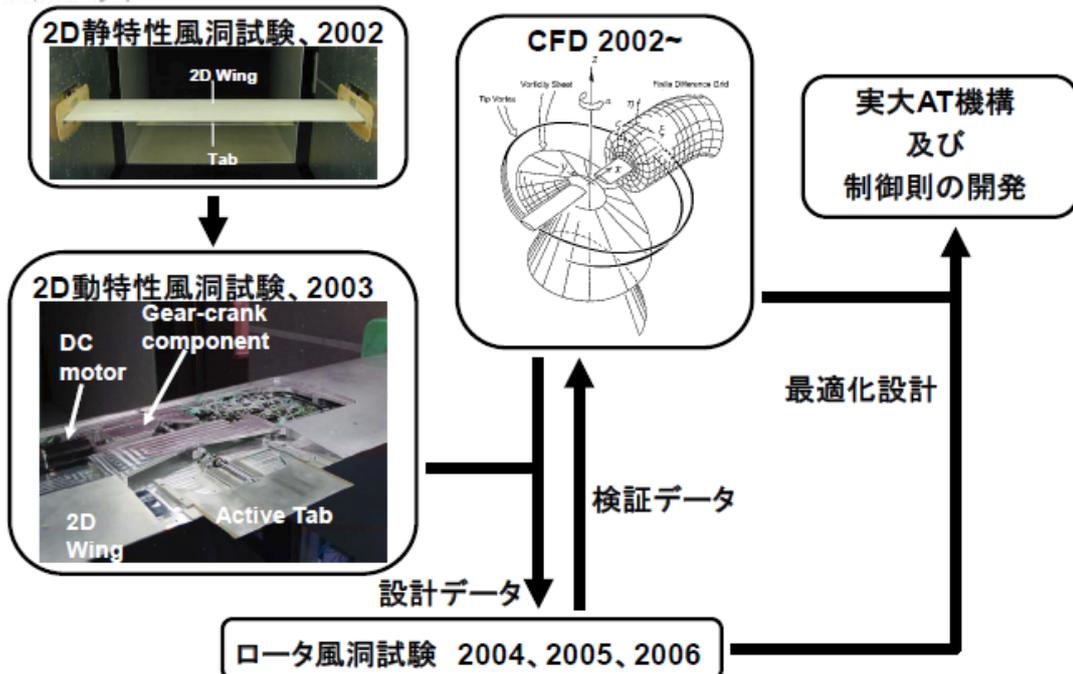


特徴と効果

前後の往復駆動： **可変面積効果**によりブレード揚力をコントロールすることで**着陸時**に顕著なBVI騒音と振動を低減

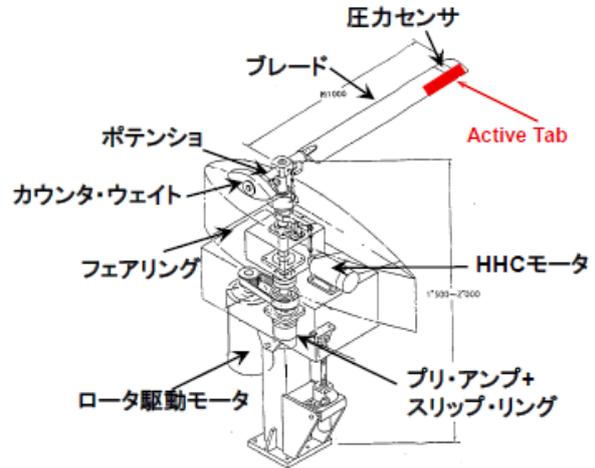
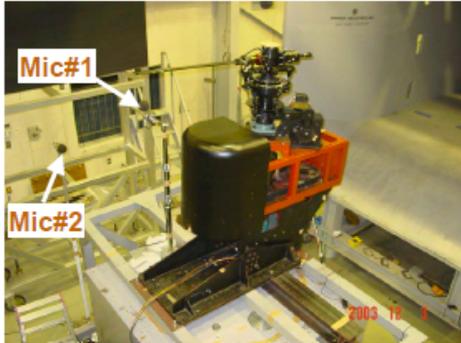
静的な作動： 余剰揚力によりロータ回転数を下げることで**上昇・水平**飛行形態での騒音を低減

アクティブ・タブ研究計画



アクティブ・タブのロータ風洞試験

1枚ロータ装置

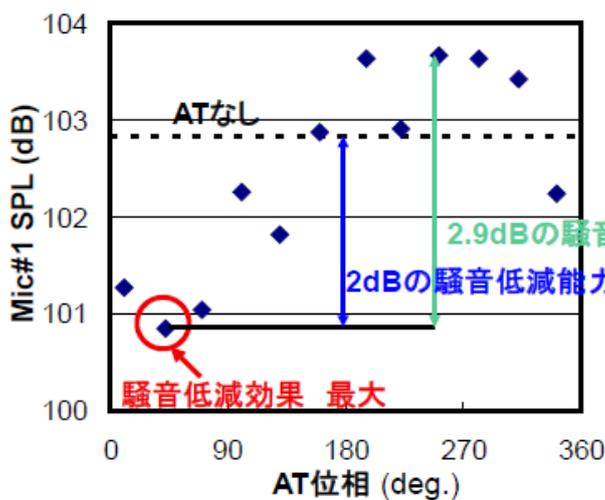


ハブ形式	: Hingeless	ロータ回転数	: 1200rpm (Max.)
ブレード枚数	: 1	ブレードねじり下げ	: 0°
ロータ半径	: 1m	アクティブ・タブ	
ブレード翼弦長	: 0.12m	周波数	: 20Hz(2/rev)
翼型	: NACA0012	振幅	: 24mm(max)

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 51

成果の概要

アクティブ・タブのロータ騒音低減効果



ロータ風洞試験で、アクティブ・タブの騒音低減能力を実証



2.9dBの騒音制御能力
2dBの騒音低減能力

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 52

次のステップとして

以上で示した試験結果によって、開発したアクティブ・タブがロータ騒音低減に対して有望であることが実証できた。

ただし、この風洞試験はアクティブ・タブの基本原理実証に目標を置いていたため、1枚ロータ装置の運用しやすい翼端速度100m/sec程度の亜音速条件での評価であった。

より実機に近い空力環境を模擬した条件での実証
=マッハ・スケールした多枚数ブレード・ロータでの
解析及び風洞試験による評価を計画している。

アクティブ・タブ機構開発の経緯

1. 提案する候補のトレード・オフによる、
マッハ・スケール条件に適する
風洞試験模型ブレード用
アクティブ・タブ駆動機構の概念設計(2009)
2. 選定したアクティブ・タブ駆動機構のシステム構成検討(2010)
3. アクティブ・タブ駆動機構の第1次試作及び
動特性試験と耐久性試験による作動性能評価(2010)
4. アクティブ・タブ駆動機構の第2次試作(2011)
5. 動特性試験と耐久性試験による作動性能評価

候補 #1 : ピエゾ・アクチュエータ + 弾性ヒンジ

候補 #2 : サーボ・モータ + 偏心カム

候補 #3 : リニア・モータ + ベルクランク

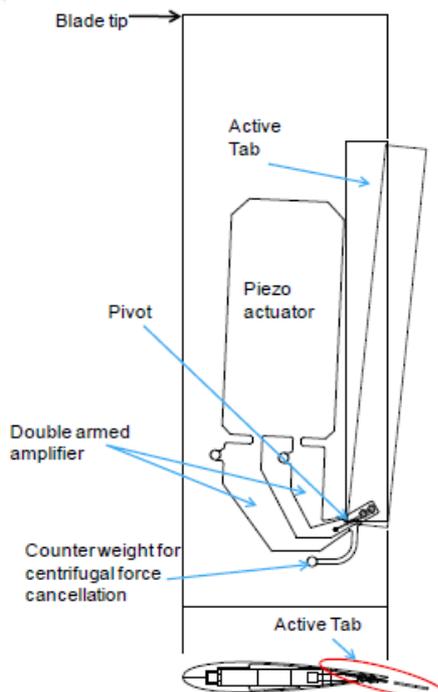
候補 #4 : 電磁ソレノイド + 板バネ

次の4つの観点からの利害得失の比較検討より、

- 高周波での駆動能力
- 耐遠心力特性
- アクティブ・タブ変位の制御能力
- 駆動機構のサイズ

候補 #1をアクティブ・タブの駆動機構として採用する。

候補 #1 : ピエゾ・アクチュエータ + 弾性ヒンジ



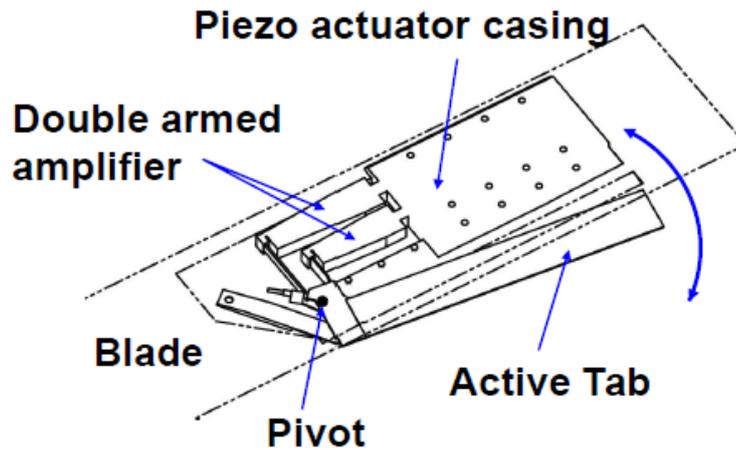
利点

- 弾性ヒンジによりガタの大幅な抑制可能
- 目標とするアクティブ・タブ変位を比較的低いアクチュエータ・パワーで達成可能

欠点

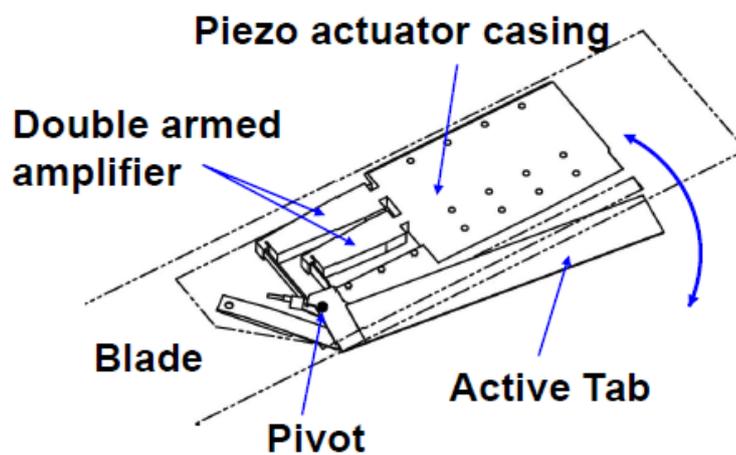
ピエゾ・アクチュエータのサイズ
(この場合は厚み)をブレード厚内
($0.12\text{m} \times 0.15 = 0.018\text{m}$)に収めることが
技術課題

アクティブ・タブ駆動機構 のシステム構成



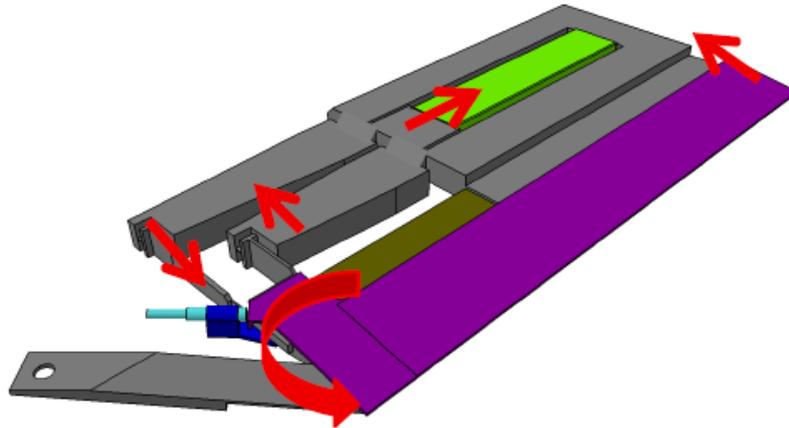
日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 57

アクティブ・タブ駆動機構 のシステム構成



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 57

アクティブ・タブ駆動機構の作動: 収縮時



想定するブレードとアクティブ・タブ形状

ロータ/ブレード

ブレード枚数: 2

ハブ形式: teetering

ロータ半径: 1.5m

翼弦長: 0.12m

翼型: NACA0015

平面形: 矩形

ねじり: -8deg. 線形

ロータ回転数: 1300rpm (Mach scaled)

アクティブ・タブ

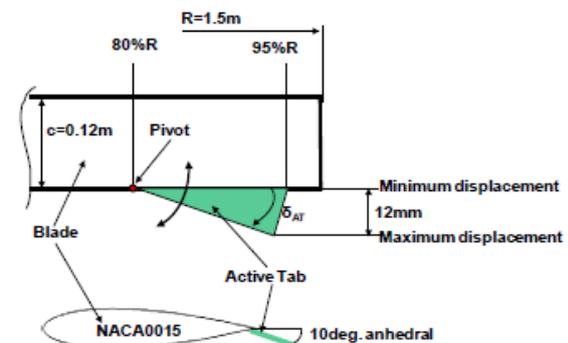
平面形: 扇型

スパン: 80-95%R

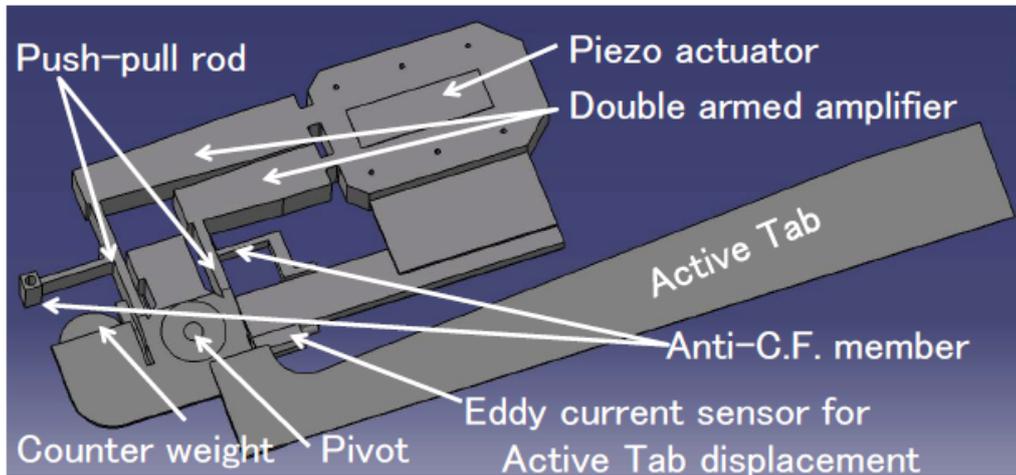
変位: 12mm (10% Blade chord)

取り付け角: 10deg(後縁下げ)

周波数: 2/rev



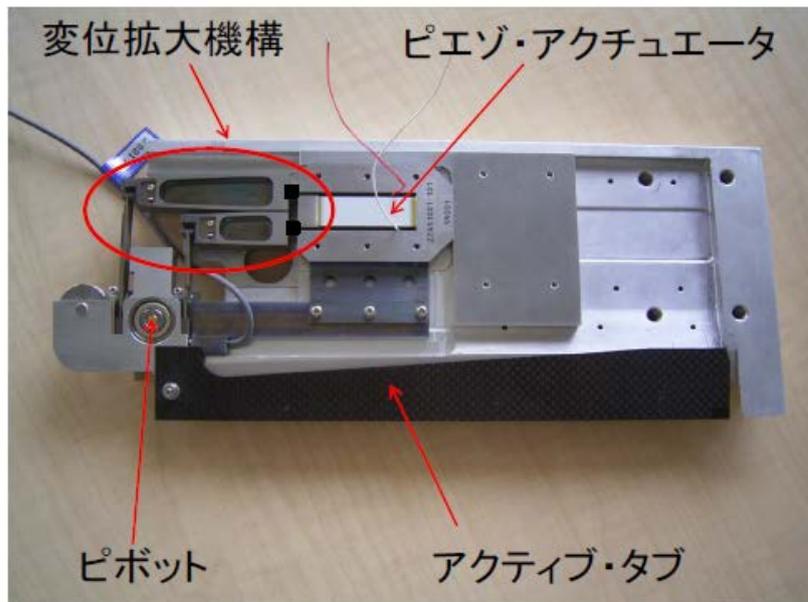
アクティブ・タブ駆動機構の第2次試作構想図



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

61

アクティブ・タブ駆動機構の第2次試作



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

動特性試験

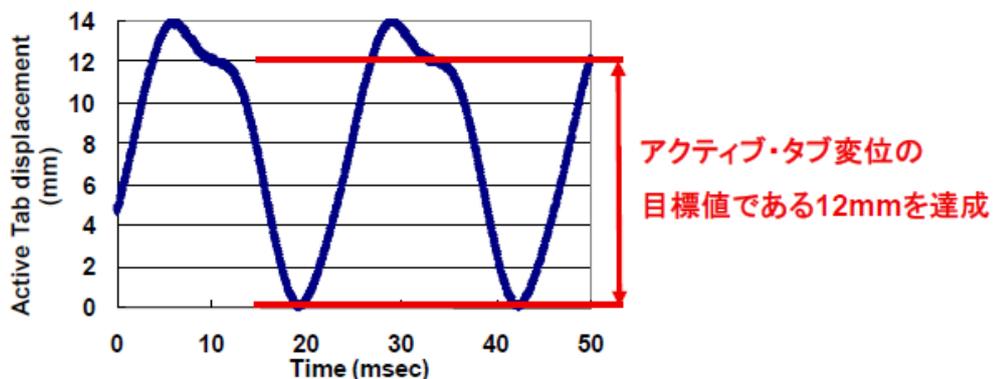
Test condition

Active Tab

Frequency : 2/rev(43.3Hz)

Amplitude : 12mm

Input voltage : 72±82V



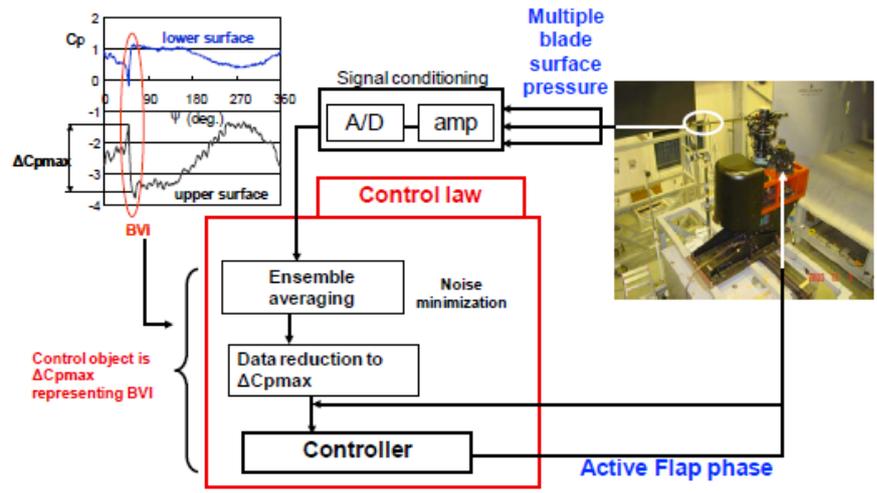
日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 63

アクティブ・タブ機構のまとめ

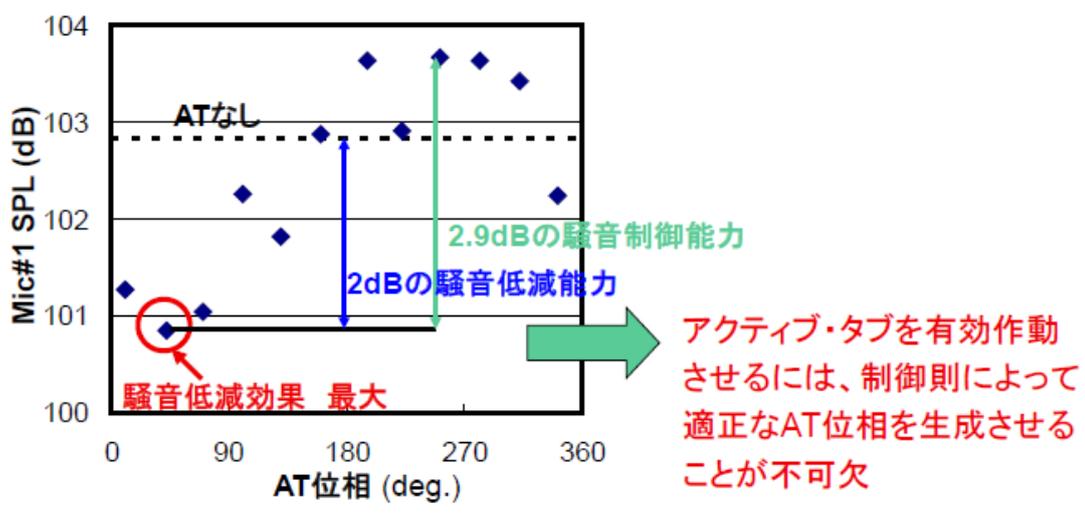
1. アクティブ・タブ駆動機構として、4種類の駆動機構候補を案出し、それらの利害得失を比較検討した結果、**ピエゾ・アクチュエータ+弾性ヒンジ**を採用した。
2. 試作したアクティブ・タブ駆動機構の**動特性試験**により、**2/revで14mm**の変位を達成し、設計要求を満たすことができた。これによって、低いアクチュエータ・パワーで目標変位を得るとともに、アクティブ・タブ駆動機構をブレード内に収納可能なサイズにすることも可能とした。

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 64

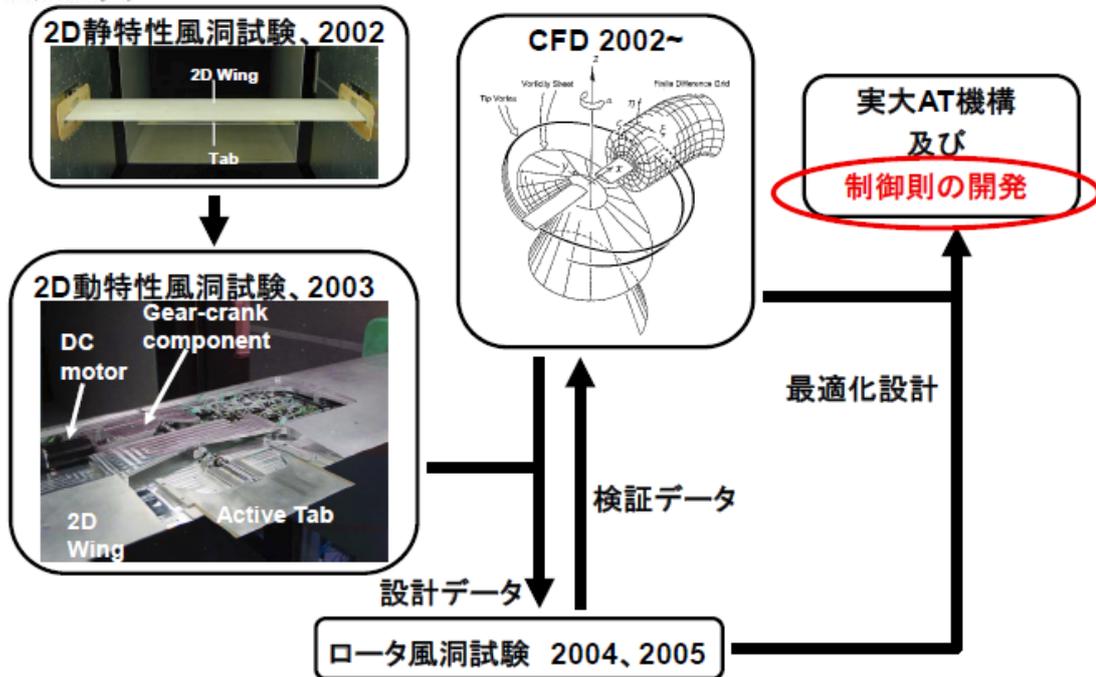
BVI検知手法を含む アクティブ技術用閉ループ制御則 (Ref.6)



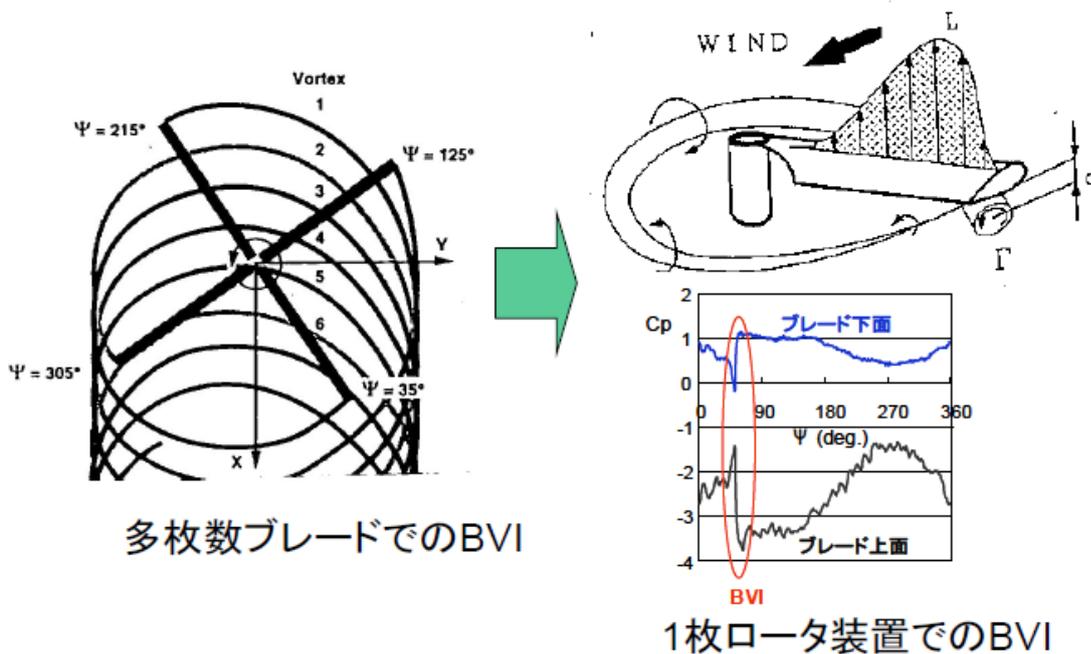
制御則の必要性



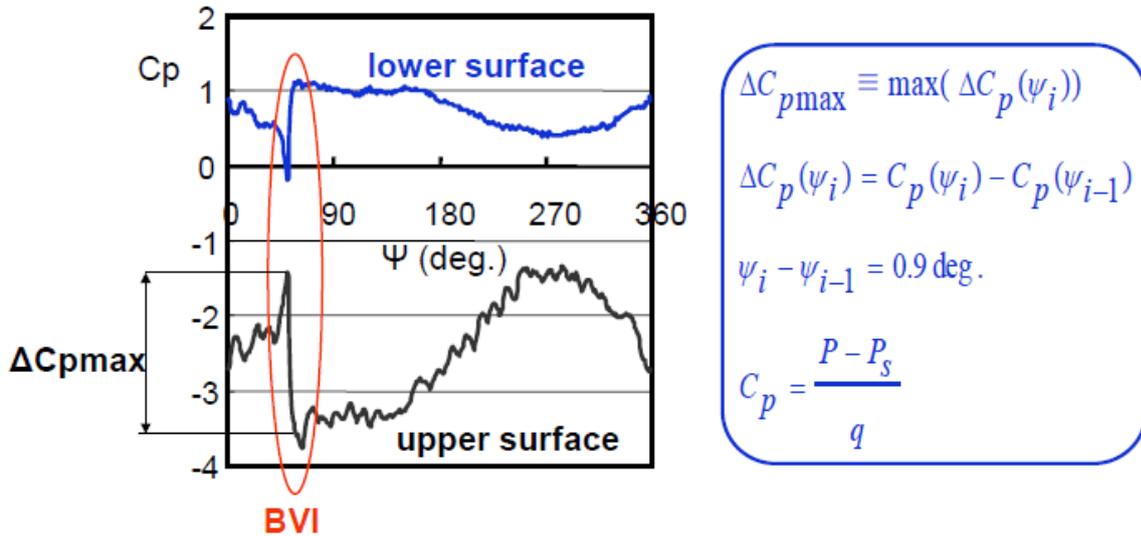
アクティブ・タブ研究計画



BVI現象



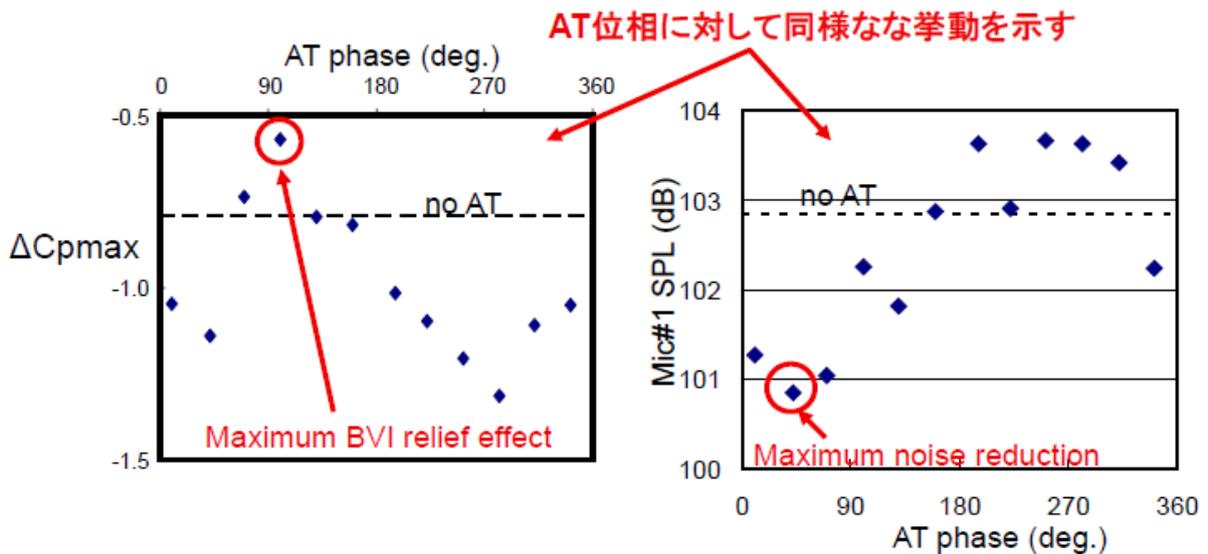
ブレード表面圧力の制御入力としての有効性 (1/2)



ブレード表面圧力の時間的変化量である ΔC_{pmax} は、BVI現象を捕捉するのに有効な指標である。

ブレード表面圧力の制御入力としての有効性 (2/2)

ΔC_{pmax} と SPL の相関



ΔC_{pmax} が 騒音低減効果の指標 = 制御入力 として有効である。

制御則研究開発の目的

1. BVI検知手法として有効な指標を生成できる**ブレード表面圧力**を制御入力として用いる**閉ループ制御則**を開発する。
2. 1枚ロータ装置によって単純化されたBVIを模擬した風洞試験で、開ループ制御との比較から**制御則の精度、収束性**を評価する。

制御則開発の必要性

アクティブ技術に適用する制御則への要求：

適正なアクティブ技術の作動諸元(周波数、振幅、位相)を生成すること。
時々刻々と変化する実機の飛行条件へ迅速に対応可能であること。

何を制御入力とするか？：

音圧--- Up-link設備が必要となる :地上設置マイクの場合
機体の抵抗増加、指向性の考慮が必要：機上設置マイクの場合
ブレード表面圧力----制御系が機上のセンサ類のみで構築可能

JAXAにおける制御則研究開発の経緯

年	制御入力
2003	外部設置のマイクからの音圧レベル
2004	同上
2005	ブレード表面圧力 (1つのセンサ)
2006	ブレード表面圧力 (複数のセンサ)

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 73

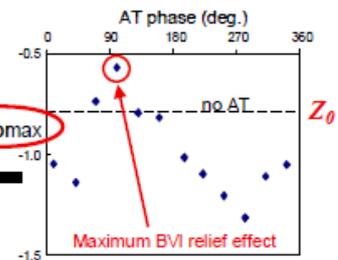
制御則の開発

Global Model: T-matrixの変動が微少と仮定

$$Z_n = Z_0 + T\theta_n$$

制御出力の仮定

$$\theta \equiv \begin{bmatrix} \cos \phi_{AT} \\ \sin \phi_{AT} \end{bmatrix}$$



評価関数

$$J = Z_n^T W_Z Z_n + \theta_n^T W_\theta \theta_n + \Delta \theta_n^T W_{\Delta \theta} \Delta \theta_n$$

$$Z_n = \Delta C_{p_{\max}}$$

W_Z : weighting matrix for Z

θ_n : control input representing Active Tab frequency, amplitude and phase

W_θ : weighting matrix for θ

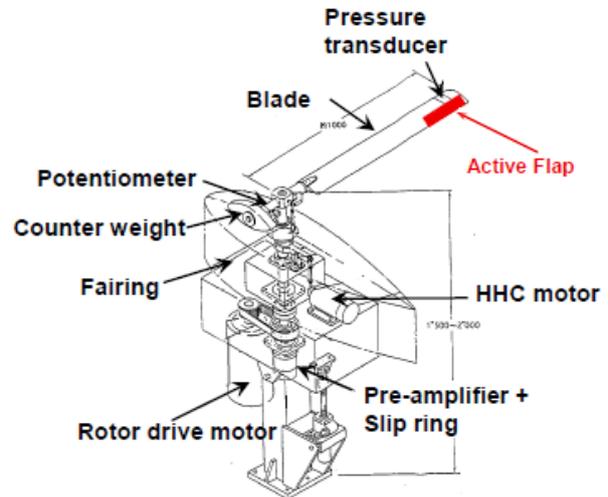
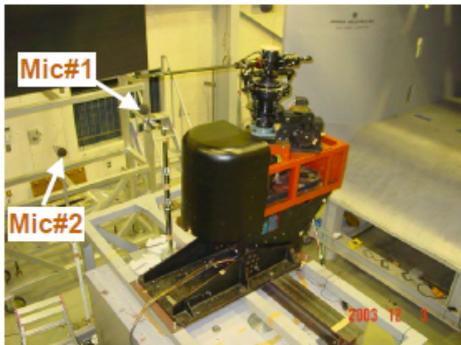
$\Delta \theta_n$: the difference of θ between successive control cycles

$W_{\Delta \theta}$: weighting matrix for $\Delta \theta_n$

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 74

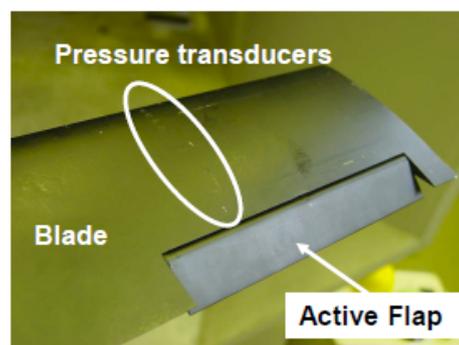
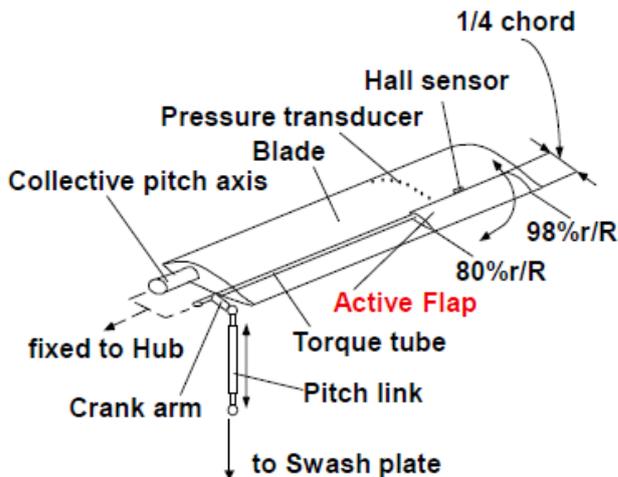
ロータ風洞試験 (1/5)

1-bladed rotor system



Hub type	: Hingeless	Rotor RPM: 1200rpm (Max.)
Number of blade	: 1	Blade twist: 0deg.
Rotor radius	: 1m	Active Flap
Chord length	: 0.12m	frequency: 20Hz(2/rev)
Airfoil	: NACA0012	amplitude: 30deg.(max)

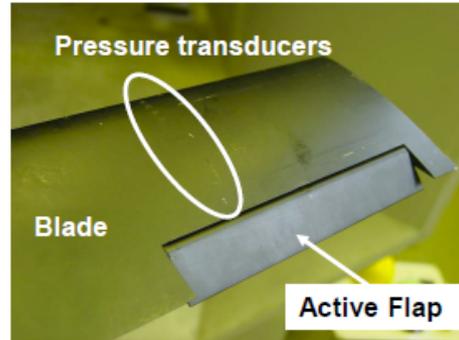
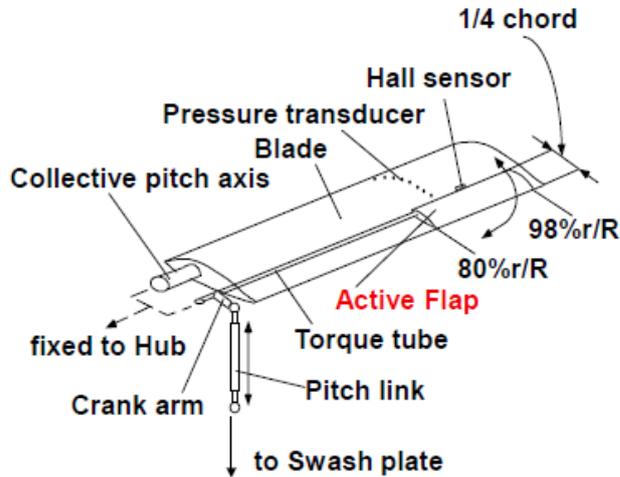
ロータ風洞試験 (2/5)



Blade with Active Flap

Drive mechanism for Active Flap

ロータ風洞試験 (2/5)



Blade with Active Flap

Drive mechanism for Active Flap

ロータ風洞試験 (4/5)

試験条件

$V_w = 18 \text{ m/sec}$

ロータ回転数 = 600 rpm

collective = 8.3 deg., cyclic = 0 deg.

ロータ迎角 = 2 deg. (nose up)

Active Flap

Active Flap変位の定義

$$\delta_{AF} \equiv \theta_{AF} \cos(P\Omega t - \phi_{AF})$$

振幅 = 18 deg.

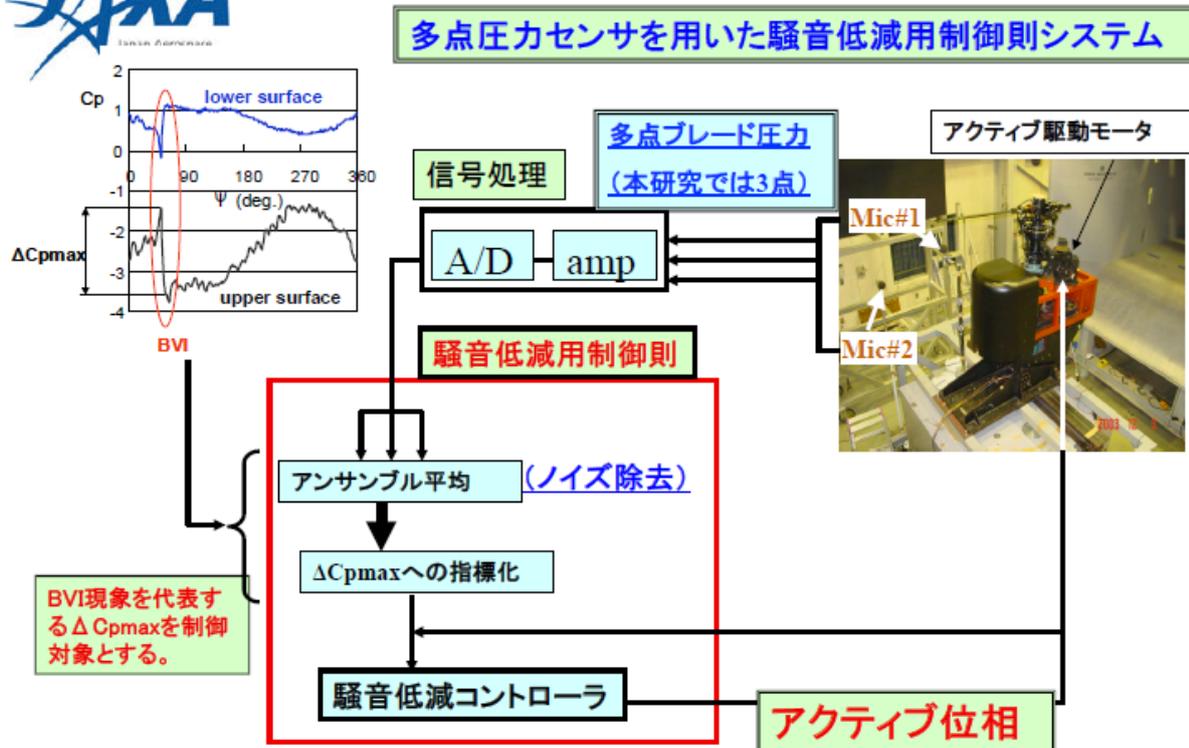
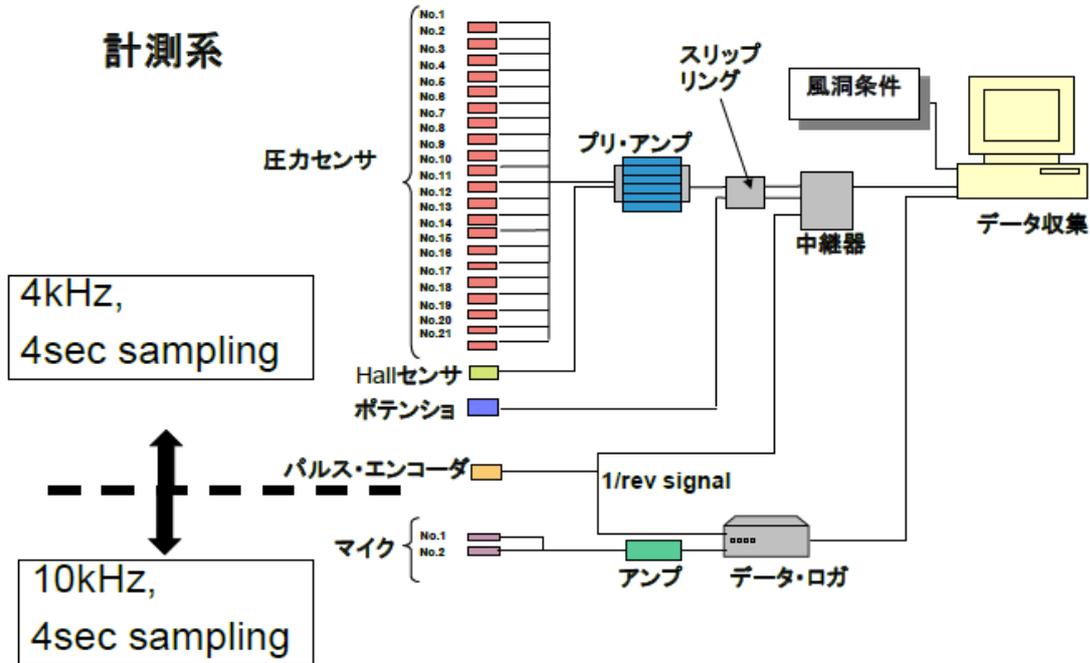
reduced freq.
 $k = 0.12$

周波数 = 20 Hz (2/rev)

位相: 0 to 360 deg.

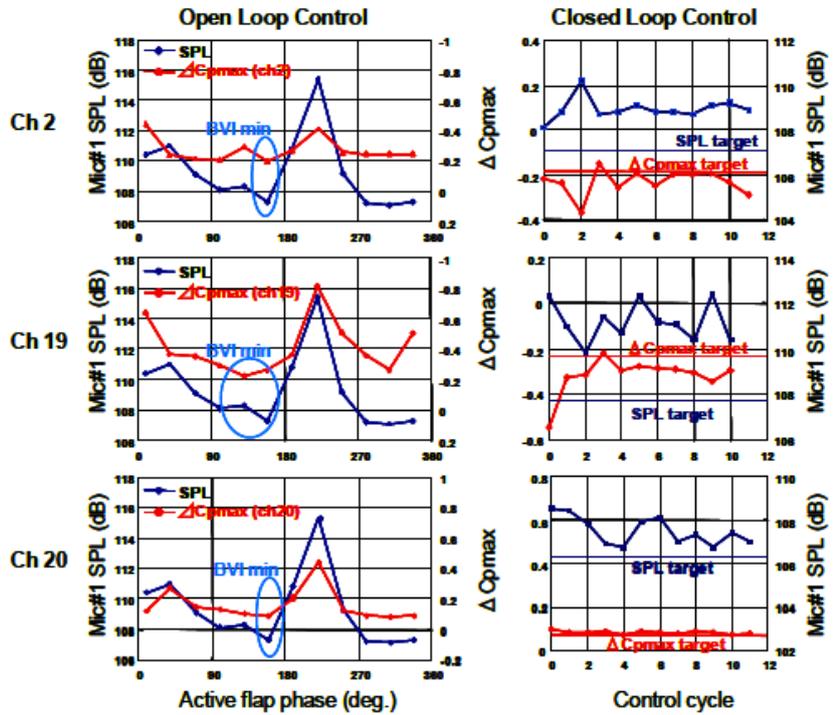
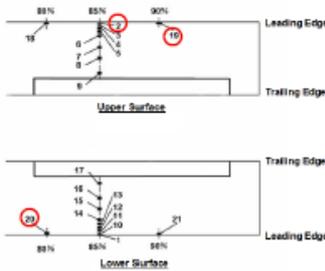
可変

Active Flapの効果はAF位相について評価



風洞試験結果 (1/2)

制御入力 =
単一の圧力センサから
求めた ΔC_{pmax}

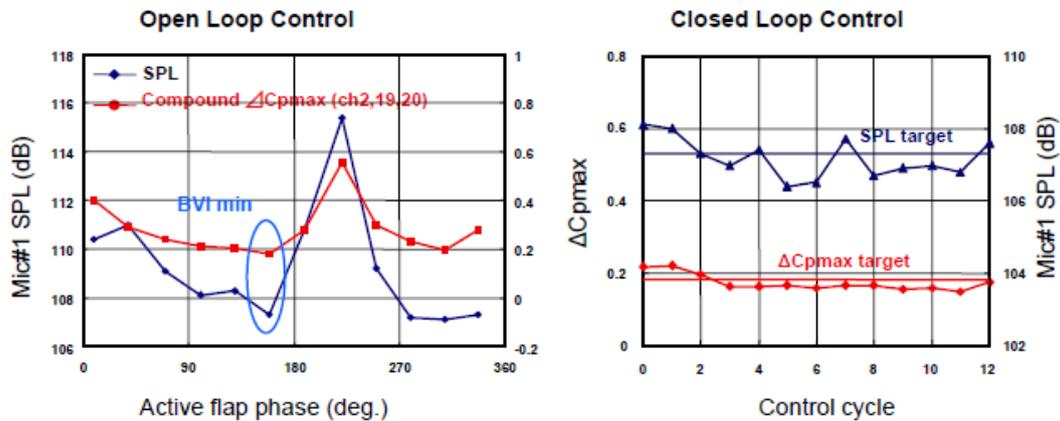


日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 81

風洞試験結果 (2/2)

制御入力 = 複数の圧力センサから求めた 複合 ΔC_{pmax}

$$Compound \Delta C_{p_{max}} = \frac{\Delta C_{p_{max}}(ch2) + \Delta C_{p_{max}}(ch19) + \Delta C_{p_{max}}(ch20)}{3}$$



日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 82

制御則のまとめ (1/2)

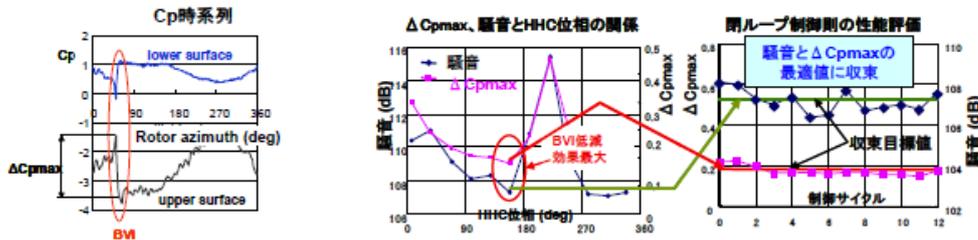
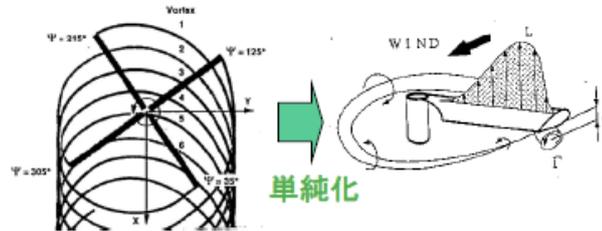
1. BVI検知手法としてより有効な指標を生成できる**複数位置のブレード表面圧力**を制御入力として用いる閉ループ制御則の開発を行い、センサ類を全て**機上搭載のシステムで成立させることが可能な**制御系を提案した。
2. この閉ループ制御則が良好な特性をもってアクティブ・フラップ位相と ΔC_{pmax} の**目標値に収束**し、アクティブ・フラップの騒音低減能力を最大限度まで発揮できることを確認した。

制御則のまとめ (2/2)

3. 風洞試験中の電磁干渉でノイズが混入しやすいブレード表面圧力計測信号にensemble平均をかけ、BVI検知手法として有効な指標である ΔC_{pmax} を生成することで、制御入力として適正に用いることを可能にした。

今後の発展について (1/2)

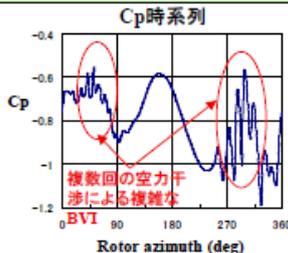
1枚ロータ・ブレードのブレード渦干渉騒音(Blade Vortex Interaction Noise)



- 1枚ブレード・ロータにおけるブレード表面圧力時系列データから抽出したBVI指標 ΔC_{pmax} と騒音との相関は強く、 ΔC_{pmax} で得られるBVI低減効果最大のHHC位相とマイクロホンで計測したBVI騒音低減効果最大のHHC位相が良く一致する。
- ロータ装置の制限からHHC位相のみを制御出力とし、 ΔC_{pmax} を制御入力とした閉ループ制御システムを構築。1枚ブレード・ロータ風洞試験で評価し良好な結果を得た。

今後の発展について (2/2)

多枚数ロータ・ブレードのBVI



騒音と振動を同時に低減するための評価関数提案

1枚ブレード・ロータでは、ブレードが1回転する間に卓越したBVIが1回発生するのみであったが、多枚数ブレード・ロータにおけるBVIは複数回の空力干渉により複雑化する。

多枚数ブレード・ロータのBVI指標として、1枚ブレード・ロータで得られたような、ブレード表面圧力時系列データから抽出した ΔC_{pmax} を得ることはできない。

このため、多枚数ブレード・ロータでは、ブレード表面圧力の周波数スペクトルから騒音との相関が得られるBVI指標抽出が必要。

$$J = ZN^T W_{ZN} ZN_n + ZV^T W_{ZV} ZV_n + \theta_n^T W_\theta \theta_n + \Delta \theta_n^T W_{\Delta\theta} \Delta \theta_n$$

8ヶ所のブレード表面圧力を指標化
ロータ荷重の4rev成分を制御対象とする
振幅の最小化を目標とする
制御step間の変化量最小化を目標とする

$$ZN = [C_{p1}, C_{p2}, C_{p3}, C_{p4}, C_{p5}, C_{p6}, C_{p7}, C_{p8}]^T$$

$$ZV = [F_{Z4\cos}, F_{Z4\sin}, F_{X4\cos}, F_{X4\sin}, F_{Y4\cos}, F_{Y4\sin}, M_{Y4}, M_{Y4}]^T$$

$$M_{X4} = \sqrt{M_{X4\cos}^2 + M_{X4\sin}^2} \quad M_{Y4} = \sqrt{M_{Y4\cos}^2 + M_{Y4\sin}^2}$$

参考文献

1. Leishman, J., "Principles of Helicopter Aerodynamics", Cambridge University Press.
2. Prouty, R., "Helicopter Performance, Stability, and Control", PWS Publishers

アクティブ・フラップ関連

3. Kobiki, N., Saito, S., Fukami, T., Komura, T., "Design and Performance Evaluation of Full Scale On-board Active Flap System", 63rd Annual Forum of American Helicopter Society, Virginia Beach, VA, May 1-3, 2007.
4. Kobiki, N., Saito, S., "Performance Evaluation of Full Scale On-board Active Flap System in Transonic Wind Tunnel", 64th Annual Forum of American Helicopter Society Montreal, Canada, April 29-May 1, 2008.

アクティブ・タブ関連

5. Kobiki, N., Saito, S., Akasaka, T., Tanabe, Y., Fuse, H., "An Experimental Study for Aerodynamic and Acoustic Effects of On-blade Active Tab", 31st ERF, Italy, September 2005.

制御則関連

6. Kobiki, N., Saito, S., Fuse, H., "A Study of Closed Loop Control for BVI Noise Reduction by Multiple Pressure Sensors", 33rd ERF, Kazan, Russia, September 11-13, 2007.

日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日

87



ご講演中の小曳昇氏

2013年3月8日
日本ヘリコプター協会 第37回定例研究会

完全自律型電動マルチロータヘリコプタ
—ミニサーバイヤーの性能と今後の展望—

千葉大学副学長・大学院工学研究科教授
野波健蔵

<http://mec2.tm.chiba-u.jp/~nonami/>
nonami@faculty.chiba-u.jp

近年益々用途が広がる無人航空機

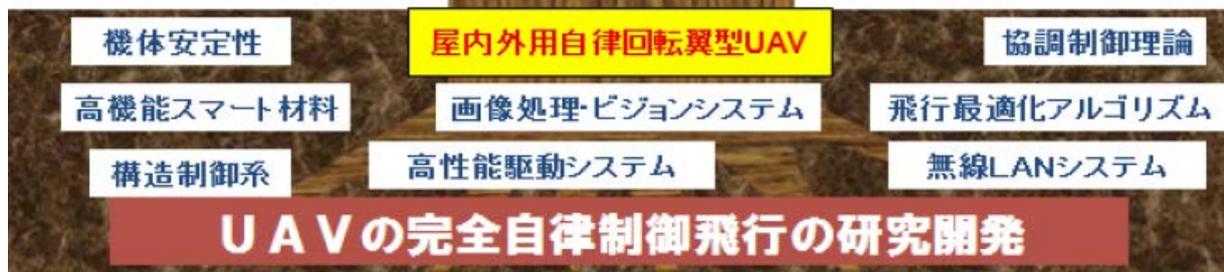
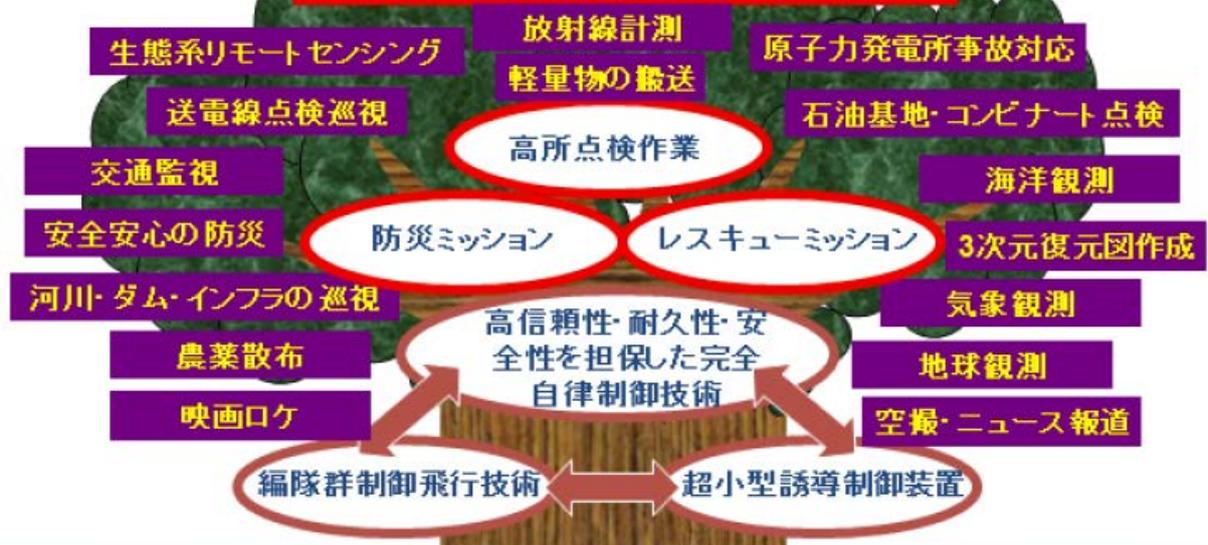
災害・事故
迅速な情報収集が求められる

Unmanned Air Vehicle (UAV)

高所点検作業
危険の回避, 高効率化が求められる

小型・低コスト・低騒音で運用が容易

ユビキタスUAVシステムの構築へ



UAVの完全自律制御飛行の研究開発

完全自律型無人ヘリコプタの研究開発の歩み



自律型無人ヘリの
博士取得者：12名
平成25年2月現在

千葉大学野波研における研究開発概観

- 近年，自律型マルチロータヘリコプタの産業
応用が急速に進んでいる



microdrones
Md4-200



Ascending Technologies
Falcon 8



dragayfly
Draganflyer X6



DJI
Spreading Wings S800



DIY Drones
ArduCopter Hexa



MikroKopter
MK Okto XL



宮城県気仙沼市被災地
平成23年5月4日



気仙沼市



石巻市



女川町

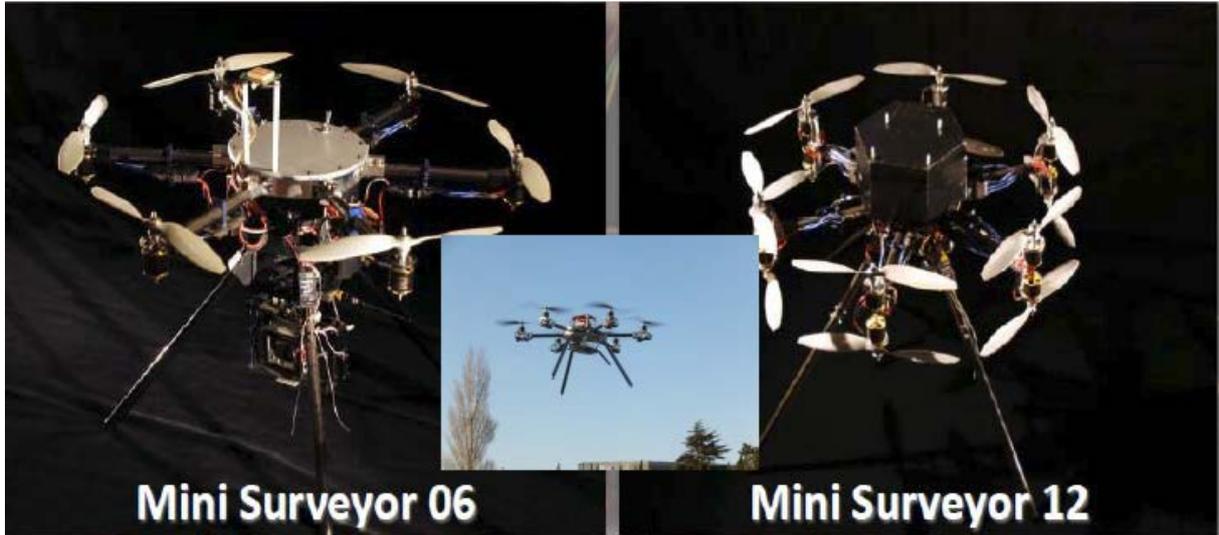


南三陸町

マルチロータヘリコプタの研究開発

- なぜ6発ロータか？

	Quadrotor	Hexarotor	Octorotor
サイズ 揚力 (プロペラ径一定)	1 1	1.24 1.5	1.50 2
最大揚力	1	1.5	2
冗長性 1ロータの故障	なし	あり ヨ一制御問題有	あり ヨ一制御問題無
単位面積辺りの 揚力	1	0.97	0.89 0.63 (10発ロータ)



全長	770 mm
全高	350 mm
機体重量 (バッテリー除く)	1691 g
電源	リチウムポリマバッテリー
飛行時間	約15分
ペイロード(バッテリー除く)	1100g

全長	770 mm
全高	350 mm
機体重量 (バッテリー除く)	2380g
電源	リチウムポリマバッテリー
飛行時間	約15分
ペイロード(バッテリー除く)	1500 g



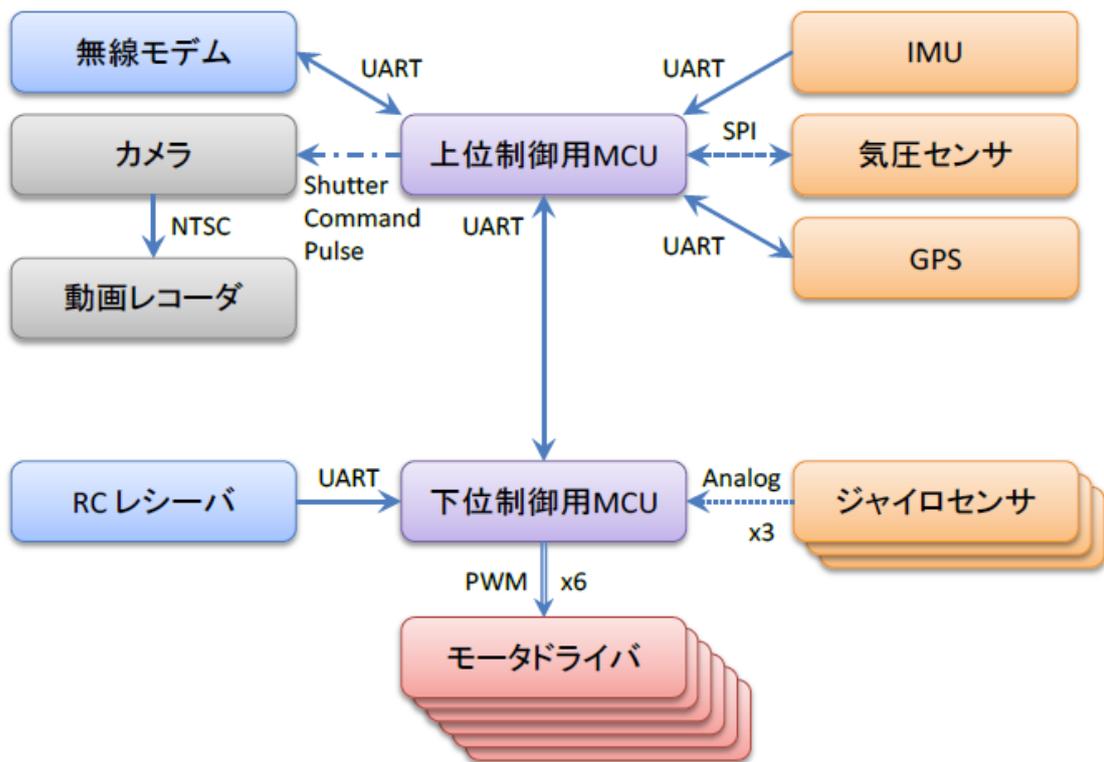
全長	1150mm
全高	230mm
機体重量 (バッテリー除く)	2180g
ペイロード (バッテリー除く)	5000g

- MS-06Lの自律制御完成**
- ・ 農薬散布用
 - ・ バッテリーを多く搭載して飛行時間を30分と延長
 - ・ 有線給電用ペイロード負荷が大きい場合などの用途



システム全体のブロック図

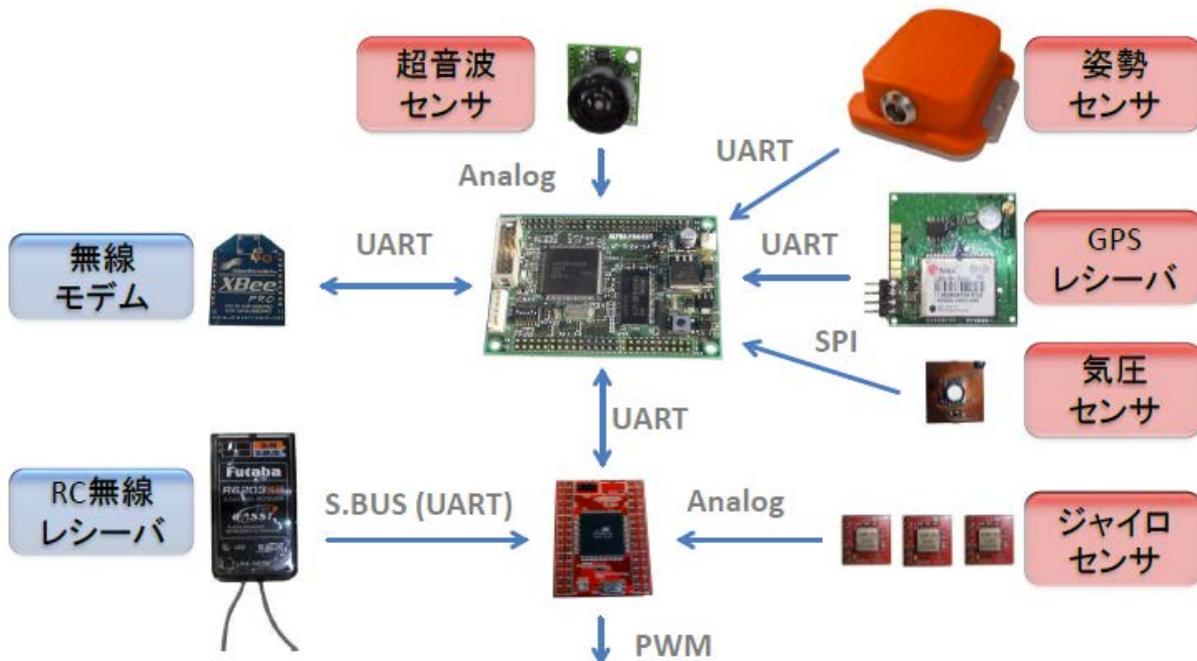


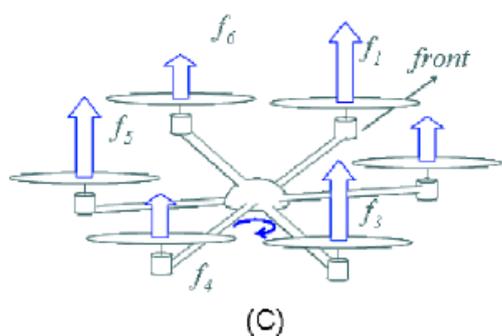
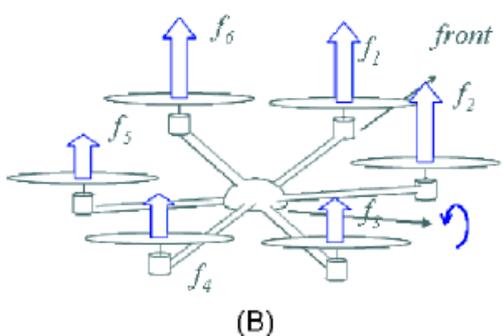
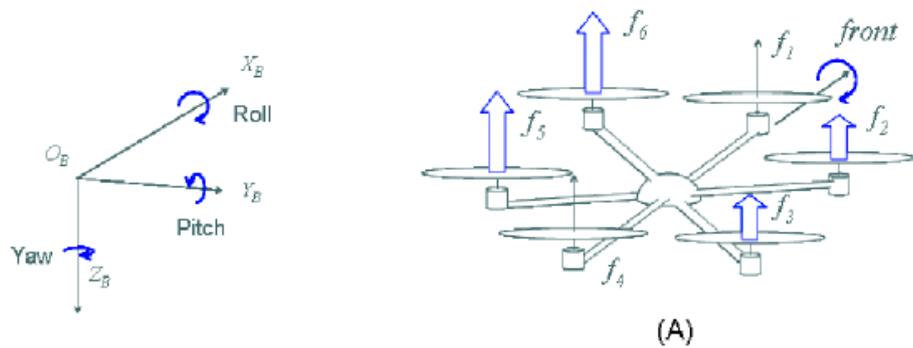


ハードウェア構成（制御装置）

マルチロータヘリコプタの研究開発

▶ハードウェア構成（制御装置）

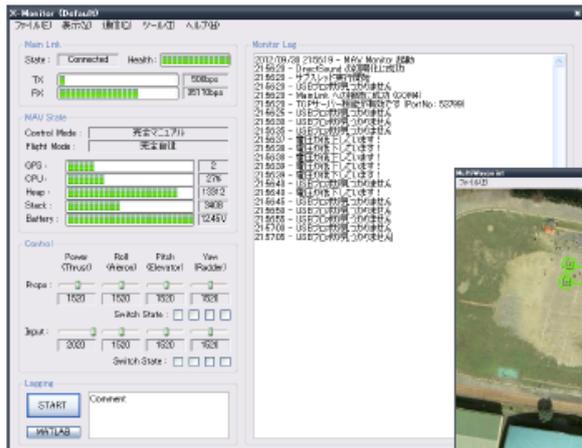




マルチロータヘリコプタの飛行原理

マルチロータヘリコプタの研究開発

▶ 地上局ソフトウェア (X-Monitor)

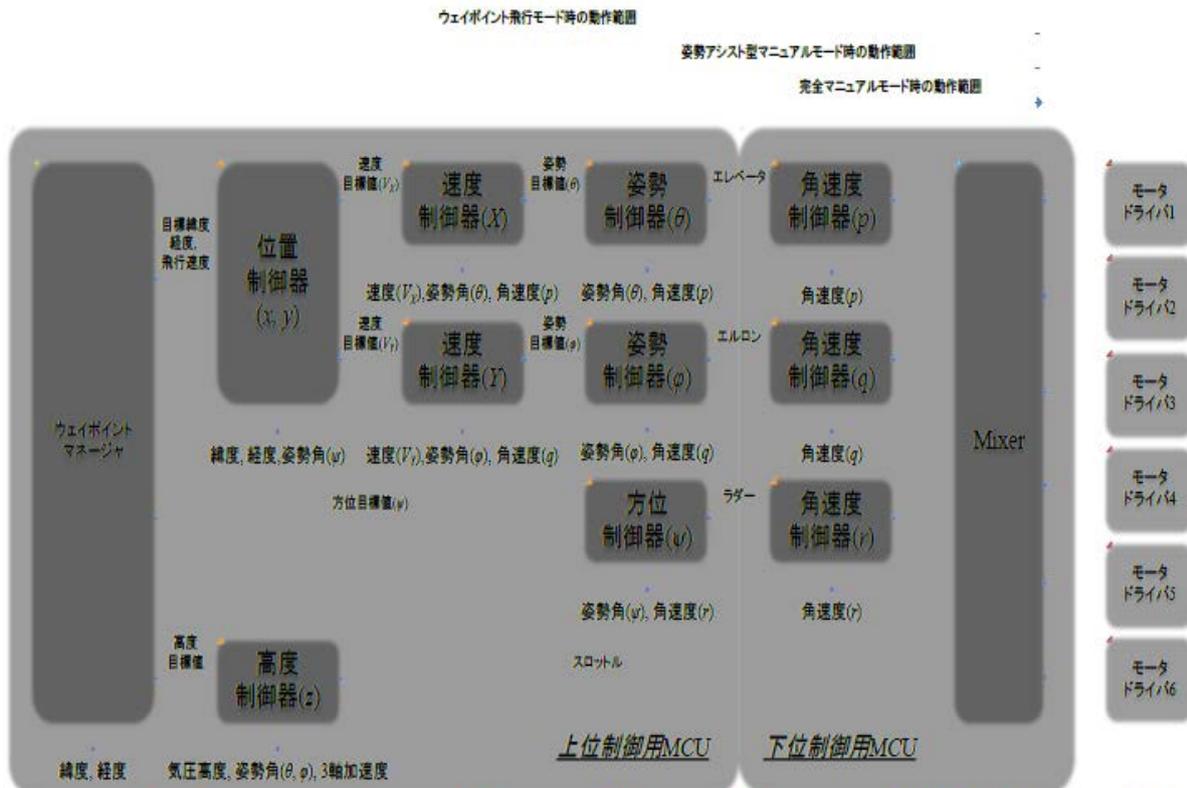


機体状態監視
ウェイポイントの転送

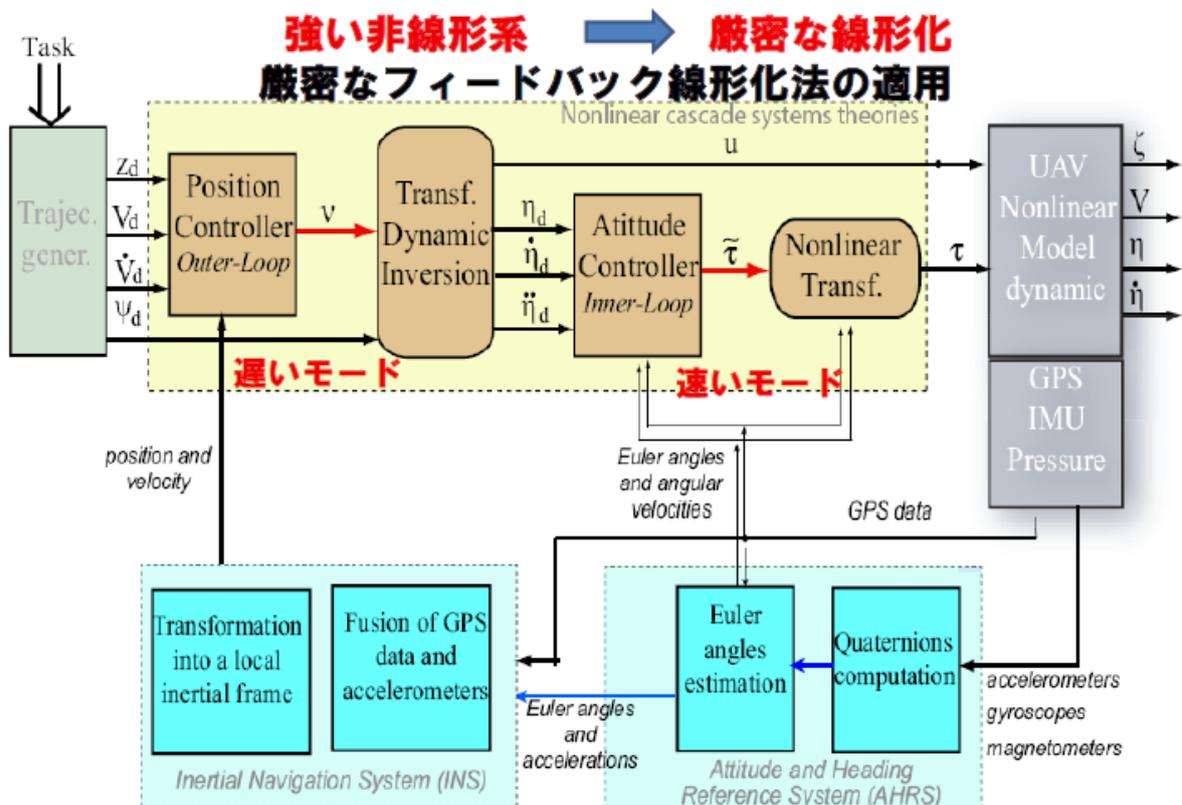


ログ記録・再生
プロセス間通信による
機能拡張

▶ 飛行計画ソフトウェア (MissionPlanner)



マルチロータヘリコプタの3つの制御ループ



モデルベースの非線形飛行制御系の全体概観

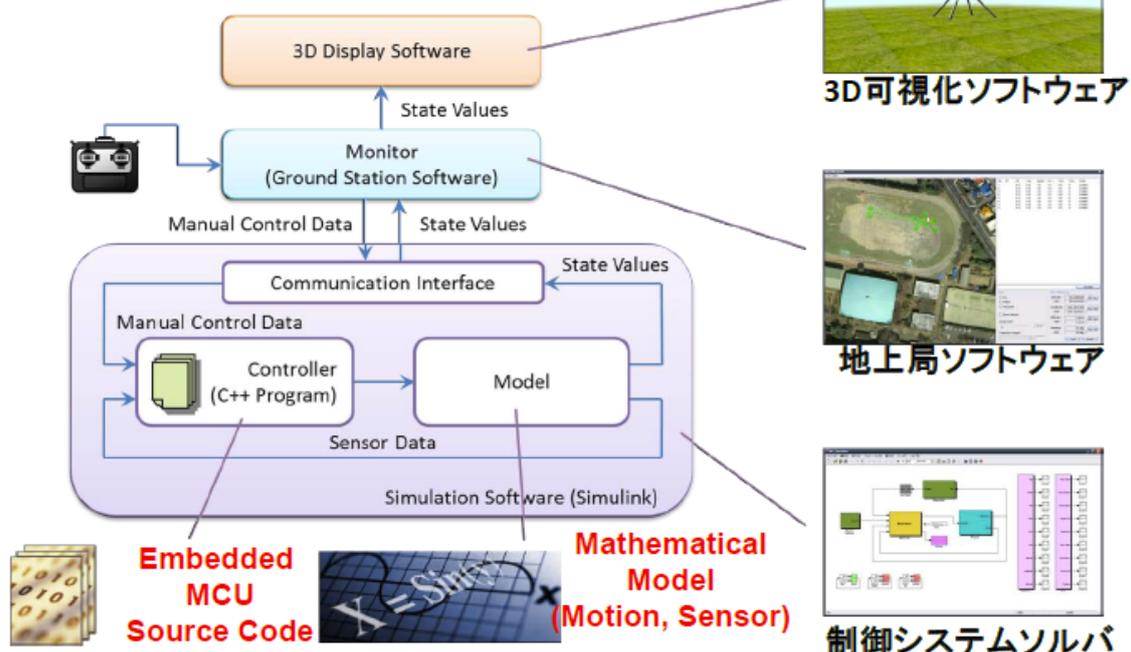
シミュレータの開発(1)

- ▶ シミュレータの重要性
- ▶ 開発の効率化
- ▶ 故障時の挙動の検証
- ▶ 操縦トレーニング
- ▶ 運用トレーニング
- ▶ 詳細な非線形モデル
- ▶ 外乱, センサ位置の考慮
- ▶ ソースコードを内部で動作
- ▶ 故障の再現
- ▶ 入力装置・映像出力



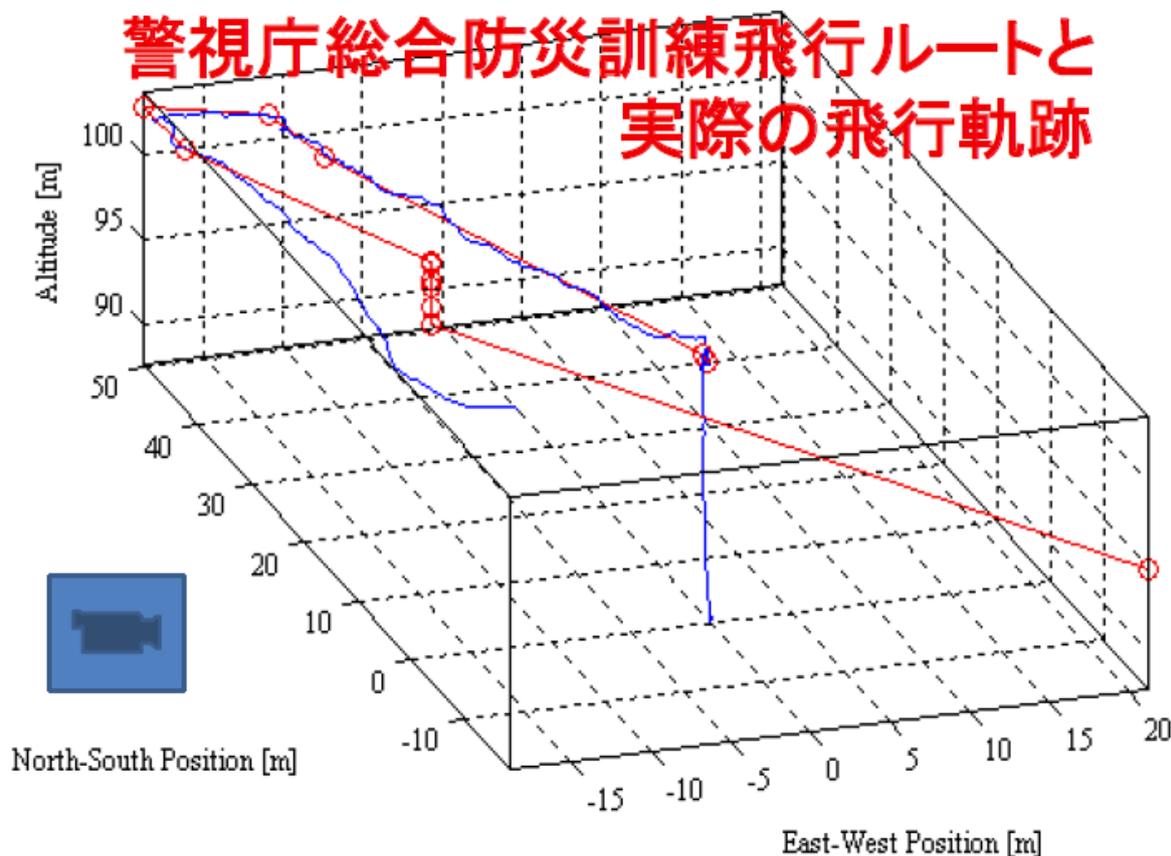
シミュレータの開発

・ シミュレータの構成



マルチロータヘリコプタの世界の開発動向

機体モデル	メーカー名	プロペラ数	機体サイズ・重量	標準ペイロード	国名
AR-Drone	Parrot	4	54cm・380g	搭載不可	仏
500X-S Quadflyer	Gauji	4	64cm・670g	280g	台湾
Pelican	Ascending Technologies	4	54cm	500g	独
Falcon 8	Ascending Technologies	8	84cm・1.3kg	500g	独
Draganflyer X8	Draganflyer Innovations	8	106cm・1.7kg	800g	カナダ
SD 2.5 Eagle	Service Drone	8	95cm	1.0kg	独
MK-4	MK-Kopter	4	48cm・640g	0.5kg	独
MK-6	MK-Kopter	6	56cm・1kg	1.0kg	独
MK-8	MK-Kopter	8	77cm・1.3kg	1.5kg	独
MD4-200	microdrones	4	70cm・800g	200g	独
MD4-1000	microdrones	4	100cm・2.7kg	800g	独
MS-06	千葉大	6	77cm・1.7kg	1.1kg	日
MS-12	千葉大	12	77cm・2.5kg	1.5kg	日
MS-06L	千葉大	6	115cm・2.2kg	5kg	日
MS-06LL	千葉大	6	150cm・2.5kg	10kg	日



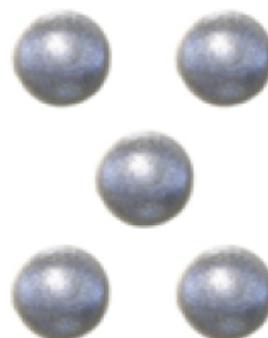
モーションキャプチャーによる 4発ロータヘリコプタの自律制御



寸法: 70mm (H)x 35mm (W) x 45mm (D)



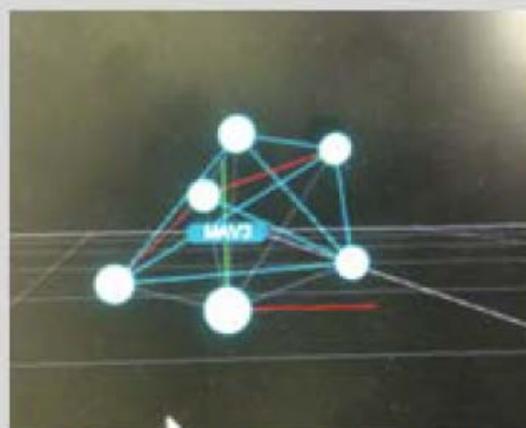
直径16mmサイズのソフトマーカー
16mmセミソフトマーカー単体、6.35mmのネジ穴



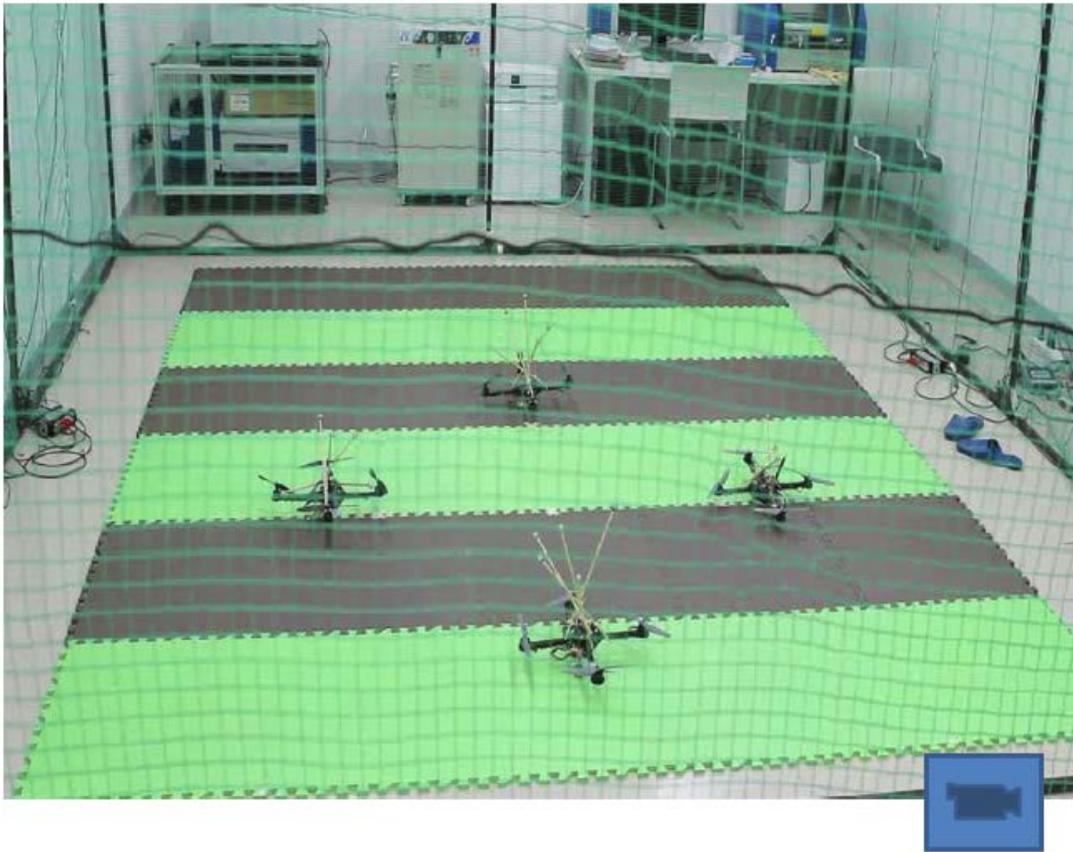
反射材



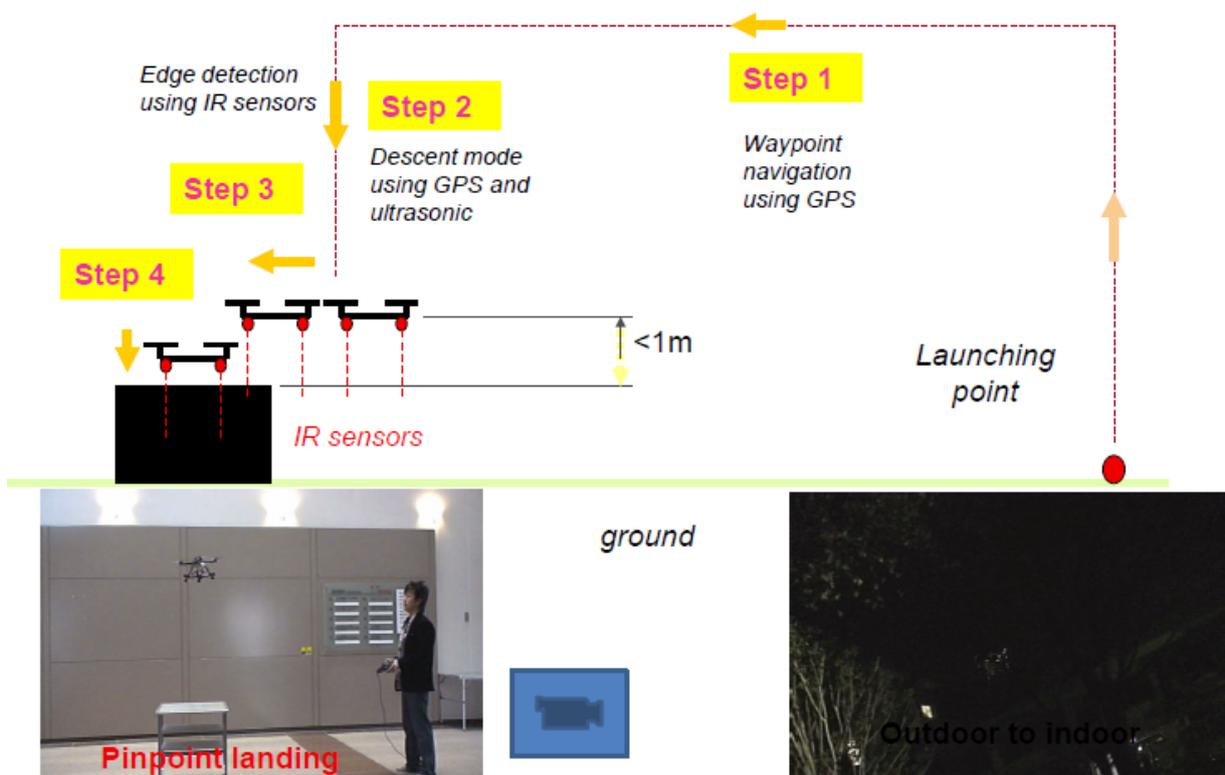
Actual MAV with markers



Markers detected + Center of Gravity



屋内および屋外の自律的飛行の研究



ミニサーベイヤーコンソーシアム 産学官のオールジャパン体制を目指す

NONAMI LABORATORY
Robotics and Systems Control Laboratory

ミニサーベイヤーコンソーシアムとは

ミニサーベイヤーコンソーシアム
産学官連携で電動マルチロータ UAVの実用化に向け信頼性・耐久性・安全性の向上を図る
約50の企業、機関の関心を集める
千葉大発プロジェクト



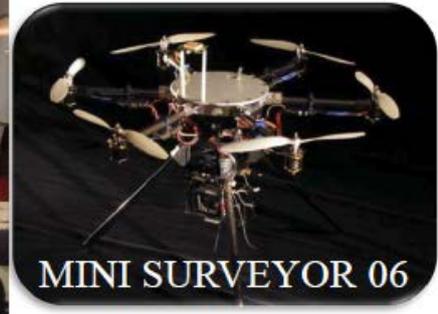
豊田市災害警備隊合同訓練



被災地空撮



福島県山木屋小学校での放射線量測定



福島県川俣町山木屋小学校校庭 および周辺の放射線計測

樹林上放射線量計測

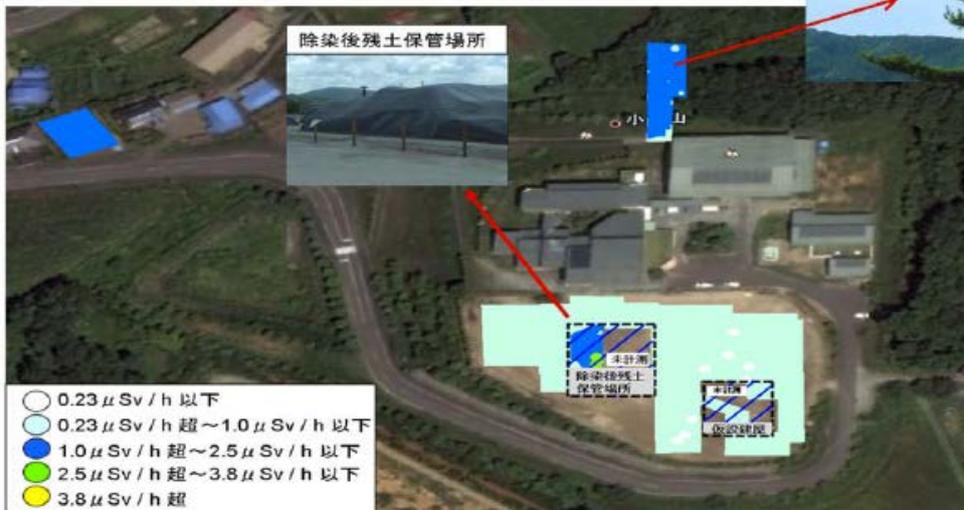
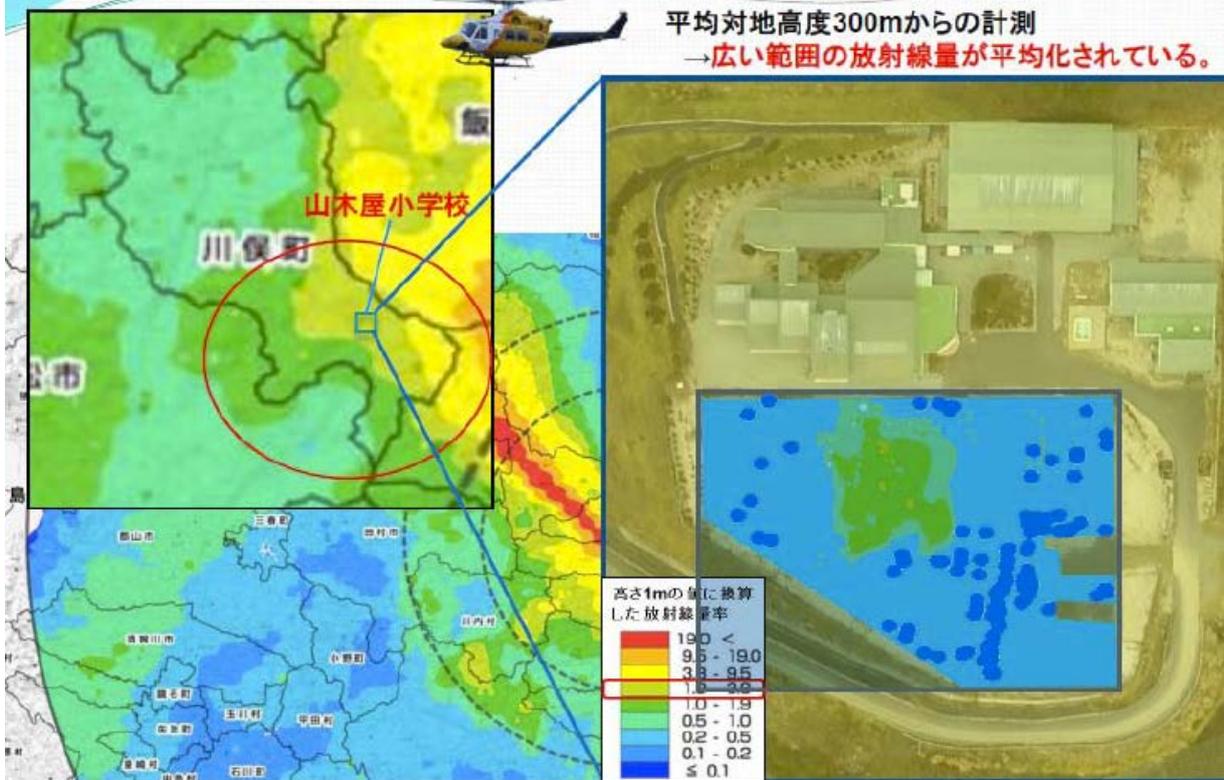


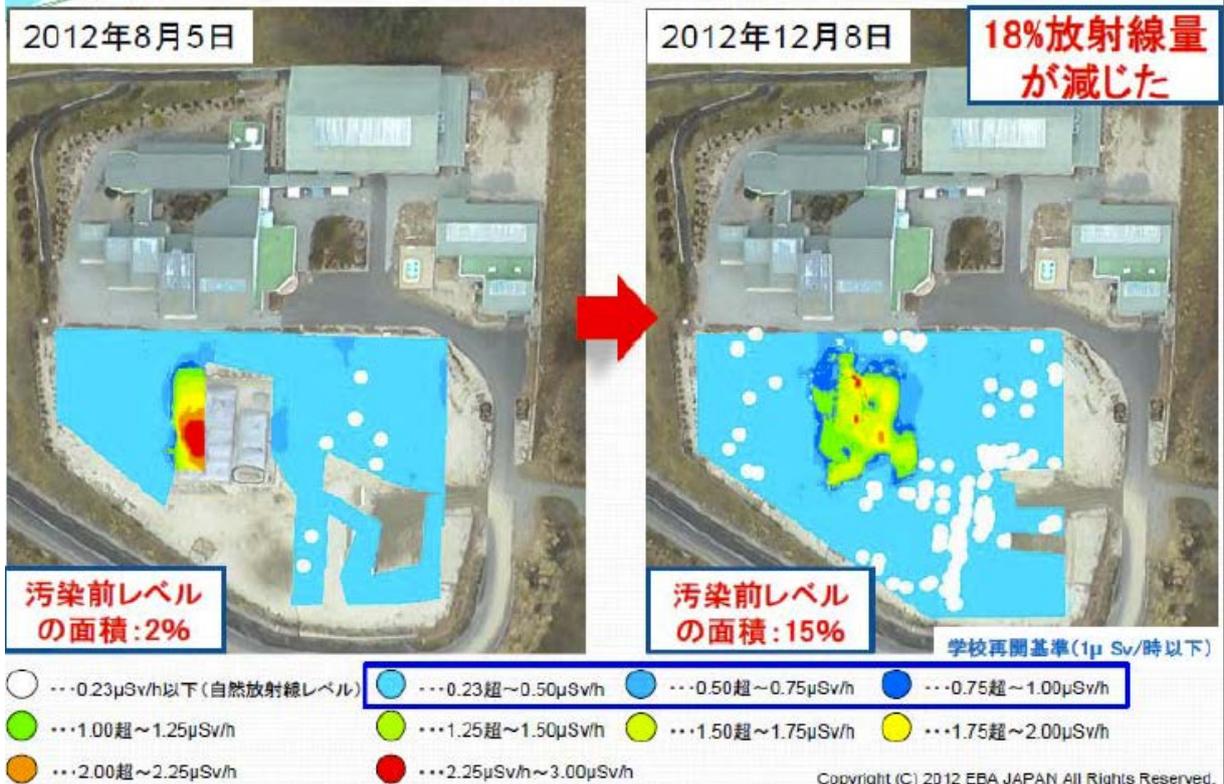
図3. ミニサーベイヤー計測による放射線分布マップ例

参考資料:文科省による航空機モニタリング結果



平成24年6月28日現在

放射線量の経時変化



コンソーシアムの設立と役割

- ▶ 関心を有する企業、官公庁、大学、研究機関の産学官連携体制で実用化を図る
- ▶ 6つの専門部会と4つの地域部会によるオールジャパン体制での自律型ミニサーベイヤーの最短の実用化
- ▶ 企業、官公庁、大学、研究機関の自主性を尊重したコンソーシアムの設立
- ▶ 実用化・商品化に不可欠な信頼性、耐久性
安全性向上の最終フェーズの実証試験
- ▶ 多数機による総飛行時間の蓄積、多様な環境での飛行経験から課題の顕在化



MS-06用バッテリー交換装置



特徴

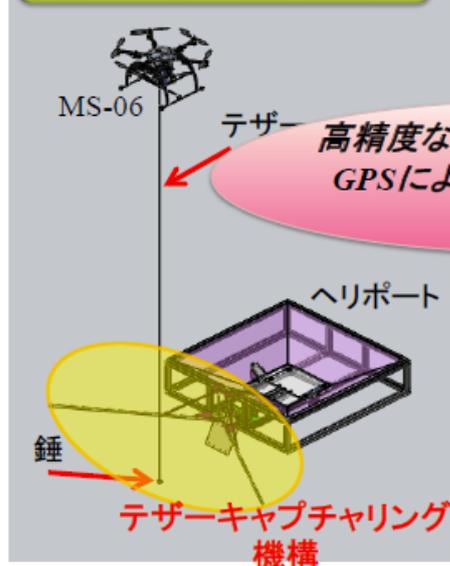
- ・このクラスの飛行体を対象とした世界初の自動バッテリー交換装置
- ・バッテリー挿入方法の改善によりデッドスペースが減少。
- ・カメラなどの観測装置を前部に搭載可能。前方および下方を観測することができる。



自動着陸システム

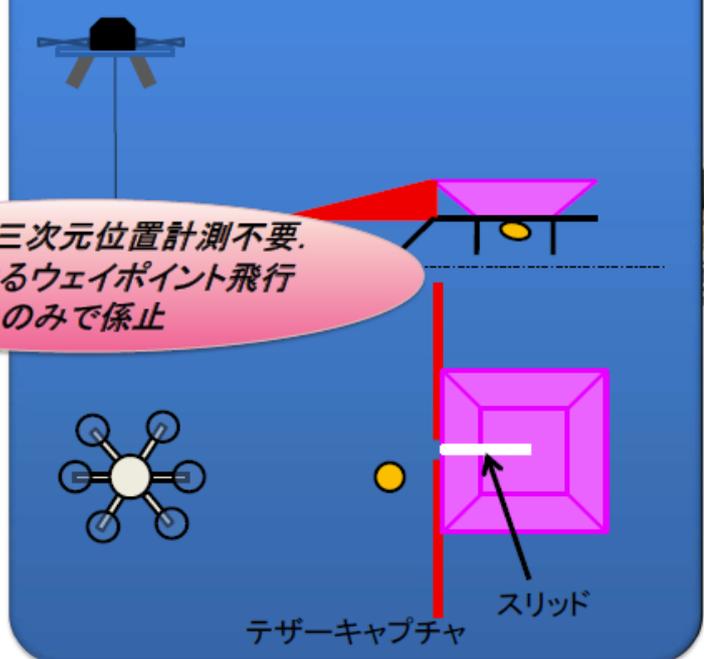
テザーの係止方法

ヘリポートにテザーキャプチャリング機構を搭載



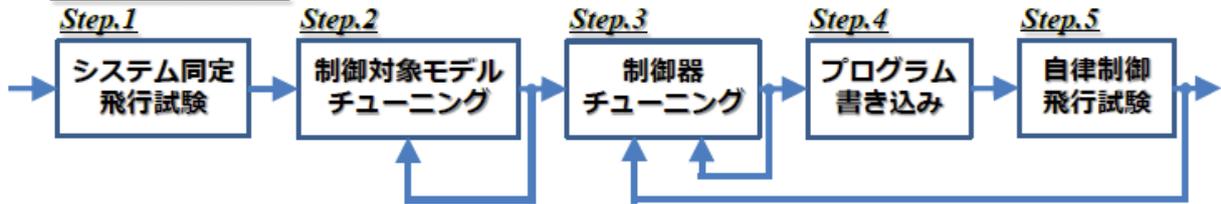
高精度な三次元位置計測不要。
GPSによるウェイポイント飛行のみで係止

テザーキャプチャリングのコンセプト



オートチューニング制御の適用による工期短縮

これまでの手法



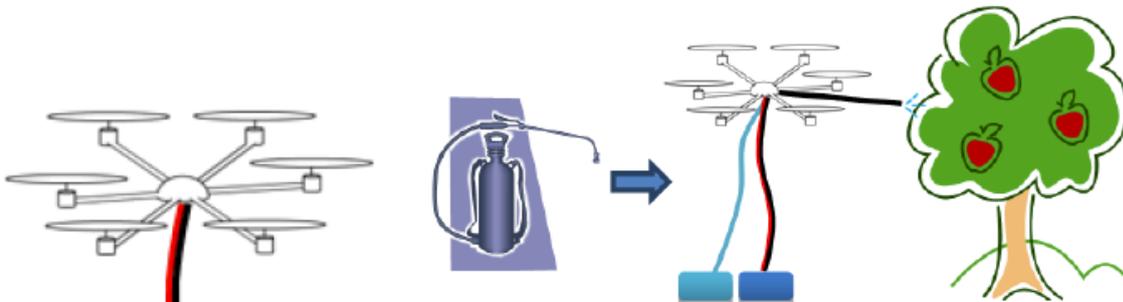
これからの手法



- 自律飛行制御までに掛る時間・労力の削減
- 制御理論の知識なしに誰でも同じ制御性能のチューニングが可能



機体開発部会の活動方針

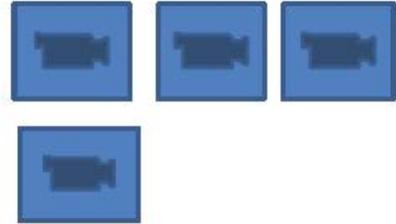


有線給電型無制限飛行機体

- ・ペイロード1kg・15分-30分間飛行用機体
- ・ペイロード1kg・30分-60分間飛行用機体
- ・ペイロード5kg・15分-30分間飛行機体
- ・ペイロード10kg・15-30分間飛行機体
- ・全天候型機体
- ・可変ピッチ型機体
- ・パラシュート搭載型機体
- ・有線給電型無制限飛行機体
- ・バッテリー瞬時自動交換機体



ハザマ 技術研究所
(茨城県つくば市苅間515-1)



2013年3月6日の自律飛行制御

赤外線距離センサ

超音波センサ

屋内における自律飛行のための自己位置推定システムを構築した。
赤外線距離センサは可動式のため離着陸時にも使用できる。

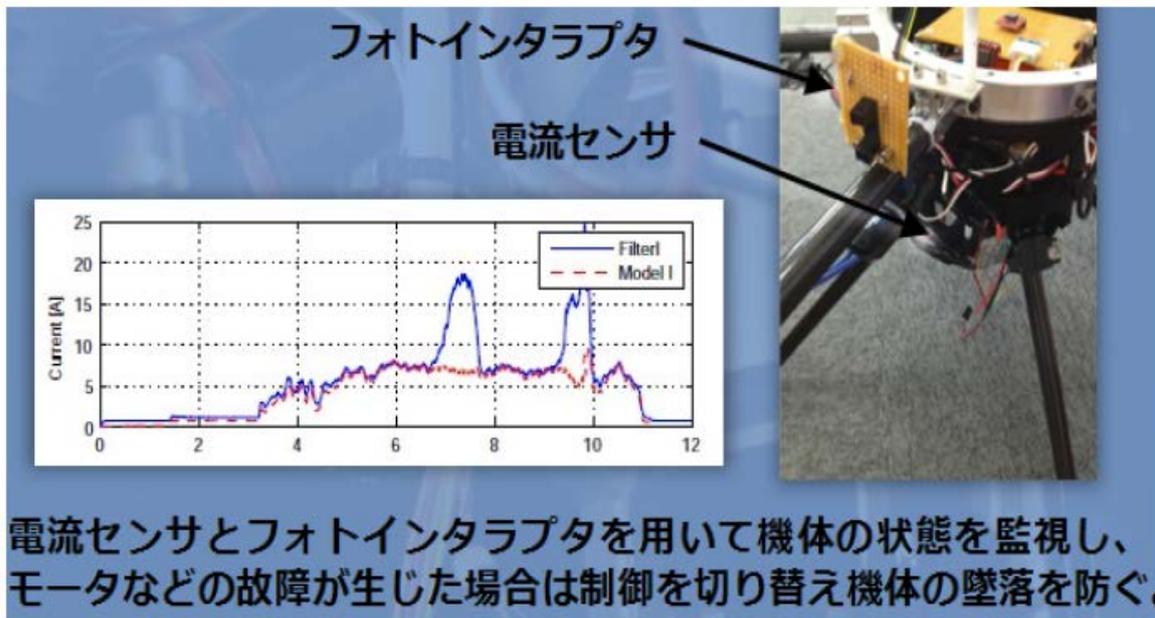
可動式低コストセンサによる屋内の自律飛行制御



ロボットハンド搭載型MSの研究開発



3次元SLAMを用いた屋内での自律飛行制御



MSの動力系故障判断システムの設計と耐故障制御



パラシュート搭載による安全性の向上



オプティカルフローを用いた速度制御と自己位置推定



クォータニオンを用いた姿勢センサの開発とMEMS化

まとめと展望

- ミニサーベイヤークンソーシアムによるオールジャパン体制で世界トップレベルの技術開発
- オープンイノベーションによる各機関の自主性を尊重し得意分野での貢献に基づく基盤技術の構築
- 我が国の「科学技術創造立国」に相応しい「ものづくり技術」を世界に誇示
- 高度な信頼性と耐久性および安全性を担保した運用システムの確立
- 想定される分野での早期の実用化と普及による社会貢献と新規の応用分野の開拓
- 安全安心な社会の構築への貢献



ご講演中の野波健蔵氏

3 見学会

自立機デモフライト (於：ヤマハ発動機(株)大須賀テスト場)

ソリューション分野



農業用として信頼の実績を持つヤマハ産業用無人ヘリコプターRMAXをベースに、新開発の自律制御システムを搭載した、「自律航行型RMAX」を用い農業分野以外での使用を可能としたヤマハ無人ヘリの新たな利用分野です。この「自律航行型RMAX」は、以下のような利点を持ちます。

- 1 無人・遠隔操作なので人が行くことのできない危険な地域への航行が可能
- 2 上空から3次元の視点で、観測や精密測定などが可能
- 3 小型軽量なので、大人2人で持ち上げることができ移動、運搬が容易です。



自律航行型RMAX

(出典：ヤマハホームページより)

<新連載>

日本ヘリコプタ協会 人物紹介（2）

あずま あきら
東 昭

まえがき

JHS（日本ヘリコプタ協会）はAHS（米国ヘリコプタ学会）の日本支部として1989年（平成元年）以来、ヘリコプタ関連の学会及び産業等との国際的な活動を含めた国内におけるヘリコプタ技術の啓蒙を目的とした活動を続けています。これまで多くの方々のご努力、ご支援、ご協力をいただき活動内容も学術的、技術的内容ばかりでなく運航等利用技術を含む、ヘリコプタを取り巻くすべてを活動対象としてきております。

こうした中で、JHSの活動を積極的に進めてきた主要人物の経歴、経験はまさに戦後日本におけるヘリコプタの歴史そのものといっても過言ではありません。こうした背景の元JHS活動の主軸となってお活躍された人物についてインタビュー方式でその人となりの一端を順次ご紹介させていただくことといたしました。

今回は第2回目として東昭教授をご紹介いたします。

東教授は1961年に日本人として初めてAHSメンバーになられて以来、ヘリコプタの研究および教育に精進され、1989年には第1回に紹介のあった義若 基氏と共に米国ヘリコプタ学会日本支部の設立に御尽力されました。第1回の設立集会には、米国ヘリコプタ学会の事務局長 Mr. Zugschwertをお招きし、氏より米国ヘリコプタ学会より日本ヘリコプタ技術協会の設立認定証の授与が行われました。



東教授は、ブレードの局所運動量理論（LMT）を開発されこの計算手法及び局所循環法（LCM）を始めとする理論と実験に裏打ちされた研究は、日本ばかりでなく国際的にも非常に高い評価を受けており、米国ヘリコプタ学会より1999年にはAHS Technical Fellow Awardそして2011年にはAHS Honorary Fellow Awardを受賞されました。また現在では、米国ヘリコプタ学会の終身会員の資格を得ておられます。

東教授の研究範囲は、シングルおよびマルチロータ・ヘリコプタ（V-107）はもとより、無人ヘリコプタ、風車などの回転翼機関係、さらに鳥や昆虫をはじめとする生物の運動解析にも造詣が深く、「The Biokinetics of Flying and Swimming (Springer-Verlag)」、「The Biokinetics of Flying and Swimming, Second Edition (AIAA Educational Series)」、「流体力学（朝倉書店）」、「航空を科学する（酣燈社）」「生物の動きの事典（朝倉書店）2刷」等多数の書籍を執筆なさっております。

現在もJHSの名誉顧問としてご活躍中です。

ここでは、東教授のヘリコプタ及びJHSとの関わり、今後への提言とについてお伺いいたしました。巻末には氏のご経歴等を取りまとめてお示しております。

1 ヘリコプタとのかかわり

ー はじめてヘリコプタに関わるお仕事をされるようになったのはいつごろで、どのようなものだったでしょうか。またそれまでのご興味や勉強されたことがお仕事としてのヘリコプタにつながったことがあればお聞かせ下さい。

1953年に、戦後最初の飛行機を作るということで、川崎製作所(現川崎重工業:川重)に入りました。川重にいたときは飛行機(練習機)の設計に、その後無人機の開発に携わりました。対戦車誘導弾をやらせて頂いたらうまくいって、その後(1959年)鷺津先生のご紹介で客員研究員としてMITに行かせて頂きました。1ドル360円の時代で、渡航するときは名古屋の領事館で宣誓をして行ったんです。その時に、川重にいた通訳の人から「何でもいいからイエス・サーと言え」と言われていたものですから、聖書の上に手を置いて「イエス・サー」と言いました。その後、アメリカに行ってから分かったのですが、「一旦緩急あらばアメリカに忠誠を尽くすや否や」と聞かれたとのことでした。実は日本人の留学生でも朝鮮戦争に駆り出されておられる方がいらっしゃることを後で知りました。私は幸いにもそうはなりません。私達の面倒を見て下さった同志社大学の深田先生も一兵卒として朝鮮戦争へ参加したお陰で大学の学費が全額免除になったということでした。

MITでは自動制御関係の勉強を致しました。1957年にソ連が無人の宇宙船を打ち上げまして、それでアメリカは愕然として、これは大変なことになったと。宇宙船関係の開発を急がなければということ、MITでは一斉に宇宙科学と工学の研究と講義が始まり、それが面白くてずっとその関係の研究会に参加していました。

もうひとつ面白かったのが、超音速旅客機(SST)の開発です。コンコルドが英仏共同で開発されて、アメリカでもSSTを開発しなければならないという機運が盛り上がり、月1回のセミナーが開催され、これも毎回出席しました。しかし、それが及ぼす自然破壊と乗務員の健康状態への懸念も検討され、具体的な開発はずっと見送られました。

当時はVTOL機の開発をやろうという話も出ていましたが、軍用機ならいざ知らず、民間機ではVTOL機やSTOL機よりもヘリコプタが本命だと思いました。それと、その頃Ground Effect Machineが英国で出ました。それも話題になりましたが、Miller教授のヘリコプタに関する基礎的な理論の講義が大変参考になり、やはりヘリコプタにのめり込んで、それからずっとヘリコプタをやって参りました。その途中で、1961年にAHSのメンバーになりました。

ですが、ある時Aviation Weekを見ていたら、PiaseckiからVertolになる境目の時期、Vertol社でエンジニアを募集の記事がありました。これは面白いと思って、川重には受かったら滞在を延ばしてくれと言おうと思って、受験のレターを出しました。それで、そのことを次のようにMiller教授に言いました。「ここで聞いたあなたの講義を実戦で試してみたいと。」そうしたら驚きました。その場でVertol社のMallenさんに電話して、「東を知っているだろう」と。実は、半年くらい前に鷺津先生が米国に来られた際に、一緒にVertol社とNASA Ames研究所を訪問していました。その時に、我々がやったVortex Ringの実験の説明をしたことを空力課長のMallenさんがよく覚えていて、「あの東か大歓迎だ」と言って下さいました。それで、MITには1年半いましたが、その後の半年はVertol社に移りました。

もともと川重からは在学1年と言われて1959年8月に渡米したのです。その冬ボストンで大変な雪にありました。これが冬のボストンでは普通のことだと思ったら、今年は異常だと言われました。その後、1年半でVertol社のあるフィラデルフィア郊外のモートンに移りました。着いて直ぐの入社試験で一番驚いたのは身体検査です。昔の軍隊の徴兵検査と同じように四つん這いになって肛門を覗かせたり、手で生殖器が無事なものかを確認されました。その時に、日本では考えられないけれど、看護婦がいるんです。私がね、看護婦がいるところで厭だなという顔をしたら、すぐに分かって、「こちらは女性ではなく看護婦さんなんだ。だから気にするな」と言われて。それで無事に受かって入社できました。

そこでStepniwskiさん等の指導の下に、空力課で仕事をするようになりました。彼とはその前に鷺津先生と一緒に訪問した時にも会っていました。「Vertolはタンデム機でVortex Ringはない」と言って

いましたがそれを我々が実験して、タンデム機にも同じようにVortex Ring状態があることをムービーで示したものですから、彼は非常に興味を持って下さいました。

Boeing社ではタンデムロータの安定性についての仕事をやっていたのですが、アメリカで2年経ってヴィザの滞在期限になりました。「これは大変だ。何としてでも私はBoeingにいたい。」Boeingも「どうぞ」と言って下さった。残るためにはヴィザを何とかしろということで、まずはペンシルヴァニア州の移民局に行きましたが、「2年という約束で取ったヴィザだからダメだ」と言われました。Princetonの知り合いが「ニューハンプシャー州の移民局に聞いてやる」と言ってくれましたが、それもダメでした。それで、MITのあるマサチューセッツ州に行きましたが、やはりいい返事をくれませんでした。それでやむを得ず、私をMITに入れて下さったBisplinghoff教授に相談してみました。そしたら「たった一つだが手はある。大統領に直訴しろ」と言う。あの時の大統領は、Kennedy。それで、そんな例はあるのかと教授に聞いたところ「流体関係で有名なチェン教授がそれで成功した」という。そんな偉い人のまねを一介の私がとてもやり切れないよということであきらめました。ただし、日本に帰って2年すればまた来られるということでした。それをBoeing社のMallenさんに言ったら、「是非また来いよ」と言って下さいました。

1961年秋に帰国してからは川重でヘリの開発を始めました。Boeing社の開発した消防自動車用の500馬力のガスタービン・エンジンを使えという要請でした。4~5人乗りのヘリなら500馬力で十分で、そのチーフになって、最初は岐阜でやっていた。その後、神戸でまとめてやるからということで増江さんなど数人を率いて明石へ移って、義若さん達のグループと一緒に、私の方は基礎設計をやりました。遠心圧縮型の500馬力のエンジンの色々な搭載方法を考えましたがどうもうまくいかない。1年間くらいやったのですが、「このエンジンでヘリを作ったらろくなものはできない」ということになりました。だったら、じゃあヘリ関係から外されるのかということになりました。ちょうどその頃、もう2年経ったので、Boeingへ戻れると思っていたところ、その話を東京大学の谷一郎先生が聞きつけ「アメリカに行かないで東大へ来ないか」と言って下さいました。丁度その時東大はVTOL機の研究をやろうとしていました。

NALで武田俊さん達がVTOL機の研究・開発を始めた頃で、東大も何とかしたいと思ったんでしょう。それで、話がそっちでまとまったものですから、Boeingへ行かないで東大に行くことにしました。その時既に東大には航空学科はありました。私が川重にいたとき実習をやっ、東大の学生の面倒を見ていたので、第一~三期生のことをよく知っていました。航空研究所は、その後宇宙の連中と一緒に、宇宙航空研究所へと変わります。そこではVTOL機研究用の開発費をまかされていたので、それで走行実験装置（図1）と自由飛行支持追跡装置（図2）を作りました。私が東大に行ってやった一番大きな設備の一つです。そこでヘリコプタの研究を始めました。その頃、ヘリコプタの実験をやるのに必要な2分力・3分力計を開発しなければならないということで、当時は東洋測器の社員だった現日章電気の東島鎮珩さんとその仕事をしました。丁度、ヴェトナム戦争華やかなりし頃、私がVertol社にいた頃の係長が、風洞実験をやっているところを是非見たいと言って日本に来られました。その頃、ロータの動特性を測れる装置はどこにもありませんでした。我々はこの装置を使った実験で論文もたくさん出して、特に学生の小幡章さんがやっていたVortex Ringの実験は非常に高く評価されました。それで、その係長が我々の装置を見てびっくりして、「これは良いものだということでBoeing社でも是非欲しいと言うことで、「日章電気と交渉したらいいじゃないですか」と言いました。その後、英国のSouthampton大学に行きましたが、そこでもこんなに小型で精度の良い装置はあ

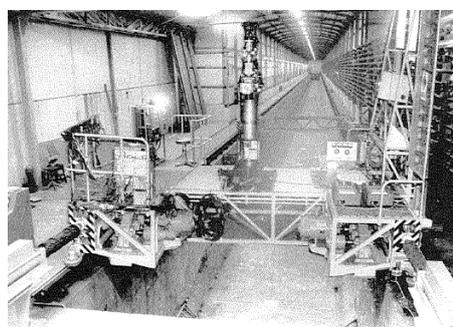


図1 走行実験装置

軌道長 185m 台車幅 4.1m
最大速度 10m/s 振動加速度 0.01G 以下

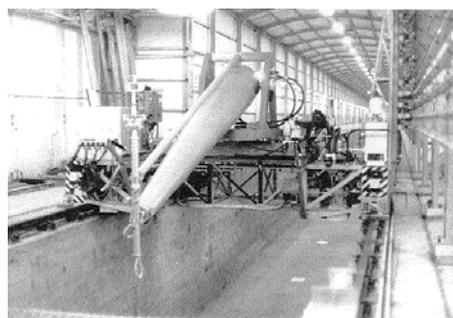


図2 自由飛行支持追跡装置

りませんでした。それで、東島さんに「これは世界中で売れるよ」と言ったのを今でも覚えています。

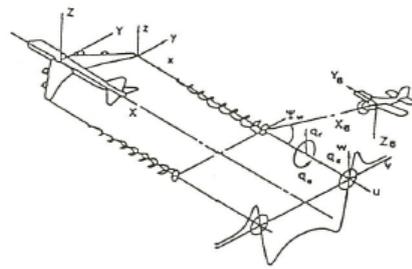
それから大きかったのはLMT (Local Momentum Theory) 及び LCM (Local Circulation Method) の発展ですね。今ならCFDで解こうとするけど複雑なものは時間を食って大変で、この開発のお陰でまあ色々な計算ができました。その開発・発展には学生達が頑張ってくれました。とくに今でも自慢できるのが、大型固定翼機747が飛行している後方に小型機が突っ込む計算です。(図3 a) 固定翼機だともものすごい運動を起こすんですね(図3 b)。そこにヘリコプタが突っ込んだらどうなるのかという計算をしたら意外と変動が少ないのです(図3 c)。

ChopraさんがMaryland大学に呼んで下さいました。1984年、「LMTとLCMの講義をしてくれ」というわけですよ。Marylandには始め1年と言われましたが、とても長くは居られないので、3カ月ちょっとにして頂きました。帰ることになって、「後に誰か紹介してくれないか」ということで齊藤茂さんの名前が出ましたが何故か御本人があまり乗り気でなかったので結局実現しなかったけれど、Chopraさんは大変残念がっていました。その後SchmitzさんがMarylandに行ったんですね。彼はNASAでヘリの音を固定翼で採る実験をしました。私の方は当時学生だった中村良也さんと一緒になって理論的にノイズの研究をやっていました。その成果をNASAで講演したら、「場をどのように分けるのか」という質問があり、私がそれをうまく説明出来ないでいるとたまたま一人が立ちあがって、「東は今こういう説明をしているのだ」と補足してくれました。そして、講演が終わってから部屋を出ようとしたら、助けてくれた人がつかつかと寄ってきて、「私がSchmitzだよ」と。「あなたのことはStepniewski教授を通してよく知っているよ」と言いました。彼は教授の最初のドクターでした。むこうも私のことは教授から聞いていたとのことでした。それで、お互いに初対面でしたけれど、「あなたが！」という事で堅い握手をしたことを覚えています。

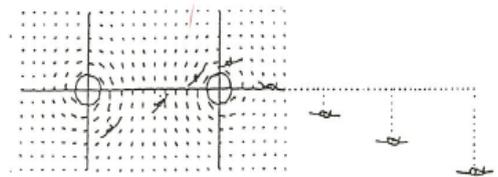
Maryland滞在の終わりも近づいた頃、Chopraさんか「貴兄の在米スポンサーの一部を出しているNASAのLangleyにも話をしに行ってくれ」と言われ、Farassatさんのところに行ってきました。中村さんがアメリカに行くときには、Dr. 中村を是非うちにくれと、LangleyのFarassatさんとAmesのSchmitzさんがコインをトスしたんです。それで、彼はAmesに行くことになりました。以前、Farassatさんのところでは開発した音の方程式を中村さんが回転翼の騒音計算に応用出来るようにうまくプログラム化しました。だから中村さんを欲しかったんだと思います。

— 仕事で関わったヘリコプタの種類にはどのようなものがありますか？

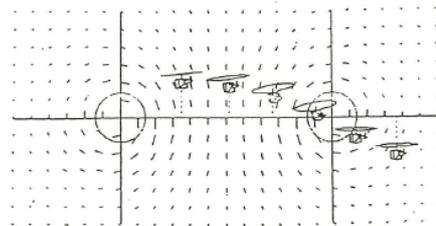
仕事で関わったのは実機の開発ではBK117の最初だけです。あと、ボーイングではV-107です。V-107はほとんど完成していましたが、ダイナミクスですよ。タンデムロータのダイナミクスを色々お手伝いだけですね。それから後は無人ヘリです(図4 a)。一番大きかったのはCo-axial共軸の無人ヘリです(図4 b)。共軸を選んだ理由は、あらゆる方向にそのまま行けるから、種蒔きにはいいだろうということです。でもその開発に関わるようになったヤマハの堀内部長が、共軸は複雑だからと言うのでシングルに変えたんです。なぜ無人ロータの開発が始まったかと言いますと、東大に移った頃、農林水



(a) 大型機の曳航渦



(b) 飛行機



(c) ヘリコプタ

図3 大型固定翼機の後流渦への突入
(斜め後方 30° から上半角 5° で突入)

産航空協会の研究委員の一人になったからです。農林水産航空協会は、種蒔きや除草など一切のことを有人ヘリでやりたいという希望を持っていましたね。それには、一体どういう高度でどれくらいのスピードでどうやって撒いたらうまくいくのか知りたがった訳です。ヘリを農薬散布に使う初期ですから、理事長と一緒にあちこちを周りました。北は仙台から南は九州まで。九州では果樹園でも撒きました。今の薬は直ぐ毒性が消えてしまいますが、その頃はそうじゃないものでしたので反対も多かったものです。しかし、どう考えてもこれは無人でやった方がよいと提案しました。というのは、事故が増えたからです。一番多いのは電線に引っ掛かる事故。電柱のあるところにはちゃんと旗を立てるけれども、引っかかってしまう。「どうして引っかかるのだ」とパイロットの方々に話を聞くと、「ちゃんと判ってます」と。しかし、撒いている内に夢中になってつい旗があることを忘れてしまうらしい。それで、無人機の提案をしまして、無人機の開発を始めました。それがだんだんうまくいって、今は人がやるより無人機の方が多くなりました。その時に無人機の動特性計算をさんざんやりましたがそこでLMTが大変役立ちました。

他に関係したものに、東京消防庁の消火ヘリコプタ（図5）と川田工業の無人ヘリコプタ（図6）があります。前者は、都心に多くみられる高層ビルでは梯子車が届かないので、ヘリコプタで初期消火を行うということで、新明和工業が主体となって完成させました。米国にも消火ヘリコプタはあるのですが、消化中1エンジンの故障で建物に激突しては困るので、放水銃が横に向けられることが大きな違いです。問題点は2つあって、水量が少ないことと装置の取り付け取り外しに時間がかかり、常備しないと出動要請に直ちに応じられないことです。

後者は有人機を改造したものなので、現在多く出回っている無人機と比べて、積載量が桁が違って大きくとれる利点があります。アメリカから軍用としての共同開発の依頼がありましたが、軍用機の輸出はできないので、共同開発には手を出さぬことにしました。



(a) ブレード付け根にゴムを入れて制御力を高めて、ジャイロを入れて安定を計った最初の機体



(b) 試作農薬散布無人ヘリコプタ
図4 無人ヘリコプタの開発



図5 東京消防庁の消火ヘリコプタ



図6 川田工業 ロボコプタ

－ 事故調ではどのようなお仕事をされましたか？

そもそも事故調に呼ばれたのは、例の日航機事故の次の年の2月です。2代目の委員長が御病気で努められなくなって、途中で武田俊さんに替わりました。そしたら夏に事故があって、これはどう考えても運動力学だということで、古茂田眞幸さんを頭にした実働班が活躍しました。それで私も呼ばれて委員になりました。だから、最初の何年間かは日航機事故が主なものでした。約6年後に名古屋でひどい中華航空の事故がありました。ヘリコプタでは大きなはありませんでした。記憶に残るものとしては沖縄での事故があります。あれは確か、ヴェトナム戦争に行く米軍の積み出しの様子をヘリコプタで取材に行った時ですね。上空から取材しているときに、テールロータの舵が効かなくなって落ちちゃいます。テールが効かないから胴体がくるくると回ってしまう。その映像を乗っていた人が撮っていて、これを何とか解析して欲しいということでした。それで、テールロータのVortex Ringであることを突き止めました。

常任委員は通常は6年で止めるんですが、私は9年間もやりました。その理由は前述の名古屋の事故です。名古屋の事故機はエアバスの機体だった訳ですが、エアバス系の機体とボーイング系の機体の大き

な違いは自動制御系に見られます。エアバス系の機体では事故の際自動制御系に触るなどということになっています。しかし、パイロットがエアバスに慣れていなかったのが、自動制御に逆ってしまったのです。アメリカではNASAの行った数多くの実験中に、事故で損傷した機体をパイロットが救ってくれることが多かったのが、最後はパイロットが自動制御を解除出来る形にしてあります。これがアメリカとの大きな違いだと再確認しました。

2 JHSとのかかわり

— 先生はJHSの立ち上げから関係しておられたと思いますが、JHSとの関わりはどのようなものだったのでしょうか？

JHSの立ち上げでは、アメリカの事務局長をお呼びして第1回大会をやりました。そしたらもてなしがよかった故か、1、2年の内にまた東京でやってくれと言われました。同じことが模型機でもありました。私が会長をしていた模型航空連盟も参加する2年毎の国際大会を日本でやりたいということで、岡山県の笠岡にあるほとんど使われていない農道空港で模型飛行機のコンペをやりました。この時も会員の皆さんが一生懸命面倒をみて下さったものですから、これもすぐ次回にもやってくれと言われたことがありました。このコンペのヘリコプタ部門では団体でいつも日本が優勝していました。個人でも日本人の入賞者が多いのです。私が提案して、シーソーロータの根元にバネを入れた機体が普及してそれが当たった訳です。模型のヘリコプタの大会に行くと、まず機体の7~8割は日本製なんです。

また、ヤマハの無人ヘリコプタの開発で面白かったのは、機体の設計と同時にどこに学校を置いて、教師をどうやって育て、学生を何人集めどうやって教えてゆくかということと一緒に検討し始めたことです。これには驚きましたね。

JHSの思い出と言えば、最初に長良川でやったHeli Japanです。しかし、学会といえば私はどちらかというとヨーロッパのERFに一生懸命参加していました。確か20周年の大会の時に、誰が一番論文を出しているかということで、2人一番がいました。私とFreidmannさんが16か17出していたんです。ところが、よく調べたらAkira AzumaでなくAzuma Akiraが1つあったので、それを入れると私が一番でした。初めて参加したのは4回目で、イタリアのStresaでした。AHSではそれ程多くは参加していませんが、Technical FellowとHonorary Fellowを頂きました。

— 先生の立場からJHSに期待するものは何かありますか？

是非国際交流を盛んにして下さい。アジアとの交流は大いに結構で、齊藤茂さん達の御仕事を高く買っています。日本に籠らず海外に出て行くことで入ってくる情報量が違いますよ。アメリカにいた頃、MIT (1959~1961) やMaryland (1984) に世界で一番留学生を送りこんでいたのはインドです。その次は韓国。インドは帰ると高官になれるらしいんですが、学生でも一番いい車に乗っていましたね。日本人は3番目に留学生が多かったのですが、皆さんほとんどが1年で帰ってしまう有様でした。

3 後進へ

— 後進に何かアドバイスをいただけないでしょうか？

もっとLMTを使って色々な計算をやって貰いたいと思います。もっと発展させて欲しいのに誰もやって下さらない。一部をブーメランや竹トンボの計算に使いましたが、あれは羽ばたき翼とか煽ぎ翼とい

った色々なものに使えるのです。それが私の希望です。

ー あまりヘリコプタを作っていない日本が今後進むべき道は？

やっぱり使われなくちゃダメですよ。ヘリが使われるのはこれから。もっと使われるようになるのはオスプレーだと思いますよ。オスプレーは将来民間機として伸びますね。今は軍用機ですけども。その時にヘリがどうなるか？ヘリは活動の範囲が違いますから。今度の震災でもものすごくヘリが活躍しました。だから、あれを見たらヘリもこれからどんどん伸びるんじゃないの。日本でも自然発生的に作るようになるんじゃないかしら。阪神大震災の時はヘリが集まってうまく運用されなかったんです。今度はその時の教訓があったので、自衛隊が主になってうまくやったようです。だから次の災害に備えてヘリをもっと用意しておかなければいけないんじゃない。それに向くヘリコプタを、是非日本で開発して欲しいですね。今、私がヘリ関係でやっているのはIFR委員会の委員長です。「どうやってヘリコプタ及びGeneral Aviationの計器飛行を安全に確立するか」という観点から見えています。

新機種の開発では、例えばRobinsonさんなんかを見ていると、大したもんですよ。自分で独特のシーソー機構を考え出して、これで行けるぞと思って、個人でR-22を作りだしちゃったんですね。それで、今はR-44まで含めてものすごい数が出ているでしょう。つまり、昔ベルがやったようなことを今でもやるんですね。だから、日本でも誰かが新しいアイデアを出して伸ばすことは十分可能だと思います。たまたまそういう人がいないだけの話でね。

4 経歴

- ① 氏名 東 昭
- ② フリガナ アズマアキラ
- ③ 生年月日 昭和2年6月19日
- ④ 現職 東京大学名誉教授、工学博士
- ⑤ JHS 現職 名誉顧問
- ⑥ 経歴
 - 1927年生まれ
 - 1953年東京大学工学部卒業後、川崎航空機工業入社
 - 1964年東京大学助教授
 - 1974年同教授
 - 1984年Maryland大学客員教授
 - 1988年東京大学名誉教授
- ⑦ 主要受賞歴
- ⑧ JHS 経歴
 - 昭和36年（1961年） AHS正会員
 - 平成11年（1999年） AHSフェロー
 - 平成24年（2012年） AHS名誉会員
- ⑨ 出身地 神奈川県川崎市
- ⑩ 出身校 東京大学工学部応用数学科



5 人物考

ー 東教授の話の中で名前の挙がった方々の中で、大学、JHS、そのほか公私にわたって関係の深かった齊藤茂さん（宇宙航空研究開発機構、第12代JHS会長）に東教授にまつわる思い出等お話を伺いました。

私が東先生を知ったのは、東京大学の大学院に入って研究室を決める時でした。当時宇宙の研究を目指していた私は、東京大学の附置研である宇宙航空研究所（宇宙研）の宇宙に関係する先生のところを回っていました。しかしながら、出遅れたせいか受けてくれる先生方がいなくなってしまったところ、東先生の紹介欄にロケットの制御という項目があり、自分も制御が専門であることから喜んで面接に行きました。ところが、先生曰く「ロケットはあまり新しいことをやるのが無いよ。でもうちに来れば色々なことができるよ」と。今思えば、先生の甘言に載ってしまったのが運のつきでした。研究室に入ると、ヘリコプタをやってみないかと言われ、最初にやったのは。話にも出てきましたYAMAHA の同軸反転ロータのダンピングの計算でした。あまりよくわからないのに、計算だけはして先生に提出したら良くできましたと言われ、それからヘリコプタとの長い付き合いが始まったわけです。

東先生は、夏になると米国に行くことを毎年のスケジュールとしていました。研究室1年目の夏に私はニューカレドニアに旅行する計画を立てていましたが、話をする前に先生はアメリカに行ってしまう、おろおろしていたら、毎晩研究室にやってくる河内さんが「詳しい説明をした手紙を書け。さもないと、旅行はできないぞ」と脅すものだから、私は5、6枚の説明を書き、許しをこう手紙を書きました。先生からは、短い内容の許可がおりました。1カ月の予定で出かけたのですが、色々手違いがあり結局2ヶ月程になってしまいました。帰国後恐る恐る研究室に行くと、先生はにこにこして「やっと来たか？」と言われ、私は「これから頑張ります」と言うのがやっとでした。後で知ったことですが、先生はそれほど厳密に学生の行動に関して管理することはしないそうです。実に怖いのは、先輩方でした。

さて、先生の研究姿勢は、誰が見てもわかるように実に一直線だと思います。先生は大学時代から、仕事は朝の4時ごろからはじめ、夕方5時か6時には学校を去ります。伺ったところ、1日のはじめ、朝食を研究室で食べるのだそうです。そして、学生が研究室に出てくる10時頃まで自分の関係する研究を行い、その後徐々に学生の面倒をみるというのが我々学生から見た先生の予定です。先生は、時間を無駄にすることをしない性質です。学生との打ち合わせの時は、きっちり眠って時間を有効に使っていましたから。

また、生物、魚、昆虫など幼少の時から興味があった飛行などの動きを、航空力学の観点から解き明かすという先生のライフワークを見つけるために、ヘリコプタや固定翼機などの飛行を研究してきたのではないかと時々思います。人間、やりたいことをやって給料をもらいそれが世の役に立つのであれば、こんな素晴らしい人生は無いなと思ひ、先生のまねを少しでも近付こうとしてきたのは私だけで無いのではないのでしょうか？

先生の趣味は釣りです。学生時代に大島などに研究室で出かけ、浜釣りをするのが楽しみでした。釣りの日は朝4時くらいから準備をします。私は、前の日に宴会をしたにもかかわらず、「明日の釣りの準備は、私も手伝います」と言ってしまった手前、次の日先生から朝4時ごろ起こされて釣りの準備をした記憶があります。

今思えば、「楽しいことは時間を忘れる」という諺を実践させていただいたようなものです。貴重な体験でした。

先生は、現在85歳になられて、今なお毎日研究を続けておられると聞きます。毎日の日課もあまり変えておられないようです。電話をすると、「書くことがいっぱいあるよ」と毎回言われます。先生のような姿勢に、何人もの学生を含む後輩がたくさんのお教をいただいたことか。今ある、日本における「ヘリコプタの研究」の土壌は、先生がその実践力をもって築いてくれたおかげと言っても過言ではありません。

先生が話しておられたように、「日本という国にはヘリコプタは必要である」という強い言葉は、後輩である我々の心にきつくとめておくべきことだと思います。日本の中で、ヘリコプタを独自に開発し世

界に向けて「メイドインジャパン」という名誉と誇りの持てる日を、若い研究者は夢見なくてはいけないのではないのでしょうか。

先生の末長いご活躍を紙面を借りて御祈念すると同時に、ヘリコプタの技術的发展、普及、教育などJHSがその設立目的に掲げた理念を実現すべく会員をはじめ皆様に大いに期待するものです。

(斉藤 茂)

燃える砂漠の商戦 (I)

2013/8/15

サウジ GCDA KV107 消火ヘリコプタの開発

義若 基

日本ヘリコプタ協会名誉顧問 / (元) 川重ヘリコプタ設計部長

勝利への道程: サウジアラビア防災ヘリコプタ団創設第一次プログラム(HELI-1 プロジェクト)

1975 昭和 50 年 9 月 24 日、伊藤忠商事 (株)・総合開発部部長補・室伏稔氏 (後に同社社長・会長) が、ロンドン在・世界の政商トリアド社の K・パターソン副社長、L・ローラ常務を川崎重工・岐阜工場へ案内し、前年 1974 年昭和 49 年 11 月メッカ大巡礼のテント村で火災大災害 (死者推定 400~500 人) が発生した。サウジアラビアでは消防・救助ヘリコプタ (Fire Fighting/Rescue Helicopter) が必須になると報じた。

(I) 1976 昭和 51 年 3 月、サウジアラビア王国内務省・民間防衛局 (Civil Defense Administration, GCDA) から、世界の大手ヘリコプタ・メーカーに向けて先行提案提出要求 (Request for Preliminary Proposal) が発行された。

(II) 1976 昭和 51 年 6 月 6 日、川崎重工・先行提案提出 (提案価格: 76,331 千米ドル): (I) から 3ヶ月後

(III) 1976 昭和 51 年 8 月、伊藤忠・宮河昭夫氏が状況調査に訪サ: (II) から 2ヶ月後、(I) から 5ヶ月後

(IV) 1976 昭和 51 年 10 月、川重・伊藤忠合同調査チーム第 1 次訪サ: (III) から 2ヶ月、(I) から 7ヶ月後;

第 1 次訪サ・チーム: 川崎重工; 室井 (取) 営業本部長・保坂ヘリコプタ営業部主幹・松尾ヘリ業務課長・二木ヘリ設部副部長・神野生産技術部長、伊藤忠アビエーション; 中村企画室長、等計 7 名が先行提案書説明と状況調査の為に訪サした。サウジアラビア政府内務省・民間防衛局 (GCDA) の正式提案提出要求 (RFP) を入手、ここにサウジ・防災ヘリコプタ・プログラム (HELI-1) 調達要求仕様の全容が漸く明らかになった。

(V) 1976 昭和 51 年 12 月 14 日、正式提案書 (提案価格 185,000 千米ドル) をサウジ政府へ提出: (IV) から 1.5ヶ月後; (I) から 9ヶ月後; 義若ヘリ設計部長は、GCDA の要求仕様形体から大幅にずれた独自構想の KV107 II A-SM-1、4種類のヘリコプタ消火システムを 1ヶ月足らずの超短期間で纏め、KV1407 II A-SM1/2 ヘリコプタの提案書草稿を作成した。驚くほどの短期間、RFP 受領 1.5 カ月後に、川崎重工は、人もヘリコプタも未知未経験、砂嵐の吹き荒ぶ燃える砂漠の商戦に、KV107 II A 消火・救助ヘリコプタを主軸とする複合プログラムの提案書をもって RFP に応じた。提案価格は先行提案価格の約 2.5 倍に跳ね上がった。

(VI) 1977 昭和 52 年 1 月 7 日、提案価格を 142,000 千米ドルに値下げして再提案: 営業判断による、再見積もり

(VII) 1977 昭和 52 年 2 月 1 日、最終提案価格を 102,000 千米ドルとした: (V) から 1半月後、(I) から 10カ月後; 1977 年 (昭和 52 年) 1 月 7 日契約金額 142,000 千米ドルを再提案したが、2 月 1 日には営業判断により、(V) 提案価格より更に 83,000 千米ドル (約 240 億円 45% 減 @ 290 円/\$) 値下げし、最終提案価格を 102,000 千米ドル (約 296 億円 @ 290 円/\$: HELI-1 プロジェクト決算売上 230 億円) として最終提案した。

(VIII) 1977 昭和 52 年 7 月 25~31 日、サウジ内務省民間防衛局・調査チーム来日: (VII) から 6カ月後、(I) から 15カ月後; ① GCDA 訪日調査チーム: GCDA 運用訓練部長 H. S. Angawy 大佐 / GCDA 予算部長 A. T. Mirza 大尉 / GCDA 安全行政局部長 M. S. Abu El Saud 空軍大佐 (S61 ヘリコプタ・パイロット) ② 岐阜工場会議 (7/27~7/28) 27 日午前、★神業務部長が“岐阜工場概況”説明、★義若ヘリ設部長が“KV107 II A-SM1 Fire Fighting Helicopter / KV107 II A-SM2 Rescue & First Aid Helicopter”について 17 枚のスライドを投影して説明した。

(IX) 1977 昭和 52 年 8 月 28 日第 1 次プロジェクト (HELI-1) 受注契約: (VII) から 1カ月後、(I) から 16ヶ月後

(X) 1978 昭和 53 年 9 月 KV107 II A-SM1 (消火ヘリ) 2機納入: (VIII) から 13カ月後、(I) から 28カ月後。

続いて '78 年 11 月 SM2 (救助ヘリ) - 2 機、'79 年 3 月 SM1-2 機納入。6 機完納。

(I)KV107 II A ヘリ消火システム;GCDA 要求仕様 vs 川重設計構想・比較

GCDA 要求仕様	川重設計構想	川重構想の特徴と勝因
<p>①水バケツ消火システム;テント火災・木造家屋火災・林野火災に対処</p>	<p>●GCDA 要求仕様通り</p> <p>●米国 Griffith 社製水バケツ(容量 450 ガロン)を輸入</p>	<p>★消火・水バケツは米国の山火事で実用中。</p> <p>★輸入水バケツの信頼性欠如で HELI-2 が危機に陥る。★国産開発水バケツ導入で安堵。</p>
<p>②泡消火システム ;オイルタンク火災・航空機事故火災等に対処</p> <p>★ヘリコプタ搭載・圧力タンクに充填の ★泡消火液(ライト・ウオター6%水溶液)を ★高圧窒素ガスで送り出し、★放射ブーム経由ノズルから放射して消火活動を行う。</p> <p>★泡消火液放射ブームは、前方へ向けて機首に固定された、伸縮可能な望遠鏡筒 (Telescopic)形式、</p> <p>★消火液タンク;高圧・窒素ガス利用耐圧構造</p>	<p>●独自構想の実用ヘリ消火システム</p> <p>★機内消火液タンク;常圧タンク(2000ℓ)に、泡消火液(ライト・ウオター6%水溶液)を充填、★水ポンプ(7kg/cm²加圧)で吸引昇圧し放射する。★放射ブーム;一般鋼管トラス構造、固定長(ブーム先端に放射ノズル)、胴体右側にヒンジ付け。移動中は胴体に沿わせ、消火時はブームを右 70 度に展開。棒状水柱 20mで毎分 700ℓ放水。</p> <p>★ブームの開閉には KV107 II A ランプ・ドア開閉用・電動ジャッキ・スクリューを転用。</p>	<p>★パイロットが火災を見ながら放水できる。</p> <p>★ヘリ緊急脱出、右 10 度ヨ-角上昇が容易。</p> <p>★ブームには伸縮用の摺動部が無く、構造简单、砂塵による摩擦不具合が発生しない。</p> <p>★電動スクリュー・ジャッキは KV107 ランプ・ドア・アクチュエータの流用、信頼性確立済み。</p> <p>★消火液タンクは岐阜市郊外・森松工業製・屋上給水タンクを改造 2 個溶接、水ポンプは神鋼造機製 ★構造简单、信頼性が高い。</p> <p>●超ローコスト</p>
<p>③粉末消火システム;油火災、一般火災に対処</p> <p>★粉末消火剤を、泡消火液の代わりに、ヘリコプタ機内の圧力容器に充填して、</p> <p>★高圧窒素ガスにて、</p> <p>★飛行中のヘリコプタから、</p> <p>★放射ブーム経由ノズルから放射して消火活動を行う(泡消火システムの流用)</p>	<p>●独自構想の実用・粉末消火システム</p> <p>★粉末消火装置を機外荷物吊下げフックで火災サイトへ運び、</p> <p>★消防士がデイスンダーで降下着地し、次いで消火装置を地上に降ろし、</p> <p>★KV107 II A ヘリコプタが飛び去った後、</p> <p>★地上にて、消防士が消火ノズルを火災に近付けて噴射消火する。</p>	<p>★GCDA 要求では;粉末消火剤は密度が小さく、粉末消火剤を空中噴射散布すると、粉末消火剤は、空気抵抗、風、回転翼吹き下ろし等によって霧散し消火効果はゼロ。</p> <p>★GCDA 要求仕様は実用に成らずと即断、川重岐阜工場・技術センタ屋上から粉末消火剤を放射し実証して、部下3人を教育指導。</p> <p>●超ローコスト</p>
<p>④コーデイネート消火システム;高層ビル火災に対処</p> <p>★地上消防車のホースをヘリコプタのテレスコピック放射ブームへ接続し、消防車のポンプ圧により放水して高層ビル火災に対処。</p> <p>(ホースの地上接続か、空中ホバリング接続かの明示は無かった。)</p>	<p>●独自構想、ローコストの実用品</p> <p>★胴体中央床ハッチにホース巻上げ・接続・緊急分離機構装着、★機体側の放射ブームシステムに接続。★接続ポンプ車 15Kg/cm²、消火高度 50m 時、毎分 1000ℓ、棒状注水 20mで放水。★ホバー中に、ポンプ車のホースを巻き上げ(着脱可能)、</p>	<p>●固有の床ハッチ利用の実用的なシステム</p> <p>ライバル機には床ハッチは無かった。</p> <p>★上田課長は揚海ヘリのホバー給油システム開発で経験済み、放射ブームが実現すれば地上ホースとの結合機構開発は容易であった。</p>

“GCDA 要求仕様はヘリコプタ及び消火装置の設計について素人の発想、GCDA 要求仕様に従ってはい実用品の開発は出来ない”と義若ヘリコプタ設計部長はそのキャリアから直感した。営業の体制派からは GCDA 要求仕様に従うべきと有言・無言のプレッシャー、義若部長は考えた。 “GCDA 要求仕様通り開発を進めれば開発は失敗する、義若の芽はもう出ない。 義若の独自構想を進めて契約なるか？ 成らねば、これももう芽は出ない。 どうせ芽が出ないのであれば、自分の思い通りに開発を進めて実用品を開発し、せめて技術者としての意地を買って終わろう”と即断した。 義若部長は独自構想開発を終始一貫変えなかった。 この“孤独な決断”が、オンリーワンとなり、世界のヘリコプタ強豪 6 社に勝利、KV107 II サウジ HELI-1 プロジェクトの受注に繋がった。

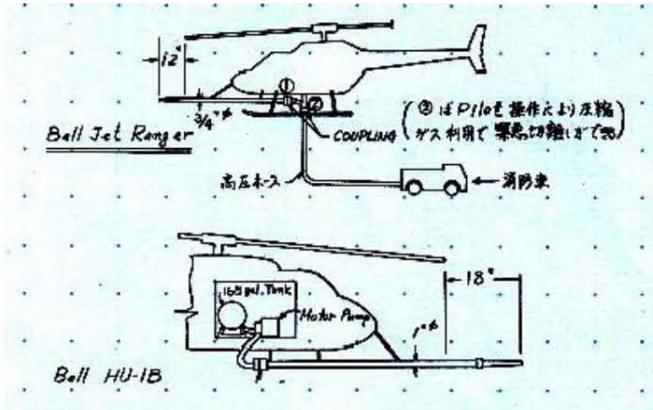
またこの即断・即決が GCDA 調達仕様入手後 1.5 ヶ月での、(V)提案書(185,000 千ドル)提出を可能とした。

(Ⅱ)義若ヘリ設部長の独創

●水バケツ：米国 Griffith 社製容量 450 ガロンの既製品輸入が早々に決まった。が、泡/コーデイネート/粉末・3 消火システムの基本構想は中々纏まらない。提案書作成目標は I ヶ月後、全 4 種類の消火システムの基本構想を 3 週間で纏めねばならない。待ち切れずに義若ヘリコプタ設計部長が動いた。結果として、義若部長のキャリアに基づく独創、GCDA 要求仕様形体とは大幅にずれたシステム構想の即断・即決が世界のヘリコプタ強豪 6 社を制した。



泡/コーデイネート/粉末・3消火システムの創案



東京消防庁・可動ブーム式空中消火システム試作、消火液放射試験

上左図 Bell Jet Ranger、Bell HU-1B のポンチ画は稲垣 KV107 設計課係長の 1977 年(昭和 52 年)2 月 22 日米国シカゴ消防局訪問報告書より、//上の写真は東京消防庁“ヘリコプタによる消火活動検討委員会”が、1996 年開発したスーパー・ピューマ AS332L1 泡消火システムの消火液放射試験。

サウジ KV107 消火ヘリより 19 年も後のこと。

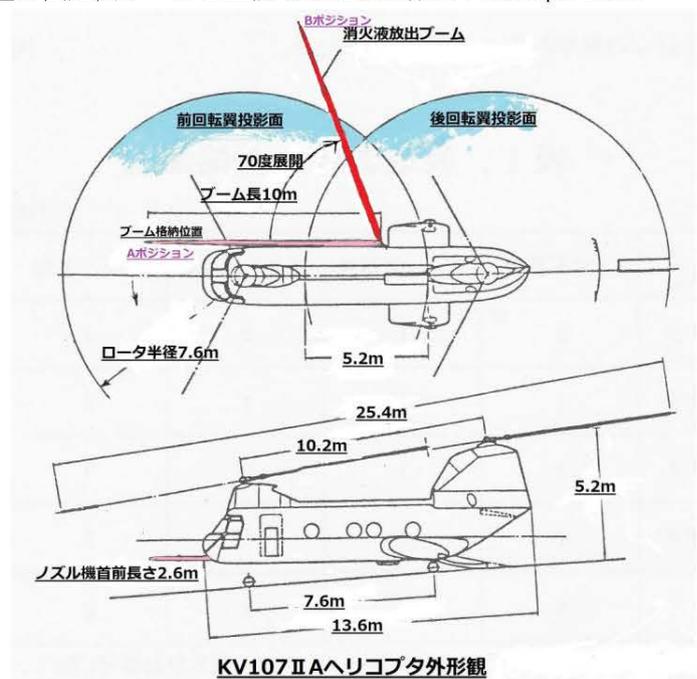
●泡消火システム：GCDA 要求仕様は、BellHU-1B 型の固定長ブームを上記 AS332L の様な Telescopic Boom に変えて伸縮可能とし、固定長を短くする⇒前進離着陸の容易化。泡消火液タンクを耐圧構造とし、高圧窒素ガス圧で泡消火液を放射する⇒粉末消火システムへの転換流用を図るものであった。

義若ヘリ設部長は、GCDA 要求仕様形体を完全無視、KV107 設計課村土係員と KV107 外形図のコピーを前に製図板で対峙し放射ノズルの構想を練った。

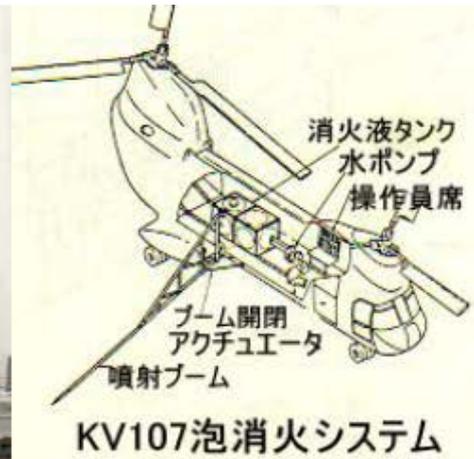
①ブーム格納時、ノズルの先端は、脚とロータ回転面・最先端とを結んだ直線以内に入れる(Aポジション)、

②消火液放射時のノズル位置は、右舷の前後ロータ重なり部分の外側に置く(Bポジション)、これが必須条件と指示した。村土係員は 2 時間足らずで図示するブーム位置の構想を書き入れた。よし、これで行けるブームは胴体フレームにヒンジ付け、開閉には KV107 ランプ・ドアのスクリュ・ジャッキを採用する。

村土係員は 5 日間でブームを設計した。



泡消火システム開発試験
@岐阜基地S52(1977)



boom展開放水時の角度70度はスクリュ・ジャッキの有効長さで決まった。

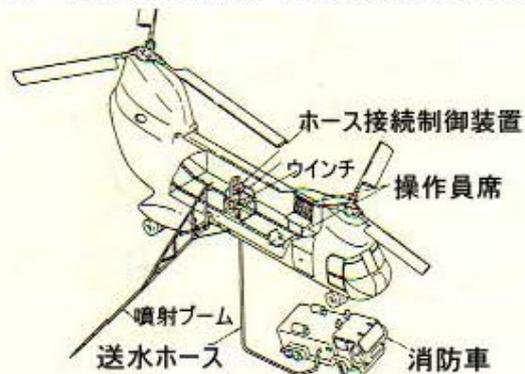
“boomと、常圧タンク・水ポンプ採用”とのシステム基本構想を決めると、boom以外、常圧タンク、ポンプ、配管等のシステム設計は水力学の世界、上田課長・池内係員等 KV107 設計課担当諸氏が短期間にシステム構想を纏めた。boom先端に装着した最初の放射ノズルはストレートな放射ノズルであった。泡消火システム用ノズル；放射方向を下方に曲げ、泡発生機構を組み入れた泡消火液用ノズル数種類を試作テストしたのは、コーディネート消火システムの試験が終わった後のことであった。

(注記)：前記、消防庁 AS332L1 ヘリコプタ用泡消火システムの開発は、東京消防庁“ヘリコプタ消火検討委員会”が、航空宇宙技術研究所、気象研究所、消防研究所、新明和工業(株)等、関係機関の総力を結集し、運輸省航空局の指導も得て、基礎設計に3年間(1990～1992年)、試作試験に4年間(1993～1996年)、計7年の歳月と外部委託研究費4億1500万円とをかけたの試作研究。水タンク容量1200リッター、放水量毎分600リッター、放射boom(格納時4.5m、消火時7.2m、伸縮長2.7m、展開作動角100度)、放水ノズル径18mm—日本ヘリコプタ協会2000年度会報15頁～22頁参照。

(注記)：消防庁 AS332 ヘリ用・泡消火システム開発は、KV107 サウジ向け・消火ヘリコプタ開発より19年も後のこと、川崎重工はKV107 II A-SM1 放射boomを含む消火ヘリ・システム関係資料を提供した。放射boomを胴体横側に展開したのはKV107 II Aに次いで世界で2番目、シングル・ロータ・ヘリでは世界で最初である。

●**コーディネート消火システム**：コーディネート消火システムの設計は、放射boomが決まると上田 KV107 設計課長グループにとっては容易なことであった。既に“1970年(S45)に海上自衛隊・掃海ヘリコプタのホバリング給油システム開発”で、同じ様なシステム開発の実績を持っていた。最初にKV107 社用機で飛行試験を実施したのは、コーディネート消火システムであった。牧田君のコールで、牧田・池内両君と同乗、筆者は飛行中クルー・シートに坐して、両氏のオペレーション並びにboomのビヘイビア、噴射状況を視察していた。

コーディネート消火システム開発試験
@岐阜基地S52(1977)



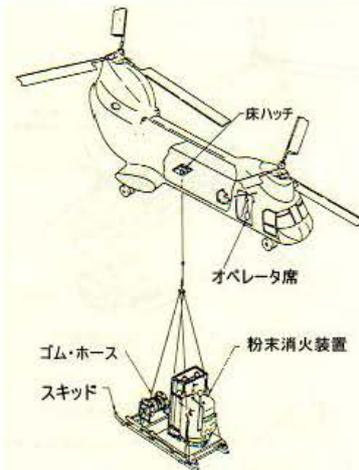
KV107コーディネート消火システム

ブームを最大展開限の70度まで展開した後、パイロットは噴射水流が“標的”に当たる様に機体の向き・距離をコントロールした。ブームの展開位置を探る様なオペレーションはしなかった。試験は全て順調、“標的”を目掛けて噴射する20~25mの棒状水流を見て、“よーし”これで4種の消火システムは決まりと思った。飛行試験前、地上で強度試験、振動試験等一切実施しなかった。全て義若ヘリ設部長のキャリアに基づく出たとこ勝負。

●粉末消火システム: 義若ヘリ設部長の頭の中では、“ヘリコプタから粉末消火剤を噴射して、地上の火事が消せる訳が無い。粉末消火システム-粉末消火剤・地上散布構想と、泡消火システム-常圧タンク構想とは同時並行、ウイン・ウインで成立”していた。粉末消火装置吊下げてサイトへ移送の構想に対してヘリコプタ設計部中間管理者達がリラクタント。頼みの綱、粉末消火剤ヘリコプタ空中噴射の既経験者上田 KV107 設計課長も黙っている。(注記): 下の写真は、サウジ・プロジェクトより10年前の昭和42年(1967年)、川重岐阜工場で、船火事対処用にと、粉末消火器をカーゴ・フックで吊下げ、キャビンの窓ガラスを外して、短い放射ノズルから放射した簡易な消火システム試験。放射ノズルの位置はロータ・ダウンウッシュの真下であることを知ってはいたが、粉末消火剤をヘリから放射するのは霧散して消火効果が無い事を確認した。今考えると、この時同時に、砂漠の燃える商戦での勝因 KV107 II A 放射ブームのアイデアが種まきされたものと思われる。



GCDA 仕様の粉末消火システム構想の立案は一向に進まない。しびれを切らした義若ヘリ設部長が動いた。《上田 KV107 設計課長に指示して、消防課から大型粉末消火器を1台借用し、技術センタービル屋上・東北位置から道路・芝生へ向けて粉末消火剤を放射して、GCDA 要求仕様;ヘリから粉末消火剤を噴射しても、密度の小さい消火粉末は霧散して、消火効果が無いことを実証し、無駄な事を検討する時間的余裕は無い》、と二木ヘリ設副部長・上田課長・稲垣係長、KV107 サウジ・プロジェクト担当中間管理者3名を教育指導した。放射粉末消火剤は技術センター2階の天井辺りで霧散して、地上には際立った消火剤粉末の痕跡すら見えなかった。リラクタントな連中も“粉末消火器をヘリで吊り下げてサイトへ進出し、地上へ降ろして消火活動をする”とのGCDA 要求仕様とは全くかけ離れた、彼等にとっては奇抜とも思われる義若構想に従わざるを得なかった。上田課長は即、市販の防災機器“デイセnder”を見付けてきた。岐阜南工場非常階段の傍らの構造物に“デイセnder”を取り付け、皆で降下、かくして粉末消火システムの構想は最終決定した。



KV107粉末消火システム

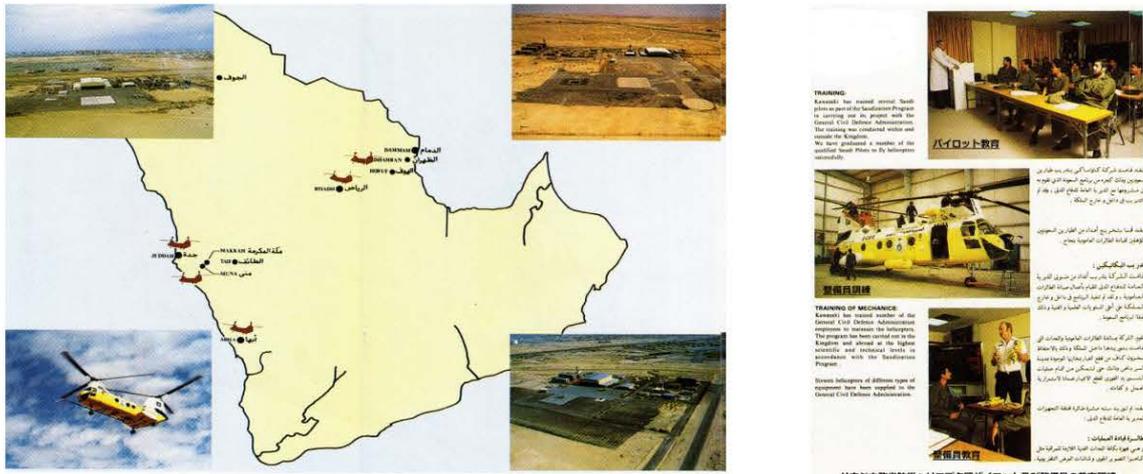
●まとめ: 義若ヘリ設部長は、リラクタントな周囲の意見には耳も貸さず、己の信ずる KV107 II A-SM1 用4種類のヘリコプタ消火システムを、村土係員及び上田 KV107 設計課長グループとで、僅か3週間で基本設計を行い、インフラ・システム、維持・運航、サウジ要員トレーニング等を包含した大複合プロジェクト、KV107 防災ヘリコプタ団創設に係わる提案書作成にコーディネートした。その後、KV107 社用機を使って消火システム4種の開発試験を1年間で実施し、その成果を確認後、義若部長はヘリコプタ営業部長へ転出した。

(Ⅲ)正式提案書提出から受注迄

★①1976年12月14日第1回正式提案185,000千米ドル、②1977年1月7日第2回提案142,000千米ドル、③1977年2月1日最終提案102,000千米ドルと、正月を挿んだ1月半の間に、再々の事前予備ネゴ、価格調整、最終的には当初より45%、240億円(@290円/\$)値下げして提案価格102,000千米ドル(296億円)がオファーされた。山田航空機事業本部長は“孤独な決断であった”と遺されている。

★約6カ月後・1977年7月25～31日、GCDA調査団来日、その4週間後1977年8月28日、サウジアラビア・リヤドにおいて、サウジアラビア王国・内務大臣と川重・室井取締役航空機営業本部長との間で、KV107サウジ第1次プロジェクト所謂 HELI-1プロジェクトの契約調印がなされた。この間、岐阜工場関係者はサウジ・プログラムに関する状況を知ることは全く出来なかった。しかし、インフラ関係者が現地へ再調査、大幅なコストダウンの事実からしても、激しい商戦が繰り返されたことは想像に難くない。

★ヘリコプタ設計部の訪サ KV107ⅡA 提案内容説明者は、二木ヘリ設副部長、上田 KV107 設計課長、稲垣 KV107 設計課係長へと次々とバトンタッチされていった。しかし、HELI-1 受注契約の最後まで、KV107ⅡA-SM機、即ち、KV107 消火ヘリコプタ並びに KV107 救助ヘリコプタについての川重提案に対して GCDA のクレームをヘリコプタ設計部サウジ出張者から聞く事は無かった。



(Ⅳ)川重 KV107ⅡA ヘリコプタの勝因 @砂漠の燃える商戦

サウジアラビア王国防災ヘリコプタの機種選択は、単なる“経済合理性”にとどまらず、“地政学”、“安全保障”にも大きく影響考慮されていたことは想像に難くない。本プロジェクトの草創期に、既にサウジアラビア空軍がシコルスキ S61 ヘリコプタを救難機として首都リヤドで運航していた。サウジ空軍救難機とサウジ民間防衛局 (GCDA) 防災ヘリコプタとの S61 ヘリコプタ併用は、ソフト、ハードの両面から計り知れない有利・合理性を持っていた。かかる環境下で、極東の端に位置する、ヘリコプタ中進国日本の、川崎重工・伊藤忠私企業連合が、欧米のヘリコプタ強豪と勝負して到底勝てる商戦では無かった。その日本の川崎重工(株)が KV107ⅡA ヘリコプタを持って、何故シコルスキ社の S61 ヘリコプタに競り勝ったのか？

砂漠の燃える商戦で川重 KV107ⅡA ヘリコプタが勝利したのは、アラブの盟主として、国の威信をかけたサウジアラビア GCDA 必須のヘリ消火システム要求仕様に対して、己の信ずる KV107 ヘリコプタ消火システム実用品開発の基本構想を即断即決、終始一貫微動だにせず、これを遂行した義若ヘリコプタ設計部長の作戦勝ち。シコルスキ社はサウジアラビア王国・民間防衛局(GCDA)の満足する対応が出来なかった。以上が勝敗を分けたと筆者は結論する。

(2012・12・10 脱稿、筆者 85 歳)

2012年度ヘリコプタ研究・論文一覧

1. 田辺安忠：回転翼機の空力騒音予測ツールの構築について、第44回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2012、富山、2012年7月5日~6日。JAXA-SP掲載予定。
2. 杉浦正彦、田辺安忠、齊藤茂、菅原瑛明、大塩慧太郎、金崎雅博：ヘリコプタのBVI騒音予測のための規定後流モデルとCFDのハイブリッド手法、第44回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2012、富山、2012年7月5日~6日。JAXA-SP掲載予定。
3. 菅原瑛明、田辺安忠、齊藤茂：ロータ試験データベースとの検証計算におけるモデル忠実度の影響、第44回流体力学講演会/航空宇宙数値シミュレーション技術シンポジウム2012、富山、2012年7月5日~6日。JAXA-SP掲載予定。
4. Yasutada Tanabe, Shigeru Saito and Hideaki Sugawara, "Construction and Validation of an Analysis Tool Chain for Rotorcraft Active Noise Reduction," 38th European Rotorcraft Forum, September 4-6, 2012, Amsterdam, NL.
5. Masahiko Sugiura, Yasutada Tanabe, Shigeru Saito, Hideaki Sugawara, Keitaro Ohshio and Masahiro Kanazaki, "Hybrid Method of CFD and Prescribed Wake Model for Rotorcraft Aeroacoustics and Aerodynamics Prediction," 38th European Rotorcraft Forum, September 4-6, 2012, Amsterdam, NL.
6. Noboru Kobiki, "Design and Performance Evaluation for Enhanced Active Tab Drive Mechanism installed in Mach scaled Model Blade," 38th European Rotorcraft Forum, September 4-6, 2012, Amsterdam, NL.
7. 田辺安忠：回転翼の空力弾性計算手法の考察、第50回飛行機シンポジウム、新潟、2012年11月5-7日。
8. 小曳 昇：マッハ・スケールした風洞試験模型ブレード用改良型アクティブ・タブ機構の設計と性能評価、第50回飛行機シンポジウム、新潟、2012年11月5-7日。
9. 菅原瑛明、田辺安忠：アクティブ・フラップによるロータ騒音低減効果の予測、第50回飛行機シンポジウム、新潟、2012年11月5-7日。
10. 杉浦正彦、田辺安忠、菅原瑛明：ヘリコプタのBVI騒音予測に向けた規定後流モデルとCFDのハイブリッド手法の構築、第50回飛行機シンポジウム、新潟、2012年11月5-7日。
11. 大塩慧太郎、杉浦正彦、田辺安忠、菅原瑛明、金崎雅博：ブレードと渦の干渉による渦の減衰モデルの構築について、第50回飛行機シンポジウム、新潟、2012年11月5-7日。
12. Keitaro Ohsio, Masahiko Sugiura, Yasutada Tanabe, Hideaki Sugawara and Masahiro Kanazaki, "Vortex Dissipation Due to Airfoil-Vortex Interaction," APISAT2012, Jeju, Korea, Nov. 14, 2012.
13. 糸賀紀晶：ヘリコプタの地面効果に対するCFDの適用、第8回防衛用ヘリコプタ研究部会研究会、平成24年6月18日。
14. 下斗米理、糸賀紀晶、井星正氣：構造物近傍でホバリングするヘリコプタロータに対する横風方向の影響について、日本航空宇宙学会第50回飛行機シンポジウム、平成24年11月5日。
15. 川上賢太郎、井星正氣、糸賀紀晶、玉井一弥、藤橋和之：テールロータ後流の干渉を受けるメインロータの空力性能、日本航空宇宙学会第50回飛行機シンポジウム、平成24年11月5日。
16. 沖田理香、糸賀紀晶、井星正氣：艦艇甲板上におけるヘリコプタロータに対する着艦位置の影響、日本航空宇宙学会第50回飛行機シンポジウム、平成24年11月5日。
17. BK117ヘリコプタ性能向上型メイン・トランスミッションの開発とドライラン試験著者：赤堀広文、薄健二、山内智裕、中川正信、西田徹(第50回飛行機シンポジウム)

日本ヘリコプタ協会規約

施行 平成元年12月15日
改正 平成10年7月 6日
改正 平成12年6月22日
改正 平成15年7月 3日
改正 平成18年4月28日
改正 平成21年8月4日
改正 平成22年4月24日

第1章 総 則

(名 称)

第1条 本組織は『日本ヘリコプタ協会 (Japan Helicopter Society)』(以下「本協会」という)と称する。

(目 的)

第2条 本協会は、広くヘリコプタ及び垂直離着陸飛行の発展に寄与するため、AHSI (American Helicopter Society International) の日本支部 (Japan Chapter of the AHSI) として、ヘリコプタ並びに垂直離着陸飛行に関する基礎研究、試験、開発、製造、維持、運航並びに広報等、全ての分野にわたる活動の活性化、情報収集の効率化、会員相互の親睦・共生、国際交流の実をあげることを目的とする。

(管理機構)

第3条 本協会の管理運営機構は理事会及び幹事会とする。

理事会はAHSIの基本目的、本規約、並びに本協会全体の運営方針に関わる事項を統括する。各担当常任理事は、担当範囲の年間事業計画を策定し執行する。各担当幹事は、担当常任理事の事業執行を補佐する。

本協会の事務局は、会長が指名する機関内におく。

第2章 会 員

(会員の資格)

第4条 本協会は、日本在住のAHSIの正会員、学生会員、法人会員、教育法人会員、並びに本協会の賛助会員他をもって構成する。

(会員の分類)

第5条 本協会の個人会員は、正会員、学生会員、賛助会員、及び名誉会員、法人会員は一般法人会員、教育法人会員、及び賛助法人会員からなる。

- ① 正会員は、AHSI 会員の資格を有するものおよび本協会に入会申込書を提出し理事会で承認をえたもの。
- ② 学生会員は、AHSI 会員の資格を有するものおよび本協会に入会申込書を提出し理事会で学生会員として認められたもの。
- ③ 一般及び教育法人会員は、AHSI 会員の資格を有するものおよび本協会に入会申込書を提出し理事会で夫々一般及び教育法人会員として認められた法人。
- ④ 賛助会員並びに賛助法人会員は、本協会の目的に賛同し本協会の活動を賛助する個人並びに法人。
- ⑤ 名誉会員は、所定の審査の結果、本協会の目的達成及び推進に特に顕著な功績があつて、名誉会員として遇するに相応しいと認められたもの。

(加入及び脱会)

第6条 前条の各号に該当し、入会を希望するものは所定の申込書を、会長に提出し、理事会の承認を得なければならない、また、脱会を希望するものは所定の脱会届を、会長に提出しなければならない。

(除名)

第7条 本協会は、会員が本協会の目的に反するような行為があったと認められる場合、理事会で審議のうえこれを除名することができる。

(会員の権利)

第8条 会員は、会のすべての事項に参画する権利及び均等の取扱いをうける権利を持つ。

(会員の義務)

第9条 会員は、次の義務を負う。

- ① 当規約及び総会、理事会で定められた事項に従うこと。

第3章 役員

(役員)

第10条 本協会には、次の役員をおく。

会長	(PRESIDENT)	1名	
副会長	(VICE PRESEDENT)		2名
常任理事	(MANAGEING DIRECTOR)	若干名	
理事	(DIRECTOR)		若干名
監査役	(AUDITOR)		若干名
幹事長	(PROGRAM CHAIRMAN)	1名	
幹事	(MANAGER)		若干名
メンバーシップ担当	(MEMBERSHIP /CHAIRMAN)	1名	
リエゾン担当	(LIAISON MANAGER)	若干名	

尚、名誉顧問(ADVISER EMERITUS)、顧問(ADVISER)をおくことができる。

(選任)

第11条 常任理事及び理事、監査役は、前期役員が候補者を推薦し、会員の選挙又は総会の承認を得てこれを決定する。

会長、副会長は、常任理事および理事の互選による。

幹事長、メンバーシップ担当並びにリエゾン担当の委嘱は会長が行う。

幹事は理事会が推薦し会長が任命する。

名誉顧問および顧問は、会長、副会長経験者から構成される。名誉顧問または顧問は、理事会での承認をもってこれを承認する。また、会長、副会長経験者でない場合、特別に会長の推薦があった場合にはこれを認める。

なお、任期中に役員に欠員が生じた場合の後任者の選任は、その都度、理事会の合議によって決定し、常任理事の場合には総会で承認する。

(任期)

第12条 役員任期は、2ヵ年とする。なお、副会長に関しては2名のうち1名を1年毎に交互に選出される。

但し、前条、後任役員任期は前任者の残りの期間とする。

(職務)

第13条 役員は下記の職務を遂行する。

- ① 会長は、本協会を代表して、会務を統括し、会の運営に対する一切の責任を負う。

会長は総会、理事会の議長となる。

② 副会長は、会長を補佐し、会長事故あるときは、その職務を代行する。なお、2名のうちどちらかの副会長がメンバーシップ担当を受け持つ。また、副会長は次期会長の候補となる。

常任理事、理事は、理事会を構成し、本協会の運営に関わる基本的事項を決定する。

③ 常任理事には、次の担当を設ける。

- ・ 総務担当
- ・ 企画担当
- ・ 編集担当
- ・ 広報担当
- ・ 国際担当
- ・ 行事担当

④ 各担当常任理事は付表1に定める担当ごとの職務を担当幹事と共に遂行し、本協会の運営につき、会長並びに理事会を補佐する。

⑤ メンバーシップ担当(副会長)は、会員の増加に関する基本施策を立案遂行すると共に、会員名簿を維持管理する。

⑥ リエゾン担当は、国内における外部関係機関との情報交換、協力関係の強化に努める。

⑦ 幹事長は、総務担当常任理事を補佐し、本協会の運営に関して、担当常任理事の決定した基本事項を具体化し遂行する。また、幹事会を主催し、各担当常任理事との調整を行う。

⑧ 幹事は、幹事長より指示された業務を行う。

⑨ 監査役は本協会の会計が適正に行なわれていることを監査する。

⑩ 名誉顧問および顧問は、会の運営に関して意見を具申する。また、顧問は担当常任理事の相談役として常任理事をかねることができる。

(理事会)

第14条 理事会は、必要に応じて、会長がこれを招集する。顧問、名誉顧問は、理事会に出席できるが、議決に参加はできない。理事会の議決は、全常任理事・理事の過半数を持って成立する。

(幹事会)

第15条 幹事会は、必要に応じ、幹事長がこれを招集する。リエゾン担当は、幹事会に出席できるが、議決には参加できない。幹事会の議決は、全幹事の過半数を持って成立する。

(内規)

第16条 本協会の運営に内規を必要とする場合は理事会の決議によりこれを定める。

第4章 総会及び行事

(総会)

第17条 総会は、本協会の最高決議機関であり、会員全員をもって構成し、原則として新年度に入ってから3ヶ月以内に会長が招集し、次の事項を協議するものである。ただし、理事会が必要を認めたとき、また会員の総数3分の1以上のものが、議題を明示して請求したときは、会長は臨時に総会を招集しなければならない。

- ① 役員を選出並びに解任
- ② 規約の改廃
- ③ 予算及び決算
- ④ その他役員が発案し、理事会で必要と認めた事項
- ⑤ 会員からの提案事項

総会は、会員の過半数の出席又は委任状がなければ成立しない。

総会の決議は出席した会員の多数決による。議長は、賛否同数の場合のみ決議に加わることができる。

(行事)

第18条 本協会は、理事会の承認を得て、研究会・講演会を開催するほか、本協会の目的に沿った各種の行事を行うことができる。

第5章 会計

(会の経費)

第19条 本協会の経費は、賛助会費、臨時会費及び寄付金他をもってあてる。

(会費)

第20条 会費の徴収は、次により行う。

- ① 賛助会費は、年額1口 10,000円以上の賛助会費を納入する。原則として新年度に入ってから3ヶ月以内にこれを徴収する。
- ② 臨時会費は、理事会の決議により、必要に応じ適宜徴収する。

(会計年度)

第21条 本協会の会計年度は毎年4月1日から翌年3月31日までの1ヵ年とする。

(会計)

第22条 本協会の会計は、総務担当常任理事／幹事が担当して行う。

会計は監査役の監査を経た上で、定期総会に会計報告を行い、承認を得るものとする。

第6章 附則

(効力)

第23条 当規約は、平成元年12月15日から効力を発するものとする。

以上

付表1 担当常任理事における職務（なお、各項目については適宜見直す）

担 当	職 務
総務担当	<ul style="list-style-type: none"> ● 総会、理事会、定例研究会、特別講演会及び臨時委員会等の開催の事前通知ないし、これらの会議についての議事録を作成し保存する。 ● 本協会の会計記録を保存し、資産の安全保管の責任を負う。 ● 本規約が、明示又は暗示に規定するその他の職務、或は会長又理事会から付託された業務を遂行する。 ● 表彰を取り扱う。 ● その他
企画担当	<ul style="list-style-type: none"> ● 年間の行事を立案する。 ● 協会のホームページの作成を助言する。 ● 各種イベントを企画（臨時組織、特別広報企画等）する。 ● 各種情報発信を企画する。（アーカイブス、臨時委員会、広報活動等） ● 人物紹介の記事等を取りまとめる。 ● その他
編集担当	<ul style="list-style-type: none"> ● HP の作成に協力する。 ● 年1回会報を作成する。 ● 発信情報（アーカイブス）を作成する。 ● 年間の発表論文を” e-Library” 化する。 ● その他
広報担当	<ul style="list-style-type: none"> ● HP を作成し運営する。 ● 対外的な関係を構築する。 ● 広告を募集する。 ● 寄付を募る。 ● 国内における教育機関との関係を構築する。 ● その他
国際担当	<ul style="list-style-type: none"> ● AHSI 対応 ● 海外対応 ● その他
行事担当	<ul style="list-style-type: none"> ● HeliJapan 国際会議 ● IHST 参加 ● その他

2013年度賛助会員名簿



[法人賛助会員名簿]

No.	名 称	口数	代表者・所属(役職)	連 絡 先
1	(株) アイ・ティー・シー・ アエロスペース	1	中山 智夫 代表取締役社長	〒104-0033 東京都中央区新川1-3-2 NAXビル7階 電話：03-3555-3621 FAX：03-3555-3627
2	朝日航洋 (株)	1	高岡 信 常務取締役 航空事業本部長	〒136-0082 東京都江東区新木場4丁目7番41号 東京ヘリポート内 電話：03-3522-0647 FAX：03-3522-1853
3	川崎重工業 (株)	5	小牧 博一 航空宇宙カンパニー 技術本部長	〒504-8710 岐阜県各務原市川崎町1 電話：0583-82-2246 FAX：0583-82-6320
4	静岡エアコミュータ (株)	1	三輪 徳泰 代表取締役社長	〒420-0902 静岡県静岡市諏訪8-10 静岡ヘリポート内 電話：054-265-6611 FAX：054-265-6166
5	(株) 島津製作所	1	石井 岳 航空機器事業部 技術部 部長	〒604-8511 京都市中央区西ノ京桑原町1 電話：075-823-1375 FAX：075-823-1472
6	(株) ジーエイチクラフト	1	木村 学 代表取締役社長	〒412-0048 静岡県御殿場市板妻733 電話：0550-89-8680 FAX：0550-89-8682
7	(株) ジャムコ	1	星野 信也 カンパニープレジデント 常務取締役	〒181-8571 東京都三鷹市大沢6-11-25 電話：0422-33-1321 FAX：0422-33-1444
8	新東亜交易 (株)	1	日高 弦也 航空・艦船部 航空第二課長	〒100-8383 東京都千代田区丸の内3-2-3 電話：03-3286-0351 FAX：03-3213-2405
9	セントラルヘリコプター サービス (株)	1	新井 努 代表取締役社長	〒480-0297 愛知県西春日井郡豊山町 県営名古屋空港内 電話：0568-39-1191 FAX：0568-39-1173
10	(株) ダイセル	1	阿部 隆 特機事業部開発部部長代理	〒100-6077 東京都港区港南2-18-1 JR品川イーストビル 電話：03-6711-8231 FAX：03-6711-8238
11	(株) タクト・ワン	1	富塚 昌孝 代表取締役	〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷5-20-11 第一シルバービル301 電話：03-3356-0649 FAX：03-3356-8769
12	多摩川精機販売 (株)	1	小池 弘晃 開発営業本部 特機営業部 次長	〒144-0054 東京都大田区新蒲田3-19-9 電話：03-3731-2131 FAX：03-3738-3134
13	中菱エンジニアリング (株)	3	山崎 勝也 取締役社長	〒453-0862 愛知県名古屋市中村区岩塚町 字九反所60-1 電話：052-612-8071 FAX：052-614-0046
14	テクノプレーン (株)	1	加藤 利孝 代表取締役社長	〒504-0814 岐阜県各務原蘇原興亜町1-17-1 電話：058-371-3443 FAX：058-371-2738
15	ナビコムアビエーション (株)	1	玉中 宏明 代表取締役 社長	〒102-0072 東京都千代田区飯田橋3-4-4 第5田中ビル9F 電話：03-3265-6747 FAX：03-3265-6748
16	日本エアロスペース (株)	1	谷村 仁司 代表取締役社長	〒107-0062 東京都港区南青山1-1-1 新青山ビル西館20階 電話：03-5785-5970(代表) FAX：03-5785-5964
17	(株) 日立国際電気	1	竹永 浩太郎 特機事業部 営業本部長	〒101-8980 東京都千代田区外神田4-14-1 (秋葉原UDXビル11F) 電話：03-3365-9162 FAX：03-3365-9165
18	富士重工業 (株)	5	滝川 三左男 航空宇宙カンパニー 航空機設計部部長 (ヘリコプター技術)	〒320-8564 栃木県宇都宮市陽南1丁目1-11 電話：028-684-7528 FAX：028-684-7600
19	古河電池(株)	1	酒井 宏明 情報通信営業部 宇宙航空グループ 主任	〒141-0021 東京都品川区上大崎4-5-37 (本多電機ビル3F) 電話：03-3492-2972 FAX：03-3492-2973

20	古野電気 (株)	1	森高 義雄 航空・防衛事業部長	〒662-8580 兵庫県西宮市芦原町9-52 電話：0798-63-1052 FAX：0798-63-1061
21	ベストテック (株)	1	江場 修 代表取締役社長	〒460-0015 名古屋市中区大井町3番15号 日重ビル8F 電話：052-321-8755 FAX：052-321-8758
22	三井物産エアロスペース (株)	1	大高 栄治 カスタマーサポート部 第一室 室長	〒105-0011 東京都港区芝公園2-4-1 芝パークビルA-12階 電話：03-3437-8761 FAX：03-3437-8775
23	三菱重工業 (株)	5	勝田 茂 航空宇宙事業本部 防衛航空機事業部 ヘリコプタ技術部 部長	〒455-8515 愛知県名古屋港区大江町10 電話：052-611-8006 FAX：052-611-6426
24	三菱商事 (株)	1	今泉 茂徳 船舶・宇宙航空事業本部 宇宙航空ユニット マネージャー	〒100-8086 東京都千代田区丸の内2-6-1 パークビルディング 電話：03-3210-4299 FAX：03-3210-4806
25	三菱プレシジョン (株)	1	練尾 正美 鎌倉事業所 シミュレーションシステム第二部長	〒247-8505 神奈川県鎌倉市上町屋345 電話：0467-42-5650 FAX：
26	ヤマハ発動機 (株)	1	坂本 修 事業開発本部 UMS事業推進部 開発部 部長	〒438-8501 静岡県磐田市新貝2500 電話：0538-32-1170 FAX：0538-37-4259
27	ユーロコプタージャパン (株)	5	保坂 淳一 営業企画部	〒107-6119 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー19F 私書箱78号 電話：03-5414-3408 FAX：03-5414-3328
28	横河電機 (株)	1	新川 明義 航空宇宙・特機事業部 防衛営業本部 副本部長	〒180-8750 東京都武蔵野市中町2-9-32 電話：0422-52-5663 FAX：0422-52-5946

[個人賛助会員名簿]

No.	氏 名	口数
1	明石 稔	1

日本ヘリコプタ協会 2013年度役員名簿



JHS 役職	氏名	所属先
会 長 (兼) IHST 検討委員会	井星 正氣	防衛大学校 システム工学群 航空宇宙工学科 教授
副 会 長 (兼) メンバーシップ担当	滝川 三左男	富士重工業 (株) 航空宇宙カンパニー 航空機設計部 部長 (ヘリコプター技術)
副 会 長	小塩 和典	川崎重工業 (株) 航空宇宙カンパニー 技術本部 ヘリコプタ設計部 部長
常任理事 (総務担当) (兼) 幹事長	糸賀 紀晶	防衛大学校 システム工学群 航空宇宙工学科 准教授
常任理事 (企画担当)	勝田 茂	三菱重工業 (株) 航空宇宙事業部 防衛航空機事業部ヘリコプタ技術部 部長
常任理事 (編集担当)	浅原 昭夫	日本飛行機 (株) 航空宇宙機器事業部 営業部 部長付 防衛営業アドバイザー
常任理事 (広報担当)	滝川 三左男	富士重工業 (株) 航空宇宙カンパニー 航空機設計部 部長 (ヘリコプター技術)
常任理事 (国際担当)	青山 剛史	宇宙航空研究開発機構 航空本部 数値解析技術研究グループ 空力・音響セクションリーダー (兼) 機体システム研究グループ 回転翼機セクションリーダー
理事	安田 邦男	日本大学 理工学部 航空宇宙工学科 教授
理事	伊藤 健	防衛省 技術研究本部 技術開発官付 第1開発室2等陸佐
理事	竹内 繁吉	ユーロヘリコプタージャパン (株) 業務本部 技術部 部長代理 主席
理事 (兼) IHST 検討委員会	鷺田 修	朝日航洋 (株) 航空事業本部 整備統括部 技術室長代理
理事	富塚 昌孝	タクトワン (株) 代表取締役
理事	坂本 修	ヤマハ発動機 (株) 事業開発本部 UMS 事業推進部 開発部 部長
理事	八巻 健一	富士重工業 (株) 航空宇宙カンパニー 航空機設計部 課長 (ヘリコプター技術)
監査役	田辺 安忠	宇宙航空研究開発機構 航空本部 機体システム研究グループ 回転翼機セクション 主任研究員
幹事 (国際担当)	小曳 昇	宇宙航空研究開発機構 航空本部 機体システム研究グループ 回転翼機セクション 主任研究員
幹事 (企画担当)	山口 学	三菱重工業 (株) 航空宇宙事業本部 防衛航空機事業部 ヘリコプタ技術部 計画課 主任

幹事	長谷川 泰通	川崎重工（株）航空宇宙カンパニー 技術本部 技術企画管理部 技術情報課 基幹職
幹事（広報担当）	山岸 保司	富士重工（株）航空宇宙カンパニー 航空機設計部ヘリコプター設計課 主事
幹事（編集担当）	松下 博彦	（株）エアロパートナーズ 業務部 顧問
幹事	藺牟田 和久	防衛省 海上自衛隊 第51航空隊 訓練指導隊 課程教育班長
幹事	豊丸 建二	（株）ジャムコ 航空機整備カンパニー
幹事	響庭 昌行	防衛省 技術研究本部
幹事	奥野 善則	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 サブマネージャ
幹事	砂田 茂	大阪府立大学 工学部 宇宙航空工学科 准教授

JHS 役職

リエゾン担当

	氏名	所属先
全日本航空事業連合会 ヘリコプタ部会	鷺田 修	朝日航洋（株）航空事業本部 整備統括部 技術室長代理
日本航空医療学会	西川 渉	日本航空医療学会理事 NPO 法人救急ヘリ病院ネットワーク（HEM-Net）理事
日本航空宇宙学会	青山 剛史	宇宙航空研究開発機構 航空本部 数値解析技術研究グループ 空力・音響セクションリーダー （兼）機体システム研究グループ 回転翼機セクションリーダー
経産省（SJAC）	上村 誠	（株）ナスカ 取締役
国交省（IHST）	町田 茂	宇宙航空研究開発機構 航空本部 運航システム・安全技術研究グループ 研究領域リーダー
国交省（IFR 研究会）	奥野 善則	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 サブマネージャ
厚生労働省 （ドクターヘリ）	長尾 牧	朝日航洋（株）運航統括部 統括部長
文科省 （航空科学委員会）	齊藤 茂	宇宙航空研究開発機構 航空本部 事業推進部 特任担当役
防衛省 （防衛技術協会）	長島 知有	防衛大学校 名誉教授
総務省（消防庁） （防災ヘリ）	鷺田 修	朝日航洋（株）航空事業本部 整備統括部 技術室長代理
日本操縦士協会		
ヘリポート研究会		
日本女性航空協会		
日本航空協会		

顧問

名誉顧問	東 昭	東京大学 名誉教授
名誉顧問	義若 基	AHS 日本支部
顧問 (総務担当)	牧野 健	AHS 日本支部
顧問 (企画担当)	佐藤 晃	三菱重工業 (株) 航空宇宙事業部 防衛航空機事業部ヘリコプタ技術部
顧問 (編集担当)	長島 知有	防衛大学校 名誉教授
顧問 (広報担当)	上村 誠	(株) ナスカ 取締役
顧問 (国際担当)		
顧問 (国際担当) (兼) AHS 本部 Regional Directors	平本 隆	帝京大学 理工学部 教授 航空宇宙工学科 学科長
顧問 (国際担当) (兼) AHS 本部技術委員 (兼) AHS 本部 Regional Vice Presidents	齊藤 茂	宇宙航空研究開発機構 航空本部 事業推進部 特任担当役
顧問	井口 敦雄	MHI エアロスペースシステムズ株式会社 取締役
顧問	大林 秀彦	AHS 日本支部
顧問	河内 啓二	東京大学 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 名誉教授
顧問	小林 孝	三菱重工業株式会社 名古屋誘導推進システム製作所 特別顧問
顧問	高木 淳二	AHS 日本支部
顧問	西川 渉	日本航空医療学会理事 NPO 法人救急ヘリ病院ネットワーク (HEM-Net) 理事
顧問	古澤 正人	セントラルヘリコプターサービス (株) 顧問
顧問	三宅 司朗	宇宙航空研究開発機構
顧問	山野 豊	ユーロコプター 理事, アドバイザー 航空医療学会 理事, 評議員 NPO 法人救急ヘリ病院ネットワーク (HEM-Net) 理事

日本ヘリコプタ技術協会 略年表

年度	会報番号	会 長 (所属先当時)	総会/講演会	定例研究会、()内は、通算回数		特別講演会 等	AHS年次総会 等
				夏 季	冬 季		
1989	-	義若 基 (川崎重工)	12.15 航空会館[設立総会]	-	3.16 東大先端研 [第6回ヘリコプタ研究会]	3.13 川崎重工 -Prouty氏	義若 基氏-特別会員
1990	-		-	7.18 三菱重工(1)	2.16 幕張メッセ [第2回国際航空宇宙シンポジウム・ヘリコプタセッション]	10.5 帝国ホテル -Buckley氏	日本支部 会員増加数及び 会員増加率第1位(42名、49%)
1991	1		5.29 川崎重工本社	7.19 富士重工(2)	2.7 防大(3)	10.24-25 東大山上会館 -Schrage教授(ジョージア大)	日本支部 会員増加数及び 会員増加率第1位(15名、11.9%)
1992	2	牧野 健 (富士重工)	6.23 川崎重工本社	9.18 三菱重工(4)	2.5 山上会館(5)	12.4航空宇宙技術研究所 -Carlsorn氏(米陸軍ATCOM)	-
1983	3		6.18 富士重工本社	9.10 川崎重工(6)	2.15 山上会館(7)	7.6 健保会館 -フランスヘリコプタ技術 11.18 防大 -Hm教授(MIT)	日本支部 会員増加数第1位
1994	4	佐藤 晃 (三菱重工)	6.3 富士重工本社	7.22 陸自霞ヶ浦(8)	-	11.8 三菱重工横浜 -Gessow教授(メリーランド大) 11.11 総評会館機会学会 -「交通・物流から見た将来ヘリコプタ技術	-
1995	5		6.19 三菱重工本社	9.29 川崎重工(10)	2.23 防衛庁 3研(11)	11.2 三井物産 -Gaffety氏(ベル副社長)	-
1996	6	長島 知有 (防衛大学校)	5.17 三菱重工名航	10.4 富士重工(12)	2.14 川崎重工(13)	1.20 三菱重工本社 -Gaffey氏(ジョージア大)	-
1997	7		6.6 住友重機追浜	10.24 三菱電機(14)	1.23 陸自木更津(15)	-	-
1998	8	西川 涉 (地域航空総合研究所)	7.6 ソニー	10.2 富士重工(16)	2.19 東京ヘリポート(17)	4.21-23 Heli Japan98 岐阜県長良川国際会議場 12.22 日大 Wang氏(シコルスキー社)	OH-X設計チーム(技術/KHI) -Howard Hughes Award
1999	9		6.16 バイオニア	10.26 陸自明野(18)	3.23 東京ビッグサイト(19) [TA2000]	4.16 日大 -Rozhdestvensky(ミル社)	東 昭氏 東京大学名誉教授 -特別会員 義若 基氏-名誉会員 S-92開発チーム(MHI) -Robert Pinckney Award
2000	10	上村 誠 (川崎重工)	6.22 川崎重工本社	11.28 陸自立川	2.23 八尾空港(21)	1.23 川崎重工社 -Schmitz教授(メリーランド大)	牧野 健氏-特別会員 S-92開発チーム(MHI) -Agusta International Fellowship Award
2001	11	上村 誠 (日本航空宇宙工業会)	7.4 航技研	11.29 ヤマハ発動機(22)	2.28 東京ヘリポート(23)	1.28三菱重工本社 -Johnston氏(米陸軍)	大林 秀彦氏-特別会員
2002	12	高木 淳二 (富士重工)	6.28航空会館	-	3.13 宇都宮大学(24)	11.11-13 Heli Japan 2002 栃木県総合文化センター	定岡 庄治氏-会長特別賞 [ヘリ事始め50周年記念]
2003	13	高木 淳二 (宇都宮大学)	7.3 富士重工本社	10.31 電子航法研究所(26)	3.19 海上保安学校宇都宮分校(26)	-	佐藤 晃氏-名誉会員
2004	14	小林 孝 (三菱重工)	7.1 三菱重工本社	12.17 防衛庁 3研(27)	2.25 名古屋国際会議場(28) [ヘリコプタによる防災シンポ]	10.7JA2004ヘリコプタ・セミナー パシフィコ横浜	長島 知有 防衛大学校名誉教授-名誉会員 日本支部-会員数増
2005	15	井口 敦雄 (三菱重工)	7.19 グランドヒル市ヶ谷	12.16 三菱重工小牧(29)	-	8.31三菱重工本社 -Friedmann教授(ミシガン大)	-
2006	16	河内 啓三 (東京大学)	4.28 三菱重工横浜ビル	10.3 JAXA調布航空宇宙センター(30)	3.15 山上会館(31)	11.5-17Heli Japan 06 名古屋国際会議場 11.13 JAXA 調布航空宇宙センター -Philippe氏(元ONERA) 2.7東大本郷キャンパス工学部 -Xia氏(南京航空航大)	丹羽 義之-特別会員
2007	17		7.17 東京大学先端科学技術研究センター	11.20 防衛大学校(32)	-	-	-

2008	18	平本 隆 (富士重工)	7.1 東京大学 山上会館	-	4.17 恵比寿スパルビル(33)	7.23 JAXA 調布航空宇宙センター -Dr.Hongvi Xu(カナダ航空宇宙研究所) 10.3航空会館 -Dr.James M.Wang(アグスタ・ウエストラント)	-
2009	19		8.4 三菱重工	-	-	-	IHST検討委員会発足 Heli Japan2010準備委員会発足
2010	20	齊藤 茂 (宇宙航空研究開発機構)	4.26 JAXA 調布航空宇宙センター	9.27 東京スポーツ文化会館(34)	-	11.1-3 HeliJapan2010 大宮ソニックシティ	IHST検討委員会
2011	21		6.17 JAXA 調布航空宇宙センター	10.31 三菱重工(35)	-	2.12-15 2012 1st AARF Busan,Korea	AHS事務局長 Mr. R. Flater氏引退 Mike Hirschberg氏就任 東 昭 東京大学名誉教授-名誉会員
2012	22	井星 正氣 (防衛大学校)	6.15 航空会館	10.18海上自衛隊横須賀地方総監部 (36)	3.8 ヤマハ発動機(37)		

<個人会員申込書>

正会員及び学生会員(年会費:無料)

: AHSインターナショナル会員の資格を有し、本協会に入会申込書を提出し理事会で承認を得た方。



日本ヘリコプタ協会 個人会員申込書

年 月 日

※のある欄は必須項目です。

基本情報 姓名(ふりがな): ※ 会員区分: ※ 個人正会員 個人学生会員 生年月日(西暦): 性別: 男性 女性
所属先情報 (学生会員での入会の場合は、在籍校に関する情報をご記入下さい) 所属先名: ※ 部署名: ※ 役職: 郵便番号: ※ 住所: ※ TEL: ※ FAX: E-mail: ※
連絡先情報 (所属先と同じ場合、ご記入の必要はございません) 郵便番号: ※ 住所: ※ TEL: ※ FAX: E-mail: ※

日本ヘリコプタ協会は、個人情報の保護に関する法律(以下、「個人情報保護法」といいます。)を尊重し、本会規約(<http://www.helijapan.org>に掲載)に定められた本会の目的に沿い、目的の達成に必要な範囲内で個人情報を提供して頂きます。会員の個人情報は、本会定款に則った目的の達成に必要な範囲内において利用します。但し、個人情報保護法第16条第3項に規定する場合は除きます。会員の個人情報は本会の管理体制のもとに保管し、個人情報を正確かつ最新の状態で管理・維持に努めます。個人情報への不正アクセス、破壊、改ざん、漏洩の防止のために適切な措置を講じます。本人の同意がある場合、または個人情報保護法第23条第1項に規定する場合は除き、第三者に個人情報を開示または提供しません。保有する個人情報の開示、訂正または削除につきましては、メールまたはファクスにて本会事務局までご連絡下さい。

送り先)

〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20
防衛大学校 システム工学群 航空宇宙工学科 ヘリコプタ工学分野内
日本ヘリコプタ協会 事務局 糸賀紀晶
TEL: 046-841-3810 FAX: 046-844-5904
E-mail: kqitoga@nda.ac.jp

賛助会員（年会費：10,000円（一口あたり））

：本協会の目的に賛同し、本協会の活動を支援していただける方。



日本ヘリコプタ協会 賛助会員申込書

年 月 日

区分 (該当するほうに○)	法人 ・ 個人 新規 ・ 継続
団体（会社）名	
氏名* 役職	
連絡先* 住所 TEL FAX	〒
入会口数	口（ 万円/1口=1万円）
備考 (連絡事項等)	

*法人賛助会員は代表者の氏名・連絡先等をご記入下さい。

本申込書を事務局宛送付頂き、同時に下記へ会費をお振り込み下さい。
(領収書がご入用の場合は、備考欄にてご指示ください)

会費振込先： 三菱東京UFJ銀行 三鷹支店（普通預金）
口座番号： 0086060
口座名義人： 日本ヘリコプタ協会 会長 井星 正氣

〒239-8686
神奈川県横須賀市走水 1-10-20
防衛大学校 システム工学群 航空宇宙工学科 ヘリコプタ工学分野内
日本ヘリコプタ協会 事務局 糸賀紀晶
TEL：046-841-3810
FAX：046-844-5904
E-Mail：kqitoga@nda.ac.jp

<法人会員申込書>

一般法人会員及び教育法人会員(年会費:無料)

: AHSインターナショナル会員の資格を有し、本協会に入会申込書を提出し理事会で承認を得た方。



日本ヘリコプタ協会 法人会員申込書

年 月 日

※のある欄は必須項目です。

基本情報		
会員区分:※	一般法人会員	教育法人会員
団体(会社)名:※		
代表者氏名:※		
連絡先情報		
郵便番号:※		
住所:※		
TEL:※	FAX:※	

日本ヘリコプタ協会は、個人情報の保護に関する法律(以下、「個人情報保護法」といいます。)を尊重し、本会規約(<http://www.helijapan.org>に掲載)に定められた本会の目的に沿い、目的の達成に必要な範囲内で個人情報を提供して頂きます。会員の個人情報は、本会定款に則った目的の達成に必要な範囲内において利用します。但し、個人情報保護法第16条第3項に規定する場合は除きます。会員の個人情報は本会の管理体制のもとに保管し、個人情報を正確かつ最新の状態で管理・維持に努めます。個人情報への不正アクセス、破壊、改ざん、漏洩の防止のために適切な措置を講じます。本人の同意がある場合、または個人情報保護法第23条第1項に規定する場合を除き、第三者に個人情報を開示または提供しません。保有する個人情報の開示、訂正または削除につきましては、メールまたはファクスにて本会事務局までご連絡下さい。

送り先)

〒239-8686 神奈川県横須賀市走水1-10-20
防衛大学校 システム工学群 航空宇宙工学科 ヘリコプタ工学分野内
日本ヘリコプタ協会 事務局 糸賀紀晶
TEL: 046-841-3810 FAX: 046-844-5904
E-mail: kqitoga@nda.ac.jp

賛助法人会員（年会費：10,000円（一口あたり））

：本協会の目的に賛同し、本協会の活動を支援していただける方。



日本ヘリコプタ協会 賛助会員申込書

年 月 日

区分 (該当するほうに○)	法人 ・ 個人 新規 ・ 継続
団体（会社）名	
氏名* 役職	
連絡先* 住所 TEL FAX	〒
入会口数	口（ 万円/1口=1万円）
備考 (連絡事項等)	

*法人賛助会員は代表者の氏名・連絡先等をご記入下さい。

本申込書を事務局宛送付頂き、同時に下記へ会費をお振り込み下さい。
(領収書をご入用の場合は、備考欄にてご指示ください)

会費振込先： 三菱東京UFJ銀行 三鷹支店（普通預金）
口座番号： 0086060
口座名義人： 日本ヘリコプタ協会 会長 井星 正氣

〒239-8686

神奈川県横須賀市走水 1-10-20

防衛大学校 システム工学群 航空宇宙工学科 ヘリコプタ工学分野内

日本ヘリコプタ協会 事務局 糸賀紀晶

TEL：046-841-3810

FAX：046-844-5904

E-Mail：kqitoga@nda.ac.jp

<AHSインターナショナル会員申込書>

この用紙に書き込んでFAXで送付すれば入会できます。また、AHSインターナショナルのホームページ(<http://www.vtol.org/>) からオンラインでの申込みもできます。不明の点があれば、事務局もしくはお近くの幹事までお問い合わせください。



AHS Membership Application

To become a member of the American Helicopter Society please submit this form with your annual dues payment. Your membership will begin the day your payment is received and processed.

AHS Annual Dues	United States	International Member*	Total
Regular Member	\$65.00	\$85.00	
Regular Member Age 30 & Under **	\$40.00	\$60.00	
Retired over 60 **	\$35.00	\$55.00	
Active Military	\$35.00	\$55.00	
Student Member	\$25.00	\$45.00	
Journal of the AHS Print Only (optional)	\$45.00	\$65.00	
Journal of the AHS Online Only (optional)	\$45.00	\$45.00	
Journal of the AHS Print & Online (optional)	\$50.00	\$70.00	
Journal Online (All Other Back Issues) ***	\$20.00	\$20.00	
VFF Contribution-Voluntary	\$25.00	\$25.00	

* International Costs Include Mailing

** Birth date required

*** Standard Online Publication must be purchased with back issues

(To be eligible for student dues you must be a full-time student for the upcoming school year and include the name of your school. Students receiving full pay and allowances are not entitled to this rate.)

Name (Prefix, First, Middle Initial, Last, Suffix): _____

Street Address: _____

City, State, Country, Zip: _____

Telephone # (office/home): _____ Fax #: _____

Employer/College: _____

Job Title: _____

Birthdate (mm/dd/yyyy): _____ Required for Retired over 60 and Age 30 & Under Membership

Email address: _____

Applicable AHS Dues: \$ _____ Sponsor: _____

Payment Information:

_____ MasterCard _____ Visa _____ American Express _____ Check _____ Total

Credit Card Number _____ Exp. Date: _____ SEC# _____

Applicant's Signature _____ Date: _____

Send Checks to:
American Helicopter Society
217 N. Washington Street
Alexandria, VA 22314

Attn: Liz Malleck, Director of Membership
AHS International
217 N. Washington Street, Alexandria, VA 22314
Tel: (703) 684-6777 FAX: (703) 739-9279 Liz@vtol.org | www.vtol.org



AHS International Student Membership Application

To become a student member of the American Helicopter Society International please submit this form with your annual dues payment. Your membership will begin the day your payment is received and processed.

Benefits of a student membership:

1. Vertical Flight Foundation Scholarship
2. The *Journal of the American Helicopter Society* provides an avenue for publishing papers
3. Networking opportunities for employment
4. Complimentary registration for student volunteers at the annual Forum in exchange for session attendance
5. Student Chapters increase knowledge, offers challenges and provides fun social activities
6. Student Design Competition and Lichten Competition Opportunities

AHS Annual Dues	United States	International Member*	Total
Student Member	\$25.00	\$45.00	
Journal of the AHS Print Only (optional)	\$45.00	\$65.00	
Journal of the AHS Online Only (optional)	\$45.00	\$45.00	
Journal of the AHS Print & Online (optional)	\$50.00	\$70.00	
Journal Online (All Other Back Issues) **	\$20.00	\$20.00	
VFF Contribution-Voluntary	\$25.00	\$25.00	

* International Costs Include Mailing

** Back Issues can not be purchased without a standard online subscription

(To be eligible for student dues you must be a full-time student for the upcoming school year and provide the name of the attending college or university. Students receiving full pay and allowances are not entitled to this rate.)

Name (Salutation, First, Middle Initial, Last): _____

Street Address: _____

City, State, Country, Zip: _____

Telephone # (school/home): _____ Cellular #: _____

College: _____ Required for Student Membership

Job Title: _____

Birth date (mm/dd/yyyy): _____

Email address: _____

Applicable AHS Dues: \$ _____ Sponsor: _____

Payment Information:

_____ MasterCard _____ Visa _____ American Express _____ Check

Credit Card Number _____ Exp. Date: _____

Applicant's Signature _____ Date: _____

Send Checks to:

American Helicopter Society
217 N. Washington Street
Alexandria, VA 22314

Attn: Liz Malleck, Director of Membership, AHS International
217 N. Washington Street, Alexandria, VA 22314
Tel: (703) 684-6777 FAX: (703) 739-9279 Liz@vtol.org | www.vtol.org



日本ヘリコプタ協会2013年度会報 第23号
Journal of the Japan Chapter of AHS International,
Vol.23

2013年7月12日発行

日本ヘリコプタ協会(A H S インターナショナル日本支部)
〒239-8686

神奈川県横須賀市走水 1-10-20
防衛大学校 システム工学群 航空宇宙工学科
ヘリコプタ工学分野内
日本ヘリコプタ協会 事務局

ホームページ: <http://www.helijapan.org/>