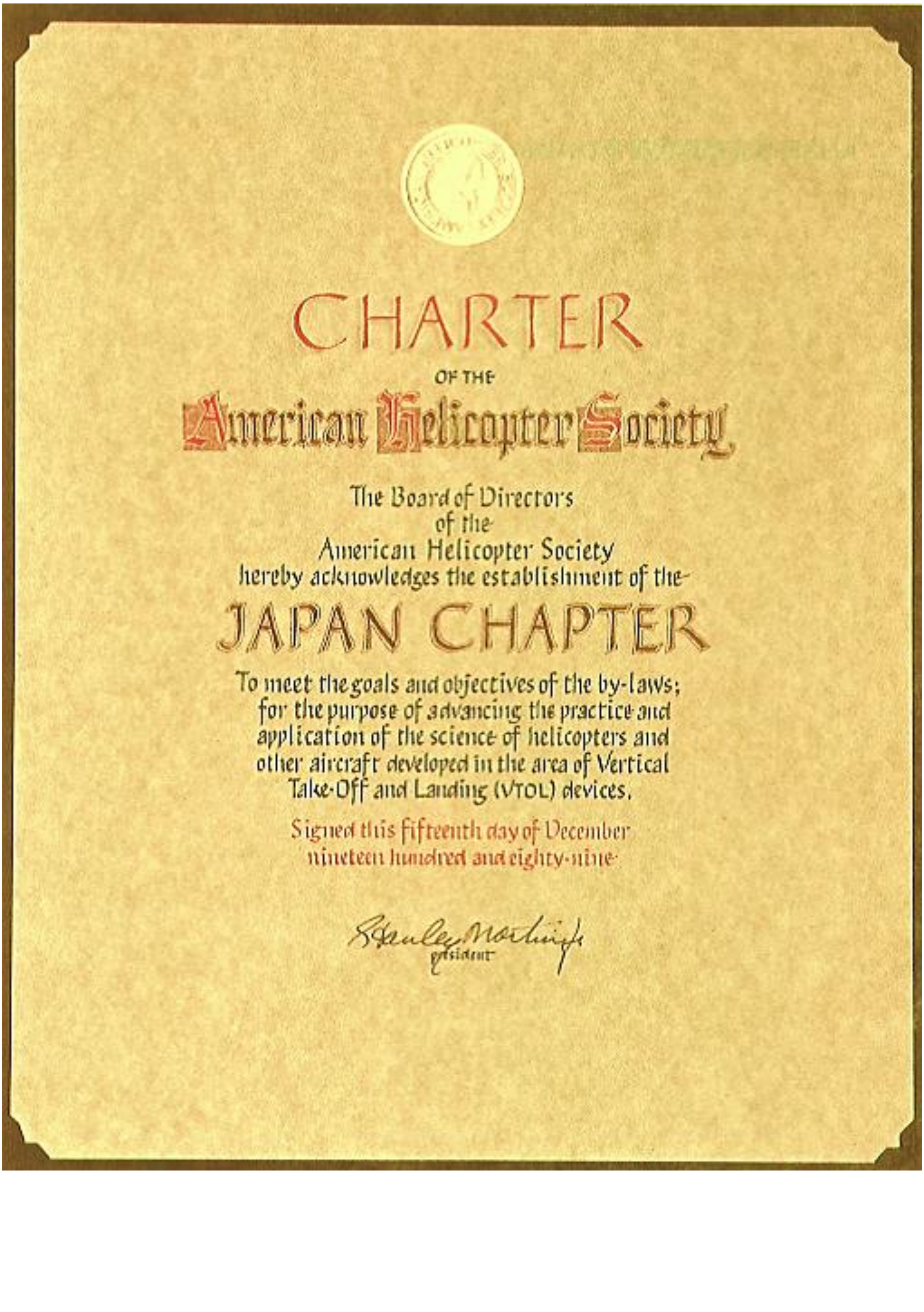
日本ヘリコプタ協会
2014年度会報

Journal of the Japan Helicopter Society

第24号、平成26年 5月
Vol.24, May 2014

日本ヘリコプタ協会
The Japan Helicopter Society

ＡＨＳ日本支部認定書



CHARTER

OF THE

American Helicopter Society

The Board of Directors
of the
American Helicopter Society
hereby acknowledges the establishment of the

JAPAN CHAPTER

To meet the goals and objectives of the by-laws;
for the purpose of advancing the practice and
application of the science of helicopters and
other aircraft developed in the area of Vertical
Take-Off and Landing (VTOL) devices.

Signed this fifteenth day of December
nineteen hundred and eighty-nine

president

目　　次

巻頭言

日本ヘリコプタ協会
第１３代会長　井星　正氣

中期防衛力整備計画では、哨戒ヘリコプタの整備や延命に加えて、輸送能力を巡航速度や航続距離等の観点から強化することを目指したティルトロータ機の新規導入や多用途ヘリコプタの在り方を検討の上、必要な措置を講ずることが示されている。防衛装備技術の危機が叫ばれて久しいが、防衛技術の安定的な基盤維持・向上という安全保障上の主要点を考慮した対応が採られることを切に望む次第である。これにはヘリコプタ関連機関の各分野における不断の努力が必要不可欠であることは言うまでもない。ほとんどの方がご存知と思われるが、この機会に先輩諸兄の努力が実を結びつつある民間分野での事例を是非ご紹介したい。国土交通省は伊豆諸島において防災関連等における飛行を目的とした小型航空機（おもに、ヘリコプタ）用のRNAV（Area Navigation、広域航法）経路の試行運用を開始することを公表した。この取組みには運航上の課題の抽出や管制運用に与える影響等を評価し、その結果を踏まえて適用地域を拡大していく予定であることが盛り込まれている。このような取組みから得られた課題に対しては研究開発が促進され、環境性を備えたヘリコプタの高性能化が実現されるとともに定時制や安全・安心が確保された運用面での高度化が可能となり、ヘリコプタの有用性がさらに広い分野にわたって活用されるという好循環が期待される。技術や運用面で国際競争力が強化されることを願う次第である。

さて、日本ヘリコプタ協会の活動の中で、講演会では技術や運用等に関する最新の情報発信にご協力頂いた関係各位に敬意を表するとともに、2年間の協会の運営にご協力・ご支援を賜りました会員各位に心からお礼申し上げます。2014年度からは新しい役員により日本ヘリコプタ協会の活動が始まります。今後も、日本ヘリコプタ協会の活動にご理解を頂き、一層のご支援ご鞭撻を賜りますことをお願いするとともに、ヘリコプタを介した社会貢献が益々推進されることを願っています。

日本ヘリコプタ協会
２０１３年度活動報告

1. 総会・講演会

- 日時：2013年7月12日（金）13:30～17:30
- 場所：ヴェルクよこすか
- 総会：
  1. 新年度役員の承認
  2. 前年度事業報告、会計報告等の承認
  3. 新年度事業計画等の承認
  4. AHS International Board of Directors' Meeting 参加報告　平本　隆氏（帝京大学）
- 講演会：
  1. 「消防防災航空隊の幕開け」前川　貞之氏（日本法制学会）
  2. 「これからのビジネスモデル：HUMS について」佐藤　晃氏（三菱重工業㈱）
  3. 「AHS 年会参加報告」　山岸　保司氏（富士重工業㈱）
和田　達也氏（三菱重工業㈱）
吉谷　伸一氏（川崎重工業㈱）
- 出席者：約40名

2. 理事会・幹事会

第1回理事会・幹事会

- 日時：2013年7月12日（金）10:30～12:30
- 場所：ヴェルクよこすか
- 議題：総会議題等の審議

第2回理事会・幹事会

- 日時：2014年3月14日（金）13:30～17:00
- 場所：川崎重工業㈱東京本社
- 議題：前回議事録、次期役員（案)、規約改正等の審議

3. 定例研究会

第38回定例研究会

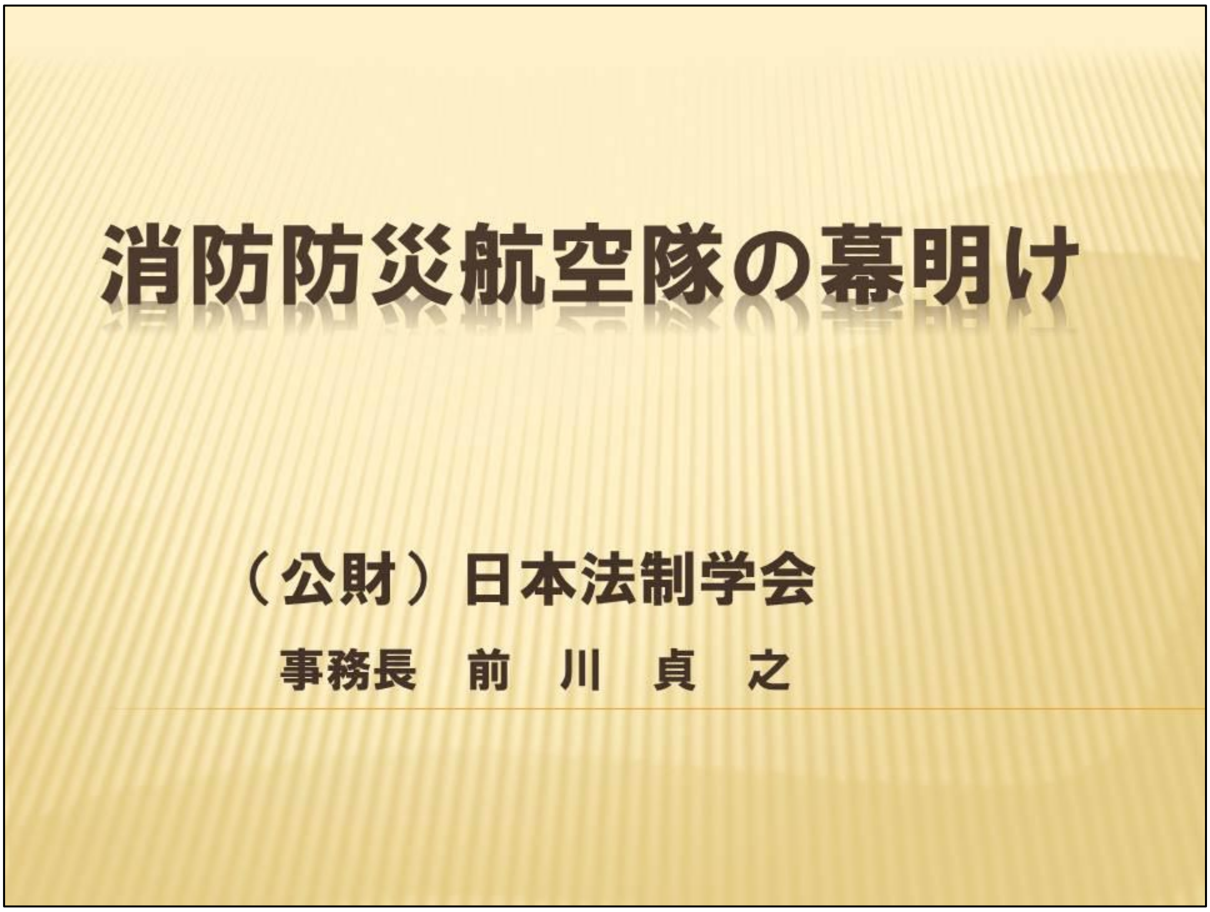
- 日時：2013年12月5日（木）13:30～15:10
- 場所：陸上自衛隊北宇都宮駐屯地
- 内容：航空学校宇都宮校所属「練習用ヘリコプタTH-480B」等の見学
- 出席者：約50名

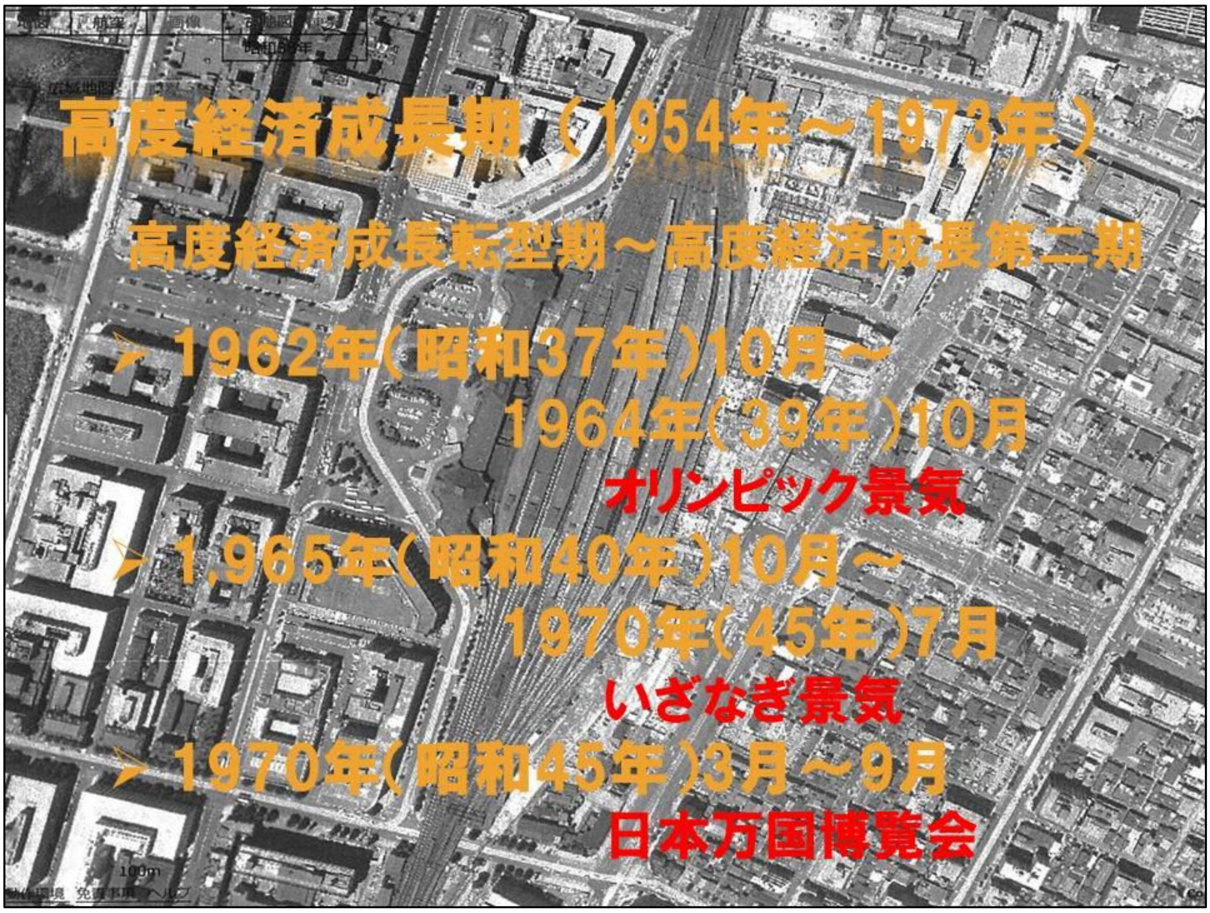
４．特別講演会

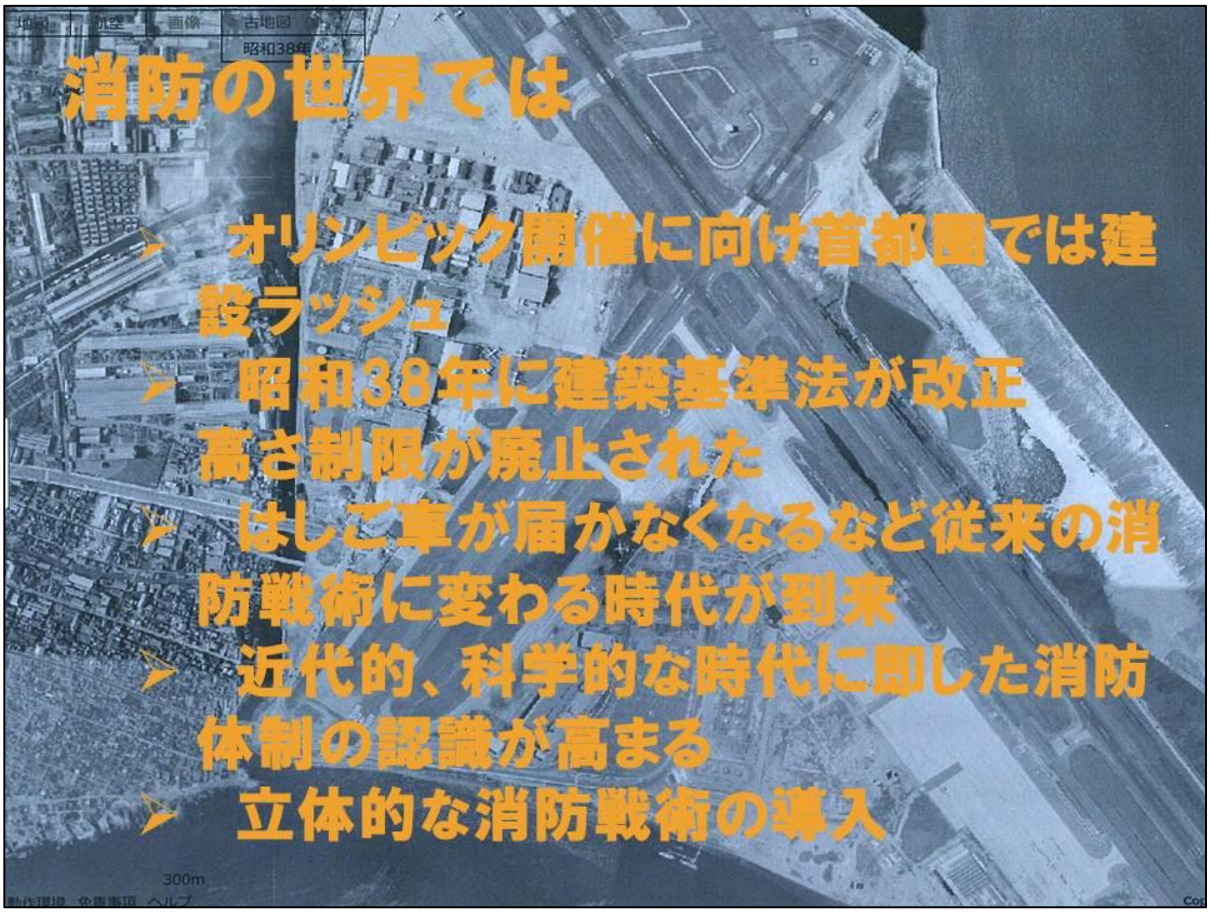
- 日時：2013年11月26日（火）14:00～15:00
- 場所：JAXA府中航空宇宙研究センター
- 内容：「Smart UAV Overview」Dr. Ki Hoon Chung（Korea Aerospace Research Institute）
- 出席者：約30名

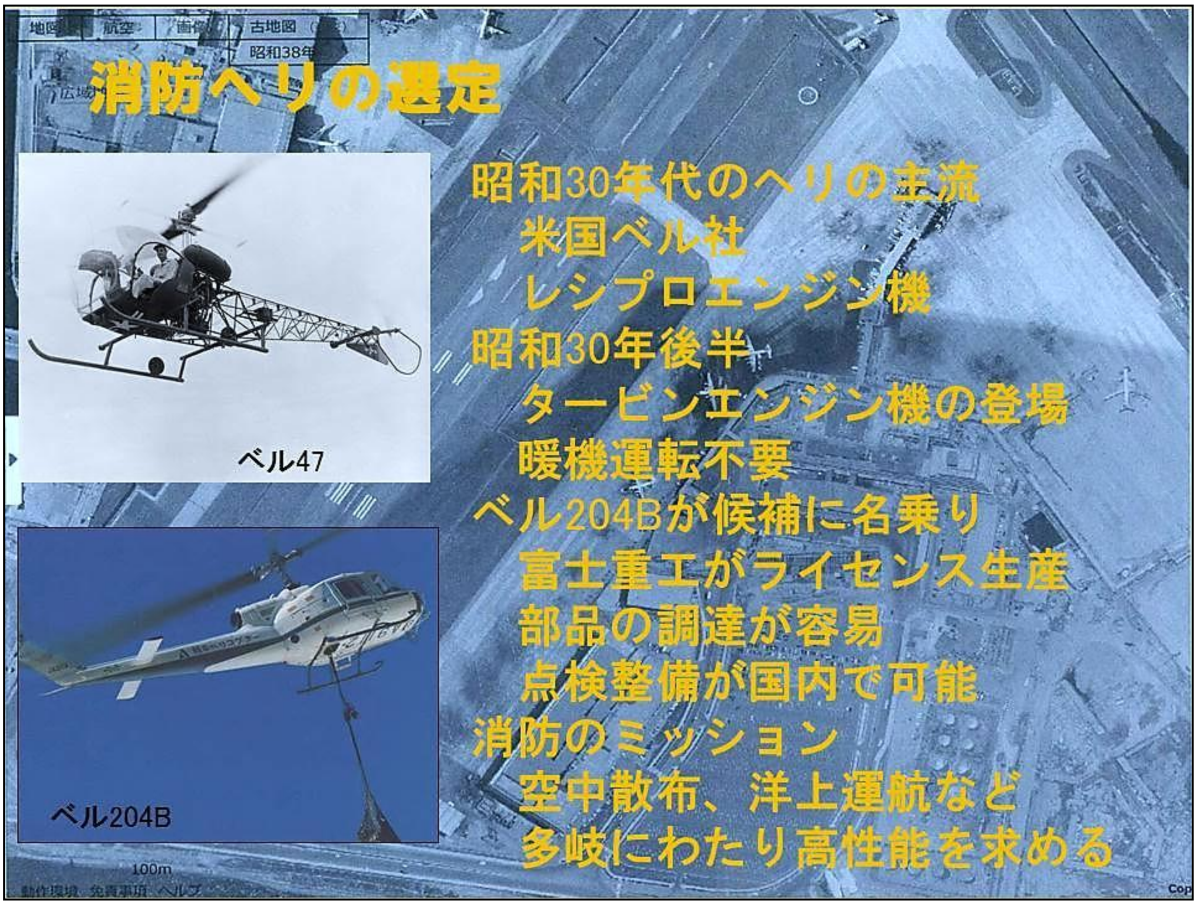
消防防災航空隊の幕明け

（公財）日本法制学会
前川　貞之



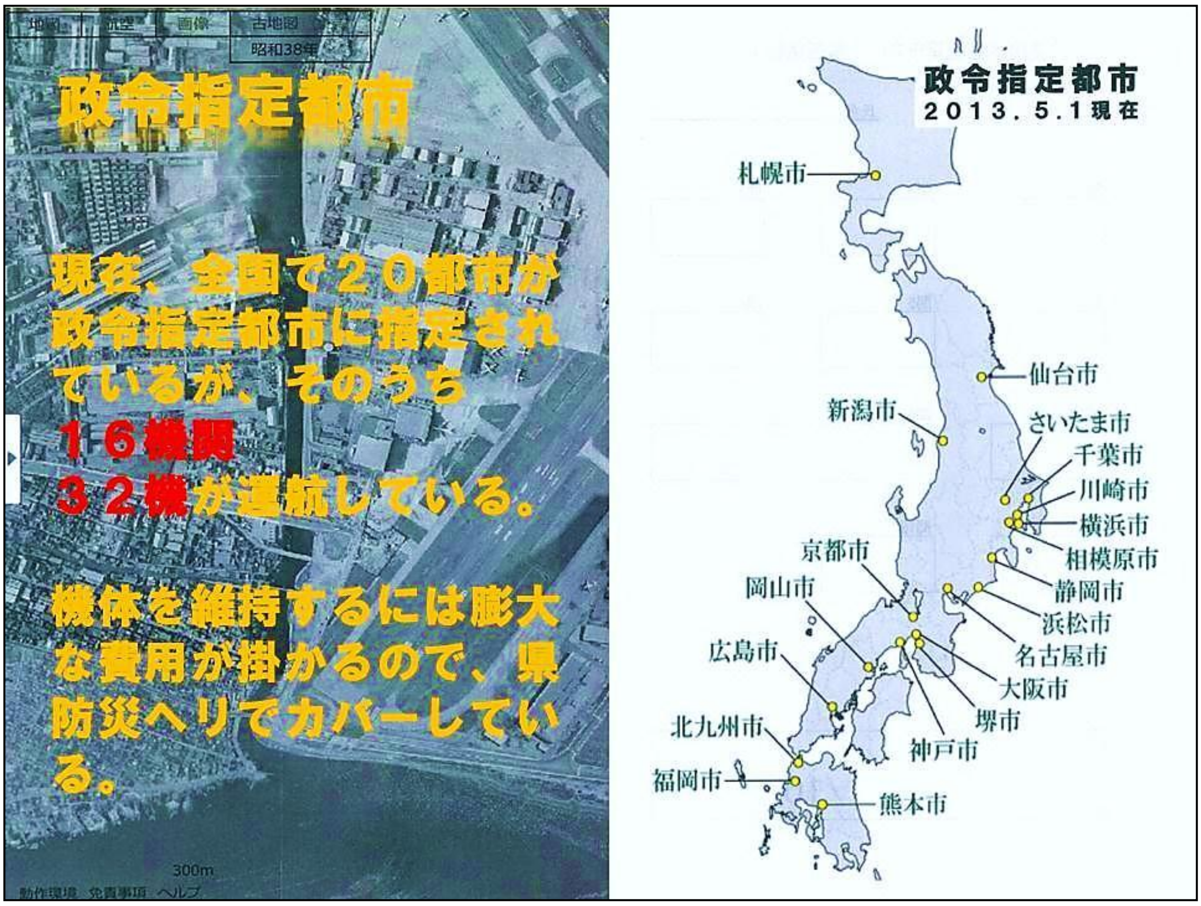

高度経済成長期（1954年～1973年）
高度経済成長転型期～高度経済成長第二期
➢1962年(昭和37年)10月～
1964年(39年)10月
オリンピック景気
➢1,965年(昭和40年)10月～
1970年(45年)7月
いざなぎ景気
➢1970年(昭和45年)3月～9月
日本万国博覧会
100m

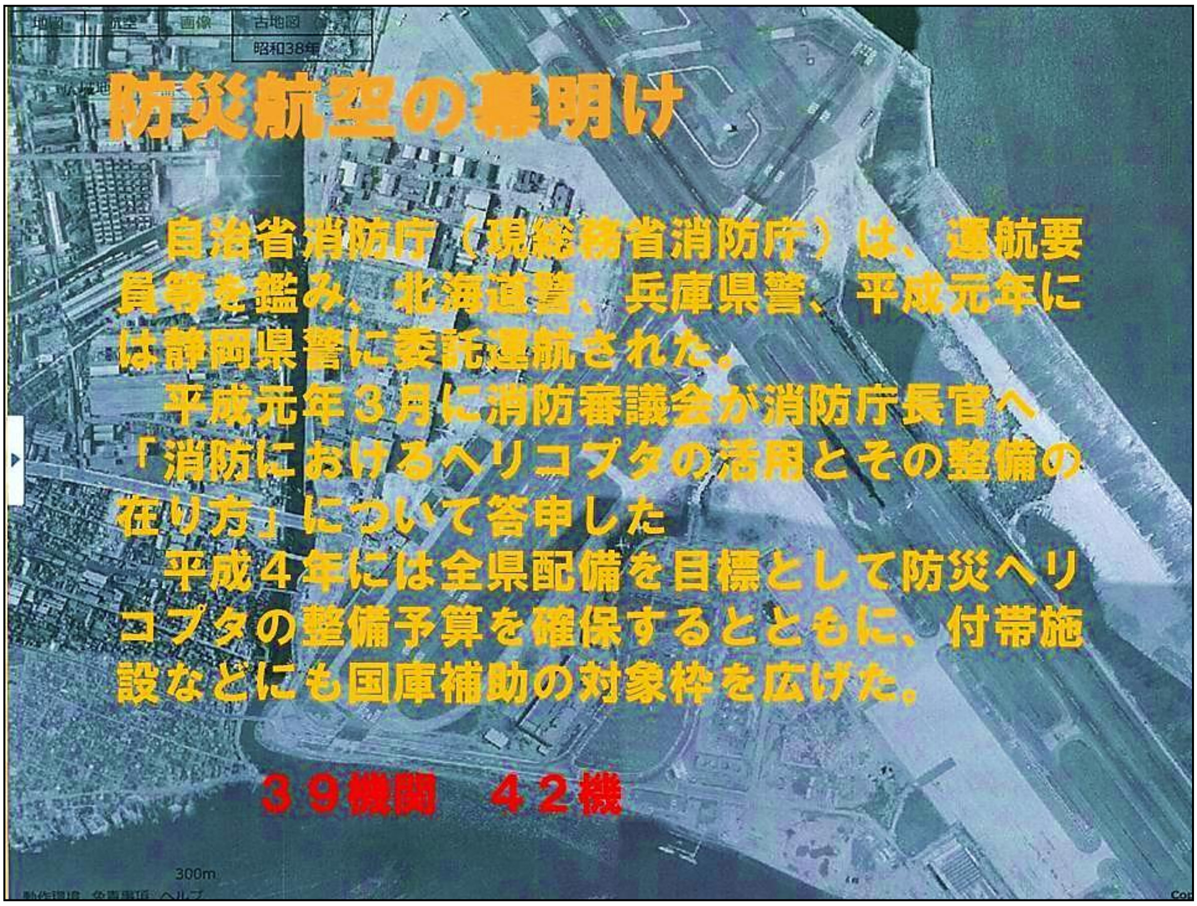

地図
航空
画像
古地図
昭和38年
消防の世界では
➢ オリンピック開催に向け首都圏では建設ラッシュ
➢ 昭和38年に建築基準法が改正
高さ制限が廃止された
➢ はしご車が届かなくなるなど従来の消防戦術に変わる時代が到来
➢ 近代的、科学的な時代に即した消防体制の認識が高まる
➢ 立体的な消防戦術の導入
300m
動作環境 免責事項 ヘルプ

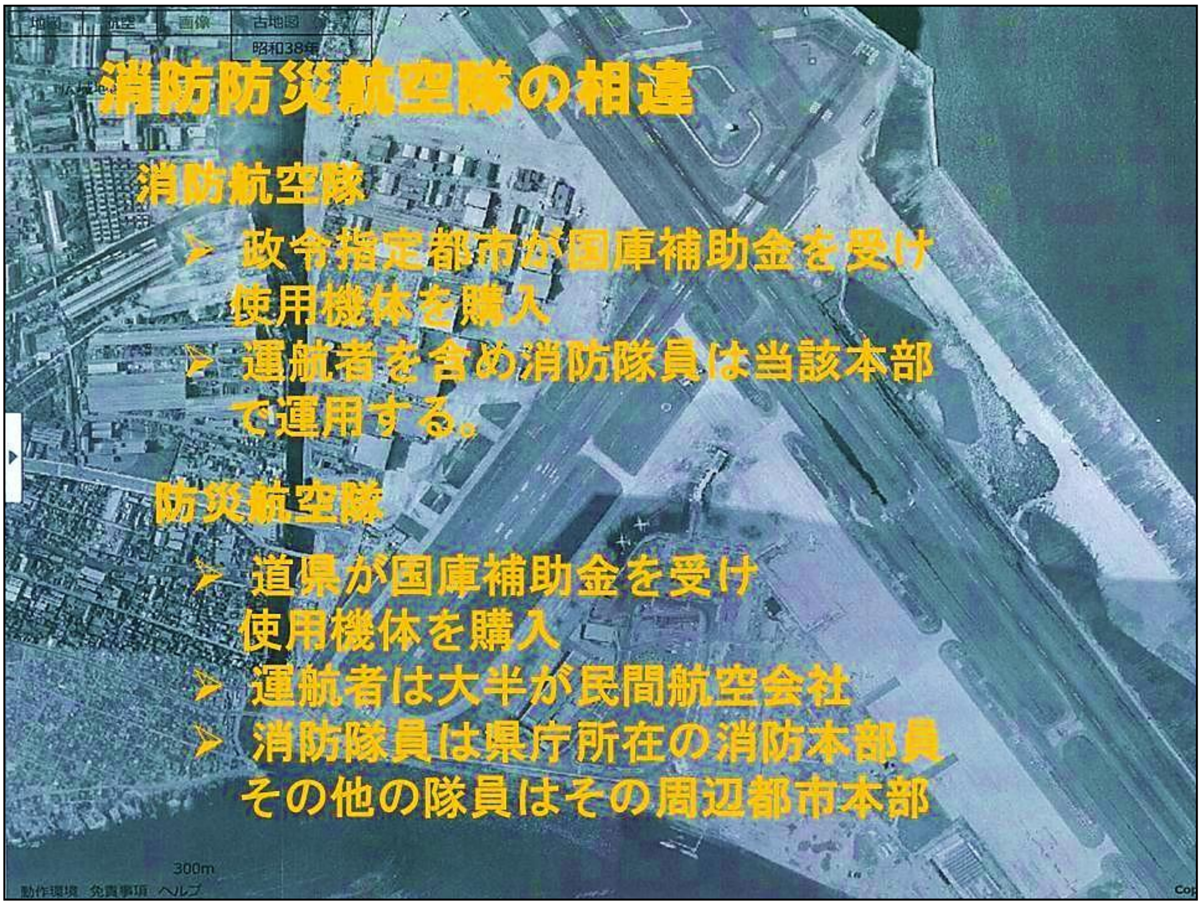

消防ヘリの選定
昭和30年代のヘリの主流
米国ベル社
レシプロエンジン機
昭和30年後半
タービンエンジン機の登場
暖機運転不要
ベル204Bが候補に名乗り
富士重工がライセンス生産
部品の調達が容易
点検整備が国内で可能
消防のミッション
空中散布、洋上運航など
多岐にわたり高性能を求める
ベル47
ベル204B


消防航空の幕明け
そのような折に仏国ヘリ空母来日
搭載された機体は頑強で
高出力 SE316アルウェットⅢ型
東京消防庁幹部は一転して
当該機体に魅了された
但し、問題点
部品の調達、点検整備
輸入業者など
問題が山積したが、ほどなく
解決した


昭和42年4月
わが国で初の消防航空隊
誕生
昭和45年5月
大阪市が第二の消防航空
隊として運航を開始
昭和47年1月、4月
神戸市、京都市
昭和48年4月、昭和50年4月
名古屋市、福岡市
昭和55年5月、昭和60年7月
横浜市、川崎市
平成に入って、広島、札幌
千葉、仙台、北九州など


政令指定都市
現在、全国で２０都市が
政令指定都市に指定され
ているが、そのうち
１６機関
３２機が運航している。
機体を維持するには膨大
な費用が掛かるので、県
防災ヘリでカバーしてい
る。
政令指定都市
2013．5．1現在
札幌市
仙台市
新潟市
さいたま市
千葉市
川崎市
横浜市
相模原市
京都市
静岡市
岡山市
浜松市
広島市
名古屋市
大阪市
堺市
北九州市
神戸市
福岡市
熊本市


防災航空の幕明け
自治省消防庁（現総務省消防庁）は、運航要員等を鑑み、北海道警、兵庫県警、平成元年には静岡県警に委託運航された。
平成元年３月に消防審議会が消防庁長官へ「消防におけるヘリコプタの活用とその整備の在り方」について答申した
平成４年には全県配備を目標として防災ヘリコプタの整備予算を確保するとともに、付帯施設などにも国庫補助の対象枠を広げた。
３９機関　４２機


消防防災航空隊の相違
消防航空隊
➢ 政令指定都市が国庫補助金を受け使用機体を購入
➢ 運航者を含め消防隊員は当該本部で運用する。
防災航空隊
➢ 道県が国庫補助金を受け使用機体を購入
➢ 運航者は大半が民間航空会社
➢ 消防隊員は県庁所在の消防本部員その他の隊員はその周辺都市本部

消防活動に対する
航空法第81条の２及び同法89条の運用について

1　航空法に関する照会・・・・・・・・昭和55年4月15日　自治省消防庁消防課

2　照会に対する回答・・・・・・・・・昭和55年7月１日　運輸省航空局運航課

2　「航空機の事故、海難その他の事故」とは、人命又は財産に関し迅速な捜索又は救助を要する事態をいう。

3　同条の「救助」とは、人命の危難又は財産の損傷を回避するため取られる一切の必要な措置をいう。

4　消防組織が所有する航空機に対する航空法第８１条の２の適用について
林野、火災その他の災害に際し、消火活動、現場への人員、資器材の輸送等を行うための飛行については、人命や財産への急迫した危難の恐れある場合には、航空法第８１条の２適用がある。
傷病者の搬送及び医師、薬剤等の輸送については、その必要性が許可を受ける暇がないほど切迫している場合には、同条の適用がある。

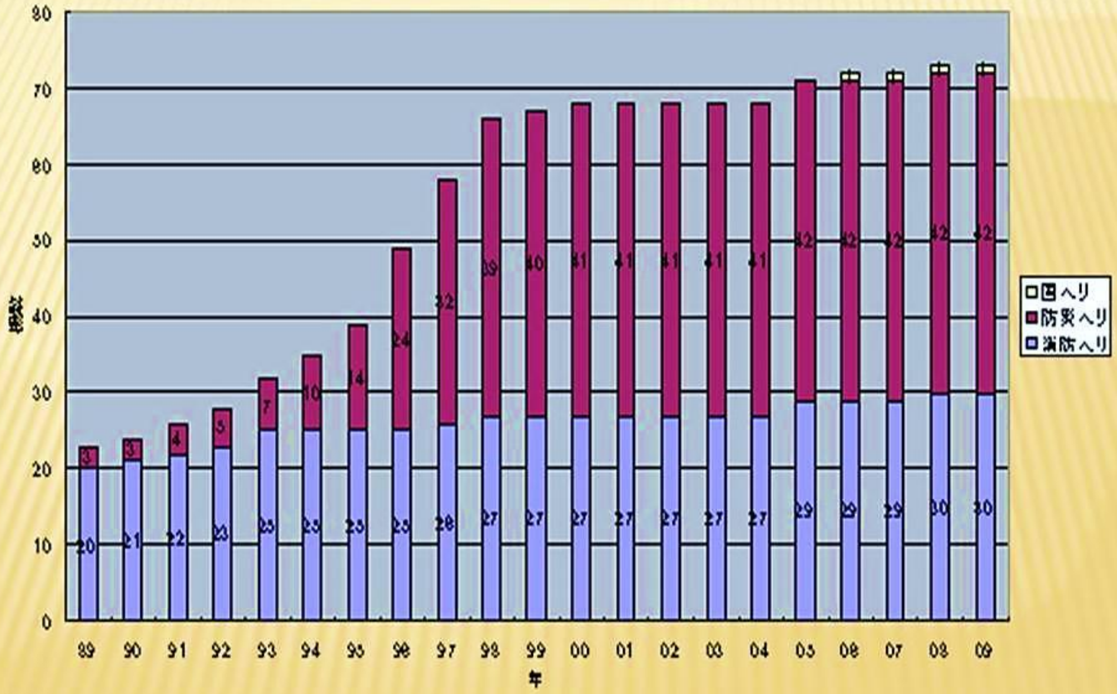
航空機の安全対策に万全の措置・・・・・・・・・・・・運航実施要領の策定

航空機の安全対策に万全の措置
運航実施要領の策定

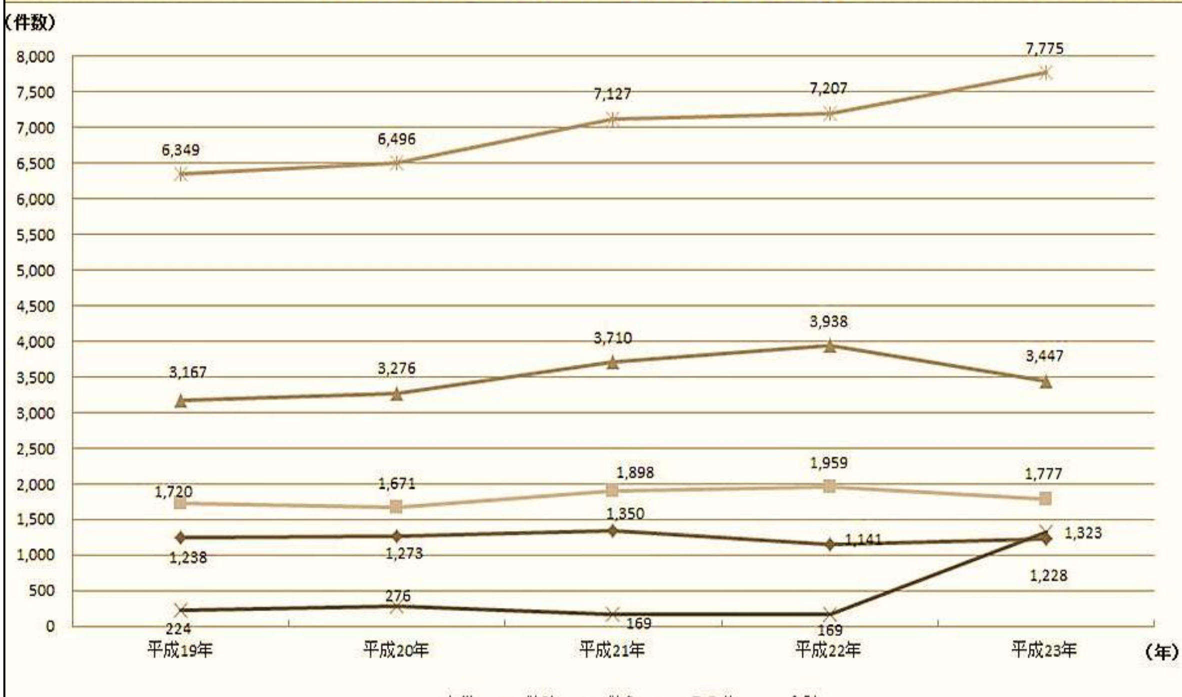
消防航空隊の運航形態・・・・・・・自家用
したがって、法で定める「運航規程」はないが、標記の「安全運航基準書（案）」など各航空隊で策定する。また、防災航空隊については、大半が民間使用事業形態なので「運航規程」はあるが、別に安全対策を策定している。

山岳救助など法81条の2の適用については、消防など公的機関からの要請又は通報があれば、民間の機体でも適用される。
（航空法施行規則　第１７６条）

消防防災ヘリの整備状況

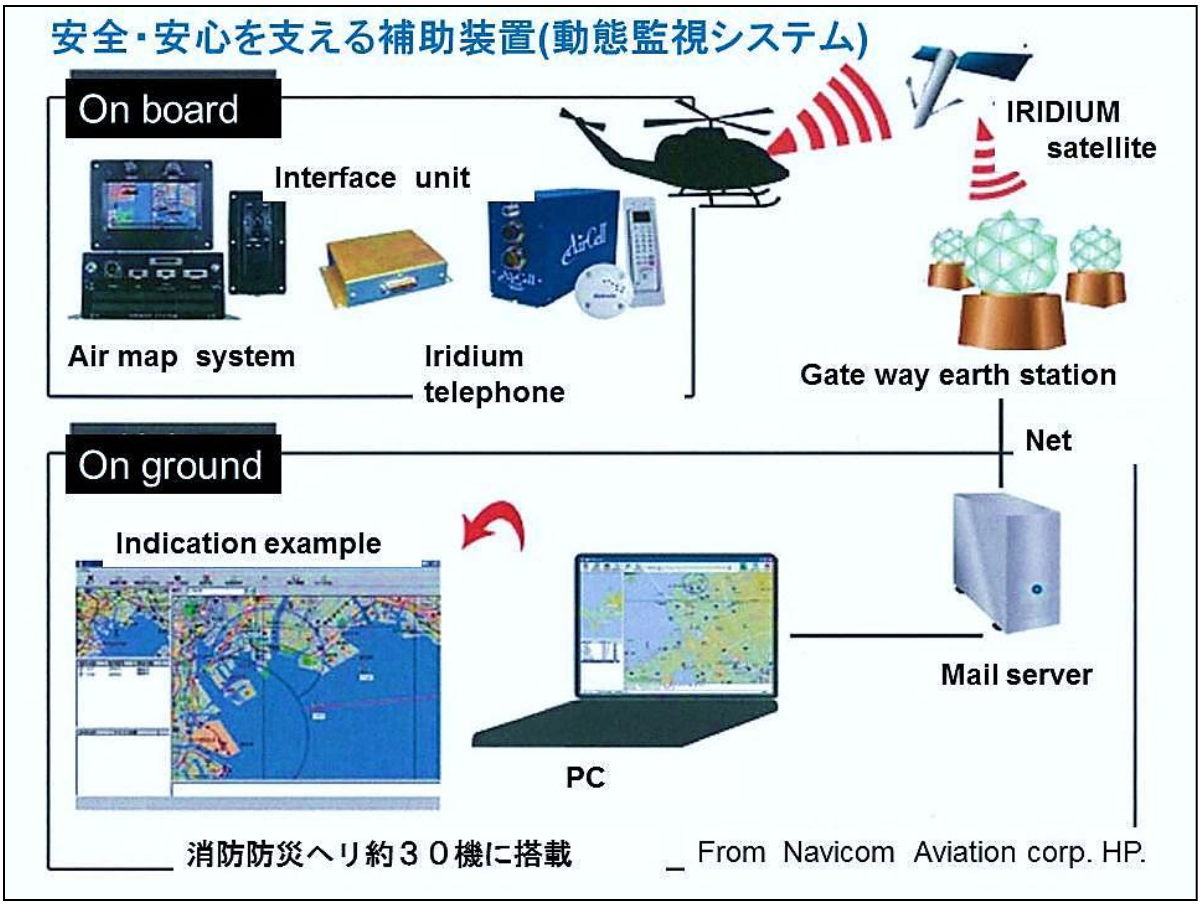


過去５年間の活動実績

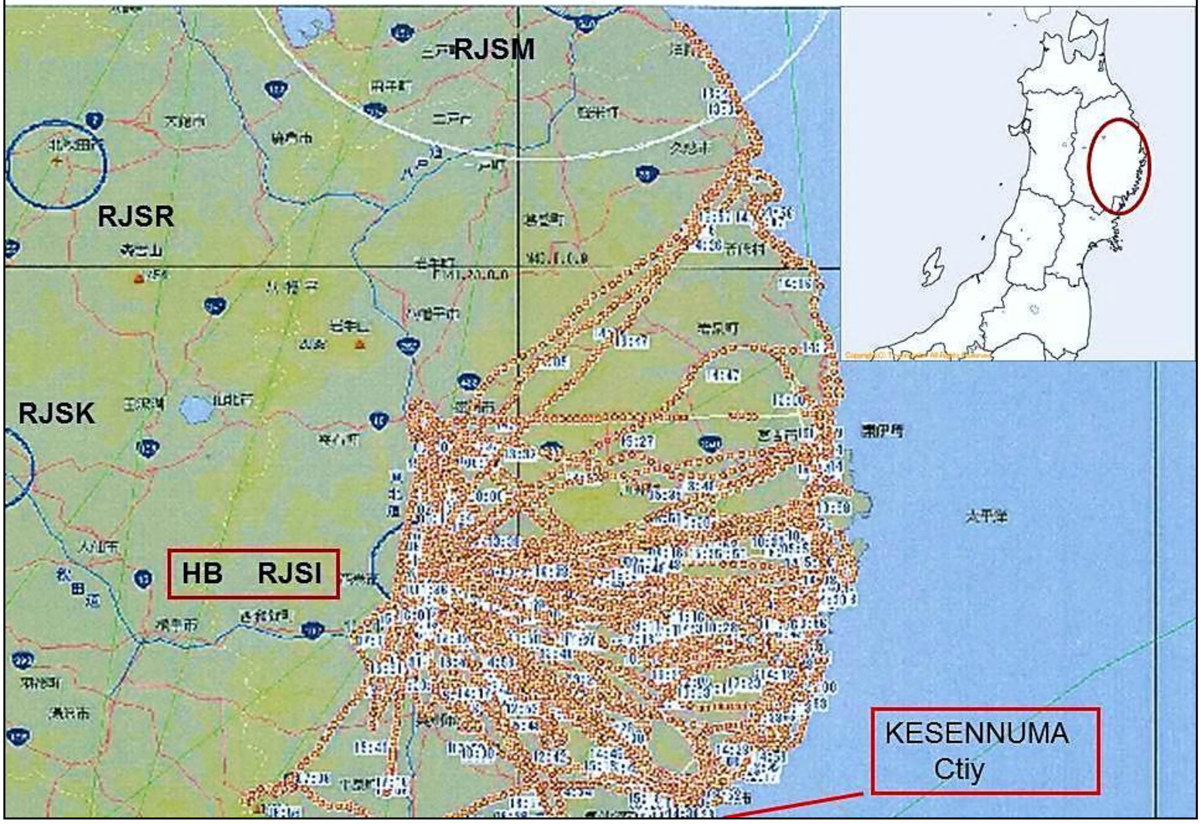


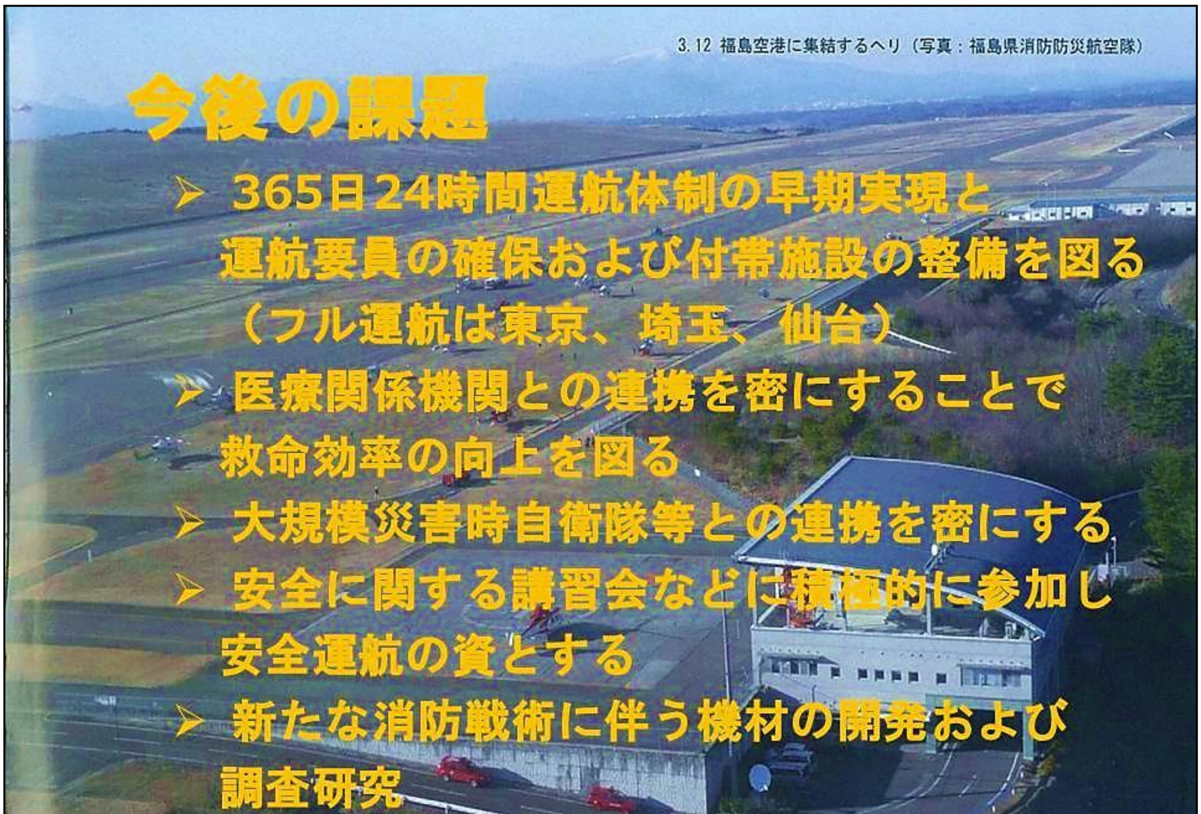
（注）「その他」とは、地震、風水害、大規模事故等における警戒、指揮支援、情報収集等の調査活動並びに資機材及び人員搬送等、火災、救助、救急出動以外の出動をいう。
東日本大震災の出動件数については、「その他」とし、被災地に派遣された期間について、原則1日1件として計上。


消防防災が使用している機種
AS365
ベル412
EC225orAS332
BK117
AW139
S76
Microsoft
rPointプレゼンテー


安全・安心を支える補助装置(動態監視システム)
On board
Interface unit
Air map system
Iridium
telephone
IRIDIUM
satellite
Gate way earth station
Net
On ground
Indication example
PC
Mail server
消防防災ヘリ約３０機に搭載
From Navicom Aviation corp. HP.

岩手県内の運航状況（3.12-31）





ご講演中の前川貞行氏

以上

これからのビジネスモデル：HUMSについて

三菱重工業（株）

佐藤　晃

これからのビジネスモデル:
HUMSについて

2013年7月12日
@日本ヘリコプター協会講演会
佐藤　晃

1

1. なぜ私がHUMSの話を？

- 15年ぐらい前からヘリコプターにHUMS (Health and Usage Monitoring System)を搭載することが一般的になってきた。
- 三菱重工(MHI)でも新しく開発したSH-60KにHUMSを搭載することになった。
- これは正式には多機能型ﾌﾗｲﾄﾃﾞｰﾀﾚｺｰﾀﾞ（MFDR)と称したが、内容はHUMSである。（図1）
- 平成17年8月にSH-60Kの量産初号機を納入してから今日まで40機近いﾃﾞｰﾀが毎日毎日蓄積されている。
- その量は膨大である。
- それをどのように活用したらよいか？　それをMHIから頼まれて一緒に考えることになったのが私がHUMSと付き合いはじめたきっかけである。

2

図1　SH-60Kの多機能型ﾌﾗｲﾄﾃﾞｰﾀﾚｺｰﾀﾞ（MFDR)

元来のﾌﾗｲﾄﾃﾞｰﾀﾚｺｰﾀﾞが持っている飛行データや音声データに加えて振動データなども記録し、早期に異常を発見して飛行安全や整備性の向上に役立てる。
振動は、機体やエンジン／トランスミッションに加速度計をつけて測る。

出典：三菱重工技報 VOL.45 NO.4: 2008「ヘリコプタ用トランスミッションの異常検知技術」より

3

2. HUMSは奥が深い

① ﾍﾘｺﾌﾟﾀｰに限らず一般機械に共通
② HUMSでﾋﾞｼﾞﾈｽﾓﾃﾞﾙが変わる
③ データ取得から始まって最終的なアドバイスを出すまでの情報処理ｽﾃｯﾌﾟは、大きくは6段階に分類できる
④ ハードではなく、ソフトのシステムである
⑤ ビッグデータの解析で、あらゆる情報処理技術を駆使
⑥ グローバルな標準化が進んでいる

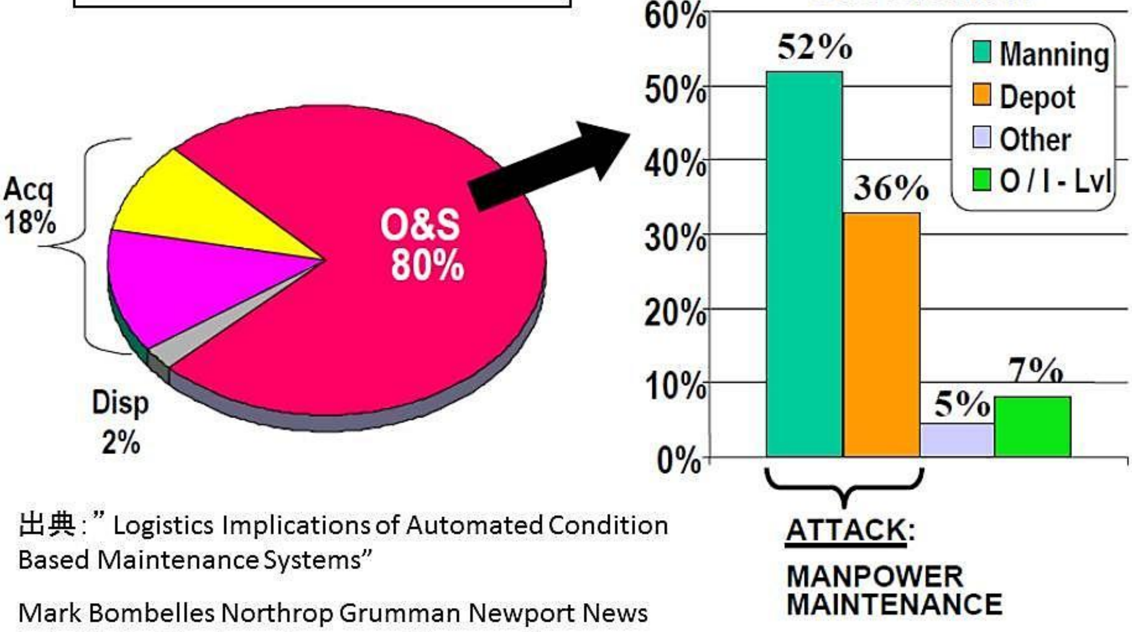
4

3. 売ってからが勝負

- 「商品を売っておしまい」 から 「売ってからが勝負」へ ビジネス・モデルを変える。
- ライフサイクルコストに占める O&S (Operation & Support) Cost は非常に大きい（図1）
- したがって、客先が商品を受け取ってからの「安全操業」、「整備コスト」、「稼働率」は極めて重要
- 対処の基本は CBM (Condition Based Maintenance) の考え方
- それをサポートする強力なツールがHUMS
- 「早期発見、早期治療」は人間も機械も同じ

5

図1　機材（この場合は艦艇）のO&S Cost とその内訳



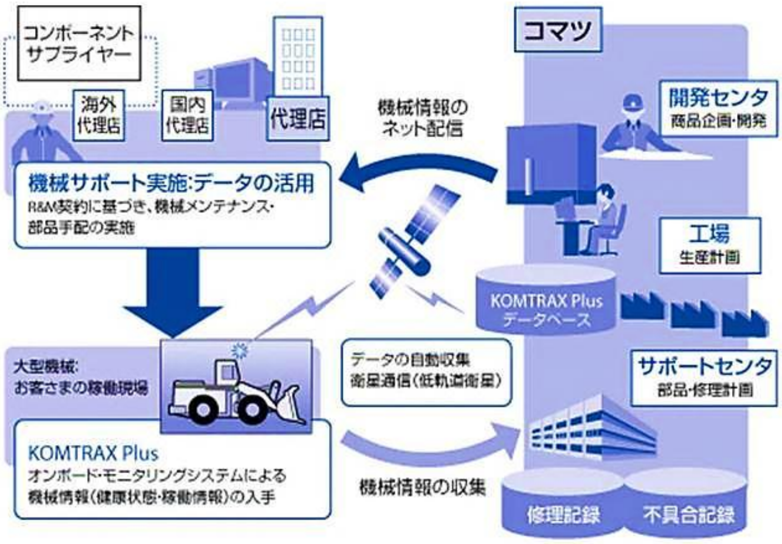
出典：" Logistics Implications of Automated Condition Based Maintenance Systems"

Mark Bombelles Northrop Grumman Newport News
John Major Northrop Grumman Newport News

SHIPTECH 2004, January 28, 2004

6

3（1） コマツの例



<u>鉱山機械管理システム</u>
<u>KOMTRAX Plus</u>
KOMTRAX Plusは、鉱山向け大型機械の管理システムです。遠隔地からでも衛星通信経由で、<u>ほぼリアルタイムに車両の「健康状態」「稼働状態」を把握</u>します。インターネットによる現場への配信により最適なサポートを可能にすることで、<u>修理コストの低減や稼働率の向上</u>を実現します。

http://www.komatsu.co.jp/CompanyInfo/profile/product_supports/index.html より

7

3（2） 発電用ｶﾞｽﾀｰﾋﾞﾝの例

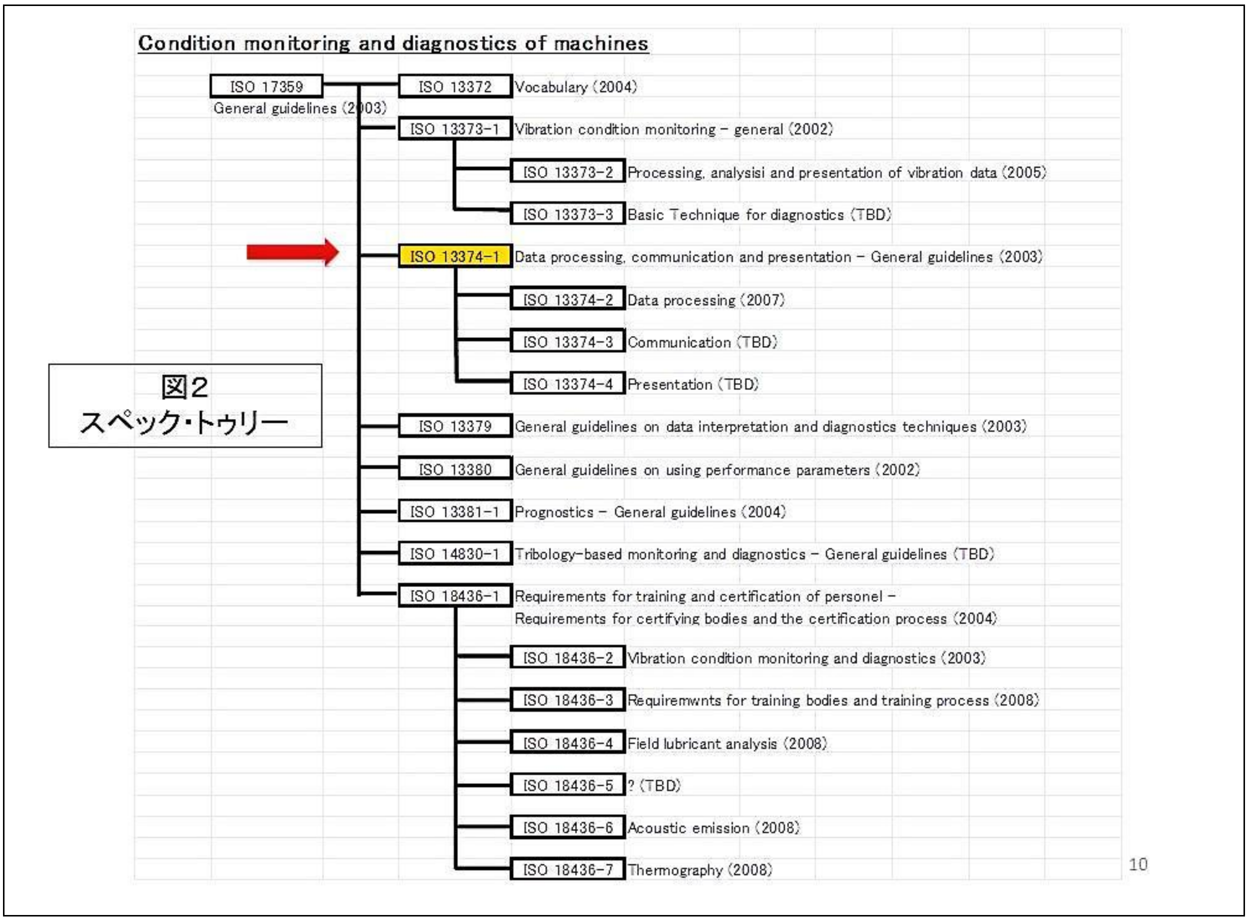
- GE，シーメンス、三菱重工・・・
- 24時間、365日火力発電所を監視するモニタリング・システムは今や常識
- このモニタリング・システムで商売する
- 今やメーカにとって「サービス分野」が収益源になってきている。
- 将来は橋梁などの建築物にも・・・

8

4 CBMの国際標準（ISO)

- ISO 17359 “Condition Monitoring and Diagnostics of Machines – General Guidelines” を親規格とする一連の規格
- 図2にスペック・トゥリーを示す。
- データ取得から始まってアドバイスを出すまでの情報処理ｽﾃｯﾌﾟは、大きくは6段階になることを示したのが、ISO 13374 “Data processing, communication and presentation” である。

9



4（1） ISO 13374 の概要

- ISO 13374 は、Condition monitoring and diagnostics of machines の Data processing, communication and presentation という規格である。
- -1は General guidelines
- -2は Data processing
- -3は Communication (TBD)
- -4は Presentation (TBD) である。
- 内容は、柔軟で拡張性のあるｼｽﾃﾑとして構築するための Open System Architecture (OSA) とそのｿﾌﾄｳｪｱを作るためのガイドラインとなっている。
- おそらく、この一連のISO規格の中で最も重要なものであろう。

11

4（2） ISO 13374-1
General guidelines の概要

- Condition monitoring and diagnostics of machinesにおけるData processingの流れは図3に示すように、DAからAGまでの6つの処理ﾌﾞﾛｯｸに分けられる。 これをOSAを構築するための共通した構造とする。 この考え方が本規格の柱になっている。
- 図3を理解するために、図4に示す文献1の(Fig.6)について説明し、この図でﾃﾞｰﾀ処理の流れを説明する。

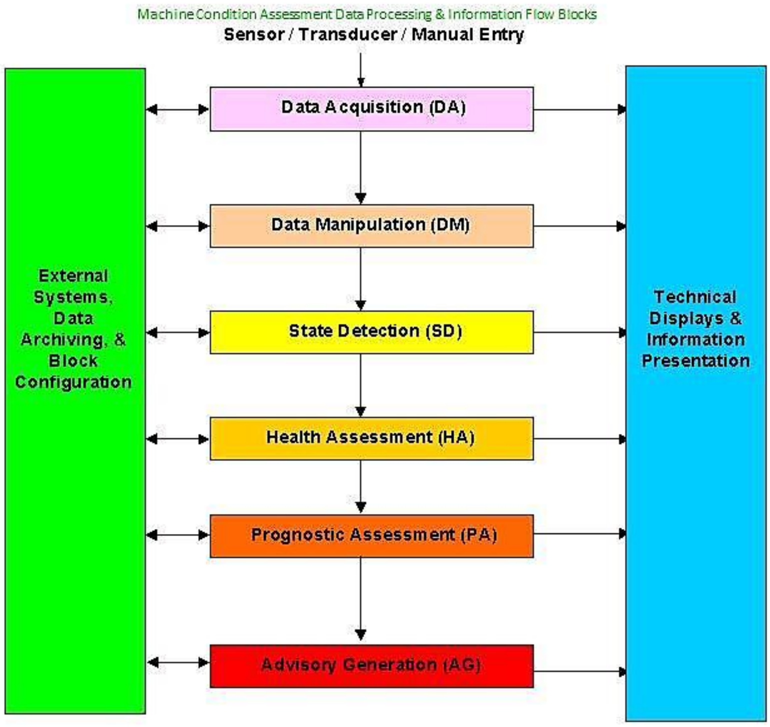
文献1： “CBM Fundamental Research at the University of South Carolina: A Systematic Approach to U.S. Army Rotorcraft CBM and the Resulting Tangible Benefits” by V. Blechertas et al, AHS SM on CBM, Feb. 2009

12

図3

Data processing & information flow blocks

ISO 13374 Standard



部品の履歴や部隊の整備記録などの情報

それぞれのフェーズで状況を整備員などに伝える表示方法

13

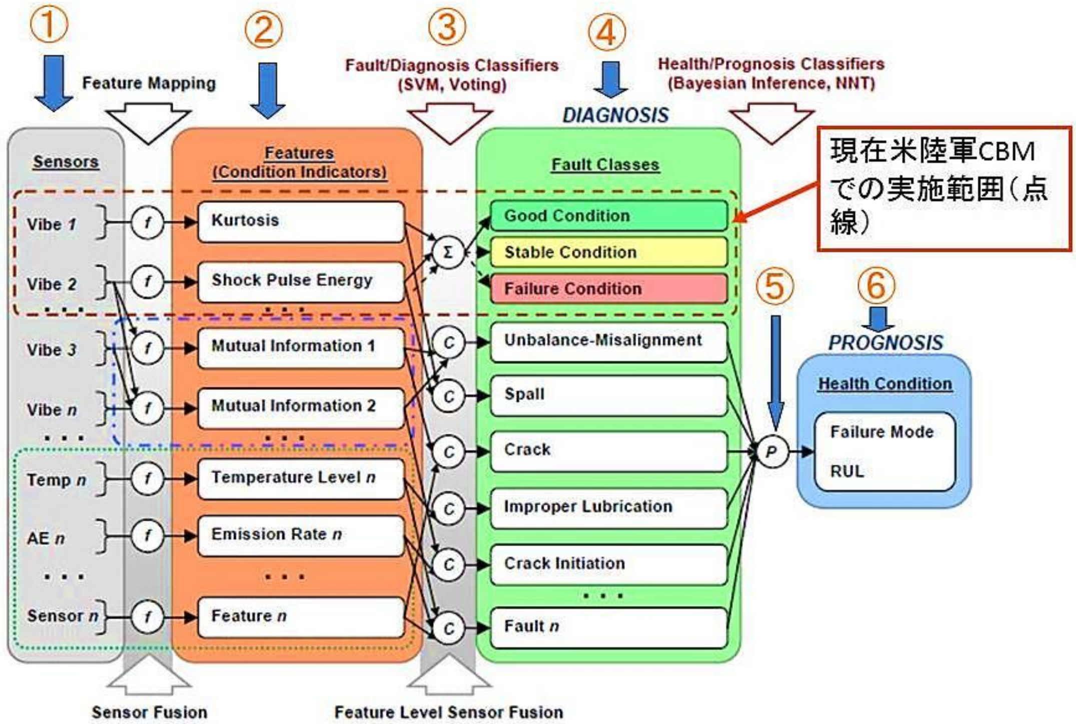


図4　取得したデータを処理して Prognosis に繋ぐフローチャート（文献1　Fig.6より）

14

図３＆図４の説明

Data processingの流れは図３＆図４に示すように、DAからAGまでの６つの処理ﾌﾞﾛｯｸに分けられる。

① 多元的なデータを取得する。DA (Data Acquisition:ｾﾝｻｰの物理量をﾃﾞｨｼﾞﾀﾙ・ﾃﾞｰﾀに変換してﾌﾟﾛｾｯｻｰにつなぐ)

② 効果的なCIs (Condition Indicators) を見つける。DM (Data Manipulation: 生ﾃﾞｰﾀを信号処理して意味のある信号に変換する)

③ 各CIで正常と異常の識別法、閾値などを見つける。SD (State Detection: DM信号の正常範囲を求め、新しく取られたﾃﾞｰﾀが alert or alarm の範囲にないかどうかをみる)

④ どの故障モードが、どのCI　またはどのCIとどのCIを組合わせたものに最もよく対応するかを見つけ故障診断する。HA (Health Assessment: 劣化現象をみつけて故障診断する)

⑤ すべての多元的なデータを融合して、すべての故障モードに対する RUL (Remaining Useful Life) を求める。 PA (Prognostics Assessment: ｼｽﾃﾑの健康状態を把握し必要な整備を予測する)

⑥ システムの健康状態を保つために必要なアクションをリコメンドする。AG (Advisory Generation)

15

5. ヘリコプターのHUMS

1. 初期の使われ方（1990年代～）
2. 実績を積み、効果が現れる（イラク戦争などで）
3. 米軍（とくに陸軍）がCBM実用化に向けて大々的に人と時間とお金をかける。（2005年～、数億ドル）
4. 最新のプロジェクト：OSST、COST-A
5. デザイン・ハンドブックや規格の整備（ADS-79など）

16

5（1） 米陸軍UH-60の HUMS

システム概要（図5）

•HUMS は、大別すると機上システムと地上システムからなる。

•機上システムは、装着されたセンサーのデータを集め、MPU (Main Processing Unit)に記録し、処理・解析をする。

•地上システム(GS)は、各機体からのデータを集め、情報処理して整備に必要な情報をアウトプットし、整備員に知らせる。

"Utility of the IMD HUMS in an Operational Setting on the UH-60L Blackhawk" by Ray Dora et al, Presented at the AHS 60th Annual Forum, Baltimore, MD, May 7-10, 2004 より

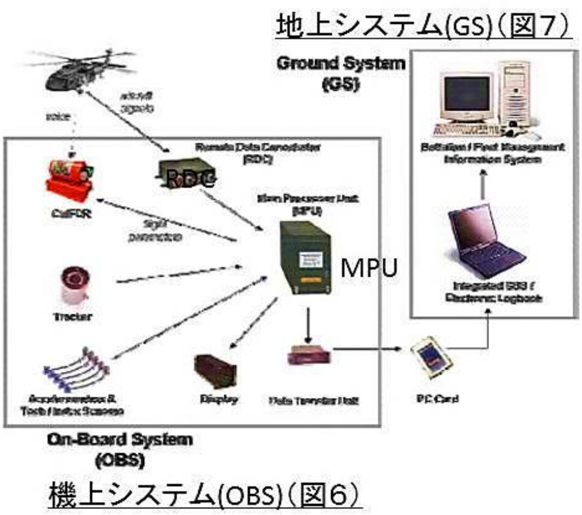


図5 システム概要図

17

図6

機上システム(OBS)

HUMSを持たない機体でも、航空機の運航に必要な情報として備わっている情報

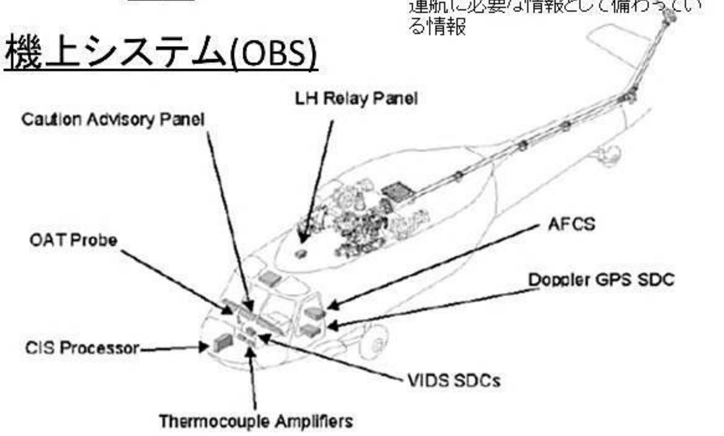


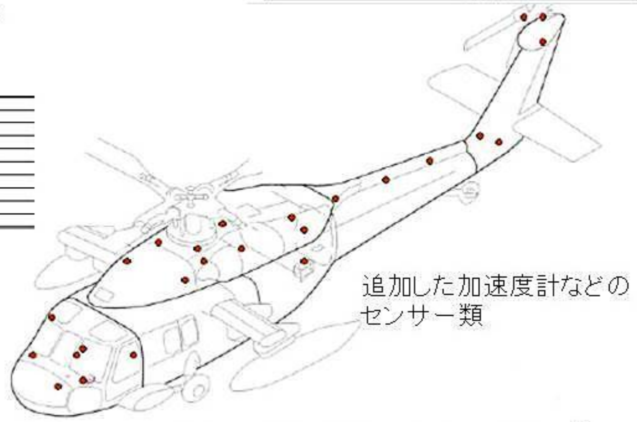
Table 1 – Signals Collected by the RDC

Aircraft System	Signals
Pilot's and Copilot's Signal Data Computer (SDC)	Oil Pressure and Temperature for Engine 1 & 2 and the Main Gear Box
	Engine 1 & 2 Torque
	Fuel Quantity Tank 1 & 2
Doppler SDC	Heading
	Pitch Attitude
	Roll Attitude
Aircraft Flight Control System (AFCS)	Pitchrate
	Rollrate
	Yawrate
	Collective position
Command Instrument Set Processor (CISP)	Barometric
	Radar Altitudes
	Altitude Rate
	Indicated Airspeed
Caution Advisory Panel (CAP)	Oil Temp Discretes for the MGB, IGB, TGB, & APU
	Hydraulic Stage and Pump Switches
	APU On and Fail
	both Engine Anti-Ice indicators
	Ice Detected
	Chip indicators for Engine 1 & 2, IMDLR, IMDLL, AMDLR, AMDLL, IGB, TGB, & MGB
	Hook Open and Armed Indicators
Left Hand (LH) Relay Panel	Weight-On-Wheels
Anti-Ice system OAT sensor	Outside Air Temperature
ANVIS HUD Thermocouple Amplifier	Engine 1 & 2 TGT
GR Installed Sensors	Pedal Position
	Longitudinal Acceleration
	Lateral Acceleration
	Vertical Acceleration

Table 2 – Installed Accelerometers

Left Main Module Housing	IGB Input	Engine 1 Accel (Fwd)
Oil Cooler Vertical	TGB Output	Engine 1 Accel (Aft)
Oil Cooler Axial Fan	TGB Input	Engine 2 Accel (Fwd)
Swash-Plate Vertical	Right Input Module Output Flange	Engine 2 Accel (Aft)
Right Input Module Input Flange	Left Input Module Output Flange	Pilot Rotor Uni-axial
Viscous Bearing 1	Left Input Module Input Flange	Co-Pilot Rotor Bi-axial
Viscous Bearing 2	Tail Takeoff Radial	Cabin Vibration Tri-axial
Viscous Bearing 3	IGB Output	Nose Pilot's Heel Vibration
Viscous Bearing 4	Left Accessory Gearbox Output	Fwd Roof Structure Vibration
Right Main Module Housing	Right Accessory Gearbox Output	AVA IIUV

HUMSのために追加した加速度信号、約30個



追加した加速度計などのセンサー類

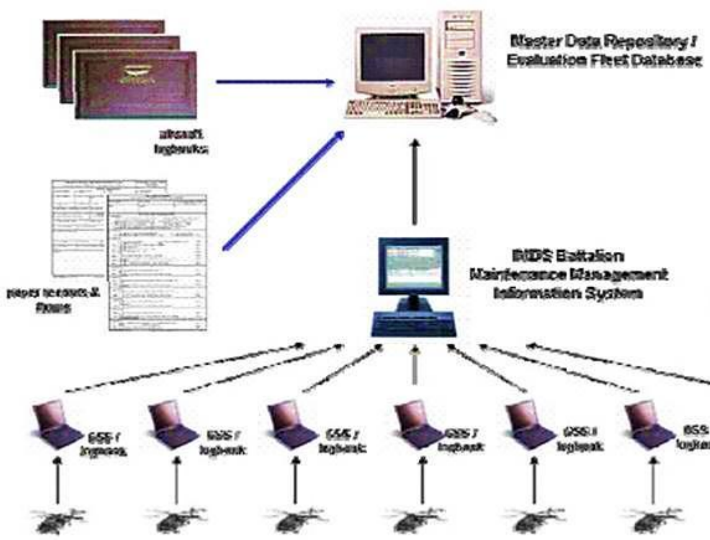
"Application of the IMD HUMS to the UH-60A Blackhawk" by Ray Dora et al, Presented at the AHS 58th Annual Forum, Montreal Canada, June 11-13, 2002 より

Figure 3 – Location of IMD HUMS On-Board System (OBS) Components

18

図7 地上システム(GS)

機上システムで集められた各機のデータは地上システムに下図のようにして集められる。
このデータを、専門家が解析し、評価する。



Maintenance Management Information System

"Utility of the IMD HUMS in an Operational Setting on the UH-60L Blackhawk" by Ray Dora et al, Presented at the AHS 60th Annual Forum, Baltimore, MD, May 7-10, 2004 より

19

5（2） 当時のHUMSでできることと、その効用

- HUMSで何ができるか？
  1. 制限値超過モニターとその処置
  2. エンジンのパワーアシュアランス・モニター
  3. 正確な運用記録
  4. ロータ・トラック＆バランス
  5. 故障診断 と故障予知
- 特に難しいのが5項 「故障診断 と故障予知」で、歯車や軸受けの健康状態をモニターして安全な飛行を継続できるようにする技術である。

- HUMSの効用としてよく言われるのは次の４点である。
  1. 飛行安全の向上
  2. （任務）可働率の向上
  3. 整備員負荷の軽減
  4. 整備コストの削減

20

5（3） 米陸軍ではHUMSのメリットは大きいと結論

- HUMSを装備することの効果を１００機以上のUH-60A/L（図8）を対象にして、実際の部隊記録を基に調査した。
- 厳密な統計処理の結果HUMSを装備することで、整備が原因する任務遂行不能率：Non-Mission Capable for Maintenance (NMCM) rate が16.2%から10.9%へと5.3%も改善されることが実証できた。
- そのほか、整備工数や整備コストへの寄与も大きかった。

21

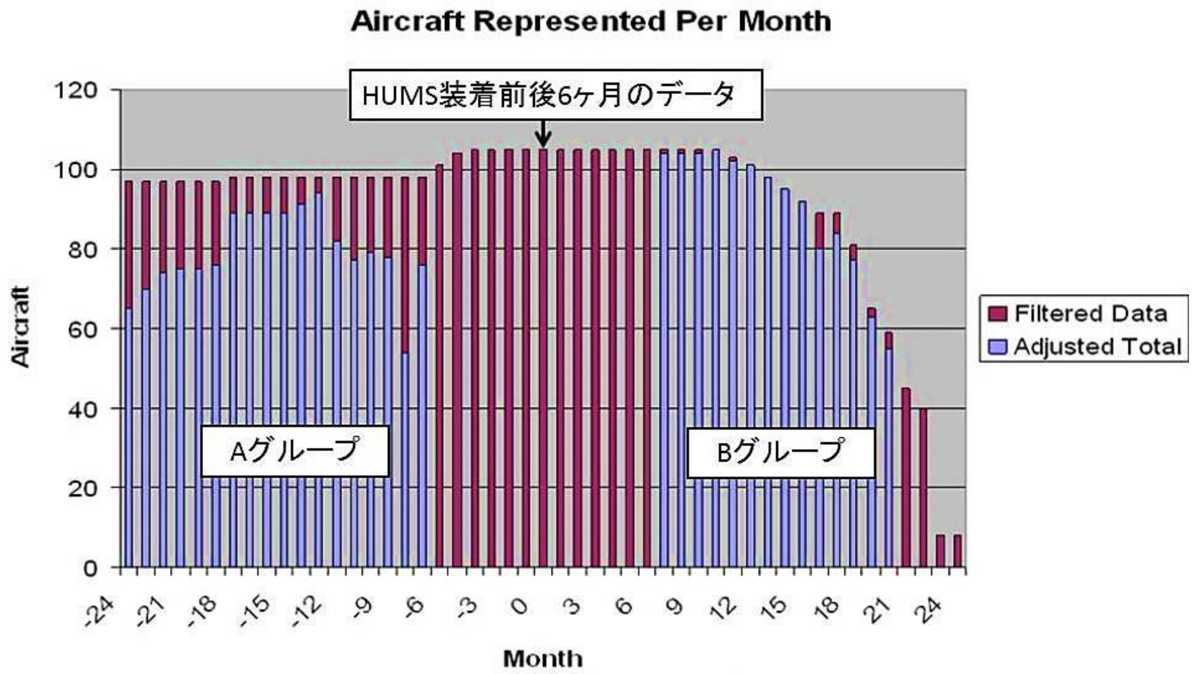


図8　2004年7月から2008年8月までの4年間にHUMSを装備完了した機体約100機のデータから装着以前のデータ（Aグループ）と装着以降のデータ（Bグループ）をつくる

"Comparison of HUMS Benefits – A Readiness Approach" by Joshua C. Hasty et al, AHS 65th Annual Forum, Grapevine, TX, May 27-29, 2009 より

22

5（4）　米軍におけるCBM推進方針

- 2004年12月に米国国防省(DoD)はLogistics Transformation Strategy (for Achieving Knowledge-Enabled Logistics) を発行した（図A）
- この中で、3つの Key Logistics Concepts すなわち、
  - Focused Logistics (FL)
  - Force-Centric Logistics Enterprise (FLE)
  - Sense and Respond Logistics (S&RL) を提示。

  FLは軍事作戦において人、設備、ｻﾎﾟｰﾄなどが適時適切に行われるような仕組み作り、FLEは作戦機のﾛｼﾞｽﾃｨｯｸｽ改善を加速するための中期的な施策、S&RLは最新の知見を動員して"knowledge"を活用した手法つくりのｲﾆｼｱﾃｨﾌﾞ　である。
- 「CBM+」はFLEの施策6アイテムの中の1つとして謳われている。
  - **Condition-based maintenance plus (CBM+).** The CBM+ initiative covers a variety of technological and business changes designed to create a new maintenance environment in DOD. Projected changes focus on the vehicle platform with automated embedded sensor-based technologies providing standardized data in an integrated data environment. These initiatives include enhanced prognostics and diagnostic techniques, failure and trend analysis, electronic portable or point of maintenance aids, serial item management, Automated Identification Technology, and data-driven interactive training.

23

Department of Defense
Logistics Transformation
Strategy

Achieving Knowledge-Enabled Logistics

10 December 2004

図 A

ARMY AVIATION
CONDITION BASED MAINTENANCE PLUS (CBM+) PLAN
29 NOVEMBER 2004

Headquarters, Department of the Army
ODCS, G4, DALO-SMV
500 Army Pentagon
Washington, DC 20310

図 B

24

- DoDの “Logistics Transformation Strategy” を受け、米陸軍は “Condition Based Maintenance Plus (CBM+) Plan”（図B）を発行した。
- CBM+ Plan の中で、Transformation の到達目標は Time Based Maintenance (TBM) から CBM に移行させることによって不要な整備を排し効率を高めることであると明記した。
- もし、米陸軍がこの目標を達成しようとするなら、工程表をつくり、必要な Science and Technology (S&T) への予算措置が伴わなければならない。
- 軍、NASA、FAA、産業界など多くの知恵を集め、2008年から2016年までを3つのﾌｪｰｽﾞに分け、それぞれ目標と工程表を作った。
- ﾌｪｰｽﾞ I の目標は現状より、**点検工数の25%減、MMH/FHの8%減、MTBRの10%増、不要な部品交換の10%以上減**　である。（図9参照）

25

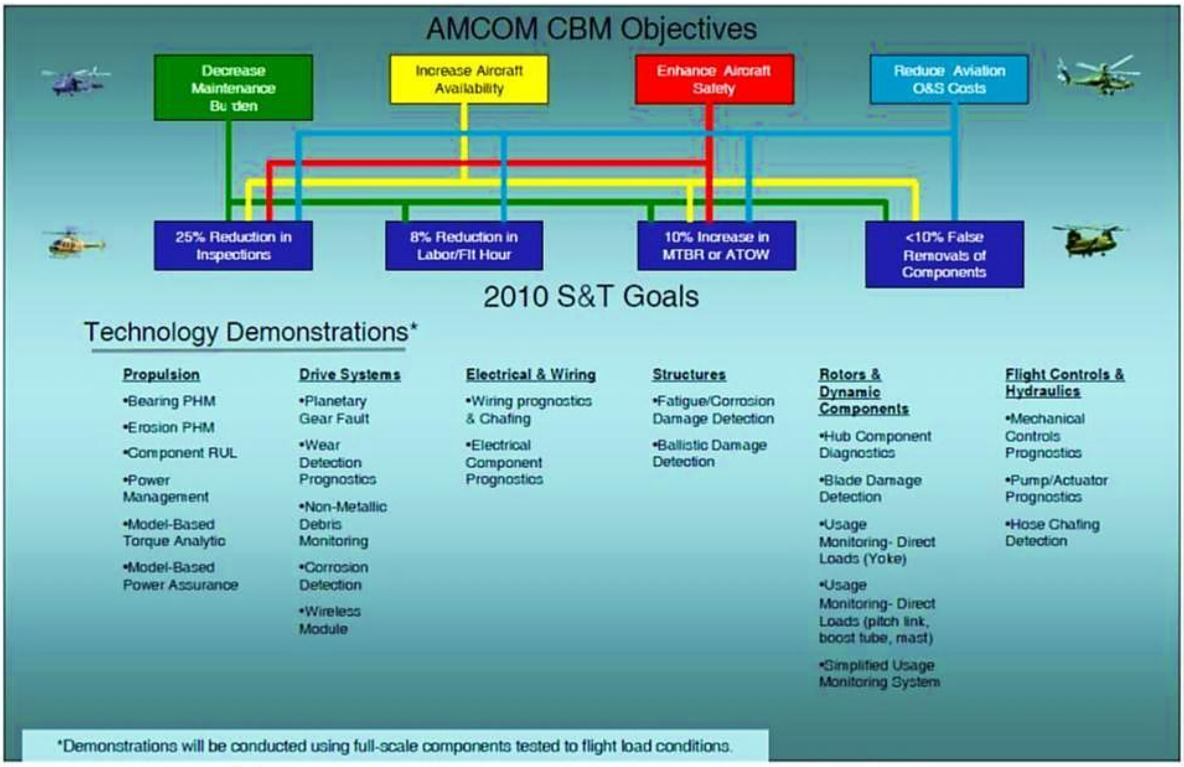


図9 Aviation S&T Operations and Support Program Goals

"Operations Support and Sustainment Technology (OSST) Program to Enable Condition Based Maintenance" by T. Baker and C. Ferrie, presented at the AHS 65th Annual Forum, May 2009 @Grapevine TX より

- 2010年目標を受け、ベル社ではそれを実現するための具体的なTechnology Demonstration Programを作った。
- それをOSST (Operations Support and Sustainment Technology) ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑと呼ぶ。
- OSSTﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑの概要は図10参照

- 一方、シコルスキー社では、同様のﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑをCOST-A (Capability-Based Operations and Sustainment Technology-Aviation) と呼んでいる。
- COST-Aﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑの概要は図11および図12参照

- いずれのﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑも現在進行形であり、その成果の一端がAHS Forum のHUMSｾｯｼｮﾝで報告されている。

27

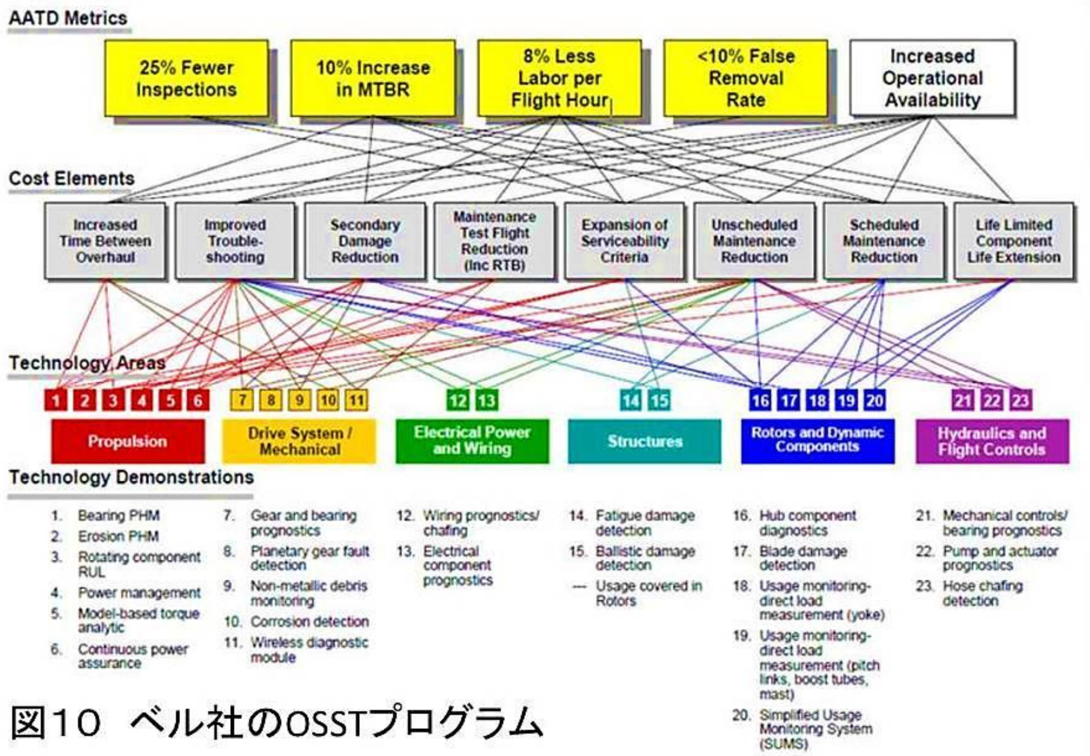
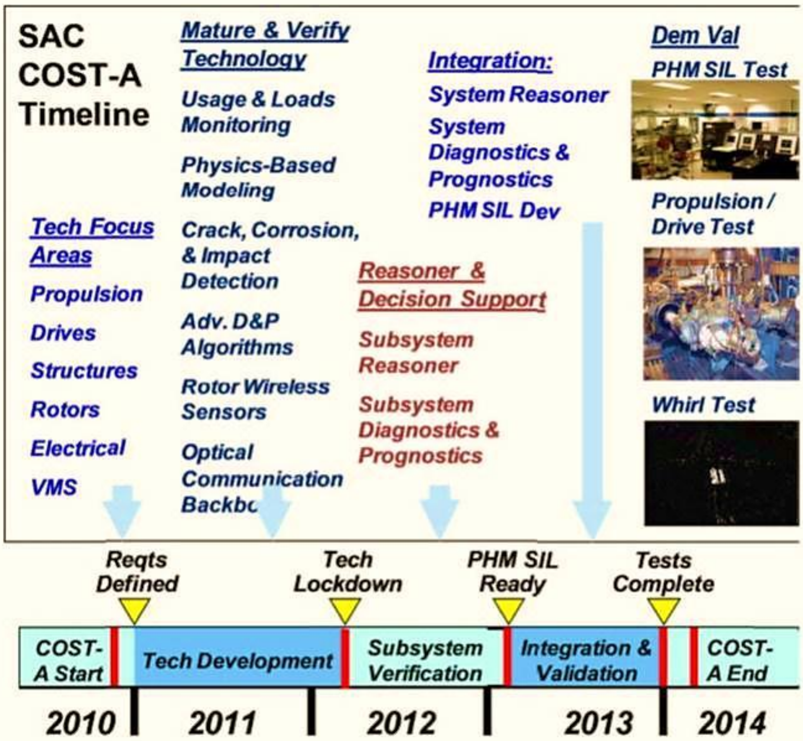


図10　ベル社のOSSTプログラム

"Operations Support and Sustainment Technology (OSST) Program to Enable Condition Based Maintenance" by T. Baker et al, presented at the AHS 68th Annual Forum, May 2012 @FortWorth TX より



"Technology Development to Enable Capability-Based Operations and Sustainment" by P. R. Bates et al, presented at the AHS 68th Annual Forum, May 2012, @FortWorth TX より

図11　シコルスキー社　COST-A ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑの工程表

29

図12 シコルスキー社 COST-Aプログラムの目標値

Metric	Insp/FH	MMH/FH	MTBR	False Removal	Detection Time
Goal	50% Decrease	12% Decrease	15% Increase	5% Max	10 FH Min
Prop	0	1	21	<5	>10
Drives	48	4	13	<5	>10
Struct	54	51	5	<5	>10
Rotors	73	27	14	<5	>10
Elec	0	0	1	<5	>10
VMS	49	1	27	<5	>10
Total	57%	23%	19%	<5%	>10 FH

数値目標を出すにあたり、先行するベル社OSSTの技術も参考にした。
さらに例えば油圧ポンプの場合など漏れが整備の大きな原因になっているものは、ポンプの漏れを物理モデルと流量などの計測値から予測する技術により、整備性が17%向上し、さらに新技術の適用でトータル27%の向上ができるとした。

VMS: Vehicle Management System

"Technology Development to Enable Capability-Based Operations and Sustainment" by P. R. Bates et al, presented at the AHS 68th Annual Forum, May 2012, @FortWorth TX より

30

6 Design Standard Handbook の整備

- ADS-79-HDBK "Aeronautical Design Standard Handbook: Condition Based Maintenance for US Army Aircraft" を2009年2月に発行し、毎年改訂版を発行
  - ADS-79 17. Feb. 2009
  - ADS-79A 17. Dec. 2009
  - ADS-79B 16. Jan. 2011
  - ADS-79C 12. Jan. 2012
  - ADS-79D 07. Mar. 2013
- 300ページ近い Handbook は年々充実されてかなり権威ある標準になってきている。

31

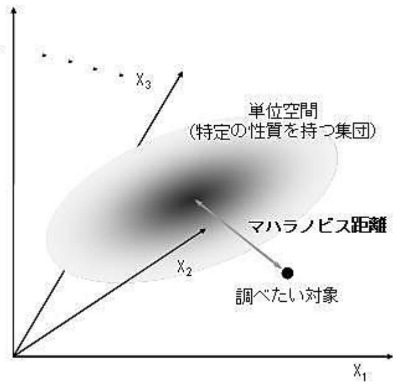
CONTENTS

ADS-79D より

32

7 三菱重工での活動(1)

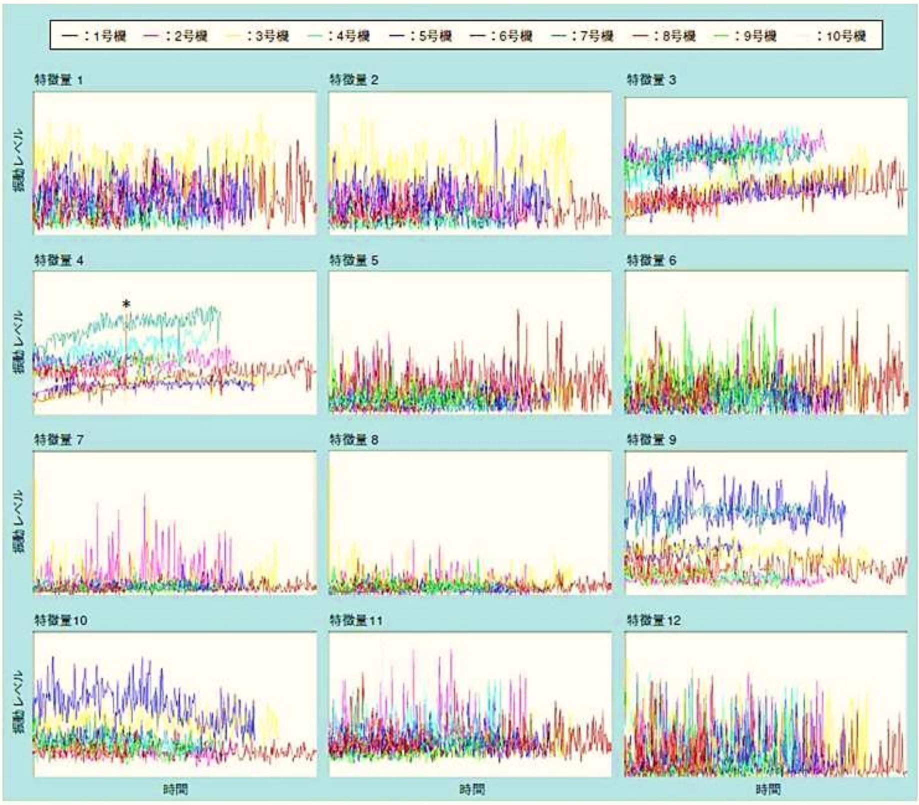
- ヘリコプター用トランスミッションの異常検知
  - MFDRで取ったデータを処理して複数の「特徴量」(CI)を作る。(図13)
  - その複数特徴量からマハラノビス・タグチ法を用いてマハラノビス距離(スカラー量)を算出し、正常な状態の複数特徴量の集団(単位空間)から、ある状態がどれだけ離れているかを算出する。
  - その距離が一定値を越えれば異常を疑う。(図14)



出典: 三菱重工技報 VOL.45 NO.4: 2008「ヘリコプタ用トランスミッションの異常検知技術」より

33

図13
ヘリコプタ用
トランスミッ
ションの複
数の特徴量
(CI)



出典：三菱重工技報 VOL.45 NO.4: 2008「ヘリコプタ用トランスミッションの異常検知技術」より 34

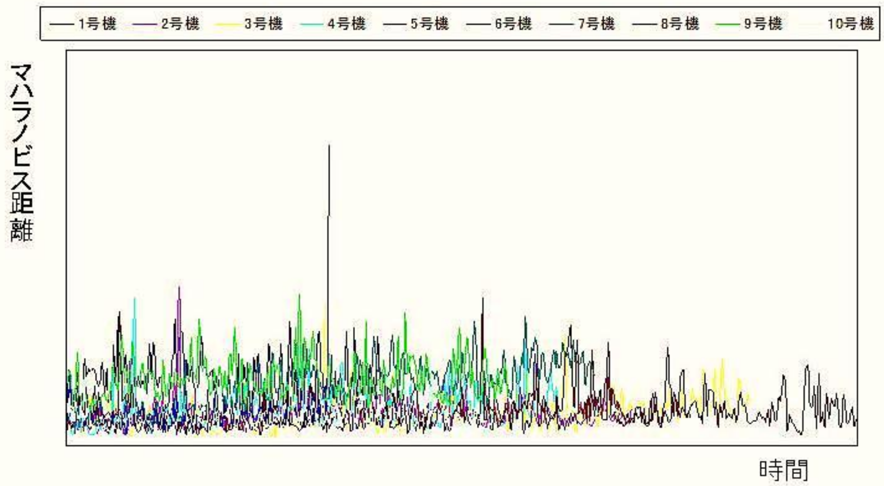


図14　マハラノビス距離が一定値を越えれば異常を疑う

出典：三菱重工技報 VOL.45 NO.4: 2008「ヘリコプタ用トランスミッションの異常検知技術」より 35

7　三菱重工での活動（2）

- 航空機油圧系統及び空調系統の故障部位を事前に検出する手法
  - ポンプ容積効率低下、サーボ弁（エルロン）異常、サーボ弁（マルチファンクションスポイラ）などの異なる故障を検出すること。
  - サポートベクトルマシン (Support Vector Machine: SVM) と自己組織化マップ(Self-Organizing Map: SOM)を組み合わせたパターン認識（図15）
  - 系統のスケールモデルを用いて，種類の異なる複数の模擬故障を検出できたことを確認（図16）

出典: 三菱重工技報 Vol.49 No.4 (2012)「高度複雑システムの故障予兆検出技術」より

36

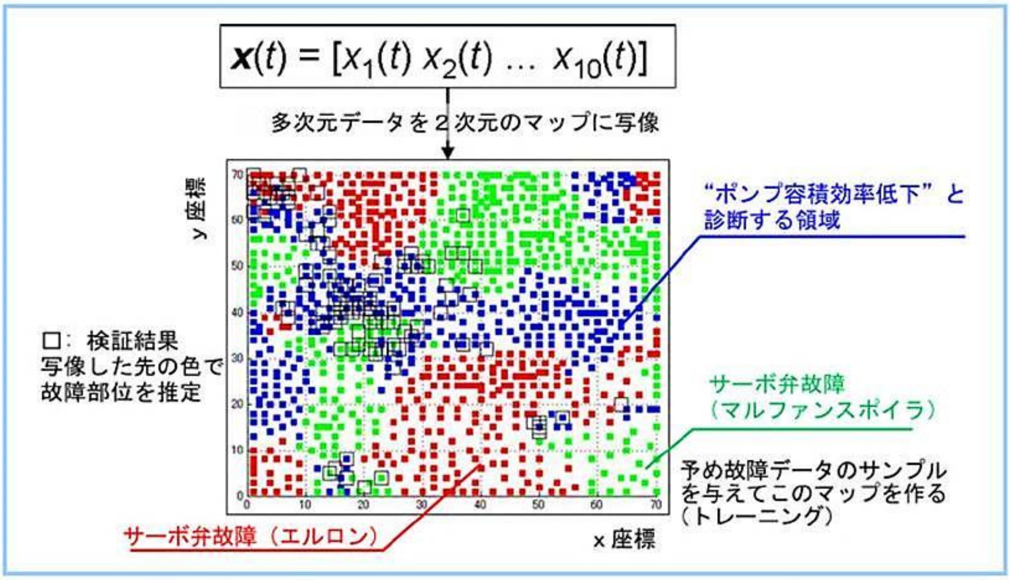


図15　サポートベクトルマシン (Support Vector Machine: SVM)と自己組織化マップ(Self-Organizing Map: SOM)を組み合わせたパターン認識

青・赤・緑の点はそれぞれポンプ容積効率低下・サーボ弁（エルロン）異常・サーボ弁（マルチファンクションスポイラ）が発生したときの学習データが写像されている。 この図では，黒い四角が青い点の上に多くプロットされており，SOM により故障部位（ポンプ容積効率低下）が検出できる

出典: 三菱重工技報 Vol.49 No.4 (2012)「高度複雑システムの故障予兆検出技術」より

37

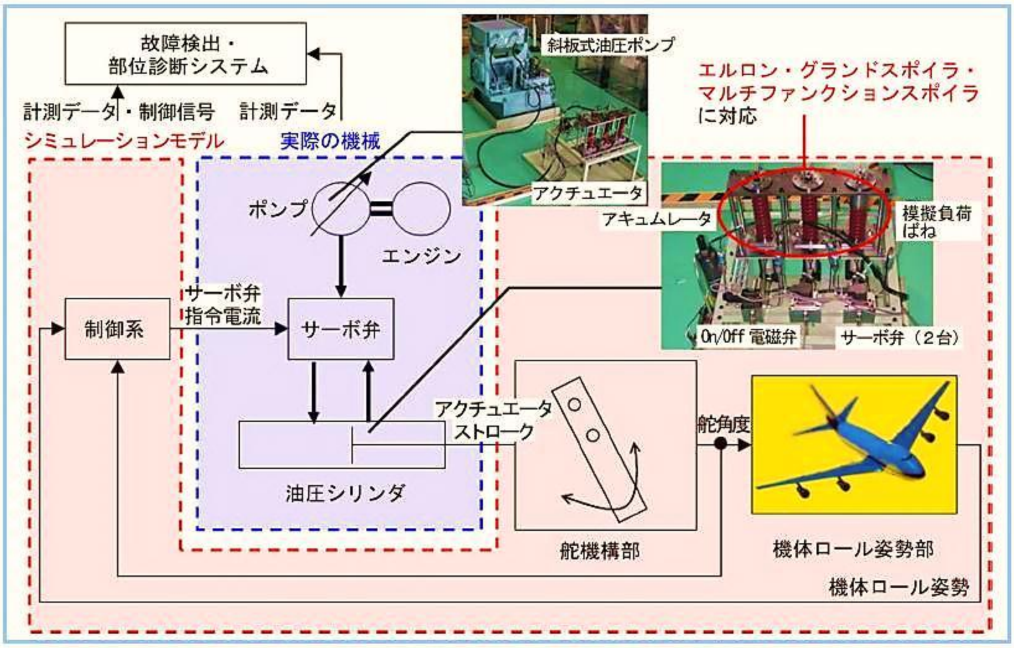


図16 スケールモデルにおける模擬

模擬する故障事象としては，エンジンポンプの容積効率低下と制御バルブ(エルロン・マルチファンクションスポイラ)の内部漏れを選定

出典：三菱重工技報 Vol.49 No.4 (2012)「高度複雑システムの故障予兆検出技術」より

38

8 まとめ

- 回転翼機に於いては、新規開発機はもちろんのこと、既存機の改修機、既存機そのものにも「状態基準整備」(CBM)方式を取り入れることがこれからは常識になるであろう。
- その時の基準、標準、ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝはADS-79になる。
- 回転翼機におけるCBMは、ｶﾞｽﾀｰﾋﾞﾝ･ｴﾝｼﾞﾝ（航空機用のみならず一般用も含む）と共に先端を走っているので、今後は汎用技術を先導する立場にならなければならない。

39

終わり

ご清聴ありがとうございました。

ご質問があればどうぞ

40

ご講演中の佐藤　晃氏

以上

AHS FORUM 69th 参加報告

富士重工業㈱
山岸　保司

AHS Forum 69th

SUBARU

AHS 69th 概要

（フェニックス・コンベンション・センター）

AHS Forum 69th
AHS 69th 概要

SUBARU

開催地

AHS Forum 69th
AHS 69th 概要

SUBARU

開催地

アリゾナ州

州都 ： フェニックス

人口 ： 約640万人（全米16位）

気温 ： 約40℃、湿度約3%（5月時）


州旗

州の領域の1/4はネイティブ・アメリカンの自治区


フェニックス


グランド・キャニオン


セドナ

AHS Forum 69th
AHS 69th 概要

SUBARU

開催日程

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
19	20	21	22	23	24	25

A H S 69th Annual Forum

MDヘリコプター/Boeing プラント・ツアー

技術講演

NAVY/NARINE

CEO パネル

ARMY

研究機関 パネル

レセプション

開催会場


フェニックス・コンベンション・センター


サウス・ビルディング（エントランス）

AHS Forum 69th
AHS 69th 概要

SUBARU

参加者

18ヶ国から約1,100名※　　※AHS press releaseより

（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 13名

（防衛大学、帝京大学、JAXA、MHI、KHI、IHI、FHI）

技術講演数

一般講演 259件 ＋ 特別セッション4件

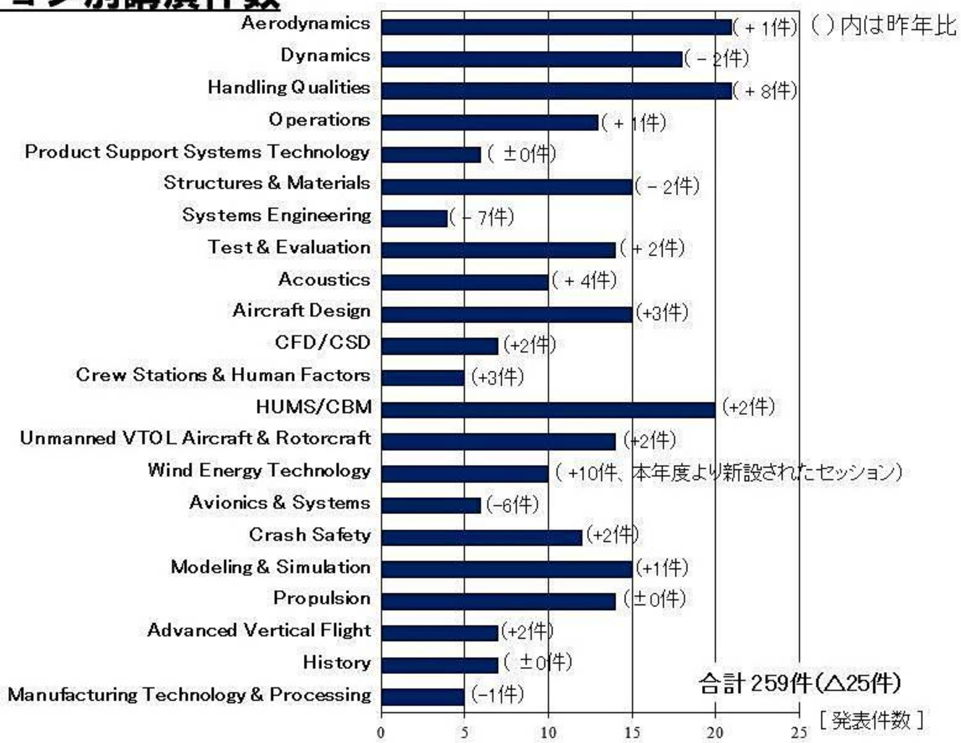
展示ブースへの出展

60団体

AHS Forum 69th
AHS 69th 概要

SUBARU

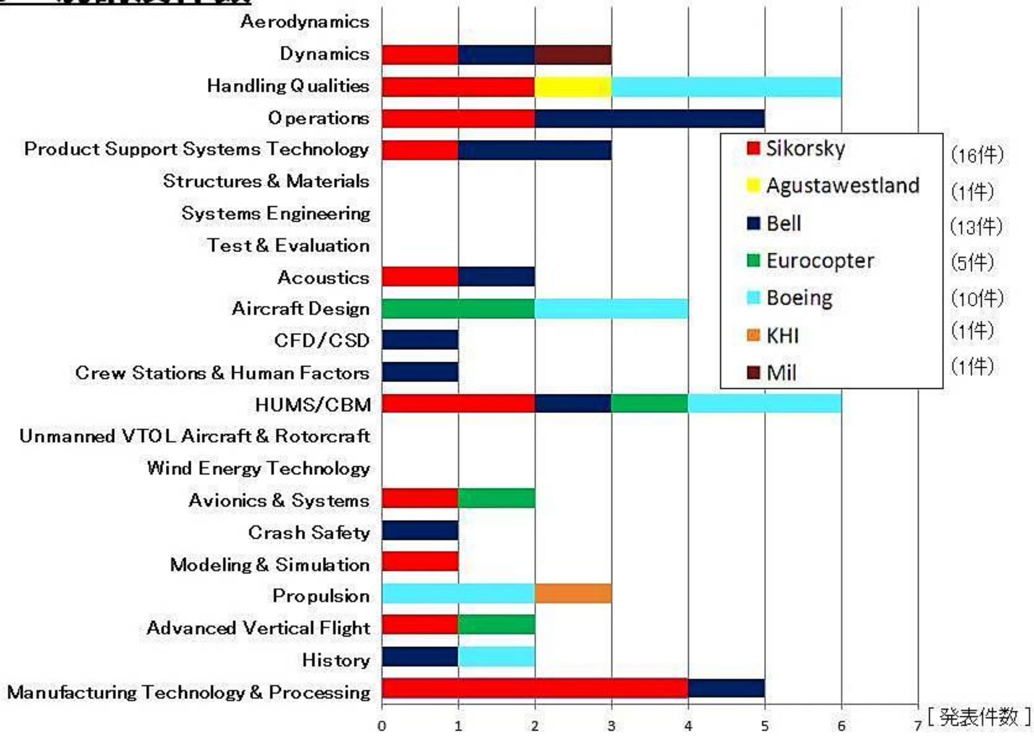
セッション別講演件数



AHS Forum 69th
AHS 69th 概要

SUBARU

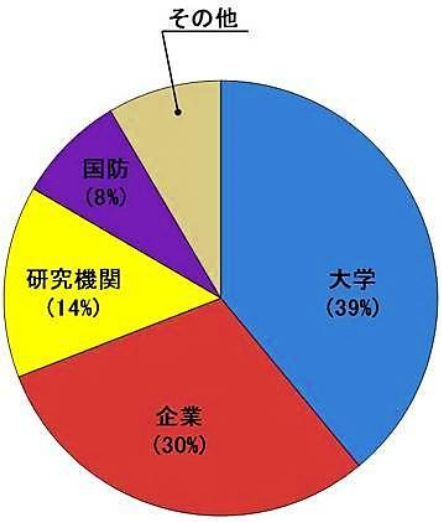
メーカー別講演件数



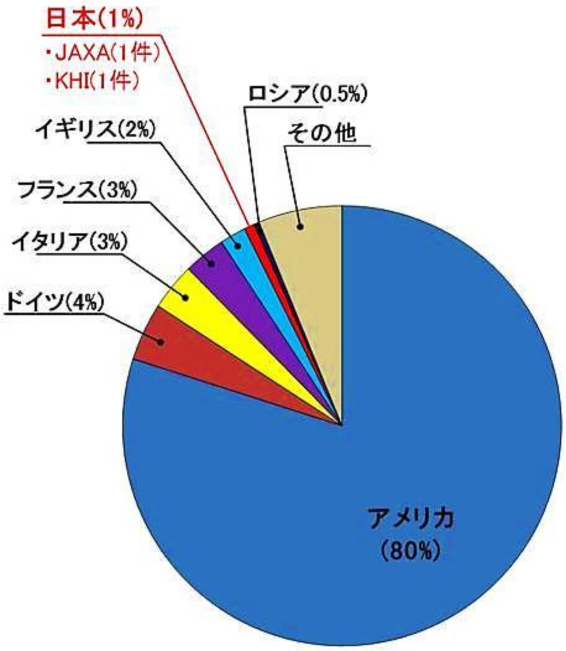
AHS Forum 69th
AHS 69th 概要

SUBARU

講演分類



団体別講演比率



国別講演比率

AHS Forum 69th

SUBARU

プラント・ツアー

MD HELICOPTERS

BOEING

（画像はAHS HPより）

AHS Forum 69th
プラント・ツアー

SUBARU

MD HELICOPTERS

- 小型ヘリMD500シリーズ、NOTAR機であるMD900の組立製造ライン
- 製造ラインには、品質向上を意識した標語が掲示

MDヘリコプター工場外観

製造ライン

MD520N

MD600N

（画像はMD HELICOPTERS WEBSITEより）

AHS Forum 69th
プラント・ツアー

BOEING

- AH-64D/Eの組立製造ライン
- 「我らのアパッチが XXXX の戦場で活躍した」などの作業者の意識を鼓舞する横断幕が掲示

AH-64D

製造ライン

（画像はBOEING WEBSITEより）

AHS Forum 69th

CEOパネル

（パネル・ディスカッション状況）

AHS Forum 69th
CEOパネル

SUBARU

テーマ

"Advancing Vertical Flight Technology in Demanding Environments"

～ 状況に応じた先進技術の開発 ～

パネラー

AgustaWestland	Dr. James Wang	(VP)
Bell Helicopter	John Garrison	(CEO)
BOEING	Leanne Caret	(VP)
EUROCOPTER	Yves Favennec	(CEO)
LOCKHEED MARTIN	Dan Schultz	(VP)
Sikorsky	Mick Maurer	(CEO)

AHS Forum 69th
CEOパネル

SUBARU

ディスカッション概要と各メーカーの主張

AgustaWestland	・"Project Zero"という垂直離着陸機の設計・製造及び試験の状況をビデオを使用して説明。 ・新技術開発のために"Project Zero"などで若い技術者に活躍の場を与え、「人材開発」を行ってゆく。
Bell Helicopter	・商用機に力を入れ、特に利益率の高い機体の開発を目指す。 ・最新のBell525は世界の動向とユーザーの要求を十分に反映した機体である。
BOEING	・これまでの軍用機は、その時代の軍要求に最も合致する機体が開発された。 ・今後は軍事予算が削減され機体開発における「低コスト化」が大きなウエイトを占めることを予測、それに応じた機体を開発していく。
EUROCOPTER	・安全、環境、コスト、性能の4点を重視したヘリコプターの開発が世の中の要求に合致する。(欧州における「環境性能」の重要性)
LOCKHEED MARTIN	・既存の技術を組み合わせることで、新しい価値を生み出すことができる ・今後も最新の電子機器と航空機を組み合わせることで、革新的な航空機を生み出していく(無人K-MAX)。
Sikorsky	・X-2及びS-97 RAIDERと将来発展性を説明(武装型、輸送機型)。 ・インスピレーションを与える技術としてヒロボー殿の「bit(ビット)」を紹介。 ・新技術の開発には民生品にまで視野を広げることが重要。

AHS Forum 69th
CEOパネル

SUBARU

Project Zero

S-97 RAIDER

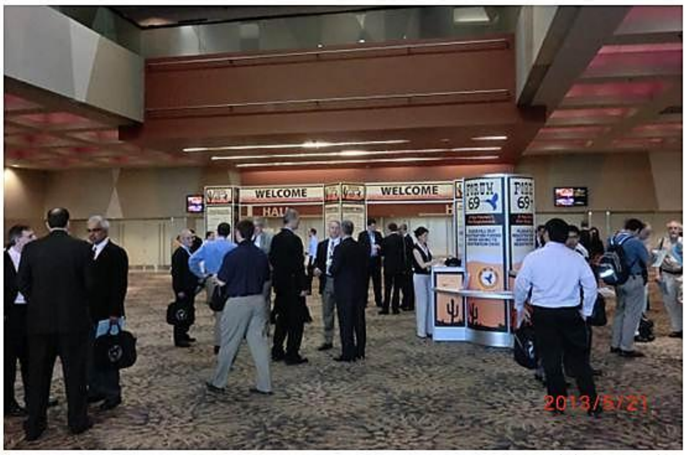
Bell525

無人K-MAX

AHS Forum 69th

SUBARU

技術講演



（会場風景）

AHS Forum 69th
技術講演（Operations Ⅰ）

SUBARU

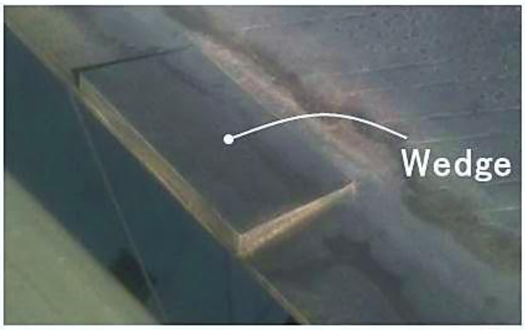
題名： Simplifying the Rotor Smoothing Process in a Military Operations Environment

発表： US ARMY

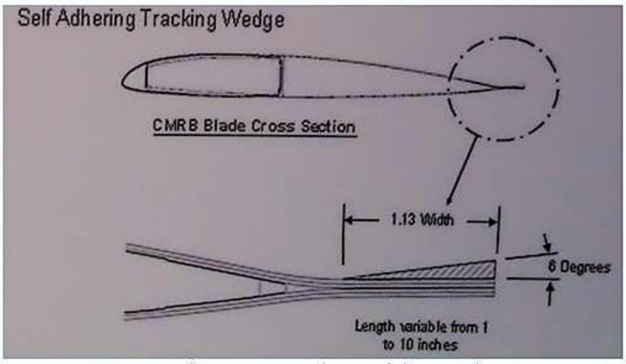
・「Wedge」と呼ばれるゴム板によるM/Rブレードのダイナミック・バランスを調整する方法。

・ダイナミック・バランスは、従来、トリム・タブを曲げて調整するが、「Wedge」は簡単な接着のみであるため整備性向上、不具合防止に効果がある。

・AH-64、H-47、H-60Mの機体でHot、Cold、Dry、Wet、Sand、Snow環境での効果実証済。



Wedge取付状態



（Boeing展示ブースパネルより）

AHS Forum 69th
技術講演（Structures & Materials Ⅰ）

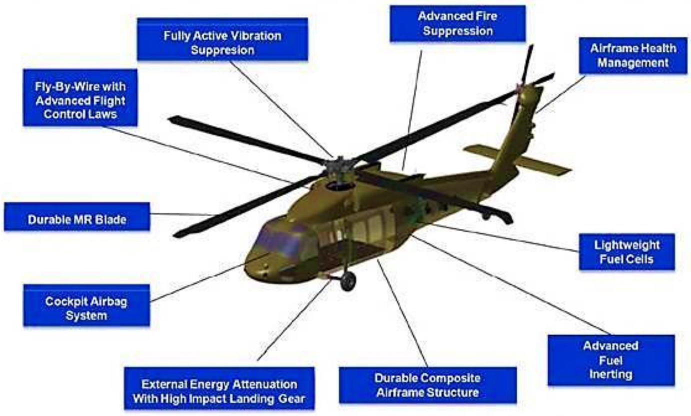
SUBARU

題名： An Integrated Approach to Rotorcraft Total Survivability and Operational Durability

発表： US ARMY、Sikorsky

・これまでの生存性の考えに機体の損傷程度やその損傷個所の修理性を含めた "Total Survivability" という考え方の技術的アプローチに関する研究。

・"Total Survivability" はUH-60を比較対象ベース機として、「クラッシュ・データ」、「コンバット・インシデント（被弾データ）」、「メンテナンス・データ」から検討される。



Integrated Prototype Configuration

AHS Forum 69th
技術講演（Operations Ⅰ）

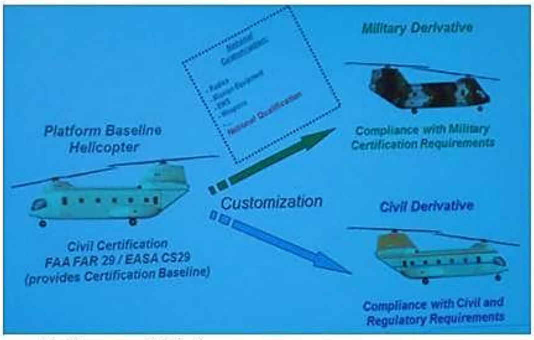
SUBARU

題名： Future Transport Helicopter (FTH) Transferring Military Requirements into a Dual Use Transport Helicopter Concept

発表： Eurocopter

・NATOが検討している軍用/民間用どちらの規格にも合致させることのできる将来輸送ヘリコプターに関するコンセプトの概要。

・機体は「キャビン容積」、「航続性能」、「高温・高空での性能」、「過酷な環境での運用」、「クラッシュ・ワージネス」、「民間ヘリ規格への適合」、「ライフ・サイクル・コスト低減」を重要視しており、本プログラムはこの先10年でもっとも大きなプログラムになるであろう。



Future Transport Helicopter (FTH)

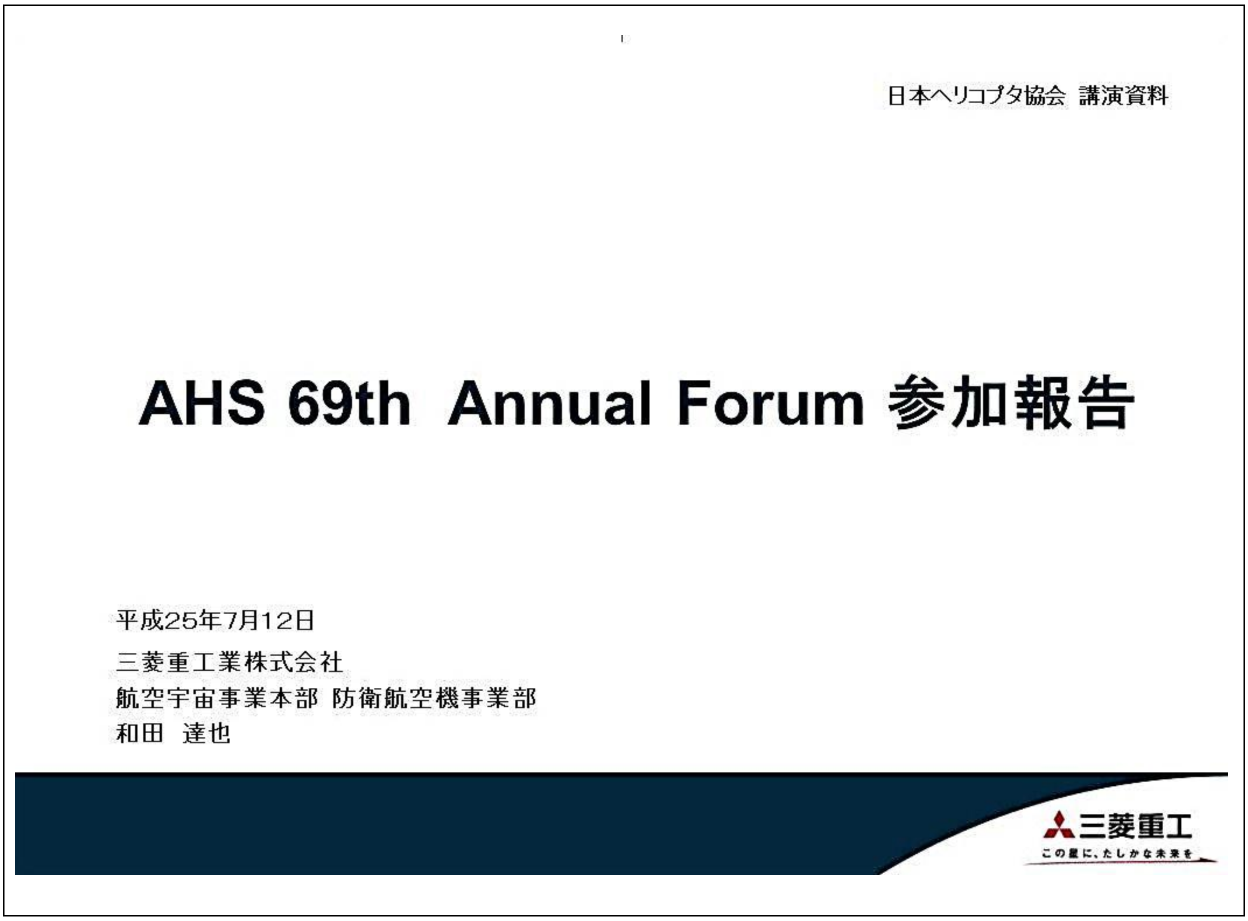
ご講演中の山岸保司氏

以上

AHS FORUM 69th 参加報告

三菱重工業㈱

和田　達也



目次

三菱重工

1. US Navy/USMC Special Session
   - 将来機計画、H-60、H-1、大統領専用機、H-53、V-22

2. 展示
   - Agusta Westland、American Eurocopter、AVX、Bell、
     Boeing、Lockheed Martin、MD helicopter、Sikorsky

3. Technical Session

   Operations Ⅱ “S-97 Raider Adaptive Survivability”

   DeRosa, William Eadie, Erez Eller (Sikorsky)

1

1. US Navy/USMC Special Session

三菱重工

- 2013 PEO(A) Perspective

ー将来機計画(FVL:Future Vertical Lift)

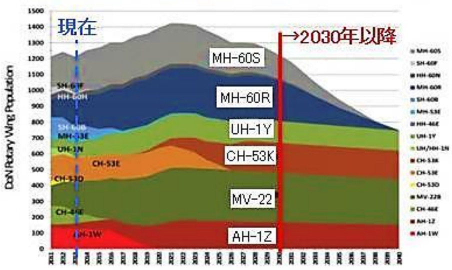
・2030年頃から必要となるMH-60R/Sの後継機種MH-XXは未定

・実施済みの統合FVL CBAとは別に、海軍固有の任務を考慮したMH-XX CBAを実施中

⇒将来にMH-60では不足する能力、キー・テクノロジーを明らかにする

ー米海軍固有のテクノロジー・ドライバー

・艦載運用の技術課題(高シー・ステート環境、塩害、腐食、後方支援能力、発着艦・・・)



米海軍の回転翼機数計画

米海軍のFuture Verical Liftは？

PEO(A): Program Executive Officer, Assault and ASW Programs FVL:Future Vertical Lift
CBA:Capabilities Based Assessment RFI :Request For Information ASW: Anti submarine Warfare

2

1. US Navy/USMC Special Session

三菱重工

- H-60プログラム

ーSH-60B/F → MH-60R/Sへの更新が継続

機種	現有機数 ( )は前年度報告	使用時期	用途
SH-60B	73 (90)	～2018年	ASW、ASUW、MEDEVAC等
SH-60F	27 (33)	～2015年	ASW、SAR、MEDEVAC等
HH-60H	35 (35)	～未定	CSAR、ASUW、MEDEVAC等
MH-60R	160 (125)	～2030年	ASW、ASUW等
MH-60S	228 (211)	～2030年	SAR、CSAR、VERTREP等

ーMH-60のCapability Roadmap → アビオニクス、武装の能力向上

MH-60S・・・20 mm固定機銃、掃海ミッションパッケージ

MH-60R・・・ Kuバンドデータリンク、ARPDD

MH-60R/S共通・・・ 2.56インチロケット弾

ASW: Anti Submarine Warfare　ASUW: Anti Surface Warfare　MEDEVAC: Medical Evacuation
(C)SAR: (Combat) Search and Rescue　VERTREP: Vertical Replenishment
ARPDD: Automatic Radar Periscope Detection and Discrimination

3

1. US Navy/USMC Special Session

三菱重工

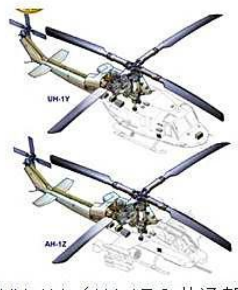
- H-1プログラム

ーUH-1Y、AH-1Z機数状況

機種	納入機数 ()は前年度報告	契約機数 ()は前年度報告	計画機数
UH-1Y	74 (59)	119 (89)	160
AH-1Z	31 (23)	65 (42)	189

ーUH-1Y/AH-1Zは部品共通率85%

⇒技術文書、機材、訓練、人員、コスト削減に寄与



UH-1Y／AH-1Zの共通部品

- 大統領専用機プログラム

ー現有機VH-60N、VH-3D　2014年から機齢延伸

ー後継機選定に向けRFPを2013/5 発出

ーVH-3D改修　・Carsonブレード 採用機を配備開始

・コクピットアップグレード

ーVH-60N改修 ・エンジン換装(T700-401→T700-401C)

・コックピットアップグレード

VH-3D Carsonブレード

RFP : Request For Proposal

4

1. US Navy/USMC Special Session

三菱重工

- H-53プログラム
  - ー現有機MH-53E／CH-53E→疲労、安全性、可動率、部品枯渇対策を継続
  - ー米海兵隊が開発中のCH-53Kは、現在地上試験フェーズ
  - ー2014年下旬に初飛行、2019年にIOCを予定

CH-53K 地上試験機

CH-53K 概要

IOC：Initial Operational Capability

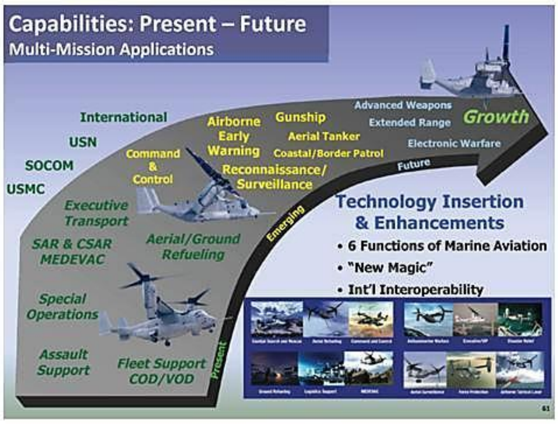
5

1. US Navy/USMC Special Session

三菱重工

- V-22プログラム
  - ー計画機数　海兵隊：360機　海軍：48機　特殊作戦軍：50機
  - ー現在の運用機数は合わせて210機
  - ーV-22による速度、航続距離メリットを紹介・・・　CH-46との比較
  - ー将来の多様な用途への適用構想

CH-46（左）とV-22（右） 自己展開能力の比較



V-22 の多用途構想

6

2．展示

三菱重工

● Agusta Westland

Project Zero

● American Eurocopter

MH-65

UH-72A

● AVX

AVX JMR技術実証機

風洞試験の映像

7

2．展示

三菱重工

● Bell

Bell 525 Relentless
風洞試験模型

V-280 VALOR

● Boeing

AH-6i

S-100

● Lockheed Martin

Unmanned K-MAX

8

2．展示

三菱重工

- MD helicopter

MD-540 F

- Sikorsky

S-97 Raider

Sikorsky/Boeing
JMR 技術実証機

HIROBO

9

Technical Session　S-97 Raider Adaptive Survivability

三菱重工

- Operations Ⅱ セッションより "Sikorsky S-97 Raider Adaptive Survivability"
  著者　Suzan DeRosa, William Eadie, Erez Eller（Sikorsky）
- 概要
  ー米陸軍OH-58後継のAAS（武装偵察ヘリ）計画向けに
  　同軸反転ロータ、推進用プッシャ・プロペラ形式のS-97 Raiderを開発中
  ー 2014年初飛行予定
  ー AASは現時点で要求が未確定であること、将来の脅威環境が未知で
  　あることを考慮し、多様な要求に対応できるように設計
  ー機体の生存性(Survivability)に関するKey Attributes
  　静粛性、IR(赤外線)、機動性、FBW、冗長な操縦系統、
  　フェールセーフな構造設計、操縦系統の耐衝撃設計、バードストライク対策

AAS：Armed Aerial Scout
CDR：Critical Design Review

10

Technical Session　S-97 Raider Adaptive Survivability

三菱重工

- 機体概要

キャビン内(右側が機体前方)

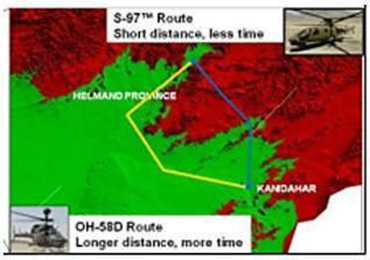
コックピット

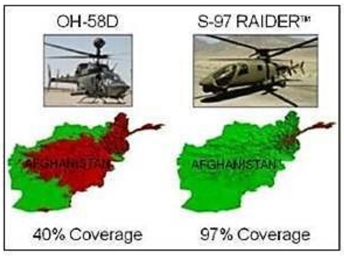
※写真は、シコルスキ社展示ブースから

Technical Session　S-97 Raider Adaptive Survivability

三菱重工

- アフガニスタンの地図上で、既存機(OH-58D)と運用可能範囲を比較
  ⇒設計点を高所・高温環境に設定することで、運用可能地域がOH-58よりも広範囲化





- ロータ／プロペラ可変回転数による音響低減効果
  ⇒コンベンショナルなヘリコプタに比べ、音響による被探知距離が半減

三菱重工

以上です。ご清聴ありがとうございました。

フォーラム会場

アリゾナ州 フェニックス ダウンタウン

出典

- U.S Navy– USMC AHS 69th Special Sessions DVD-ROM
- Suzan De Rosa, William Eadie, Erez Eller, Sikorsky Aircraft Corporation "S-97 Adaptive Survivability" Proceedings of the American Helicopter Society, 69th Annual Forum

13

ご講演中の和田達也氏

以上

AHS FORUM 69th　参加報告

川崎重工業㈱

吉谷　伸一

目次

1. Alexander Nikolsky 記念講演
"On Blade Control of Rotor Vibration,
Noise and Performance
Just Around the Corner? "

2. Special Session
US Army Aviation Program Briefings

1

1. Alexander Nikolsky 記念講演

On Blade Control of Rotor Vibration,
Noise and Performance
- Just Around the Corner?

講演者 ミシガン大学 Peretz P. Friedmann 教授

2

講演の概要:

・これまでに研究されてきたOn Blade Control 技術の総括

・OBCのシミュレーション及び振動/騒音低減への適用

・風洞試験及び飛行試験

・得られた知見

・将来への展望

3

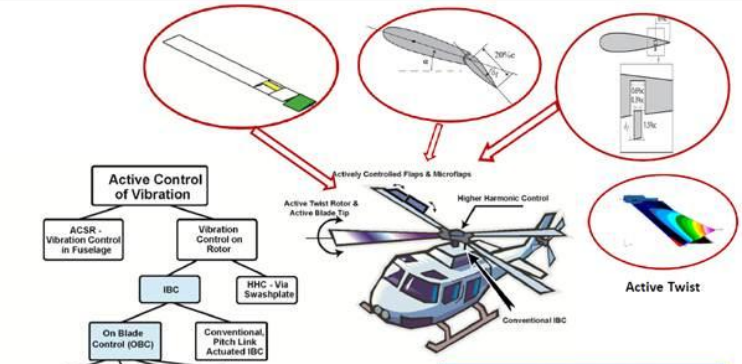
1. Alexander Nikolsky 記念講演

なぜ、OBCなのか?

ヘリコプタの振動と騒音のもっとも大きな源は ローター

↓

ローターの振動を減少させることが、効果的なアプローチ

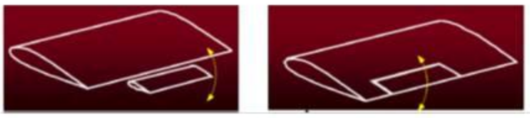


- No effect on airworthiness
- Low power consumption

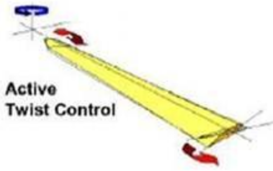
4

1. Alexander Nikolsky 記念講演

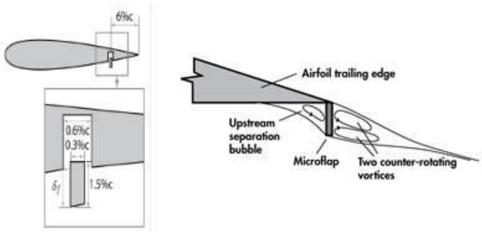
・Actively Controlled Flap
小さいフラップで効果あり
複数フラップ可能



・Active Twist Rotor
作動部なし
空力的にクリーン
構造的な影響小



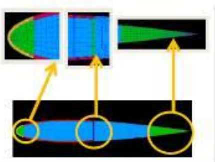
・ Microflap and Gurney flap
バンド幅大、作動力小
構造的な影響小



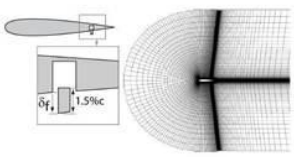
5

1. Alexander Nikolsky 記念講演

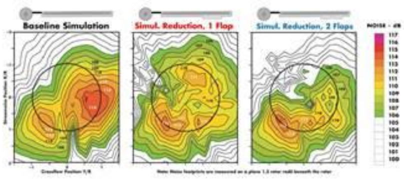
各OBC技術に対し、さまざまなModeling&Simulation、CFD解析、風洞試験等の研究活動が行われ、騒音/振動低減の要素技術も確立されてきた。



空弾性シミュレーション



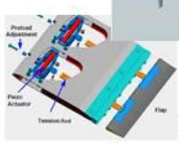
MircoflapのCFD解析



Active flapのノイズ低減

ATR Bladeの
風洞試験

SMART Rotorの
タワー試験



Eurocopterによる
飛行試験

6

1. Alexander Nikolsky 記念講演

得られた知見

・従来のブレードに比べ、Active Rotorには十分な利点がある。

・既存のローターにOBC技術を追加する場合の効果は限定的であり、
最大限の効果を得るにはインテグレーテッド･システムとして設計する必要がある。

・各技術での効果的な設計方法が確立されつつある。

On Blade Control　は間近にきているのか？

・まだ、製品に適用されていない。 なぜ？ (複雑さ、コスト、出力、重量、などの課題)

→**Large Scaleでの開発努力が必要**

・キーとなる要素は既に成熟　 システムインテグレーション技術が必要

・フルスケールでの試験には、大きな資金が必要。

“　金鉱　"

フル･スケール試験で得られる成果は、まさに“Gold Mine"

7

2. Special Session

US Army Aviation Program Briefings

8

Kawasaki

概要

・米陸軍Tim Crosby 少将(Program Executive Officer for Aviation)による
陸軍航空機の近代化計画、今後の研究開発集中分野、Future Vertical Lift紹介

・各プログラムマネージャーによる現状と今後の計画の紹介

UH-60 Program
CH-47 Program
UAS※ Overview
Aviation Systems
Non-Standard Rotary Wing Aircraft
Armed Scout Helicopter OH-58F
AH-64 Update

※Unmanned Aircraft Systems

米軍の緊縮財政の影響か、Tim Crosby少将以外は
ipadを使ったTV会議での説明であった。

9

Kawasaki

米陸軍航空機の近代化計画

任務	現在 2013		将来 2018
偵察	OH-58D		OH-58F
攻撃	AH-64A/D		AH-64E
多用途	UH-60A/L UH-60M UH-72A		UH-60L(Digital) UH-60M UH-72A
輸送	CH-47D/F		CH-47F
固定翼	C-12 RC-7、RC-12		Future Utility Aircraft EMARSS/RC12x/JointISR
無人機	Raven Shadow Hunter		Digital Data Link付与 Tactical Common Data Link付与 Gray Eagle

10

Degraded Visual Environments　への対応

悪天候や、砂漠地帯でのBrown Outにおける
飛行安全の確保及び作戦環境の拡大

UH-60の表示例

各機の計画
UH-60 Phase1～3と段階的に採用/能力向上
CH-47F　BlockIIで採用
OH-58F　Nose Mounted Sight

Aviation Systemsでの開発

データベース

先進センサー

→

模擬視界を提供

11

2. Special Session
US Army Aviation Program Briefings

Non-Standard Rotary Wing Aircraft

任務　海外での米軍作戦を支援するため、同盟国や同盟勢力に
非正規※のヘリコプタを運用する支援を行う。※米軍が採用していない

2010年　イラク、アフガニスタン、パキスタン
現在　上記に加え、メキシコ、エチオピア、レバノン、コスタリカ、コロンビア等
13カ国に拡大

機材

Mi-17

MD-530F

AH-6i

Bell407 等

12

2. Special Session
US Army Aviation Program Briefings

Armed Scout Helicopter OH-58F

計画　:武装偵察/軽攻撃に供されているOH-58D 368機を
OH-58F 368機 と Armed Aerial Scout (AAS) で置き換える。

F型の特徴:　デジタル･コックピット、通信/識別の相互運用性向上、
Nose Mounted Site搭載、HUMS等

現在　:プロトタイプ1号機 1057Hr飛行 2号機を本年4月末に納入
最初の部隊編成は 2016/9の予定



NASAでの風洞試験　　14ft×22ft風洞、37.7%モデルで実施

13

ご講演中の吉谷真一氏

以上

第38回定例研究会
「練習ヘリコプタ TH-480B」見学会
陸上自衛隊北宇都宮駐屯地

宇都宮校総務課渉外広報班長 3等陸佐 兼重正和 氏による概要説明

連絡偵察機 LR－2

多用途ヘリコプタＵＨ－1J

練習ヘリコプタTH－480B

以上

特別講演会

Smart UAV Overview

Dr. Ki Hoon, Chung (Korea Aerospace Research Institut)

KARI Smart UAV

Smart UAV Overview

Aug 29, 2012

Jai Moo Kim
Director, Smart UAV Development Center
Korea Aerospace Research Institute

1

Smart UAV Program Overview

- To Develop Smart UAV System with Innovative Technologies
  - Including Data Link, Ground Control and Support System
  - Unmanned Vehicle with VTOL and High Speed Performance
  - Smart Capability such as Autonomous and Sense & Avoid Flight
- Type of Unmanned Aircraft : Tiltrotor Vehicle Selected
  - After Trade Study With Candidate Vehicles

2

SUAV Program Overview

- SUAV Program Major Milestone

July, 2002 — March, 2012

	Phase I			Phase II				Phase III		
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Milestone	SRR	SDR	PDR	CDR I			TRR I	CDR II	TRR II	
	Pre-Con.	Concept.	Preli.	Detail	Man./assembly/Ground			Flight I	Redesign	Flight II

- Pre-Concept Design
- Conceptual Design
- Preliminary Design
- Detail Design
- Ground Test
- Full Scale Flight Test
- Smart Technology Implementation
- Smart UAV Flight Test

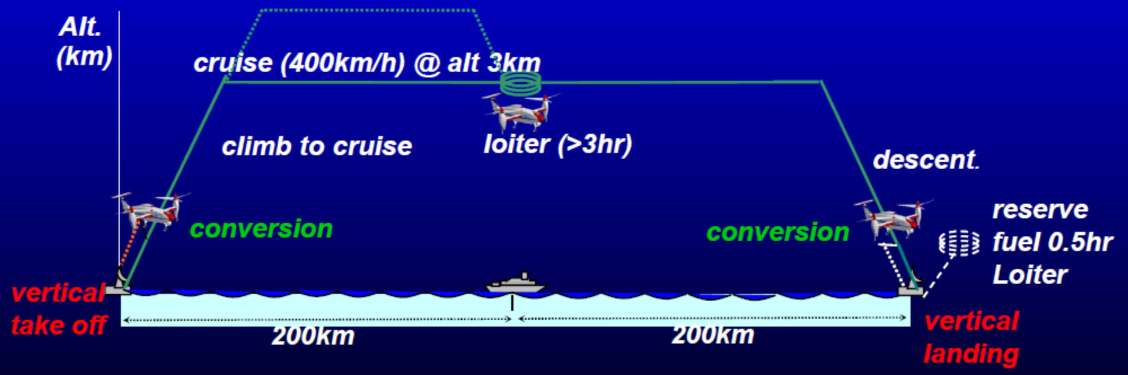
3

SUAV Program Overview

- **Performance Required**

Vertical Take-off and Landing		Maximum Speed	: 500km/h
Length	: 5m	Maximum Endurance	: 5 hours
Payload	: 40~100kg	Maximum Weight	: 1,000kg

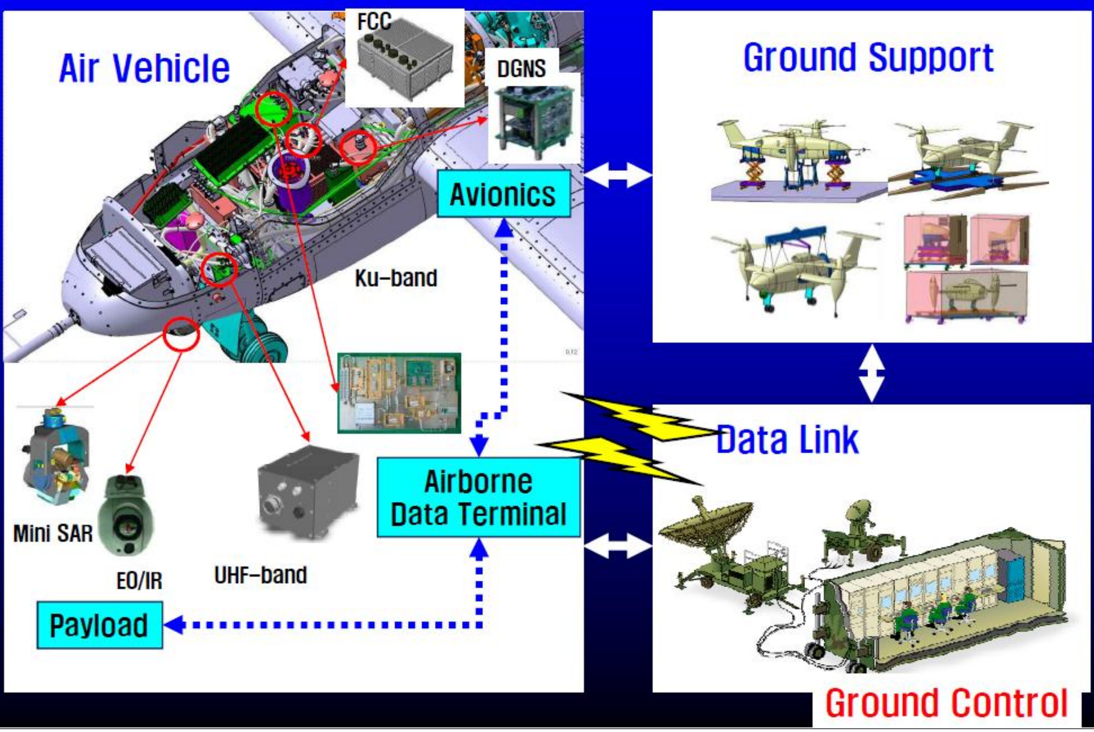
- **Typical Mission Profile**



4

SUAV System Overview

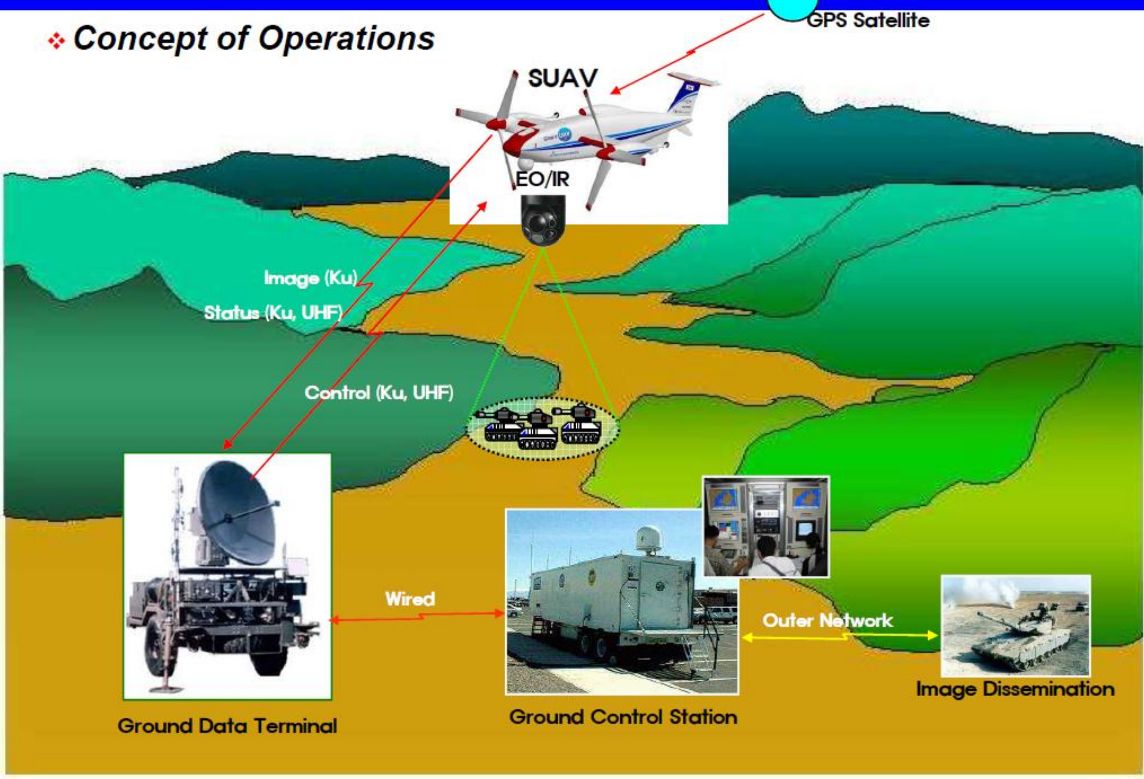
- **System Architecture**



5

SUAV System Overview

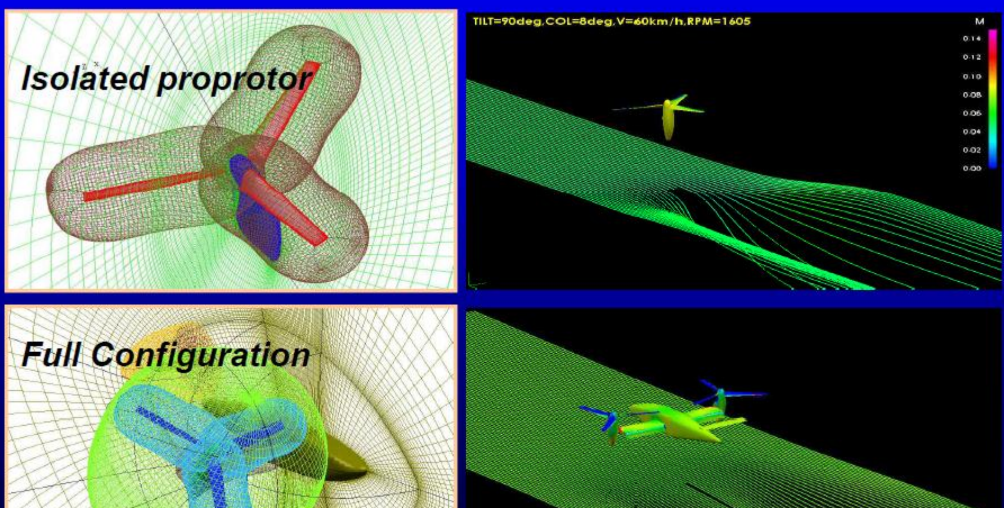
❖ *Concept of Operations*



CFD Application in Aero Design

❖ *Unsteady Flow Simulation using N-S Eqn.*

- *S-A Model (Turbulence Model)*
- *Dynamic Overset Grid*



7

Wind Tunnel Test – Powered, Unpowered

Unpowered Test (TR-S4)
June ~ July 05, KARI-LSWT

Unpowered Test (TR-S5)
Aug ~ Sept 05, KARI-LSWT

Unpowered Test (TR-S5)
Oct 05, KARI-LSWT

Dynamic Test (TR-S5)
Oct 05, BAR-LAMP

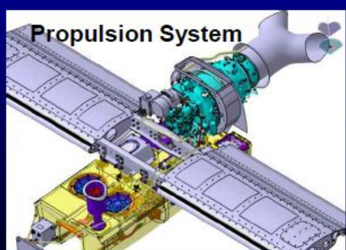
Download Test (TR-S5)
Jan 06, KARI-LSWT

Powered Test (TR-S5)
Oct 05, Jan 06, KARI-LSWT

8

SUAV Platform Design – S&C, Propulsion

- **Flight Control**
  - Development of 6DOF Nonlinear Flight Simulation Program
  - Analysis of Static/Dynamic Stability
  - Development of Autopilot
  - Evaluation of DFCC E Performance
- **Propulsion System**
  - Selection of Engine : PW206C Turbo Shaft Engine
  - Provide 2 Different Shaft RPM Optimal Operation of Prop-rotor
  - Design of Engine Intake
  - Design of Light/Highly Reliable Fuel System

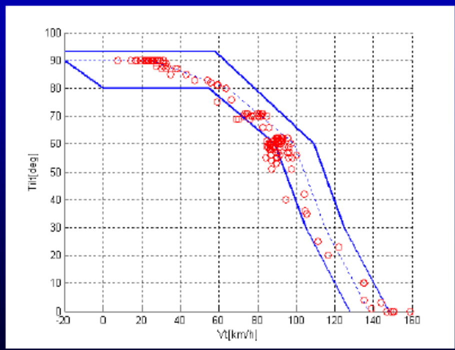


9

Design & Integration of Smart UAV

Flight Control System

- Fully Autonomous Flight Controls including Takeoff and Landing
- Dual Redundancy
- Fault Detection



SUAV Autonomous Flight Control Logic

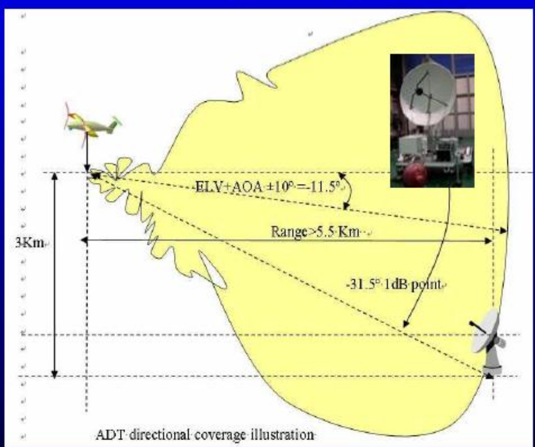
Automatic Conversion Flight Algorithm

10

Design & Integration of SUAV

Data Link and Ground Control Systems

- Min. 95% Reliability in 200km with Dual Up & Down Links
- Aircraft Control, Data Link Control, Flight Information Display and Management, Mission Planning, Fault Detection, etc.



SUAV Operational Beam Patterns

SUAV Ground Control System

11

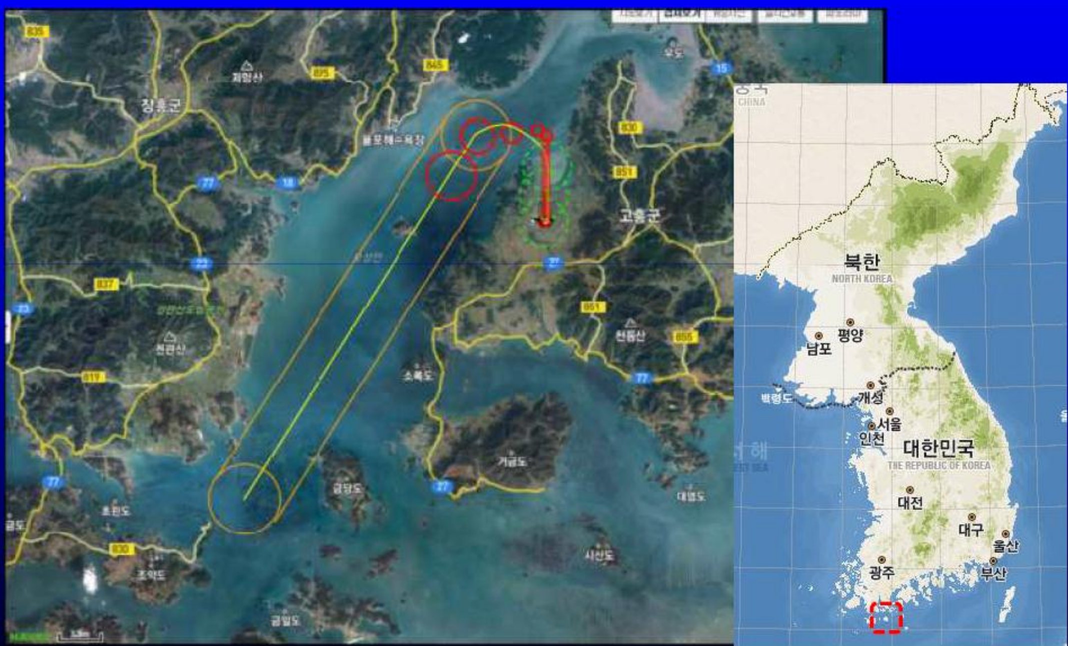
Development of Small-Scale Vehicle

- Full Scale vs 40% Scale of Smart UAV

- Small Scale Flight Test Motivation
  - Reduce Risk in Full Scale Flight Test
  - Understand Realistic Feature of the Tiltrotor Vehicle
  - Train Test Pilots

12

Flight Test Site



13

Flight Test for SUAV

- Autonomous Takeoff and Landing
- Speed/Altitude/Direction Maintain Mode
- Full Conversion Flight
- Point Navigation
- Pre-Planned Navigation
- Emergency Return Mode

14

TR-6X Development

General Characteristics

- Span : 3 m
- Tip to tip : 4.5 m
- MTOW : 200 kg +
- Payload : 20 kg +
- Power Plant : 55 Hp Rotary

Performance

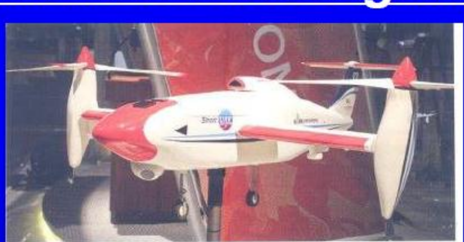
- Max Speed : 240 km/h
- Cruise Speed : 200 km/h
- Mission Speed : 165 km/h
- Mission Radius : 60 km +
- Ceiling : 4.5 km
- Endurance : 5.5 Hr +

15

Technology Transfer to Industry

16

International Recognition



Sikorsky's challenge to Bell at show

Sikorsky goes full tilt with Korean UAV

Sikorsky is apparently entering the market for tiltrotor unmanned air systems, in an unexpected challenge to one of Bell Helicopter's core technologies.

A scale-model on display at the Sikorsky Innovations booth gives away the company's new strategic move.

The model shows that Sikorsky has partnered with Korea Aerospace Research Institute (KARI), which has been developing the smart unmanned air vehicle tiltrotor for about nine years. No information about the new alliance was immediately available, but Sikorsky is likely to explain the model's presence here later this week.

KARI had originally partnered with Bell several years ago to develop a more capable version of the latter's HV911 Eagle Eye. Bell dropped out of the partnership in 2005, then canceled the Eagle Eye following several mishaps in flight testing.

KARI, however, continued developing the Smart UAV and achieved first flight in 2008.

Sikorsky has experimented with various rotory-wing configurations over its history, including most notably the coaxial rotor of the X2 high-speed helicopter.

17

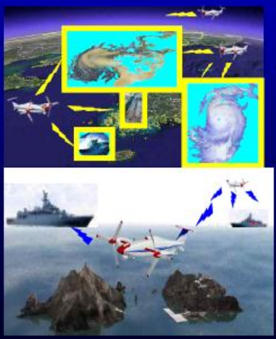
KARI Tiltrotor UAV's

	TR-40	TR-6X	Smart UAV
Wing Span	2.0 m	3.0 m	5.0 m
Width	2.8 m	4.5 m	6.8 m
MTOW	50 kg	200 kg	1,000 kg
Payload	10 kg	20 kg	90 kg
Power Plant (Max Power)	Reciprocating (15 hp)	Rotary (55 hp)	Turbo shaft (560 hp)
Endurance	2 hrs	5.5 hrs	5 hrs
Op. Radius	20 km	120 km	200 km
Loitering Speed	130 km/h	165 km/h	250 km/h
Max. Speed	180 km/h	250 km/h	500 km/h
Tests	Autonomous Flight (2008)	SCAS Flight	Autonomous Flight(2011)

18

Uses

- Remote sensing
- Aerial surveillance
- Oil, gas and mineral exploration and production
- Scientific research
- Military application
- Search and rescue



19

Summary

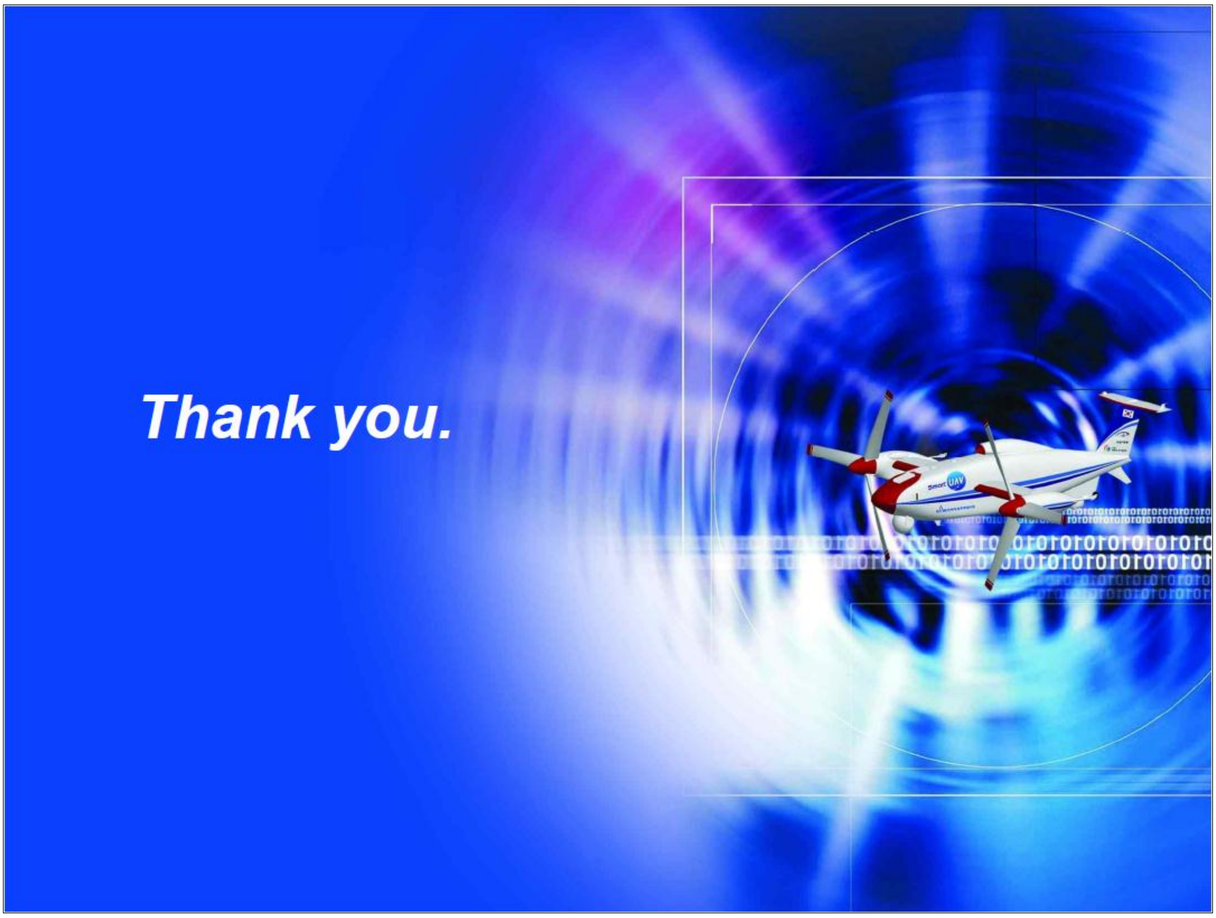
- KARI has developed Smart UAV system since 2002 with 100 million USD fund.
- Full automatic flight test started in 2008
- SUAV demonstrator flight test completed
- SUAV is the fastest VTOL UAV in the world
- Korea became the second country in the world to make successful flight of the tiltrotor

20

Prototype Development Plan

- SUAV prototype development is being planned
  - Customer establishment
  - Modification to fit ROC (environment, operation concept)
  - Prototype manufacturing
  - Ground and flight tests
  - ILS design : Low cost & affordability
- International Collaboration Welcomed

21



ご講演中の Ki Hoon Chung 氏

以上

＜連載＞

日本ヘリコプタ協会　人物紹介（３）

まきの　たけし
牧野　健

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）に創立されて以来、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にご努力、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行等利用技術までも含む、ヘリコプタを取り巻くすべてを対象として活動してきております。

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。こうした背景のもとに、JHS活動の主軸となってご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。今回はその第３回として牧野健氏をご紹介いたします。

牧野氏は富士重工業株式会社（以下、富士重工と略す）に勤務しておられた1989年に、JHSを創立したメンバーのお一人です。JHS創立後は第2代会長として基礎固めにご尽力くださいました。現在もJHSの顧問としてご活躍中です。

富士重工では技術部にあって、UH-1B、UH-1H、AH-1Sなど数多くのヘリコプタを経験なさっています。その技術力は国際的にも高く評価され、2000年にはAHSのTechnical Fellowsを受賞されました。また、ヘリコプタ以外の垂直離着陸（VTOL）機にもご関心をお持ちになり、1967年には航空宇宙技術研究所（NAL、現在のJAXA）の実験用フライング･テスト･ベッド(FTB)開発に当たられました。

ここでは、牧野氏のヘリコプタとの関わり、JHSとの関わり、そして今後への提言などについてお伺いたしました。また、末尾には氏のご経歴等をとりまとめました。

1　ヘリコプタとのかかわり

－ はじめて富士重工で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。

私は昭和32年に富士重工に入社し航空機部門に所属しましたが、当時富士重工はヘリコプタには手を出してはおりませんでした。私自身も固定翼機にしか興味はありませんでした。
何故富士重工の参入が遅くなったかということにつきましては、私の個人的な見方ではありますが、次のように思います。富士重工は戦前の中島飛行機が戦後分割された第2会社の中にあって、富士工業、富士自動車工業、大宮富士工業、宇都宮車両及び東京富士産業の5社が合併して昭和28年7月に設立されました。そして航空事業の拠点を宇都宮に置き、上記各社などから航空の技術者を集結しました。勿論新しく航空に取り組む若い人も大勢含まれていました。しかしながら私が見るところ、これらの技術者の中で、飛行機（この場合当然固定翼機）が好きで好きでしょうがない、飛行機以外のことには目もくれたくないという人の割合が当時の他の航空機メーカーよりもかなり高かったと思います。私自身もその一人でした。このことがヘリコプタに対する関心がなかなか出てこなかった原因ではないかと思います。　また会社創立直後からジェット練習機の開発に総力をあげて取り組んでおりまして、全く新しい航空システムであるヘリコプタに手を染める余裕が無かったのも大きな理由であることは間違いありません。
昭和34年頃からヘリに関する関心が社内にポツポツ現れ始めていましたが、実際に事業として取り組み始めたのは、昭和36年に陸上自衛隊が装備することになった中型多用途ヘリコプタHU-1Bのライセンス生産を担当することになったのが最初でした。

まだ、しかし、私はヘリコプタには殆ど関心を持っていませんでした。しかしVTOL機には相当の興味を持っていました。そんな私が昭和39年ヘリコプタ課に異動になりました。昭和40年からNAL（航空技術研究所、現在のJAXA）がLift Jet方式のVTOLのホバリング・テスト・リグであるフライング･テスト･ベッド（ FTB）を開発することになり、三菱重工業株式会社と富士重工が提案書を提出しました。富士重工案が選定され、昭和42年にFTBがNALに納入されました。このFTB納入までの前半ぐらいの期間は私も専らこれに関わっていました。
その後、私は富士ベル204B-2の開発やその機体業務を経て、AH-1Sの国産化業務に主として当たってきました。要するに、富士重工が取り組んだ垂直離着陸に関わる大部分のプロジェクトに関わらせてもらえたと感じています。

富士重工のヘリコプタへの参画の歴史は日本のヘリコプタの歴史に比して数年短いですが、ヘリコプタ以外の垂直離着陸機を実際に製作し飛ばした経験のあるメーカーと云う点が国内他社にはない特徴です。人類の「空を飛ぶ夢」の本来の姿と思われる垂直離着陸の分野で歩んできた概要について、その歩みの多くに携わってきた私の思い出や多少の感懐なども交えてお話しします。

－ どのような機種にいつごろどのような形で携わられたのでしょうか？またその中で、仕事での想い出や係わった思い出深い人、組織、場所等がありますか？

（HU-1BからUH-1Hへ）
HU-1Bは昭和36年にライセンス契約が成立し、昭和38年から昭和47年まで90機を生産し防衛庁（現在は防衛省）殿に納入しました。併行してHU-1Bの民間型である204-Bの生産も行ない33機を納入しました。204-Bは機体の形状は殆どHU-1Bと同様でエンジンも同じですが、ローター直径が48フィートでHU-1Bより4フィート大きくなっています。
HU-1Bの後継機として、その発展型であるUH-1Hが装備されることになり、新しいライセンス契約が結ばれ、昭和48年に初号機を納入、平成2年まで合計133機を納めました。UH-1Hはローターが204-Bと同じものになり、エンジンはHU-1Bよりも200馬力パワー･アップし、全備重量

も1,000Lb増えて9,500Lbになっています。なお陸上自衛隊殿のUH-1Hは米軍のものとは異なりテール･ローターがいわゆるトラクター型になり、横風での方向制御特性が改善されています。

このライセンス交渉の過程で、204-BのエンジンをUH-1Hと同じ1，300馬力のものに換装した改造開発を行なうことが認められ、204B-2としてJCAB（国土交通省航空局）の型式証明を取得し、昭和48年から平成2年の間に22機を製造販売しました。使い勝手の良い物輸機として好評を得ました。狙いは高空高温性能の向上であり、オイル･クーラーの変更やエンジン・カウリングまわりの変更などを行ない、日本国内ならどんな所でも大丈夫になりました。

（AH-1Sを国産化）

昭和40年代の終わり頃からヘリコプタに対戦車ミサイルを搭載しようと言う考えが出始めていたようですが、昭和50年位から社内でもAH-1Sについてスタディを始めていました。昭和52年度予算でAH-1Sの運用研究用の機体輸入が決まり、その研究結果に基づいて、昭和57年度予算でライセンス生産による導入が決まりました。国産初号機は昭和59年12月に納入されました。

ノックダウンから始めて急速に国産化率をあげる方針でした。国産6機目で機体構造はほぼ国産化し、9機目でダイナミック･コンポーネント部品や機能部品の大部分の国産移行を完了しました。武装関係のサブ・システムは順次国産化が進められ、17機目で大部分、22機目で国内開発品も含めて武装サブ・システムの国産化アイテムもすべて国産化が完了しました。

昭和55年から56年にかけてライセンスの交渉が行なわれ、昭和57年に締結に至りました。丁度日本へのライセンス供与に対して米国が非常に敏感になる直前であったことが幸いでした。しかしそれだけではなく、HU-1B/UH-1H等のライセンス生産を通じてライセンサーとの間で真面目に、率直に、そして粘り強く培ってきた信頼関係が大きく寄与しています。もちろん相手側にも良い人を得たということもありますが…。私はテキサスのSouthern Hospitalityというものを高く評価しています。

また、いわゆるライセンス・エンジニアの弊に陥らないようにあらゆる努力をしました。その一つとして各種の試験や実験をかなり突っ込んでやって見るといったことも大切です。そういうことは時間と費用を掛けることになりますが、それに対し社内外の理解と協力が得られたことも非常に有り難かったことです。ただそう云う風にもって行く基本は技術者がそうした活動の意義や必要性を判りやすく且つ正確に説明し納得させるところにあると思います。

最大全備重量	10,000 lbs
メインロータ形式	２翅シーソー型
直径	44 ft
エンジン名称	T53-K-703　1基
軍用出力	1,485 shp
乗員	２名

図１　対戦車ヘリコプタAH-1S

（試験研究と試作活動）

昭和40年にはNALのホバリング・テスト・リグであるフライング･テスト･ベッド(FTB)の試作を受注しました。昭和43年3月に納入し、引き続き昭和46年まで飛行試験を含む各種試験に協力・支援を致しました。NALの元々のVTOL研究計画ではFTBに引き続き遷移飛行を行なうVTOL実験機を開発することになっていてその初期計画や先行的な要素実験の一部を受注して進めていましたが、昭和48年のオイル･ショックの影響でNALの予算状況が激変し中止となってしまいました。NALはその後昭和51年の航空技術審議会の答申にそって、日本の航空機工業界がより広く全体的に協力する態勢でSTOL実験機「飛鳥」へと向かったわけです。

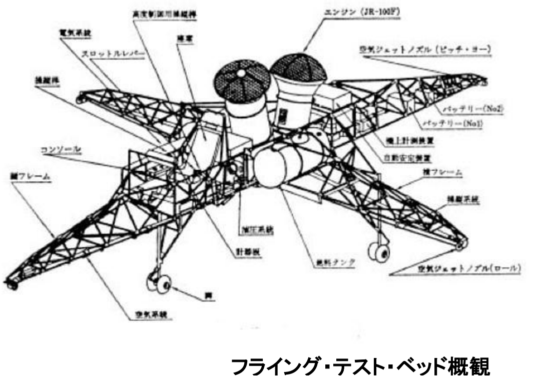
204B-2は前述のように昭和46年から50年にかけて開発しました。CFRPテール･ローター･ブレードの試作を昭和46年に行なっていますが、これは新しい複合材料として注目を惹きつつあったCFRPがブレードの材料としても有望との見通しを得ていたので、先ずはブレードのような形状、構造に作り上げるにはどうすれば上手く出来るか試みてみたものです。従ってローター･ブレードとしての特性に関しては試作の検討対象にはしていませんでした。

AH-1Sの国産化に追いまくられていた昭和50年代の中頃から昭和60年までは余りまとまった試験研究をする余裕がありませんでしたが、ヘリコプタの生命であるローターについては高性能化について研究を続けていました。その結果昭和60年にベアリングレス・ローターの研究開発に重点を置くことになり、昭和61年からはある程度まとまった研究開発費も得られる目途が立ったので、富士重工の主力分野である5トン・クラスの中型ヘリコプタ用のベアリングレス･ローターの試作に踏み切りました。これは平成8年にベル412を実験母機として飛行試験も成功裏に終わりました。いわゆるFBR（Fuji Bearingless Rotor）です。昭和61年から64年の間ベルと共同して205Bの開発およびその先行活動としてLIVEという防振装置を搭載した205A-1の改良開発を行ないました。

図２はNAL FTBのホバー飛行中の状況です。リフト･ジェット･エンジンはNALが開発したJR100で設計製作は石川島播磨重工が行ないました。推力約1．5t、推力重量比10で、ピッチとロールの機体姿勢の制御はエンジンの抽気を前後，左右の機体端にあるノズルに導きその開閉により行ないます。ヨーは機体前後のノズルを左右反対に首を振らせて行ないます。FTBには固有の安定性は全く有りませんので、高度の制御を含めてすべて自動安定装置ASEを用います。

高度制御系にはNALで発案された近似積分を含むShaping Networkにより、センサーとして加速度計を用いて準３重系を構成することができるようになり、複数の電波高度計を隣接して作動させられるか否かの問題から解放されました。姿勢制御系はASEのオーソリティーが100%ですが、パイロットの手動操作とASE出力を加算した時、ノズルの口の形状を上手く形成することによりオーバー･トラベルを設けるという富士重工 十河氏の巧みなアイディアにより、これが実現しました。

このASEをやったことで自動安定装置や自動制御について貴重な勉強をすることができ、その後のこうした分野の研究開発を進める出発点となりました。



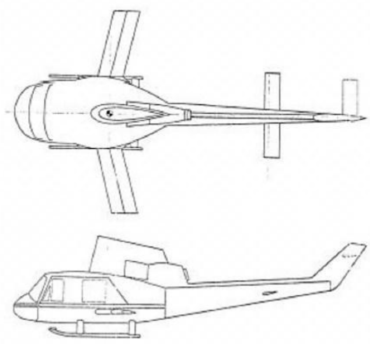
フライング･テスト･ベッド概観

図２　ＮＡＬフライング・テスト・ベッド自由飛行に成功
（昭和46年6月角田支所）

昭和43年から有翼ヘリ実験機XMHの試作がスタートしました。コンパウンド・ヘリへの第一段階としてWinged Helicopterの特性を実験的にしっかり手にしようと考えたわけです。図３に示すように、HU-1Bの社有機に小型の主翼をつけて、高速時に機体重量の一部をその揚力で支え、ローターをある程度Unloadしてやろうというものです。昭和44年3月に初飛行をしました。

主翼はExposed Areaが3．8㎡で高速時機体重量の30%前後の揚力を持たせることにしました。改造に伴う抵抗増大を抑えるため各部の整形を行ないました。この主翼には弦長の50%に及ぶフラップが備えてあります。これはオートローテーションのエントリーの時、上へ20度あげるようになっていて、ローターの負荷を増大し、姿勢のコントロール・パワーの確保とオートローテーション回転数が制限下限値を下回らないようにするため、非常に有効でありました。達成した速度はTASで161．5kt．で、緩降下で出しました。高速時の振動は原型HU-1Bで100ktあたりから振動が増大し始めますがXMHでは140kt近くまで振動が増大し始めずローターの負荷を減らしたことが効いていることが体感でも感じられました。

XMHの飛行試験は昭和48年まで行なわれ、全部で85フライトに達しましたが翼の影響について非常に多くの貴重な知識、経験を得ることが出来ました。飛行試験では本当にヒヤリとするようなこともありました。たとえば高空でのホバリング安定操縦性試験でボルテックス・リングに入ってしまい1，500ft位落下してしまったこともありました。XMHの試験でヘリコプタの飛行試験計測技術が設備、ソフトウェアならびに知識・経験の面で大いに前進しその後の飛行試験計測技術のベースになりました。



Frontal Area	48 ft²
Fixed Wing	
Span	22.25 ft
Chord	2.86 ft
Airfoil	NACA 64_3-418改
Wing Area	63.7 ft²
Sweep Angle	14° 16′
Taper Ratio	1.0
Aspedt Ratio	7.78
Flap Chord	50% Wing Chord
Elevator	
Span	9.34 ft
Chord	1.83 ft
Airfoil	Clark Y14
Wing Area	17.10 ft²
Aspectratio	5.10
Stabilizer	
Span	9.34 ft
Chord	1.83 ft
Airfoil	Clark Y14
Wing Area	7.60 ft²
Aspect Ratio	2.27

図３　有翼ヘリコプタXMH

（人類の「空を飛ぶ夢」）

最近、欧米特に米国では「滑走路の要らない航空機」の重要性が唱えられ、認識されつつあります。考えて見ると、人類の「空を飛ぶ夢」はむしろVTOL的な飛び方を思い描いていたのではないかという気がします。

富士重工はこれまで多様なヴァーティカル・フライトに関わる経験をしてきており、私自身もそのかなりのものにタッチすることができて幸せであったと感じていますが、これからもヴァーティカル・フライトの道が益々発展して本来の「空を飛ぶ夢」の姿に近づいていくような活動に、日本の航空に関係する人がみんなそう云う意識を持って取り組んで行けたら良いなと思っています。

（仕事での思い出）

ヘリコプタに関わる私個人の思い出という意味では、1968年10月下旬から年末まで、テキサス州フォートワースのベル・ヘリコプタ社の正門真ん前のモーテルに独りで投宿し、毎日ベル社に通いヘリコプタに関するいろいろ(本当にいろいろ)なことを知り、教わり、経験したことと、普通のアメリカの人々の暮らしの中に異国からの訪問者として混じって過ごした経験から得られた、

米国南部の人々の持つ、独特のいわゆるSouthern Hospitalityというものの大体の知見などは私にとって大変貴重なものだったと感じています。

2　JHSとのかかわり

－JHSにかかわるきっかけ、思い出等、また今後のJHSに対するご期待をお聞かせください。

（きっかけ）

JHSは1989年12月15日に発足しましたが、その約一年近く前から、防大の長島先生などと、AHSのSpecialist Meetingを日本でやりたいがどういう風にもっていったら良いのだろうかというような相談をしていました。なかなか話は前進しませんでしたが、AHSのFellowの当時川崎重工業におられた義若さんが先頭に立って、AHSのJapan Chapter　を立ち上げる方向を打ち出され、大いにリーダーシップを発揮されて活動され、AHS Japan Chapter=日本ヘリコプタ技術協会として発足しました。会員はヘリコプタの研究者、技術者、運行者等々ヘリコプタに関心のある幅広い人々で組織されることにしていました。また事実発足時の約50人のメンバーはそうした分野に分布していました。しかし、会名の「技術」が狭く受け止められがちで、幅広いヘリコプタ関係者を集めにくい実情が見受けられたため、平成18年だったと思いますが、「日本ヘリコプタ協会」と名称を変更しました。

要するに、私は「JHSにかかわる」というよりJHSを始めたグループの一人でした。

（JHSでの思い出）

最近の日本のヘリコプタ技術やヘリコプタを生産・販売する活動を具体的には知りませんが、低調なのではないかと心配な感じがあります。

滑走路なしで飛べる航空機を人類は夢見ていたはずです。

JHSの活動の中では、やはり自分自身が深く関わった、宇都宮での「ヘリ・ジャパン2002」の開催です。いろいろな面で富士重工、特に宇都宮製作所に大きな助力を戴き、また地元の自治体等の理解協力を得るうえでも全面的なお力添えを頂きました。心から感謝をしております。

特にバンケットで県知事が英語で挨拶をされるなどというのは、他ではなかなか考えられないことだと思っています。

3　後へ続くひとへ

－ 後進に何かアドバイスをいただけないでしょうか？

「日本のヘリコプタ界を勢いのあるものにする」ことをここ当分の大きな目標にして、有効な効果をあげることを第一目標に活動をしてほしいと思います。

4　経歴

　　　　　マキノ　タケシ
氏　　名　牧野　健

生年月日　昭和5年（1930年）11月23日

現職

JHS現職　　顧問

経　　歴

1930　東京にて出生

1957　東京大学工学部航空学科卒業
　　同年、富士重工業（株）へ入社、T-1ジェット練習機の開発に従事し空力設計、飛行試験等を担当

1965　航空宇宙技術研究所から受注のフライング・テスト・ベッドの開発に従事

1970　空力設計課長

1971　ヘリコプタ開発課長　富士ウィングド・ヘリコプタ実験機開発等に従事

1972　VTOL 開発室長兼務　航空宇宙技術研究所から受注のリフトジェットエンジンによる垂直離着陸実験機の研究開発に従事

1973　富士ベル 204B－2 改造開発に従事

1979　第一技術部長　AH-1S 国産化、UH-1H 改造開発計画等に従事

1986　航空宇宙技術本部長

1987　取締役　航空宇宙技術本部長

1991　取締役　航空宇宙事業本部副本部長

1992　輸送機工業　常務取締役

2000　輸送機工業　すべての役職から退任

学会関連

日本航空宇宙学会　永年会員
　特殊飛行機部門委員長(1971～1973)

American Helicopter Society　Fellow　(2000)
　Vice President，International (1996～1998)

日本ヘリコプタ技術協会　(現日本ヘリコプタ協会)
　会長(1992～1994)

その他

社団法人　日本滑空協会会長（2003～2012）

技術士(航空宇宙部門) (1966～)

財団法人　日本航空協会　理事(2007～2012)

一般財団法人　日本航空協会　理事（2012～2013）

公益財団法人　日本学生航空連盟評議員（2012～ ）

出身地　東京都

出身校　東京大学工学部航空学科

人物考

－　牧野さんのお話の中には３名の方々のお名前が挙がっています。この３名の方々からお話を伺うことにして、全ての方をご存知でいらっしゃるJHS顧問の高木淳二さんに取り纏めをお願いしました。

最初は元富士重工業（株）の十河（そごう）弘（ひろし）様です。十河様は電子制御がご専門で、牧野さんと共に航空宇宙技術研究所（現JAXA）から受注したＦＴＢ開発業務に当たられました。十河様にはその昭和４０年頃の牧野さんの人物像について伺いました。

「牧野さんと私は富士重工入社が同期ですが、牧野さんは空力専門、私は電子専門と異なった分野でした。航空宇宙技術研究所のVTOL実験機フライング・テスト・ベッド（FTB：Flying Test Bed）の開発設計グループで一緒になり、牧野さんが制御・操縦全般、私が電子制御を担当しました。このため別の専門分野でありながら密接な関わりのあった方です。このような中で感じた牧野さんの人となりは、アカデミックであり理路整然、そして誠実そのものです。アカデミックでありながら、何か数値としての答えを出さなければならない時には、電卓もまだ無い時代に、２０インチの計算尺を駆使してたちどころに答えを出していたことです。これは基礎理論が頭の中で瞬時に展開されてはじめて可能な技です。そして、しっかりとした技術的背景をもって常に誠実な行動をされていたことが強烈な印象として残っています。さらに、有名な話ですが、牧野さんは大きな机の上に技術資料を（立てているのでなく）横に何列も寝かせて積み上げていて、他の人が関連資料の質問をすると、下の方にある資料でさえ、さっと引っ張り出せるのは、彼の頭の中でどう整理されているのか理解できない能力です。この能力が計算尺の話にもつながるのかとも思っています。

牧野さんは毎年オーストリアへ音楽を聴きにいらっしゃっていましたし、素晴らしい音感をお持ちです。堅苦しい人ではなく、暖かみのある方であると思っています。」

次はJHS第４代会長の防衛大学校名誉教授長島知有さん（現JHS顧問）です。JHSを設立するために活動されていた昭和６３年頃の牧野さんについて伺いました。

「牧野さんが優れた航空技術者であるだけでなく、オペラなどにも造詣が深い国際人であることは皆様ご存じの通りですが、私に取っても頼りがいのある先達のお一人でした。初めてお会いしたのは防衛庁が初めてヘリコプタの国産化に乗り出そうとした通称「幻のH-X研究会」だったと思います。もう４０数年も前のことですが、２００ノットのヘリコプタの技術的可能性を巡る三菱、川崎、富士重工三社のバトルが何も知らなかった私にはとても新鮮で、有翼ヘリコプタの安全性はオートローテーション特性にあるとの牧野さんの持論は今でもはっきり覚えて居ります。

その後も航空宇宙学会の学会活動や何やらでお付き合いが続いたこともあって、JHS設立の件についても何の予断もなく、ごく自然にご相談させていただくことになったのだと思います。「固定翼と回転翼は似て非なるもの。日本でも、米国のAIAAとAHSのように、空の科学の棲み分けが出来ないものか」などと大風呂敷を広げたことは身の程知らずで赤面の至りですが、牧野さんはこれを与太話とせず、もっと現実的で実行可能なアイディアを出されて議論を継続して頂いたことがJHSの設立に繋がったと考えて居ります。」

最後はJHS初代会長の義若基さん（現JHS名誉顧問）です。JHSが設立された平成元年以降のお話を伺いました。

「JHSを立ち上げようとしていた頃には、私はまだ門外漢でした。東先生や長島先生など5名の方々でワーキンググループを作って話が進められていて、その時には富士重工業（株）からは牧野さんが参加しておられました。私は東先生が初代会長になるだろうと考えていましたが、協会に力をつけるためにはお金が必要なので、当時エアーリフト株式会社の社長をしていた私に白羽の矢が立ったのでしょう。私が初代会長としてJHSの基礎造りに当っていた時には、関係会社等にかなり無理なお願いもしました。なかなかまとめるのが難しかったこともありました。そんな時、牧野さんには常識的な線で話をまとめあげていただいたという記憶があります。私と違って常識人である牧野さんには非常に助けられました。

牧野さんは音楽に造詣が深く英語にも堪能な方ですが、牧野さんの奥様も音楽やダンスを良くなさる上に英語もお出来になります。二人お揃いでAHSの会議等に参加されていたことは本当にうらやましく思っていました。そのようにして牧野さんと奥様が築かれた人脈が、JHSの国際会議開催時に非常に役立ちました。」

皆様のお話から牧野さんのお人柄が浮かび上がって来ます。牧野さんには、いつまでもお元気で、これからもJHSの発展や後進の指導のためにご尽力くださるようお願い申し上げます。

（取り纏め：高木淳二）

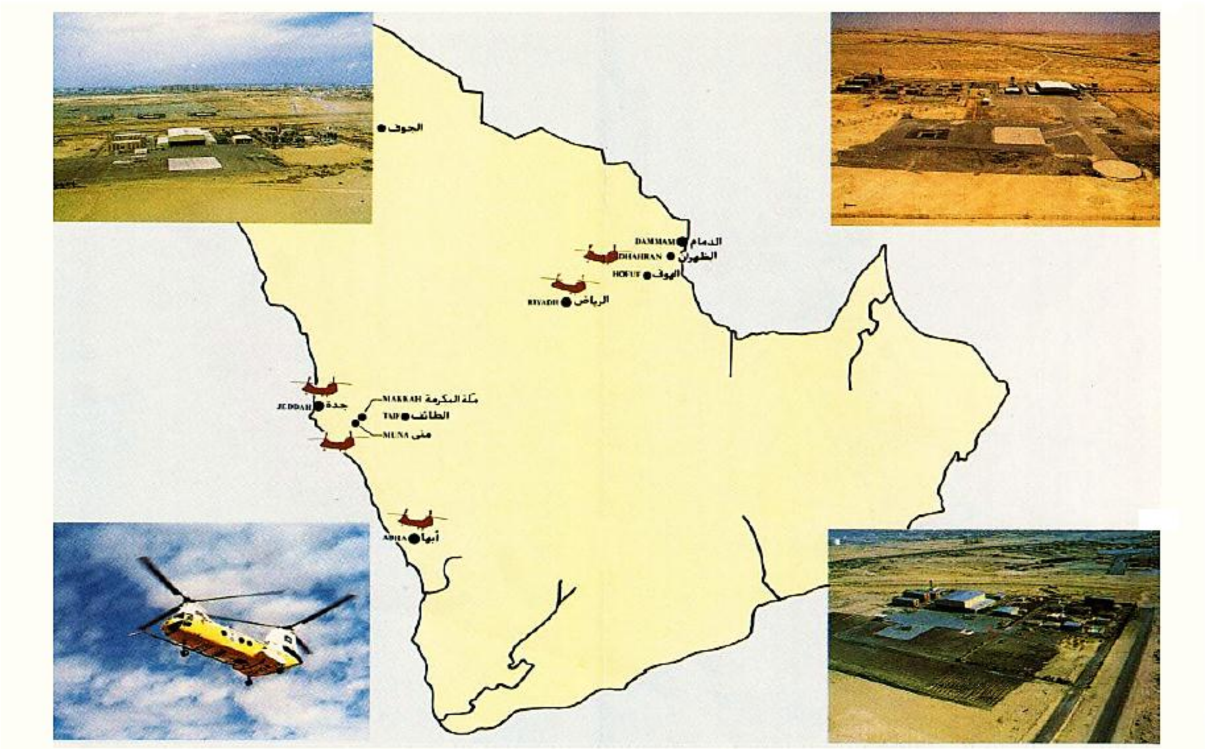
以上

HELI-6　燃える砂漠の商戦（Ｉ）　2011・11・10

砂漠にKV107ⅡA防災ヘリコプタ団

義若 基

（元）川崎重工業（株）岐阜工場長・日本ヘリコプタ協会名誉顧問



35 年前、サウジアラビア王国内務省は、防災ヘリコプタ団を創設して、国内主要 4 都市に分散駐屯させ、消火・救助・医療等の防災・民政に活用するとの大構想を立案し、RFP(Request for Proposal）を全世界の主要ヘリコプタ・メーカへ向けて発送した。川崎重工業（株）は、伊藤忠商事（株）の支援協力を得て、サウジ内務省の RFP にタンデム・ロータ・ヘリコプタ KV107ⅡA をもって応じ、砂漠の燃える商戦に勝利し、1977 昭和 52 年 8 月第 1 次プログラム（HELI－１プロジェクト）を、5 年後の 1982 昭和 57 年 8 月第 2 次プログラム（HELI-2 プロジェクト）を受注、1 次・2 次合わせて、KV107ⅡA 防災ヘリコプタ‐16 機の開発・製造・納入、運航整備基地等の関連インフラ建設整備、サウジ要員の養成訓練、10 年余にわたるヘリコプタの運航整備、防災ヘリコプタ基地の保守管理等、これら全てを包含した複合大プロジェクトの契約とその履行を 1988 昭和 63 年 6 月見事成功裏にこれを完結した。

極東の端に位置する、航空機ヘリコプタ中進国・日本の川重・伊藤忠私企業連合が、航空機—KV107ⅡA ヘリコプタ—をもって、砂漠の燃える商戦に打って出て、世界のヘリコプタ強豪 7 社と勝負し、最後には米国シコルスキ社 S61 ヘリコプタに競り勝って契約受注、その後 10 数年間にわたる契約履行、延べ 300 余名に及ぶ川重社員が、未知の、燃える砂漠での悪戦苦闘、

知恵と汗と涙、血の滲む努力の末、幕引き総決算では総売上約 1000 億円・経常利益 50 億円という、日本航空機産業史上古今未曽有の快挙を成し遂げたのである。

サウジ政府は“消火液放出中の KV107ⅡA 消火ヘリコプタ”を載せた記念切手を発行し、幕引きに当たって川重はサウジ政府から記念の盾を頂いた。サウジ政府は本プログラム、それに対する川重の貢献をも評価したのである。

さて、30 年も経てば外交機密文書も公開の時代、筆者も 85 歳、本プロジェクトは日本航空機産業史上の金字塔、これを日本国内にも広報し、日本航空機産業の遺産として長く記録に留めるべきであるとの思いに至った。

本文では“全プロジェクトの概要”を、次文では砂漠の燃える商戦に勝利した“KV107ⅡA ヘリコプタ消火システムの開発”を柱に川崎重工が“砂漠の商戦”を有終の美で飾った勝因を、ヘリ老爺の記憶、手持ち資料を基に書き留める。

サウジ・KV107ⅡA防災ヘリコプタ・プロジェクトの概要

契約項目	HELI－1 契約日 Aug. 21, 1977	HELI－2 契約日Aug. 29, 1982	備　考
ヘリコプタ、補用品、支援資機材の提供。	KV107ⅡA・SM1 消火ヘリ；4 機 KV107ⅡA・SM2 救助ヘリ；2 機 5 年間運航の補用部品、整備支援機材、設備。	KV107ⅡA・SM1 消火ヘリ；3 機 KV107ⅡA・SM2 救助ヘリ；2 機 KV107ⅡA・SM3 VIPヘリ；2 機 KV107ⅡA・SM4 病院ヘリ；3 機 5 年間運航の補用部品、整備支援機材、設備。	
ヘリポート・格納庫・住宅等防災ヘリコプタ基地の建設。	リヤド、ジェッダ、ダーランの 3 基地とメッカのムナに前進基地を建設する。	増機と新機種導入に対応する為 既存 3 基地の拡大と アブハに新基地を建設する。	
防災ヘリコプタの運航整備及び基地の保守管理。	契約期間5年の運航整備・保守管理が実は Oct.10, 1983 迄の6年間となった。	契約期間5年半の運航整備・保守管理が実は履行業務終結 June 30、1988 迄の約6年間となった。	
毎年メッカ大巡礼(ハッジ)に KV107ⅡA ヘリコプタの防災運航。	毎年のハッジにKV107 運航、特に1977年ハッジ運航は同年8月契約 3 カ月後の11月にヘリ運航。	HEL-1 に引き続き毎年、メッカのムナ基地に進出し、メッカ大巡礼の安全確保にKV107 ヘリを運航する。	
パイロット・整備員等サウジ人運航要員の養成訓練。	パイロット18名、整備員30名を米国で育成、サウジで練成し、5年後の自主運航。パイロットは途中岐阜工場でも 6 カ月教育。	パイロット42名、整備士162名、医療士12名、計216名を HELI-2 契約終了時までに育成し、契約完了後に自主運航。	
総売上　1000億円 経常利益　50億円	230億円	425億円	345億円 (修理・部品等追加契約)

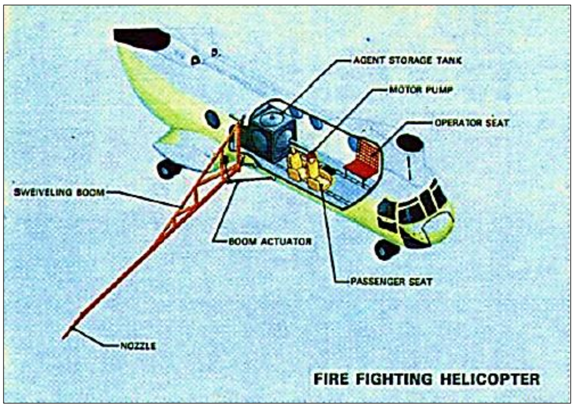
サウジ KV107ⅡA 防災ヘリコプタの種類と展開

ヘリコプタの種類 KV107ⅡA-	リヤド基地 Riyadh Base	ジェッダ基地 Jeddah Base	ダーラン基地 Dahran Base	アブハ基地 Abha Base	機種別機数
SM1 消火ヘリコプタ Fire Fighting Helicopter	2	2	2	1	7
SM2 救助ヘリコプタ Rescue Helicopter	1	1	1	1	4
SM3 VIP ヘリコプタ VIP Helicopter	1	1	0	0	2
SM4 病院ヘリコプタ Hospital Helicopter	1	1	1	0	3
基地別駐屯機数	5	5	4	2	16

サウジ KV107ⅡA 防災ヘリコプタの概要

① KV107ⅡA-SM1 消火ヘリコプタ：7 機納入

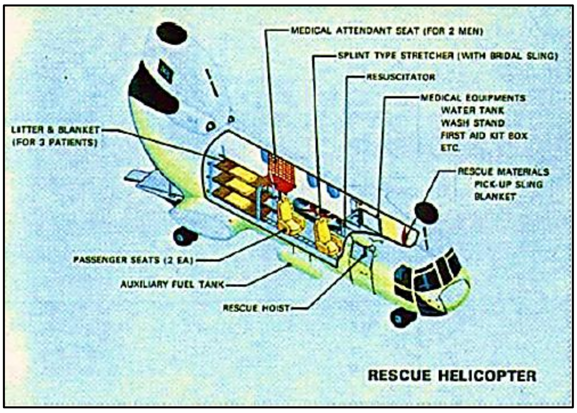
水バケツ（容量 2．4 トン）・泡消火液・コーデイネ―ト・粉末消火剤の **4 種類の消火システム**が同時に開発納入され運用された。



消火ヘリコプタには消火ブームとカーゴ・フックが装着されていて、対象火災に最適の消火システムが装着され消火に向かった。1 機で 4 種類の消火システムが迅速に選択装着さるのが本機の最大特徴。右図は泡消火液システムを示し、消火液タンク容量は 2000 リッター、消火ブーム長は 10 メートル、毎分 700 リッターの水が長さ約 25 メートルの棒状で放出される。４種の消火システムのうち多用されたのは**水バケツ消火システム**であった。

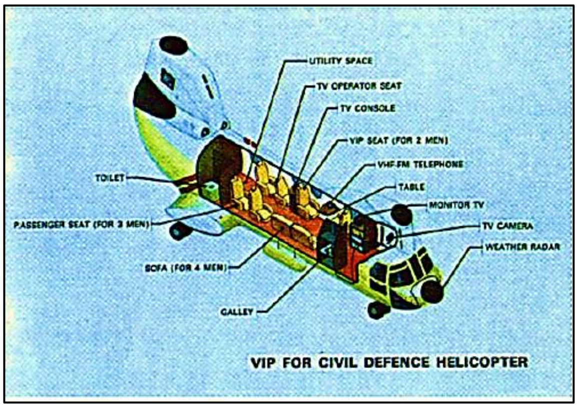
② KV107ⅡA-SM2 救助ヘリコプタ：4 機納入

電動式救助ホイストを主入口上部の機外に装着、**胴体キャビン前部**に救助員用座席、ファースト・エイド・キット、水タンク（100 リッター）・手洗い台付医療ラック、ポータブル酸素蘇生機が；**キャビン後部**には着脱可能な担架 3 セット、看護員用座席が 2 個装備された。世界に誇る Programmed Flight Autopilot System 等装備のＫＶ107ⅡA 救助ヘリコプタを川重は既開発であったが、サウジでの運用諸条件を勘案し簡潔な機体とした。



③　KV107ⅡA－SM3 VIPヘリコプタ：2機納入

ハイランク王族搭乗視察用の機体、胴体キャビンは**前・中・後**に3区画され；**キャビン前室**右側には主入口、左側には望遠レンズ付テレビ・カメラとカメラマン座席を装着；**キャビン中室**がＶＩＰスペース、左側には対面2脚1対のＶＩＰ座席、右側には4人用ソファー、前方ラックにTV受像機が装着され；**キャビン後室**には、ギャレィ、食器棚、従者用簡易座席が２席、最後尾にVIP用トイレがある。キャビンは冷暖房完備、機首にはウエザーレーダーが装備されている。

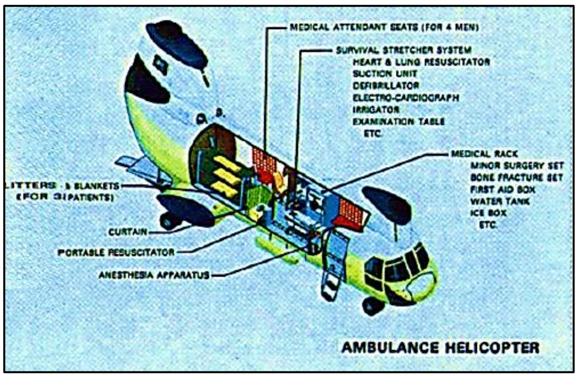


VIP FOR CIVIL DEFENCE HELICOPTER

④　KV107ⅡA－SM4 病院ヘリコプタ：3機納入

胴体キャビン内は冷暖房完備、キャビンは**前・後**２室に区画され、**キャビン前室**は診察・治療室、**キャビン後室**は看護室に設計されている。**キャビン前室**には救命ベッド・除細動器・心肺蘇生器・心電計・麻酔装置・100リッター水タンク・手術器具・天井には医療用無影灯が装備装着され、簡易手術を含む診察治療が実施された。**キャビン後室**には患者用担架３セット、医師・看護士用椅子とテーブルが装着された。地上機外での診察治療の為に医療用テント・椅子も格納されていた。緊急傷病患者のみでなく、広く砂漠で暮らす民の移動診療サービスにも活躍した。

３０年も前の事である。



AMBULANCE HELICOPTER

防災ヘリコプタ団の基地建築

HELI－1・HELI－２両契約合わせて、首都リヤドに主基地（Main Base）を、ブランチ・ベース(Branch Base)をジェッダ、ダーラン、アブハの3地方主要都市に、加えてメッカのムナに大巡礼モスレム安全確保の為に1前進基地が建設された。

リヤド防災ヘリコプタ基地

（Ｉ）基地施設の概要

① ヘリポート関連施設；ヘリコプタ着陸帯、エプロン、誘導路、コンパスローズ、燃料タンク施設、消火用水プール、航空保安施設等。

② 格納庫及び付属施設；格納庫、事務所及び要員室、動力室、油脂庫、車庫等。

③ 運航要員施設；宿舎、教育センタ、娯楽室、オフィサズ・クラブ、診療所等。

④ その他サービス施設（水泳プール、テニスコート、造園等）。


アブハ防災ヘリコプタ基地

（Ⅱ）**建設工事執行体制**

① 基本計画と技術支援；川崎重工重（株）・航空機事業本部・総務部財産課。

② 設計・施行・管理；**HELI-1** はサウジ企業 KAKI 社、**HELI-2** は BARAKAH 社・SCC 社の２社を下請け企業とした。

③ 保守管理；**HELI-1**は国際企業の現地法人METS社を、**HELI-2**はBARAKAH社を下請け企業とした。

ヘリコプタ運航整備・基地保守管理及び要員養成

オペレーション・メインテナンス・トレーニング、OMT（OPERATION/MAINTENANCE/TRAINING）と一括呼称されていた。

OMT契約履行；川重はプライム・コントラクタとしてクライアントに対して全責任を負い、実務執行はMETS社及びLKAR社を下請け企業とし、川重はこれを監査監督してOMT契約を履行した。

川重サウジ駐在社員；正（副）プログラム・マネージャ、４基地ベース・マネージャ、総務経理担当、ヘリコプタ運航整備担当、トレーニング担当、部品補給担当、建築関係保守管理担当等、**HELI-1**時は常時10名、**HELI-2**時は常時20名の川重長期駐在社員が、**HELI-1**時は半年〜1年間、**HELI-2**時は２年間を標準駐在期間として、延べ300名余の社員がサウジにて約12年間のOMT・運航整備保守管理作業をプライム・コントラクタとして下請企業の業務執行を監査監督した。追加契約作業、機体の修理或いは改善改良、突発事故等の為に１０名程度のタスク・フォースが編成され派遣されたことも再々であった。

川重・岐阜（飛行機）工場のサウジ駐在社員達、当時、その多くが英語も十分に文出来なかった若者達、外国人相手のビジネスなど想像にもしていなかった川重・岐阜（飛行機）工場ヘリコプタ関係若者達の成し遂げた偉業である。 その成果の概要を以下に記述する。

サウジ内務省防災ヘリコプタ団パイロット及び整備員の教育訓練

<u>**《注》：本項OMT記載事項については、KV107Ⅱの草創期よりプロダクト・サポート体制を走りながら確立してKV107ヘリコプタ発展の為に貢献し、サウジでも自ら大汗をかいた偉友森博史氏の記録・記憶によるところが多く、ここに改めて深甚なる謝意を表する。**</u>

OMT の実績	HELI-1 1978(昭和 53 年)Oct.～1984(昭和 59 年)April 30	HELI-2 1982(昭和 57 年)Dec.19～1988(昭和 63 年)June30
KV107ⅡA 機数	6 機	10 機
育成パイロット数	受容 23 名(育成 18 名、ドロップアウト 5 名)	受容 42 名(育成 40 名、ドロップアウト 2 名)
育成パイロット飛行時間	3,860 時間	8,830 時間
契約期間中の総飛行時間	8,827 時間	22,330 時間

サウジアラビアKV107ⅡA防災ヘリコプタのオペレーション

（Ⅰ） HELI-1&-2サウジアラビアKV107ⅡAヘリコプタの運航概況

消火運用791．5時間/480回、救急・救難2，125．8時間/1，245回、 全機総飛行時間33，746時間；砂嵐の吹き荒ぶ燃える砂漠（川重社員測定最高気温52℃@リヤド、世界の最高気温はイラクのバスラで58．8℃）で、1機当り月平均飛行時間37．1時間、平均任務稼働率（OR率）92．1%、という驚異的なKV107ⅡAヘリコプタの運航実績を記録した。

サウジ記念切手

Ｖ107Ⅱヘリコプタを導入しその玉成に25年間、ヘリコプタの、KV107ⅡAヘリコプタの全てを知る老爺にとっては今でも涙の出るほど有難い高稼働率の達成であった。

《補足》：今現在（2010年）でも、日本における防災ヘリコプタ1機1年間の平均飛行時間が多い機体で精々280時間（月平均23時間強）、300時間（月平均25時間）にも達していないのである。

翻って、KV107ⅡAサウジ防災ヘリコプタは、30年も前に、砂嵐の吹き荒ぶ燃える砂漠でKV107ⅡA-16機の1機平均月間飛行時間37．1時間（1機1年間約445飛行時間）の実績を遺した。驚くべきアチーブメントである。川重開発KV107ⅡA防災ヘリコプタが燃える砂漠のサウジアラビアで遺した世界に誇る運航実績、そのアチーブメントは、川重岐阜（飛行機）工場・日本の若者達の知恵と汗と涙、本当に血の出る努力の成果であった。

（Ⅱ）KV107ⅡAヘリコプタ防災活動の実例

- **1977（S52）11/：初回メッカ大巡礼ヘリコプタ運航。契約調印3カ月後の早期、米国コロンビア・ヘリコプタ社（CHI）からV107-2機のウエット・チャータで切り抜けた。川重とCHIとはCHIの草創期から互恵関係にあった。**
- **1979（S54）10/30：**メッカ大巡礼・テント村の火災、KV107ⅡAヘリコプタ消火活動実施。
- **1980（S55）02/07：**リヤド南部の発電所でオイルタンク火災、コーデイネ—ト消火システム初度運用。
- **1980（S55）03/27：**砂嵐中、ジェッダの貯木場で火災発生、KV107ⅡA、延べ16・5時間の消火活動、水バケツ227杯（約450トン）投水で鎮火。
- **1980（S55）08/19夜：**リヤド空港でトライスター旅客機が炎上、KV107ⅡA化学泡消火システム（ライト・ウオ—タ消火システム）で消火に着手するもポンプ不作動で放水不能。ポンプ交換後再出動、約30秒放水したが、地上からの指示で消火放水中断、その後ホバリング飛行、サーチライト及び着陸燈で地上を照明し遺体収容等地上の救助・消火作業を支援した。
- **1980（S55）10/19：**メッカ巡礼テント約千戸の大火災、KV107ⅡA—3機出動、水バケツ30杯投下で鎮火。 この消火活動を目撃した皇太子と内務大臣がKV107ⅡA防災ヘリコプタの有用性を認められ、KV107ⅡA防災ヘリコプタ追加調達10機を軸とするHELI-2プロジェクトの実現に繋がったと言われている。
- **1981(S56)05/06～08：**リヤド基地でKV107ⅡA展示飛行、ファイサル国王展示ホール前にKV107ⅡAヘリコプタを地上展示。
- **1982（S57）04/：**ダーランの工業地区で大規模倉庫火災発生、KV107ⅡA防災ヘリコプタ消火活動延べ10・2時間、水バケツ144杯約300トンの放水で鎮火。
- **1983（S58）02/02～08：**アブハ南部及びジザン地区にて大洪水発生し、KV107ⅡA防災ヘリコプタ3機出動、全飛行時間84．3時間、164名救助、17，600ポンド救援物資空輸。
- **1983（S58）03/15～17：**リヤド南部約80マイル、アル・ヘイワ地区で大洪水発生、3日間、KV107ⅡAが４機出動、701名救助。

- **1984（S59）08/05：**紅海でリベリア籍タンカー座礁、アブハ基地からKV107ⅡA-2機が出動、台湾人乗組員21名を救出。
- **1984（S59）08/27～09/08：**本年度メッカ大巡礼安全確保の為に、KV107ⅡA；VIPヘリ2機、救助ヘリ4機、医療ヘリ4機、消防ヘリ2機、計11機出動。KV107ⅡA防災ヘリ関係者の参加人数；防災ヘリコプタ隊90名、川重4名、LKAR22名、BRK6名、計122名。
（KV107ⅡA防災ヘリコプタ団メッカ大巡礼安全確保出動の一例。）
- **1984（S59）11/26～12/：**ヘイル地区洪水救難活動；リヤド基地からKV107ⅡA-2機出動、飛行回数44回、飛行時間66．6時間、136人救出。
- **1985（S60）12/18～01/17：**タブーク地区で洪水対処；出動機数延べ7機、飛行回数261回、延べ飛行時間305．6時間、救助人員131名、輸送人員648名、救援物資279，000ポンド空輸。

ｅｔｃ．

《補足》：①メッカ大巡礼テント村火災、記載されていないがピクニックで集まるナツメヤシ林に火災が頻発し、何れも水バケツ消火が最適で多用された。
②砂漠での洪水被害、想像もしていなかった自然災害、一年に数度降る雹は短時間の集中豪雹、排水機能が備わっていなかったサウジでは洪水が度々発生し、その都度KV107ⅡAは救助活動にむかった。

（Ⅲ）KV107ⅡAヘリコプタ本体・機体構成品及び装備品のトラブル・故障・事故

- **1979（S54）04/：**化学粉末消火器を吊り下げ飛行中にこれを砂漠に落下、消火器破損。消火用米国製輸入水バケツをジェッダ沖海中へ落下。両事故ともカーゴ・フックの誤作動が原因。
- **1979（S54）07/**以降；米国製輸入水バケツ・バルブ開閉用電動アクチュエータ等不具合多発、大不評。
- **1979（S54）11/：☆サウジアラビア政府内務省が米国製輸入消火水バケツの改良要求指令書を発行。**
HELI-2プロジェクト実現に暗雲漂い始めた。川重は消火用水バケツの国産開発に急遽着手。
- **1979（S54）～：☆砂塵によるエンジン・コンプレッサー・ブレードの摩損によりエンジン出力の低下、ヘリコプタ飛行性能の低下に悩んだ。砂塵調査テイームが派遣され、ジェッダでローター吹き下ろしによる砂塵を調査分析の結果、消火活動中ヘリコプタのホバリング飛行高度を以前より高く30m以上とし、それに応じて消火水バケツ吊下げケーブルの長さを延長した。これにより200時間毎の点検修理をオーバーホール間隔1500時間迄に延長することができた。**
- **1980（S55）03/13：**国産開発消火水バケツ（バルブ手動開閉式）を岐阜工場からダーラン基地へ試作品投入、５月末まで実用試験実施。
- **1981（S56）09/29～10/28：ハッジにKV107ⅡA防災ヘリ出動、☆国産開発・消火水バケツ6台投入。**
- **1981（S56）10/17：**ダーラン基地にて、02号機左側エンジン、コンプレッサ・ブレードとガイド・ベーンが接触破損、エンジン内部が大破。原因は潤滑油に混入した異物によりNo．1ベアリングが破損し、コンプレッサー・ロータの触れ回りによるエンジンの内部破損と結論。
- **1982（S57）05/～：**エンジンのHot Section 検査（HIS）や後部トランスミッションのオーバーホール等の不定期検査が急増し、ローテーション部品がひっ迫した。
- **1982（S57）06/06：**リヤド基地所属06号機の左エンジン・インレット・スクリーンにビニール・シートが吸着、エンジン吸入空気の過度の乱れによるエンジン・コンプレサー破損。 保険求償成功。
- **1983（S58）04/：**リヤド基地所属09号機がリヤド南南東380kmの砂漠地帯で、雷雹を伴う砂嵐に遭遇し緊急着陸した。両エンジン共に摩損、ブレンド修理した。
- **1983（S58）05/18～：☆回転翼7本の前縁エロージョン・ストリップがサンド・エロージョンにより剥離。岐阜工場で修理中の回転翼13本に強化エロージョン・ストリップ接着の設計変更を急遽適用、修理作業を促進。**
- **1983（S58）10/30：**水バケツ消火飛行訓練、水を汲んで加速上昇中、左エンジン故障。バケ

ツを切り離し、ヘリコプタは片発でヘリパッドに着陸。バケツは基地フェンスの外側に落ちて大破。

- 1984（S59）06/～：エンジン燃料コントロール・3Dカム・シャフト異材使用チェックの為、エンジン・メーカ石川島播磨（株）のサービス・エンジニアが訪サ、チェック実施。
- 1984（S59）08/08：ジェッダにて生コン機外吊り下げ輸送命令。出動75分遅れで、クライアントはペナルテイ支払いを要求した。原因はクライアント支給・スリング・ケーブルの不具合にあると説得合意。
- 1984（S59）11/～：☆エンジン砂塵対策としてHELI-2ヘリコプタから装着を計画していたエンジン・エアー・インレット・フィルタ（EAIF）が本月から本格的に装着され運用された。エンジン・インレット・フィルタ外縁のスポンジゴムが破れる丌具合が7件連続発生した。 以後インレット・フィルタの改良が試行錯誤で次々となされた。
- **1985（S60）02/～**：09号機（HELI-2機）のHFアンテナ取付け外板にクラック発生。HELI-1機と形状が異なるために不具合発生。改善要求。
- **1985（S60）09/15**：メッカ大巡礼防災ミッション出動から撤収中、カシーム空港で、13号機がパイロットの変圧整流器のスイッチ入れ忘れによりNo1エンジンがホット・スタート。
- **1985（S60）11/13**：アブハ基地で夜間水バケツ消火訓練、消火用水プールに汲水接近中、パイロットが高度判定を誤り、バケツを地面に接触させた。また機体の飛行姿勢回復時にエンジンのオーバートルク発生。バケツはフェンスを破損した。
- **1985（S60）12/18**：リヤド基地で水バケツ消火訓練時、荷物吊下げ用フック（カーゴ・フック）が不意に開放し水バケツは落下・破損。クライアントは原因確定までカーゴ・フック使用禁止指令、原因がフックの調整ミスと判定され、フック使用禁止指令解除。
- 1986（S61）02/～：ジェッダ基地07号機のNo. 1 エンジンにFOD発生。エンジン・エアー・インレット・フィルタ（EAIF）を常時装着していたので、FODの原因はEAIF内への遺物と判定。
- 1986（S61）04/～：ジェッダ基地でコーデイネ―ト消火訓練中、送水ポンプ破裂。地上消防車からの送水圧の過大とポンプ操作ミスが原因。
- 1986（S61）08/06～18：ジェッダ基地所属16号VIP機、メッカ大巡礼・防災安全管理出動中、エンジン・トルク計の不具合でVIPミッションに対応できず。 これを契機にVIP機の訓練使用が禁止された。
- 1986（S61）09/14：☆アブハ空港の滑走路上で15号機がOGEホバーからワン・エンジン・アウトの非常着陸訓練中パイロット・ミスによりハード・ランデイングし、主脚及びスタブ・ウイングを大破した。

《注》：☆この程度の中破で良く済んだものと思う。OGEホバーからワン・エンジン・アウトの片発（動機）着陸はヘリコプタの主脚及びその支持構造にとって非常にクリテイカルな飛行操作である。 飛行規程では、安全確保の為に、片発着陸実施にはその飛行高度・気温・機体重量に大きな制限を課している。高温高地のサウジアラビア・アブハ空港、密度高度が非常に高く、ホバリング必要馬力は非常に大、逆にエンジン出力は非常に低下、加えてサンド・エロージョンによるエンジン性能の劣化を考えれば、発生しても丌自然でない事故であった。サウジの気候条件は日本に住む吾人の想定を遥かに超えるものであった。

- 1986（S61）10/01：ジェッダ基地16号機ラッチ調整不良で入口ドアが不意に開放、幸いに人身事故なし。
- 1986（S61）12/07：アブハ基地14号機でコーディネート消火システムのホース破損。製造欠陥による。
- 1986（S61）12/11：ジェッダ基地01号機の後部トランスミッションを交換中、吊下げ用ケーブルの切断によりトランスミッション落下。トランスミッションは分解検査修理。
- 1987（S62）01/10：**ジェッダ基地07号機がメッカのムナ山岳地帯で資材吊下げ輸送ミッション飛行中に、空のスリング・フックが後部ロータ・ブレードと衝突し、ムナ基地近くに墜落大破。パイロット・コパイロット及びクル―2名殉職。**

《注》：

1967（S42）08/～：エアーリフト社のKV107Ⅱヘリコプタが福井県丸岡市の山岳地帯で送電線鉄塔建設の資材輸送飛行中、空のスリング・フックが後部ロータ・ブレードと衝突、ロータ・ブレード破壊、機体は山腹に墜落激突大破、搭乗者のパイロット・コパイロットは中傷入院。

☆長いロープ、空のスリング・フックを吊るしての飛行は、ヘリコプタにとって非常に危険な飛行である。

機内に格納して飛ぶこと、これがヘリコプタ運航の鉄則。本事故は技術の継承が難しい事を示した一例。

・1987（S62）03/～：**リヤド基地02号機で胴体後方（STA410）下部の重要構造部材・ジュラルミン鍛造Fittingに塩害腐食発見。各基地の全KV107ⅡAヘリコプタを点検すると02号機以外の数機にも腐食が発見された。腐食の範囲はSTA410に止まらずSTA382のFittingにも及んでいた。岐阜工場で緊急に部品を製作し、10名の技術者・作業員が訪サし、各基地を巡回修理した。**

☆KV107ⅡA‐25年間の運航で未経験、予想もしなかった重要部材・鍛造Fittingの塩害腐食であった。

・1987（S62）07/03：ロータ・ハブのピッチハウジングのクラック検知対策、KHI作業員が各基地巡回してクラック検知ワイヤ取り付け実施。 **以上**

《補足》：契約終了後サウジ人による保守運航時の大事故；

① 2003（H15）06/29：KV107ⅡA－04号機、アブハ基地北方でエンジン不調、シングル・エンジン垂直着陸を試みたが、斜面に激突大破。搭乗者10名軽傷

② 2006（H18）10/30：KV107ⅡA－11号機、リヤド南方、夜間地上遭難者を救出中、高度判定を誤り、左にスライド、ロールオーバー、前後ローターが地面を打ち機体は大破、搭乗者9名軽傷。

③ 2007（H19）03/05：KV107ⅡA－02号機、リヤドの南600km砂漠の真ん中で、自動車で逃げた殺人犯追跡中の事故、墜落、大破炎上、搭乗者8名全員死亡の大事故、事故原因は解明成らず。

おわりに：

サウジアラビアKV107ⅡA防災ヘリコプタ・プロジェクトは川崎重工（株）が20世紀に打ちたてた日本航空機産業史の金字塔；サウジアラビア王国防災ヘリコプタ団の創設に係わる砂漠の大商戦（契約金額1000億円）に川重はKV107ⅡAヘリコプタプをもって世界のヘリコプタ強豪7社に挑みこれに勝利し受注した。 が、それから後が大変、人もヘリコプタも未知未経験、燃える砂漠で悪戦苦闘12年間、惨めな契約書、両サイドからの重圧に潰れそうになりながらも、川重岐阜工場の若者達が、知恵と汗と涙、血の滲む努力の末に、有終の美（経常利益50億円）を勝ち取り、後輩が刈り取れる事業に育て上げた。

クライアントはサウジアラビア王国内務省民間防衛局・契約の概要・当該KV107ⅡA防災ヘリコプタの構造並びに運航実績の詳細を日本航空機産業史の一大遺産として書き遺そうと老生はキーを叩いた。キーを終えて国際情勢を省みると世界も日本も激変中、中近東・アフリカ諸国へ日本自衛隊のPKO派遣、開発途上国へ原発輸出の政治努力；砂嵐の吹き荒ぶ燃える砂漠が及ぼす、人間の知力・体力・判断力低下、ヘリコプタの性能劣化・構造強度損傷・経年劣化には想像を絶するものがあった。 受け容れ国の民度・教育レベルは江戸時代末期のそれにも比肩されるもの。ヘリコプタ・原発等、現代工学最先端の産物システムの保守運行は、高い民度・教育レベルの基盤上で選ばれた多数の保守運行管理者の存在によって初めて安全な保守運行がなされるのである。大事故は人知を超えて発生する。 多人数のすることミスもでる。 テロもある。

日本の戦略をリードする人達が、その現実を認めず、 "日本の原発技術は世界一"の印刷風評を盲信し、 東電原発事故処理の見通しも立たない今尚売り込みを目指している。 巨大複合システムは構成品どれ一つ誤作しても破損しても大事故に繋がるのである。 老生には原発輸出を推進する狙いが理解できない。 《完》

2013年度ヘリコプタ研究・論文一覧　(順不同)

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：ローター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. 田辺安忠：回転翼の空力弾性計算手法の考察，日本航空宇宙学会第50回飛行機シンポジウム，新潟，2012年11月5-7日．

5. 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，日本航空宇宙学会第50回飛行機シンポジウム，新潟，2012年11月5-7日．

6. 菅原瑛明，田辺安忠：アクティブ・フラップによるローター騒音低減効果の予測，日本航空宇宙学会第50回飛行機シンポジウム，新潟，2012年11月5-7日．

7. 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，日本航空宇宙学会第50回飛行機シンポジウム，新潟，2012年11月5-7日．

8. 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，日本航空宇宙学会第50回飛行機シンポジウム，新潟，2012年11月5-7日．

9. 赤堀広文，薄健二，山内智裕，中川正信，西田徹：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，日本航空宇宙学会第 50 回飛行機シンポジウム，新潟，2012 年 11 月 5 日．

10. 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，2012年6月18日．

11. 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，新潟，2012年11月5日．

12. 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，新潟，2012 年 11 月 5 日．

13. 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，新潟，2012 年 11 月 5 日.

14. 糸賀紀晶，井星正氣，沖田理香，佐藤旭：甲板上におけるヘリコプタロータまわりの流れ場の CFD 解析，日本航空宇宙学会論文集，61（2013），pp. 174-180.

15. 糸賀紀晶，井星正氣，下斗米理：構造物のある地面近傍でホバリングするヘリコプタロータの空力性能に対する横風の影響，日本航空宇宙学会論文集，62（2014），pp. 9-14.

16. 川島崇史，若林眞和，小坂明德，山本将之，伊藤恒平：飛行ロボット再充電システムの開発，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

17. 小坂明德，山本将之，川島崇史，若林眞和，伊藤恒平：複数飛行ロボットによる運搬作業，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

18. 横山侑矢，吉川浩行，宗像瑞恵，片岡誠士，長野佑太：ホバリングする小型クアッドロータの空力特性に及ぼす壁面の影響，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

19. 宮下亮，砂田茂，田辺安忠，青山剛史：クアドロータ機とシングルロータヘリコプタの比較，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

20. 小林啓二，真道雅人，アンドレエバ森アドリアナ，奥野善則：宇宙・航空技術を統合した災害対応に関する研究開発（その 1），日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

21. アンドレエバ森アドリアナ，真道雅人，小林啓二，奥野善則：宇宙・航空技術を統合した災害対応に関する研究開発（その 2），日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

22. 土屋元，舩引浩平，津田宏果：機外カメラ映像の視点位置補正技術に関する研究，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

23. 小曳昇：マッハ・スケールした風洞試験模型ブレード用高機能型アクティブ・タブ・システムの設計と性能評価，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

24. 杉浦正彦，田辺安忠，菅原瑛明：CFD/規定後流モデル・ハイブリッド手法のアクティブ・フラップおよび軸流への応用，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

25. 武田茂，杉浦正彦，田辺安忠，菅原瑛明，金崎雅博，張替正敏：ヘリコプタ・ロータ・ブレード翼端の振り下げ分布がホバリング性能に与える影響，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

26. 藤橋和之，井星正氣，糸賀紀晶，林裕三郎：高い崖近傍でホバリングするヘリコプタロータの空力性能低下，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

27. 山鹿光記，奥村俊輔，近木祐一郎，犬竹正明：リアルタイム画像レーダ“LiveSAR”の開発と飛行試験 ～大規模災害に備えて～，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

28. 篠田直正，田丸誠宏，三宅徹：BK117 ヘリコプタ性能向上型 電源系統の開発，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

29. 久芳義治，須藤直樹，岸本琢司，林一樹：BK117 ヘリコプタ性能向上型 GCU ソフトウェア認証，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 20 日.

30. 井出正城，宇田川直彦，川口仁，麻生充浩：一体型 MDC システムの研究 事業概要，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 21 日.

31. 林田篤，川口仁，長谷川泰通，岩崎良紀，井出正城，宇田川直彦：一体型 MDC システムの研究 ロータ・システム設計，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 21 日.

32. 坂野孝彦，吉冨守，井出正城，宇田川直彦：一体型 MDC システムの研究 トランスミッション設計，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 21 日.

33. 辻内智郁，麻生充浩，阿部彰人，羽沢健作，亀山丈晴，大澤啓幸，井出正城，宇田川直彦：一体型 MDC システムの研究 揺動制御システム設計とシミュレータ試験用揺動制御則，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 21 日.

34. 岩崎良紀，林田篤，川口仁，長谷川泰通，辻内智郁，羽沢健作，井出正城，宇田川直彦，亀山丈晴，大澤啓幸：一体型 MDC システムの研究 ワール・タワー試験用供試体の設計・製作，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 21 日.

35. 宇田川直彦，湯浅博，栗城康弘，中島豪，片野健司，麻生充浩，吉谷伸一，青木維志，中野元裕：一体型 MDC システムの研究 ワール・タワー試験，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 21 日.

36. 宇田川直彦，亀山丈晴，村田良夫，蝦田誠，福原秀樹，辻内智郁，倉地修，久保田靖之，服部友子，吉尾匡史：一体型 MDC システムの研究 シミュレータ試験，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 21 日.

37. 福原秀樹，村田良夫，蝦田誠，亀山丈晴，宇田川直彦，辻内智郁，倉地修，久保田靖之，服部友子，吉尾匡史：一体型 MDC システムの研究 パイロットから見たシミュレータ試験，日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム，2013 年 11 月 21 日.

38. 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CFDと規定後流モデルのハイブリッド手法の改良，JAXA SP，2013年7月.

39. 大江晴天，田辺安忠，青山剛史，山本誠，松尾裕一：回転翼機用CFD解析コードの風車への適用と検証，第27 回数値流体力学シンポジウム，2013年12月.

40. 小曳昇：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，日本ヘリコプタ協会第37回定例研究会，2013年3月.

41. 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CFDと規定後流モデルのハイブリッド手法の改良，第45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2013，2013年7月.

42. 田辺安忠，杉浦正彦，菅原瑛明：回転翼空力弾性解析コードの風車への適用”，第45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2013，2013年7月.

43. 武田茂，田辺安忠，杉浦正彦，張替正敏，菅原瑛明：回転翼のホバリング飛行解析への CFD /規定後流モデル・ハイブリッド手法の適用，第45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2013，2013年7月.

44. Yasutada Tanabe, Shigeru Saito, 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.

45. Masahiko Sugiura, Yasutada Tanabe, Shigeru Saito, Hideaki Sugawara, Keitaro Ohshio, 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.

46. 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.

47. Keitaro Ohsiho, Masahiko Sugiura, Yasutada Tanabe, Hideaki Sugawara, Masahiro Kanazaki：Vortex Dissipation Due to Airfoil-Vortex Interaction, APISAT2012, Jeju, Korea, November 14, 2012.

48. Masahiko Sugiura, Yasutada Tanabe, and Hideaki Sugawara：Development of a Hybrid Method of CFD and Prescribed Wake Model for Helicopter BVI Noise Prediction, Trans. Japan Soc. Aero. Space Sci., November 2013.

49. Masahiro Kanazaki, Keitaroh Ohshio, Masahiko Sugiura, Yasutada Tanabe, and Hideaki Sugawara：Vortex Dssipation Due to Airfoil-Vortex Interaction, Journal of Mechanics Engineering and Automation (JMEA), January 2014.

50. Sugiura, M., Tanabe, Y., Sugawara, H.：Development of a Hybrid Method of CFD and Prescribed Wake Model for Helicopter BVI Noise Prediction, The American Helicopter Society International 69th Annual Forum & Technology Display, May 21-23, 2013 .

51. Kobiki Noboru：Design and Performance Evaluation for Finalized Active Tab Drive Mechanism Installed in Mach Scaled Model Blade, 39th European Rotorcraft Forum, September 08-11, 2013.

52. Yasutada Tanabe, Noboru Kobiki, Hideaki Sugawara：Prediction of Noise Reduction by an Active Flap of A Model Rotor, 39th ERF, September 08-11, 2013.

53. Sugiura, M., Tanabe, Y., Sugawara, H.：Improvements to the Hybrid Method of CFD and Prescribed Wake Model for Rotorcraft Aeroacoustics and Aerodynamics Prediction, The 2nd Asian/Australian Rotorcraft Forum and the 4th International Basic Research Conference on Rotorcraft Technology, September 08-11, 2013.

54. Takeda, S., Sugiura, M., Tanabe, Y., Sugawara, H., Kanazaki, M., Harigae, M.：Evaluation of a Hybrid Method of CFD and Prescribed Wake Model for Rotary Wings in Hover, The 2nd Asian/Australian Rotorcraft Forum and the 4th International Basic Research Conference on Rotorcraft Technology, September 08-11, 2013.

55. Yasutada Tanabe, Hideaki Sugawara：BVI Noise Control Through Feedback Based on Pressure Signals on Blade, The 2nd Asian/Australian Rotorcraft Forum and The 4th International Basic Research Conference on Rotorcraft Technology, September 08-11, 2013.

56. Hideaki Sugawara, Yasutada Tanabe, Noboru Kobiki：Assessment of BVI Noise Reduction by Active Tab through Numerical Simulation, The 2nd Asian/Australian Rotorcraft Forum and The 4th International Basic Research Conference on Rotorcraft Technology, September 08-11, 2013.

57. Shigeru Saito, Yasutada Tanabe, Noboru Kobiki：Overview of the JAXA Helicopter Research Activity, JAXA-RM-13-012E, October 2013.

58. Yasutada Tanabe, Masahiko Sugiura, Hideaki Sugawara：Multi-disciplinary Analyses of Rotary Wings in Axial Flows, APISAT2013, 2013年11月.

59. Masahiko Sugiura, Yasutada Tanabe, and Hideaki Sugawara：Development of a Hybrid Method of CFD and Prescribed Wake Model for Helicopter BVI Noise Prediction, Trans. Japan Soc. Aero. Space Sci., November 2013.

60. Masahiro Kanazaki, Keitaroh Ohshio, Masahiko Sugiura, Yasutada Tanabe, and Hideaki Sugawara：Vortex Dssipation Due to Airfoil-Vortex Interaction, Journal of Mechanics Engineering and Automation (JMEA), January 2014.

61. Sugiura, M., Tanabe, Y., Sugawara, H.：Development of a Hybrid Method of CFD and Prescribed Wake Model for Helicopter BVI Noise Prediction, The American Helicopter Society International 69th Annual Forum & Technology Display, May 21-23, 2013 .

62. Kobiki Noboru：Design and Performance Evaluation for Finalized Active Tab Drive Mechanism Installed in Mach Scaled Model Blade, 39th European Rotorcraft Forum, September 08-11, 2013.

63. Yasutada Tanabe, Noboru Kobiki, Hideaki Sugawara：Prediction of Noise Reduction by an Active Flap of a Model Rotor, 39th ERF, September 3- 6, 2013.

64. Sugiura, M., Tanabe, Y., Sugawara, H.,：Improvements to the Hybrid Method of CFD and Prescribed Wake Model for Rotorcraft Aeroacoustics and Aerodynamics Prediction, The 2nd Asian/Australian Rotorcraft Forum and the 4th International Basic Research Conference on Rotorcraft Technology, September 08-11, 2013.

65. Takeda, S., Sugiura, M., Tanabe, Y., Sugawara, H., Kanazaki, M., Harigae, M., Evaluation of a Hybrid Method of CFD and Prescribed Wake Model for Rotary Wings in Hover, The 2nd Asian/Australian Rotorcraft Forum and the 4th International Basic Research Conference on Rotorcraft Technology, September 08-11, 2013.

2013年度会報に収録した講演資料の再掲載

2013年度会報（23号、平成25年7月、Vol.23）の講演資料等の一部にページの欠落、画質の低下等がありました。

謹んで著者及び会員の皆様にお詫び申し上げますとともに2014年度会報に再掲載いたします。

再掲載する記事と2013年度会報におけるページ番号は、下表のとおりです。

再掲載する記事

No	区分	記事名	執筆者	ページ
1	講演会	AHS 68th Annual Forum参加報告	太田　智基	4～ 11
2	〃	原子力災害における無人ヘリコプタの活用	佐藤　彰	12～ 33
3	〃	東日本大震災における航空機救助活動 －教訓と改善提言－	山根　峯治	34～ 67
4	第36回定例研究会	護衛艦「ひゅうが」見学会	－	74～ 86
5	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	87～130
6	〃	完全自立型電動マルチロータヘリコプタ －ミニサーベイヤの性能と今後の展望－	野波　健蔵	131～153

＜再掲載＞「AHS 68th Annual Forum参加報告」

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

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

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

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

1. AHS 68th Anual Forum概要

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

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

コンベンションセンター

3

1. AHS 68th Anual Forum概要

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

参加者

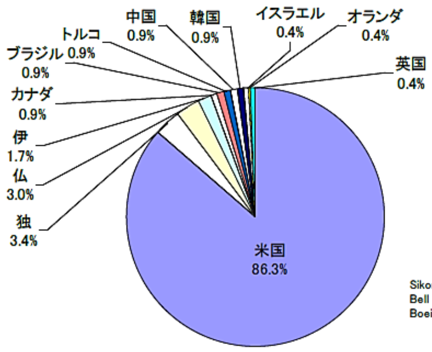
総勢 約1300名
米陸海軍、機体メーカー、装備品メーカー、ソフトメーカー、大学、研究所
日本からの参加者　8名(JAXA、MHI、IHI、FHI)

技術講演数

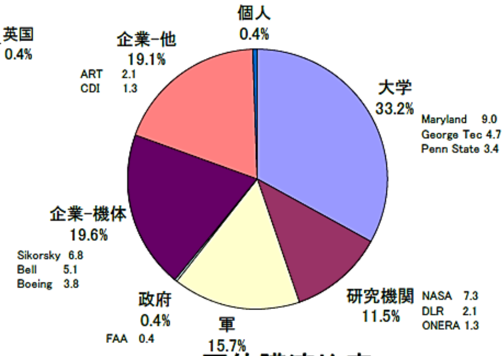
一般講演 234件　＋　特別セッション4件

技術展示

63団体



国別講演比率



団体講演比率

4

2. CEOパネルディスカッション

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

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

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

各社の主張

アグスタウエストランド社	·iphoneを例に、ヘリ業界でも、game changerが必要である ·139を核に、159、189、169へと投資効率を最大限にした取り組み ·AW609のビデオを上映し、AWがgame changerだと言わんばかりの強気の説明
ベル社	·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アフォーダビリティ。 *IHST:International Helicopter Safety Team
ボーイング社	·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、今はプロダクティビティ、将来はavailability×survivability。 ·要は、変化が必要
ユーロコプタ社	·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	·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	·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

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

・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

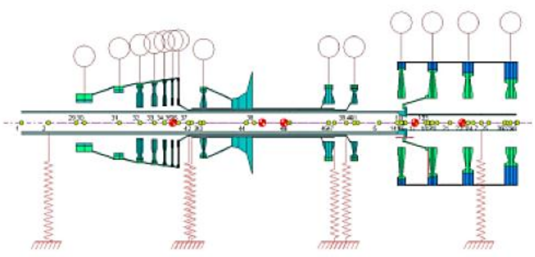
7

3. 技術講演　推進セッション

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

・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



駆動系統の安定性解析モデル

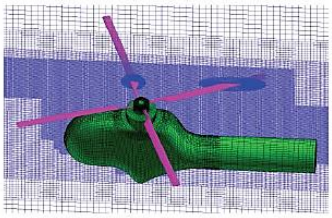
8

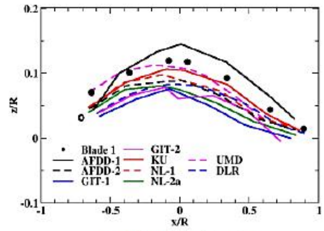
3. 技術講演　空力(CFD/CSD)セッション

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

- 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、ジョージアエ科大学、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

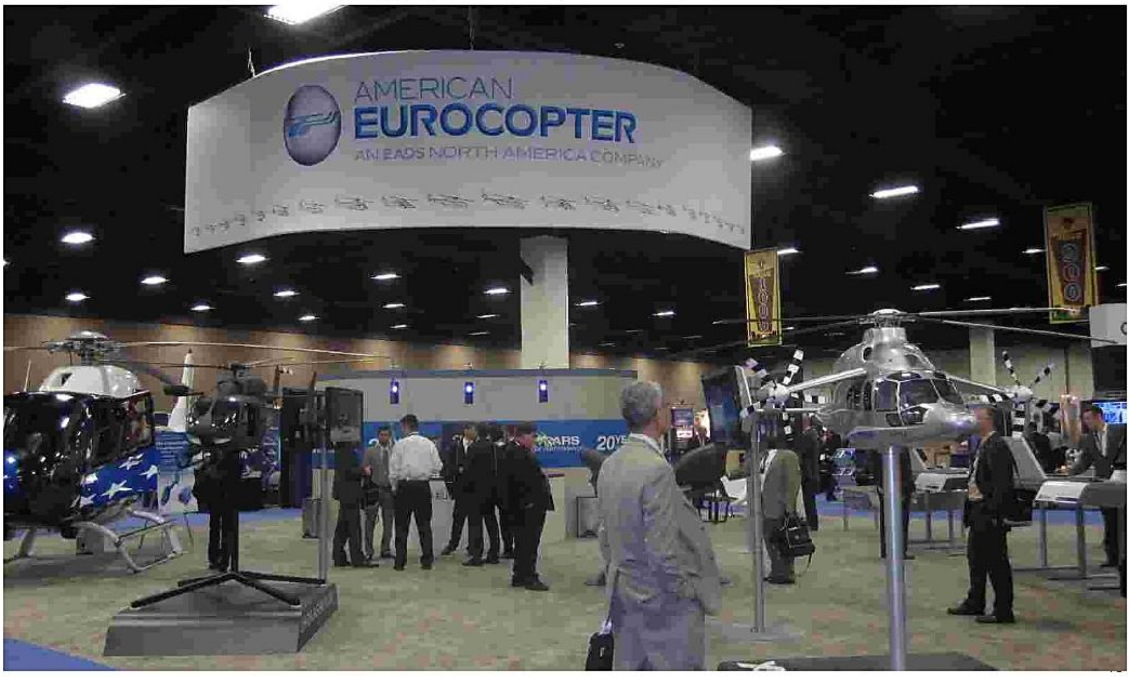


翼端渦の軌跡
(点が実験値、線が各参加団体の解析結果)　9

4. 技術展示　ユーロコプタ社

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

X3模型、EC120実機、EC130、AS350ｸﾞﾗｽｺｸﾋﾟｯﾄを展示



4. 技術展示　ベル社

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

407AH実機、525ｸﾞﾗｽｺｸﾋﾟｯﾄ、V22、429模型を展示

525グラスコクピット

V22

429

11

4. 技術展示　ボーイング社

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

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

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

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

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

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

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

・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

SUBARU
富士重工業株式会社
航空宇宙カンパニー

・ ヘリ機体メーカ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

以上

ヤマハ発動機株式会社　　佐藤　彰

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

2

YAMAHA

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

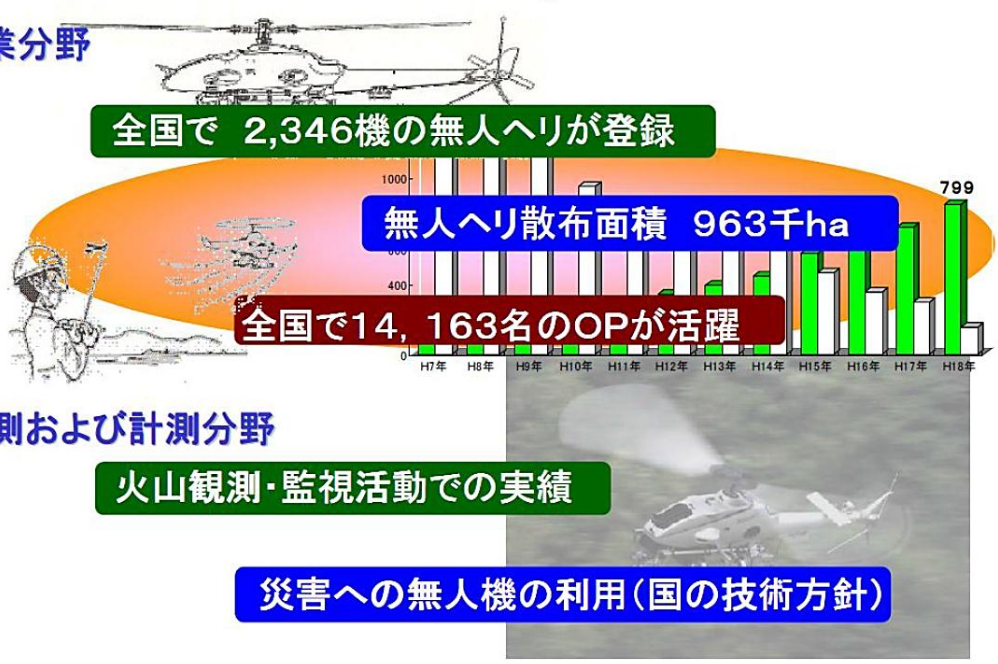
YAMAHA

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



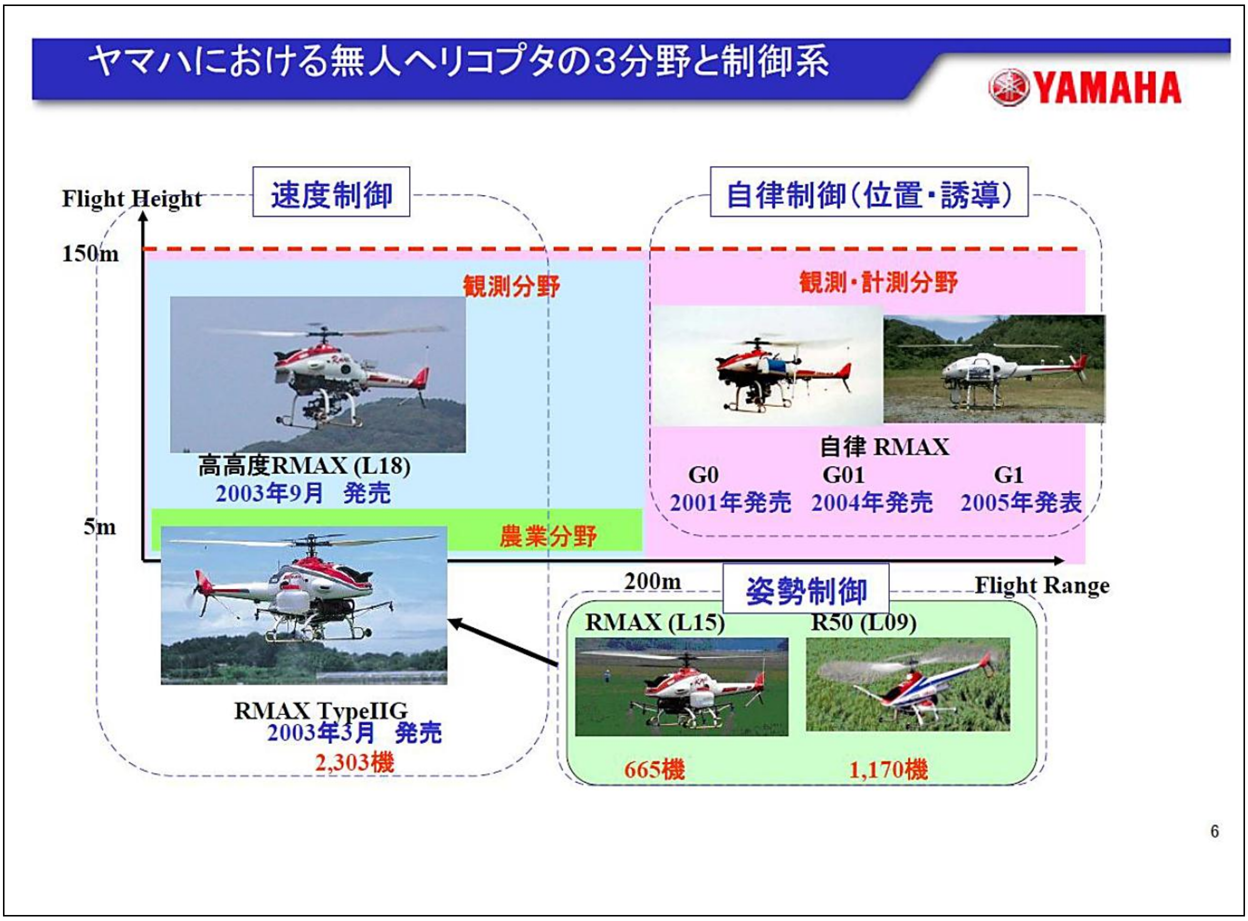
観測および計測分野

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
YAMAHA
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 TypeIIG　販売
2004年　自律航行型　RMAX G0－1　販売
2005年　自律航行型　RMAX G1 運用開始
RCASS
R50
RMAX
自律 RMAX　G0
RMAX　TypeIIG
自律航行型　RMAX　G0-1
自律航行型　RMAX　G1
5


ヤマハにおける無人ヘリコプタの3分野と制御系
YAMAHA
Flight Height
速度制御
自律制御（位置・誘導）
150m
観測分野
観測・計測分野
高高度RMAX (L18)
2003年9月　発売
自律 RMAX
G0
2001年発売
G01
2004年発売
G1
2005年発表
5m
農業分野
200m
姿勢制御
Flight Range
RMAX (L15)
R50 (L09)
RMAX TypeIIG
2003年3月　発売
2,303機
665機
1,170機
6

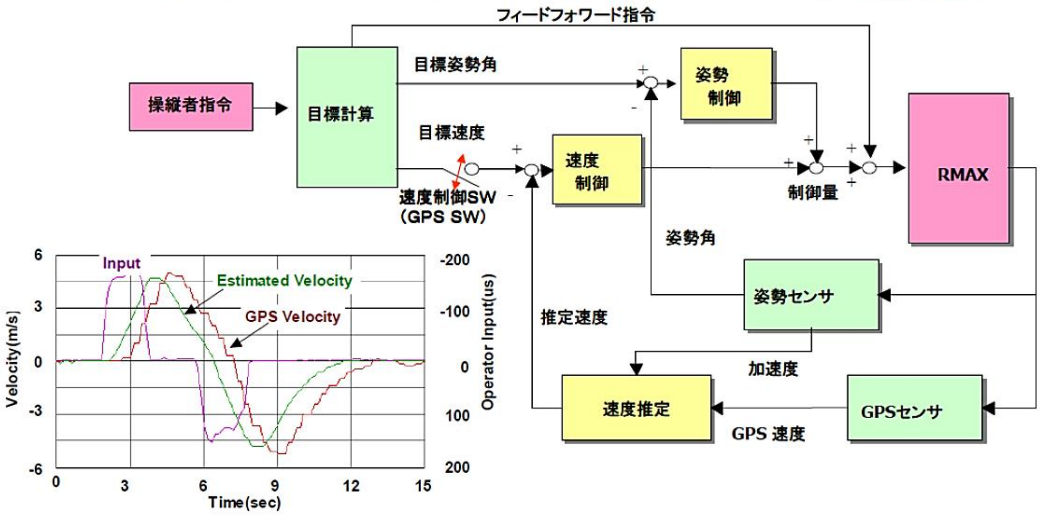
RMAX Type Ⅱ－G（農業用）

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

YAMAHA

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

YAMAHA

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	希釈倍数	散布作業効率の向上	適期防除	飛散(ドリフト)	散布作業者(オペレーター)への被爆	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)	適している	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

YAMAHA

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

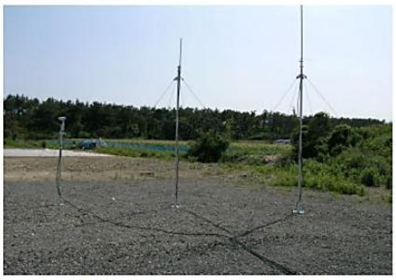
YAMAHA

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

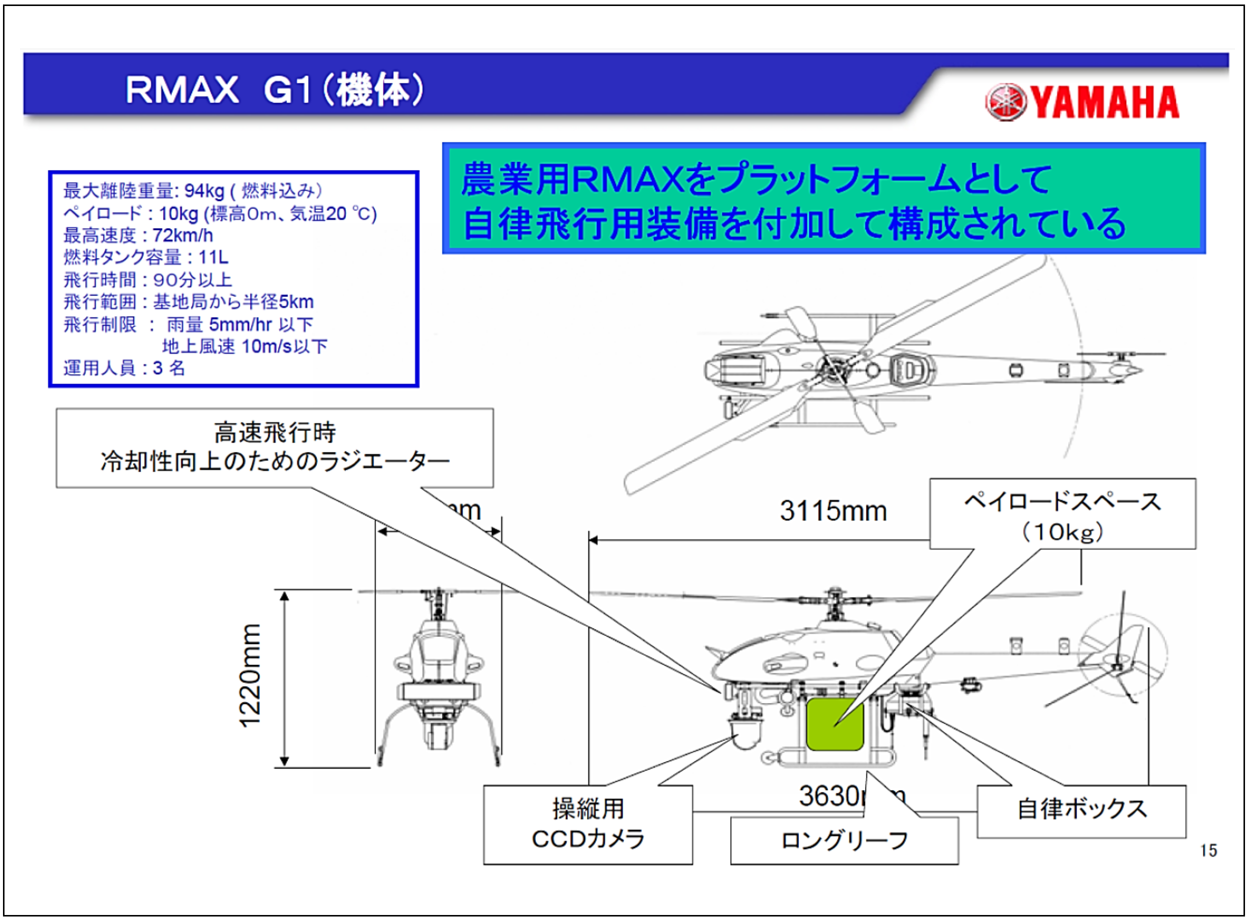
運用人員：３名～

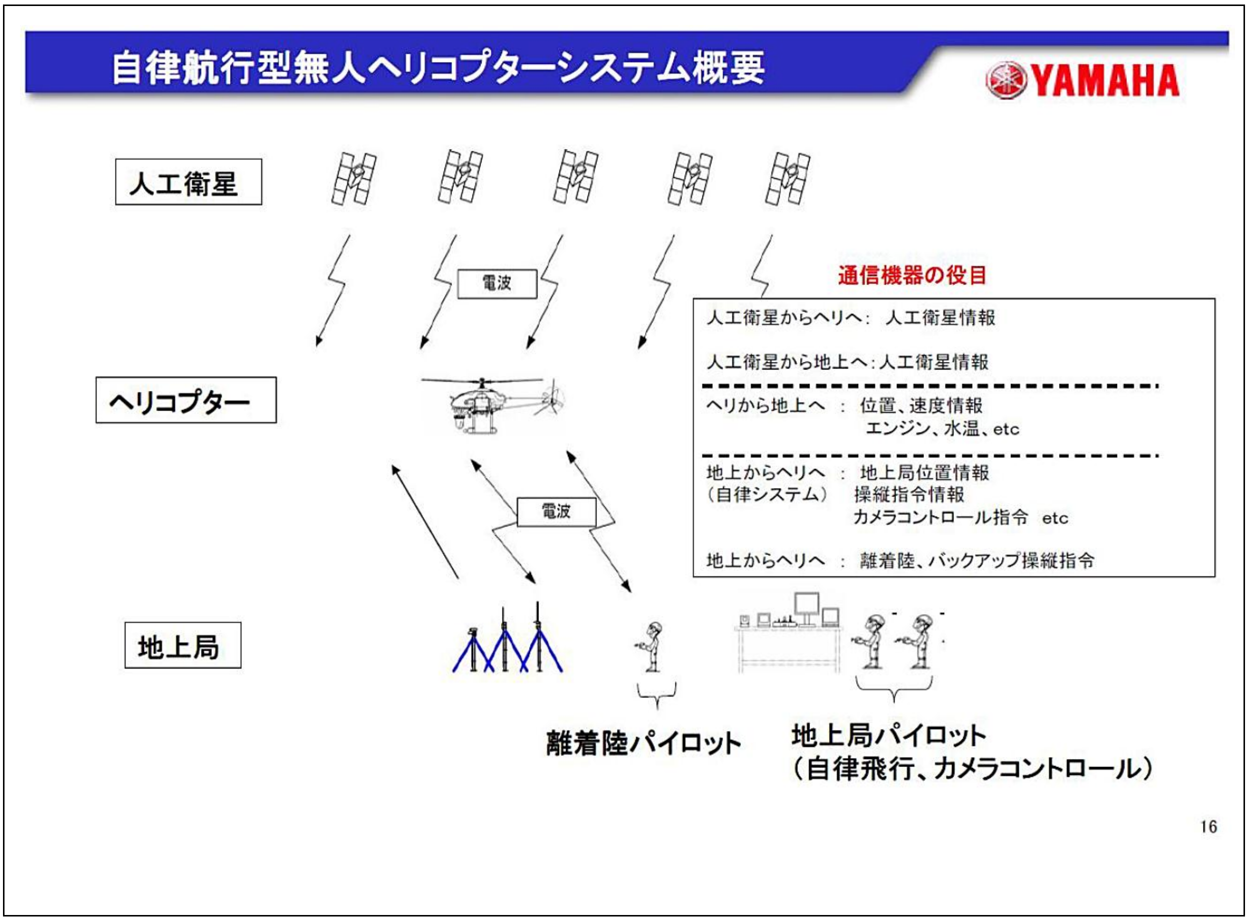


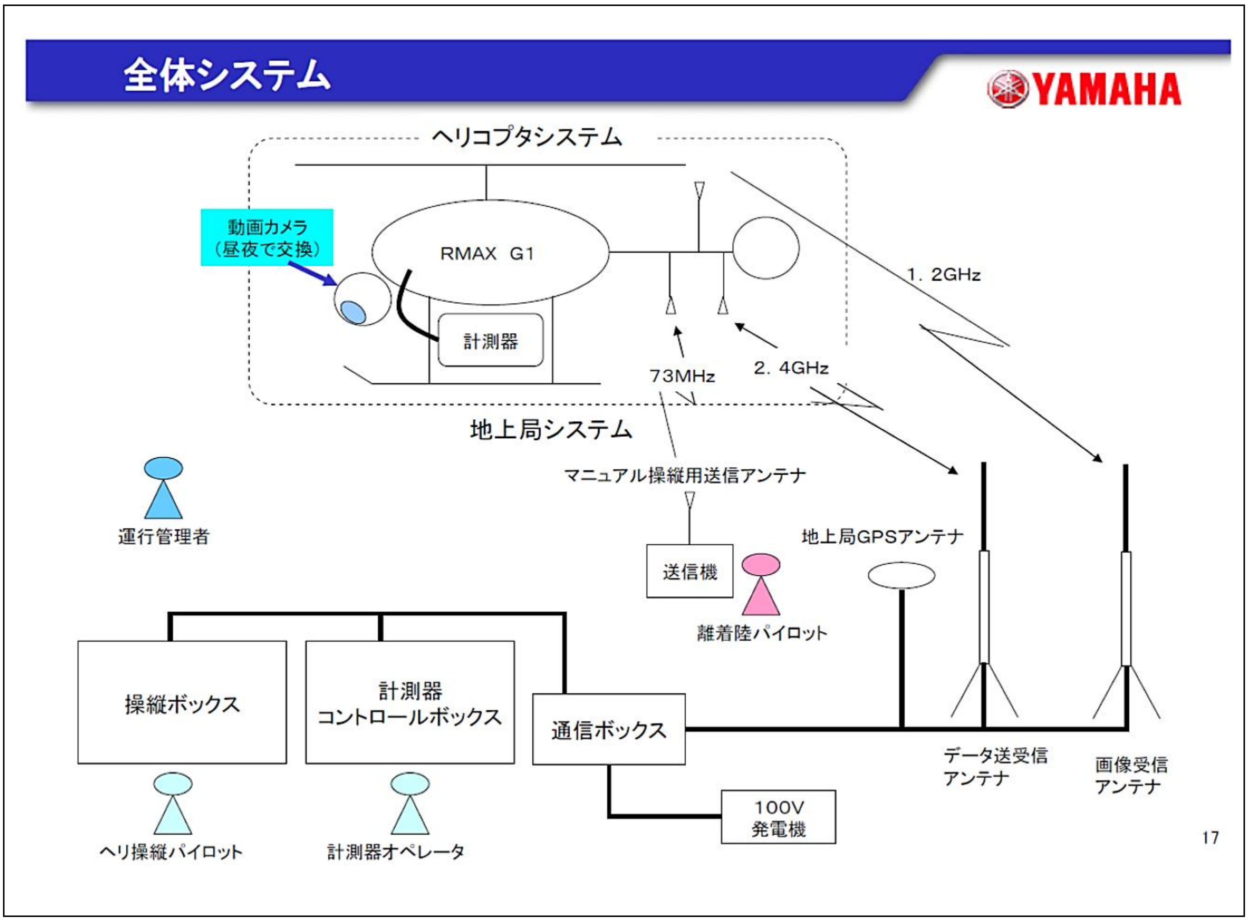
地上局通信アンテナシステム
(データ, GPS, 画像)

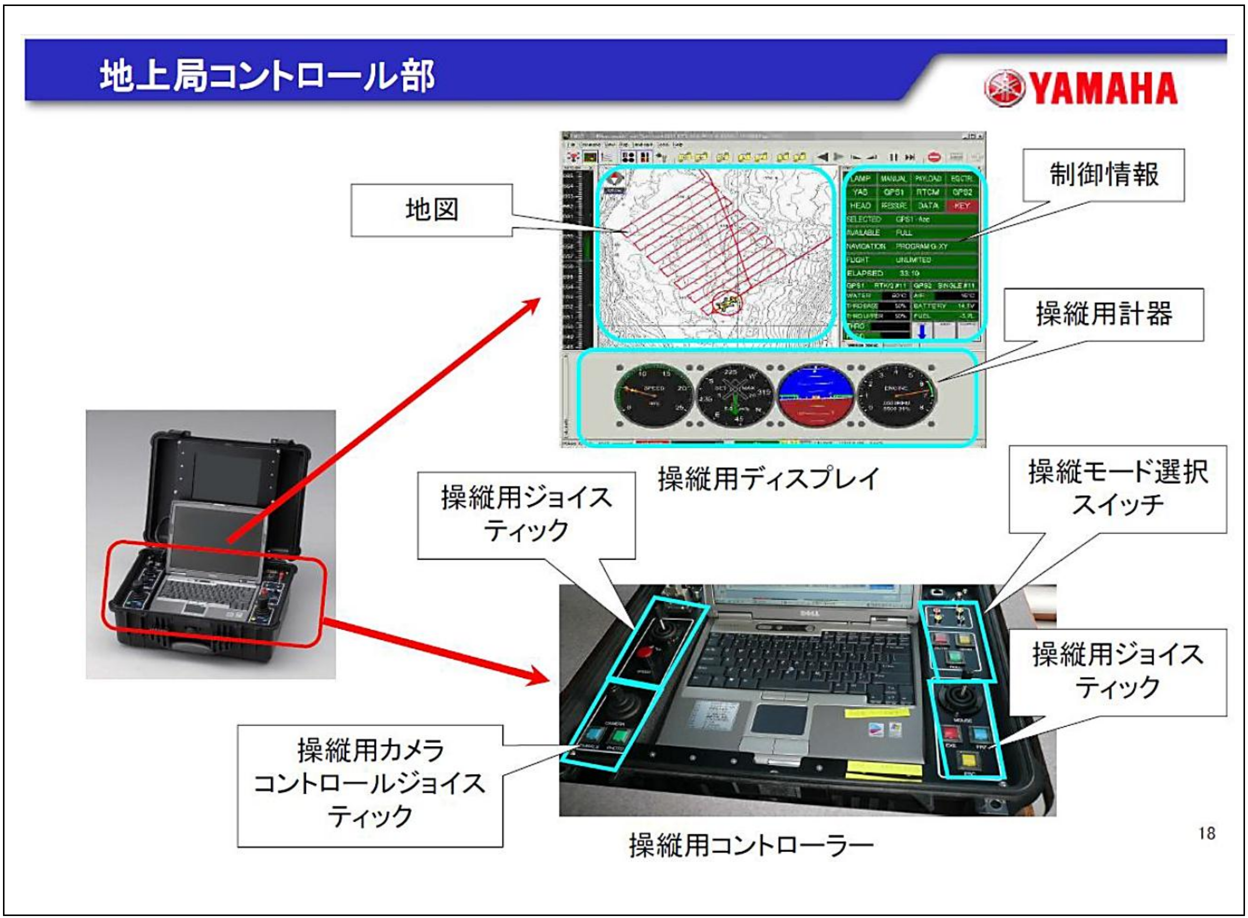
地上局　操縦システム

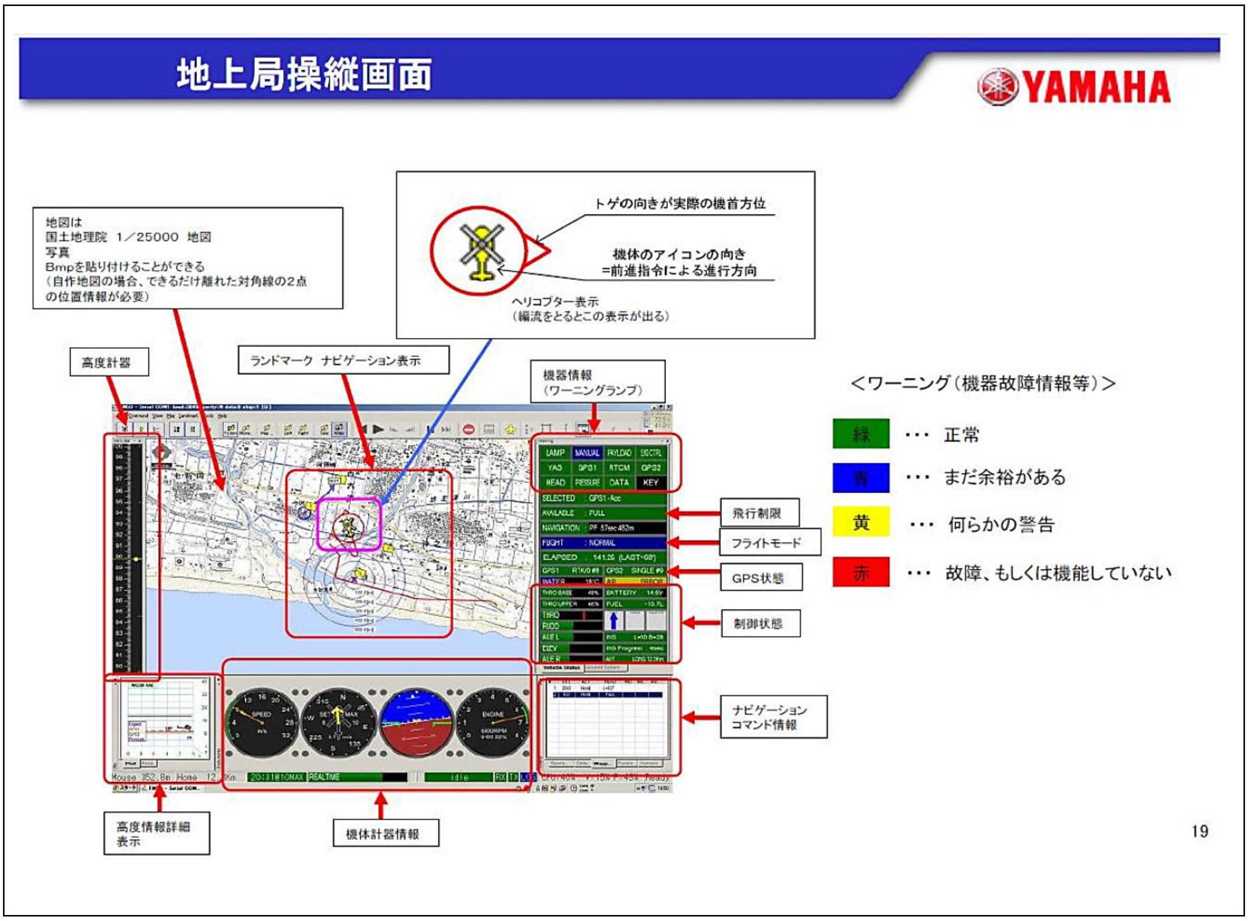
14

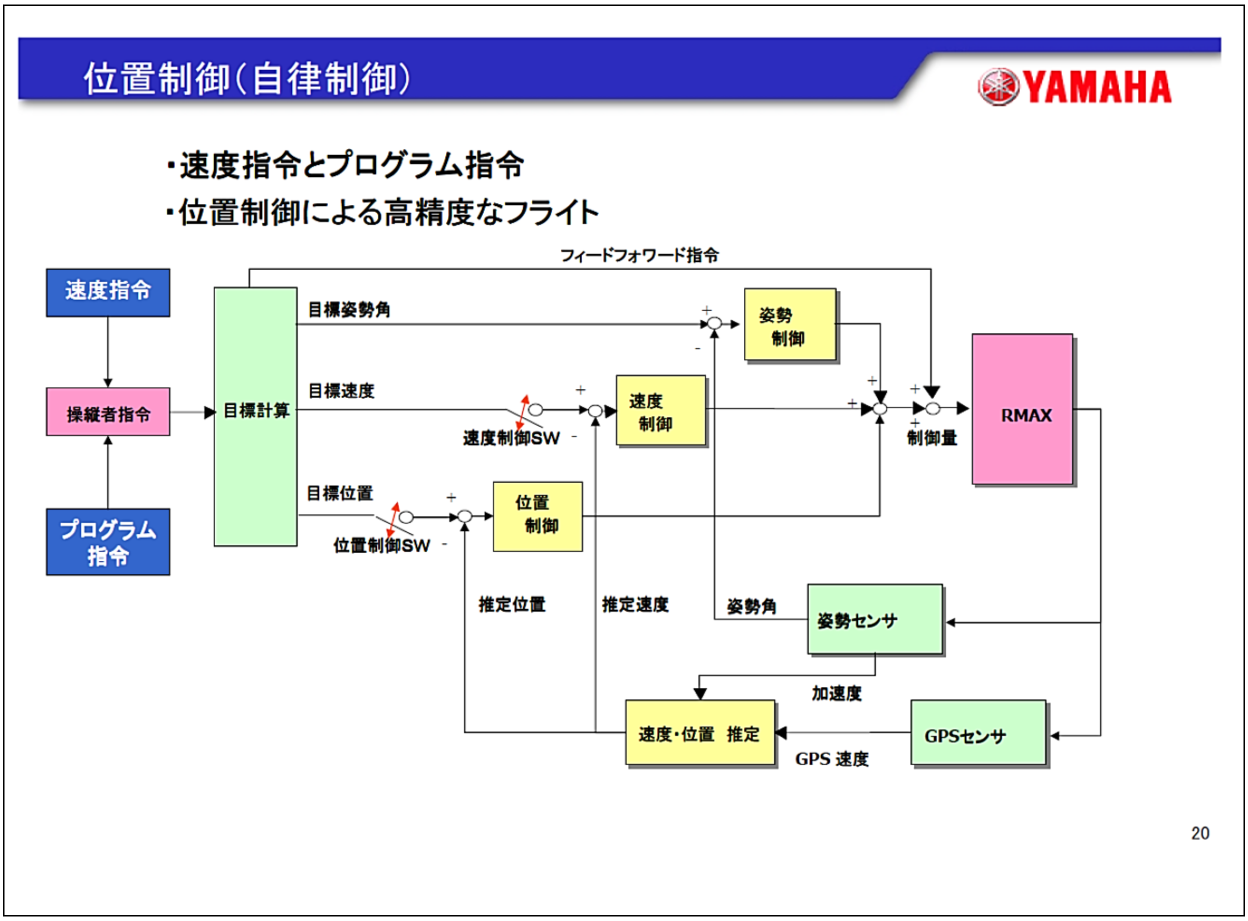

RMAX G1（機体）
YAMAHA
農業用RMAXをプラットフォームとして
自律飛行用装備を付加して構成されている
最大離陸重量: 94kg (燃料込み)
ペイロード : 10kg (標高0m、気温20 ℃)
最高速度 : 72km/h
燃料タンク容量 : 11L
飛行時間 : 90分以上
飛行範囲 : 基地局から半径5km
飛行制限 ： 雨量 5mm/hr 以下
地上風速 10m/s以下
運用人員 : 3 名
高速飛行時
冷却性向上のためのラジエーター
3115mm
ペイロードスペース
（10kg）
1220mm
3630
操縦用
CCDカメラ
ロングリーフ
自律ボックス
15


自律航行型無人ヘリコプターシステム概要
YAMAHA
人工衛星
電波
通信機器の役目
人工衛星からヘリへ： 人工衛星情報
人工衛星から地上へ:人工衛星情報
ヘリから地上へ ： 位置、速度情報
エンジン、水温、etc
地上からヘリへ ： 地上局位置情報
（自律システム） 操縦指令情報
カメラコントロール指令 etc
地上からヘリへ ： 離着陸、バックアップ操縦指令
ヘリコプター
電波
地上局
離着陸パイロット
地上局パイロット
（自律飛行、カメラコントロール）
16


全体システム
YAMAHA
ヘリコプタシステム
動画カメラ
（昼夜で交換）
RMAX G1
計測器
73MHz
2．4GHz
1．2GHz
地上局システム
マニュアル操縦用送信アンテナ
運行管理者
送信機
離着陸パイロット
地上局GPSアンテナ
操縦ボックス
計測器
コントロールボックス
通信ボックス
データ送受信
アンテナ
画像受信
アンテナ
100V
発電機
ヘリ操縦パイロット
計測器オペレータ
17


地上局コントロール部
YAMAHA
地図
制御情報
操縦用計器
操縦用ディスプレイ
操縦用ジョイス
ティック
操縦モード選択
スイッチ
操縦用ジョイス
ティック
操縦用カメラ
コントロールジョイス
ティック
操縦用コントローラー
18


地上局操縦画面
YAMAHA
地図は
国土地理院 1／25000 地図
写真
Bmpを貼り付けることができる
（自作地図の場合、できるだけ離れた対角線の2点の位置情報が必要）
トゲの向きが実際の機首方位
機体のアイコンの向き
=前進指令による進行方向
ヘリコプター表示
（編流をとるとこの表示が出る）
高度計器
ランドマーク ナビゲーション表示
機器情報
（ワーニングランプ）
飛行制限
フライトモード
GPS状態
制御状態
ナビゲーション
コマンド情報
高度情報詳細
表示
機体計器情報
＜ワーニング（機器故障情報等）＞
緑 ・・・ 正常
青 ・・・ まだ余裕がある
黄 ・・・ 何らかの警告
赤 ・・・ 故障、もしくは機能していない
19


位置制御（自律制御）
YAMAHA
・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
フィードフォワード指令
速度指令
操縦者指令
プログラム指令
目標計算
目標姿勢角
目標速度
目標位置
速度制御SW
位置制御SW
姿勢制御
速度制御
位置制御
制御量
RMAX
推定位置
推定速度
姿勢角
姿勢センサ
加速度
速度・位置 推定
GPS 速度
GPSセンサ
20

運用時の地上局構成

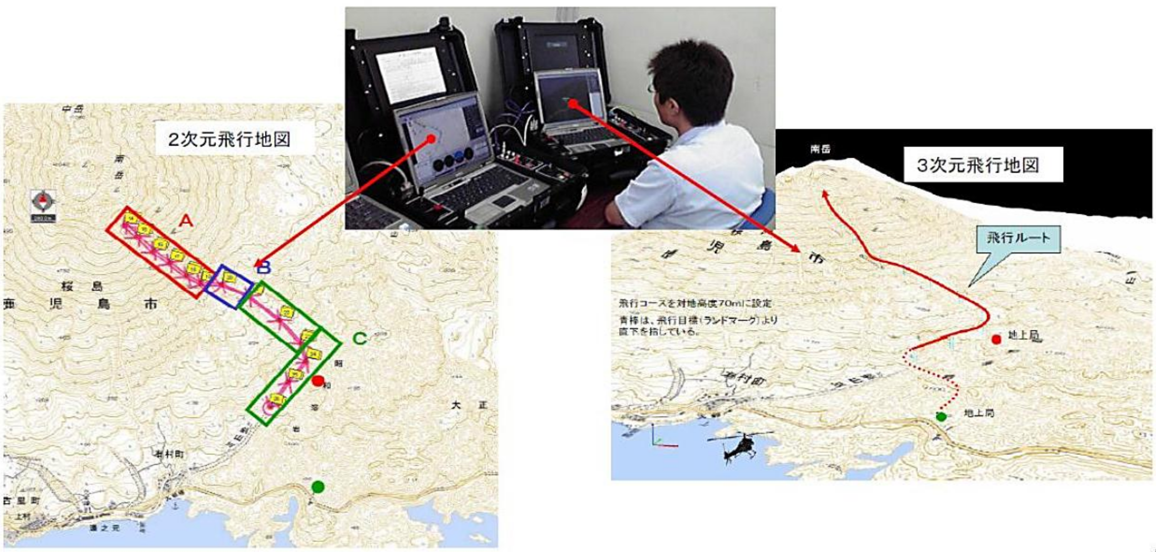
YAMAHA

21

飛行計画のシミュレーション

YAMAHA

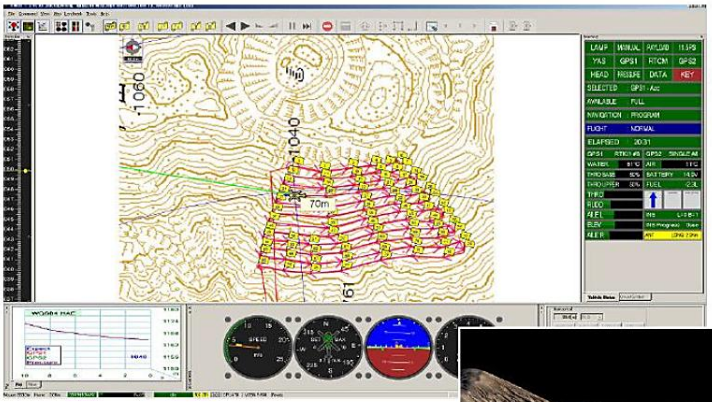
フライトシミュレータを用いて、
地上局候補位置選定、飛行ルート、上昇下降速度、飛行時間を検討し、
飛行計画を作成してから現地運用に臨む



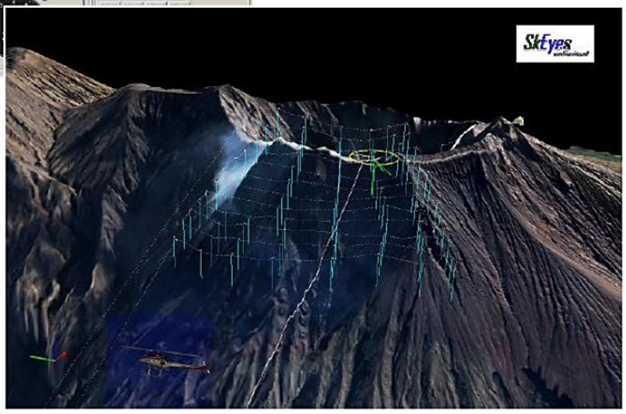
22

飛行計画のシミュレーション

YAMAHA



2Dおよび3Dで検討

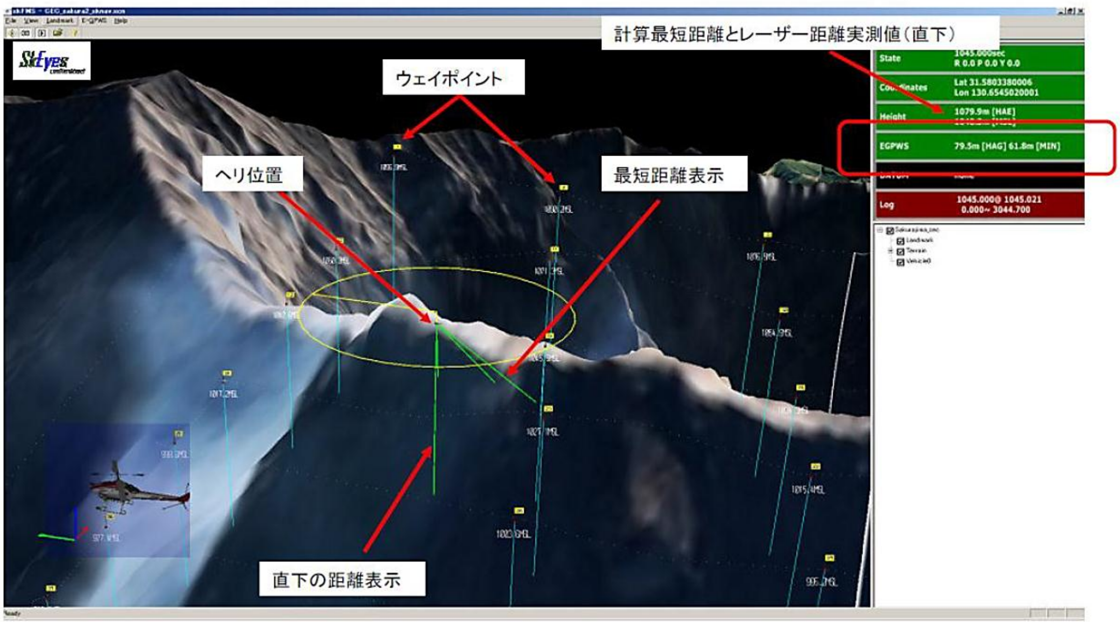


23

GPWSシステム(Ground Proximity Warning System)

YAMAHA

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

実際の運用例（桜島）

YAMAHA

25

YAMAHA

3. 原子力災害における運用の紹介

26

YAMAHA

(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)

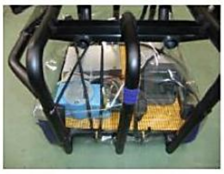
YAMAHA

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、離着陸場所にシートを２重に設定する。

汚染防止のために、機体接地点であるスキッド部分に養生を実施



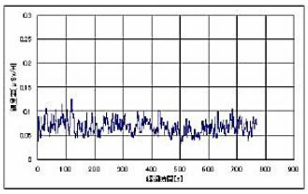
測定装置にも　防水・防塵シートで覆う。

地上局の電源を投入し、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。



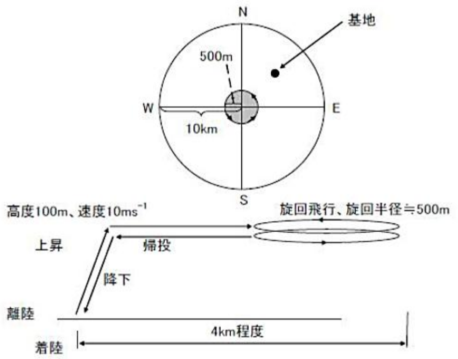
飛行中に計測された　自然放射線量。約0.05～0.1(毎時マイクロシーベルト)

28

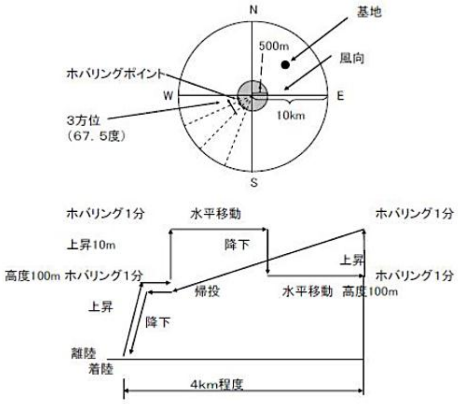
放射線モニタリング（飛行プロファイル）

YAMAHA

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



A：放出有無の確認



B：放出規模・方向の確認

29

パターンBによる飛行フライト経路

YAMAHA

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

YAMAHA

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）

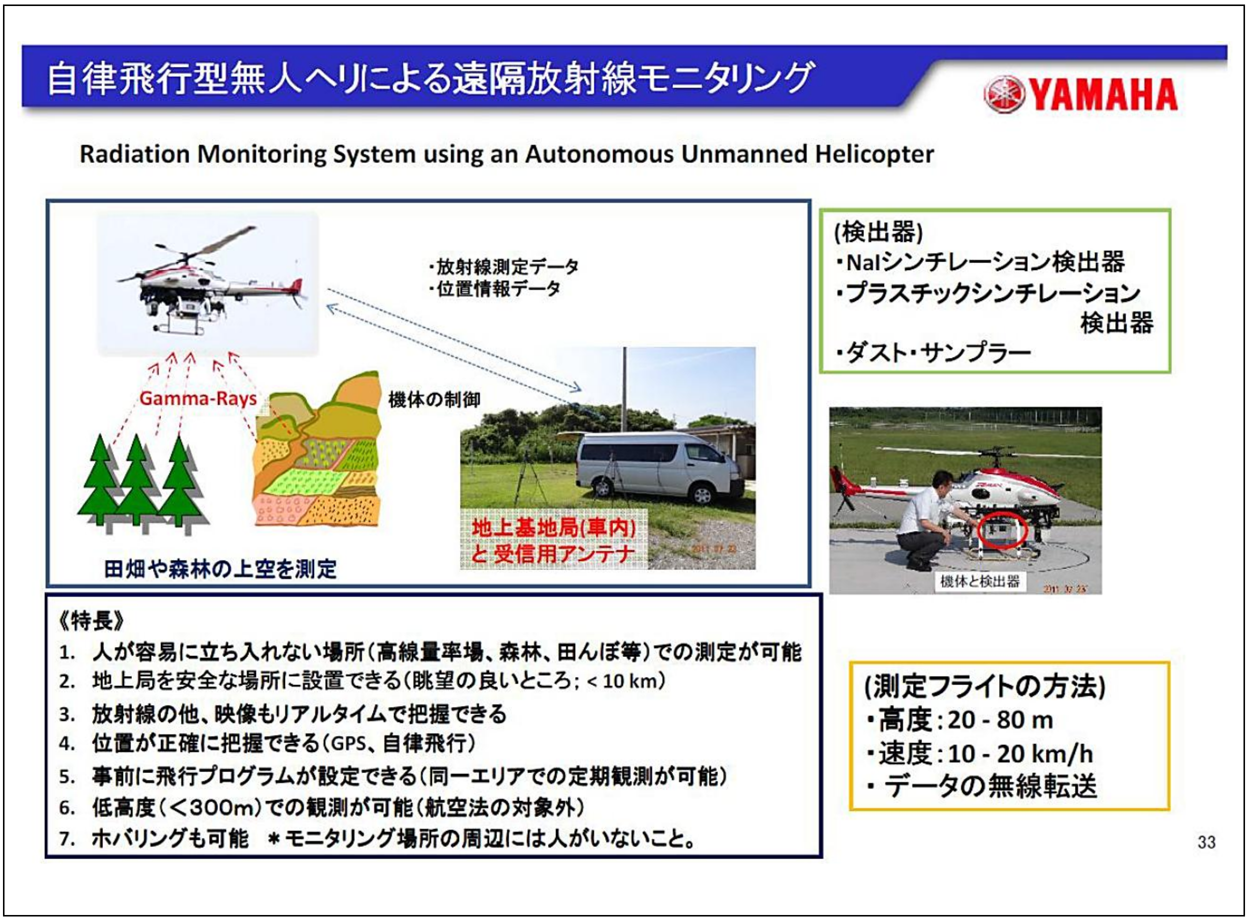
YAMAHA

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

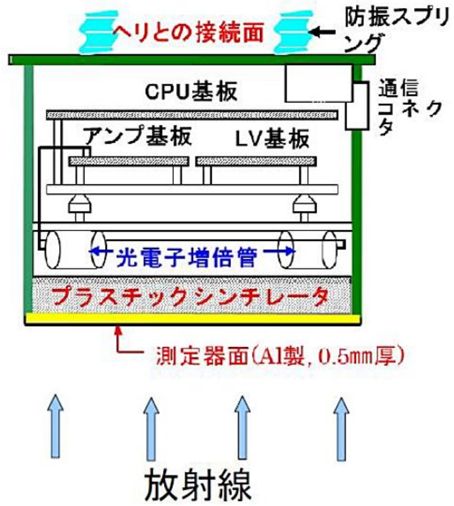

自律飛行型無人ヘリによる遠隔放射線モニタリング
YAMAHA
Radiation Monitoring System using an Autonomous Unmanned Helicopter
・放射線測定データ
・位置情報データ
Gamma-Rays
機体の制御
地上基地局(車内)
と受信用アンテナ
田畑や森林の上空を測定
(検出器)
・NaIシンチレーション検出器
・プラスチックシンチレーション検出器
・ダスト・サンプラー
機体と検出器
《特長》
1. 人が容易に立ち入れない場所(高線量率場、森林、田んぼ等)での測定が可能
2. 地上局を安全な場所に設置できる(眺望の良いところ; < 10 km)
3. 放射線の他、映像もリアルタイムで把握できる
4. 位置が正確に把握できる(GPS、自律飛行)
5. 事前に飛行プログラムが設定できる(同一エリアでの定期観測が可能)
6. 低高度(<300m)での観測が可能(航空法の対象外)
7. ホバリングも可能　＊モニタリング場所の周辺には人がいないこと。
(測定フライトの方法)
・高度：20 - 80 m
・速度：10 - 20 km/h
・データの無線転送
33


放射線モニタリング（福島県川内村）
YAMAHA
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
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

計測機器 （資料提供：日本原子力研究開発機構）

YAMAHA

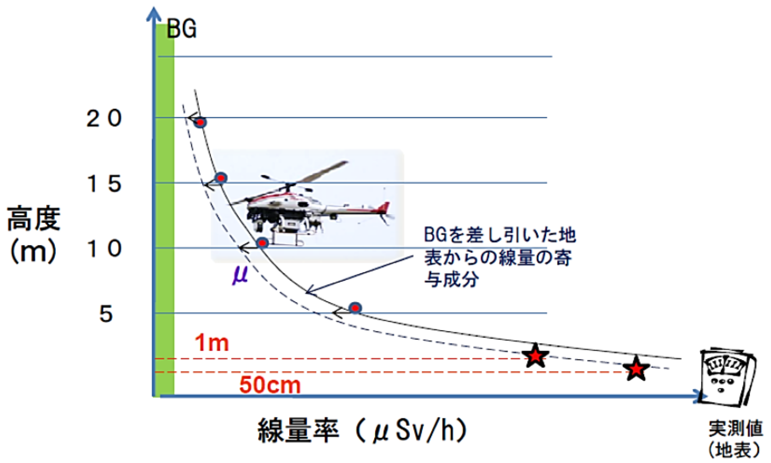
放射線量測定器(プラスチックシンチレータ)
(270(w)×300(d)×20(t)mm)
検出範囲：BG ～ 0.02mSv/h
検出エネルギー： 60keV以上
データ収集周期： 1回／秒
測定器重量：8.5kg（筐体含む）

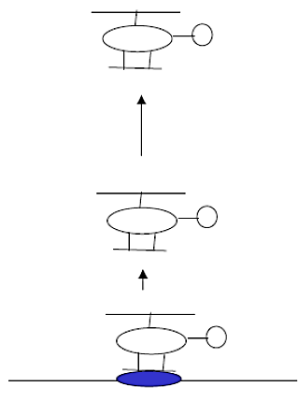


35

線量の測定方法

YAMAHA

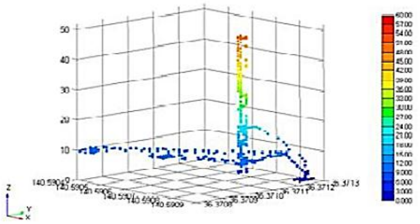




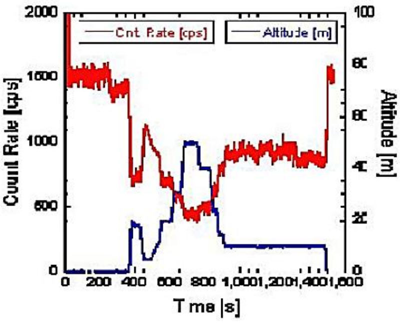
36

測定と地上の放射線量の解析

YAMAHA



放射線測定飛跡



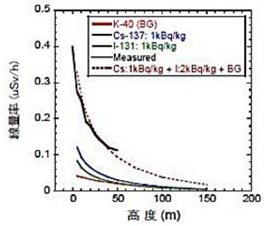
放射線測定結果の例

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



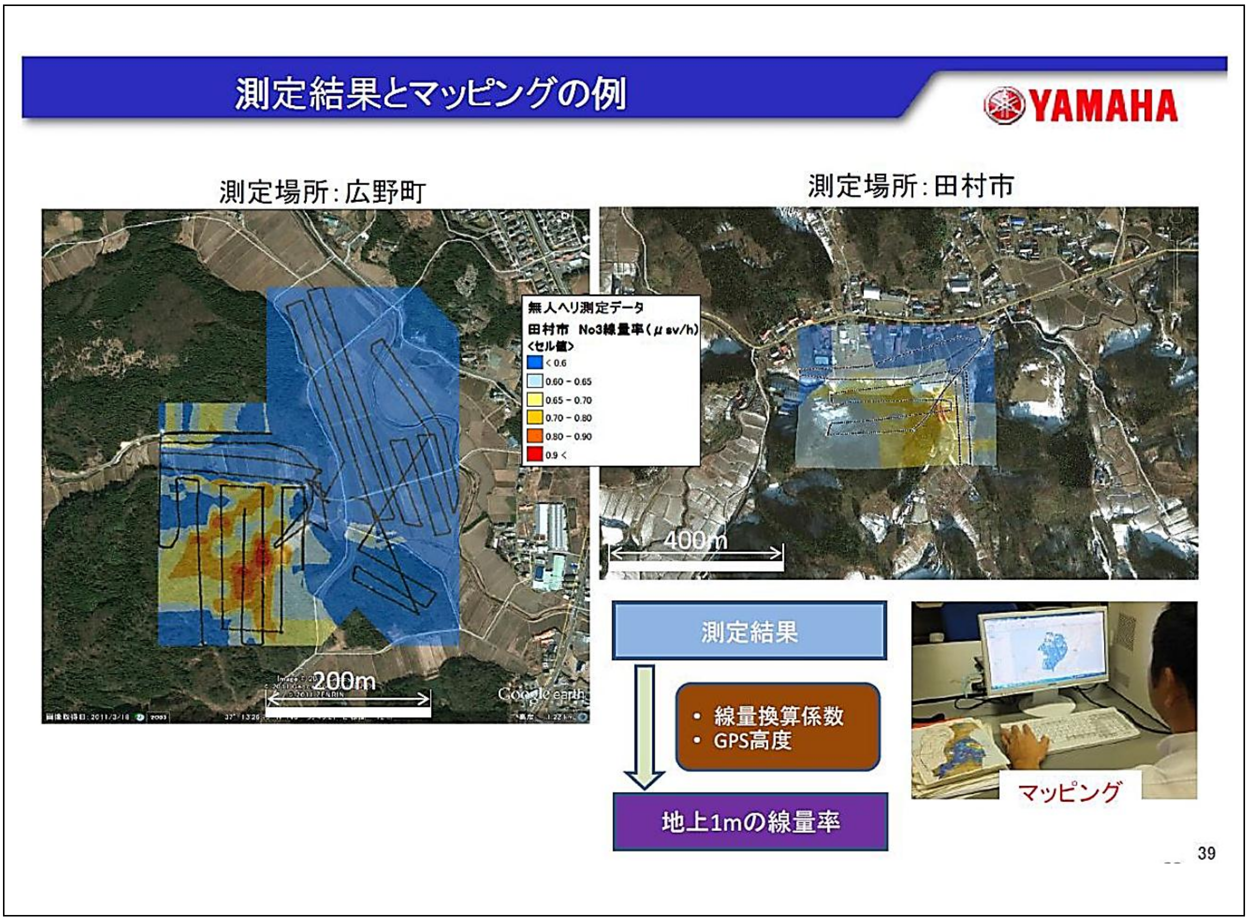
37

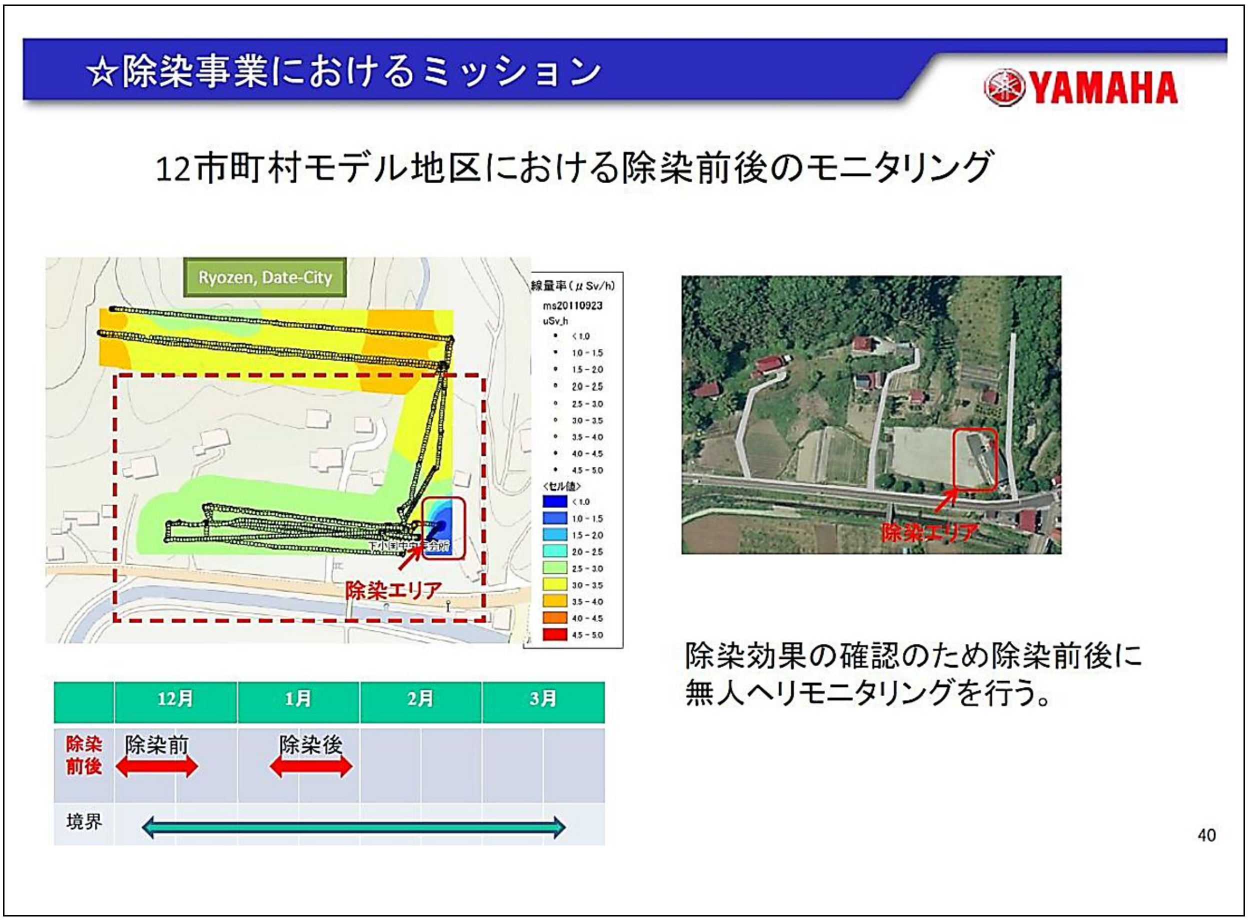
YAMAHA

■ 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

38


測定結果とマッピングの例
YAMAHA
測定場所：広野町
測定場所：田村市
無人ヘリ測定データ
田村市　No3線量率（μsv/h）
＜セル値＞
＜ 0.6
0.60 – 0.65
0.65 – 0.70
0.70 – 0.80
0.80 – 0.90
0.9 ＜
200m
400m
測定結果
• 線量換算係数
• GPS高度
地上1mの線量率
マッピング
39


☆除染事業におけるミッション
YAMAHA
12市町村モデル地区における除染前後のモニタリング
Ryozen, Date-City
線量率（μSv/h）
除染エリア
除染エリア
12月
1月
2月
3月
除染前後
除染前
除染後
境界
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。
40

☆除染事業におけるミッション

YAMAHA

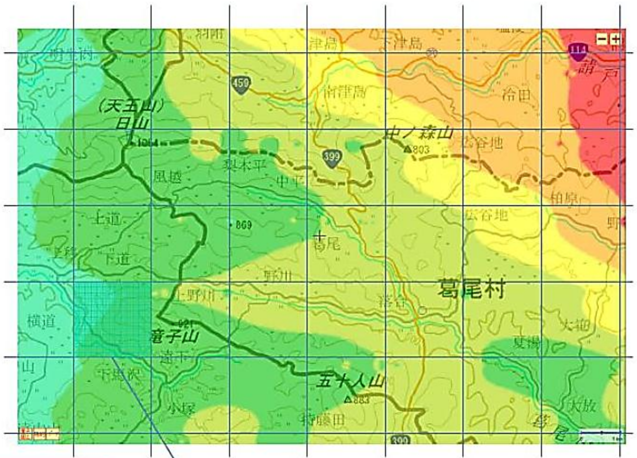
5mSv/年に相当する地域境界のモニタリング

・航空機モニタリングで当たりをつけた、5mSv/年(1μSv/h)境界を詳細にサーベイし、区域分けを行う。

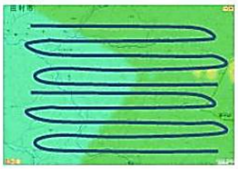
↓

・基本的には地上モニタリング（車両サーベイ）により実施

・地上でサーベイできない部分について無人ヘリモニタリングを実施



	12月	1月	2月	3月
除染前後				
境界				



飛行測線
20m-50mメッシュ
で実施

41

YAMAHA

4. 今後の課題

42

今後の計画

YAMAHA

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

YAMAHA

ご清聴ありがとうございました

44

以上

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28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M8.25に比較して4倍以上のエネルギーによって発生した巨大津波であった

防災計画の被害想定をはるかに超える大津波で、被災者の死因の93%が津波　による溺死

釜石付近の場合、地震発生後20分くらいで引き波が始まり、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、一部自治体は壊滅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正面対処）

福島第一原発の事故の誘因は津波による施設の破壊

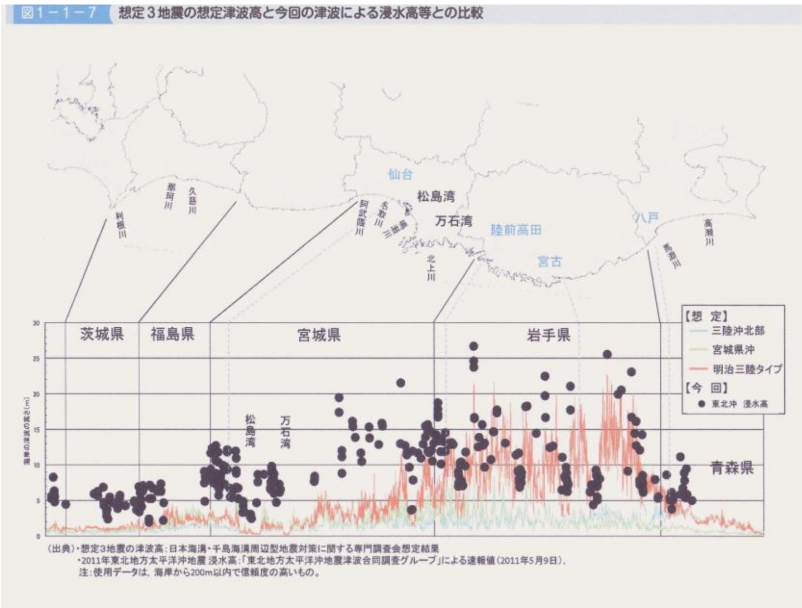
特殊災害対策の（実動）訓練が殆ど行われていなかったことから対応措置が遅れた

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

防災関係機関特に自衛隊は地震津波災害と原子力災害の同時2正面対処となった

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)



東日本大震災における死因(岩手・宮城福島)

死者15270名、行方不明者8499名(23年5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

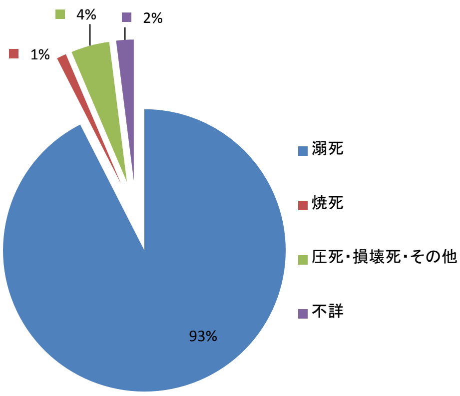
圧倒的に多かったのは、津波に起因すると思われる**「溺死」**であった

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

警察庁の資料を基に内閣府が作成した資料である（23年度版防災白書から作成）



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

東北方面航空隊提供

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頃)
住宅被害(全壊戸数)	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

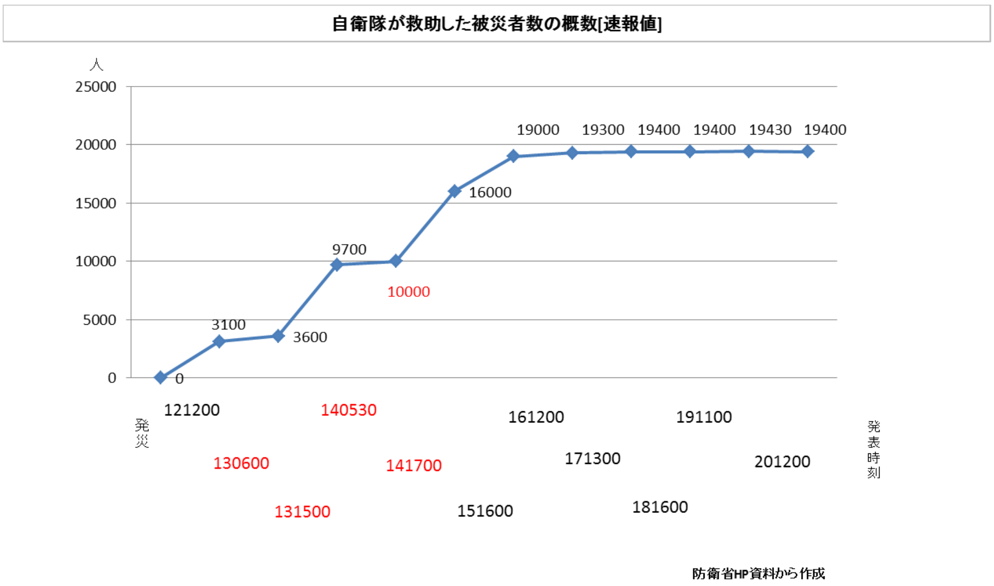
	警察庁	消防庁	海上保安庁	防衛省	合計
3．11	32名	3名	18名		
3．12	397名	641名	229名		
3．13	1,631名	3,728名	28名	19,286名	
3．14	448名	238名	19名		
3．15	1,183名	2名	24名		
3．16	27名	―	24名		
3．17	29名	―	1名		
3．18 ～4．19	2名	2名	17名		
合計	3,749名	6,414名	360名	19,286名	26，707名

(23年度版防災白書：5，30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、被災各県の相対機関、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）

	累　計	備　　　　　　考
人命救助	19,286人	3月11～26日の間、ピークは3月13日で（4,789人） 全救助人員の約70%は自衛隊が救助
遺体収容	9,505体	死者全体（15,605人）の60%は自衛隊が収容 捜索ピークは3月20日頃で1日約900体収容
医療支援 入浴支援 給食支援	23,370人 1,092,526人 5,005,484食	疾患は上気道炎（風邪）、高血圧、花粉症等さまざまで、ピークは3月21日前後で1日に1,275人診察 最大32箇所に設置 最大で約100個所で支援
物資輸送	13,906　t	（12.26防衛省HPデータ）
医療チーム等輸送	19,924人	（６月３０日現在防衛白書データ）
原発20～30km圏内の住民の避難等 空中消火 地上放水 ご遺体収容	要避難支援者273人 派遣規模は延べ約8万人 CH-47×2機2回 約340t 62体	30km圏内の避難誘導に対して常時態勢を維持した （自治体と連携して要避難支援者を毎日チェック確認し訓練を実施、除染所の開設）救護車24両、大型バス6両、マイクロバス6両を駐屯地やいわき海浜自然の家、平消防署などに配置して待機

自衛隊の派遣規模の比較

防衛省HP12.26最終報告から作成

	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	大規模震災ではほぼ同左任務であるが、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日早朝にしたところも多い

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

初動の救助活動事例

初動の捜索救助活動

陸自UH-1は終夜任務実施
（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　陸自は翌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

撮影東北方面航空隊

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ヘリコプター団資料

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

出島救出時の写真

米国のレスキューチーム等の空輸事例

第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

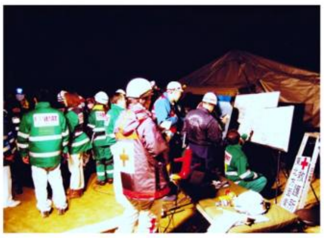
○　災害派遣医療チーム（DMAT)は、迅速に派遣され最大時193チームが集結した（防災白書）

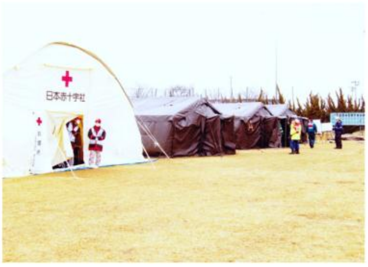
○　仙台空港・松島飛行場が被災したため、仙台地区への大型輸送機での直接投入は困難

　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）

撮影東北方面航空隊

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]

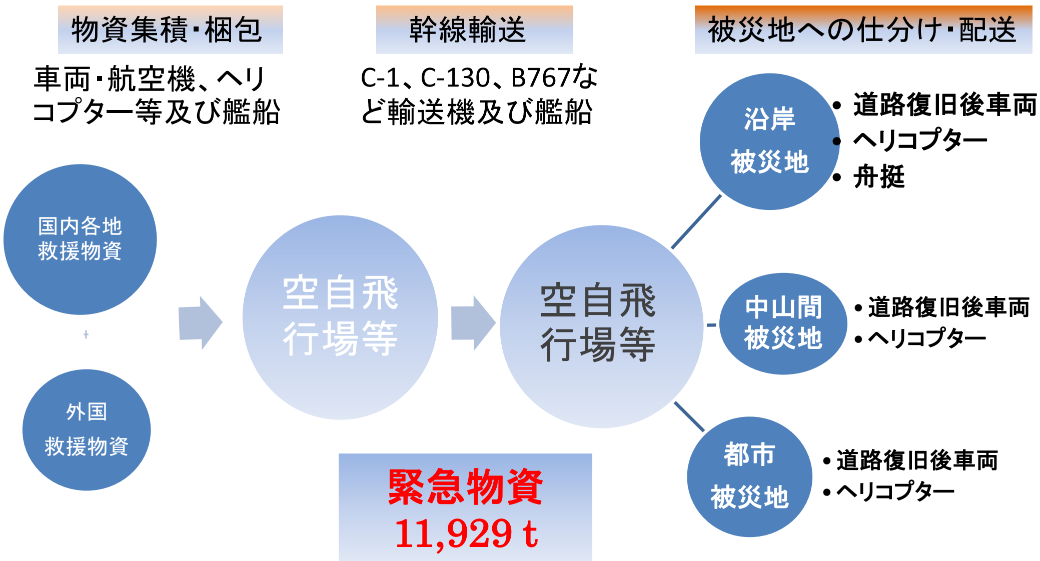
☆　松島飛行場及び仙台空港の応急復旧に伴って両飛行場に集中できるようになった（3月16日松島昼の応急運用可、3月20日仙台空港応急復旧（軍用機）4月13日民間機）

☆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えなかったため、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

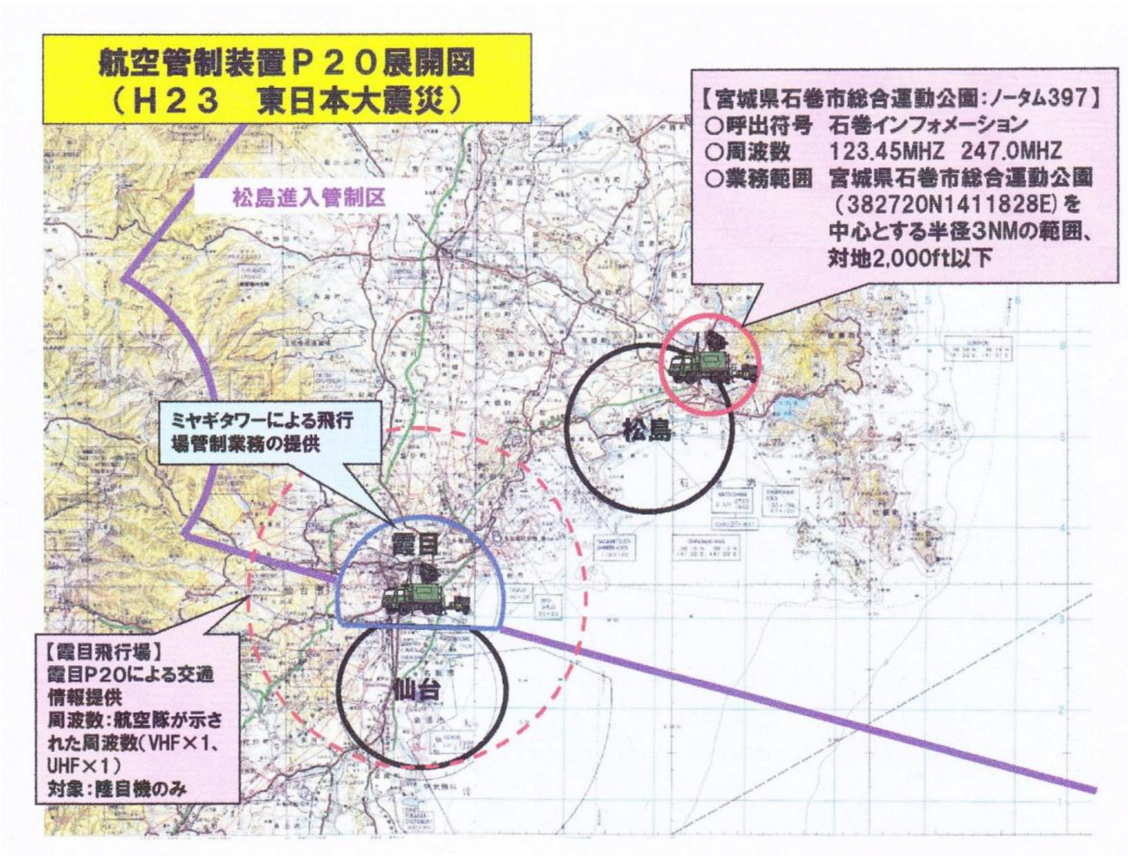
- 災害救助用航空機を優先するNOTAMの有効性
- AWACSによる空中監視の有効性
- 現地での野外レーダー管制所（石巻ｲﾝﾌｫﾒｰｼｮﾝ）の有効性と局地管制の充実強化必要

救助活動優先NOTAM

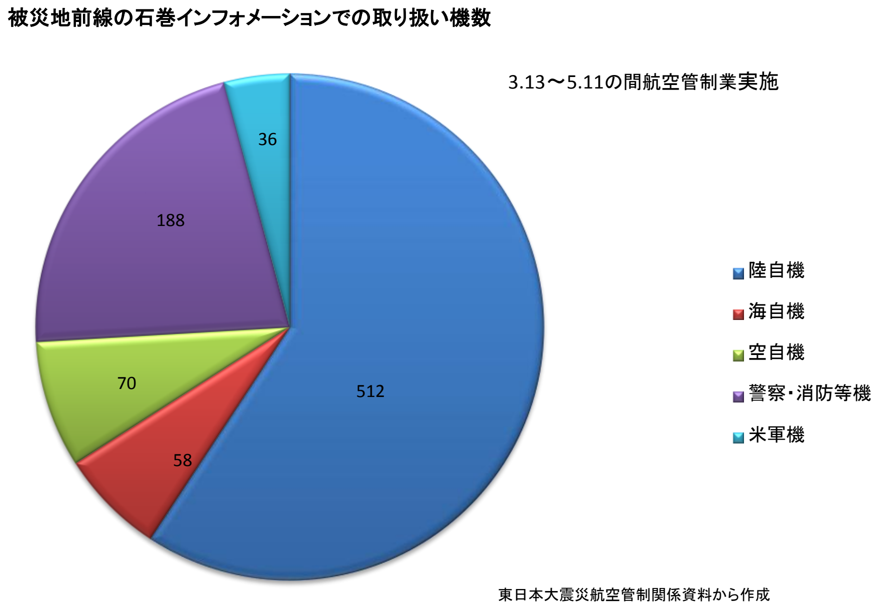
```
(0388/11 NOTAMN
Q) RJJJ/QRTCA/IV/BO/EW/000/999/3948N14053E056
A) RJSS B) 1103120036 C) UFN
E)
ALL ACFT FLYING WITHIN IWATE AND AKITA PREFECTURE ARE REQUESTED TO
CONTACT FLW FREQ AND OBTAIN INFORMATION FROM JAPAN SELF DEFENSE
FORCE
CALL SIGN : HEAD WORK
FREQ : PRIMARY 138.05MHZ SECONDARY 123.1MHZ
RMK/EXC IFR FLT)

(0389/11 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)

(0395/11 NOTAMR 0392/11
Q) RJJJ/QRTCA/IV/BO/EW/000/015/3829N14056E044
A) RJSS B) 1103121111 C) UFN
E)
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

```
(0397/11 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



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いため、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
   ・・捜索救助・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ケ所（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. 強靭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・・・**強靭な中型ヘリコプター等は不可欠**

・洋上捜索救助には**双発の多用途機**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、**夜間の機位把握が困難**であった

・災害中核基地は計器飛行場化を促進すべき・・**RNAV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孤立住民救助

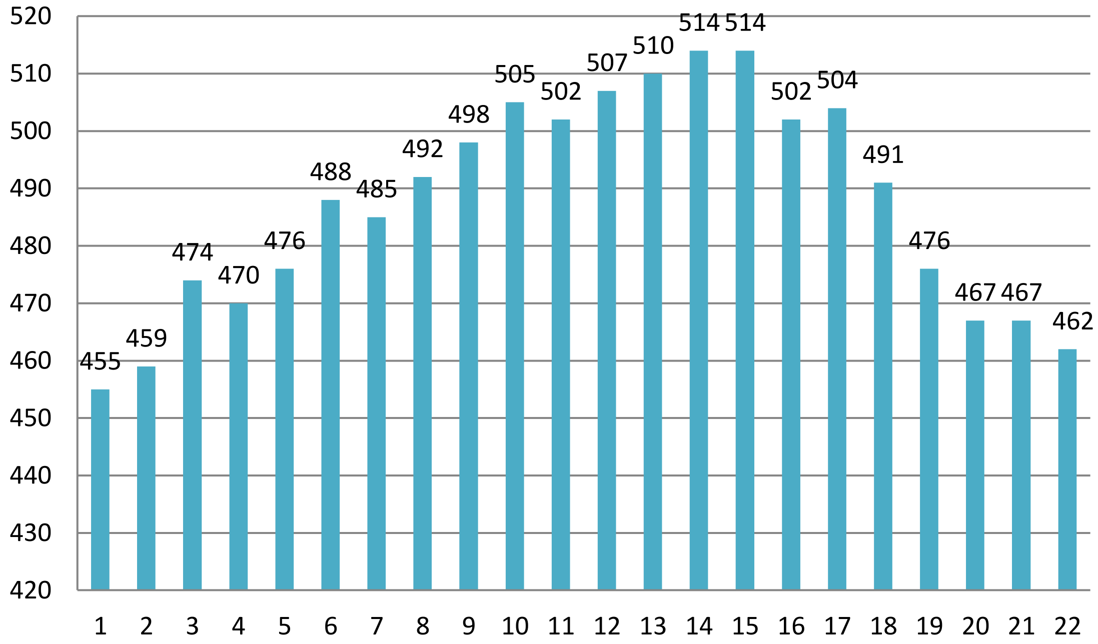
3月12日朝名取地区での救助活動



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ﾎｲｽﾄで卸下

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

くにさき

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．冷却用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．原発施設のｻｰﾓｸﾞﾗﾌｨ調査(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（航空法の枠外）**

☆ 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**専門要員が殆どいない**

☆ 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）

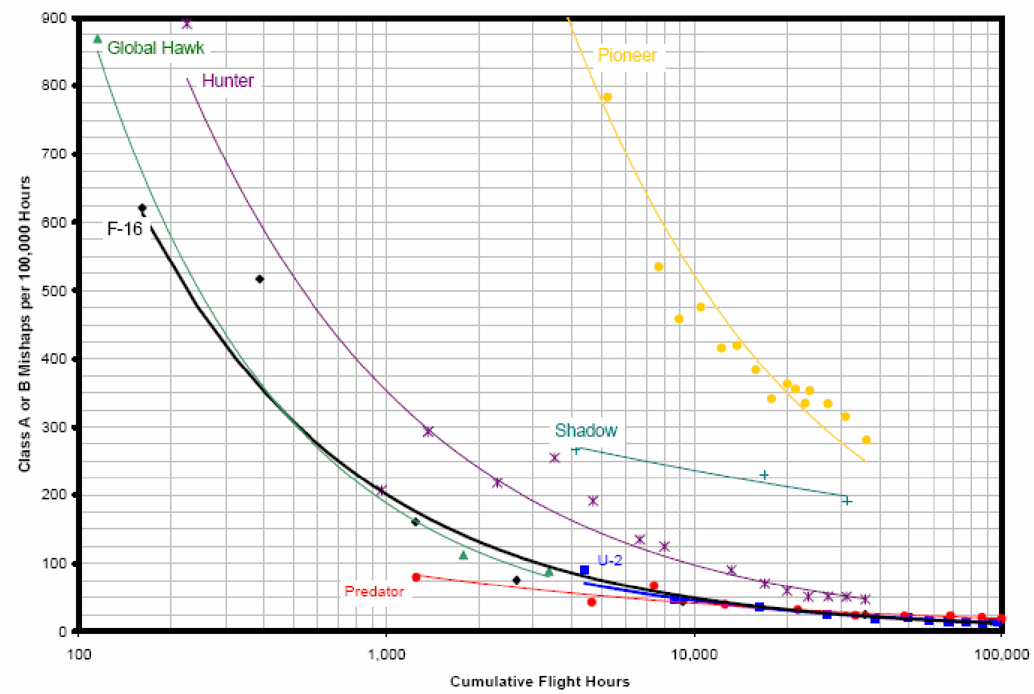


FIGURE 4.3-2. MISHAP RATE COMPARISON.

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	EO,IR,SAR,CBRN	活動完
	Scan Eagle	米国防省	米海軍	状況把握	EO,IR,SAR	調整のみ
	K-MAX	米国防省	米海兵隊	物資輸送	EO,IR	調整のみ
	UAV(Air Photo Service)	東京電力	メーカ	状況把握	デジカメ	活動完
	UAV(仏HELIPSE)	東京電力	メーカ/東電	状況把握、放射能測定	EO,IR,CBRN	活動中
	T-HAWK(米Honeywell)	東京電力	メーカ/東電	状況把握、放射能測定	EO,IR,CBRN	活動中
	小型飛行船(JAXA)	原安セ	メーカ	状況把握、放射能測定	EO,IR,CBRN	調整のみ
	FFOS/無人偵察機ｼｽﾃﾑ	防衛省	陸自	状況把握、放射能測定	EO,IR,CBRN	準備まで
	無人機研究システム	防衛省	空自	状況把握	EO,IR	準備まで
UGV	710 Warrior (米iROBOT)	東京電力	メーカ	捜索、救助	EO,IR	準備まで
	510 Packbot (米iROBOT)	東京電力	メーカ	捜索	EO,IR ,CBRN	活動中
	Quince (NEDO)	—	IRS	捜索、救助	EO,IR	準備まで
	Talon(米ｴﾈﾙｷﾞｰ省,QinetQ)	—	メーカ	放射能測定	EO,IR,CBRN	調整のみ
	UGV (仏原子力庁,アレバ)	—	メーカ	放射能測定	EO,IR,CBRN	準備まで
	Ⅰ型＆Ⅱ型(TRDI)	防衛省	TRDI	放射能測定	EO,IR,CBRN	準備まで
	モニロボA＆B	原安セ	メーカ	放射能測定	EO,IR,CBRN	活動完
	UGV(大成建設)	—	メーカ	瓦礫除去	EO	活動完
	UGV(独政府,パギックス)	—	メーカ	瓦礫除去、原子炉修復	EO	準備まで

情報元：マスコミ情報、震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**）

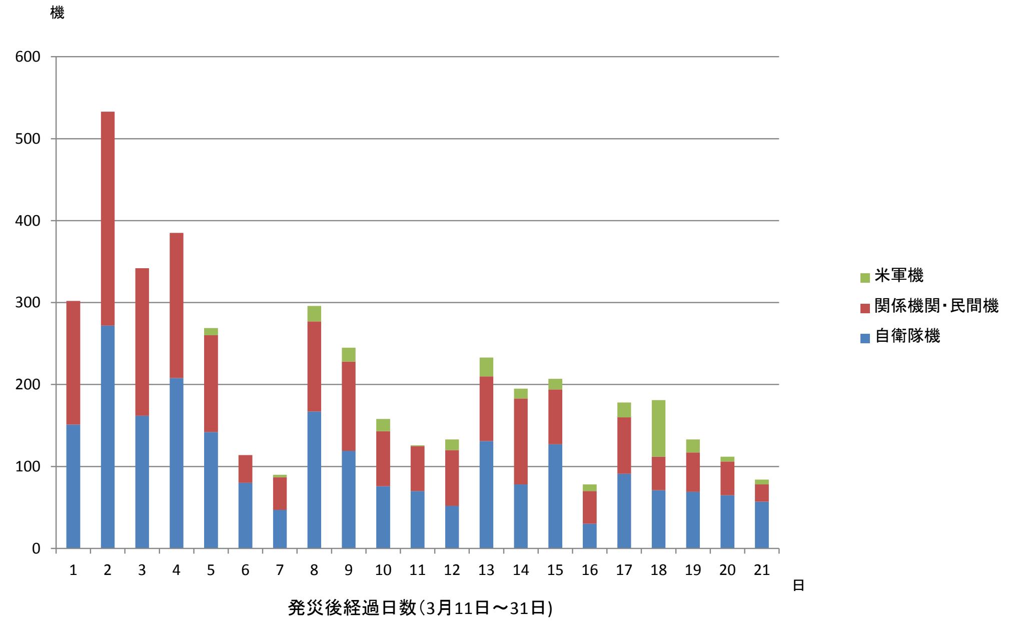
④ 実行の確認と対応計画などの修正（**Plan-Do-Seeサイクルを機能させる)**

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

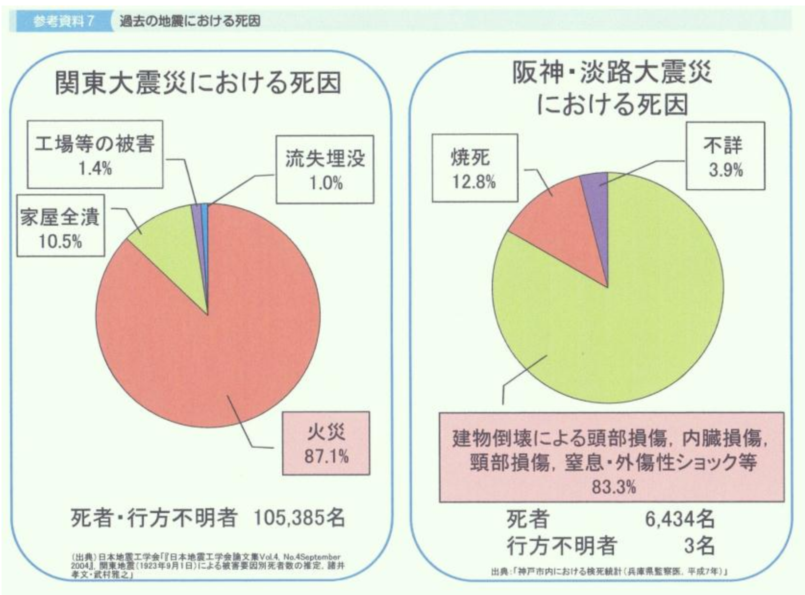
霞の目飛行場航空管制回数（日単位）

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

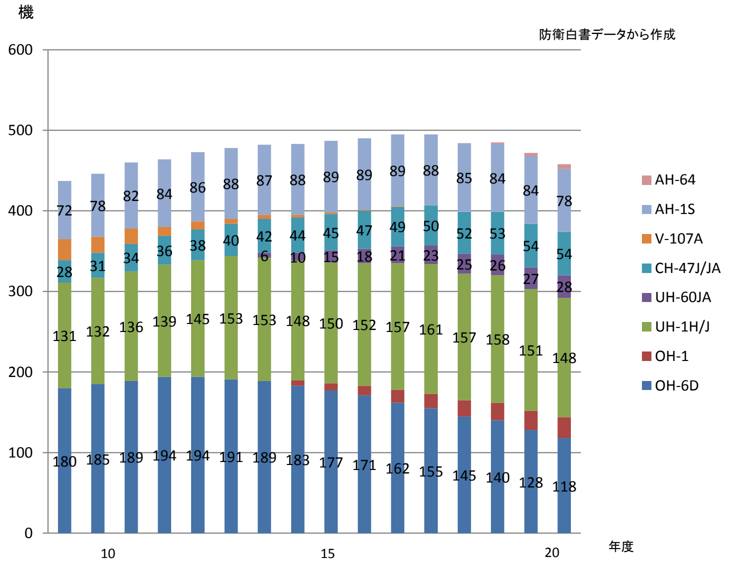
(23年度防災白書)



福島原発事故で生起した事態と対応(報道資料)

日　時	生起した事態	主要対応
3.12	地震や津波によって被害を受け冷却水が減少し炉心温度が上昇・原子炉格納容器の圧力が上昇、炉心の溶融や水素爆発が懸念された	直ちに対応できず
3.121536	1号機で水素爆発、原子炉建屋が破損	
3.13	3号機の冷却機能喪失、一時燃料棒が露出し炉心溶融の恐れ	
3.140700		福島第1原子力発電所付近の放射線量測定で965.5μSVを観測
3.141100頃	3号機で水素爆発、その影響で2号機の原子炉建屋が破損	3号機から南側5kmの立ち入りを禁止
3.150600過ぎ	2号機圧力抑制室付近で爆発音確認、4号機も爆発原子炉建屋5階屋上付近を損傷	菅総理原子炉を冷却するために大型ヘリコプターからの放水検討を指示 防衛省は、大熊町の病院等から患者を移送中であり、地上からの注水支援部隊の撤退を考慮していたため対応できる段階にないと大臣声明
3.151100過ぎ	専門家は新たな水素爆発の危険性を指摘	菅総理「国民へのメッセージ」半径20～30kmの住民の屋内避難を指示
3.16		午前官房長官冷却のための注水作業の準備を行っているが、ヘリコプターによる放水は逆にリスクが大きいと発言 東京電力などの現地チームは、事態の拡大を回避するために全力を投入
3.16午後		UH-60JAによる原発上空のモニタリングで高い放射線を確認したため、16日は、大型ヘリコプターによる水投下を断念 警視庁の高圧放水車での冷却を検討
3.170800過ぎ		UH-60JAによる原発周辺のモニタリング実施
3.170900過ぎ		警視庁の高圧放水車現地で待機中
3.170948		陸上自衛隊大型ヘリコプター(CH-47)×2機で放水開始合計約30t放水
		航空・陸上自衛隊の大型消防車による注水作業実施

陸上自衛隊ヘリコプター機種別機数推移



出島～石巻総合運動公園へ搬送

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

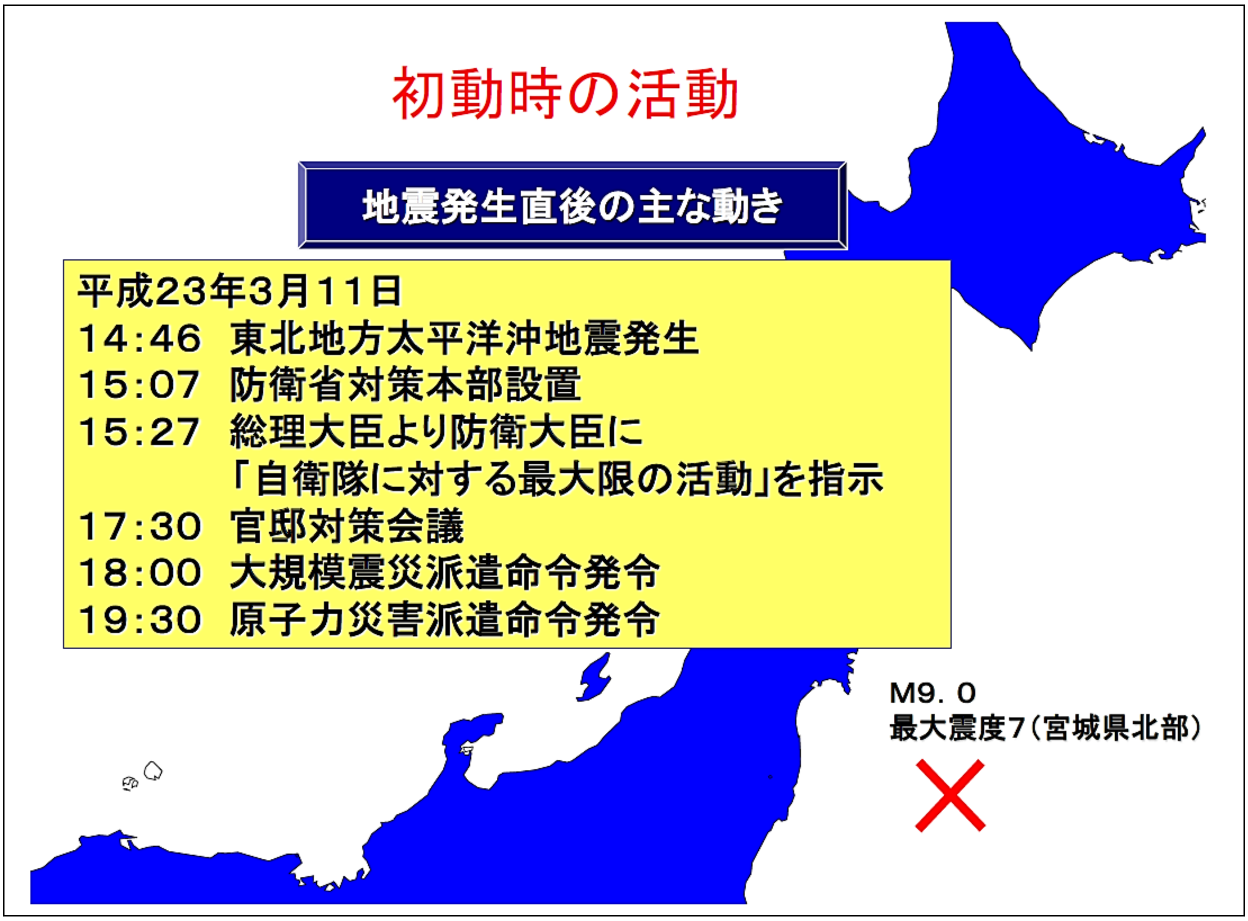
（資料は航空学校）

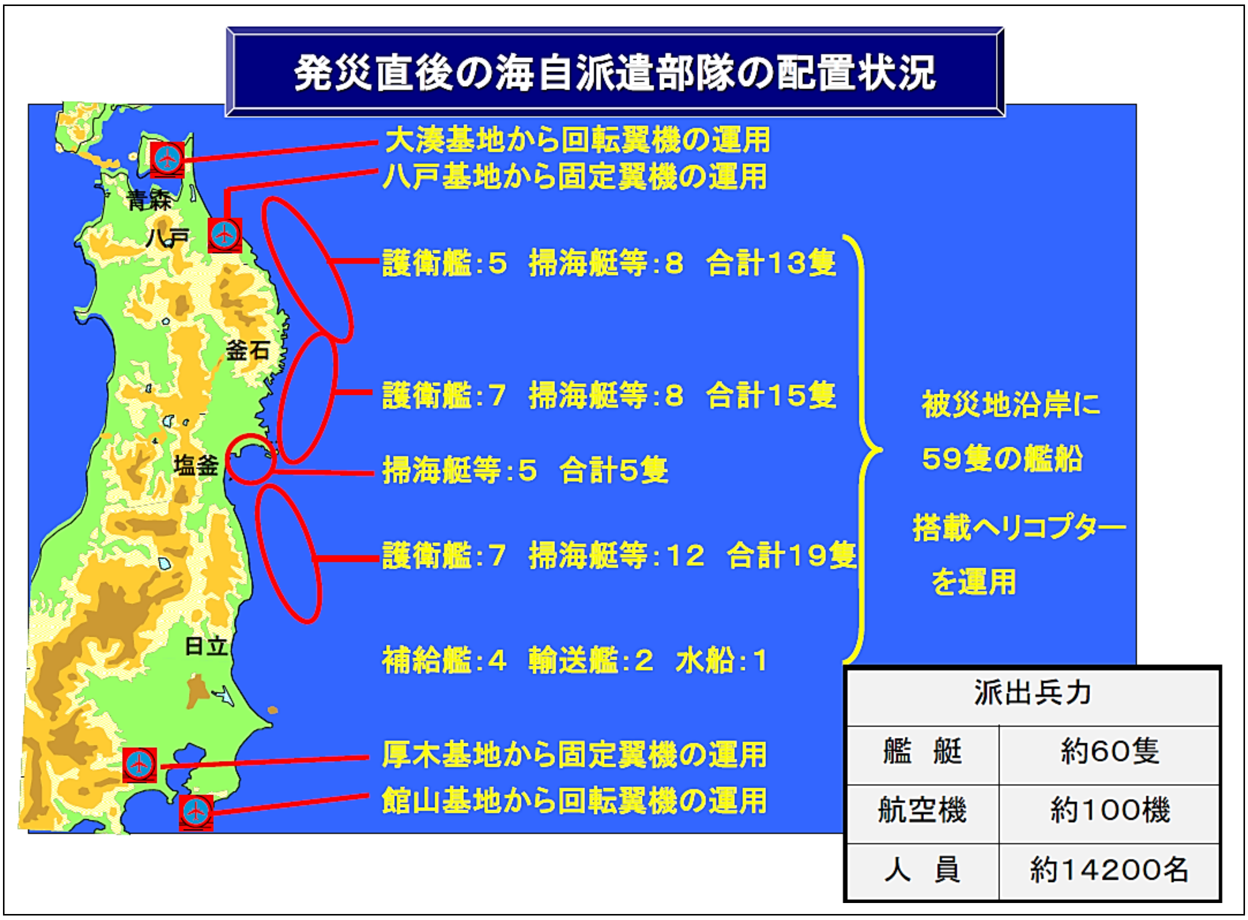
平成23年3月11日～7月1日の間の派遣実績
(東北地区に展開した全航空機を対象）

人員　：　延べ約117000人
航空機　：　延べ約8500機

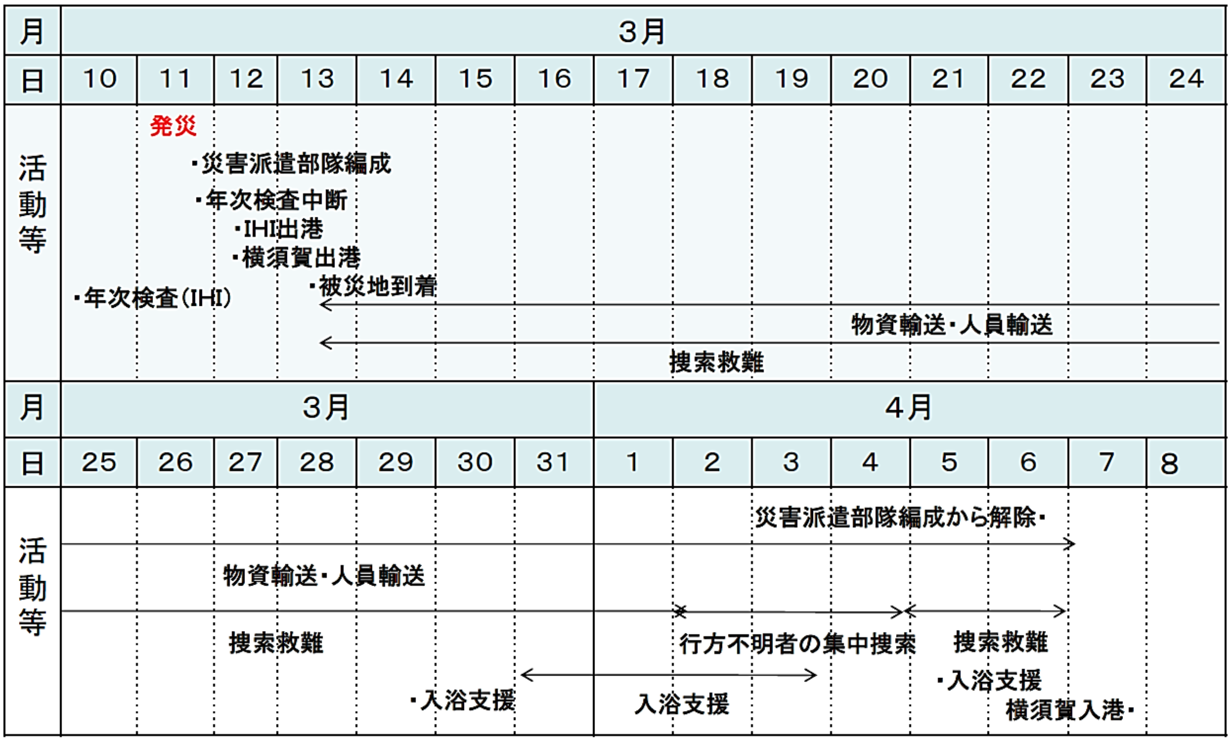
以上

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


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
M9．0
最大震度7（宮城県北部）


発災直後の海自派遣部隊の配置状況
大湊基地から回転翼機の運用
八戸基地から固定翼機の運用
青森
八戸
釜石
塩釜
日立
護衛艦:5　掃海艇等:8　合計13隻
護衛艦:7　掃海艇等:8　合計15隻
掃海艇等:5　合計5隻
護衛艦:7　掃海艇等:12　合計19隻
補給艦:4　輸送艦:2　水船:1
被災地沿岸に
59隻の艦船
搭載ヘリコプター
を運用
厚木基地から固定翼機の運用
館山基地から回転翼機の運用
派出兵力
艦　艇　約60隻
航空機　約100機
人　員　約14200名

ひゅうがの活動等



発災直後の状況





発災直後の状況


8
人命救助

人命救助

海上自衛隊の活動状況（行方不明者捜索）


海上自衛隊の活動状況（行方不明者捜索）
浮遊物が溜まった湾内
ダイバー
家 屋
スライド11.JPG
車 両


海上自衛隊の活動状況（行方不明者捜索）
洋上での行方不明者の捜索
岸壁からの行方不明者の捜索


物資輸送
32

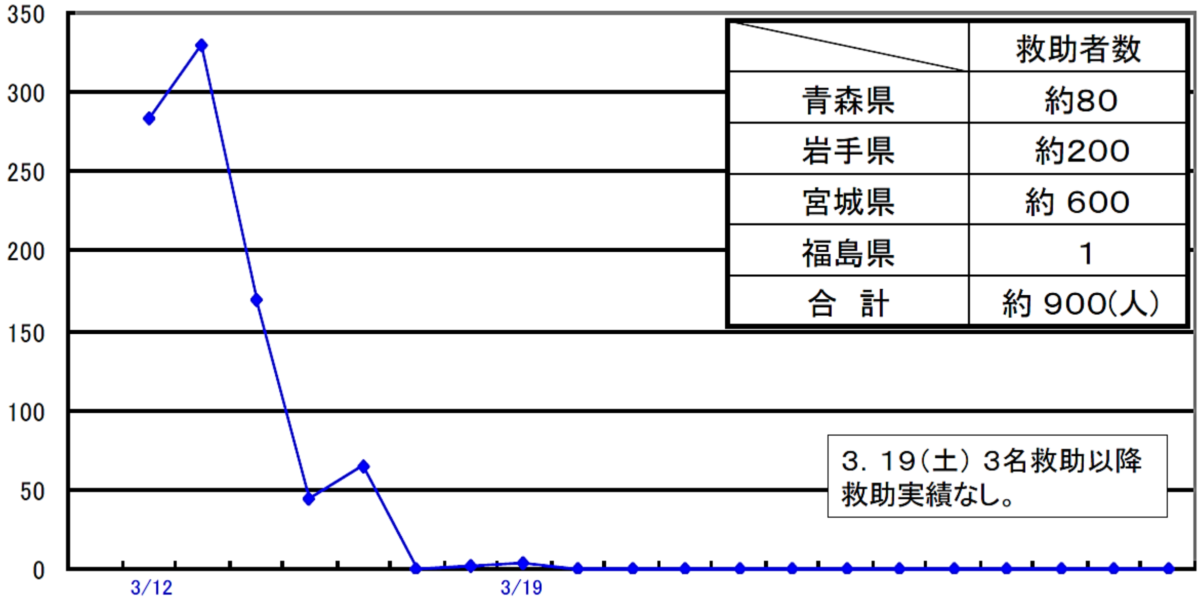

物資輸送

物資輸送

7.13 現在

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）



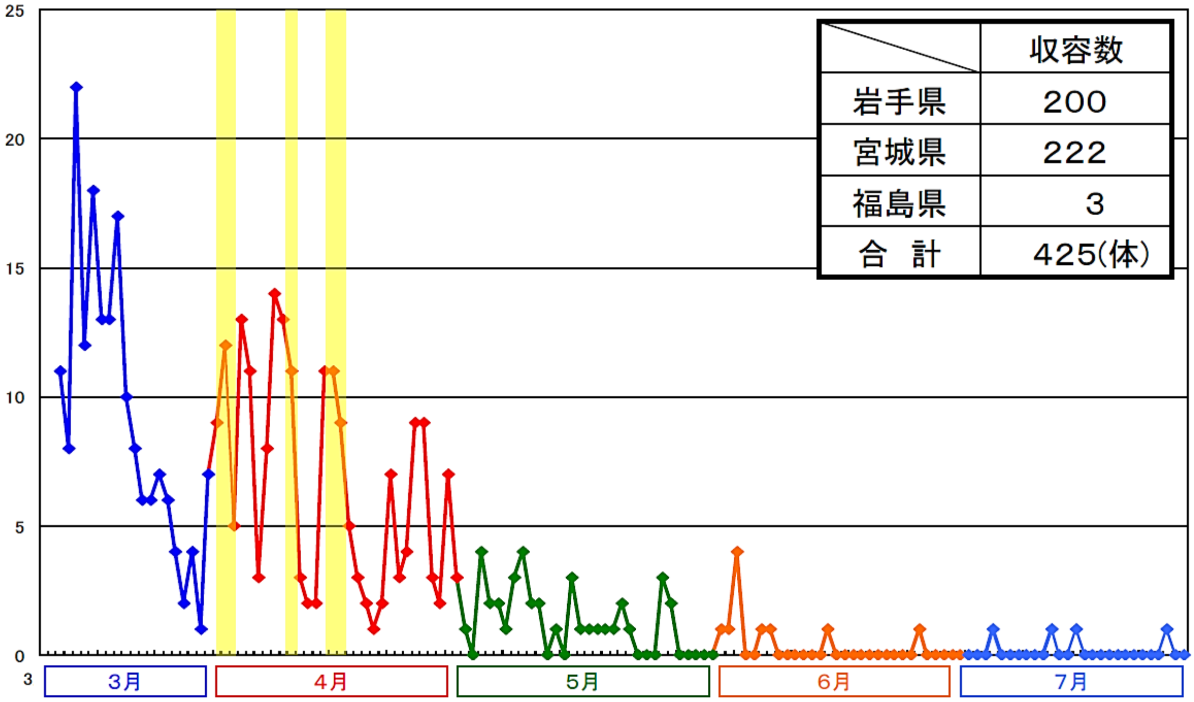
	救助者数
青森県	約80
岩手県	約200
宮城県	約 600
福島県	1
合　計	約 900(人)

7.31 現在

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

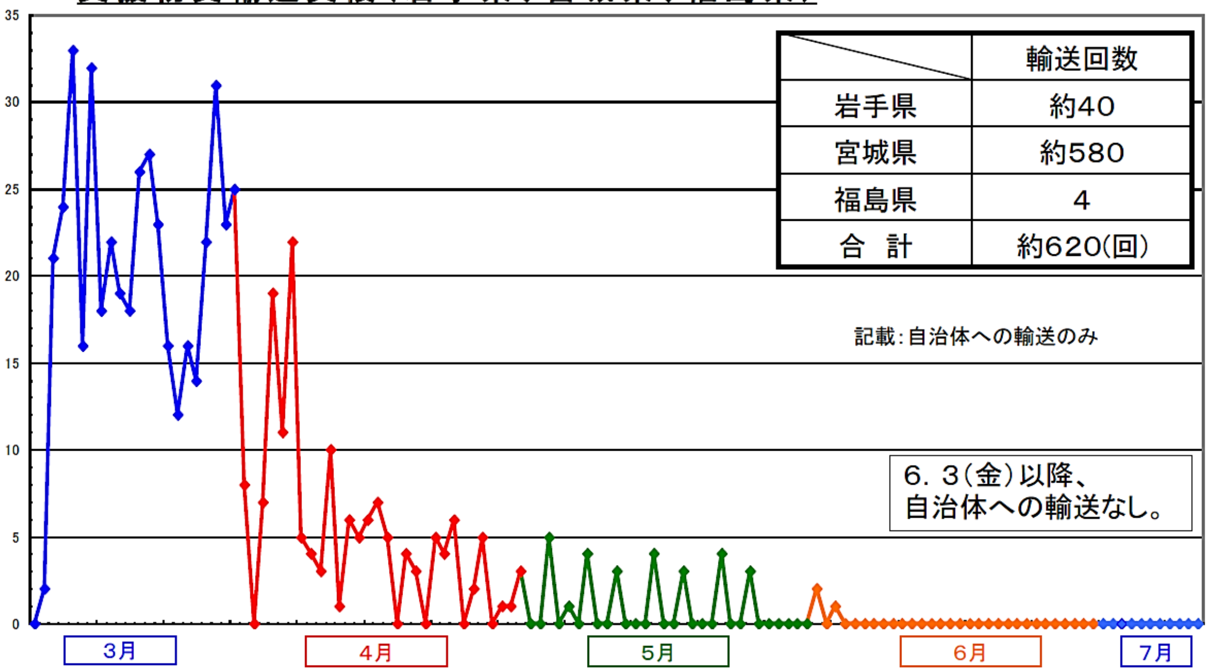


	収容数
岩手県	200
宮城県	222
福島県	3
合　計	425(体)

7.13 現在

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）



	輸送回数
岩手県	約40
宮城県	約580
福島県	4
合　計	約620(回)

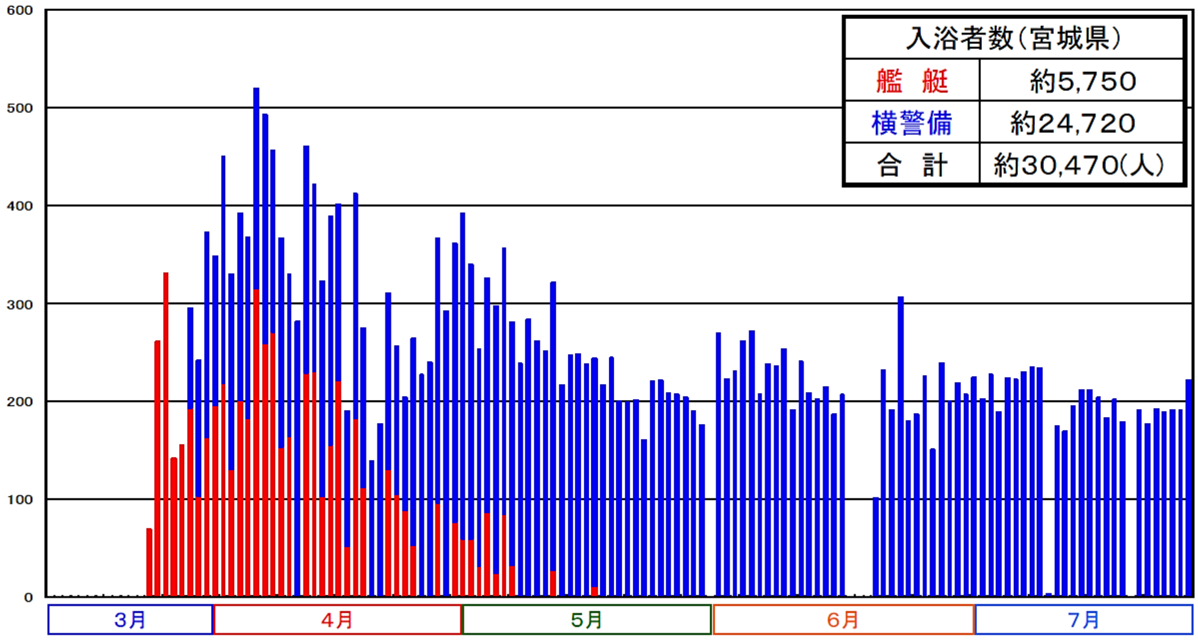
記載：自治体への輸送のみ

6．3（金）以降、
自治体への輸送なし。

7.27 現在

入浴支援

入浴支援の状況（艦艇、横警）



入浴者数(宮城県)	
艦　艇	約5,750
横警備	約24,720
合　計	約30,470(人)

物資輸送


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！

＜再掲載＞第36回定例研究会「護衛艦「ひゅうが」見学会」

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

Japan Aerospace Exploration Agency

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

Japan Aerospace Exploration Agency

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

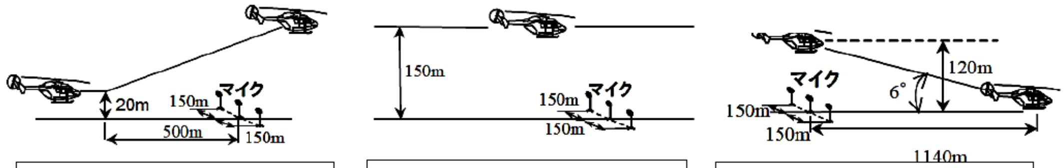
日本ヘリコプタ協会　第37回定例研究会　ヤマハ発動機　コミュニケーションプラザ　平成25年3月8日　2

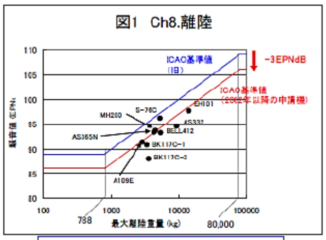
JAXA Japan Aerospace

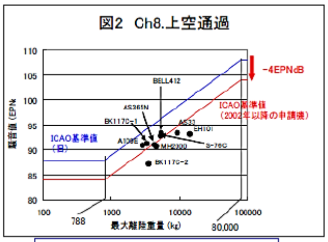
騒音低減の必要性(1/2)

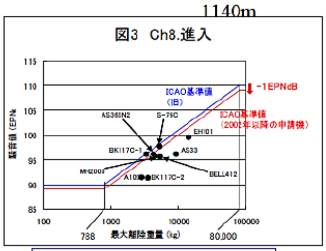
ICAO New Regulation ICAO: International Civil Aviation Organization

Take-Off　Fly-Over　Approach









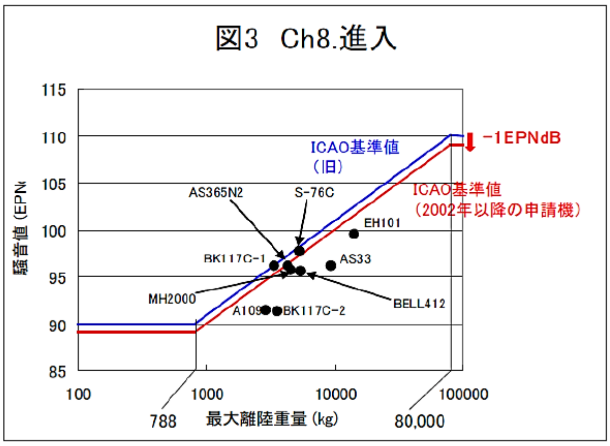
旧-新= -3EPNdB　旧-新= -4EPNdB　旧-新= -1EPNdB

- 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　3

JAXA Japan Aerospace Exploration Agency

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。

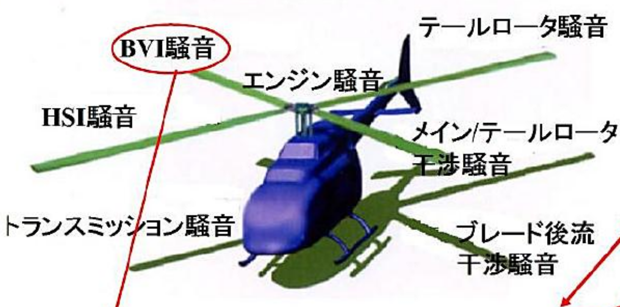
進入時に発生するBVI騒音低減技術の確立が求められている。

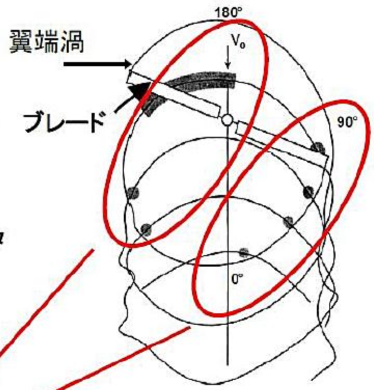
Public Acceptance ：社会との親和性

●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　4

ヘリコプタの騒音





2枚ロータ・ブレードのBVI現象

BVI: Blade / Vortex Interaction

- 着陸進入時などの低速降下飛行中に発生し易い
- 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

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

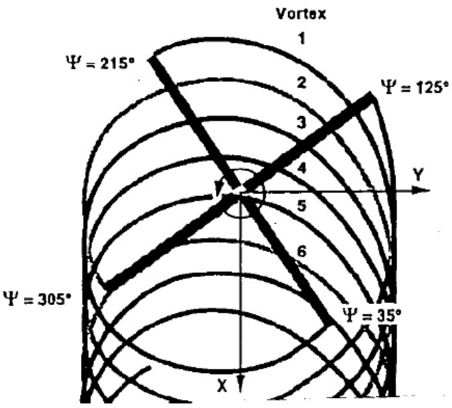
⇩

ブレード上の圧力が急激に変化

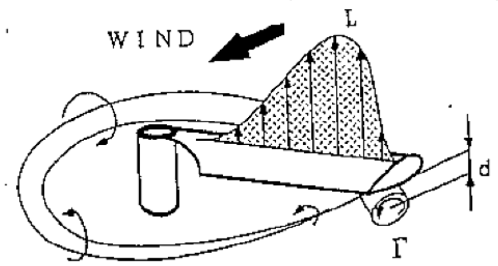
⇩

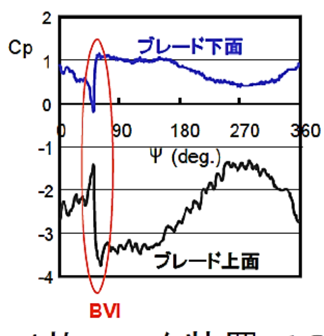
BVI発生

BVI現象



多枚数ブレードでのBVI





1枚ロータ装置でのBVI

Japan Aerospace Exploration Agency

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

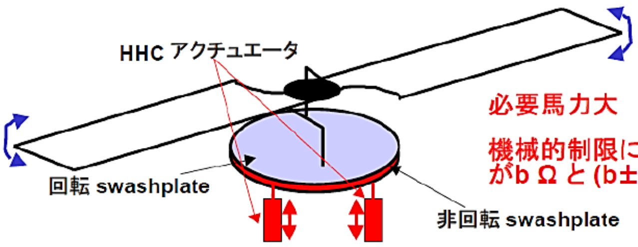
パッシブ技術：離陸・水平飛行時の騒音低減に有効
- 低騒音翼型
- 低騒音翼端形状
- 低騒音ブレード平面形状
- 可変ロータ回転数技術

Japan Aerospace Exploration Agency

既存のアクティブ技術　(1/2)

HHC:

Higher Harmonic Control

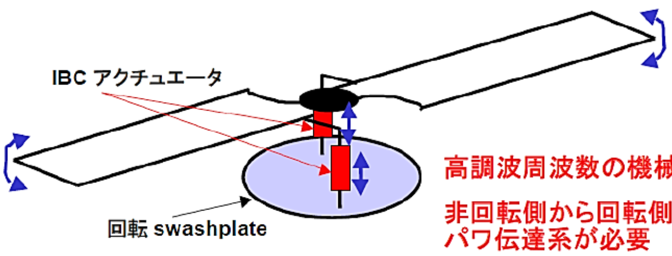


必要馬力大

機械的制限により高調波周波数がb Ω と (b±1) Ωに限られる

IBC:

Individual Blade Control

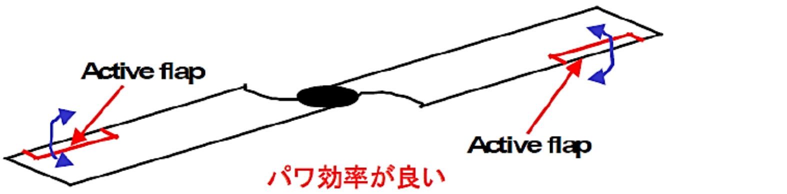


高調波周波数の機械的制限無し

非回転側から回転側への複雑なパワ伝達系が必要

既存のアクティブ技術 (2/2)

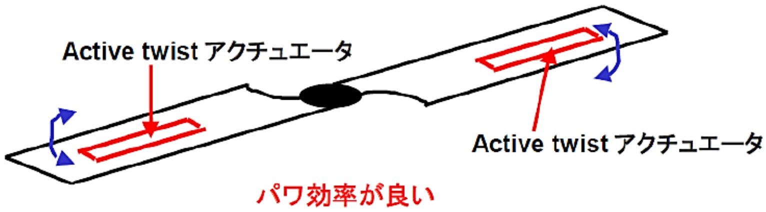
Active Flap



パワ効率が良い

十分な振幅を発生させるための駆動機構に技術課題有り

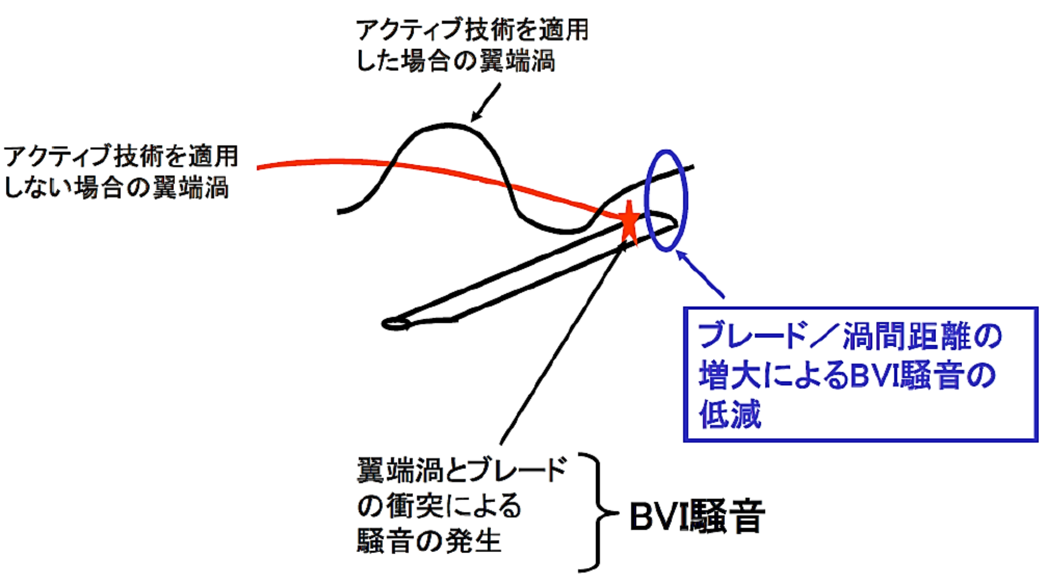
Active Twist



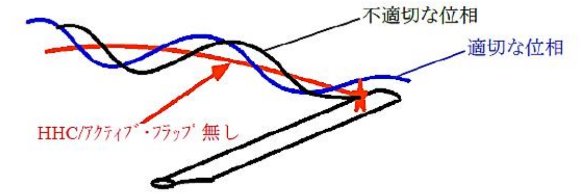
パワ効率が良い

翼端振幅増大化が技術課題

アクティブ技術によるBVI騒音低減メカニズム

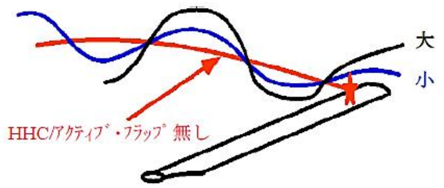


アクティブ入力パラメータのBVI騒音低減に対する影響



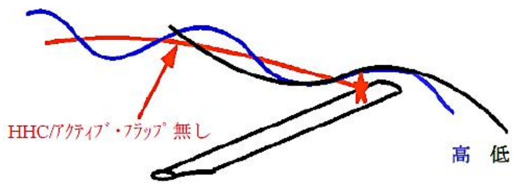
位相

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

アクティブ・ロータ・コントロール

$$\theta = \theta_0 + a_1\cos\Psi + b_1\sin\Psi + \sum_{n=2} a_n\cos n\Psi + b_n\sin n\Psi$$

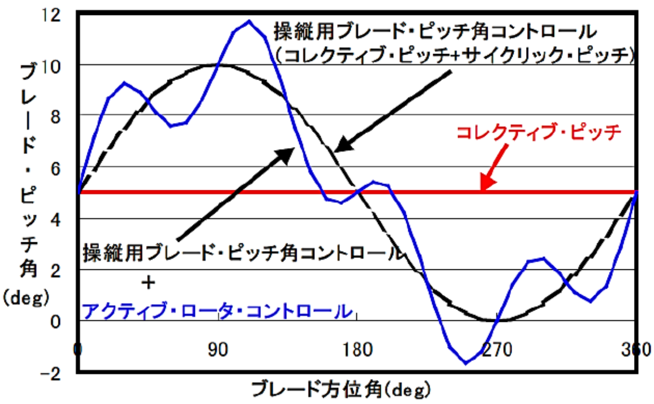
$$= \theta_0 + c_1\cos(\Psi - \phi_1) + \sum_{n=2} c_n\cos(n\Psi - \phi_n)$$

ブレード・ピッチ角

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

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

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

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

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

: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

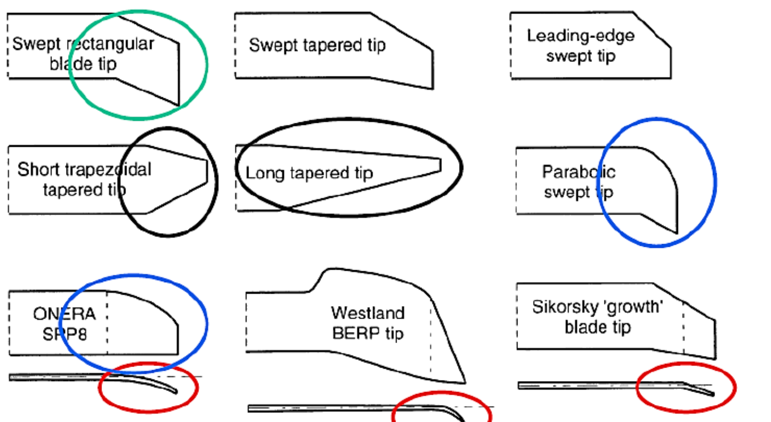
低騒音翼端形状:下記の基本パターンの組合せ+新規パターン

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):誘導速度分布の一様化→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→誘導速度分布一様化→ホバリング性能高、BVI騒音緩和

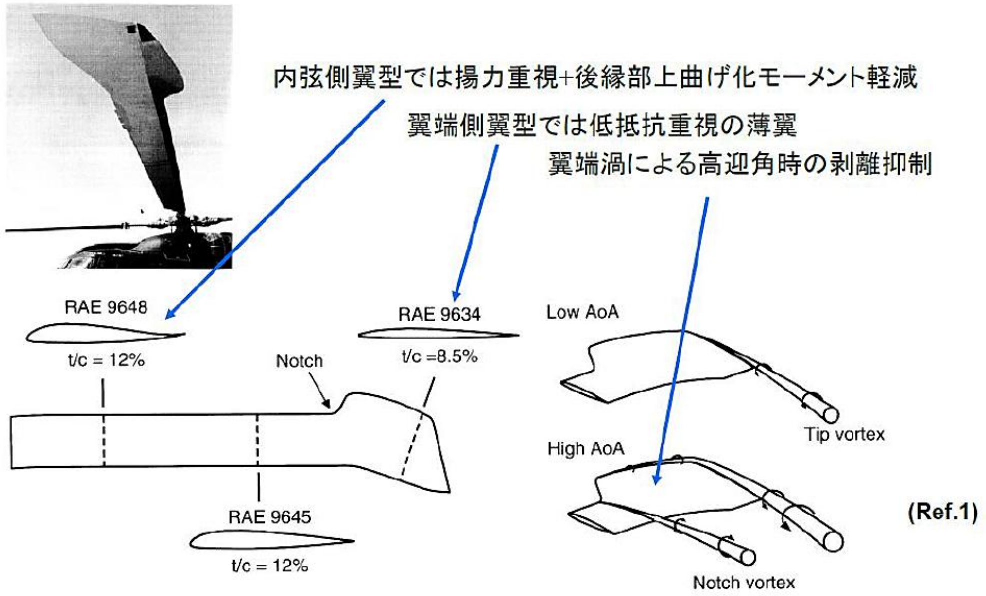


(Ref.1)

パッシブ技術

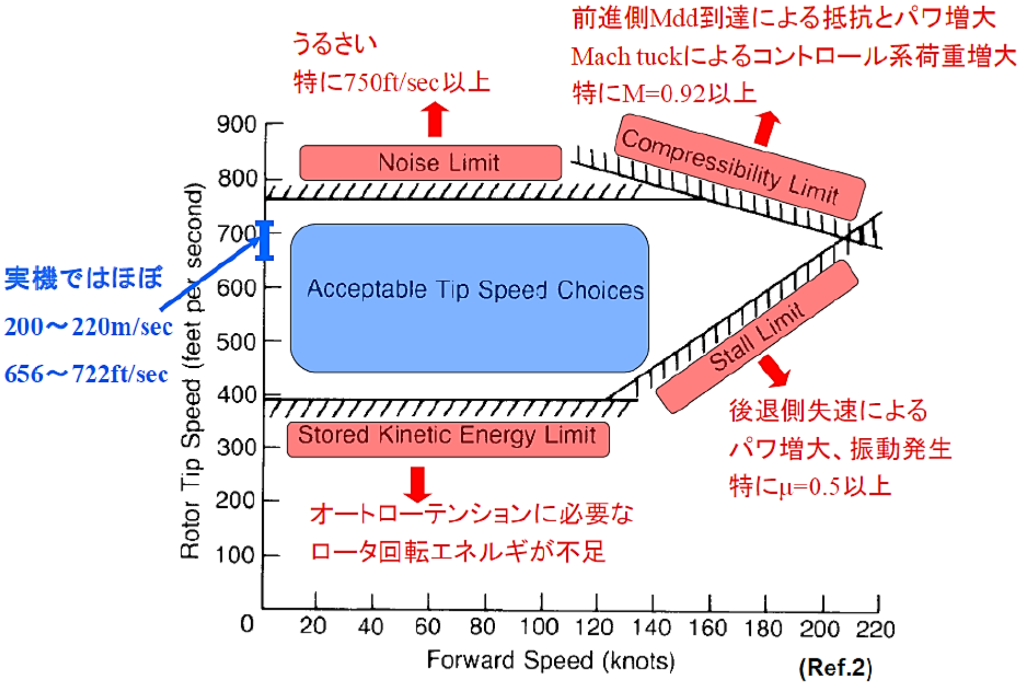
低騒音ブレード平面形状=翼型+翼端形状+ねじり

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



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



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。

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　17

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

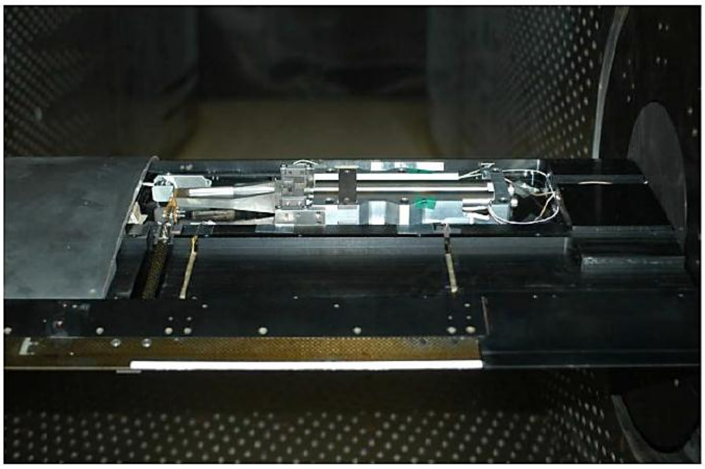
騒音低減に適したアクティブ技術の作動諸元（位相、振幅、周波数の組み合わせ）を算出（例：ブレード表面圧力を用いた閉ループ制御則）

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

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　18

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

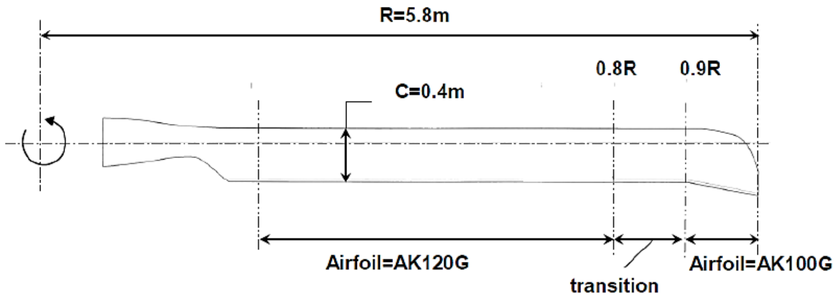
概念検討の方針

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。

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　23

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

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　24

ブレードとの適合性：要求の設定

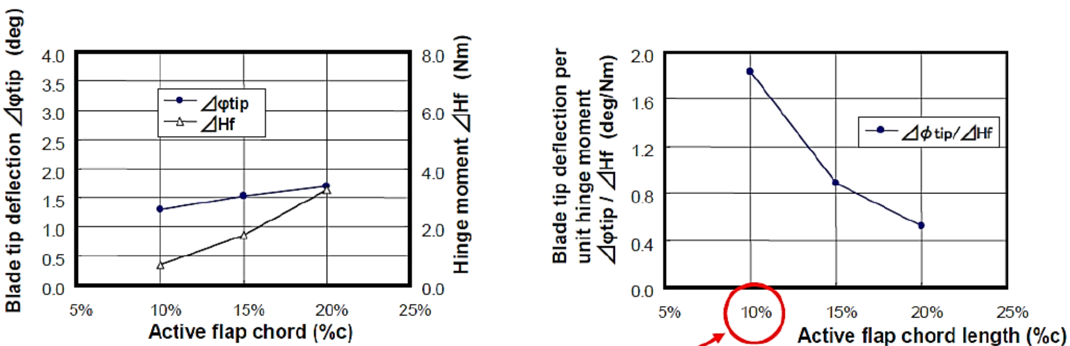
1. **AF作動によるブレード翼端変位 = 1.5deg.**
   過去の風洞試験結果等に基づく。(HART, ATIC)

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。

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　25

ブレードとの適合性　(1/5)：AF翼弦長

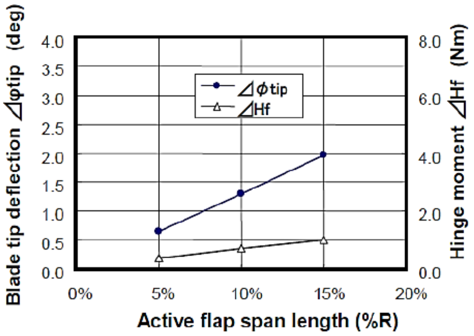


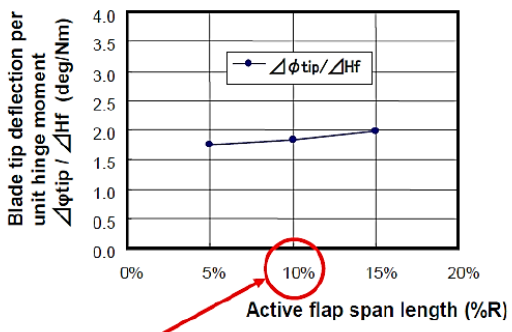
AF翼弦長=10%c

ヒンジ・モーメントが最も効率的に発生できる。

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　26

ブレードとの適合性 (2/5)：AFスパン長

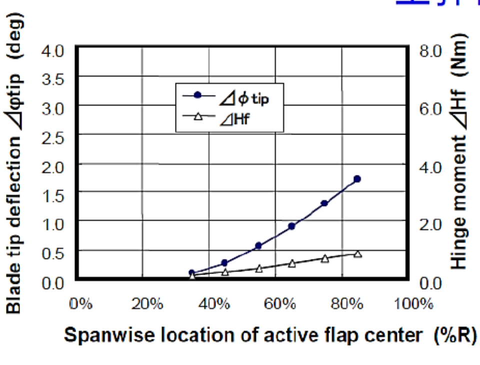


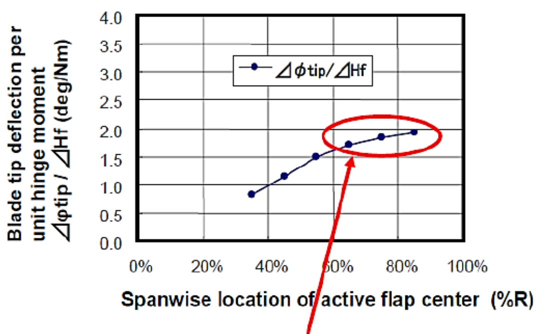


AFスパン長=10%R

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

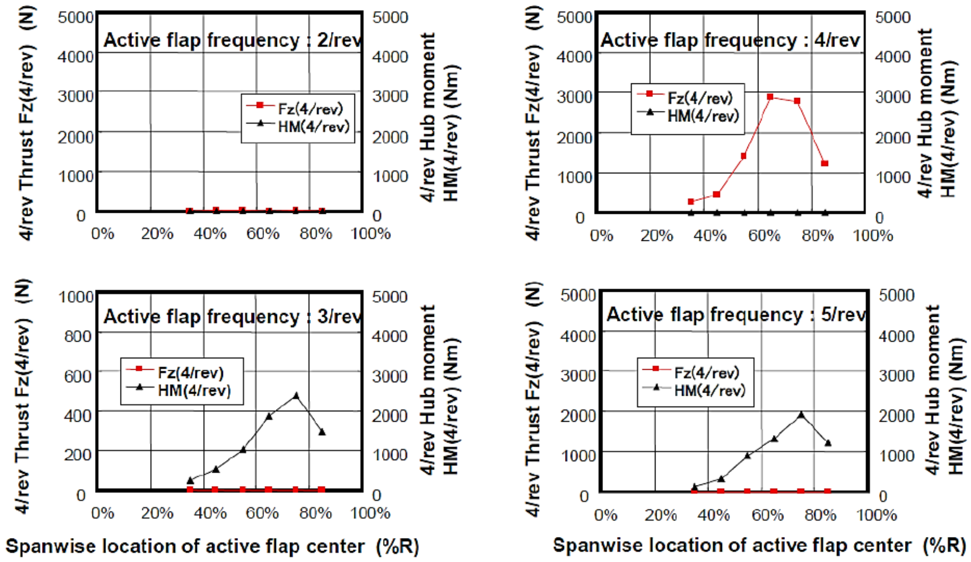




AF中心が60%Rより翼端側にあると効率が鈍化し、60–90%Rでは効率がAFスパン方向位置にさほど依存しない。

ブレードとの適合性 (4/5) : AFスパン方向位置

振動低減の観点

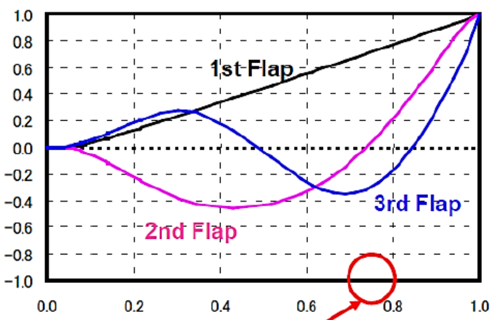


日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 29

ブレードとの適合性 (5/5) : AFスパン方向位置

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

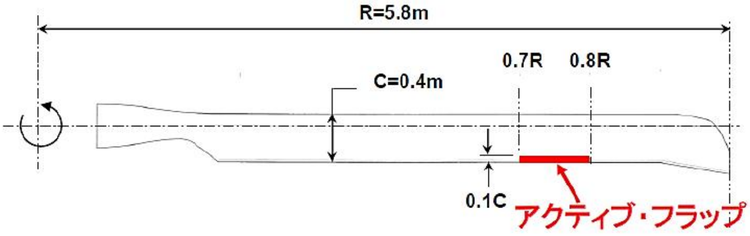
80%Rより翼端側ではその内側よりも翼が薄い

↓

AFの外舷位置を80%Rより内側にすることが望ましい。

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 30

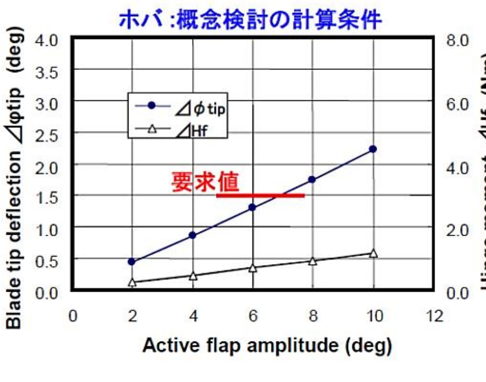
実大アクティブ・フラップ機構の仕様

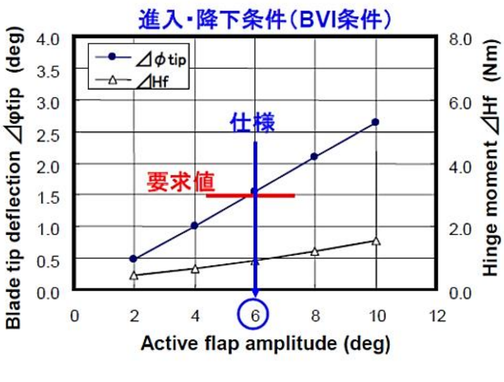


翼弦長　　　　: 10% ブレード翼弦長
スパン長　　　: 10% ブレード半径
スパン方向位置 : 70-80%ブレード半径
周波数　　　　: 2/rev (11Hz)
舵角　　　　　: 6deg.
ヒンジ・モーメント : 1Nm

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　31

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。

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　32

JAXAの行うアクティブ・フラップ研究開発

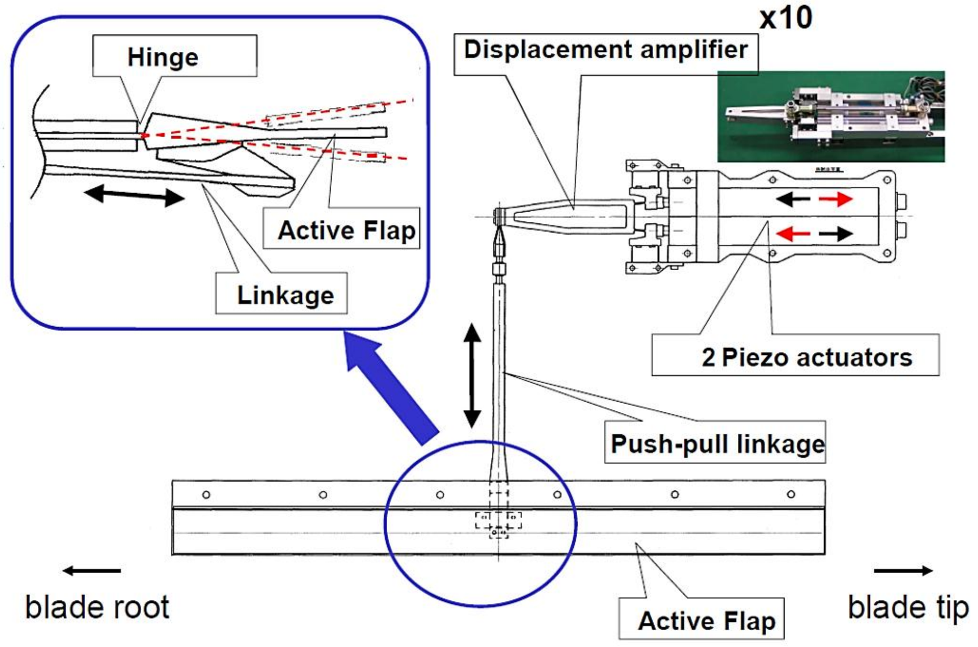
要素開発：　概念検討

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

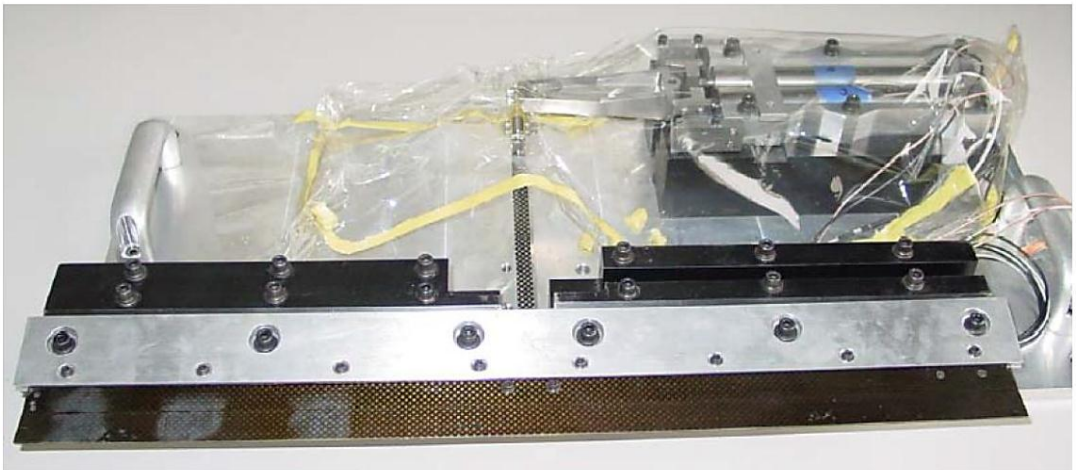
日本ヘリコプタ協会　第37回定例研究会　ヤマハ発動機　コミュニケーションプラザ　平成25年3月8日　33

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

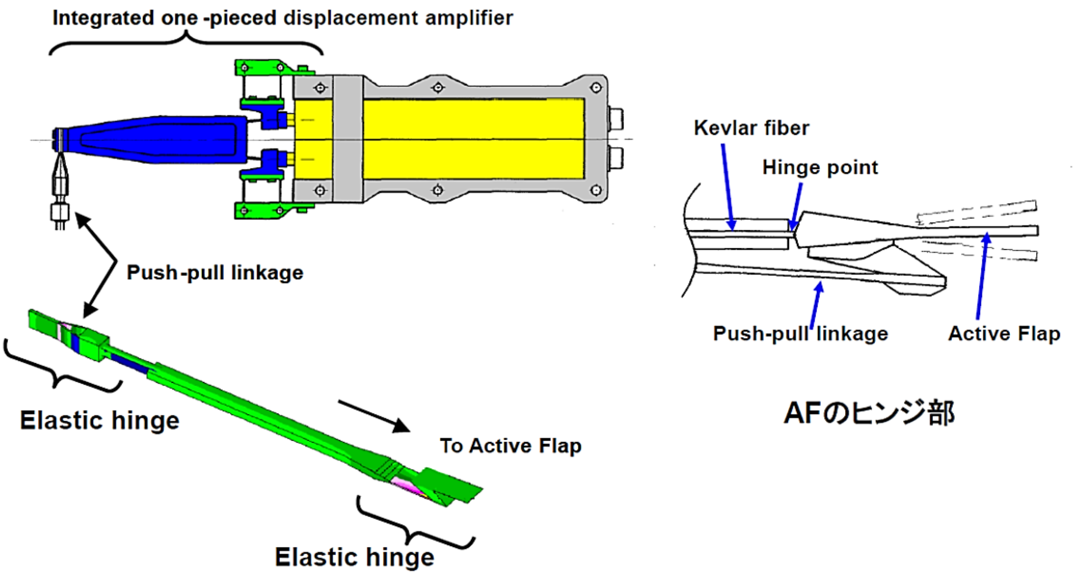
実大アクティブ・フラップの設計開発 (2/3)



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



AFのヒンジ部

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

Japan Aerospace Exploration Agency

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

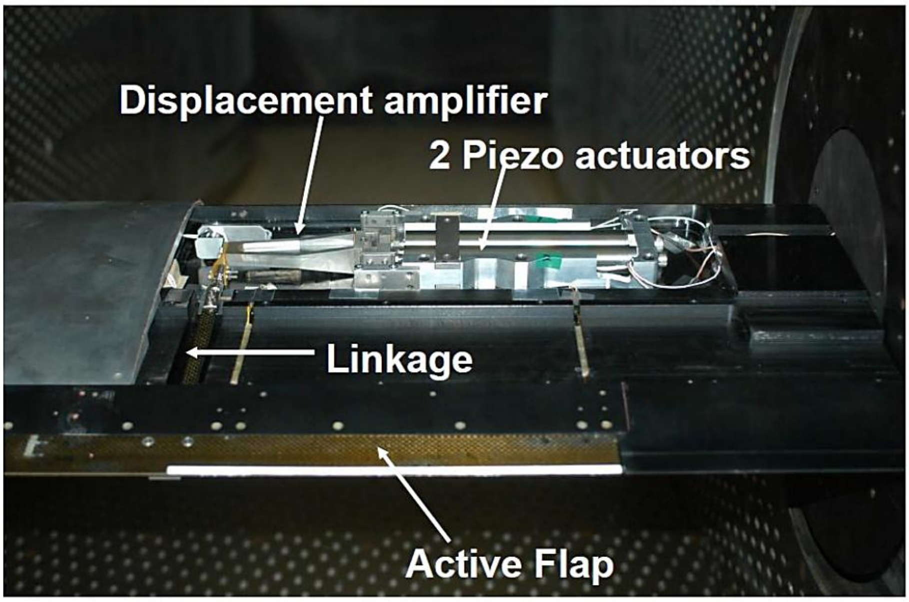
Japan Aerospace Exploration Agency

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。

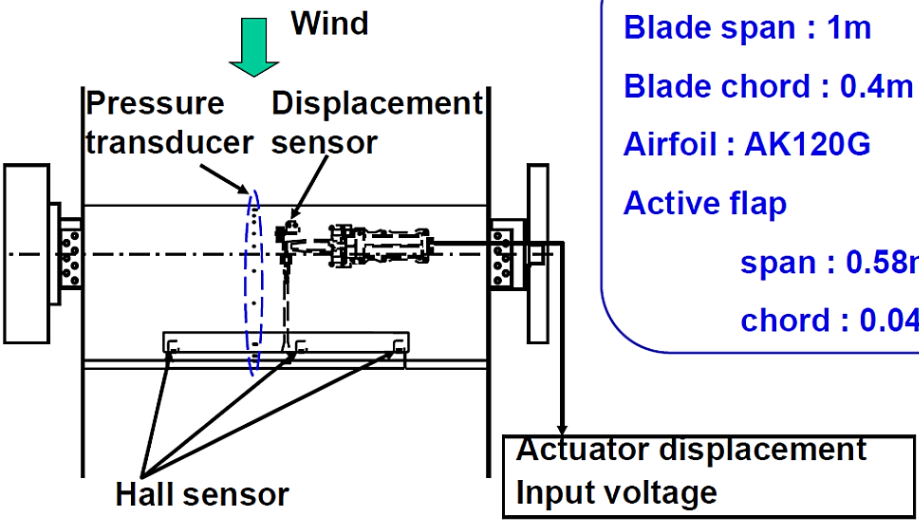
日本ヘリコプタ協会　第37回定例研究会　ヤマハ発動機　コミュニケーションプラザ　平成25年3月8日　38

風洞試験供試体



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　39

計測



Dimension

Blade span : 1m

Blade chord : 0.4m

Airfoil : AK120G

Active flap

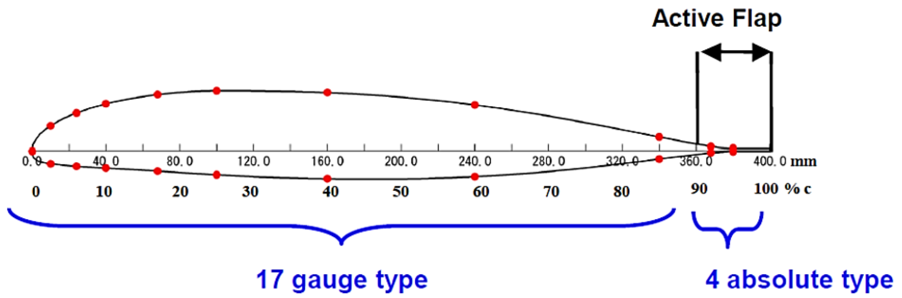
span : 0.58m

chord : 0.04m

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　40

非定常圧力センサの分布

(Kulite)



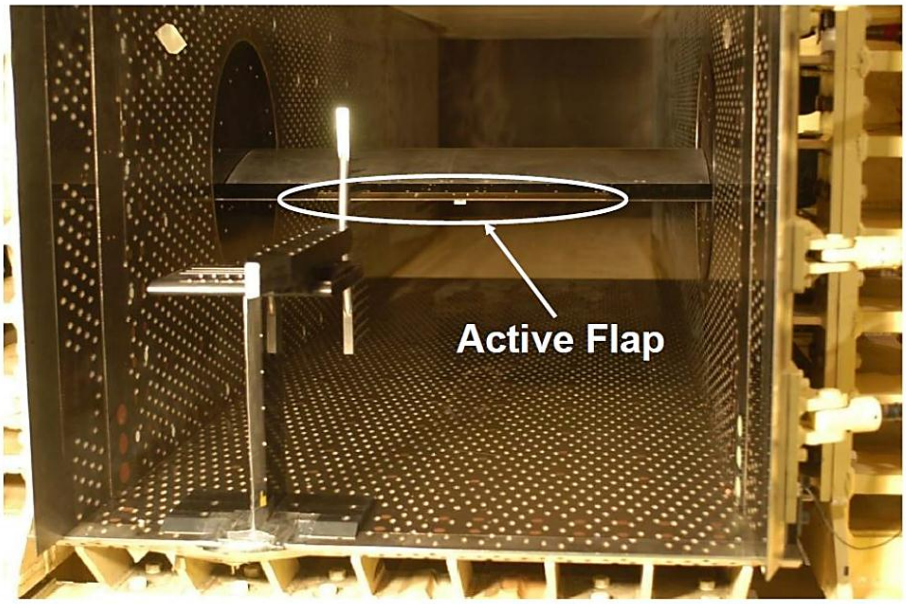
解析コードの非定常空力部分の検証・高精度化のため、

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

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　41

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

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　42

Japan Aerospace Exploration Agency

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
Active flap deflection=δ_{AF}*sin(Ψ_{AF})
n=2,3,4,5
Ψ_{AF} : Active flap azimuth

**1/rev: equal to 5.5Hz

Japan Aerospace Exploration Agency

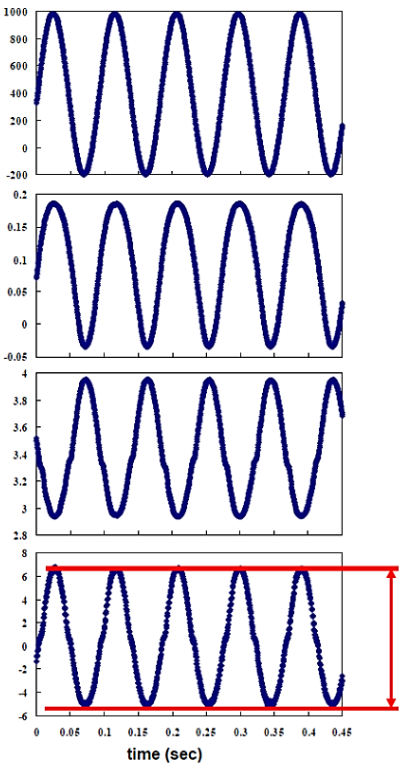
動特性試験結果 :BVI 条件

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

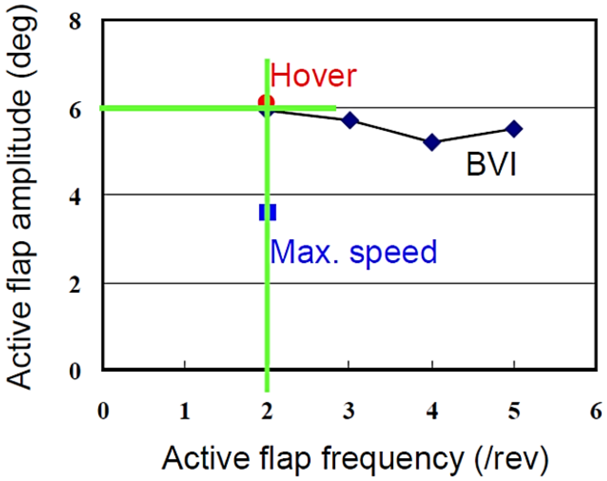
Active Flap

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

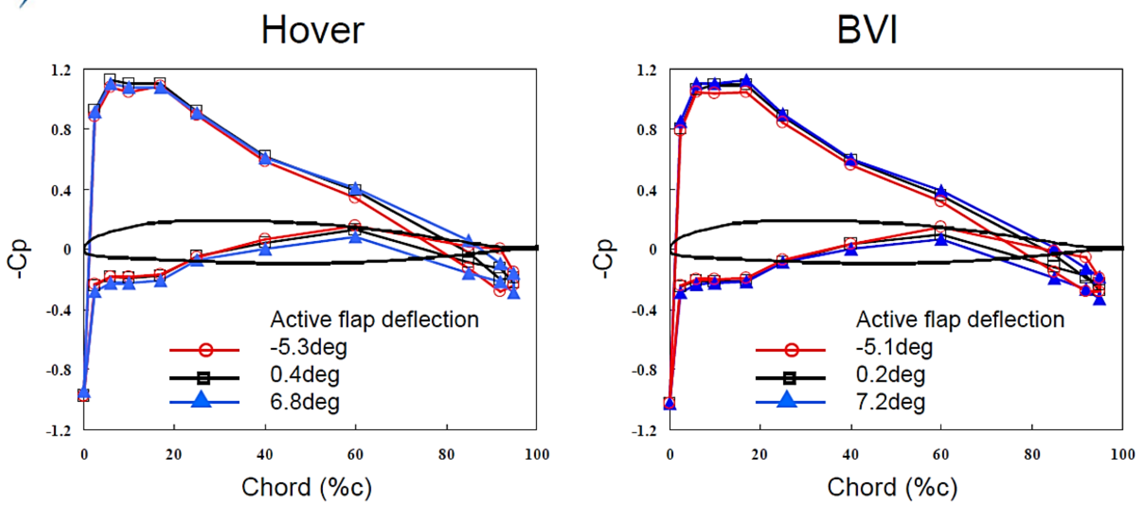
アクティブ・フラップ舵角振幅



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

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　45

非定常Cp分布



解析コードの非定常空力部分の検証・高精度化にとって
有益な非定常圧力データを得ることができた。

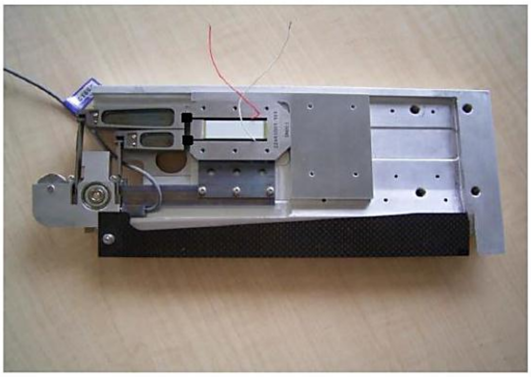
日本ヘリコプタ協会　第37回定例研究会　ヤマハ発動機　コミュニケーションプラザ　平成25年3月8日　46

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以上でのアクティブ・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。

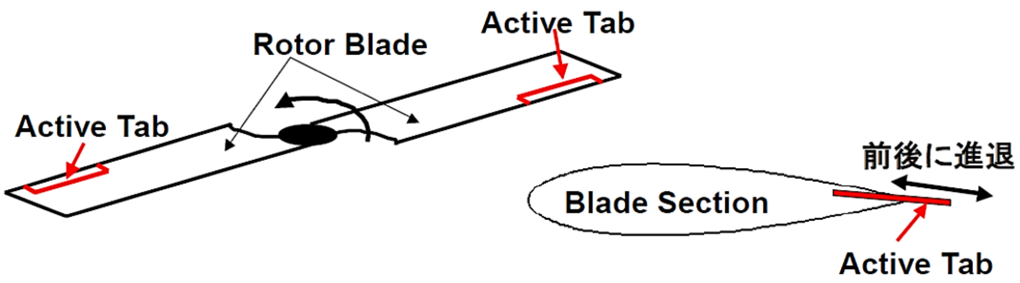
日本ヘリコプタ協会　第37回定例研究会　ヤマハ発動機　コミュニケーションプラザ　平成25年3月8日　47

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

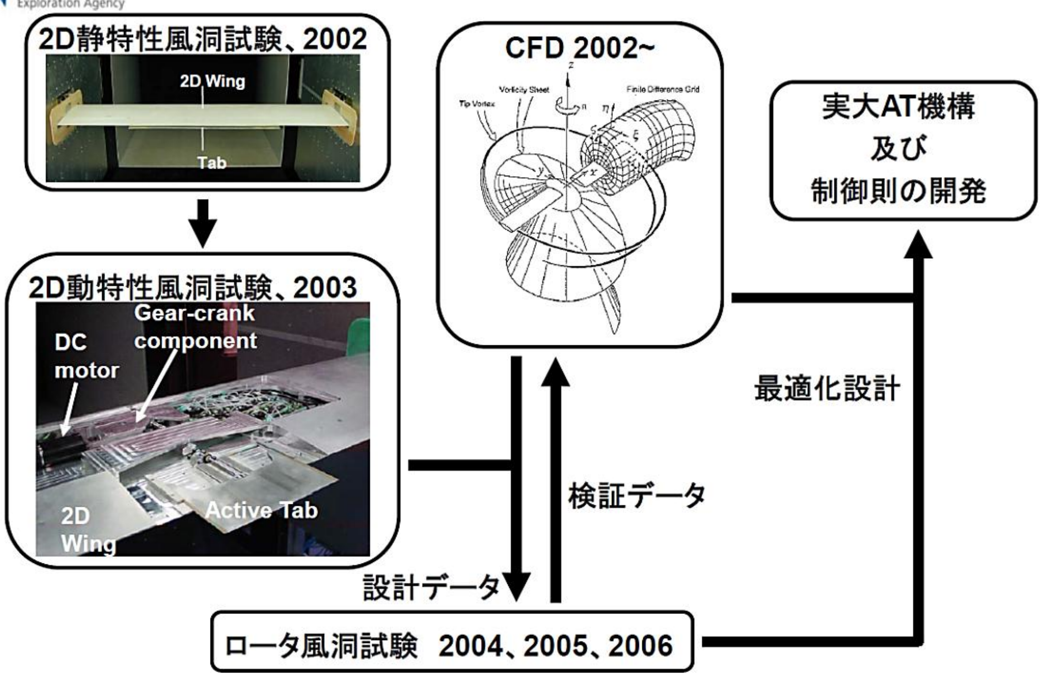


特徴と効果

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

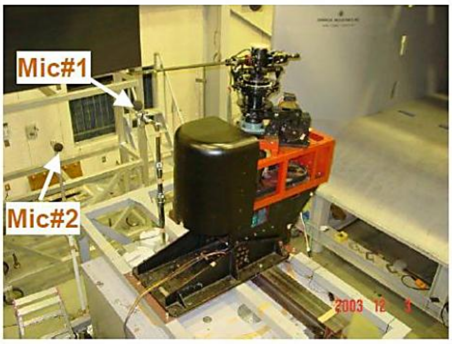
静的な作動　：余剰揚力によりロータ回転数を下げることで上昇・水平飛行形態での騒音を低減

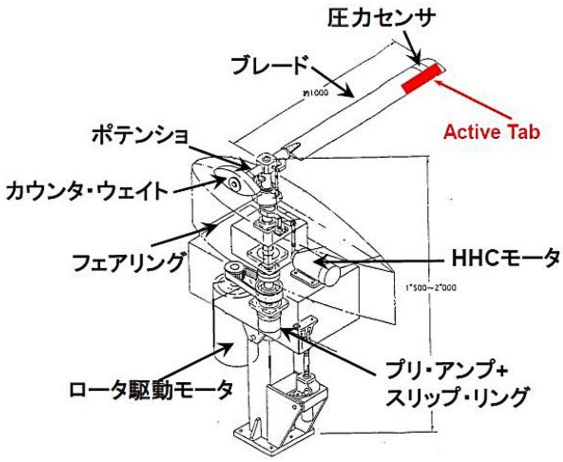
アクティブ・タブ研究計画



アクティブ・タブのロータ風洞試験

1枚ロータ装置

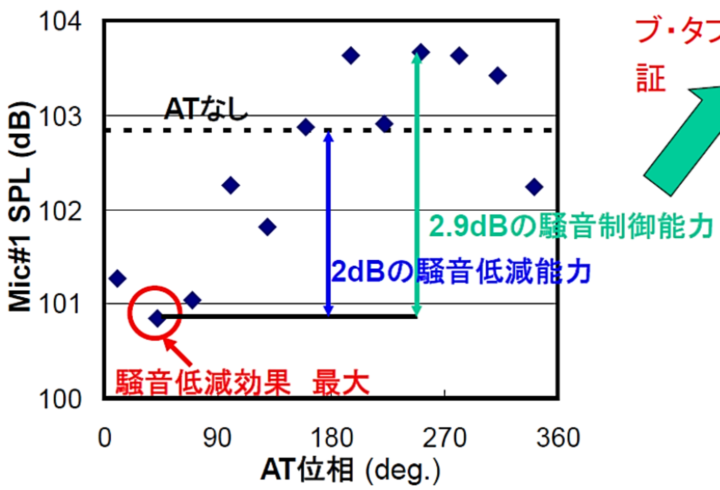




ハブ形式	:Hingeless	ロータ回転数	:1200rpm (Max.)
ブレード枚数	:1	ブレードねじり下げ	:0°
ロータ半径	:1m	アクティブ・タブ	
ブレード翼弦長	:0.12m	周波数	:20Hz(2/rev)
翼型	:NACA0012	振幅	:24mm(max)

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

Japan Aerospace Exploration Agency

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。

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　53

Japan Aerospace Exploration Agency

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

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　54

アクティブ・タブ駆動機構の方式案と選定

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

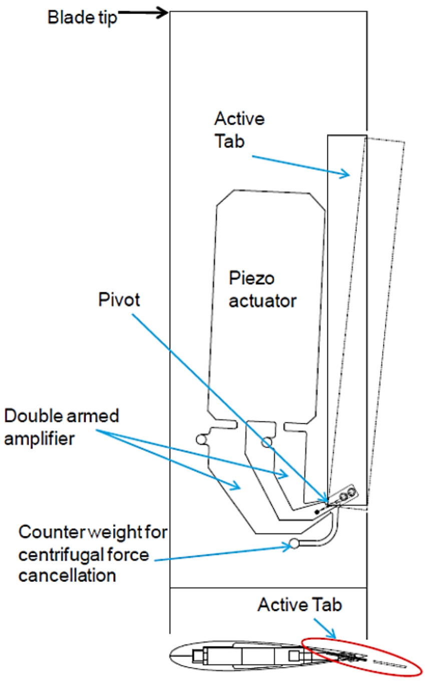
次の4つの観点からの利害得失の比較検討より、

- **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。

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　55

候補 #1 : ピエゾ・アクチュエータ + 弾性ヒンジ



利点

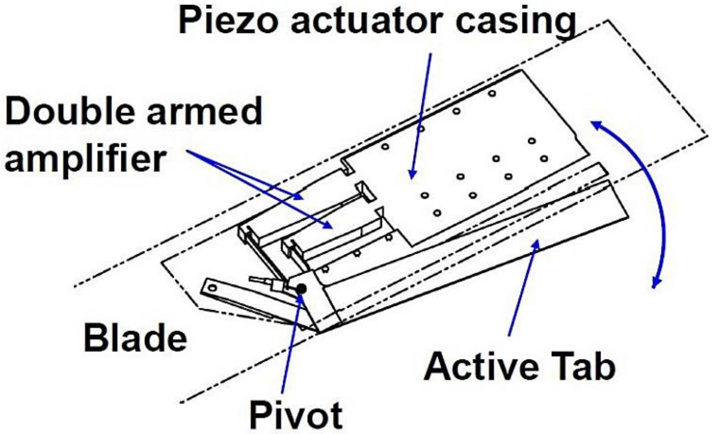
-弾性ヒンジによりガタの大幅な抑制可能
-目標とするアクティブ・タブ変位を比較的低いアクチュエータ・パワで達成可能

欠点

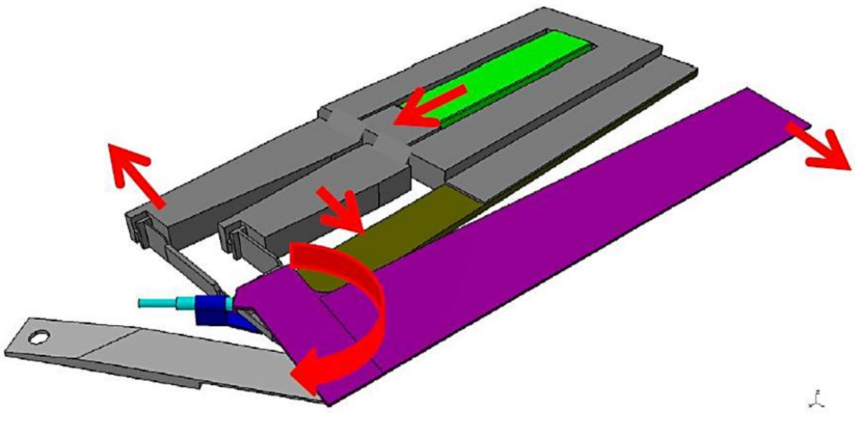
ピエゾ・アクチュエータのサイズ（この場合は厚み）をブレード厚内（0.12m*0.15=0.018m）に収めることが技術課題

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　56

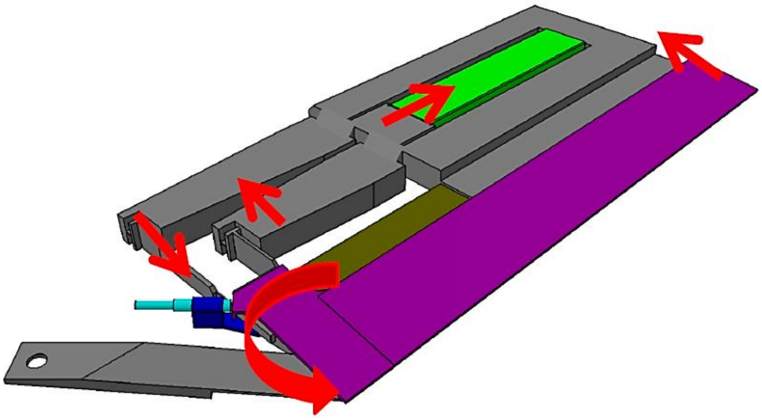
アクティブ・タブ駆動機構 のシステム構成



アクティブ・タブ駆動機構の作動：展開時



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

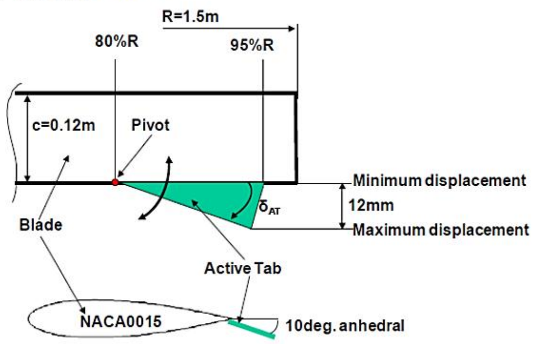
平面形: 扇型

スパン: 80-95%R

変位: 12mm (10% Blade chord)

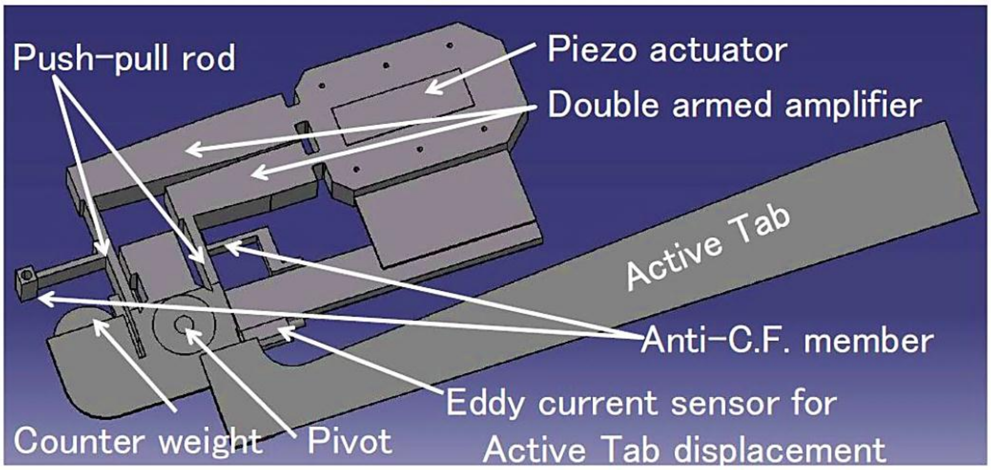
取り付け角: 10deg（後縁下げ）

周波数: 2/rev



Japan Aerospace Exploration Agency

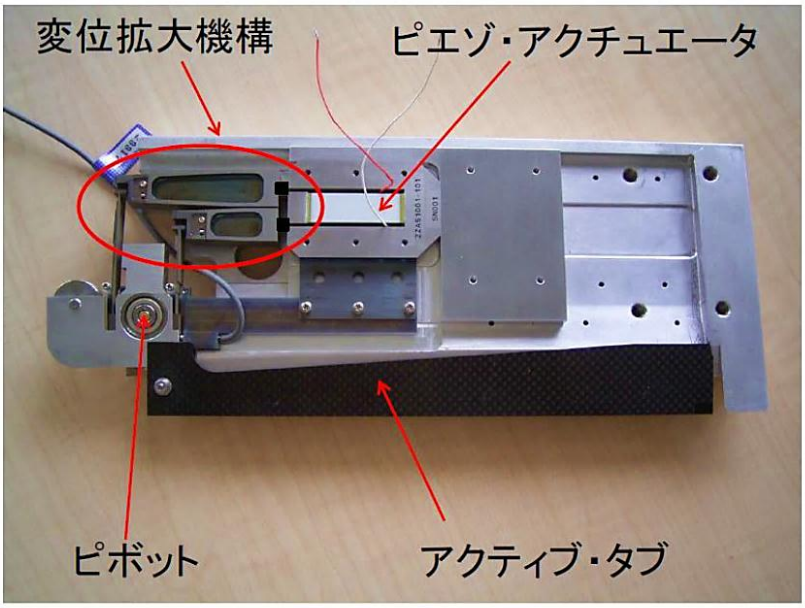
アクティブ・タブ駆動機構の第2次試作構想図



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

Japan Aerospace Exploration Agency

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

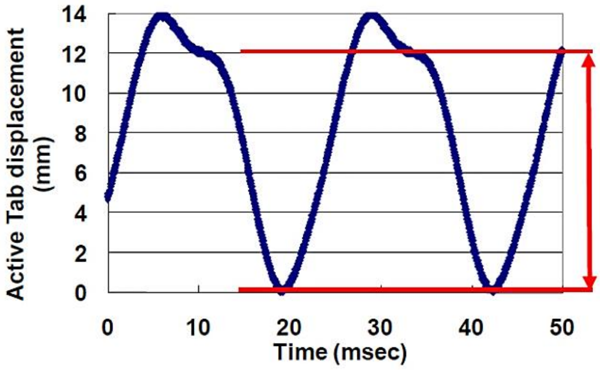
Test condition

Active Tab

Frequency : 2/rev(43.3Hz)

Amplitude : 12mm

Input voltage : 72±82V



アクティブ・タブ変位の
目標値である12mmを達成

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 63

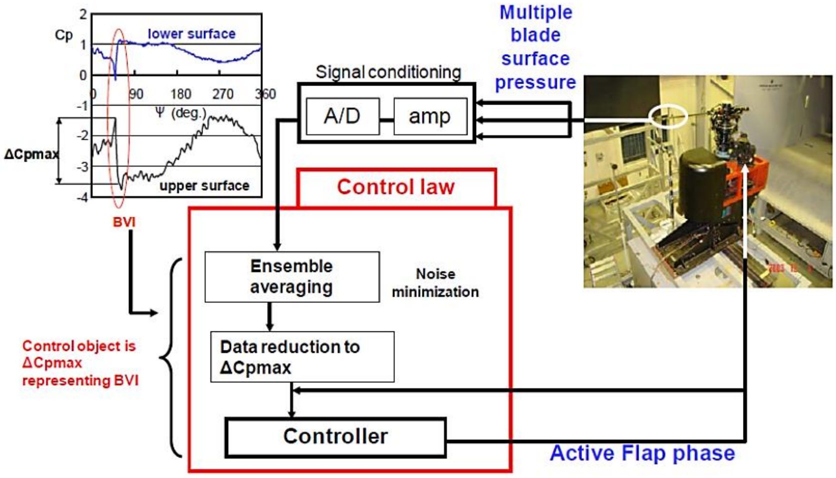
アクティブ・タブ機構のまとめ

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。

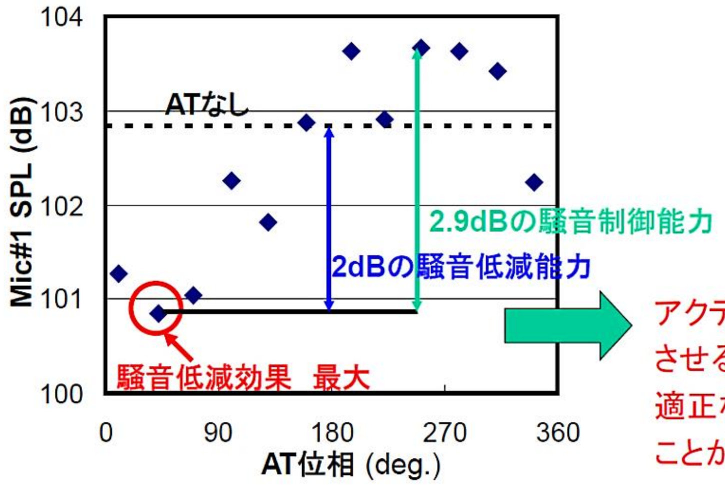
日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日 64

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)



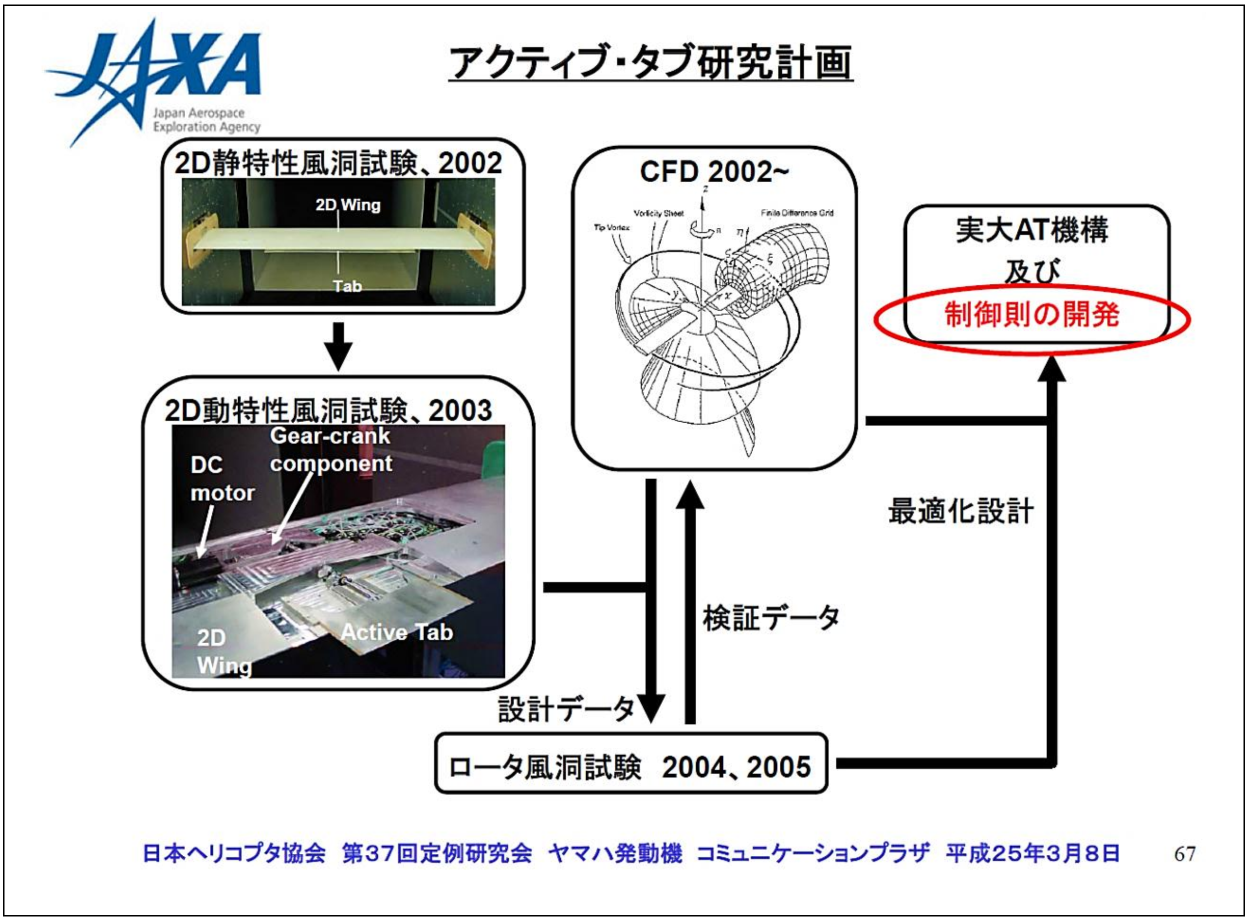
日本ヘリコプタ協会　第37回定例研究会　ヤマハ発動機　コミュニケーションプラザ　平成25年3月8日　65

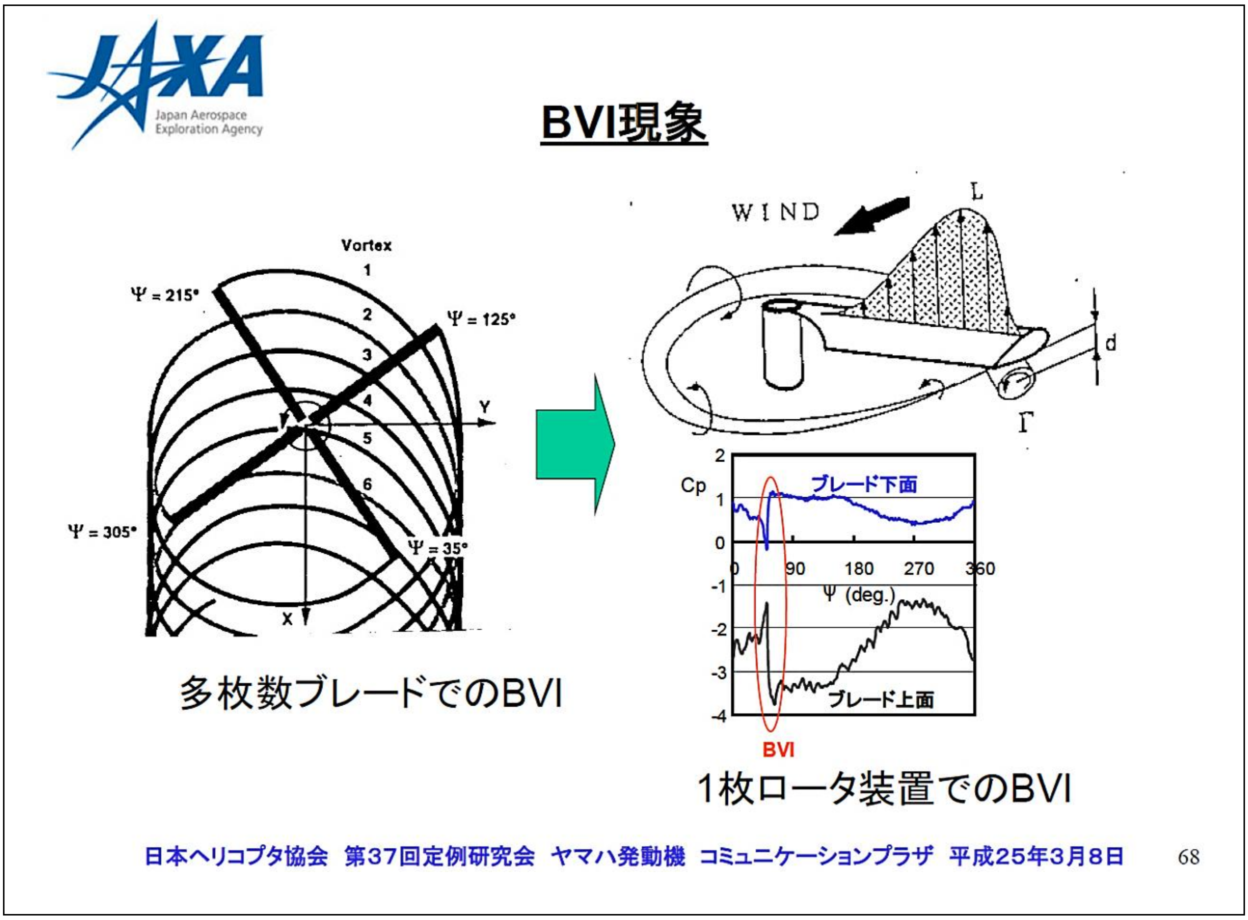
制御則の必要性



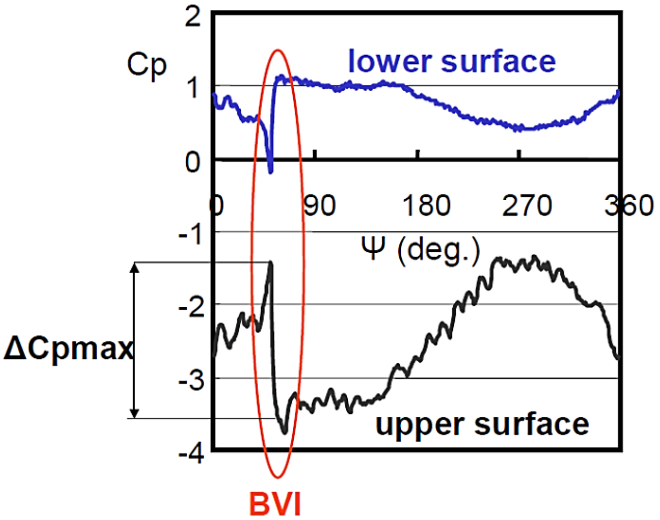
アクティブ・タブを有効作動させるには、制御則によって適正なAT位相を生成させることが不可欠

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　66


Japan Aerospace Exploration Agency
アクティブ・タブ研究計画
2D静特性風洞試験、2002
2D Wing
Tab
2D動特性風洞試験、2003
DC motor
Gear-crank component
2D Wing
Active Tab
CFD 2002~
Vorticity Sheet
Finite Difference Grid
Tip Vortex
実大AT機構
及び
制御則の開発
最適化設計
検証データ
設計データ
ロータ風洞試験　2004、2005
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
67


Japan Aerospace Exploration Agency
BVI現象
Vortex
1
2
3
4
5
6
Ψ = 215°
Ψ = 125°
Ψ = 305°
Ψ = 35°
Y
X
多枚数ブレードでのBVI
WIND
L
d
Γ
Cp
ブレード下面
ブレード上面
Ψ (deg.)
0
90
180
270
360
2
1
0
-1
-2
-3
-4
BVI
1枚ロータ装置でのBVI
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
68

ブレード表面圧力の制御入力としての有効性 (1/2)



$$\Delta C_{p\max} \equiv \max(\Delta C_p(\psi_i))$$

$$\Delta C_p(\psi_i) = C_p(\psi_i) - C_p(\psi_{i-1})$$

$$\psi_i - \psi_{i-1} = 0.9\,\text{deg}.$$

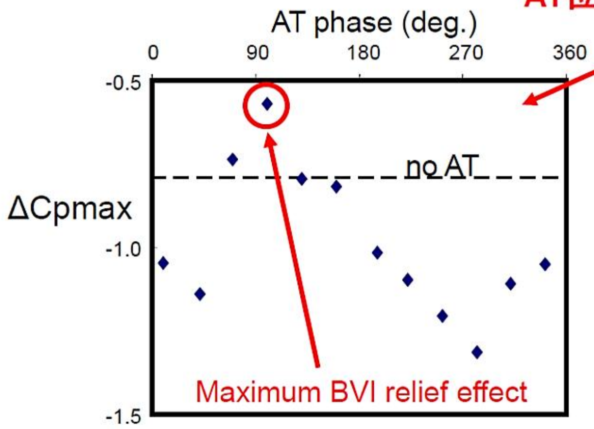
$$C_p = \frac{P - P_s}{q}$$

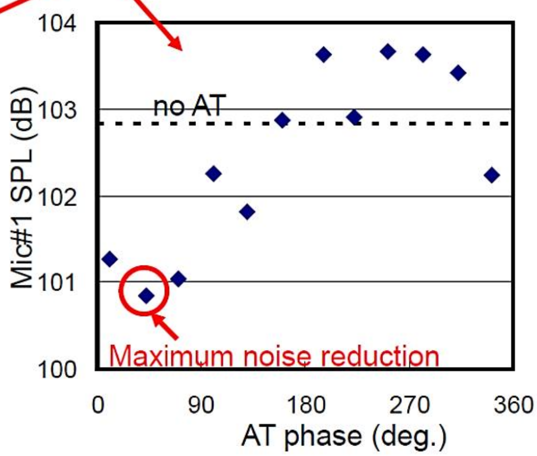
ブレード表面圧力の時間的変化量であるΔCpmaxは、BVI現象を捕捉するのに有効な指標である。

ブレード表面圧力の制御入力としての有効性 (2/2)

ΔCpmax と SPL の相関

AT位相に対して同様なな挙動を示す





ΔCpmax が 騒音低減効果の指標 = 制御入力 として有効である。

Japan Aerospace Exploration Agency

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。

Japan Aerospace Exploration Agency

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 Japan Aerospace Exploration Agency

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

JAXA Japan Aerospace Exploration Agency

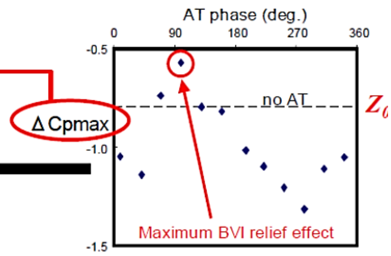
制御則の開発

Global Model: T-matrixの変動が微少と仮定

$$\underbrace{Z_n = Z_0 + T\theta_n}$$

制御出力の仮定

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



評価関数

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

$$Z_n = \Delta Cp_{\max}$$

W_Z : weighting matrix for Z

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

W_θ : weighting matrix for θ

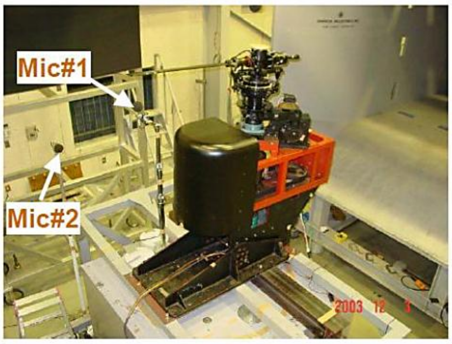
$\Delta\theta_n$: the difference of θ between successive control cycles

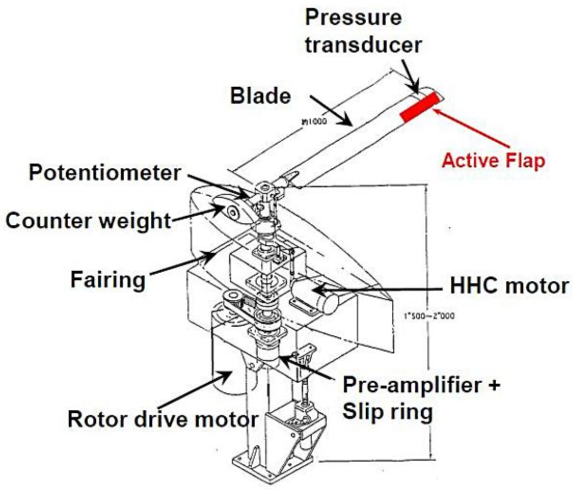
$W_{\Delta\theta}$: weighting matrix for $\Delta\theta_n$

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

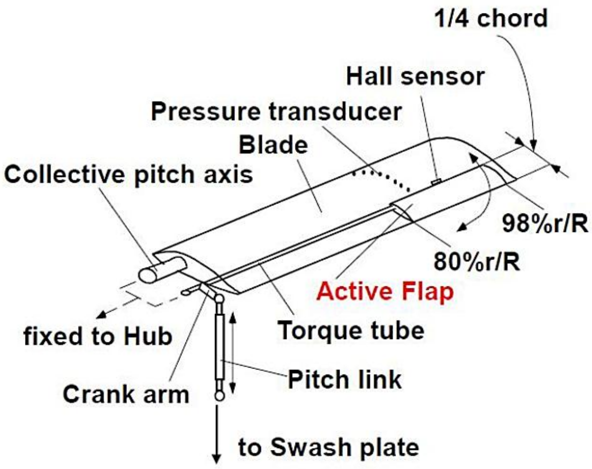


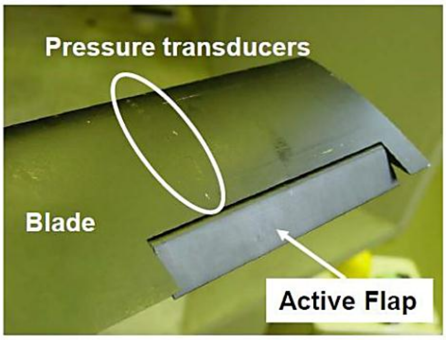


Hub type	:Hingeless	Rotor RPM	:1200rpm (Max.)
Number of blade	:1	Blade twist	:0deg.
Rotor radius	:1m	Active Flap	
Chord length	:0.12m	frequency:20Hz(2/rev)	
Airfoil	:NACA0012	amplitude: 30deg.(max)	

AF

ロータ風洞試験 (2/5)

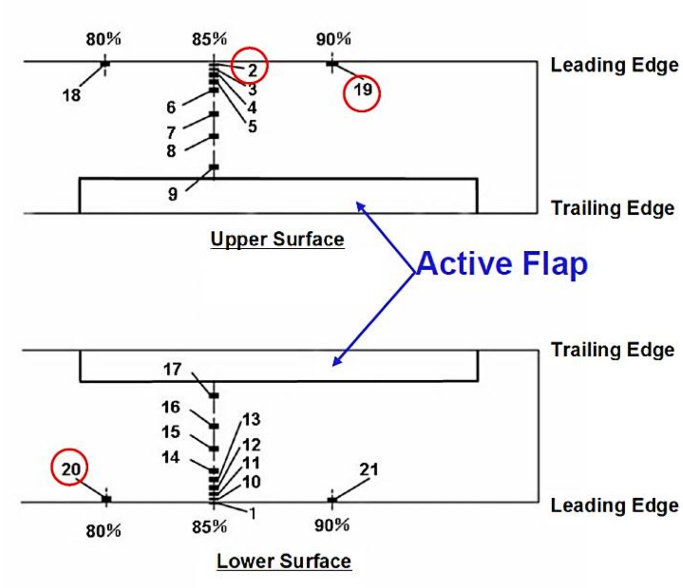




Blade with Active Flap

Drive mechanism for Active Flap

ロータ風洞試験 (3/5)



圧力センサ配置 (○を制御則に使用)

ロータ風洞試験 (4/5)

試験条件

Vw=18m/sec

ロータ回転数=600rpm

collective=8.3deg., cyclic=0deg.

ロータ迎角=2deg.(nose up)

Active Flap

Active Flap変位の定義

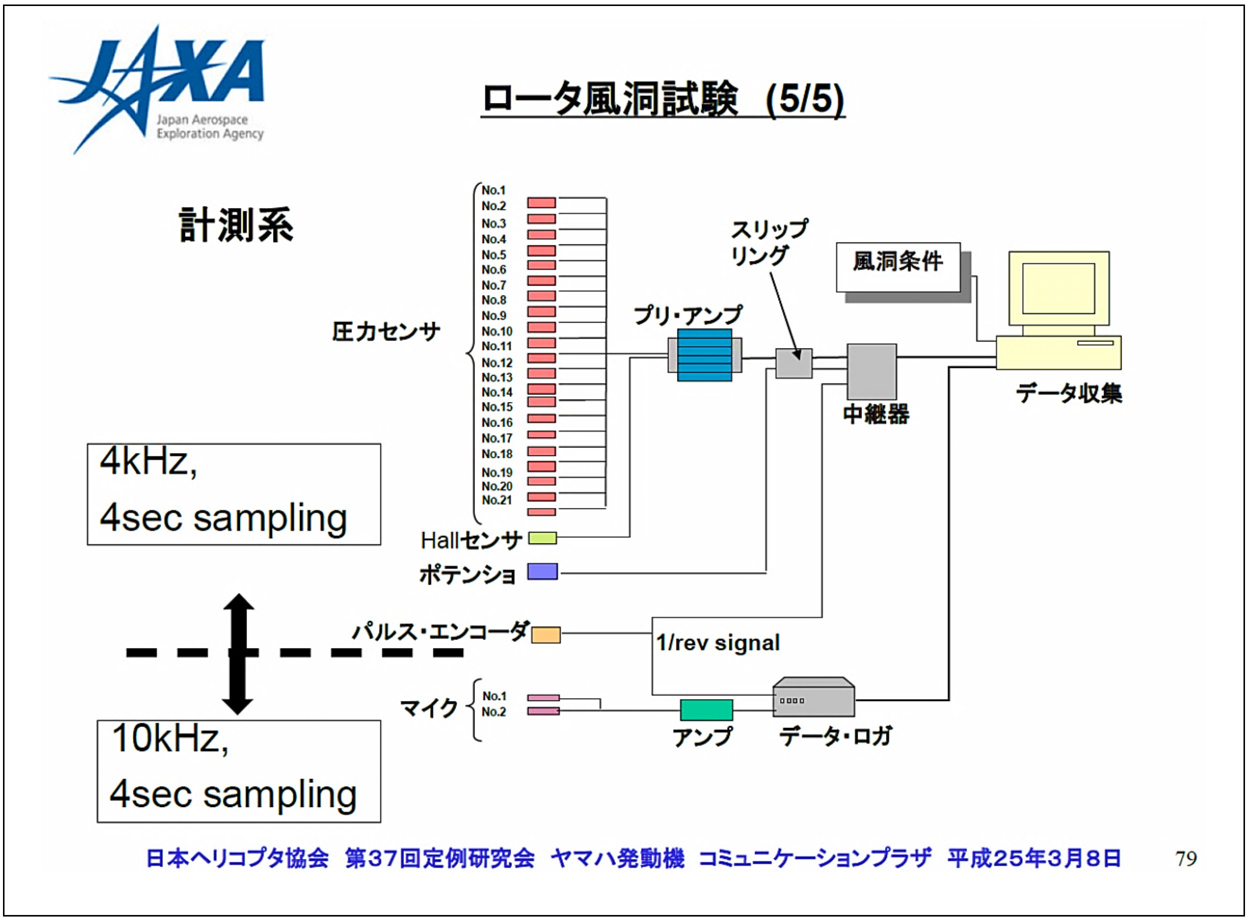
$$\delta_{AF} \equiv \theta_{AF} \cos(P\Omega t - \phi_{AF})$$

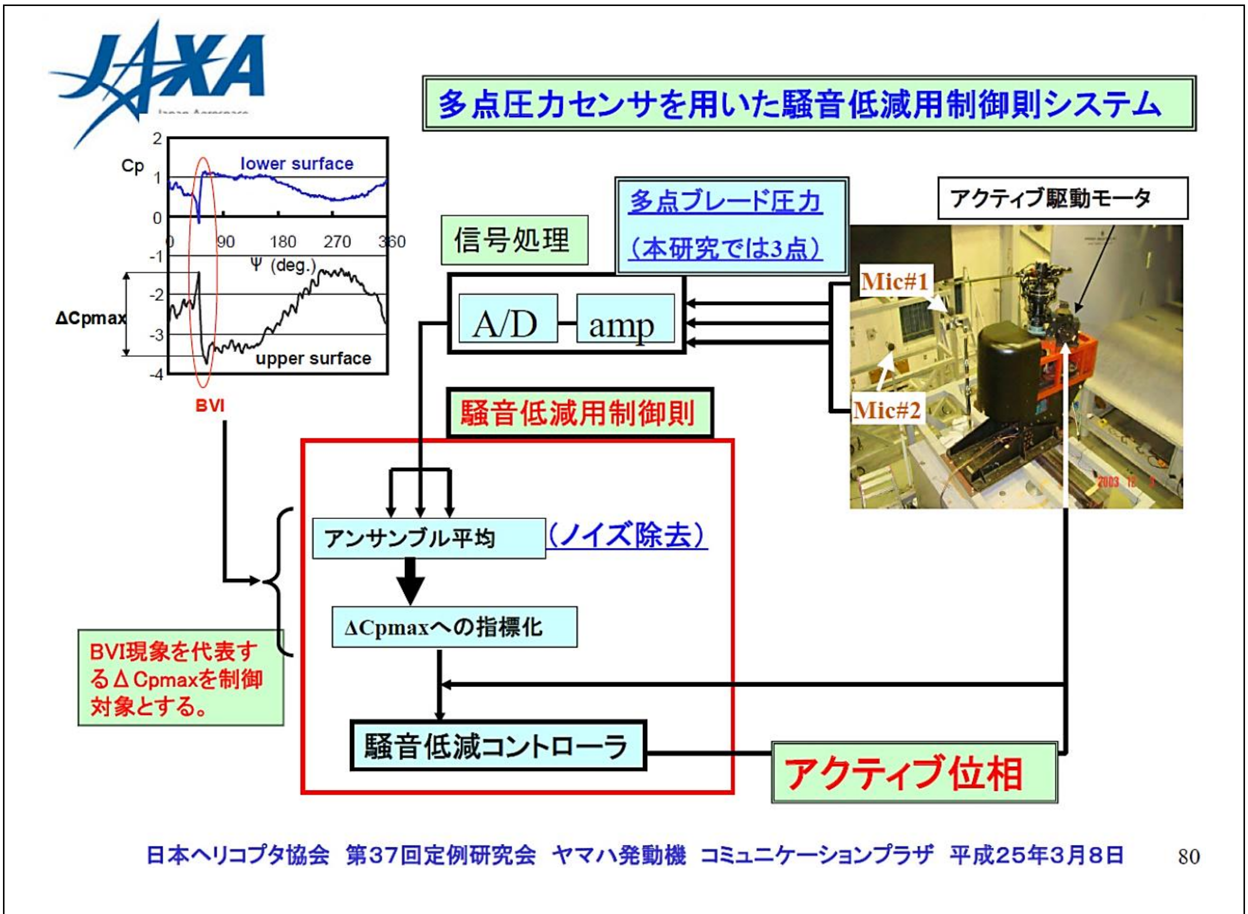
振幅=18deg.

周波数=20Hz(2/rev)　reduced freq. k=0.12

位相: 0 to 360deg.　**可変**

Active Flapの効果はAF位相について評価

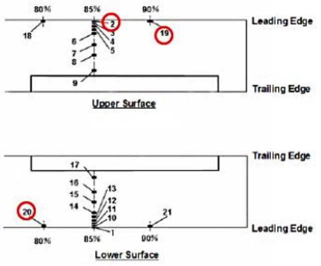

ロータ風洞試験 (5/5)
計測系
圧力センサ
No.1
No.2
No.3
No.4
No.5
No.6
No.7
No.8
No.9
No.10
No.11
No.12
No.13
No.14
No.15
No.16
No.17
No.18
No.19
No.20
No.21
プリ・アンプ
スリップ
リング
風洞条件
中継器
データ収集
Hallセンサ
ポテンショ
パルス・エンコーダ
1/rev signal
マイク
No.1
No.2
アンプ
データ・ロガ
4kHz,
4sec sampling
10kHz,
4sec sampling
日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日
79

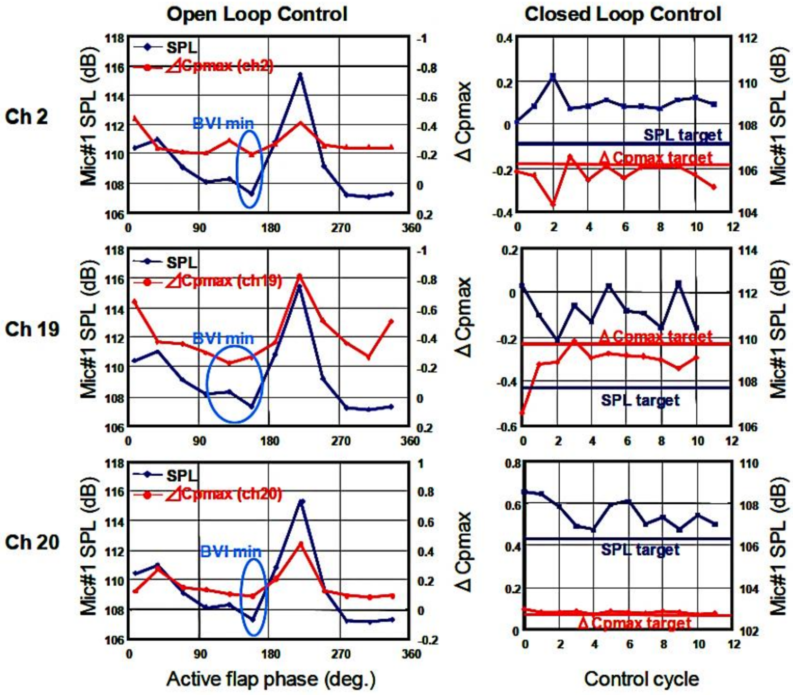

多点圧力センサを用いた騒音低減用制御則システム
Cp
lower surface
upper surface
Ψ (deg.)
ΔCpmax
BVI
多点ブレード圧力
（本研究では3点）
アクティブ駆動モータ
信号処理
A/D
amp
Mic#1
Mic#2
騒音低減用制御則
アンサンブル平均
（ノイズ除去）
ΔCpmaxへの指標化
BVI現象を代表するΔCpmaxを制御対象とする。
騒音低減コントローラ
アクティブ位相
日本ヘリコプタ協会 第37回定例研究会 ヤマハ発動機 コミュニケーションプラザ 平成25年3月8日
80

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ΔCpmax

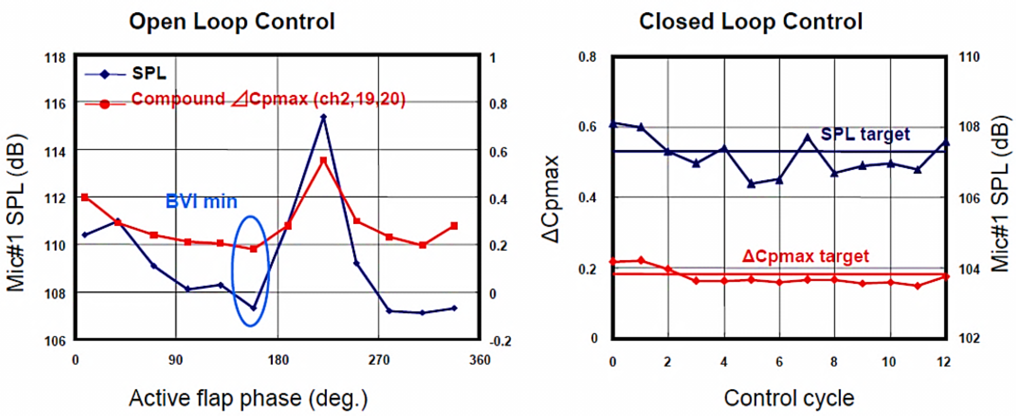




風洞試験結果 (2/2)

制御入力 = 複数の圧力センサから求めた　複合　ΔCpmax

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



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ΔCpmax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。

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 83

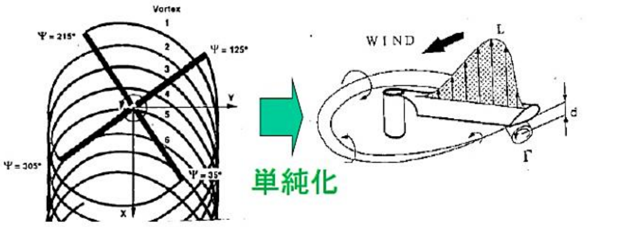
制御則のまとめ (2/2)

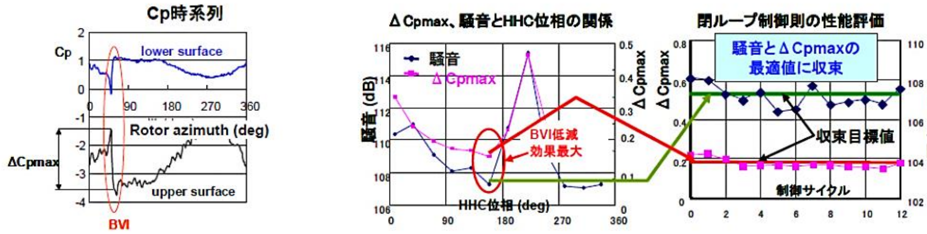
3. 風洞試験中の電磁干渉でノイズが混入しやすいブレード表面圧力計測信号にensemble平均をかけ、BVI検知手法として有効な指標であるΔCpmaxを生成することで、制御入力として適正に用いることを可能にした。

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 84

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)

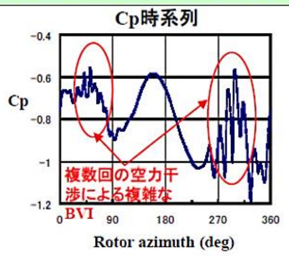




- 1枚ブレード･ロータにおけるブレード表面圧力時系列データから抽出したBVI指標ΔCpmaxと騒音との相関は強く、ΔCpmaxで得られるBVI低減効果最大のHHC位相 と マイクロホンで計測したBVI騒音低減効果最大のHHC位相が良く一致する。
- ロータ装置の制限からHHC位相のみを制御出力とし、ΔCpmax を制御入力とした閉ループ制御システムを構築。1枚ブレード･ロータ風洞試験で評価し良好な結果を得た。

今後の発展について (2/2)

多枚数ロータ･ブレードのBVI



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ΔCpmax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。

騒音と振動を同時に低減するための評価関数提案

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

8ヶ所のブレード表面圧力を指標化 / ロータ荷重の4/rev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

$$ZN = \left[C_{P1}, C_{P2}, C_{P3}, C_{P4}, C_{P5}, C_{P6}, C_{P7}, C_{P8}\right]^T$$

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

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

Japan Aerospace Exploration Agency

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

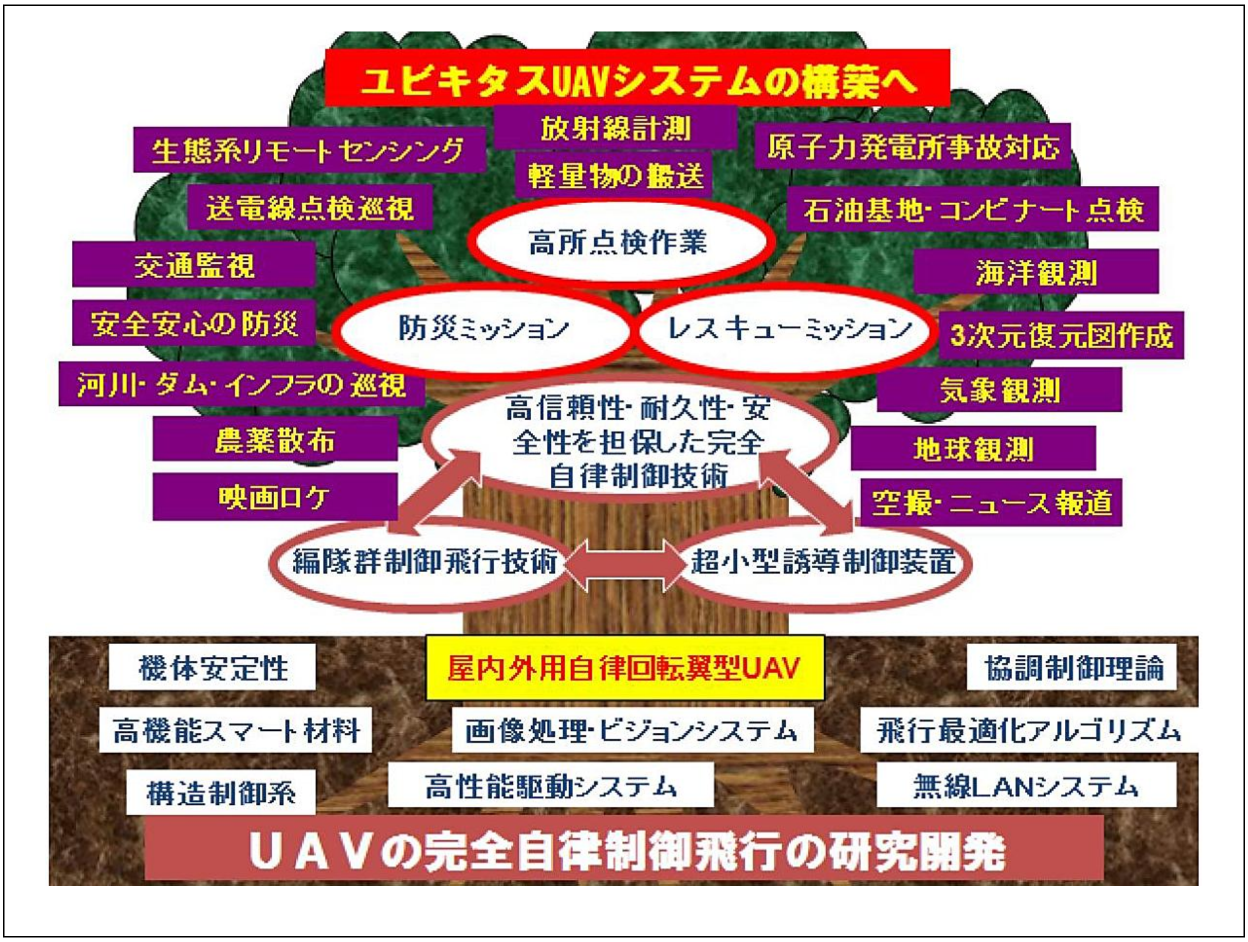
ご講演中の小曳昇氏

以上

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
― ミニサーベ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


ユビキタスUAVシステムの構築へ
生態系リモートセンシング
放射線計測
軽量物の搬送
原子力発電所事故対応
送電線点検巡視
石油基地･コンビナート点検
高所点検作業
交通監視
海洋観測
安全安心の防災
防災ミッション
レスキューミッション
3次元復元図作成
河川･ダム･インフラの巡視
気象観測
農薬散布
高信頼性･耐久性･安全性を担保した完全自律制御技術
地球観測
映画ロケ
空撮･ニュース報道
編隊群制御飛行技術
超小型誘導制御装置
機体安定性
屋内外用自律回転翼型UAV
協調制御理論
高機能スマート材料
画像処理･ビジョンシステム
飛行最適化アルゴリズム
構造制御系
高性能駆動システム
無線LANシステム
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
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
SF40導入
ヒロボー株式会社との共同研究開始
SF40 自律制御成功
オートローテーション, アクロバット飛行研究開始
SKY-SURVEYOR プレスリリース,
中国電力株式会社との共同研究開始
小型姿勢センサ開発, SST-EAGLE ホバリング制御成功
Sceadu導入, SST-EAGLE 編隊飛行成功
レプトン導入
レプトンWaypoint 飛行制御成功
SRB Quark SG 導入
SRB Quark SG 姿勢制御成功
R&D of UAVs
MAV研究グループ発足
株式会社セイコーエプソンとの共同研究開始
μFR 共同開発 X.R.B 導入
X.R.B 自律飛行成功
4発ロータ型電動ヘリコプタ導入
組込による屋外自律制御成功
高精度自動着陸に成功
6発ローター飛行ロボットの開発開始
6発ローター飛行ロボットで被災地を空撮
自律型無人ヘリの
博士取得者：12名
平成25年2月現在
QTW
QTW-UAV 研究グループ発足,
GHクラフト株式会社との共同研究開始
QTW-UAV ヘリモード飛行成功
QTW-UAV 遷移飛行成功
UGV
Pioneer3-AT導入
Gears-SMP導入
つくばチャレンジに参加
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

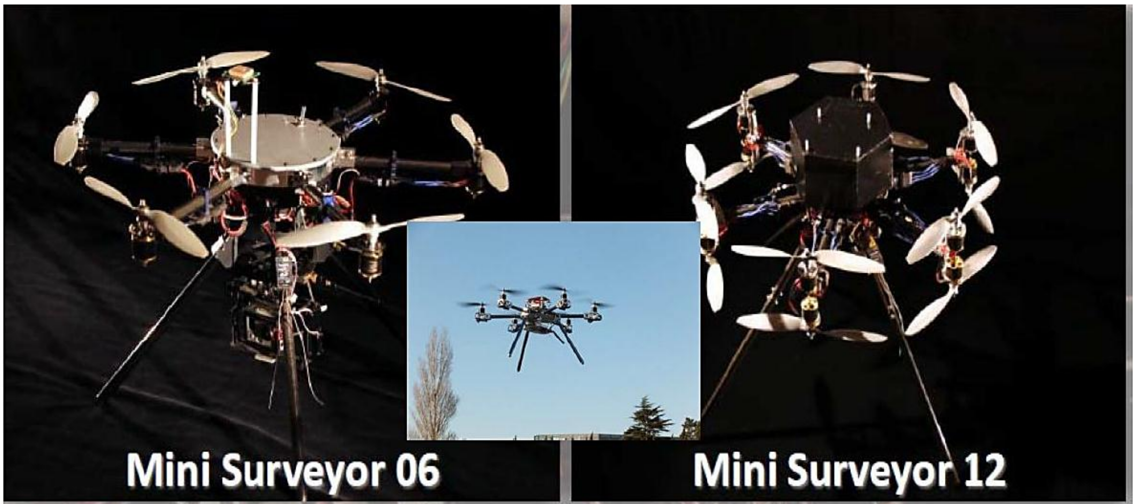
女川町

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 ヨー制御問題有	あり ヨー制御問題無
単位面積辺りの 揚力	1	0. 97	0. 89 0. 63 (10発ロータ)



Mini Surveyor 06

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

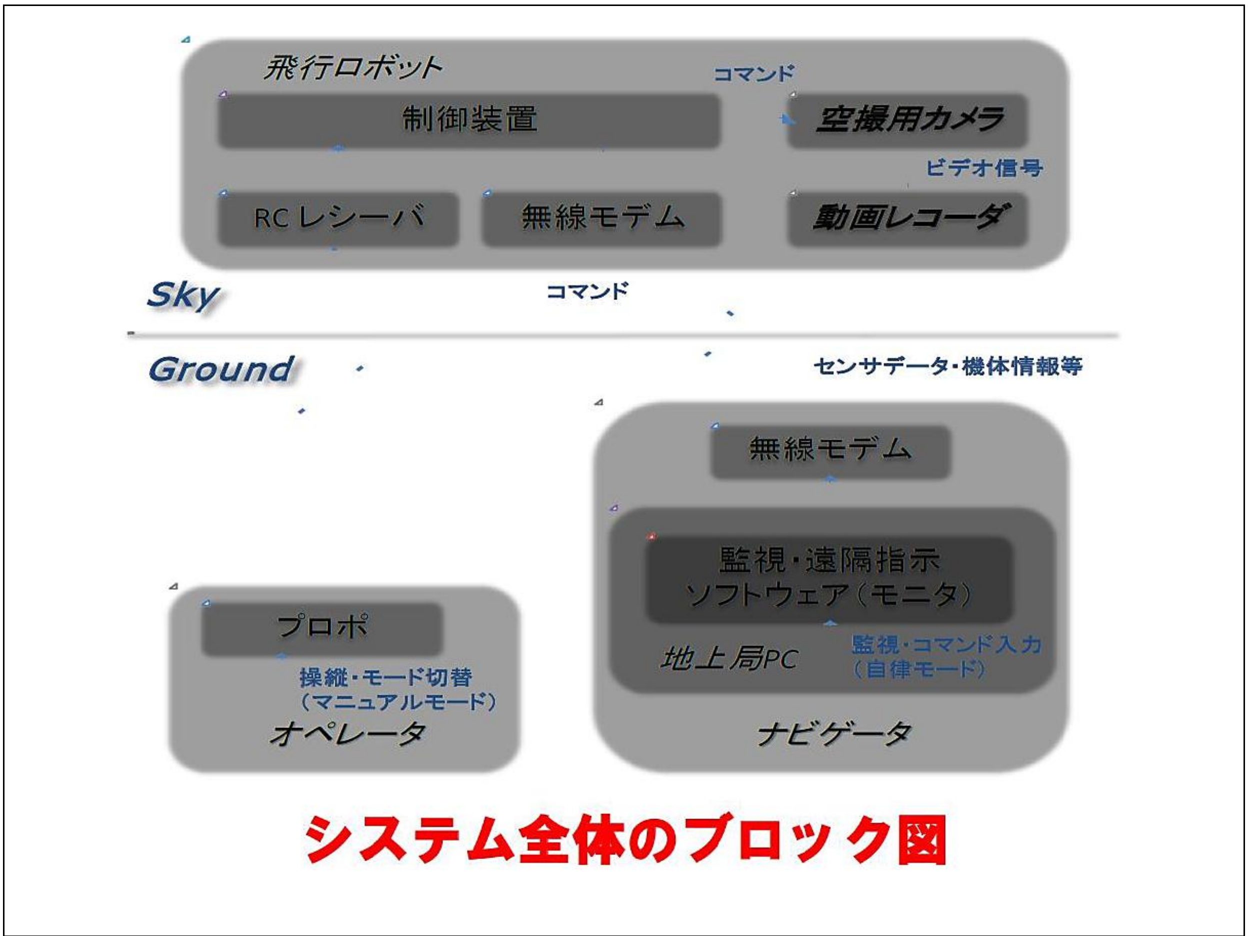
Mini Surveyor 12

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

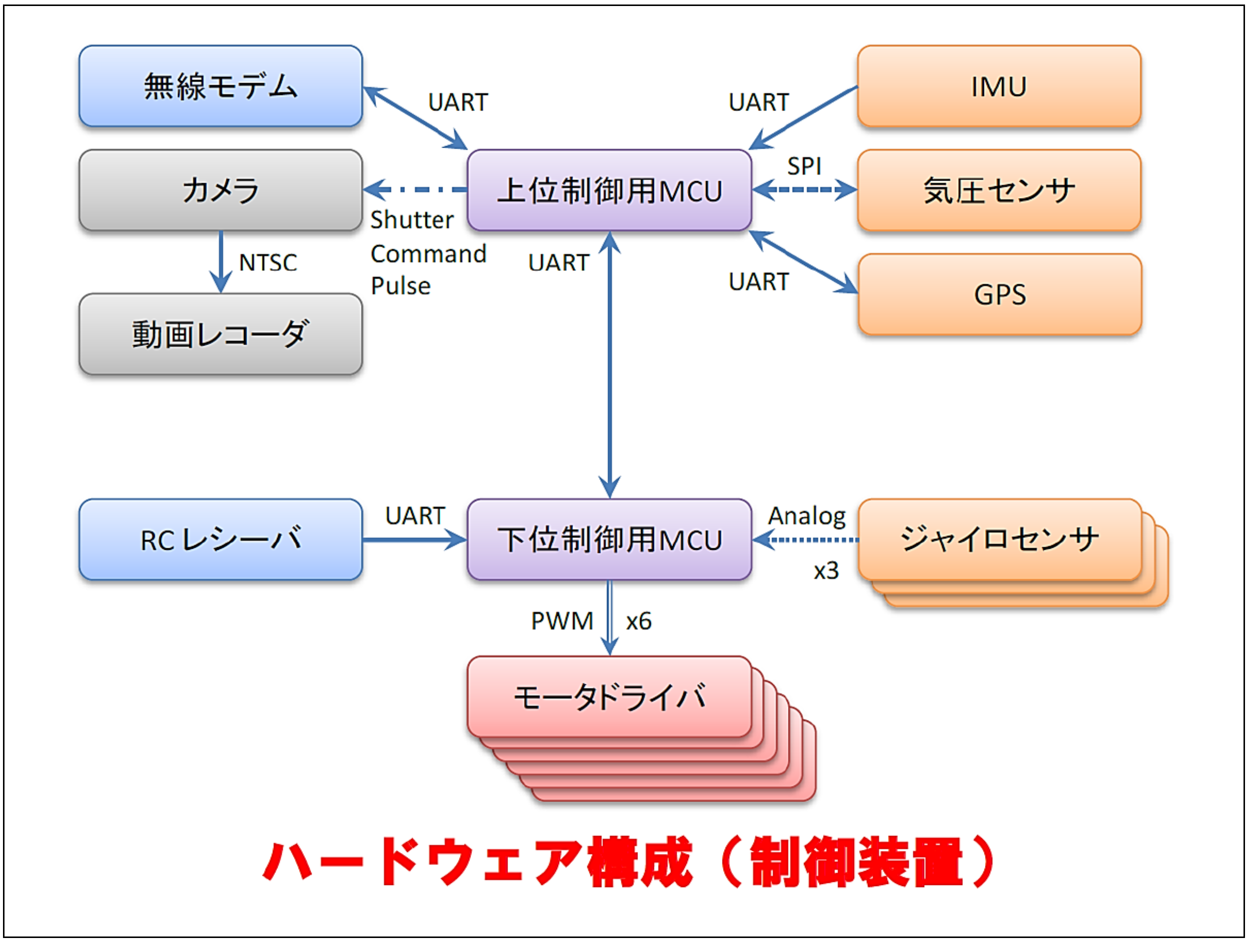
全長	1150mm
全高	230mm
機体重量（バッテリ除く）	2180g
ペイロード（バッテリ除く）	5000g

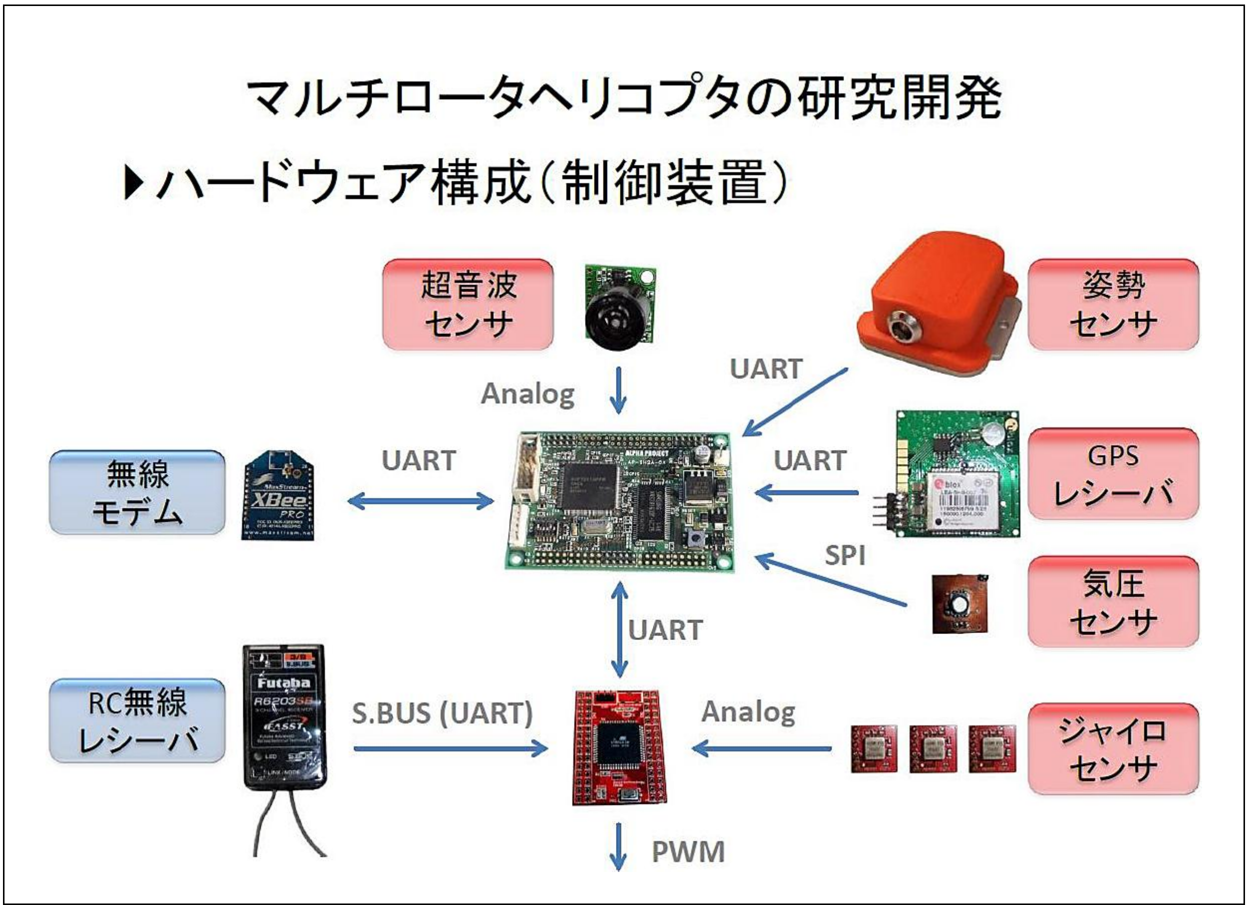
ＭＳ－０６Ｌの自律制御完成

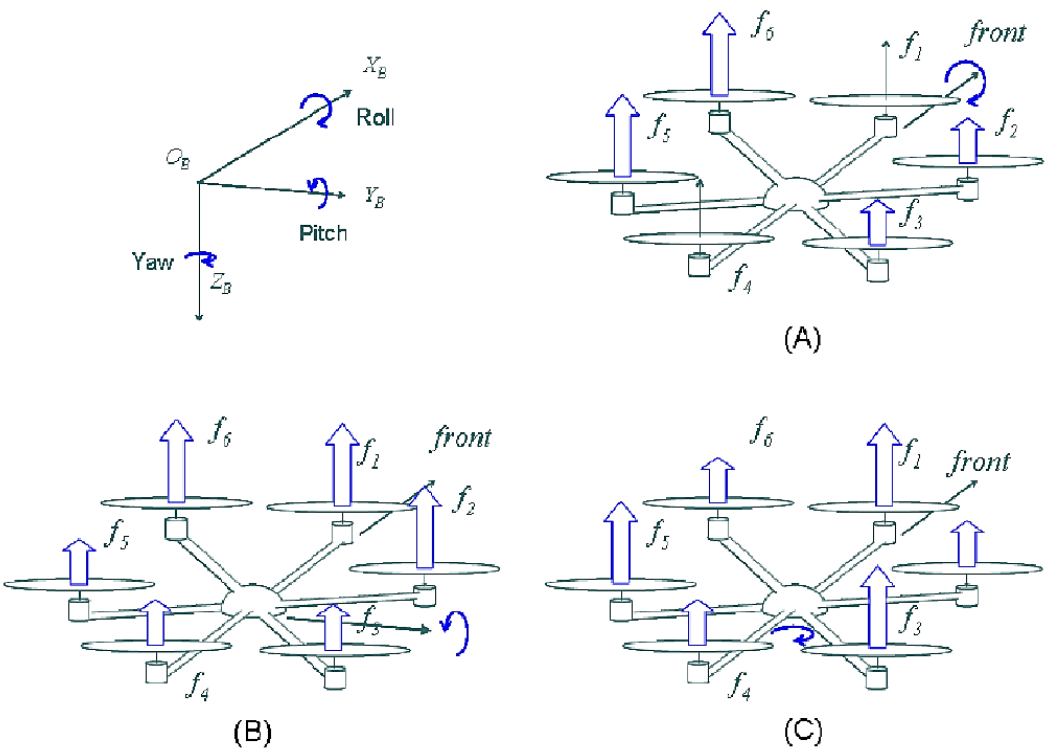
- 農薬散布用
- バッテリを多く搭載して飛行時間を30分と延長
- 有線給電用ペイロード負荷が大きい場合などの用途


飛行ロボット
コマンド
制御装置
空撮用カメラ
ビデオ信号
RCレシーバ
無線モデム
動画レコーダ
Sky
コマンド
Ground
センサデータ・機体情報等
無線モデム
監視・遠隔指示
ソフトウェア（モニタ）
地上局PC
監視・コマンド入力
（自律モード）
ナビゲータ
プロポ
操縦・モード切替
（マニュアルモード）
オペレータ
システム全体のブロック図


Futaba T7C


無線モデム
カメラ
動画レコーダ
NTSC
Shutter
Command
Pulse
UART
上位制御用MCU
UART
SPI
UART
UART
IMU
気圧センサ
GPS
RC レシーバ
UART
下位制御用MCU
Analog
x3
ジャイロセンサ
PWM
x6
モータドライバ
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）
超音波
センサ
Analog
姿勢
センサ
UART
無線
モデム
UART
UART
GPS
レシーバ
SPI
気圧
センサ
UART
RC無線
レシーバ
S.BUS (UART)
Analog
ジャイロ
センサ
PWM



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）

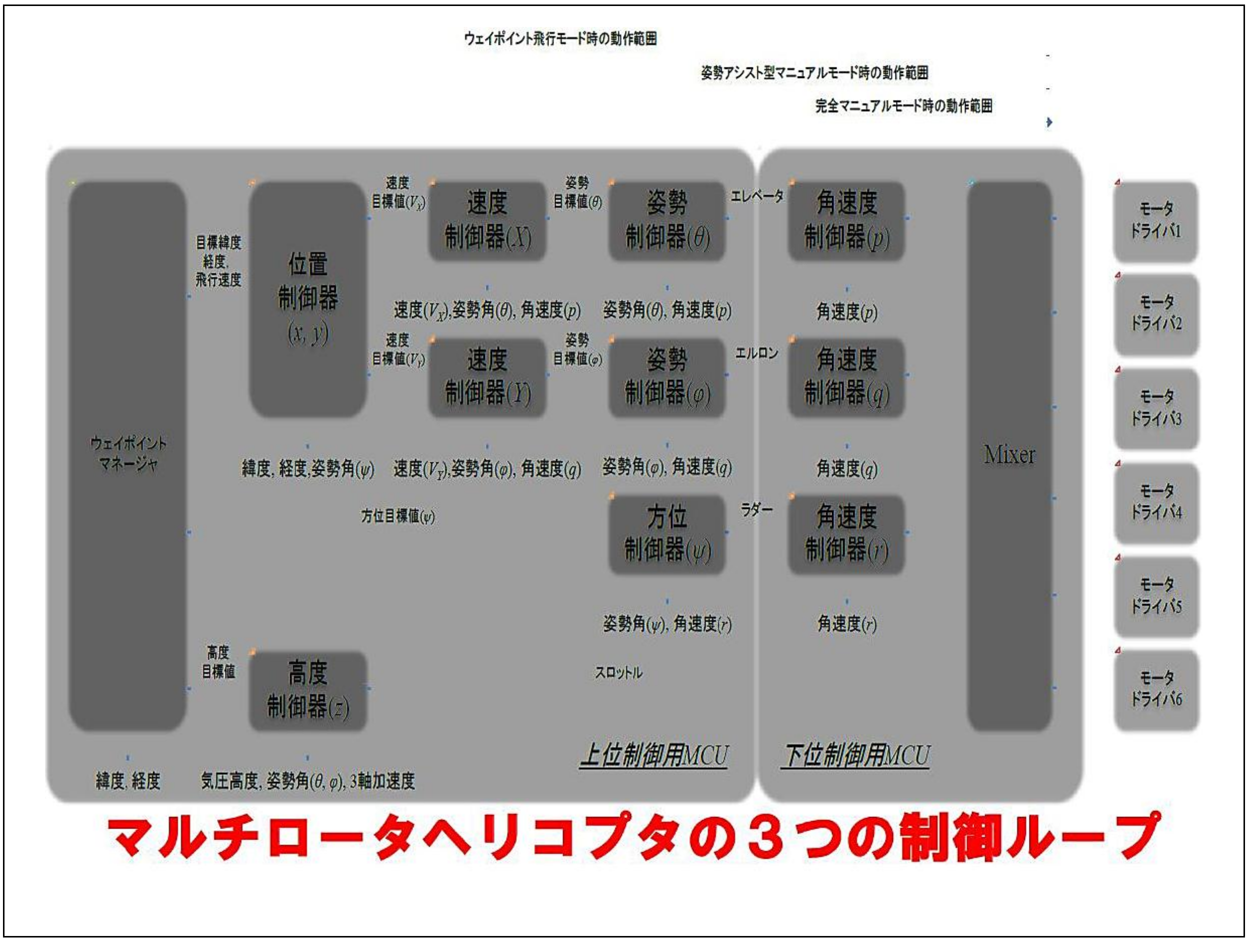
機体状態監視

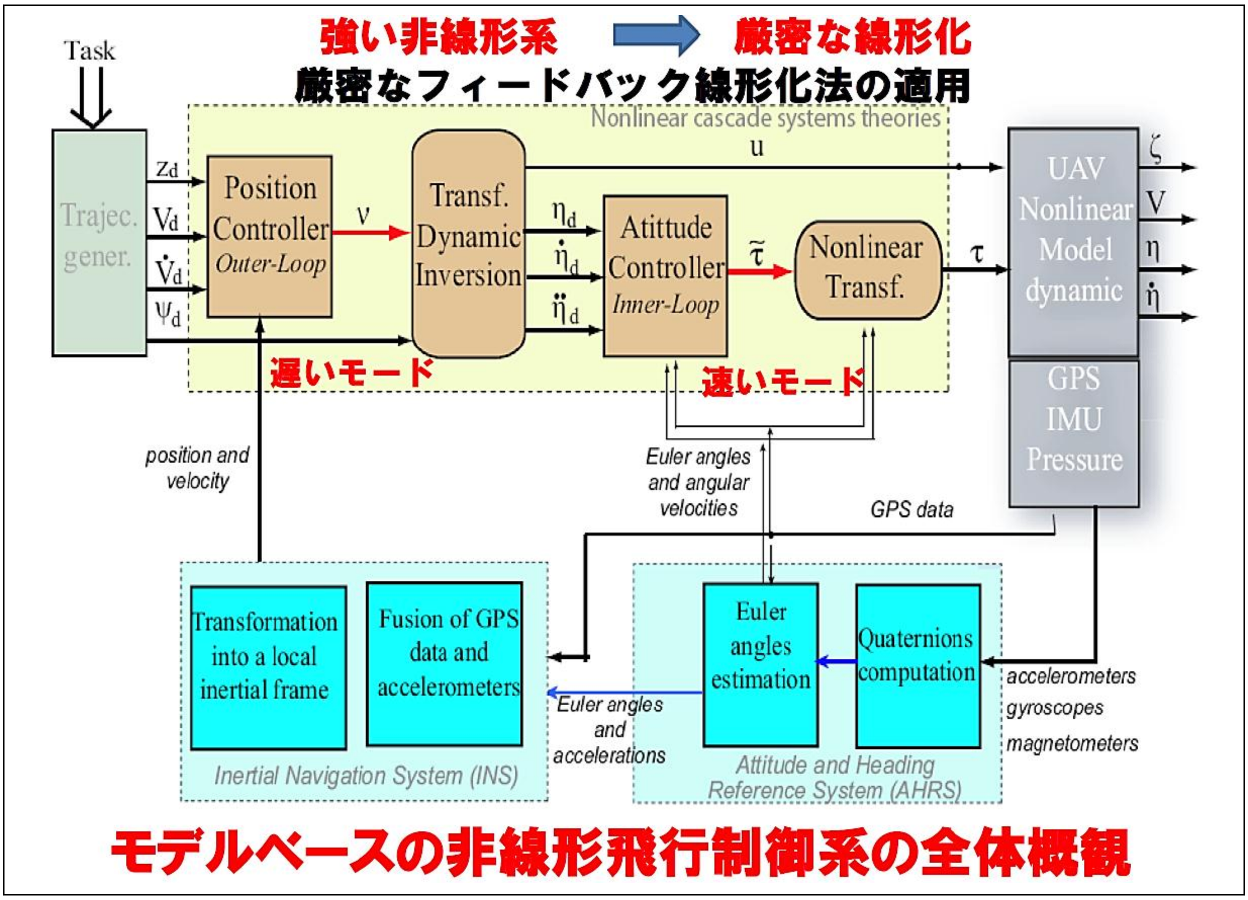
ウェイポイントの転送

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）


ウェイポイント飛行モード時の動作範囲
姿勢アシスト型マニュアルモード時の動作範囲
完全マニュアルモード時の動作範囲
ウェイポイントマネージャ
目標緯度経度,飛行速度
位置制御器(x, y)
速度制御器(X)
速度制御器(Y)
姿勢制御器(θ)
姿勢制御器(φ)
方位制御器(ψ)
エレベータ
エルロン
ラダー
角速度制御器(p)
角速度制御器(q)
角速度制御器(r)
Mixer
モータドライバ1
モータドライバ2
モータドライバ3
モータドライバ4
モータドライバ5
モータドライバ6
高度目標値
高度制御器(z)
スロットル
緯度, 経度
気圧高度, 姿勢角(θ, φ), 3軸加速度
上位制御用MCU
下位制御用MCU
マルチロータヘリコプタの３つの制御ループ

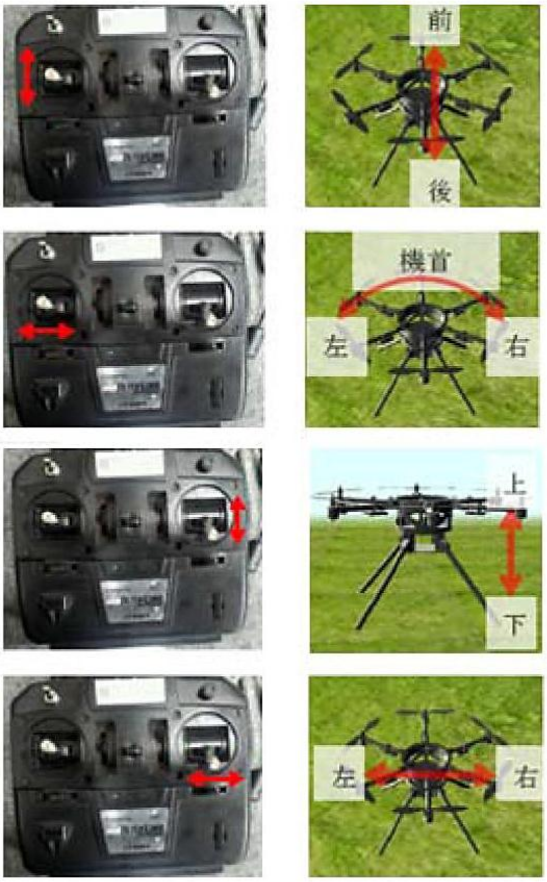

強い非線形系
厳密な線形化
厳密なフィードバック線形化法の適用
Task
Trajec. gener.
Nonlinear cascade systems theories
Position Controller Outer-Loop
Transf. Dynamic Inversion
Atittude Controller Inner-Loop
Nonlinear Transf.
UAV Nonlinear Model dynamic
GPS IMU Pressure
遅いモード
速いモード
position and velocity
Euler angles and angular velocities
GPS data
Transformation into a local inertial frame
Fusion of GPS data and accelerometers
Euler angles and accelerations
Euler angles estimation
Quaternions computation
accelerometers
gyroscopes
magnetometers
Inertial Navigation System (INS)
Attitude and Heading Reference System (AHRS)
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

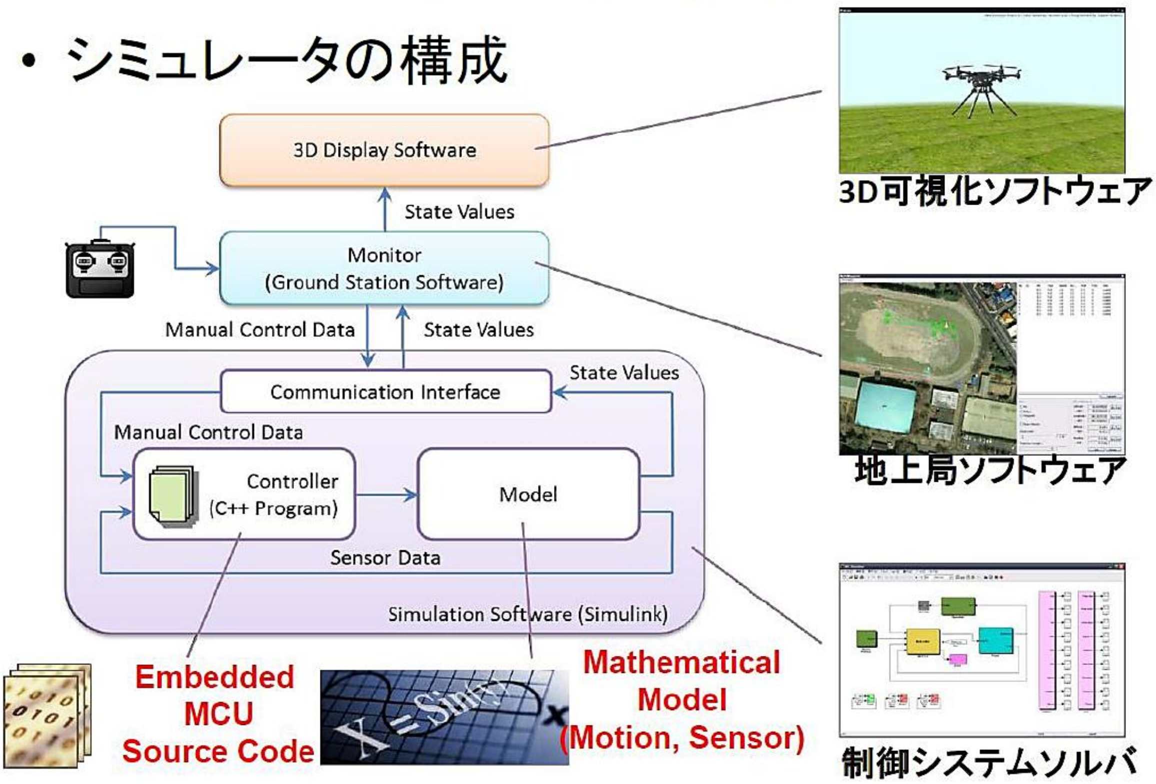
- 開発の効率化
- 故障時の挙動の検証
- 操縦トレーニング
- 運用トレーニング

- 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

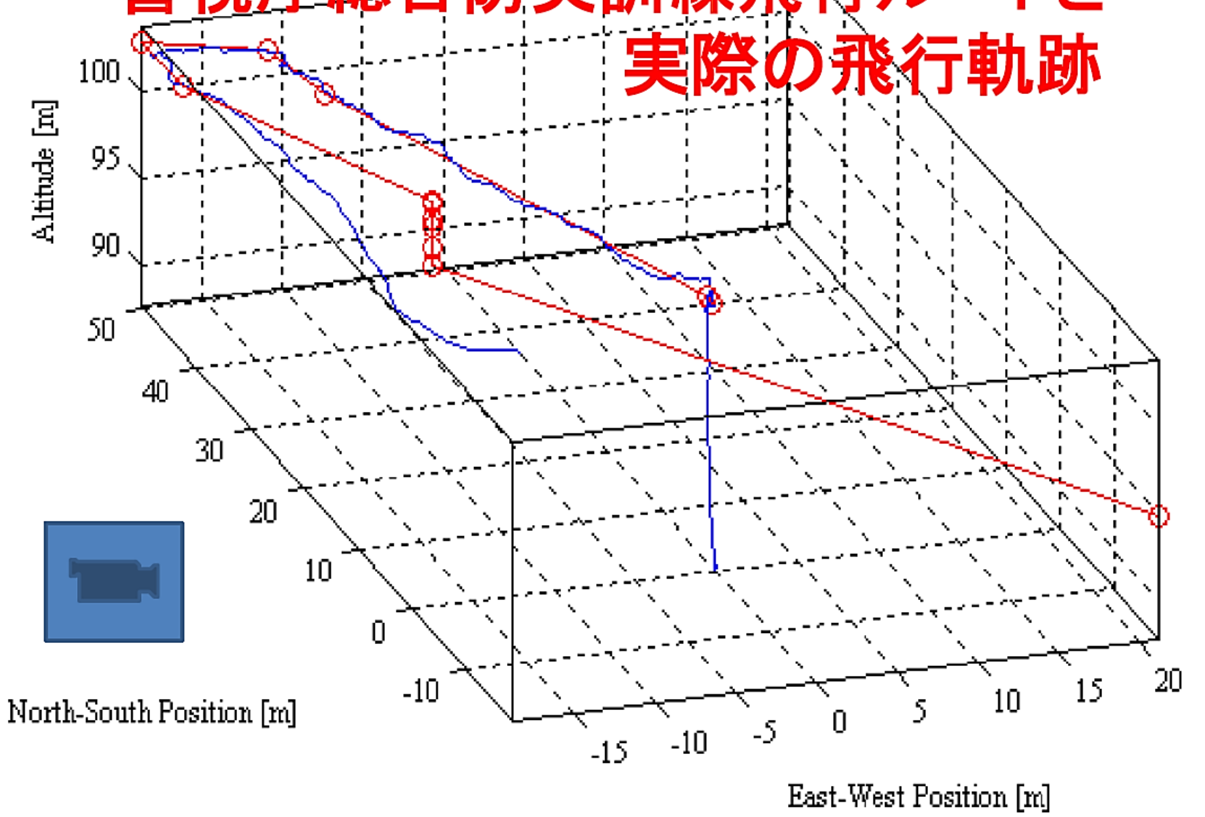
- シミュレータの構成



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	Gaui	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**

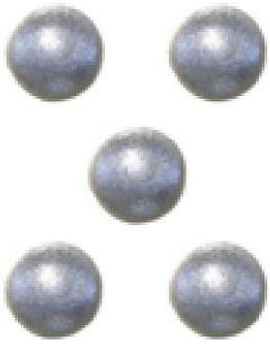
警視庁総合防災訓練飛行ルートと実際の飛行軌跡



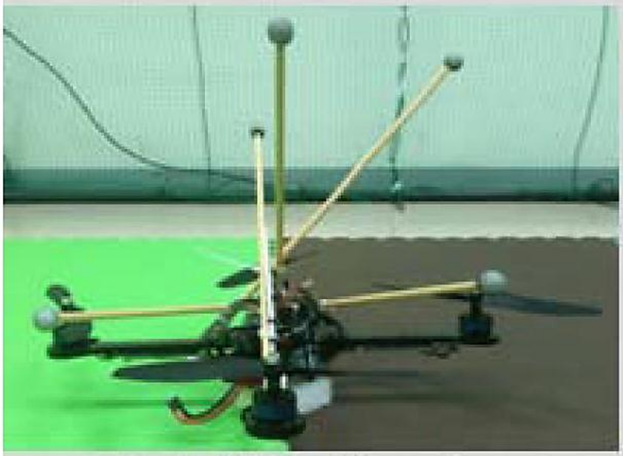
モーションキャプチャーによる 4発ロータヘリコプタの自律制御

寸法: 70mm (H)x 35mm(W) x 45mm(D)

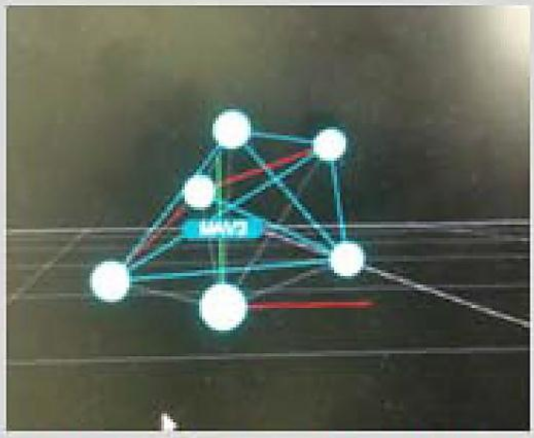
直径16mmサイズのソフトマーカー



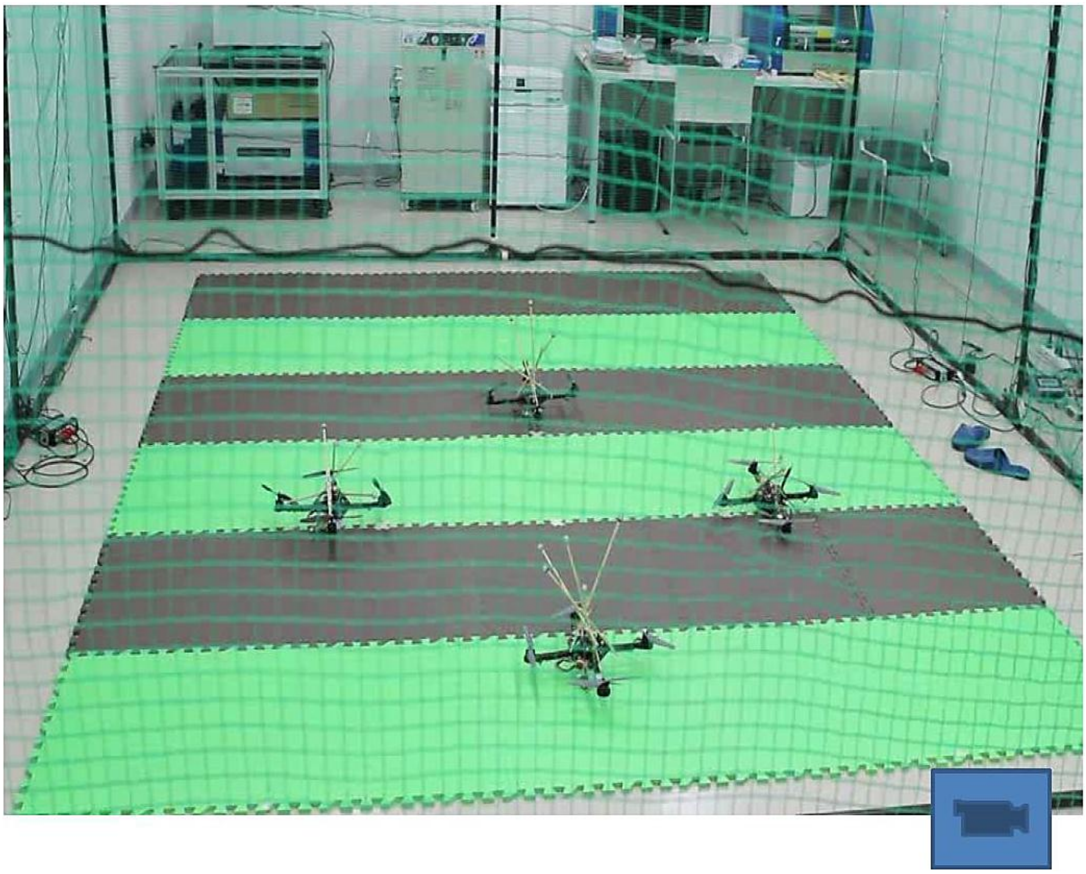
反射材



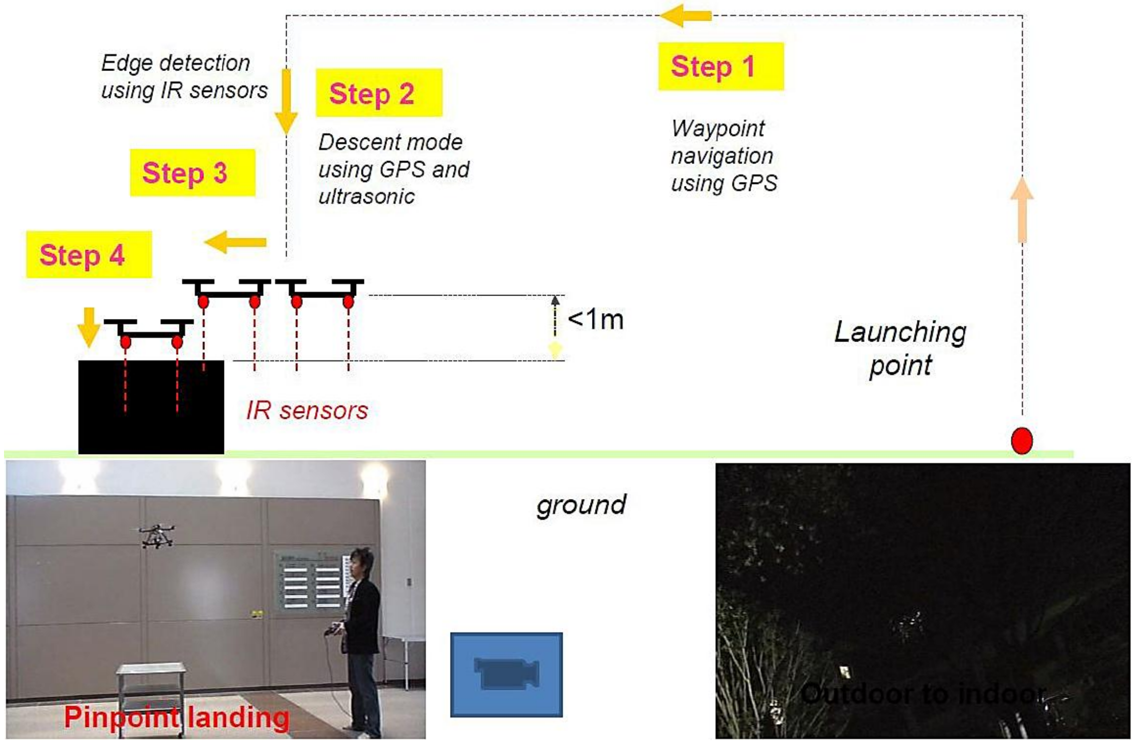
Actual MAV with markers



Markers detected + Center of Gravity

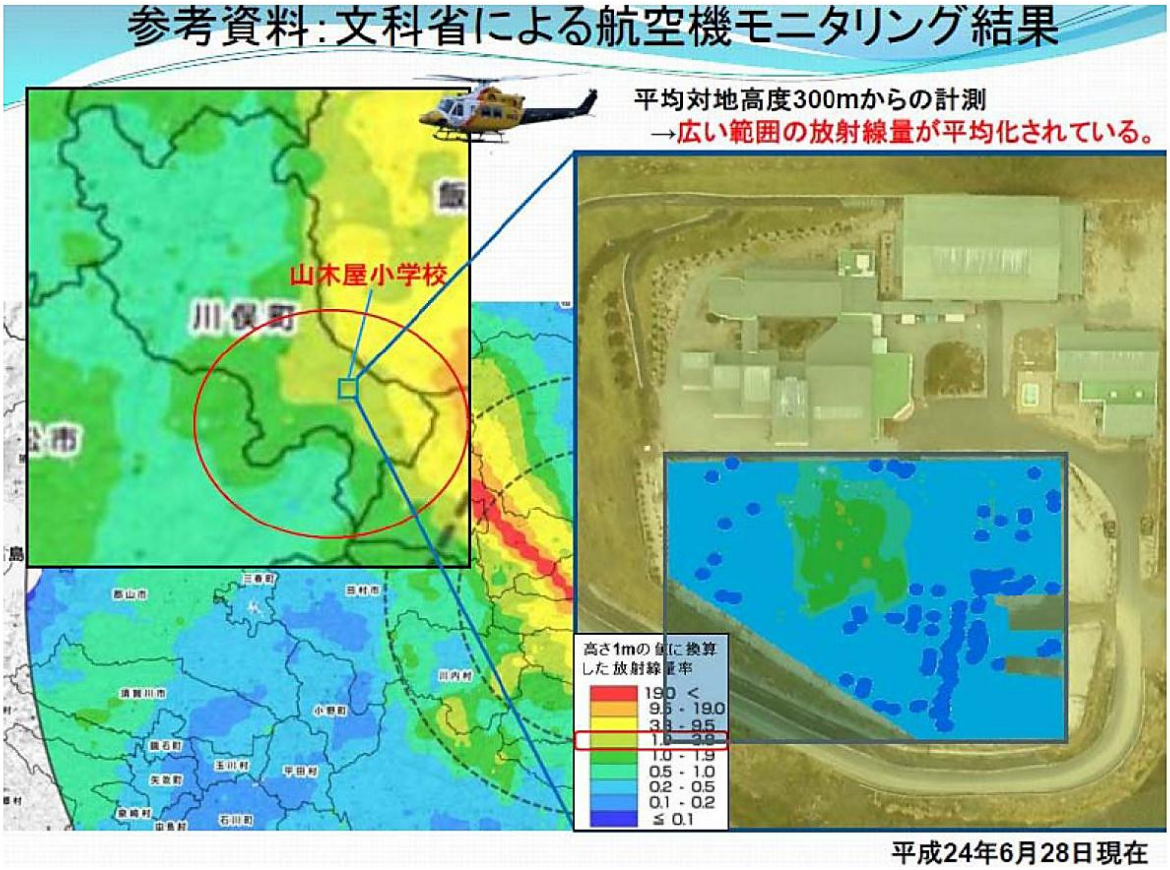


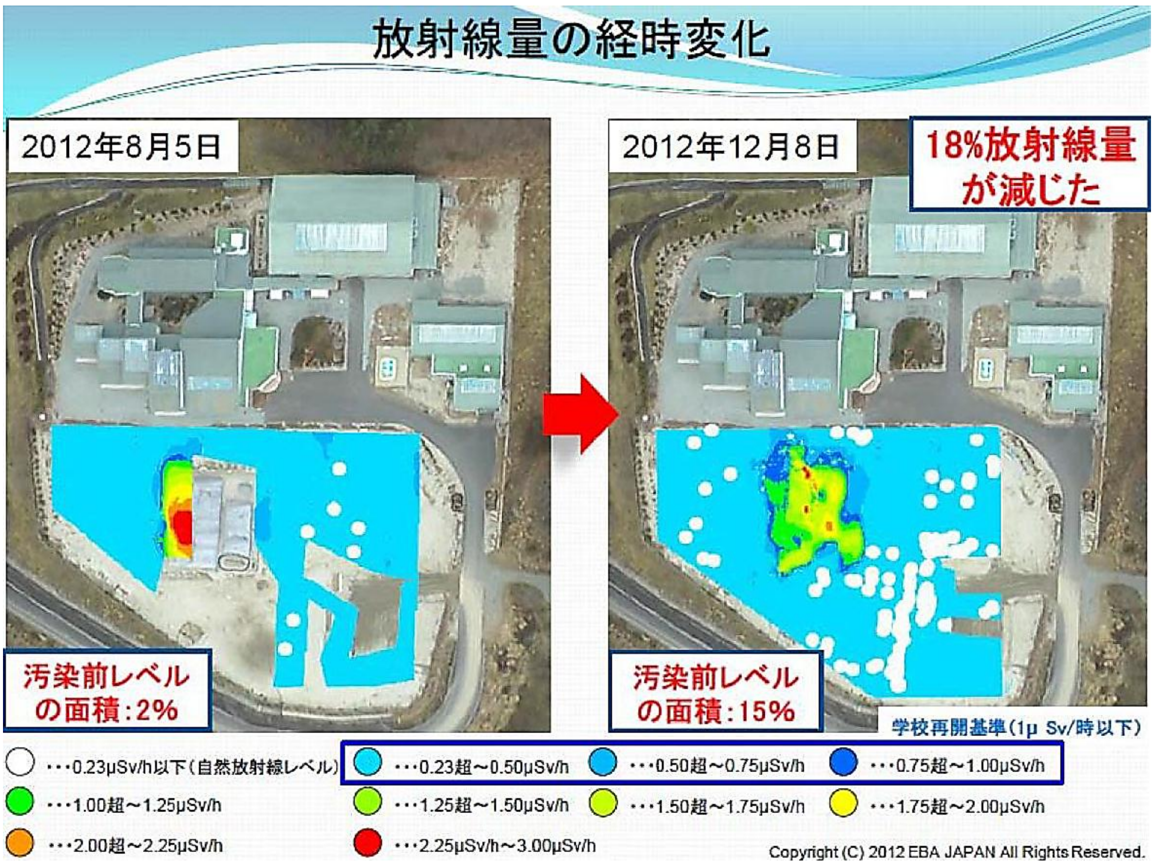
屋内および屋外の自律的飛行の研究




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
警視庁災害警備総合訓練
被災地空撮
福島県山木屋小学校での放射線量測定
産業応用型電動マルチロータヘリコプタ
Mini Surveyor
MINI SURVEYOR 06

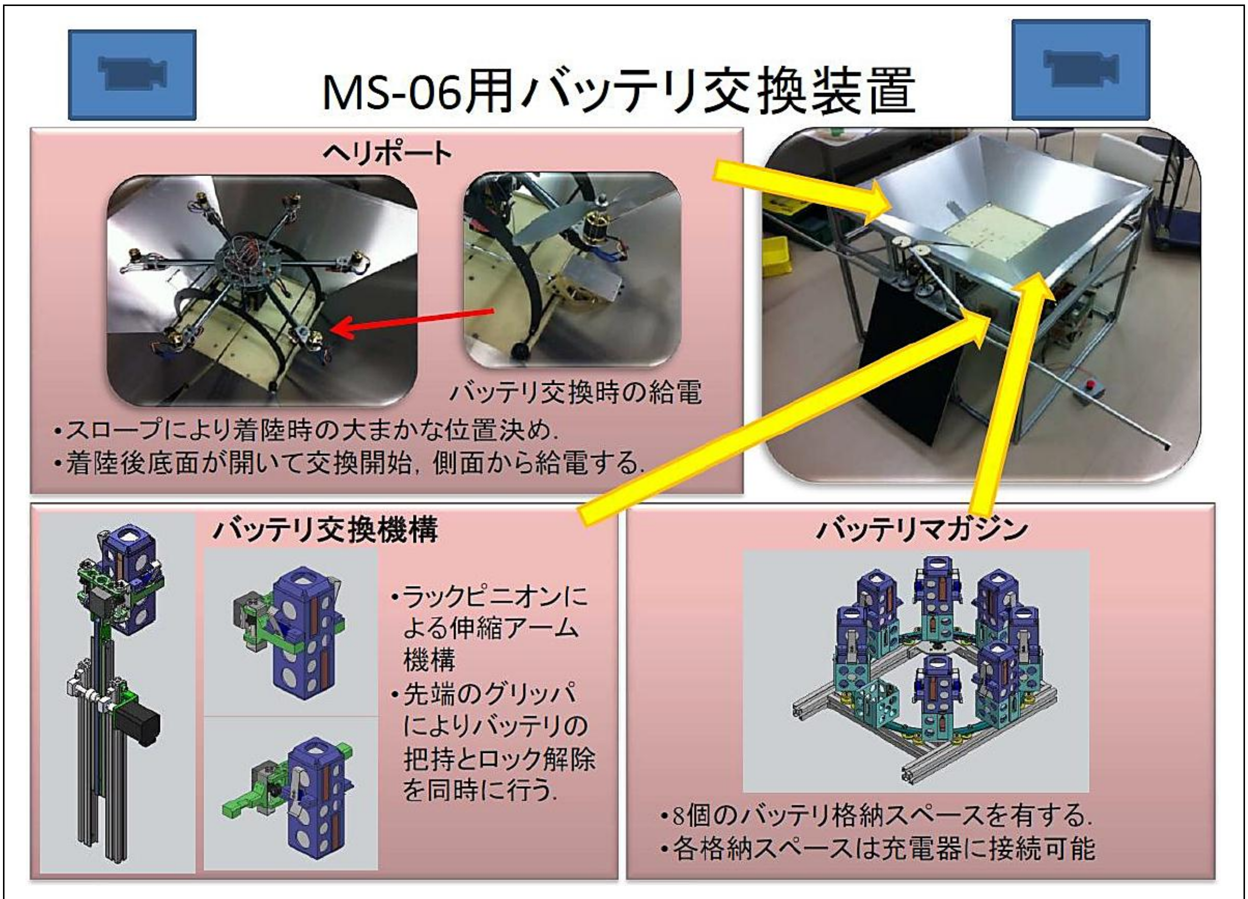

福島県川俣町山木屋小学校校庭
および周辺の放射線計測
樹林上放射線量計測
除染後残土保管場所
未計測
除染後残土保管場所
未計測
仮設建屋
0.23μSv/h 以下
0.23μSv/h 超～1.0μSv/h 以下
1.0μSv/h 超～2.5μSv/h 以下
2.5μSv/h 超～3.8μSv/h 以下
3.8μSv/h 超
自然放射線レベル
～ 避難指示解除準備区域レベル
居住制限区域及び帰還困難区域レベル
図3. ミニサーベイヤー計測による放射線分布マップ例


参考資料:文科省による航空機モニタリング結果
平均対地高度300mからの計測
→広い範囲の放射線量が平均化されている。
山木屋小学校
川俣町
高さ1mの値に換算した放射線量率
19.0 <
9.5 - 19.0
3.8 - 9.5
1.9 - 3.8
1.0 - 1.9
0.5 - 1.0
0.2 - 0.5
0.1 - 0.2
≦ 0.1
平成24年6月28日現在

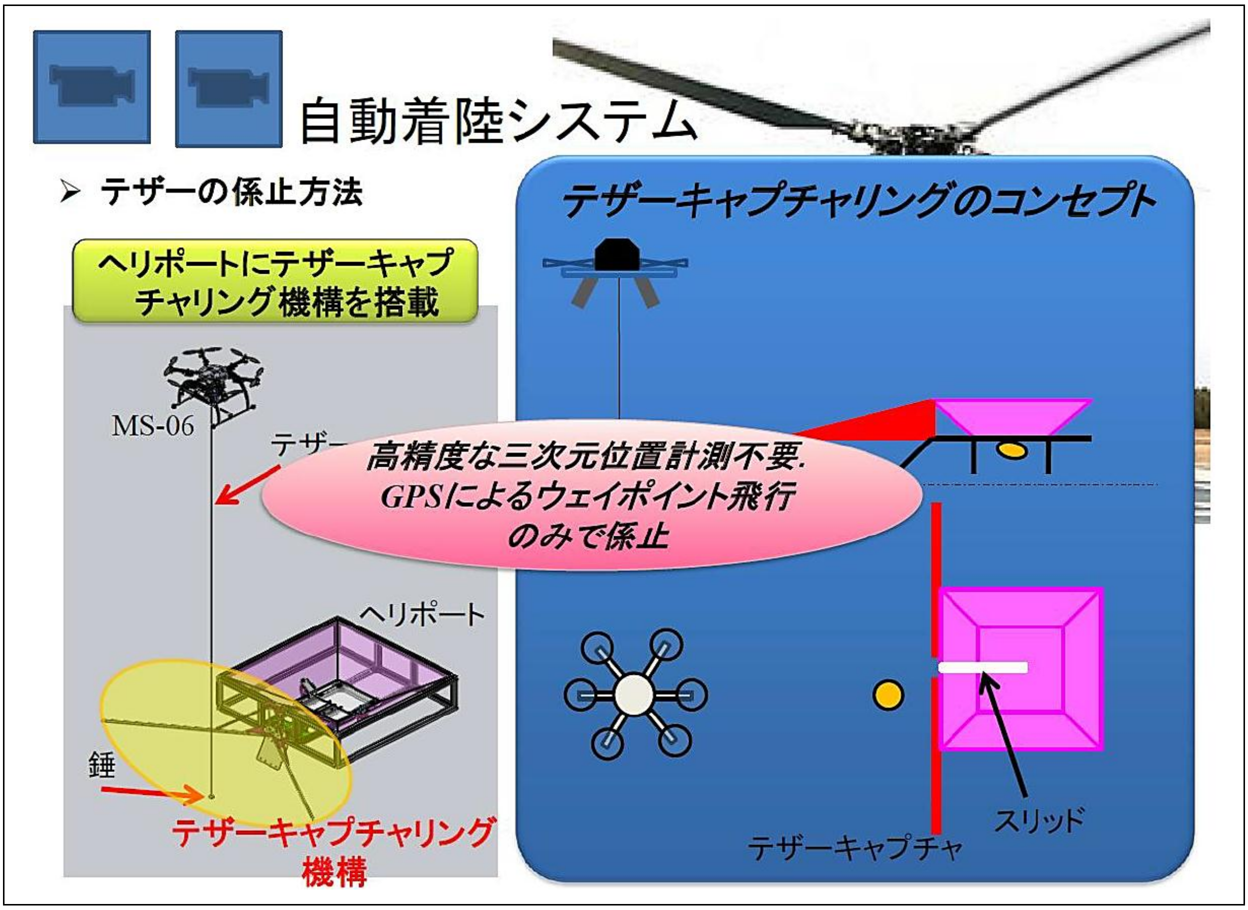

放射線量の経時変化
2012年8月5日
2012年12月8日
18%放射線量が減じた
汚染前レベルの面積:2%
汚染前レベルの面積:15%
学校再開基準(1μ Sv/時以下)
…0.23μSv/h以下(自然放射線レベル)
…0.23超~0.50μSv/h
…0.50超~0.75μSv/h
…0.75超~1.00μSv/h
…1.00超~1.25μSv/h
…1.25超~1.50μSv/h
…1.50超~1.75μSv/h
…1.75超~2.00μSv/h
…2.00超~2.25μSv/h
…2.25μSv/h~3.00μSv/h
Copyright (C) 2012 EBA JAPAN All Rights Reserved.

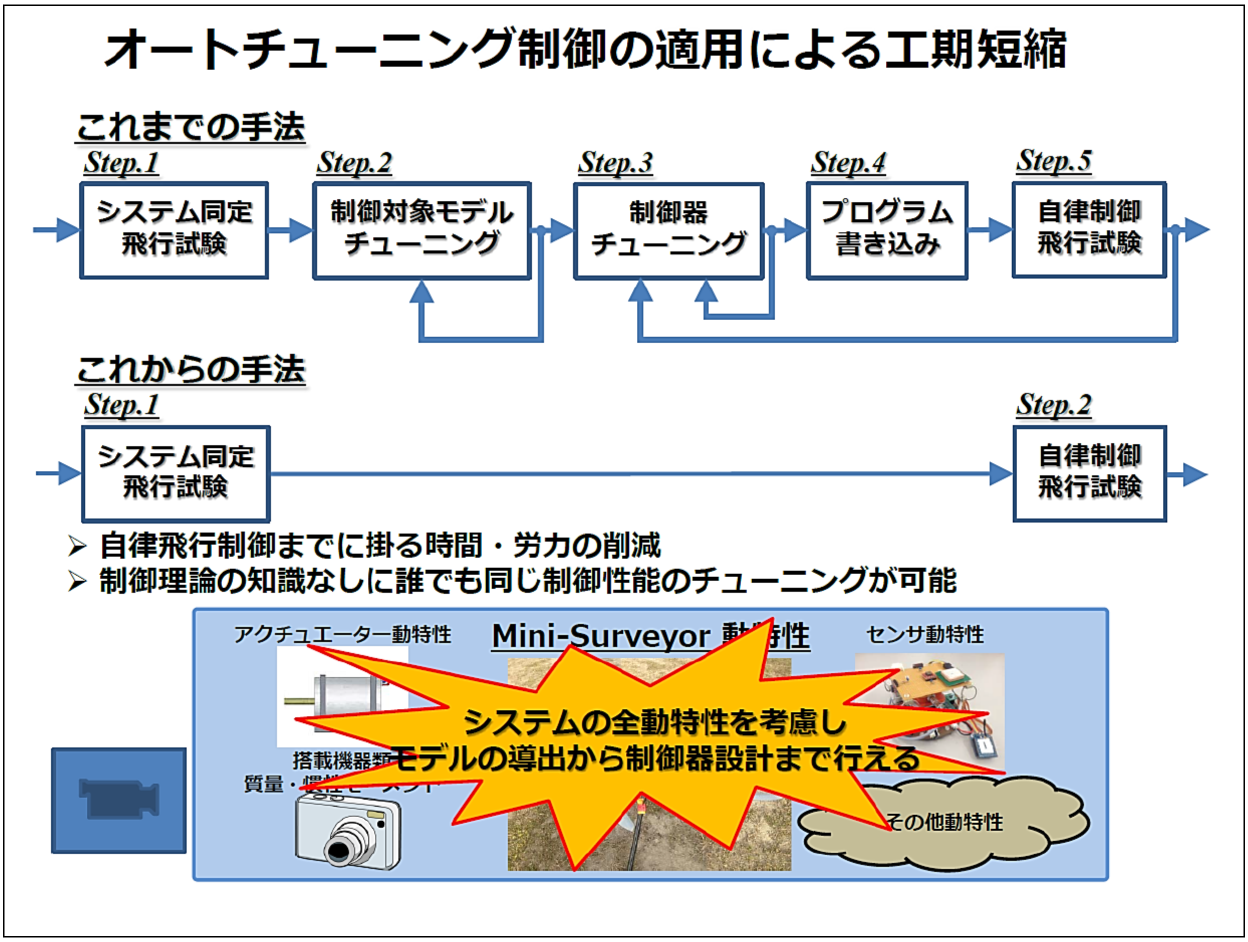
コンソーシアムの設立と役割

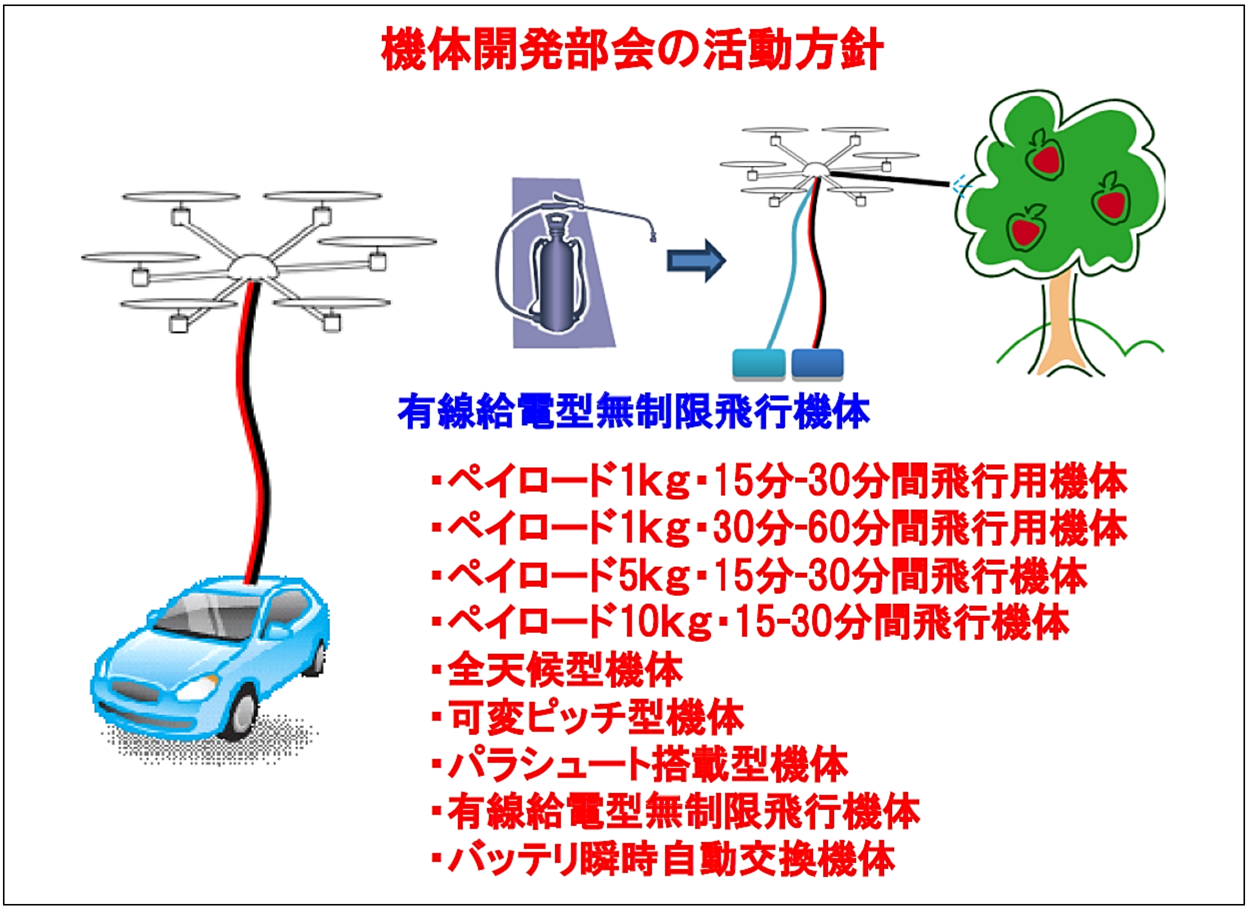
- 関心を有する企業、官公庁、大学、研究機関の産学官連携体制で実用化を図る
- 6つの専門部会と4つの地域部会によるオールジャパン体制での自律型ミニサーベイヤーの最短の実用化
- 企業、官公庁、大学、研究機関の自主性を尊重したコンソーシアムの設立
- 実用化・商品化に不可欠な信頼性、耐久性
  安全性向上の最終フェーズの実証試験
- 多数機による総飛行時間の蓄積、多様な環境での飛行経験から課題の顕在化




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交換装置
•バッテリ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
MS-06
テザー
ヘリポート
錘
テザーキャプチャリング機構
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
スリッド
テザーキャプチャ


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
Step.1
システム同定
飛行試験
Step.2
制御対象モデル
チューニング
Step.3
制御器
チューニング
Step.4
プログラム
書き込み
Step.5
自律制御
飛行試験
これからの手法
Step.1
システム同定
飛行試験
Step.2
自律制御
飛行試験
➢ 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
アクチュエーター動特性
Mini-Surveyor
センサ動特性
システムの全動特性を考慮し
モデルの導出から制御器設計まで行える
搭載機器類
その他動特性

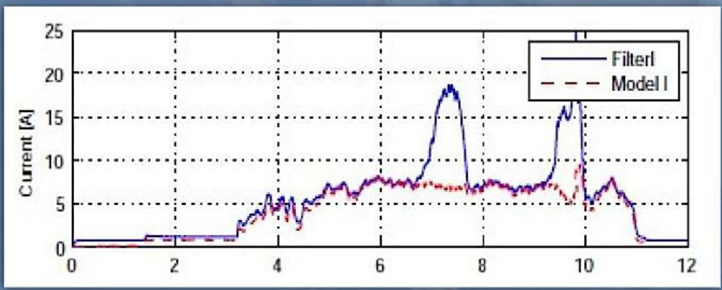

機体開発部会の活動方針
有線給電型無制限飛行機体
・ペイロード1kg・15分-30分間飛行用機体
・ペイロード1kg・30分-60分間飛行用機体
・ペイロード5kg・15分-30分間飛行機体
・ペイロード10kg・15-30分間飛行機体
・全天候型機体
・可変ピッチ型機体
・パラシュート搭載型機体
・有線給電型無制限飛行機体
・バッテリ瞬時自動交換機体


屋外実験場
岩盤・地質・化学棟
構造・振動棟
風洞棟
本館
コンクリート
建設機械棟
水理棟
音響・電波棟
環境棟
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



電流センサとフォトインタラプタを用いて機体の状態を監視し、モータなどの故障が生じた場合は制御を切り替え機体の墜落を防ぐ。

MSの動力系故障判断システムの設計と耐故障制御

機体の上部にパラシュートを搭載させることによって、飛行中の機体トラブルによる墜落を防ぐ。このパラシュートを開発中の全機体に搭載し、運用時の安全性を向上させる。

パラシュート搭載による安全性の向上

ステレオカメラによる機体の自己位置を推定、オプティカルフロー技術による速度制御によってGPS信号が得られない環境下でも自律飛行が可能となる。

オプティカルフローを用いた速度制御と自己位置推定

超小型・超軽量・超安価な姿勢センサの開発を行う。これによってペイロードの制約が厳しい超小型飛行体にも搭載が可能となる。

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

- ミニサーベイヤーコ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及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

以上

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
改正　平成 26年 5月13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）と呼称する。

(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、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（American Helicopter Society International）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って、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 PRESIDENT）	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（MENBERSHIP /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　役員の任期は、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、後任役員の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 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 役員の選出並びに解任
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 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　当規約の効力は、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	• 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	• 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	• 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	• 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	• AHSI 対応 • 海外対応 • その他
行事担当	• Heli Japan 国際会議 • IHST 参加 • その他

２０１４年度賛助会員名簿

（法人賛助会員）

№	名　称	口数	代表者・所属（役職）	連絡先
1	㈱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㈱	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 東京ヘリポート内 電話：03-3522-0647　FAX：03-3522-1853
3	エアバス・ヘリコプターズ・ジャパン㈱	5	保坂 淳一 営業企画部	〒107-6119　東京都港区六本木6-10-1 六本木ﾋﾙｽﾞ森ﾀﾜｰ19F私書箱78号 電話：03-5414-3408　FAX：03-5414-3328
4	川崎重工業㈱	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
5	静岡エアコミュータ㈱	1	三輪 德泰 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
6	㈱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
7	㈱ジーエイチクラフト	1	木村 学 代表取締社長"	〒412-0048　静岡県御殿場市板妻733 電話：0550-89-8680　FAX：0550-89-8682
8	㈱ジャムコ	1	星野 信也 ｶﾝﾊﾟﾆｰﾌﾟﾚｼﾞﾃﾞﾝﾄ 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
9	新東亜交易㈱	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1-6-1 電話：03-3286-0351　FAX：03-3213-2405
10	セントラルヘリコプターサービス㈱	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
11	㈱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
12	㈱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
13	多摩川精機販売㈱	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

№	名　称	口数	代表者・所属（役職）	連絡先
14	中菱エンジニアリング㈱	3	山﨑 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
15	テクノブレーン㈱	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
16	ナビコムアビエーション㈱	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
17	日本エアロスペース㈱	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㈹ FAX：03-5785-5964
18	㈱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
19	富士重工業㈱	5	滝川 三左男 航空宇宙カンパニー 航空機設計部部長 （ﾍﾘｺﾌﾟﾀｰ技術）	〒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
20	古河電池㈱	1	酒井 宏明 産業機器営業統括部情報通信営業部宇宙航空グループ　係長	〒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
21	古野電気㈱	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
22	ベストテック㈱	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
23	三井物産エアロスペース㈱	1	荻野 浩伸 ﾛｼﾞｽﾃｨｸｽ第一部 部長	〒105-0011　東京都港区芝公園2-4-1 芝パークビルA-12F 電話：03—3437—8761　FAX：03-3437-8775
24	三菱重工業㈱	5	田中 豊己 防衛・宇宙ドメイン 航空機事業部 ヘリコプタ技術部 部長	〒455-8515　愛知県名古屋市港区大江町10 電話：052-611-8005　FAX：052-611-6426
25	三菱プレシジョン㈱	1	平賀 好文 鎌倉事業所 ｼﾐｭﾚｰｼｮﾝｼｽﾃﾑ 第一部長	〒247-8505　神奈川県鎌倉市上町屋345 電話：0467-42-5752　FAX：
26	ヤマハ発動機㈱	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	横河電機㈱	1	新川 明義 航空宇宙･特機事業部 技術部	〒190-0153　東京都あきる野市小峰台2番地 電話：042-503-0072　FAX：042-503-0082

（個人賛助会員）

No.	氏　名	口数
1	明石　稔	1

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）	淺原　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 （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
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	鷲田　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	川崎重工業（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

JHS役職	氏　名	所　属　先
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	豐丸　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 教授

リエゾン担当

全日本航空事業連合会 ヘリコプタ部会	鷲田　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 （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
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）	鷲田　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		

JHS役職	氏　名	所　属　先
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	上村　誠	（株）ナスカ 取締役
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（広報担当）	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

２０１４年度役員名簿

JHS役職	氏　名	所　属　先
会　　長	片山　範明	川崎重工業㈱航空宇宙カンパニー 技術本部 ヘリコプタ設計部 部長
副 会 長 （兼）メンバーシップ担当	滝川　三左男	富士重工業㈱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	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 非定常空力セクションリーダ （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
常任理事（総務担当） （兼）幹事長	永山　慶一	川崎重工業㈱航空宇宙カンパニー 技術本部 ヘリコプタ設計部 計画一課 課長
常任理事（企画担当）	田中　豊己	三菱重工業㈱防衛・宇宙ドメイン 航空機事業部 ヘリコプタ技術部 部長
常任理事（編集担当）	菊地　穂高	横河電機㈱航空宇宙特機事業部防衛ビジネスセンター 担当営業部長
常任理事（広報担当）	滝川　三左男	富士重工業㈱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 非定常空力セクションリーダ （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
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	陸上自衛隊　開発実験団　団本部　評価科　先任評価幹部
理事	竹内　繁吉	エアバス・ヘリコプターズ・ジャパン㈱ 業務本部 技術部 部長代理 主席
理事	鷲田　修	朝日航洋㈱航空事業本部 整備統括部 品質保証室長
理事	富塚　昌孝	タクトワン㈱代表取締役
理事	坂本　修	ヤマハ発動機㈱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㈱航空宇宙カンパニー 航空機設計部 次長（ヘリコプター技術）
監査役	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
幹事（総務担当）	辻内　智郁	川崎重工業㈱航空宇宙カンパニー 技術本部 ヘリコプタ設計部 機体設計一課 基幹職
幹事（企画担当）	山口　学	三菱重工業㈱防衛・宇宙ドメイン 航空機事業部 ヘリコプタ技術部 計画課 主任
幹事（編集担当）	松下　博彦	㈱エアロパートナーズ 業務部 顧問

JHS役職	氏　名	所　属　先
幹事（広報担当）	山岸　保司	富士重工㈱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（国際担当）	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	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	㈱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 教授

リエゾン担当

全日本航空事業連合会 ヘリコプタ部会	鷲田　修	朝日航洋㈱航空事業本部 整備統括部 品質保証室長
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 非定常空力セクションリーダ （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
経産省（SJAC）	上村　誠	㈱ナスカ 取締役
国交省（IHST）		
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㈱運航統括部
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）	鷲田　修	朝日航洋㈱航空事業本部 整備統括部 品質保証室長
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		

JHS役職	氏　名	所　属　先
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㈱防衛・宇宙ドメイン 航空機事業部 ヘリコプタ技術部 顧問
顧　　問（編集担当）	長島　知有	防衛大学校 名誉教授
顧　　問	上村　誠	㈱ナスカ 取締役
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本部理事及びRegional Vice Presidents （兼）AHS本部技術委員	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（広報担当）	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㈱顧問
顧　　問	三宅　司朗	宇宙航空研究開発機構
顧　　問	山野　豊	エアバス・ヘリコプターズ・ジャパン㈱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
顧　　問	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

日本ヘリコプタ協会　略年表

年度	会報番号	会　長 (所属先当時)	総会/講演会	研究会　等 夏　期	 冬　期	特別講演会　等	AHS年次総会　等
1989	-	義若　基 (川崎重工)	12.15　設立総会／航空会館	—	3.16　第6回ヘリコプタ研究会 (東大先端科学技術研究センター)	3.13　Prouty 氏 (川崎重工)	義若　基 氏ー特別会員
1990	-		—	7.18　第1回定例研究会 (三菱重工小牧工場)	2.16　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 (幕張メッセ)	10. 5　Sikorsky 社長/AHS 会長 Buckley 氏 (帝国ホテル)	日本支部　会員増加数及び会員増加率 1位(42名，49%)
1991	1		5.29　川崎重工本社	7.19　第2回定例研究会 (富士重工宇都宮製作所)	2. 7　第3回定例研究会 (防衛大学校)	10.24~25　ジョージア工科大 Schrage 教授 (東京大学山上会館)	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　第4回定例研究会 (三菱重工小牧南工場)	2. 5　第5回定例研究会 (東京大学山上会館)	12. 4　米陸軍 ATCOM Carlsorn 氏 (JAXA 航空宇宙技術研究所)	—
1983	3		6.18　富士重工本社	9.10　第6回定例研究会 (川崎重工岐阜工場)	2.15　第7回定例研究会 (東京大学山上会館)	7. 6　フランス航空宇宙研究所Philippe 氏 (健保会館) 11.18　マサチューセッツ工科大Ham 教授 (防衛大学校)	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　第8回定例研究会 (陸上自衛隊霞ヶ浦駐屯地)	2.24　第9回定例研究会 (JAXA 航空宇宙技術研究所)	11. 8　メリーランド大Gessowsi 教授(三菱重工横浜) 11.11　機械学会「交通･物流から見た 将来ヘリコプタ技術」(総評会館)	—
1995	5		6.19　三菱重工本社	9.29　第10回定例研究会 (川崎重工岐阜工場)	2.23　第11回定例研究会 (防衛庁技術研究本部第3研究所)	11. 2　ベル社副社長 Gaffey 氏(三井物産ビル)	—
1996	6	長島　知有 (防衛大学校)	5.17　三菱重工名航	10.24　第12回定例研究会 (富士重工宇都宮製作所)	2.14　第13回定例研究会 (川崎重工岐阜工場)	1.20　ジョージア工科大Crawford 氏 (三菱重工本社)	—
1997	7		6. 6　住友重機追浜造船所	10.24　第14回定例研究会 (三菱電機鎌倉製作所)	1.23　第15回定例研究会 (陸上自衛隊木更津駐屯地)	—	—
1998	8	西川　渉 (地域航空総合研究所)	7. 6　ソニー	10. 2　第16回定例研究会 (富士重工宇都宮製作所)	2.19　第17回定例研究会 (朝日航洋オペレーションセンタ ／東京ヘリポート)	4.21~23　Heli Japan 1998「ヘリコプタの先進技術と防災」(岐阜県長良川国際会議場) 12.22　シコルスキー社Wang 氏 (日本大学駿河台校舎)	OHX 設計チーム(技術研究本部／川崎重工) ：Howard Hughes Award
1999	9		6.16　パイオニア	10.26　第18回定例研究会 (陸上自衛隊明野駐屯地)	3.23　第19回定例研究会 (国際航空宇宙展 TA2000 ／東京ビッグサイト)	4.16　ミル社 Rozhdestvensky 氏 (日本大学駿河台校舎)	東　昭(東大名誉教授)ー特別会員 義若　基 氏ー名誉会員 S-92 開発チーム(三菱重工) ：Robert Pinckney Award
2000	10	上村　誠 (川崎重工)	6.22　川崎重工本社	11.28　第20回定例研究会 (陸上自衛隊立川駐屯地)	2.23　第21回定例研究会 (朝日航洋、大阪航空／八尾空港)	1.23　メリーランド゛大 Schmitz 教授 (川崎重工本社)	牧野　健 氏ー特別会員 S-92 開発チーム(三菱重工) ：Agusta International Fellowship Award

年度	会報番号	会　　長 (所属先当時)	総会/講演会	研究会 夏　　季	 冬　　季	特別講演会　等	ＡＨＳ年次総会　等
2001	11	上村　誠 (日本航空宇宙工業会)	7. 4　航空宇宙技術研究所	11.29　第 22 回定例研究会 (ヤマハ発動機本社)	2.28　第 23 回定例研究会 (朝日航洋／東京ヘリポート)	1.28　米陸軍 Johnston 氏(三菱重工本社)	大林　秀彦 氏ー特別会員
2002	12	高木　淳二 (富士重工)	6.28　航空会館	―	3.13　第 24 回定例研究会(宇都宮大)	11.11 ~13　Heli Japan 2002「ヘリコプタの先進技術と救命・防災」(栃木県総合文化センター)	定岡　庄治 氏ー会長特別賞 (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　第 25 回定例研究会 (国土交通省電子航法研究所)	3.19　第 26 回定例研究会 (海上保安学校宮城分校)	―	佐藤　晃 氏ー名誉会員
2004	14	小林　孝 (三菱重工)	7. 1　三菱重工本社	12.17　第 27 回定例研究会 (防衛庁技術研究本部第 3 研究所)	2.25　第 28 回定例研究会 「ヘリコプタによる防災シンポジウム」(名古屋国際会議場)	10. 7　JA2004 ヘリコプタ・セミナー (パシフィコ横浜)	長島　知有(防大名誉教授) ー名誉会員 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　第 29 回定例研究会 (三菱重工小牧南工場)	―	8.31　ミシガン大 Friedmann 教授 (三菱重工品川本社)	―
2006	16	河内　啓二 (東京大学)	4.28　三菱重工横浜本社ビル	10. 3　第 30 回定例研究会 (JAXA 調布航空宇宙技術研究センター)	3.15　第 31 回定例研究会 (東京大学山上会館)	11. 5 ~17　Heli Japan 2006「ヘリコプタの先進技術と救命・防災」(名古屋国際会議場) 11. 3　元フランス航空宇宙研究所Philippe 氏 (JAXA 調布航空宇宙技術研究センター) 2.7　南京航空航天大教授　Pinqi Xia 氏 (東京大学本郷キャンパス工学部)	丹羽　義之 氏ー特別会員
2007	17		7.17　東京大学先端科学技術研究センター	11.20　第 32 回定例研究会 (防衛大学校図書情報館)	―	―	―
2008	18	平本　隆 (富士重工)	7. 1　東京大学山上会館	―	4.17　第 33 回定例研究会 (恵比寿スバルビル)	7.23　カナダ航空宇宙研究所 Dr.Hongyi Xu (JAXA 調布航空宇宙技術研究センター) 10. 3　ｱｸﾞｽﾀ・ｳｪｽﾄﾗﾝﾄﾞ社 Dr.James M.Wang (航空会館)	―
2009	19		8. 4　三菱重工横浜ビル	―	―	―	IHST(国際ヘリコプター安全チーム) 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 調布航空宇宙技術研究センター	9.27　第 34 回定例研究会 (東京スポーツ文化会館)	―	11. 1 ～3　Heli Japan 2010「ヘリコプタの先進技術と安全運航」(大宮ソニックシティ)	IHST 検討委員会
2011	21		6.17　JAXA 調布航空宇宙技術研究センター	10.31　第 35 回定例研究会 (三菱重工横浜本社ビル)	―	2.12 ~15　2012 1st AARF　(Busan, Korea)	AHS 事務局長 MR. R. Flater 氏　ー引退 Mike Hirschberg 氏ー就任 東　昭(東大名誉教授) ー名誉会員
2012	22	井星　正氣 (防衛大学校)	6.15　航空会館	10.18　第 36 回定例研究会 (海上自衛隊横須賀地方総監部)	3. 8　第 37 回定例研究会 (ヤマハ発動機本社)	―	―
2013	23		7.12　ヴェルクよこすか	12. 5　第 38 回定例研究会 (陸上自衛隊北宇都宮駐屯地)	―	11.26　韓国航空宇宙研究所 Dr.Ki,Hoon,Chung (JAXA 調布航空宇宙技術研究センター) -	―

＜個人会員＞

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する方および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．

本申込書を下記，事務局宛にFAX，E-mail，もしくは郵送でご送付下さい．

〒504-8710
岐阜県各務原市川崎町1番地
川崎重工業株式会社　航空宇宙カンパニー　技術本部　ヘリコプタ設計部内
日本ヘリコプタ協会　事務局　辻内智郁
TEL：058-382-5259
FAX：058-382-9265
E-Mail：jhs@khi.co.jp

賛助会員(年会費：10,000円（１口あたり））
：本協会の目的に賛同し、本教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
団体（会社）名	
氏名※ 役職	
連絡先※ 住所 TEL FAX E-mail	〒
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.

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．

本申込書を下記，事務局宛にFAX，E-mail，もしくは郵送でご送付下さい．

〒504-8710
岐阜県各務原市川崎町1番地
川崎重工業株式会社　航空宇宙カンパニー　技術本部　ヘリコプタ設計部内
日本ヘリコプタ協会　事務局　辻内智郁
TEL：058-382-5259
FAX：058-382-9265
E-Mail：jhs@khi.co.jp

＜法人会員＞

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する方及び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.

<table>
<tr><td>
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：※
</td></tr>
<tr><td>
連絡先情報
郵便番号：※
住所：※
TEL：※　　FAX：※
</td></tr>
</table>

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．

本申込書を下記，事務局宛にFAX，E-mail，もしくは郵送でご送付下さい．

〒504-8710
岐阜県各務原市川崎町1番地
川崎重工業株式会社　航空宇宙カンパニー　技術本部　ヘリコプタ設計部内
日本ヘリコプタ協会　事務局　辻内智郁
TEL：058-382-5259
FAX：058-382-9265
E-Mail：jhs@khi.co.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 E-mail	〒
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.

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．

本申込書を下記，事務局宛にFAX，E-mail，もしくは郵送でご送付下さい．

〒504-8710
岐阜県各務原市川崎町1番地
川崎重工業株式会社　航空宇宙カンパニー　技術本部　ヘリコプタ設計部内
日本ヘリコプタ協会　事務局　辻内智郁
TEL：058-382-5259
FAX：058-382-9265
E-Mail：jhs@khi.co.jp

＜AHSインターナショナル会員＞

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。

個人会員入会申込書

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

学生会員入会申込書

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

コーポレート会員入会申込書

AHS International – The Vertical Flight Society Application for Corporate Membership

Corporate Membership Classification (Please check one and enclose apprpriate dues.)

Class A Gold:	Greaer than $110 million	☐ Annual Dues $23,500	**80 Representatives**
Class A Silver:	Greater than $105 million	☐ Annual Dues $18,500	**60 Representatives**
Class A:	Greater than $100 million	☐ Annual Dues $12,500	**40 Representatives**
Class B:	$50 million to $100 million	☐ Annual Dues $ 6,250	**30 Representatives**
Class C:	$10 million to $50 million	☐ Annual Dues $ 2,950	**20 Representatives**
Class D:	$1 million to $10 million	☐ Annual Dues $ 1,250	**15 Representatives**
Class E: Consulting Firms, Government Agencies, Associations	Less than $1 million	☐ Annual Dues $ 500	**10 Representatives**

Company Name ______________________________

(Please supply information as you want it to appear in AHS published materials)

Corporate Mailing Address: ______________________________

City: ______________________________ State: ______________

Zip: ______________ Country: ______________________________

Telephone: ______________ Fax: ______________ Website: ______________

Corporate Description: Please provide a 100-300 word description of your company's principal vertical flight activities. Include general information on products, services, and senior management personnel for listing in AHS published materials. *NOTE:* You may supply company description under separate cover.

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

Sponsored By (Individual) ______________________________

Attn.: Liz Malleck, Director of Membership
AHS International
217 N. Washington St., Alexandria, VA 22314-2538

日本ヘリコプタ協会2014年度会報　第24号

Journal of the Japan Helicopter Society, Vol.24

2014年5月13日発行

日本ヘリコプタ協会(AHSインターナショナル日本支部)

〒504-8710

岐阜県各務原市川崎町１番地

川崎重工業株式会社　航空宇宙カンパニー

技術本部ヘリコプタ設計部内

日本ヘリコプタ協会 事務局

TEL　:　058-382-5259

FAX　:　058-382-9265

Email　:　jhs@khi.co.jp

ホームページ　:　http://www.helijapan.org/