JOURNAL of the
JAPAN CHAPTER of the
AMERICAN HELICOPTER SOCIETY

ヘリコプタ技術協会
会　報

1996年5月
第6号

NUMBER　6
MAY　1996

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

1. 巻頭言

ヘリコプター技術協会会長　　佐藤　晃

昨年テキサス州フォートワース市で開かれたAHS(American Helicopter Society)の総会では、多くの専門的なセッションに混じって２～３の興味深い特別講演が企画されていた。

その中で特に面白かったのはヘリコプターによる単独世界一周のスピード記録に挑戦し、新記録を作った話しだった。

世界地図と飛行ルートを機体の胴体にペイントしたベル２０６Bによって２２９時間、２３日かけた冒険飛行は、北アメリカからグリーンランドを経由してヨーロッパに渡り、シベリアを横断してアラスカから出発地のテキサスに戻る。この話しは聴衆を魅了した。

特にその綿密な計画と周到な準備は驚くばかりで、例えば冷たい海の上に非常着水した場合に備えて、機体からの脱出訓練をプールで繰り返し行うとか、シミュレーションにより限られた予備部品の最適配置を決めるとか、しかもそのようなことをチームを組んで組織的にやるのではなく、ほとんど個人のレベルでやってしまうのがすごい。

ヘリコプターに限らず飛行機を含めて飛ぶことについて多くの人が関心を持っていて、自分の楽しみとしてホームビルト機を飛ばせたり、記録に挑戦したり、またそういうことを規制したりせずに自分の責任に於て自由にやらせるという環境があるからこそ、こういった冒険を可能にし、まじめな学会も取り上げ、参加者からも喝采を浴びるのだろう。

日本では、学会はもっとまじめでアカデミックな議論をするべき場であるため、また、航空機工業の設計者や研究者もまじめで　かつ　自分に与えられた任務を全うしようと真剣でなければならないため、冒険心というか遊び心というか　そういう余裕が許容される環境がほとんど整っていない。
ここのところの違いは大きい。

こんな環境の中で、日本から人力ヘリコプターの滞空記録を塗りかえ、シコルスキー賞をもう少しで獲得しそうな人が現われたのはすばらしいことだ。

ヘリコプター技術協会の９月の研究会でも記録を作った内藤　晃氏に講演を願ったが、その独創性、冒険心に感心すると共に、よくぞこんな環境のなかから突然変異的にこんな人がでてきたものだと思はざるを得ない。

こうなれば、是非とも内藤氏にシコルスキー賞を取ってもらいたいものだ。

ヘリコプター技術協会でも　出来るだけ遊び心を忘れずにこれからの企画を考えていきたいと思う。

以　上

2. 役員

会　長	佐藤　晃	中菱エンジニアリング（株） 大江事業所 副所長
副会長　兼 メンバーシップ・ チェアマン	大林　秀彦	（株）コミュータヘリコプタ先進技術研究所 専務取締役 研究所長
副会長	河内　啓二	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
常任理事	東　　昭	東航空科学研究所 東京大学名誉教授
常任理事	河上　宣道	富士重工業（株） 宇都宮製作所 技術計画室長
常任理事	川田　忠裕	川田工業（株） 航空事業部 次長
常任理事	斉藤　光平	川崎重工業（株） 航空宇宙事業部 小型観測ヘリコプタ設計部長
常任理事	斉藤　茂	航空宇宙技術研究所 調布分室 飛行実験部 飛行試験研究室長
常任理事	長島　知有	防衛大学校 航空宇宙工学教室 教授
常任理事	西川　渉	（株）地域航空総合研究所 代表取締役社長
常任理事	牧野　健	輸送機工業（株） 取締役
常任理事	義若　基	岐阜エンジニアリング（株） ｴｸﾞｾﾞｸﾃｨﾌﾞｱﾄﾞﾊﾞｲｻﾞｰ
理事・幹事長 兼　総務担当	小林　孝	三菱重工業（株） 名古屋航空宇宙システム製作所 ヘリコプタ技術部 基礎設計課長
幹事	青山　剛史	航空宇宙技術研究所 数理解析部 応用解析研究室
幹事	伊東　裕	川崎重工業（株） 航空宇宙事業部 ヘリコプタ設計部 主査
幹事	川上　和夫	朝日航洋（株） 資材部 担当部長
幹事	佐倉　潔	三菱重工業（株） 名古屋航空宇宙システム製作所 ヘリコプタ技術部 構造装備設計課
幹事	髙木　淳二	富士重工業（株） 宇都宮製作所 第一技術部 ヘリコプタ第三課長
幹事	猫橋　敏文	海上自衛隊 第５１航空隊 企画審査隊
幹事	星野　亮	ソニートレーディングインターナショナル（株） 顧問
幹事	馬籠　洋一	（株）島津製作所 航空機器事業部 参事
幹事	松本　美之	海上自衛隊 第５１航空隊 訓練指導隊 課程教育班長

個人情報に付き【３　賛助会員名簿（法人賛助会員、個人賛助会員)】及び【４　正規会員名簿】（３頁～１６頁）は削除いたしました。

5. 会　則

ヘリコプタ技術協会規約
Japan Chapter of The American Helicopter Society
（ＡＨＳ日本支部）

第１章　総則

（名称）
第１条　本組織は『ヘリコプタ技術協会（Japan Chapter of The American Helicopter Society, ＡＨＳ日本支部）』（以下「本会」という）と呼称する。

（目的）
第２条　本会は、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、ＡＨＳの日本支部（Japan Chapter of The American Helicopter Society）として、ヘリコプタ並びに垂直離着陸飛行に関する基礎研究、試験、開発、製造、維持、運搬等、全ての分野にわたる技術研究活動の活性化、情報収集の効率化、会員相互の親睦、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　本会の管理運営機構は理事会及び幹事会とする。
理事会はＡＨＳの基本目的、本規約、並びに本会全体の運営方針に関わる事項を統括する。
幹事会は理事会で決定された方針に基づき、本会の年間事業計画を計画し遂行する。
本会の事務局は、会長に係る出身機関内におく。

第２章　会員

（会員の資格）
第４条　本会は、日本在住のＡＨＳの正会員、学生会員、法人会員、教育法人会員、並びに本会の賛助会員をもって構成する。

（会員の分類）
第５条　本会の個人会員は、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、及び賛助会員からなる。
① 正会員は、前条の資格を有するもので、本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、前条の資格を有するもので、本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 賛助会員並びに賛助法人会員は、本会の目的に賛同し本会の活動を賛助する為に、年額１口１０，０００円以上の賛助会費を納入する個人並びに法人。
④ 名誉会員は、所定の審査の結果、本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。
⑤ 一般及び教育法人会員は、前条の資格を有するもので、本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。

（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、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、理事会の承認を得なければならない。

（除名）
第７条　本会は、会員が次の各号のいずれかに該当したときは、理事会で審議のうえこれを除名することができる。
① 本会の目的に反するような行為があったとき。

② 社会的にその信用を失うような行為のあったとき。
③ その他、上の各号に相当するような行為があったとき。

（会員の権利）

第８条　会員は、会員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	（ＭＡＮＡＧＩＮＧ　ＤＩＲＥＣＴＯＲ）	若干名
理事	（ＤＩＲＥＣＴＯＲ）	若干名
幹事	（ＭＡＮＡＧＥＲ）	若干名
総務担当	（ＳＥＣＲＥＴＡＲＹ／ＴＲＥＡＳＵＲＥＲ）	１名
メンバーシップ担当	（ＭＥＭＢＥＲＳＨＩＰ　ＣＨＡＩＲＭＡＮ）	１名
幹事長	（ＰＲＯＧＲＡＭ　ＣＨＡＩＲＭＡＮ）	１名

尚、名誉顧問（ＡＤＶＩＳＥＲ　ＥＭＥＲＩＴＵＳ）を置くことができる。

（選任）

第11条　常任理事は、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、常任理事の互選による。
理事の任命並びに総務担当、メンバーシップ担当、幹事長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。
本会の役員全員は、２年毎４月末日迄に選任されなければならない。
但し、任期中に欠員を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する。

（任期）

第12条　役員の任期は、２ヵ年とする。
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　役員の職務は次のとおりとする。
① 会長は、本会を代表して、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。
③ 常任理事及び理事は、理事会を構成し、本会の運営に関わる基本的事項を決定する。
④ 総務担当常任理事／理事は、本会の運営にあたり、次の事項を担当し、会長並びに理事会を補佐する。
・総会及び理事会開催の事前通知をなし、これらの会議についての議事録を作成し保存する。
・本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、或は会長又は理事会から付託された業務を遂行する。
⑤ メンバーシップ担当常任理事／理事は、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。
又は新規入会希望者の資格、及び除名の可否を審査し理事会に報告する。

⑥　幹事長は、幹事会を主催し、本会の運営に関する会長及び理事会の決定した基本事項を具体化し遂行する。

⑦　幹事は、幹事会を構成し、本会の運営に関して、会長及び理事会を補佐し、本会の事業計画の策定と実施に当たると共に、会長及び理事会より指示された業務を行う。

（理事会）

第14条　理事会は、必要に応じ、会長がこれを招集する。

（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。

（内規）

第16条　本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、原則として毎年４月に会長が招集し、次の事項を協議するものである。

ただし、理事会が必要と認めたとき、または会員の総数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。

総会の議決は多数決による。議長は、賛否同数の場合にのみ議決に加わることができる。

（行事）

第18条　本会は、理事会の承認を得て、研究会を開催するほか、本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、毎年４月にこれを徴収する。
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　本会の会計年度は毎年４月１日から翌３月３１日までの１ヵ年とする。

（会計）

第22条　本会の会計は、総務担当常任理事／理事が担当して行う。

会計は、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日から発足するものとする。

以上

6.　１９９５年度　行事記録

6．1　総会・講演会

日　時：１９９５年６月９日（金）
場　所：愛知県西春日井郡・豊山町社会教育センター

内　容：

Ⅰ　総　会

Ⅱ　講演会

(1)　三菱RP1実験ヘリコプタについて
三菱重工業　　佐藤　晃氏

(2)　産業用無人ヘリコプタの市場現況と機体構造，制御システム概要
ヤマハ発動機　　杉本　誠氏

Ⅲ　見学会
三菱重工業（株）　名古屋航空宇宙システム製作所・小牧南工場

Ⅳ　懇親会

6．1．1　実験ヘリ　ＲＰ－１の開発について

中菱エンジニアリング㈱　佐藤　晃

RAPID PROTOTYPE DEVELOPMENT OF MITSUBISHI CIVIL HELICOPTER RP1

Akira Sato
Churyo Engineering Co., Ltd.

Abstract :
For wider acceptance of helicopters in the civil aviation market, the weak points of helicopters such as noise, uncomfortableness, unsafety, and expensiveness must be improved.
Mitsubishi has developed a proof-of-concept prototype helicopter incorporating improved features overcoming the weak points.
Engines were also newly developed by Mitsubishi.
The development schedule span and cost were extensively reduced by utilizing the rapid prototype method of Skunk Works, and the first flight was made 21 months after the program go-ahead.
The flight tests have revealed that the devices for noise and vibration reduction work well and good results seem to have been obtained.

1. まえがき

三菱重工業㈱では，４０年以上にわたるヘリコプタの製造，販売の経験を通じて，ヘリコプタが民間で受け入れられるためには，ヘリコプタの持つ４つの弱点を改善しなければならないということを強く認識するようになった。

ヘリコプタの持つ４つの弱点とは，ヘリコプタはうるさい，ヘリコプタはあぶない，ヘリコプタは乗り心地が悪い，ヘリコプタは高価である，ということである。

これらの弱点を技術的に改善するための研究を社内で独自に進めてきた結果，実機に適用できる見通しが得られるに至った。

一方，三菱重工業㈱はヘリコプタ固有の要素技術についても研究を進め，ロータ・システム，トランスミッション，エンジンなどのコンポーネント試作を通じて独自の技術を確立してきた。

次のステップとして，これらの要素技術を集大成し，実験的な機体を作ることに挑戦することとした。

2. 開発の方針と目標

ＲＰ１を開発するに当り，我々が定めた方針と目標は次のとおり。

(1) 機体とエンジンを同時に開発する。
(2) Ｇ／Ａから２年以内に初飛行させ，３年以内に飛行試験で所要のデータを取得する。
(3) 飛行許可は航空法第１１条ただし書きの特別飛行許可による。
(4) 作る機体は一機のみ。従って，治具は原則として作らず手作り工法で開発費の低コスト化を図る。
(5) コンポーネントについては，重点的に開発する部分とそうでない部分に分け，重点的に開発する部分は全く新しく独自技術で開発するが，そうでない部分は他機部品の

流用等により開発期間と開発コストを節約する。

(6) 重点的に開発するコンポーネントは，主ロータ・システム（ブレード，ロータ・ヘッド），主ギヤ・ボックス，操縦系統（ＡＳＥを含む），エンジン，吸振装置等である。

(7) それ以外のコンポーネントとしては，脚，燃料系統，油圧系統，電気系統，テイル・ロータ・システム等である。

又，機能・性能の目標としては

(8) ICAO Standardの同クラスヘリより機外騒音を５dB（ＥＰＮ）以上静かにする。

(9) キャビンの振動レベルを±０.０５ｇ以内に下げる。

(10) キャビン内の騒音レベルを中で会話が楽にできる程度に下げる。

(11) Low CostのＡＦＣＳ（ＡＳＥ）と衝突防止装置を開発する。

3. ＲＰ１の機体概要

このような方針・目標を満たすべく設計・製作された機体の概要は次のとおり。

(1) 諸元等（図１参照）

(2) 特徴

ａ．静かなヘリコプタ（図２参照）

機体とエンジンの同時開発により，飛行中にロータの回転数を変えることができるよう設計。市街地上空又は離発着時にはロータの回転数を８５％N_Rに下げる。これをLow Noise Modeと言っている。ただし，ロータの回転数を下げると飛行速度などの性能に制限が生じるため，機外音を余り気にしなくてよい高空や郊外，海上などではロータの回転数を１００％N_Rに戻して飛行する。これをHigh Speed Modeと言う。回転数の切り換えはパイロットのスイッチ操作でエンジンＦＡＤＥＣの速度設定を変える。

ｂ．優れた乗り心地

振動低減

キャビン全体を機体構造からアイソレートした構造とし，その間を６本の制振アクチュエータで支持する。制振アクチュエータはPassive-Active式となっており，ロータのPassage-Frequencyはコイル・バネによるPassive制振で，又低周波の振動やコイル・バネにより生じる共振は油圧アクチュエータによるActive制振でそれぞれ吸振する方式である。

キャビン内の騒音低減

ヘリコプタの機内騒音は，エンジン音，ギヤ音などの高周波音とロータ音などの低周波音に分けることができる。ＲＰ１では，それぞれの音を異なった手法で低減させることを考えた。すなわち，高周波音はフローティング式キャビン構造によりギヤ・ボックスからフレームなどを伝わってくる固体伝導をシャッタアウトし，エンジンなどの音は防音材で遮断する。低周波音は，ロータ音などの逆位相音を作りアクティブに消音する。このためにマイクロフォン４個，制御音源であるスピーカを４個及びコントローラ（制御器）を搭載する。その概要を図３に示す。

ｃ．安価な自動操縦装置（ＡＦＣＳ）と衝突防止装置の開発

安価な装置を作るためには，開発費の低減と標準化された安い部品を使用することである。ＡＦＣＳを例にとると，開発期間を短縮し，開発費を低く押えるために，既存のソフトウェア，ハードウェアを思い切って極限まで利用することにより，制御則の作成を省力化し早く安くかつ制御則の変更にもフレキシブルに対応できる方法を試行することとした。

4. エンジンの概要

三菱重工業㈱ではそれまでの自主開発エンジン及び国内／国際共同開発エンジンの技術を基に1985年ごろから小型ヘリコプタ用ガスタービンエンジンの試作を社内の研究開発として行って来た。それがＲＰ１に搭載しているＭＧ－５エンジンである。このエンジンは出力８００馬力級のエンジンで，構造としては最もシンプルな構成，すなわち，圧縮機は遠心式の１段，圧縮機を駆動する高圧タービンも１段，そして負荷をとり出す出力タービンも１段となっている。本エンジンは燃料制

御システムとしてＦＡＤＥＣをもつ。

5. 開発試験

開発試験については，約２００時間程度の飛行試験を行うのに必要十分な項目にしぼり込む努力を行った。又，飛行試験も雨天・荒天・夜間などは行わず，極端に暑い時及び寒い時には飛ばないという条件をつけることにより耐久性，耐環境性などの試験を省略することで航空局とも調整を行った。

6. 開発日程

開発は，1992年７月末にＧ／Ａし，約１年で大物部品の製作・組立を行い，引きつづき開発試験を実施。Ｇ／Ａから約２１ヶ月でテザード・ホバー試験を実施。また，約２５ヶ月で飛行試験を開始することができた。

7. 開発試験の結果概要

(1) 基本性能

前進飛行（～１３０KTS)，横進／後進飛行（～２０KTS)，上昇，降下，旋回，引き起し等の基本的な性能を確認した。大体予想通りの成果が得られている。

(2) 機外騒音

ロータ回転数の低減は機体騒音には非常に効果的であることが分かった。１００％N_Rから８５％N_Rに回転数を下げると機外騒音で約５dB（Ａ）下がる。

(3) キャビン振動レベル

キャビン振動レベルを目標値以内に収めることにつき，一部の飛行条件では未だ達成できていない。引き続き，現在改善の努力が払われているところである。

(4) キャビン騒音レベル

主構造に直結していないフローティング・キャビン構造は，機内の静粛化には極めて効果的である。特にギヤのかみ合いを源とする１～２kHzの主たる騒音は，この分離された構造によりほとんど伝達されないため，防音のための内装は必要ないか取付けたとしても極めて簡単なもので済むことが実証できた。ＡＮＣ（Action Noise Control)も２５０Hz以下の周波数で効果が有る。

8. まとめ（Conclusions）

(1) Rapid Prototypingの手法により，ほぼ目標どおりProgram Ｇ／Ａから２年以内に初飛行を成功させることができた。

(2) また，機体とエンジンを同時に開発し，その開発費用を最小限に押さえることができた。

(3) ロータ・システム，トランスミッション操縦系統，エンジンなどのヘリコプタ固有，のコンポーネントが機体に組み込んだ状態でも大きな問題なく機能することが確認できた。

(4) うるさい，あぶない，乗り心地が悪い，値段が高いというヘリコプタの弱点を改善するためのConceptsがＲＰ１の飛行試験等を通じて一部はすでに実証され，一部は現在も実施中の試験を通じて実証されつつある。

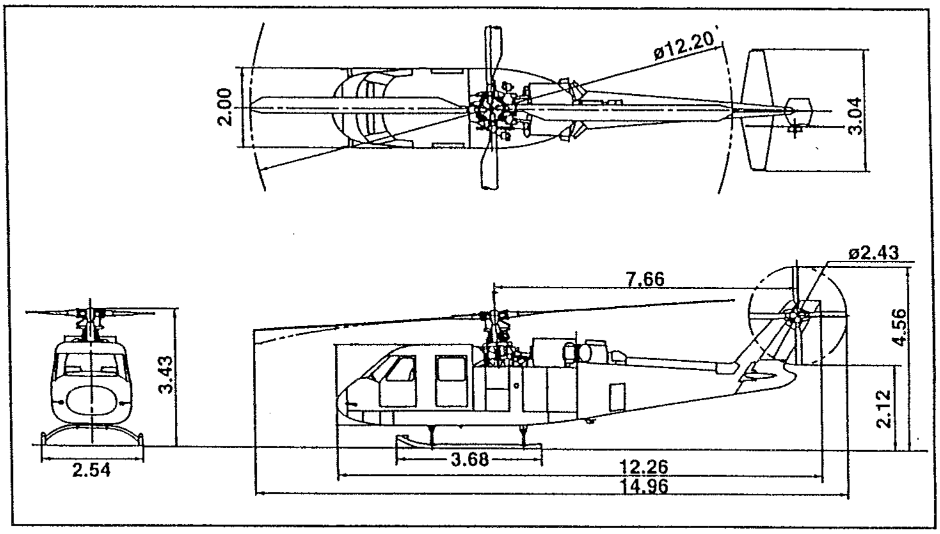


Fig 1 Three View Plan

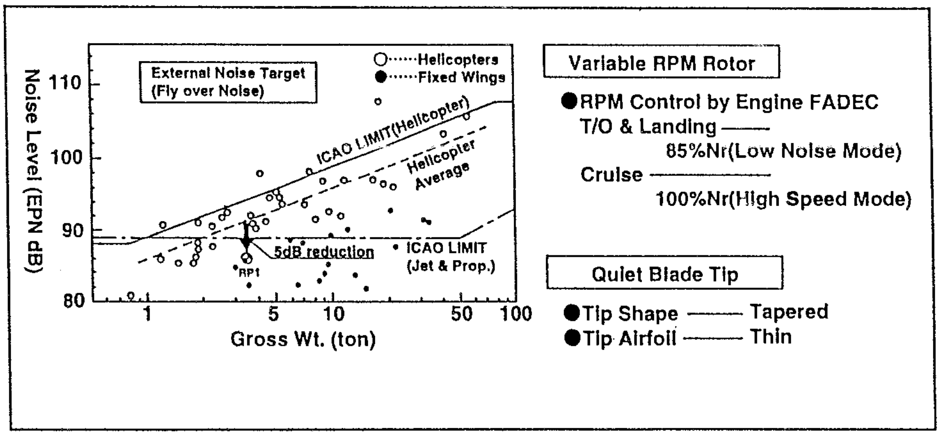


Fig 2 Reduction of External Noise

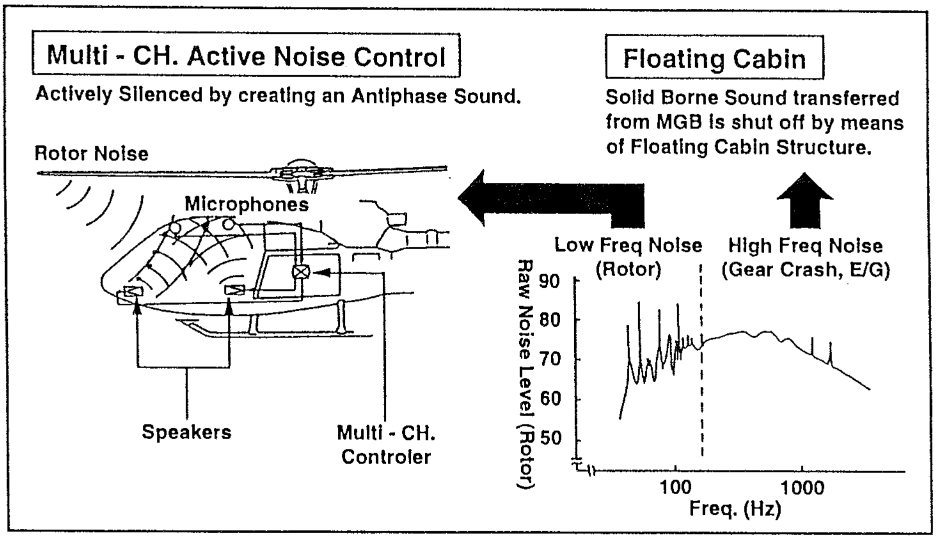


Fig 3 Reduction of Internal Noise

６．１．２　産業用無人ヘリコプタの市場現況と機体構造、制御システム概要

ヤマハ発動機株式会社　スカイ事業部　杉本誠

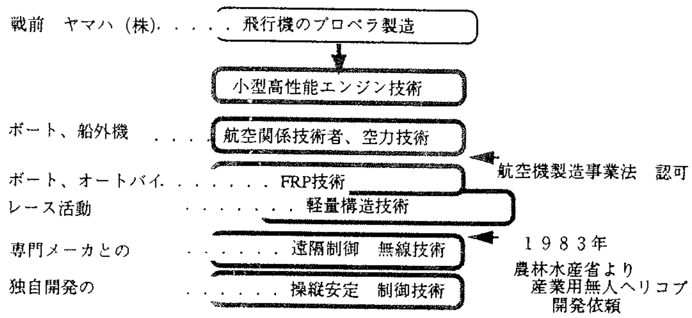
１　まえがき

産業用無人ヘリコプタをヤマハ発動機が本格販売開始して４年あまりになります．現在、農業に於いての農薬散布作業を主に延べ約５００機を市場で活用いただいておりますが、その現況、機体の特徴等につき述べさせていただきます．

２　何故にヤマハが．．．

図１の様に我が社では、プロペラの製造に始まり小型高性能エンジン、FRP技術、軽量構造技術、や各種レース活動、マリン事業を通じて多くの航空関係技術者がおりまして、農林水産省の開発委託（１９８３～）を契機に本事業を開始いたしました．

図１ ―ヤマハ発動機と無人ヘリ―



３　ヤマハR５０の普及状況

図２の様に’９４年４００機、’９５年は約５００機と散布面積の拡大と共に順調に市場は伸びております．また、操縦オペレータは専用の無人ヘリ教習施設　”スカイテックアカデミー”により全国で延べ２５００人以上が育成されております．参考に図３に無人ヘリによる水稲防除散布の方法を示します．図４には　”何故無人ヘリが受けているのか”　示しますが、この中でもポータブル性、適時性に加え農家の若い方にとって面白い、カッコイイ！点が普及に少なからぬ効果を発揮していることを述べておきます．

以上の状況ですが水稲作付け面積の数パーセントしか無人ヘリ散布を行っておらずまだまだ、努力をハード、ソフト両面からせねばなりません．

図２－ヤマハ　R５０”の普及状況－

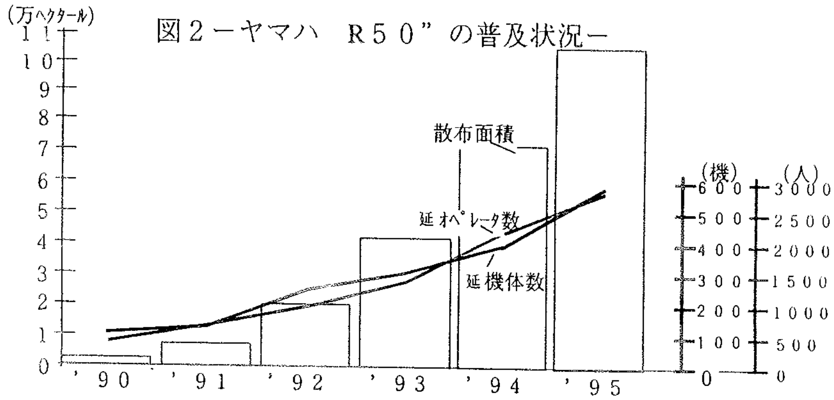
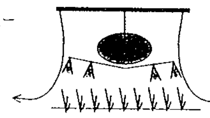


図３ ―無人ヘリによる水稲防除散布とは．．―

－公的位置付け－
農林水産省
社団法人　農林水産航空協会 ⟶ 有人ヘリの補完散布

－原理－



ダウンウオッシュで株元、葉裏に拡散、均一散布できる
↓
農薬１ﾘｯﾀｰ ＋ 水７ﾘｯﾀｰで　１ﾍｸﾀｰﾙ散布する
（ヘクタール当たり８リッター）

－飛行基準－

飛行速度	１０～２０km／Hr
飛行高度	３～４ｍ
飛行間隔	５ｍ
風速	３ｍ／s以下

－散布飛行実力－
４～５ﾍｸﾀｰﾙ／１Hr

－飛行方法－

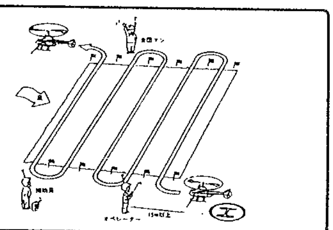


図４ ―無人ヘリ散布のメリット―

１．ポータブル性．．狭い範囲や傾斜園地でも、人手や軽トラックで運搬でき キメ細かい散布ができる
２．少量散布．．．．地上散布等に比し能率高く、省力化に貢献する
３．適時性．．．．．梅雨時等、雨の合間にも適時防除が可能である
４．安全性．．．．．散布点から離れて運用するため薬剤を被爆することがなく、作業者の安全性が高い
５．農業活性化．．．後継者育成、地域の活性化に役立っている

４　機体仕様と構造

仕様については紙面の制約上カタログ等で把握いただきますが、田んぼ道での作業の為、軽トラッに積めしかも２人ほどで運べる重量、サイズが絶対必要でペーロードについては、夏場の地面照り返しのある非常に蒸し暑い（３５～４０℃、湿度８０％）なかでも安定していることが要求されます．

また、メインローターについては低コストで製造するための型、治具の工夫はもちろん墜落事には重く大きな塊で飛散しないための工夫等も鉄柱衝突テスト等通じ独自に行っております．

５　操縦支援装置

普及の為には、絶対人身事故等を起こさずに、飛ばせるオペレータを増やすこと．其のためには、飛ばしやすいハード（機体）を低価格で提供すること．が技術陣の命題でヘリ本体の開発と同時に、操縦支援制御システムの開発も行っておりました．図５の様に人が乗っていないメリットを生かし？かなり無茶な機構も実際に商品化まで行いながら今日に至っております．

図６のYSCは広場では離着陸含めとても楽に操縦できるのですが現場は電柱、木立等多く決して実用的とは、言えませんでした．

図７のYOSSはレーザーを使った高度計を用い凸凹な圃場でも一定高度を自動維持して飛行できる制御ソフトを備え技術的には、優れたものですが、操縦を楽にする物としては、もう一歩市場ニーズを満たしきれません．

現在は、図８のYACSが市場で非常に好評で事実、従来の１／３の操縦練習で飛ばせる様になりました．これは、専用に開発した光ファイバージャイロ（必要かつ十分な精度で低コスト化）を３個用いた４軸姿勢安定化制御で風等外乱で動きにくく、人間の操縦意思では思い道理動く”モデルフォローイング制御を行っております．図９

図１０にコレクティブ角操舵量の制御有無比較データを示しますが全操舵周波数域で１／１．７の必要操舵量になっているのが解ります．

図５ ― 操縦支援装置の開発 ―

YSC（ヤマハ　セーフテイー　コントロール）．．．１９８８年生産
―ヒモによる地上とヘリの連結―

狙い：万一の電波ノーコンでも遠方に飛んで行かない
：操縦が容易

YOSS（ヤマハ　オペレータ　サポート　システム）．．．１９９２年生産
―レーザー高度センサーによる自動高度制御―

狙い：一定高度以上には、絶対上がらない／落ちない
：高度コントロールから解放／前後、左右のみの操縦

YACS（ヤマハ　アテイテュード　コントロール　システム）．．．１９９５年生産
―光ファイバージャイロによるサイクリック＆ヨー軸の安定増大―

狙い：安定性増大による操縦の容易化
：事故時のデータレコーダ機能の追加

図６ ― ＹＳＣ（ひもコン） ―

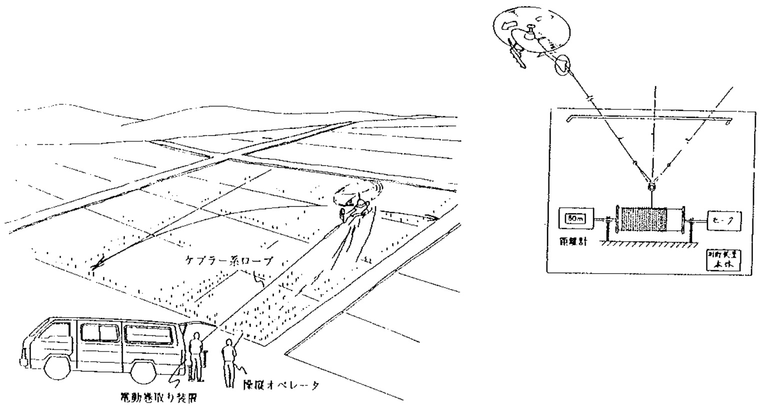


図７ ― ＹＯＳＳ（高さ制御） ―

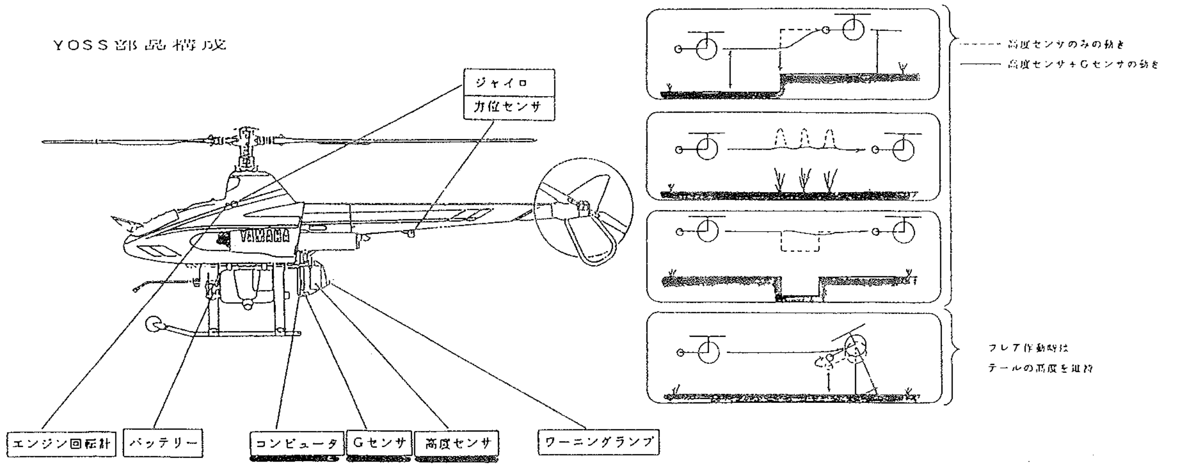
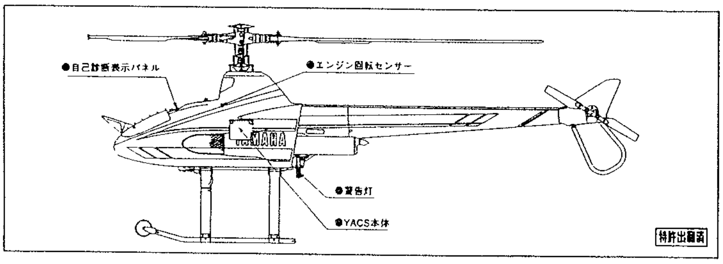


図８ ― ＹＡＣＳ（３軸ジャイロ） ―



仕様諸元

装置重量	2kgf
電源電圧	7．2v
消費電力	約3w
制御対象	4軸
センサー	光ファイバージャイロ3個 加速度センサ3個
基本システム	ストラップダウン
自己診断装置	あり／フライトレコーダ付

図９ ― モデルフォローイング制御 ―

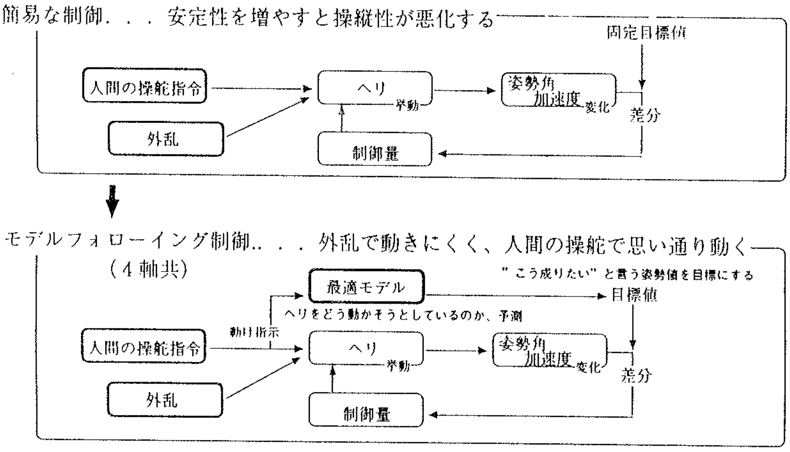
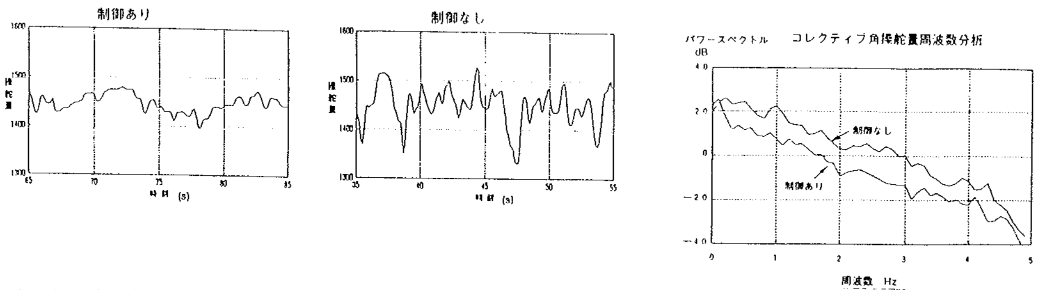


図１０ ― コレクティブピッチ方向操舵量、比較 ―



６　今後の方向（むすび）

公的には浮遊物ジャンルでありますが、そのメリットを生かしつつも人身事故ゼロの継続努力を第一に押進めながらも、道具としてさらに使いやすく、荒い取扱にも耐え、万一の墜落でも半日以下で直せ稼働計画に支障をきたさない整備性の良さ等追及して行く必要があります.

一方で次世代の用途、飛行制御システムの研究も平行して進めており市場のニーズに早くお答えしなくては．．．と思っております.

今回の講演は、技術よりも新規事業の現況報告となりましたが、航空機メーカーとは、少し違う、ものの見方辺りがご参考になれば幸いです.

最後になってしまいましたが、ここまでの無人ヘリ事業普及への関係各所の皆様の御努力、御協力に本当に感謝いたすと同時に今後も皆様と一緒になって、より市場に喜ばれる物を生みだして行ければと強く願ってております.

6．2　第１０回（夏期定例）研究会

日　時：１９９５年9月２９日（金）
場　所：川崎重工業（株）・岐阜工場

内　容：

Ⅰ　講演会

(1)　人力ヘリコプタについて

前・日大講師　　内藤　晃氏

(2)　無人ヘリコプタの誘導飛行

東京工業大学　　菅野道夫氏

(3)　阪神淡路大震災におけるヘリコプタ部隊の活動と教訓

陸上幕僚監部　　山根峯治氏

Ⅱ　見学会

川崎重工業（株）・岐阜工場

Ⅲ　懇親会

6．2．1　人力ヘリコプタについて

内藤　晃

1．はじめに

人類は太古より自らの力で鳥のように空を舞うことを夢見てきた。　水平方向に飛ぶ夢は人力飛行機となり、わが国では毎夏琵琶湖で行われる鳥人間大会でその夢を満して呉れる。　海外では人力飛行機で１００ｋｍ以上の飛行も行われた。　しかし人力により垂直に浮き上る人力ヘリコプタ（以下略して人力ヘリと云う）は500年前にレオナルドダビンチがそのスケッチを残してより多くの人々により試みられたが成功しなかった。

１９８０年にアメリカヘリコプタ協会（ＡＨＳ）が人力ヘリ育成のためシコルスキー賞を設定した。この賞は　(1) １分間浮上する。
(2) その間３ｍ の高度迄上昇する。
(3) またその間１０ｍ×１０ｍの枠内に留る。
を規定している。　これらの條件を満した人力ヘリに賞金として2万＄が授与される。

この賞の設定によりこれまで航空工学に疎いアマチュアが製作し失敗してきた人力ヘリに航空の専門家が参加することになる。　現在わが国で３機、アメリカでは１０機以上の人力ヘリが研究されている。

航空の世界では昔から激しい先陣争いがあった。　誰が先に飛んだかは言い換えれば誰がヒストリーに名を残すかということである。　ライト兄弟しかり、リンドバーグしかり、何れも航空の歴史に輝かしい名前を残している。　航空界におけるこのような激しい先陣争いは単に個人的野望や世間一般の興味をそそるだけでなく、その記録達成のために研究や技術の進歩を促すものでこれらの裏打ちがあって今日の輝かしい航空宇宙の発展がある訳である。

人力ヘリについても人類初浮上のヒストリーを賭けて日米で激しい先陣争いが行われた。　アメリカ機の代表はカリフォルニア州立ポリテクニク大学のダビンチⅢ号で指導教授パタソンはヘリコプタのパイロットであるがその下に天才的デザイン能力を持つニールサイキという学生がおりまたＮＡＳＡのヘリコプタ部門も参加している。　一方わが国の代表は日本大学（以下略して日大と云う）で長年人力飛行機で培われた伝統の技術と筆者の研究テーマであるフライングプラットフォームを組合せて人力ヘリを開発すべく１９８４年スタートした。　日大では１９８９年までに４機の人力ヘリを製作したがうまく飛ばすことができなかった。

１９８９年１０月米機ダビンチⅢ号浮上のニュースが世界を駆け廻った。　筆者らは人力ヘリもまたアメリカにしてやらてたかと大変なショックを受けたが其後の調査でダビンチⅢ号は地面から離れることは出来たが非常に不安定でとても飛べるような代物ないことが分った。

2．ＹＵＲＩ　Ｉ号の開発

人力ヘリは未だ揺籃期にあり、どのような形態が良いか分らない。　筆者はこのため１９８９年より１／２０模型により既存の人力ヘリの性能比較試験を行い併せて新しい形の人力ヘリの模索を行った。（図１）　図中模型効率をＴ／Ｐ（Ｎ／Ｗ）としているがＴは実験模型の浮力、Ｐはロータ回転に要したパワーである。　実機と模型ではレイノルズ数が大きく違うので、この結果を直接実機に敷衍することは出来ないが、何ような形の機体が良いかの判定は出来た。　すなわち４ロータ型の人力ヘリが極めて高い性能であることが分り、これをＹＵＲＩ　Ｉ号と命名し、単独で製作を開始する。　”単独で”とは筆者が停年（７０才）となり日大を去ったので筆者一人で設計製作を行ったということである。

ＹＵＲＩ　Ｉ号は直径１０ｍのロータ4個を長大なる十字形フレームで連結し中心部にパイロットが搭乗するようになっている。（図２）　ロータの駆動はロータ軸に巻かれたロープをパイロット席の

ドラムに巻取ることにより行われる。　機体寸法は２０．１ｍ×２０．１ｍ×２．１ｍ、空重量３８．０ｋｇｆ、浮上重量８８．０ｋｇｆ、浮上必要パワーは０．５HP（４００W）である。　これは同じ大きさのヘリコプタの重量の１／１００、パワーで１／１０００である。

ＹＵＲＩ Ｉ号は予想通り高性能且つ安定で１９９３年１２月５日６秒間の人類初の完全浮上を達成し、更に１９９４年3月7日１９．４６秒の公式飛行を、同年8月２５日シアトル市で宿敵の見守る中２４．０秒の完全浮上を行った。

３．技術上の問題点

はじめにシコルスキー賞が設定され航空関係者が参加するようになったと述べたが人力ヘリに関しては現代の航空工学は殆んど白紙に近い。　未だどんな形態の人力ヘリが良いかすら分らない。　目下４ロータ型が最高の性能を示しているが今后全く異った形のものが出現する可能性がある。

ロータについてもヘリコプタロータの地面近くの流れの解析や実験はあるが人力ヘリではソリディティσが異るばかりか地面に極端に近い所で飛ぶのでそれらは殆んど参考にならない。　人力ヘリロータの研究は目下日大理工学部航空宇宙工学科の川島、本橋、安部の３研究室で進められているので更に優れたロータが現れると思う。

空気力学的問題の他に超軽量構造物の研究も必要である。　この場合模型と実機の相似性が明確でない。　ＹＵＲＩ Ｉ号ではロータ4個を連結する長大なフレームが何ｋｇｆで出来るかの見透しが必要であった。　４ロータ型人力ヘリが空気力学的に優れていることはアメリカ　イリノイ大グループも知っていたが長大フレームの重量推測を誤りこれを断念している。

筆者はフレーム部材の挫屈の方程式より相似則を求め、これを用いて長大フレームの１／５模型を製作し実機の強度と重量の予測を行った。　この予測は後日正しいことが実機で証明された。
１４ｍ＋１４ｍの十字形フレームの重量は１２ｋｇｆである。　実機フレームの強度解析はその後川島孝幸助教授により行われ更にその性能も向上している。

空気力学的問題、構造上の問題の他に人力ヘリの重要な問題はパイロット脚力の均平化である。
筆者の実験によれば脚力の均平化が行われない場合は必要パワーは均平パワーの２６５％となるばかりでなく脈動する入力により駆動系は言うに及ばずロータブレードやフレーム迄短時間で破壊される。

筆者らは１０年間考えうるありとあらゆるメカニズムを試作してきたが最終的には楕円形巻取ドラムとフライホイールの組合せに到達した。　これから人力ヘリに挑戦しようとする人にはこのことを決して忘れないよう忠告したい。

このように新しい分野を拓こうとすると分らないことばかりである。　人によってはこのような問題を総て研究し尽くしてから機体を作るべきだというが、一つの目的に到達するには色々なやり方がある。　筆者は先づやって、そして問題にぶつかったらそこを研究するという方法で切り拓いてきた。

４．おわりに

今後人力ヘリがシコルスキー賞を獲得するためには３ｍ迄上昇せねばならないし、その間機体姿勢をコントロール出来ることが必要である。　筆者は日大と共同でこのようなことの可能な機体を模索中である。

わが国は人力ヘリに関しては世界のトップレベルにあるが、世界にはこれを試みている多くの人々がおり何時どんな形で日本を破るか分らない。　瞬時も油断出来ないのがこの分野であり、またこれが素晴しい魅力となっている。　若い人々の参加を切望する次第です。

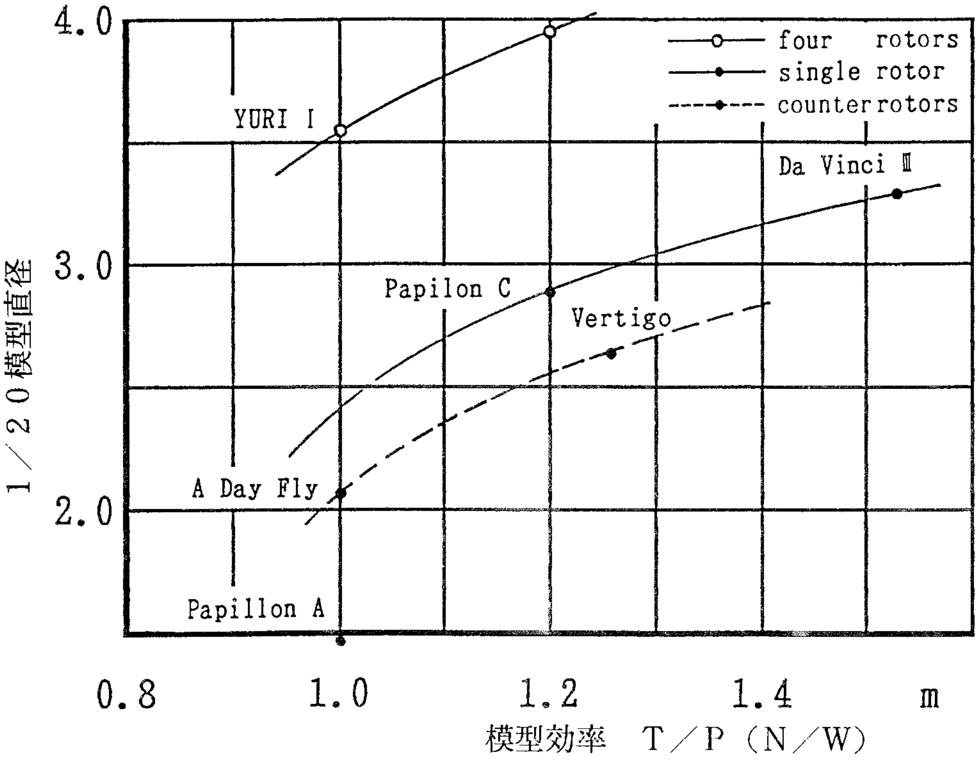


図1.　1／20模型による各種人力ヘリコプタ比較

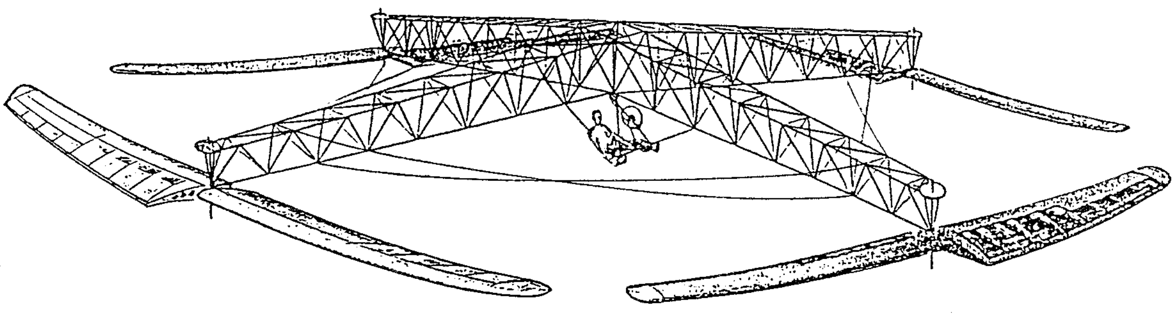


図2.　ＹＵＲＩ Ｉ号

6．2．2　無人ヘリコプタの誘導飛行

東京工業大学　菅野道夫

1．はじめに

ここで紹介する無人ヘリコプタ用誘導飛行システムは、ファジィ制御システムを使って、熟練者の操縦の技能や知識をコンピュータに組み込み、無人ヘリコプタに搭載したものである。　このシステムを使うことにより、誰でも”離陸”、”前進”、”停止”、”ホバリング”などを言葉で指示するだけで、ヘリコプタを有視界内で半自律飛行させることができる。　また、有視界外にあっても、ＧＰＳ信号や画像情報に基づく誘導飛行、さらに地上モニター装置を見ながらの同様の遠隔操縦が可能になる。

2．システム開発の目的

ヘリコプタは回転翼を回転させるエンジンへの操作入力の他に、飛行に関する４つの入力をもち、これらを組み合せて操作することにより、垂直上昇、後進、ホバリングができるなど、ふつうの飛行機に比べて優れた飛行特性をもつ。　しかし、その反面きわめて不安定であり、高度、天候、風などの環境によって非常に影響を受けやすく、操縦には高度の熟練を必要とする。　ヘリコプタは飛行性能の良さから、山間部の低空やビルの谷間など危険な環境下での飛行を強いられることが多く、パイロットに操縦の複雑さとあいまって、過度の負担がかかり、事故が絶えない。　このため、半自律飛行をする無人ヘリコプタの開発が必要とされてきた。　しかし、前進、後進、ホバリング、左旋回、右旋回などの飛行モードごとに特性が異なるため、従来制御技術の適用は難しく、無人ヘリコプタの機体はいろいろ作られているが、それを飛ばす自動操縦装置はいまだに開発されていないのが現状である。

本研究では、無人ヘリコプタ制御のために開発してきたノウハウを利用、発展させ、ファジィ技術を用いて、図１のように地上からの飛行指令に従い、ＧＰＳ情報や画像技術を利用して、自在に飛行する知的無人ヘリコプタのプロトタイプを作製した。（図２）

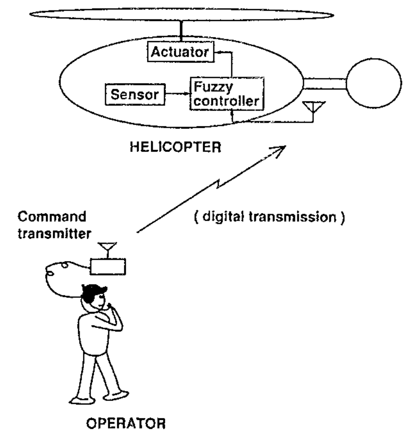


図１　地上からの指令で飛ぶヘリコプタ

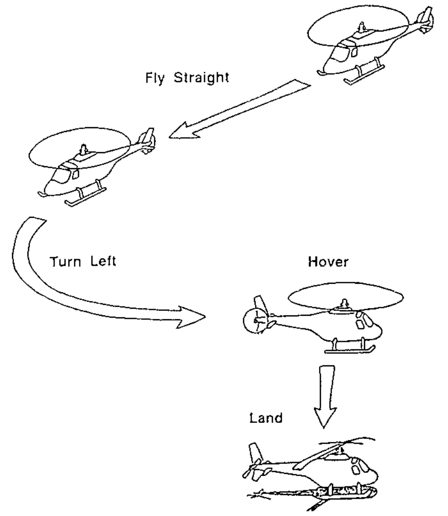


図２　知的無人ヘリコプタのシステム

3．無人ヘリコプタの用途

無人ヘリコプタは世界各国で軍事用に開発が進められているが、民生用としてはつぎのような用途が考えられる。　有人ヘリコプタに代わって、これらの作業を無人ヘリコプタで自動的に行えるようになれば、その効果は計り知れないものとなろう。

① 通常の作業：写真撮影、農薬散布、地形調査、作物の生育調査、ＴＶ中継
② 単調な作業：空中からの各種監視―魚群探知、海岸線、電力ケーブル、石油パイプライン、自動車道、鉄道
③ 危険な作業：海難救助、オイルタンカー事故の監視、山岳救難救助、山岳火災の消火、高層ビル火災の消火、火山活動の監視、遭難航空機の夜間の捜索

一方、ヘリコプタは以下の特徴から、移動体の中でもっとも制御が難しいものと言われている。
① 不安定で非線形特性をもつ。
② 多入力をもつ多変数系で変数間に干渉がある。
③ 外乱の影響を受けやすい。
④ 環境条件により特性が変化する。
⑤ ホバリング、前進、後進、垂直上昇・下降など、多くの飛行モードをもつ。
⑥ 悪環境下での飛行を強いられることが多い。

４．システムの概要

開発したシステムの特長は以下のようなものである。
① 操縦のための複雑な４つないし５つの操作を１つ（言葉の指示だけ）に減らした。
② 操作者はヘリコプタの飛行力学的特性を一切気にする必要がない。
③ 飛行指令は音声で伝えることもできる。
④ ＧＰＳ信号や画像情報を用いた高度な誘導飛行ができる。

可能な飛行モードはつぎの６種類に分けられる。
① 基本モード
「離陸」、「着陸」、「ホバリング」、「前進」など１４個の飛行モード。
さらに、「少し前進」、「もっと速く」などのファジィモードも可能。
② 複合モード
「右斜め前進」、「旋回上昇」など、いくつかの基本モードを組合せた飛行モード。
③ モード切換え
「高速前進→（減速）→停止」、「前進→（旋回）→前進」など、２つの基本モードの間に（減速）（旋回）などの飛行モードを自動的に入れ、モード切換えをスムースに行うもの。
④ 自動着陸モード
画像情報により、着陸場に自動着陸する。
⑤ ナビゲーションモード
ＧＰＳ信号により、目的地（方向、距離で指示）へ自律飛行する。
⑥ プログラムモード
あらかじめ指定されたプログラムに従って、上記の飛行モードを順に実行し、自律飛行する。

(1) ソフトウエア

開発した知的無人ヘリコプタは、基本的にファジィ制御技術を用いて制御される。　図３の制御系は階層型ファジィ制御系で、上位層と下位層からなる。　下位層は４つの入力①Longitudinal cyclic pitch、②Lateral cyclic pitch、③Collective pitch（Throttleも含む）、④Anti-torque pedal　を操作するためのモジュール型ファジィコントローラである。

各モジュールは「もし～（状態）ならば、～（操作）せよ」といったif-then型の複数個のファジィ制御ルールにより構成されている。　同じ入力、たとえば、Longi.についても定常状態と過渡状態では制御方法が異なるため、異なる制御モジュールが用意されている。

ホバリングを例にとる。 ①Longi.—１８ルール、②Lateral—１８ルール、③Collect.—１２ルール、④Pedal—９ルール の計５７ルールが用いられる。

上位層は図３のように４つのレベルに分けられている。

① Command Interpretationは、「ルートＡに沿って飛べ」、「プログラムＢを実行」、「もっと早く」とか「大きく右に旋回」など、飛行指令の意味を解釈し、NavigationやFlight Mode Managementに教えるものである。

② Navigationは、ＧＰＳ情報、画像情報、あらかじめ与えたプログラムに従って、誘導飛行を行わせるものである。

③ Flight Mode Managementは、与えられた飛行モードに応じて、４つの操作入力を与える下位のコントローラを駆動するものである。

④ Parameter Settingは、飛行モードごとに下位のコントローラが必要とする速度姿勢角などの目標値や各種ゲイン定数などを自動的に決定する。 Trim Adjustmentは環境の変化に従って最適な姿勢角などを自動的に決定する。 Coupling Compensationは、飛行モードごとに異なる変数間干渉を自動的に補正するよう、下位のコントローラに指示するものである。

(2) ハードウエア

実験のためのハードウェアは、機体、飛行指令受信機、およびコントローラ、飛行指令送信機、センサ、カメラ、実験データ記録機器に分けられる。

・機体

主として日本国内で農薬散布に用いられている「ＹＡＭＡＨＡ Ｒ５０」に、以下のようなコントローラ、諸センサ、ＧＰＳ、計測データ伝送用テレメータ、ＣＣＤカメラがインストールされている。

・コントローラ

コントローラにはファジィ推論チップが搭載されており、最大１５００個のファジィ制御ルールを記憶し、最大２５６種類の飛行指令を受け付けることができる。 仕様は表１のようなものである。

ファジィコントローラを図４に示すが、これは単なる制御器ではなく、マイクロコンピュータを含み、図３の階層型ファジィ制御システムのソフトウェアがインストールされ、接続されている受信機により、地上からの飛行指令を受け取り、処理する構造になっている。

また、ファジィ制御系の故障時などに介入し、人間オペレータによる手動操作をするために、無人ヘリコプタで普通用いられている遠隔操縦装置をマニュアルコントローラとして用いる。

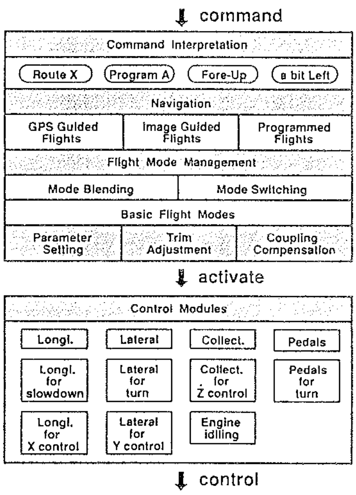


図３ 階層型ファジィ制御系

CPU : MPU TMP68301
ROM : 1M B×2
RAM : 1M B
A/D : 12b, 24 Channels
D/A : 8b, 8 Channels
PWM Input : 8 Channels
Fuzzy Inference Module
Chip : FP3000×4 (1.5K rules)
SRAM : 32K B×4
Sampling Period : 100 msec

FP3000 (OMRON)
rule format : 8 inputs - 4 outputs number of rules : 128 rules ×3 inference speed : 1 msec / 60 rules

表１ ファジィコントローラの仕様

・飛行指令送信装置

「YAMAHA　R50」用の無線操縦装置を改造し、コンピュータ・キーボードまたは音声認識装置（図5）を接続し、飛行指令を無線でヘリコプタに送信入力できる。

・センサ

ヘリコプタの諸変数とセンサの関係を図6に示す。　ただし、x：x方向位置、$\dot{x}$：x方向速度、θ：ピッチ角、$\dot{\theta}$：ピッチ角速度、などである。

センサによる計測データは、16チャンネルのテレメータにより地上に無線送信し、地上の16チャンネルデータレコーダに記録する。

TMOS　1000	ジャイロを搭載し、3次元加速度、姿勢角、姿勢角加速度を計測するセンサ・システム。
ドップラー速度計	電波により、X、Y、Z方向の速度を計測する。
レーザー高度計	レーザーにより高度を計測する。
磁気方位計	地磁気により方位角を計測する。
ディファレンシャルGPS	GPS(Global Positioning System)は、4つ以上の人工衛星を用い、3次元の位置・速度を計測するシステムである。　通常、計測精度は水平方向15m位であるが、地上にもGPSを置き補正するディファレンシャルGPSを用いると、約1mの精度が得られる。

・CCDカメラ

CCDカメラによる映像を無線で機体から地上に送信しモニターする。　カメラの向きはサーボモータにより、左⇔右、前方⇔下向と、リモートコントロールできるようになっている。この画像データは着陸や障害物回避などの飛行に使うと共に、これをモニターし、地上から飛行指令を送るために使う。

5．おわりに

東京工業大学・菅野研究室にて開発したファジィ制御による知的無人ヘリコプタの概要を紹介した。

本開発にあたっては、ヤマハ発動機（株）及びユナイテッドテクノロジー・リサーチセンターの御協力を頂いた。

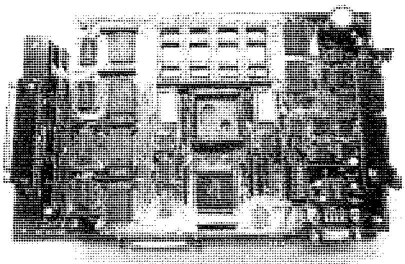


図4　オン・ボード・ファジィコントローラ

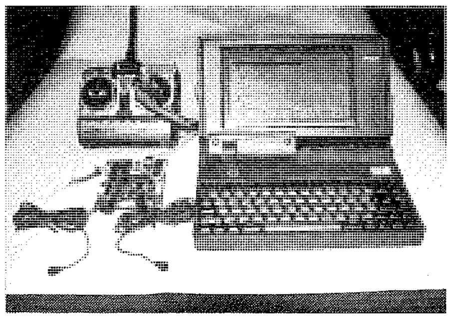


図5　音声認識装置

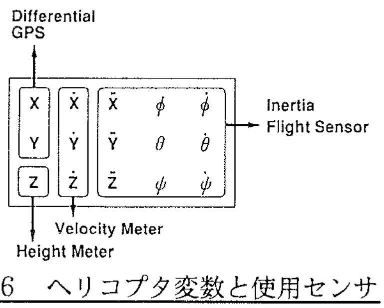


図6　ヘリコプタ変数と使用センサ

６．２．３　阪神・淡路大震災におけるヘリコプター運用の概要と教訓

陸上幕僚監部装備部航空機課　山根峯治

１．はじめに

ヘリコプター技術の研究会にヘリコプター運用の観点からの教訓等を発表する機会を与えていただいたことに感謝致します。折角の機会でありますので、阪神・淡路大震災の際に多数のヘリコプターを運用する機会を持った者の一人として意見を申し述べ、少しでも将来のヘリコプター技術等の改善にお役にたてていただければ無上の喜びであります。

２．ヘリコプター部隊の活動の概要

大規模災害等におけるヘリコプターの重要性は従来から注目されておりましたが、阪神・淡路大震災では官民あわせて約２００機を越えるヘリコプターが運航されて、その実力を発揮したと思います。われわれ陸上自衛隊におきましても中部方面航空隊に約７０機の航空機を集中させて災害救援活動を行いました。

救援活動としては、負傷者の救助が６７名、災害救助のための部隊の緊急輸送や指揮連絡のための人員輸送が約６７５０名、救助活動を指揮統制するための航空偵察が延べ約３５０件、そして何といっても官民合同で行いました医薬品・食料・水などの物資空輸が最大のものでありまして、災害直後から約２週間で約１０００トンを被災者のもとへ届けたのであります。まさに未曾有の災害であったがために、わが国のヘリコプター運用でも例を見ないほどの大規模なものでした。救援物資の輸送は、自衛隊がＣＨ－４７やＶ－１０７・ＨＳＳ－２などの大型機で幹線輸送をし、自治体・消防、警察及び民間のチャーター機がそれぞれの被災地に小口輸送をするというパターンでありました。まさに官民をあげて行ったジョイントオペレーションであったわけであります。もちろん民間のヘリコプター独自でのオペレーションもあったのは当然でありますがここではジョイントオペレーションを主体にお話させていただきます。

３．主な教訓

（１）　官民同時多数機の活動を安全に行うための航空管制システム

今回のような都市型の直下型地震の場合は特にそうかもしれませんが、比較的狭い空域に同時に多数のヘリコプターが飛び交う状態が生起します。今回はあの神戸地区に、多いときは同時に百数十機が飛んでいたと思います。陸上自衛隊が開設した王子グランドの取り扱い機数を見ますと、最大が震災後３日目の１９４機／日であり、当初の２週間はおよそ１５０～１８０機が毎日管制官の取り扱った機数として記録されております。もちろん王子グランドとのコンタクトをしていないヘリコプターもあるわけですから、すさまじい数のヘリコプターなどが飛行していたのは間違いありません。私は当時航空機同士の空中衝突を最も懸念して運輸省航空局等と協議して安全確保のためのノータムを１９日０１４４に発信してもらいました。現在の法制度下では場外離着陸場での管制圏は考慮されていませんし、防衛庁がこれを臨機に実施することは許されておりませんので、防衛庁所属航空機以外には情報の提供以上のことはできないノータムであるわけです。

しかしながら、２２日には天候が悪化して低視程での活動を余儀なくされるにいたり、時には民間機もあわせてやや強力に航空活動の統制をさせていただいたこともありました。やはり安全を第一に考えてのことでありましたので当時はやむを得なかったと思います。

そこで、第一の教訓は、広域災害で官民が協力して救援活動をするに際しての航空管制システムの

整備があげられます。すなわちヘリコプターの特性に合った現実的な航空管制システムが、法的にも、インフラの面でも整備されるべきであろうということです。災害救援活動は発災後７２時間が勝負である等と言われております。発災後直ちにそのシステムが機能することが重要であり、今後マニュアルの整備等を含めて技術的な面での改善が必要であると痛感しております。

（2）　ジョイントオペレーションを可能にする指揮通信システム

先ほどから申し上げているとおり、広域大規模な災害においては、わが国にある官民併せて約２０００機にのぼるヘリコプターがそれぞれの特性に応じて、十分に機能することが重要であります。

そのためには、少なくとも自衛隊・警察・消防・自治体防災・海上保安庁などの官側のヘリコプター同士は連絡交信ができることが不可欠であろうと思います。しかし、現在は周波数帯域も使用する器材もそれぞれ異なりますので、航空管制のために使用する無線機を除き連絡交信ができないのが実状であります。連絡交信ができないために困った例を一つ紹介しましょう。深夜の負傷者の病院への緊急空輸を行おうとしたときのことです。搭乗するのは神戸ヘリポートですぐに決定しました。しかし、空輸すべき病院はその時点では決定されておらず、数カ所の病院を候補として病院の受け入れとヘリコプターの着陸の可能性を懸命に検討しておりました。緊急な任務でありますから、とりあえず神戸ヘリポートまで飛び搭乗させることとしました。幸いに病院も神戸ヘリポートを離陸する頃には決定したのですが、搭乗している医師からの病院あるいは消防の救急車への連絡交信ができないので必要な指示ができません。自衛隊の無線連絡を地元の消防署へ電話で取り次ぐ程度のことはしたのですが人命救助は時間との戦いであることを考えれば現在の状態は早急に改善されるべきでしょう。

今後は病院・医師会等を含んで、広域災害時に緊急の連絡交信ができるような技術を早急に見いだすことが大切であると思います。

（3）　広域防災基地・防災ヘリポート等の整備

阪神・淡路大震災で明らかになったように、特に都市型の地震災害等では道路・鉄道などが救援初動においてマヒすることが予期されます。従って初動における十分に運航調整された多数のヘリコプターの救援活動が被災民の生命保護にとって極めて重要であります。

たとえば関東では陸上自衛隊立川駐屯地（飛行場）を核として、警察・消防・海上保安庁などのヘリコプター基地があり、防災基地として整備されつつあります。近畿地区であれば八尾空港は自衛隊・警察・消防・海上保安庁が現に同一地に所在しておるわけですから防災基地としての整備が可能な場所であろうと思います。このように、官民を併せたヘリコプターのジョイントオペレーションを可能にする飛行場・ヘリポート等を地区ごとに指定しておくことが組織的救援活動の初動を価値あるものとするために重要であろうと考えます。

この際、悪気象条件でも一定の救助活動を継続できるように航空保安施設などを整備するとともに、ヘリコプターの特性を最大限に発揮できるような計器飛行方式等を新たに設定することが肝要かと考えます。わが国のヘリコプター関連技術からすればこのような構想の実現には技術的な障害は少ないものと思います。

次に、現地救援の根拠地となるヘリポートのことについて触れてみたいと思います。今回のオペレーションで使用した神戸の王子競技場グランドのような場所のことです。ここは皆様ご承知のように全天候性の立派な陸上競技場でした。大型ヘリコプターＣＨ－４７やＨＳＳ－２などが着陸しても砂塵を巻き上げることが少ない場所でしたので防災ヘリポートとしては指定されておりませんでしたが、自衛隊と自治体との協議で１７日昼頃にはここを神戸地区の救援中核ヘリポートとして使用することになりました。すでに申し述べたような官民あげての救援物資などの空輸の中継基地となったのであります。もちろん自衛隊は第３師団の現地指揮所もそこにありましたので、トラック輸送などとの連接点ともなりましたし、負傷者の救出あるいは指揮連絡用のヘリコプターも頻繁に離着陸しておりました。そういえば負傷者の救出・指揮連絡用のヘリポートで特に重要な点を申し述べたいと思います。

それは屋上ヘリポートの件であります。屋上ヘリポートは中部方面隊管内で調査したところ、９トンクラスが１～２カ所、５トンクラスが５カ所であり、あとは軽量の３トンクラスのヘリコプター用であります。自衛隊に装備するヘリコプターはＵＨクラスでも４．３トンを超えますし、ＵＨ－６０クラスで約１０トン、ＣＨ－４７になりますと約２０トンを超えております。屋上に着陸しての救助ができないような状況であることがご理解いただけると思います。公共用のヘリポート、屋上ヘリポートの整備にはヘリコプター技術を専門とされる皆様の意見が不可欠であることがお解りいただけると思います。

最近のヘリコプター技術の趨勢から観ますと、全体的に大型化がすすみ、航空機搭載電子機器のめざましい進歩で全天候性をもったオペレーションが可能になりつつあると思っております。一方でヘリポートについて観れば、ヘリコプター技術の進歩に必ずしもついていっていないのが実状であるのは独り私だけの懸念ではないと思います。従ってヘリコプター技術を研究されている皆様方は、我々のような運航者の悩みも聞いていただき、ヘリポートの整備にも技術的な事柄を建築技術の専門家とか関係の自治体等に用途に適合するようアドバイスなさることが必要ではないかと考えております。インフラ整備がヘリポートの用途別に計画的に行われ、ヘリコプターの運航者の相互調整ができる官民運航調整センター等が中核となるヘリポートに併設されるようになるなど全体としてバランスのよいものとなったときに初めて防災ヘリポートが真に機能することとなるでしょう。

（４） 長期オペレーションに耐える補給・整備態勢

陸上自衛隊は、約４５０機のヘリコプターを保有しており、今回その２０％程度のヘリコプターを数カ月連続運航致しました。中部方面航空隊レベルでの稼働率は９５％を超えております。これが可能となったのは、他でもなく全国の航空機を差し出した部隊が、整備のために自分の部隊に持ち帰るなどして補給整備を担当してくれましたし、補給処（DEPO）が部品の損耗見積もりをして、所要の部品を八尾などに集めてくれたために部品交換などがすぐにできたことにあります。もちろん製造メーカーにも緊急に部品などの調達を頼みました。このように、ヘリコプターを長期連続オペレーションする場合には運航する第一線の部隊の努力もさることながら、後方にあってしっかり補給整備を実施して支えてくれる部隊等があればこそでありました。

わが国の民間ヘリコプターの運航状況を観ますと、様々な機種がそれぞれの業務に活躍しておりますが、補給整備の観点から見るとグルーピングされていないための欠点もあるように見受けられます。長期連続のジョイントオペレーションを可能にするためには、今一つ地域ごとにでも補給整備のグルーピング化・協力態勢が必要なのではないかと思っています。

４．おわりに

阪神・淡路大震災の救援活動を多数のヘリコプターを使用してオペレートした者として、将来のわが国のヘリコプター関連の技術的な改善に少しでもお役にたてればとの一念で申し述べさせていただきました。やや一面的に過ぎる見方で述べたところも多かったと思いますが、主旨をご理解の上ご容赦願いたいと思います。わが国の全てのヘリコプターがあらゆる場面で協力しながら有効に活動できることを切に願っております。ありがとうございました。

6．3　第１１回（冬期定例）研究会

日　時：１９９６年2月２３日（金）
場　所：防衛庁技術研究本部・第3研究所

内　容：

Ⅰ　講演会

(1)　第3研究所での研究概要

第3研究所　　柴田　実氏
（久保田浪之介氏 代理）

(2)　ヘリコプターの飛行安全と騒音低減について

ＡＴＩＣ　　大林秀彦氏

(3)　富士ベル式205Bの開発

富士重工業　　宮崎崇夫氏

(4)　ヘリコプターによる緊急防災活動について

岐阜エンジニアリング　　義若　基氏

Ⅱ　見学会

第3研究所

Ⅲ　懇親会

6.3.1　　防衛庁技術研究本部第3研究所の概況

第3研究所第1部長　柴田　実

1．はじめに

防衛庁技術研究本部（以下、技本と略す）は陸、海、空、3自衛隊が使用する新しい装備品の研究開発を一元化して実施している機関である。　技本の組織は技術研究本部長以下図1に示すように総務部、企画部、技術部から成る技術行政部門、陸、海、空、GM各技術開発官、第1～第5研究所及び5つの試験場と2つの支所からできている。　陸、海、空、GM各技術開発官の基にはそれぞれの装備品の種類用途に応じて異なる担当開発室が複数配置されている。　一方、各研究所は担当する専門分野がそれぞれ異なり第1研究所は船舶、火器弾薬、材料関連研究を担当し、第2研究所は通信、情報、電波、光波関連研究を担当している。　第3研究所は航空機、誘導武器関連研究を担当、第4研究所は車両、ロボット、地雷、築城関連研究を担当し、又第5研究所は音響機器、魚雷、機雷関連研究を担当している。

更に5つの試験場の内札幌試験場では、装備品の寒冷地試験、下北試験場は火器弾薬の発射・破裂試験、土浦試験場ではロケットや誘導武器の推進装置の地上燃焼試験、新島試験場では試作した誘導弾の発射試験、さらに岐阜試験場では試作航空機の飛行試験、搭載電子機器の飛行試験及び航空機搭載武器の発射試験を担当している。

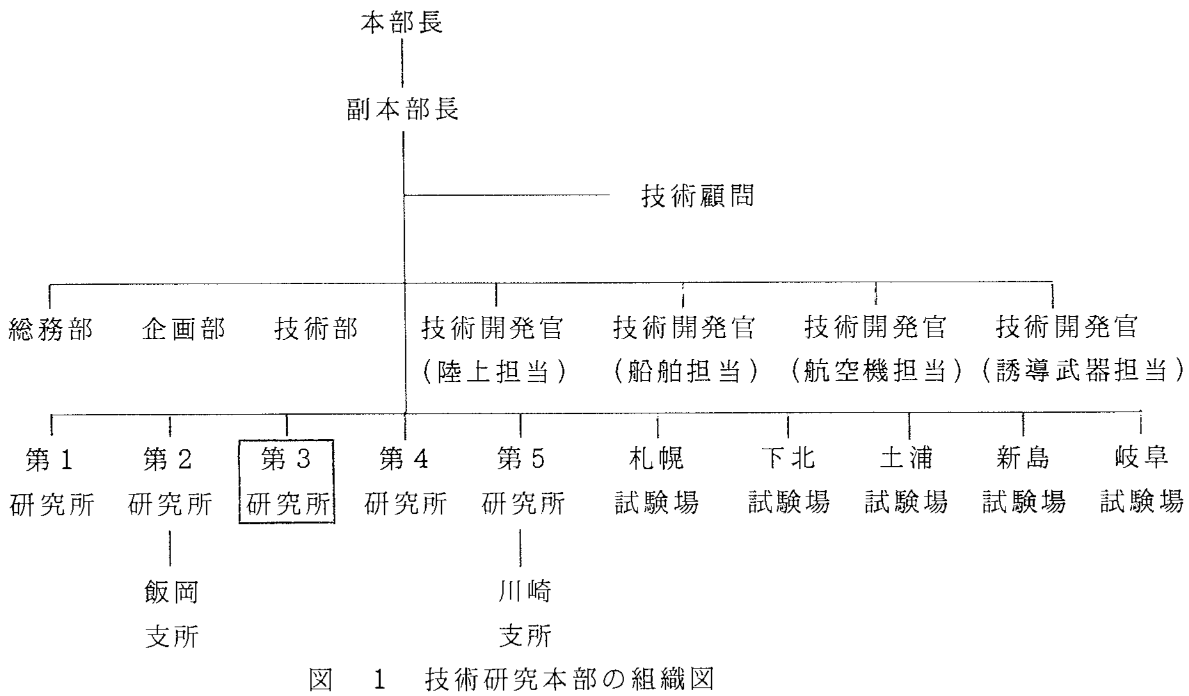


図　1　技術研究本部の組織図

２． 第３研究所の任務・業務内容

第３研究所では、陸、海、空３自衛隊が使用する航空機及び誘導武器について研究、試験等を実施している。 従って、関係する技術分野は非常に広く、航空、機械、電気通信、電子、物理、化学、数学等を専攻する研究者が各研究室の研究活動に参画している。

当研究所では、将来装備品の開発に必要な新技術に関する先行的研究、開発官が実施している開発業務への参画（技術審査、試験評価等）、さらに３自衛隊、調達実施本部（装備品等の契約担当機関）からの依頼試験を行っている。

３． 第３研究所の定員

第３研究所の定員は表１に示すように、指定職、行政職、研究職、自衛官（技術幹部）合計１９８名で構成されている。 表に示すように制服の自衛官の技術幹部２５名が含まれており、各自衛隊との技術連絡・調整等の橋渡し役の任務も担っている。

表 1

指定職	行政職（一）	行政職（二）	研究職	自衛官			合計
				陸	海	空	
1	２８	9	１３５	9	2	１４	１９８

４． 研究活動の目標

第３研究所の研究活動の目標としては、技術研究能力の確立を目指し、研究テーマの厳選、研究開発要員の確保・育成、試験研究用機器・施設の整備充実を掲げている。

特に、若手の研究者の育成には力を入れており、国内の企業への研修、国内外の大学への留学、外国の研究機関への派遣等を実施している。

又、最近の航空機や誘導武器のようにシステムが複雑かつ開発規模が大きくなるにつれて、それぞれの分野の専門家の育成と同時にシステム全体を理解し、管理することができるシステムエンジニアの育成にも力を入れる必要がでてきている。

5．第３研究所の組織と研究概要

第３研究所の組織は、管理部、第１部、第２部、第３部から構成され約２００名の職員が勤務している。　各部は図２に示すような研究室及び試験室から構成されている。　第１部は７つの研究室から成り、航空機並びに誘導武器のシステム設計、空力形状、風胴試験、自動操縦装置、機体構造に関わる材料、静強度・疲労強度、遠隔操縦無人機システム、油圧・ぎ装システムに関する研究等を実施している。　現在日米共同開発中のＸＦ－２の静強度試験・疲労強度試験、小型観測ヘリコプタの静強度試験・疲労強度試験等を実施中である。
第２部は７つの研究室から成り航空機のエンジンシステム及び制御装置、誘導武器のロケットエンジン、ラムジェットエンジン等の研究を実施している。　現在Ｆ３－４００エンジンを使用した２次元ノズルの偏向試験を実施中である。　第３部は誘導武器のシミュレーション、電波及び光波誘導制御機器、航空機搭載電子機器の統合化の研究並びに環境試験及び誘導武器の発射試験を実施している。　又現在日米共同研究テーマとしてダクテッドロケットの研究が進行中である。　さらに北海道東千歳地区の１０万m^2の敷地に航空機エンジンのエンジン高空性能試験装置（ＡＴＦ）、ダクテッドロケットやラムジェットエンジン等の燃焼風胴装置、亜音速・遷音速・超音速（３音速）風胴装置の建設が進行中である。

- 所長
  - 研究企画官
  - 管理部長
    - 総務課長
      - 課長補佐
      - 研究業務調整専門官
      - 庶務係
      - 業務係
      - 管理係
    - 会計課長
      - 課長補佐
      - 調達係
      - 出納係
      - 用度係
      - 営繕係
      - 工作室
  - 第１部長
    - 主任研究官
    - 航空第１研究室
    - 航空第２研究室
    - 航空第３研究室
    - 航空第４研究室
    - 航空第５研究室
    - 航空第６研究室
    - 航空第７研究室
  - 第２部長
    - 主任研究官
    - 原動機第１研究室
    - 原動機第２研究室
    - 原動機第３研究室
    - 原動機第４研究室
    - 原動機第５研究室
    - 原動機第６研究室
    - 原動機第７研究室
  - 第３部長
    - 副部長
      - 誘導第１研究室
      - 誘導第２研究室
      - 誘導第３研究室
      - 誘導第４研究室
      - 誘導第５研究室
      - 誘導第６研究室
      - 誘導第７研究室
      - 誘導第８研究室
      - 環境試験室
      - 総合性能試験室

図　２　第３研究所の組織図

6．3．2　ヘリコプタの飛行安全と騒音低減について

（株）コミュータヘリコプタ先進技術研究所　　　所長　大林秀彦
(Advanced Technology Institute of Commuter Helicopter,LTD：ATIC)

標題とは少しニュアンスが違いますが、ATICの概要、騒音低減技術研究の概況、飛行安全技術研究の概況について話をさせて頂きたいと思います。

1　ATICの概要

ATICの目指す所につきましては一昨年9月22日、地域航空総合研究所　西川所長主催のコミュータ・ビジネス研究会で　”コミュータヘリコプタ発展のための技術課題”と言う題で話させて頂いておりますが、更めて簡単にATICの概要について説明させて頂きます。

まず設立の主旨でありますが、ヘリコプタは非常に便利な乗り物にも拘わらず、現在の所、交通機関としてはあまり利用されておりません。われわれは将来のリニアモーターカー、テクノスーパーライナー、スーパージャンボなど空陸海にわたる高速・大量輸送時代に、少ない費用で交通網を整備することが出来、環境破壊も少ないヘリコプタが、端末交通機関として最適と考えております。

しかしヘリコプタによる旅客輸送を普及させ、併せてヘリコプタ産業の発展を目指すためには、いくつかの解決すべき課題があると考えています。

ヘリコプタによる旅客輸送の普及には、静かに、安全容易に、時間通りに、しかも安く運航できなければなりません。またヘリコプタ定時運航のためには、ヘリコプタ用低高度IFRシステムが必要と考えます。このような考えから技術課題として、特に騒音低減と飛行安全という２つのテーマを集中的に研究する事が必要であり、他の２つ、即ちヘリコプタ用IFRシステムは国の課題、コストはメーカーの課題としてお願いして行くことが必要と考えております。。

このような考えにたいし、基盤技術研究促進センターのご賛同を得て、平成6年3月31日に（株）コミュータヘリコプタ先進技術研究所（ATIC)を設立しました。事業目的は次世代コミュータヘリコプタ等基盤技術に関する研究開発です。研究は７年間実施し、株主は基盤技術研究促進センター、川崎重工業（株）、（株）島津製作所、東京航空計器（株）、　帝人製機（株）、日本飛行機（株）であります。

研究所本社は川崎重工業岐阜工場内にあり、研究第一部、第二部で、それぞれ騒音と飛行安全の研究をしています。実際の研究は分散方式をとっており、

研究第一部は　・第一分室が川重内にあって騒音の全体とりまとめ、
　　　　　　　・第二分室が帝人製機内にあってHHCアクチュエータ／サーボ、
　　　　　　　・第三分室が日本飛行機内にあって空力研究、風洞試験を担当、
研究第二部は　・第四分室が川重内にあって飛行安全の全体とりまとめ、
　　　　　　　・第五分室が島津製作所内にあって制御アクチュエータ、飛行管理/表示システム、
　　　　　　　・第六分室が東京航空計器内にあって飛行制御システム、サイドスティック
　　　　　　　　の研究を担当しています。

ATICの研究、スケジュール概要は次のとおりです。

(1)研究第一部　騒音低減技術の研究

騒音については単一の技術によって大幅に騒音低減できるような特効薬はなく、各種技術要素による騒音低減を効果的に組み合わせることにより、性能と騒音の最適化技術を確立し、成果として現在のICAO標準から10dBの騒音低減技術の確立を目指しています。これらの技術要素とは、

- 翼型、翼端形状の研究によるブレード翼端渦圧力変動の極小化
- ブレード翼端渦と後続ブレードとの干渉BVI (Blade Vortex Interaction) による衝撃音の軽減
- ブレード迎え角の高調波アクティブ制御HHC (Higher Harmonic Control) 技術

・ロータ回転数制御 ：低回転数で低騒音かつ高回転数で高性能を目指すロータ回転数制御技術
・BVIによる衝撃音を回避するための最適経路飛行能力

等であります。

これらの技術要素の開発と要素試作による試験評価を平成６～９年にかけて実施します。
このようにして得られた低騒音化のアイデア、技術は最終的には風洞試験用モデルロータシステムに組み込み、平成１０年から１２年にかけて、世界で一番静かなドイツオランダ大型低騒音風洞で騒音試験を実施して、ヘリコプタ騒音低減技術の確立をめざします。
なお解析、風洞試験に関しては、航空宇宙技術研究所と共同研究をさせていただいております。

（2）研究第二部　飛行安全技術の研究

飛行安全の研究は、ヘリコプタ自体の操縦の容易化、これによる安全性の向上を目指します。その為には最新の技術を活用したインフラの構築も前提としながら、機上装備の機能充実をはかり、また一方では装備の簡素化もはかります。

先ず初年度はヘリコプタの用途、IFR、安全性向上に利用可能な技術について現状、将来像を調査・検討し飛行安全の概念設計を実施しました。
平成７～９年度にかけてこの概念設計に基ずく要素の試作評価を行います。これらは

・コントロールカップリングの除去、安定性の増強などによる操縦容易化のための飛行制御則の研究
・飛行制御システムとしては、コックピットハーモニー、各種センサーからのインプットの効率的な処理、HHCによる騒音/振動のアクティブな制御等に有利なFBW方式を採用し、小型で安価な機材を研究、機材の重複をさけ、コスト的、スペース的、重量的にもメリットを出すことを狙って、民間機用としてのFBW方式の実用化をめざします。
・更にコックピットでは　各種表示シンボルの工夫などにより雲中、夜間を問わず、自機と他機あるいは地上面、地上障害物との相対関係をパイロットが容易に把握出来る事を狙って飛行管理、情報表示システム等を研究します。

最終的には平成１０～１２年に、これらの技術を組み合わせてBK117に搭載し、実用上の問題点を飛行試験によって洗い出し、パイロット判断の支援も含めた飛行安全技術の確立を目指します。

以上がATICの概要であります。

2　機外騒音低減技術研究の概況

機外騒音低減技術研究の進め方はつぎの通りです。
解析と試験によって仮説と検証を繰り返し、理論と経験をハーモナイズした実際的な低騒音化要素技術を開発します。解析はスーパーコンピュータによる音の伝播、CFD, BVIなどの各種解析を行い、試験は風洞試験、流れの可視化、実機騒音計測等を行います。これらの技術要素を基に概念設計を行って、ロータの設計点を性能重視から騒音重視へ切り替えた、新しいバランスを持つヘリコプタ設計技術の確立をめざします。ロータの設計点とはブレード枚数、回転数、テーパ、捻り下げ等です。

ヘリコプタ機外騒音低減技術研究の成果につきましては、飛行機シンポジュームなどで１３件発表しておりますので、本日は補足的なことを説明させていただきます

現在までに行いましたコンピュータ解析、要素試験、メインロータを外すなどの実機騒音試験等の成果を総合して要素技術/飛行形態毎の騒音低減目標値を定め、各担当はこれを目指して頑張っています。目標値の表は検討の余地もありますのでトラペアで見ていただくだけとしますが、

・FLYOVER騒音は速度の遅いヘリコプタにとっては問題となる騒音です。
・TAKEOFF騒音は上昇率を大きくすることが有効です。
・APPROACH時の騒音はBVIが主となり一番大きな騒音ですが、HHC、回転数制御、低騒音飛行経路など打つ手もいろいろ考えられます。飛行経路による騒音低減については飛行安全で研究する精密な飛行能力を利用します。

・翼型、翼端形状に関しては大きな騒音低減効果は望めませんが、基本的技術として研究します。

これらの 要素技術を組み合わせて ICAO の基準より10dBの低減を目指します。

次にテストの一例としてBVI風試における翼端渦の可視化のビデオをお見せします。
この様な映像からBVI発生時のブレードと渦の位置、大きさの関係が直感的に把握でき仮説を立てるのに役立ちます。すぐ終わりますので注意して見て下さい。

3　飛行安全技術研究の概況

まず飛行安全技術研究の進め方は次の通りであります。
新しい技術要素の検討、望ましい運航形態の検討、将来型ヘリ運航システム動向調査を行って飛行安全の概念設計を行います。

FBW等の機体技術、インフラとしてのGPS或いはデータリンク等新しい技術要素の検討、旅客輸送、従来型の運航に関する望ましい運航形態の検討、更に日米欧の将来型ヘリ運航システム動向調査を行い、これらに基づいてヘリコプタ安全運行に関する概念研究を実施し、将来ヘリ運航システム像とこれにマッチする機体システムを構築します。

この概念設計に基づいて要素技術の開発、将来型ヘリコプタの機体/運航システムの飛行実証を行い将来型ヘリコプタ機体システム技術の確立を図ります。

またヘリコプタの安全運行はインフラと切り離して考えることは出来ませんので、概念設計の段階からヘリコプタIFR研究会等を通して、航空局などにインフラ構築をお願いしています。

概念設計をやってみて私個人としては、ヘリコプタの便利さは基本的にVFR飛行にあり、VFR飛行であればヘリコプタはすでに十分安全な乗り物であると考えております。したがって、飛行開始前あるいは飛行開始後に天候が悪化しても予定通り、まるでVFR飛行であるかのように飛べることが、将来型ヘリコプタ運航システム（ヘリコプタ用IFR）の目指すべき所と考えています。

その為の技術も利用可能になってきています。これらの技術とはGPS、Digital MAP、 Data Link さらにMFD、HUD、コンピュータ等であります。しかし放っておくとこれらの技術は固定翼機を主な対象とした現IFRシステムの改良のためだけに使われて、ヘリコプタには固定翼機と同じ方式で飛ぶための固定翼機並みの規制が、ヘリコプタの特性を無視して重くのしかかってくるだけとなります。ヘリコプタ用として独立したシステムが必要と考えます。

この様な認識の下に我々としては、理想的な形を念頭に置いた上で、当面の現実的なシステムの飛行実証を目指しています。

ヘリコプタ用IFR運用イメージの例を下にしめします。

＜航空路＞

ヘリコプタの特性にあった航空路	：低高度、固定翼機とは分離
従来の航法エイドに頼らない航空路	：航法衛星（GNSS）を用いた航空路
航空路の構造	：幅、クリアランス、セパレーションはヘリコプタ特性、GNSS精度を考慮して決定
生活環境に配慮した航空路	：海、川、高速道路、鉄道の上
航空路の管制	：管制はADS(Automatic Dependent Surveillance)に拠り、レーダに頼らない

＜計器進入方式＞

航法衛星を使った進入	：GNSS（Global Navigation Satellite System>GPS）による非精密進入、 Differential GNSSによる精密進入
ヘリコプタの特性を考慮した進入	：低速度／急角度侵入
ヘリコプタの特性を考慮した運用	：最低気象条件、予備燃料、代替空港要求の見直し
環境に配慮した進入	：経路の選定、騒音低減飛行経路
空港への効率的進入	：メインターミナルへのアクセス、固定翼機との住み分け

次に機上システムとしては、前述したFBW、操縦の容易化の心臓とも云うべき制御則を持ったFCC（フライト・コントロール・コンピュータ）、FCCに指令、情報を伝えるサイド・スティック型操縦旱やFMC、またFCC、FMC（フライト・マネージメント・コンピュータ）によって作動するMFD、HUD、アクチュエータで構成します。

民間機としての信頼性要求とコスト、容積、重量の兼ね合いを如何にとるかが問題です。

イメージした運用を最も容易に、正確に行うためには、どのような特性を機上システムの構成要素に持たせれば良いかなどの研究を早期に、有効に行うため、ATIC専用のコックピット装置を作り、フライトシミュレータ試験に活用しています。

今まで実施したフライトシミュレータ試験の結果、民間ヘリコプタ用操縦装置としての信頼性要求や冗長性制限等を考慮し、想定される総ての場合に安全に着陸できる操縦装置として、F&A／ラテラルサイクリック・ピッチ・コントロール用およびコレクティブ・ピッチ・コントロール用の２つのサイド・スティックとフット・ペダルを組み合わせた形態を考えています。またサイド・スティックにどのようなフィーリングを与えるべきかの検討もフライトシミュレータ試験で行っています。

飛行安全技術の研究につきましてはまだ学会発表する所まで来ていませんが、現在進行中の研究の中から２、３の状況を紹介しました。

飛行安全は、インフラ、監督官庁、運用者、製造者全般にわたる問題であり、我々としては騒音のような数値目標を掲げてはいませんが、”悪天候で飛んでも現在のVFR運航の１０分の１の事故率にする、或いは今の１０倍にヘリコプタが増えても事故の絶対数は変わらないようにする”と言うような目標をヘリ業界全体で定めて努力すれば、やるべきことが見えてくるのではないかと思います。

６．３．３　富士ベル式２０５Ｂ型機の開発

富士重工業（株）航空宇宙事業本部
宇都宮製作所 第一技術部　宮崎崇夫

１．はじめに

昨年１２月７日、富士ベル式２０５Ｂ型機（以下、２０５Ｂ）は型式証明を取得した。耐空類別は「回転翼航空機輸送ＴＢ級又は特殊航空機Ｘ」である。２０５Ｂの型式証明書は第３４号であり第３３号が昭和５９年のＭＵ－３００であることから、我国では１１年ぶりの型式証明となる。

本報告では、開発の経緯及び機体の概要とともに、適合性証明試験における話題を提供したい。

２．開発の経緯

当社は、昭和３８年以来、三井物産㈱と協力して、中型多用途ヘリコプタとして富士ベル式２０４Ｂ及びその改良型２０４Ｂ－２を平成３年までに５６機製造・販売してきた。現在も約２０機が使用事業６社等で稼働しており、ペイロード１．５トン級の中型多用途ヘリとして、使い勝手の良さから好評をいただいている。

この実績を基に、

①２０４Ｂ／－２の初期型が用途廃止を迎え始めたが、同クラスの中型単発多用途ヘリの代替機は存在せず、ユーザーからの新型機投入の要望が強い

②ヘリコプタ輸送業界において、ペイロード２トン級で、低運航・整備コストの単発機に対する代替需要が見込まれる

③物資輸送の中心である電力工事において、今後電力需要増加に対応した送電線建設のための物輸需要が増大する

等の市場環境から、２０４Ｂシリーズの使い勝手の良さを引継ぎ、より高い搭載能力・安全性・経済性を兼ね備えた単発中型多用途ヘリコプタ２０５Ｂの市場投入を企図した。

２０５Ｂの本格的開発に先行し、新型機の技術的実現性を研究するため、既存機２０５Ａ－１の改良開発契約を当社はベル社と締結した。昭和６３年、改良機は米国連邦航空局（ＦＡＡ）の実験機証明を取得した後、日本に搬入されデモフライトを実施した。この結果、改良機の量産重要が見込めると考えたが、効率的に型式証明を取得するため、改良機そのままではなくベル式２１２型機等のプルーブン・テクノロジーを用いて改造することにし、当社と三井物産㈱はベル社と開発及びＦＡＡの型式証明取得に関する契約を平成元年に締結した。この契約に基づき、ベル式２０５Ｂ型機が、同年、ＦＡＡの型式証明を取得した。

ベル式２０５Ｂをベースに、エンジン性能を十分に発揮させるためにエンジンを換装するとともに、安全性をより向上させるために、疲労強度の評価法・ショルダーハーネス付座席・非常脱出口の標識照明等最新の耐空性審査要領の要求を極力取入れる改造を実施し、ユーザーにより満足していただける機体仕様とした富士ベル式２０５Ｂ型機の型式証明取得を平成６年に申請した。翌年末に型式証明を取得したことは上述のとおりである。

民間型２０５Ｂに、エンジン換装、アビオニクス追加装備、生存性向上のための追加装備等を実施した陸上自衛隊向けの新中型多用途ヘリコプタ「ＵＨ－１Ｊ」は、当社を主契約社として、平成５年から納入開始となり、平成７年度末で３８機が納入済である。なお、この納入で、当社の中型ヘリコプタ生産は累計４００機となった。

３．機体の概要

本機の三面図及び性能諸元を図１及び表１に示す。

搭載能力の拡大並びにダイナミック・コンポーネントのオーバーホール時間(ＴＢＯ)及び廃棄時

間の大幅延長により、直接運航経費（ＤＯＣ）は１０％強改善される。
機体各系統の２０４Ｂシリーズに対する改良点は下記のとおりである。

①ロータ系統：メイン及びテールとも、高速飛行時の前進側ブレード翼端付近のマッハ数増加に伴う抵抗増大を抑えるため、薄翼にしている。メインでは、一般部１２％→６％。
これにより、高速飛行時の必要馬力は約１０％減少している。
さらに、薄翼化に伴うC_{Lmax}低下を補うため、前縁に約１．３％翼弦長分のドループをつけている。
翼弦長も、メイン・ロータで１１％、テールで３７％増加し、十分なスラストを確保している。

②エンジン：T5317B型を採用し、離陸出力１８００馬力（ギァボックスの機械的制限は１５００馬力）、最大連続出力１５００馬力（ギァボックスの機械的制限は１３５０馬力）を得ている。２０４Ｂ－２では、１４００馬力及び１２５０馬力が各々対応する。
さらに、燃焼器内部の温度計測方式を排気温度（ＥＧＴ）からより精度が高いタービン・ガス温度（ＴＧＴ）に変更している。

③動力伝達系統：メイン及びテール・ロータのスラスト向上に伴うパワー増に対応するため、トランスミッション：１１００馬力→１２９０馬力、テール・ギァボックス：９７馬力→１７５馬力に吸収馬力が向上している。
吸収馬力の向上は、ベアリングのサイズアップや材質変更、歯車の歯幅増加やダイアメトラル・ピッチ増加等の実施で可能になっている。
トランスミッションとエンジンを結合するドライブ・シャフトはグリース潤滑式のギァ・カップリングから無潤滑式で、かつ、フェール・セーフ性を有するＫＡＦＬＥＸ型に変更した。

④機体構造：メイン及びテール・ロータのスラスト増大に対応し、荷重伝達経路の構造部材を中心に材質変更、サイズアップを図った。
降着装置はスキッド式であるが、チューブの肉厚を増して、全備重量増加に備えた。
前部胴体長を４３インチ伸したので、キャビンスペースは広がり、最大乗員数は１１名→１５名に増加した。

⑤動力系統：エンジンの空気取入れ口には、従来のスクリーン式に代え、セントリセップ・エア・クリーナを装備したので、ダスト分離効率が上り、エンジン・コンポーネントのエロージョン寿命は約８倍に増加する。

⑥潤滑系統：オイル・クーラの冷却フィンを直接外気に触れるように配置し、冷却効果を増した。

⑦燃料系統：２タンク・システムから５タンク・システムに代え、燃料容量も１６０ガロンから２２０ガロンに増加したので、２０４Ｂ－２に比較し、最大全備重量状態で、３０％弱航続距離が伸びる。

⑧油圧系統：完全に分離、独立したシステム１及びシステム２の２系統から構成されており、安全性向上に寄与している。

⑨操縦系統：コレクティブ及びサイクリック系統のサーボシリンダは油圧系統に対応し、二重になっている。テール・ロータのコントロール系統はケーブル／チェーン方式からプッシュプル・チューブ方式に変更し、チェーン破断によるジャミング防止を図った。

⑩計器系統：機外静圧ポートの着氷時にも、速度計及び昇降計、高度計が確実に機能するように代替の静圧系統を装備し、安全性の向上を図った。

⑪電気系統：２０４Ｂでは、始動発電機の他に、トランスミッションで駆動される発電機を装備していたが、２０５Ｂでは、「Simple is BEST.」で始動発電機のみとした。エンジン故障時はバッテリ電源を使用する。
衝突防止灯は新耐空性審査要領の輝度規定に合致するように、電気式回転灯タイプか

らストロボ・タイプに変更した。

⑫任意装備品：乗客用電動ステップ、副操縦士装置／座席／計器、ショルダー・ハーネス付乗客用座席、増槽タンク、担架キット、救難ホイスト装置、各種アビオニクス等を準備し、物資輸送から防災・救急まで幅広い用途に対応可能である。

4．適合性証明試験

適合性証明試験は、地上試験と飛行試験からなる。富士ベル式２０５Ｂはベル式２０５Ｂをベースとしているとは言え、これだけの試験を実施しているのは、その新規性を当局も確認されたことに他ならない、と認識している。

Ⅰ．地上試験

試験名称	証明事項
①燃料流量試験	主ポンプの供給燃料流量
②衝突防止灯装備適合試験	閃光特性、重複光、視界の妨げ、航法灯の明瞭度
③非常脱出口標識照明試験	少なくとも１６０マイクロランバート以上
④実機確認試験	計器、標識、操縦装置等の視認性、操作性
⑤一般艤装品強度試験	救急品袋、携帯用消火器、カーゴ・ミラー等の強度
⑥電子系統試験（含：電磁干渉試験）	機能の妥当性、電磁干渉の有無
⑦電気系統機能試験	機能の妥当性
⑧動力及び動力伝達系統試験	スタータ機能、エンジン振動、ﾄｰｼｮﾅﾙ•ｽﾀﾋﾞﾘﾃｨ
⑨暖房・換気系統試験	換気ブロア作動状態の換気量
⑩座席強度試験	ショルダー・ハーネス付座席の強度
⑪耐火性試験	内張り材料の耐火性

Ⅱ．飛行試験

試験名称	証明事項
①飛行特性試験	性能、飛行性、振動、Ｈ－Ｖ線図
②動力及び動力伝達系統試験	エンジン振動、ﾄｰｼｮﾅﾙ•ｽﾀﾋﾞﾘﾃｨ、冷却能力　他
③暖房・換気系統試験	換気ブロア作動状態の換気量
④飛行荷重計測試験	疲労強度評価用の荷重データ取得
⑤実機確認試験	計器、標識、操縦装置の視認性、操作性　@飛行状態
⑥計器系統機能試験	代替静圧系統及び磁気方向指示器の機能
⑦電気/電子/通信系統機能試験	電気/電子/通信系統の各装備品の機能/性能
⑧衝突防止灯装備適合試験	視界の妨げ、航法灯の明瞭度
⑨油圧/操縦系統試験	一系統故障時の補助系統による安全な飛行/着陸

この他、適合性証明試験には含まれないが、飛行試験において、スリング能力２．２トンを外気温２２℃の状態で確認している。また、離陸・フライオーバ・アプローチのいずれのモードでも騒音レベルはＩＣＡＯの要求値を満足している。

5．あとがき

ベース機があるとは言え、「航空機の開発」という小気味よい響きとは反対に、いつものとおり作業途上では、試験で思ったような結果が出ない、膨大な審査資料に対し少ない作成時間、天候不良による飛行試験のやりくり、等々のトラブルに遭遇した。さらには、久々の型式証明ということで、かつて実施した証明方法や受審手順に風化が見られ、当初は試行錯誤もあったが、当局の暖かいご指導を得て開発完了にこぎつけることが出来た。ここに、当局ご担当の方々のご指導・ご尽力に対し、感謝の意を表します。

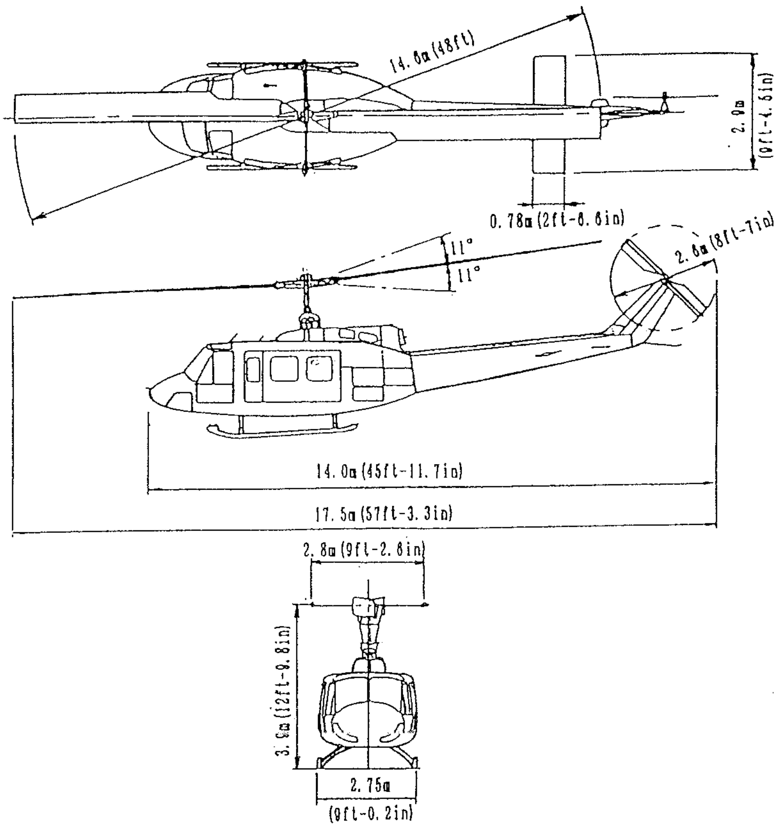


図1　　三面図

		全備重量　10,500LBS	全備重量　8,500LBS
最大全備重量	内部搭載時	10,500LBS (4.76ton)	
	外部搭載時	11,200LBS (5.08ton)	
空虚重量(*)		5,506LBS (2.50ton)	
有効搭載量	内部搭載時	4,994LBS (2.27ton)	
	外部搭載時	5,694LBS (2.58ton)	
エンジン		T5317B×1	
最大出力		1,500shp (熱力学的には1,800shp)	
燃料容量		1,410LBS (0.64ton)	
定員		15名	
ＯＧＥホバリング		5,500ft (1,676m)	15,200ft (4,633m)
ＩＧＥホバリング		13,100ft (3,993m)	19,500ft (5,944m)
最大上昇率		1,700ft/min (518m/min)	2,549ft/min (774m/min)
超過禁止速度		106kt(196km/h)	122kt(226km)
最大航続距離		270nm(500km)	295nm(547km)
最大航続時間		2.8h	3.1h

＊：空虚重量には、無線機、航法装置、副操縦士用座席／計器等を含む。

表1　　諸元及び性能

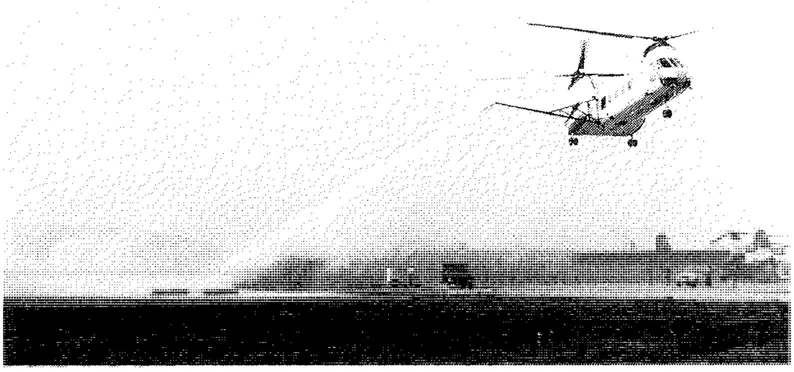
6．3．4

Memorial Conference in Kobe, 1996(平成8年)、1月18・19日、神戸国際会議場にて

『ヘリコプターによる緊急防災活動について』

義若　基（岐阜エンジニアリング株式会社）

ヘリコプターは、狭い所で垂直に離着陸できることと空中停止飛行ができることから、陸上交通が途絶した複合大災害時の緊急活動には最適のツールである。阪神大震災において多数のヘリコプターが王子陸上競技場に集結し防災要員や緊急物資の輸送に活躍した。　しかしその運用はヘリコプターの専門家から見ると今一つであった。　関係機関におけるその後の検討もヘリコプターの運用について真剣に取り上げられているとは思われない。　陸上交通が破壊された時の緊急防災活動はヘリコプターにたよるしか他に方法は無い。



ヘリコプターの防災運用について具体的な研究と訓練とを早急に開始すべきである。

ヘリコプターは災害発生直後から、情報収集、空中指揮管理、消火、救助、救急医療、要員の展開、救助物資の輸送等各種のミッションに幅広く運用される。

災害が発生するとまず小型ヘリコプターが出動し情報収集にあたる。阪神大震災以後テレビカメラの装着、その無線送信、中央機関への情報一元化システムの構築が進められていることは誠に結構なことである。しかしここで忘れてならないことは目視による被害状況の確認と、被災現場と地方防災対策本部間の情報の相互交流とが非常に大切なことである。

へり消火システムはこれまでに水バケツ消火、消火剤噴出システム（図示）等各種開発されてきたが、最も多く利用されているのは水バケツである。　図示のヘリコプターＫＶ１０７については２．４トンのバケツが開発されサウジで運用されている。本システムで長田の消火活動を想定してみると１バケツ水投下サイクルは３分、１時間に２０回のバケツで水投下が可能でこの時投下水量は４０～５０トンとなる。木造家屋１軒の消火に２０トンの水が要るので４０トンでは２軒の火事の消火が可能である。

ＣＨ４７ヘリコプター用には８トンの水バケツがあり１機１時間に９６トンもの水が投下できる。１０機を１編隊３機の３編隊に分け、各編隊が東、中、西と被災地区の消火を分担したとすれば１時間に４０軒以上の消火が可能であった。残りの１機はスタンドバイさせる。

陸海空３自衛隊はＫＶ１０７クラス以上のヘリコプターを１５０機以上も運航していて、首都圏にはすでに相当数のヘリコプターが配備されている。

日本の現防災体制は、各市町村単位の小規模多頻度災害の防災活動を目的としたものであって、大地震とか原子炉破壊のような複合広域大災害に対するものではない。　このような大災害に対する防災活動は日進月歩の近代科学を結集しての防災技術の研究開発、さらにその成果に基づいた防災体制の整備と実践的な訓練がなければ効率的な成果があがるものではない。　複合大災害の緊急防災活動を実り多きものとするためには大きな組織と予算が必要で、これは国家行政機関が担当推進しなければその実現は不可能である。

幸いに昨年末策定された新防衛計画大綱には自然大災害時の派遣出動が自衛隊の主要任務の一つとなった。　われわれ国民はこれに期待し、これからの防衛庁による『ヘリコプターの運用を主体とする緊急防災活動団』の早急な構築とその展開を支援しその成長を暖かく見守る必要がある。　これ以外に国土動乱の時代に備える緊急防災体制確立の道は無いと思われる。

6．4　ベル社ギャフィー副社長特別講演会

ベル社の技術開発担当副社長であるギャフィー氏が来日され、その際に当協会の特別講演会にて御講演頂いた。　以下に、御多忙中にもかかわらず、ギャフィー氏自身に執筆頂いた講演抄録を掲載する。

ヘリコプタ技術協会の特別講演会は下記の要領で実施した。

【ベル社ギャフィー副社長特別講演会】

日　　時：1995年11月2日（木）　　　　場　　所：三井物産ビル・特別会議室

PRODUCT AND TECHNOLOGY DEVELOPMENTS AT BELL HELICOPTER

TROY Gaffey
BELL HELICOPTER TEXTRON, INC.

INTRODUCTION

Bell Helicopter is one of the world's leading producers of rotary-wing VTOLs. Bell certified the first commercial helicopter, the Model 47, in 1946. Since 1946, Bell has produced over 33,000 helicopters (including 4500 produced under licensee) and has developed over 140 different models. The Bell fleet currently flies almost 5 million flight hours per year. Bell has also been the leader in developing tilt rotor technology having flown the XV-3, the XV-15 and, in partnership with Boeing, the V-22 Osprey.

The main Bell factory, located in Fort Worth, Texas USA employs over 6500 employees and produces military helicopters, the V-22 Osprey and dynamic components for commercial helicopters. A second factory at Mirabel, Canada (north of Montreal) produces commercial helicopters, and has over 1700 employees.

CURRENT PRODUCTS

Bell produces two military helicopters at Fort Worth -- the AH-1W Cobra for the U.S. Marine Corps, and the OH-58D Kiowa Warrior for the U.S. Army. The AH-1W and OH-58D are also produced for several non-U.S. military services.

The AH-1W is a twin engine, 14,700 pound gross weight, multi-mission attack helicopter with a maximum speed of 170 knots and a cruise speed of 150 knots. The W is capable of carrying a number of missiles including TOW, Hellfire, Sidewinder, Zuni and conventional rockets. It also has a 20mm turreted gun.

The OH-58D Kiowa Warrior is a multipurpose light helicopter featuring an integrated "glass" cockpit with two multifunction displays and a four-bladed rotor system driven by an improved engine and transmission, with a 5500 pound gross weight and a maximum speed of 125 knots. It has a mast mounted sight for day and night target acquisition and an inertial navigation system with Doppler interface. The aircraft has a complement of air-to-air and air-to-ground weapon systems and an external cargo capability and can perform troop transport and MEDEVAC. The Warrior can be carried in C-130, C-17, C-141, and C-5 aircraft and can be mission capable approximately ten minutes after being unloaded.

At the Mirabel, Canada plant, Bell produces the Models 206B, 206L, 230, 212 and 412. The 206B JetRanger, introduced in 1967, is a five place, turbine powered light utility helicopter used in numerous applications: training, offshore transportation, police work, electronic news gathering, sightseeing, etc. Over 3000 206B's are currently in service. The 206L is a larger, 7 place light utility helicopter used primarily for transportation and sightseeing.

The Model 230 is a 10 place, intermediate class helicopter used primarily for corporate and utility transportation and Emergency Medical Service (EMS). And, the Models 212 and 412 are twin turbine medium class helicopters, sharing an essentially common 15 seat cabin. The 212 utilized a two-bladed teertering rotor and was certified in 1972. The 412 has a four-bladed soft-inplane hingeless rotor and was certified in 1981.

The Models 230, 212 and 412 helicopters are all certified to FAA Part 29 Transport Category Standards and are IFR capable.

NEW COMMERCIAL PRODUCTS

Bell is developing two new commercial products: the Model 407 light single engine helicopter and the Model 430 intermediate twin helicopter. Both will be certified in early 1996. The Model 407 is designed from the Bell Model 206L and the OH-58D. A modified fuselage from the 206L is combined with the drive train and four-bladed rotor from the OH-58D. Gross weight is increased to 5000 lb (from the 206L4's 4450 gross weight) and maximum speed increases nearly 20 knots. In addition, a number of refinements were added to enhance passenger comfort and reduce operating cost.

The Model 430 is derived from the 230 and used a four-bladed, all composite bearingless rotor. The 230 fuselage has been stretched 18 inches to provide additional cabin space. The four-bladed rotor is based on the highly successful Bell 680 research rotor flown in the mid-1980's. The bearingless rotor provides excellent handling qualities and a smooth ride.

V-22 PROGRAM

The V-22 is now in the Engineering and Manufacturing Development (EMD) phase of the program. Over 1000 hours of flight testing were accomplished with the Full-Scale Development (FSD) aircraft and the data from this testing has been used to guide the design of the EMD production representative aircraft (four will be built during the EMD program). Improved processes have been used to design the EMD aircraft: (1) Integrated Product Teams, (2) 3-D design using CATIA and (3) electronic mock-up. As a result of using these improved processes, the empty weight of the EMD aircraft is currently about 1300 pounds below the V-22 specification weight, and the recurring flyaway cost has been reduced by over 21 percent relative to the FSD aircraft.

Much of the weight and cost reduction has been obtained through the application of advanced technology. For example, one-piece titanium casting are replacing multiple forging used in FSD. The advanced technology casting has essentially the same mechanical properties as the forging. Minimal machining is required compared to the forgings and there is no assembly labor involved.

Significant cost saving was achieved by automating the manufacturing processes. For example, an automatic tape layer is used for the EMD wing skin (vs. hand lay-up in FSD) and robotic direct fiber placement machines are used for several rotor and airframe components. We are also realizing a significant reduction in V-22 assembly labor as a result of our use of 3-D design and electronic mock-up -- parts simple fit together better!

The first V-22 EMD aircraft is now in final assembly at Bell's Texas flight test center. It will undergo ground testing during the next 10 months with first flight scheduled for late November 1996. The aircraft will be ferried to Patuxent River, Maryland for flight testing by Bell-Boeing-NAVAIR Integrated Test Team (ITT) in the spring of 1997. Testing will continue through 1999.

V-22 production deliveries are now scheduled to begin in 1999.

TECHNOLOGY

Bell has a broad based research program aimed at improving the overall capability of rotorcraft. However, we are placing emphasis on reducing cost -- both acquisition and ownership -- and on reducing noise.

For a helicopter, manufacturing cost typically breaks down as follows: the engine represents 20 percent of the cost, the rotors and drive system another 20 percent, and the fuselage, subsystems, interior and paint and final assembly 60 percent. The airframe structure is one-half of the 60 percent or 30 percent of the cost of the helicopter. Furthermore, the airframe can represent a significant ownership cost for some operators because of corrosion. Bell is directing research at developing composite design and construction techniques that will cost less than an aluminum airframe to manufacture and will not corrode. Our approach is to build the composite structure in four or five large sections and bond that section together, thus significantly reducing assembly labor.

Another cost reduction research thrust is Health and Usage Monitoring (HUMS) technology. Bell is working with the FAA, Teledyne, and Petroleum Helicopters (PHI) to develop HUMS technology such that safety and reliability will be enhanced and operating costs can be reduced through maintenance and component retirement life extension.

In order to reduce helicopter noise, Bell is developing a ducted tail rotor. The duct also protects the tail rotor, thereby enhancing safety. Flight tests of four and five-bladed ducted tail rotors have been conducted. The five-bladed rotor with nonuniform blade spacing provides the lowest noise level and a pleasant sound, according to observers. Performance and handling qualities of the ducted tail rotor are equal to or superior to the conventional tail rotor.

FUTURE PRODUCTS

Bell has two new, exciting products in development -- the Eagle Eye Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and the D600 medium class commercial tilt rotor.

The Eagle Eye UAV is a tilt rotor configuration so that it has greater speed and range than helicopter based UAV's. Because it can hover, it does not require the complex launch and recovery systems associated with fixed-wing UAV's. The Eagle Eye has a maximum gross weight of 2000 pounds and a maximum speed of over 200 knots. Eagle Eye is in flight status and has successfully demonstrated hover, conversion to airplane mode, and flight to out-of-sight range. The next step of this program is to demonstrate shipboard operational capability.

The D600 medium tilt rotor is in predesign at this time. Predesign efforts are directed at defining a configuration, performance and price. If predesign studies are favorable, a go-ahead could occur in 1996 with production deliveries occurring in 2001 or 2002.

The D600 is the same size as XV-15 research aircraft and utilizes the technologies developed for the V-22. Its size and weight is comparable to the Bell 412 and Sikorsky S-76 helicopters, but offers twice the speed (270 knots vs. 135 knots) and range (770 NM vs. 390 NM).

Operating cost per hour is lower than the helicopter and, because of the speed advantage, seat-mile cost is only 60 percent that of the helicopter. Noise is much lower than a helicopter.

CONCLUDING REMARKS

Bell has been a pioneer in the helicopter industry. The Bell Model 47 was the first commercial helicopter certified by the FAA-Type Certificate H-1 issued in May 1946 -- 50 years ago. Bell flew the first turbine powered helicopter, the UH-1. Now Bell expects to bring the tilt-rotor to fruition with the V-22 and possibly the D600!

７． ヘリコプタ研究概要

川崎重工業株式会社

(1) "KRASH" Application at KHI
　　吉村　勉
　　2nd International KRASH users seminor

(2) Studies on Crashworthy Helicopter Structures at Kawasaki
　　秋吉秀人
　　第３３回飛行機シンポジウム

(3) ヘリコプタ能動防振装置（ＡＶＲ）の飛行試験について
　　加藤浩哉、船岡一晃、上村　誠、熊谷　豪、高橋秀典、菅野侑次、小川　光
　　第３３回飛行機シンポジウム

川田工業株式会社

(1) Helicopter Rotor Noise Reduction
　　Shojiro Shindo
　　31st Subsonic Testing Association Meeting

(2) ヘリコプタＢＶＩ騒音低下対策としての翼端噴射について
　　川田忠裕、進藤章二郎、譚　安忠、原　久幸
　　第３３回飛行機シンポジウム

(3) 小型ヘリコプタ用Ｙａｗ軸ＳＡＳの試作および飛行試験
　　譚　安忠、川田忠裕、五十棲隆勝、趙　群飛、赤池一彦
　　第３３回飛行機シンポジウム

(4) 緊急災害時/平常時におけるヘリコプタの有用性を都市部で活かすための橋上ヘリポートの考察
　　川田忠裕
　　第３３回飛行機シンポジウム

航空宇宙技術研究所

(1) 風洞実験によるビル風のシミュレーション―消火ヘリコプタの実現に向けて―
　　奥野善則、赤松重樹（東大院）、斉藤　茂、原田正志
　　第２６期航空宇宙学会年会講演会

(2) ヘリコプタの高速衝撃騒音を低減するブレード形状の設計に関する考察
　　青木　誠（ATIC）、近藤夏樹（ATIC）、斉藤　茂、青山剛史
　　第１３回航空機計算空気力学シンポジウム

(3) ブレード翼端形状が前進飛行時のヘリコプタ・ブレードに生じる衝撃波に及ぼす影響
　　青山剛史、斉藤　茂
　　航技研報告　ＴＲ―１２７５

(4) 風洞実験による高層ビル周辺の風の測定―消火ヘリコプタの安全基準に関する基礎実験―
　　奥野善則、斉藤　茂、原田正志、赤松重樹（東大院）
　　航技研資料　ＴＭ―６８５

(5) Effect of Blade-Tip Planform on Shock Wave of Advancing Helicopter Blade
　　Aoyama, T., Kawachi, K., and Saito, S.
　　Journal of Aircraft, Vol. 32, No. 5, Sep.-Oct. 1995

(6) ヘリコプタのＢＶＩノイズに対する降下角の影響
斉藤　茂、青山剛史、青木　誠（ATIC）
第３３回飛行機シンポジウム
(7) ヘリコプタの高速衝撃騒音を低減するブレード平面形の非定常解析
青山剛史、斉藤　茂、近藤夏樹（ATIC）
第３３回飛行機シンポジウム
(8) ヘリコプタの高速衝撃騒音低減に関する考察
—ヘリコプタの性能を考慮したブレード平面形の設計—
辻内智郁（ATIC）青木　誠（ATIC）、近藤夏樹（ATIC）、斉藤　茂、青山剛史
第３３回飛行機シンポジウム
(9) ヘリコプタによるビル火災消火の模擬実験
奥野善則、舩引浩平、斉藤　茂、原田正志
航技研報告　ＴＲ—１２６９
(10) ヘリコプタのブレード／渦干渉騒音の解析
近藤夏樹（ATIC）、青木　誠（ATIC）、辻内智郁（ATIC）、青山剛史、斉藤　茂
第４５回応用力学連合講演会

<u>コミュータヘリコプタ先進技術研究所</u>

(1) ＢＫ１１７ヘリコプタ機外騒音について（第１次）
葉山賢司、山川榮一、政井和博
第３３回飛行機シンポジウム
(2) レーザーを用いたヘリコプタ・ロータ後流の可視化の試み
土橋昭彦、村重　敦、織戸満紀雄、辻内智郁
第３３回飛行機シンポジウム
(3) ＢＶＩノイズの基礎研究
稲垣健次郎、葉山賢司
第３３回飛行機シンポジウム
(4) 他機例調査によるヘリコプタ機外騒音と機体諸元の関係について
近藤夏樹、中野満紘、山川榮一
第３３回飛行機シンポジウム
(5) 翼型がヘリコプタの回転騒音に及ぼす影響
青木　誠、西村宏貴、山川榮一
第３３回飛行機シンポジウム

<u>東京大学</u>

(1) Effect of Blade-Tip Planform on Shock Wave of Advancing Helicopter Blade
Aoyama, T., Kawachi, K., and Saito, S.
(2) Computation of Unsteady Flows around a 3D Rigid/Flexible body with the MUSCL Scheme
Liu, T., and Kawachi, K.
International Conference on Computational Engineering Science, Hawaii, Aug. 1995
(3) ＢＶＩ騒音低減に関する一考察
相川　慎、河内啓二
第３３回飛行機シンポジウム

(4) 飛行メカニズムとパワー
河内啓二
こうしょう、No. 24
(5) ＢＶＩ騒音低減に関する解析的研究
相川　慎
東京大学工学系研究科修士論文

富士重工業株式会社
(1) ヘリ騒音解析と試験について
清水俊夫
第３３回飛行機シンポジウム
(2) 無人機システムによる防災活動について
伴野道彦、丸山茂美、加茂圭介
第３３回飛行機シンポジウム

防衛大学校
(1) ロータ・ブレードの構造最適化に対する最適制御理論の応用
猫橋敏文、長島知有
日本航空宇宙学会誌、第４３巻、第５００号
(2) 走行実験によるティルトロータの空力・動力学的特性
長島知有、小林　満
平成7年度非定常空気力学懇談会
(3) アクティブコントロールによる振動軽減技術の現状（サーベイ）
長島知有
第３３回飛行機シンポジウム
(4) ヘリコプタ技術の最近の動向
長島知有
都心ヘリポート促進協議会
(5) ティルトロータの空力特性とフラッピング運動
小林　満、長島知有
第２７期航空宇宙学会年会講演会

三菱重工業株式会社
(1) ヘリコプタ高次ピッチコントロールの研究
小林　孝、佐倉　潔、山口仁志、高崎徹也
第３３回飛行機シンポジウム
(2) 移動変形格子を用いたヘリコプタロータ前進飛行解析
中尾雅弘
第３３回飛行機シンポジウム

8．　寄稿

高速ヘリコプタについて

航空宇宙技術研究所　　斉藤　茂

テレビで「エアーウルフ」という番組があるのをご存知でしょうか。　この中にたいへん興味深いヘリコプタが登場する。　ボタン１つで、突然遷音速飛行になり、悪者の機銃掃射も跳ね返してしまう機体構造をもった空気力学的、構造力学的、制御学的観点をいっさい無視したような夢のヘリコプタである。　このテレビ番組は結構若者には人気があって、私がヘリコプタの研究をしていると言うと「ヘリコプタって本当にマッハ１以上で飛べるんですか」と聞かれる。　いつも、きまって答えるのは、「飛ぼうとすれば飛べますよ」である。

そう答えた後、私はいつも憂鬱になる。　研究者として、何を克服すれば遷音速飛行が可能であるのか。　あれこれ考えながら、結局現実の研究課題に埋没する日々に戻ってしまう。　そして、いつしか、そのことを忘れがちになってしまう。　人間年をとってくると、若いときに思っていたこと、考えていたことがいつか忘却の彼方へと行ってしまう様な気がする。

今、この様なことを考えつつ自分はまだ若いのだと首を横に振って、高速ヘリコプタの騒音解析を行っている今日この頃である。

防災ヘリポートの課題

（株）島津製作所　　馬籠洋一

阪神淡路大震災以降、災害時におけるヘリコプターの活用についての検討や研究が活発になってまいりました。　各地方自治体などにおいても防災ヘリコプターの整備と並行して防災ヘリポートの整備が急がれております。　東京都の場合、警視庁及び東京消防庁は今後平成１２年度までにさらに大型ヘリコプターや中型ヘリコプターなどをそれぞれ数機を導入し、ヘリポートも都心や多摩地区などに設置するとのことで、防災ヘリコプターへの認識とその活用がいよいよ本格的になり、ヘリコプター関係者には喜ばしいことと思います。

ところが関東大震災クラスを前提とした首都圏における災害について考えてみますと、現在東京都が進めているヘリポートの規模・場所・数では到底対応できないと思います。　都心部の災害から首都圏の広域災害を考慮するならば、東京都のみならず支援に駆けつけた他府県や自衛隊のヘリコプターなど１００機以上の各種ヘリコプターの災害行動に対応できるヘリポートの整備が必要かと思います。そこで首都圏や都市部におけるヘリポートの規模・機能・配置はいかにあるべきかが重要になってくると思います。　ただ空き地があるからそこにヘリポートを設置したとしても、そこで果たして災害時にどのような救助行動が期待できるか慎重に検討されなければなりません。　先の阪神淡路大震災で活躍された前中部方面航空隊長山根峯治氏も強調されていることと重複する点もありますが、防災ヘリポートについて次のことを提案いたします。

それは、防災ヘリポートと拠点ヘリポートの設置であります。

防災ヘリポートは、被害地域の広域避難場所やその近傍に設置し、被災者・負傷者の空中避難、救助部隊・緊急物資の卸下や災害情報の地上中継などを実施する。　各地方自治体自体のみならず、支援にきた他府県や自衛隊のヘリコプターも使用できるように、大型や少なくとも中型のヘリコプターの離着陸が昼夜間できること。　東京都などの場合は、各区一か所以上を目標に、既設の公園、競技場、広場、河川敷などを普段から防災ヘリポートとして使用できるように整備し各種付帯施設も設ける。

拠点ヘリポートは、被害地域の周辺やその外郭地域に設置し、各地のヘリコプターや派遣部隊などが集結し、しかも災害資材などが保管できるようにする。　このような拠点ヘリポートは現在の自衛隊の航空基地などを利用し、首都圏であれば２～３か所を指定し、普段から拠点ヘリポートとしての使用方法を確立し他官庁や自治体と通信・情報連絡ができるごとく有・無線あるいは多重回線で連接する。　しかも防災ヘリポートとの間にもいくつかの飛行回廊や通信回線などを設けておく。
以上大変、断片的で十分に検討できていませんが、会員の方のご叱正を賜ります。

雑　感

三菱重工業（株）　　小林　孝

１９０８年1月１３日早朝、ガールフレンドに嫌々付き合わされてパリ郊外の練兵場でファルマンが自作の複葉機を操縦し「初めて旋回飛行」を行うのを見学した若き日のフォン・カルマンは、すっかり飛行に魅せられ航空学の道に進むことを決意したそうです。
カルマンと比べるのはいささか気が引けますが、小学校３～４年の時の同級生でプラモデル作りの仲間だったＹ君の父君が目を輝かせて語ってくれた太平洋戦争時代の海軍航空整備兵としての活躍の自慢話が、元々飛行機好きだった当時の私に大変強烈な刺激を与えたようで、その後の私の進路に決定的影響を持ったような気がします。
毎年今頃は新入社員の配属が気になる季節です。　各々何らかのきっかけで航空宇宙分野を志した者ばかりですが、華やかなイメージの宇宙ロケットや超音速機等の方に目が行ってしまって、ヘリコプタを希望する者は例外的です。　この辺の事情は３重工各社大同小異ではないかと思いますが、今年予定されている純国産開発の防衛庁ＯＨＸ（ＫＨＩプライム）やＭＨＩの民間ヘリコプタの初飛行、及びそれらの開発に携わった技術者が目を輝かせて語る体験談が、各社の新入社員／若手社員に強烈な印象を与え、一人でも多くの優秀な人材がヘリコプタの発展に夢を託してくれることを祈る今日この頃です。

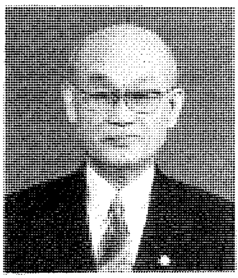
ヘリコプターは一生懸命

三菱重工業（株）　　佐倉　潔

月面着陸、火星探査、そしてスペースシャトルと、とかく華やかな宇宙。
けれども、子供の頃からロケットより空気を突っ切って飛ぶ、風を感じられる飛行機が好きでした。時代は宇宙飛行に夢を託していても、私の夢は空に、青い空にありました。
ずいぶん大人になって、今は、空気の中を一生懸命ブレードを回して飛ぶヘリコプターがいい。何か懸命で、愛すべき存在です。　要領よく生きることが一種美徳でもあるかのように思われがちですが、そう言う一生懸命が私をヘリコプターに駆り立てているような気がします。
だから、私もヘリコプターに一生懸命がんばりたい、そう思っています。
一生懸命の相手は沢山あります。　ローター空気力学、エンジン・トランスミッション系のダイナミクス、いつでも安全に飛べる自動飛行制御、騒音・振動の低減。　人の一生懸命に応えて、一生懸命飛んでくれる、それがヘリコプター。　ヘリコプターのエンジニアであることを誇りに思います。

8．1　ヘリコプター随想

中日本航空専門学校　竹内　彪男



竹内彪男氏略歴　大正１５年３月７日生、昭和２３年阪大工学部精密工学科卒、昭和２６年川崎重工へ入社し、昭和２８年よりヘリコプターの設計、試験、開発に従事。　初代回転翼航空機設計部長、ＢＫ１１７開発室長等川重ヘリコプタ技術部門の要職を歴任。　昭和５８年ＢＫ１１７の型式証明取得後川重を勇退し、中日本航空専門学校の主席教官として、後進の指導育成に当たり現在に至る。

戦後、川崎機械工業株式会社（現川崎重工業に吸収統合）で、かなり早い時期から日本のヘリコプター産業に一技術者としてかかわりを持ち、設計屋として恵まれた経験をさせてもらった男の回想録をヘリコプタ技術協会会報をかりて記録に留める。　ほぼ半世紀の昔から始まるので、もとより正確は期しがたいことを予めお断りしておかねばならない。

ベル４７型ヘリコプター

日本のヘリコプター工業の幕開けは川崎機械がベル４７Ｄ１型ヘリコプターのオーバーホールに手を付けた時で１９５２年だと思う。　私が薄暗い大きな倉庫の様な神戸工場にポツンと置かれた新聞社のヘリコプターを見たのはその翌年で、私と同じ様な（ということはヘリについて全くの素人）技術者の卵が１人、２人と社の内外から集められ、ベル社帰りの岡田技術掛長（元川重常務岡田愿介氏）を中心に仕事が始まった。　ベル４７Ｄ１のオーバーホールである。　搬入された機体を教材にＯＪＴでオーバーホールマニュアル、パーツカタログ、基本作業手順書、スペック等を指針に毎日が珍しかった。　入って来る機体が、すべて新聞社のマークを、機首とキャビン下面とテールブームに着けていたのは、当時のヘリコプター活躍の場が報道取材であったためと思う。

オーバーホールの仕事で一番困ったのは交換部品、それもＯリング、ガスケット等の入手が非常に困難なことで、国産の航空機用部品は全く無い時代であった。　岡田掛長が終日タイプライターをたたいて部品の入手に活躍していたのを懐かしく思い出す。　それでも何とか交換組み立てを終え、オーバーホール１号機に同乗させてもらって、視界の良過ぎる風防を透して足下に拡がる廃虚の明石市街と穏やかに日を照り返す海峡を、規則正しく繰り返すローターの影と振動と音の下で眺めた感激は今も忘れない。

しばらくすると、本拠を西明石へ移してベル４７型ヘリコプターのライセンス製造が本格的に始まった。　我々の仕事もオーバーホール技術掛から製図掛に変わった。　ベル社の図面のコピー（当時は残念ながら現在の様な複写技術が無かったので我々は１枚１枚ベルの図面をトレースした）を作り、インチをミリに換算し、図中の英文を和文に書き換えた。　これが青図となりそのまま製造図として使用された。　物不足、部品不足の中で、日本の製造会社が少しずつ息を吹き返し、大部分の機能部品を米国よりの輸入に頼りながらも製造機（ベル４７Ｄ―１）が初めて完成しスルメとお神酒で祝杯をあげたのは良かったが、陸上自衛隊へ数機納入したのちサッパリ売れず、我々は当時新事業としてラインの整備に忙しかったジェットエンジンのオーバーホール工場をはじめ社内各部門に分散、一時は折角の川重のヘリコプターも息の根が止まるかと思われた。

重傷から立ち直ったのはヘリコプターの食料増産への活躍であった。　何しろ戦後日本の最重点目標の一つに米の増産があり、その決め手として害虫駆除の為の薬剤散布があった。　ＤＤＴをはじめ米軍が我が国へ持ち込んだ薬剤は魔法の杖の様に戦後の疲弊に喘ぐ同胞に信頼され、年々散布面積は

増え同時に空中散布を行うヘリコプターの数も増えていった。　この作業を専門とする航空会社ができヘリコプターの保有機数では日本最大の会社となった。　ベル４７型機は薬剤、特に粉剤を散布するのに最適であった。　大きなローター径とトラス構造とレシプロエンジンのお陰である。　我々も再びヘリコプターの仕事に戻されて薬剤散布装置を設計したり散布試験で日を過ごす事になった。
多分本家のアメリカ大陸より日本の方がヘリコプターの用途開発に熱心であったと思う。　薬剤散布も粉だけでは足りず、液体だ、粉だペーストだと営業がユーザーからの注文を持って来るので、我々はその対応に追いまくられ、試作品を作り、試験し、運航会社で使ってもらった。
用途が拡がるにつれ販売機数が増えたのは当然であったがベル４７型機に対するユーザーの不満も増えていった。

ＫＨ４ヘリコプター

パワー不足は初期のヘリコプター共通の欠点であった。　ベル４７型だけでなくシコルスキーのＳ―５５も同様で、山岳地帯が大部分を占める日本で箱根の山もうまくやらないと越えられなかった。
さらに何等かの機上作業を伴う飛行ではキャビンスペースが少な過ぎ、座席数を増やせないかと言ったユーザーの要望が相継ぐこととなった。　当時の設計課のメンバーはオーバーホール中心の時代から脱皮し、岡田課長（前出）を中心に航空機好きの優秀な人達が集まり熱心な勉強が続けられてはいたが、正直なところ実機の設計能力もローター等の製造能力も不十分でユーザーの要望に答える事が出来なかった。
１９５９年末ベル社がエンジンをパワーアップし、ローター径を大きくした４７Ｇ―２の改造型を発表、４７Ｇ―３である。　我々はこの機体をベースに４人乗りの改造機を作ろうと考えた。　ＫＨ４計画の発端である。　（編者注：当時岡田課長は病気入院中であり、竹内氏が掛長の分際で良くも社内の意見を統一しＫＨ４開発に漕ぎ着けたものだと思う。　ＫＨ４は事業としても大成功を収め、日本のヘリコプター史に大きな足跡を残すこととなった。）
４７Ｇ―３は当初２２０ＨＰエンジン搭載の予定であったが紆余曲折の末アブコライカミング社製２５０ＨＰ、スーパーチャージャー付エンジンとなった。　このエンジンのお陰で、ＫＨ４は日本の山岳地帯を自由に飛び回れることになり、川重の操縦士が富士山頂を訪問したり、毎日新聞社機が火山の火口巡りを紹介したりした。
技術的には、我々のやれなかった部分をベル社が解決してくれたので、ローターもトランスミッションもエンジンもそのままで、キャビン、操縦装置の一部、機体構造の一部の改造設計は駆け出しの我々に格好の仕事であり練習問題となった。
ＫＨ４の開発は１９５９年に始まり６０年から設計を始め試作試験を経て型式証明取得までほぼ丸３年を必要とした。　技術的には振動、エンジン冷却等多少の問題は出たが割合簡単に解決できた。
少数精鋭主義と言えば聞こえは良いが設計に従事した人達は今にして思えば良くやったと思う。
最盛期には休日無し、家へは眠りに帰るだけといった生活が続いた。
この仕事で有り難かったのはベル社の情報提供であった。　４７型ヘリコプターの図面、設計計算書等、我々の要求に応じて何でも（と言える程）送ってくれた。　どの程度の解析で４７型が設計されたか一目瞭然であった。
もう一つ我々の教科書となったのはシコルスキーＳ―５５である。　メインローターがテールブームを叩いて墜落した機体が明野の学校にあり、これを徹底的に調査する機会があった。　ベル４７型とシコルスキーＳ―５５は半関節型と全関節型を代表する機体で、胴体構造がトラス構造とセミモノコック構造となっているのも有り難かった。
有り難かった話をもう一つ加えさせて戴くと、当時の航空局、中でも航空機検査官の方々に大変お世話になった。　何しろ耐空性審査要領をはじめ、基準、規格等が整備されつつあった頃で夫々の該当項目の具体的適用について一緒に考えてくださったり、主席検査官がアンパンをかじりながら夜半まで強度試験に立ち会って下さったりした。

設計計算にはまだ計算尺が幅を効かせていた時代であったが、電子計算機を買って貰って空力計算、強度計算に役立ったのも思い出である。

ＫＨ４の名称で国内各方面でご哀願を戴いたこの改造機は、そのパワーの強さと簡単構造の為か業界各方面に進出し、川重の業績向上に少しは役立ったと思う。 （編者注：市場ニーズにマッチするＫＨ４ヘリコプターをタイムリーに送出した）

ＫＨ４の設計作業の構想が纏まったところでベル社へ出張することとなった。 １９６１年１０月のことである。 ＫＨ４がベル４７Ｇ―３Ｂの改造設計機である以上ベル社に改造計画を説明し了解を得ると言うのがその目的であった。 当時はジェット旅客機がまだ特別料金を必要とし、ハワイで燃料補給をしなければ米本土へたどり着けない時代であったので、本務以外に調査依頼輸入品の督促等膨れ上がった雑多な仕事を抱えて、初めて飛行機に乗り、初めて外国の土を踏んだ。 羽田で英語のアナウンスが全く判らない事を発見し、殆どの飛行機が予定通り飛ばないので、行き当たりばったりにしか事が運ばないことを知った。

既に書いた様に技術資料の解放について非常に好意的であったベル社が、ことＫＨ４については殆ど理解を示さず、４７Ｊ型という４人乗機が既にあるのに何故余計な事をするのだという態度であった。 案内役の三井物産の担当者が忙しかった事もあってか、ニューヨーク到着後約１０日を経てベル社の本拠のあるフォートワースへ着いた。

ベル社の工場は広々として敷地にゆったりとした配置で、気持ちの良い施設ではあったが、ローターブレードはパーソンズで製作され、トランスミッションも別会社とかで設備等目新しいものは無かった。 工場の周囲は高い金網の柵をめぐらしたガードマンが巡回し、民間工場であるのに星条旗が部屋の中にも掲げられているのが印象的であった。

４７Ｊのパワー不足と多目的ヘリコプターとしてのトラス構造の優位性を、ＫＨ４開発の理由として説明した様に思うが相手がそれぞれ納得したかどうか良く判らなかった。 重心位置の許容範囲とキャビンの後流による振動について注意しろといったアドバイスを貰ったと思う。

めったに外国出張など出来ない時代だった為か三井物産、伊藤忠商事、野崎産業等々、仕事の上でのかかわり合いを越えて在米商社の方々のお世話になって数多くの工場と製品を見せて戴いた。 Vertol、 Lycoming、 G.E. 、Gyrodyne、Kaman 等々あげくの果てペースト状薬剤散布装置を見にメキシコ国境に近いテキサスのサンアントニオまで行ったりした。 訪問会社は特別な仕事の上での繋がりは無くともオープンに見せかつ親切に説明して下さった。 時代が大らかだったのか、良く判らないがいまだに感謝の気持ちだけは忘れない。

ＫＨ４の開発は先にも述べた様に十分とはゆかなかったが、ある種の経験と自信を我々に与えてくれたと思う。 この意味で我々設計屋にとって忘れがたい機体である。

ＢＫ１１７ヘリコプター

自分達の手で新しいヘリコプターを作りたい技術者達の思いとは別に、経営者は会社の生きる道として自前の製品を持ちたいと考えたと思う。 同時に自社の技術力、販売力の後進性は経営者の方が良く心得ていたに違いない。

１９７０年代の中頃は３～４トンクラスの双発タービンヘリコプターの需要が数千機は見込まれると、全世界のヘリコプターメーカーが夢をふくらませていた時代であった。

無関節型ローターシステム、ローターブレード、動力伝達機構等の試作試験をベースに、自作のヘリコプター計画を進めていた川崎重工。 ヘリコプターメーカーとして確固たる実績を持ちながら中小型の市場に参入の機会を持てなかったVERTOL社。 独特のヒンジレスローターシステムとＦＲＰ製のローターブレードで確実に成長しつつあるもののＢＯ１０５ １機しか持たないＭＢＢ社。 この３社が協力して新しいヘリコプターを開発、製造、販売しようと話し合いを始めたのは１９７４年も終わりに近い頃で、結局バートル社が業務多忙を理由に脱けたあと、我々はそれまで全く接触の無かったＭＢＢとＢＫ１１７を共同開発する事になった。 １９７５年後半のことである。 ＭＢＢは

9．　会費納入方法及び費用

ヘリコプタ技術協会は米国に本部のあるＡＨＳの日本支部でもあり、ＡＨＳ会員は自動的に当協会の会員として登録されます。

ＡＨＳ個人年会費は、次のようになっています。

日本の場合の会費			
	正会員	: 61ドル	(International Member)
	60才以上	: 35ドル	
	学生	: 32ドル	
	Journal of AHS (Option)	: 15ドル	

ＡＨＳへの申し込み用紙は、お近くのヘリコプタ技術協会幹事或いは下記のヘリコプタ技術協会事務局に御請求下さい。　入会及び会費支払い手続きは、基本的に各個人で行って頂きますが、ご不明の点等ありましたら、事務局までお問い合わせ下さい。

【申し込み方法】

(1) 所定の申し込み用紙に記入し、ＡＨＳ米国本部へ送付する。
（ヘリコプタ技術協会へは本部より通知されるので、申し込み者からの連絡は原則として不要）

(2) 次のいずれかの方法でＡＨＳ米国本部へ会費を払い込む。

①	クレジット・カード	申し込み用紙にカード番号を記入すると自動的に引き落とされる。
②	外国送金小切手	郵便局或いは銀行で購入して、郵送する。
③	現金（米国ドル）	現金書留で送付する。

ヘリコプタ技術協会（ＡＨＳ日本支部）事務局

〒455　名古屋市港区大江町 10
三菱重工業株式会社　名古屋航空宇宙システム製作所
ヘリコプタ技術部　（ＡＨＳ日本支部）
佐倉　潔
Phone : 052-611-8006 / 8007　　Fax : 052-611-6426

１０． 編集後記

今年も多くの方々の御協力を得てヘリコプタ技術協会会報を完成させることができました。　ありがとうございます。　私にとって大先輩である執筆者の皆様の原稿を編集しながら、あらためてヘリコプターと言う興味深い対象をじっくり味わう機会が得られました。　国内メーカーからのホットな話題提供に加え、特に今回は、ふつうのヘリコプターに留まらず、人力ヘリコプター、無人ヘリコプター等、色々な話題を取り上げることにより、新たなヘリコプターの魅力を発見できたのではないかと思います。

当協会の１９９５年度の講演会はいずれも１００名近い参加者となり、当協会会員はもちろん、会員以外の参加者も多く、日本におけるヘリコプターへの関心の高まりを強く感じることができました。講演会・見学会の内容も、多方面の会員のみなさまの御協力により、官・民とりまぜた多種多彩、充実したものになったと思います。　これは、まさしくこれから日本のヘリコプターが目指すべき方向を示しているのではないでしょうか。

過日の懇親会での東先生の御挨拶にもありましたように、当協会の前身とも言える日本でのヘリコプターの研究会が発足した当時に比して、協会会員の数は大幅に増加しており、今日ヘリコプター関連業界に籍をおく者としては、幸せなことだと思います。　本会報の「ヘリコプター随想」に記されたような日本のヘリコプター黎明期の先輩方の努力を受け、市民権を次第に得つつあるヘリコプターのために、しっかりやらねばと言う気持ちです。

そのような背景の中、ヘリコプタ技術協会としては、そろそろ大きな組織としての更なる基礎づくりを考えていかなければならないと思います。　ヘリコプターへの意識の高まりに対し、外へ向けての情報発信も必要になってくることでしょう。　色々なことを学ばせて戴いた２年間でしたが、事務局の任期を終え、うまくバトンを手渡すことができればと思います。

当協会の最大の特長は、様々な分野の会員の皆さんが、ヘリコプターと言う共通の夢に向かって努力されていることです。　いわゆる「学会」とは趣を異にした、そう言う純粋な部分が魅力だと思います。　当協会の催しへの多くの方々の関心を知り、この夢はかなえるための夢だと信じています。

新世紀の初夢はヘリコプター、そう信じています。

ヘリコプタ技術協会　1994 / 1995年度 事務局（幹事）
三菱重工業株式会社　　　佐倉　潔

ヘリコプタ技術協会 会報　第６号

1996年5月17日発行

ヘリコプタ技術協会（ＡＨＳ日本支部）1994 / 1995年度 事務局
〒455　名古屋市港区大江町10
三菱重工業株式会社
名古屋航空宇宙システム製作所　ヘリコプタ技術部内
Phone　: 052-611-8006 / 8007
Fax　: 052-611-6426