

JOURNAL of the  
JAPAN CHAPTER of the  
AMERICAN HELICOPTER SOCIETY

# ヘリコプタ技術協会 会報

1994年6月  
第4号



NUMBER 4  
JUNE 1994

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

*Stanley Mortimer*  
president

# 目 次

## AHS日本支部認定書

1. 巻頭言 .....	1
2. 役員 .....	3
3. 賛助会員名簿 .....	8
4. 正会員名簿 .....	10
5. 会 則 .....	29
6. 1993年度行事記録	
6. 1. 総会・講演会・懇談会 .....	33
6. 1. 1. 表 彰 .....	34
6. 1. 2. 1993年度AHS年次総会参加報告風景 .....	35
6. 1. 3. 栃木ヘリポート見学風景 .....	36
6. 1. 4. ヘリコプタによる空中地下探査について .....	37
6. 2. 夏期定例研究会 .....	40
6. 2. 1. 私の見た世界の都市ヘリポート .....	41
6. 2. 2. ファジィ制御のヘリコプタへの応用 .....	51
6. 3. 冬期定例研究会 .....	55
6. 3. 1. BK117ヘリコプタによる救急医療（EMS）について .....	56
6. 3. 2. ニューラル・ネットワークのヘリコプタ制御への応用について .....	67
6. 3. 3. ヘリコプタによるビル火災消火のシミュレーション実験 .....	70
6. 3. 4. 走行実験によるロータブレードのフラッピング運動の計測 .....	73
6. 3. 5. 第19回 European Rotorcraft Forum に出席して .....	80
6. 4. フランス・ヘリコプタ技術講演会 .....	82
6. 5. Professor Norman D. Ham 講演会 .....	83
7. 1994年度AHS総会（米国）——「日本セッション」も開催	
7. 1. 全 般 .....	87
7. 2. 義若常任理事（AHS本部 International V. P.）の基調講演 .....	90
8. AHS日本支部活動状況報告書 .....	93
9. ヘリコプタ研究概要 .....	94
10. 寄稿集 .....	99
11. 会費納入方法及び費用 .....	119
12. 編集後記 .....	120

## 1. 巻 頭 言

先日、各務原市の航空博物館建設推進室から突然電話を頂いた。曾て昭和40年代に富士重工業が行った、Winged Helicopter の実験に関するお問い合わせであった。手元に資料を持っていなかったのが富士重工業の松川当協会幹事長などの手も煩わしてお応えしたが、よくこの件で私を探し出されたな、と感じると同時に、色々なことを思った。

第一に、ヘリコプタに関する展示を考えておられるとはさすが川崎重工業のお膝元だけのことはあるなということである。しかし同時に、お尋ねのあった有翼ヘリコプタ実験機（富士重工業呼称XMH）はベル204Bを改造した物であるが、既にスクラップとなり今日ハードウェアは何もないように、魅力ある展示物を集めるのはさぞかし大変であろうと思った。

そういえば最近大分、あちこちに航空関係の博物館が開設されたり計画されたりしているが、恐らく何処も同様な問題をかかえていることだろうと思う。

わが国の場合、第2次大戦の敗戦により、航空関係のハード、ソフト共非常に乏しい状態になってしまったといえる。勿論、戦勝国か敗戦国かとの違いだけではなく、国民性や文化的風土の問題もあるとは思いますが、米国のスミソニアンの航空博物館やデイトンの空軍博物館などを見ると敗戦が航空関連の分野で物心両面に及びした影響の大きさを改めて強く感ずるのである。わが国の場合は仮に一つの航空宇宙博物館に集約したとしても、スミソニアンやデイトンには遠く及ばないだろう。また多くの人々に航空宇宙に対する関心を高めさせたり、知識を深めさせたりするためには、多くの方々には博物館があった方が便利なことも明かである。従って航空博物館を一つに集約統合するのは良策ではないと思う。

しかしそれらの博物館が小スミソニアンや小デイトンを狙ったのではしょうがない。しっかりした目的を持ち、魅力ある独自の主題を明確に展示を目指すべきであろう。

私はこのような目的及至は主題には次のような条件が求められると思う。

立派な意義を持っている

永続性、発展性があること

その主題に対して展示ができるだけ完璧たり得ること

十分迫力のある展示が可能なこと

このようなことを考えていると、永年ヘリコプタの世界に身に置いてきた者としてヘリコプタ乃至は Vertical Flight に焦点を合わせた博物館という発想が当然すぐ浮かんでくる。ヘリコプタについて云えば、わが国で全体を新しく開発するのは現在進行中のOHXが初めてであるが、（無人機とか、実験的な小規模の物は別として）部分開発や要素研究・試作などは色々と手掛けられてきている。しかし始めに述べた有翼ヘリコプタ実験機の例のように既に失われたり散逸してしまった物が多いのではなからうか？ そういうことを考えると Vertical Flight とした方が良いかも知れない。わが国がリフト・ジェット・エンジンを開発した世界でも極めて少い国の一つであることや、ホバー・テスト・ベッドを実際に飛ばしたことなど今日どの位の人知っているだろうか。

歴史的な展示物を完璧性を持ち、迫力を持ち得る程に集めることが無理ならば、こんな主題は

どうだろうか。

ヘリコプタが目覚ましく活躍するいくつかの分野をとり上げ、その分野の出来事を時系列的に且つできるだけ直接体験的に見せ、その中でヘリコプタの特徴、機能、性能、構造、運用などの細部を知り得るような展示である。活動の分野としては、EMS、山岳遭難救助とかあるいはオイルリグとか農薬散布などの産業活動その他種々のものが考えられるだろう。今日の進歩したシミュレーションやヴァーチャル・リアリティの技術を駆使して迫力も十分高められよう。そして来館者は、その活動の司令者やパイロット更にはヘリコプタの整備担当者はたまたその活動の恩恵を受ける側などの立場を自由に選択して体験的に展示を観て行けるようにする。そしてその間にヘリコプタの飛行計画に参画して、ヘリコプタの性能の特徴を知ったり、実大模型とBITのシミュレータを用いて点検や場合によっては整備作業の一部を体験して構造や機能についての知識を得たりという具合に知識を深めるのである。

実はこの考えは私の学校のある先輩が固定翼（旅客機）を対象に考えられたアイデアを借りてヘリコプタの世界で考えてみたもので私のオリジナルではないのだが、ヘリコプタについて正しい理解、知識を広く世人に持ってもらう努力の必要性は、固定翼機以上に高いと感じているので敢えてここに書いた次第である。

広汎な人々の正しい理解に基いて支持を得ることが、科学技術を発展させる上で益々重要な条件となりつつあることは異論のない所である。ヘリコプタ技術の前進を望む者として、常にこのことを念頭に置いて、あらゆる機会を捉えてこの大切な条件の実現に努力する責任を感じるのである。航空博物館にからんで問い合わせを頂いたために改めてこんなことを考えてしまった。そして有翼ヘリコプタ実験機に深く携わった者として、ハードウェアが何も残っていないということについて、今は本当に申し訳ないことであったと痛感している。

本会報に、わが国のヘリコプタの歴史を辿るのに役立つような記事を掲載して行くことも、上に述べたような意味で大切なことであると思う。

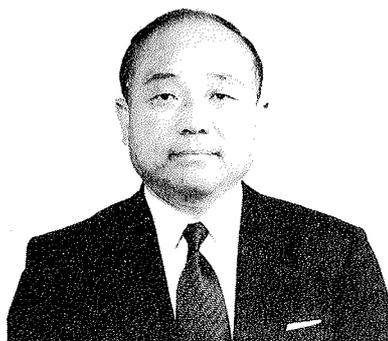
義若初代会長が会報第一号で言われたように、その時々わが国ヘリコプタ技術の状況が本会報を縮くことによりつかめるようでありたいとの方向は、及ばずながら守る努力をしてきたつもりであるが、欲を言えば更に一步を進めて、曾てのヘリコプタ関連の活動についてもその跡が正確に辿れるようにする工夫も会報誌上で実現できれば思っている。しかしこれを本当に実現するのはかなり大変だと思う。

実は川崎重工業でのベル47シリーズの国産～改良開発とか、富士重工業204/205シリーズでの同様の活動等をめぐる記事を載せようと思ったが実行できないままになって申し訳けなく思っている。確かに現状の我々の会の規模では仲々困難ではあるが、そういう方向を目指す心構えは持って行きたいものである。

ヘリコプタ技術協会会長 牧野 健

## ヘリコプタ技術協会 第3期役員

会 長



牧野 健  
輸送機工業(株)  
常務取締役

副 会 長



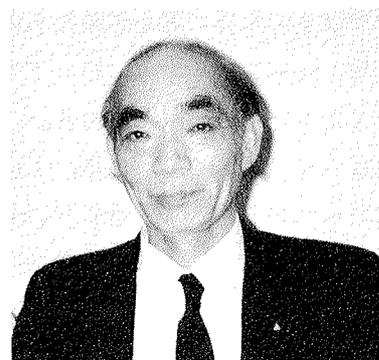
河内 啓二  
東京大学先端科学技術研究センター  
教授 工博

副 会 長



佐藤 晃  
三菱重工業(株)  
名航宇システム製作所 ヘリコプタ技術部長

メンバーシップ・チェアマン



長島 知有  
防衛大学校航宇工学教室  
教授 工博

理事・総務担当者



阿久沢加一  
(株)エースヘリコプター  
常務取締役

常任理事・幹事長



松川 恒雄  
富士重工業(株) 宇都宮製作所  
第1技術部長

常任理事

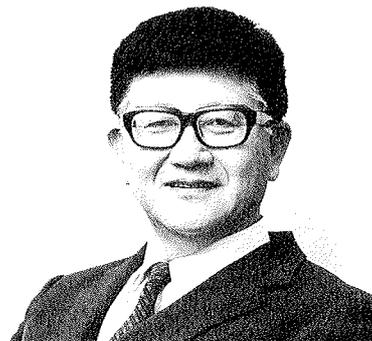


義若 基

カワサキ・ヘリコプタ・システム(株)  
顧問

(AHS本部 International Vice President)

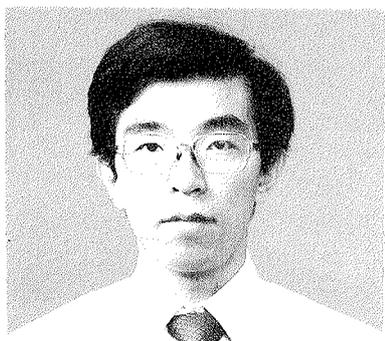
常任理事



東 昭

東京大学名誉教授 工博  
東航空科学研究所代表

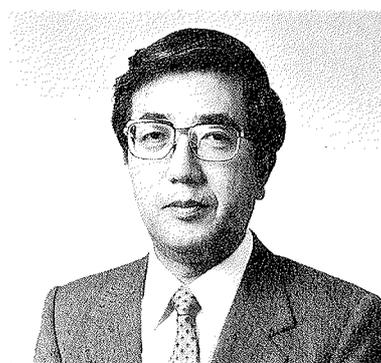
常任理事



斉藤 茂

航空宇宙技術研究所  
飛行試験研究室長 工博

常任理事



西川 渉

(株)地域航空総合研究所  
代表取締役所長

常任理事



薮 勉

川田工業(株)  
ヘリ・テクノロジー・センター所長

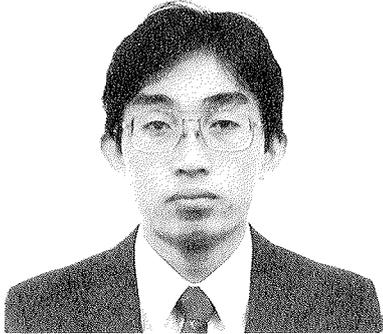
常任理事



大林 秀彦

(株)コンピュータ・ヘリコプタ先進技術研究所  
代表取締役専務

幹 事



青山 剛史  
航空宇宙技術研究所  
数理解析部

幹 事



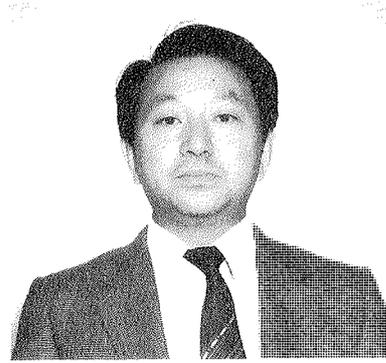
伊東 裕  
川崎重工業(株)  
ヘリコプタ設計部 ヘリコプタ 2 課主査

幹 事



遠藤 理  
三菱電機(株)  
電子事業部 (元陸将補)

幹 事



北林 修三  
富士重工業(株) 宇都宮製作所  
第1 技術部 ヘリコプタ第 2 課長

幹 事



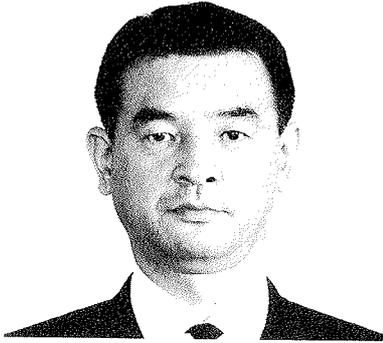
小林 孝  
三菱重工業(株)  
ヘリコプタ技術部 基礎設計課長

幹 事



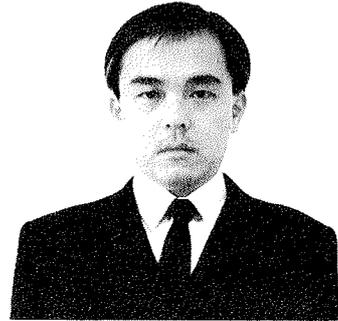
嶋田 浩三  
陸上自衛隊  
航空学校

幹 事



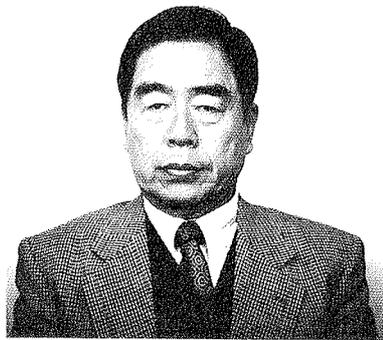
土肥 修  
海上自衛隊  
海上幕僚監部

幹 事



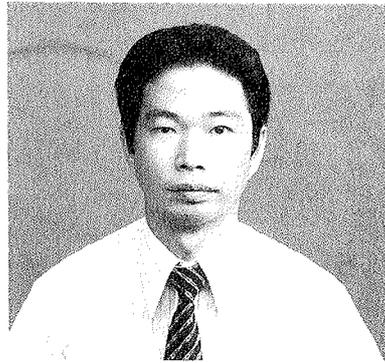
猫橋 敏文  
防衛大学校  
航空宇宙工学教室

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)  
航空機器営業部 統括部長

幹 事



松村 行朗  
朝日航洋(株)  
航空事業本部

## 2. 役員及び組織

会 長	牧野 健	輸送機工業株式会社 常務取締役
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 工博
副 会 長	佐藤 晃	三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所 ヘリコプタ技術部部長
メンバーシップ・ チェアーマン	長島 知有	防衛大学校 航空宇宙工学教室教授 工博
理事・総務担当	阿久沢加一	株式会社エースヘリコプター 常務取締役
常任理事・幹事長	松川 恒雄	富士重工業株式会社宇都宮製作所 第一技術部長
常任理事	東 昭	東京大学名誉教授 工博 東航空科学研究所
常任理事	大林 秀彦	株式会社コミュータ・ヘリコプタ先進技術研究所 代表取締役専務
常任理事	斉藤 茂	航空宇宙技術研究所 飛行試験研究室 室長
常任理事	西川 渉	株式会社 地域航空総合研究所 所長
常任理事	藪 勉	川田工業株式会社 航空事業部 ヘリ・テクノロジー・センター所長
常任理事	義若 基	カワサキ ヘリコプタシステム株式会社 顧問
幹 事	青山 剛史	航空宇宙技術研究所 数理解析部
幹 事	伊東 裕	川崎重工業株式会社 航空宇宙技術本部 ヘリコプタ設計部 主査
幹 事	遠藤 理	三菱電機株式会社 電子事業部（元陸将補）
幹 事	土肥 修	海上自衛隊 海上幕僚監部 防衛課
幹 事	北林 修三	富士重工業株式会社宇都宮製作所 第1技術部 ヘリコプタ2課 課長
幹 事	小林 孝	三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所 ヘリコプタ技術部基礎設計課 課長
幹 事	嶋田 浩三	陸上自衛隊航空学校 霞が浦分校整備課長 （'93年9月まで幹事委任）
幹 事	猫橋 敏文	防衛大学校 航空宇宙工学教室 （'93年10月より幹事委任）
幹 事	星野 亮	ソニートレーディング株式会社 統括部長
幹 事	松村 行朗	朝日航洋株式会社 航空事業本部

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】（8頁～28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 役員任期は、2カ年とする。

但し、前条、後任役員任期は前任者の残りの期間とする。

(職務)

第13条 役員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とする。

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16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カ年とする。

(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. 1993年度行事記録

### 6. 1. 総会・講演会・懇親会

日 時：平成5年6月18日（金）

場 所：ホテルグランドパレス宇都宮

#### ★ 総会の部

(1) 挨拶

牧野会長

(2) 会計報告

阿久沢総務理事

(3) 1993年度行事計画

松川幹事長

(4) 表彰

牧野会長

#### ★ 講演の部

司会 宮崎会員

(1) 1993年度AHS年次総会参加報告

牧野会長

義若理事

富士重工 戸井 康弘氏

川崎重工 山本 雅人氏

(2) 「ヘリコプターによる空中探査」

エース・ヘリコプター 空中探査技術研究所 奥野所長

#### ★ 栃木ヘリポート見学会

★ 懇親会の部 17:30～19:00

司会 宮崎会員

(1) 開会挨拶

(2) 乾杯

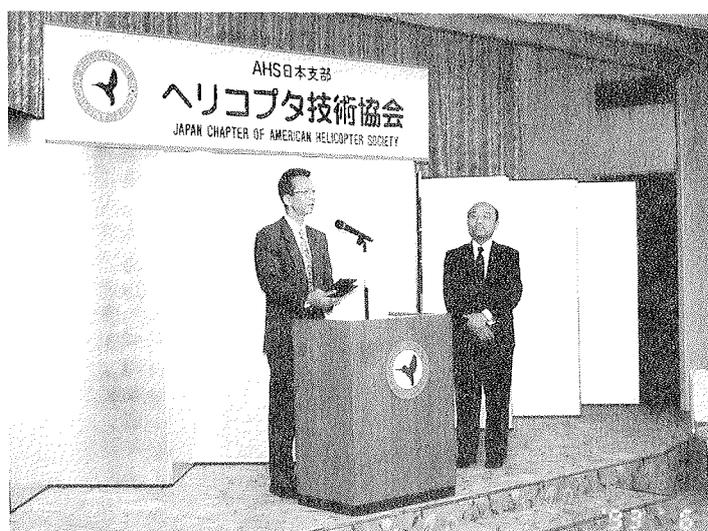
(3) 懇談

(4) 閉会挨拶



## 6. 1. 1. 表彰

会員増加に功績の大きい義若常任理事、遠藤幹事の表彰と記念品の贈呈が行われた。

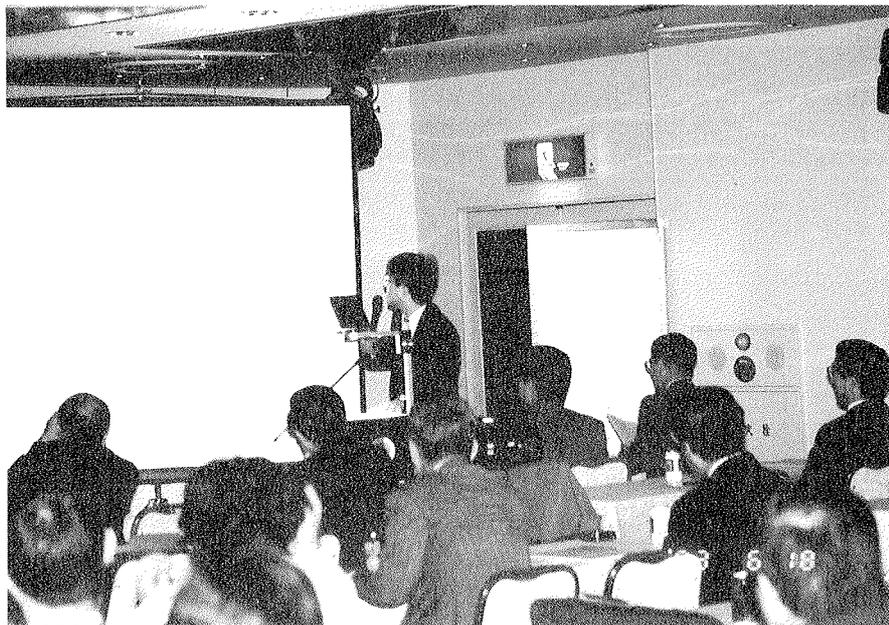


遠藤幹事



義若理事

6. 1. 2. 1993年度AHS年次総会参加報告風景



戸井 会員

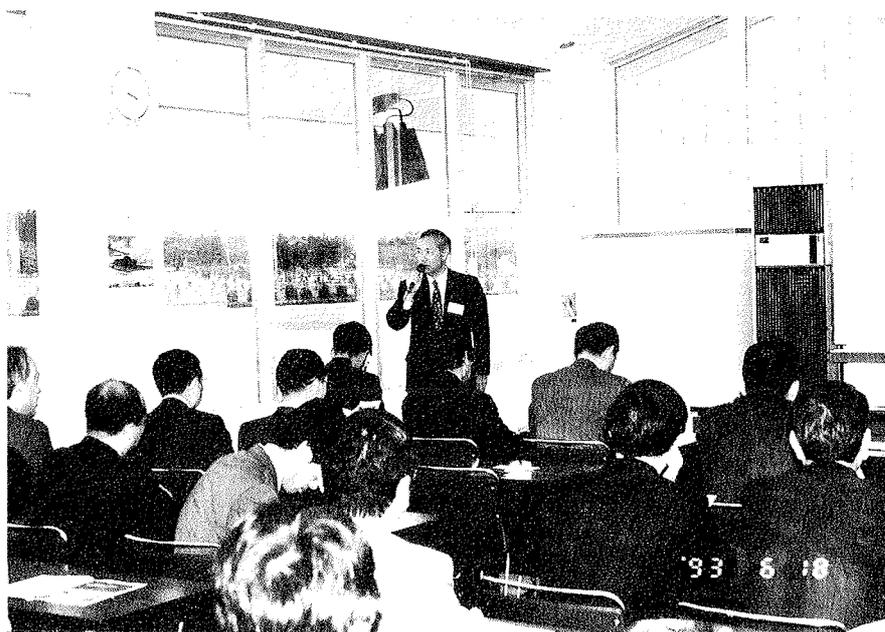


山本 会員

6. 1. 3. 栃木ヘリポート見学会風景



朝比奈管理事務所長のご講話風景



藪常任理事の説明風景

## 6. 1. 4. ヘリコプターによる空中地下探査について

空中探査技術研究所長 奥野 孝晴



### 1. ヘリコプターの地下探査への利用

エアボーン調査といわれる固定翼航空機による空中物理探査技術は、広大な世界の未踏査地域での金、銀、ダイヤモンド、銅、鉛、亜鉛、ウラン、石油、石炭などの資源探査を目的に発展してきた。

空からの地球物理調査のなかには、衛星写真、航空写真、赤外線写真等の画像解析による解析調査も含まれるが、ここに述べるヘリコプター調査が対象とするのは地層・岩石そのものの性質や物性などを空中で計測し解析する「空からの地下探査法」である。

空からの地下探査技術はエレクトロニクスの進歩に合わせて、調査対象も広がり目的ごとに技術開発途上のテーマも多いが、現在利用段階に達しているものは、大別して

- ① 空中磁気調査      ② 空中電磁法調査      ③ 空中ガンマ放射線調査

がある。

対象地域が広域で平坦な地形の海外でのエアボーンには固定翼機が使用され、調査機器もその仕様にあわせて開発されてきた。ヘリコプターによる調査は固定翼機よりも調査速度で劣りコスト高になるが、一定高度の維持が良質なデータ取得の重要な要素となるため、地形的に起伏の多いわが国のような地域の調査ではヘリコプターが利用される。特に空中電磁法調査のように一定の高度の維持が良質なデータ取得の不可欠な要件となる調査では、カナダ北部のような平坦地が対象であっても調査機器は当初からヘリコプター搭載システムとして開発されてきている。従来わが国における探査は、地形の急峻さや探査対象の小規模のこと等から、地表踏査や地表の物理探査を主体として行われ、エアボーン事業は企業としてなかなか成立し難かった。しかし近年、計測機器の精度の向上、解析システムの高度化の一方で、調査地域への自由な立ち入りや測線の伐採等、地表調査が実施困難な社会的環境の変化があり、ヘリコプターによる空からの種々な調査への要請が増してきているといえよう。

### 2. マルチセンサー空中探査システム

株式会社エースヘリコプターはカナダの物理探査会社である Dighem 社及び Sintrex社と共同で開発したヘリコプター搭載型のマルチセンサー空中探査システムを 1992 年末に導入した（図参照）。

マルチセンサー・システムは先に述べた①、②、③、を同時に測定するシステムで、高感度セシウム磁力計・磁気傾斜計、VLF 電磁受信機、ガンマ線スペクトロメーター及び DIGHEM V 電磁測定システムの 4 種類の測定機器からなる。また飛行航跡を確認するために、GPS ナビゲーション・システムを備え、測定データに対応する正確な位置データを同時に記録する。

システムは組み合わせにより異なるが 500-700 Kg の機器の搭載が必要であり、ベル 204B, BK117 クラスのものが使用される。ヘリコプターにはパイロット、ナビゲーターおよびオペレーターの 3 人が搭乗する。理想的な測定飛行では、電磁気測定センサーの対地高度 30 m、ヘリコプター自身は 60 m に高度を維持し、飛行速度は山岳部では 30～40 Km/時、平坦丘陵部では 50～90 Km/時

で測定するが、対地高度が保てればさらに早い速度でも良い。

調査データのコンピュータ処理によって多色刷りの比抵抗マップ、磁気マップ、放射線強度マップ等が作成される。さらに解析により深度数百mまでの比抵抗分布断面図、地下構造図、シャドウマップ等が作成される。

このようにマルチセンサー空中探査システムによる測定データの解析によって、地質調査、地質構造調査、鉱物資源調査、地下水調査、地熱帯調査、地滑り調査、被覆層厚調査、地下埋設物調査等の利用者の調査目的に適った資料を提供することができる。

### 3. 調査の事例

#### ・建設基盤の調査

空中電磁法を主体として、空中 VLF法、空中磁気法及び空中ガンマ放射線法を補助的に使用する。一般に被覆層の比抵抗は基盤岩に比較して低比抵抗であるので、比抵抗マッピングにより被覆層の層厚および基盤の深度や状態を推定する。また断層・破碎帯は粘土化等により低比抵抗値を示すので、空中電磁法で縦方向の低比抵抗帯として検出することができる。

#### ・温泉・地下水資源調査

断層・破碎帯を主とする地下深部の温泉および地下水資源調査では、空中ガンマ放射線法を主体として、空中電磁法、空中磁気法および空中 VLF法を補助的に使用する。また表層に近い地下浅所の地下水資源調査では、場合により空中電磁法を主体に使用する。

#### ・地滑り調査

空中電磁法を主体とし、空中磁気法を補助的に使用して、低比抵抗域を把握することにより、地滑り面や地滑り分布域を推定する。

#### ・地熱資源調査

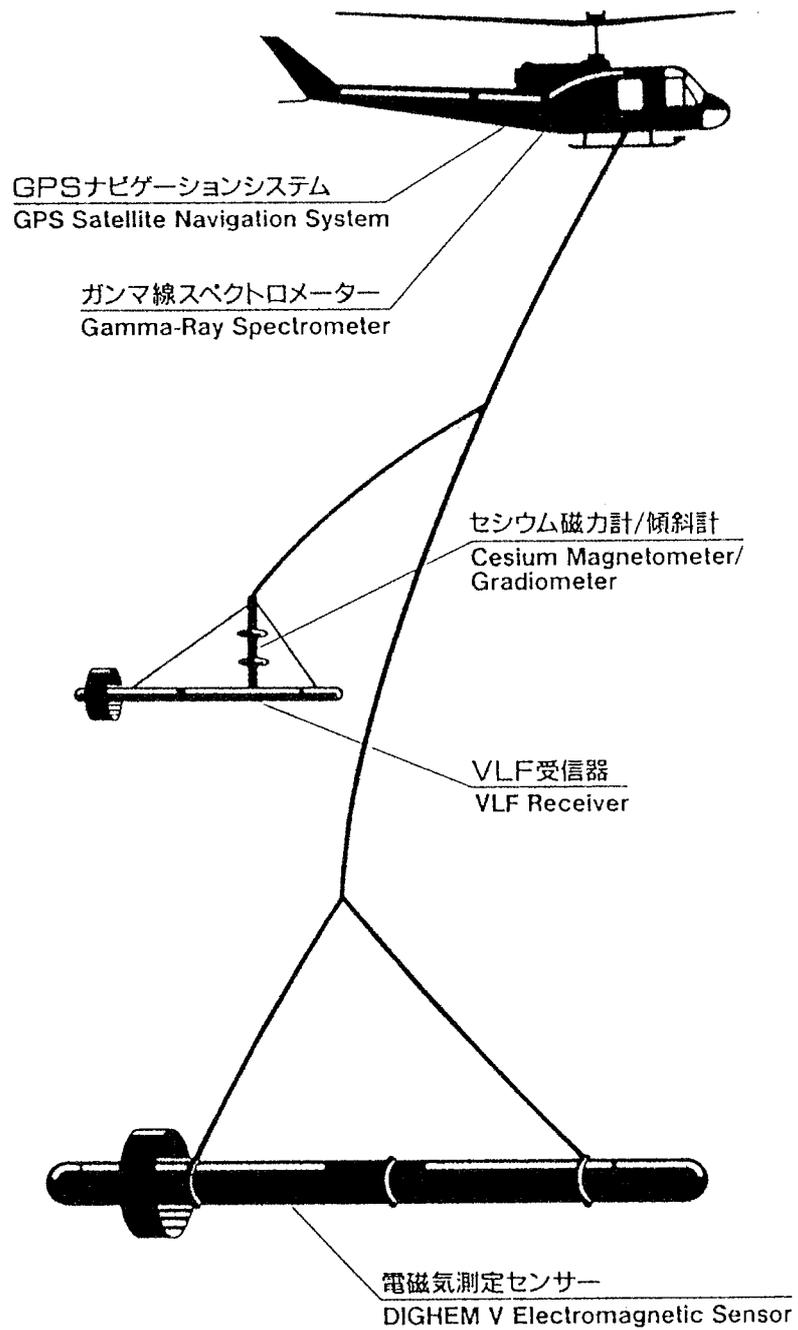
空中電磁法および空中磁気法を主体として、空中ガンマ線放射法および空中 VLF法を補助的に使用する。空中電磁法では地熱変質帯の三次元的な広がりや推定するとともに、地下浅所での断裂系を調査する。空中磁気法では地質構造および深部の貫入岩体の存在を調査する。

#### ・鉱物資源調査

金属鉱物資源を調査する場合には、空中電磁法および空中磁気法を主体とし、空中ガンマ放射線法及び空中 VLF法を補助的に使用する。ウラン等の核原料資源調査では、空中ガンマ放射線法を主体として、空中電磁法などを補助的に使用する。

### 4. 結 び

ヘリコプターによる物理探査の技術開発はエレクトロニクス等技術の進歩に伴い新たな調査対象テーマが生まれるという経過をたどっており、今後も調査精度や調査能力の面での進展が期待されていることは既に述べたとおりである。ヘリコプターの新しい利用という側面の一方で、探査技術の高度化にともない、磁力線、ガンマ線や電磁法測定などに影響しない使用機の材質の問題、電源、センサー、アンテナ、高度計の機内外の配置、低空飛行の安定化、低騒音化等ヘリコプターの機能、材質への要請も増してきている。



エースヘリコプター新空中探査システム

## 6. 2. 夏期定例研究会

1. 日 時：1993年9月10日（金）
2. 場 所：川崎重工業(株)岐阜工場本館15会議室
3. 参 加：総数48名
4. 内 容：

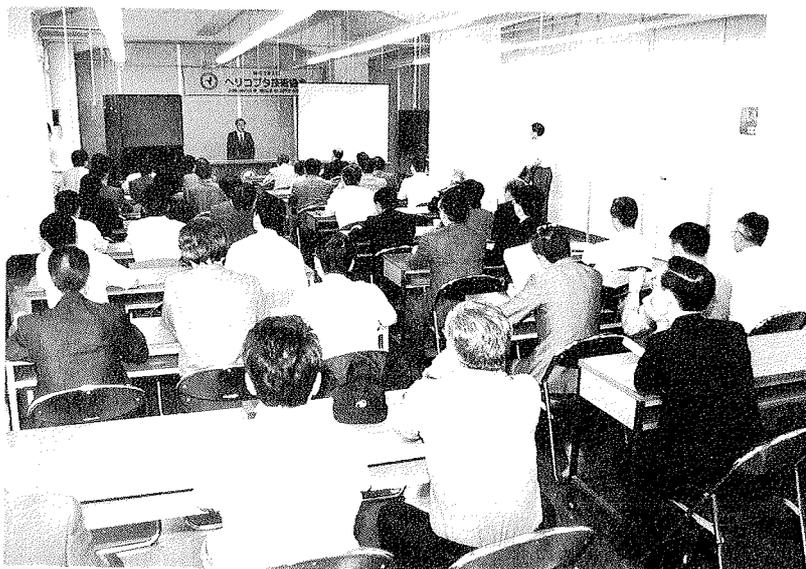
主な内容等は以下のとおり。

### 1) 理事・幹事会

- ・ '94年度AHS総会での「日本セッション」開催について
- ・ MIT教授 Dr. Ham 特別講演会について
- ・ 嶋田浩三幹事の後任の件
- ・ 長島知有常任理事のAHS本部 Technical Council 委員就任の報告

### 2) 講演

- |                      |       |             |
|----------------------|-------|-------------|
| (1) 私の見た世界の都市ヘリポート   | 西川 渉氏 | (地域航空総合研究所) |
| (2) ファジー技術のヘリコプタへの応用 | 上村 誠氏 | (川崎重工)      |



### 3) 工場見学

川崎重工業(株) 岐阜工場

### 4) 懇親会

## 6. 2. 1. 私の見た世界の都市ヘリポート

(株)地域航空総合研究所所長 西川 渉

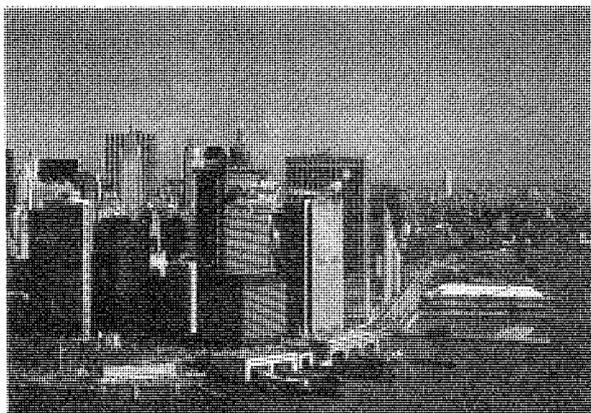


私はこの30年余り、ヘリコプター運航会社の一員として、ヘリコプターを飛ばす者の立場から、仕事の関係で旅行をするたびに、ヘリポートがあればそれを見てくるといったことを繰り返してきた。その中から、ここでは都市ヘリポートについて見聞き得たことの一部を、自分自身の体験をまじえてご報告したい。

### □ダウタウン・マンハッタン・ヘリポート (DMH)

ニューヨークにあって、典型的もしくは象徴的な都市ビジネス・ヘリポート。かつて「ウォール街ヘリポート」と呼ばれていたように、世界の金融センターに近く、それだけに多数のビジネスマンをのせたヘリコプターが発着し、また小切手、手形、株券など金融関係の証書類や文書類を急送するクーリエ・ヘリコプターが、周辺の空港との間を結んで頻繁に発着する。

100年以上前につくられた栈橋を改修したもので、大きさは167m×26m。そこにターミナルビルが建設され、その横腹から直角に片仮名の「ト」の字形に駐機用のバージを張り出し、総数12機がパークできる構造になっている。



マンハッタン島南側の海上から見た  
マンハッタン・ダウタウン・ヘリポート

### □西30丁目ヘリポート

ニューヨーク最初の公共用ヘリポート。1956年の開設と同時にニューヨーク・エアウェイズが定期運航をはじめた。のちにリゾート・インターナショナル社と、それを引き継いだトランプ・エアがアトランティック・シティまで100マイルの区間にS-61の定期便を運航していた。現在はビジネス機と遊覧機が利用している。

私もここからリゾート・インターナショナルのS-61でアトランティック・シティへ飛んだことがあるが、その目的は飽くまでF A Aのテクニカル・センターの訪問であった。F A Aテクニカル・センターは、シミュレーション・ヘリポートをもち、当時はM L Sなどの計器着陸施設を置いて実験飛行をしていた。

一方アトランティック・シティは、西のラスベガスを東部へもってきたようなリゾート地で、カジノ・ホテルが軒を連ねる。したがって博打の好きな人にとっては、F A Aのテクニカル・センターが絶好の口実になる。

なおニューヨーク～アトランティック・シティ間のヘリコプター便は、アトランティック・シティを深夜に飛び立ち、ニューヨークに午前1時頃到着する便が設定されていた。カジノで夜遅くまで遊び、日曜日の午前様で帰ってきて、月曜朝には何くわぬ顔で出勤する人のためかもしれない。

#### □東60丁目ヘリポート

パンナム・メトロポートの愛称をもつ。1968年、パンアメリカン航空がマンハッタン3番目の公共用ヘリポートとして開設、ケネディ空港に向かって独自のヘリコプター運航をした。豪華な内装をほどこしたベル222で、ファーストクラスやビジネスクラスの乗客を無料で輸送するというサービスである。

まだ東京ゆきのパンナム便が飛んでいたとき、私もここから東京へ飛んだことがある。前の日に予約をしておく、ヘリポートにくる時間を指定され、そこで東京までの荷物を預け、座席番号の入ったボーディングパスを受け取ることができた。ヘリコプターはケネディ空港へ10分足らずで到着、パンナム・ターミナルのジャンボ機がたくさん並んでいる横に着陸した。階段を上がって行くと、すぐそばに東京ゆきの搭乗ゲート。すでに旅客が乗り込んでいる時間で、非常に効率がいい。余り良すぎて、免税のお酒や香水を買う暇がないくらいであった。お土産好きの日本人には不向きかもしれない。

#### □東34丁目ヘリポート

マンハッタン4番目の公共用ヘリポート。開港は1972年。現在はアイランド・ヘリコプター社が遊覧飛行をしている。観光客をのせたベル206Lは、まず自由の女神の上を旋回し、マンハッタンの周囲を一周回して、セントラル・パークの上空を横切って戻ってくる。2～3年前の料金は確か55ドルであった。

見晴らしの良いのは副操縦席だが、そこに乗ろうとすると、誘導員に止められた。何かと思ったら後からきた女性を坐らせる。4～5人ずつ乗るから、たいてい女性が混じっていて、男はほとんど前席には坐れない。

あとで、知り合いのパイロットに聞いたら「日本でも、美人がきたらコパイ席にのせるよう、誘導員に言っています」と笑った。男の料金は安くして貰いたいものである。

#### □パンナム・ビル屋上ヘリポート

日本テレビが数年前まで放送していた「アメリカ横断ウルトラ・クイズ」の最終場面で必ず出てきた屋上ヘリポート。勝ち残った2人の選手を乗せたヘリコプター2機がニューヨーク上空を飛ぶ場面に続いて、この屋上での勝負になるから、視聴者は当然、ヘリコプターが直接ここに降りたと思わせられる。しかし実際はそんなはずはない。というのは、このヘリポートは1978年に閉鎖されたからである。

それまでニューヨーク・エアウェイズ（NYA）は、ここからケネディ空港その他へヘリコプター定期便を運航していた。私はその完成が待ちきれなくて、このビルの建設中から工事用のエレベーターで地上200mの屋上に上がって、強風の中で未完成のヘリポートを見学したことがある。

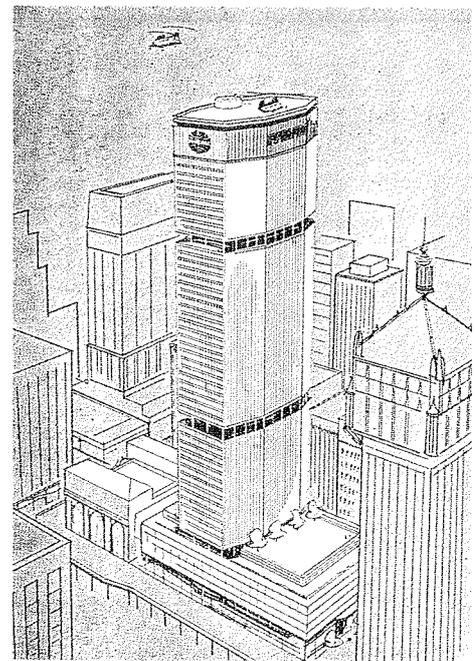
このヘリポートからの定期運航がはじまったのは1965年12月22日。私も何度かここでヘリコプターに乗ったが、あるときケネディ空港から飛んでくると、別の1機が降りていて客扱いの最中であった。とっさにシュワデスが「今日は特別に皆さまをマンハッタンの遊覧飛行にお連れします」といって、ワールドトレード・センター付近まで飛び、摩天楼街の上空を一周した。

旅客は大いに喜んだし、事実このマンハッタン中心部への飛行は非常に人気があった。運航がはじまって間もなくNYAの乗客は急上昇し、半月も経たないうちに1日の乗客が3,000人に達し、最初の8週間で35,000人を輸送、その後は毎週6,000人がヘリコプターに乗るようになった。しかし1968年2月、運航は中断した。

これが再開されたのは1977年2月1日だったが、3か月半を経た5月16日このヘリポートで旅客の乗降中にS-61Lの右脚のピンが折れて横転、主ローターがヘリポート面を叩いたために破片が地面に落下して、歩行者を死なせてしまうという不幸な事故が起こった。ヘリポートは直ちに閉鎖され、ニューヨーク・エアウェイズの旅客も減った。その後も同社は、ウォール街ヘリポートを中心に頑張ったが、ついに1979年、運航休止に追いこまれた。

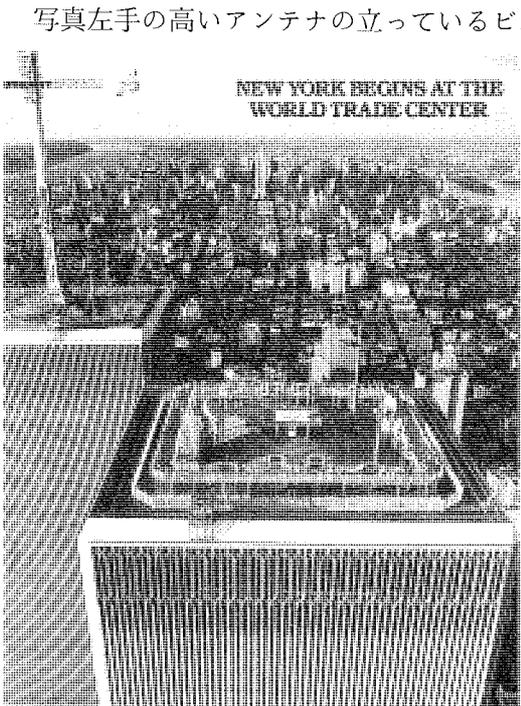
以来ニューヨークでは、屋上ヘリポート計画はタブーとなっている。

当時パンナム・ヘリポートの直ぐ下の待合室にはカクテル・ラウンジがあり、ヘリコプターを待つ間に一杯やることもできたが、そのもようは今ではクリント・イーストウッドの映画「マンハッタン無宿」の最初と最後のシーンでしのぶほかはない。



ニューヨーク・エアウェイズの人気を高めたパンナムビル屋上ヘリポート

□ワールド・トレードセンター屋上ヘリポート



ニューヨークのワールド・トレードセンター屋上の緊急用ヘリポート

写真左手の高いアンテナの立っているビルがワン・ワールド・トレードセンター（1号館）、周囲に遊歩道のあるのが2号館である。

いずれの建物も、屋上に緊急用ヘリポートがある。したがって普段は使われないが、最近これが役に立った。1993年2月26日の爆破事件のとき、ここから36人がニューヨーク警察のベル412ヘリコプターで救出されたのである。この36人の中にはけが人数人のほか、妊娠3か月の女性も含まれていた。また何十人も消防隊員がヘリコプターで飛来し、ここから建物の中へ入ったという。

2号館最上階の展望台（オブザベーション・デッキ＝107階）からは屋上に出て遊歩道を歩けるようになっている。ヘリポートは、その遊歩道に囲まれた中央部にある。この屋上ヘリポートの高さは地上420m。そこに初めて着陸したのは、ニューヨーク港湾局のBO105ではないかと思うが、最も高いヘリポートへの着陸記録としてギネス・ブックに出ているそうである。

#### □ボストン市営ヘリポート

港湾倉庫街にあって都心部に近く、かつてハブ・エクスプレスが定期便で利用していたところ。同社の社長だったM. E. フレイター氏は現在、当AHSのエグゼクティブ・ディレクターである。

#### □ワシントン市内ヘリポート

アメリカは首都ワシントンに公共用ヘリポートがない。このことは米ヘリコプター界が常に問題としてきたが、1991年ついに民間企業の手によって実現した。しかし1年余りの運用の結果、1993年初めに閉鎖されたのは残念である。閉鎖の理由は、ワシントンの頭の固い官僚のせいであるというが、詳しい内容は分からない。

私は、その閉鎖の直後、知らずに出かけて行って、鍵のかかった無人の管理小屋を窓の外からのぞいただけで帰ってきた。

#### □インディアナポリス・ヘリポート

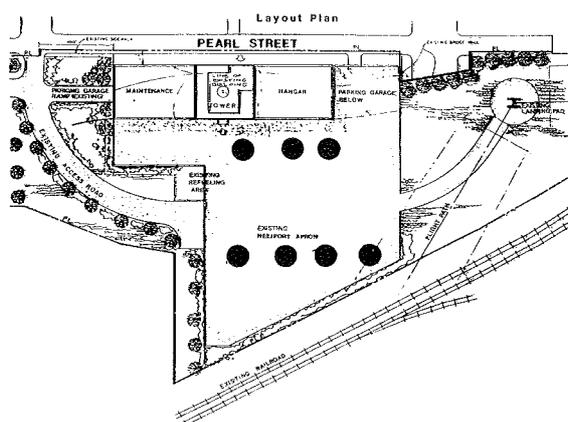
インディ500自動車レースで有名なインディアナポリス市内にあって、ヘリポートは飽くまで付属施設という考え方のもとに、成功した都市ヘリポート。

第三セクターのインディアナ・ヘリポート公社によって運営され、機体の格納と整備、貸し事務所、レストラン、燃料補給などの事業を主体とし、ヘリポートはそれらの附属施設という考え方でつくられている。市の中心部から近いのも成功要因のひとつで、毎年利益をあげているという。

ターミナルビル中央部の一番高いところ、4階には「タワー」というレストランがあり、1989年だったが、「カップルのための特別メニュー」という遊覧飛行とステーキ・ディナーの組合せがあった。料金は2人で80ドル。私はカップルではなかったので、このメニューを取ることはできなかった。

また毎年5月におこなわれるインディ500マイル・レースのときは、ここからヘリコプターでレース場まで飛ぶこともできる。往復料金と朝食を入れた値段は225ドルとか。

なお、このヘリポートのすぐ横に高い建物がある。進入経路に近く、何だか危なっかしい気がするが、それを避けて安全を確保するために、PLASI（パルス型進入経路灯）を使っている。ヘリコプターの進入経路と角度を灯火によって正確に示し、霧雨のような視程の悪いときでも確実に誘導する簡単な装置である。米国ではこれをそなえたヘリポートが多いが、日本では何故か全く見られない。



インディアナポリス・ヘリポート平面図

#### □ガーランド・ヘリプレックス

インディアナポリス・ヘリポートと同じような考え方の下に建設されたダラス近郊の公共用ヘリポート。インダストリアル・パーク（工業団地）の一角に設けられた付属施設である。

これを「ヘリプレックス」と呼ぶのはヘリポートとコンプレックス（複合施設）を組合わせた施設の意。しかし、私が訪ねた1990年初めの時点では、開港から何か月も経ってなく、着陸帯、ヘリコプター8

機分の駐機場などの地面と、プレハブの管理事務所があるだけだった。

周囲には原野が広がっていたが、3年くらいのうちには工業団地が完成し、ヘリポートには格納庫や整備工場はもちろん、立派な3階建てのターミナルビルをつくって、レストランなどを含むコンプレックス構想が描かれていた。その夢がそろそろ実現する頃である。

着陸料が無料というのもインディアナポリスと同じ考え方で、工業団地の付属施設だからである。と同時に、周囲がだだっ広い原野だからヘリコプターはどこにでも降りられる。金を取れば誰も利用しないであろう。

#### □ダラス・ヴァーティポート

ダラス市内のコンベンション・センター屋上であって、1年前に見に行ったときはまだ建設中だったが、1994年1月8日ヘリポートとして開港した。1997年頃には世界初のヴァーティポートとなる予定で、そのときは100m余りのロールウェイが設置される。

ヴァーティポートは新しい概念で、まだどこにも存在しない。従来のヘリポートにくらべて、何か本質的な違いがあるわけではないけれども、主としてティルトローター機やティルトウィング機などのヴァーティクラフトによる旅客輸送のための施設ということになる。

#### □ポートランド市営ヘリポート

アメリカ西海岸のオレゴン州ポートランド市内にある無人・無料の公共用ヘリポート。場所はウィラメット川に面した4階建てのパーキング・ビル屋上で、面積は60m×66m。その中に着陸帯がひとつ、駐機スポットが4つある。

着陸のための航法援助施設はPLASI（パルス型進入経路灯）。ヘリポート面に設置され、進入角10°にセットしてある。パイロットはこれを基準として、灯火の色変化を見ながら降りて行くことができる。夜間着陸も可能。

駐車ビルの屋上にヘリポートを設けるのは、いろんな意味で都合が良い。

- ① 建物自体がもともと頑丈につくられているから、ヘリポートのために特別な補強をする必要がない。
- ② 建物の中には、住居やオフィス・ビルと違って、居住者がいないから、騒音などの環境問題も比較的少ない。
- ③ 地上の交通手段とヘリコプターの接続が良くなる。

ポートランド・ヘリポートの場合も、駐車場から車に乗ればそのまま大きな道路につながっていく。すぐ前にはバス・ストップもあり、建物の裏には市内電車が走っている。

今年1月末、ここでヘリコプターに乗せて貰い、市内数か所に散在する企業ヘリポートや病院ヘリポートを空から見て回る機会に恵まれた。



パーキング・ビル屋上の

ポートランド・ヘリポート

#### □サンフランシスコ・フィッシャーマンズワーフ・ヘリポート

サンフランシスコは環境保護条件がきびしく、煙突は1本もない。それだけにヘリポートにもきびしくて、1960年代なかばからベイ・エリアをはさんで対岸のオークランドとの間にはじまったヘリコプター定期便も、ついに市内に降りることはできなかった。

私の知る限り、有名なフィッシャーマンズ・ワーフに近い棧橋にヘリコプターがいたことがある。臨時ヘリポートであろう。そこから遊覧飛行に乗ったが、矢張り市街地上空は飛べないらしく、遠い海の上ばかりを飛ぶので、写真を撮るような景色もなく、失望した覚えがある。

#### □オークランド市内ヘリポート

1980年代初め、SFOヘリコプター社がサンフランシスコ空港からサンフランシスコ湾を越えて、対岸のオークランド空港へ飛び、さらにこの市内ホテルの駐車場屋上まで定期便を運航していた。使用機はジェットレンジャー小型単発機。しかしサンフランシスコ側が市内乗入れを認めないため、所詮、需要は限られ、その運航もいつの間にか消えてしまった。

社長の名前はハンソン氏で、10年ほど前のこと、オークランド空港の中にある彼のオフィスでヘリコプター旅客輸送の将来について語り合ったことがある。半分かくらいの損で終わったのならばいいのだが。

#### □ロサンゼルス国際空港ヘリポート

巨大なロサンゼルス国際空港の中心部にあるヘリポート。東西方向に走る南北2本ずつの滑走路にはさまれた旅客ターミナル地区の真ん中にある4階建て駐車ビル屋上にある。

100m四方もある大きな公共用ヘリポートで、着陸帯は2か所、駐機スポットは8か所。しばらく前までは、ここからヘリトランスがAS350の定期便を飛ばしていた。それより先、朝日ヘリコプターがロングビーチで仕事をしているときも、私は何度かここで離着陸する機会があったが、巨人機を足もとに見ながら真っ直ぐに旋回上昇し、それから滑走路を横切って南下するという飛行コースをたどった。眼下に展開する大空港は、いつも映画のスクリーンを見ているような気分になる。

#### □ロサンゼルス警察ヘリポート

ロサンゼルス市の中心部に近い巨大な屋上ヘリポート。大きな格納庫も建っていて、現存する屋上ヘリポートとしては恐らく米国最大、あるいは世界最大であろう。常に十数機の警察ヘリコプターが常駐し、常に数機が上空にあって、市民生活を守っている。機体の胴腹には“to protect and to serve”という標語が描いてあった。

今年初めに訪問したとき、ロサンゼルス警察の所有機はベル206が15機、AS350が4機。これで年間17,000時間ほど飛ぶということだったから、1機1,000時間近い飛行をする。パイロットはおよそ30人。

今年初めのロサンゼルス大地震のときも、午前4時31分という発生時刻にもかかわらず、上空をパトロール中だったヘリコプターがフリーウェイの落下やあちこちの火災などを見つけ、直ちに被災状況を把握した。

□オレンジカウンティ・ヘリポート

ジョン・ウェイン空港に隣接する倉庫ビル屋上であって、着陸帯2面と格納庫をもつ。夜間照明施設もあって、ロサンゼルス国際空港との間には定期便も飛んでいた。

□バンクーバー浮体式ヘリポート

世界唯一の浮体式ヘリポート。市内中心部からごく近い海面にコンクリート製のポンツーンを浮かべたもので、大きさは32m×86m、厚さ1.8m。3機分の発着スポットをもち、チヌーク級の大型機も着陸可能。その中央部に立つと、広くがっしりしていて、動揺もなく、水の上という感じはしない。

開港は1986年11月13日。以来、ヘリジェット社が100km離れたビクトリア市までシコルスキーS-76で、およそ30分に1回の定期運航をしている。この運航は計器飛行も可能で、私も昨年秋、雨の日に高度4,000~5,000mの雲中飛行をした。1992年の就航率は99.8%という、ヘリコプターとしては驚異的な記録を残している。

□ロンドン・ウェストランド・ヘリポート

川面に向かって30mほどプラットフォームが張り出している。その背後の陸上の駐機スポットは7機分。ここを利用するヘリコプターのほとんどは社用ビジネス機である。利用回数は年間12,000回、1日80回に抑えられているが、軍用、警察、救急、政府機などは勘定に入れない。

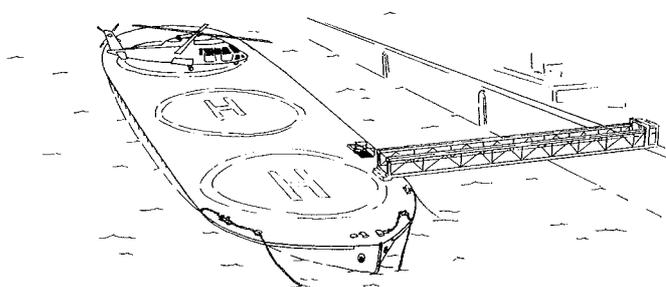
ただしロンドン郊外でダービー競馬の開催される日は特別らしく、私が見学に行った日はちょうどその日にぶつかったため、朝早くから沢山のヘリコプターが発着し、シルクハットとモーニングで身を固めた紳士や羽根飾りのついたつば広の帽子とカクテル・ドレスで着飾った淑女が細身の傘と望遠鏡をもってぞくぞくとヘリコプターに乗りこんで行った。まるで中世と近代が一緒になったようで度肝を抜かれたものである。

川に面しているため、万一の不時着水にそなえて救助用のゴムボートがあり、ヘリポート管理者は船舶免許証をもっている。

□テムズ川浮舟ヘリポート

作業船を改造して、上面に小型ヘリコプター3機分の着陸帯を設けたもの。ロンドン都心部に近く、川岸に係留してあったが、付近に学校ができて閉鎖された。

あれは1986年頃、ロンドン近郊のレッドヒル飛行場からヘリコプターで飛び、ここに降りたことがある。テムズ川沿いにロンドンの中心部に入って行くと、川の中に小さく頼りなげな舟が浮かんでいて、ヘリコプターはそれに向かってアプローチしていった。ところが甲板の上に降りてみるとは意外に広く感じられた。船内には待合室があって、大きなエリザベス女王の肖像画が掛けてあったのが印象的。



ロンドンのテムズ川にあった浮舟ヘリポート

#### □パリ市内イッシー・ヘリポート

セーヌ川に近く、エッフェル塔を望む市内ヘリポート。かつて、ここからドゴール空港とオルリー空港へA S 3 5 0による定期便が飛んでいたこともある。

しかし最近ではヘリコプターが増え、住民からの騒音苦情も増えた。というのはフランスの民間ヘリコプター登録機数が増えたからで、1970年は100機だったが、90年は750機になった。またパリ地区のヘリコプターの数は、この3年間に1.6倍になったという。

そうしたことから、フランス運輸省はパリ周辺のヘリコプターの飛行を少しずつ減らし、向こう10年間で3分の2にする方針を立てた。そのため1993年夏から小型ヘリコプターの着陸料を一挙6倍に値上げしたり、週末と休日の飛行を制限したり、整備飛行や私的な飛行も減らすようにしている。また新しい飛行ルートの設定も検討中。ヘリコプターは騒音をなくさない限り、大都市から閉め出されてゆく。

#### □香港エレベーター・ヘリポート

香港島には、あのせまい市街地に2か所もヘリポートがある。町全体が海に面しているためであろう。

「エレベーター・ヘリポート」などというと、構築物上のエレベーター・ヘリポートの間違いではないかと思われるが、間違いではなくて実際にエレベーターのように上下するヘリポートである。

場所は香港からマカオへのフェリー船ターミナル屋上。すぐそばに高層ビルが立ち並んでいるのは止むを得ないとして、海側の建物も制限表面にひっかかる。それを避けるために、屋上の上にさらに高く持ち上げたけれども、このままでは台風がきたときなどに危険である。そのときは低く下げようというので油圧による昇降式にした。

ここから亜太航空(East Asia Airlines)がマカオへの定期便を運航中。私も1992年2月に試乗した。現在はベル222が3機で1日15往復ほど飛んでいる。利用率は65%程度。60km区間を20分で飛ぶ。

#### □マカオ・ヘリポート

マカオのフェリー船ターミナル(3階建て)屋上であって、香港からのE A A定期便を受け入れる。こちらの方は昇降しない普通の屋上ヘリポートである。したがってE A A定期便は珍しい屋上から屋上への国際線で、ヘリコプターならではのやり方である。

#### □東京ヘリポート

世界最大級のヘリポート。警視庁、消防庁、ヘリコプター会社、その他の格納庫が軒を並べ、一時は年間5万回近い離着陸回数を記録したこともある。昨年度は約33,000回であった。

#### □西武百貨店屋上ヘリポート

昭和34年秋、池袋の西武百貨店本店の屋上に開港したヘリポート。幅約30m、長さ約150mと航空母艦のような形状で、世界最大の屋上ヘリポートといわれたが、実際は正式ヘリポートではなく、飛行場外のヘリポートであった。それでも当時の西武グループとしては、ここから羽田空港を初め箱根や軽井沢へのヘリコプター路線を構想し、東方へもネットワークを延ばす計画で、とりあえず「西部ヘリポート」という名前をつけた。

私にとって、初めてヘリコプターに乗せてもらったのはここからで、まことに思い出深いヘリポートである。今から考えると、池袋の繁華街でよくもまあ飛行許可になったものと思うけれども、当時の池袋は空き地が多かった。それでも昭和38年、百貨店が休みの木曜日、店内模様替えの工事中に火災が起こり、それを機会にヘリポートは自主閉鎖となった。しかし火災に際して、屋上に逃げ出してきた従業員を、ヘリコプターは近所の空き地へ何人も空輸し、避難させたものである。

それまで、このヘリポートには東京の民放テレビ3局の報道取材用のヘリコプターが常時スタンバイをされていて、1年間を通じて、ほとんど毎日飛んでいた。まことに便利なヘリポートで、矢張りヘリポートは都心部になければならないことを痛感させた。

#### □朝日ヘリポート

大阪中之島の朝日ビル屋上であって、昭和37年9月、私営の公共用ヘリポートとして開港した。以来31年9か月、最近までに77,000回以上の利用実績を記録しながら事故は1度もなかった。しかし、周辺環境の変化によって騒音および安全の観点から、5月31日17時をもって閉鎖された。平成2年のピーク時には年間利用が13,000回を越えたという。利用度が少ないのも淋しいが、過ぎたるは及ばざるが如しで、閉鎖というのは残念至極である。

このヘリポートの下はホテルである。何年前か、ここから朝早くヘリコプターで飛ばなければならない用があって、前の晩そのホテルに泊まったことがある。翌朝ヘリコプターが飛びはじめても、ほとんど音が聞こえない。宿泊客のほとんどは屋上がヘリポートになっていることなど気づかなかったであろう。

なお大阪では、朝日ヘリポートの代りに新しい公共用ヘリポートが舞洲に計画され、平成8年春、開港の予定と報じられている。

#### □神戸ヘリポート

神戸ポートピアの海側突端にあって、都心部からも近くて便利。この5月からは新しい但馬空港および温泉町ヘリポート、ならびに播磨ヘリポートへの定期的な旅客輸送もはじまり、新しい時代に入った。その将来に期待したい。

以上のように、世界の都市ヘリポートは一見多いように見えるが、実は大都市の公共用ヘリポートは非常に少ない。

たとえばロサンゼルスやサンフランシスコには未だに公共用ヘリポートがない。ロサンゼルスでは1980年代初め、FAAが「ロータークラフト・マスタープラン」の中で全天候用のモデル・ヘリポートの建設構想を打ち出したが、10年後の今も実現していない。カリフォルニアの気象条件はニューヨークなどに比べて、はるかにヘリコプターに適しているし、昔からさまざまな旅客輸送が試みられ、米国で最も早くヘリコプター旅客便が飛んだのもロサンゼルスだった。しかし現在、そうした夢の全てが消えてしまったのは、都心部に公共用ヘリポートがなかったためであろう。

これに対してニューヨークは、今もヘリコプター旅客便が飛んでいる。矢張りマンハッタンの都心部にヘリポートがあるためだろう。

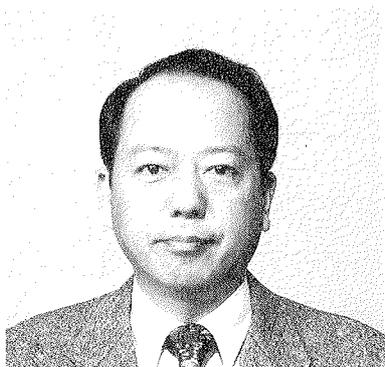
ひるがえって日本は、公共用ヘリポートが全国18か所。しかし、必ずしも全てが便利なところに立地しているわけではない。真の都心ヘリポートといえるのは大阪中之島の朝日ヘリポートくらいだったが、

閉鎖に追い込まれた。あのシティ・エアリンクがうまくゆかなかったのも、都心部にヘリポートがなかったからではないか。

問題は騒音である。わがヘリコプター技術協会、ならびに会員の方々の最も重要な役割もヘリコプターの騒音を減らすことにあるのではないだろうか。誌上を借りて、そのことを会員各位にお願い致したい。

## 6. 2. 2. ファジイ技術のヘリコプタへの応用

川崎重工業㈱航空宇宙技術本部 上村 誠



### 1. はじめに

ファジイ (Fuzzy) とは、「けばだった」、「ぼやけた状態」を意味し、「曖昧な」が訳語として使われている。これに対する言語はクリस्प (crisp) であり、「歯切れのよい」、「すばっとした」という意味に使用されている。従来の自動操縦装置は基本的にクリस्पな制御則で構成されており、一定の飛行条件内で非常にスムーズな飛行を達成し、広く受け入れられている。けれども、緊急事態などのパイロットの深い経験と知識を要する状態では、基本的に手動操縦に切り替えられる。これに対しファジイ制御は人間の知識を基に制御則が構成できる特徴があり、このような状態でも自動的に対処できる可能性を有している。この点に着目してヘリコプタのエンジン故障にともなうオートローション飛行を対象にして、ファジイ技術を応用したパイロット支援システムの研究を行ったので紹介する。

なおこの研究は平成元年度から5年度にかけて科学技術庁科学技術振興調整費による「ファジイシステムとその人間・自然系への適用に関する研究」の一環として実施されたものである。

### 2. パイロット支援システム

図1に示すように、通常飛行から突然エンジン故障が発生した時、適切な回復操作が行われないと、ヘリコプタは短時間のうちに制御不能となる。この時、パイロットはロータ回転数、機体姿勢および飛行速度を所定の値に維持すべく、4舵を素早く制御して、定常オートローテーション飛行を確立するとともに、不時着点の選定およびそこまでの経路設定等も行わなければならない。このような状態において、パイロット支援システムに求められる機能として、以下の2点をファジイ技術を応用して作成した。

- (1) 制御機能……エンジン故障後の回復操作を自動化する。
- (2) 表示機能……計器盤上のディスプレイに付近の地形、不時着可能地点および候補経路を表示し、パイロットの意思決定の補助となる情報を提供する。

システム構成を図2に示す。

### 3. ヘリコプタのファジイ制御

ファジイ制御はIf\_Then型ルールとメンバーシップ関数によってシステムを記述する。図3は、本システムのSAS(安定増大装置)のピッチ軸を示したものである。このような単純な制御ではルール等の作成も比較的容易であるが、姿勢/速度も制御する場合は前件部(入力側)の変数が多くなり、一度に組み合わせるとルール数が急激に増加し、制御系の見通しが悪くなる。このような多変数システムをブレークダウンするため、図4のように、ファジイ推論を小さな機能ごとにブロック化し、多段階で推論する方法を採用した。これによりルールの設計が容易となり、見通しの良い設計が可能となった。図5はオートローテーション時の回復操作のための制御ルールを示す。このように、パイロットの手動操作をそのまま言語表現に近い形でメンバーシップ関数を用いて処理できるのが、ファジイ制御の利点である。

#### 4. 表示機能

表示機能部はエンジン故障を検出すると、CRT計器には図6に示すように地図情報と重畳して複数の着陸可能な候補地点を表示する。パイロットがそれらの中から着陸したい地点に触れるとタッチパネルを介してその情報が入力される。システムは地形上の障害物を避けて現在位置からそこへ至るコースを何通りか計算する。算出されたコース候補に対してファジイ推論によるコースの善し悪しの判定を行う。この推論にはパイロットがコースを決定する上で考えなければならない項目がIf\_\_Thenルールとして記述しており、「If 風に正対して降りられる、Then そのコースは良好である」の様な形式でコースの良否という尺度の論議結果が出るようになっている。ファジイ推論による評価の最も良かった3個のコースがCRT計器に表示される。

#### 5. シミュレータ試験

本研究では試作した支援システムをフライトシミュレータに接続し、ヘリコプタパイロットによる飛行シミュレータ試験によるシステムの機能確認および評価を行った(図7)。その結果エンジン故障時には、すみやかに機体の動揺が抑えられると同時にロータ回転数も保持され、熟練パイロットの操作と比較しても遜色のない制御が実現できた。また表示機能については多くのケースでファジイシステムによる判定が妥当であったことを確認した。パイロットのコメントによるとオートローションエントリーの自動制御により状況判断のための余裕が増えたこと、ファジイシステムによるコース設定結果を参考にすることによってパイロット自身の判断の確信を得る手がかりになったことなどがあげられ、制御・意思決定の2面からのサポートが有効であることがわかった。

#### 6. 参考文献

- (1) 上村 誠他：ファジイシステムを用いたヘリコプタの操縦支援システム。  
日本航空宇宙学会誌、第41巻、第473号(1993年6月)

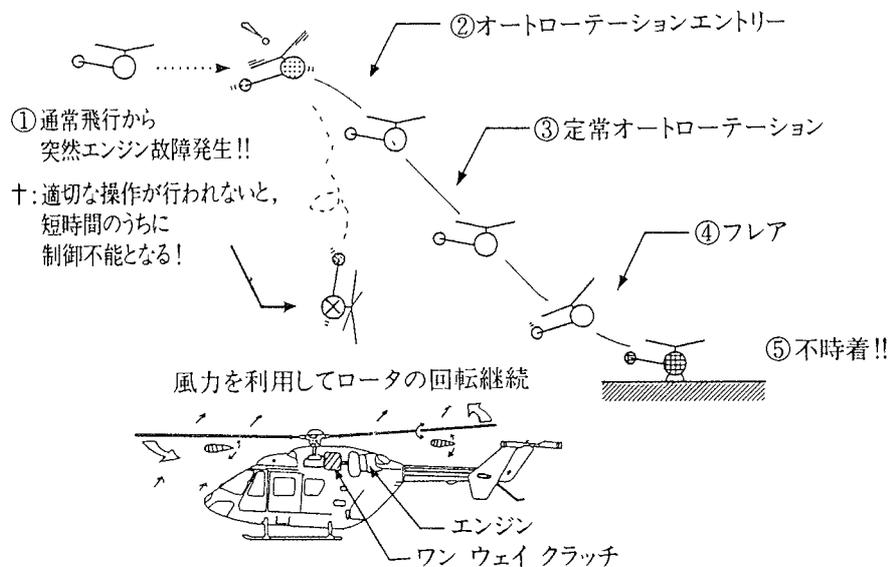


図1 オートローテーション

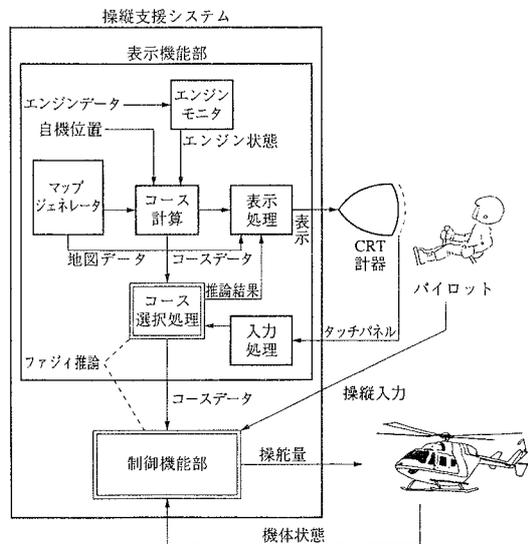


図2 ファジパイロット支援システム

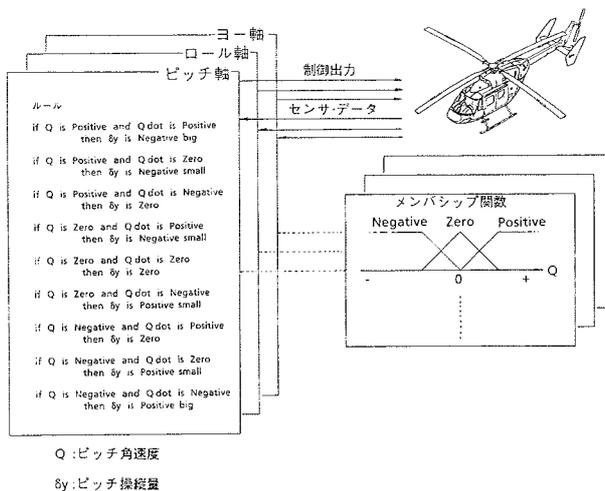


図3 ヘリコプタの安定性増大装置

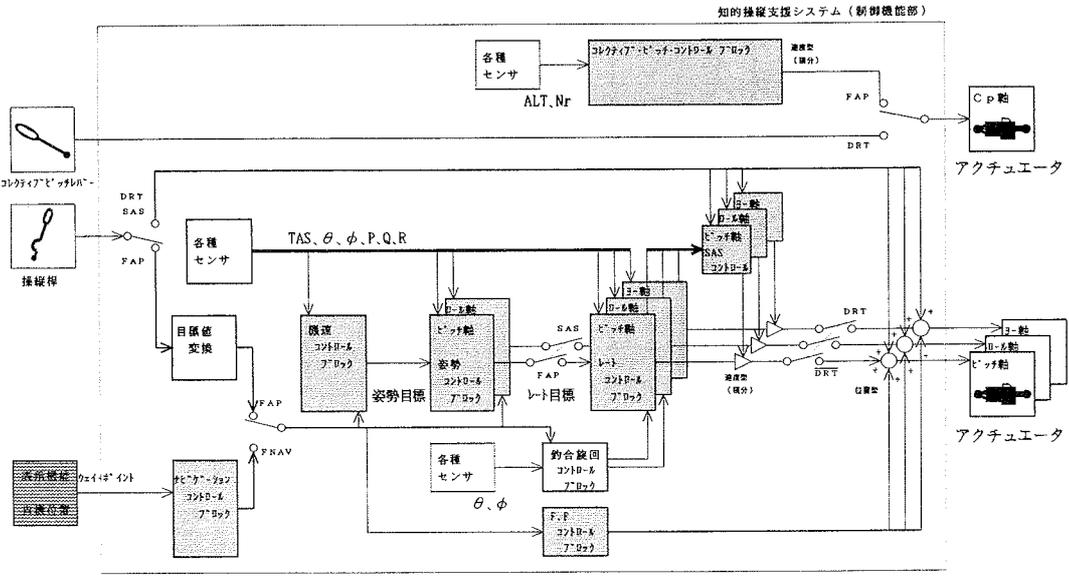


図4 制御機能ブロック図

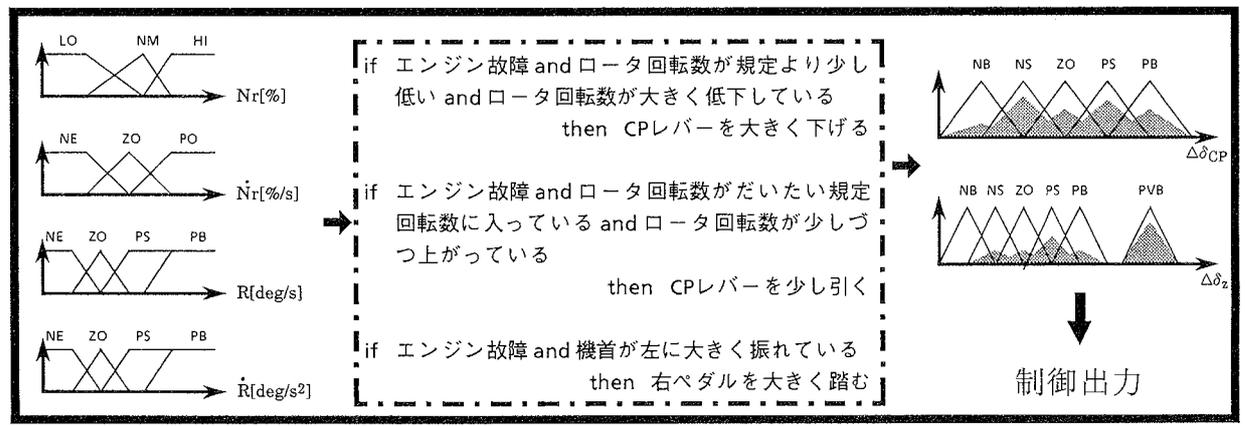


図5 オートローテーション・エントリーの制御則

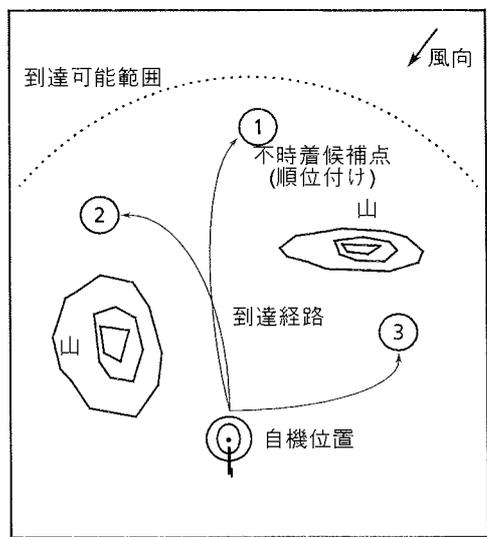


図6 ディスプレイ表示概念図

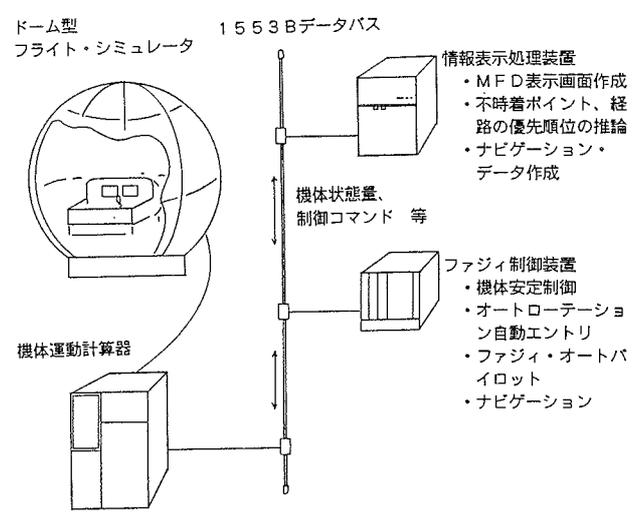


図7 試作システム構成

### 6. 3. 冬期定例研究会

1. 日 時 ; 1994年2月15日
2. 場 所 ; 東京大学山上会館大会議室
3. 参加者 ; 総数49名
4. 内 容 ;

主な内容等は以下のとおり。

#### 1) 理事・幹事会

- ・ '94年度総会について
- ・ 第4回会報について
- ・ 次期役員について
- ・ 講師派遣の件 等

#### 2) 講演

- (1) 「BK117ヘリコプタによる救急医療について」

カワサキ・ヘリコプタ・システム 義若 基氏

- (2) 「ニューラル・ネットワークのヘリコプター制御への応用について」

三菱重工業(株)名古屋航空宇宙システム製作所 小林 孝氏

- (3) 「ヘリコプタによるビル火災消火のシミュレーション実験」

航空宇宙技術研究所実験部 奥野 義則氏

- (4) 「走行実験によるロータブレードのフラッピング運動の計測」

防衛大学校航空宇宙工学教室 長島 知有教授

- (5) 「19th European Rotorcraft Forum 報告」

東京大学先端科学技術研究センター 河内 啓二教授

#### 3) 懇親会



## 6. 3. 1. BK117ヘリコプタによる救急医療（EMS）について

Emergency Medical Service by BK117 Helicopter

カワサキヘリコプタシステム株式会社 義若 基  
Kawasaki Helicopter System, Ltd. Motoi Yoshiwaka

Emergency Medical Service (EMS) utilizing helicopter in Germany has been receiving a high reputation as a model system from all over the world.

Ten (10) years have already elapsed since Kawasaki Heavy Industries Group Started its investigation and research for EMS.

During this period, we also participated in the real utilization operation of EMS helicopter sponsored by Japan Traffic Science Conference (JTSC) in several time.

In this papers, with the permission of JTSC, I would like to describe about the present status in Japan for EMS from the point of the helicopter side.

### 1. まえがき

1960年代、西ドイツで自動車事故が急増し、しかも事故現場から医療機関への搬送中に重傷者の15%が死亡した。

生存率の向上を図るには、現場で緊急に重傷者の呼吸と血液の循環を安定させ、次に救急病院へ搬送してより高度な医療を施すのが大切なことが分かった。

現在ドイツでは全土に33ヶ所のEMSヘリコプタ基地を設置し、救急医療ヘリコプタ基地を設置し、救急医療ヘリコプタによる救急医療サービス (Emergency Medical Service, EMS) の全国ネットワークを構築して大きな成果を上げている。

我が国でも10数年前から政府関係諸機関が山村僻地離島等の医療体制整備と自動車事故の救急医療向上の為にヘリコプタの運用について調査研究を開始した。

川崎重工業グループも1983年にはBK117EMSシステムの研究に着手し、1985年末にカワサキヘリコプタシステムの社有機JA9622号機をEMS機に改修して、社団法人日本交通科学協議会の実用化研究に参加しEMSヘリコプタの運航を担当してきた。

本文ではヘリコプタ側からの見た救急医療サービスの実用化研究、EMSの効果、問題点、システム構築の見通しについて述べる。

### 2. 我が国の救急医療体制の現状とその改善向上の必要性

#### (1) 現 状

山村救急医療システム研究会の報告書（昭和61年）によると、

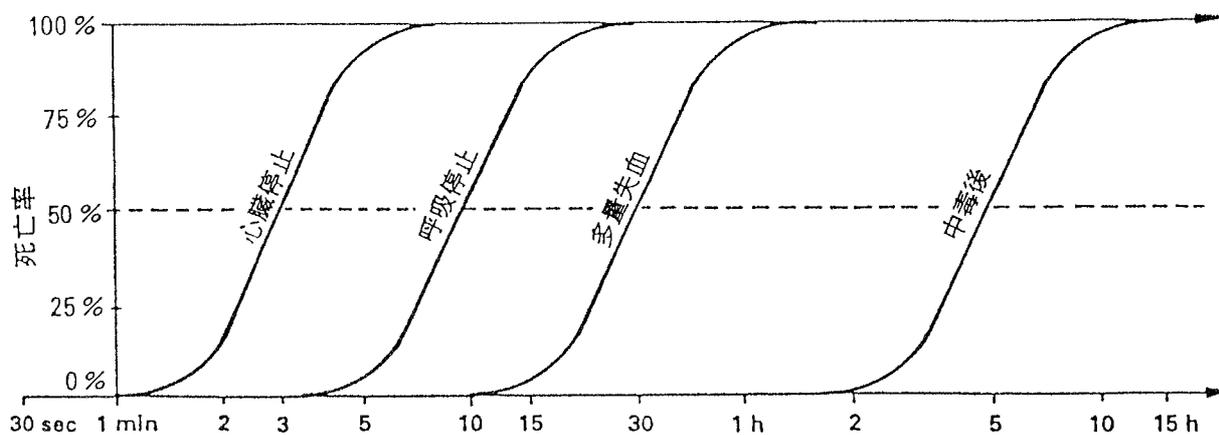
全国3,254市町村の内、81.5%の市町村では救急車の出動から30分以内に医療機関へ急患の搬送が可能であるが、全部山村524町村については役場から医療機関への搬送時間30分以内の町村が10.5%、高度医療機関への搬送時間が1時間以上の町村が57.0%もあると報告されている（昭和55年現在）。

これまでは救急車が救急医療活動の主役であったが最近ではドクターカーも運用されるようになってきた。ヘリコプタは救急、救難、搬送を主体として消防、警察、海上保安庁、自衛隊等により運用されてきた。浜松市の日本救急医療ヘリコプター(株)が聖隷三方原病院、掖済会病院と提携してB e 1 1 2 0 6 L - 1 でEMS事業を展開しているが、まだ華々しい活動の情報はない。

## (2) 改善向上の必要性

第1図はフランスの救急専門医 M. Cara 博士が1981年に発表した「専門的な初期救急治療が何時開始できるかによって変化する死亡率」を示すグラフである。

本図から急患の人命救助には迅速適切な初期救急治療が最も重要なことが



第1図

Quelle: M. CARA 1981

## 3. BK117救急医療サービス (EMS) 機

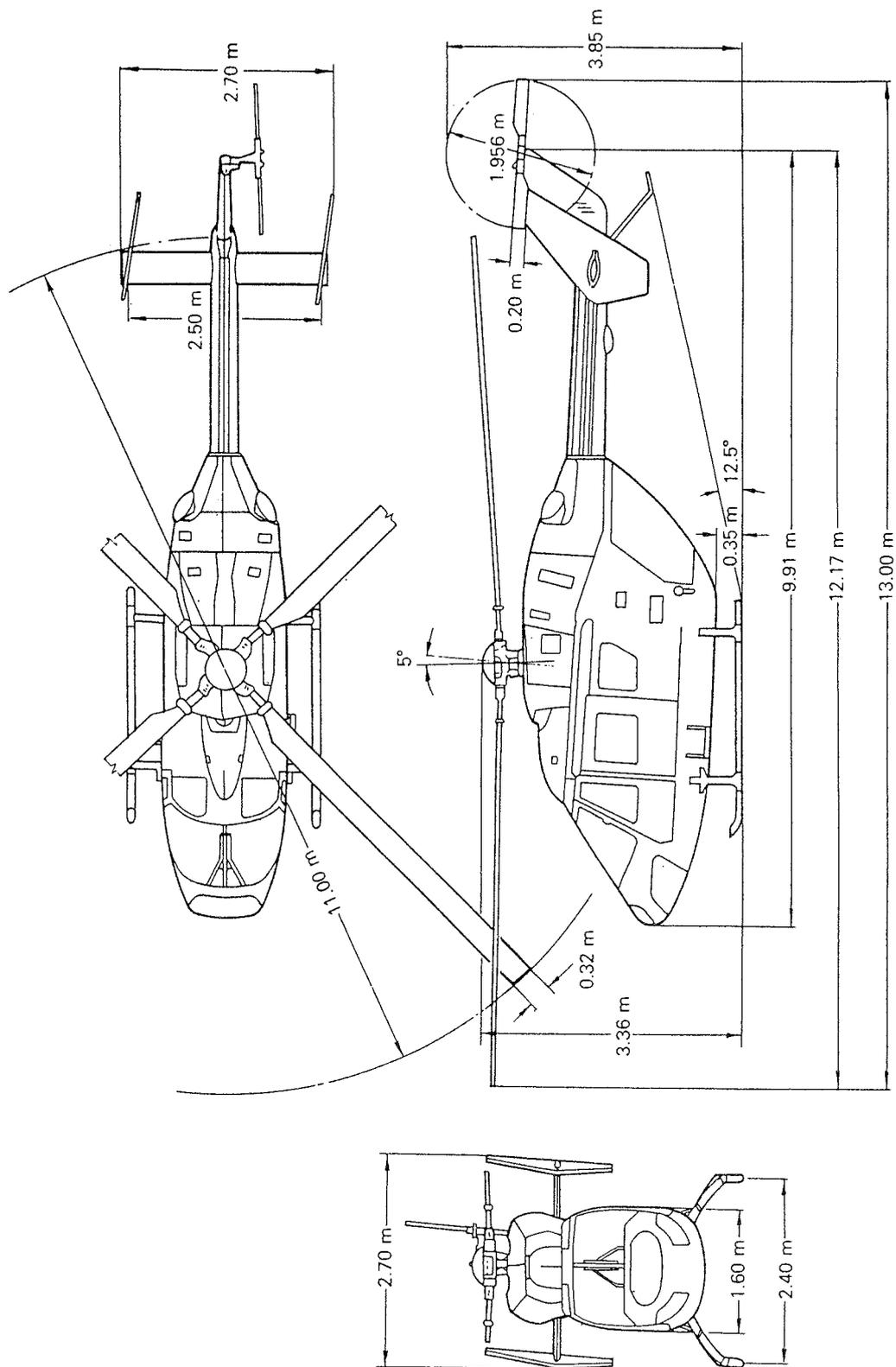
### (1) BK117 EMS機の特長

BO105の運用経験を十分考慮に入れて設計(設計開始昭和52年、1977)された。

- (イ) 外部異物を吸込みにくい構造配置の双発は野外、山岳、都市上空での運用に最適である。
- (ロ) 回転翼直径と機体外形が小さいので、峡谷、林間、照明塔間等の狭い制限空間での運用が可能である。
- (ハ) 回転翼にヒンジが無いので操縦性が良く、小さな回転翼とあいまって障害物空間を掻い潜って離着陸することができる。
- (ニ) 以上の諸特性と大きなエンジン出力による優れた垂直離着陸性能とにより迅速な離着陸が可能である。
- (ホ) 高い尾部回転翼、後部の観音開きの大きな扉、広い床平面とによってエンジン及び回転翼を止めずに安全迅速に担架の出入れができる。
- (ヘ) 着陸装置がスキッド形式であるので事故現場の未整地へも容易に着陸できる。

以上のようにBK117は安全迅速にEMSを支援することができるヘリコプタである。

(第2図参照)

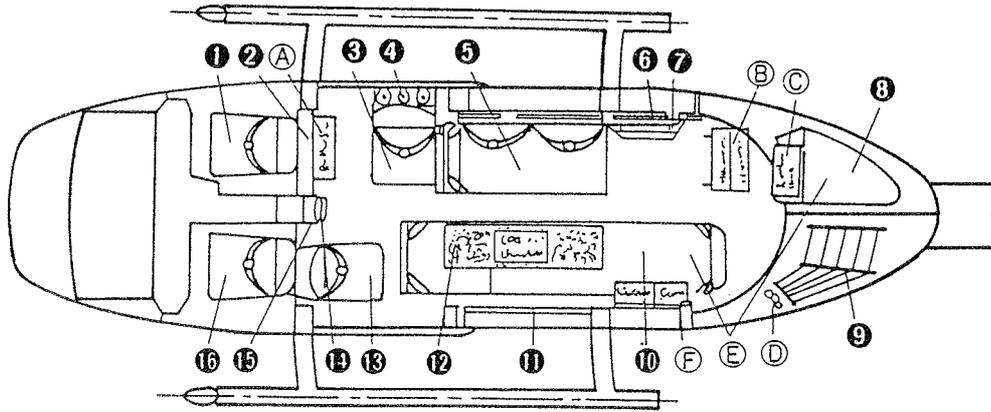


第2図

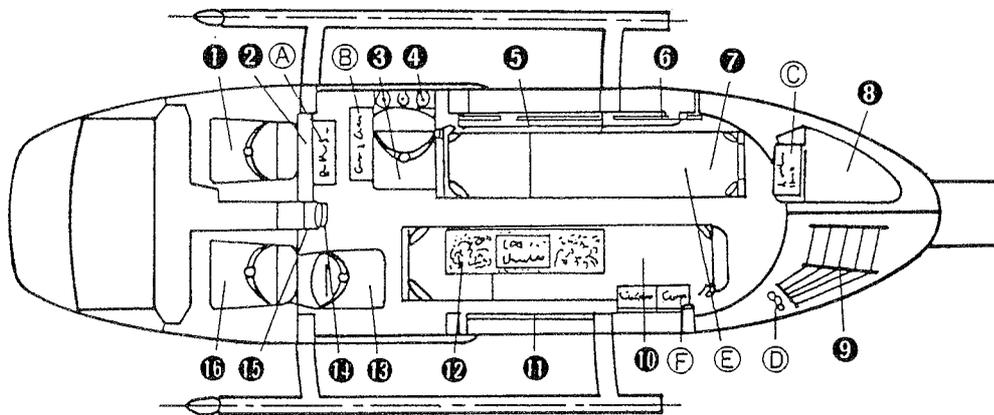
(2) 救急医療システム

酸素ポンベ、人工呼吸器、吸引器、除細動器（心臓に電気ショックを与える器材）、血圧計、心電図モニター、救急医療薬品等の機材が機内に要領良く配置されている。（第3図参照）

担架1個の場合



担架2個の場合



- |                   |             |             |
|-------------------|-------------|-------------|
| ① 操縦士席            | ⑫ 天井医療機器セット |             |
| ② 操縦室/救急室遮光カーテン   | ・心電計        | ・点滴ビン固定金具   |
| ③ 看護人席            | ・調整式スポットライト | ・医療機材収納ケース  |
| ④ 酸素供給システム        | ⑬ 医師席       |             |
| ⑤ アテンダント席         | ⑭ ごみ箱       |             |
| ⑥ 第2担架収納ケース       | ⑮ 処置材料収納棚   |             |
| ⑦ 第2担架            | ⑯ 副操縦士席     |             |
| ⑧ バキュームマットレス収納ケース | ⑰ 医療用専用床    |             |
| ⑨ 多目的ネットケース       |             |             |
| ⑩ 第1担架            |             |             |
| ⑪ 側壁医療機器ケット       |             |             |
| ・電気式吸引器           | ・ユニバーサルレール  | ①心電計付除細動器   |
| ・酸素人工呼吸器          | ・アンビル台      | ②呼吸器管理用救急箱  |
| ・酸素ポート            | ・アンビュバッグ    | ③吸引器        |
| ・電源ソケット           | ・医療機器収納ケース  | ④救助用斧       |
| ・酸素流量計            |             | ⑤バキュームマットレス |
|                   |             | ⑥循環器管理用救急箱  |

第3図 BK-117型救急医療（EMS）ヘリコプターの装備配置例

#### 4. 実用化研究

参加したのは次の3実用化研究である。

第1回 川崎医科大学（倉敷市）救命救急センター（第一次）

昭和62年10月1日から1ヶ月間、出動実績33回、搬送患者数32名

第2回 東海大学病院（伊勢原市）救命救急センター

平成3年8月1日から2ヶ月間、出動実績16回、搬送患者数22名

第3回 川崎医科大学（倉敷市）救命救急センター（第二次）

平成3年7月1日から6ヶ月間、出動実績91回、搬送患者数90名

3回ともヘリコプタの運搬は昼間有視界飛行とし、その出動は急患発生現場においてEMS機の出動が必要と認められた時、医療機関の医師がさらに高度な治療を実施するためにEMS機による移送を必要とする時とした。

ヘリコプタは救命救急センターの臨時ヘリポートで待機し、出動指示により操縦士整備士各1名、医師2名、看護婦1名がEMS機で現地に飛び早期に適切なる初期救急治療を施し、次にセンターへ搬送して更に高度緊急医療を実施して急患傷病者の治癒率の向上を図ることを目的とした。

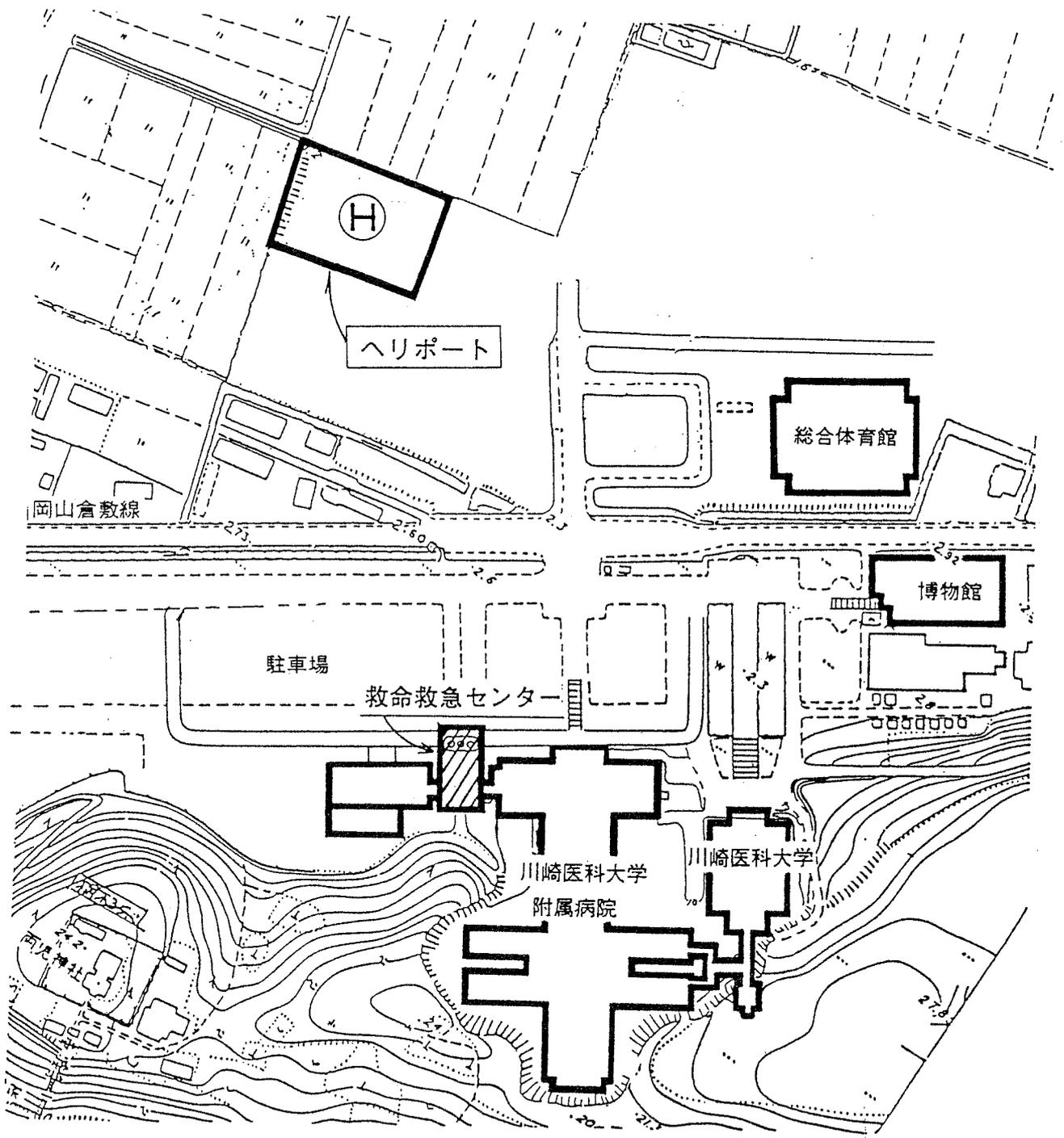
以下 第3回目川崎医科大学をセンターとした研究について報告する。

- (1) 実施地域はヘリコプタで到着時間15～20分の地域を直接の運用範囲として半径70km内に55ヶ所の臨時ヘリポートを設置した。

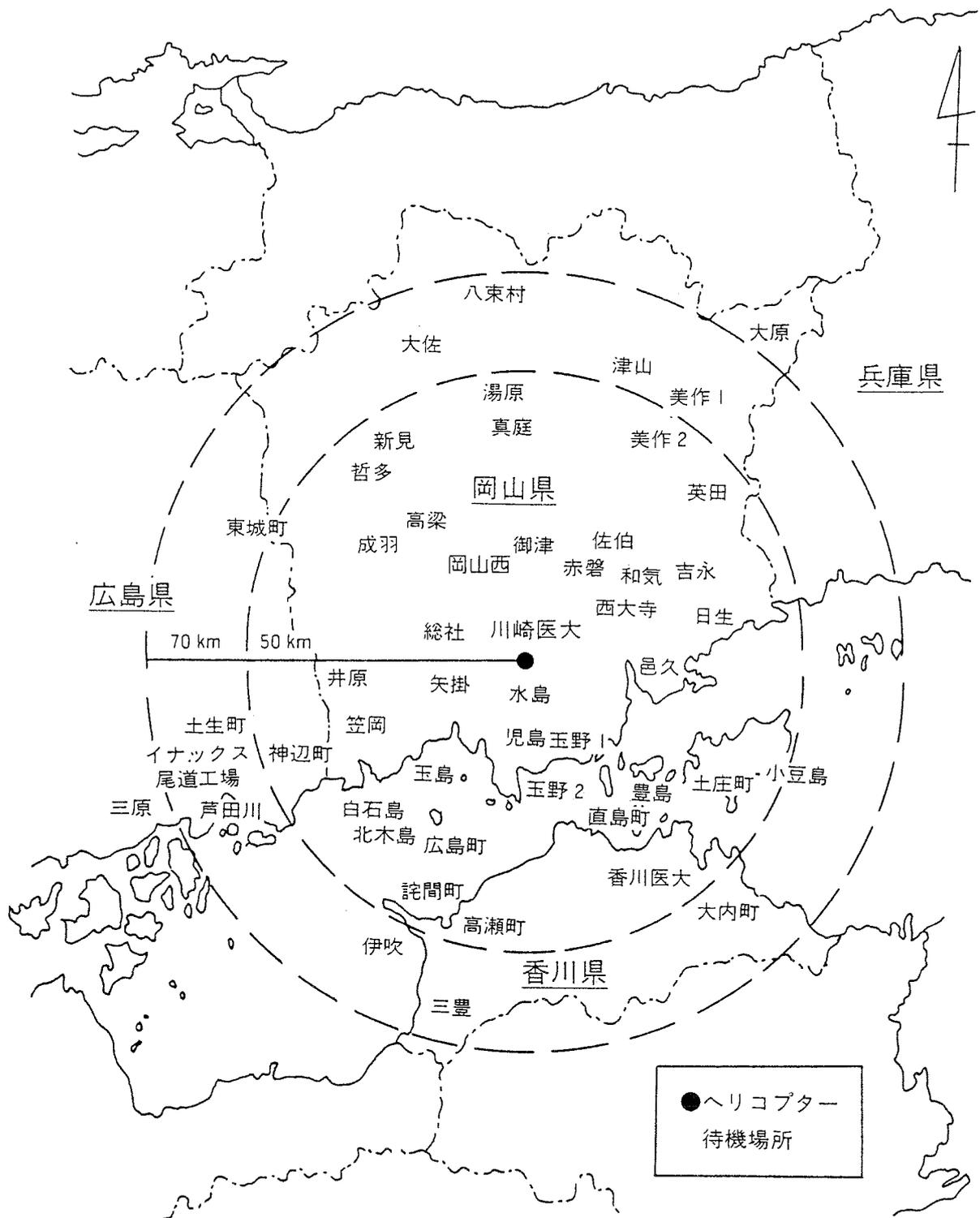
倉敷市を中心にした半径70km内には岡山、香川両県の殆ど全域と兵庫県西部、広島県東部の地域がカバーされる。この中には瀬戸内海の諸島も含まれている。

川崎および香川各医科大学を患者受入れの基幹病院とした。（第4図、第5図）

- (2) ヘリコプタ出動の連絡要領を第6図のように決めた。

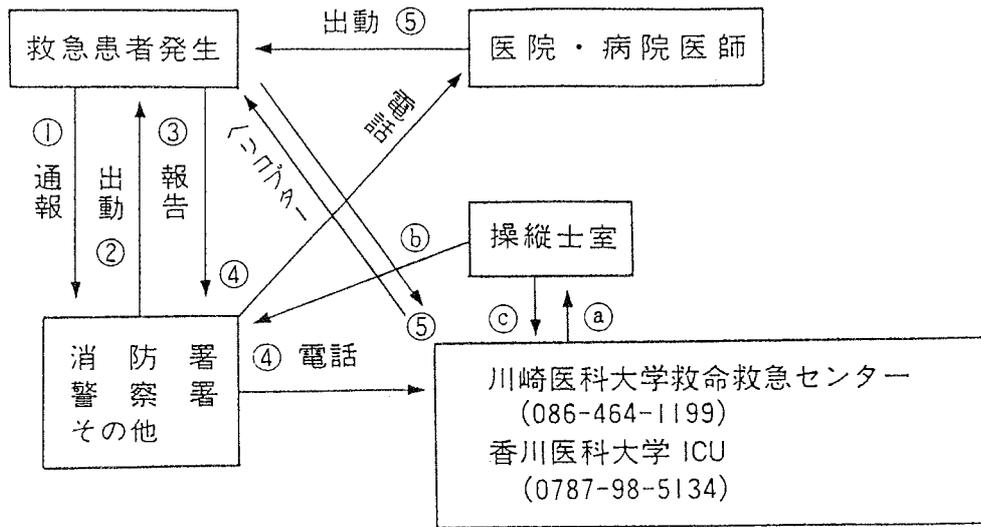


第4図 川崎医科大学救命救急センターヘリポート

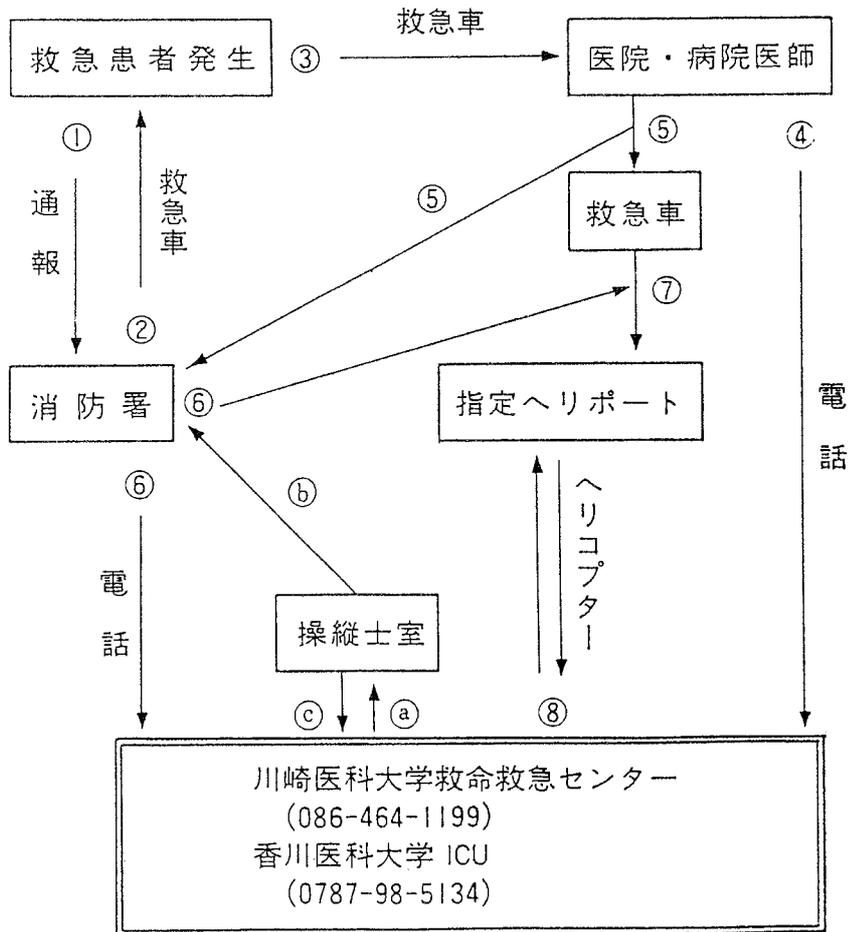


第5図 実施地域およびヘリポート設置場所

● 救急患者発生現場への出動



● 医療機関からの搬送

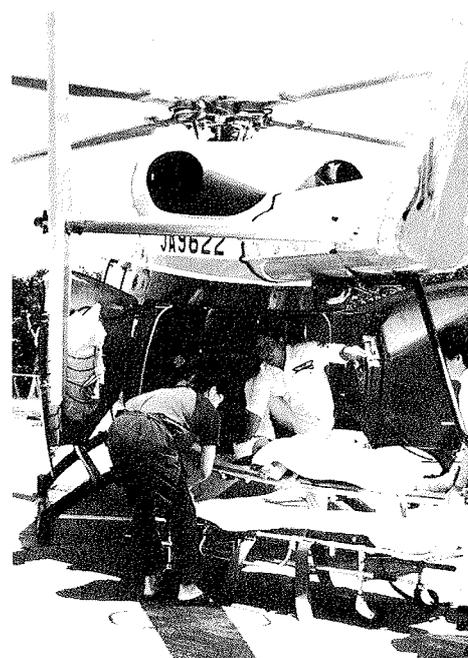


第6図 ヘリコプター出動要請の要領

(3) 実用化運航の成果

救急事故発生件数 : 121件

- (イ) 出動件数 : 91件 (75.0%)
- 内訳 患者収容の為 88件 72.5%  
(川崎医大85件、香川医大3件)
- 患者を川崎医大へ転送 3件 2.5%
- (ロ) 不出動件数 : 30件 (25.0%)
- 内訳 天候(風雨の為) 8件 6.6%
- 日没 6件 5.0%
- 医師の拒否 10件 8.4%
- 患者、家族の拒否 4件 3.4%
- 満床の為 1件 0.8%
- 患者改善の為 1件 0.8%



・医師の拒否が10件8.4%もあったことはEMSが複雑な事業であることを示している。

・毎日8時間、6ヶ月で発生121件であった。24時間稼働として1年間のヘリEMS事故発生件数を推定すると $121 \times 24 / 8 \times 12 / 6 = 726$ 件となる。726件はある県における救急車の年間総出動回数の実績約35,000件の2.1%に当たりこの推定件数は控え目の数字である。

それでも1日平均2回の出動要請が想定される。

(イ) 搬送患者の内容

外傷54件の内、交通事故28件、急病37件、労働災害12件、転落7件、その他7件であった。

交通事故の内容は衆知ような負傷であった。労働災害では変電所での感電、採石場での落石、業務用洗濯機、プレス、草刈り機、鉄の裁断機、食肉スライサー、電気鋸等による手足の負傷切断事故があった。

急病では肝、膵臓、くも膜下出血、心筋梗塞等の患者の状況急変への対応があった。

家の主人或は若者のちぎれた手足が接合手術に成功し家族の喜んでる顔を見てEMSはやり甲斐のある事業だと関係者は一様に思った。

(ニ) 搬送時間(平均値、単位:分)

ヘリポート名	第1報 →離陸	離陸 →現地	着陸 →収容	離陸 →センター	着陸 →収容	地上車(40km/Hr)、船 (時刻表+5)、片道概算値		
						距離	時間	合計
津山	24	17	5	17	4	80km	—	120
新見	16	16	3	15	3	70km	—	105
尾道	36	26	6	17	4	65km	—	98
小豆島	22	16	4	19	5	20km+	70+5	120
直島	13	9	1	12	5	27km+	70+5	80

(※) ヘリコプタの運行費

BK117、1時間当りの貸切り運賃の原価構成を次に示す。

区 分	BK117 (円/時間)	
貸切運賃 認可料金	680,500	(134%)
飛行手当	13,398	2.6%○
燃料費	37,213	7.3%☆
整備部品費/外注費	101,977	20.1%☆
変動費 小計	152,588	(30%)
人件費 P2.78人	172,087	33.9%○
原価償却費	142,971	28.1%☆
航空保険料	33,017	6.5%△
固定資産税	7,561	1.5%☆
固定費 小計	355,636	(70%)
運航原価 合計	508,224	100%

☆メーカー責57%

○運航者責

運行費の安いヘリコプタの開発と運航要員(数)に関する規制緩和が費用の低減に大きく貢献する。

5. まとめ

- 救急医療処置を求める事故の発生件数は非常に多い。

(過去、救急医療活動件数は消防活動件数の30倍から70倍も発生している)

- 急患の治癒率向上には事故発生後の迅速適切な初期治療が非常に重要である。

(15分以内の初期治療が即ち1分が大切)

- 離島・山間僻地と医療機関との距離は遠く住民は医療体制の向上改善を切望している。

(全国に医療機関まで1時間以上が300町村、30分以上が470町村もある)

ヘリコプタ利用のEMSシステムは人命救助に非常に有効でそのシステムの構築は民生並びに政治的に必須の課題である。

効果的なシステムの構築には

① ヘリコプタ

小さくて力(能力)があり、運航費の安い実戦的なヘリコプタ

- ② 救急医療ヘリコプタ運航について、各種「例えば離着陸場所などヘリ運航についての、無線についての、救急救命士の医療行為についての」の規制緩和

- ③ 救急医療諸機関、諸チームとの連繫活動、通信連絡手段の確立、即ち救急医療サービスに関する情報、連絡、活動、指揮管理の一元化(都道府県の広域防災システム、救急システム、行政防災無線との統合運用)



- ④ 救急専門医、救急救命士、看護婦の常時待機とヘリ搭乗
- ⑤ 費用負担方法の確立（自治省、地方自治体、受益者、各種保険）

が必要である。

現在自治省の指揮で防災・消防ヘリコプタを21世紀初頭迄に整備し運用する計画が各地方自治体（都道府県、政令都市、中核都市）によって着々と進められている。

このヘリコプタは防災・消防活動に運用されるのであるがその中における救急医療活動の割合は非常に多い。

また上記のEMSヘリコプタ運航に関する諸条件は、防災・消防ヘリコプタにおいては監督諸官庁と地方自治体との努力によって殆どが既に解決された。

この現実をみると、ヘリコプタによる救急医療システムは、各都道府県の中核都市に運航センターを置く防災ヘリコプタの運用に一工夫を加えてシステム作りをすれば、もう実現しているのと同じである。

これがヘリコプタによるEMSシステム構築の近道でこれ以外の方法では当分その実現は難しいのではなからうか。

行政当局、地方自治体、救急医療サービス諸機関の御検討とその実現に向けての御尽力を期待する。

終わりに当たり救急医療ヘリコプタの実用化に長年御尽力されてこられた、日本交通科学協議会特に富永誠美会長並びに川崎医科大学小浜啓次教授に対して深甚なる敬意を表するとともに、本発表を快く御了承されたことに対し厚く御礼を申上げるものである。

#### 参考文献

- (1) ヘリコプターによる救急医療：川崎重工航空機事業本部編、昭和61年1月
- (2) 救急医療ヘリコプターの実用化研究報告書：(株)日本交通学協議会平成5年3月

## 6. 3. 2. ニューラル・ネットワークのヘリコプター制御への応用について

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 小林 孝



### 1. はじめに

エキスパート・システム、ファジイ制御と並んで所謂人工知能の三本柱であり、“学習機能”に大きな期待がかけられているニューラル・ネットワークについて基本概念を説明すると共にヘリコプター制御への応用について当社での基礎研究の一例を挙げて述べる。

### 2. ニューラル・ネットワークとは何か？

図1は神経組織の断面図の一例で、網の目のように見えるのは図2のような多数のニューロン（神経細胞）が軸索によって複雑に結合しているためで、100億個とも言われる人間のニューロンは生まれた時から増加しないが、（日常生活も含めた広い意味での）学習によって神経細胞の結合が複雑化して行き、成人になるまでに神経回路（ニューラル・ネットワーク）が完成すると言われている。このような神経回路を用いて人間がどの様に外界を認識し、思考し、記憶し、行動を起こすかを知ることは大脳生理学者のテーマであり、ニューラル・ネットワークを数学モデル化してそのメカニズムを解明しようという研究が始まったが、ロボット制御等工学への応用の面からも活発に研究されつつある。

図3はニューロンの数学モデルであり、一つのニューロンは複数の他のニューロンからの出力に各々重み係数を掛けたものを入力信号として受け取り、一つの出力信号を出力するものとしてモデル化されている。他のニューロンからの入力信号の総和と出力信号とは図中に示すような伝達関数によって関係づけられている。神経回路（ネットワーク）の数学モデル化は図4のような階層型のネットワークを用いるのが普通で、入力層への入力信号は何層かの中間層（隠れ層とも言う）を経ながら一方向に進み最後に出力層から出力信号が出力される。

次に学習のモデル化については実際の人間の脳の様にニューロン間の結合の本数を変化させるのではなく、教師信号（正解）と出力層の出力信号との差を最小にするように出力層から入力層の方向に溯って重み係数を逐次修正して行くバックプロパゲーション法と呼ばれるモデル化が最も多く用いられる。図5はバックプロパゲーション学習のイメージを具体的に理解して頂くために出力層での重みの学習を取り出したものである。出力値 $Y$ が教師信号 $Y_T$ よりも小さい場合には $f'(Y_T - Y)$ つまり図3の伝達関数の微係数は整数であるので、整数（出力 $Y$ を増大させる方向）の信号を送っていた前層のニューロンからの結合の重みを増やし、負数（出力 $Y$ を減少される方向）の信号を送っていたニューロンからの結合の重みを減らすことによって出力値 $Y$ と教師信号 $Y_T$ の差を縮める方向に学習することになる。

### 3. ヘリコプター制御への応用

当社では、ニューラル・ネットワークの持つ学習機能に着目し、飛行制御則やパイロットの判断支援等の分野への応用に関して基礎的な研究を実施した。ここでは一例として、ニューラル・ネットワークの適

用によって飛行条件（速度、高度等）や機体条件に拘わらず学習によってクロスカップリングの無い理想的な機体応答を実現する学習型制御システムについて概要を述べる。

このシステムでは図6のブロック図に示すように、通常のモデルフォロイング制御則にニューラル・ネットワークを用いたフィードバック・ループが付け加えてある。学習が進んだ状態では、例えばパイロットがサイクリック・スティックの縦方向操作のみ行うと機体のピッチ軸回りの運動だけを或る理想の応答関数に従って発生させ、ロール姿勢や機首方位や高度は変化しないようにするために必要なピッチ／ロール／ヨー／コレクティブの4軸のサーボコマンドをニューラル・ネットワークが計算して出力する。従来のメカニカル操縦システムでは、コレクティブ上げ操作による機首右振り等の機体運動クロスカップリングを除去するために軍用ヘリコプター等では図7の様な巧妙なメカニカル・ミキサーが用いられることが多いが、本システムはFBWやFBL操縦システムの機体を前提としてこの部分をニューラル・ネットワークに置き換えたものとも考えることも出来る。

図8はこのニューラル・ネットワークを適用した学習型制御システムの数学シミュレーション結果の一例であり、通常のフィードバック制御に較べてクロスカップリング除去効果が優れていることが分かる。

#### 4. まとめ

最後に当社での基礎研究の経験を踏まえてヘリコプター制御への応用に関する私見を述べる。

- (1) ロバスト性や不確定な現象への対処能力等潜在的なメリットが大きいですが、直列処理のコンピュータでは演算時間が大であることや学習の収束性に注意が必要である等、機上システムへの適用にはまだ課題が多い。
- (2) ニューラル・ネットワークの能力を生かすには問題の定式化が重要で、対象としている問題の本質を良く理解してネットワーク構成、入力信号の選択、教師信号の選択を行うことが必要である。
- (3) 機上システムへ実際に応用する際には、並列処理を可能にするニューラル・ネットワーク専用チップ（LSI）を開発し本格的に機上で学習を行わせる方向と、ニューラル・ネットワークをオフラインで設計ツールとして利用して学習によって最適な制御則を見出し、簡略化して通常の直列処理プロセッサ利用の機上コンピュータに内蔵させる方向の二つのアプローチが考えられる。

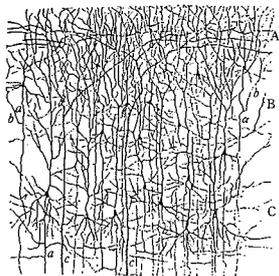


図1. 神経組織の断面図

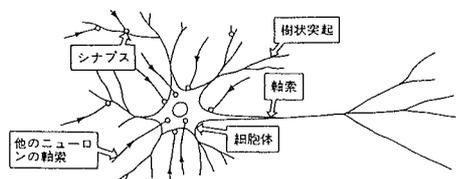


図2. ニューロン（神経細胞）

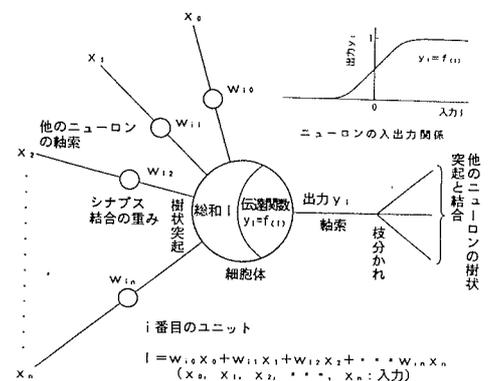


図3. ニューロンの数学モデル

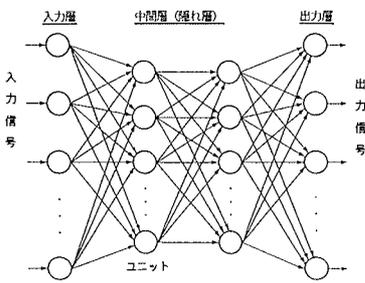


図4. 階層型のネットワーク

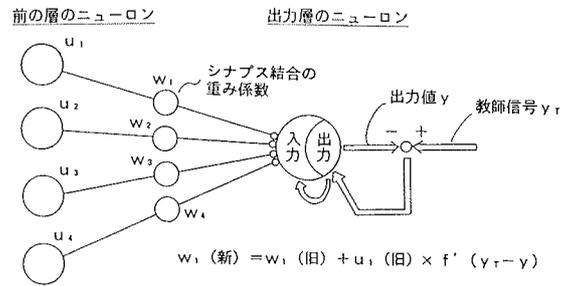


図5. 学習のモデル化 (出力層のニューロンの学習の例)

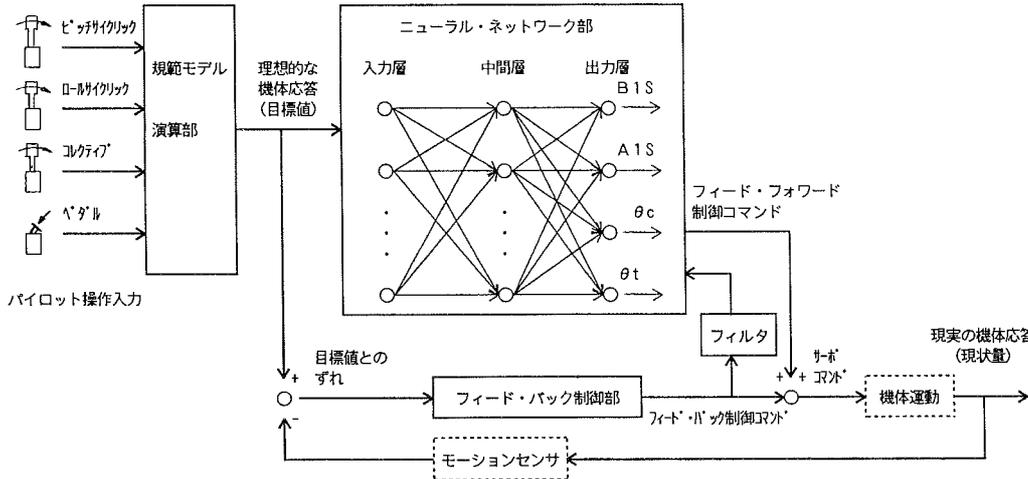


図6. ニューラル・ネットワークを適用した学習型制御システムのブロック図

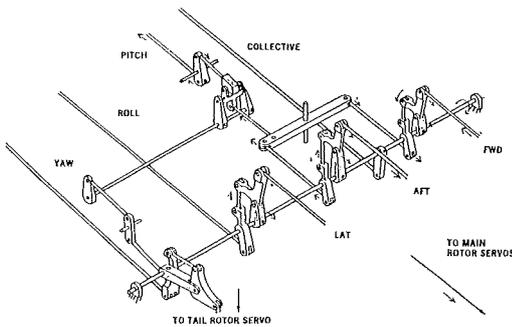
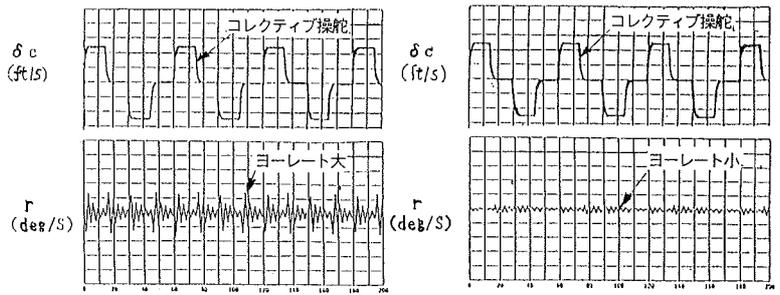
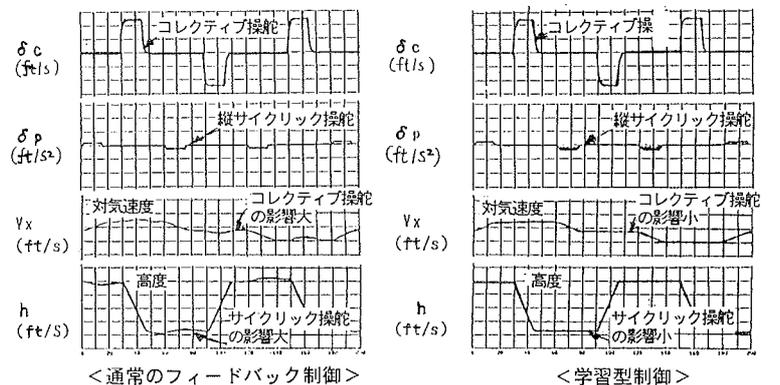


図7. メカニカル・ミキサーの一例



学習型制御則のクロスカップリング除去効果 (ホバリング時)



学習型制御則のクロスカップリング除去効果 (前進飛行時)

図8. ニューラル・ネットワークを適用した学習型制御システムの数学シミュレーション結果の一例

## 6. 3. 3. ヘリコプタによるビル火災消火のシミュレーション実験

航空宇宙技術研究所 奥野 善則



### 1. はじめに

高層ビルで火災が発生した場合にヘリコプタによって消火する可能性が検討されている(図1)。現在でもヘリコプタは山火事などの消火に活用されているが、これは機体の下にタンクを吊り下げて火災現場上空から水を撒くものであり、ホバリングしながら機内に積載した水を放水することによってビル火災を消火する能力を有するヘリコプタは世界にも例がない。このような消火ヘリコプタの開発に当たって最大の問題となるのは、高層ビルの周辺では強い風の乱れや上昇流が発生するため、機体の安定性に悪影響を及ぼす恐れがあるという点である。どの程度の風速まで安全かつ効果的に消火活動を行うことができるかを調べるために、ヘリコプタ(全備重量8tクラスのシングルロータ機)によるビル火災消火のシミュレーション実験を飛行シミュレータと実機を用いて行った。

### 2. シミュレータ実験

#### 2. 1 シミュレータ実験手順

航技研所有の飛行シミュレータを用いて、ビルの20m近傍で横向きにホバリングしながら(これは緊急時の離脱経路を考慮した結果である)消火目標の窓(2m×2mを想定)に向けて放水するシミュレーション実験を行った。模擬視界装置上のビルの壁面に放水ブームから発せられるレーザ光をイメージした照準点と放水の着水点を示し(放水流そのものは見えない)、放水ブーム操作員がジョイスティック(上下・左右の角速度のON/OFFスイッチ)でブームの角度を制御した(図2)。放水流がロータの後流の影響を受けないようブームをロータの外側まで伸展するため、ブームの運動は1次遅れを伴うと仮定し、その最大角速度と時定数もパラメタとして実験を行った。ビル風は1分間の平均風速約10m/sの時の実測値を基に、白色ノイズ+1次フィルタでモデル化した。ただし風の乱れのスケールはロータ径に対して十分大きいと仮定している。

#### 2. 2 シミュレータ実験結果

図3はこのシミュレータ実験で1分間の放水時間のうちの何%が目標窓に命中していたかを示したものである。□印は放水ブームを固定してパイロットの機体操縦のみによって着水点を制御した場合の結果、■印はパイロットは地上目標物とビルを見ながら定点ホバリングに専念してブーム操作員のみによって着水点を制御した場合の結果、●印は両方を同時に行った場合の結果をそれぞれ表している。パイロットとブーム操作員との協調によって一様流の平均風速が7m/sまでなら90%近くの水を窓に命中できることが示されている。例えば東京では平均風速が7m/sを越える日は年間の5%に満たないことから、消火ヘリコプタは消防システムとして十分な効果を発揮できると期待される。

本シミュレータ実験で得られた結果をまとめると以下ようになる。

1) 弱い風(4m/s)の場合、放水ブーム操作員のみ、あるいはパイロットのみによっても有効な消火

活動を行うことができる。

- 2) 中程度の風 ( $7\text{ m/s}$ ) の場合、ブーム操作員のみでは有効な消火を行うことができない。また、パイロットのみによって着水点制御を行うと、ワークロードが高く、ビルとの距離を安全に保てないことがある。
- 3) 強い風 ( $10\text{ m/s}$ ) の場合、パイロットとブーム操作員が協調しても着水点が窓から大きくはずれることがあるので、ブーム操作員が放水のON/OFF制御を行うことが有効である。
- 4) パイロットがブーム操作員と協調して着水点制御を行えば、定点ホバリングに専念する場合に比べてもワークロードの増加は小さい。
- 5) 強い風の中で有効な消火を行うためには、ブームの角速度  $3\text{ 度/秒}$  程度、時定数  $0.3\text{ 秒}$  程度を確保することが望ましい (縦横とも)。
- 6) 放水開始時の反力や放水中の機体重量の変化による機体の動揺はパイロットの通常操作内で容易に補正し得る。

### 3. 飛行実験

#### 3.1 飛行実験手順

実際のビル (芝浦シーバンスビル) に  $20\text{ m}$  程度まで近づき、ホバリングしながらパイロットの操縦によって機体に固定したサーチライトの光を目標窓 (地上  $14\text{ 階}$ ) に照準する実験を行った (図4)。

#### 3.2 飛行実験結果

実験中の平均風速 (ビルの屋上で計測されたもの) は  $5.4\text{ m/s}$  と小さかったため、パイロットはビルの角付近では比較的強い風の乱れを感じたものの、ビルの真横 (風下側) でのホバリング中は特にタービュレンスによる影響はないという報告であった。ただし、風の影響がなくてもパイロットが目測によってビルからの距離を正確に維持することは困難であった。この理由の一つとして、今回実験を行ったビルが全面ガラス張りのビルであったため、パイロットがビルとの距離感をつかみにくかったことが挙げられる。実際の消火ヘリコプタでは、ビルとの間の距離を計測する装置を登載し、コパイロット等が適宜これをモニタしてパイロットにコールする必要があることが指摘された。

また、図5は飛行実験による照準点の軌跡 (姿勢角と加速度の記録から計算したもの) をシミュレータ実験結果 ( $4\text{ m/s}$  での着水点の軌跡) と比較したものである。 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$  の目標窓に命中した割合は両者の間でかなり良く一致しているが、シミュレータ実験結果では白色ノイズに基づく風モデルを用いているため照準点の分散がランダムであるのに対し、飛行実験結果は機体が比較的安定している部分と突発性の風によって大きく揺れている部分とに分かれている。また、パイロットコメントによれば実機よりシミュレータの方がヨーが不安定であったが、照準点の分散にもその傾向が現れている。

### 4. おわりに

本実験は航空宇宙技術研究所と東京消防庁との共同研究「消火ヘリコプタの安全基準に関する研究」および東京消防庁「消防ヘリコプタの消火活動に係わる検討委員会」の一環として行われたものである。今後、ビル風等の数学モデルの精度を高め、消火ヘリコプタの安全基準の確立を目指してシミュレーション実験を続ける予定である。

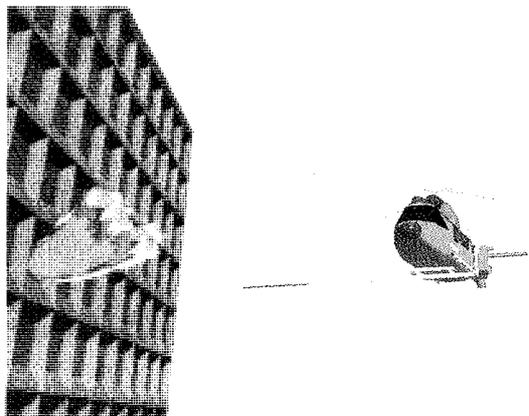


図1 消火ヘリコプタの概念図

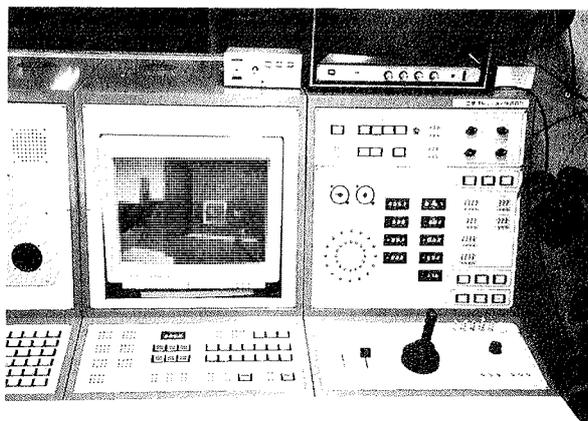


図2 飛行シミュレータの放水ブーム操作席

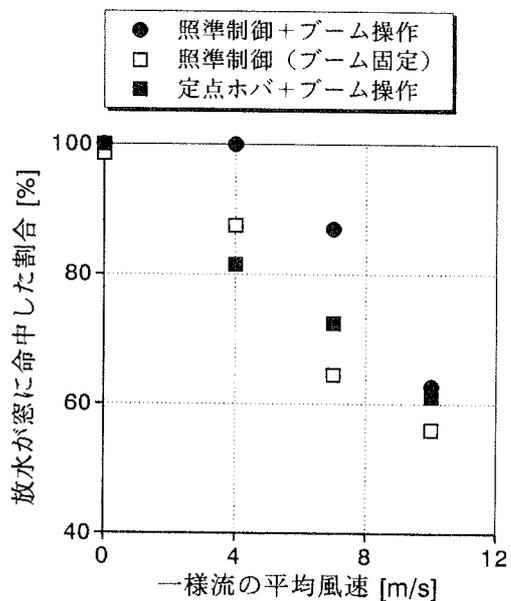
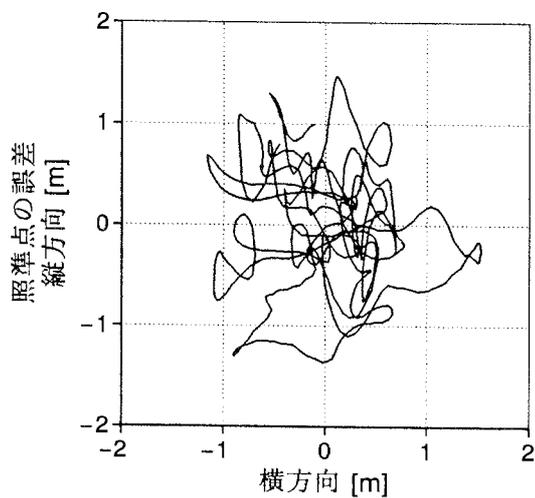


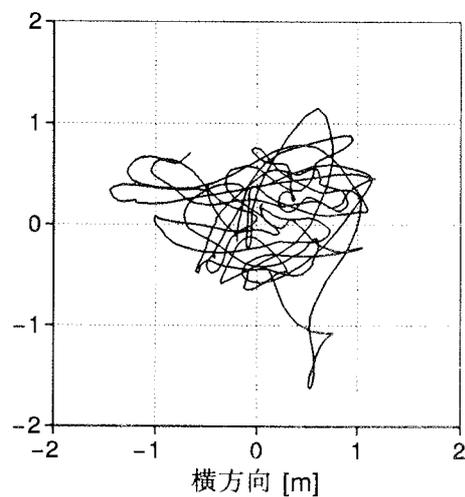
図3 放水が窓に命中した割合



図4 ビル横でのホバリング実験



1) 飛行実験



2) シミュレータ実験

図5 照準点の軌跡

### 6. 3. 4. 走行実験によるロータブレードのフラッピング運動の計測

Measurement of Rotor Blade Flapping Motion by Dynamic Running Test

防大航空宇宙工学教室 長島 知有、伊藤 健  
川上 智、井星 正氣  
Department of Aerospace Engineering,  
The National Defense Academy  
Tomoari Nagashima, Kenn Ito  
Satoru Kawakami and Naohiro Iboshi

#### 概 要

防衛大学校航空宇宙工学教室に新しく設置した走行実験装置の構成と性能の概要を紹介し、本装置を用いて実施した低速前進飛行時のロータブレードのフラッピング運動の縦横連成に関する実験結果を例に、本装置の教育、研究器材としての有用性を議論する。



#### Abstract

Basic performances and design features of the Dynamic Running Test Facility which have been constructed recently at the Department of Aerospace Engineering, The National Defense Academy are briefly described. This facility can be effectively utilized not only as an experimental apparatus to measure aerodynamic and dynamic characteristics of various model aircrafts, especially rotorcraft, but also as an educational tool for better understanding their flight dynamics. In this paper, typical experimental results obtained during the course of research studies concerning the cross coupling effect of a rotor in low speed flight are introduced and usefulness of the facility both for research and educational purposes is discussed.

#### 1. まえがき

走行実験は風洞実験とは逆に、静止大気中を供試模型が自走する形式を採るため、比較的大型の模型が使用できる、模型の計装化が容易、気流の乱れや試験環境との干渉に伴う計測データのあいまいさが少ない、低速領域で精度の高い実験が可能、地面や障害物を含めた現実的な試験環境が模擬できる等の利点があり、ヘリコプタのような吹き下ろしの大きな航空機の低速飛行時の空力的、動力的特性の把握に適した実験法である。また、様々な形態の航空機模型の運動を直接、目視観察できるため、実機に馴染みの少ない初学者に対する航空力学の教材としても有用である。ここでは、防衛大学校航空宇宙工学教室に最近設置された走行実験装置の構成、性能の概要を紹介し、これを用いて実施中の低速飛行時のロータブレードのフラッピング運動の計測実験を例に、本装置の教育研究器材としての有用性について議論する。

## 2. 実験装置と供試模型の概要

走行実験装置の構成を第1図、供試模型の取付状況を第2図に示す。本装置は総合実験棟B棟の南側1、2階吹き抜き部を試験空間とするよう配置されており、中央隔壁に沿って張り出した2階床面に敷設した全長42.0m、幅0.55mの2本のレール上を、供試模型を支持または追従する台車が走行する形式の実験装置である。類似の装置には東京大学先端科学技術研究センタの走行実験設備やプリンストン大学のダイナミックトラックがあるが、本装置では供試模型を台車に片持ち支持したアーム先端に固定する一次元的な実験だけでなく、台車、アーム装置を動力、計測ケーブルを保持して模型を追従するフォロワーとし、模型をフリーフライトさせることで二(三)次元運動のシミュレーション実験も可能である。レールは長さ6.0mの軽量H型鋼(H:250、W:125、t:8mm)を7本継いで作製した。それぞれのレールは長手方向の水平度、レール相互間の水平度、平行度を0.5°以内の精度で敷設されている。台車はH型鋼上面フランジ部を上下一対の4組のガイドホイールで挟み込むようにレールに取り付けられ、8HPのサーボモータによりタイミングベルトを介して牽引されている。サーボモータは観測室におかれた制御卓で遠隔制御され台車を0-8.0m/sの任意の速度で定速またはプログラム走行出来る。供試模型をアーム先端に取り付ける走行実験では、レールの敷設精度と共に、アームの剛性や台車を含めた振動系の固有振動数の配置が実験精度を支配する。本実験では様々な模型支持法に対する試行錯誤の結果、長さ2.6m、直径60mm、肉厚3mmのアルミ合金パイプ製のアームを4本のピアノ線で補強し、アーム先端に供試模型を2分力天秤と共に固定した。台車を含めた模型支持系の上下、水平方向の第1次固有振動数は各々3.05、3.75Hzであった。供試模型の概要と主要諸元をそれぞれ第3図と第1表に示す。供試模型は市販のラジコンヘリを電動モータ化し、ロータシステムを関節型に、操縦装置を半固定式に改造した。また、供試模型にはロータブレードのピッチ角、フラップ角計測用のポテンショメータ、ロータ回転数、ブレード方位角検出用フォトトラヤスリップリングを装着した。供試ロータ駆動用モータや2分力天秤、各種センサにはレールと平行に配置したトロリー線から集電ブラシを介してDC電圧(可変)、AC100Vが給電され、計測データは台車と共に伸縮するキャプタイアケーブルを通して観測室内のコンピュータ、計測器に取り込まれている。

## 3. 実験結果とその考察

関節型、一様、剛体ブレードの前進飛行時のフラッピング運動は、基準面をN.F.O.とし、空気力の準定常性を仮定すると

$$\begin{aligned} & \frac{d^2\beta}{d\psi^2} + \frac{\gamma}{8} \left( 1 + \frac{4}{3}\mu \sin\psi \right) \frac{d\beta}{d\psi} + \left[ 1 + \frac{3}{2}\varepsilon + \frac{\gamma}{8} \left( \frac{4}{3}\mu \sin\psi + \mu^2 \sin 2\psi \right) \right] \beta \\ & = \frac{\gamma}{8} \left[ \theta_0 \left( 1 + \mu^2 + \frac{8}{3}\mu \sin\psi - \mu^2 \cos 2\psi \right) - 4\mu \sin\psi \int_0^1 x \lambda dx - 4 \int_0^1 x^2 \lambda dx \right] \end{aligned} \quad (1)$$

の解として与えられ、 $\mu \ll 1$ では $\beta = a_0 - a_1 \cos\psi - b_1 \sin\psi \dots$ と近似できる。ここで、 $\psi = \Omega t$ ,  $x = r/R$ で、 $\varepsilon = e/R$ ,  $\gamma = \rho a c R^4 / I$ ,  $\mu = V \cos \alpha_{nf} / \Omega R$ ,  $\lambda = \lambda_1 + \mu \tan \alpha_{nf}$ を示す。但し $R, \Omega, e, \rho, a, c, I$ は各々ロータ半径、ロータ回転数、フラップヒンジオフセット、空気密度、ブレード断面揚力傾斜、翼弦長、ヒンジまわりの慣性モーメントで、 $V, \theta_0, \alpha_{nf}$ は飛行速度、コレクティブピッチ角、N.F.O.の迎え角である。 $\beta$ は $\lambda$ が既知の時(1)の定常解として定まるが、問題は $\lambda$ の解析精度であり、誘導速度分布の非一様性が顕在化する低 $\mu$ 時には精度的に不十分となる。この場合には逆に(1)を $\beta$ を与えて $\lambda$ を同定する関

係式と考える逆解法が有用である。(1)から $\beta$ の相似パラメータは $\varepsilon, \gamma, \theta_0, \mu, \lambda$ 及び $\alpha_{ref}$ となる。 $\gamma, \lambda$ にはロータの空力特性を介してマッハ数やレイノルズ数が関連するが、これら全てのパラメータを一致させることは不可能であるので、走行実験はロータ回転数を装置やブレードの振動特性を考慮して $\Omega = 800$  r.p.m (一定)とし、 $\theta_0$ と $\mu$ を可変パラメータとして実施した。第4図の各図は $\theta_0$ を $10^\circ$ とし、台車速度を1.0、3.0、5.0 m/sとした場合の供試模型の水平(Gv)、垂直(Gh)加速度、ロータ推力(T)、トルク(Q)の計測結果の一例である。計測データの再現性、精度は本実験範囲内では十分である。台車速度の増大にともない増加するアームの固有振動数の変動成分をいかに軽減するかは今後の問題である。第5図には供試ロータの推力、トルク-前進速度特性を $\theta_0$ をパラメータとして無次元表示した。 $\theta_0 = \text{Const}$ とした走行実験結果が $C_T$ あるいは $C_Q = \text{Const}$ に対応しないことに注意する必要がある。第6図の各図は第5図と同一のパラメータ組み合わせにおけるフラッピング運動の計測結果とそのFFT解析結果で、上段がフラッピング運動の時間履歴、中、下段がその位相、振幅スペクトルである。これらの各図から、 $\beta$ に対するアームの固有振動の影響はほとんど認められず、また、その卓越振動数は1/Revであることが分かる。そこで $\beta = a_0 - a_1 \cos \psi - b_1 \sin \psi = C_1 \cos(\psi - \phi_1)$ と表示して、振幅 $C_1$ と位相 $\phi_1$ に対する $\theta_0$ と $\mu$ の影響を第7、8に示した。両図から $\beta$ に対する $\mu, \theta_0$ の影響は振幅 $C_1$ より $\phi_1$ に於いて明瞭に認められる。これは低 $\mu$ 時のロータの縦横連成効果が誘導速度分布の非一様性により支配されている事実を明瞭に示す重要な実験結果である。なお、両図中に示したデータポイントは5回の走行実験結果の単純平均値であるが、それぞれの実験値のばらつきを参考のためIで示した。低 $\mu$ 時の $\phi_1$ におけるばらつきの増大は微小な振幅データを用いたデータ処理法による当然の結果であり、これが本実験精度を損なうものではない。

#### 4. あとがき

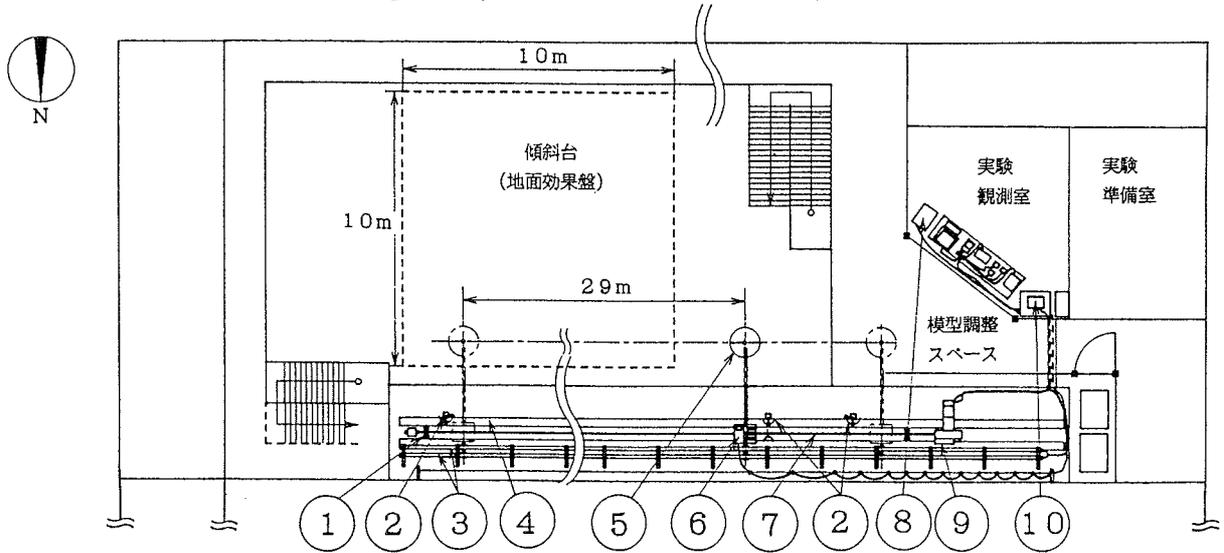
防衛大学校航空宇宙工学教室に新しく設置した走行実験装置の特徴と性能を説明し、低速前進飛行時のロータブレードのフラッピング運動の計測結果を例に本装置の研究、教育器材としての有用性を議論した。今後は本装置の性能機能を逐次充実し、供試模型をフリーフライトさせる新しい実験手法の確立のため実験研究を継続する予定である。

#### 参考文献

- 1) Johnson, W.: Comparison of Calculated and Measured Helicopter Rotor Lateral Flapping Angles, Journal of the A.H.S., 26, No.2(1981), pp.46-50.
- 2) Johnson, W.: Airloads and Wake Models for a Comprehensive Helicopter Analysis, Vertica, 14, No.3(1990), pp.255-300.
- 3) Harris, F.D.: Articulated Rotor Blade Flapping Motion at Low Advance Ratio, Journal of the A.H.S., 17, No.1(1972), pp.41-48.
- 4) 井星 正氣、森 洋孝、長島 知有: 風洞模型によるロータの空力特性とブレードフラッピング運動の計測、日本航空宇宙学会誌、41(1993), pp.575-583.
- 5) Azuma, A., Tomita, B., Iuchi, M., Ishii, M., Iwata, T., and Kojima, T.: A New Running Test Facility for the Study of Flight Dynamics, ISAS Report No.437, 1969.
- 6) Azuma, A., Tomita, B., Iuchi, M., Mishima, H., Iwata, T., and Komoto, A.: A Free-Flight Support

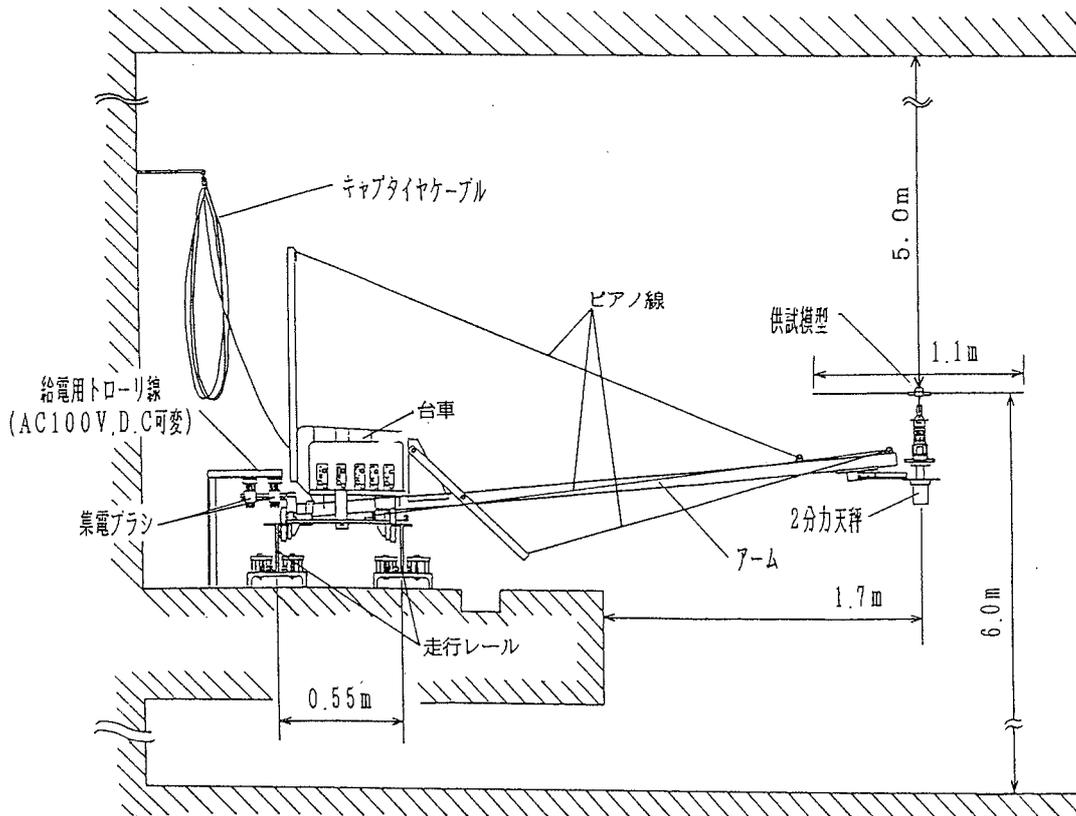
System, ISAS Report No.477, 1972.

7) Bramwell, A.R.S.: Helicopter Dynamics, Edward Arnold, 1976.



1	ストップバ	6	台車
2	リミッタ	7	台車走行用タイミングベルト
3	給電用トローリ線	8	台車走行制御装置
4	走行レール	9	台車駆動用サ-ボモータ
5	供試模型	10	模型駆動用直流電源

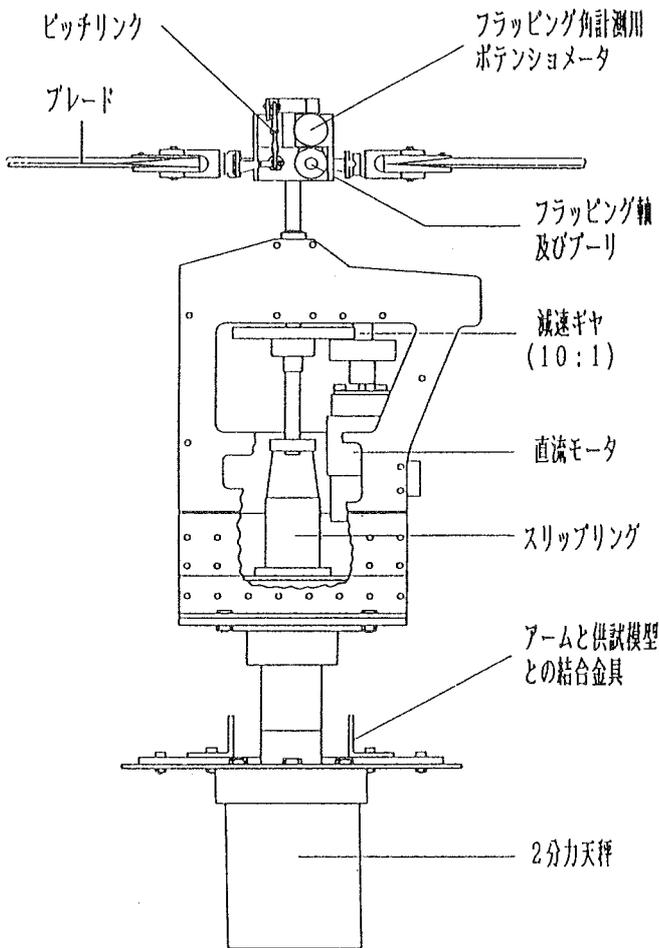
第1図 走行実験装置のレイアウト



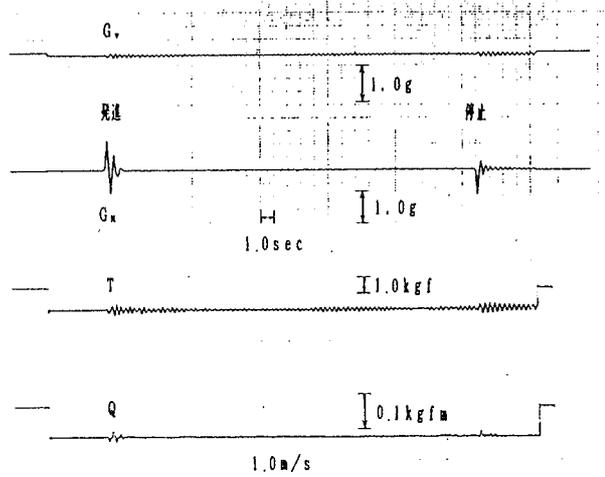
第2図 台車、アームと供試模型の取付状況

表1 供試ブレードの寸法諸元と物性値

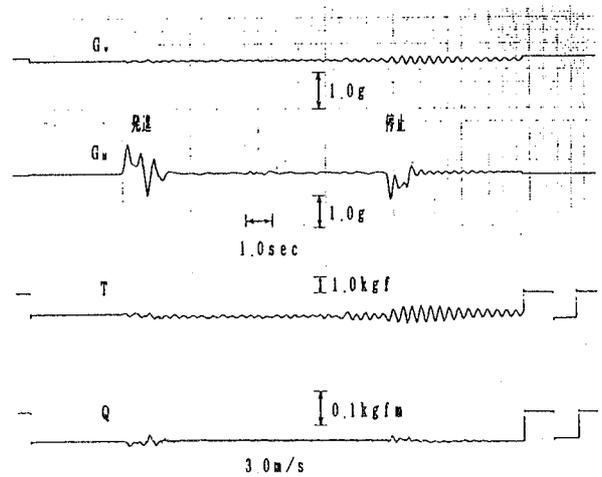
ロータ半径	R	0.56 m
ブレード翼弦長	c	0.044 m
ブレード枚数	b	2
ソリディティ	$\sigma$	0.05
フラッピング・ヒンジ・オフセット	e	0.012 m
捩り下げ	$\theta t$	0°
ブレード翼型		NACA2415
ブレード重量	Mb	0.1 kgf
ロック数	$\gamma$	4.1
姿勢角(シャフトの迎え角)	$\alpha s$	0°
横サイクリックピッチ角	A1	0°
縦サイクリックピッチ角	B1	0°
800 r.p.mでの固有振動数		
フラップ1次		15.3 Hz
フラップ2次		72.5 Hz
フラップ3次		199.3 Hz



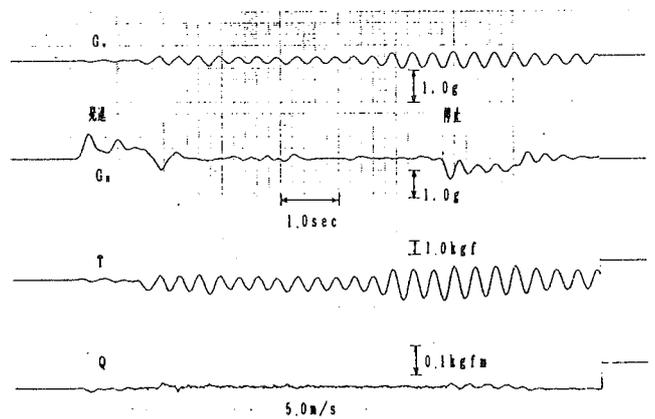
第3図 供試模型の概要



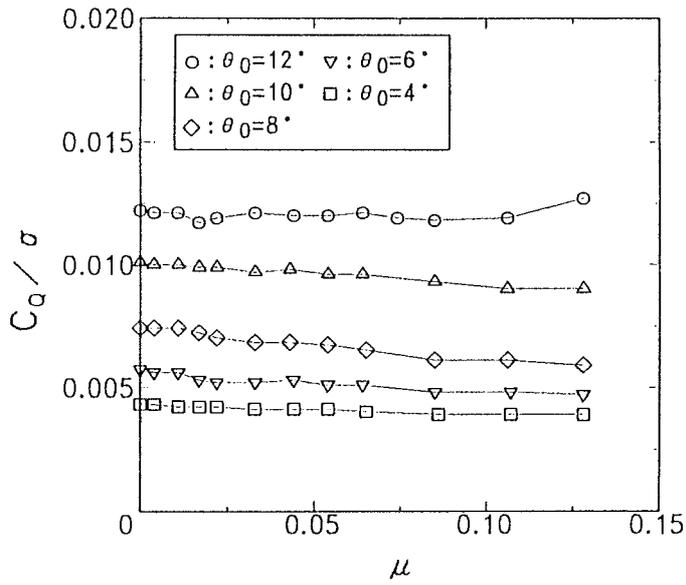
第4図 (a) 計測結果 (V = 1.0 m/s)



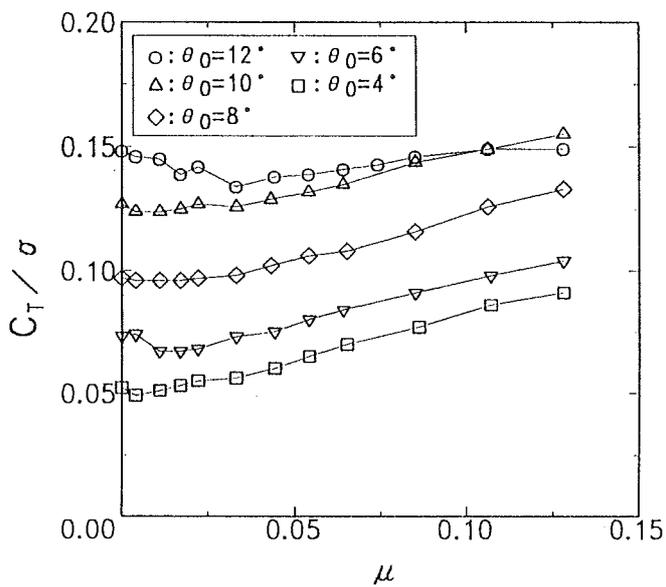
(b) 計測結果 (V = 3.0 m/s)



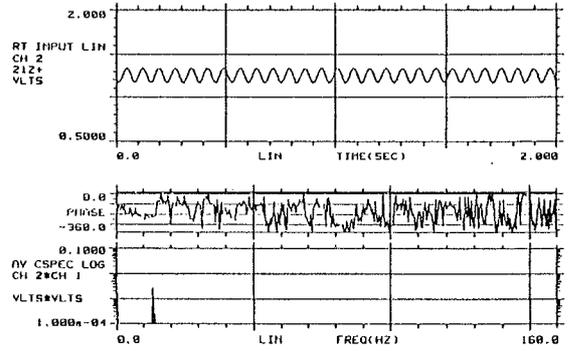
(c) 計測結果 (V = 5.0 m/s)



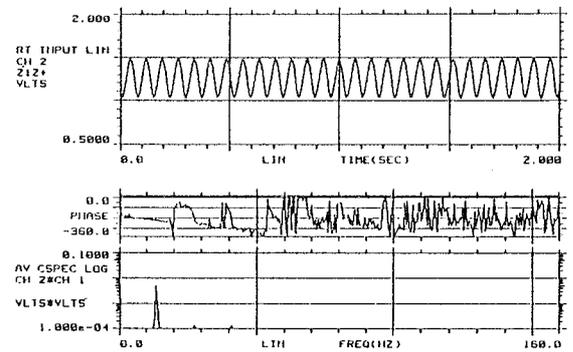
第5図 (a)  $C_T / \sigma - \mu$  特性



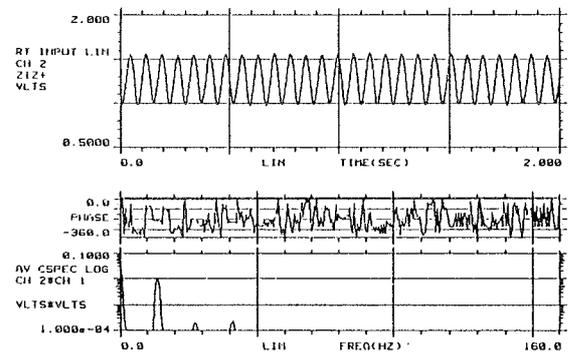
(b)  $C_D / \sigma - \mu$  特性



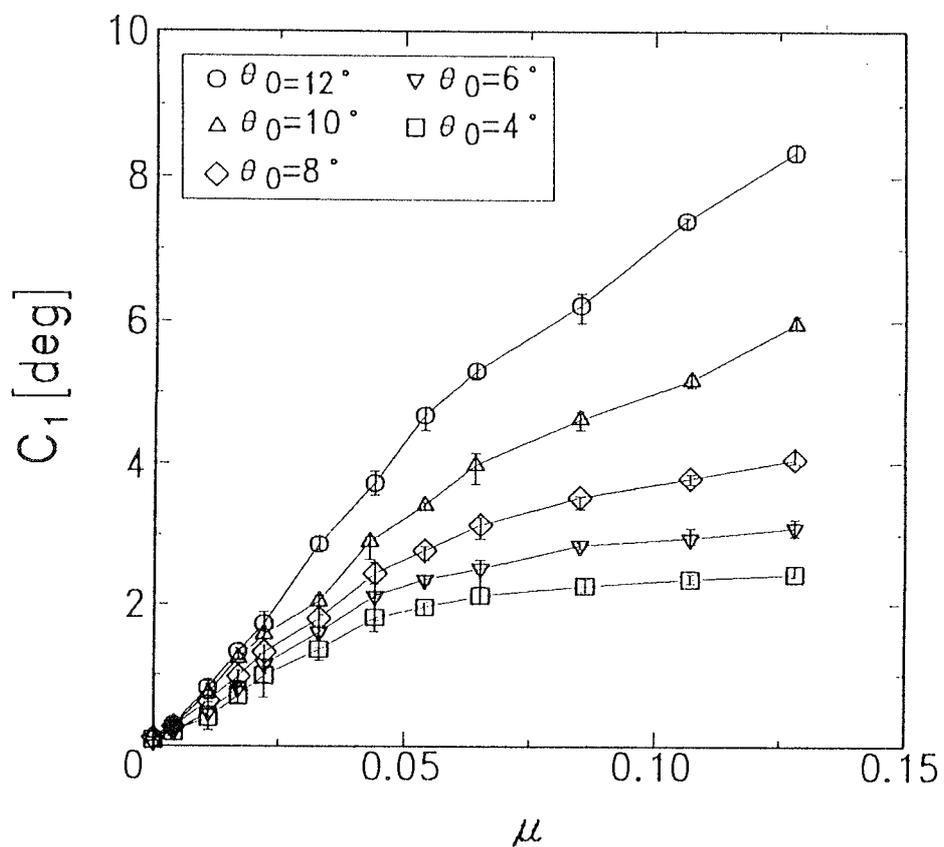
第6図 (a) FFT解析結果  
( $V = 1.0 \text{ m/s}$ )



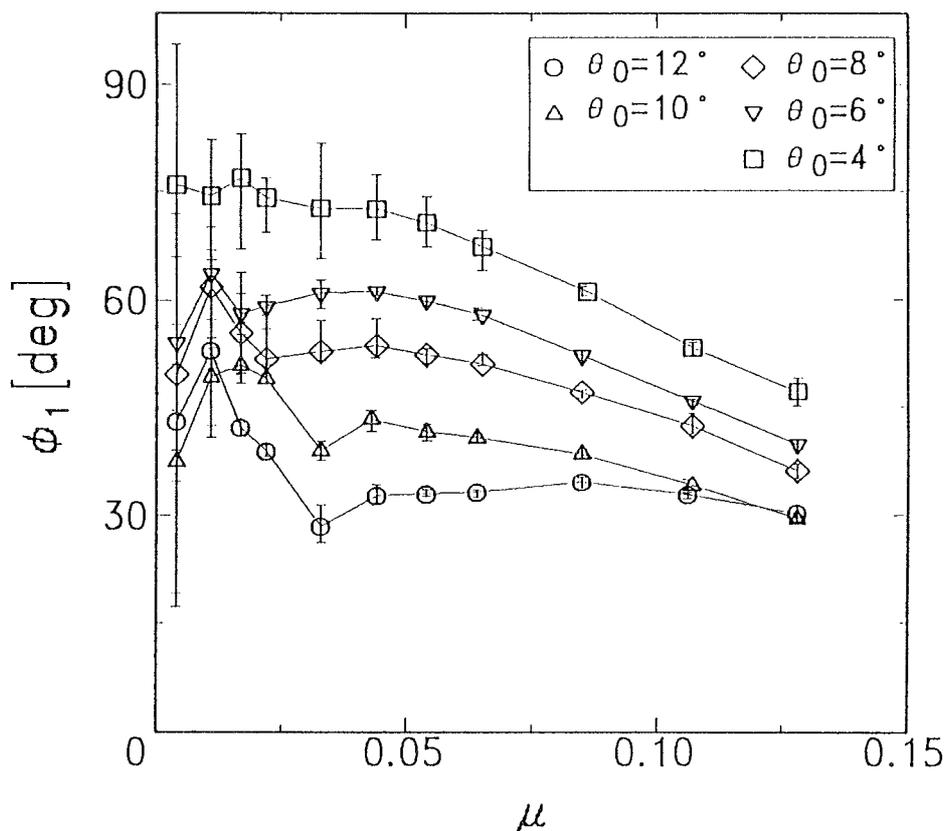
(b) FFT解析結果  
( $V = 3.0 \text{ m/s}$ )



(c) FFT解析結果  
( $V = 5.0 \text{ m/s}$ )



第7图  $C_1 - \mu$  特性



第8图  $\phi_1 - \mu$  特性

### 6. 3. 5. 第19回 European Rotorcraft Forum に出席して

東京大学先端科学技術研究センター 河内 啓二



恒例の European Rotorcraft Forum が1993年度は北イタリアのリゾート、チェルノビオで9月14日～17日の日程で行われた。会場は映画監督で著名なビスコンティ一族の所有していた別荘に設定され、コモ湖に面した気持ちの良い場所であった(写真1)。ヨーロッパを中心としてアメリカ、日本、韓国と各国からの参加者が例年通り集まり、盛況であったが、今年は特にロシアの存在が大きく、ミル、カモフを始めとしていろいろな機関からの多数の参加者があった。Forum の目玉の1つであるパネルセッションでも、ユーロコプタ、アグスタ、ベル、ボーイング、シコルスキ、マクダネルダグラスに上記ロシアの2社が加わり、活発に討論が行われていた(写真2)。ロシアはヨーロッパの一員として、確固たる地位を築き上げた様に思われる。

欧州全体で見ると、冷戦の終結でヘリコプタへの投資はずっと減っている様である。強大なソ連の戦車隊と国境をはさんで対峙しなければならなかった時代には、対戦車用としてヘリコプタに国家の強力な支援が行われていたが、ウクライナや東欧を始めとする広大な暖衡地帯が出来上がった今日では、ヘリコプタの研究・開発への投資は通常の産業レベルに戻るのが自然である。にもかかわらず、欧州の著名な研究者は生活レベルも研究レベルも低下させるつもりは全然無い様である。研究グループの統合化がその鍵で、英独仏伊の研究者共同で各国政府の投資を集めて活発な研究活動を続けている。結局、しわ寄せは若い無名の研究者のチャンスの減少ということになっている。この様な統合化の一例として、European Helinoise Program があげられる。英国の Lawson、独の Heller、仏の J. Phillepe らが寄り集まって、ヘリコプタの低騒音化の統合プロジェクトが進行中である。Dynamics の分野でも、オランダの DNW の風洞を使って、米国の陸軍グループと共同で、独の Gmelin が中心となって全欧州が集まり、Higher Harmonic Control の精密な研究が行われている。これらの背後には、統合されたユーロコプタの存在が大きい。

もう一つ例年、気になっていることだが、Forum の前後に重要な非公開の会議が行われていて、ここには日本人が殆ど出席できない。今年も騒音の研究グループが隣町の Como で直前に会議を開いていた様で、Yan Yu, Tung, McCroskey といったそうそうたるメンバが、論文の発表もせずに Forum に姿を見せていたので、どうしたことかと思っていたら、むしろ Como の会議が主でそのついでに Forum に顔を出した様であった。Forum の直後には、Dynamics の研究会も行われるとのことであった。これらの会議は NATO の活動の一部として、覚え書き(MOU)に基づいて行われており、将来、日本もこの様なうまい枠組みを考える必要がある様に思われる。

発表論文の傾向として感じたことは、空気力学と騒音解析が一体化しつつあること、数値流体力学(CFD)では、欧州はやや米日に遅れをとっていること、現実的な開発報告が多いこと等であった。画期的な新しい研究がやや乏しく、ヘリコプタの研究がよく言えば安定した発展期に、悪く言えばやや停滞期に入りつつある様である。仏の Roesh を始めとする6人の著名な研究者によるサーベイペーパーの発表が新しい試みとして行われていたが、この様な研究現況を象徴している様であった。

見学会ではアグスタの工場を訪問することができ、組立てラインを含めていろいろな設備を目にすることができたが、工作機械、工場設備等は我が国の方がやや優れている印象を受け、ユーロコプタや米国のヘリコプタ会社で受けた圧倒される感じはしなかった。

日本からは、義若元会長、川崎重工の須藤さん、久芳さんが参加され、心強かった。この学会は、いつ参加しても失望することが無かった珍しいものであるので、チャンスのある方は、ぜひ参加される様にお勧めしたい。

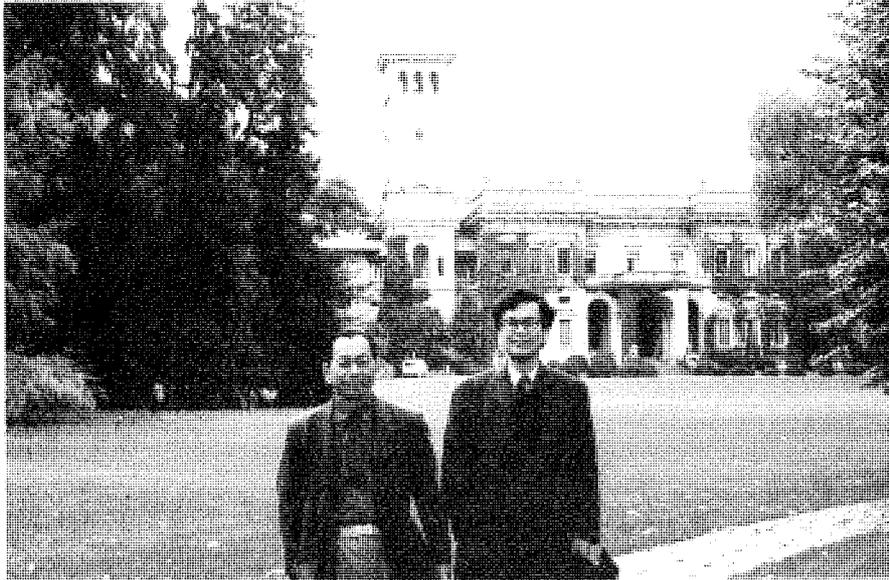


写真1 会場中庭にて



写真2 パネルディスカッション（義若氏撮影）

## 6. 4. フランス・ヘリコプタ技術 特別講演会

在日フランス大使館のご好意により、下記の特別講演会を開催した。

日 時：平成5年7月6日（火）13：00～17：00

会 場：健保会館（東京都港区赤坂：地下鉄千代田線乃木坂駅横）

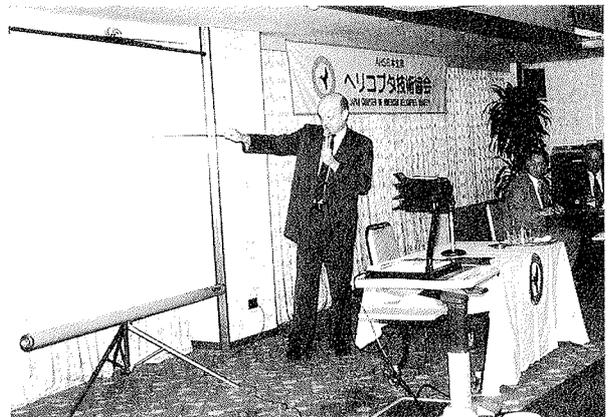
講演者：J.J.Philippe氏 ONERA ヘリコプタ研究調整官

（注）ONERA：仏国国立航空宇宙研究所

Ph.Roesch氏 EUROCOPTER FRANCE 研究部長

H.Huber氏 EUROCOPTER GERMANY 研究部長

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 講演：(1) ローターの空力及び力学等<br>（コンピュータ計算モデル）<br>（13：05～15：55） | ONERA<br>J.J.Philippe氏               |
| (2) ローターの空力騒音について<br>（13：55～14：30）                    | 同上                                   |
| (3) ONERAにおけるヘリコプタ研究<br>に利用可能な風洞試験設備<br>（14：30～15：05） | 同上                                   |
| 休憩（15：05～15：15）                                       |                                      |
| (4) FBWヘリコプタ<br>（15：15～15：50）                         | EUROCOPTER<br>Ph.Roesch氏<br>H.Huber氏 |
| (5) ベアリングレス・メイン・ローター・バブ<br>（15：50～16：25）              | 同上                                   |
| (6) サイレント・ヘリコプタの研究<br>（16：25～17：00）                   | 同上                                   |



## 6. 5. Professor Norman D. Ham 講演会

日時：平成5年11月18日

場所：防衛大学校理工学部1号館3階視聴覚室

講演テーマ：ヘリコプターの空力弾性とアクティブ・コントロール

Helicopter Aeroelasticity and Active Control

講演者：Dr. Norman D. Ham, Professor and Consulting Engineer

Department of Aeronautics and Astronautics, Massachusetts Institute of Technology (MIT)

講演者紹介：Toronto大学を卒業後、MITにて修士号、博士号を取得。カナダ、イギリス、アメリカで航空機メーカーに従事した後、1962年MIT教授。現在MIT名誉教授として、主にNASA Ames研究所との共同研究に携わっている。

MIT以外でも、UCLAを始めとして大学、企業等でヘリコプターShort Courseの担当経験あり。アメリカの航空機、ヘリコプター・メーカー等との関係も深い。

主要研究分野は、ヘリコプターの空力弾性及びアクティブ制御で、Dynamic Stall, Stall Flutterの研究を世界で初めて手掛けた。近年は、最新のヘリコプター制御技術であるIBC(Individual Blade Control)が主要テーマ。当該分野での論文発表も多数。

また、教育者としても、Wayne Johnson (CAMRAD開発者)、Inderjit Chopra (University of Maryland)、Peretz P. Friedmann (UCLA)、Robert G. Loewy (Georgia Tech)等アメリカに於けるヘリコプター研究界の重要人物を送り出しており、この面でも多大な貢献を果たしている。

### 講演内容：

会場が防大であったこともあり、AHS会員に加え多数の学生の方々が聴講された。事前にこの事をHam教授に伝えてあったので、講演ではMITの沿革及びMITの航空宇宙学科での研究状況の紹介等もあった。専門的な内容も風洞実験の様子等を交えて具体的に分かりやすく説明され、将来の航空界を担って行く学生や若い研究者の意欲をかき立てるよう配慮がなされていた。以下に講演内容の概略を述べる。

講演の冒頭にMITの簡単な沿革紹介があった。設立当時ボストン市内にあったキャンパスが手狭になりチャールズ川沿いの現キャンパスに移転し、様々な企業からの寄付による多数のビルが立ち並んでいる。航空宇宙学科は空力・構造・推進・制御等日本と同様の種々の研究分野の研究室(Laboratory)から成るが、近年宇宙関連の研究が大半を占め、残念ながらヘリコプターを専攻する学生の数が少なくなって来ている。

ヘリコプターのアクティブ・コントロールであるIBC(Individual Blade Control)について、主にMITで1977年から現在まで行われてきた研究を中心に、その原理、研究経緯、試験及び将来見通しを概説する。IBCは、その適用により、ヘリコプターに於いて、飛行安定性の向上、突風荷重の軽減、ブレード空力弾性特性の改善、機体振動の低減等を実現することができる、画期的な技術である。

### IBCの基本原理

個々のブレードに取り付けたセンサーにより検知されたブレードの運動を、同じく個々のブレードに設けたブレード・ピッチ変更アクチュエーターによって制御する。電気油圧式等応答の良いアクチュエーターでピッチ角を制御することにより、スワッシュプレートを介して制御するHHC(Higher Harmonic Control)に比べ、低周波から高周波まで幅広い周波数域での制御が実現でき、様々な制御効果を得ることができる。センサーには、ノイズ等の観点から、加速度計が適している。大きな特徴として、従来のスワッシュプレートを、回転部分に取り付けたアクティブなアクチュエーターのコントロールで置き換えることが可能となる。直接の制御対象は各ブレードの振動であり、これによりブレード運動(=振動)に起因するヘリコプターの様々な特性を改善することができる。

特に、HHCと異なりIBCではブレード単体の振動方程式を扱うため、機体の複雑な運動を直接考慮する必要がなく、理論的扱いが容易になると言う利点がある。

### IBCの効果

上述のように幅広い周波数域でブレード運動を制御することにより、以下に示すような効果が期待できる。

#### ・突風軽減

突風によるブレードの応答を制御して、突風外乱がヘリコプターの飛行に及ぼす影響を抑える。これにより、乱れの多い大気中も高速で快適な飛行を続けることが可能となる。

#### ・飛行姿勢安定増加

ローター回転面の変動に起因する機体姿勢のピッチ、ロール等の不安定を、低い周波数領域でのブレード運動を制御して抑える。これにより、より安定した飛行が可能となる。

#### ・振動低減

ブレード振動モードを直接制御してローターの振動荷重を低減する。これにより、機体振動を減少させ乗心地を改善する。

#### ・ラグ減衰付加

ブレード加速度信号よりリード・ラグ角を検知し、ブレードのラグ・ダンピングを付加する。これにより、従来のダンパーの機能をアクティブに達成する。

#### ・フラッタ抑制

ブレードの失速フラッタに起因する振り振動モードを制御する。これにより、高速飛行が可能となる。

### これまでのIBC試験概要

ブラックホーク(UH-60A)での飛行試験により、ブレード取付センサーを用いたブレード運動の計測を実施し、センサー配置について検討した。その結果、剛体のフラッピング運動を検知するには、ルート部に加速度計を2個、更にフラッピング運動と弾性曲げモードの運動を同時に検知するには4個必要であることが確認された。

その後実施したBell Model 412ローターによる実機スケールの風洞試験で、ブレードのフラッピングとラグの運動が制御できる見通しを得た。試験では、定常外乱に対するブレードの運動をブレード取付センサーで記録し、そのデータを用いた計算により制御の効果を推定した。その結果、IBCによりブレードの運動が精度良く検知され、その情報を用いた制御により外乱に対するブレードの応答が低減できることが確認された。

MIT以外の研究としては、MBBでBO-105実機を用いたIBC飛行試験も一部実施されている。

## IBCの今後

今後IBCの研究は以下のような段階を経て進むであろう。

1. 従来のスワッシュプレート方式，IBC方式に拘わらず，ブレードに加速度計を取り付けた IBS(Individual Blade Sensors)が用いられる。
2. 初期のIBCローターは，長さ調節のできるピッチ・リンクをスワッシュプレートに追加した形となる。
3. IBCの研究が進めば，ブレード取付フラップやブレードからの空気流吹き出し等の局所的な空気力制御が用いられる。
4. IBC実現のために，IBSと従来のスワッシュプレートを組み合わせた3枚ブレード・ローターが一般的になる可能性がある。

講演後の学生さんを含む参加者との活発な質疑応答では，懇切丁寧な回答があり，Ham教授の誠実で大変気さくなお人柄が感じられ，有意義な講演会を締めくくることができた。

おわりに，本講演会開催にあたっては，防衛大学校 航空宇宙工学教室のみなさまに会場の提供を始め多大な御協力を頂いたことを記し，心から御礼申し上げます。



MIT Dr. Ham 教授の講演風景

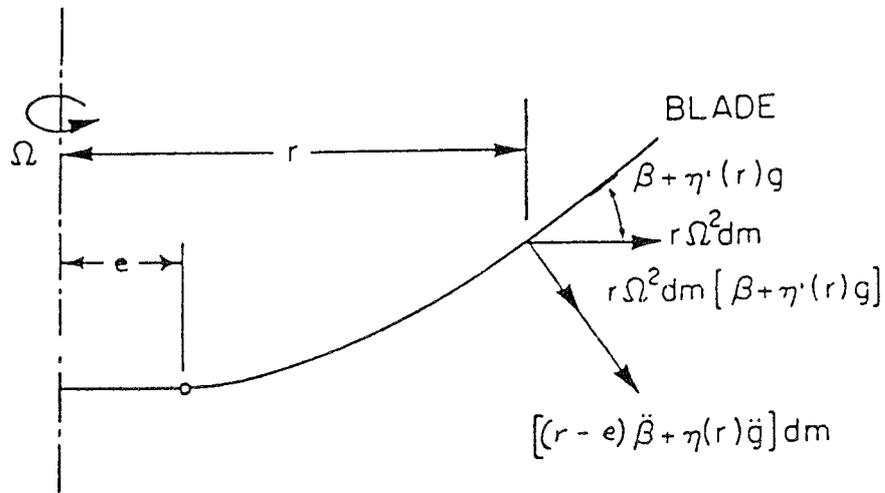


図1 ブレードのフラッピング運動  
 ブレード上任意の点の応答からフラッピング角( $\beta$ ), 上下変位( $g$ )を計算。  
 その情報を用いてピッチ角を制御。

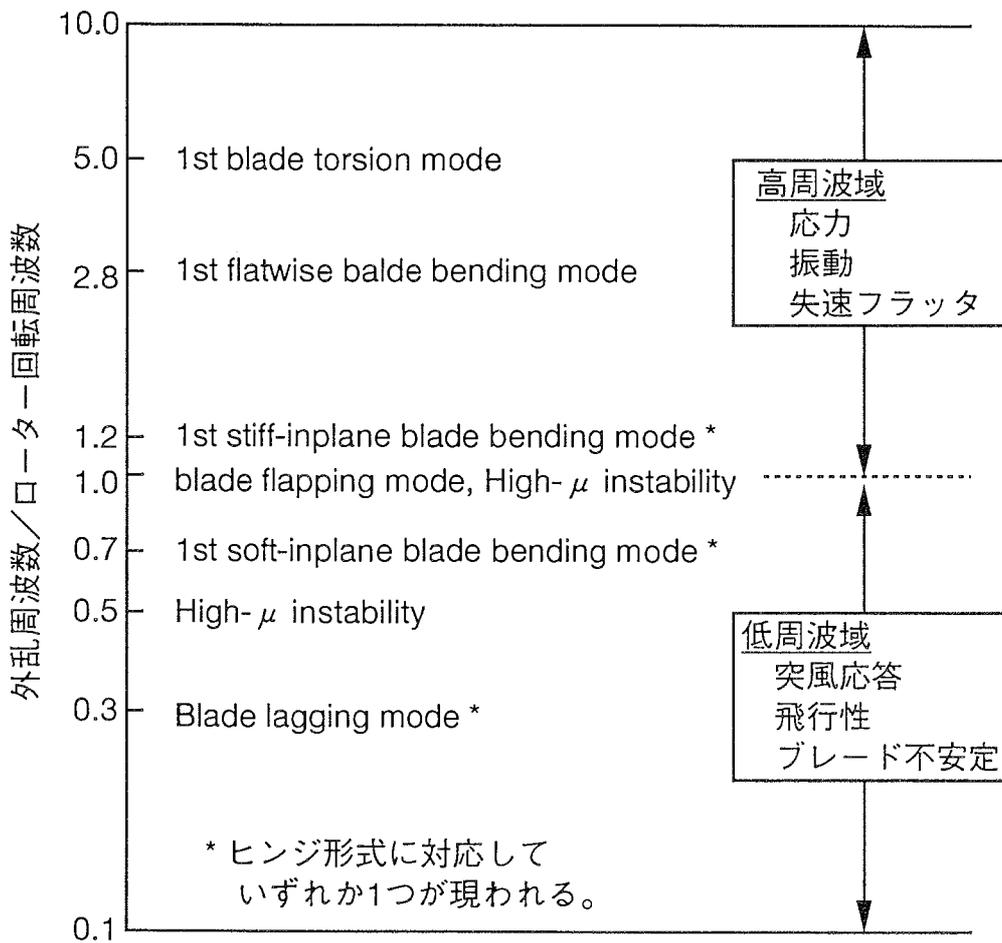


図2 IBCの広範な制御対象周波数

## 7. 1994年度AHS総会（米国）——「日本セッション」も開催

### 7. 1 全般

1994年の総会はAHS創立50周年に当り、「FORUM 50」として特別な企画がいくつか催された。会場は一年置きに行われているワシントンDCのシェラトン・ワシントン・ホテルで、辺りは緑も多く環境の良い場所である。

5月10日夕刻のWelcome Receptionに始まり、5月11日～5月13日の間数多くのセッション、各種の委員会、種々の表彰式を兼ねた昼食会、レセプション、ディナー・パーティ等が行われた。

また同時に「EXHIBITION」も例年通り開催されたが出展は61社でやや寂しい感じであった。

セッションは、論文発表中心のテクニカル・セッションでは約130篇のペーパーが発表されたが、各セッションのテーマの中には「Virtual Prototyping」、「Integrated Product Processes」といった目新しいものも含まれていた。

他のシンポジウム形式のゼネラル・セッションが3件、スペシャル・セッションが3件行われた。ゼネラル・セッションは、5月11日が「Technology Advances for the Year 2000 and Beyond」というテーマで、ベル、ボーイング、マクダネル・ダグラス、シコルスキ、ウエストランドならびにミルといったヘリコプタ・メーカーのトップ陣が講演を行った。精粗もまちまちであり視点も様々なものがあったが、いずれも、従来以上にCustomerに顔を向けた技術という姿勢が窺える内容であった。中でもボーイング777と同様なIntegrated Production Processがヘリコプタの開発でも急速に取り入れられつつあることや、ウエストランドがVariable Geometry Engineを前提としたコンパウンド・ヘリを考えることなどが興味を惹いた。

5月12日は「The Digital Battlefield」というテーマで、冷戦後の軍事情勢の下で今特に始まろうとしている米陸軍最大のプログラムについて産業界（特にヘリコプタ産業界）へのブリーフィング的なものであった。

第3日目、5月13日が「The Helicopter Technologies of Japan」ということで、義若さんがチェアマンを勤められ、Itochu Aviation, Inc. の山田社長が司会を担当して行われた。

富士重工の小暮常務、川崎重工の二本常務が両社それぞれのヘリコプタ事業について歴史、生産、研究、開発、今後の展望などについて講演をされ、研究・開発に関するプレゼンテーションが両社の河上、山川両氏により行われた。その後、防衛大学の長島、猫橋両氏の研究論文、次いで、航技研奥野、東京大学河内両氏の研究論文が、それぞれ猫橋三佐、河内教授がスピーカとなって発表された。

AHSで日本関連のセッションは始めてでもあり、OHXの開発や、新聞報道があった三菱重工の新ヘリなどが関心を集めているらしく、200人程度の聴講者が居たように思う、但し研究論文発表では専門分野の人以外は居なくなったようで人数は減少していたが。

会社関係の発表は多分余り知られていなかった日本のヘリコプタに関する技術・研究・開発について相対的に明確な認識を与えたと思われる。特にメーカーのトップが講演したことは非常に効果があったと思う。

本号には紙面の都合等もあり、セッション冒頭の義若 International Vice Presidentによる基調講演のみを掲載してある。なお、セッションのプログラムは次の通りである。

General Session 3;8:30a.m.-11:30a.m.

Japan Session, Title "HELICOPTER INDUSTRY & TECHNOLOGY in JAPAN

(1) Introduction

Session Chairman; Motoi Yoshiwaka

International v.p. of AHS

(2) Introduction of Speakers

Session Coordinator; Takahiko Yamada

President, ITOCHU Aviation, Inc.

(3) FHI Activities on Helicopter Area, Present & Future

Yasuyuki Kogure

Managing Director and General Manager of Aerospace Division, Fuji Heavy Industries, Ltd.

(4) Study of Advanced Rotor Technology in FHI

Norimichi Kawakami

Deputy General Manager, Rotary Wing Engineering Department, Aerospace Division,  
Fuji Heavy Industries, Ltd.

(5) KHI Effort in the Field of Helicopter Business & Technology

Setsuo Futatsugi

Managing Director & Senior General Manager of Aerospace Group, Kawasaki Heavy  
Industries, Ltd.

(6) Coffe Break

(7) Research & Development of Helicopter Tachnology in KHI

Eiichi Yamakawa

Senior Manager-Advanced Helicopter, Helicopter Engineering Department, Kawasaki  
Heavy Industry, Ltd.

(8) Application of Optimization Theory to Helicopter Design Problems

Toshifumi Nekohashi and Dr. Tomoari Nagashima

Department of Aerospace Engineering, National Defense Academy

(9) Optimal Helicopter Operation Considering Power Failure Possibilities

Dr. Yoshinori Okuno\*, Dr. Keiji Kawachi\*\* and Yasumichi Sadatsuki\*\*

\* National Aerospace Laboratory

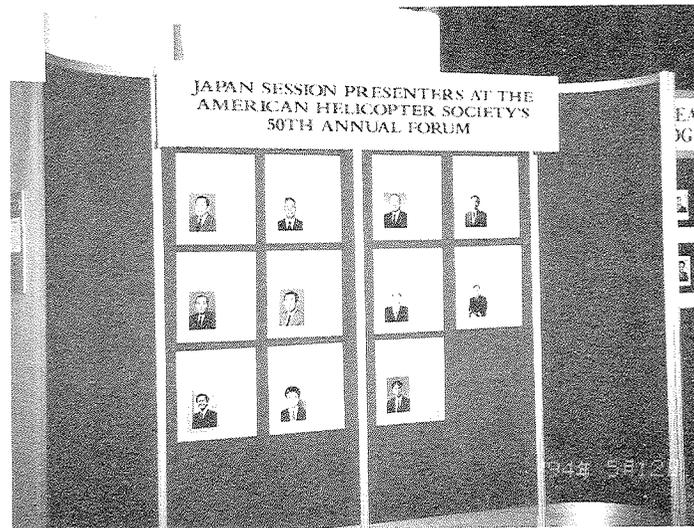
\*\* University of Tokyo



講演者の方々



基調講演を行う義若常任理事



## 7. 2 義若常任理事（AHS本部 International V.P.）の基調講演

### Introduction of Japan Session

Session Chairman: Motoi Yoshiwaka. Kawasaki Helicopter System, Ltd.



Good Morning ladies and gentleman.

Thank you for attending Japan Session today.

My name is Motoi Yoshikawa.

I Consider it a Great honor to be able to help American Helicopter Society's progress as International Vice President since last yaer.

During my service to AHS, I wanted to contribute to the society's progress, therefore I suggested the Japan Session be held at this at Annual Forum.

Thanks to the approval by the Boards of Directors and the agreement by the top management of leading Japanese aerospace companies, and excellent professors and engineers of Japanese aerospace fields, this Japan Session has become a reality.

I would like express my appreciation to those people who made this session possible.

Helicopter industry in Japan started in 1952, the year when Japanese aviation industry restarted after the Second World War.

In that year, Bell 47D 1 helicopter started to be produced under licence agreement with Bell Helicopter Textron, Inc.

For 42 years since then, the Japanese helicopter industry progressed steadily.

Military helicopter are being co-prodeded under license by American manufacturers. In addition, updates and improvements to systems have been developed and incoreted by Japanese companies.

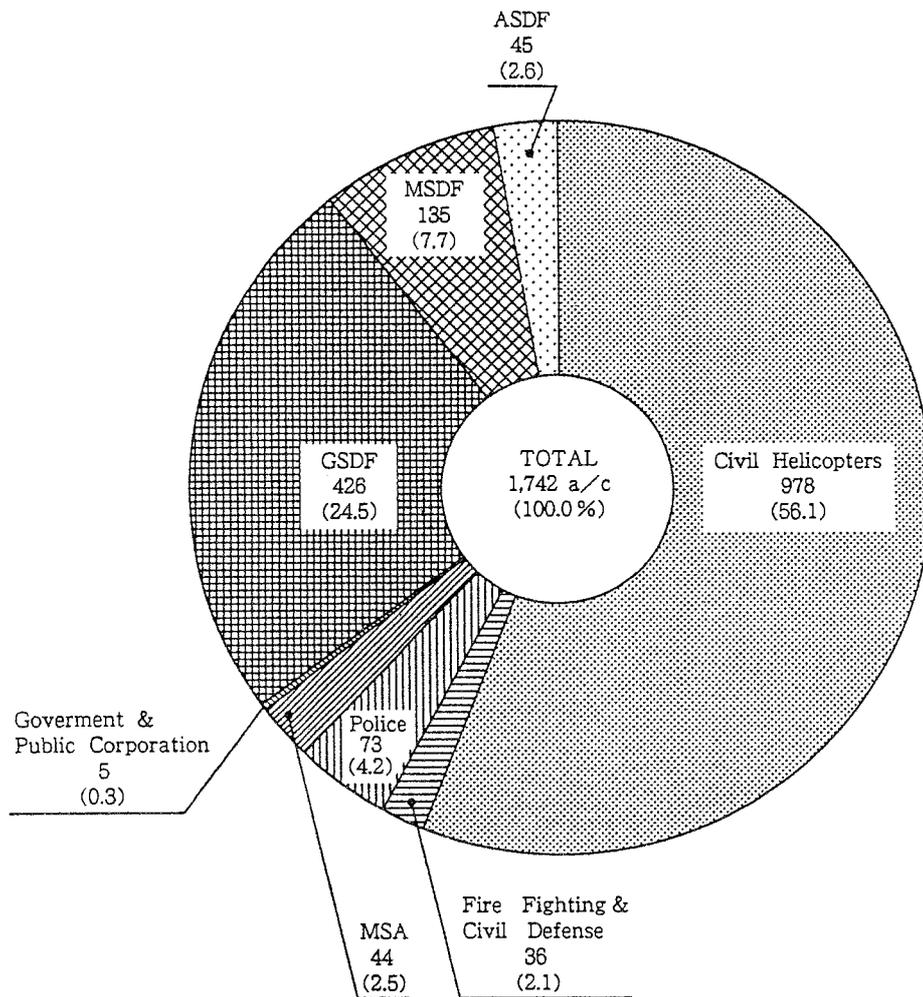
Civil helicopters are mostly imported from the U.S. and European countries.

However, the BK117 helicopter, jointly developed with MBB in Germany, started to fly 12 years ago.

The Japan Defense Agency initiated OHX development.

Figure 1 shows the analysis of 1,742 helicopters being operated in Japan as of the end of 1992.

Of those 978 civil helicopters, 486 helocopters are for commercial business use and owned by private helicopter commpanies as Kawasaki Helicopter System, Ltd.



Agencies	No.,Heli.	%
a Air Self – Defense Force (ASDF)	45	2.6
b Maritime Self – Defense Force (MSDF)	135	7.7
c Ground Self – Defense Force (GSDF)	426	24.5
d Government & Public Corporation	5	0.3
e Maritime Safety Agency (MSA)	44	2.5
f Police	73	4.2
g Fire Fighting & Civil Defense	36	2.1
h Civil Helicopters	978	56.1
<b>Total Number of Helicopters in Japan</b>	<b>1,742</b>	<b>100.0</b>

Fig. 1 Analysis of Helicopter in Japan

Figure 2 shows the history in the past 10 years regarding annual flight hours of commercial helicopter companies.

We were pleased with increasing trend of flight hours from 1987.

As you see from the chart, however, the collapse of the so-called “Bubble” economy decreased the helicopter operating hours dramatically.

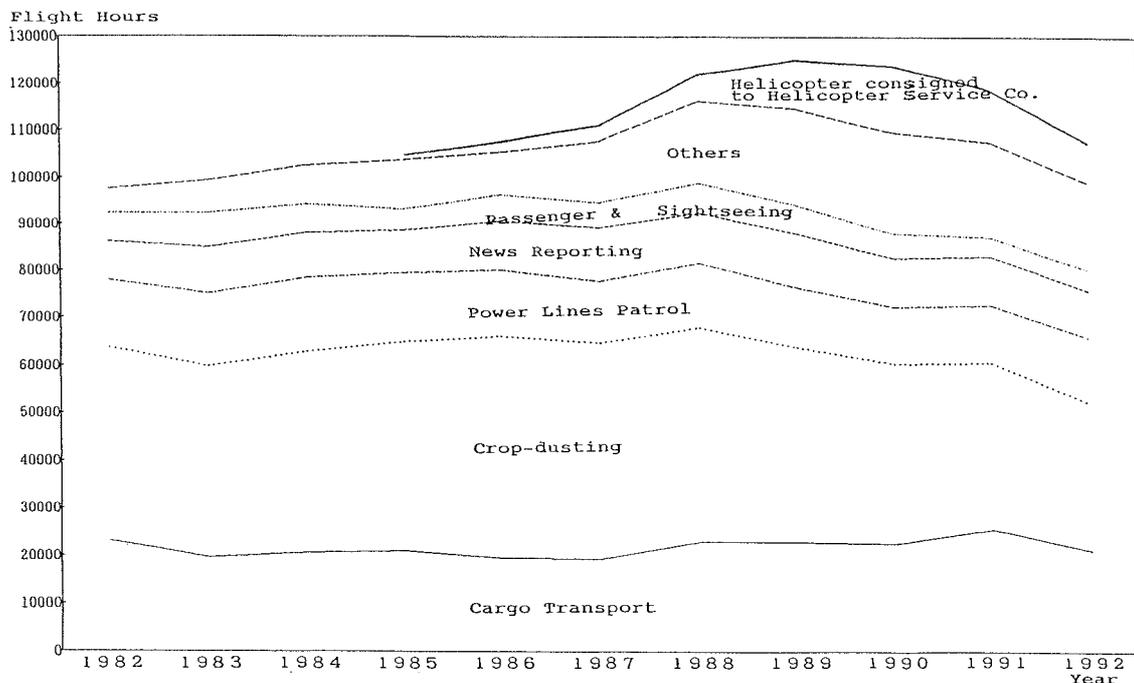


Fig2. Total Flight Hours flown by Japanese Commercial Helicopters, by Year

Today, we will have lectures by leading management of Japanese aerospace industry, researchers and engineers, who have been supporting the Japanese helicopter industry.

In order to make this session successful, we asked Mr. Takehiko Yamada to be a coordinator of the Japan session.

Itochu Aviation, Inc., a wholly owned subsidiary of a general trading firm Itochu Corporation, has its head office in Los Angeles, California.

Mr. Yamada joined Itochu Corporation in 1963 just after graduation from Science University of Tokyo.

He has a long experience of helicopter business and a broad knowledge of helicopters. He has a good command of foreign languages, especially Japanese.

Please feel free to ask question in English during Question and Answer period.

Now let me hand the microphone to Mr. Yamada

Events Organized by the Japan Chapter in F.Y. 1993

Date	Program	Place	Remarks
June 18, 1993 11:30~19:00	1993 General Meeting 1. Board of Director's Meeting 2. General Meeting 3. Lecture (1 lectures) 4. Tochigi Heliport Tour 5. Social	Hotel "Grand Palace Utsunomiya" 2-4-4 Higashi-Syukugo-cho, Utsunomiya Tochigi pref, Japan	
July 6, 1993 13:00~17:00	Special Lecture Meeting Presented by ONERA & EUPOCOPTER	Kenpo-Kaikan Tokyo, Japan	Numbers of Participant : 60
Sep. 10, 1993 13:00~19:00	Regular Summer Meeting 1. Board of Director's Meeting 2. General Meeting 3. Lectures (2 lectures) 4. Plant Tour 5. Social	Kawasaki Heavy Ind. Ltd. Gifu Works 1 Kawasaki-cho Kagamigahara Gifu Pref, Japan	Numbers of Participant : 48
Nov. 18, 1993 13:00~15:00	Special Lecture Meeting Dr. Norman D. Ham, MIT	National Defense Academy 1-10-20 Hashirimizu Yokosuka 239 Japan	
Feb. 15, 1994 13:00~19:00	Regular Winter Meeting 1. Board of Director's Meeting 2. General Meeting 3. Lectures (4 lectures) 4. Social	Sanjo-Kaikan University of Tokyo 7-3-1 Hongo Bunkyo-ku, Tokyo Japan	Numbers of Participant : 49

## 9. ヘリコプタ研究概要

### 東京大学

#### (1) ヘリコプタの騒音解析法の研究

1. 1) 河内啓二 ヘリコプタ騒音の計算法 日本航空宇宙学会誌、Vol. 41, No. 477
1. 2) Aoyama, T., Kawachi, K., Kamio, J. and Saito S., "Unsteady Analysis of Transonic Helicopter Rotor Noise", 19th European Rotorcraft Forum
1. 3) Saito, S., Aoyama, T., Kamio, J., and Lawachi, K., "Aeroacoustic Analysis of Transonic Helicopter Rotor Noise", IPAC, 1994

#### (2) ヘリポート周辺の安全運航の研究

2. 1) Okuno, Y. and Kawachi, K., "Optimal Takeoff of a Helicopter for Category A V/S TOL Operations", J. of Aircraft, Vol. 30, No. 2
2. 2) Okuno, Y. and Kawachi, "Optimal Takeoff Procedures for a Transonic Category Tiltrotor", J. of Aircraft, Vol. 30, No. 3
2. 3) Okuno, Y. and Kawachi, K., "Optimal Control of Helicopter Following Power Failure", J. of Guidance, Control & Dynamics, Vol. 17, No. 1
2. 4) 定月泰道  
東京大学大学院工学系研究科修士論文「ヘリコプタの緊急着陸時における最適制御」
2. 5) 河内啓二 ヘリコプタによる高層ビル火災からの救難の研究、セキュリティ、No. 68

### 防衛大学校

#### (1) 論文

1. 長谷川儀蔵、猫橋敏文、長島知有：多重調和操舵を受ける前進飛行時のロータハブ変動荷重の空力弾性応答特性（第1報）数値解析、日本航空宇宙学会誌、第41巻、第470号、pp. 156～170、1993年3月
2. 長谷川儀蔵、長島知有：多重調和操舵を受ける前進飛行時のロータハブ変動荷重の空力弾性応答特性（第2報）実験的研究、日本航空宇宙学会誌、第41巻、第471号、pp. 230～239、1993年4月
3. 猫橋敏文、佐々木茂、長島知有：ヘリコプタの最短時間旋回、日本航空宇宙学会誌、第41巻、第472号、pp. 293～299、1993年5月
4. 井星正氣、森洋孝、長島知有：風洞模型によるロータの空力特性とブレードフラッピング運動の計測、日本航空宇宙学会誌、第41巻、第477号、pp. 575～583、1993年10月

#### (2) 報告

1. 与田敦夫、猫橋敏文、長島知有：コリオリ力を考慮したヘリコプタの地上共振の解析、日本航空宇宙学会第24期年会講演会講演集、pp. 76～77、1993年4月7日
2. 長島知有、下村崇夫：底面から一様流を受ける三角柱の角運動、平成5年度非定常空気力学懇談

会、琉球大学、1993年7月30日

3. 長島知有、井星正氣、伊藤健、川上智：低速前進飛行時のロータブレードのフラッピング運動の計測、日本航空宇宙学会第31回飛行機シンポジウム講演集、P P. 612～615、1993年10月12日、国立教育会館
4. 長島知有、井星正氣、森洋孝：ヘリコプタロータブレードの変動荷重、日本航空宇宙学会第31回飛行機シンポジウム講演集、P P. 616～619、1993年10月12日、国立教育会館

### 航空宇宙技術研究所

- (1) 「ヘリコプタ操縦時の視覚情報取得に関するシミュレーション実験・第1報」  
航技研資料 TM-654  
航空宇宙技術研究所 制御部 船引 浩平 田中 敬司 川原 弘靖 若色 薫  
渡辺 顯
- (2) 「ヘリコプタ操縦時の視覚情報取得に関するシミュレーション実験」  
第31回飛行機シンポジウム  
航空宇宙技術研究所 制御部 船引 浩平 川原 弘靖 田中 敬司 若色 薫  
渡辺 顯
- (3) 「ヘリコプタ操縦時の視覚情報取得に関する飛行実験（第3報）」  
第31回飛行機シンポジウム  
航空宇宙技術研究所 制御部 川原 弘靖 渡辺 顯 若色 薫 田中 敬司  
船引 浩平
- (4) 「Optimal Takeoff Procedures for a Transport Category Tiltrotor」  
Journal of Aircraft, May-June, 1993  
航空宇宙技術研究所 飛行実験部 奥野 善則  
東京大学先端科学技術研究センター 教授 河内 啓二
- (5) 「Optimal Control of Helicopters Following Power Failure」  
Journal of Guidance, Control and Dynamics, January-February, 1994  
航空宇宙技術研究所 飛行実験部 奥野 善則  
東京大学先端科学技術研究センター 教授 河内 啓二
- (6) 「ビル風の中のヘリコプタの飛行特性」  
第31回飛行機シンポジウム  
航空宇宙技術研究所 飛行実験部 齊藤 茂 原田 正志  
東京大学工学部 赤松 重樹
- (7) 「Unsteady Analysis of Transonic Helicopter Rotor Noise」  
19th European Rotorcraft Forum  
航空宇宙技術研究所 数理解析部 青山 剛史  
東京大学先端科学技術研究センター 教授 河内 啓二

航空宇宙技術研究所 飛行実験部 齊藤 茂  
本田技研 神尾 純一

- (8) 「Aeroacoustic Analysis of Transonic Helicopter Rotor Noise」  
3rd International Pacific Air & Space Technology Conference

航空宇宙技術研究所 飛行実験部 齊藤 茂  
航空宇宙技術研究所 数理解析部 青山 剛史  
東京大学先端科学技術研究センター 教授 河内 啓二  
本田技研 神尾 純一

- (9) ヘリコプタ・ロータの最近の技術動向、  
ターボ機械、第21巻、第9号、9月、1993年。

航空宇宙技術研究所 飛行実験部飛行試験研究室 齊藤 茂

### 富士重工業株式会社

- (1) 「風洞におけるロータ騒音計測試験について」  
第31回飛行機シンポジウム  
宇都宮製作所第1技術部ヘリコプタ第3課 清水 俊夫 他3名
- (2) 「ヘリコプタのロータまわり（非定常）流れについて」  
文部省科学研究費補助金総合研究  
「高迎角並びに非定常の流体现象の先端的課題」研究会議  
宇都宮製作所 第1技術部 ヘリコプタ第3課 中館正顕

### 川崎重工業株式会社

- (1) 「ヘリコプタ能動振動制御システムについて」  
第31回飛行機シンポジウム  
防衛庁技術研究本部第3研究所 丹羽 良之 饗庭 昌行  
川崎重工業株式会社 ヘリコプタ設計部 坂東 舜一 他
- (2) 「ヘリコプタ能動振動制御システムの実機地上試験について」  
第31回飛行機シンポジウム  
防衛庁技術研究本部第3研究所 丹羽 良之、今野 秀人  
川崎重工業株式会社 ヘリコプタ設計部  
片山 範明 他
- (3) 「ヘリコプタ能動振動制御システムの制御則について」  
第31回飛行機シンポジウム  
防衛庁技術研究本部第3研究所 丹羽 良之、饗庭 昌行  
川崎重工業株式会社 技術部 麻生 充浩 他
- (4) 「ファジィ制御によるヘリコプタのオートローテーション着陸制御システムの研究」  
第31回飛行機シンポジウム  
ヘリコプタ設計部 須藤 郁夫 他

- (5) 「GPS/MAPシステムの開発」  
第31回飛行機シンポジウム  
電子技術部 小島 俊文 他
- (6) 「ヘリコプタ危険回避システムのシミュレーション試験」  
第31回飛行機シンポジウム  
ヘリコプタ設計部 納田 謙三 他
- (7) 「ヘリコプタ防振技術の動向について」  
第31回飛行機シンポジウム  
ヘリコプタ設計部 山川 榮一
- (8) 「BK117FBW研究機の飛行試験」  
第31回飛行機シンポジウム  
岐阜技術研究所 武居 陽一  
品質保証部 パイロット 稲山 義教
- (9) 「ヘリコプタへのFBWシステムについて」  
日本航空宇宙学会関西支部談話会  
ヘリコプタ設計部 富尾 武  
岐阜技術研究所 渡利 實
- (10) 「Fuzzy Intelligent Pilot Support System for an Autorotative Flight of Helicopter」  
19th European Rotorcraft Forum  
ヘリコプタ設計部 須藤 郁夫  
電子技術部 久芳 義治
- (11) 「The Development of FBW System for BK117 Experimental Helicopter」  
PICAST' 1 (Pacific International Conferimental Conference on Aerospace Science  
and Technology)  
電子技術部 須藤 直樹 他
- (12) 「Adaを適用した搭載型飛行制御システムの開発—BK117FBW研究機」  
第21回Japan SIG Ada例会  
電子技術部 須藤 直樹 他
- (13) 「ヘリコプタにおけるGPS利用」  
日本機械学会講習会—交通物流におけるGPS利用  
電子技術部 浅野 宏一
- (14) 「ヘリコプタ搭載型FBWシステムの開発と飛行試験について」  
第4回航空輸送技術講演会  
ヘリコプタ設計部 富尾 武
- (15) 「Testing for Design Validation of the BK117 FBW Experimental Helicopter」  
1993 International Powered Life Conference  
ヘリコプタ設計部 富尾 武

- (16) 「GPS/MAPシステムについて」  
 日本航空機操縦士協会 ヘリコプタ・セミナー  
 ヘリコプタ設計部 船岡 一晃
- (17) 「BK117 FBW研究機のフライト・シミュレーション試験」  
 日本航空宇宙学会誌 '93年10月号  
 岐阜技術研究所 棚瀬 昭二
- (18) 「ファジィ・システムを用いたヘリコプタの操縦支援システム」  
 日本航空宇宙学会誌 '93年6月号  
 技術部 上村 誠  
 電子技術部 石川 主典 他
- (19) 「ヘリコプタ操縦におけるFBWシステムの開発と飛行試験について」  
 応用機械工学 '94年1月号  
 ヘリコプタ設計部 富尾 武
- (20) 「BK117 FBWによる飛行実験概要」  
 日本航空機操縦士協会 試験飛行部会  
 品質保証部 パイロット 平 孝明

### 三菱重工業株式会社

- (1) 「Numerical Simulations of the flow field around a helicopter rotor in hover」  
 5th International Symposium on Computational Fluid Dynamics  
 名古屋航空宇宙システム製作所研究部空力研究課 中尾 雅弘
- (2) 「Optimization of Dynamic Absorbers for Helicopters」  
 第31回飛行機シンポジウム  
 名古屋航空宇宙システム製作所航空機技術部構造設計課 佐倉 潔
- (3) 「ヘリコプタ・ロータ騒音の推算」  
 日本航空宇宙学会第25期年会講演会  
 名古屋航空宇宙システム製作所研究部機体・機器研究課 松崎 克也

10. 寄稿集

## 会報に寄せて

航空宇宙技術研究所 青山 剛 史

ここ1年半ほど、ヘリコプタの計算空力音響学( CAA : Computational Aeroacoustics )にたずさわっておりますが、折しも3重工を中心に、ヘリコプタの騒音低減への関心が高まっております。国立の研究所(航技研)職員としては、産業界で興味を持たれていることが研究でき、そして多少なりとも貢献できれば、これは研究者冥利に尽きると思えます。

### 「日本におけるヘリコプター運航業界の景況」

(株)エースヘリコプター 阿久沢 加 一

最近、航空業界の景況が余りかんばしくないと世界的に報ぜられている。日本におけるヘリコプター運航業界においても、1991年度(平成3年度)をピークに低下している状況である。〔表-1〕に日本のヘリコプター運航会社20余社の最近5年間の売上高について、全日本航空機事業連合会(全航連)で調査した内容をまとめてみた。1988年度から1991年度まで、年率8%のペースで、全体的な売上高は、順調に伸びていったが92年度は大巾に落ちている。内容的にみると、5年間のヘリコプターの稼ぎ頭は、物資輸送で全体の30%余となっている。しかし年度毎の売上高の変動が大きく、これが運航会社の景況を大きく左右しているところであり、また期待も大きい分野である。農林業は比較的安定した収入源で、額も大きい将来の大きな伸びは難しいだろう。空撮や遊覧飛行は、世間の景気に左右されるが、こまやかな営業活動によって結構稼げるものである。報道取材は、世間の景気変動にかかわらず順調に伸びている。今後も期待されるが、あらたに報道会社との契約を広めていくことは難しい分野である。受託運航は、バブル経済時の個人や会社取得の自家用機の運航を請負って、売上げを伸ばしたものだが、これからは当分の間低下したままとなろう。電力会社の送電課巡視の仕事は安定した伸びをみせており、機材も新しいものに変える会社もあり今後の期待も大きい運航会社のあらたな参入は難しい。93年度(平成5年度)の業界売上高の集計は未定だが、全航連の今年1月までの飛行時間の集計値を92年度同期と比較してみると、増加しているのは、農林2%、報道取材7%、送電線巡視4%、であり、減少しているのは物資輸送5%、空撮・遊覧7%、運航受託13%といったところである。全体的には、昨年とほぼ同じ125千時間位となるだろう。93年度から認可料金も20%余引き上げられたが顧客との契約でどの程度料金に反映されるか不明だし、売上高の大きい物資輸送の飛行時間は減少しているが、9%余の料金アップが確定した農林の飛行時間は増加しており、現時点での93年度売上高は予測しがたい。今後10年位の将来をみると、電力会社の送電線設備計画が目白押しとなっており、更に景気回復に伴ない建設会社のリゾート開発等の増加などによる物資輸送の大巾な需要が見込まれ、全国的に展開される防災ヘリの運航や、安定した農林、報道取材、電線巡視と共に、小規模ながら数が多くなるであろう人員輸送など、日本でのヘリコプター業界のより一層の発展が期待されているところである。

日本のヘリコプター業界の最近5年間の売上高推移

〔表-1〕

単位：億円

No.	年度 売上区分	1988	1989	1990	1991	1992	合計 (%)
1	物資輸送	117	124	129	169	140	679 (30.9)
2	農 林	99	95	94	94	93	475 (21.6)
3	空撮、遊覧等	52	70	70	69	65	326 (14.9)
4	報道取材	39	40	42	44	55	220 (10.0)
5	運航受託	23	41	55	50	44	213 (9.7)
6	送電線巡視	31	30	28	31	36	156 (7.1)
7	そ の 他	31	21	19	29	27	127 (5.8)
8	合 計	392	421	437	486	460	2196 (100)

“ヘリコプター産業の父” イゴール・シコルスキーについて

三菱重工業(株)名古屋航空宇宙システム製作所 小林 孝

ここに2枚の切手と1枚の時代があった宣伝パンフレットがあります。1枚目の切手(図1)は1976年に旧ソ連で発行された記念切手で「イリヤ・ムロメツ」という名を冠した四発の複葉飛行機(世界初の四初飛行機)が描いてあります。パンフレット(図2)では「パンナム航空のフライング・クリッパーでリオへ行こう。」という宣伝文句が図中の四発の大型飛行艇S-42が大陸間飛行も可能な長距離旅客機であることを暗示しています。そして、1988年に米国で発行された2枚目の記念切手(図3)にはイゴール・シコルスキーの顔と世界初の実用的シングル・ロータ・ヘリコプターVS-300の原型機を操縦する彼の雄姿が描かれています。

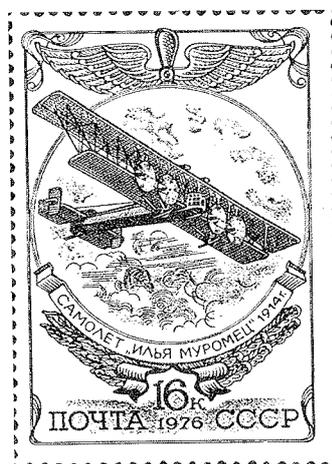


図1

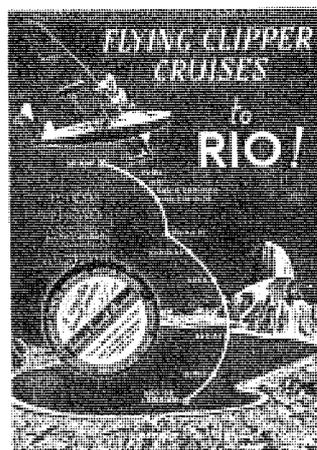


図2



図3

御存知の方も多いと思いますが、この3枚の絵は航空技術者シコルスキーの輝かしい3大業績（文中アンダーライン部）を示しています。そして、この3枚の絵の間には20世紀の激動と彼自身の波瀾の生涯が隠されているのです。1889年に帝制ロシアのキエフに生まれたシコルスキーは若くしてロシアの航空機発達の中心人物となり、最初はヘリコプターを目ざしたものの挫折して固定翼機に転向し、世界初の四発飛行機イリヤムロメツを開発します。ペテルスブルク～キエフ間の長距離飛行成功の直後に勃発した第一次世界大戦では、この飛行機は帝制ロシアの軍用機として爆撃や航空偵察に使われていますが、大戦中に起こったロシア革命の後自由を求めて彼はアメリカに亡命します。

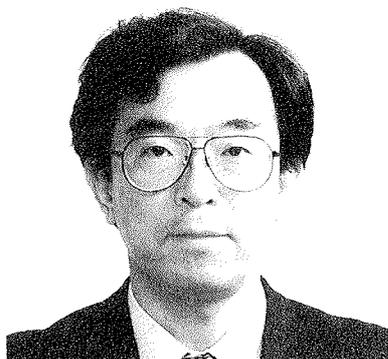
アメリカに渡った彼は農家の鶏小屋を改造した飛行機工場で再スタートを切り、大変な苦勞の末に大西洋／太平洋航空路の開設を可能にした画期的な高性能大型飛行艇S-42を開発し、事業家としても成功を収めることが出来ました。しかし、次第に長距離旅客輸送の主役がロッキード社のコンステレーション等の大型陸上飛行機へと移って行くにつれて飛行艇ビジネスは斜陽産業化してしまいました。

会社の危機に直前した彼は、少年時代に仏のベルヌのSF小説を読んで以来心の奥に燃え続けていたヘリコプター開発の夢に会社の将来を賭けることになりました。この時彼は既に50歳を超えていました。そして遂に第二次世界大戦勃発直後の1939年9月14日『垂直に離陸でき、空中に静止できてこそ人類の夢みた空飛ぶ乗物なんだ。（原文；The idea of vehicle that could lift itself vertically from the ground and hover motionless in the air was probably born at same time that man first dreamed of flying.）』という彼の夢は実現し、ヘリコプター産業発展への第一歩が印されたのでした。

こうして彼の業績を辿ってみると、希代の技術者シコルスキーを魅了し続けたヘリコプターという乗り物に関係できることをヘリコプター技術協会会員の一人として大いに誇りに思うと共に、彼の不屈の技術者魂を見習ってヘリコプターの更なる発展に少しでも寄与すべく努力しようという念を強く感じる次第です。

## ヘリコプタの安全性と環境適合性について

航空宇宙技術研究所 飛行実験部 齊藤 茂



ヘリコプタの高機動性については、今更説明する必要もないであろう。今日の社会の浸透率を考えると（現在日本ではヘリコプタの登録機数は、固定翼のそれを上回っている）ヘリコプタは十分満足できるものであろうか。否である。技術的課題は山積していると考えるのは筆者一人の思い過ごしなのだろうか。航空技術を所掌する国立研究機関に属するものとして、空を飛ぶものの安全性に深く関心を抱くことは当然であるし、また航空機特に回転航空機においては社会や環境に適合する機体として全体の調和を図って行くことは、公共の交通機関としての役割とその高機動性のゆえに国民の福祉の向上に貢献することにもなると考える。これらの研究課題は多々考えられるが、日本の現状では一国立研究機関だけでは解決できるものではなく、官民また大学等を含めた総合的な研究協力が必要であろう。

櫻の花が舞い落ちる景色をながめつつ、漠とした表現で、思いつくままに文章を認めたが、日本におけるヘリコプタの普及と発展を願う今日この頃である。

## 「奇人・変人のつぶやき」

三菱重工業(株)名古屋航空宇宙システム製作所 佐藤 晃

「空を飛ぶことは素晴らしい。鳥になったようで気分が良い。それに第一夢がある」などと人はよく言う。しかし、本心からそのように思い空が好きの人が一体どのくらい居るのだろうか？多分そういう人は奇人・変人に属するくらい稀なのかも知れない、と最近考えるようになった。

何故そんな事を書くかと言えば、私自身がこの奇人・変人なのではないか少し不安になっているからである。

私は小さな飛行機（ウルトラ・ライト・プレーン）を自分で持っていて、天気の良い週末には木曾川や長良川の上を飛んで楽しんでいる。これが私の最も気に入っている趣味である。

このフライト・エリアは木曾・長良・揖斐という三つの大きな川が流れていて、畑あり、田んぼあり、松林あり、大変風光明媚なところである。飛びながら上から眺めると四季それぞれで趣があり飽きない。例えば、新緑の頃には萌えるような緑が川の縁まで迫って来て水に映え、うっとりとするような美しさになるし、秋には紅葉がところどころ赤い縞模様を作っていて、地上で見るとは全く別世界の景観を呈する。

飛んでいると我を忘れて夢中で景色を眺めるので、操縦を疎かにしないように注意するのが大変なのである。

このように素晴らしいと私には思えるフライトの趣味も、誰か仲間と共通の喜びを分かち合いたいと思って誘いをかけても、ほとんどの人は「あゝそれは素晴らしいだろうなー」とは言うものの、実際に趣味を実行に移す人はほとんど居ない。それが一般の人達ならまだ分かるのであるが、飛行機が好きで、それをやりたいが為に航空機メーカーに入ってきた人達でも同じように関心が薄い、又はほとんど無いというのは私には驚きである。

このような次第で、私は一般から見れば、休日ともなればゴルフもやらずフライトにうつつを抜かず一種の奇人・変人ではないかと考えたのである。

フライトの趣味が奇人・変人のものであるがゆえに、日本の空は本当に空いている。名古屋のような大都市近郊にありながら、空中で同じようなウルトラ・ライト・プレーンに出会うことは滅多に無い。お蔭で地上の道路の混雑をよそに、正月だろうがゴールデンウィークだろうが、何時も快適なフライトを気ままに楽しむことが出来る。

これは趣味を楽しむという点では、有り難い事である。あまり多くの人が我も我もとやるようになっては第一危なくてかなわない。だから余り皆に宣伝したくない。

しかしながら、日本の航空工業の発展という点から見ると、これは余り歓迎すべき現象では無いように思う。何故ならば航空工業というのは一種のヒエラルキーの頂点に立っていて、その下にはいわゆるジェネラルアビエーションのようなものがあり、そして最下層に飛行機大好き人間が大勢居るという図式が成り立つのだろう。私が心配するのは、その最下層がこんな貧弱な状態で果たして日本の航空機産業がいつの日か世界をリードするような事になり得るのだろうかということである。

そういう意味からすれば、もう少し奇人・変人の数を増やして底を固める事が大事かもしれない。

さいきんは、アメリカやヨーロッパでは、ウルトラ・ライトのカテゴリーに属する軽ヘリコプターが作られ、キットで売られている。値段は大変安くて大体一機300万円位で買えるという。

次の私の目標は、この安いキットのヘリコプターを買ってきて組み立て、思う存分楽しみたいものだと思っている。

合わせて、日本のヘリコプター産業の基礎固めをする小さな一石となることを願って。

## ライト兄弟とイゴール・シコルスキー

防衛大学校 航空宇宙工学教室 長島 知有

科学技術史を飾る大発見や大発明をテーマとした伝記は、多くの場合、教科書的で堅苦しいが、時にそれらの遠慮がちな表現の中に天才達をめぐる人間模様を見いだして、はたと膝を叩くことがある。技術としての飛行の歴史は未だ一世紀に満たない短いものであるが、飛行機に魅せられた天才達の演じる人間ドラマとしては短すぎることはない。ただ、より速く、遠く、高くを追求する飛行技術の進歩発展はあまりに速く、揺籃期を支えたパイオニア達の熱気はもはやセピア色の写真でしか知る術もなくなった。古くさい表現であるが、温故知新、ここで近代飛行技術の発展に貢献した二人の先達達の人生の側面を振り返ることも無駄ではあるまい。

航空機の発達のおかげで海外旅行がたいへん身近になってきた。統計によれば日本人の年間出国者数はすでに1000万人を越えている。外国旅行の目的や楽しみ方は人様々であろうが、博物館や美術館で本物の技術や文化に触れられることもそのひとつであろう。航空関係の博物館は数多く、その展示ぶりにはそれぞれのお国ぶりが感じられて興味津々であるが、中でも、ワシントンD. C. にあるスミソニアン国立航空宇宙博物館は展示内容の質、規模共に圧倒的である。私は訪れる度に新たな感動を覚えるが、その中にライト兄弟のフライヤー一号とイゴールシコルスキーのVS-300を見つけたときの感激は今でも忘れられない。飛行機に夢中だった小学時代、飽きずに描いた美しい複葉の機体が、目の前を飛ぶように置かれていたからである。

今日、人類最初の有人動力飛行がウィルバー、オービルのライト兄弟のフライヤー一号によって行われたことを知らない人はいない。しかし、このフライヤー一号が飛行の歴史を飾る栄光の機体としてスミソニアン博物館に展示されたのが、キティホークでの初飛行の成功から約半世紀を経てからのことであったことを知る人は少ないのではないだろうか。スミソニアン博物館は、晩年その館長を勤め、ライト兄弟と有人飛行一番乗りを競ったラングレーのエアロドロームにその名誉を与え、ライト兄弟の功績を無視したためである。この判断は明らかに理不尽なもので、ライト兄弟はフライヤー一号をロンドンの航空博物館に寄贈して抗議の意志を表したが、1948年、フライヤー一号をエアロドロームと共にスミソニアンに迎えることで一件落着となった。しかし、その時兄ウィルバーはすでに亡く、弟オービルも半年前に没して愛機と再会することはできなかった。

ライト兄弟の技術者としての功績はフライヤー一号で見せた独創的な設計技術、特に風洞実験による主翼の空力設計や翼端部の弾性撓みによる横方向操縦方式の実用化にあることはよく知られているが、彼ら

の偉大さはむしろこれを郵便事業やビジネスに利用とした先見の明にあったのではなかろうか。ただし、彼らが彼らの名誉と権利を特許のみにより護ろうとしたことが逆に彼らの名誉を傷つける結果となってしまったことは先駆者の宿命とは云え、不幸なことであった。「神は二物を与えず」と云ってしまえばそれまでであるが彼らの無念がよく分かる気がする。フライヤー一号を改良した腰掛け並列座席のライトA型機がフランスのル・マンでの飛行大会でその優れた性能を実証し、米陸軍最初の偵察連絡機として採用された1907年からの数年間は彼らの栄光の時代であった。しかし、得意の時代は長続きせず、その後の彼らの人生は、急迫するライバル達との特許係争に明け暮れる日々であったと云われている。この間の事情は佐貫亦男先生の人間航空史（中公新書）に詳しいのでその一部を引用させていただく。

兄ウィルバーは彼らの最大の理解者であったシャヌートの「君の健全な判断が、大きな富を求める欲望のためゆがんでいるのが心配だ」と云う忠告に「あなたのご意見によると、我々発明家は過去の業績に対して何の権利も与えられないこととなります」と激しく答えた。シャヌートとの信頼関係は急激に冷めて行った。

1903年、ライト兄弟のフライヤー一号の成功で幕を開けた動力飛行機開発熱はまたたく間にヨーロッパに広まった。そして10年後の1912年（この年ライト兄弟の兄ウィルバーは短い人生を閉じている）には、それはすでにロシアまでおよび、イゴール・シコルスキーが4発エンジンの大型飛行機の設計という大胆な挑戦を開始していたのである。グランドと命名されたこの機体は、後に第一次大戦で大活躍して、シコルスキーの名を不滅にするイリヤ・ムロメツツに発展するが、ヨーロッパの片田舎と云われていたロシアの飛行機好きの一青年が、当時の航空技術の水準をはるかに凌ぐ全備重量5.5トン、翼面積210㎡の4発爆撃機を成功裡に完成させたことは驚嘆の外はない。その時、シコルスキーは未だ24才のセント・ピーターズバーグ工科大学の学生であったが、彼は「何故そんなに大きな飛行機を」との質問に、「それは設計者の感（神の啓示）です。飛行機の設計で最も重要なことは安全設計ですが、その為には機体の大型化とエンジンの多発化が不可欠であると直感しました。」と答えて、天才的設計者としての片鱗を披瀝している。また、このグランドには暖房装置付きのコックピットと共にベッド、トイレの付いた乗員、乗客室が設けられていたが、これは彼が飛行機を単なる飛行機械でなく、人間を安全、快適に輸送する手段と考えていた左証であろう。

近年のソ連の航空技術に関する評判は、特にその独創性において、あまり芳しいものでなかったが、シコルスキーの独創的な設計感覚を見ると、これは冷戦時代の秘密主義がもたらした虚像であったのかも知れないと思えてくる。

シコルスキーはイリヤ・ムロメツツをはじめとする数多くの実用的な飛行機の設計開発に貢献した功績により、ニコライ2世より20代の青年技術者としては破格の賛辞を得て、その人生は順風満帆と思われた。しかし、その数年後の1918年、彼は突如勃発したロシア革命の混乱を逃れて姉と共にアメリカへの亡命を余儀なくされる。祖国での名声を失った彼に残されたものは、ポケットの600ドルと新天地での飛行機設計に対する僅かな期待だけだった。アメリカでの活動には、予想された通り経済的困難が避けられず、様々な苦杯をなめたが、たまたま亡命中の大ピアニスト、ラフマニノフからも財政援助を受けるなどの幸運にも恵まれて、10年後の1928年には双発飛行艇S-38の初飛行に成功して事業も軌道

に乗り始め、これを契機にストラトフォードに新工場を設立、これが今日のシコルスキー社に発展した。S-38に続いて設計したS-40SやS-42はパン・アメリカン航空に採用されて太平洋、大西洋横断空路の開拓に活躍し、また、数々の飛行記録を樹立した。ロシア時代の彼に名声をもたらした機体の大型化、エンジンの多発化に指向した独創的な設計思想はアメリカでも彼の窮地を救い、飛行艇設計者としてだけでなく経営者としての名声を高めた。しかし、彼はこれに飽きたらず、少年時代からの夢であったヘリコプタに対する新たな挑戦を開始する。そして彼が設計し、操縦して世界で最初の実用的ヘリコプタとなったのがVS-300である。

ヘリコプタを専門にする私には、VS-300の初飛行が私の生まれた1937年に行われたこともあって、特別の思い出があり、これとスミソニアン博物館で最初に出逢ったときの感慨はひとしおのものがあった。シコルスキーはヘリコプタの分野でも固定翼機に劣らない、いやそれ以上の業績を残して、1972年に波乱の人生を閉じた。晩年の彼は、現在シコルスキー社の副社長として活躍中の息子、セルゲイ・シコルスキー氏によれば、大変な好好爺で、ヘリコプタによる人命救助の手柄話しをパイロット達から聞くのが何よりの楽しみであったと云う。飛行技術の揺籃期を、危険と隣り合わせの設計者、パイロットとして過ごしたイゴール・シコルスキーの脳裏には、人命の貴さが痛いほど焼き付いていたのであろう。

ところで、1993年は我国が最初のヘリコプタの国産開発に着手した記念すべき年となった。VS-300の初飛行からは半世紀も遅れた遅いスタートであったが、これで我国もようやくヘリコプタ先進国仲間入りできたと云ってよいのではなかろうか。今、世界の航空界は、固定翼機が取り残した最も人間的な速度領域における、安全で柔軟な交通・輸送システムの構築のための新しい挑戦の時代を迎えている。狭い国土と長い海岸線、多くの離島を持つ我国はヘリコプタの運用に最も適した地理的環境にあるといえてよい。OHXの国産開発を契機に、我国の航空界から第2、第3のシコルスキーが誕生する事を願ってやまない。

## ヘリコプタへの思い

川田工業(株) 荻 勉

今年初めてアナハイムのヘリ・エキスポ '94を見る機会を得、わずか1日ではありましたがとても興味深くかつ楽しい見学を致しました。

フランスのエアショーを見学したときの記憶を思い起こし、その時の印象と対比しますとショーの性格からしても当然かと考えますが、フランスのエアショーでは固定翼や軍用機の出展も多くデモフライトも華々しく行われ、まさに各国の航空産業の競い合いの場という感じを受けた記憶があります。今回訪ねましたアナハイムのヘリ・エキスポ '94は、米国内の民間ヘリコプタの展示会として部品メーカー、機体メーカー、改造業者、特殊装備品メーカーの商品展示等に加えて中古機の売買コーナーと民需一色のショーのように見受けられました。

この手のショーでは、各メーカーの新機種の発表や新技術の披露等とても興味深いものであり参加するものにとりましては誠に楽しいショーであると言えます。

ただ、この手のショーに行きまして少し淋しい思いをしますのは、日本からの出展が極めて少ない事で

あります。この様子を見ていますと航空以外の工業製品では世界を席捲する日本ではありますが、航空機産業はこれからののかと感じてしまいます。時おりしも初の純国産の観測用ヘリコプタの開発が昨年からはじまるとともに陸自の次期多用途ヘリコプタのライセンス生産も近々始まると聞くにおよび、またヘリコプタの基盤技術を開発するプロジェクトがスタートする等ヘリコプタ産業にたずさわる一員としてこのようなニュースは真に嬉しい限りです。

経験も少なく浅学な者の偏見かもしれませんが、国内で現状のヘリコプタを作る為の技術力は十分に蓄えられているものと思われまして、ましてや電子装備品等の技術においては素晴らしいものを開発する力を持っているのではないかと考えています。しかしながら最も遅れているのが世界に商品として売れるコンセプトを持つヘリコプタの開発でなからうかと思っています。世界の強豪を相手に互格に競争するためには、開発コストを極力低く抑えかつ顧客のニーズに合った商品の開発が十分行える環境を作り上げていかなければなりません。

まずは世界のトップを行く国々に負けない開発環境醸成のための施策が必要と考えられます。是非とも各界のご理解を得てヘリコプタ王国を築き、世界のエアショーに日本製のヘリコプタが多数出展されることを夢見ている次第です。

## 日本のヘリコプタの話

川崎重工業株式会社 顧問 岡田 愿 介

岡田愿介氏略歴：昭和19年東京大学・2工・航空機体学科卒、川崎機械工業株式会社（現川崎重工に統合）入社、航空機開発部長、企画室長、川重・常務取締役・技術開発本部長等の養殖を歴任、昭和60年6月同社顧問。

### まえがき

義若君から川重に於けるヘリコプタの生い立ちに就いて昔話を記録に残したいとの意見があったので、大事なことを出来るだけ思い出して書いて見ることにしました。

どうしても私の記憶に生々しいことに限られてしまうので、年代や内容に事実との隔たりが出てくる恐れがありますが御容赦下さい。

私の記憶に生々しいことは、それなりに大事な事柄であったとは思いますが。

ブロック毎見出し題をつけてアンダラインしてあります。

思わず、長たらしくなりましたが御容赦下さい。どうしてもここに書いただけの事は一連のお話としたいのです。断片だけでは話になりません。

### 何故に私が

昭和27年の春に、突然四本潔様から呼出しを受け「今度ベル・ペリコプタをやる事にしたから、君がベルに行って技術資料を受領して国産出来るように勉強して来い」と申し渡された時にはびっくりしました。当時は川崎機械工業の兵庫工場で、一応技術係長にしてもらっていましたが、終戦后ですから炭鉱の炭車、人車、巻上機、ボタ山コンベヤ、三連チェーン等の設計、米軍住宅用の蒸気暖房用ラジエイタの製造、などを扱った後に東洋レイヨンから受注したレイヨン糸用のコーンワインダの製造の為に当時の高槻

工場に西明石の社宅から通勤を命ぜられておりましたが、この高槻工場が四本様の御支配の許にありましたから、多分その為に私が四本様のお目に止まったのであらうと思います。

昭和27年に先ず永野喜美代様が渡米され、次いで四本様が渡米されたのでありまして、後に中南通夫様から伺ったところでは、この時に永野様が先ずベル・ヘリコプタの国産を希まれ、その件を四本様にお渡しになったのだと言うことです。

この当時はテレビはありませんでしたから映画館でのニュース映画で朝鮮戦争でのヘリコプタの活躍を見て感心していたものですが、ベル又はヒラーのヘリコプタが負傷兵救出や、物資の局地輸送を実施するところは非常に立派なものでした。

永野様がこのヘリコプタをお取り上げになったのは誠に立派な御着想だと思います。

永野様の御渡米に際しては、当時の日本機械貿易（今の三井物産）が何かとお世話した様で、この日本機械貿易は夙にベル社と販売提携をしており、更に国産に移行する事を考えていた様で、ベル社の方も日本機械貿易を通じてヘリコプタの部品を日本に発注する為にその試作を日本で、当時高槻工場及び兵庫工場が受注しておったのだそうです。

ともかくも、この大役を命ぜられた私は有頂天となり早速文献を探しましたが、大学の教科書にも「ヘリコプタと言うものがある」と言う位で、ほんの数行しか書いてなく、全く手掛かりのない有様でした。四本様にこの旨申し上げると、「ソヤカラ習いに行けと言うとるのや。私が29才でフランスへ出張させられた時も航空エンジンの件やったけど技堤で往ってから勉強したんや、ビビルな」と言う事で、私は成る程と思い、往ってから勉強するぞと決めたのでした。この時にベル社との技術提携の条文を渡され、それを良く理解して充分に活用するようにと指示されました。

この外には、前述の部品試作発注の関係でベル社から来ていた図入り部品表（ILLUSTRATED PARTS LIST）をも予習の資料として渡されました。私はこの部品表にある挿絵の寸法を実機用の部品の寸法に割り出して、各部品の材料重量や加工工数を推量して集計して、ヘリコプタの原価の概要を想定して見る以外には予習のやり様がありませんでしたが、ヘリコプタの構造の概要を知ることができました。

## 渡 米

渡米を命ぜられてから何カ月か経つ間に、中南通夫様が私を当時ベル社から来日していた Mr. Frank H. Kelly と言う人を東京で紹介して下さい、この Mr. Kelly が在米中は私の面倒を見てくれると言う事になりました。

パスポートを貰うとその番号が何と、2,700番台で、戦後の外国への出国者が未だ非常に少なかった時代ですから渡米と言うと万歳さわぎでした。

当時の羽田空港では、平地に柵があって、そのすぐ傍まで飛行機がやって来て、これにタラップで乗降すると言う有様でした。当時はエコノミとかビジネスとかは全くなく、太平洋を越える客は皆ファーストクラスで結構なものでした。

パンアメリカンのスチュワーデスは皆未だ若くてきれいでした。（後にパンナムのスチュワーデスは義歯をはめているからダメだと言う冗談が出来ましたが）

飛行機はB 2 9 の系統でプロペラ式四発の二階建機でエンジンは星形四列 3 6 気筒のものだったと思います。羽田を出て間もなく下降するので変だなと思ったら三沢に着陸です。エンジン不調とかでメカニックがプラグを外して手入れをしています。

三沢を出たら今度はアリューシャン列島のシエミヤ島に着陸して又プラグの手入れです。その次にやっとアンカレッジに到着し、その次がシアトルでした。

シアトルでは川崎汽船の熊谷様に迎えて頂きシアトルに 2 泊してそれからニューヨーク迄には 3 回着陸給油が必要でした。ニューヨークも J F K は未だなくてラグアディア空港でした。

ニューヨークでは川崎汽船と協同で運営しているアメリカの汽船会社の Mr. KAHILL が私を受取って面倒を見てくれました。又、川崎汽船の偉い人である藤谷様が、四本様から頼まれているからと大層良く面倒を見ていただきました。

藤谷様のお世話で WEST END AVENUE の 1 2 0 丁目に近い HOTEL PARIS に週決めで宿をとりそこで暮すことになりました。川崎汽船の店は幸いなことに BROADWAY 2 9 番地で TRINITY CHURCH の隣にあり、日本機械貿易はそこから 2 ブロック裏の RECTOR ST. にあったので両方を一度に訪れる事が出来て助かりました。

HOTEL PARIS から地下鉄で 2 0 分位で両方に一度に行けるし、その途中に TIMES SQUARE も GRAND CENTRAL STATION も MACY も市立図書館もあるので誠に便利の良い事でした。

日本機械貿易では玉木宏さんと言う私と同じ年の方がベル・ヘリコプタの件の御担当で、しかも玉木さんのお宅は私の泊まる HOTEL PARIS のある WEST END AVENUE のもう一つの西側のハドソン河沿いの RIVERSIDE DRIVE にある HOTEL MASTER と言う住宅ホテルでしたので昼夜の別なく玉木さんのお宅に出入りさせてもらっていろいろ教えてもらいました。就中、玉木さんの奥さんの女子大での同級生の戸ヶ崎さんがコロンビア大学に在学中でこの方にも紹介して頂き、ちよくちよく出会ってアメリカ事情や買物の手ほどきを受け、コロンビア大学の中も隈なく見せて貰いました。

## 引 越 し

当時この辺りは日本人やプエルトリコ人がどんどん増えつつあり、そう言う人達の為の雑貨屋を一人の日本人が経営しており、その人が私に HOTEL PARIS に居ると高くつくから、下宿を世話すると言って、HOTEL PARIS から 2 ブロックの所に MRS. LEVI と言うユダヤ人のおばあさんの家にあった空室を紹介してくれたので食事はどうせ近辺のカフェテリアで済むのだからと言うわけでそこに引越しました。

MRS. LEVI は私が払う下宿料で、そのころ出たばかりのテレビセットを買いこんで大そうの御機嫌でした。

## 勉 強

これですっかり落ち着いたので勉強を始める事とし、手始めに AVIATION AGE と言う雑誌の編集長宛に「日本から来た航空技術者が今ニューヨークに滞在していて日本の航空機工業再開の為に勉強しようとしている。大いに助けてほしい」と手紙を出したところその手紙の全文をその雑誌に掲載した上に、こ

の人を大いに助けて上げてもらいたいと言うメッセージまで出してくれました。これに力を得て、AVIATION AGE は勿論 AVIATION WEEK 誌もよく調べて広告を出している部品、機能品のメーカー達に片端から、特にベル社の SPARE PARTS LIST に名前が出ているメーカーを重点的に、メーカーの技術、製品の説明をしてある資料を請求しましたところ、おびたしい返信が寄せられ、随分と詳しい論文や技術資料を送ってもらうことが出来ました。当時の米国は絶頂期にあり、気前良く、特に日本の航空機工業を援助すべきと言う気持ちが強かったので非常に効率良く資料を入手出来ました。

当面私が必要なものは手許に置きましたが、残りは川崎汽船に頼んで会社に送付しました。最後に米国を引上げる時には余分な手荷物が随分な嵩になってしまいましたが良い勉強になったと思います。

## 島 流 し

私は知らずに早々と米国に渡って来ていたのですが、当時ベル社と日本機械貿易との間の技術提携が出来ており通産省航空機武器課も認可していたのですが、実はその上に更に外資審議会と言うものがあって認可が仲々にはとれないと言う事情が現れたのです。この技術提携の日本側の外資支払は一時金が20万\$でありその他に本機にも補給部品にもロイヤリティが必要で、本件は所謂甲種提携であって乙種提携のような技術の一時買取ではない。しかも10年間の提携期間が満了すれば、延長する時に再びいくらかの一時金が必要かも知れず又ロイヤリティも引続き支払はらねばならない。現在ならこれは分かり切った事ですが、当時は通産省でも同じ技術に何度もお金を払う必要はないとか、ロイヤリティが続けば外貨支払は青天井になるのかとかの心配をされるし、まして外資審議会ではドルの支払については非常に神経質で何時になったら認可されるのか良く分からない上に、ベル社に対してああ言え、こう言えと色々な交渉の指令が来る。これ等を処理する為にわあ仕は無期限に滞在して日本機械貿易と協力して認可を得られるように所要の業務をこなせと言う指示が日本から来ました。そして何月何日何時には四本様から電話するからその時に川崎汽船のニューヨーク店に必ず待機せよと指図されました。

待っていた電話が四本様からかかり「そう言うわけやからじっくり勉強しろ。良いチャンスやと思え」と申し渡され、そうやなと考えました。その内必ず認可になるからと言われるので、それなら正式認可になる迄の間にベル社で整備員の講習を受けさせて下さいとお願いしましたそれは良い考えだからそうしろ、費用がかかっても宜しいと許可してもらいました。

当初2～3ヶ月の技術習得のつもりが、見かけ上、無期の島流しになったわけです。

## MECHANIC ' COURSE

早速に玉木さんに相談したところ旨い具合に丁度そのころ、毎日新聞の偉い人の御曹司で高石さんと言う方で毎日新聞が既に購入していたベル47型ヘリコプタの操縦をするお方がベル社で正規にパイロット・コースを取る、又日本機械貿易も木島さんと言う方にパイロット・コースを取らせると言う運びになっていたのです、それに私をも便乗させて整備コースをとらせてもらえると言う事になりました。

については、6週間位かかるからと言うわけで高石、木島、首藤、岡田の4名共に同じ宿に泊まれと言うことになり FORT WORTH 市にある、ベル社がこの種の客の為の安価な定宿に指定している TOWN HOUSE と言う名の合宿ホテルに泊まる事になって FORT WORTH に行きました。このホテルには同様の目的及びベル社との商用で来た人達が入れかわり立ちかわり宿泊するので、そういう人達との交流でも

大いに学ぶ所がありました。

MECHANIC' COURSE の方はベル47型の実機をばらばらにして講習を受け、又組立てて試験飛行をすると言うもので非常に面白く又為になるものでした。米国人で講習を受ける同級生も数人居ましたが、私は幸いに成績優秀で卒業して一種の免状をもらうことが出来ました。

この米国人の同級生の中には、休日に馬に乗り連れて行ってくれたり自分の買った中古自動車に私に運転を教えてくれた人も居りました。

木島さんは或る日離陸してからじきにガス欠になってエンジンが止まってしまったことがあり、地上から見ていた教官が肝を潰したのですが、習ったばかりのオートローテーションを実施して完全な着陸をしてとても誉められて大威張りしました。

3年程後にこの時の教官であった MR. ROGER KAATMAN は同じくガス欠になりオートローテーションに失敗して地面に激突して亡くなりました。不注意のガス欠を言うものが本当にあるものです。

#### MR. EDWIN J. DUCAYET

MR. DUCAYET はベル社の社長でした。この方は誠に立派な紳士で、私を将来の提携先の技師として丁重に扱って下さりあらゆる便宜を供与し私に机を一つあてがって呉れました。そのお蔭で、いろんな部署の人々と自由に議論も出来、欲しい資料も気前よくもらえました。当時は郊外に一戸建住宅を持つことがアメリカで流行した時代で MR. DUCAYET も新築をされて私を新しい家に招待してくれました。立派な住宅で甚だうらやましかったのを憶えております。アメリカの良き時代でした。

#### 技術提携の条文のこと

前述の私が貰った条文と、FORT WORTH でいろいろな部署の人達と話した事と、それから、私がニューヨーク滞在中に色々な機器メーカーから取り寄せた見積書と、ベル社が今回、私に呉れた SPARE PARTS PRICE LIST 並びに LICENSEE'S PARTS PRICE LIST などを突き合わせて調べて見る内に大切な事に気が付きました。

(1) 技術提携は、日本貿易とベル社の間で締結されており日本機械貿易が製造権と販売権とを手に入れており、製造権を川崎に SUBLICENSE 出来る。

川崎が製造権を SUBLICENSE で取得しても販売権は取得出来ず。これは日本機械貿易が握ったままである。

技術提携の一時金20万\$は川崎が支払い、ロイヤリティも川崎が支払う。

(2) SPARE PARTS LIST PRICE は LICENSEES PARTS LIST PRICE よりも著しく高い。更に LICENSEES' PARTS LIST PRICE も私がメーカーから貰った見積もり PRICE よりも大分高い。

以上の二点についてよく理解できないので、ベル社の担当者に執念深く質問を重ねて分かった事は、ベル社は機能部品をそのメーカーから買った時ベル社の取扱いコストと、若干の利益とをその上に乗せてそれを LICENSEE が技提で製造するヘリコプタに使用する機能部品をベル社が LICENSEE に売る時の PRICE とする。

ベル社又は LICENSEE がヘリコプタの使用者に、メーカーから購入した機能品や、自社製の補給部品

を売る時にはコストの上に十分な利益を乗せて SPARE PARTS PRICE とする。これは分かって見れば当然の事であるが、私が感心したのは LICENSEE が技提の許でヘリコプタを製造する時に LICENSEE から部品を購入する場合には LICENSEE にはその部品を、ヘリコプタの使用者に売るときより安くして LICENSEE' S DISCOUNT を与えていると言うことであった。

更に上記の(1)に係る件が私としては全然理解の出来ない事であった。即ち技術提携がベル社と言うメーカーと、日本機械貿易と言う商社との間で提携され、日本機械貿易が、製造権と販売権とを獲得し、その内製造権だけを川崎に SUBLICENSEE として販売権は留保すると言う事である。それも技提の一時金である 20 万 \$ を川崎が支払うにもかかわらずである。然し私は日本を出る前に、此の関係を明確には説明されておらず、四本様が日本機械貿易との交渉で、了解されておられるものならば、私が出先でとやかく言えるものではないと割り切って此の件は念頭に留めておく事として特には取り上げないことにした。

#### 外資審議会の認可

昭和 27 年のクリスマスは晴天での雪のないテキサスで過ごした。昭和 27 年暮れから 28 年正月にかけて再びニューヨークに戻って、ニューヨークの正月を経験して楽しんだが、間もなく問題の外資審議会の認可が降りたという吉報に接する事が出来た。それで、山田熙明技師ともう一人播州歯車製造の大家とが来米して製造技術習得に当られる事となったので、私の方は御両所の来米以前に是非調べておきたいと思っていたロータ・ブレードの工場を視察する許可をベル社から取得して、ミシガン州の TRAVERSE CITY に在る PARSONS CORP を訪れた。ベル社の VENDOR としてロータブレードを製作していた PARSONS 社で詳しくブレード製造を見た。

#### Bell Helicopter Corp.

ベル社はテキサス州 FORT WORTH に工場を持っていたが、本社はニューヨーク州の BUFFALO 市に置いていた。技提の認可が完了したに就いては、この本社からのスタートするべきと言うことになり私は BUFFALO 市に出掛けてそこで山田技師の一行と落ち合ってベル本社に挨拶する事とした。

BUFFALO 市に行けばナイアガラの滝も見れる事も出来るのがもう一つの理由であった。これで山田技師の一行に申し継ぎが出来て、私の方は速やかに帰国してヘリコプタ製造の準備にかかれと言う事になったわけである。

#### 明石工場

昭和 28 年初夏、帰国して見ると明石工場が整備されており、兵庫工場も稼働していたが、明石工場が主力となっており兵庫工場は逐次明石に移転の途上にあった。

技提で輸入した NKOCK DOWN 機は新しい明石工場のハンガーの中で組立てた。同時に国産機の手当をする事となり私は強気で大物部品の 20 機分と小物部品 50 機分の手配を主張してそうする事になった。アメリカでのヘリコプタの普及に慣れていた私にはこれは当然のことと思えたのであるが、その後の販売不振でこの大量手配は大いに問題を起こした。



大毎スワン号に同乗、川崎機械明石工場に飛来した若き日の岡田氏

### 防衛需要

当時は警察予備隊と海上保安庁とは出来ていたが、防衛庁は未だ出来ていなかった。ヘリコプタは順調に出来上がって来るのに、当てにしていた官需が仲々に実現しない東京支店には中南様や、加藤重光営業課長や武村仁営業係長がおられ、私も度々上京して買い気のあるところには猛烈に御説明に伺ったがとても商談が成立しない。

遂には四本様から内々に「永野さんがヘリコプタを中止せねばならんかもと言われている。君も職場を変えてやろうか」と言うお話が出た程であった。

私はとんでもない、ヘリコプタは必ず大いに利用されますからこのまま職場に置いて下さいとお願いして了承された。

東京支店の営業は益々努力して、ついに当時警察予備隊の高官であられた、海原治様に明石の工場へお出まし願うことになった。

### 体験飛行

当時ヘリコプタに興味をお持ちのお客様がれば、必ず体験飛行をお願いして乗ってみて頂くことにしていた。

但し離陸して明石市の上を一廻り来てすぐに降りる3分間位の飛行に限られていた。

然し此の海原様の時は、これを全然変更した。筒井善直操縦士の機体に、私が真中に挟まれて3人で乗り離陸したら真直に須磨の岬を越えて神戸に向かい摩耶山の山頂を経て六甲山のケーブルの上の駅近くの台地の上でホバーした。そして海原様がすこしモジモジなさるので「小便ですか」と言うことにしてその台地に着陸して海原様とご一緒に立ち小便をしてから再び乗り込み、今度は紅葉谷を下って有馬温泉の上空を一廻りしてから裏山の北側に沿って明石に戻って着陸した。

殆ど1時間位かかったと思います。海原様に「如何でしたかお気に入り了吗か」と御挨拶すると「うむ気にいった。良い物だ。ダガナ、こんなことは二度としてはナランゾ」とお叱りになった。叱られて当

然だと思いましたが、気に入ったとの御一言が嬉しくて満足でした。

事故を起こす心配は毛頭ありませんでしたが、勝手に長時間の体験飛行を押し付けたのですから無礼なことは此の上なく叱られるのが当たり前でした。

### 風倒木、捕鯨、ビルマ

昭和何年でしたか大台風が暴れて特に北海道の山林に大量の風倒木が発生し、これに虫が付いて困ると言うので、殺虫剤を空中散布すると言う新しい仕事が現れ、日本ヘリコプタ輸送会社がその仕事を大々的に引受け、従って数機のヘリコプタを買ってもらったりして、逐次、流石の販売不振も峠を越えて、あちらこちらでヘリコプタを使って頂けるようになりました。

中でも大洋漁業さんの南極捕鯨では船にヘリコプタを乗せて南極に行くと言うことについては操縦士を付けて貰いたいと言う話になり前記の筒井操縦士に御苦労をかけることになりました。半年もかかる永出張ですが、筒井さんは気持ち良く引き受けて下さり、南極海ではずい分物凄い経験をされたそうですが、シーズン終わりには無事帰還してくれました。

亦、ビルマから突然に、ウ・テ・ハン氏を長とする調査団が来日され、わり合に順調に確か6機を購入して呉れました。但しこれも操縦士と整備士と、技師をつけて6ヶ月ビルマの要員を訓練して呉れと言う事でした。

この時も、筒井さんと、西原貫次技師等がビルマに長期出張を余儀なくされました。あとで分かったのは当時はビルマは内戦の最中で、御両名の宿舎に鉄砲玉が飛んで来ることもあった由です。

内地では稲作にも殺虫剤の散布が盛んになり、この目的に応じて多数のヘリコプタ運航企業が生まれて大いにベルヘリコプタを使用して下さったのですが、この作業では田んぼの中に張られている送電線に引っ掛かって落ちる事故が多く、相当に多数の方々がこの為にならぬとされています。多数の方々の犠牲の上でしたが、おかげで川崎のヘリコプタは、事業として成立つことになりました。一次防、二次防、三次防などと、申す迄もなく防衛庁の御買上げが川崎のヘリコプタの事業の中核であり、更に陸幕からの操縦士や整備士の民間への御割愛もあって、ヘリコプタは珍しいものではなく当り前の機械として普及することになりました。

余所では上記のようにヘリコプタの事故がずい分多かったのですが、川崎ではそういった事故は皆無で、人が死ぬと言うことは全くありませんでした。これはすべて筒井善直操縦士の技倆と御人柄に依るもので私個人も筒井さんからは飛ぶことについて日常、いろいろと教えを受けて、ヘリコプタ技術屋としての仕事を無事遂行出来たのだと感謝しています。

### JUMP TAKE OFF

然しながら、これ程幸運な川崎でもアハヤと言う事件が実はありました。

筒井さんは前述の通り非常に優れた研究的なパイロットでありましたからヘリコプタの特性に就いては実に進歩的に技倆を磨いておられました。そうして或る秋に、JUMP TAKE OFF と言う離陸方法を説明して呉れました。それは地上で、メインロータのピッチを低くしたままで回転を制限一杯迄上げておい

て、急にコレクティブ・ピッチを上げると、メイン・ロータのピッチをメイン・ロータに貯えられている回転の慣性のおかげで、メイン・ロータの回転数が急に下がることなくヘリコプタがジャンプするように真上に向けて離陸する。そこを素早くサイクリックを前に押すと前進加速が出来て、先に飛び立った高度を失う以前に十分な揚力が発生するので、地面に当たらずに前向きに加速上昇出来ると言うやり方です。

それで、一度この JUMP TAKE OFF を私に経験させて上げましようと言う訳です。私は喜んで是非是非と言うことにし、筒井さんのヘリコプタに乗り、もう1機は大河内操縦士が、当時既に明石工場に駐在しておられた陸幕の監督官をお乗せして2機で六甲山頂の台地に行きました。その台地の上で二回この JUMP TAKE OFF を試みて成る程と感心をしている内に秋のことで台風の吹き方になり、バロメータが下がり、少し雨も混ざって来ました。気圧が下がるとエンジン出力も下がるし、良くないからそれではもう帰ろうと、筒井さんと私の機体が先でこの JUMP TAKE OFF で飛び上がり帰途に着いたのですが、振り返って見ると大河内さんの機体が付いて来ません。どうしたのかと思って少し戻って見るとどうやら、失敗して藪の中に大破している。これは大変と言うわけで急いで明石工場に戻り早速トラックを仕立てて救援に出発しました。明石から裏道を通して六甲山の台地迄行くのですから大分時間がかかります。その上風が出るし雨がひどくなるので、六甲山上の台地についてはもう日暮でした。

着いて見ると大河内さんはションボリしているし監督官は怒っておられる。それでも監督官殿は、「ソレデモ救援には来てくれたか。御苦労」と言われてあまりひどくはとがめないで下さいました。大河内さんの技術未熟のせいよりは、折からの台風の気圧低下と、雨粒によるロータ揚力減少とが直接の原因だと思いますが、幸いにもこの時には大河内さんも監督殿もカスリ傷ありませんでした。

但し機体は大破しましたから大損害には間違いありません。私は切腹物かと思いましたが、ひどいお叱りもなく、唯期を付けて仕事をするようにと言うことだけで済みしました。

思い出すと恐ろしくなりますが、JUMP TAKE OFF は確かに小型ヘリコプタの運用方法の標準方法の1つですから、良い修行になったと思います。

## 業態安定

昭和28年の国産開始以来、このようにして、非常に困難な時期もありましたが、防衛庁の御採用、農林業での薬剤散布、報道機関の取材用、漁業での魚群探知用、更に電力業での送電線建設及び巡視用、遊覧用等々無くてはならないものとみとめられるに到。幸いにも当初の競合機種であったヒラー型が展開しなかった為に、川崎のベル型が独占状態となり、米軍が使用するH-13型のオーバーホールの受注もあって昭和33~34年頃には川崎のヘリコプタ事業は非常に安定したものになっておりました。当時は新聞雑誌にも人間の個人個人が肩にメインロータを担ってヘリコプタとして飛び回る漫画などが記載され、ヘリコプタが広く民需の機械として発展する機体が現はにされていたものです。

一方米国では、より大型のシコルスキS-51、S-55或はピアセキのバナナ型等が逐次開発されていきました。

## バトル・ヘリコプタ

ベル社に於ては民需用のベル47型は軍需ではH-13型と呼ばれて LIGHT OBSERVATION HELICOPTER, LOH として専ら米陸軍で需要されていましたが、当然より大型への意欲を持ち、後に UTILITY HELICOPTER UH シリーズと呼ばれるものになり、民需ではベル220シリーズと呼ばれた少し

大きいものの開発や、更には TILT ROTOR 型と言う大分変わったものの開発が行われておりました。

防衛庁でもより大型のヘリコプタの必要性を認められており、特に海幕では米海軍が熱心に研究していたシコルスキの掃海ヘリコプタに注目しておられましたが、海幕もシコルスキも共に我が国では三菱重工との縁が深く、川崎としてはシコルスキ系に目を向けるわけには行きませんでした。

陸幕さんもシコルスキ系は些か敬遠されておりむしろピアセキのバナナ型に注目しておられました。

そのピアセキの双ロータヘリコプタの展開として、V-107型と言うガスタービン動力のヘリコプタをフィラデルフィアのバートル社が開発している。このヘリコプタは如何かと言う伊藤忠さんから川崎に持ち込まれました。

私も川崎のヘリコプタ屋として岐阜に呼ばれてこの御相談に加えられましたが、かねてからベル47シリーズで終わってはいらないと考えていましたので、一も二も無くバートルを調査すべきと申し上げ、それならば早速にバートル社を訪問してよく調査して来いと命ぜられ高橋忠男技師と両名でバートル社を訪れることになりました。

#### バートル社調査

日本機械貿易は既に三井物産に合併されており、ベル社との技提も完全に三井物産により引き継がれておりました。そこで今回のバートルの件は、私としては新しく伊藤忠商事さんのお世話になるわけで大変に緊張しましたが、昭和34年の春に、伊藤忠さんのお世話で、バートル社のあるフィラデルフィアに高橋技師と二人で到着し、バートル社の職員である WAGNER さんのお宅に二人共下宿をしました。

問題のV107型はタンデム・ロータのガスタービン機で、先ず第一にエンジンが軽量であり、前後のロータに地面からの高さの差をしっかりと与えてあってピアセキのようなバナナ型にする必要が無く、私には全く合理的に思えました。

タンデム・ロータではテイル・ロータが不要になることも大きな特徴です。ガスタービンが小さくて軽い為に、機体の設計にバナナ型のような無理をする必要がないこと、機体を水密に設計してあるので極く小さいフロートを機体の両側に、脚の支持部と共用に設ける事で水面に着水出来て水陸両用に為し得ること、も特徴でした。

バートル社はピアセキが始めた所謂バナナ型のV21及びV44型の次に来るべきものとして新しい形態のV107型を開発して米軍に採用を働きかけていた。当然これはバナナ型の創始者であったピアセキ氏には面白くなかった。特にゼットエンジンとして出発した、ガスタービンエンジンを軸出力のガスタービンとして重用する事は米国でも当時始まったばかりで、小型のターボプロップを乗り越えた大型動力源としての活用は未だ疑う者も多かった。バートル社はこのガスタービンとバナナ型から離れたV107の形態とで新機軸を出して、シコルスキの形態と競合しようとしていたので、特に先ず日本に売り込む事を重大時と考えており、バートル社内ではピアセキ氏の形態から離れようとする勢力が特に川崎と日本の防衛庁と大きく期待していたのでした。ピアセキ氏は当然、この発想には抵抗をしておりました。私はバートル社内、V107を推している KENETH GRINA 氏 (ENGINEERING) 及び JOHN CIECHON 氏 (BUSINESS) の両 DIRECTOR に、加担する立場を、ガスタービンの採用と、これにより可能とな

るV107の形態とを理由に取る事が妥当と考えたのでした。

#### 技術提携の枠組みの変更

これに力を得て、私はベル社との技提の経験と日本のヘリコプタ業界の事情を詳しくこれ等の幹部に説明し、特に私が問題点として従来抱えてきていた疑問を率直にぶつけました。

私は日本の航空機工業の確立に当たっては、製造権と販売権とを所有しているバートル社との技提において、その両方の権利を川崎に付与する事にして欲しい、又十分な LICENSEE' S DISCOUNT を川崎に与えて川崎のコストが下がるようにして欲しいと言う意見を手書きの原稿にして MR. PACK の秘書にタイプで清書してもらって前期の DIRECTOR 両氏に提出し、バートル社では尤もであると了承して呉れたのでした。

私は日本機械貿易以来、不満に思っていた件をこれで解決できたので大いに満足したのでした。

バートル社に約2ヶ月滞在した頃に四本様がバートル社を訪問されました。その時四本様から、「君バートルに技提について注文付けたのか？」と言われましたので「はいつけました」と申しますと「それで良い。君パリへ行きたいか？」と言われます。「はい行きたいです」と申しますと、「そんなら行け、僕も行く。パリ・サロン・ド・アエロテクニクと言うて航空機の博覧会やから面白いぞ」と言う事で、私ははかrazもパリに行ける事になり高橋技師と分かれてフランスに向かうことになったのでした。

#### IGOR SIKORSKY

生まれて初めて大西洋を渡ってパリに着き、パリは古巣の四本様のお伴をして航空機博覧会を見学し、パリの面白いところを四本様にいろいろ見せて頂きバートルの前記の MR. PACK にも引っ張りまわされセーヌ川の遊覧船上で食事をしたり全く幸せでした。更に、博覧会の会場でシコルスキのブースに来て見たら、見たような人が一人で座っているのでよくよく見たらかの MR. IGOR SILORSKY でした。近寄って行って自己紹介をしてシコルスキさんのヘリコプタは立派だなどと5分位お話をして帰りましたが、こんな事は一寸珍しいことだったと思います。シコルスキのブースの看板にされていたらしく大変愛想よくアメリカ語で話してくれました。

#### MR. LLOYD SLOANE

バートル社は前述のように、V-107の売込みに熱心でしたから直きに MR. LLOYD SLOANE を日本に送って私共と一緒に防衛庁への売り込みに協力してくれました。

陸幕の明野の航空学校での説明会では特にピアセキ、シコルスキとの比較が主題になり随分苦労しましたが MR. SLOANE が勘どころを押さえた返答をしてくれましたので皆さんは納得されたようです。

#### 肺病

ところが私の方は昭和34年の会社の検診で肺病が見付かって休業となり昭和36年に手術して戻って来たら、バートルの事業は岐阜に於いて内野憲二様のご支配の許に新規に開始されており明石のヘリコプタ事業も永津貞介様の御支配の許にベルヘリコプタ事業の仕上の段階にすすんでおりいずれ岐阜への移転が予定されていました。

## 開 発 部

その後間もなく四本様が東京に転任される時に私を東京へ引張って下さり、開発部を作って、何か開発せよと言う仕事を下さったのでした。

開発のテーマとしては油圧モータ (CHAMVERLAIN STAFFA)、工業ロボット (UNIMATION)、自動車用自動変速機 (WESTTINGHOUSE HOBBS 及び ZF) 等を提出しましたが自動変速機だけは何ともなりませんでした。

日本のヘリコプタの始まりに立ち会えたことを喜んでいます。

今や防衛庁の次期ヘリコプタの開発を川崎が担当している事は私の無上の喜びであります。

## 11. 会費納入方法及び費用

AHS個人年会費は、一般59\$、30才以下38\$、学生20\$ですが、この納入には次の様な方法があります。

### (1) 個人で納入する。

① 郵便局で外国送金為替（小切手）を購入し送付する。

この場合 為替購入手数料、送料（書留、速達料等も含む）が別途必要です。

② 銀行でも郵便局と同様に外国送金小切手を購入することができます。

購入手数料は郵便局より高い。

③ 現金（ドル）を現金書留で送付する。

④ VISA クレジット カードで払い込む。

同時に、AHS本部より送付されてくる用紙を、必要事項を記入の上、同封で本部に返送する必要があります。

### (2) ヘリコプタ技術協会 事務局に送付を依頼する。

この場合は手数料込みで、

一般 9,500円、30才以下 8,000円、学生 5,000円

を下記銀行口座に振込むと共に、各個人にAHS本部より送付されてくる用紙に必要事項を記入し、ヘリコプタ技術協会（AHS日本支部、1994年7月より下記新事務局宛）へ送る。

尚その際用紙の上に振込み日をメモして下さい。

### 記

〒455 名古屋市港区大江町10番地

三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所内

AHS日本支部

TEL 052-611-8005

FAX 052-611-6426

取引銀行 東海銀行 野並支店（普通口座）

店番号 259

口座番号 1091699

口座名義 AHS日本支部 佐藤 晃

## 12. 編集後記

ヘリコプタ技術協会の事務局をお引受けした'92～'93年は我国初の純国産ヘリコプタの開発がスタートした時期であり、我国のヘリコプタ業界もいよいよ新しい時代を迎えることを実感しつつ会の業務を行ってきました。

これからは世界中のヘリコプタや垂直離着陸機に係わる人達が集まった学会、ショー等が日本で盛んに行われる時代が早く来るようにと願っております。

最後に当り、色々と親切なご指導を賜った諸先輩方、ご多忙中にも拘らず事務局の求めに快く応じてご協力下さった方々に感謝し、編集後記といたします。

ヘリコプタ技術協会'92/93年度事務局(幹事)  
富士重工業株式会社 北 林 修 三

ヘリコプタ技術協会（AHS日本支部）'92/'93事務局

郵便番号 320

住 所 宇都宮市陽南1丁目1番11号

富士重工業株式会社

宇都宮製作所 第1技術部内

TEL 0286-59-5771

FAX 0286-59-5723