仮想現実感を利用した飛行場管制シミュレーション 施設の構成と運用計画*1

塩 見 格 一*2

Key Words: Air Traffic Control, Simulator, Simulation

1. はじめに

現在、運輸省電子航法研究所では平成5年度政府補正予算により、航空管制シミュレーション施設として飛行場管制シミュレータ及び操縦シミュレータの整備を進めている。

飛行場管制シミュレータは、管制官が管制塔において遂行する業務の模擬を目的としており、飛行場及びその周辺空域における航空機の交通状況、及び空港地上面における車両等の交通状況を視聴覚的な仮想現実感生成技術を利用して模擬する。

操縦シミュレータは、従来から航空機の操縦訓練等に利用されている操縦訓練シミュレータに類似のものであり、コックピットからの視界及びコックピットにおける音響環境、また計器盤の表示等を模擬する。ただし、本操縦シミュレータも視聴覚的な仮想現実感の生成技術のみによるものであり、航空機の運動に伴う体感を模擬する機能は有していない。また、航空機の機種を特定することが不都合であるため、操縦機器についても一般的な機能を簡略化した入力装置により実現するものとしている。

上記2つのシミュレータは同一のシナリオに従い同期動作し、2つの仮想現実空間を接続した1つの航空

管制＝操縦シミュレータとして機能することを特徴としている。

以下、本文では、このシミュレータの運用目的、構成等について説明する。

なお、本施設において実施するシミュレーションは、本来的にはゲームと呼ぶことが適当であるが、「日本語において『ゲーム』という言葉が本研究には不適当なニュアンスを持っている」との意見を戴くことがあるので、本文では、人間的な判断や行動に係るものを含めて全てを『シミュレーション』と記している。

2. 運用目的

2.1 研究の背景 現在、我が国では、首都圏及び近畿圏における航空需要の増大に対応するため、羽田空港の沖合展開、成田空港の拡張、関西国際空港開港及びその後の拡張等の大規模な空港プロジェクトが進められている。特に、関西国際空港は我が国初の24時間対応の空港となる見込みであり、西暦2003年の開港が計画されている中部国際空港と共に、21世紀社会における、航空交通の更なる重要性の高まりを予感させている。

これらの計画の進捗は我が国に空港容量の大幅な増大をもたらすが、しかし、これだけで今日の旺盛な航空需要の伸びに対応することは困難である。

飛行場はハードウェア的に制限された施設であり、航空需要の伸びに対応して敷地を拡張したり滑走路や地上走行路の配置を変更することは必要ではあっても容易ではない。特に、我が国においては、飛行場の用地確保から開港までに要する期間が途方もない程に長期であったり、また海上を埋め立てて空港用地を造成する場合には諸外国とは比較にならない程の巨額な経費を要する等、飛行場ハードウェアの整備には非常な困難が付き纏っている。しかしながら、これが如何に困難であろうとも、毎年増大する航空需要に、我々は、多少遅れながらも対応しなければならない。

著者紹介

塩見 格一 (非会員)

昭和33年生。岡山県出身。昭和62年東京工業大学理学部応用物理学博士課程修了。理学博士。同年運輸省電子航法研究所入所。現在、飛行場管制業務効率化に係る研究に従事。電子情報通信学会、日本航海学会、各会員。

*1 平成5年11月11日、第31回飛行機シンポジウムにて講演。平成6年5月10日原稿受理 The Introduction to the Facility of Virtual Reality for ATC Tower Simulation

*2 運輸省電子航法研究所 Kakuichi SHIOMI

国際空港は我が国の国際社会に対する重要なインターフェースであり、地方空港も物流ネットワークの中継点として我が国の経済活動に大きな影響を与えている。今日の社会において、航空交通システムはその機能を規定する重要な要素である。

航空交通システムは、輸送媒体としての航空機とその運航に要する飛行場や航行援助機器等をハードウェアとしている。ハードウェアを持ち得ない状況にあってはハードウェアの獲得が社会の急務であろうが、航空会社数社を有する我が国は、効率的なハードウェアの活用においては問題が残されているとしても、ハードウェアを既に有している社会であり、そこにおける航空交通システムの発展は、その問題の本質をソフトウェア（即ち、効率的なハードウェアの活用法）に移している。

先に述べた問題も含めて、我が国の飛行場等ハードウェアには多くの非技術的な制限が課されているが、その状況において我々は、その都度必要な空港容量を実現するソフトウェアを開発して、今後の航空需要に対応して行くつもりである。

2.2 研究の目的 今日の航空機の運航は、出発空港のスポット・アウトから、誘導路の地上走行、滑走路からの離陸、上昇、航空路での巡航飛行を経て、目的空港への進入、着陸、地上走行によりスポット・インまでの一連のものである。従って、運航の効率化は各フェーズのバランスの良い効率化の上に実現される。

現在、欧米を始めとする航空先進国においては、様々なシミュレーション手法により各運航フェーズの効率化に係るソフトウェアの開発が進められており、特に大規模なシミュレーション施設においては、一連の運航フェーズ全てを統合したシミュレーションも開始されつつある。

我が国においても、進入管制及び航空路管制に係る管制手法等については、管制官の参加した航空管制シミュレーションにより最適手法の調査等が行われている¹⁾。しかし、我が国においては現在、これらのレーダ管制と一体不可分であるべき地上走行を含む離陸及び着陸に係る管制手法については、未着手のままである。

これは、進入管制及び航空路管制が、レーダにより取得された航空機の運航情報を用いて為されており、管制官の目や耳により直接的に取得される情報を必要としないのに対し、飛行場管制は本質的に管制官の目や耳に頼って行われていることによる。前者においては、航空管制に使用されているハードウェアを用意し、内部に航空機を模擬したデータを生成すれば、実

際の管制業務環境を模擬することが可能であるが、後者においては、管制塔において管制官が視覚的に得る情報と等価な視覚情報を生成しない限り、また必要な聴覚情報を生成し得ない限り、その模擬は不可能である。

そこで我々は、近年目覚ましい発達を見せたコンピューター・グラフィックスの技術を利用し、飛行場管制業務の模擬に要する管制官に提供しなければならない視覚的情報の生成手法について検討した。検討の結果、特に画像生成用に開発されたハードウェア（イメージ・ジェネレータ）を利用することにより、我が国の飛行場管制業務について、その模擬に必要な視覚的情報の生成は可能であるとの結論に達し、以下に述べる構成により航空管制シミュレーション施設を整備することとした。なお、我々は、飛行場管制業務の模擬において、聴覚的な情報の生成は視覚的な情報の生成に比較して容易であり、シミュレーションにおいて問題が生ずるとは考えなかった。

我々は、視聴覚的な仮想現実感を生成する技術を用いて、特定される或は一般的な飛行場ハードウェアを有効に活用するソフトウェアの開発を行う予定であり、それは十分に可能なことだと考えている。

我々の研究は、次の2つのステップからなっている。

- (1) 視聴覚航空管制シミュレータの構築・維持・管理・機能向上に係る研究。
- (2) 航空管制シミュレータを用いた、管制方式等の研究。

なお、(1)の研究は、シミュレータの一般的な高機能化に係るものであり、(2)の研究の実施段階においても継続することが極めて重要である。特に、本施設を構成する機材が我が国の産業技術により製造されたものではないだけに、我々にとって、その維持・管理に係る研究は深刻な問題である。

2.3 将来的な運用計画 本航空管制シミュレーション施設は、飛行場管制シミュレータ部においては管制塔内部の業務環境全体を模擬するものであり、操縦シミュレータ部においては管制塔からの管制指示を受ける航空機側の環境を模擬するものである。我々の研究対象は、本施設により模擬が可能な全てであり、これは管制される航空機コックピット内部を含み、また管制塔から見える範囲の飛行場及び空域、更にはその外側のレーダ管制される空域をも含めた航空管制空域に係る全てである。なお、本施設飛行場管制シミュレータ部は、そのシミュレーション支援機能として進入空域及び航空路における航空管制業務の模擬機能を実現しており、最大模擬空域の広さは東西及び南北方向

に夫々2,000 kmである。我が国の様に国土が狭い場合には、本飛行場管制シミュレータ部は実質的に全ての空域に渡る航空管制の模擬を可能としている。

本施設における具体的な研究項目としては、残念ながらスペースの都合上その詳細を述べることはできないが、現在、以下の様なものを考えている。

2.3.1 管制塔内部に係る研究

- (1) 管制塔内部に新たに導入される管制業務援助機器の機能評価及び機能改善に係る研究。
- (2) 飛行場管制業務の分析から、人的資源の適正配分に関する研究。
- (3) 管制官相互の職務関係等の分析から、職場環境における快適さの実現に係る研究。
- (4) 上記以外の、人間工学的・心理学的な業務環境の改善を目的とした研究。

(1)～(4)について、管制塔内部は、本施設飛行場管制シミュレータ部における管制官用インタフェースとして実現されるものであり、ハードウェアが実機とは異なるため、研究は主にソフトウェアに係るものとして行う事になる。特に、ハードウェアである機材の評価をシミュレーションの目的とする場合には、実機ではない機材により構成された環境に部分的に実機が導入される訳であり、その評価尺度の検討が重要な問題となる。

2.3.2 飛行場施設全体の運用に係る研究

- (1) 特定される飛行場を模擬し、そこにおける管制方式の最適化の研究。
- (2) 飛行場における事故等を発生させ、危機管理マニュアルの整備に係る研究。
- (3) 将来的な設置が計画される飛行場のプロトタイプによる、空港設計に係る研究。
- (4) 上記以外の、飛行場及び空港面に設置される航行援助施設等の運用に係る研究。

上記(1)～(3)は、本施設における最も重要な研究目的である。

人間がシステムを通じて情報処理を行う場合、即ち管制官が航空機を管制する場合、そのシステムの効率は単位時間当りの或は一人当りの処理航空機数により評価する事が可能である。しかし、処理対象の数が大きく多数の処理要員を要するシステムにおいては、システムに投入する要員数に処理容量が比例するシステムである事が重要である。現状の飛行場管制システムは、その業務分担をセクター（地上と空中等の区分）に対応して行っているため、単純な要員の追加は処理要領の増大に繋がらない。従って、将来的な管制システムを検討する場合には、短期的な需要予測に対応する効率化以上に、管制システムが投入される要員数に比

例する処理容量を実現する様に、更には最大限投入できる要員数を十分に大きな値に取れる様に考慮する事が必要である。

2.3.3 進入空域以遠を含む航空機の運航に係る研究

- (1) 特定される飛行場を含む空域を模擬し、そこにおける管制方式の最適化の研究。
- (2) 複数の空港間の航空機の運航を効率化する運航スケジューリングの問題に係る研究。
- (3) 地上の管制施設と航空機との間のデータ通信を効率的に行うための通信スケジューリングの問題に係る研究。
- (4) 航空機衝突防止システム等により航空機間で為される運航調整が地上での管制業務に与える影響の研究。

上記研究は、研究の対象を飛行場管制から拡張したものであり、本施設においては将来的な研究課題として設定しているものである。これらの研究を実施するためには、今後本施設の機能的な拡張を進めていく必要があり、我々は、外部のシミュレータ等との接続も含めて、これらのテーマに対応する様に本施設の整備を進めていきたいと考えている。

2.3.4 航空機の側からの研究

- (1) 天候不良時における空港面の運航に係る研究。
- (2) 空港面及び進入空域における運航効率及び安全性向上に要する航行援助機器の開発に係る研究。
- (3) 各運航フェーズにおけるパイロットの業務負荷を考慮した管制指示の発出方法に係る研究。
- (4) 上記以外の、効率的運航及び安全性向上を目的としてコックピットに装備される機器に係る研究。

上記航空機側から見た飛行場管制に係る研究は主に操縦シミュレータを利用して行うものである。当所においては航空機パイロットの業務に係る研究経験が少ない等の事情により、操縦シミュレータの運用は、我々が航空機運航業務における基本的な問題を理解するために有効であると考えている。

なお、操縦シミュレータを利用する研究において、我々は、通常的大型固定翼機以上にヘリコプターや小型コンピュータ航空機を対象とした管制方式の研究を行いたいと考えている。

2.3.5 研究内容の決定に係る基本方針及び研究の実現に係る施設機能 上記2.3.1～2.3.4に記す通り、我々は本施設を、複数の人間と多数の情報機器が複雑

に関連しあったシステムにおいて発生する一般的な問題についての基礎的な研究から、具体的な空港運用等において発生する、個別に解決しなければならない特殊な問題までの、広範な研究に役立てたいと考えている。

本施設は2つの視聴覚的な仮想現実生成装置を1つのシナリオ処理装置により統合したものであり、2つの仮想現実系が相対的に生成されることを特徴としている。例えば、操縦シミュレータをヘリコプターとして設定すれば、羽田空港にヘリコプターで進入する場合等のシミュレーションを、実際の飛行場環境の模擬の上に、実際に近い管制指示を受けながら行うことが可能である。

また、個々の仮想現実系については、操縦シミュレータとして機能する側は、従来から一般的な、予め外部から設定されたシミュレーション環境において一人或は二人がシミュレーションに参加するものであるが、飛行場管制シミュレータの側は、視聴覚的に模擬される1つの仮想現実系に数人以上最大では十数人の管制官が相互に影響を与えながら参加するものである。操縦シミュレータの場合、シミュレーション参加者が操縦士と副操縦士の二人であっても、そこには職務的な上下関係が明確に存在するため、「副操縦士が何をするか見当もつかない」といった場合を除いて、原理的には参加者が一人のシミュレーションと何等変わるところはない。しかし、飛行場管制シミュレータの側では、管制官チームの中にリーダーは存在するものの、参加者が多数であるため本質的にリーダーが全ての参加者の職務を管理すること等は不可能であり、各シミュレーション参加者は各人の判断基準に従い参加行為を行う。飛行場管制シミュレーションに参加する各管制官とその各管制官が個人的なレベルで管理する入出力コンソールは、それだけで一つの仮想現実系と見做すことの可能なものであり、飛行場管制シミュレータを構成する仮想現実系は、管制官とコンソールの組からなる多数のサブ仮想現実系から構成されると理解される。飛行場管制シミュレータにおいて、参加管制官の人数には制限がなく、現状のシステム構成においては、AI等による処理を想定している進入空域管制室や航空路管制センター業務についても、適当なコンソールをネットワーク上に設定することにより、実際の管制官の参加を求めて行うことが可能である。

本施設は、外部機器との間のインタフェースを容易に実現できるオブジェクト指向の考え方による高度に柔軟なソフトウェア構造を有しており、本施設外部のフライト・シミュレータ等を公衆通信回線を介して連

接することも可能である。また、本施設は、DFDR（デジタル・フライト・データ・レコーダ）のデータから航空機の運航を再現する機能を有しており、これらのデータを取り込むことにより実際の航空機の運航をシミュレータ上に再現することも可能である。欧米において、また我が国においては自衛隊の施設において、遠隔地にある複数のシミュレータを接続したシミュレーションが試行されているが、本施設はそのようなシミュレーションにおける核としての機能を想定して構成されている。特に、核となるシナリオ処理装置においては、実時間性の高いオペレーティング・システムを採用した、また処理負荷の増大に対してはCPUの追加による対応を可能とした、コンピュータを使用しており、DFDRに記録されるデータ等が実時間で入手可能であれば、実際に飛行中の航空機の位置姿勢等を同時刻に仮想現実空間で再現することが可能である。

3. 施設の構成

本航空管制シミュレーション施設の構成の概要は第1図に示す通りであり、2つの視聴覚的な仮想現実空間生成装置を核とする飛行場管制シミュレータと操縦シミュレータ、8台の飛行場管制官用入出力装置、3台の高速演算用コンピューター、これら全てを統合管理するシナリオ処理装置を主構成要素としている。

なお、上記にいう飛行場管制シミュレータは、厳密には、飛行場管制業務を実施する環境を視聴覚的に模擬する装置であり、実際に飛行場管制シミュレータとしての機能を実現するためには、シミュレーションに必要な数量の飛行場管制官用入出力装置を要する。飛行場管制官用入出力装置は、飛行場管制シミュレータを構成するサブ仮想現実系を構成する装置であり、本施設においては、航空機運航票の管理機能をマルチ・サーバ&クライアント型データベース管理システムとして実現した、グラフィカル・ユーザ・インタフェー

第1図 航空管制シミュレーション施設構成図

第2図 飛行場管制シミュレータ・ハードウェア構成

第3図 飛行場管制シミュレータ・ソフトウェア構成

スを有する航空管制コンソールである。なお、本入出力装置は、シナリオ処理装置の生成する航空機等の運航情報から、レーダ管制に利用されるレーダ・イメージを出力する機能を有している。3台の高速演算用コンピュータは、特徴的な構造を有する限定されたソフトウェアの処理において機能するものであり、夫々は、ベクトル型プロセッサ、クロスバ接続によるアレイ型プロセッサ、バス接続によるマルチ・プロセッサを有している。これらは夫々、航空機等の運動解析に要する演算処理や航空機の運航スケジューリング及びデータリンクによる通信スケジューリングに係る問題を処理し、また、ヘリコプターの運動計算において専用に作成された運動解析用ソフトウェアを実行する。

3.1 飛行場管制シミュレータの構成及び仕様 本シミュレータは、管制塔内部の業務環境を模擬するものであるが、その模擬対象を具体的な飛行場に限定してはいない。従って、飛行場管制官用入出力装置は、管制官が実際の業務において使用する実際の管制卓等とは機械的には異なるものである。入出力装置は、実機の有するソフトウェア的な機能を模擬するものであり、本シミュレータでは、これらの機器の操作環境を考慮したヴァーチャル・プロトタイプをソフトウェア

的に実現し使用する予定である。

本管制シミュレータは、横方向360度、縦方向 ± 22.5 度の視野に対する視覚的な仮想現実感と、これに同期した、4チャンネルのスピーカによる聴覚的な仮想現実感を生成するものであり、生成された仮想現実画像が投影されるスクリーンは、直径15mの部分球面である。

本シミュレータのハードウェア構成及びソフトウェア構成は第2図及び第3図に示すとおりであり、仮想現実画像を生成するイメージ・ジェネレータは、8パイプライン・チャンネル同期出力、640k独立ポリゴン/秒の能力を有し、全視野に対して30Hz以上(最大120Hz)の画像更新レートを実現する。また、イメージ・ジェネレータが同時処理可能な移動物体数は384(6自由度)である。管制官用入出力装置は、UNIXオペレーティング・システムで動作するワークステーションであり、先の航空機運航票管理システムがインストールされている。特に、航空機パイロットとの音声通信を必要とする管制官用の装置については、音声認識装置及び音声合成装置が付加されている。

進入空域及び航空路における航空機に対する管制については、2台のモニタを用意し、シナリオ処理装置

第4図 操縦シミュレータ・ハードウェア構成

第5図 操縦シミュレータ・ソフトウェア構成

によるこれらの航空機に対する管制の実施状況を表示することとした。2台のレーダ管制モニターは、それぞれ独立したワークステーションにより管理されており、その仕様は現在航空路管制に使用されているものと同等（2,048×2,048ピクセル）である。レーダ管制モニターについては、将来的に、これに対応した航空機運航票管理システムをインストールすることにより、レーダ管制業務の模擬も本シミュレーターにおいて可能である構成とした。

3.2 操縦シミュレータの構成及び仕様 本シミュレータは、航空機コックピットにおける操縦環境を模擬するものである。航空機の機種は特に限定せず、操縦席は複座構成とし、ヘリコプターの操縦も模擬できる様に操作機器を構成した。運航計器類はヴァーチャル・プロトタイプとして実現する予定であり、タッチパネル等を利用しその操作性も実機に近付けることとした。特に、最新の航空機に装備されるグラス・コックピットにおける機器類の模擬においては、実機がヴァーチャル・プロトタイプから作成されていることもあって、ハードウェア的な仕様においても実機と殆ど同等の機器を実現することが可能である。

本操縦シミュレータの生成する視界は横方向135度、縦方向±22.5度であり、この視野に対する仮想現実画像が高さ2.4mの曲面スクリーンに投影される。

本操縦シミュレータのハードウェア構成及びソフトウェア構成は第4図及び第5図に示すとおりであり、仮想現実画像を生成するイメージ・ジェネレータは、

3パイプライン・チャンネル同期出力、240k独立ポリゴン/秒の能力を有している。画像更新レートは30Hz以上であり、特に60Hz以上の更新レートにおいては立体視に対応する画像を生成することも可能である。

3.3 シナリオ処理装置のハードウェア及び主要ソフトウェアの仕様 本施設における航空管制シミュレーションを統合管理するシナリオ処理装置は、4台のCPUにより約400MIPSの処理速度を実現しており、シミュレーション・シナリオを最大120Hzで更新する機能を有している。

シミュレーション・シナリオは、地図情報及び気象情報、航空機の運動特性等に関する情報をデータベースとし、これにシミュレーション空域にある空港における航空機の離発着スケジュールを組み合わせたものであり、初期的には知識処理システムにより管制が行われたものとして生成される。

実際のシミュレーションは、この知識処理システムにより生成されたシナリオの処理結果としての航空機からの管制要求を、管制官が実時間的に処理していくことで進められる。従って、4人の管制官により行われている現状の管制業務のシミュレーションは、それぞれの業務分担を処理する知識処理システムを利用することで、特定の業務だけを実際の管制官が処理する形態で進めることも可能である。また、現状の業務分担を変更した形態でのシミュレーションも可能である。

3.4 上記以外のハードウェア及び主要ソフトウェアの仕様 本施設において、シナリオ処理装置からの要求により、ヘリコプターの運動計算等を実行する演算処理部の総合演算処理能力は約1.5 GFLPOPSである。

なお、上記シナリオ処理装置、及びバックエンド・プロセッサにおける演算処理能力は、1桁以上のスケラブルな拡張が可能であり、今後の機能拡張やシミュレーションの高精度化への対応を可能としている。

本航空管制シミュレーション施設を構成するハードウェアは、オブジェクト指向の考え方により作成されたシナリオ処理ソフトウェアにより管理されており、またシミュレーションに要する各種データベース等はシステム全体に分散配置されている。本システムで採用したシナリオ処理ソフトウェアは、カナダ国VPI社により電子化図演システムとして開発されたものであり、このソフトウェアの存在によって本施設の構築が可能となった。我々が本シミュレーション施設の最も注目すべき特徴と理解している事柄は、我が国最大級の視覚的な仮想現実空間にあるのではなく、「シミュレーションの全てがオブジェクト指向型シナリオ処理ソフトウェアにより管理されており、その記録等が完全に再現可能なデータとして残されること」である。この特徴により、シミュレーションの実施により生成される時系列データを、我々は、シミュレーション後に、時間軸ではない様々な尺度において検討することが可能となるのである。

4. お わ り に

本シミュレーション施設は、平成6年度の時点において、視覚的な仮想現実感を生成するものとしては我が国最大級である。また、以上に述べた様に高度なオブジェクト指向型シナリオ処理ソフトウェアを擁し、ハードウェアとソフトウェアの両面において拡張性の高い構造を実現したことにより、今後の管制官の業務分析を始めとする航空管制全般に関する研究に大きな可能性を有することは疑いない。我々は、本施設の使用目的を制限しておらず、利用希望者には広く開放する計画であり、特に、航空関係者には共同研究のパートナーとしての参加を期待している。

4.1 シミュレーター関連機材の生産者の方に 本文は、当所電子航法研究所において整備中の航空管制シミュレーション施設の紹介を目的としたものであり、以上は、我々と同様なシミュレーションを計画している方々、或は我々と協同のシミュレーションを計画して下さる方々を読者として想定して記したものである。本施設が現在整備中であるためにシミュレーシ

ョン風景等の写真も無く、内容としては不十分な点が多々あることと思われるが、施設の詳細については直接にご質問等戴くこととし、おわりに、以下、シミュレーション施設に係るハードウェア及びソフトウェアを提供しようとする立場の方々に、またこの様な研究のための予算を査定する立場にある方々に、本施設の政府補正予算獲得から仕様決定までに意識せざるを得なかった幾つかの事柄について触れ、今後の施設機能の維持・発展への御協力をお願い申し上げたい。

近年まで、飛行場管制業務等を模擬するに十分な視覚的情報をコンピューター等により生成することは、技術的にも経済的にも非常に困難であったため、これを実現し得たのは米軍や米国連邦航空局に係る一部の機関に過ぎなかった。しかしながら、視覚的なシミュレーションがその模擬する処の職務の訓練・研究に非常に有効であることが認識され始めたために、この技術は急速に普及することとなった。遂には、我が国においても調達・維持が可能な施設として登場した。ここに注意すべきは、「視覚的シミュレーションの有効性は、米国やカナダ等国で認められたのであって、我が国で認められた訳ではない」という事実である。

現在、視覚的シミュレーションの重要性は我が国でも認められつつあり、幾つかの研究分野ではブームにさえなっている様であるが、私は、そこにある認識には欧米とはかなり異なったものを感じる。我が国においては、仮想現実生成技術によるシミュレーション結果としての意思決定が、シミュレーションに依らない場合の意思決定に比較して何れ程の経費的な効果をもたらすかが、航空機パイロットの訓練等に係るもの以外では、殆ど論じられていないのではなからうか。

従って、我々の整備している施設において我が国のメーカーによって製造されたものが何一つとして存在しないことから明らかな様に、我が国のメーカーは、市場競争力のある関連機材・装置・システムの開発・生産に熱心ではない。

スーパー・コンピューターの出現が、従来風洞等で行わなければならなかった実験を、コンピューター上の数値計算に置き換えた様に、仮想現実生成装置は、従来、経験者の知識に頼る他なく、やり直しの困難、或は不可能であった事業（例えば、ハードウェアにおいては飛行場建設等、ソフトウェアにおいては管制方式の制定等）を、コンピューター上の情報処理として試行錯誤の可能な問題とする。この技術の応用は、今日の我々が思いもつかない方向にも発展する可能性を有しているものであり、我々は、我が国のメーカーによる安価で高性能なシステムの開発を期待する。

4.2 航空管制シミュレーションの文化的な意味に

ついて 建築家であり思想家であるポール・ヴィリリオによれば、「近代社会において、国家の本質は、人々の住む家々から、家と家・都市と都市を結ぶ街路に移った」²⁾。人々の生活は、物資の蓄積を目的とするものから、情報の集積・更新を目的とするものに変ったのであり、生活に様々な(移送と処理の)手段を提供する社会システムは、処理される資材・物資を生産する社会システムよりも重要なものとなっている。

今日、コンピュータの高性能化とネットワーク環境の整備により急激に高度化された社会的規模の情報通信システムを擁する社会は、現状を遥かに越える高度なレベルの生産システムや物流システムの成立する可能性を示している。これは、「道路網や鉄道網の発達による物流システムの高度化が生産システムの高度化を加速した」歴史的な事実に対応し、またこのことは「高度な物流システムを活用する生産システムを実現し得なかった社会が衰退した」様に、「高度な情報システムに対応し得ない物流システムしか持ち得ない社会の衰退」を予言している。

今日、今後の社会的な発展が高度な情報システムの確立に依存することは多くの認める処であるが、これが前提的な必要条件に過ぎず、社会的な発展には高度

な情報システムを活用する物流システムと生産システムも併せて必要であることを我々は理解しているであろうか。生産システムの高度化は私企業の問題であるからしておくとしても、物流システムを支える社会基盤の整備は国家的な問題であり、私は、我が国の交通政策の立ち遅れに危惧を抱かざるを得ない

航空交通システムは高度な情報システムに支えられる世界的な規模の物流システムであり、上記により現在、社会の発展に必要な欠くべからざるものとなっている。我が国が経済大国であるならば、我が国は、必然的に諸外国との相互発展をリードする責任を負っており、これに要する航空交通システムを世界的に受け入れられるものとして構築して行かなければならない筈である。

航空管制シミュレーションは航空交通システム構築の前提として必要不可欠な作業であり、現在、仮想現実生成技術のシミュレーションへの適用はその精度向上を実現する最も効率的な手法である。

参考文献

- 1) 小野塚幸子、他：平行滑走路への到着機の管制処理について、第30回飛行機シンポジウム講演集、1992。
- 2) Virilio, P.: Vitesse et Politique; ポール・ヴィリリオ (市田良彦訳): 速度と政治, 平凡社, 1989。

—特 集—

パーティゴ・シミュレーション技術^{*1}

奈良崎 優^{*2}

Key Words: Flight Simulator, Human Engineering, Pilot Vertigo

1. はじめに

パイロット・パーティゴとは、『パイロットが操縦している航空機の姿勢、位置、運動状態を正しく認識できなくなる状態』のことであり、ほとんど全てのパイロットがパーティゴの経験があるとされている¹⁾。特に小型機においては、パーティゴは、死亡事故に直結することが多いのでパイロットから注意する必要があるとされてきた。当社は、昭和62年 CGI (Computer Generated Imagery) 方式の模擬視界表示装置を備えた訓練装置としては世界最初の空間識^{*3} 失調対処訓

著者紹介

奈良崎 優 (非会員)
昭和26年生。大阪府出身。昭和55年3月大阪大学大学院基礎工学研究科物理系制御工学専攻後期課程課程退学。同年三菱プレジジョン㈱入社。現在に至るまでフライト・シミュレーターの設計に従事。計測自動制御学会会員。

^{*1} 平成5年11月11日、第31回飛行機シンポジウムにて講演。平成6年5月11日原稿受理 A Simulation of Pilot Vertigo (Spacial Disorientation)

^{*2} 三菱プレジジョン(株)シミュレータ・システム部 Masaru NARAZAKI

^{*3} 空間識:パイロットが飛行中に把握している航空機の姿勢、位置、運動状態に関する認識(パイロットに関するもののみに限定した)。