

遺伝的アルゴリズムを用いた航空機運航時刻表調整システムに関する研究

今井 良典

慶應義塾大学 政策・メディア研究科

本研究では、「遺伝的アルゴリズム」と呼ばれる最適化手法を用いた、航空機運航時刻表調整システム (= 提案システム) について考察した。このシステムは、各航空路における混雑を時間軸上で平均化することによって、航空路管制における管制官の作業負担を軽減することを目的とするものである。本研究は、(1)航空機の運航管理に関する文献調査、(2)提案システムの構想の作成、(3)関係者に対するインタビュー調査、(4)インタビュー調査結果の分析、といった4つのフェーズから成る。本研究の結果、(1)現場調査の重要性、(2)システムの「5W1H」の明確化、(3)企画者の問題発見能力と問題解決能力のバランス取り、(4)関係者間の利害関係の調整といった、一般的なシステム分析業務において重要と思われる、いくつかの示唆を見出すことができた。

The Research about Time Schedule Adjusting System for Commercial Flights using Genetic Algorithm

IMAI, Yoshinori

Keio University Graduate School of Media and Governance

In this paper, the author thinks about the time schedule adjusting system for commercial flights using “genetic algorithm” (=proposing system). The purpose of the system is to alleviate the workload of air traffic flow controllers by averaging traffic flow by time. The research has four phases, they are as follows: (1) survey of academic paper about air traffic management, (2) making the plan of proposing system, (3) interview with the persons who relate to proposing system, (4) analysis of the result of interview. As the result of this research, the author can find some important suggestions for general systems analysis. The suggestions are as follows: (1) importance of on-the-spot survey, (2) clearing “5W1H” of the system, (3) balancing analyst’s abilities to find and solve problem, (4) coordinating benefits of the persons who relate to the system.

第1章 提案システム

1-1 提案システムの概要

提案システムは、Microsoft Excel と ESRI MapObjects という、2つの汎用ソフトを基に作成される。Microsoft Excel (以下、Excel) は、米国 Microsoft 社による表計算ソフトである。提案システムでは、このExcel を用いて時刻表調整機能を実現する。

ESRI MapObjects (以下、MapObjects) は、地理情報システムソフトの分野で世界最大シェアを誇る、米国 ESRI (Environmental Systems Research Institute) 社によるオブジェクトライブラリソフトである。すなわち、C++などのオブジェクト指向型汎用開発環境において、DLL (ダイナミック・リンク・ライブラリ) として、地理情報システム機能を提供するものである。提案システムでは、この MapObjects を用いて運航状況

表示機能を実現する。なお、本研究では開発環境として、Microsoft Visual C++を用いる。

提案システムは、最終的にはこれら2つの機能を統合し、ユーザがその機能間でデータや制御のやり取りを意識する必要がないアプリケーションとして実現される。しかし、本研究では提案システムを完全にコンピュータ上に実装することが目的ではない。ゆえに、本研究では2つの機能について、それぞれ個別にプロトタイプを作成するにとどめ、それらを後のインタビュー調査で専門家の方に説明するために用いる。

1-2 Microsoft Excel による運航時刻表調整システム

1-2-1 時刻表の入力

まず、調整の対象となる時刻表データを提案システムに入力する。本研究では、例として国内大

手航空3社(全日本空輸・日本航空・日本エアシステム)およびその系列会社の,2000年12月22日~2001年1月8日の時刻表をすべて入力した。Fig.6は,一般に配布されている時刻表の概観である。

入力データは便名,出発空港・到着空港,出発時刻・到着時刻,区間距離である。一般に配布されている時刻表から入手できるデータはこれだけだが,提案システムの本来の利用者は,航空会社の運航担当者(ディスパッチャ)なので,必要に応じて各便の飛行経路や使用機材,平均搭乗率なども入力することが考えられよう。

1-2-2 混雑度の算出

時刻表データが入力できたら,それに従い各空域の予想混雑度を算出する。

さて,商用航空機の運航では,あらかじめ航空機が飛行してもよい経路,いわば「空の道路」が設定されており,それを航空路と呼ぶ。航空路の末端や途中には,無線標識(beacon)とよばれるチェック・ポイントが存在し,航空機はその無線標識を目印に,飛行経路を確認する。航空機を自動車に例えるなら,航空路が高速道路で,無線標識がジャンクションあるいはサービスエリアと言えよう。ゆえに,各便が何時何分に,どの空域に存在するかということが,あらかじめ予測できるというわけである。

しかし,商用航空機の運航では,出発空港・到着空港が同じでも,飛行経路は複数パターン存在する。基本的には,国土交通省 航空局が不定期に発行するAIC(Air Information Circular)の記載に従うが,その日の天候状況などによって,適宜変更することが可能である。また,出発空港・到着空港が同じでも,往路と復路,あるいはフライトレベル(飛行高度)によっても飛行経路は異なることがある。したがって,このような条件に注意しつつ,各空域の予想混雑度を算出しなければならない。

ここで,空域というものを,その中を通過する航空路の集合体として定義する。例えば,ある空域 S の中を2本の航空路 V_1, V_2 が通過する場合,空域 S は航空路 V_1, V_2 によって構成されるものとする。そして,空域 S の混雑度は,航空路 V_1, V_2 の

混雑度の重み付け和によって決定されるものとする。そのような前提に基づけば,各空域の混雑度について考えることは,各航空路の混雑度について考えることと,同意である。

Fig.1は,各航空路の予想混雑度を計算する仕組みを示したものである。CUE(大津)-KCC(名古屋)という無線標識区間に,各便がそれぞれ何時何分に進入し,何時何分で退出するか,ということを表示している。



Fig.1 空域別混雑度の算出の様子

1-2-3 時刻表の調整

各航空路の混雑度が算出できたら,実際に時刻表の調整に入る。先述のように,提案システムの目的は,各空域すなわち航空路の混雑度を時間軸上で平均化することである。

そういった前提の下で,提案システムでは遺伝的アルゴリズム(GA)における適合度関数に相当する,以下の管制負荷指数の最小化を目指す。

$$\text{管制負荷指数} = \frac{(\text{総機数}) \times (\text{最大瞬間機数})}{(\text{評価時間}) \times (\text{区間距離})}$$

ただし,

総機数: 評価時間に当該区間に侵入した航空機数

最大瞬間機数: 単位測定時間(5分間)に当該区間に侵入した航空機数

評価時間: 混雑の最適化を実施する時間帯

区間距離: 当該区間の距離

例えば,ある区間に対して,同じ時間に同じ数の航空機が進入するとした場合,全機がある特定の瞬間に一度に進入するよりも,各機が等間隔で定期的に進入する方が,管制官にとっての作業負担が小さいと言える。すなわち,総機数・評価時間・区間距離がすべて同じとき,前者の場合では最大瞬間機数が最大,後者の場合では最大瞬間機

数が最小になる。その結果として、管制負荷指数の値が、前者よりも後者の場合で小さくなるというわけである。

また、管制負荷指数の定義式の分母に、評価時間および区間距離の項があるが、これは個々の空域における管制負荷指数の値を、単位時間および単位距離で正規化するためである。

Fig.2 は、その時刻表調整を行う前と後での、空域混雑度の変化の様子を示したものである。図中のグラフに注目すると、最大瞬間機数に相当する部分（縦軸のピーク値）が、調整の結果わずかに小さくなっていることがわかる。

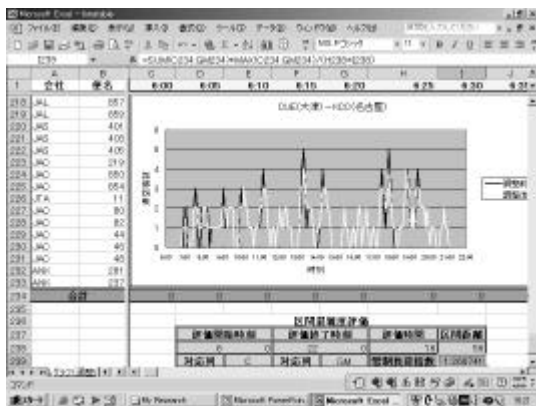


Fig.2 時刻表調整による空域混雑度変化の様子

1-3 ESRI MapObjects による運航状況表示システム

1-3-1 地理情報システム

提案システムのGUI（グラフィカル・ユーザ・インターフェイス）は、先述のように MapObjects という地理情報システム機能を提供するオブジェクトライブラリソフトを用いて実現する。ここで、地理情報システムについて簡単に説明する。

地理情報システムとは、一般的な地図情報（地形・地物とその位置関係）に対して、ユーザの必要性に応じて様々な属性情報を付加させることによって、より対話的で利用価値の高い地図情報を提供するシステムである。地理情報システムにおいては、地形・地物のことをフィーチャと呼び、同種のフィーチャの集合をレイヤと呼ぶ。個々のレイヤについては、画面上に表示・非表示するという操作が可能である。また、個々のフィーチャの位置関係をトポロジーと呼び、個々のフィーチャに対して付加される属性情報のことをアトリビュートと呼ぶ。

Fig.3 は、MapObjects を用いた地理情報システ

ムアプリケーションの一例である。日本国土を表す地図上に、札幌 - 福岡間を結ぶ航空路（直線のフィーチャ）および無線標識（四角形のフィーチャ）を表すレイヤが表示されている。ある航空路を選択（マウスポインタを合わせてクリック）すると、サブウィンドウが開き、そこに選択した航空路の名称や区間距離、混雑度といったアトリビュートが表示される。

このように、地理情報システムを利用すれば、ユーザが必要なときに必要な情報を、視覚的で簡単な操作のみによって得ることができる。

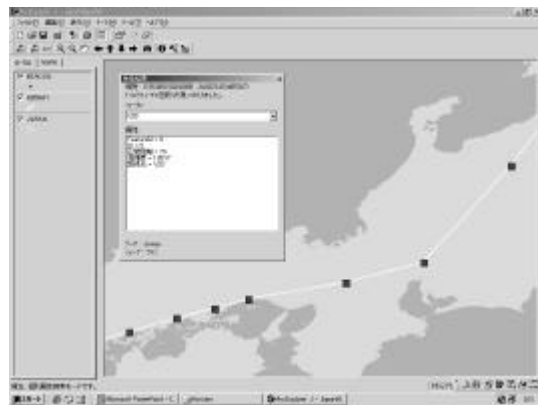


Fig.3 MapObjects を用いた地理情報システム

1-3-2 提案システムの GUI

Fig.4 は、提案システムのGUI イメージを示したものである。前節のFig.3 とは異なり、国土を表す地形は、個々の空域の集合として表現される。個々の空域には、それぞれ混雑度を表すアトリビュートが付加されており、その値によって画面上の表示色が変わる。

また、空域を表すレイヤとは別に、航空路を表すレイヤも表示されている。ある航空路を選択すると、その航空路が通過する空域も自動的にすべて選択されるようになっている。さらに、現在飛行中である航空機的位置を表すレイヤも表示されている。個々の航空機を表すフィーチャは、その位置の変化に応じて、リアルタイムな動画として表示することが可能である。

筆者は、提案システムの最終的な形式としては、このようなGUIに加えて、時刻表調整をグラフィカルな操作で行えるような仕組みも持たせたいと考えている。例えば、選択した空域・空港の時刻表が表示できるサブウィンドウの表示や、時刻表調整の実行などを指示するボタンの設置などである。このような機能を実現するためには、時

刻表調整システムと、運航状況表示システムを、プログラムレベルで統合する必要がある。統合を実現する開発環境としては、例えば Microsoft Visual Basic などが挙げられる。

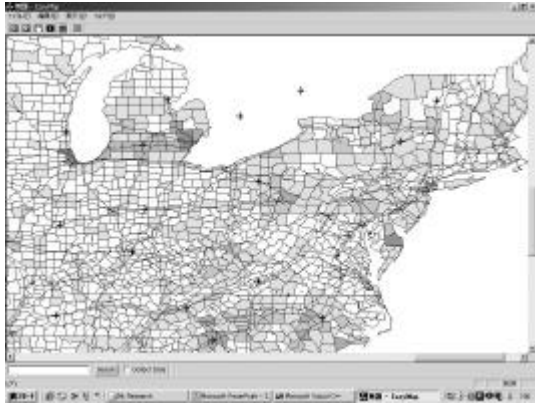


Fig.4 提案システムの GUI イメージ

第2章 インタビュー調査

2-1 インタビュー調査の概要

2-1-1 調査対象

第4章で説明した提案システムの構想を、より具体的・現実的なものにするために、関係者に相当する以下の企業・団体に対して、インタビュー調査を実施した。なお、提案システムを実際に稼働させることを想定した場合、各企業・団体の提案システムに対する関係を、以下の(a)~(d)に示す4つのカテゴリに分類した。

(a) 利用者

- ・日本航空株式会社（東京都品川区東品川）
- ・全日本空輸株式会社（東京都大田区羽田空港）

(b) 開発者

- ・JAL インフォテック株式会社（東京都港区芝浦）
- ・全日空システム企画株式会社（東京都大田区東糀谷）

(c) 評価者

- ・株式会社 三菱総合研究所（東京都千代田区大手町）

(d) 監督者

- ・国土交通省航空局 航空交通流管理センター（福岡市東区大字奈多字小瀬抜）

2-1-2 調査項目

インタビュー調査は、口頭での提案システムに対する自由な意見交換と、あらかじめ筆者が準備した質問表への記入という、2つの方法で行った。質問表については、利用者用・開発者用・評価者

用に3パターン作成した。

2-2 調査結果

2-2-1 日本航空株式会社

(a) 時刻表調整を実行する時間帯について

一日の全時間帯における時刻表調整は、事実上不可能である。例えば、羽田空港における20:50~21:15の25分間には、約60機の航空機が離着陸する。言い換えると、1機/2分という間隔で離着陸を行っていることになる。このような超過密スケジュールでオペレーションが実行される時間帯においては、たとえ5分や10分程度の時刻表の変更でも、オペレーション全体に大きな混乱をもたらすことになる。

(b) 機材繰りについて

提案システムのような方法で時刻表調整を行う際、必ず考慮しなければならないのが、機材繰りについてである。通常、航空機は一日の間に何回か便名を変更して、繰り返し運航される。ゆえに、ある時点である便の運航予定時刻に異変が生じた場合、その影響はその便だけに止まらず、同じ機材を使用する他の便にも影響することになる。無論、同じ機材を使用する場合でも、現在の便と次の便との間に、十分な接続時間があれば、多少の異変はそこで吸収できる。しかし、実際にはどの航空会社も、自社の持つ機材をぎりぎりの時間スケジュールで使用しているため、各便の間に十分な接続時間を設けることは難しい。したがって、時刻表調整を行う際は、あらかじめ各便の機材繰りを決定した上で、行わなければならない。例えば、ある機材で一日に123便、456便、789便という3便を運航する場合、123便の運航予定時刻を10分遅らせると、456便と789便についても、自動的に運航予定時刻が10分ずつ遅れるということである。

(c) シップ・チェンジおよびコンフィギュレーション・チェンジについて

シップ・チェンジとは、同じ種類の機材（例えばBOEING-747とBOEING-747）を、2つの便の間で交換することである。一方、コンフィギュレーション・チェンジとは、異なる種類の機材（例えばBOEING-747とDC-10）を、2つの便の間で交換することである。とくにコンフィギュレーション・チェンジについては、2つの便のキャパシテ

ィと座席予約状況をそれぞれ比較し、オーバーブッキングの問題を解消したり、便全体としての搭乗率を上げたりするために積極的に行われる。しかし、事前に運航乗員の乗務機種や路線資格、休養時間などの条件をクリアしておく必要がある。

このように時刻表調整を行う場合、先に機材繰りについて考慮しなければならないと述べたが、その際は各便の接続時間だけではなく、シップ・チェンジやコンフィギュレーション・チェンジについても考慮しなければならない。とくにコンフィギュレーション・チェンジの場合、機種によって整備に要する時間が異なることがあるので、注意しなければならない。

2-2-2 全日本空輸株式会社

(a) 各航空会社の権益調整について

羽田・伊丹・新千歳の各空港には、航空交通管制上の理由などから、一定時間内での発着数規制が設けられている。航空機の離着陸についても、成田では航空機が着陸した順序通りに、グランドステイを経て再び離陸させる FIF0 (First-In First-Out) 方式を採用している。一方羽田では、各航空会社間の事前協議で作成されるシナリオ通りに離陸させる方式を採用している。基本的にはどの空港においても、成田のような FIF0 方式を採用するのが望ましい。しかし、こと羽田に関しては航空機の離着陸の順序でさえも、各航空会社の権益に大きく影響するため、どうしても事前協議が必要となる。

利用客が一般に航空会社を選ぶ際には、常に特定の航空会社を選ぶ人を除き、発着時刻が決め手になることが多い。当然、同じ路線に就航する各社とも、他社より有利なダイヤを組もうとする。とくに羽田発着のダブル・トリプル化路線では、他社より 5 分でも良い時間に便を飛ばしたいとの思惑から、調整が非常に難航する。この調整には、通常 10 日~2 週間を要する。

ゆえに、時刻表調整を行う際、各社の発着時刻に基づく権益関係を、なるべく崩さないようにしなければならない。提案システムにおいては、遺伝的アルゴリズムを利用して時刻表調整を行う際、当該空域の混雑度とは別に、各社の権益を何らかの方法で数値化したものをパラメータとして設定する必要がある。そして、その値が調整前と調整後でなるべく変わらないようにしなければならない。

2-2-3 全日空システム企画株式会社

(a) 航空会社における時刻表調整について

提案システムでは、空の安全性の確保のために時刻表調整を行うが、航空会社ならびにその系列会社においては、最低限の安全性を確保した上で、収益性を最大限に高めるための時刻表調整を行うことになる。そのためには、いろいろな視点から時刻表を分析し、その結果に基づいて調整を行わなければならない。現在、時刻表を以下に挙げるような視点から自動立案するシステムが利用されており、最終的な時刻表は、それぞれの自動立案の結果を、人間が総合的に判断・調整することによって作成される。

- ・ 収益最大
- ・ 売り上げ最大
- ・ 費用最小
- ・ パックス（旅客数）最大
- ・ ロードファクタ（搭乗率）最大
- ・ スピル（流出旅客数）最小

(b) 遺伝的アルゴリズムを用いた時刻表調整システムについて

実は、提案システムのように空の安全性の確保を目的としたシステムではないが、提案システムと同じように遺伝的アルゴリズムを用いて、収益性の向上を目的とした時刻表調整システムを作成した。全日空では国内線だけで 1 日約 600 便を運航しているが、そのシステムを用いて時刻表調整を行うと、ひと昔前のサーバマシンを用いても、計算時間が約 8 時間程度になり、得られる結果もあまり良くない。一方、(a) で述べたような、他の計算アルゴリズムに基づく時刻表調整システムを用いると、より多くの計算時間が必要となるのだが、得られる結果はかなり良い。ゆえに、そういったトレード・オフの関係から、遺伝的アルゴリズムが他の計算アルゴリズムより優れているとは、現状に基づく限りにおいて言い難い。

2-2-4 三菱総合研究所

(a) 目的関数の工夫について

混雑度最適化のための目的関数、すなわち遺伝的アルゴリズムの適合度の式について、もっと工夫したほうがよい。例えば、各航空会社の権益を表すパラメータを式に追加するとしても、具体的にどのような形で（どの箇所に、どんな係数・指数を付けて）追加するのか、ということを考えな

なければならない。そして、その式の妥当性について、実際の時間帯別旅客データなどを用いたシミュレーション等によって検証しなければならない。そこまで行わないと、提案システムの構想の実現可能性について議論できない。

(b) 使用目的の特定について

提案システムの使用目的をもっと特定した方が、システムの規模や必要性の面から見ても、実現可能性が高まるのではないか。例えば、おおむね問題の解まで早く到達できるという遺伝的アルゴリズムの長所を生かすために、まず不測の天候変化による運航ダイヤの乱れには、迅速な対応が必要となることに注目する。そして、運航ダイヤの乱れの結果生じる、平常時では起こり得ないような局所的な空域混雑の問題を提案システムで解決する、といった具体的な目的を設定する。

2-2-5 航空交通流管理センター

(a) 管制負荷指数の定義について

まず、混雑度の定義が単純すぎる。例えばあるひとつの区間を、同じ時間帯に同じ数の航空機（仮に10機）が利用していたとしても、10全機が同じ方向に進んでいる場合と、5機ずつ互いに逆の方向に進んでいる場合では、管制官にかかる負担が異なる。（当然後者の方が大きい。）また、瞬間最大機数の項についても、それが評価時間内に何回出現するかということが、管制官にかかる負担に大きく影響する。その他にも、評価区間に他の航空路と交わる交差点がいくつ存在するかということも、やはり負担に大きく影響する。これらの要件は、いずれもヒューマン・ファクタと深い関係がある。重要なのは、物理的な混雑度の値そのものではなく、それぞれ能力の異なる個々の管制官にとって、その値がどのような意味を持つのか、ということである。

(b) 混雑度の定義について

混雑度を航空路の部分区間（ライン）単位で考えるか、空域（セクタ）単位で考えるかということは、なかなか難しい問題である。一般に、各航空機が同じ方向に進むエンルート(en-route)上においてはライン単位で、航空路の接続点・交差点や空港付近のターミナル空域においてはセクタ単位で考える。確かに日本はその細長い国土特性から、その航空路網はマクロな視点から見ると、

大部分の航空機がいくつかの主要航空路上を移動し、あとは個々の目的地に向かって散って行くといった、ハブ・アンド・スポーク的な形態をとっている。しかしそれ以前に、日本は国土面積が非常に小さいため、事実上純粋なエンルート空域というのはほとんど存在しない。言い換えると、日本の空域は個々のターミナル空域の集まりとして考えられる。ゆえに、日本では混雑度というものをセクタ単位で考えるのが一般的である。一方、米国などはその国土面積が非常に大きいため、混雑度をライン単位で考えるのが一般的である。

(c) 運航管理システムにおける汎用ソフトウェアの利用について

ミッション・クリティカルで機密性の高い航空機の運航管理システムにおいては、やはり汎用ソフトウェアの利用は不可能である。しかし、運航管理システムを操作する人間の意思決定支援システムに利用するのであれば、大いに歓迎する。

(d) 次世代航法システムとの関係について

現在盛んに開発が進められている、運輸多目的衛星(MTSAT)を用いた次世代航法システムが実現されると、例えば航空機の位置確認には、衛星によるGPS機能が利用される。航空機と衛星との通信は、通信に用いられる周波数帯（おもにGHz帯）の関係から、時分割多重接続(TDMA)方式のデジタル通信によって行われる。GPS機能を利用すれば、従来のレーダーによる航空機の位置探索を行う必要がなく、とくにレーダーサイトが設置できない洋上において、その威力を発揮する。しかし、TDMA方式の通信性能は、レーダーによる周波数分割多重接続(FSMA)方式のアナログ通信に比べて、特定の周波数帯に大きく依存する。ゆえに、もし何らかの理由（電離層の状態変化や人為的なジャミングなどに起因する電波障害）でその周波数帯が利用できなくなった場合、飛行中の全航空機が位置確認できなくなる可能性が生ずる。そのため、次世代航法システムが実現されたとしても、そういった非常事態を想定して、各航空機は衛星とのデジタル通信回線とは別に、他の航空機とのアナログ通信回線も持つことになる。このアナログ通信回線を利用するためには、各航空機は互いにある程度接近している必要がある。つまり、次世代航法システムによる管理下では、各空域においてある程度の混雑が積極的に必要

とされるため、提案システムによる過度の混雑度の平均化は、あまり好ましくない。

第3章 おわりに

3-1 研究成果のまとめ

本研究では、遺伝的アルゴリズムを用いた航空機の運航時刻表調整システムを提案した。そして、関係者に対するインタビュー調査から得られる意見を基に、その構想を具体化することを目的とした。インタビュー調査で得られた意見は、各々の現場の視点から、提案システムに求められる要件を指摘したものであり、筆者個人の見識の範囲内では、決して考えが及ばなかったものばかりである。

しかし、本研究の目的は、これらの要件について個々に考察し、提案システムの改善に向けた詳細な提案を行うことではない。あくまで総体的な視点から、一般的なシステム分析業務において役立つような、いくつかの示唆を見出すことである。

以下、筆者がそれらの意見の中から見出した、一般的なシステム分析業務における、いくつかの重要な示唆について述べる。

3-1-1 現場調査の重要性

先述のように、インタビュー調査を通して得られた意見は、筆者個人の見識の範囲内では、決して考えが及ばなかったものばかりである。もし、こういったインタビュー調査を行わずに、当初の企画のまま提案システムの実装に着手していたら、結果として出来上がったシステムは、実際にはほとんど役に立たないものとなっていたであろう。一般に、システムの企画段階においては、理想にもとづく思考が先立ち、現実にもとづく行動が後回しになってしまうことがある。

先述のように、インタビュー調査を通して得られた意見は、筆者個人の見識の範囲内では、決して考えが及ばなかったものばかりである。もし、こういったインタビュー調査を行わずに、当初の企画のまま提案システムの実装に着手していたら、結果として出来上がったシステムは、実際にはほとんど役に立たないものとなっていたであろう。一般に、システムの企画段階においては、理想にもとづく思考が先立ち、現実にもとづく行動が後回しになってしまうことがある。ゆえに企画者は、自らの企画に関連する現場に出向き、積極的にその状況を確認・把握しておく必要があると

言える。

3-1-2 「5W1H」の明確化

システムの企画段階においては、そのシステムの5W1Hを明確にしておくことが重要である。すなわち、誰が(who)、いつ(when)、どこで(where)、何を(what)、何のために(why)、どうやって(how)利用するのか、ということである。これらの要件を事前に詳細まで検討しておくことは、意外と難しい。とくに、システムの規模が大きくなればなるほどそう言える。

例えば、システムの企画段階では可能であると思われていたことが、開発段階に入って不可能であることが判明したり、その逆だったりすることがある。そうなると、当初の企画を変更せざるを得ない。この作業をフィードバックと呼ぶ。この時、システムの5W1Hがある程度明確になってないと、企画者は企画を誤った方向に変更する恐れがある。そして、その誤った変更をフィードバックし、さらに誤った方向に変更するといった悪循環に陥る。最後に、結果として出来上がったシステムは、当初の企画とは大幅に異なるものになってしまう。このような事態に陥らないためにも、企画者はフィードバックによる企画の変更を行う一方で、常に当初の5W1Hを意識していなければならない。この作業をフィードフォワードと呼ぶ。

本研究では、空域の混雑を時間軸上で平均化するための、運航時刻表調整システムを提案した。しかし、「空域の混雑を時間軸上で平均化する」という作業は、航空交通流管制官が担当するものであるのに対し、「運航時刻表を調整する」という作業は、航空会社の運航担当者(ディスパッチャ)が担当するものである。そういった点で、本研究における提案システムは、先述の5W1Hにおけるwhoの要件が明確になっていない。また、実際にシステムを利用する機会についても、急激な天候変化などに対応するためだけに利用するのか、それとも各航空会社が事前に営業計画に基づいて時刻表を作成するためにも利用するのか、ということも明確になってない。そういった点で、提案システムは5W1Hのwhenの要件も明確になっていないと言える。これらのことは、三菱総合研究所の河合様から強く指摘され、筆者が提案システムの構想について、深く考え直すきっかけとなった。

3-1-3 企画者の問題発見能力と問題解決能力のバランス取り

システムの企画段階においては、目的としての総合政策と、手段としての総合政策について、それぞれ考えなければならない。目的としての総合政策を考えるということは、現実世界をどういった視点で捉え、そこからどういった問題を切り出すかを考えることであり、その形式は企画者の持つ問題発見能力に依存する。一方、手段としての総合政策を考えるということは、現実世界から切り出した問題を、どういった方法で解決するかを考えることであり、その形式は企画者の持つ問題解決能力に依存する。企画を成功させるためには、企画者は両方に優れていなければならないが、重要なのはそのバランスである。どちらか一方に突出しているよりも、両者のバランスがとれているとき、両者の間に相乗効果が働く。

本研究は、企画者である筆者の問題発見能力を問うことに、重きを置く内容となっている。しかし、インタビュー調査を通して、何人かの回答者の方から、「提案システムの構想をどう具体化するだけでなく、実装の方にも、もう少し深く踏み込んでみると良いのでは。そうすると企画全体の説得力が増す。」という意見を頂いた。このことは、企画者の持つ問題発見能力と問題解決能力のバランスが重要であるということを示唆するものであろう。

3-1-4 関係者間の利害関係の調整

システムの企画を、公益的な視点からより現実的なものにするためには、そのシステムによって発生する、関係者間の利害関係について考えなければならない。システムが、ある特定の者に著しい恩恵をもたらす一方で、その他の者に著しい損害をもたらすようなものであれば、その実現可能性は乏しい。

本研究では、全日本空輸の平澤様の意見が、このことについて触れている。提案システムによって、各航空会社間の権益関係が著しく崩れるようだと、いくら空の安全のためとは言っても、実現は不可能である。ゆえに、提案システム本来の機能とは別に、関係者間の権益を調整するための仕組みを設けなければならない。一方、三菱総合研究所の河合様の意見にあるように、いくら公益的な視点に立ったとしても、万人受けするようなシ

ステムの実現は、事実上不可能である。

これらの要件は、互いに相反するものと考えられるが、両方とも真実である。すなわち、万人受けするようなシステムの実現は不可能であるにもかかわらず、それを目的とした関係者間の権益の調整を行わなければならない。結果として、どこかに妥協点を見出すことが問題になる。適切な妥協点を見出すためには、企画の目的や手段だけではなく、その効用についても、さまざまな側面から考慮しておかなければならない。

3-2 今後の課題

本研究における今後の課題としては、研究の結果得られた一般的なシステム分析業務における重要な示唆を、筆者自身が意識的に実行して行くことである。筆者は大学院修士課程を修了後、某コンピュータメーカーにおいて、官公庁や一般企業を対象とした情報システムの企画・販売を担当する予定である。筆者がそういった仕事の中で、本研究を通して学んだことをどう生かすかということが、本研究の真の意義を決定すると言える。

謝辞

本稿は、筆者の修士論文の一部を抜粋・変更したものである。本研究を進めるに当たり、いろいろとご指導頂いた、慶應義塾大学環境情報学部の有澤 誠教授ならびに東日本旅客鉄道株式会社寄附講座メンバーの皆様に、深く感謝いたします。また、インタビュー調査にご協力頂いた関係者の方にも、深く感謝いたします。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] Oussedik S, Delahaye D: "Reduction of Air Traffic Congestion by Genetic Algorithms" Lecture Notes of Computer Science Vol.1498 pp.855-864 (1998)
- [2] Anagnostakis I, Kageyama K, Tofukuji N: "A Smoothing Algorithm for En Route Air Traffic Flow Management" 電子情報通信学会 技術報告 SANE95-99 pp.25-33 (1995)
- [3] 井無田・福田・岡・福島・塩見:「飛行計画調整シミュレータについて」運輸省電子航法研究所 第32回研究発表会 講演概要 pp.81-84 (2000)
- [4] 日本航空株式会社: 国内線デジタル時刻表 (2000.12.22~2001.1.8)