

航空管制業務支援機能の検討

管制システム部 塩見格一

1. はじめに

航空交通量は、将来的にも、航空需要の増大に対応し増え続けるであろうことが予測されており、我が国においては幾つもの空港整備プロジェクト等が進められている。

現状の管制業務の進め方が変わらなければ、航空交通量の増大は、直接に管制官が処理しなければならない業務量の増大に結び付くものであり、将来的には何等かの業務負荷軽減の対策が必要になると考えられる。

本稿においては、管制官の業務負荷軽減のための業務支援手法に係る検討結果を述べる。

2. 管制業務の理解とその限界

現状の管制業務は、高度に訓練された管制官のみが行い得る或る種の専門的な知識集約型の業務であり、このことは将来的にも当分は変わりそうもない。

2.1. 管制官による管制業務の説明

管制業務は、管制官等によっては、思考と判断と操作・指示（管制卓等操作と管制指示の発出）の繰り返しと捉えられており、その理解は管制業務を行う者においては当然のことながら妥当な捉え方と思われる。しかしながら、管制官ではない者、例えば我々や管制業務機器製造業者の技術者にとっては必ずしも適当な捉え方ではない。

嘗て、また今日も、様々に知的な業務支援システムが、システムが最適と判断する管制指示を管制官に提示するものとして提案されてきているが、絶対的な支持を得た例等は、未だ見当たらない。ツールとして一定の評価を得たシステムは、管制官が収集する情報の整理までを機能として有するものであ

り、その機能が大きなお世話ではなく小さな親切に留まっているもののみである。

図1は、管制官の思考の進め方をモデル化した例であるが、認識と判断や、情報収集と問題発見等々が、管制官において明確に区別されている筈もない。図1に示す例は、管制官ではない我々が、管制官に、その思考の順序を敢えて聞いた結果としての、或る管制官が、我々にも理解できると考えた説明の一つにしか過ぎないものである。

2.2. 管制官と非管制官の壁

人間は誰でも自らの経験の全てを言語化して記憶している訳ではないことは明らかであり、知識や経験の言語化は、それを他者に伝える場合に必要となることであって、従って言語化された知識や経験はかなり抽象化されたものとならざるを得ない。管制官になるための訓練で最も重要なものはOJTであり、この経験により十分な知識が技能として獲得できれば管制官の候補者は管制官になれる訳であって、座学のみによって管制業務がこなせる様になる訳ではない。

これらのことは、個々人の管制官が、その業務を遂行するための知識を必ずしも言語化して有している訳ではないことを意味している。更には、個々人の管制官が、自らの経験や知識を言葉によって説明する場合、その説明はかなり不十分なものである可能性が高いことをも意味する。

個々の管制官は、その経験により獲得された知識により、例えば我々が提案する管制業務支援システムや機能に対して、その良否や優劣を判断することは十分に問題なく可能であっても、その評価の理由を説明することが常に可能であるとは限らない。更には、何等かの説明が成される時には、その説明を

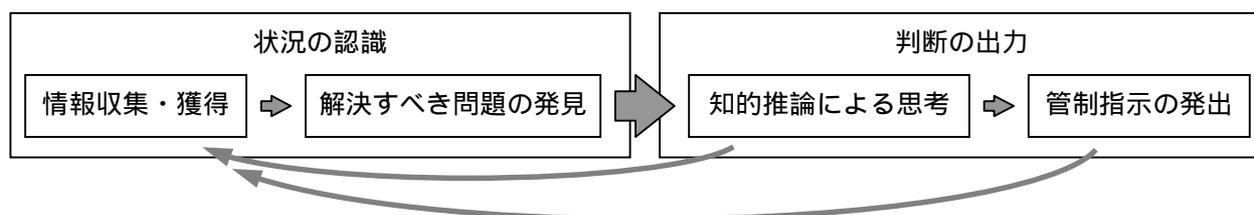


図1 管制業務における知的業務処理内容とその関係モデル (案1)

行う管制官が想定する、例えば或る技術者像に対して、その説明はなされるのであって、殆どの管制官には納得できる説明ではあっても、また多くの技術者にも納得できる説明であったとしても、管制官と技術者が共通の理解を得ている訳ではない状況が発生する。

管制官と非管制官の間には壁が存在し、養老孟司氏の云う処の「バカの壁」と同様に、この壁は、単に双方の話を聞くだけでは決して越えることのできないものである。この壁をできる限り低くして、双方の意思疎通の障害としないためには、現時点においては、双方が共通経験を積むこと以外に効果的な方策はなさそうである。

2.3. システム開発技術者側の限界

システムの開発者は、管制官から管制業務に関する情報を十分に得ることができれば、十分に管制業務に役立つシステムや装置を作り上げることができると考えてきたと思われるが、上述の様に、管制官ではない我々は、管制官から、管制業務支援システム等の実現に必要な知識や情報を、単にそれらを得ることを目的とする聞き取り調査等では得ることはできない。システム開発者側の限界は、システム開発者のみにおいてははかりに低レベルなものであることが予想され、この予想の正しさは、実用化され支持されている知的な業務支援システム等が存在しないことにより消極的に証明されている。

管制官から要望される業務支援機能等は、しばしば単なる業務知識の組み合わせとして説明されるため、従って業務規則をデータベース化することによって実現可能と思わせるものではあるが、これがとんでもない錯覚であることは先に述べたとおりである。

現実の航空管制業務は、個々人の管制官が、その有する言語化されていない経験的な知識を利用して、抽象化された管制規則を、その都度の具体的な管制指示に構成して行われているのであって、個々の管制指示は、決して管制規則のみから生成されているものではない。

管制指示の生成が非言語的知識を要する場合、管制業務の一部は、管制官に特有な、所謂無意識によって処理されていると考えられる。

一般的に、知的な情報処理業務のシステム化、更に自動化は、その業務に要する知識を文書化することから始まる。次に、出来るだけ少ない知識で例外の発生を極小化する様に知識の構造化を行い、要求

される処理の木目細かさに対応させて、微細構造の階層を付加する。

しかしながら航空管制業務においては、一人前の管制官になるために OJT 等の長期の訓練が必要なことから明らかな様に、また業務の一部が、殆どの場合に言語的な説明も可能なものであっても、特に意識することなく無意識的に処理されているのであれば、業務知識を文書化することがそもそも不可能であり、一般的な従来手法により知的な業務支援システムを実現することはできそうもない。

2.4. システム開発技術者側からの可能性

上述の様な状況においては、従来のな方法論や手法によって現場の管制官が望む様な知的な業務支援システムを実現するためには、実際の管制業務を管制官と同等以上に理解しこなすことができ、且つ高度な情報処理システムを構築する能力を有する情報処理技術者が必要不可欠となってしまう。

スーパー管制官、或はスーパー情報処理技術者の登場を期待することは非現実的であるから、我々は、平均的な管制官と平均的な技術者の分業において必要な業務支援システムを構築する手法を見付けなければならない。

筆者は、平均的な管制官が、高度な情報処理システムを構築する能力を有さなくとも、その望む様な知的な業務支援システムを実現することを可能とするプラットフォームやフレームワークを情報処理技術者の側が開発することを提案したい。

一旦、何等かの形で知的な業務支援機能の構築を可能とするプラットフォームを実現し、その上に現状の管制業務環境を構築することができれば、以降、個々には単純な機能しか有さないサブ・システムやアプリケーションであっても、これらを自律的なオブジェクトとして任意に組み合わせて利用可能な様に作成し、必要に応じて逐次付加して行けば、いずれは、ある意味では済し崩し的に利用者である管制官の手によって、いつの間にか業務支援機能が構築されていることが期待できる。

この様な手法により実現される機能は、また機能の完成度は、機能の実現に係るオブジェクトの多様性に依存するため、仕様のには、個々のオブジェクトの完成度が高ければ高い程に、単に管制官のみの手に任せたままでは高度な柔軟性を有すると言う以上にいい加減なものとなる可能性は高い。がしかし、必然的に、構築されたシステムの機能は技術者の側からも見ることが出来るものとなっているた

め、適当に情報処理技術者が介入することにより、仕様の整理とシステム機能の再構成は常に可能である。

また、このようなシステム・デザインを採用すれば、システムの利用者ばかりではなく、システムの開発者の側に便利な機能も自由に埋め込むことが可能である。例えば、システム開発者は管制業務の遂行に関する知識や情報を開発者側の言葉で獲得することも可能となり、利用者と開発者との相互理解を改善させ、以降のシステムの発展を効率化することもできるであろう。

図2に示す様な発展プロセスを経常的に進めることで、一個人の能力によっては、その者が如何に優秀であろうとも、決して実現し得ないレベルに高度な自律性を有する業務支援機能の実現が期待される。否定的に表現すれば、いずれは誰もその全体を理解することが出来なくなるとも言えるが、個々の構成要素が十分に自律的なものであれば、部分的な機能の改修は常に可能であり、部分的に発生する不具合の影響を局所的なものに押さえることも常に可能である。このようなシステムは、既に、その機能の維持と発展に、その全体を知っている人間の存在を必要としないものである。

現時点で既に、一個人の能力に依存するシステム開発はその限界に達しており、現状の最大の技術的な課題の一つは、「如何に複数の人間により一個人の能力を遥かに超えるシステムを実現するか？」と云うことであり、システム全体を理解する人間が必要と考えられるシステムは、その点においてさえ既に

に過去の遺物に成りつつあると考えられる。

3. 意識と無意識の問題

個々の管制官は、常にその業務環境において入手可能な情報の全てを理解してその都度の判断を下している訳ではないし、或る管制官と別の管制官では判断に使用する情報やその解釈に幾らかの差異があることも、彼等が人間である限り必然的なことと考えられる。また、彼等は、現実にはその全てを処理することが不可能な程の多くの情報から重要と思われる情報だけを抽出する能力を、先に述べた言語化されていない知識の集積として、長年の経験や訓練の結果として、無意識化されたフィルターとして獲得していると考えられる。

3.1. 無意識の意識化に伴う問題

日々の管制業務は、彼等の意識することのない能力により効率的に処理されている訳であるが、この無意識による高い効率性は、その処理内容に係る情報機器の導入により改善される以上に、大幅な低下が恐れられるものである。

例えば、自動車の運転等を想像すれば容易に理解できるが、運転操作を全て声で行ったとすれば、その時の疲労はどれ程のものとなるであろうか？

通常は意識する必要のない事柄を意識させることは、一般的に作業負荷を増大させる。従って、警告等の何等かの情報の提示をする必要がある場合であっても、原則的には、先ずは最小限の情報表示のみをアイコン等により行うべきであって、最初から言語的に読まなければならない文章等により提示すべきではない。

後述する見落とし等の問題もあり、現状の管制業務形態においては、そのバランスが難しい問題ではあるが、管制業務負荷を軽減し得るのか、或は増大となってしまうのかは、また業務支援システ

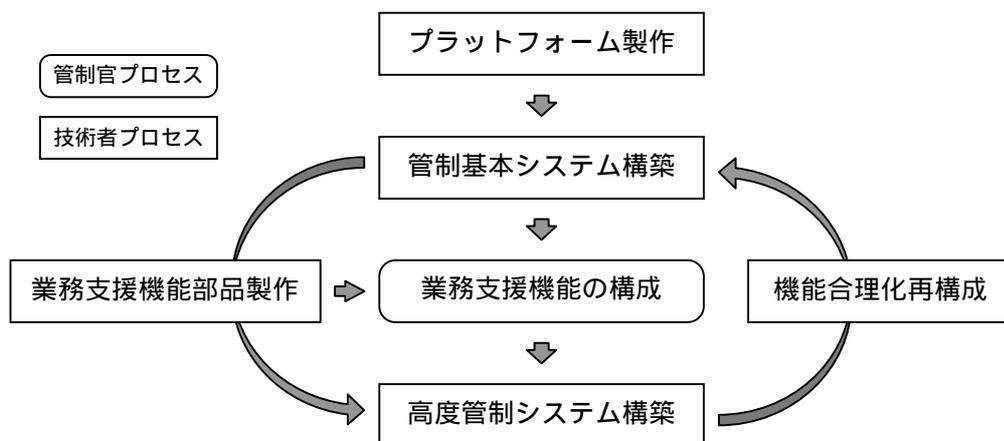


図2 高度知的管制業務支援システムの構築プロセス

ムの出来・不出来は、「いつ、何を、どの様に提示するか?」と言う問いへの、システム開発者からの回答に全て掛かっているのが実情である。

3.2. 見落とし問題への対処

訓練された管制官の有する、自らによっては特に意識されることのない能力により今日の管制業務の効率は実現されている訳であるが、一方でその能力は完全なものではなく、ある瞬間瞬間における見落としは常に発生している。深刻な事態に至ってしまう見落としが時として存在していることは歴史的にも明らかであるが、しかしながら、瞬間瞬間の見落としの殆どは、彼等が“見落とししたこと”に気付く前に、その見落としに気付いて必要なリカバリがなされるものである。

この様な見落としは、我々が観測すれば識別までの時間遅れとして観測されるものであるが、本人には見落としとして意識されないものであり、また当然に、これらは見落としとして指摘される必要のないものでもある。

管制官でもない我々には、彼らの無意識を支援する様なシステムを実現することが不可能であることは先に述べたとおりである。また彼等が使い易くて便利だと感じる様なシステムの実現には、彼等自身によるシステムの構造化が必要不可欠であることも確かに思われる。ここにおける問題は、管制官によるシステムの構造化においても、管制官が特に意識することなく処理している業務内容の意識化が必要不可欠であることであり、この点における業務負荷の増大を避けることはできないことである。

管制官の疲労度の増大は安全性に対して大きな脅威となるであろうから、管制官に過度のストレスを与える様なシステム・デザインは適切ではない。しかしながら、深刻な事態に繋がる見落とし等の可能性も常に存在する訳であり、業務効率を低下させることなく安全性の向上を実現するためには、現時点において何等かの具体的なデザインが存在する訳ではないが、彼等が無意識に犯して無意識に修正する誤りを、どの程度までの意識化手法が適当かも定かではないが、許容されるストレス・レベルにおいて意識化させる様なシステム・デザインを明らかにすることが必要不可欠である。

単に無意識に処理されている作業を意識化させる様なシステム・デザインは、経常的に彼らの業務付加を増大させ、その業務効率を低下させる結果にのみ終わるのであることは明らかであり、この点に

関するシステム開発者の無理解は、システムの利用者に開発者側の基準を押し付けることになり易く、往々にして、指摘する必要のない見落としを指摘したり、また考慮にも値しないアドバイスを乱発したりして、不評を買うこととなる。

4. おわりに

航空管制業務は、コンピュータ等の情報処理装置が存在する以前から人間の管制官が主役として行ってきた業務である。様々な、情報処理技術が導入され業務効率の改善もなされてきたであろうが、現状までは、「管制官が判断して管制指示を发出する。」ことにおいて、本質的な部分は何も変わっていない。

将来的な問題は、管制官の業務負荷を軽減させるために、一部の判断、或は判断に係る知的な情報処理の一部をコンピュータにより行わせようとするにある。現状の業務方式の変更を最小限に、一部の知的情報処理をコンピュータ化しようとするれば、コンピュータよりも柔軟性の高い人間の管制官の側に皺寄せが来ることは必然である。

情報機器の導入が管制官の業務負荷を軽減することによる安全性の向上を図ろうとするものであるのであれば、人間の能力の向上は余り期待できないが、コンピュータの性能向上は著しいので、その導入の指針を、業務方式の変更の最小化に求めるのではなく、将来的に可能な限りコンピュータを導入するための情報処理基盤のデザインとしての合理性に求めるべきである。

経験的に明らかなことであるが、高度な知的作業をその俛にコンピュータに行わせようとして旨く行くことは全くないが、高度な知的作業であっても、業務方式や規則の変更等により、その一部を単純な判断の組み合わせに翻訳できた場合には、コンピュータの導入が驚く程の効率改善をもたらすことも珍しくはないのであるから。

[参考文献]

- [1] 酒井邦嘉著、「言語の脳科学」、中公新書 1647
- [2] 下條信輔著、「サブリミナル・マインド」、中公新書 1324
- [3] N.チョムスキー、「言葉と認識」、大修館書店