

崇城大学における操縦教育

—操縦教員が考慮すべき事項—

梶川 龍藏*

Pilot Training at SOJO University

— Items should be considered by Flight Instructors —

by

Ryuzo KAJIKAWA*

要 旨

操縦教育は学生と教員が一对一对向き合うなかで行われることから、操縦教員の果たす役割は極めて大きい。本学の行動指針である“個”を重んじ一人ひとりの学生目線に立った教育を行うためにも、教員は操縦士であるだけでなく人間の能力とその限界に関する知識を持ち、学生の進度に応じた巧みな教育技法を身に付けていなければならない。また、乗員養成の基礎課程では実際に飛行しながら教授し、ときには学生一人で飛行させなければならないことから、安全の確保が絶対的な条件であるという特徴がある。

我が国の民間航空は第二次世界大戦前後の不幸な断絶を克服して現在の発展をみた。公的あるいは航空会社による養成施設を主軸にした操縦士の養成がこれを支えてきた。その後、本学をはじめとするいくつかの大学が操縦士養成課程を併設し、乗員養成の一翼を担おうとしている。民間航空のさらなる発展を期するためには、優秀な操縦士を安定して継続的に育てる必要があり、養成校のすそ野を広げることが課題となっている。

このような操縦教育の特徴と歴史的な経緯を踏まえながら、その重要性が次第に増してくると思われる大学における操縦教育のあるべき姿について考察する。

Key Words: 操縦教育、人間の能力と限界、技能の信頼性、乗員養成

1. はじめに

操縦士や整備士などの専門技術者が不足することによる公共交通機関の運休が大きく報道されているように、操縦士などの専門技術者は社会資本の一つととらえるべきである。操縦士については公的機関による養成が続けられているが、より多くの操縦士を社会に送り出すため、

今後は大学を含めた民間組織が質の高い訓練を提供し、幅広く操縦士を育てていくことが望ましいと考えられる。

もともと大学においては、産業界の要請にこたえる形で人材育成のため教育の内容を改善し充実させてきた経緯がある。具体的には、コミュニケーション能力に優れ、主体的に考えて行動できる人材を育成しようとしてきたと理解している。

また、大学における乗員養成では学校法人の

*崇城大学工学部宇宙航空システム工学科教授

特徴を生かした環境下で、従来の枠組みにとらわれない養成形態を模索することもできる。一例として、従来の操縦士養成課程で技能の水準を維持するために当然のごとく行われていた罷免 (Elimination) が不可避のものかという疑問にも答えることができるのではないかと考える。

操縦士養成の基礎課程に特有の諸事象に着目しながら、操縦学生を指導する立場に立つ操縦教官が考慮すべき事項を具体的に確認しつつ、大学における操縦教育のあるべき姿について検討してみたい。

2. 操縦教育の特徴

(1) 操縦教員の責務

操縦教育・訓練は、乗員養成の特徴に配慮しながら実施していくことは言うまでもないが、教育基本法に言う「社会の形成者として必要な資質を備えた心身ともに健康な国民の育成を期する」との精神を基礎として進める。操縦教育証明を有する「操縦教員」は単に操縦にかかる経験や技能を有するだけではなく、教育とそのため諸技術に関する識見を求められる。

操縦教員は、学生に良好な環境と機会を提供し、能力を最大限に引き出して、その技能を所定の水準に到達させる。一方で、操縦教員は学生の素質を冷静に見極め、不安全な要素が払拭されなければ操縦士として飛行させないという社会的な責任をも負っている。

(2) 崇城大学の操縦教育

崇城大学は平成20年4月から工学部宇宙航空システム工学科に操縦士養成コースを開設し、民間航空の運航乗務員を目指す操縦士を養成してきた。操縦訓練を外部に委託する期間を経て、平成25年11月からは自家用操縦士、事業用操縦士、陸上多発の等級限定変更、計器飛行証明の基礎課程にかかわるすべての訓練を航空機使用事業者としての認可を受けた崇城大学が自ら一貫して行う体制となっている。

なお、操縦を担当する教官の顔ぶれは、航空会社運航乗務員、一般航空操縦士、防衛省や航空局の操縦士経験者らによる多彩な構成である

ため、多様な訓練形態に対応することができる。

また、宇宙航空システム工学科には航空操縦学専攻のほかに宇宙航空システム専攻と航空整備学専攻の二コースがあり、熊本空港に隣接する恵まれた訓練施設とも相まって、質の高い教育・訓練環境を提供できることが特徴である。

(3) 教育と訓練

家庭教育、学校教育、社会教育などというように、教育とは学習の手助けをすることであり、学習とは、「A change in behavior as a result of experience」、「さまざまな経験の結果として、今後のふるまいを変えること」、「過去の経験を生かして新しい行動を獲得すること」である。

また、教育とは人に他から意図をもって働きかけて望ましい姿に変化させ価値を実現する活動ともいえる。つまり、学生に航空機の運航に必要な知識と操縦技術を持つよう働きかけ、技能を継承する職業人として望ましい姿に変化させるのである。

「働きかける」とは相手にこちらの望むような行動を起こさせるために積極的に活動することであり、強制的な意味合いはない。心理学的にも教育の場では学生自ら変化させることが最も効果があるとされる。

訓練とは実際になにかを行って習熟させることであり、一定の目標に到達させるための実践的教育活動である。崇城大学においても前述の目標に到達させるための実践的教育訓練活動を行うが、これが操縦訓練である。

(4) 人格が対峙する操縦教育

人の性格は先天的な資質と成長期の経験により形成される。資質も経験も個人により異なるため、それらにより形成される性格も個人差が大きい。教育の場にあっては、性格の異なる個人同士が、教育する者(教官)と教育される者(学生)として向き合う。操縦教官の言動に対する感じ方は学生により異なる。学生は、今まで生まれ育った環境の違いからさまざまな個性を持っており、学習の過程で自らの置かれた環境に順応しようとしている。学生の性格を把握し、それぞれの性格に応じた効果的な訓練環境

と訓練技法を提供するよう配慮することは操縦教員の基本的な責務である。

教官は、学生とのあいだに権威勾配があることから独善的になりやすい。自ら学生に近づこうとする姿勢が望まれる。また、学生の進捗や技量傾向に応じた多様な教育法がありうることを認め、柔軟さを失わないよう心掛けるべきである。

学生は操縦技術だけでなく教官の業務に対する取組姿勢や考え方なども学ぶ。教官自身が向上心を持ち研鑽に努力している姿は学生の模範となる。基礎課程で身につけた技能は将来の実用機訓練にまで影響を与える。

(5) 学生の進捗認識と到達目標の明示

崇城大学を含む操縦士養成の基礎課程における操縦教育は、一定の期間と飛行時間を設定したなかで所定の技能に到達するよう計画されている。これらのシラバスは全体の七割程度の学生に合わせたものである。残り三割の平均より劣る学生を担当した場合、教官は技量の伸び悩みを苦慮し追加教育の必要性を検討することになる。

進捗に問題のある学生には当面の課題を明確に認識させるとともに、具体的な解決手段を提示する。学生は上手く行かない理由と対処法が自分では分からないものである。したがって教官は達成可能な当面の目標を設定して希望を持たせ、上手くいかなければ異なる対処法を提案して動機付けが失われないよう配慮する。一度に多くを吸収できない者に対しては、細かなことは求めず絶対にやらなければならない重要な部分を強調して指導することも必要である。

ところで、課題を分析していく過程で学生が殻に閉じこもると教官は正しい判断ができない。このことは、教官と学生の関わりを医者と患者の関係に対比させると理解しやすい。つまり、どちらも病気を治すという共通の目標を持っているにもかかわらず、患者が自覚する症状を正確に医者に伝えなければ、医者は適切な治療を行うことができないのである。教官と学生の双方がこのことを理解し信頼関係を築きあげることが、操縦練習を始めるにあたっての要点であ

る。

(6) 賞賛と叱責

褒められたり叱られたりすることで学習意欲が増すことがあるのは誰しも経験することである。学生は、努力したことへの適正な報酬として褒められることを期待し、それがなければ努力しなくなる傾向があることに留意する。操縦教育の場では学生の努力の結果として上達が認められれば、その事実を肯定的に評価すべきである。これにより望ましい技能の定着が促進される。操縦教員は、賞賛や叱責の目的が刺激を強化し積極的動機付けを行って学生の教育効果を高めることであることを認識しておかなければならない。

学生が十分な事前準備をしていたときや、適切な操作・判断をしたときに賞賛してやることは、今後の操縦練習のやる気に結びつく。賞賛は正しい行動と動機付けを強化するのが目的であり、段階ごとに一つずつ、行動の直後に行うのがよい。ただし、学生が自らの結果に満足していないと思われるときに賞賛しても「おだてられている」と感じ、操縦教員への信頼をなくしてしまう恐れがある。さらに、不用意な賞賛や叱責によって学生相互間に不公平感を持たせないことも重要である。また、自分は素質に恵まれているから努力は必要ないとか、いつも褒められるのが当然であるなどと思わせると逆効果になるため、そのような傾向が感じられたときには、きっぱりと叱っておかなければならない。

叱責する条件としては、危険操作、非行、自信過剰などがある。一般的に叱責の時機は学生がそれらの行為を行ったときがよい。これは、叱責されるべき内容が明確で、学生が叱責を受け入れやすいからである。不適切な行動が見られたときには具体的な事実を捉え内容を明確にしたうえで注意する。感情を露骨にせず、学生の性格にも配慮しながら行う。その際、学生の人格を否定するような言い方は慎む。突き放すのではなく、何をどう改めればよいのか前向きな助言を付け加えることも忘れてはならない。また、賞賛は他者がいる場所で行ってよいが、

叱責は内容が重大であればあるほど本人だけに伝えるよう配慮する必要がある。

なお、叱責とは、感情を抑えながら相手を諭すことをいい、感情もあらわに相手を攻撃することではない。教官が本当に怒ってしまつては学生が萎縮し教育効果を損なう。教官は自らの感情を面に出さず論理的に諭すことが必要で、これが叱責というものである。教官と学生の間には適度な距離感と権威勾配が必要なものの、叱責はハラスメントと誤解されかねないことにも留意すべきである。

(7) 誠意、受容と品格の保持

資質に劣る学生を担当し期限内に所定の技能水準まで到達させることができないようなとき、教官が余裕をなくすることがある。飛行機を安全に運航するには人間の能力の大半を使用しなければならない。そのため、飛行中の機内で操縦教育を行う場合は相当な熟練教官であっても精神的余裕を保つためには努力を要する。

このような環境下では教官の性格や感覚に感じ最も効果的と感ずる行動が現れ易いものである。例えば、声を荒げ手取り足取りするような指導方法である。多くの場合、飛行中の機内にいるのは教官と学生だけであり、教官に主導権があることがこの傾向を助長する。操縦教官自身の言動および行動が誠意と品格を失うことがないか絶えず気を配ることが大切である。

なお、学生が到達すべき技能水準として教官が理解している基準を一定に維持するのは意外に難しいことにも注意が必要である。同じ資格を取得させる課程であっても、繰り返し複数の学生を指導しているうちに要求水準が次第に高くなるのである。優秀な学生を指導したのちはなおさらである。これを克服するには、教官自身が何らかの訓練を受ける立場に身を置くとよい。あるいは、まったく別の資格を目指す学生を担当するか、意識して要求水準を下げるなどの工夫をするのである。

(8) Mental Health への配慮

学生が圧迫を受け続ける教育に耐えられず精神の安定を乱してしまう事例が見られる。近年

の社会問題として不登校や社会的適合性に欠ける若者が増加しているといわれるが、これら社会情勢の変化が背景となっている可能性がある。

感覚的な技術を言葉で表現することは困難だが不可能ではない。愛情を持ち明瞭かつ適切に教えるなかで厳しさも追求できる。教官は学生に欠点のみを容赦なく突きつける教育が通用しないことを知り、適切な教育方法を選択できなければならない。初級の学生は操縦するだけでも緊張するものである。従つて、初期段階では操縦以外に余計な注意を払わせないことが学生の精神的な安定に役立つ。精神的な安定は安全で効果的な訓練につながる。危険操作を減少させると同時に訓練効果が向上し技量の進捗に役立つのである。

ところで、カウンセリングの技術を活用すれば学生の Mental health を良好に保つことに有効である。しかし学生にとって当面の主要な利害関係者でもある教官は適切なカウンセラーたることに限界がある。そのため、教官以外の第三者がいつでもドアを開けて待っている体制を作ることができれば理想的である。

いっぽう、人間は通常の生活では起こらないような生死にかかわる緊急事態を体験した経験があると、心的外傷後ストレス障害 (PTSD) と呼ばれる症状を示す場合があることが知られている。理由もなく強い不安を訴えるなど、担当する学生にこの疑いがあれば早期に臨床心理士などによる専門的な判断を仰ぐべきである。これらの障害は後述する航空身体検査基準の不適合の条件に該当することがあるので注意を要する。

(9) 精神の強靱さと操縦士の適性

教育訓練中の圧迫に耐えられないからと言って操縦士になる資格がないわけではない。操縦士になれるか否かは適切な教育を施したうえ審査で判断すればよい。適切な教育を施しても所定の技能に達することができない学生や操縦教育に耐えることができない学生は操縦士に不向きとも考えられるが、疑いがあるときは、十分な期間と機会を提供したうえで、他の教官によるオブザーブや客観的な審査などの手順を踏ん

で判断すべきである。なお、学生の将来を判断する場合には担当教官が適切な教育を施したか否かが必ず吟味されることを付記しておきたい。

極端な例ではあるが、動機付けを強化するための教育技法として危機感や恐怖心を利用するものがある。操縦技能の習得に伴う達成感を背景とし訓練が楽しいと感じられる環境で動機付けを強化するのは対極にある技法である。学生は否応なく可能な限り積極的な取り組み姿勢で訓練に臨まなければならない。短期間なら別であるが長期の訓練期間中に常に恐怖心にさいなまれ続けることに耐えられる者は少なく、耐えられたとしても操縦士に向いているかどうかとは無関係である。素質を持っていながら、このような理由で脱落していく者が出るとすれば残念なことと言わなければならない。

(10) 学生の犯す危険操作への対処

緊急事態への最良の対策は事前に様々な事態を想定し対処法を考えておくことである。学生の犯す危険操作に関する処置も同様で、あらかじめ様々な操作に備えておく必要がある。代表的な危険操作はスイッチ、レバー類の逆操作と取り違えである。単発課程では高揚力装置レバーと降着装置レバー、多発課程では左右の発動機出力制御レバーの勘違いが最も起こりやすい。これらは場合によっては重大な結果を招く。

学生の犯しやすい危険操作には一定の傾向があり、よく観察しながら訓練を進めれば注意すべき操作が判別できる。単なる手順としか考えていない者は速度を確認せずフラップを下げようとする。ただし、学生の操作に対する教官の不用意な過剰反応によって事態をかえって悪化させることがあってはならない。

学生には日頃から品格性のあるレバー操作を指導するとともに、教官と学生相互間の共通の認識が保たれるよう呼唱による意思疎通を習慣づける。これは将来の複数乗員運航で求められる技能にもつながるものである。

さらに、飛行中は操縦しているのは誰なのか常に明確でなければならない。教官が操縦を引き継ぐ必要がある場合「I have control !」の呼称で、学生が操縦系統からただちに手足を離す

ように指導する。なお、指導のため教官が操縦系統に手足を添えるときは、学生が承知のうえで行うべきである。

また、訓練飛行中は他機との異常接近や機材の不具合など現実の非常事態に遭遇する可能性が常にあることから、学生が不安全要素に気付いたときは速やかに教官に伝えさせる。

(11) 異常事態への対応

教官が飛行中に起こりうるすべての非常事態についての具体的な対処法を学生に教えることには限界がある。したがって、原理原則や考え方とともに学生が自分で考えることの重要性を教える。

また、異常を早期に発見すれば影響を最小限に留めることができることから、計器等の点検を定期的実施するとともに、五感を活かして計器等に現れない異常振動、異音、異臭等の兆候を察知する能力を養う必要がある。そのためには、通常は機材の状態がどうなっているかを学生に理解させておくような指導が前提となる。

(12) Checklist の使用

飛行訓練の開始当初から、Normal と Emergency / Abnormal の Checklist の重要性を学生に理解させておかななければならない。Checklist は誤操作や抜けをなくするためのもので、記憶に基づき Memory で行ってから Checklist に従い確認するもの (Do & Check) と、読み上げながら行うもの (Check & Do) とに分けられる。いずれの場合も、学生には Checklist の項目ごとに呼称しながら実施させる。これは、「人間は間違いを犯す」との前提に立って失念などの人的過誤による事故を防止し、緊急時には手順を確実に実施することで操作の信頼性を高めるために不可欠な習慣である。

3. 制度の枠組み

(1) 無資格者の操縦練習と安全の確保

我が国の航空従事者技能証明制度は国際民間航空条約に基づく国際的な標準に従い、航空法及び同施行規則によって規定されているところ

である。具体的には、国土交通省航空局による技能証明を受けた者だけが一定の範囲の航空業務を行うことができる制度となっている。

しかし技能証明を付与されるに足る技能の水準に達するには、取得しようとする資格に応じた一定期間の教育・訓練が必要であり、特に操縦士の基本的な資格については実際に飛行しながら獲得していく技能が大部分を占めることから、技能証明制度の例外として無資格者を飛行させることが避けられない。このような理由から、操縦練習を実施するにあたっては一般の飛行とは異なる安全確保の配慮が不可欠であり、具体的には以下に述べるような項目について制限が設けられている。

① 操縦教員による監督

操縦練習を安全に行うための制限の第一は、航空法第35条（航空機の操縦練習）に定められている監督者の規定である。操縦練習のための飛行が認められるにあたっての重要な条件である。監督者が保持すべき要件は取得しようとする資格と訓練の内容によって段階的に定められている。最も厳しいのは、操縦士に係る資格を全く持たない者が自家用操縦士の技能証明を取得するために操縦練習許可書によって行うものと、すでに技能証明を有する種類以外の航空機による練習の場合であって、後述の操縦教員が監督しなければならないとされる。

なお、操縦教員とは技能証明、航空身体検査証明及び操縦教育証明を取得し、最近の飛行経験と特定操縦技能の規定を満足して資格の有効性を保っている者のことである（法第34条第2項、法第69条、法第71条の3）。また、航空法第34条、35条で定める航空機の操縦練習とは以下のものである。

- i) 技能証明のない者が操縦練習許可書の交付を受けて行うもの。
- ii) 技能証明のある者が限定された種類以外の航空機に乗り組んで行うもの。
- iii) 技能証明のある者が限定された種類の範囲内で、等級又は型式の違う航空機に乗り組んで行うもの。

② 訓練空域の制限

制限の第二は、航空法第92条（操縦練習飛行

等）に定められている空域の制限である。つまり、操縦練習のための飛行は原則として管制空域の外で行うこととされているのである。ところで、我が国では非管制空域は海上や低高度にわずかに残っているに過ぎない状態であり、操縦練習のための飛行をここに限定することは現実的ではない。そのため航空法で定める許可を受け、管制空域の一部を訓練に使用している。

③ 単独飛行を想定した方式の設定

操縦練習のための飛行を行う際に留意すべき事項については、航空当局がいくつかの規定を設けている。そのなかでも「単独飛行の安全基準」（空乗第2103号）は最も重要なものである。この安全基準は、操縦教員の日々の留意点を網羅するとどまらず、不具合発生時の飛行要領や飛行場付近の飛行方法などの安全を確保するための諸規定を整備しておくことを求めている。

また、安全基準は単独飛行の実施にあたっての最低気象条件、経験要件、指導と技量認定の要領などを示すとともに、通信手段の確保と単独飛行であることの明確な通報も求めている。

安全を確保しながら単独飛行訓練を実施することは操縦教員の最も重要で崇高な責務である。

④ 有資格操縦士に準じた身体上の要件

航空法の規定により、操縦士の技能証明を有していても所定の航空身体検査に合格していなければ航空業務を行うことはできない。この考え方は、先に述べたような理由でこれから技能証明を取得するための操縦練習をはじめの場合であっても同様に適用され、操縦練習を行う者に身体上の問題がないことが確認されなければならない。このため、操縦練習をはじめようとする個人に対して発行される操縦練習許可書は有効期限が一年間とされており、航空身体検査に合格することが許可証発行の主たる要件となっている。

（2）技能証明等の申請・受験・交付手続

① 技能証明の取得

学生が自家用操縦士の技能証明を申請しようとするときは航空法施行規則第42条（技能証明の申請）の定めに従って手続きを進める。我が国の技能証明書発行のための制度は国際標準に

準拠して定められ、見極めの過程は書類審査による航空経歴の確認、基礎知識についての学科試験、そして技能を含むすべての要件を最終判定する実地試験からなる。

なお、航空従事者試験官に提出する実地試験成績報告書の様式にはその学生の訓練を担当した操縦教官の証明欄があり、その教官が実地試験の初めから終わりまで立ち会うことが原則となっている。

つまり、操縦教官は試験官に対して学生が実地試験を受験するに十分な技能を有していることを保証するとともに、実地試験を未了に終わらせないために環境を整える責任を負うのである。

② 操縦教育証明に係る手続き

操縦教育証明は計器飛行証明と同様に、すでに有する技能証明に加えて操縦教育の技能があることを証明するものである。そのため証明は回転翼航空機、飛行機といった航空機の種類ごとに行われる。

なお、准定期運送用操縦士資格取得訓練に対応し、諸外国の制度とも整合させる必要があることから、操縦教育証明制度の見直しが検討されている。これまで一種類であったものをいくつかの格付けに区分し、それぞれに個別の業務範囲が設けられるのではなかろうか。初級の格付けでは業務範囲は狭いものの現行より取得しやすくなることも考えられる。

現行の操縦教育証明を受験しようとする場合の手続きは基本的に技能証明一般と変わるところはない。すでに何らかの技能証明を持ち事業用操縦士相当の航空経歴を有することが必要であり、学科試験では操縦教育の実施要領のほか危険の防止などに関する知識を確認される。

これらを満足した者が実地試験に進むことになるが、操縦教育証明では地上での口述試験に長時間を要するのが特徴である。試験官を操縦練習生と仮定して所定の想定のもとに教育の要領にかかる能力を試される。これに引き続く実技試験でも、事業用操縦士相当の自身の操縦技能だけでなく、試験官を練習生と見立てた操縦教育の要領を実演しなければならない。

4. 学習の基本事項

(1) 学習の四段階

操縦教育の課程で学生が学習することとなる内容は「暗記」、「理解」、「応用」、「洞察」の各段階に階層化して整理できる。また、これらの過程を繰り返すことで学習は深められて行く。

「暗記」の段階とは、内容の理解とは無関係に学習したことをただ繰り返すだけのもっとも低いレベルの能力である。たとえば、所定の速度を言える、Check-list を暗記しているなどである。

「理解」の段階では、ただ繰り返すだけでなく自らが吸収している原理や理論を自分の言葉で説明できる。たとえば全備重量がどのように運航する速度に影響するかを説明できる。

「応用」では、理解しているだけでなく自らが得ている知識と調和させながら学習したことを応用することができる。教官は学生がこのレベルにあると判断したなら指導を極力減らし助言を主体とした教育技法に移行すべきである。

「洞察」の段階に進んだ学生は、自らが学習したことを他の要素に関連付けすることができる。たとえば、機材の不具合による性能低下と天候上の阻害要因を結びつけ、適切な対応策を選択するのである。

(2) 学習の法則

① 動機

操縦教育を効果的に行うには、学生自身が操縦士になりたいという強い願望をもっていることが大切である。その他、個々の操縦練習では、第一に目的を明確に説明しておく。第二にそれがどのように応用されていくかを説明し教育効果を高める。加えて、教官は学生の負担が少ないときなど、説明を受け入れやすい時機を見計らって指導すべきである。これを準備(Readiness)の法則という。

② 効果

学生が楽しさや満足感を感じるとき学習は強化される。教官は学生がうまくやれるような環境を設定するように心がける必要がある。訓練後の講評でも欠点を批判するだけではなく、

「このようにすればうまく行く」など肯定的に指導することで次の操縦練習の教育効果を期待できる。これを効果 (Effect) の法則という。

③ 実践

実地訓練で実践することにより座学で学んだ知識を強化することができる。たとえば、実機による野外飛行訓練中に高度の変更により雲を回避する場面では、相当手前で判断しなければ回避が間に合わないということを学生は学習する。実践が効果を上げることで、学生は認知段階、習得段階、さらに自動化段階へと熟達の度を深めていく。これを練習 (Exercise) の法則という。

④ 初期学習

最初に学んだ物事は記憶に残りやすい。たとえば、どのような操縦士でも最初に教わった教官の名前は終生にわたって覚えているものである。これを初頭効果 (Primacy) の法則という。

学生の初期学習段階で正しい教育を行い、正しい習慣や操作方法を身につけさせることが重要である。再教育は、学生のそれまでの習慣や理論の否定を含むため理解を混乱させることにもなりかねない。そのため、再教育は初めての教育より数倍の労力を必要とするのである。

⑤ 強い刺激

実際の場面を想定した実践的教育は教育効果が高い。たとえば、滑走路末端に電柱や樹木があるような短い滑走路に着陸させると想定すれば、短距離着陸の訓練での降下経路の維持や目標点への接地を演練するのに効果的である。現実には障害物のある条件での訓練が難しい場合でも、通常の滑走路で前述のような想定のもとに場面を設定することで短距離離着陸の教育訓練効果を高めることができる。

(3) 学習の高原

知識学習や技術学習をするときに、学生の上達の程度を示す学習曲線は一直線に伸びていくわけではない。どこかの時点で停滞して上達の進度が落ち、低下 (Slump) することさえある。学習時間をどれだけ延長しても学習効果がほとんど上がらなくなる現象を高原現象 (Learning Plateau) という。

高原現象は一つの課題を連続してやり過ぎたり、身体的疲労が蓄積したり、精神的ストレスが強くなり過ぎることで起こる。教官など人材育成に関わる者は、学生の学習効果を高めるという意味で高原現象の改善や回避に意欲的でないといけない。停滞が起きる原因とその対策は以下のようにまとめることができる。

① 反復練習による集中力や思考力の低下

連続して長時間同じ課題に取り組めば誰でも必然的に高原現象を起こす。そのため、毎日の反復回数 of the 最大値をあらかじめ決めておくことが望ましい。学習課題に色々な変化をつけるようにして訓練内容が単調になるのを防止する。たとえば、訓練空域や教官を変えたりして環境に変化を持たせ、気分転換を図る。

② 精神的ストレスや身体的疲労の蓄積

人間には学習行動への適性と欲求不満への耐性がある。適度の緊張感を持つことは動機を刺激し、物事に対する取り組み姿勢を高める。しかし、学生の緊張感が不足していたり、逆に過度に緊張していたりすると教育効果を最大にすることは難しい。

ストレスは、適度な状態であれば学生の能力を最大限に発揮させることができるが、蓄積されて個人の限界を超えると急速に能力を低下させる。教官は操縦練習中に学生の判断や能力が減退してきたと感じたら、その原因として過度なストレスを疑う。学生がおかれた現在の環境を考慮したうえで蓄積したストレスを消散させる方法を選び、具体的に指導する。可能な範囲で Syllabus にゆとりを持つように工夫し、気分転換のため新しい訓練科目を取り入れたりするのである。

③ 心的外傷への配慮

先に述べたように学生が心的外傷後ストレス障害 (PTSD) と呼ばれる症状を示すことがある。原因が操縦練習を始める前の経験によるものであれば申告がない限り把握は困難であるが、担当する学生にこの疑いがあればただちに飛行訓練を中止し、臨床心理士あるいは精神科医などによる専門的な判断を仰ぐべきである。

また、飛行訓練中に不幸にして航空事故や重大インシデントに相当する体験をした学生を再

訓練しようとするときも、このような心的外傷を負っていないかどうか事前に専門家の診断を受けることが望ましい。学生本人が自覚しているかどうかにかかわらず、早期に対応しておくことで障害を軽減できる。

④ 学習方法への不適応

間違った学習方法を選択すると「不適応」が起こる。学生の知的水準（知能指数）や性向によって、効果の上がる学習方法には違いがある。いきなり難しい練習課題を解いていく方法が適している者もいれば、参考書の基礎知識をしっかりと読み込んでから練習課題に取り組んだほうがよい者もいる。教官はそれぞれの学生に最も適した学習方法を見つけ、無理のない進行と学習の仕方を確立すべきである。

⑤ 学習目的の喪失

学生自身が現時点の学習が何のために役に立つのか分からなくなったときには学習効果は落ちてしまう。そのため、学習の意味や目的を踏まえた自分なりの学習目標を学生に設定させてから操縦練習に取り組ませたほうがよい。また、学生の学習意欲は教官がどれだけ学生の学習成果を評価して褒めるかによっても大きく変わってくるので、その学生の習熟度に見合った努力や成果を肯定的に評価してやることが重要である。

（４）効果的な学習

① 適応機制

人間は、生理的欲求が満たされると、次には物理的、社会的、さらには心理的な欲求というように、次々に求め続けるとされる。欲求が充足されると快感が得られ心理的満足感が得られるが、欲求が実現しなければ心理的な負荷となり、これを解消しようとして「適応機制（防衛機制）」をとるといわれている。

教官は、学生がどの適応機制を使っているか把握するように努めるのみならず、自らが現在どの適応機制を使っているかという視点で常に自己評価していることも大切である。

なお、どの適応機制の方法を利用するかは個人により異なる。また、同じ事象に対して何度も同じ手段をとる場合は不適応の状態が継

続していると考えるべきである。

② 動機付け

動機とは、人が行動するときの基となる心の状態のことであり、操縦練習においても教官は手助けの方法の一つとして「動機付け」を行うことがある。動機付けには「内的動機付け」と「外的動機付け」の二つの方法がある。

内的動機付けとは、夢の実現など精神的な自己満足を求める動機であり、学生は達成感という満足を求めて自ら積極的行動をとる。たとえば、「飛行機が好きで操縦してみたい」、「大型機を操縦してみたい」などである。

外的動機付けとは、「権威や罰による強制」や「金銭的、物質的、社会的報酬」により、学生に対し教官から強制的に行動をとらせることをいう。たとえば、「高収入を得たい」などである。

上記の二つの動機付けのうちどちらが学習効果を上げるかといえば内的動機付けであろう。しかし、教官は練習生の内的動機付けが弱いと判断した場合、金銭的、物質的報酬などの外的なものを用いて動機付けすることもありうる。ただし、これは長続きしない。さらに、教官は権威や罰をちらつかせながら、学生に対して強制的に行動をとらせることもできる。ただし、学生が恐怖心を持つと学習効果が期待できないばかりか学習の障害にもなりうることから、教官は長続きのする内的動機付けに移行させるよう努力しなければならない。

なお、内的動機付けができていない学生に対し不用意に物質的報酬などを用いて対応すると、せっかくの良好な状態を壊す恐れがあることに注意が必要である。

学生が外的な動機で操縦練習を始めたとしても、教官は内的な動機を植え付ける努力や工夫をすることが必要である。教官がいわゆる「最近の学生」に対して抱く戸惑いは、彼らの内的動機付けが弱いことから発生しているともいえる。

③ 学習の転移

転移とは、先行する学習がその後の学習に影響をおよぼすことをいう。このとき、先行する学習が後の学習を促進することを「正の転移」

といい、前の学習が後の学習を阻害することを「負の転移」と呼ぶ。たとえば、「矩形飛行で学んだことを場周飛行に利用する」ことは正の転移である。一方「自動車で方向を変えるのと同じように、地上滑走中の飛行機の方向を操縦輪で変えようとする」ことは負の転移の一例である。

さらに、学生が手順の暗記のみに着目して過剰学習すると、操作手順が機械的な単純作業になってしまうことがある。能力のある学生が陥りやすい手順の形式化、形骸化である。

また、物事の本質や意義の理解を疎かにした学習は上級課程での応用ができない。たとえば、特定の型式の訓練機に対する重量・重心位置・重量分布の計算を、手順にしたがった数字の計算のみに形式化して機械的に作業を続けていると、関連付けができなくなり他の型式での応用が利かなくなる恐れがある。

そもそも、教官からすれば重量重心位置計算の教育目的は、どのような型式の航空機についても実践的に算出でき、それを実運航に利用できることであるはずである。

④ 学習の障害

教官の不用意な振る舞いや配慮の不足によって、教育効果が大きく阻害されてしまうことがある。一例として、学生が教官から不公平に取り扱われているという意識を持った場合や、指導が場当たりのであるなど教育内容が貧弱であると感じた場合、学生は無感動になってしまい学習の効果は上がらない。

また、学生が心配事、恐怖心、不安感、身体疲労、病気、体調不良などの理由で操縦練習に集中できなくなったり、何らかの理由で学習に対する興味を失ってしまったりするようなことも学習の障害になりうる。したがって教官は、操縦練習をはじめにあたり十分な準備を行うとともに、事前の打ち合わせの際に学生の体調と精神的な状態を把握したうえで訓練を開始することが重要である。

5. 操縦教育の理論と方法

(1) 教授の過程

一般的に教育・訓練はいくつかの段階を経て推移する。自家用・事業用・計器証明などの資格別に、課程をいくつかの Phase に分割し個々の演習科目を組み合わせた教育計画を Syllabus という。教官は学生の技量の傾向や進度を把握したうえで、日々の飛行訓練ごとに Lesson plan をまとめる。Lesson plan とは、Syllabus に基づいて実際に操縦練習を行うとき、教育目的、実施科目、到達目標、配当時間などを確定して個別の学生に対して作られた具体的な操縦練習計画書のことをいう。

① 準備

効果的な教育を行うためには周到な準備が欠かせない。飛行訓練の内容については事前に座学を計画し、飛行の方式や科目の実施要領などについて体系的に学生に理解させておく必要がある。

また、人間の記憶には「感覚的留置き」「短期的記憶」「長期的記憶」の各階層があり、学習過程での積み重ねによって定着することにも留意しながら準備する。

② 提示

飛行訓練の内容は事前に予告することを原則とし、学生自身が必要な準備を行うよううながす。さらに当日の飛行前の打合せにおいて実施する科目の要点を説明するとともに、学生の準備の状況を確認する。気象条件等により訓練効果が期待できないと判断される場合や学生の準備が不足していると判断された場合は訓練を見合わせ、座学に準じた追加説明を行うなど適切に対応しなければならない。

③ 展示

教官は飛行中に学生に対して模範演技を行う。事前に説明した要点や注意点などの内容についてそのとおりの手順で実施しながら実体験させる。展示は教官の技能を披露する場面でもあり学生の動機付けを高める効果があるが、必ずしも完璧である必要はなく、たとえ失敗したとしてもその理由と防止策を説明することで目的の大半は達すると考えてよい。

④ 実習

操縦教育の最も重要な部分が学生自身の操縦による実習である。教官による展示に引き続き、あるいは必要に応じて実習の過程に適時に展示を挿入しながら実施し、訓練の効果を最大限に高めるよう工夫する。前述の練習 (Exercise) の法則を用いるのである。

なお、学生が実習として自ら操縦しているときは、教官は不用意な介入を慎まなければならない。学生の進度により異なるものの、たとえば問題が散見されても教官は学生の操縦をできるだけ見守り、事後に指摘し指導しよう心がけるのがよい。教官の顔色を見ながら言われるとおりの行動しかできない学生にしてはならないのである。

⑤ 応用

学生がすでに習得した技能を基礎とした自らの計画と判断をもとに、あらたな課題に取り組む段階をいう。教官は原則として準備から実習に係るまで学生に対する指示を控える。この段階での教官の役割は、学生の自発的な行動を助長しつつも大きな失敗をさせないことである。もしも放置して危険な状態に陥った場合には、学生は飛行について不安や恐怖を感じてしまい、訓練に対する動機付けを損なう恐れがあるからである。適切な時機に助言を与え阻害要因を克服する経験を積ませることができれば、もっとも効果的である。

⑥ 評価

これまでに指導してきた内容が学生にどれくらい定着したのかを教育の一過程として確認することは操縦教員の務めである。定着の状況によっては事後の教育計画の修正が必要になる場合もありうる。これら日常の進度の把握を積み上げることにより、訓練課程の次の段階に進むことができるかどうか、あるいは、その課程で到達目標とする水準に技能が達することが見込めるかどうかを見極めることが重要である。

我が国では操縦教官の証明がなければ航空従事者試験官による実地試験を受けることができない制度となっていることは先に述べたが、教官による見極めが事前に行われることが、技能証明制度を有効に機能させる要点でもある。

(2) 教授の方法

① 教材の準備と活用

操縦教育は空中においてのみ行われるわけではない。さまざまな制約の多い実機を用いた飛行訓練が最大限の効果を上げるためには、地上における教育・訓練を工夫する必要がある。集合教育あるいは個人学習方式による基礎知識の付与、飛行を模擬することの可能な諸装置による訓練などを組み合わせることによって、飛行訓練はさらに充実したものとなる。

② 教科書

広範囲の知識を体系的に習得させるためには教科書が欠かせない。航空法施行規則別表第三「学科試験の科目」に掲げられた項目が操縦士に必要な知識の概要を示している。工学、気象、航法、法規などについては市販された解説書から選択することが可能である。操縦法について一般に入手しやすいのは「飛行機操縦教本」などの解説書である。なお、崇城大学においては、使用する訓練空域・飛行場の飛行要領、航空安全、航空気象や航空管制等の概論などを含め自主作成した教材が活用されている。

③ 飛行訓練装置、Mock-up

最新の電子機器技術を活用した訓練装置の進歩にはめざましいものがあり、シミュレーターを最大限に使用した訓練は今後ますます一般化していくと思われる。基礎課程においては操縦士としての知覚や感覚を養うために実際に空中を飛行しなければならないことから、模擬飛行装置の使用は補助的な内容にとどまっていた。しかし、飛行訓練装置は計器飛行にかかわる一連の訓練のほか、飛行訓練を開始するまえにスイッチやレバーなどの配置と操作に慣熟するには極めて有効な教材である。計器の動かない Mock-up や計器板の実物大写真程度のものであっても、Image training の要領を加味することによって相当の効果が期待できるものである。

④ 模型、図表

飛行前に行う座学あるいは飛行訓練前後の講評において、必要に応じ各種の教具を使用することにより訓練効果を高める。飛行訓練で使用する訓練機の縮尺模型は、飛行中の大きな姿勢変化を説明する教材として有効である。教官が

模型を手に取りながら具体的に説明することで三次元的な理解が期待できる。また、飛行計器の針の動きとか、飛行姿勢に応じた風防と水平線の関係を示すような、指導の要点に特化した教具も考えられる。教官はこれらの教具の使用に精通し、教育訓練の場面に応じて活用できるとよい。

⑤ 視聴覚教材

映画、ビデオ、DVDなどの出版された航空関係の映像が様々な手段で入手できる。また、教官が自ら撮影した映像を編集して独自の教材を作成することも比較的容易になってきている。これらを活用して動画として提供することによる効果には、他の手段では得難いものがある。教官による事前説明と事後の解説あるいは討論形式による取りまとめの段階を経て、最大の教育効果が得られる。

⑥ 講義の要領

学生への知識付与の方法は、大きく集合教育と個人学習に分けることができる。個人学習はパソコン等により学生それぞれの進捗に応じて所定の内容を履修していくものであるが、担当教官は常にすべての項目に係る質問に答える用意がなければならない。一方の集合教育は、従来から行われてきた教室での授業と基本的に変わる場所がない。個人学習に比較して、他の学生の持つ疑問とその回答にもふれることができることから、得られる知識に幅と深さが期待でき、特に基礎課程では効果的な手法である。

担当する講義のテーマと持ち時間が決まったならば、教官は講義要領を作成する。必ず盛り込むべき内容を繋げて骨格を固め、理解を促進するための補助的な事項で肉付けする。教具や教材を併用する場合には該当する段落を明示しておく。

⑦ 討論方式の進め方

操縦士に求められる知識は、単に記憶されているだけでなく、その意味まで理解され現実の飛行で応用されるものでなければならない。何かを丸暗記しただけでは役に立たない。

特定の主題についての知識を深める手段として複数の学生と教官による討論方式が有効である。学生を受身ではなく積極的に説明しなけれ

ばならない立場に置くことで、学習効果を期待するのである。教官はテーマを与え、全員の参加を確認し、必要に応じて討議の方向付けを行う。教官は正解を伏せたまま討論を見守り、十分な討論の過程を経たのちに、しかるべき結論にたどり着かせることが望ましい。

⑧ 洞察への導き方

初期の学生は、記憶した断片的な知識が飛行中にどのような意味を持ち相互に関連するのか理解していないことが多い。また、低空域空中操作や低速飛行の科目が進着陸の際に必要なとされる技能を演練しているとは考えず、全く別の科目と捉えて手順の暗記のみひたすら努力していることもある。

このような段階にいる学生を引き上げてやるのは操縦教員の役目である。すでに必要な知識は記憶している学生に、特定の場面を設定し共有したうえで質問をする。答えやすいものから始めて次第に難度を上げていけば、学生の思考と関連付けを促し、より高い水準の理解が学習的に得られると期待される。

(3) 評価

前述したように、評価は教育訓練の一段階として欠くことができない。一定の教育を行った成果を確認し、事後の計画の立案と変更に戻元するとともに、指導の重点項目を明らかにするのである。

評価の方法は、大きく分けて口頭試問と筆記試験が考えられる。口頭試問は学生と評価担当者が特定のテーマについて質疑を行う中で判定される。一方、教官が行う評価は日常的に訓練に前後して行われ、日々の訓練が効果を上げているかどうかを確認し事後の指導内容に反映させる。

① 質問の技法

先に述べたように教え気づかせるための質問、言い換えれば指導の手段としての質問がある。教官は学生の思考を刺激し方向付けを行う。答えやすいものから始めて次第に難度を上げていくことで学生の思考と洞察を促し、より深く理解させようとするものである。

一方で、学生の知識を見極めるための質問、

言い換えれば評価のための質問があり、上記とは異なった進め方が必要である。つまり、難易度の高い質問から始め、どこで正解が得られたかによって学生の知識の輪郭を見極めるのである。

② 試験による見極め

口頭試問の形式をとる口述試験は、回答の内容によって次の質問内容を変えることができるため、より深く技能を見極めることが可能である。しかし、一対一で行うのが通常であるため効率が悪く、評価担当者による難易度の標準化も難しい。一方、筆記試験は同時に多数の者に対して同じ難易度で実施することができ、口述形式の弱点を補う特徴を持っている。両者を併用することで、より合理的な評価が期待できる。

③ 絶対評価と相対評価

評価には絶対評価と相対評価があり、場面によって使い分けられる。評価を数値化した場合、絶対か相対かによって、まったく別の意味を持つので混用は避けなければならない。

6. 人間の能力とその限界に配慮した教育

人的要素に関する基本概念として、航空機的设计、運航、整備、教育・訓練に関して、人間の能力と限界を考慮し他の要素との調和を求め Human Factors という考え方がある。

運航にかかわる人的要素は大きく二つに分けて考えることができるが、一つは医学・生理学の領域であり、他方は認知心理学などの領域である。具体的には、飛行機を操縦するにあたって脳の覚醒レベルに注目し、覚醒状態は長時間継続できず限界を超えると正常以下の状態にいきなり落ちてしまうなどの特徴を理解して飛行の段階に応じて使い分けられるものであり、詳細は後述する。

他方は、複数の乗組員が関わっていたにもかかわらず重大事故を防ぐことができなかった反省から生まれた心理学に軸足を置く理論である。基礎課程の教育にも関連があるものとしては次のような事項がある。

(1) 情報の伝達と共有 (Communication)

運航に関する情報や意思、意見などを誤解のないように明確に伝えあうことをいう。

複数編成の運航では、乗務員間で状況認識を共有しチームとして最良の意思決定をしていくため適切な Communication が不可欠となる。また、管制官や客室乗務員、整備士、運航管理者などとの運航に関する情報のやりとりも同様であることから、すべての操縦士には双方向で質の高い Communication の技能が求められている。

(2) CRM (Crew Resource Management)

安全で効率的な運航のため、利用可能な人的資源 (航空機乗組員、客室乗務員、運航管理者、整備士、航空管制官等)、機材および情報等のすべてを効果的に活用することをいう。

なお、一人で安全に飛行することを目的としたものを Single Pilot Resource Management (SRM) ということがある。

(3) 状況認識 (Situational Awareness)

航空機内外で起こっている事象を認識し、分析し、これからの変化を予測することをいう。

認識すべき対象は、航空機、操縦士の状態、外部環境、時間経過などがある。多くの事故例で状況認識の喪失が要因として挙げられているのは周知のことであり、兆候を見逃さないことが重要である。

また、Single pilot 機で離陸及び進入・着陸段階 (Phase) の事故が多発する原因は主として状況認識の不足であるとされていることから、これらの Phase で状況を正しく認識することの重要性を強調して指導する。これにより危機意識を持って飛行するようになれば、状況認識は高めることができる。

(4) 意思決定 (Decision Making)

運航で発生した問題を特定し、解決案を考え、行動し、解決し、結果を振り返る過程のことをいう。単に判断することではない。操縦士が何らかの問題を認識したら、まず解決に残された時間を見極め、適用可能な Checklist や Procedure を探し実施する。適用できない場合は時間が許せば分析を行う。時間がな

ければ訓練や日常の運航で蓄積された知識や経験をもとに直観的な意思決定を行わざるをえない。

(5) 作業量管理 (Workload Management)

飛行中の作業負荷を調整することで、様々な場面で発生する Task を適切に取り扱い、操縦士の Performance level を適切に維持することをいう。過負荷 (Overload) 状態に陥ると処理能力を超えて過誤が増える。飛行中、作業が煩雑になればそこに意識が集中し、適切な意識の配分ができなくなる。また Overload が過度の Stress となり、注意力の散漫に繋がり、これらが Pilot Error を招く一因ともなる。

(6) TEM (Threat and Error Management)

CRM 訓練が乗務員の人的過誤による事故を減らすことを目的に導入されたのに対し、TEM は操縦士の過誤 (Error) だけではなく、過誤を誘発する要因 (Threat)、過誤によりもたらされた望ましくない航空機の状態 (UAS : Undesired Aircraft State) にも適切に対処することにより事故を防ぐという考えに基づいた理論である。

7. 航空医学と航空生理

(1) 脳の意識レベル

安全人間工学の知見によれば脳の覚醒状態はつぎの五段階に分けることができる。

Phase 0 : 睡眠中、あるいは発作を起こしたのちの無意識状態

Phase I : 疲労あるいは酔いなどの理由で意識が混濁した状態

Phase II : 特段の緊張のない通常の状態

Phase III : 覚醒した状態

Phase IV : 過緊張、いわゆるパニックの状態

操縦士は Phase III の覚醒状態で業務を行なうことが望ましいが長時間は継続できない。限界を超えると Phase II ではなく Phase I に落ちてしまう。したがって Phase II を維持しながら局面によって Phase III に上げるよう工夫する。筋肉を動かすなどの刺激が有効とされる。

(2) 視覚と知覚の特性

人間は視覚から得られる情報に高い割合で依存し周囲の状況を認識している。このことは操縦士も例外ではなく、自らの認識能力の特性を熟知していることが大切である。

① 動態視力、立体視力

操縦士には身体検査上の良好な視力が求められてはいるが、飛行中に必要なのは単なる視力ではなく脳での情報処理を含めた知覚である。つまり、操縦士にとって「見える」とは「認識される」という意味であり、生理的に網膜のどこかに像が映っていることではない。動態視力や立体視力などと呼ばれることの多い知覚に係る能力は脳での情報処理を含むことから、訓練を積まなければ獲得することができない。したがって、学生と教官が同じものを目の前にしていても違うものが見えている、あるいは教官に見えているものが学生には全く見えないことがあるということを示唆している。

② 夜間視力

いっぽう暗闇での物の見え方は網膜に分布する二種類の視細胞の特性に支配される。暗い光にも反応する視細胞は網膜の周辺部に分布し最大の機能を発揮するまでに数十分の時間を要する。また血液中の酸素濃度低下による影響を受けやすいと言われている。

③ 視程障害現象と地形・障害物の回避

昼間であっても、低視程で視覚情報が制限されている状況では地形の判読や現在位置の特定が困難になり、機位の誤認や喪失の危険性が高まる。高度により地形の見え方が大きく異なることも機位喪失を誘発する要因である。

④ 他機の発見と回避、衝突コースの判断

一定の速度で水平直線飛行をしているとき、衝突の可能性のある他機の機影は水平線上に静止して見え、視野に占める割合は加速度的に変化するという特徴がある。

(3) 飛行中に起こりうる各種の不具合

もともと地上での生活を前提としてきた我々は、大空を活動の場とすべく一步を踏み出したときから多くの葛藤と直面せざるをえない宿命

を背負っている。このような視点で、人間が培ってきた能力の特性により飛行中に生ずるいくつかの問題があり、操縦教育を行う際には十分に配慮されなければならない。

① 空酔い

初期の学生は飛行中に「むかつき」を訴え、ときには嘔吐することがある。飛行中の加速度変化や特有の振動により自律神経失調状態になるためと言われる。

② 状況を認識する能力の障害

人間は主として視覚情報により自らの置かれた周囲の状況を認識している。これに加えて内耳の三半規管などにより加速度や回転を感じて平衡感覚を得ている。これに係る不具合として、錯覚 (Illusion)、空間識失調 (Disorientation)、めまい (Vertigo) が知られている。

③ 低血糖症

血液中の血糖値が低下すると頭がぼんやりし、手に震えを感じることもあり、余裕を持った判断と行動が難しくなる。

④ 低酸素症

呼吸している空気中の酸素分圧が低下すると脳をはじめとする身体各部への酸素供給が不足し急性の身体的・精神的症状が現れる。

一酸化炭素中毒による諸症状も酸素を供給する赤血球の機能喪失による低酸素症の一種とすることができ、赤血球の機能がすぐには回復しないため重症化するのが特徴である。

⑤ 過呼吸

飛行中の低酸素条件と情緒的興奮が重なったとき、呼吸量が増加して血液中の炭酸ガスが過度に排出されることにより起こる。

⑥ 高度変更により発症する航空性中耳炎

減圧症と総称される身体の内圧と大気圧の釣り合いが乱れるために起こる症状の一つである。

⑦ 航空業務特有の疲労と克服

疲労は肉体的なもの、精神的なものに分けられるが、航空業務に特有な疲労は精神的なものが大部分を占める。飛行後は、適度な運動と良質な食事の後に深い睡眠をとるとよい。

⑧ 薬物、アルコール等の影響

一般的に、薬剤を使用しなければならない疾患があるときには航空業務を控えるべきである。

また、飛行前8時間以降の飲酒は厳禁である。

(4) 航空身体検査証明制度

操縦士は技能証明を受けた者であっても航空身体検査に合格していなければ一切の航空業務を行うことはできない。航空身体検査証明は、指定された医療機関で申請者に所定の検査を実施し、指定航空身体検査医が検査結果により適合と判断した場合には身体検査証明書を交付する制度である。

不適合と判定された場合には航空身体検査証明審査会の判定を申請できる。審査会の判定が適合であれば国土交通大臣による航空身体検査証明書が発行され、航空業務に就くことができる。

8. 信頼性のある技能の付与

航空機の運航にはさまざまな要素が関係するため、操縦士に要求される技能は刻々と変化する。そのため諸元の逸脱量に注目した操作技術のみで技能の定着を判断すべきではない。技能証明に係る実地試験においても、科目の判定基準からの逸脱が連鎖したり頻発したりせず総合能力に問題がなければ、技能に信頼性があるとして合格となるのである。操縦教官は技能を構成する各要素を理解し、学生の技能に偏りが生じないように配慮することにより、単独あるいは機長として飛行するのに必要な信頼性のある技能を身に付けさせなければならない。

付与すべき技能の要素は、知識、操作技術、管理能力と取組姿勢の四つである。まず、操縦士の技能は大きく操作技術と総合能力に分けることができる。さらに、操作技術には知識が含まれ、総合能力は管理能力と取組み姿勢に分けることができる。人的要素としてひとくくりにされることの多い総合能力を理解し、これを向上させるための教育・訓練上の着重点について述べる。

(1) 運航に必要な知識 (記憶、理解、応用)

航空機の操縦にかかわる知識は実技に結びつく実用的なものでなければならないことはす

に述べた。学科試験に合格するための記憶に偏った勉強法は一つの段階に過ぎず、内容を自分の言葉で説明できる程度に理解し、飛行中に応用されて実運航に役立つ程度まで高めることを最終目標とする。知識全体を、衣服を収納する筆筒に例えれば、抽斗に十分な量の衣服が収納されていること（記憶）はもちろんであるが、必要に応じてすぐに取り出せる（検索）ように整理されており（理解）、さらには身につけた衣服がその場に合った適切な着こなし（応用）でなければならないのである。

（２）操作技術（通常操作、非常操作、緊急操作）

操縦士としての望ましい習慣を身に付けるため、初期段階から教育の内容に配慮する必要がある。一般的に人の行動は Skill-base、Rule-base、Knowledge-base の三つに階層化してとらえることができると言われる。考えることなく条件反射的に体が反応する Skill-base の操縦操作は主として訓練の初期課程で培われ、比較的劣化しにくい。ちなみに Rule-base の操縦操作とは決められた手順に従って非常時の操作を行うようなものを指し、Knowledge-base の操縦操作とは想定外の緊急事態発生時に発揮されることが期待されるもの、つまり操縦士がその場で考えて行動するようなものを言う。

（３）管理能力（危機管理：計画・判断力、通常業務管理：状況認識力）

想定外の緊急事態が発生したとき操縦士はまず何が起こったのかを見極め、取るべき最良の対応策を選択して着実に実行に移す。ここで発揮されるのが判断力である。Crisis-control につながる能力と言うこともできる。

また、平常どおりの運航ではないが安全を損なわない範囲で快適性を犠牲にするなど多少の Risk を覚悟して目的を達成しようとする場合がある。この際に、例えば巡航形態から着陸形態に移行するなどの通常操作手順の実施時期を変更しなければならなくなる。ここで必要なのが計画力である。Risk-management の能力とも言える。

通常どおりの飛行であっても、操縦士は状況認識力を働かせて自らを取り巻く状況を把握し実施すべき作業の優先順位を考慮しながら手順に漏れがないように配慮しなければならない。

場面ごとの具体的な事例としては次のようなものがある。

① 着陸復行

危険を回避するため着陸操作の継続を断念するには所定の判断力を要する。ともすれば接地させることにのみ意識が集中し危険回避の時機を失う。このことは学生のみならず指導に当たる教官についても言えることである。

② 不時着場の選定

発動機に異常が発生し手順に従って回復操作を実施しても効果がない場合、高度に余裕がなければ速やかに不時着場を選定しなければならない。意志決定を先延ばしにしたり迷ったりすると貴重な高度を損失して不時着が困難になる。

③ 飛行計画の変更

野外飛行訓練中に予定時刻を過ぎても選定した地点を通過できない場合がある。悪天域を回避するなどの理由で経路や高度を変更してないのであれば、原因としては想定外の強い向風に遭遇したことが考えられる。学生は、自ら持てる経験や知識にもとづいて判断することになる。

④ 緊急時の適切な判断

緊急操作手順は起こりうるすべての状況を網羅して決めておくことはできない。また、事態が発生したときの機体の高度、速度、位置や天候により画一的な手順が定められない。したがって、操作手順の選択や実施時期などは操縦士の判断に委ねられているのである。

（４）取組姿勢

操縦士が示すべき一定の行動傾向がある。これを業務に対する取り組み姿勢と呼んでいる。ただし、個々人の傾向ではあっても性格や思想・信条を指すのではない。

教官自らが模範を示しながら、基礎訓練の早い段階から学生に望ましい行動の傾向を身につけさせる。具体的には「積極性」「品格性」「状況認識性」「協調性」さらに「内省性」などに

まとめることができる。

操縦士を目指す学生に対して、安全な移動手段として認知されている今日の航空がどのような課題を克服してきたのかを説明し、油断すれば事故につながる可能性が依然として存在していることを理解させる。常に危機意識を保ち続けるよう指導するのである。

9. 乗員養成の課題

(1) 我が国の乗員養成

我が国が直面している課題のひとつとして、民間投資を喚起することにより国力を上向させるなどの成長戦略の策定と実行がある。公共交通機関の一翼を担う航空産業は重要な社会資本のひとつであることから、国全体の経済活動と総合的な国力の維持・向上に重要な役割を果たすと考えられる。

我が国の民間航空は御巢鷹山の教訓をきっかけとして安全性の向上に取り組み、四半世紀を超える長期間にわたって乗客が死亡するような重大事故を惹起していない。いっぼうで空港などの運航環境の改善と、経済規制および技術規制の両面にわたる合理化の試みが効果を上げつつあり、近年では大手航空会社の経営破綻を経験したにもかかわらず受け皿となる新規参入が活発なため、業界全体としては拡大と活性化が継続している。

もとより、航空会社にとって適切な路線構築と効率の良い機材の選択に加えて、優秀な運航乗務員を安定的に確保することは経営上の課題の一つであろう。我が国の乗員養成は第二次世界大戦前後の不幸な時期を経て、国や大手航空会社による養成を主軸に防衛省割愛と一般航空を加えて推移してきた。国の関与は数年間にわたり航空に関する活動が禁止されたことによる断絶を取り急ぎ挽回するために必要な措置であった。

しかしながら本来の操縦士養成は、個人の要望に応える形で広く民間の組織によっても行われるべきものと考えられる。このところ航空学部を併設する大学が増えていることは、操縦士養成の本来のあるべき姿に戻りつつある極めて

自然な過程と見ることもできる。

(2) 優秀な操縦士の確保

運航乗務員の養成には一定の期間を要する。また、操縦士でさえあれば良いわけでもない。現場の危機管理担当者として公共交通機関たる航空運送事業を担うには、さらなる知識と能力が求められるのである。多数の乗務員を必要とする最近の航空業界の現状から、国内の基礎課程における養成規模の拡大努力に加えていくつかの方策が取られている。

ひとつは60歳を超えたいわゆる加齢乗員について乗務の機会を広げることである。身体検査に合格し一定の条件を満たせば、豊富な経験を持つ運航乗務員が確保できることは利点である。しかしながら、これには期間と人数の点で限界があり、我が国ではすでに該当者は払底し、これ以上の掘り起こしは質の低下につながりかねないことが懸念される。

つぎに、海外で運航乗務員として勤務した経験を有する外人乗員がある。専門技術を有するため就労上の規制を受けず、機長あるいは副操縦士としてすでに多くの航空会社で雇用されている。ただし、いわゆる玉石混交のため採用時には注意が必要であり、海外情勢の影響を敏感に反映することから長期にわたって安定して雇用することは想定しにくい。

いずれも、航空業界の事業規模が急拡大する時期に、短期的な当面の方策として効果を上げてきたものであって、中・長期的に量的あるいは質的に安定して運航乗務員を確保しようとするればいずれも難があることから、我が国の乗員養成は国内に軸足を置きながら日本人同士による教育を前提として行う形態を本流とすべきである。

(3) 考えることのできる操縦士

運航乗務員たる操縦士に付与すべき技能とはどのようなものかを考えるとき、養成形態の違いは大きな要素である。どのように育てられたかによって人の一生が影響を受けるのと同様である。操縦士にとって初単独飛行を含む課程の意味合いが極めて重いのは、この課程でどのよ

うな価値観を持つ教官に教わったかが決定的な意味を持つからである。

操縦士の技能にはいくつかの要素があるが、操作技術に秀でているだけでは十分でないことは論を待たない。運航乗務員のみならず操縦士には、状況を見極めたり手順を選択したりという思考を伴う能力が不可欠なのである。認知心理学の知見によれば人の行動は大きく三つの階層に分けられることは先に述べたが、操縦士にとっても考えて行動する最上位の階層が大切なのである。他の分野と同様に運航乗務員の職域においても、主体的に考え行動する人材が求められることは共通している。

ちなみに、ボーイング社が開発した787型機の型式限定変更訓練では、特定の想定された機材不具合対応よりも運航中の総合的な問題解決の能力に着目した訓練 Syllabus が適用されている。国内で発生した緊急着陸事例では運航側の対応が海外でも高く評価されており、考え方の適切さが裏付けられる結果となった。先端技術の集積である最近の旅客機では機材故障に際して飛行中に乗員ができることは限られており、このような考え方を当然のことと理解した上で、必要な技能を付与あるいは涵養していく必要がある。

このことは従来から国際的な技術基準でも明記されているところであり、日本航空機操縦士協会が主催する乗員養成検討委員会でも、CRM に関する文献の整備が最近の主要議題である。ここでは CRM が複数の乗員により運航される場合に限ったテーマではなく、基礎課程も含めたすべての操縦士に求められる飛行管理能力に関わるものであることが確認されている。

航空に関わる技術規制の見直しが行われていることは先に述べたが、操縦士に関わる航空従事者実地試験実施基準と同細則が平成26年4月に改正された。これまで実地試験で必須とされていた科目が見直され、科目は技能を見極めるための手段であって、飛行全体を安全に終了するように管理する能力の有無が合否判定の主要な要素となったことも妥当なことと理解できる。

(4) 大学に求められるもの

国が養成施設を指定する制度は、所定の訓練を良好な成績で修了すれば国による試験を受けることなく資格が付与されるものである。先にも述べたとおり、全国各地で大学を含めた民間組織が質の高い訓練を提供し、幅広く操縦士を育てていくことが本来のあるべき姿であると考えられることから、有力な組織はこの指定養成施設となって国が行うのと同等の技量管理のもとにより多くの優秀な操縦士を社会に送り出すことが求められていると考えられる。

いっぽうで大学においては産業界の要請に対応し人材育成のため教育の内容を改善し充実させていかなければならない。具体的には、コミュニケーション能力に優れ、主体的に考えて行動できる人材を育成する役割が求められている。

大学における乗員養成の一例として、従来の自家用あるいは事業用操縦士の技能証明取得訓練を枠組みとして踏襲しながら、航空運送事業者の機長を最終目標として運航乗務員に求められる技能の要素を初期の基礎課程から付与していくことが考えられる。学校法人の特徴を生かし、制約の少ない環境下で従来の枠組みにとられない養成型態を模索するのである。

また、産学が連携を深め、初単独飛行を含む基礎課程から事業用、多発、計器課程、さらには特定の実用機の型式限定取得を含む一連の養成課程を構築することも考えられる。この際には先に制定された准定期運送用操縦士の資格制度の採用も検討項目に含まれるであろう。

(5) 操縦士基礎教育のあるべき姿

教育の本義に立ち返って考えるとき、これらの訓練過程は学生にとってひとりの社会人としての成長とも重なるものでなければならない。操縦士の訓練は人の本性を変えるものではなく、より洗練された段階に磨きあげていくものと考えられるべきであって、もしも我々が搭乗する機材が人間の本性に配慮して設計されていないことが明らかであれば、技術的に未熟な機械として設計を変更すべきとの提言がなされるべきであろう。

崇城大学の操縦学専攻は20名の定員である。

訓練施設の規模としては決して大きくはないが、それに見合うきめ細かい教育が可能である。かつての松下村塾は吉田松陰という個性的な教育者によって時代に先駆けたが、熊本が生んだ言論人である徳富蘇峰によれば、「学校といわんよりも同志者の結合というが如き」であったとされる。また、松陰は年齢や性格の異なるすべての塾生に対して、「上に立たずして傍らに在り、子弟に非ずしてむしろ朋友、朋友に非ずしてむしろ兄弟の情をもって相接した」そうである。学生と一対一で向き合う操縦教員にとって、参考とすべき史実ではなかろうか。

大学は学術の中心として、高い教養と専門的能力を培うとともに新たな知見を創造し、その成果を広く社会に提供することにより社会の発展に寄与する役割を担っていると理解している。操縦教育という専門分野についても、実習や体験活動などの教育によって知的な基礎に裏付けられた技能を身につけさせるとともに、技術革新に伴って発生する種々の問題にも対応できる専門的知識と汎用的能力を鍛えることで、大学は社会に貢献するよう期待されているのではあるまいか。

国が行う資格試験に合格することのみを目標にした安易な職業訓練で終わるのではなく、人の本性を矯めることなく磨きをかけるような教育が理想である。つまり、学生を無理やり特定の型にはめ込むのではなく、それぞれが持つ能力を存分に引き出して見せるような姿勢で臨むことが、我が国の乗員養成の基礎課程部分を受け持つ組織のあるべき姿ではないかと考える。

このような文脈において、操縦教員の役割は極めて大きい。

10. おわりに

熊本は航空にゆかりの深い地である。熊本で最初に飛行機が飛んだのは大正元年（1912年）、渡鹿練兵場であったとされるが、これに先立つ明治43年（1910年）、徳川大尉とともに我が国初の動力飛行を成功させた日野熊蔵大尉は人吉の出身と聞く。熊本市内にあった熊本英学校から陸軍士官学校に進み、欧州に派遣されて最新

の操縦技術を学んだ。空を飛ぶだけではなく、飛行機や自動拳銃を自ら設計・制作するなど、軍人や操縦士の枠を超えた多才な人物であったと伝わる。

また昭和13年（1938年）には、当時の民間航空に従事する操縦士を養成するため、逓信省の付属機関である熊本地方航空機乗員養成所が菊池郡合志に開設され、高等乗員養成所に進むまでの基礎教育課程が単発のプロペラ練習機を使用して行われたという史実も残る。

崇城大学の宇宙航空システム工学科にパイロット養成コースが開設されたのは平成20年（2008年）4月のことである。平成18年（2006年）に航空宇宙学科で操縦士養成を始めた東海大学に続き、法政大学や桜美林大学と歩調を合わせるかたちとなった。訓練の一部を外部に委託する期間を経て、平成25年（2013年）11月以降は崇城大学自らが航空機使用事業者として基礎課程に係る教育・訓練を一貫して行っている。熊本県と連携して「パイロットのふるさと創生」活動を行っているのは御承知のとおりである。

後継者を育成し専門的な知識と技能を将来に引き継いでいくのは、この時代に生きる者に課せられた責務である。さらに、操縦士の養成が喫緊の課題と認識されるなかで、教育・訓練機関として恵まれた環境を擁している我々の社会的な責任もまた大きい。合理的で質の高い操縦教育を行い、一人でも多くの若者が夢をかなえて航空運送事業に従事する操縦士として巣立っていくことを願うものである。

謝 辞

この論説をまとめるにあたって、独立行政法人航空大学校の御協力があったことを申し添え、あわせて御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 東謙一、土屋正興、中島巖、梶川龍蔵 1990 「操縦教育教本」 鳳文書林出版販売
- (2) 馬場康雄 編 2013 「飛行機操縦教本」 航空振

興財団

- (3) 橋本邦衛 1994 「安全人間工学」中央労働災害防止協会
- (4) 黒田勲 監修 1978 「航空心理学入門・飛行と
ころ」鳳文書林
- (5) NPO 法人 AIM-JAPAN 編纂協会編 2014
「AIM-Japan」日本航空機操縦士協会
- (6) 桑野偕紀、塚原利夫、前田壮六 1997 「機長
の危機管理」講談社
- (7) 日本航空機操縦士協会 編集・発行 2013 「イ
ンストラクターハンドブック」