

航空管制業務の分担の在り方について

－組織事故研究の観点から－

杉浦 優子 星城大学経営学部

1. はじめに

2024年1月2日に羽田空港（東京国際空港）の滑走路上で航空機衝突事故が発生したことは記憶に新しい。国土交通省は、事故直後から対策本部を設置し、航空管制官（以下、管制官と記す）、パイロット、および航空事業者等に対する指示徹底ならびに監視体制の強化などの対策を打ち出した（Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai, 2024a; Kokudo Kotsu Sho, 2024b）。

本稿で取り上げる航空管制業務については、事故後、緊急対策として新たな業務が追加されたもののその業務は廃止され、2025年度から「離着陸調整担当」が新設されることになった（Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku, 2024b）。この業務分担の見直しは、海外の空港における対策を参考にしたものである（Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai, 2024a; Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku, 2024a）。しかしながら、この「離着陸調整担当」の新設に関しては、異論もあり、元管制官の立場から別の業務分担案も提示されている。

そこで、本稿では、組織事故研究であるノーマル・アクシデント理論（Normal Accident Theory：以下、NATと記す）と高信頼性理論（High Reliability Theory：以下、HRTと記す）の観点から、航空管制業務を分析し、上記の業務分担について、考察を行う。

2. 事故の概要と事故後の対応

事故の概要については、Unyu Anzen Iinkai（2024）の資料に基づいて記述する。2024年1月2日、羽田空港のC滑走路（滑走路34R）上に停止していた海上保安庁所属の航空機（以下、海上保安庁機と記す）に、同滑走路に着陸した日本航空所属の航空機（以下、日本航空機と記す）が衝突し、両機とも大破した。日本航空機の乗客・乗組員は全員、機体から脱出し死者はいなかったが、海上保安庁機の乗組員6名のうち、5名が死亡し1名が重傷となった（Unyu Anzen Iinkai, 2024）。

事故発生直後から、国土交通省は事故防止のための緊急対策を打ち出し、順次実行していた（Kokudo Kotsu Sho, 2024c）。さらに、滑走路における航空機等の衝突防止対策を検討するために、有識者や関係団体から構成される「羽田空港航空機衝突事故対策検討委員会」を2024年1月12日に設置した（Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku Kotsu Kansei Kikaku Ka, 2024）。

そして、事故発生から1年近く経過した2024年12月25日に、Unyu Anzen Iinkaiは、以下の3点が重なったことが事故発生に関与したとの「経過報告」を公表した。①海上保安庁

機が、管制官から滑走路への進入許可を得たと認識し、滑走路に進入・停止したこと。②東京飛行場管制所¹が、海上保安庁機が滑走路に進入・停止していたことを認識していなかったこと。③日本航空機が、滑走路路上に停止していた海上保安庁機を衝突直前まで認識していなかったこと（Unyu Anzen Iinkai, 2024, pp.125-126）。

3. 航空管制業務と事故後の業務変更

(1) 航空管制業務について

管制業務には、飛行場管制業務、進入管制業務、ターミナル・レーダー管制業務、着陸誘導管制業務、航空路管制業務などがある（Kokudo Kotsu Sho, n.d.; Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku Kotsu Kansei Bu, 2025）。飛行場管制業務は、空港から近い（約9 km 圏内）位置を担当し、管制官は管制塔から目視等で航空機の位置を確認し、指示を出している（Kokudo Kotsu Sho, 2020）。

管制塔での仕事には、①飛行場管制席（滑走路に離着陸する順序や時機を決め、許可を出す）、②地上管制席（誘導路等、地上を走行する航空機・車両等に対し、走行経路や待機場所を指示する）、③管制承認伝達席（航空機に、飛行計画〔飛行経路や高度等〕の承認を伝達する）、④副管制席（管制官などとの連絡や調整をする）、などがあり、それぞれ別の管制官が担当する（Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai, 2024a; Kokudo Kotsu Sho, 2020）。羽田空港では、これらの管制官たちを統括する先任管制官のもと、相互に綿密な情報交換をし、業務を行っている²（Kokudo Kotsu Sho, 2020）。Inoue et al. (2024) によると、管制官の業務は、状況判断や意思決定が大部分を占めているため、自動化されている部分は少なく、人に依存している部分が多いという。

(2) 事故発生後の航空管制業務の変更

事故発生後、様々な緊急対応策が提示され、実行に移されていった。航空管制業務に関しても同様である。まず、「疲労はヒューマンエラーのリスクを高める」ことが明記され、管制官の就業環境の把握・管理・改善や、ストレスケア体制の拡充に対する取り組みの重要性が指摘された（Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai, 2024a, p.16）。

次に、管制官の人的体制の強化と管制業務分担の見直しに関しては、以下のような経過をたどっている。Kokudo Kotsu Sho (2024a) によると、管制官による監視体制の強化策として、滑走路への誤進入を知らせるレーダーを常時監視する人員の配置が挙げられた。この監視員配置は羽田空港においては、2024年1月6日から実施され、レーダーが設置されている他の空港に関しても順次行われた（Kokudo Kotsu Sho, 2024a, 2024c）。

¹ 東京飛行場管制所は、統括管制席、飛行場調整席、飛行監視席、飛行場管制席、地上管制席、管制承認伝達席、副管制席の管制席から構成される（Unyu Anzen Iinkai, 2024）。

² 管制塔では、管制官がチームとなって業務に当たっているが、チームの構成は空港の規模によって異なる（Towerman, 2024）。

しかし、現場では、管制官の増員がないまま、常時レーダーを監視する人員を捻出しなければならぬことから、管制官だけでなく、「羽田空港航空機衝突事故対策検討委員会」の委員からも反対意見があり、「こうした配置を今後も継続していくことは、管制官の疲労管理の面で望ましくなく、新たなヒューマンエラーを招くことも懸念される」（Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai, 2024a, p.14）と指摘されている。

その後、管制官が増員され、各空港に配置されることになった（Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku, 2024b）。また、注意喚起表示のみであったシステムに注意喚起音を追加することにより、常時レーダー監視員の配置が解除された（Kokudo Kotsu Sho, 2024d; Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku, 2024b）。さらに、2025年度から「離着陸調整担当」を新設することになった（Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku, 2024b）。つまり、今まで、飛行場管制担当が1人で行っていた業務を「離着陸調整担当」と分担することにしたのである（Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai, 2024a, 2024b）。一部の国では、飛行場管制において、飛行場管制担当、地上管制担当、管制承認伝達担当に加え、他の管制官や隣接管制機関との調整を専属で行う管制官等も配置されている（Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai, 2024a, p.7）ことから、今回、人員を追加し、このように業務を分担することになったようである。

4. 航空管制業務の分担の在り方について

(1) 離着陸調整担当の追加

Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai (2024a, 2024b) や Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku (2024b) によると、今回の事故を受け、管制業務の詳細な分析と、管制官の業務分担の見直しが行われた。特に、飛行場管制担当は、外部監視、パイロット等との交信、システム操作・入力、関係管制官（地上管制担当やターミナル・レーダー担当など）との調整など、常にマルチタスクの状態にあることから、「離着陸調整担当」が、主要空港に新設されることになった。今まで飛行場管制担当が行っていた業務のうち、地上管制担当やターミナル・レーダー担当との調整業務を「離着陸調整担当」が専属で行うことにより、飛行場管制担当は、パイロットとの交信や航空機の監視に専念できるようにすることが図られている。事故前は、飛行場管制担当自身が、関係管制官と、①到着機を進入させるかどうか、②車両を待機させるかどうか、について、それぞれコミュニケーションを取りながら、③出発機を滑走路手前で停止させたり、出発機をどのタイミングで離陸させたりするかについて調整を行っていた。今回、「離着陸調整担当」を新設することにより、「離着陸調整担当」の管制官が、出発機がある場合などは車両と到着機を待機させるように、関係管制官たちに伝えることにした。それにより、飛行場管制担当は、出発機の離陸指示に専念できるようにすることが図られた（Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai, 2024a, 2024b; Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku, 2024b）。つまり、管制官、とりわけ飛行場管制担当の業務が非常に複雑で多岐にわたるため、業務を分担し負担の軽減を図ることにより、安全性を向上させようとしたと考えられる。

(2) 監視支援担当の追加

これに対し、新設された「離着陸調整担当」のメリットとデメリットを挙げ、別の対策を提案している元管制官がいる (Towerman, 2025)。この元管制官は、「離着陸調整担当」を新設するメリット・デメリットについて、以下のように述べている。「離着陸調整担当」を新設するメリットとしては、飛行場管制担当 (滑走路担当) が、他の管制官と調整するためにコミュニケーションする時間がないほど多忙なときは、補佐役として役立つだろう。しかし、飛行場管制担当の仕事である航空機離着陸許可の発出などは、隣にいる地上管制担当や、ターミナル・レーダー管制所とコミュニケーションを取りながら調整して、判断する。ここに新たに「離着陸調整担当」が入ることで、飛行場管制担当は、まず、自分の指示が「離着陸調整担当」に伝わっているかを確認し、次に、「離着陸調整担当」が地上管制担当に正しく伝えているか、さらに、地上管制担当が自分の意図を理解したかどうかを確認する手間が生じる。また、「離着陸調整担当」と、関係管制官との間でコミュニケーション・エラーが生じ、リスクが増大する可能性がある、と (Towerman, 2025)。つまり、今までならば、飛行場管制担当が、自分の隣にいる地上管制担当に直接伝え、その反応を直接確認すれば済んでいたものを、間にもう 1 人介在することで、「伝言ゲーム」のように、①自分の意図が正確に伝わらない可能性が生じ、そして、②それを防ぐための作業が新たに必要になる、ということである。

では、どうすべきなのか。Towerman (2025) は、人員を 1 人追加するのであれば、「監視支援担当」、すなわち、飛行場管制担当の代わりとなって監視する役割を担う人を付けることを推奨している。この方法であれば、飛行場管制担当の業務内容に変わりはないものの、監視を行う管制官を追加することで、異常事態をより発見しやすくなる (Towerman, 2025)。

(3) 組織事故研究の観点

では、組織事故研究の観点から、分業の在り方について考えてみることにする。NAT の提唱者である Charles Perrow (1984, 1999) は、システムの、「相互作用の複雑さ」と、「カップリング (結合)」に注目した。そして、①相互作用が複雑か線形 (リニア) か、②カップリングがタイトかルーズかで様々なシステムを 4 つの象限 (カップリング/相互作用チャート) に分類し、原子力発電所のような、相互作用が複雑でカップリングがタイトなシステムでは、どんな安全対策をしたとしても事故は避けられない、と主張した (Perrow, 1984, 1999)。それに対し、HRT では、そのように相互作用が複雑でカップリングがタイトなシステムであったとしても、HRT が推奨することを行えば事故を防ぐことができる、と反論している (Sagan, 1993)。

本稿で取り上げる航空管制システムは、Perrow が提示した 4 つの象限 (カップリング/相互作用チャート) の中では、「相互作用が線形で、カップリングがタイト」なグループに属する (Perrow, 1984, 1999)。航空管制システムに関して、Perrow (1994, 1999) は、タイト・カップリングを削減し、システムをより安全にできると考えており、この観点か

ら HRT と NAT は、相互に情報交換できる (Perrow, 1999, p.372) と記している。そこで、以下では、NAT と HRT の観点から、航空管制業務の分担の在り方について考察する。

ノーマル・アクシデント理論の観点から

ここでは、まず、システムの相互作用とカップリングを整理する。カップリングのタイト、ルースの違いや、相互作用の複雑、線形の違いに関しては、以下の表が参考になる (表 1、表 2 参照)。Perrow (1999) が列挙しているタイト・カップリングとルース・カップリング、複雑と線形の特徴には、社会システムと技術システムの両側面が含まれている。本稿では、管制業務の分担の在り方を取り上げているため、社会システムに注目することにする。

飛行場管制担当の業務は、担当や交代は予め設定され計画的に運用され、設備、人員にほとんど余裕がなく、代替は限定的であるという意味で、タイト・カップリングである。しかしながら、時間の制約があるものの、各航空機の離着陸を飛行場管制担当自身が立てた計画により、滑走路の手前や空中で待機させて一定程度、遅らせたり、順序を変えたりできるという意味で、ルース・カップリングの側面もある。

事故後、もともと余裕のない人員の中からレーダーを常時監視する人員を捻出せざるを得なくなり、カップリングはタイトの方向へシフトした。しかし、その後、レーダーに注意喚起音を追加することにより、レーダー常時監視業務が廃止され、管制官も増員されたことにより、ルース・カップリングの方向へ多少はシフトしている。

表 1：タイト・カップリングとルース・カップリングの傾向

タイト・カップリング	ルース・カップリング
処理の遅延は不可能	処理を遅らせることができる
順序は不変	順序の変更が可能
目的を達成する方法は 1 つだけ	代替手段が利用できる
物資、設備、人員にほとんど余裕がない	リソースに余裕がある
バッファや冗長性は、計画的に設計されている	バッファや冗長性は、偶然、利用できる
物資、設備、人員の代替は、設計され、限定的	代替物が偶然、利用できる

出所：Perrow (1999, p.96)

今回、「離着陸調整担当」が新設されることで、従来、飛行場管制担当自身が地上管制担当やターミナル・レーダー担当と行っていた調整業務は、「離着陸調整担当」の業務になる。これにより、飛行場管制担当の負担軽減が期待されている。例えば、従来は、飛行場管制担当は、自身のすぐ隣にいる地上管制担当に、自身が出したい指示を依頼し、その依頼の意図が理解されているかどうかを、お互いに無線で会話している内容を聞き、地上管制担当の反応を見て、確認していた (Towerman, 2025)。

しかしながら、「離着陸調整担当」の新設により、飛行場管制担当は、自身のすぐ隣にい

る地上管制担当にではなく、まず、「離着陸調整担当」に指示を依頼し、「離着陸調整担当」が、地上管制担当と調整を行うことになった。Kawanoによると、管制官のタスクは、時々刻々と変化する航空機の状態に、タスクの優先順位をあわせていかなければならず、飛行場管制の場合、秒単位の予測の基に管制作業がなされる (Kawano, 2001)。「離着陸調整担当」が新設されたことで、飛行場管制担当が、地上管制担当と調整する時間は削減されるものの、地上管制担当に自分が出したい指示が伝わるまでに、以前よりも時間がかかることになる。

表 2：複雑なシステム 対 線形のシステム

複雑なシステム	線形のシステム
設備・装置・機器の間隔が狭い	設備・装置・機器の間隔が広い (分散している)
生産工程が近接している	生産工程が分離している
生産順序にない部品のコモン・モード接続 (common-mode connection) が多い	コモン・モード接続 (common-mode connection) は電源と環境に限定される
故障部品の隔離が限定的	故障部品の分離が容易
人員の専門化が相互依存の認識を制限する	人員の専門化が少ない
物資や資材の代替が限定的	物資や資材の代替が広範囲
よくわからない、あるいは意図しないフィードバック・ループ	よくわからない、あるいは意図しないフィードバック・ループはほとんどない
相互作用の可能性のある多くの制御パラメータ	制御パラメータは少数で、直接的で、分離されている
間接的または推測的な情報源	直接的な、オンライン情報源
(変換プロセスに関連する) 一部のプロセスの理解が限定的	全工程 (通常は製造または組立工程) の幅広い理解
概 要	
複雑なシステム	線形のシステム
近さ	特別な隔離
コモン・モード接続	専用接続
相互に接続されたサブシステム	分離されたサブシステム
代替は限定的	代替が容易
フィードバック・ループ	フィードバック・ループの少なさ
多数の相互作用するコントロール	単一目的の、分離されたコントロール
間接的な情報	直接的な情報
理解が限定的	幅広い理解

出所：Perrow (1999, p.88)

また、「離着陸調整担当」が介在することで、飛行場管制担当の意図とは異なる情報が他の管制官たちに伝わったり、伝えたはずのことが伝わっていなかったりする、すなわち、コミュニケーション・エラーが生じる可能性がある (Towerman, 2025) ことも指摘されている。

このように、飛行場管制担当は、今までのように自身の裁量で臨機応変に対応することが難しくなるという意味で、カップリングはタイトの方向にシフトすることになる。

では、相互作用の複雑さに関してはどうであろうか。「離着陸調整担当」が新設され、飛行場管制担当の業務の一部が分担されることにより、飛行場管制担当の負担が軽減され、管制官が直面する相互作用の「複雑さ」が「線形」へシフトするよう見える。しかしながら、航空管制には唯一の正解というようなものはなく、答えが幾つもあり、管制官の間でも考え方に差がある (Murayama, 2018)、という。レーダーで直接、目で確認できる客観的な情報とは異なり、飛行場管制担当から伝達される指示は、飛行場管制担当の過去の経験を踏まえた直感に基づいたものであり、飛行場管制担当がどのような調整を意図しているのか、「離着陸調整担当」は理解しにくい (Towerman, 2025)。この意味で、「離着陸調整担当」が直面する環境は、一定程度「複雑」である。

このように、「離着陸調整担当」が介在することで、コミュニケーション・エラーが生じる可能性はある。これを防ぐには、飛行場管制担当は、①自分の意図が正しく「離着陸調整担当」に伝わっているか、②自分の意図を、「離着陸調整担当」が、関係管制官たちに正しく伝えているか、さらに、③関係管制官たちが自分の意図を理解したか、について自身で監視する必要がある (Towerman, 2025)。しかし、自身で監視しなければ、自分の意図が理解されたとの「推測」に基づき、タスクが継続されることになる。この意味で、飛行場管制担当の環境は、一定程度「複雑」になる。そもそも、管制官の業務には相互依存性がある。特に、飛行場管制担当の業務は、地上管制担当やターミナル・レーダー担当の管制官の業務と、密接な相互依存性がある。そこに「離着陸調整担当」が追加され、今まで飛行場管制担当の管制官が担当していた業務の一部を任せ、飛行場管制担当は、離着陸に専念することになったのである。Perrow は、「人員の専門化が相互依存の認識を制限する」と言う (Perrow, 1999, p.88)。つまり、業務を分割した分、飛行場管制担当管制官の、全体に対する理解が低下する可能性が出てくる。

以上のことから、「離着陸調整担当」を新たに追加することにより、相互作用の複雑性が増大し、カップリングが、より、タイトになる可能性があるのである。

高信頼性理論の観点から

HRT の創始者の 1 人である Roberts (1989, 1990a, 1990b) は、原子力空母や連邦航空局の航空管制センターなど、潜在的に事故を引き起こす可能性のある組織を調査した。そして、そのような可能性のある組織であるにもかかわらず、非常に長期間、ほとんどエラーのない運営をしている組織を「高信頼性」組織 (“High Reliability” Organization) と呼び、その特徴を示した。そして、システムの複雑さとカップリングの影響を軽減するために、どのような対応をすべきかについてまとめている (表 3 参照)。

表3：危険な組織における機能不全の特徴と、その影響を軽減するための対応策

複雑性

特徴	対応
予期せぬ連鎖の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・継続的なトレーニング ・冗長性
複雑な技術	<ul style="list-style-type: none"> ・継続的なトレーニング ・あらゆるレベルでの責任と説明責任
互換性のない機能を持つシステム間が相互作用する可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・機能を分離する職務設計戦略 ・トレーニング
間接的な情報源	<ul style="list-style-type: none"> ・多くの直接的な情報源
不可解な相互作用	<ul style="list-style-type: none"> ・専門用語のトレーニング ・柔軟なエクササイズ

タイト・カップリング

特徴	対応
時間依存プロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・冗長性
作業手順の不変	<ul style="list-style-type: none"> ・職務の専門化 ・システムの柔軟性 階層の分化
ただ1つの目標到達方法	<ul style="list-style-type: none"> ・冗長性 ・システムの柔軟性
僅かなスラック (slack)	<ul style="list-style-type: none"> ・交渉 ・システムの柔軟性

出所：Roberts (1990b, p.111)

Roberts (1990b) は、相互作用の複雑さの特徴である、①予期せぬ連鎖の可能性に対しては、継続的なトレーニングと冗長性で、②複雑な技術に対しては、継続的なトレーニングとあらゆるレベルでの責任・説明責任で、③互換性のない（両立しない）機能を持つシステム間が相互作用する可能性に対しては、機能を分離する職務設計戦略とトレーニングで、④間接的な情報源に対しては、多くの直接的な情報源で、そして、⑤不可解な相互作用に対しては、専門用語のトレーニングや柔軟なエクササイズで対応できるとした。また、タイト・カップリングの特徴である、①時間依存プロセスに対しては、冗長性で、②作業手順の不変に対しては、職務の専門化や、システムの柔軟性、階層の分化で、③ただ1つの目標到達方法に対しては、冗長性やシステムの柔軟性で、そして、④僅かなスラックに対しては、交渉やシステムの柔軟性で対応できるとした (Roberts, 1990b)。

このように、様々な対策が記されているが、Roberts (1990a) は、どれが最も重要であるかはまだ分からないと前置きしながらも、「継続的なトレーニングと冗長性が、リストの最上位にあるのではないか」(p.173)、と記している。なかでも冗長性は、Roberts (1990b, p.111) では、相互作用の複雑さとタイト・カップリングの両方に対して、その悪影響を軽減させることができる対策として示されている。例えば、相互作用の複雑さへの対策としては、それぞれの活動を二重に監視することで、予期せぬ一連の相互作用を早期に特定できるとしている。また、タイト・カップリングへの対策、特に時間依存プロセスへの対策としては、仕事を分解し、部分的にタスクを重複させ冗長化することが挙げられている。例えば、Aがタスク1、2、3を行い、Bがタスク2、4、5を行い、Cがタスク1、4、6を行う、などである (Roberts, 1990a, 1990b)。Roberts (1990a) は、何人もの目が監視役として機能すれば、その何人もの目は、利用できない時間の代わりとなるとしている。そして、冗長化を行うことは、タイト・カップリングの悪影響を軽減し、同時に起こる多数の結果に対処するためだけでなく、タイトな時間枠を分解するためでもある、と述べている (Roberts, 1990a, p.168)。

以上から、HRT の観点からは、管制官業務の分担に関して、「冗長性」がキーワードになることがわかる。

(4) より望ましい対策とは

HRT の観点からは、管制官業務の分担に関して、「冗長性」がキーワードになることがわかったが、問題は、その冗長化の方法である。

「離着陸調整担当」を追加する場合は、部分的にタスクを重複させ「離着陸調整担当」と飛行場管制担当がお互いの作業内容を監視し合うという方法がある。しかしながら、この場合、Towerman (2025) が指摘しているように、飛行場管制担当の負担は増加する。本来、飛行場管制担当の業務負担を軽減し、滑走路の業務に専念することができるようにするために、「離着陸調整担当」を新設したのであるから、負担増加になっては本末転倒である。

他方、「監視支援担当」を追加する場合は、飛行場管制担当の業務負担には変わりはないが、飛行場管制担当と「監視支援担当」で二重に監視することができる (Towerman, 2025)。したがって、「離着陸調整担当の追加」と「監視支援担当の追加」を比較した場合、どちらがより望ましいかといえば、「監視支援担当の追加」の方が望ましいであろう。

管制業務を分担し「離着陸調整担当」を新設するのであれば、「離着陸調整担当」と飛行場管制担当双方の業務を監視するための管制官を更に追加するという方法もあるであろう。しかしながら、増員される管制官の人数には限りがあることを考えると、現実的ではない。

ただし、冗長性に関しては、Sagan (1993, 2004) が明示しているように、HRT と NAT では、評価が異なることを忘れてはならない。HRT においては、冗長性は安全性を増大させると考えられているが、NAT においては、冗長性はしばしばアクシデントを引き起こす (Sagan, 1993)。つまり、HRT では、技術システムの冗長性を高めたり (例：予備の部品や

安全装置の追加)、社会システムの冗長性を高めたり(例: 人員の増加)することによって、アクシデントを避けることができると考える。それに対し、NAT では、技術システムや社会システムの冗長性を高めることで、アクシデントを引き起こす可能性があることを指摘しているのである。Sagan (2004) は、冗長性がリスクを増大させる3つの経路、すなわち、①コモン・モード・エラー(すべての構成要素を失敗させる失策)、②社会的な責任回避、そして③過補償を挙げている。例えば、人員を増加しても、警備強化のために新たに追加したはずの監視員がシステムを破壊したり、責任が分散され「社会的な責任逃れ」を招いたり、安全性が高まったことで、危険な状況での運転が増加する、などが生じる可能性がある(Sagan, 2004)。したがって、冗長性を高める場合には、これらの問題への対応も必要である。

5. おわりに

本稿では、組織事故研究である、NAT と HRT の観点から、管制業務の分担、すなわち、「離着陸調整担当」の新設と「監視支援担当」の追加について、それぞれ考察した。HRT では、「冗長性」の増大、例えば、人員の増加や二重の監視が、相互作用の複雑性やタイト・カップリングからの悪影響を軽減させるとしている。

「離着陸調整担当」の新設も「監視支援担当」の追加も人員を増やした上で実施されることになるが、「離着陸調整担当」を追加する場合は、飛行場管制担当の管制官が対処する相互作用の複雑性が増大し、カップリングが、よりタイトになる可能性がある。他方、「監視支援担当」を追加する場合は、飛行場管制担当の管制官が対処する相互作用の複雑性やカップリングに関して変わりはないものの、「監視支援担当」とともに二重に監視することになる。よって、「離着陸調整担当」を追加するよりも、「監視支援担当」を追加する方が、安全対策としては望ましいであろう。

他方、NAT の観点からは、「冗長性」を高めることにより生じる問題、例えば、「社会的な責任回避」などが指摘されている(Sagan, 2004)ことから、適切な人材の選択、責任の所在の明確化、安全の過信による無理な運用の防止、などの対策は必要であろう。

今後、ますます航空交通量の増大が予想され、それに伴い管制官の負担も大きくなるであろう。本稿では、主に社会システムに注目したが、事故後の安全対策として、様々な装置や検知システム(技術システム)が実際に導入されたり、導入が検討されたりしている。また、新たな検知・監視システムの開発も進んでいる。今後、どのような技術が開発され導入されるのか。その技術は、管制官(社会システム)をサポートし、事故防止に役立つのか。安全対策に関しては、社会システムと技術システムとの相互作用を考慮していく必要がある。

References

- Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai [Haneda Airport Aircraft Collision Prevention Measures Review Committee]. (2024a). *Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai chukan torimatome* [Haneda Airport Aircraft Collision Prevention Measures Review Committee interim report]. Kokudo Kotsu Sho [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism], June 24 (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001753299.pdf>
- Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai [Haneda Airport Aircraft Collision Prevention Measures Review Committee]. (2024b). *Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai chukan torimatome no gaiyo* [Haneda Airport Aircraft Collision Prevention Measures Review Committee overview of the interim report]. Kokudo Kotsu Sho [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism], June 24 (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001750477.pdf>
- Inoue, S., Aoyama, H., Kanno, T., & Furuta, K. (2024). Kokuro kansei gyomu ni okeru chimu ninchi purosesu moderingu shuho ni kansuru kenkyu [A method of team cognitive process modelling of air traffic controller in en route ATC]. *Denshi Koho Kenkyusyo Hokoku* [Electronic Navigation Research Institute Papers], 2024(137), 1-17 (in Japanese). https://doi.org/10.57358/enrihoukoku.2024.137_1
- Kawano, R. (2001). Kokukansei ni okeru hyumanera no jisso [The reality of human error in air traffic control]. *Hyuman intafuesu gakkaiishi* [Human interface = Journal of human interface society], 3(4), 221-228 (in Japanese).
- Kokudo Kotsu Sho [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism]. (n.d.). *Koku kansei gyomu ni tsuite* [Air traffic control operations] [PowerPoint slides] (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/common/000164767.pdf>
- Kokudo Kotsu Sho [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism]. (2020). *Kansei no torikumi* [Control efforts]. March 28 (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/koku/haneda/archive/column/control.html>
- Kokudo Kotsu Sho [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism]. (2024a). *Koku no anzen-anshin kakuho ni muketa kinkyu taisaku* [Emergency measures to ensure aviation safety and security]. January 9 (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001716821.pdf>
- Kokudo Kotsu Sho [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism]. (2024b). *Haneda Kuko kokuki shototsu jiko no gaiyo* [Overview of the Haneda Airport aircraft collision accident]. January 19 (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001718799.pdf>
- Kokudo Kotsu Sho [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism]. (2024c). *Koku no anzen-anshin kakuho ni muketa kinkyu taisaku (2gatsu 15nichi genzai)* [Emergency measures to ensure aviation safety and security (as of February 15)]. February 15 (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001723890.pdf>

- Kokudo Kotsu Sho [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism]. (2024d). *Haneda Kuko Kokuki Syototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai chukan torimatome de teigen sareta taisaku no shinchoku jokyo ichiran* [List of progress on measures proposed in the interim report of the Haneda Airport Aircraft Collision Prevention Measures Review Committee]. December 26 (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001854990.pdf>
- Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Civil Aviation Bureau]. (2024a). *Kaigai jirei chosa hokoku* [Survey report on overseas cases] [PowerPoint slides]. April (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001740742.pdf>
- Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Civil Aviation Bureau]. (2024b). *Chukan torimatome de teigen sareta taisaku no shinchoku jokyo* [Progress of measures proposed in the interim report] [PowerPoint slides]. December (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001854976.pdf>
- Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku Kotsu Kansei Bu [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Civil Aviation Bureau, Air Navigation Services Department]. (2025). *Koku hoan gyomu no gaiyo (2025)* [Overview of air traffic security operations (2025)] [PowerPoint slides] (in Japanese). Retrieved 2025/7/30 from <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001743241.pdf>
- Kokudo Kotsu Sho Koku Kyoku Kotsu Kansei Kikaku Ka [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Civil Aviation Bureau, Air Navigation Services Planning Division]. (2024). *Kassoro jo ni okeru kokuki to no shototsu boshi no tameno anzen anshin taisaku wo kento shimasu: "Haneda Kuko Kokuki Shototsu Jiko Taisaku Kento Iinkai" no kaisai* [We will consider safety and security measures to prevent collisions between aircraft and other objects on the runway: Holding of the "Haneda Airport Aircraft Collision Prevention Measures Review Committee"]. January 16 (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001718022.pdf>
- Murayama, T. (2018). *Kurozu appu! Koku kanseikan: Koku anzen no shugoshin, sono jitsuzo ni semaru!* [Close-up! Air traffic controllers: Guardians of aviation safety, getting a closer look at their actual image!]. Ikarosu shuppan [Ikaros Publications] (in Japanese).
- Perrow, C. (1984). *Normal accidents: Living with high-risk technologies*. Basic Books.
- Perrow, C. (1994). The limits of safety: The enhancements of a theory of accidents. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 2(4), 212-220. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5973.1994.tb00046.x>
- Perrow, C. (1999). *Normal accidents: Living with high-risk technologies: With a new afterword and a postscript on the Y2K problem*. Princeton University Press.
- Roberts, K. H. (1989). New challenges in organizational research: High reliability organizations. *Industrial crisis quarterly*, 3(2), 111-125. <https://doi.org/10.1177/108602668900300202>

- Roberts, K. H. (1990a). Some characteristics of one type of high reliability organization. *Organization science*, 1(2), 160-176. <https://doi.org/10.1287/orsc.1.2.160>
- Roberts, K. H. (1990b). Managing high reliability organizations. *California management review*, 32(4), 101-113. <https://doi.org/10.2307/41166631>
- Sagan, S. D. (1993). *The limits of safety: Organizations, accidents, and nuclear weapons*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9780691213064>
- Sagan, S.D. (2004). The problem of redundancy problem: Why more nuclear security forces may produce less nuclear security. *Risk Analysis*, 24(4), 935-946. <https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00495.x>
- Towerman. (2024). *Koku kansei: Shirarezaru saizensen* [Air traffic control: The unknown front line]. Kawade Shobo Shinsha (in Japanese).
- Towerman. (2025). *Koku kansei: Kamitsu kuko ha keikoku suru* [Air traffic control: Warning of overcrowded airports]. Kawade Shobo Shinsha (in Japanese).
- Unyu Anzen Inkaikai [Japan Transport Safety Board]. (2024). *Kaijo Hoan Cho shozoku Bombarudeia shiki DHC-8-315 kata JA722A oyobi Nihon Koku Kabushiki Kaisha shozoku Eabasu shiki A350-941 kata JA13XJ no koku jiko chosa ni tsuite (keika hokoku)* [Japan Coast Guard Bombardier DHC-8-315, JA722A and Japan Airlines Co., Ltd Airbus A350-941, JA13XJ (Aircraft accident investigation interim report)]. December 25 (in Japanese). <https://www.mlit.go.jp/koku/content/001854988.pdf>

Division of Labor in Air Traffic Control Operations: From the Perspective of Organizational Accident Research

Yuko SUGIURA
Seijoh University
sugiura-y@seijoh-u.ac.jp

Abstract: In January 2024, an aircraft collision occurred on the runway at Haneda Airport (Tokyo International Airport). In the immediate aftermath of the incident, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) issued directives to air traffic controllers, pilots, and airline operators, and implemented measures such as augmenting the monitoring system. The air traffic control operations examined in this study will see the establishment of a new “Takeoff and Landing Coordination Officer” role in fiscal 2025. However, this proposal has encountered some opposition. This paper will therefore analyze air traffic control operations from the perspective of organizational accident research, namely Normal Accident Theory and High Reliability Theory, to consider how air traffic control operations should be divided. The paper contends that establishing the new role of “Takeoff and Landing Coordination Officer” is not a sufficient countermeasure. Instead, the addition of a “Monitoring Support Officer” (Towerman, 2025) would be a more effective solution.

Keywords: air traffic control, tight coupling, complexity, Normal Accident Theory, High Reliability Theory