

「効率的航空管制の実現の為の ATM(Air Traffic Management ; 航空交通管理)による問題解決策の分析と新たな問題解決策の提案」

## 目次

1. 背景と本レポートの目的
2. 問題の全体像の把握
  2. 1 航空管制の原問題
  2. 2 既存の問題解決
  2. 3 既存の問題解決策の問題点・課題
3. 本質的な問題点の抽出
  3. 1 因果分析による既存の問題解決策の解決メカニズムの分析
  3. 2 本質的な問題点
4. 新たな問題解決策の提案
  4. 1 活用可能な問題解決メカニズムと参考事例
  4. 2 新たな問題解決策
  4. 3 新たな問題解決策の影響分析と評価
5. おわりに

※レポート1, レポート2で提出した内容を一部修正・改善した上作成しましたので、図や表は提出時のものと多少異なっています。

## 1. 背景と本レポートの目的

本レポートは、因果分析による本質的問題の抽出、分野を超えた問題とそれに対する解決手法を集積した上での新たな解決案の提示、その解決策の影響分析、という問題解決手法に則って、現存する問題の解決策を探り、提示するものである。これらの解決手法を、実際の問題を1つ取り上げたうえで、各段階で何が起きているか、何を考慮すべきであるか、どんな対策がありそれをどう評価すべきか、を一つ一つ具体的に示していきながら、最終的な解決策を導出し、他分野の次なる問題の解決へのアプローチの参考へとつなげるものである。

## 2. 問題の全体像の把握

### 2. 1 航空管制の原問題

航空管制は航空機同士の衝突を防ぐことや、航空交通の秩序の維持などを目的に、各航空機を無線通信により制御するシステムである。日本においては各空港における管制圏と進入管制区の航空管制と、日本全体の航空路を東京・札幌・福岡・那覇の航空路管制センターでの、それぞれの空域を分担して独立的に行われてきた。

しかし日本の航空交通量は年々増加し、空はますます過密になってきている。増加する需要に対し、中部・神戸・北九州などの各空港の開港や、関空第二滑走路の供用開始、羽田と成田の拡張など、ハード面でも整備がすすめられており、ますます航空交通量は増加することが予測されている。国内航空交通量の増加もさることながら、近隣アジア諸国、特に中国や韓国および東南アジアにいたる経済成長による日本の空の混雑も予想されている。

航空路が混雑すると、航空機同士の衝突や異常接近(ニアミス)の危険性が高まったり、管制官の受け持つ航空機数が増加し1人あたりの負担が大きくなったり、交通流をさばくために航空機が混雑し、到着まで時間がかかるという利用者にとっての不便も発生する。混雑は同時に燃料の余分な消費を伴って航空会社にとっても悪影響を及ぼす。このような背景のもと、需要増加による混雑、それによる支障が生じることが予想されている航空交通において、安全で効率的、かつ経済的な航空機運航を実現することが課題となっている。

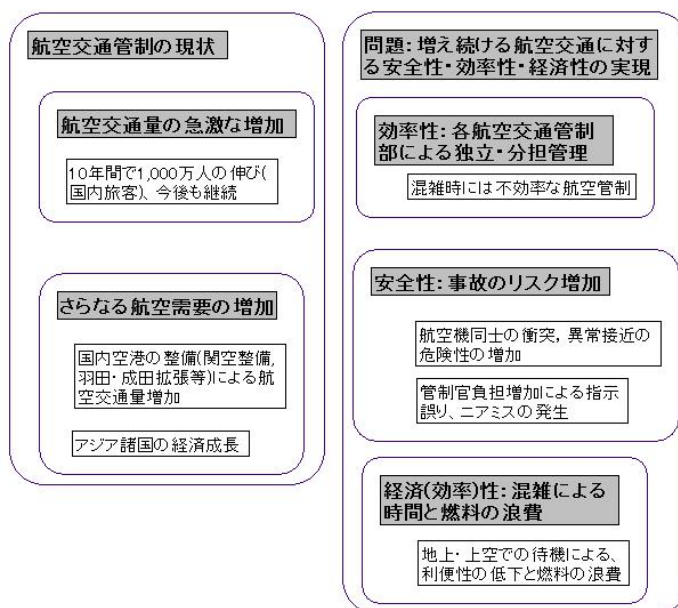


図1：航空管制の現状と、原問題

## 2. 2 既存の問題解決

上で示した問題に対し、1994年に福岡市に航空交通流管理センター(ATFMC)が設立され、日本の空を一元的に管理し、過密の解消を図る機能が発足した。これが「フローコントロール」であり、それまで東京・札幌・福岡など各航空路管制センターが分業していたものを一括管理するようになった。その際、航空管制の主要部であるATCに加え ocean ATM, ATFM, ASMの各体系が作られた。各機能の概要は以下の通りである。

- ・ ocean ATM・・・太平洋上の航空管制を実施(GPSを活用)
- ・ ATFM(Air Traffic Flow Management)・・・適正な交通流を形成, 交通流・量の監視
- ・ ASM(Airspace Management)・・・空域容量を確保、空域を有効活用する

これらの3機能を総合的に機能させ、2005年10月にはさらに気象庁からの気象情報、防衛庁との空域調整、さらに航空会社との連携機能を含め、ATM(Air Traffic Management;航空交通管理)センターとして新たに発足し、2006年2月に本格的に全ての業務を開始した。

これにより、従来では行われてこなかった各機関とのリアルタイムでの迅速な連携と、交通混雑状況に応じて空域を調整する柔軟な空域活用、さらに交通混雑をコンピュータで予測して事前に交通流を制御するといった、総合的な機能の利用と、リアルタイムの情報の入手と予測・解析・警告という手段により、航空交通の安全性と効率性を維持しようとしている。

## 2. 3 既存の問題解決策の問題点・課題

航空交通管理という総合的な航空管制システムの形成により既にある程度の効果を発揮している。例えば以前では到着空港が混雑している場合は上空待機をしていたものが、混雑を予測して出発空港で待機をさせることにより、安全性の確保と燃料の節約へと繋がっている。

しかし一方では乗客の利便性の改善には至っていないという問題が存在する。航空会社にとっては燃費節約ということで、効率・安全の2面が向上したものの、乗客の効率性改善には繋がらない。航空交通は供給側の航空会社と、需要側の乗客があつてこそ成り立つ交通システムであるゆえ、乗客の利便性という項目は軽視することはできないだろう。

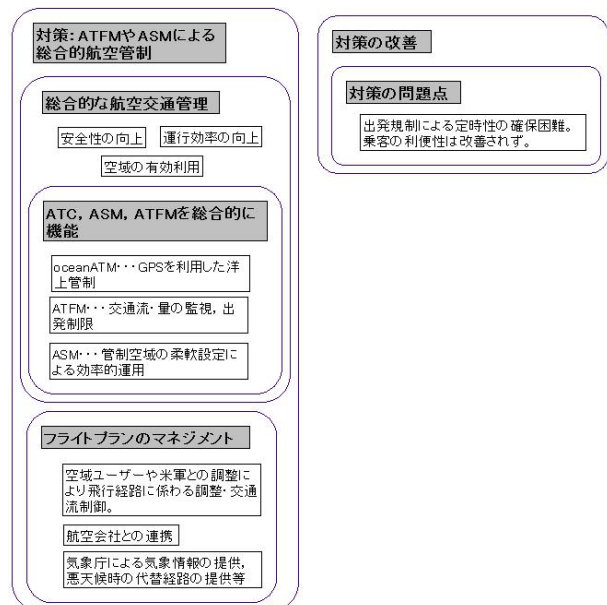


図2：既存の問題解決策とその問題点

### 3. 本質的な問題点の抽出

#### 3. 1 因果分析による既存の問題解決策の解決メカニズムの分析

既存の解決策では課題が残存するので、原問題の因果分析を行った。因果分析は問題点や対策などをリストアップし、因果関係を用いて問題・対策リストを矢印で結びつけ、視覚的に本質的な問題をとらえる方法である。

ベースとなる原問題を「航空交通の安全性・効率性の欠如」とし、その原因を「管制官の負担の増加」と「慢性的な航空交通渋滞」とした。さらにそれぞれの項目についての原因、または対策などを次々に考えていき、iEdit を用いて図として表したのが以下の図である。

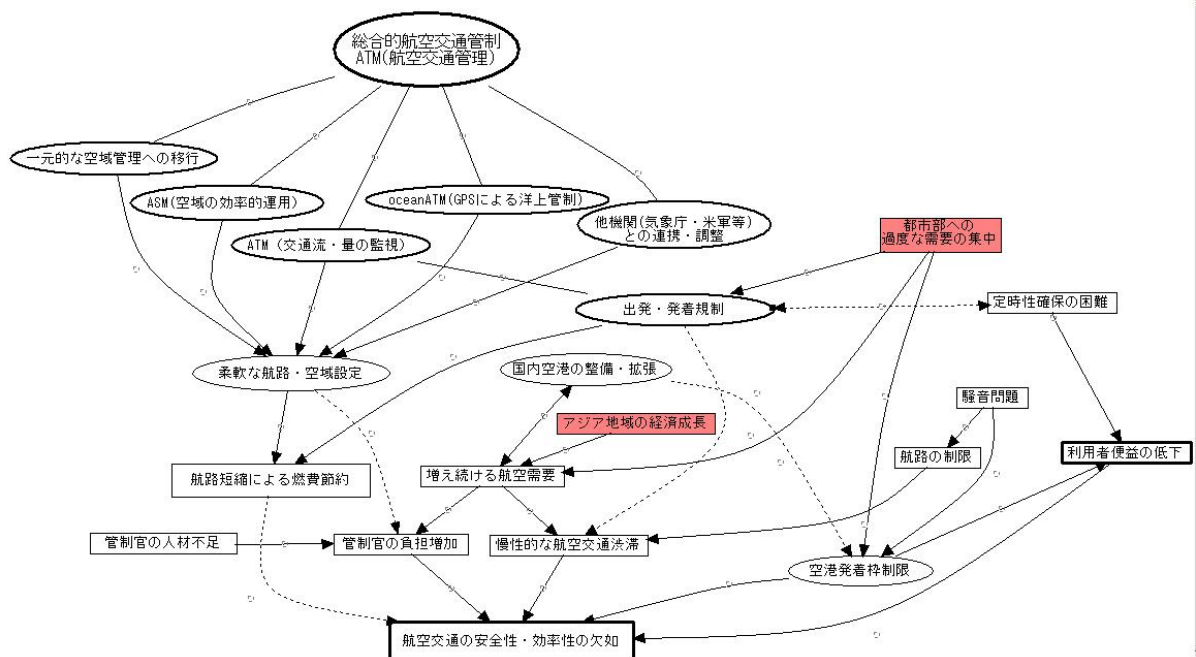


図3：原問題と既存解決策の問題点に関する因果分析

#### 3. 2 本質的な問題点

因果分析の結果、上の図からわかるとおり、本質的な問題点としては「アジア地域の経済成長」と「都市部への過度な需要の集中」ということが導かれた。しかしアジアの経済成長については抑制することが社会的な便益向上に繋がるとは考えられず、抑制すること自体非現実的なので、ここでは「都市部への過度な需要の集中」を本質的な問題とすることにした。

具体例を挙げると、日本の航空交通は羽田空港に大きく偏ったネットワークと便数が形成されている。羽田を中心とした国内路線は、世界の路線別座席提供数の比較で多くが上位に入っており、特に札幌、大阪、福岡線はそれぞれ世界1位、2位、3位の路線である。同時に地方空港では羽田便が空港乗客数の大半を占めている所がほとんどで、羽田便の需要の多さが顕著に伺える。この影響で羽田空港付近の空域はもちろんのこと、羽田から西

へ向かう航空路や羽田から北へ向かう航空路は1日中混雑しており、出発・到着ともに混雑が多発している。このことは関西圏の3空港にも同時に発生している現象である。

以上から、都市部への需要の集中が、局所的に極端な交通集中を引き起こしており、これが原問題の主な原因だと捉えることにした。

#### 4. 新たな問題解決策の提案

##### 4. 1 活用可能な問題解決メカニズムと参考事例

問題特性と解決特性のマトリクスを参照に、本問題特性に対する解決策事例が多いものを選んだ。解決策の特性として有効と考えられるものは以下のものが該当した。

#### ■活用可能な問題解決メカニズム(マトリクスからの結果)

- 4. 潜在的加害者による被害発生防止、
- 12. 加害と被害を媒介する場・主体の監視・管理
- 35. 公的主体による強権的な対策実施
- 36. ハザード拡大の阻止

次に他の問題特性が類似している問題を参考に、解決策の特性を抽出した。Shindan.xlsを参照に、以下の問題事例を選んだ。

#### ■参考事例とその問題解決メカニズム

問題 31 : RoHS (有害物質使用制限) 指令・・・解決メカニズム : 8, 20, 21

8 : 国や第三者機関などの知識を持つ主体による手続き徹底、認証

20 : 被害発生防止

21 : 競争原理の導入による潜在的加害者側の事故未然かの努力/潜在的被害者による選択

以上のように有効だと考えられる解決メカニズムを選定・抽出した結果、解決策の重要なキーワードとして4の「潜在的加害者」と「潜在的被害者」があげられる。「潜在的加害者」とは航空会社であり、同時に「潜在的被害者」も同じ航空会社と利用客である。即ち航空会社が乗客を適切に誘導すれば、増える乗客に対して混雑をある程度緩和することも可能である。

また、8, 12, 35に挙げられるように、国や航空管制部の役割の重要性もみられる。他には21のように競争原理の導入により被害を軽減するという手法も有効のようだ。

問題解決策	問題の原因						問題の内容				解決の手段				解決の内容										
	利便性の追求	悪意	リスク認知不足	情報不足	知識・能力の不足	急速な被害の拡大	システムの複雑性	連携不足	無責任	不正行為	不適切な行動	対策が不適切	規制・強制・懲罰	情報の提供	教育	能力向上	経済的誘導	技術的対策	社会運動	好ましい行動の選択	適切な対策	選択的行動の支援	合理的判断の支援	不正行為の抑止	
土砂災害防止法1	1		1	1							1		1								1				
土砂災害防止法2	1		1	1							1		1								1				
ATM(航空交通管理)				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
水防法	1		1	1							1		1								1				
バリアフリー	1		1	1							1		1								1				
環境税	1										1						1				1				
ロードプライシング	1										1						1				1				
くらしのみちゾーン・トランジットモール	1										1		1								1				
クールビズ、ウォームビズ	1										1										1				
津波災害シミュレーター防災教育			1	1							1		1	1	1						1				
外来生物法									1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
アジア有害廃棄物不法輸出入防止ネットワーク			1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
食品トレーサビリティ2			1				1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CWAT 内部情報漏洩対策システム			1		1						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
そらプロジェクト			1	1							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

図4：解決策の分類

#### 4. 2 新たな問題解決策

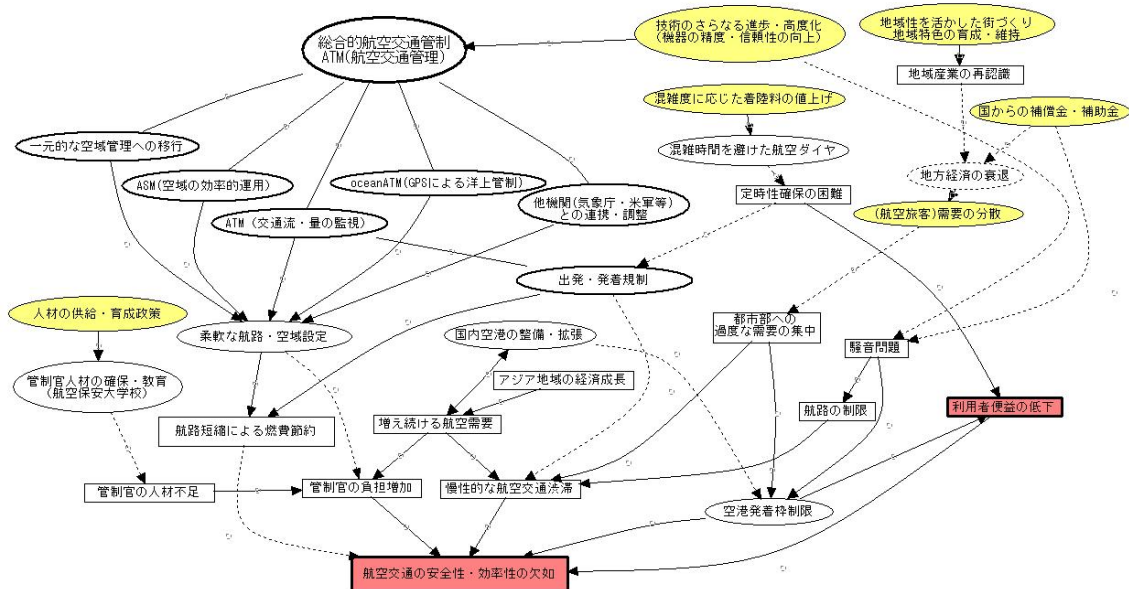
今回は新たな問題解決策として2つ挙げることにした。第1に「潜在的加害者」を適切に誘導することによって被害を未然に防ぐということ。第2に「競争原理の導入」による適切な行動を行わせることだ。具体的には

- ・ 航空旅客の需要の分散
- ・ 混雑度に応じた着陸料の徴収

である。旅客需要の分散は「都市部への過剰な集中」に対するもので、着陸料に関しては経済的誘導と競争原理による解決策である。例えば羽田空港において混雑度の高い時間帯は着陸料を割り増しに、逆に混雑度が低い時間は着陸料を安く設定する要領である。それにより航空会社に極端な時間帯集中を回避させる試みである。新たな解決策を含めた因果関係の図を以下に示す。

図5：新たな解決策

図内では他の解決策や、さらに具体的な上位の解決策の提示も含めている。ただし原問



題からあまりにも乖離する恐れがあるため、先ほど記した2点に絞ることにする。

#### 4. 3 新たな問題解決策の影響分析と評価

影響分析するにあたり、新たな解決策に意見を述べるステークホルダーを以下のものに設定した。

##### 【ステークホルダー】

- ・ 航空利用客
- ・ 航空機運航会社
- ・ 航空管制官／航空交通管制部
- ・ 国
- ・ 地方自治体

【多元的評価の項目】

- ・ 制度の望ましさ
- ・ 行政参加の必要性
- ・ 技術的容易さ
- ・ 経済的容易さ
- ・ 企業・団体にとってのメリット

「旅客需要の分散」

	制度の望ましさ	行政参加の必要性	技術的容易さ	経済的容易さ	メリット
利用客	2	2	1	2	1
運航会社	2	1	1	1	1
管制	3	3	2	2	3
国	2	3	2	2	2
地方	3	2	2	3	3

「混雑度に応じた着陸料」

	制度の望ましさ	行政参加の必要性	技術的容易さ	経済的容易さ	メリット
利用客	1	2	2	2	2
運航会社	1	1	2	1	1
管制	3	3	2	2	3
国	1	3	2	2	3
地方	2	2	2	3	2

表からわかるとおり、新たな解決策は利用客や運航会社にとってはあまり好ましくないもので、管制と国・地方自治体にとっては歓迎されるような方策である。

また、旅客需要の分散という方策は多くのステークホルダーに歓迎されているものだが、着陸料を混雑度に応じて変化させる手段は、多くの立場にとっては好ましくないものとなっている。ただしいずれも技術的には比較的容易であり、航空会社を除いては経済的にも大きな支障とはならないことが判明する。

潜在的加害者と潜在的被害者を探り、それらに対して適切な行動をするような方策をとったという意味では2つの解決策は共通している。しかし航空会社への負担が偏っていることを考えるとこの解決策にも更なる改善の余地があるといっていよう。

5. おわりに

この問題は日本の航空インフラや周辺の経済成長など様々な制約条件の中での解決策である。ゆえに外部要因が変化すれば当然解決策も変化し、さらに発生する問題そのものも変化する。しかしどのような問題にあたって、本質的問題と潜在的加害者・被害者、各ステークホルダーの利害関係を明確にすることが重要だということがわかった。

以上