

羽田空港到着機の効率的な交通制御に向けた一検討

A study on efficient traffic control method for arrival flights to Tokyo International Airport

システム工学群

機械・航空システム制御研究室 1190018 岩本 由香

1. 緒言

世界の航空需要は急速に増加しており、その需要は今後も増加することが予想されている。滑走路を4本持ち、年間利用客数、発着回数ともに日本1位である東京国際空港（羽田空港）においてもさらなる交通量の拡充を目指している。羽田空港では滑走路運用と飛行経路の見直しにより、2015年に約6万回だった国際線の発着回数（深夜・早朝時間帯以外）を2020年には約9.9万回にふやすことが可能となると考えられている。⁽¹⁾

しかし、空海上空はすでに混雑しているため、交通量の増加に伴って発生する迂回や遅延、それらによる燃料消費量の増加、管制官の負担増加など悪影響が出てくると考えられる。近年、これらの問題を解消する安全で効率的な新しい航空交通システムの研究が国内外で行われている。本研究では羽田空港に到着する複数の到着機について、迂回や遅延を解消するための機体の位置、速度の制御方法についての検討のために、CARATS Open Dataを用いて飛行経路や高度、速度について現状分析を行う。

2. CARATS Open Data

今回使用するCARATS Open Dataは国土交通省航空局が公表しているレーダデータであり、航空機ID、型式、時刻、緯度、経度、気圧高度から構成される。GPSによるデータより位置精度や時間分解能が劣るが、日本上空を飛行する全ての航空機のデータが得られるという特徴がある。本研究では対象とする日を無作為に選び、2014年9月15日とし、この日に国内を飛行した航空機の中から羽田空港に到着した便のみを抽出し飛行経路や高度、速度の分析を行った。

3. 到着便の飛行経路

羽田空港到着便の現状を知るにあたって、まずどのような経路を飛行しているのかを確認する。図1に2014年9月15日に羽田空港に到着した便すべての飛行経路を示す。この日の到着便の総数は590便であった。全体的に東からの便に比べ、西からの便が多いことが分かる。国内では主に北海道や大阪、福岡、沖縄などの路線が見受けられる。また、西からの到着便は愛知県および静岡県の沖合付近以降、経路が集中しているように見える。

図2に羽田空港周辺までの迂回が比較的に少ない便がみられる時間帯の飛行経路を示す。4~7時台はどの便もほぼ直線的な経路を取っている。この時間帯は便数が少なく上空も日中ほど混雑していないと考えられ、迂回をすることの無い理想的な経路を飛行している。8時台は到着便数が37便あるが、数便を除くとほとんど迂回する様子なく飛行している。

図3に迂回している便が多く見られる時間帯の飛行経路を示す。12時台、21時台とも直線的に飛行せず、飛行距離が延伸されていることが分かる。このような迂回ルートの飛行はベクタリングと呼ばれ、先行機との間隔を調整するための

方法である。ベクタリングを行うことで滑走路進入までにある程度航空機を整列させることが出来るが、複雑な指示が必要となり管制官の負担になっている。

図4と図5に滑走路への進入経路を示す。図4は17時台に到着した38便を示す。RW22, RW23が使用されており、西からの到着便がウェイポイント“BACON”で、東からの到着便がウェイポイント“DATUM”で合流して滑走路進入している様子が分かる。図5は21時台に到着した40便を示す。迂回無しで飛行している便もあるが、房総半島上空で360°旋回するホールディングと呼ばれる、到着順番管理のための上空待機が見られる。

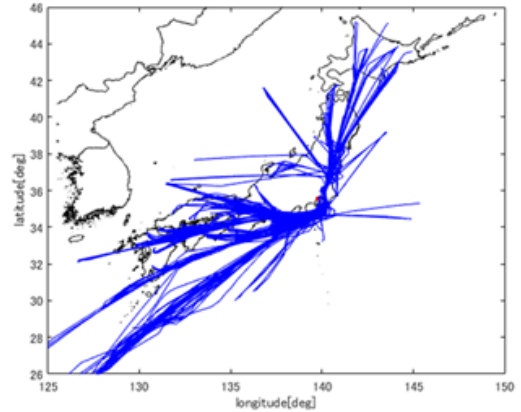


Fig.1 Flight paths of all the flights inbound to Tokyo International Airport

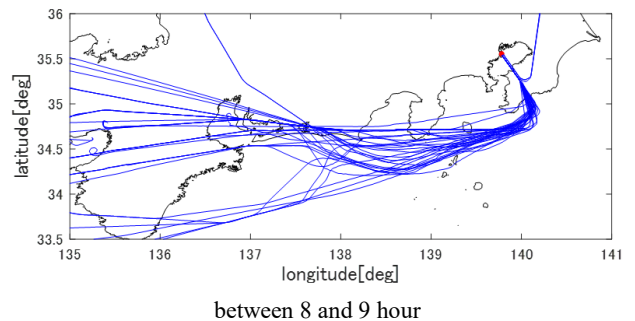
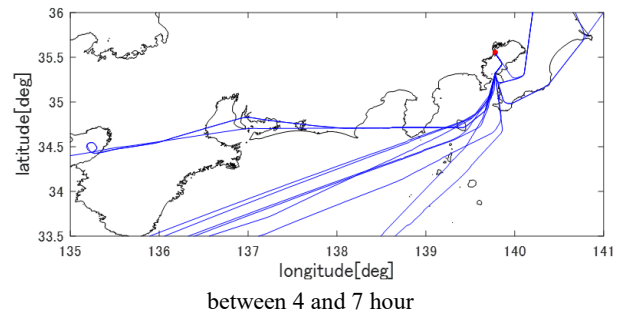


Fig.2 Flight paths with few vectoring instructions

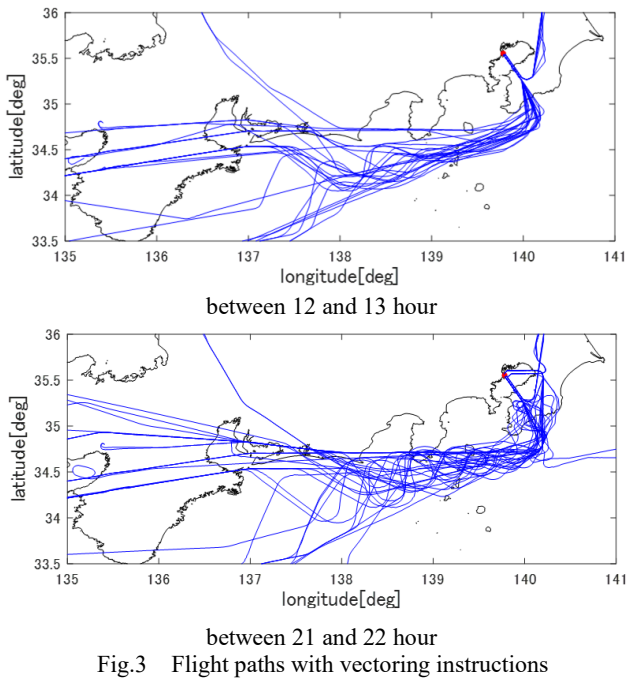


Fig.3 Flight paths with vectoring instructions

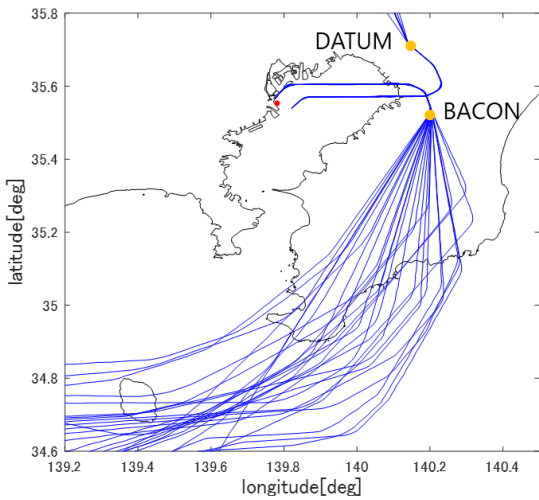


Fig.4 Runway approach route with few holding instructions

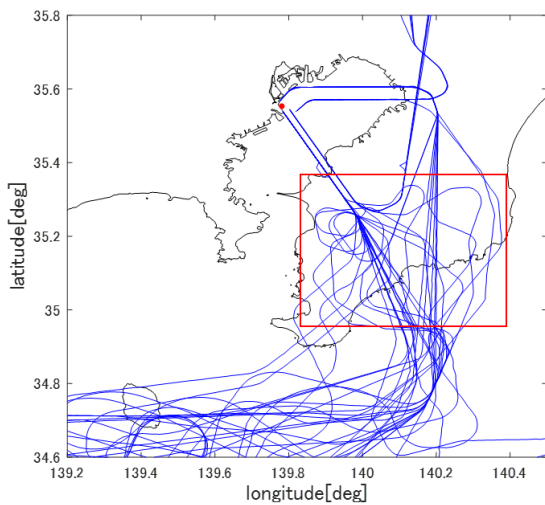


Fig.5 Runway approach route with holding instructions

4. 高度

図6に全到着便を飛行高度ごとに色分けした経路と東京進入管制区(東京 ACA: Approach Control Area)の領域を示す. 高度 5,000[ft]未満を水色, 5,000[ft]以上 10,000[ft]未満を黄色, 10,000[ft]以上 15,000[ft]未満をマゼンタ, 15,000[ft]以上を青色で示している. 千葉県銚子の辺りを通っている数便を除くと, ほとんどの便が東京 ACA 内に入る前に高度を 15,000[ft]まで下げ, その後ほぼ全ての便が FIX 合流までに 5,000[ft]まで高度を下げていることが確認される.

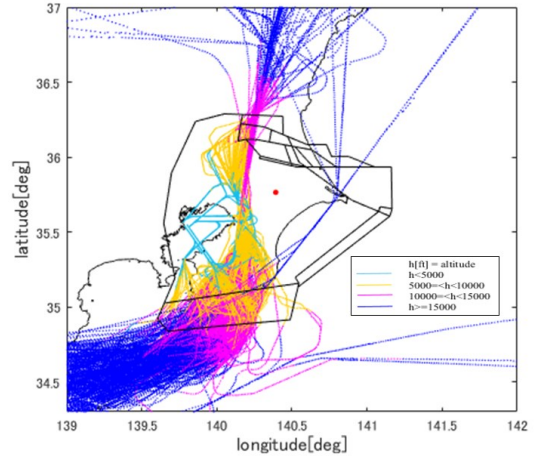


Fig.6 Flight paths of arrival flights with altitude information

5. 速度の導出

図7に較正対気速度 (Calibrated airspeed) を求める手順を示す. まず CARATS Open Data に格納されている時間ごとの緯度, 経度から対地速度 (Ground speed) が計算できる. 実際に飛行した日時の風データを用いて真対気速度 (True airspeed) を求め, さらに圧力, 空気密度を用いて真対気速度を較正対気速度に変換する. ここで使用する風, 圧力, 空気密度の気象データは気象庁が公表している数値予報気象データの現況値である.

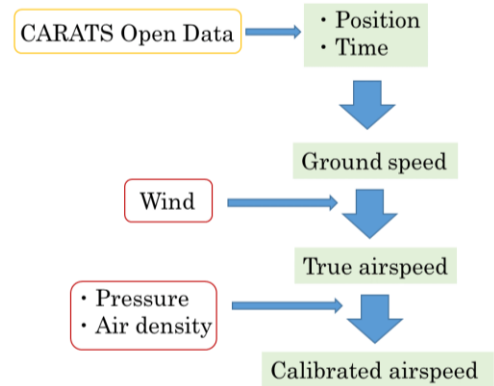


Fig. 7 Calibrated airspeed

6. 結言

羽田空港到着機について飛行経路, 高度, 速度の観点から現状分析を行った. 飛行経路に迂回が発生しており, 遅延や燃料消費量の増加が懸念される便が多く確認できたが, 一方で時間帯によっては迂回が少ない経路で飛行している便も見受けられた.

迂回の方法として図3のような, 到着空港から離れた場所ではあえて航空機を直線的に飛ばさずあらかじめ先行機との間隔を調整するベクタリングと, 図5のように, 空港の直前では旋回により方位を 360° 変更させることで時間調整するホールディングが確認できた.

経路を飛行高度ごとに色分けしてプロットすると、ほぼ全ての便が東京 ACA 内で高度 15,000[ft]以下、ウェイポイント合流以降は高度 5,000[ft]以下で飛行していることが分かった。東京 ACA 内では高度だけでなく速度の制限も定められているので⁽²⁾、今後は較正対気速度を導出し速度変化についても確認し、羽田空港到着機の効率的な交通制御の方法について検討する。

文献

- (1) 国土交通省航空局，“羽田空港のこれから”，
<http://www.mlit.go.jp/common/001088928.pdf>
- (2) 国土交通省航空局，“Aeronautical Information Manual-JAPAN 第 68 号”，2018