



JAL907 便事故・高裁不当判決についての考察

TCAS (Traffic Alert and Collision Avoidance System) の歴史

航空管制システムや衝突防止装置の開発、義務化に大きく関係した大事故をざっと復習しましたので、今回は衝突防止装置開発の歴史を振り返ってみたいと思います。

1. グランドキャニオン事故の頃から

米国で空中衝突防止装置の研究が始まったのは、先ほど紹介しましたグランドキャニオン事故の前後でした。1955年から1965年にかけて Douglas、Honeywell、Radio Corporation of America (RCA) などの、航空機メーカーや航空機装備品メーカーにおいて空中衝突防止装置の研究が行われ、それぞれの会社によりシステムが開発されました。これらは、すべて受動的システムであり、関係機の間で連絡を取るものではありませんでした。このため交通量の多い空域で、整合性を持ち連携の取れた回避指示を出すことは不可能で、実用に適したものは作れませんでした。しかしこの時代に、衝突防止装置の鍵となる概念が Bendix 社の Dr. John S. Morrell により発表されました。それ以前は関係機間の距離を基準に回避を考えていましたが、Dr. Morrell は距離ではなく時間が問題であるとして、関係機間の距離を接近率で割った時間「TAU: time to go to closest point of approach: 再接近までの時間」をシステムの基本とすることとしました。

2. 1960年代後半より

1960年代後半より1970年代前半にかけて何社かが、質問信号を送り応答することにより、その所要時間(言い換えれば距離)と変化率「TAU」を基準に関係機接近を予知する衝突防止装置を開発しました。その装置の実験のための飛行では結果は出ましたが、路線運航の機体に装備して実験してみると、混雑する空域では不必要な警報が多数出ることが分かりました。また同じ装置を搭載する機体のみで衝突防止機能が働き、搭載していない機体には全く作動しないという大きな欠点もあり、実用には適さないと判断されました。

3. 1970年代中期には

1970年代中期には Air Traffic Control Radar Beacon System (ATCRBS) を衝突防止に応用することに努力が集中されました。ATCRBS は、レーダーより質問電波を送り、航空機に装備されたトランスポンダーで応答する、Secondary Radar の別名を持つシステムで、航空会社の機体だけでなく、軍用機、多くの一般小型機も活用しているシステムでした。このやり取りを傍受して衝突回避の計算を行う装置は Beacon Collision Avoidance System (BCAS) と呼ばれました。しかし BCAS は複雑なシステムとなる一面、洋上などレーダー設備が無いか少ない場所では役には立たず、実用には問題が残るかと思われました。

4. Mode S も使い改良を加えると

時期を同じくして、それまでのトランスポンダー応答の数倍の情報量をやり取り出来る Mode S という通信方式が航空機間のデータ通信に使えることが分かってきました。この Mode S を使って関係機の間で情報を交換すれば、衝突防止に大いに寄与する目処がつき 1981年 FAA は BCAS の基本設計に必要な能力を追加する方式で TCAS の開発を続ける決定を下しました。

5 . 1982 年 航空会社の機体で TCAS 実験が始まる

FAA はコンピューター・シミュレーションに加え、FAA の機材で種々の実験を続け、航空管制と TCAS の関係も吟味されました。その結果 TCAS により殆どの異常接近を回避できることが分かりました。一面 TCAS がかえって状況を悪化させることも少しは起こると分かりましたが、有益なものであると判断されました。1982 年に Piedmont 航空の 1 機にシステム評価のための TCAS が搭載されました。操縦席には変更はなく、データを取るためオブザーバー席に機材を装備した状態で約 900 時間の定期便運航を行いました。これで得られたデータを分析してシステム向上に役立てました。1987 年には Piedmont 航空 B727 に TCAS 試作品が搭載され、パイロットが TCAS を使える状態での実験運航が約 1,200 時間行われました。数ヶ月遅れて United Airlines の B737 と DC-8、Northwest Airlines の MD-80 2 機も実験運用に加わり、それぞれ 2,000 時間と 2,500 時間の実績を積みました。これらの実験運用から得られた結論は「TCAS は安全に寄与し有益である。」というものでした。FAA は更に多くの機体に TCAS を搭載する計画を実行し、次の段階に進みます。

6 . 1990 年 米国は TCAS 搭載義務化に踏み切る

米国は 1990 年 12 月に航空会社の飛行機について TCAS 搭載を義務化する法律を施行しました。最初は旅客定員 30 名を超える機体に TCAS 搭載を義務付けるものでした。該当する機体を 30 機以上所有する会社について 20% から始まり、1 年後に全ての会社で 50%、3 年後の 1993 年 12 月には 100% と段階的に義務付けられました。1995 年 12 月には、旅客定員 10 名から 30 名の旅客機または旅客貨物混載機について TCAS が義務付けられました。面白いことに貨物専用機であれば、たとえ B747 であっても、一切 TCAS 搭載は求められていませんでした。米国では貨物専用機の TCAS 搭載は、最大離陸重量 33,000lb 以上のタービン機という分類で義務化される 2005 年 1 月まで先送りされました。

7 . 2000 年 1 月ヨーロッパで義務化、日本は 2001 年 1 月から

ICAO Regional Supplement Procedures EUR/RAC-29 の改訂により、ヨーロッパでは 2000 年 1 月より最大離陸重量 15,000kg 以上または旅客定員 30 名以上のタービン機について ACAS (実質上 TCAS と同じ) 搭載が義務付けられました。また 2005 年 1 月より最大離陸重量 5,700k 以上または旅客定員 19 名以上のタービン機に ACAS 搭載が義務付けられました。

2001 年 1 月日本でも、まず旅客定員 30 名以上または最大離陸重量 15,000kg 以上について ACAS の搭載が義務付けられました。現在では ICAO に合わせる形で 19 名以上または 5,700kg 以上のタービン機について ACAS 2 の搭載が義務付けられています。

(航空法施行規則第 147 条の 5)

8 . 2003 年 1 月 全世界的に TCAS 2 搭載を義務化

2003 年 1 月 1 日有効となる ICAO Annex 6 の改訂により、最大離陸重量 15,000kg 以上または乗客定員 30 名以上のタービン機について ACAS 装備が義務付けられました。最大離陸重量 5,700kg または旅客定員 19 名以上については上記ヨーロッパと同内容です。これらの改訂により全世界的に TCAS の搭載が義務化されました。参考までに、ICAO Annex は軍用機などの国の航空機に適用されるものではありませんが、米軍の一部輸送機、給油機、貨物機には TCAS が搭載されている模様です

(主たる資料：Introduction to TCAS Version 7, FAA, November 2000)

以上