



墜落

ハイテク旅客機がなぜ墜ちるのか

東京大学工学部航空宇宙工学科教授

加藤寛一郎

加藤寛一郎—1935年、東京に生まれる。工学博士。1960年、東京大学工学部航空学科を卒業し、川崎重工業に入社。その後、アメリカ・ボーイング社を経て、1971年に東京大学工学部航空学科助教授となり、1979年に同学科教授、1993年に航空宇宙学

会会長となる。

著書に『生還への飛行』『零戦の秘術』『ニアミス』『極限飛行、危機に立ち向かう心』『飛行の神髄』『隠された飛行の秘術』(以上、講談社)など多数がある。

講談社+α文庫

ついでらく
墜落

——ハイテク旅客機がなぜ墜ちるのか

かとうかんいちろう

加藤寛一郎 ©Kan'ichiro Kato 1994

本書の無断複写(コピー)は著作権法上での例外を除き、禁じられています。

1994年 8月22日第1刷発行

発行者——野間佐和子

発行所——株式会社 講談社

東京都文京区音羽2-12-21 〒112-01

電話 出版部(03)3947-2287

販売部(03)5395-3626

製作部(03)5395-3615

装画——田村哲也

デザイン——鈴木成一デザイン室

本文図版——柄沢研治

カバー印刷——凸版印刷株式会社

印刷——慶昌堂印刷株式会社

製本——株式会社大進堂

落丁本・乱丁本は小社書籍製作部あてにお送りください。

送料は小社負担にてお取り替えます。

なお、この本の内容についてのお問い合わせは

生活文化第三出版部あてにお願いいたします。

Printed in Japan ISBN4-06-256057-7 (生活文化三)

定価はカバーに表示してあります。



墜落

——ハイテク旅客機がなぜ墜ちるのか。

加藤 寛一郎

講談社+α文庫

文庫版まえがき

災害は忘れた頃にやってくる。

日航ジャンボ機が御巢鷹山^{おすたかやま}に墜ちて九年、今度は中華航空エアバス機が名古屋空港^{ついでらぐ}に墜落した。再び多数の犠牲者が出た。

この事故はハイテク機の飛行制御系が深くかかわっていた。事故は人間と機械の境界の、微妙なバランスの上で起きたようである。

原著を書いたのは一九九〇年、その頃漠然^{ばくぜん}と感じていた予感が、不幸に的中した。人間が飛行機を信頼するために起こる事故が、ハイテク機に集中的に起きはじめた。当初、新しいタイプと思えた事故は、今や必ずしも新しくなくなつた。

今回文庫版刊行に際しては、序章を書き加えた。ここは原著刊行後に起きたエアバス機の事故を中心に、ハイテク機の墜落事故を概観している。

中華航空機事故については、事故報告書はまだ公表されていない。しかし事故後パイロット、運航、報道関係の方々と議論する機会が多かった。それらをもとに、現時点での推測を書

いた。

一九九四年六月

加藤寛一郎
かとう かんいちろう

目次

文庫版まえがき 3

まえがき 21

文庫版のための序章

エアバスA300-600R、機械の叛乱^{はんらん}

中華航空機の墜落 24

コクピットの奇妙な会話 25

真っ向から相争う人間と機械 31

フランス航空局のシナリオが「意図」するもの 32

水平尾翼 33

ランド・モードと着陸やり直しモード 34

同じような前例、三回続けて失速 36

「オーバーライド」は拒否される 38

人間を重視するか機械を重視するか 40

エアバスの三つの墜落事故 41

よく似た状況 43

パイロットが操縦できない飛行機 44

新技術は新しさゆえに理解されにくい 46

機械の「反抗」から「叛乱」へ 48

コンピューターという神々の気まぐれ 49

第一章 新しいタイプの航空機事故が起きている

NTSBのセイフティー記事に興味津々 54

「悪意に満ちた風」が吹くとき…… 55

推理小説もどきの航空機事故が 57

一九二六年、サンリテグジュペリの孤独な闘い 59

一九四四年、坂井三郎の神技 62

現代の操縦とはボタンを押すこと 64

「計器の指示は正しいのか」 64

自動操縦を信じて…… 66

機械への信頼——自動化はますます進む 67

機械が人間に挑戦を仕込んでいる 68

五つの航空機事故の意外な原因 70

飛行力学から事故の真の姿に迫る 71

多くの方々の忍耐に助けられて 72

第二章 ボーイングB-727、異常な速度超過が

ノースウエスト・フェリー便の三名の乗員 78

「メイデー、メイデー、操縦不能！」 80

雷雨、着氷の気象状況 81

「オン」なのか「オフ」なのか——五回のスイッチ音 83

二度の異常な速度減少 86

信じられないほどの速度超過！ 88

マッハ・バフエット——失速警報が 90

「引け、すぐ、……引け、そうだ」 91

トリム——力を抜く 93

エンジン、水平尾翼はどうなっていたか 94

動圧と静圧の差を読む 95

B-727の速度計測システムは三つ 97

ピトー管のヒーター・スイッチは「オフ」に 101

ボーイング社の事故原因の解析 103

飛行機の揚力とは 105

失速すると飛行機はどうなる 107

きりもみ——片方の翼が他方の翼より早く失速 112

五gの荷重で、まず昇降舵が破壊され 113

データは航空機の限度を超えていた！ 115

ピトー管は氷でふさがれて 116

「オン」と「オフ」が逆になった 118

計器の誤表示に乗員は気づかず 120

失速に対する防御システム 122

乗員は混乱し、操舵力も狂っていた 126

乗員の飛行機への理解が不足していた 128

第三章 人間の本能・五感とコンピューターとの境界線

帰ることのない出撃 132

人間の帰巢本能 135

飛行のための計器と航法 139

旅客機と戦闘機の飛び方の根本的なちがい 143

グライダー——速度から推測する飛行姿勢 145

釣り合い——飛行機が飛ぶ条件 149

静安定——横と縦の姿勢の安定 150

速度の変更は迎角の変更 153

統合化計器による操縦の負担の軽減 155

ADIとHSI——操舵の指示と水平飛行の指示 158

フライト・ディレクターによる操縦の命令 160

自動操縦とパイロットの関わり方 162

重要な航法情報の表示システム 165

グラスコクピットの登場——EHSI 167

機械への信頼と人間の判断の境界線

173

『翼よ、あれがパリの灯だ』の真髄

174

第四章

ダグラスDC-10、乗員が失速に気づかなかった一分間

乗客二九五名のエアロメキシコ・チャーター便

182

異常振動、そして失速

184

異常は発見されず、マイアミへ

186

上昇率は一定だった

189

機長の回復操作は逆だった

192

DC-10のオートパイロット・システム

195

操縦とはスイッチを押すこと

197

コマンドCWS——飛行姿勢を設定する

199

オートパイロットの使われ方

201

オートスロットルの使われ方

203

矛盾した命令は拒否される

205

明白な証拠——失速しているのは疑いない

207

制御系の意図に反した操縦 209

操作も理解も誤っていた 210

注意力がそれ、計器も見えていなかった 212

失速に気づくのになぜ一分間も 214

第五章 ボーイングB-1737、氷のポトマック河へ

朝から雪が降り続いていた 218

雪の中、十数機が離陸を待っていた 220

ランブから出ようと逆噴射した 223

「アンチ・アイス（防水装置）」、「オフ」 225

「今まで見た中でもっともひどい雪だ」 226

「EPR（エンジン圧力比）、ツウ・オー・フォア」、「セット」

離陸準備完了 232

生存者は三〇分、氷の水中にいた 234

異常に低い高度を飛行し、橋に激突 238

離陸直後から失速警報音が 240

出力センサーは氷結でふさがれていた 243

推力は七四パーセントしかなかった 246

機体には雪や氷がついていた 249

異常な機首上げも発生 252

事故はシミュレータで再現された 254

事故は避けることができた 255

明暗を分けた乗員の判断 257

「まあ、氷は風が剝^{はが}すだろう」 259

アップルの排気熱で溶かそうとした 261

管制塔に急がされ、乗員も急いだ 262

ターン完了——「ほう」、「ふう」の声が 264

加速——「どう見てもおかしい」 266

離陸——「我々は落下している！」 269

第六章 ロッキード11011、三つともエンジンが停まった

マイアミを離陸——何ら異常はなし 274

ナッソーへ、あと七〇マイル（約一一〇キロ）

275

第二エンジン、警報点灯——機長の決断

277

方位二七〇、ビスケーンに戻る

281

第一、第三エンジンも、警報点灯

283

「不時着水の準備をせよ」

287

「ブレース・ポジションをとれ」

290

乗客たちはパニックに

292

客室乗務員たちの対応は

294

エンジン・オイルの働き

296

マスター・チップ・ディテクタの構造

297

二人の整備員の初めての経験

300

整備員A——ついていると考えていた

302

整備員B——確かめることを実行しなかった

303

二年前のエンジン停止事故

306

特別訓練手順——二人の整備員は読んでいなかった

307

四つの職務怠慢が重なって

310

関連事故一二件がすでに起きていたが

311

「エンジンが一つ、今動きだした」、「イン・ザ・クリア」
危機一髪の生還

316

313

第七章

ボーイングB-747、一万メートルの落下

台北からロスへ——自動操縦で

オートパイロット

320

一〇〇ノット前後のジェット・ストリーム

322

クルー・シフトは五名

323

ログブックに記述されていた二つの変調

325

第四エンジンがフレーム・アウト

327

速度減少を食い止めようとしたが

329

機体がアプセット（転覆）

331

身動きできないほどのGフォースが

333

一万メートル落下して回復

336

重傷者は二名

338

損傷——水平尾翼に大被害

341

フライト・データ・レコーダーの記録

342

第八章

人間と機械——機力本願の時代

飛行を再現してみると 345

オートパイロットの限界 348

機長証言と記録データとの食い違い 350

詳細なエンジン・テストの結果 351

〇・〇〇二インチ（〇・〇五ミリ）の摩耗 353

事故原因調査は二点に絞られた 354

三つのエンジンは動いていた 356

副操縦士のとった行動 358

フライト・エンジニアのとった行動 360

機長はオートパイロットを頼りにした 362

機長が「ハンズ・オン」していれば 364

機長の操作が状況を一層悪化 366

自動操縦への過度の依存が 367

良き時代の操縦の極意 370