

寺田寅彦の肩の上で再び考える

『災難雑考』を読む—航空事故

松尾宗次

寺田寅彦の肩の上

忘れた頃ではなく、昨今は天災が忘れる暇もなく襲ってくる。そして大きな規模の災難が起こる。寺田寅彦は「日本列島が地震や風水害など自然災害の多発地帯であり、文明が進めば進むほど社会は脆弱になる」と述べている。本誌2008年10号に、筆者は「震災に遭った柏崎刈羽原発 寺田寅彦の肩の上で考える」と題した文章を寄せ、原発推進あるいは反対の立場にかかわらず、活断層の有無の議論を超えた広域的視点で地質構造を論じる必要を述べた。寺田寅彦は、当時日本では無視されていた大陸移動説の視点から、日本海の成因を考察していた。著作『災難雑考』の中で「大陸塊の縁辺のちぎれの上に乗かって前には深い海溝を控えている」日本列島の構造を考えた。不幸にも2011年、前には深い海溝を控えている太平洋側の東日本で大震災が起きてしまった。太平洋側に傾注していた日本の地震研究の問題は、最近刊行された『「地震予知」の幻想』で詳しく述べられ、さらに地質学と地球物理学との間の壁の弊害にも触れている。これらの考慮に値する問題は、別の機会に取り扱ってみたい。本文では『災難雑考』で採り上げられたもう一つの話である航空事故を、中心に考えてみたい。

航空事故原因調査

『鉄道・航空機事故全史』（2007年刊 日外アソシエーツ編）には、500ページに亘り日本で発生した多くの鉄道・航空機事故の集成がなされている。1件の重大事故の背後には29の軽微な事故があり、その背景には300の異常が存在するというHeinrichの法則が知られている。事故再発の防止には、事故原因調査が必要である。しかし原因の確定が困難である事故も多く、たとえば『日本の黒い霧』の松本清張によるもく星号墜落事故への疑問、また500人超の犠牲者を出した日本航空JAL123便の事故についても多くの疑惑が提出されている。寺田寅彦は「目撃者の存しない空中事故の始終の経過」を解明し、物的証拠にもとづき「事故の徹底的調査をして真相を明らかにし、そうして後難を無くするという事」の重要性を述べ、一方で事故原因の究明が、責任追及につながり「誤った責任観念からいろいろの災難事故の真因が抹殺される危険」も指摘している。『マッハの恐怖』や『航空事故』の著者である柳田邦男は、上記の全史に序文を寄せ、過去の歴史は「教訓の「水平展開」の宝庫」と評価して現在と未来においてどういう事故が起こり得るかを予見する感性と能力を身につけることに役立つことを期待した。さらに『航空事故—人類は航空事故から何を学んできたか?』という本も刊行されている。先ず飛行機の歴史を簡単に眺めておく。



図1 Wright兄弟の飛行

Wright兄弟の動力飛行が1903年初めて、日本では1901年に初飛行がおこなわれた。当初は

見世物的興味が中心であったが、第一次世界大戦を契機に航空機・航空技術は飛躍的に進歩した。それに貢献したのは、当時の東京帝国大学総長山川健次郎、田中館愛橋(図1)、横田成年が提唱して1918年航空分野の基礎研究促進を目的に設立された航空研究所であった。

東京大学航空研究所



図2 田中館愛橋
寺田寅彦

寺田寅彦(図1)は1916年東京大学教授に任命、翌々年航空研究所兼務を命じられた。日本人最初の物理学教授山川健次郎の最初の教え子である田中館は、1907年8月にパリの国際度量衡総会に出席した際に観覧した飛行船に強い印象を受け、日本の将来のために航空の学問の必要を痛感した。自ら委員長となって学内に航空学調査委員会を設置、1918年には航空研究所に発展した。さらに同年7月学部相当の工科大学の附属だった航空研究所は、勅令第270号(図2)をもって学部と対等な東大の附置機関となり、所員は研究を専門とする教授職という新しい制度であった。研究所は、航空機の基礎的学理に関する研究を行い、対象は航空機、航空船、気球、航空用発動機であった。



図3 航空研究所官制勅令
(国立公文書館所蔵)



図3 航空研究所
(登録有形文化財(建造物)
中・下:航研機

学内では騒音の問題から用地の選定や関東大震災勅発などあり、本格的活動は1930年に駒場(現在の東京大学先端科学技術研究所)(図3)に施設が完成した後であった。組織は物理部、化学部、冶金部、材料部、風洞部、発動機部、飛行機部、測器部、航空心理部、中央工場にわかれ、物理部には寺田寅彦、冶金部には本多光太郎が所員として参加していた。

本来、基礎的な研究を行う目的で設立された航空研究所ではあったが、1933年頃から和田小六所長のもとで実際の飛行機製作を試みた。1937年春には、苦勞の末、羽田での試験飛行にこぎつけ、種々の改修・改良を経て、翌1938年5月13日に航空研究所試作長距離機(Koken Long-range monoplane)の記録飛行が行われた。当時国際航空連盟(FAI)が公認した世界記録には、速度、高度、周回距離、直線距離があり、航研機は13日から15日にかけて、無着陸周回航続距離世界記録と、10000kmコース平均速度国際記録の2つの記録を樹立した。1910年徳

川・日野両大尉が飛行機による初飛行に成功して以降、日本唯一の飛行機公認世界記録を樹立したのが「航研機」であった。この快挙を記念して「航研機」の切手が二度発行されている(図3中下段)。不時着時の発見を容易にするために翼は赤く塗られていた。

「航研機」製作を指揮した所長和田小六は 1890 年、明治政府の要人木戸孝允と山尾庸三とを祖父として生まれた。小六は木戸孝允の生家である和田家を継いで、和田姓を名乗っていた。昭和天皇の側近内大臣として『木戸日記』を遺した木戸幸一は兄である。東京帝国大学工科大学造船学科に入学。1915 年に大学を卒業、同大学院に進学し航空工学を専攻、1920 年より文部省留学生として欧米に留学し、翼の揚力理論を開発した Ludwig Prandtl や「航空工学の父」と称される Theodore von Kármán から航空技術を学んだ。Kármán に因むカルマン渦は、1940 年完成直後の Tacoma 吊橋が秒速 20m 程度の横風によって崩壊した原因である考えられている。和田は留学中の 1921 年航空研究所の所員となり風洞部に所属していた。飛行機制作には航空力学・空気力学の知識が必要である。その歴史を簡単に眺めておきたい。



図 4 T. von Kármán

エッフェルと空気力学

米国機械学会(ASME)は、Gustav Eiffel が考案した空洞を歴史的ランドマークとして認定した。Eiffel(図)は高い建物の強敵は風であることを認識しており「鉄のレース編み」と呼ばれる風に対する抵抗性能を力学的に表現した形を設計した。彼は塔を建設する前に 100m を越えるスパンの高く中空に鉄骨を組んで深い谷を越えるアーチ橋などを造っていた。さらに完成したエッフェル塔は優れた観測試験装置でもあった。塔の頂上で風の測定をおこない、電波を発信した。四階には気象観測の施設を設け、さらに Eiffel は 70 歳を超えた 1909 年エッフェル型と称される風洞を製作、これは後にパリ郊外に移されて本格的な風の研究が続けられた。風洞によって科学的な風の理解が進み、この知見は当時実用化に向けての開発の緒についた航空機の進歩に大きく役立つことになった。Eiffel 自身も航空機の設計にも手掛けることもあった。Wright 兄弟の飛行機が 1903 年、Lindbergh の大西洋横断飛行成功が 1927 年、Eiffel の風洞は発展を始めたばかりの飛行機の技術開発にきわめて大



図 5 上: ASME の歴史遺産認定
中: エッフェル塔、下: Gustav Eiffel

きく貢献した。

土木建設技術者から空気力学研究への転進は、流体力学という視点からはつながるものであった。同じ土木学者で小樽港などの築港の先駆者で関門橋の設計にも携わった廣井勇東京大学は、定年間近「十年若かったならば Eiffel と同じようなことがやってみたかった」と述べたのも、台風による野蒜港の崩壊そして英国における Tay 鉄道橋の落下事故のような風の怖さを知る技術者の心境であった。飛行機のデザインは著名な建築家 Le Corbusier にも影響した。彼の代表作 Ronchamp 礼拝堂の屋根の形は翼に想を得たと言われ、彼自身も飛行機を設計している。



図6 Ronchamp 礼拝堂

空気力学は飛行機から、新幹線、自動車の流星型デザインに活用され、環境問題にも関わっている。地上の大気圏で起こる種々の現象を流体力学・空気力学的に研究する学問である気象学は航空事故の解明に必要な道具である。

寺田寅彦が関わった航空事故調査

気象学者寺田寅彦

寺田寅彦は、1918年航空研究所兼勤そして所員に任命された。以前から気象学の研究や講義・演習に携わって渦や風の問題に関心があり、「航空に危険なる気流の状態」(1913年)を記し、さらに「飛行機と天気」(1921年)など飛行機と気象に関する文章を書いている。前者の文頭には、1913年3月28日は飛行船事故発生さらに日本初の航空機事故の犠牲者が出た厄日であったと記されている。この日陸軍省が貴族院・衆議院議員を対象に飛行機、飛行船の観覧会を東京青山練兵場で開催したが、飛行船が電線に触れて建物に衝突して破損、飛行機は墜落して操縦していた軍人が死亡した。事故の原因については確かな判断材料はないけれど、事故をもたらす上昇気流の不整や「空中の穴(エアポケット)」について注意を喚起した。航空研究所時代、寺田寅彦は二つの航空事故に関わった。一つは球皮事件として知られる飛行船墜落、他は白鳩号墜落事故である。

飛行船墜落—球皮事件

1924年3月19日日本海軍のSS式第三航空船が当時の稲戸井村戸頭上空で爆発・墜落、乗員5名が死亡した。落下地点には「殉難慰霊碑」が建立されている。飛行船事故としては、1937年のHindenburg号がよく知られており、この悲劇を境に大量輸送機関としての飛行船の利用は終わった。Hindenburg号事故原因は水素ガス引火による爆発事故として考えられてきたが、近年NASAによる映像解析から、飛行中に蓄積された静電気が着陸用ロープが下ろされた瞬間に、電位差が生じ放電が発生、船体外皮の酸化鉄・アルミニウム混合塗料に発火・炎上したとする説が浮上した。この考えは、後に『球皮事件』と呼ばれる寺田らの調査結果と似ている。

球皮事件 1924年3月19日日本海軍の飛行船SS式第三航空船が当時の稲戸井村戸頭上空で爆発・墜落し、乗員5名が死亡した。公園の片隅に「殉難慰霊碑」が建立されている。なお、事故

調査には物理学者の寺田寅彦が参加し、無線通信の火花がアルミニウム粉の塗料を塗った球皮を伝わって、内部から漏洩した水素ガスに引火したことが原因であることを巧みな実験によって証明した。当時、寺田の助手の1人として実験に当たった中谷宇吉郎は、後に書いたエッセイ『球皮事件』でこの経緯を記している。

飛行艇白鳩号墜落

他の事故は1932年2月27日発生した白鳩号の墜落である。1928年逓信省所管航空会社として発足した日本航空輸送の定期運航便であった双発 Dornier Wal 飛行艇白鳩号が、大阪木津川飛行



図8 白鳩号事故調査報告書

場を飛び立ち福岡名島水上飛行場へ飛行中、八幡市(現・北九州市八幡東区)上空で空中分解、乗員5人が死亡した。事故現場の河内貯水池畔には遭難五士慰霊碑が立っている。この事故は当時の日本航空界に大きな衝撃を与え、和田所長のもと航空研究所が事故原因の解明に取り組んだ。福岡名島水上飛行場長武石喜三は事故機の散乱した破片を地図上に詳細に記録、丹念に拾い集めており、それらは航研で綿密に調査された。その結果

は航空研究所彙報に詳しく報告されている。調査委員の一人寺田寅彦はその興味深い経過を次のように記している。

この原因を突きとめるまで主としてY(筆者註：岩本周平)教授によって行なわれた研究の経過は、下手な探偵小説などの話の筋道よりは実にはるかにおもしろいものであった。乗組員は全部墜死してしまい、しかも事故の起こったよりずっと前から機上よりの無線電信も途絶えていたから、墜落前の状況については全くだれ一人知った人はない。しかし、幸いなことには墜落現場における機体の破片の散乱した位置が詳しく忠実に記録されていて、その上にまたそれら破片の現品がたんねんに当時のままの姿で収集され、そのまま手つかずに保存されていたので、Y教授はそれを全部取り寄せてまずそのばらばらの骨片から機の骸骨をすっかり組み立てるという仕事にかかった、そうしてその機材の折れ目割れ目を一つ一つ番号をつけてはしらみつぶしに調べて行って、それらの損所の機体における分布の状況やまた折れ方の種類のいろいろな型を調べ上げた。折れた機材どうしが空中でぶつかったときにできたらしい傷あとも一々たんねんに検査して、どの折片がどういう向きに衝突したであろうかということを確認するために、そうした引っかき傷の蠟形を取ったのとそれらしい相手の折片の表面にある鋸の頭の断面と合わせてみたり、また鋸の頭にかすかについているペンキを虫めがねで吟味したり、ここいらはすっかりシャーロック・ホームズの行き方であるが、ただ科学者のY教授が小説に出て来る探偵とちがうのは、このようにして現品調査で見当をつけた考えをあとから一々実験で確かめて行ったことである。それには機材とほぼ同様な形をした試片をいろいろに押し曲げてへし折ってみて、その折れ口の様子を見てはそれを現品のそれと比べたりした。その結果として、空中分解の第一歩がどの折損から始まり、それからどういう順序で破壊が進行し、同時に機体が空中でどんな形に変形しつつ、どんなふうに回転しつつ墜落して行ったかということのだいたいの推測がつくようになった。し

かしそれでは肝心の事故の第一原因はわからないのでいろいろ調べているうちに、片方の補助翼を操縦する鋼索の張力を加減するためにつけてあるタンバックルと称するネジがある、それがもどるのを防ぐために通してある銅線が一か所切れてネジが抜けていることを発見した。それから考えるとなんらかの原因でこの留めの銅線が切れてタンバックルが抜けたために補助翼がぶらぶらになったことが事故の第一歩と思われた。そこで今度は飛行機翼の模型を作って風洞で風を送って試験してみたところがある風速以上になると、補助翼をぶらぶらにした機翼はひどい羽ばたき振動を起こして、そのために支柱がくの字形に曲げられることがわかった。ところが、前述の現品調査の結果でもまさしくこの支柱が最初に折れたとするとすべてのことが符合するのである。こうなって来るともうだいたいの経過の見通しがついたわけであるが、ただ大切なタンバックルの留め針金はどうして切れたか、またちょっと考えただけでは抜けそうもないネジがどうして抜け出したかがわからない。そこで今度は現品と同じ鋼索とタンバックルの組み合わせをいろいろな条件のもとに周期的に引っぱったりゆるめたりして試験した結果、実際に想像どおりに破壊の過程が進行することを確認することができたのであった。要するにたった一本の銅線に生命が繋がっていたのに、それをだれも知らずに安心していただけだ。そういう実にだいじなことがこれだけの苦心の研究でやっとわかったのである。さて、これがわかった以上、この命の綱を少しばかり強くすれば、今後は少なくともこの同じ原因から起こる事故だけはもう絶対になくなるわけである。

綿密な調査から得られた要因の推測そして検証によって事故調査がおこなわれ、事故調査の模範となる明快な事故原因説明がなされた。次に、日本人研究者が明らかにした米国における航空事故原因を挙げておく。

日本人気象学者による航空事故原因説明

1975年6月24日 New York Kennedy 空港において着陸寸前のジェット機が、突然の豪雨と突風によって墜落した。その前に別の飛行機が横風に煽られながらも着陸できていたこともあって、この事故は操縦ミスと考えられていた。

それに対して当該航空会社からの依頼によって、

シカゴ大学において竜巻の研究などで著名な日本人気象学者藤田哲也が、当時の気象状態を解析して「雷雲から下降し、地面に衝突した放射状に拡がった強風」であると断定し、その現象を downburst と名付けた。パイロットの操作から出力上昇まで時間差があるジェットエンジンでは、失速に陥り易く着陸時には低高度のため回復させる余裕がなくて墜落の可能性がある。このような事故防止のために活躍した日本人科学者たちをモデルにした映画「Twister」が、ヒット作「Jurassic Park」の脚本と制作指揮コンビによって作られた。これらのことは別に「寺田寅彦の肩の上で三度考える 気象学-火災・竜巻・台風」で述べたい。

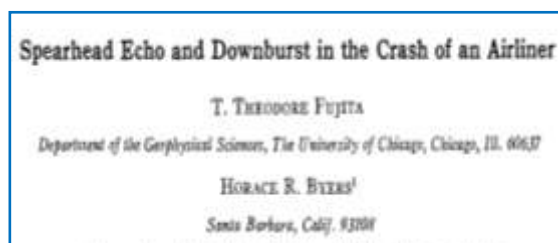


図9 航空事故原因を説明した藤田の論文