

3A1 世界における飛行船の現状と将来性

渡邊裕之（株式会社日本飛行船、A I A A）

Future & Possibility of Airships

Hiroyuki Watanabe (NAC: Nippon Airship Corporation, AIAA)

Key Words: To be harmonizes with the nature by airships

Abstract

This is the paper for to examine the 21st century industry from the perspective of civilization types and discusses the significance of the restoration techniques for giant rigid airships, which symbolize the new technological civilization of harmonization with the natural environment. We need to evaluate the restoration of pre-existing object with latest type of technology and material for today's request. If we re-construct Graf Zeppelin III with all possible wisdom of present industry, she will be new angel to give us the solution of global environmental problem with low carbonized air vehicle.

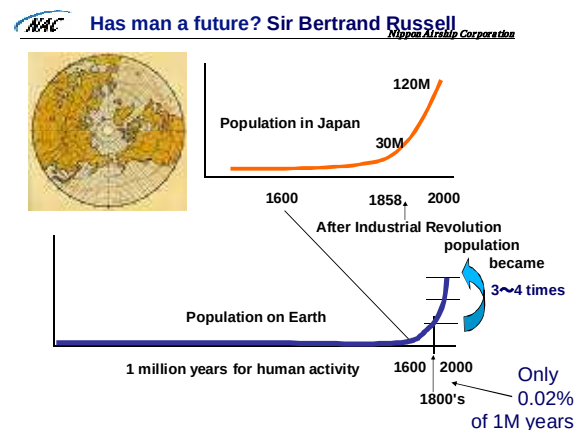
“We cannot control nature except by obeying her” ----- Sir Francis Bacon

1. はじめに

百数十万年とも言われる巨大な人類史の歩みのなかで、今日の「工業文明」が現出したのは18世紀末からのたかだか二百年余りのことに過ぎない。つまり時間的には、人類の全活動期間の僅か0.02%未満の時間で地球規模の大変動が生じたわけである。この「工業文明」は、英国から始まる西洋の農業革命を背景に、近代科学技術とりわけ機械技術の発展を基礎とした産業革命が生み出した。さらに空間的には、船舶・鉄道から後には自動車・航空機に連なる輸送手段の開発・普遍化に伴う、西洋世界の非西洋世界への侵出と植民地化、軍事力や国際交易の進展による人類の活動圏の飛躍的拡大により、全地球規模に伝播し「世界システム」化してきたのである。

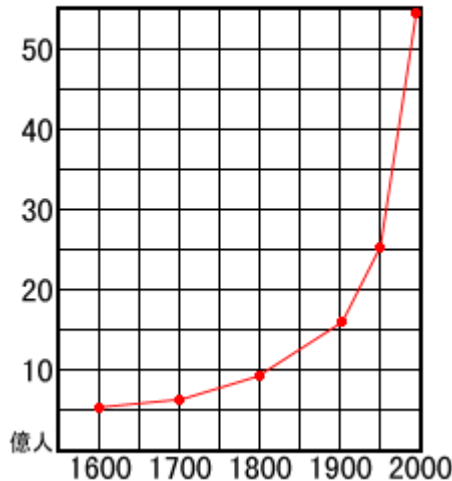
この様な性格を持つ思想・社会・政治・経済・法律・生産技術・生活様式等のあらゆる現象を総括して、今ここで一つの文明現象として捉えるならば、この「物質文明」の一つの特徴は一旦接触すると、被接触側の社会を巻き込んでゆくような性質と構造を内包していることである。それは従来、西欧列強の帝国主義的侵略という用語で表現されてきたが、

ここではそういう一面的な捉え方をより包括的な次元で解釈し、「工業化社会への波動」が全地球規模で伝播していった現象として捉えなおすことができる。



「工業文明の恩恵」としての様々な文明の利器となる工業製品群に支えられた生活を一旦味わってしまうと、もう後戻りはできなくなってしまう。こうした文明の利器・技術による「文明人の暮らし」の非西洋地域への拡大という観点で捉えるならば、確かに「物質文明生活」は我々に多くの恩恵を与え多くの苦痛を軽減してくれた。またその生産力を背景とし人類の一部を餓死の恐怖から解放してくれた。

世界の人口増加 (平成6年環境白書総説より)



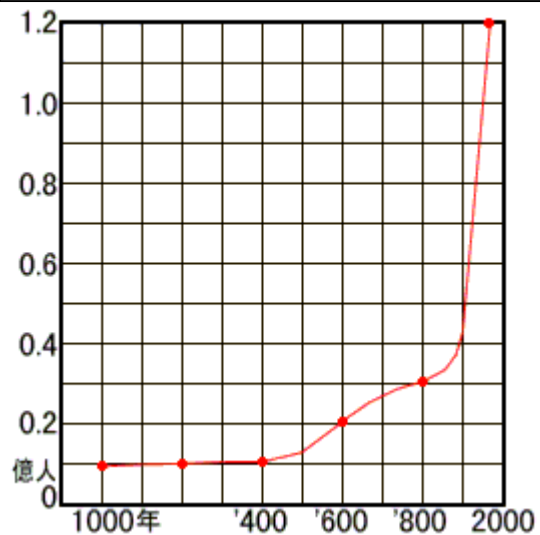
このような人類史を巨視的に概観すると、人類の発生から中世までは「環境埋没・順応型世界観」が狩猟農業文明（第一次産業基軸の文明）を支え、近代以降は「環境改造・操縦型世界観」が巨大工業文明（第二次産業基軸の文明）を支えてきたといえることができる。そして現代はIT時代のグローバル情報社会の側面をもつ高度技術文明（第三次産業基軸の文明）に立ち入ろうとしている。もちろん巨大工業文明下でも農林水産業なくしては人間が生きてゆけないのと同様、高度技術文明下でもそれを支えるモノづくりの工業・製造業なくして社会は成立し得ない。この構造は数学的な三次元が二次元と一次元を包含していることのアナロジーとして理解できよう。

日本も明治以降このような世界の潮流に巻き込まれつつ主軸の一員となって、このような「工業文明」を離れては人間と社会を維持・存続させるにいく状況に巻き込まれている。その反面で二十世紀後半から加速度的にこの資源大量消費型の巨大工業文明は、莫大な資源・エネルギーの浪費と自然環境の不可逆的破壊（エントロピーの増大）による生態系の有機的調和の喪失をもたらし、地球温暖化など今や全地球規模の問題を巻き起こしている。

ここで我々が考えなければならないのは、今世紀における第三次産業を基軸とした高度技術文明の新産業と技術革新は、いかなる志向性と本質を持つべきであるかという根本命題である。それは我々日本

人の世界に対するこの問題の基本スタンスが如何にあるべきかということでもある。もともと白砂青松に囲まれ山紫水明の国土に棲んでいた日本人は古来より自然を畏敬し、何世代にも互って自分が見ることもないであろう子孫のために自然を愛し育ててきた。ところが幕末開国以降のわずかこの百年余りの間に、美しい自然を近代的都市と工業団地に囲まれる国土に変貌させてきた。とはいえ今さらすべての近代文明を破壊し尽くし中世に戻ることも不可能である。なぜなら欧米にせよ我国にせよ、工業化を達成すると大体人口が3～4倍に増加する。江戸時代の日本の人口は3千万人弱、現在は1億2千万人強の人口となっている。逆に言えば工業化以前の社会での人口維持能力では今の我々の四人に三人は餓死しなければならないことになる。

日本の人口増加 (Imidas93日本総人口過去より)



もとより後戻りができない以上前に進むしかないわけだが、闇雲に進んで全滅する愚は当然避けねばならない。そこで我々は、自然に盲従するのでも、自然を一方的に征服し破壊するのでもない、まさしく自然の法則を尊重し、人類が獲得しこれからも探求してゆく高度な科学技術を駆使して、自然に従い調和しながら巧みに自然を応用してゆく態度、つまり自然と人間が折り合いながら共利共生してゆく態度を選ぶことが最重要となる。この意味で自然環境調和型技術文明への転換を図ってゆくことが、現今の急務であり目標なのである。

運輸・航空の分野においても、今や温室効果ガスの削減は、全地球的課題として我々人類にのしかかってきている。「飛行船」はアルキメデスの原理により、ヘリウムガスなどの自然な浮力でかなりの静的浮力を得て空を飛ぶことができ、燃料消費は主に推進力に振り向けられるので、少ない化石燃料消費で渡洋可能な実用的航空機である。騒音やCO₂排出量も少なく、つまり環境に負荷が少ない自然環境調和型技術の象徴的存在であり、この意味で21世紀型新産業の旗手たりうるのである。

また、経済的にも運航費に占める燃料費を大幅に削減させることから、総体的に運航コストを下げる事が可能であり、今後地上離着陸支援システムの開発を行えば、日本各地の地方空港を活用した事業展開も十分考えられるのである。さらに大型硬式飛行船の再興による渡洋型飛行船を投入すれば、全世界規模での物流や旅行手段にもなり得るのである。

2. 大型硬式飛行船の実績と歩み

飛行船は、史上最も早く渡洋可能な航空機として実用的商業飛行を確立した空の乗り物である。20世紀前半には、飛行機に先んじて大西洋定期横断航路に就航していた。

〔1929年に世界一周した LZ127 グラフ・ツェッペリン 号〕



昭和4年(1929年)に全長236.6mのグラフ・ツェッペリン号が、21日7時間33分で世界を一周した。3万2790キロメートルを総飛行時間288時間11分で翔破し、世界中で歓呼をもって迎えられた。乗客20名乗員40~45名を乗せ、その名のとおり空飛ぶ客船の発想で作られたので、客室は全て個室、食堂・展望室はもちろんのこと、シャワーやトイレも完備さ

れ、まさに豪華客船そのものだった。その世界一周中、ゆったりとした船内から美しいオーロラやシベリアの大自然、そして眼下に広がるニューヨークの摩天楼を楽しむことができた。(ちなみに、エンパイア・ステートビルの頂上は飛行船の係留マストとしての使い道を考えて建造されたものだった。)巡航時の高度は地上では200メートル、海上では600メートルだったので、乗客は次々と変わっていく街並みや大自然のパノラマを存分に満喫できた。ツェッペリン伯号は平均速力75ノット(約140キロ/時)で1万1千キロの航続距離があり、太平洋は79時間(3日と7時間)で横断した。現代でもクルーズ客船で約10日間かかる航程である。〔LZ129 ヒンデンブルク号〕



その成功に基づき、1936年に建造された大型硬式飛行客船 LZ129「ヒンデンブルク号」は、全長247.2m、最大直径41.2m、19万m³の容積により60トンの積載浮力を有した。乗客50名、乗員を合わせて百名が乗り込み、速力は73kt(135km/h)で航続距離は13,500km(125km/hにて)に達した。これは現代のジャンボ旅客機の航続距離に匹敵し、速度を落とせば無着陸無補給で5~6日間の連続飛行・滞空性能があった。

〔ヒンデンブルク号船内ラウンジ(ツェッペリン博物館)〕



ヒンデンブルク号は、ツェッペリン伯号よりさらに大型で、客室区画は2層に分けられ、客室、食堂

のほか、読書室や喫煙室までもうけられていた。ラウンジにはグランドピアノが置かれ、船内サービスもツェッペリン伯号より格段に向上していた。

〔ヒンデンブルク号のグランドピアノ（実写）〕



乗客用の船室は二段ベッドで洗面台がついた個室が 25 室あり、他に喫煙室兼バーやシャワールーム、トイレも完備していた。ちなみに LZ130「グラーフ・ツェッペリン II 世号」は、ヒンデンブルク号と同じ大きさの船体ながら、船内レイアウトを改良して船室を増やし、乗客を 72 名まで乗せられたが、残念ながら客船としては就航せずに解体されてしまった。

ヒンデンブルク号の乗客は、ダイニングルームでフルコースのディナーをスチュワードの供食で堪能しつつ、反対舷にあるゆったりとしたラウンジではカードゲームやアルミニウム製のグランドピアノの演奏を楽しみ、別区画にある読書室では手紙を書いたり、読書を楽しんだりしていた。両舷とも大きな窓が開けたプロムナードデッキが通っており、歩きながら陸海空の絶景を楽しむことができた。ヒンデンブルク号のギャレー（調理室）はおそらく世界初のオール電化キッチンであり、航行中乗組員であるシェフが三食を船上で調理していたのである。

〔船内ダイニングルーム（実寸大に復元したもの）〕



こうした空のクルーズの旅を満喫しつつ、現代でも海上の客船では 5 日間かかる大西洋横断を、2 日と

6 時間で翔破し、ドイツのフランクフルトと北アメリカのニュージャージー、あるいはドイツと南米リオデジャネイロを結んでいた。残念ながら炎上事故により、たった 1 年余しか就航できなかったのだが、この間に達成した飛行回数は実に 56 回、延べ飛行距離は 34 万 km に達していた。

57 回目の飛行で残念ながら炎上してしまったが、1997 年 NASA の研究者アジソン・ベイン氏により、当時の銀色塗料の成分が酸化鉄と粉末アルミニウムを混ぜたもので、現代ではロケットの推進剤に使われるほど燃えやすかったことが根本原因とわかった。折からの雷雨の中を飛行してきたので船体に静電気が帯電しており、濡れた係留索を着陸作業用におろして接地した際、おそらくアースの要領で電流が流れ、その僅かなスパークが塗料を発火させ、それが内部の水素ガスに燃え移ったと推測されている。

現在の飛行船は安全な塗料と不燃性のヘリウムガスを使用しているので、爆発炎上はありえない。もちろん 1937 年の事故当時は大惨事であったが、乗員・乗客 97 名中 62 名が生存しており、現代の航空機事故と比較するとむしろ 64% という高い生存率は驚きでもある。これは飛行船の場合、地上激突型の墜落ではないためであり、死亡原因もほとんどがやけどによるものだった。1930 年代当時の飛行機はまだ大勢が乗れる代物ではなかったために、多数が搭乗できたゆえの飛行船の犠牲者数は、当時極めてインパクトのあるものとなったのだが、500 名を越える犠牲者が一遍に出る現代ジェット旅客機の墜落事故と対比すれば、静的浮力を持つ飛行船は地上激突型の墜落はありえず、むしろ死者を出しにくい面があるのである。他国のミサイルで直撃されたらさすがにバラバラになってしまうだろうが、それはジェット機でも同じであろう。ヒンデンブルク号は、船体内が各区画に分かれており、中のガス気嚢が 16 個あったので、ひとつふたつが損傷しても全ての浮力が一遍に失われないようになっていた。

もうひとつの炎上原因である水素ガスに関しては、実はこのヒンデンブルク号はヘリウムガス使用を前提に設計・建造されたのだが、米政府は 1927 年にヘ

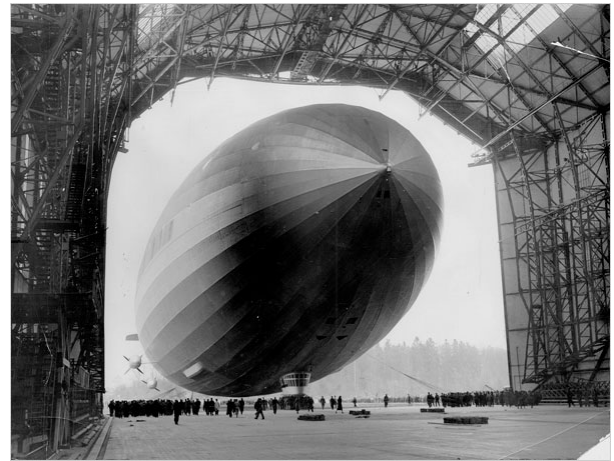
リウムを戦略物資に指定し、折悪しく台頭したヒットラーを警戒して、ヘリウムのナチスドイツへの輸出を認めなかったのである。ヒンデنبルク号はこうした国際情勢から、やむをえず水素を使用していた。そのため予定より総浮力が増加し、前述したグランドピアノが搭載されたというエピソードがある。アメリカはこの事故直後にヘリウムのドイツへの輸出を解禁したが、事すでに遅しであった。

現代では、燃料電池車に見られるように水素ガスも取り扱いを誤らなければ安全に使えるようになっている。1930年代当時はまだ合成繊維が発明されておらず、水素ガスの袋（気嚢・きのう）は牛の盲腸の皮（ゴート・ビーターズ・スキン）を使用していたし、エンベロープという外皮膜は木綿の帆布にアルミ塗料を塗っただけのものだった。前述のNASAのバイン氏は水素の専門家として、取り扱いを間違わない限り、水素はそんなに危険なものではないということから、ヒンデنبルク号炎上を研究しだしたという。これから燃料電池車が主流になるのなら、街中に水素ガスステーションが屹立することになるであろうし、飛行船もこの事件の余波で、現在はヘリウムガスしか使えない法規となっているが、例えば二重構造にして外層はヘリウムとし、内層に水素ガスを使うアイデアなども出されている。水素を燃料とし、燃料電池を推進機関とすることも充分考えられる。

ところで安全面でいえば、後述する現代に復活した準硬式飛行船ツェッペリン NT(New Technology)は、ガスの内気圧が1.04程度であり外気圧との差が極めて少なく、もし直径30cm位の大穴があいてもヘリウムガスが抜けきるまでに8時間以上かかる。通常のフライトは一日6時間程度であるので、何かが起こっても十分に基地まで戻ってくる事が可能である。またもしエンジンが全て停止する様な事態になった場合も、自由気球の要領により水バラストの水を放出したり、ヘリウムガスを放出したりすることで浮力の調節をしつつ安全な場所に不時着することもできる。なお放出した水も霧状となるので地上に被害はもたらさない。もちろん人間が造る機械に絶対はない。スペースシャトルでもジェット機でも飛行船

でも故障や不具合は発生しうる。しかしこうした緊急事態となっても人命を損なわずに地上に生還できる確率が最も高い航空機は飛行船であるといえる。

〔大格納庫に入渠する LZ129 ヒンデنبルク号〕



ちなみにツェッペリン社首脳のエッケナー博士は実は反ナチスだったこともあり、残ったグラフ・ツェッペル号（I世と新造II世）は前述の通り1940年5月ゲーリング空軍大臣の命令で解体され、フランクフルト・アム・マインの飛行船用大格納庫も爆破処分されてしまった。飛行船の骨組みから回収されたジュラルミンは爆撃機の材料となったといわれている。同社は戦後の連合軍による航空再開禁止政策もあり結局飛行船の建造再開をあきらめてしまった。しかし飛行船建造技術で培った金属加工技術やトランスミッションなどの精密機械技術により、今日ドイツに冠たる一大ツェッペリン・コンツェルンを形成している。

3. ツェッペリンNTの復活と新事業分野

ツェッペリン社のなかでは、一旦は過去のものとされていた飛行船だったが、環境先進国のドイツでは21世紀を「環境の世紀」と捉える社会的思潮のなかで、1993年にツェッペリン飛行船技術会社が復活、新型準硬式飛行船ツェッペリン NT(ニューテクノロジー)の開発に着手し、21世紀を迎えた2001年8月から商業観光遊覧飛行を開始した。2009年6月時点で既に約9万人の遊覧飛行客を無事故で乗せ、先行き1万人の予約客を抱えている。この飛行船は内部にカーボンファイバー製の骨組み構造を持ち、可動ティルト式の200馬力の航空用エンジン(ライミング IO-360)とプロペラ

を船体中央部に2基、船尾部に1基の計3基を装備し、新素材の合成繊維で軽量強靱なエンベロップ(外皮膜)を構成している。

〔新型準硬式飛行船ツェッペリンNT〕



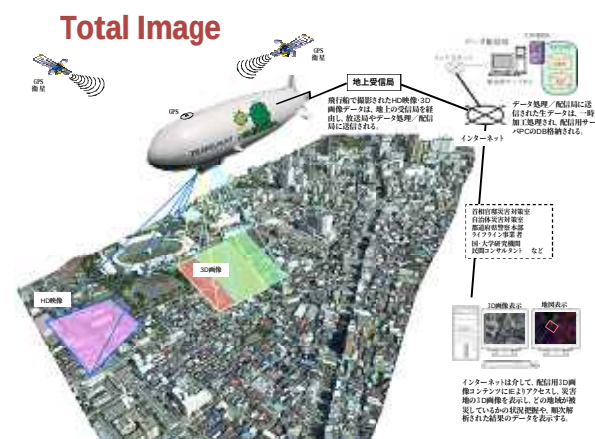
従来の軟式飛行船は、地上に降りてしまえば自己制御能力はほとんどなく、15名程度のグランドクルーが人力でもってマストまでの飛行船の移動を行ってきたが、このツェッペリンNTは自力で地上での運用制御が可能となり、3名程度のグランドクルーの誘導作業でマスト係留が可能となった。この意味で画期的な飛行船運用技術の未来を拓いたといえるのだ。旧来の飛行船が開発された1920～30年代当時はあまり問題にならなかった人件費が、現在は大きな要素になっていることを鑑みれば、離着陸・係留システムの省力化は来るべくして来た技術革新であり、この分野はおそらくさらなる自動化・省力化が追求可能である。そして今後この地上支援システムの高度化こそ、運用風速限界などを改善し課題である飛行船の定時運航性能を向上させる鍵でもある。

もっともツェッペリンNTは風速毎秒12mまでは運用可能であり、これは実はヘリコプターや小型飛行機の運用とほとんど大差がない。既存の軟式飛行船でも毎秒10mくらいまでは運用しており、日本でも過去に年間飛行時間は1千時間に達している。ヘリや小型飛行機は通常年間数百時間しか飛ばないことを鑑みれば、現用の飛行船でもかなりの運用実績があることは一般的には知られていない。

しかしさしものツェッペリン社といえども、60数年振りに建造を再開した第一号N07型は、全長75mで乗員2名乗客12名、最高時速125キロ

で航続距離は900キロ(増槽で2000キロ)と、硬式飛行船としては小振りのものであり、かつての全長245m、最大では航続距離が1万8千キロとなる100名乗りのヒンデンプルク級にはまだまだ及ばない。こうしたことから同社は、次の後継新型飛行船として、全長90m級ツェッペリンNT14型22名乗りの大型化計画を持っている。さて、このツェッペリンNTの登場を契機とし、あらためて今後の飛行船事業分野を概観すると次のようになる。

- (1) 観光遊覧 (2) 宣伝広告 (3) 調査・観測・測量 (4) TV中継・通信中継 (5) 災害復興支援・環境調査 (6) 警備・哨戒 (7) 貨物輸送 (8) 国内観光コミュニティ (9) 飛行客船による国際航洋クルーズ



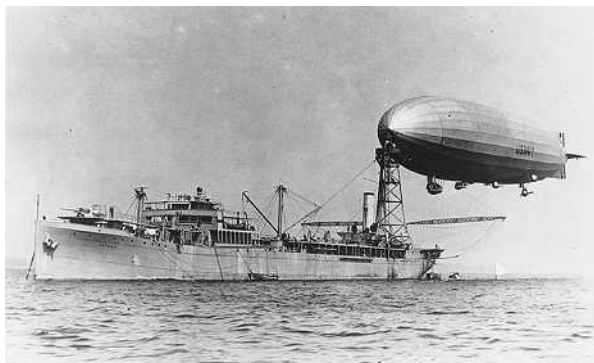
飛行船は、長時間の滞空性能はもとより、その低速性・静粛性が、むしろ有利となるような航空観測・測量・中継作業もある。特に地震国である我国では、大震災に備え飛行船により、長時間の滞空性能を活かし、被災地上空からのライブ映像の送信や通信情報ステーションとして地上の災害対策本部と連動、ライフライン等の早期復旧や救助活動に役立てることができよう。また携帯電話の臨時中継機器を飛行船に乗せて被災地上空に長時間滞空させることで、携帯電話の中継局倒壊や利用集中による不通状態を改善・復旧させ、また携帯電話の電波の発信源の位置を特定することで、瓦礫などに閉じ込められている人命の救助に寄与することも考えられる。平常時でも交通状況監視や、火災発生時、犯罪発生時などの公共協力飛行も視座に入れ、公的な飛行船運用を促進してゆくメリットは大きい。

4. アメリカ海軍飛行船隊の業績

一方アメリカ海軍は、ドイツ・ツェッペリン社のヒンデンブルク号に先立ち、1923年に大型硬式飛行船を初導入、1933年までにはアクロン号やメイコン号など複葉機5機を搭載できる空飛ぶ航空母艦ともいべき大型硬式飛行船隊を整備していた。

もう少し詳しく米海軍飛行船隊の活躍の軌跡を見てみよう。第一次世界大戦の戦時賠償の一環としてドイツから飛行船技術を得たアメリカは、1919年から硬式飛行船の整備に着手し、1923年にツェッペリン社のL49と英国のR33を基礎としてZR1 シェナンドア号（「星の娘」の意味）を米国で建造、運用を開始した。しかしこのシェナンドア号は1925年、艦長のランズダウン中佐の反対にもかかわらず、上級司令部の命令で、晩夏のオハイオ州に特有な雷雨と乱気流の悪天候の中に突入させられ失われた。ちなみに、この大型硬式飛行船の洋上補給用として、米海軍初の飛行船母艦パトカ号が1924年に就役し、実際にシェナンドア号が洋上で繫留して、ガソリンやヘリウムガスなどの補給、乗組員交代などを実施した。

〔飛行船母艦 USS Patoka と USS Shenandoah, ZR-1〕



これより以前の1921年に大型硬式第二船ZR2が英国でR38として建造されたが、英国での引き渡し前の試験飛行で喪失してしまった。そこで第三船ZR3は、1924年本場ドイツのツェッペリン社にてLZ126として建造された後、大西洋を横断して米海軍に引き渡され、ロサンゼルス号と命名されて就役、解体されるまで一度も大きな損傷はなく飛行時間4350時間、野外繫留時間2080時間、飛行回数339回、飛行距離200,000哩を達成した優秀飛行船であった。

そして1926年から1931年にかけてZRS4アクロン

号をアメリカのグッドイヤー・ツェッペリン・コーポレーション（米独合弁企業）で設計建造、さらに1933年ほぼ同型のZRS5メイコン号が就役した。この2隻は複葉戦闘機カーチスF9C スパローホーク5～6機を搭載、空中発進、空中収容が可能な空中空母の機能をもつ長距離洋上哨戒を任務とした硬式飛行船であった。実際に戦闘機が発進し、収容されるシーンの動画の映像フィルムも残っている。

〔写真：米海軍空中空母と搭載機の空中収容作業〕



〔機体の収容フック部〕

アメリカは当然燃えないヘリウムガスを使用していたが、その反面高価なヘリウムガスを安易に空中放出しない様な設計になっていたことが裏目に出て、急激な上昇気流で高度が上がった際のガス放出による気囊内圧調整がうまくゆかないなどの欠点があった。これにより前述の通り1925年9月にシェナンドア号が失われた。本来戦略的な早期哨戒任務などの運用をすべきだという、海軍飛行船隊の意見を軽視した司令部の命令で悪天候の中に突入させられる戦術的運用を繰り返し、また応急修理中の悪天候遭遇などの不運により、結果的にアクロン号は1933年4月73回目の演習出動で暴風雨のなか喪失した。同号の総飛行時間は1695.8時間であった。メイコン号は1935年2月に演習中暴風雨に突入し応急修理で飛行していた船尾部の骨組みの損傷が命取りとなり、海上に不時着して喪失してしまった。

〔マンハッタン上空の海軍硬式船ロサンゼルス号〕



結局1920～30年代の素材・エンジン・技術では、こうした巨大な船体を運用する十分な強度と推進力を得られず、機敏な運動性や操縦性に欠けるところがあり、浮力増減の制御技術にも限界があった。また当時の航空気象情報も局限されており、天測に頼る運用技術上の制約も無視できない。加えて、飛行船隊一筋の故ローゼンタール提督から戦後伝えられた話によれば、当時の米海軍司令部は、本来戦略的に運用すべきだとの海軍飛行船隊の意見具申を容れず、荒天時にもかかわらず演習に戦術的運用の観点で無理に突入させたことなどが災いして、結果的に両空中空母を喪失してしまった。残ったロサンゼルス号はもはや飛ぶことはなく、前述したヒンデンプルク号の炎上もあり、1939年の末に解体命令が出て、アメリカの硬式飛行船は幕を閉じたのである。

〔US Navy Airship landing on Aircraft Carrier〕



しかしこうした苦難を乗り越え、アメリカは結局1962年まで海軍飛行船隊を保持し、グッドイヤー社製の軟式飛行船に主軸を切り替え、主に大西洋海域において対潜船団護衛や早期警戒哨戒飛行を行い多大な効果と実績を挙げたのである。

米海軍飛行船隊は、第二次大戦中に対潜哨戒や船団護衛など主に大西洋方面で活躍、哨戒飛行実施海域は約1千万平方キロ、護衛した艦船は8万9千隻以上にのぼり、終戦時には飛行船168隻を保有していた。飛行船は低高度を低速で長時間飛行できることから、当時のUボートを一旦空中から発見したら、そのまま直上の上空でかつ低速度で離れずに執拗に追尾し、海上の駆逐艦部隊に通報して来させ、攻撃させた。飛行船は小型の爆弾も搭載していたが、通常は直接攻撃の任務は行わず、あくまで哨戒と護衛の任務に黙々と徹したため、派手な攻撃的戦果を挙げることはなかった。そのためあまり日本では取り上げられなかったが、米海軍飛行船隊が護衛する船団の被害は極めて低く、戦略的には極めて重要であるシーレーン防衛の要となり、地道な対潜哨戒・護衛の任務には最適であった。なお洋上での補給や乗員の交代も、空母や駆逐艦からおこなわれた。

〔US Navy Airship Fleet〕



第二次大戦後も飛行船隊は存続し哨戒任務に従事していたが、1959年から62年にかけて米海軍が新たに四隻就役させたのがヘリウムガス容量4万3千³m³のZPG-3W型軟式飛行船である。全長131m、直径25mで、乗組員30名を乗せ、時速100kmで約240時間(十日間)飛び続けることができた。実際に264時間14分(丸11日間)の無補給・無着陸の連続飛行記録がある。もちろん船内には居住設備があり艦船の様に当直交代しながら運航する体制であった。この飛行船は巨大なエンベロープ内に大型レーダーアンテナを装備し、主に北極圏を越えて侵入してくることが想定されたソ連の爆撃機に対し早期警戒の任務を負っていた。しかし、地上のレーダー探知能力が向上し、ロッキード哨戒機との組み合わせによる早期警戒システムに取って替われ、ついに1962年に米海軍飛行船隊は解散させられることとなった。しかし米海軍飛行船隊全体としては、北極圏やハリケーンの襲来する海空域での野外係留による運用も含め、常時87%の出動率という好成績を残している。

〔米海軍ZPG-3WとAir-Dock〕



そして同隊解散後は主に欧米で宣伝広告やテレビ中継に用いられて生き延びてきた。その後英米独で新飛行船会社もでき新型飛行船も開発されたが、いずれも基本的には従来型軟式飛行船であった。

飛行船は構造上数種類に分けられ、軟式(骨組み構造を持たない)、半硬式(下半分のみ骨組みを持つ)または準硬式(全体に骨組みを持つが、ガス気囊が外皮膜と分離していない)、硬式(全体に骨組みを持ち、船体内部に外皮膜と独立したガス気囊と乗員・乗客区画などを持つ)がある。

NAC Not Half rigid like Norge, Italia Nippon Airship Corporation



Zeppelin NT N07

Translation into same "Semi-rigid" made a confusion!
NT is "Full rigid" structure but air ballonnet inside.

ツェッペリンNTは、日本では当初「半硬式」と紹介されたが、正しくは「準硬式」と呼ぶべき構造である。もともと独語での表現では「半硬式」と「準硬式」は区別されているのだが、独語から英語に訳された際、日本では「半硬式」と訳されている「Semi-rigid」と英訳されたために、かつてのノルゲ号の半硬式船と同じく船体の下半分のみ骨組みがあると誤解されてしまった。しかし実際には全体に骨組みがあり、むしろ「硬式」との違いは、外皮膜(エンベロープ)とガス気囊が「軟式」と同じく同体であり、内部に空気房(エアバロネット)を有する点において「硬式」とは異なる。従って「硬式」に準じるという「準硬式」という表現が適している。船体がかつての大型硬式船ほど大きくないため、重量軽減のため外皮膜とガス気囊を分離独立させなかったと思われるが、運航者の立場から言わせてもらおうと、やはり分離して欲しかった。つまり外皮膜の微小な穴でも高価なヘリウムガスを逃がすことにつながるからである。実際に船体上部にカラスなどの鳥類がとまり、足の爪で微細な穴があく被害によりヘリウム純度が下がる事例が発生している。カラス除けの彩色シールを船体上部に張ったり、定期的にこうしたエンベロープの微小穴の補修を行っているが、もしガス気囊が分離しており船体内部にあれば、こうした対処もかなり軽減するのである。

今一度整理すると、硬式以外は全てエンベロープという外皮膜の内部にエアバロネットという膜材でできた空気房を持っており、外皮膜にかかる内圧の調整や、船体のトリムをとるなど姿勢の制御に使用されるが、硬式では外皮膜とガス気囊の隙間の空間

がこの調節機能を持つことになる。これ以外にいわゆる蟹の甲羅のような、新素材による甲殻構造を持つツツト・シェル・タイプ^①の飛行船も考究されている。

米海軍は戦前実際に全長 44.5mの全金属製飛行船(ZMC 型)を建造したが、当時はジュラルミンの薄板を 300 万本のリベットで接合するなどの苦勞があり、主力飛行船型には採用されなかった。しかし現在の新素材や接合技術を用いれば、こうした構造もまた十分再検討に値すると思われる。

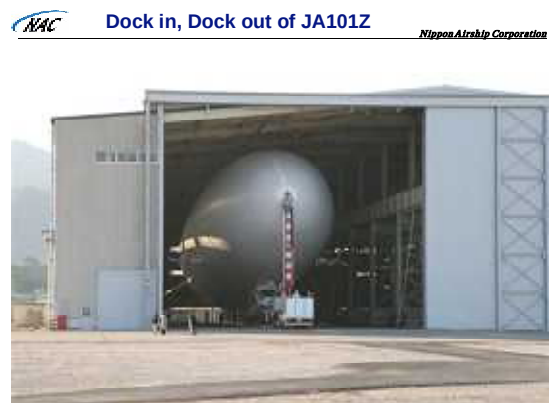
飛行船技術の根幹が浮揚ガスの容積と自重の差である浮力の活用にある以上、小型飛行船は軟式、中型は半硬式または準硬式、そして大型は硬式が有利となる。本来飛行船は大型化すればするほど、自重の増加を容積の増加が上回るため、浮力の増加率が大きくなる。北極熊の身体が大きいと同じ原理で、表面積の割に容積が大きいことが有利なのである。一方で船体形状や船体強度を保つためにも、より重量を増す船体構造や装備品、積載物を支えるための骨組み構造が必要となってくる。その意味で大型硬式飛行船こそが飛行船技術の頂点に位置するのだが、ヒンデンブルク号が終焉を迎えて半世紀以上、「戦争の世紀」と言われ、航空では「より速く、より高く」を追求してきたスピード最優先の 20 世紀の時代思潮の中で、大型硬式飛行船は忘却の彼方に置かれてきたのであった。

5. 世界の現状と新型飛行船開発計画

現在世界では、40 隻程度の飛行船が登録されているといわれるが、実際に常時運用されているのは 20 隻程度であると思われる。うち 3 隻が上述した準硬式飛行船ツェッペリン NT であり、それ以外の飛行船は全て軟式飛行船である。軟式の使用用途は広告宣伝が多く、次いでテレビ放送中継や警備・哨戒任務などに従事している。

ツェッペリン NT に関しては、ドイツでは 2001 年よりフリードリヒスハーフェンを拠点とした遊覧飛行を主とし、時々ヨーロッパ各国に遊覧・宣伝・大気調査などで出かけて行く運用を行っている。当初 2 号機を運用していたが、日本に売却した後は 3 号

機を運用している。日本では 2 号機を 2004 年に欧州で購入して、2005 年より日本での運用を開始、現在では首都圏での遊覧や広告、テレビ・ラジオ中継、調査・実験・観測業務を主体としつつ、日本各地に巡航して各任務飛行を行うこともあり、加えて震災など大規模災害時の場合の空中からの災害復興支援任務の実施を政府機関とともに研究中である。



アメリカはツェッペリン 4 号機を購入し、2008 年よりモフエットフィールドを拠点として主にサンフランシスコでの遊覧と広告を行っている。これに先立ち南アフリカでダイヤモンド会社のデビアス社が 2 年ほどツェッペリン NT 初号機をチャーターし、鉱脈探査を行った。地上調査よりも精度の高いデータが取れ、かつ一日 10 時間連続の夜間探査飛行を繰り返して実施し、探査期間のわりには効率的に多大の成果を挙げることができた。残念ながら 2007 年ナミブ砂漠で地上係留中に突然至近距離で発生した竜巻による損傷を受け、現地格納庫から遠距離であったために現地修理もままならず、分解してドイツ

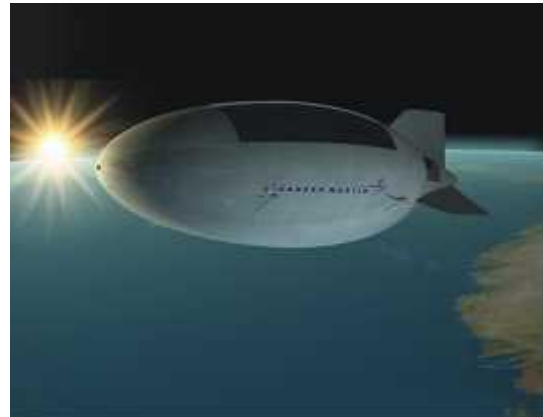
に戻してそのまま退役となった。この初号機は遊覧飛行の資格はなかったが、調査・実験業務は欧州の航空法規では許されており従事していたものである。

軟式飛行船としては、ドイツのWDL社が40年近くに亘り全長58m～60m級のWDL-I型、WDL-IB型を、欧州・米国・日本で運用を続けてきたが、昨年所有飛行船3隻を中国の新飛行船運航会社（中・独合弁会社）に譲渡し、設計・建造・運航などのノウハウも移転して、今後中国での飛行船開発と運用を行うこととなった。軟式飛行船のメッカとも言えるグッドイヤー社は、1987年に飛行船製造部門をロラル社に売却、さらにこれがロッキード・マーティン社に転売されて、現在グッドイヤー社は飛行船の運航のみを、他社飛行船のチャーターも含めて継続している。もともと英国で開発され、日本にも導入されたことがある全長52m～60m級のSKYSHIP500と同600は、その後英国から豪州を経て、現在はアメリカのエアシップ・マネジメント・サービス社（AMS）が管理・運用している。同社は宣伝やTV中継などを実施し、時々遊覧飛行も実施している。他にアメリカン・ブリンプ・コーポレーション社（ABC）が製造したA-60+、A-150、A-170型といった全長30m～55m級の軟式飛行船を、ザ・ライトシップ・グループ社（TLG）が運用している。現在はもうないが、日本でも自家用機として数年間運用された。他にもUSLTA社やロシア系のロス・エアロ・システム社などが小型軟式飛行船を製造し運用している。近年中国においてもHua j i a o A i r s h i p社という飛行船会社ができ、小型軟式飛行船を製造し、上海などで宣伝飛行をしている。

最近国際的に注目を集めている開発の動きがある。まずは米国防総省国防高等研究計画局（DARPA）が2009年3月に、高度2万mの成層圏から10年間に亘って偵察活動を継続できる新型無人偵察飛行船の開発に着手したと発表した。DARPAは、約400億円（4億ドル）の開発予算を投じてまず全長46m級のプロトタイプを開発し、その後全長140m級の軟式飛行船で船体上部に装備する太陽電池

と、搭載する水素燃料電池を併用して10年間連続飛行を可能にするというもの。偵察可能域は約600キロにも及び、定点に滞りながらAWACSよりも60%広い範囲を継続的に観測できる。DARPAは軍事偵察衛星を打ち上げるよりも安いコストで偵察衛星並みの監視能力を構築できるとしており、2012年秋には飛行実験を開始する予定である。

〔ロッキード・マーティン社の高高度偵察飛行船〕



わが国でもミサイル防衛上や不審船の監視など、同様の偵察飛行船の導入は充分考えられる。ちなみに日本では、飛行船は航空法上の「人が乗って航空の用に供することができるもの」という定義に従い、有人飛行船は航空機として扱われるが、無人の10m～17m級程度の無線操縦のラジコン飛行船は「空中浮遊物」として扱われ、航空機ではない。但し、より大型の70m級以上の無線操縦の無人飛行船は、航空機に準じて取り扱われると思われる。

次に注目されるのは、同じくDARPAが進めてきた「Walrus HULA」計画のフェーズ1に相当するハイブリッド型軟式飛行船、P-791「Super Blimp」である。2006年1月31

日にパームデールにある米空軍第42工場で飛行実験を行ったことから存在が明らかとなった。実は、上述の高高度の無人偵察飛行船とともに、この開発はロッキード・マーティン社が担当しており、このP-791は同社の先端航空機開発部門、通称「スカンクワークス」が研究開発している。同部門は、U-2偵察機、SR-71偵察機、F-104戦闘機、F-117ステルス攻撃機などを開発し、アメリカ航空産業の最先端を担ってきたことで知られている。「Super Blimp」は、最終フェーズでは500～1000トンの貨物を搭載し2万2千キロ（地球半周）の距離を飛行させるという目標で進められている。なお現在世界最大の輸送機「A n-225」が搭載できる最大が約300トンである。〔ロッキード・マーティン社の Super Blimp P-791〕



もう一方のアメリカ航空界の巨人、ボーイング社は2008年7月8日に、カナダのスカイフック・インターナショナル社と共同で、重量物輸送用の飛行船「SkyHook HLV」の開発に着手したことを発表し、2009年7月27日には、同飛行船設計のコンフィギュレーションが固まったと発表した。2011年には詳細設計を終わり、遅くとも2013年までには商業運航を開始することを目指している。カナダの北極圏は、地球温暖化の影響で凍土が溶け、森林資源や鉱物資源の開発が可能となってきたが、資材や資源の輸送に悩んでおり、「SkyHook HLV」はこの輸送を担うことがカナダの大学や産業界から期待されている。面白いことに、上述の「スカンクワークス」に相当するボーイング社の中の先端研究開発部門「ファントムワークス」がこの飛行船開発を担当している。「SkyHook HLV」は、いわば飛行船とヘリのハイブリ

ッド型であり、巡航時速は120キロ。40トンの重量物の場合は230キロ程度運ぶことを計画している。現状ヘリで3トン程度を限度として空輸を行っているわが国においては、例えば二十数トンの風力発電のブレードなども空輸が可能となり、現場への輸送のための道路建設や周辺環境破壊を防ぎ、コストと建設期間の圧縮にも寄与すると期待される。また間伐材の輸送なども可能となり、森林保全・環境保全にも大いに役立つことが期待されるのである。

〔ボーイング社製 SkyHook HLV〕



6. これからの飛行船の産業的課題は何か

飛行船は、単位燃料消費量当りの輸送能力と速度で考えると、船舶と飛行機の中間に位置させることが可能である。すなわち船よりは早く、飛行機よりは安く運べるという特性を持ちうる。国際的な輸送システムという観点からは、船と飛行機の中間に空白の事業領域が眠っていると考えられる。例えば、太平洋を横断するのに、ジェット機が半日、船舶が10日、これに対して飛行船は3日である。しかも長大な航続距離と実用的速度を活かし、かつ長大な滑走路を必要としないことから既存空港に依拠しないことも可能であり、例えば中国内陸の拠点から北米内陸の拠点まで、太平洋を越えて他の陸上輸送機関に頼らずに直接輸送することも考えうる。

日本航空宇宙学会誌第24巻第240号（1976年7月）に東昭先生が発表された論文「飛行船の将来性」の316頁及び同著「航空を科学する（上巻）」酣燈社、第2版1998年」の35～36頁のなかで、各種交通機関の輸送効率を比較されておられるが、乗り物の経済性を示す指標として『有効搭載量（ペイロード）』 W_p を速度 V で運ぶのに、どれだけの『パワー』 P_E の推進機を積載しているかを示す無次元の『輸送効率』、 $W_p V / P_E$ を示す。タテ軸にこの『輸送効率』、ヨコ軸に『最大速度』をとって各輸送機関の分析をされたのが右上図（図1）である。この『輸送効率』は、推進機の出力との関係で当然燃料消費やCO2排出にも相関してくる。この中で当時考えられた小型／中型／大型の飛行船例題機も加えて比較分析されている。

この表をさらに2003年1月に三菱総合研究所地域政策研究センターの小松史郎研究部長（当時）がさらに分析・整理された図表（図2）が右下図に掲げたものだが、これをさらに船舶と陸上輸送（鉄道・トラック）と飛行機のグループに整理してみると、「船舶は、速度は遅いが『輸送効率』は高い」こと、「飛行機は、速度は速いが『輸送効率』は低い」こと、そして「陸上輸送（鉄道・トラック）は、速度的にも『輸送効率』的にも船舶と飛行機の中間に位置すること」がわかる。

〔図1：東昭先生「航空を科学する（上巻）」36頁〕

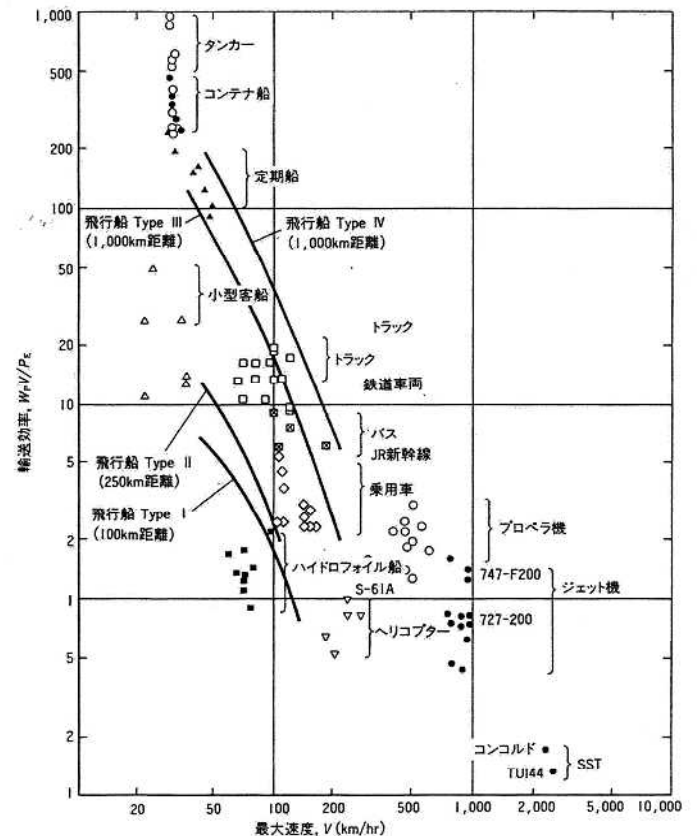
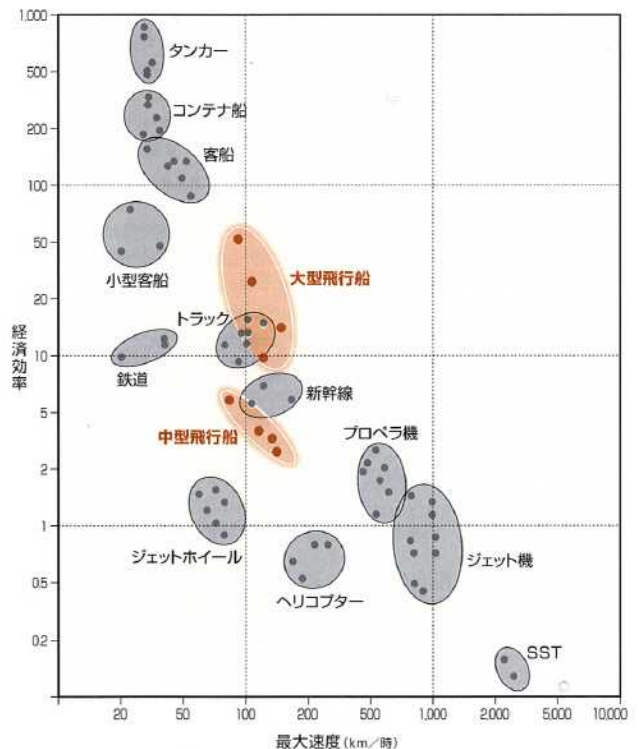


図2.2-4 乗物の輸送効率

〔図2：三菱総合研究所NEXTING誌通巻740号41頁、小松史郎(現)東京都市大学都市生活学部教授作成〕



出所：1994年 東京大学 東 昭名誉教授発表の論文の中から「乗物の経済効率」をもとに作成

物流のニーズとしては、飛行機も船舶も不変にあることは論を待たないが、その中間領域つまりは「船より速く飛行機よりも安い」ニーズも必ず存在する。陸上ならばまさしく鉄道やトラックなどの陸上輸送機関がこれを担っているわけだが、問題は太平洋、大西洋、インド洋、北極海などの海洋である。現在はこうした渡洋輸送手段は船舶か飛行機しか存在していないが、「物流ニーズとしての中間の空白領域」はこうした海洋においても必ず存在している。その証拠に一時期「シー&エア・サービス」というものが試みられた。つまり船舶と飛行機を組み合わせ、例えば「日本から香港または日本からカナダまでを船舶で運び、そのあと欧州まで飛行機で運ぶ」という物流サービスであり、まさに「全航程を船舶で運ぶよりは速く、全航程を飛行機で運ぶよりは安い」ことを訴求した「中間的物流サービス」であった。しかし実際には、接続地での時間がかかったり接続コストも追加されたりでなかなかうまくゆかなかった。また途中に海空の貨物積み替えの適地が設定しにくい太平洋や大西洋では「シー&エア」は成立しない。このことは「物流ニーズはあるが、最適の中間的輸送手段がない」ことを端的に表している。

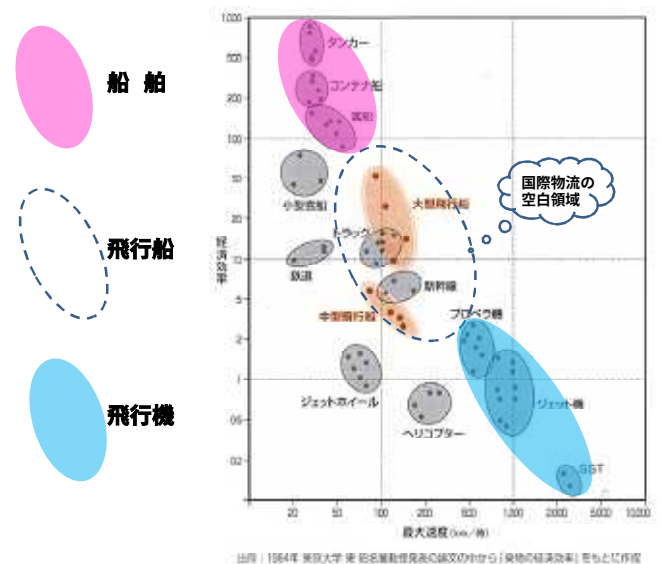
そこでもしここに、そもそもハードウェアとして船舶と飛行機の間に位置する新航洋輸送手段を投入してやれば、まさにこの「渡洋型国際物流ニーズの空白の中間領域」を埋めることができるのだ。

そこで登場するのが、大型硬式飛行船ないしは中型飛行船である。飛行船は、まさしく「船より速く、飛行機よりも安く運べる」中間的な乗り物なのである。約8000キロの太平洋を渡ることを例にとれば、現代でも「船舶は10日」「飛行機は半日」かかるのに対し、「飛行船は3日」となる。

今からちょうど80年前の8月に、世界一周の途次太平洋を渡ったグラーフ・ツェッペリン号は前述の通り79時間(3日と7時間)で横断した。現代にもしこのグラーフ・ツェッペリン号を復活させたならば、もっと早い速度が期待できるが、ここでは80年前と全く同じものしかできなかつたと仮定したとしても、「飛行船は3日」となるのである。

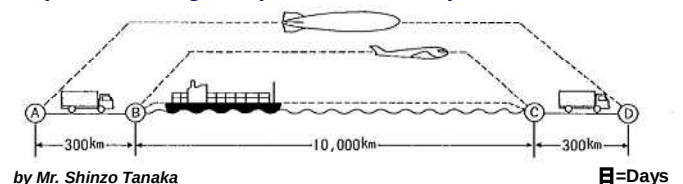
飛行機からすれば、飛行船は鈍足極まりないと思われるかもしれないが、船舶からすれば約4倍もの速度となり、太平洋横断が10日→3日=7日、つまり輸送期間が丸一週間も短縮されることになる、これは十分に経済的効果を持つことになる。

飛行船と各輸送手段の輸送・経済効率比較



Nippon Airship Corporation

Comparison: Cargo ship, Jet and Airship across the Ocean



輸送機関別の 合計所要日数	輸送機関	Aでの積荷 + A-B間	Bでの積荷 + B-C間	Cでの積荷 + C-D間	Dでの荷揚	合計日数
S	船舶	1日	12日	1日	0.5日	14.5日
J	飛行機	1日	1日	1日	0.5日	3.5日
A	飛行船	Aでの積荷0.5日 + A-D間3.5日 + Dでの荷揚0.5日				4.5日

Prerequisite condition

- Jet 飛行機…巡航速度 830 km/h (450 kt), payload 75 Kilo ton
- Airship 飛行船…巡航速度 120 km/h (65 kt), ペイロード180トン
- Ship 船舶…巡航速度 33 km/h (18 kt), ペイロード20,000トン
- Truck トラック…時速 65 km/h, ペイロード10~15トン

もうひとつの課題は、飛行船は果たして「飛行機より安い」ことになるであろうか。約90トンを積載する大型ジェット貨物専用機を想定した場合、かつてのヒンデンブルク号は約60トンの積載能力であった。19万m³の容積があったことから、おおまかにではあるが、水素が1m³あたり1.1kgの浮力があるとして、209トンの浮力とすれば149トンもの自重及び必要装備の重量があったことになる。

1930年代の素材を現代の素材に置き換えた場合、どれだけの軽量化が図れるか、精密な計算を待たねばならないが、当時のジュラルミンの骨組みを可能な範囲でカーボンファイバーや軽合金に置き換え、外皮幕の木綿の帆布（ズック）を現代の合成繊維の膜材に置き換え、さらには当時のディーゼルエンジンを現代の小型軽量の推進機関に置き換えるだけでも、相当な軽量化が図れるであろうことは想像できる。当時の飛行船のジュラルミンの正確な重量は不明だが、一般にジュラルミンは鉄の重量の三分の一であり、カーボンファイバーは鉄の約四分の一の重量とされていることからすれば、カーボンファイバーはジュラルミンの約四分の三の重量であるといえる。そこで、もし自重及び装備品の四分の一程度を軽量化できたと仮定すると約37トンの積載能力が増えて合計97トン程度積載できる計算となる。ここではさらに固めに想定して30トン程度（全体の20%程度）の軽量化と見なしても大型ジェット機とほぼ同量の90トンを積載できることになる。ここでは前提として同重量運べるものとしよう。

一方でいわゆる燃費の問題であるが、これも単純比較は困難であるもののヒンデンブルク号級と大型ジェット機の比較では、二十分の一程度と見られる。

例えば貨物用大型ジェット機（B747F）とある例題機として想定された大型貨物用飛行船（全長230m級）の数値の比較では、貨物重量100t（500m³）を約5000km輸送する場合の計算例として、燃料費対比でジャンボ機と大型飛行船の比率は6.46対0.32となり、この場合は燃料費では飛行船はジェット機の約二十分の一となる。

同様に大型ジェット機（747-300）と過去の英国の大型飛行船R100号（全長216m級）との比較をしてみると、ジェット機（747-300）の一時間当りの燃料消費量が、9000kgであるのに対し、英国の大型飛行船R100号では、370.8kgとなり、つまり飛行船はジェット機の約二十四分の一となる。

ドイツの大型飛行船（グラーフ・ツェッペリン号やヒンデンブルク号）はブラウガスという燃料ガス

を使用していたため単純な比較がむづかしく、やや鈍重な（船体重量も重く速度も遅い）イギリスの硬式飛行船（R100号）との比較しかできなかった。もとより比較の仕方によっても違うが、大きくいえば大型飛行船は、大型ジェット機に比較してあらまし二十分の一の燃料消費で済むということができる。

しかしこれをやはり非常に固めに見て、ここでは十分の一程度であると仮定しよう。その場合、現代の大型ジェット機の運航費の三分の一は燃料費だといわれるが、これがもし十分の一になれば33.3%－3.3%=30%の減少となり、すなわち運航費が70%に圧縮されることになる。

つまり仮に同重量の90トンを運ぶ場合に、飛行船の燃料消費がジェット機の十分の一と仮定しても、運航費が3割減となり、少なくとも運賃もそれに相関して安く設定できる計算となる。ましてやもっと飛行船がたくさん運べて、燃料費も少なくなれば、さらにトン当たりの運賃を安くすることができる。

さらには、船舶でも飛行機でも貨物は、港湾や空港で鉄道やトラックに載せかえられて最終目的地に運ばれるのであるが、上述の通り、要件があれば滑走路を必要としない飛行船は、例えば中国内陸の工場の飛行船離着陸スペースから北米内陸の最終集積地の飛行船離着陸スペースまで、飛行船による直行輸送ということも充分考えうる。そうすれば陸上輸送機関の接続時間・運送期間・運送費用が省略されるため、全輸送期間の比較においての飛行船輸送の経済的な優位性はさらに高まることになる。

加えて、これからはいわゆるカーボン・オフセットの問題も大きく作用してくる時代となってくる。CO₂排出量をいかに少なく運ぶかの観点も、コストとともに運輸業には大きくのしかかってくるのである。もっともCO₂排出量の比較は決して安易にはできないが、少なくとも浮揚原理からして飛行船は浮力の大半をヘリウムなどの浮揚ガスの静的浮力を活用するため、化石燃料消費と引き換えの動的浮力の比率は低い。化石燃料によるパワーは大部分が推進力に振り向けられるわけであり、その意味では他の航空機と比較して浮揚原理的にはCO₂排出量

が少なくすむ。さらには今後より軽量化してゆくであろう膜材型太陽電池や、水素や水を活用した再生型燃料電池を推進機関に用いれば、究極的にはほとんどCO₂を排出しないで渡洋可能な飛行船を建造することも夢ではない。現状ツェッペリンNTのCO₂排出量は大型ジェット機の二百十分の一であり、三ヶ月間飛んで一時間分のCO₂排出量となる。

前述した1930年代の技術・素材の産物であった全長約250m級のヒンデンプルク号タイプの大型硬式飛行船を、現代の高分子化学がもたらした素晴らしい炭素繊維や合成繊維、FRP、最先端の軽合金など軽量・強靱な材料を用い、現代の高層ビルの建築を可能とした高性能コンピューターによる精度の高い強度計算を応用して大型硬式船の骨組み構造の設計・製造を行い、最新の航法・気象・通信システムを搭載する。また、既存の小型高性能のディーゼルエンジンや航空機用ガソリンエンジン、ターボプロップ・エンジンにとどまらず、将来的にはハイブリッド・システムや、最新の太陽電池や燃料電池などを利用した推進機関を装備して、もう一度「グラーフ・ツェッペリンIII世号」を再興（リストラクション）すれば、1930年代当時とは比較にならないほど高性能で安全、かつ相当に軽量・強靱な低炭素型航空輸送手段が実現可能となるのではあるまいか。

1930年代の技術では、大型の船体に見合う船体の強度や推進力を充分得られないことにも問題があったが、現代の技術・素材・エンジンを合理的に組み合わせれば、こうした問題を解決できるのではないだろうか。しかも日本的ないわば「ゼロ戦型技術」が得意とする、無駄のない精緻な合理的設計とそのアセンブリ（組み合わせ）技術による軽量化など、世界をリードする新型LTA（Lighter-Than-Air）航空機の開発・建造も決して夢ではない。今後日本の航空機開発がどのような方向をたどろうと、欧米先進国の後塵を拝することなく独自分野で互角に渡りあってゆける新分野の開拓を考えるならば、この飛行船開発は無視し得ない。

また日本各地の造船会社の工場敷地や工場上屋やドライドックなど既存設備の中には、少し改造する

だけで大型硬式飛行船の開発・建造に活用可能な施設がある。もともと明治33年(1900年)7月にツェッペリン伯爵が第一号のLZ-1硬式飛行船を飛ばしたのは、ボーデン湖上に浮かぶ水上格納庫から引き出して水面からだった。長大な滑走路が不要な飛行船には、陸上に限らず将来的に浮体構造の飛行船水上基地やウォーターフロント周辺も含め、我国の国土を活かした湖面や海面、洋上を利用した運用可能性も研究すべきである。グラーフ・ツェッペリン(I世)号も湖面や海面に着水することが実際可能であった。そもそも浮力があるため、接地・接水の船体重量が軽く、少数の車輪や浮き袋で船体を支えられるので、水面に着水しても浮いていられるのである。沖泊まりした客船と同様に、テンダーボートによる乗客・乗員の上陸・交通も可能である。



湖のうえに降りたグラーフ・ツェッペリン号

わたくしたちは、飛行船活用の最終目標のひとつに、上述した「渡洋型貨物飛行船」のみならず「豪華飛行客船」を現代のテクノロジーで復活させることをかかっている。もしヒンデンプルク号級の大型硬式飛行客船を、上述した通り現代の素材とテクノロジーを組み合わせで再建造したら、当時とは比較にならない程安全で高性能な大型飛行クルーズ客船ができるはずである。

実は筆者は、2002年までの12年間、「にっぽん丸」や「ふじ丸」など日本の外洋クルーズ客船の乗組員として3回の世界一周航海を含め、全世界を航海してきたが、これから最もお金を使って戴かなければいけないシルバー世代の方々にとっての外国旅行は体力的にも様々な要件があることを実感してきた。

客船での世界一周の船客は平均年齢65～67歳くらいであるが、日本からアメリカ・ヨーロッパ・オーストラリアのどこに行くにもジェット機に十数時間乗らねばならないのが体力的につらいので客船に乗ったという方々が少なからずおられた。もちろんクルーズ客船の旅は船内での食事やエンターテイメント、各寄港地での上陸観光など魅力一杯でありそれを楽しみに乗船される方が主体である。しかし、一方で「もっと身体が楽な空の旅があったら・・・」という思いは若い世代でも抱いているのである。

Can we enjoy world cruise again by Giant Cruise Airships? Yes, we can!!



飛行客船
Cruise Airship



**Faster than Ships,
More comfort than Jets**



もし現代の技術と素材でリストラクションしたヒンデンブルク号級の飛行客船があれば、現在クルーズ客船で盛んな3ヶ月間世界一周が、3週間程度でも実施可能となり、客船同様ダイニングで食事を楽しみ、ラウンジでくつろぎながら、夜は自分の船室でベッドに眠り、眼下の大パノラマを堪能しつつ、各寄港地での上陸観光を楽しめるのである。2002年に「にっぽん丸」で大西洋上を航海中、乗船中の世界一周船客をお相手に「飛行船講座」を実施した際、

最後に「もしヒンデンブルク号級の飛行客船ができたら乗ってみたい方は手を挙げてください」と尋ねたところ、実際に世界一周中の300名のお客様全員が、即座かつ真剣に熱意を持って手を挙げてくださった。この12年間に何万人もの船客と洋上で接してきた現場の実体験から、現在完備された統計調査資料はなくとも、筆者はこのマーケットは確実に存在していることを実感し確信している。

1930年代にアメリカでは前述の空中空母アクロン型を民間用に改装した大型硬式飛行船として「乗客乗員80名、貨物120トン積載、速力80kt(時速150km)」の計画が存在し、実際に当時の技術と素材でこの性能は十分可能とされていた。飛行船を過去の遺物として否定してきた20世紀はすでに終わり、新しい素材と技術を得て環境にも人間にも優しく、長時間飛行・滞空可能な21世紀の実用渡洋型航空機として大型硬式飛行船が復活する日を信じるのは、果たして筆者のみであろうか。

7. 今後の取り組むべきアクション・プラン

飛行船が産業として発展してゆくためのヒントとして、海運業の発展の歴史を紐解きたい。中世までの海運業は、「自分で船を造り、自分が乗り込んで大海原に乗り出して航海し、外国で売買・交易をして、帰ってきて巨万の財をなす」という形態に端を発しているといえる。つまり造船業、海運業、貿易業が一体となっており未分化であった。

その実例としては、日本でも三井物産という貿易商社の船舶部が独立して三井船舶という船会社ができ、また造船部が独立して三井造船という造船会社できたことである。三菱グループも日本郵船や(旧)三菱海運という船会社、三菱商事という商社、三菱重工という造船部門をもつ製造会社が、連携しつつ発展してきている。

つまり、メーカーとオペレーターとユーザーという三者がそれぞれの役割と立場を果たしつつ連携することで、海運業・造船業・貿易業が発展してきたわけである。このアナロジーとして考えるならば、飛行船産業が発展するためには、やはりメーカーと

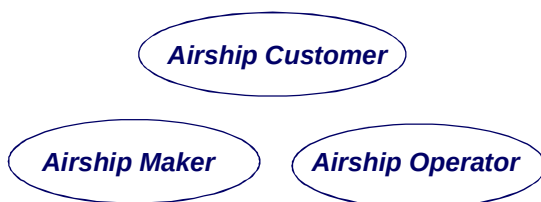
オペレーターとユーザーという三者の機能と役割が分担されつつ連携・連動する産業構造と社会経済的機構を備えてゆかなければならない。

例えばアメリカの飛行船会社のメッカともいえるグッドイヤー社はかつて、自分で飛行船を造り、運航し、宣伝利用するという、飛行船メーカー兼飛行船オペレーター兼飛行船ユーザーとしてほぼ百年間飛行船に関わってきた歴史がある。1987年に、同社は飛行船製造部門を売却して分離したが、運航と宣伝利用（ユーザー）はまだ兼ねていた。しかし最近では他社である前述のABC社のA60+をチャーターして宣伝利用だけをする飛行船ユーザーとしての存在を強めている。



Nippon Airship Corporation

3 Keys for Development of Airship Industry



この三つの機能をそれぞれ適切かつプロフェッショナルに分離独立させて、適正な競争原理を導入しつつ育成し、三位一体的な発展を図ることが肝要である。世界のほとんどの飛行船会社は今もメーカー兼オペレーターであることが、ひとつには発展を阻んでいる様に思えてならない。先の船舶の例で言えば、造船会社と海運会社は明確に異なる。航空でももちろんボーイング社などの航空機メーカーとJALやANAなどの航空会社が異なるのであり、飛行船もこれからはメーカーとオペレーターが分離して各々で発展してゆかねばならないと考える。なぜなら、メーカーだけのフィージブル・スタディーでは、飛行船がこれからどれだけ世界中で商業運航されるかの予測や検討は困難であり、それには運航業を本業とするオペレーターの経験と視点が不可欠である。一方で、オペレーターの実務経験からのフィ

ードバックがあって、どのような機能と性能を持つ飛行船が必要か、改良すべき装置や機器は何かがわかるのである。まずは飛行船の専門オペレーターをしっかりと育成することが、飛行船メーカーを結果的に潤すことにつながる。そして飛行船オペレーターが育つためには、飛行船ユーザーを開拓し、ユーザーからのリクエストがオペレーターに与えられることで、飛行船産業として大きく発展してゆく。

いくら大型硬式飛行船を物理的に再興して建造しても、オペレーターがいなければ、それを乗りこなすことも整備・運用することもできない。「幕末の咸臨丸」があったからこそ、日本人の船乗りが育ち、後に世界最大の戦艦大和ができて運用することができたのである。その意味でも、ハードウェアを建造することとともに、それを運用できるソフトウェアとしての運航・整備技術をあわせて再興・育成しなければならない点に於いて、日本飛行船のツェペリンNTは「平成の空の咸臨丸」ともいえる使命と存在意義を果たしてきた。



S.S. KANRIN MARU
625 tons, First across
Pacific Ocean by JPN
Crew only in 1860

Why we should keep operation of airships now?



Biggest Battleship YAMATO 72,809tons 1940 - 1945



If we don't train & keep crew members of airship, who will operate Giant Airships in future?



これからの飛行船開発・建造を考えると、繫留システムをどう展開するかを考えなければならない。必ず問題になるのは、定時運航性の確保、すなわち定時離着陸性能と離着陸スペースをどうするかということである。飛行船は何千メートルの滑走路は不要だとしても、繫留マストを中心に船体長を半径とした円を描くので、250mの船体ならば直径500m以上のスペースが必要になる。この問題を解く鍵は、水面利用と繫留塔システムの再興にある。

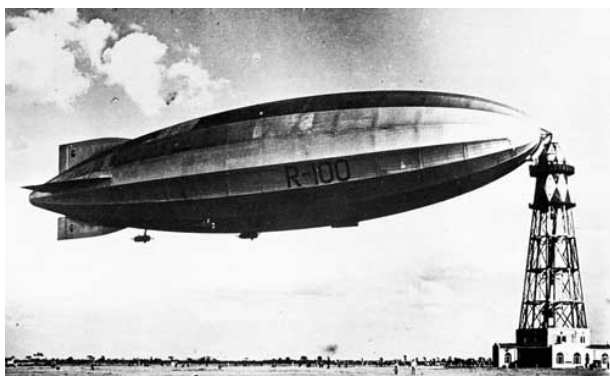
そもそも1900年7月2日に初飛行を行ったツェッペリン第一号船 LZ-1 は、ボーデン湖上に浮かぶ浮体式格納庫の中で組み立てられ、水上に引き出され湖面から飛び上がり、また湖上に舞い戻ったのである。ブイに繋留された浮体式格納庫も水面上の飛行船も、錨をおろした船舶と同様、動力を使わずとも自然に常に風に立つので、動きがシンクロする水上格納庫への飛行船の出し入れが容易であるという利点がある。前述したように後のグラフ・ツェッペリン号も車輪の代わりに大型浮き袋を装備できるようにもなっており、実際に水面に着水・離水を行っていることから、わが国でも霞ヶ浦や、浜名湖、琵琶湖などの水面を利用した水上飛行船基地、あるいは浮体式の洋上飛行船基地も将来的に充分考えられる。

〔英国大型硬式飛行船R100船上の乗客〕



一方イギリスはかつて空中繋留方式を採用しており、ロンドン郊外に今も大格納庫が残るカーディントンや、カナダのモントリオールなどに大型空中繋留塔を建造しR100などの大型硬式飛行船が利用していた。繋留塔には船首部のタラップから乗り降りした。先述の通りニューヨークのエンパイアステートビルも、元々飛行船の繋留塔として建造された。

〔繋留塔における英国のR100〕



ちなみにR100は民間のビッカーズ造船所で造られたため「資本主義号」と呼ばれ、大西洋横断往復飛行に成功した優秀な飛行船であった。一方当時社会主義政権下であった英国航空省が造ったR101は、対比的に「社会主義号」と呼ばれ、一部骨組みに鋼鉄を使用するなど飛行船の専門家からすると疑問の多い設計であったといわれるが、残念ながら処女飛行の途次、水素ガスの漏出と発火が原因と思われる事故によりフランスで墜落してしまい、これを契機として英国は成功していたR100も解体して硬式飛行船から撤退してしまった。しかし今でもR100を偲ぶ人は多く、英国にはR100を最新技術で再現しようという運動もある。

こうした繋留塔システムは今後の地上・洋上運用でも再検討すべき利点を持っている。もちろんそのためには、空中繋留中の船体のトリム（前後の釣り合い）を自動でとるような、または潜水艦の自動懸垂装置のような機構を開発・装備する必要がある。

〔エンパイアステートビルに繋留する構想図〕



もうひとつの定時離着陸性能だが、これはまずは飛行船自体の強度と推進力と制御性能を増すことによる総合的な堪航性の向上が基礎となる。その上で、

もうひとつの課題が、地上離着陸システムの改善である。例えばまず自動で立ち上がってくる繫留マストで、飛行船の繫留索を自動的に補足して巻き取り、繫留する自動システムの開発が必要である。そしてサッカースタジアムのような大型で屋根が開くドームに、飛行船を自動繫留システムで補足・繫留して引き込んでゆき、屋根を閉めて安定させるような設備・施設を研究開発する必要もあるだろう。これらは現代の精密作業を行う産業用ロボット技術を駆使すれば不可能ではあるまい。単なる飛行船側の開発のみではなく、地上・水上・空中の繫留システムと施設開発の連動こそが、課題である飛行船の運航定時性の確保につながるのである。参考とすべき具体例に、今や海上輸送の世界的な主体となっているコンテナ船の輸送システムがある。1960年代当時、海運界にコンテナ船構想が現れた時、「コンテナ船などはだめだ。」という意見が多かった。なぜならコンテナ船は、当時の一般的な在来型貨物船と異なり自分では荷役装置を持たない。従って岸壁側に巨大なガントリークレーンや、陸上でコンテナを運ぶストラドルキャリアー、そしてそれを内陸に運ぶコンテナシャーシとトラクターヘッドなどの機器・車両が世界中の港になれば成り立たない輸送システムだからである。そのための広大な敷地のコンテナヤード、コンテナを通関するしくみなども必要となる。在来型貨物船なら自前のデリックやクレーンで荷役作業ができ、岸壁さえあればどこでも貨物の積み下ろしのできたからである。従って1960年代初頭の「常識」ではコンテナ船が将来世界物流の主力になることなど、とても考えられない夢想でしかなかった。しかしそれから30年後の1990年代には、世界中にコンテナヤードとガントリークレーンが整備され、今日、中南米やアジア・アフリカにいたるまで全てコンテナ船による世界的海上輸送網が確立しているのである。在来型貨物船は姿を消してしまった。この事例が教えてくれるように、現時点ではそんなことは「雲を掴むような夢物語だ」といわれる構想も、30年経てば現実になる可能性を十分実証しているのである。飛行船技術は、ヒンデンプルク号が

炎上した1937年以来70年間冬眠してきたと言っても過言ではない。しかしその70年の間に、技術も素材も社会も膨大な進展をみているのである。70年前に不可能であったことも、現代では可能になっている事例は数限りない。

従来の技術開発はどうしても史上初めての新技術にしか注目せずまた評価しない傾向や気分があるのではないかと感じるが、利用者側の観点に立てば全くの新技術よりもむしろ実績のある過去の実物を、現代の技術と素材を駆使して再興（リストラクション）し、新しい経済的付加価値をつけて甦らせることにもっと目を向けて良いのではないかと考える。飛行船の自然のガス浮力の利用のみならず、こうした観点からの風力・潮力・地熱や太陽光エネルギーなど自然力利用の技術をもっと高く評価し、新技術開発と製品化に努力し、実際の産業社会で活用してゆくことこそ、21世紀に生きる研究者と企業人の使命ではなかろうか。

「人間は自然を制御しうるが、ただしそれは
自然に従った場合のみである。」

—— サー・フランシス・ベーコン



〔80年前の昭和四年、ツェッペリン伯爵号の太平洋横断中の船内食メニュー。帝国ホテル調製〕

(参考文献)

- ・「航空讀本」 小川太一郎著
日本評論社 1932 年
- ・「航空船工學」 関根 仁著
東學社 丸井書店 1940 年
- ・「一海軍士官の半生記」 草鹿龍之介著
光和堂 1973 年
- ・「飛行船時代」 田中新造著
朝日ソノラマ 1974 年
- ・「飛行船もういちど飛びなさい」 ジョージ・
フード著 高斎正訳 白金書房 1975 年
- ・東昭著「飛行船の将来性」 1976 年 7 月
日本航空宇宙学会誌第 2 4 卷第 2 4 0 号
- ・「飛行船の再発見」 飯沼和正著
講談社ブルーバックス 1979 年
- ・「R101 号に何が起こったか」 田中新造著
グラフ社 1984 年
- ・「航空母艦」 石橋孝夫監修
小学館 1984 年
- ・「新・飛行船論」 田中新造著
飛行船開発機構出版部 1986 年
- ・「大空野郎一代記」 富永泰史著
パンリサーチ 1986 年
- ・「飛行船の時代 ツェッペリンのドイツ」 関根伸一郎著
丸善ライブラリー 1993 年
- ・「飛行船ものがたり」 天沼春樹著
N T T 出版 1995 年
- ・「航空を科学する（上巻）」 東昭著
酣燈社、第 2 版 1998 年
- ・「ツェッペリン飛行船」 柘植久慶著
中央公論社 1998 年
- ・「飛行船 空飛ぶ夢のカタチ」 天沼春樹著
KTC 中央出版 2002 年
- ・「新・飛行船事業の未来」 三菱総合研究所
地域政策研究センター研究部長(当時)
小松史郎(現)東京都市大学都市生活学部教授著
NEXTING 誌通巻 740 号 2003 年 1 月
- ・「日本飛行船物語」 秋本実著
光人社 2007 年