

「宇宙旅行」時代の幕開けは近い

(財)日本航空協会文化情報室部長／桜美林大学客員教授 橋本 安男

はじめに

かつてはSFの世界でしかなかった一般人による「宇宙旅行」が、俄然現実味を帯び始めたのは、2004年10月4日にアメリカのスペースシップ・ワンが連続2回の弾道宇宙飛行を成功させ「アンサリ Xプライズ」を獲得してからのことである。アメリカでは、「アンサリ Xプライズ」が活動を始めてから、産業界の働きかけが活発化し、これに呼応してアメリカ議会が動き、商業宇宙旅行を産業化し育成する方向で法規整備が進められた。このような商業宇宙旅行のための法規整備が実現しているのは、アメリカだけであり、間もなくこの新たな法規に則って一般人による「宇宙旅行」が実現する運びである。アメリカのフロンティア精神は、この世界でも健在である。

以下に、宇宙旅行に関するこれまでの歴史、宇宙旅行の魅力とそこに内在するリスク、間もなく到来するであろう商業宇宙旅行の形態、アメリカでの法整備、過去蓄積された知財との関りなどについて、述べて見ることにしよう。

1. 宇宙旅行の黎明 ソユーズによる宇宙旅行

実は、民間人による宇宙旅行はかなり前から既に始まっている。旧ソ連が開発した宇宙船ソユーズで、1990年12月2日、日本人で初の宇宙飛行を果たした当時TBSのジャーナリスト、秋山豊寛氏はその先駆けである。しかし、私は、秋山氏を良く知っているが、この飛行を宇宙旅行と呼んだら、彼は怒るに違いない。秋山氏は、仮にも旧ソ連で訓練を受け「ソビエト第三級宇宙飛行士」と認定された立派な宇宙飛行士だからである。それに、TBSの社命のもと、宇宙特派員として派遣、いわ



写真1-1 国際宇宙ステーションに接近中のソユーズ宇宙船。昨年12月JAXA野口飛行士が搭乗 提供：NASA

ば宇宙へ出張したわけであるから、自費で宇宙観光する宇宙旅行とは一線を画している。

個人の自己負担による純粋な宇宙旅行は、同じソユーズ宇宙船を使って、2001年4月に実現した。アメリカのスペースアドベンチャーズ社がロシア宇宙局と契約行為を仲介し、国際宇宙ステーション (ISS) に人員と物資を補給するフライトに便乗する形で、ソユーズ宇宙船の1席を買い取り、アメリカの実業家デニス・チトー氏を軌道に送り国際宇宙ステーションに9日間滞在させた。当時、ロシアは、体制が変わり経済的に困難な局面を迎えており、宇宙予算にも困窮していた。打ち上げ資金の欲しいロシアと宇宙旅行ビジネスを手がけたい企業／宇宙旅行を待望する大富豪との思惑が一致したものである。この宇宙旅行でチトー氏が支払った旅行代金は当時で約20億円と言われている。大富豪でなければ、とても許容できる額ではない。

同様のソユーズ宇宙船／国際宇宙ステーション訪問の宇宙旅行は、次いで2002年に南ア連邦の大富豪マーク・シャトルワース氏が行なうなど、現在までに7名8回が行なわれている。(表1参照) ハンガリー出身の実業家チャールズ・シモニー氏は2007年と2009年の二度の

表1 スペースアドベンチャーズ社によるソユーズ宇宙船による宇宙旅行

	打ち上げ日	宇宙旅行者	ソユーズ宇宙船便名 出発/帰還
1	2001年 4月28日	デニス・チトー	TM-32 / TM-31
2	2002年 4月25日	マーク・シャトルワース	TM-34 / TM-33
3	2005年 10月1日	グレゴリー・オルセン	TMA-7 / TMA-6
4	2006年 9月18日	アニューシャ・アンサリ (唯一の女性)	TMA-9 / TMA-8
5	2007年 4月7日	チャールズ・シモニー	TMA-10 / TMA-9
6	2008年 10月14日	リチャード・ギャリオット	TMA-13 / TMA-12
7	2009年 3月26日	チャールズ・シモニー (2度目)	TMA-14 / TMA-13
8	2009年 9月30日	ギー・ラリベルテ	TMA-16 / TMA-15

宇宙旅行を行なっている。一度目は約25億円、二度目は約35億円の旅行代金とも言われている。日本人では、元ライブドアの榎本大輔氏が同様の宇宙旅行を行なう予定であったが、訓練課程で健康上の理由で不適格とされ実現しなかった。

このソユーズ宇宙船による宇宙旅行は、地球周回軌道に入り国際宇宙ステーションにおける9日間の滞在を含むことから、正に本格的な宇宙旅行と呼ぶに相応しいものである。しかしながら、この旅行商品を楽しむことができるごく一部の富豪に限定されるため、一般民間人のための宇宙旅行とはかけ離れたものである。一般人の基準で「ちょっと高額な旅行商品」のレベルにならない限り、宇宙旅行時代の到来はありえない。宇宙旅行一般向けの宇宙旅行は、近い将来実現するサブオービタル(弾道飛行)宇宙旅行の実現を待つ必要がある。これについては、次章で述べよう

2. 宇宙旅行商品のメニュー

弾道飛行、軌道飛行から月旅行まで

2-1. 宇宙旅行の定義

一口に宇宙と言っても、一体どこからが宇宙なのであるか？ 国際航空連盟FAI (Fédération Aéronautique

Internationale) は、地球の高度100km以上の空間を「宇宙」と認定している。通常、人工衛星が軌道を回る高さは、低くても200数十kmであり、国際宇宙ステーションは336~346kmの軌道を回っている。100kmの高度というと大したこともないようにも見えるが、そこには漆黒の宇宙が拡がり、地球も丸みを帯びて見える立派な宇宙である。何より、宇宙飛行士は別として、100kmの高度を超えた人類はそう何人も居ないのである。国際航空連盟FAIは、100kmの高度に達した人間を「宇宙へ行った人間」として認定している。地球軌道に入らず、弾道飛行で100kmを超えるだけでも、立派な宇宙旅行だと言える。

2-2. 宇宙旅行の魅力とは

そもそも、観光旅行の素晴らしさは、日常を離れて、非日常的な場に自分を置いてリフレッシュするところにある。その意味で、宇宙には、①無重力、②漆黒の宇宙に青く美しい地球、という非日常性の極致があると言える。

無重力の環境では、上も下も無い世界が拡がる。何の拘束も無い開放感を味わう事ができる。眼下に見える青く美しい地球も秀逸である。通常、我々は青い空を見上げるのであるが、これを逆に上から下に見る。空を上から見ると青いベールをかぶった地球が見え、この上なく美しい。

2-3. 宇宙旅行商品のメニュー

1章で述べたソユーズ/国際宇宙ステーションによる軌道を周回する宇宙旅行はもっとも正統的な宇宙旅行と呼ぶことが出来る。しかしながら、最近では50億円とも言われる旅行代金は、宇宙旅行の一般化には程遠い額である。以下に、軌道周回宇宙旅行以外の宇宙旅行商品について述べてみよう。

100億円の月旅行

象徴的宇宙旅行としては、2005年スペースアドベンチャー社が発表した100億円の月旅行商品がある。代理店を勤めるJTBが記者会見で発表し、これがNHKの夜7時のニュースのトップを飾り、世間をあっと言わせた。月旅行と言っても、月面に着陸する訳ではなく、ロ

シアのソユーズ宇宙船に乗って長円地球軌道で月に接近し月の裏側を回って地球に帰ってくるというものである。しかしながら、私は、率直に言って、あまりお勧めできない。同様のソユーズ宇宙船の月飛行は、過去、ソ連当時に、ゾンド5号～8号という名称で無人で4回実施されたが、完全な成功は1回だけであった。旅行商品としては、いささかりスクが大きい。

宇宙ホテル

将来的には、宇宙での長期滞在旅行も既に構想されている。ラスベガスのホテル王ロバート・ビゲロウ氏は、ビゲロウ・エアロスペース社を設立し、軌道上にホテルを建設する事を計画している。インフレーター(膨張)式のコンパートメントを組み合わせた構造物デザインであり、既に、二基の実験モジュール(ジェネシス1、2)を打ち上げて試験を行なっている。問題は、ホテルへの旅客の運搬手段であろう。

有望なサブオービタル宇宙旅行

現在もっとも現実的な宇宙旅行と目されているのが、サブオービタル(弾道)飛行による宇宙旅行である。軌道飛行に要する速度は秒速7キロから8キロであるが、弾道飛行の場合は、秒速1キロもあれば十分に100kmの宇宙の高度に到達でき、エネルギーはずっと少なくてすむ。エネルギーは速度の二乗に比例するから、ざっと50分の1のエネルギーで良い。速度エネルギーが少ないということは、大気圏再突入時の温度上昇も小さく、システムが簡単になると同時に、再使用が容易になる。この点は、宇宙旅行を産業として捉えた場合に極めて重要である。無重力の時間は4～6分間と短い、漆黒の宇宙が拡がり、地球も丸みを帯びて見える立派な宇宙への旅であり、何より値段が、軌道飛行より二桁安い。(標準的には約20万ドル/約1,900万円) このため、特にアメリカでは、多くの企業が、弾道宇宙旅行に向けた宇宙機の開発を行っている。これらの企業は、ベンチャー企業と言って良いような規模の企業であるが、アメリカの場合、航空宇宙産業の裾野が広く、多くの優秀な人材が育ち、また豊かな知財の蓄積があることが、新たな企業による宇宙機への挑戦を可能としている。そもそも、宇宙への挑戦も、航空先進国アメリカのボーイング社、ロッキード社といった有力航空機メーカーの航空分野での知財を基にして、その延長上でなされているのである。

例えば、ロケットプレーン社のロケットプレーンXPは、ジェット・エンジン2基、ロケット・エンジン1基を装備した水平離着陸型のサブオービタル宇宙機であり、ロッキード社で軍用機などの開発に関わってきた技術陣が開発を進めている。正に航空機開発での人材・知財の活用である。ロケットプレーンXPは、全長15m、幅9mで、パイロットは一人、旅客は5名である。滑走路からジェット・エンジンで離陸し、高度12kmでロケット・エンジンを70秒間点火して加速し、その後放物線を描いて高度100kmの宇宙に達する。

アマゾン・ドット・コム社の創設者ジェフ・ベゾス氏が設立したブルーオリジン社は、1段式垂直離着陸型の宇宙機「ニューシェパード」を開発している。アルマジロ・エアロスペース社も同様に1段式垂直離着陸型の宇宙機を開発中である。

Xコア社は、2人乗り(パイロット1名、旅客1名)の小型サブオービタル宇宙機「リンクス」を開発中である。ロケット・エンジンのみを装備し、最高高度は約60kmであり、宇宙高度である100kmに満たないのだが、約4分間の無重力体験もでき、運賃は9万5千ドル(約900万円)と通常のサブオービタル宇宙旅行の半額以下となっている。

このように、アメリカでは多くの企業が、2012年頃を目処に、サブオービタル宇宙旅行の商業化に向けてしのぎを削っているのであるが、サブオービタル宇宙旅行と言えども、スケジュール通り実現できるほど生易しいものではない。大きな課題は、安全性の担保を含む技術的課題と、開発資金の確保という課題であり、どの企業も苦勞を強いられている。そういう中であって、近い将来サブオービタル宇宙旅行を実現するであろう一番手が、次に述べるヴァージン・ギャラクティック社である。

2-4. サブオービタル宇宙旅行の本命ヴァージン・ギャラクティック社スペースシップ2

ヴァージン・ギャラクティック社は、ヴァージン・レコード、ヴァージン航空で有名なヴァージン・グループの総帥リチャード・ブランソン卿が設立したイギリスの宇宙旅行会社である。同社にサブオービタル宇宙機を供給するのは、Xプライズの覇者アメリカのスケールド・コンポジット社であり、その時使用した親機ホワイトナ



写真2-4 親機に吊り下げられ試験飛行中のスペースシップ2 (中央) 提供：ヴァージン・ギャラクティック社

イト／子機スペースシップ1をスケールアップしたホワイトナイト2／スペースシップ2を開発中である。親機ホワイトナイト2により、高度16km付近までスペースシップ2を運び、切り離した後、ロケット・エンジンを点火、高度110kmの宇宙空間に達する。約4分間の無重力体験と、窓の外に広がる宇宙空間と地球の絶景が売りである。全フライトタイムは約2時間である。

私は、決してヴァージン・ギャラクティック社のサポーターではないが、同社の優位性はリチャード・ブランソン卿という富豪が資金の手当てを保証していること、そして何よりヴァージン航空というエアラインがバックにあり、その知財を活用できる点にあると思う。すなわち、エアラインの運航の中で蓄積された知財をフルに活用して、民間航空輸送なみの安全性と快適性を以って「宇宙旅行」を目指そうとしている点は評価できる。例えば、トータル8席という小さな宇宙機に、客席を減らしてまで、パイロットを2名としているのは、その表れである。民間航空機ですら、客席数が9席以下であれば、法的にはパイロット1名で良いのである。

民間航空輸送で求められているものは、定時性であり、快適性であり、そして何よりも安全性である。そのため各エアラインは、パイロットの訓練と手順の整備、航空機の整備、定時出発のための運航管理という航空機の運航を下支えする部分は勿論のこと、旅客の快適性を保証するためのノウハウを知財として蓄積している。例えば、航空機でも宇宙船でも機材に故障が発生した場合には、ノン・ノーマル・チェックリスト(故障時操作確認リスト)を使って、確実な対処を行なう。航空機メーカーが、このような手順を設定する場合にはエアラインの知財とも言える経験豊富なパイロットのノウハウと意見を取り入れることが重要である。そして、ヴァージン・ギャラク

ティック社のパイロットは、何れもヴァージン航空からの移籍パイロットであり、しかも元々はイギリス空軍出身のベテラン・パイロットなのである。早ければ2011年、遅くとも2012年には、実現するであろうスペースシップ2の初商業宇宙旅行に注目したい。

3. 宇宙旅行の法整備と安全性

3-1. アメリカの商業宇宙法

商業宇宙旅行を法制化する動きは、「アンサリ X プライズ」が本格化しスペースシップ1等による弾道飛行の実現がほぼ確実視されるに至った2003年から始まった。2004年3月には商業宇宙打ち上げ修正案 Commercial Space Launch Amendments Act (H.R. 3752) が議会に提出され、宇宙旅行の法制化が論議される。しかしながら、同法案は議会での白熱した論戦を呼び、特に民主党の反対は大きく、何度となく行き詰まる。その大きな論点は、安全問題であった。

同法案は、下院通過後に上院でも頓挫し殆ど廃案寸前に追い込まれるものの、共和党の必死の巻き返しで、議会会期ぎりぎりの2004年11月20日に269票対120票で可決され、12月10日に発効する。

難産ではあったが、商業宇宙打ち上げ修正法の成立により、アメリカは、宇宙旅行産業の育成に向けて大きく踏み出す。宇宙旅行産業を幼児産業と位置づけ、その育成を最優先とするため、法案成立後8年間連邦政府は、公共の安全以外は最低限の安全性監理を行うことを謳った。その一方で、産業育成と安全性との妥協点として、宇宙旅行の際の乗員および一般搭乗者(旅客／パッセンジャーではなく敢て参加者／パーティシパントと呼ばれ



写真3-1 スペースシップ1 提供：スケールド・コンポジット社

る)にはインフォームド・コンセントが義務付けられた。また、アメリカ連邦航空局 (FAA) に対して『商業宇宙旅行規則』の策定を命じた。連邦航空局 (FAA) の商業宇宙輸送室 (AST) は、議会の指示に従い、商業宇宙旅行規則を2007年3月に発効させた。

3-2. 宇宙旅行の安全性

ここで、宇宙旅行の安全性に触れておこう。というより、安全性を避けて宇宙旅行は語れない。旅行というからには、消費者は当然安全な旅であることを当たり前の前提にするのであるが、こと「宇宙旅行」に関する限り、一般の旅行商品とは一線を画している。

安全性の指標

民間航空機の世界では、航空機の安全性を、100万出発あたりの重大事故率の統計で評価する。この統計値についてはさまざまな値があるが、現在全世界のエアラインの場合の平均的な値が「100万出発あたり0.5～0.7回」であり、ビジネス・ジェットの場合も同程度である。民間航空機の安全性がいかに高いかを示すものである。

一方、宇宙飛行の安全性を評価する場合には、過去の有人宇宙船の安全記録が参考となる。アメリカのスペースシャトルは、1981年4月12日の初飛行以来、今年4月の山崎直子飛行士のフライトまでで130フライトを記録しているが、1986年1月28日チャレンジャーの打

上げ時の爆発事故、2003年2月1日コロンビアの大気圏再突入時の空中分解事故という二度の重大事故を起こし、各7名ずつ計14名の尊い人命が失われている。

一方、1967年以来105フライトを重ね現在では非常に高い信頼性と安全性を誇るロシアのソユーズ宇宙船も初期には2回の事故(1号、11号)を起こし、合わせて4人の宇宙飛行士が犠牲となっている。スペースシャトルの安全性を、民間航空機と同じ尺度(100万出発あたり)で評価したとすると、100万出発あたりの重大事故率は「1万5千400回」ということになる。民間航空機の場合の「0.5～0.7回」とは桁違いのリスクの大きさとなる。

上記は、開発初期の不具合による事故を含んでいること、またスペースシャトル、ソユーズ共に軌道飛行の宇宙船であり、サブオービタル宇宙機の場合は、システムとしてはるかに単純であり、また速度・熱エネルギーが小さいことから、リスクは小さいといえる。しかしながら、いずれにしても、民間航空機に較べた場合には、そのリスクの大きさは無視することはできず、安全性の担保が、宇宙旅行産業を発展させる上でもっとも重要なファクターであることは間違いない。

インフォームド・コンセント

宇宙旅行は、いわゆる旅行商品とは根本的に異なる。そこに内在されるリスクを十分に理解した上で、自己責任の下、それなりの人生観と覚悟を持って臨む必要がある。まさに、アドベンチャーなのである。

先に述べたアメリカの宇宙旅行規則では、事業者は次の事を一般搭乗者(参加者/旅客)に告知しなければならないと規定している。

- 死亡・傷害をもたらし得る既知の危険性の内容
- そのフライトで死亡・負傷に至る可能性のあること
- 連邦政府が宇宙船の安全性を認可していないこと
- 当該宇宙船の過去の運航実績、安全記録、故障実績とそれに対する処置
- 官民を問わずアメリカでのすべての有人宇宙飛行の安全記録(死者数、負傷者数を含む)

一方、一般搭乗者は、下記の内容のインフォームド・コンセント同意書を提出しなければならない

- 搭乗する該当宇宙船を明示
- そのフライトのリスクを理解し、そのフライトへの搭乗が自発的意思であることを記述
- 日付と自筆署名



写真3-1 最後のミッションとなったスペースシャトル「コロンビア」の打ち上げ(2003年1月16日) 提供: NASA

この、インフォームド・コンセントによって、万が一のことがあっても法的に一般搭乗者（参加者）あるいはその家族は、アメリカ連邦政府を訴えることができなくなる。

一見すると、インフォームド・コンセントを前提とすることが、宇宙旅行のリスク面を際立たせている。しかしながら、インフォームド・コンセントの考え方自体は、いわゆるアドベンチャーの世界では、決して特別なことではない。アメリカでは、スカイ・ダイビング、バンジー・ジャンプなどインフォームド・コンセントが一般的であり、日本でもこれに類したものが少なくない。

実際、クラブ・ツーリズム社がヴァージン・ギャラクティック社の代理店、JTBがスペース・アドベンチャー社の代理店を務め、既にサブオービタル宇宙旅行の日本人予約客を獲得しているが、これらはインフォームド・コンセントを前提に行われている。

4. 産業としての宇宙旅行の将来性と我が国の現況

宇宙旅行を産業としてみた場合に、その将来性はどのようなのであろうか？

現在、サブオービタル宇宙旅行の申込者は、ヴァージン・ギャラクティック社約300人、うち全額支払っている申込者100人、スペース・アドベンチャー社約200人、その他、ロケットプレーン社などを含め、世界中から合計600人ぐらいと推定されている。

一方、アメリカ連邦航空局（FAA）の商業宇宙輸送室（AST）は、将来予測として、2021年にはサブオービタルの旅客が15,000人、売上高は7億ドルに達し、軌道飛行（旅客60人／3億ドル）と合わせて。年間10億ドル産業になるとの見通しを示している。この頃には、運賃も下がりサブオービタルで4万7千ドル（約450万円）、軌道飛行で300万ドル（約2億9千万円）を想定している。

他方、我が国では、国際宇宙ステーションへの参加はあるものの、独自の有人宇宙計画については未策定であり、「有人」に対して過度にナイーブである。また、宇宙旅行を含め商業宇宙に関して法規、規則は未整備の状態である。宇宙旅行については、監督官庁すら決まっていない。また、航空法上はロケットの打ち上げは原則禁止という状況でもある。（航空法第99条-2）

我が国としても、独自宇宙戦略への「有人」の掲示が必要な時期にきており、いつまでもここを避けて通るこ

とは出来ない。重要な視点は、「有人宇宙」が将来の有望産業となりうる点である。重工業産業、更には電子・電気産業分野も後発国に取って代わられて来ており、先進国は常に新たな産業を創出し移行する必要に迫られる。宇宙産業は、無人である範囲では規模的に限られたものであるが、「有人」が入ることによって活性化され将来飛躍的に拡大するポテンシャルを持っている。とりわけ、『宇宙旅行産業』は、第2次および第3次産業にまたがる将来の有望産業分野である。民間投資、民間活力の導入が求められる分野であり、民間による宇宙旅行チャレンジをサポートする法規・規則の設定が望まれる。その際には、アメリカにおける「インフォームド・コンセント方式による自己責任の徹底、賠償請求権放棄により政府をプロテクトする枠組み」は、大いに参考となるであろう。

参考文献

橋本安男、大貫美鈴等「宇宙旅行シンポジウム講演集」
（日本ロケット協会、日本航空協会）

profile

橋本 安男（はしもと やすお）

東京工業大学工学部大学院修士課程修了。
日本航空株式会社入社後、エンジン工場、運航技術部課長、
米国ナパ運航乗員訓練所次長、JALインフォテック社部長、
JALUX社部長、財団法人日航財団主任研究員を歴任。
2008年4月より、桜美林大学客員教授、日本航空協会文化情報室部長。
航空宇宙輸送研究会委員
異文化経営学会会員
航空宇宙業界の研究調査、講演活動を実施。

