

지구 저궤도 Space Tourism용 비행체 개발 현황

김경호*

Development of Sub-Orbital Space Tourism Vehicle

Kyoung-Ho Kim*

초 록

전 세계적으로 우주로의 여행 (우주여행, Space Tourism)에 대한 많은 관심이 일어나고 있다. 특히 2004년 10월 4일 Scaled Composites社의 SpaceShipOne이 2주 연속하여 지상 100km 정도의 지구 저궤도 (Sub-Orbital) 비행에 성공함으로써 이러한 관심은 폭발적으로 증가하고 있다. 이것은 우주여행이라는 것이 민간에 의한 우주 개발의 노력으로 시도된다는 측면에서 기존의 패러다임, 즉, 우주 개발은 국가 주도 하에서만 가능하다는 기존의 패러다임을 부정하는 상당히 획기적인 사건이기 때문이었다. 따라서 민간주도의 우주여행 사업에 대해 미국을 중심으로 한 민간업체의 개발 동향과 함께 지구 저궤도 우주비행체에 대한 (응용) 시장의 (창출) 가능성, 법적인 측면, 사업적 관점, 그리고 기술적 관점에서 바라보고자 한다.

Key Words: Space Tourism(우주여행), Sub-Orbital(지구 저궤도), Commercial Market(상업시장)

1. 서 론

현재 전 세계적으로 상당한 관심을 끌고 있는 지상 100km 상공으로의 우주여행 (Space Tourism)이란 과연 무엇인지에 대해 살펴보고자 한다. 그것은 우주여행이라는 것이 민간에 의한 우주 개발의 노력으로 시도된다는 측면에서 기존의 패러다임, 즉, 우주 개발은 국가 주도 하에서만 가능하다는 패러다임을 부정하는 상당히 획기적인 사건이었기에 이에 대한 객관적인 평가가 필요한 시점이라고 할 수 있다.

이러한 평가를 시도함에 있어서 지구 저궤도 우주비행체에 대한 응용 시장의 (창출) 가능성, 법적인 문제 가능성, 사업적 관점, 그리고 기술적 관점에서 접근해보고자 하며, 이러한 바탕 위

에서 현재 세계적으로 진행 중인 업체의 개발 동향에 대해 살펴보는 것이 바람직할 것이다.

지난 20세기 패러다임 하에서는 우주라는 것은 국가 주도의 거대 사업이라는 인식의 지배하에 있었다. 1950년대 동서 냉전의 이념적 대결 구도 하에서 이루어진 체제에 대한 자존심과 국력에 대한 상징의 하나로 인식되어 온 것이 우주 (개발, 탐험)이기 때문이다. 반면 1970년 대 이후 미국과 러시아 (舊 소련)를 위주로 한 우주 기술은 정체, 답보 상태에 접어든 반면, 일본, 중국, 유럽, 브라질 등의 후발국은 역시 같은 이유로 우주 기술에 대한 막대한 투자를 진행함으로써 우주 선진국으로 도약하였다.

이러한 우주 개발 노력, 또는 우주에 대한 도전은 주로 행성 및 달 탐사, 지상 400km 상공에서 운용 중인 우주 정거장 (International Space

* 정희원, (주)씨앤스페이스 기술연구소
연락처, E-mail: kkhana@candspace.com

Station, ISS)의 개발과 운용, 통신 및 정찰 목적의 위성 개발 등의 노력에 집중함으로써 우리 인간의 편리를 도모한 것은 잘 알려진 사실이다.

반면 우주여행에 대한 꿈을 꾸어보지 않은 사람을 찾기 힘들 정도로 우주라는 것은 전 인류의 꿈과 동경의 대상이(었)다. 그것은 지구상에 발을 딛고 사는 인간의 어쩔 수 없는 욕망, 즉, 하늘을 날고자 하는 또 다른 욕망의 표출 그 이상이라고 할 수 있다. 그러나 2001년 Dennis Tito가 2,000만불 (약 220억원)의 돈을 지불하고 일주일간의 우주여행을 할 수 있었던 이후 현재까지 민간인으로는 단 2명만이 우주여행을 한 것으로 알 수 있듯이 우주는 아무나 접근할 수 없는 성역의 하나로 인식되어 온 것이 일반적인 상식이었다.

반면, 이러한 우주개발에 대한 민간 참여 욕구

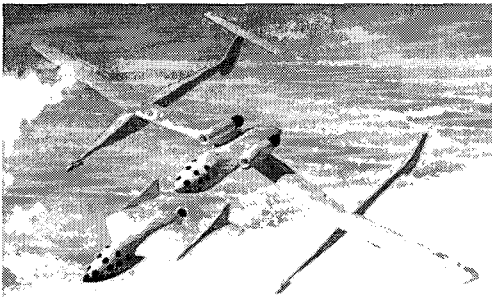


Fig. 1 SpaceShipOne (Scaled Composites Inc.)



Fig. 2 Canadian Arrow

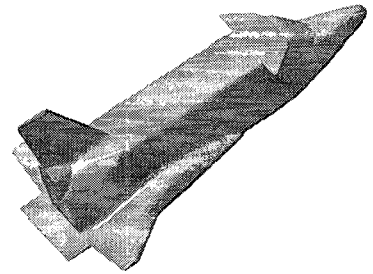


Fig. 3 Proteus (C&SPACE Inc.)

가 1990년대 중반 공감대를 형성함으로써 2000년대 초 본격적인 민간 우주 개발 시대를 맞이하게 된다.

민간 우주 개발은 기존의 국가 주도 방식에 비해 대상 및 목표를 차별화하여 추진됨은 당연하다고 할 수 있다. 즉, 지상 100km 정도의 저궤도 우주여행을 목적으로 하고 있으며, 이는 기존에 확보된 우주기술과 항공기술의 접목, 그리고 우주 관광이라는 부자들을 상대로 하는 사업이라는 특성을 갖고 추진되는 것이 현재의 상황이라고 할 수 있다.

2. 본 론

저궤도 우주비행체를 이용한 민간 우주여행 시장의 (창출) 가능성, 법적인 문제 가능성, 사업적 관점, 그리고 기술적 관점을 중요 항목별로 살펴보고자 한다.

2.1 X-Prize는 과연 무엇인가?

우주에 대한 기존의 사고는 국가 주도의 대규모 개발 사업이라는 것이었다. 이에 대한 회의 및 우주 기술이 충분히 성숙되었다는 것을 전제로 하여 1995년 Peter H. Diamandis에 의해 X-Prize Foundation이 설립되었으며, 이 단체는 민간 차원에서 우주기술에 대한 진흥 및 우주에 대한 접근을 목적으로 설립되었다. X-Prize는 대기권을 벗어난 지상 100km 상공까지 최소 3인이 탑승한 비행체가 2주 이내에 2회 연속 왕복하는 개인이나 단체에게 1,000만불 (약 110억원)의 상금을 제공하는 것을 목표로 하였다. 단, 정

부 지원이 없어야 하며, 2차 비행 시 1차 비행체의 10% 이내에서만 부품의 교체를 허용함으로써 재활용성을 중시하였다. 여기에는 미국, 영국, 러시아, 캐나다, 루마니아 등 7개국 26개 팀이 참가하여 경연을 펼쳤으며, 결국 2004년 10월 4일 Burt Rutan이 이끄는 Scaled Composites社의 SpaceShipOne (SS1) 이 임무를 완수하여 상금을 획득하였다.

2.2 지상 100km 정도의 우주여행용 비행체 개발 업체로는 어떤 회사들이 있을까?

현재 미국을 중심으로 많은 업체들이 지상 100km 정도를 대상으로 하는 비행체를 개발 중

Table 1. Space (Tourism) Vehicle Company

회사	Pioneer Rocketplane	XCOR	MDB	Scaled Composites	TGV	Canadian Arrow	C&SPACE
국적	미국	미국	러시아	미국	미국	캐나다	한국
비행체	Pioneer XP	XERUS	C-21	SS1	Michelle-B	CA	PROTEUS
전체길이(m)	14	12	8	25.0	11	16	9
날개길이(m)	8	8	5	25.0	2	2	5
이륙중량(ton)	14.7	-	2.7	6.6(1 st)	27.8	-	8.7
로켓엔진	New	New	Solid	Hybrid	Aero-Astro PA-30K	-	CHASE-10
추진제	RP1/LOX	RP1/LOX	-	HTPB/LOX	RP1/LOX	Alcohol/LOX	LNG/LOX
항공기 엔진	J85-15	x	M-55X	WhiteKnight	x	x	x
이착륙 방식	HTHL	HTHL	ALHL	ALHL	VTHL	VTHL	VTHL

Table 2. Space (Tourism) Service Provider

비행체 회사	비행체	서비스 회사	착수	비용	승객수	발사장
Mojave Aerospace Venture	SpaceShipTwo	Virgin Galactic	2007	2억원	5	Mojave Airport, California
Rocketplane	Rocketplane XP	Incredible Adventures	2007	1억원	2	Burns Flat, Oklahoma
XCOR	XERUS	Space Adventures	2007	1억원	1	Mojave Airport, California

이며, 그 중에서 발사 방식에 따라 주요한 몇 개의 업체와 서비스 제공 업체를 정리하면 Table 1과 Table 2와 같다.

23 저궤도의 우주를 대상으로 하는 시장 (창출) 가능성 측면, 즉, 민간 업체는 우주시장에서 돈을 벌 수 있는가?

이 질문에 대한 해답을 구하기 위해서 우선 지상 100km 정도의 지구 저궤도 우주(여행) 상품이 어떠한 영역에서 활용 가능한지를 살펴보면, 우선 원격 모니터링 및 정찰 목적의 활용성을 고려할 수 있다. 100km 상공의 비행체에서는 직경 2,550 km 의 지상의 특정 영역을 관찰할

수 있다. 이는 현재 비행기의 운항고도가 지상 10~20km임을 고려할 경우 상당히 높은 위치에서 안정적인 관측이 가능하다는 이점이 있다. 또한 500~2000km에서 운용 중인 지구 저궤도 위성인 특정 시간대에 특정한 지역을 통과하는 것에 비해 임의의 시간에 임의의 영역에 대한 관측이 가능하다.

또한 우주여행에 대한 활용 가능성도 상당히 매력적이라고 할 수 있다. 즉, 일생에 한번 우주에서 우리가 살고 있는 지구를 본다는 것과 함께 대기권을 벗어나 우주를 육안으로 관찰할 수 있다는 것, 그리고 무중력 상태를 즐길 수 있다는 것은 잊지 못할 추억이 될 것이다. 반면 과학

적인 목적과 기술개발의 관점에서 지구 저궤도 우주시장은 천문학적인 우주 관측, 자기장 실험, 대기 실험과 중력 실험, 무중력 실험, 지구 관측, 위성 장비에 대한 예비 실험 등에 대해 저렴한 비용으로 서비스 제공이 가능할 것이다.

또한 미국의 Space Adventures社에 따르면 미국과 유럽, 그리고 일본에서 상당히 많은 사람들이 이러한 우주여행을 위해 약 1억 원의 돈을 예치하고 있다고 밝히고 있다. 또한 전문적인 여론 조사기관인 Futron社의 2003년 조사에 따르면 미국의 경우 연간 수입이 약 3억원 (25만불) 이상인 고소득층의 19% 이상은 15분간의 우주여행을 위해서 약 1억원 (10만불)을 기꺼이 지불할 것이라는 결과를 밝히고 있다.

24 우주여행을 위한 법적 제도적 준비는 어느 수준인가?

현재 국내에서는 우주법 제정이 공론화 단계에 있지만 전 세계적으로 지상 100km 정도의 저궤도 우주 활용 사업이 태동기이기에 아직 완비되지 않은 상태이나, 미국의 경우 우주여행 사업이 본격화되는 2008년 이전 법적 제도적 준비를 완비하기 위한 노력이 진행 중으로 연방항공국 (FAA) 산하 Associate Administrator for Commercial Space Transportation (AST)에서 관련 작업을 진행 중이다. 이러한 제도적 준비에 따라 기존의 우주 발사체에 비해 항공기와 같은 종류의 비행 인허가 발급이 가능할 것으로 예측되고 있다.

25 우주여행은 안전한가?

궁극적으로 우주여행은 현재의 항공기 운송 수준 이상의 안전성 확보를 전제로 한다. 물론 초기 단계에서는 많은 주의를 해야 함은 당연하다고 할 수 있다. 반면 이러한 어려움이 있다고 이에 대한 기술적 극복 노력을 하지 않는다면, 이것은 놀이기구에 위험성이 있다고 해서 놀이기구를 멀리하는 것과 같을 것이다.

우주여행의 도구로서 우주 비행체는 자동 조종 시스템, 비상탈출 시스템, 위험 감지 시스템

등을 채택함으로써 안전성을 확보할 것이다.

26 현재의 기술 수준으로 민간인 대상으로 지상 100km 정도의 우주여행을 실현할 만큼 가능한가?

절대적인 관점에서 지구 궤도 비행체 대비하여 100km 정도를 운용하는 비행체에 대한 (설계 및 성능) 요구 사항은 1/64 수준이며, 또한 개발비 측면에서는 1/10~1/20 정도의 수준이다. 이러한 판단에 의하면 현재 우주기술이 성숙단계에 접어든 것을 감안할 경우 기술적 난관은 없을 것으로 판단하는 것이 타당할 것이다. 물론 비행체 및 추진기관에 대한 안전성을 증대시키기 위한 노력은 지속적으로 이루어질 것이다.

27 지상 100km 정도의 비행체 개발이 과학적 관점에서 필요하다면 기존의 소모성 관측 로켓을 이용하면 되는 것 아닌가? 왜 조종사가 필요한가?

재활용 가능한 비행체의 경우 기존의 소모성 비행체에 비해 운용비를 대폭 낮출 수 있는 장점과 함께 정비 후 재사용 시간을 획기적으로 단축할 수 있다. 이러한 시간 단축 효과는 과학 관측 목적의 활용을 크게 증대시킬 것이다. 또한 조종사 또는 승객의 탑승 (존재)은 과학 관측 장비의 모니터링과 조정을 할 수 있다는 큰 장점을 가지게 된다. 이것은 시간 단축 효과에 의한 활용성 증대와 함께 과학 관측 목적의 우주 활용을 획기적으로 늘릴 것이다.

28 (우주) 비행체의 발사 방식은 어떤 것이 좋을까?

발사 방식과 함께 착륙 방식에 따라 다양한 방식이 존재한다. 각각의 경우 장점과 함께 단점이 존재한다[3].

이륙 방식에 따라 Vertical Takeoff, Horizontal Takeoff, 그리고 Air Launch로 구분 가능하다. 수직이륙의 경우 기존의 우주왕복선, 위성 발사체에서와 같은 발사 방식인 반면, 수평발사의 경우에는 로켓엔진을 이용한 발사, 항공기 엔진과 로켓 엔진의 복합 시스템을 이용한 발사로 세분화된다. 항공발사의 경우 기 개발된 항공기를 이용하여 비행체를 특정 고도까지 상승시킨 후에

로켓엔진을 이용하여 비행체를 목표고도에 진입하는 방식으로서 항공기와 비행체의 위치에 따라, 항공기 위에 비행체가 놓이는 경우, 항공기의 아래에 위치하는 경우, 항공기와 줄로 연결되어 있는 경우, 항공기 화물칸에 실리는 경우 등으로 세분화가 가능하다.

반면 착륙 방식에 따라서는 Wing(날개)를 이용하는 방식, Aerodynamic Decelerator(낙하산등을 이용한 공력 감속기)를 이용하는 방식, 추진 시스템을 이용하는 방식, 그리고 Rotor를 이용하는 방식으로 구분 가능하다.

따라서 이륙방식과 착륙방식의 조합에 따라 상당히 다양한 방식이 존재하지만 현재 Vertical-Takeoff-and-Horizontal Landing (VTHL), Horizontal-Takeoff-and-Horizontal Landing (HTHL), 그리고 Air-Launch-and Horizontal Landing (ALHL) 방식 등이 주로 검토되고 있으며, 대부분의 업체들이 이러한 3가지 방식을 선호하고 있다.

29 로켓 엔진은 그 자체의 특성으로 인해 위험하기에 항공기 수준의 신뢰성 확보는 불가능한가?

로켓 엔진이 위험하다는 것은 절대적으로 근거가 없다고 할 수 있다. 더구나 비행기 엔진(예, 터보제트 엔진)에 비해 낮은 신뢰성과 함께 위험하다는 것은 근거가 없다. 비행기용 엔진인 터보제트 엔진의 경우에도 개발 초기에는 낮은 신뢰도로 인해 위험하다는 것이 정설이었다. 그러한 이유는 많은 회전부품의 존재, 고온 연소에 의한 소재 적합성, 대기의 불안정에 의한 동작 특성의 예측불가, 1백만 개 이상의 부품의 정밀 조립에 의한 작동 신뢰성 등에 의한 것이다. 그러나 현재에는 그 누구도 이러한 것을 문제시하지 않으며, 또한 수천 시간 동안 운행한 후에 유지 보수하는 것을 당연시 하고 있다.

실제로 로켓 엔진은 터보제트 엔진에 비해 부품수도 적고, 또한 회전 시스템도 상대적으로 극소수이면서 작동 시간은 비행기의 수 (십) 시간에 비해 상대적으로 적은 수 분 정도이다. 또한 우리가 고려해야 하는 것은 지금까지 로켓 엔진의 비행시간은 항공기에 비해 절대적으로 적다

는 것이다. 수요가 많아질수록 그 신뢰성이 올라간다는 것을 염두에 둔다면 로켓 엔진이 위험하다는 통상적 사고는 과거의 관념일 뿐이다.

반면 로켓 엔진은 소모성이라는 것이 기존의 통념이었음을 고려한다면 제품 자체의 신뢰도가 낮다는 것은 큰 문제가 아니었다. 그러나 현재의 상식으로 본다면 자동차용 엔진을 보고 재활용 엔진이라고 하지 않는 것처럼 (굳이 반복 사용이 가능한 재활용성이라는 말을 하지 않는다!) 로켓 엔진도 재활용성 가능 여부는 진부한 과거의 패러다임이 될 것이다. 따라서 현재의 자동차용 엔진이나 비행기용 엔진 정도의 신뢰성을 확보하는 것은 시간의 문제일 뿐이다.

이러한 로켓 엔진에 대한 개발 노력은 궤도용 비행체의 엔진 시스템 개발 노력을 지원할 것은 당연하다고 할 수 있다.

3. 결론 및 검토 의견

지상 100km 상공으로의 우주여행에 대해 기술적 가능성을 포함하여 시장의 존재 여부, 법적 문제 여부 등에 대해 검토하였다. 이러한 검토 결과는 지난 20세기의 패러다임이 “우주=국가 (주도)” 라는 등식 하에서 추진되었다면 21세기 패러다임은 시장의 다변화를 요구하고 있다는 것이다. 즉, 국가 주도의 행성 탐사, 자원 개발 등의 사업 추진과는 별도로 기존에 확보된 우주기술과 항공기술을 활용하여 지상 100km 정도의 낮은 궤도를 활용하는 사업의 추진 필요성을 요구하고 있다.

이는 우주에 대한 꿈을 저렴한 비용으로 현실화할 수 있는 가장 빠른 길이며, 또한 민간 차원에서의 시장 창출이 가능하다는 것에 기초하고 있음은 당연하다고 할 수 있다. 그러나 성숙된 우주 기술을 활용한다는 측면에서, 그리고 국가 주도의 사업을 보완한다는 측면뿐만 아니라 우주에 대한 접근을 쉽게 할 수 있다는 측면에서 이러한 글로벌 시장 환경을 무시한다는 것은 바람직하지 않을 것이다. 따라서 우리에게도 이러한 준비가 필요한 시점이기도 하다.

참 고 문 헌

1. <http://www.spacetourismsociety.org/>
2. FAA Reports, "Suborbital Reusable Launch Vehicles and Emerging Markets", 2005. 2
3. M. Sarigul-Klijin, "Flight Mechanics of Manned Sub-Orbital Reusable Launch Vehicles with Recommendations for Launch and Recovery", AIAA 2003-0909
4. Futron, "Trends in Space Commerce", 2004
5. Futron, "Space Tourism Market Study", 2002. 10