

은하계를 넘어갈 미래기술

지구 주위에 인공위성을 띄워 그것을 이용하는 상업적 길이 열리자 오래고 날이 갈수록 다양해지고 있다. 이런 우주기술을 바탕으로 화성탐사계획이 진행중인 가운데 이미 목성과 수성의 사진 촬영에 성공하여 그 두 별에 사람이 보내질 날도 그리 멀지 않은 것 같다.

태양계의 혹성을 하나씩 정복하고 나면 다음 단계는 은하계 가운데 비태양계 혹성이 정복 대상이 될것이다. 그리고 그 다음은 ...

우리들이 현재 알고 있는 것은 우리 태양계가 속하는 별 무리 외에 또 다른 은하계가 존재한다고 되어있다. 이 제 2의 별무리인 또하나의 별무리를 정복하고 거기에 사람을 보내 제2, 제3의 사람이 사는 별을 만들려면 어떤 기술이 필요할까? 영겁의 우주공간을 자체의 힘으로 에너지를 공급하면서 비행할 반물질 위성의 개념을 알아본다. 이렇게 되면 아득히 먼 훗날 인류는 우주 여러곳에서 서로 자신들의 뿌리를 확인하기 위한 통신 교환시에도 분명히 올 것이다.

반물질 생산

우리들이 현재 가진 지식의 범위에서는 항성 비행이나 은하계 비행에 사용될 추진 시스템은 아마도 정물질과 반물질의 반응(대 소멸)을 이용하는 것이 될 것으로 생각한다. 그러면 항성 비행에 필요한 많은 양의 반물질을 생산하기 위한 미래의 아이디어를 소개해본다. 이것은 호주의 뉴 사우스 웨일즈대학의 물리학 교수 H. 홀라와 러브등 두 교수는 태양계에 가장 가까운 항성을 향한 무인편도비행의 예를 들어 반수소(반양자)연료 약 20톤이 소요된다고 가정했다. 이만큼 많은 반물질은 오늘날 시행되고 있는것 같은 고전적인 가속기를 사용한 생산수단으로는 만들어낼 수가

없다. 덧붙여서 말하면 현재 러시아 셀프호 가속기가 생산할 수 있는 반수소의 양은 연간 불과 10-7(1000만분의 1그램)그램이라고 한다.

그래서 두 사람은 레이저를 이용한 새로운 생산방법을 제안하고 있다. 이것은 대단히 강도가 높은 레이저가 필요하게 되나 현시점에서는 이산화탄소 레이저가 가장 유력시 되고있다.

탄산가스 레이저는 강도에 대한 요구가 가장 낮고(1,023와트/cm²) 또 거기다 고효율이며 이미 그 펄스 간격을 극도로 짧게(페트초초=1,000조분의 1초단위)하는데 성공하고 있다.

물론 미래의 기술에 의해 더욱 강력한 레이저 펄스 에너지가 출력

될지도 모르며 홀라 등은 다음과 같이 결론을 내리고 있다. “다음 세기 초에는 새로운 레이저 기술이 반수소의 경제적인 생산이라는 문제를 해결할 수 있다고 기대해도 결코 너무 공상적인 것은 아니다” 이와같은 레이저를 이용함으로써 반물질의 생산효율은 10%까지 향상시킬수 있다고 보고 있다.

그러나 반물질을 저장장치에 가득 채우는데는 막대한 전력이 필요하게 된다. 현재 세계의 총 발전 능력은 대략 10테라와트(100억kw)이나 이것을 반물질생산에 전부 투입하였다고 가정할때 생산효율이 10%니까 연간 350kg의 반물질을 만들수 있다. 앞에서 말한 항성간 비행에 소요되는 반물질은 20톤이므로 이것을 만들기 위해서는 단순

계산으로 57년이라는 답이 나온다.

그래서 제안되고 있는것이 총출력 25테라와트의 발전시스템을 가동하여 수용가능한 시간 (이 경우 22.8년)에 필요한 양을 생산한다는 것이다. 이 총출력은 복수의 발전소가 분담하게되나 125GW(1억 2500만kw)의 발전소를 200기정도 설치해야 될것이라고 한다.

진다. 그 때문에 우주발전소는 태양 가까운 곳에 설치하게 되는 바 태양에서 방출되는 입자나 X선의 강열한 유입에 대해 열방호나 가림이 가능한 거리만큼 떼어두지 않으면 않된다. 구상에서는 태양의 주위를 회전하는 고도 1000km의 궤도에 200기의 발전소를 건조한다. 여기서 받는 태양방사의 양은 m^2 당

285kw가 되고 지구의 공전궤도상에서 받는 태양광유량 밀도의 200배의 에너지를 얻을 수가 있다.

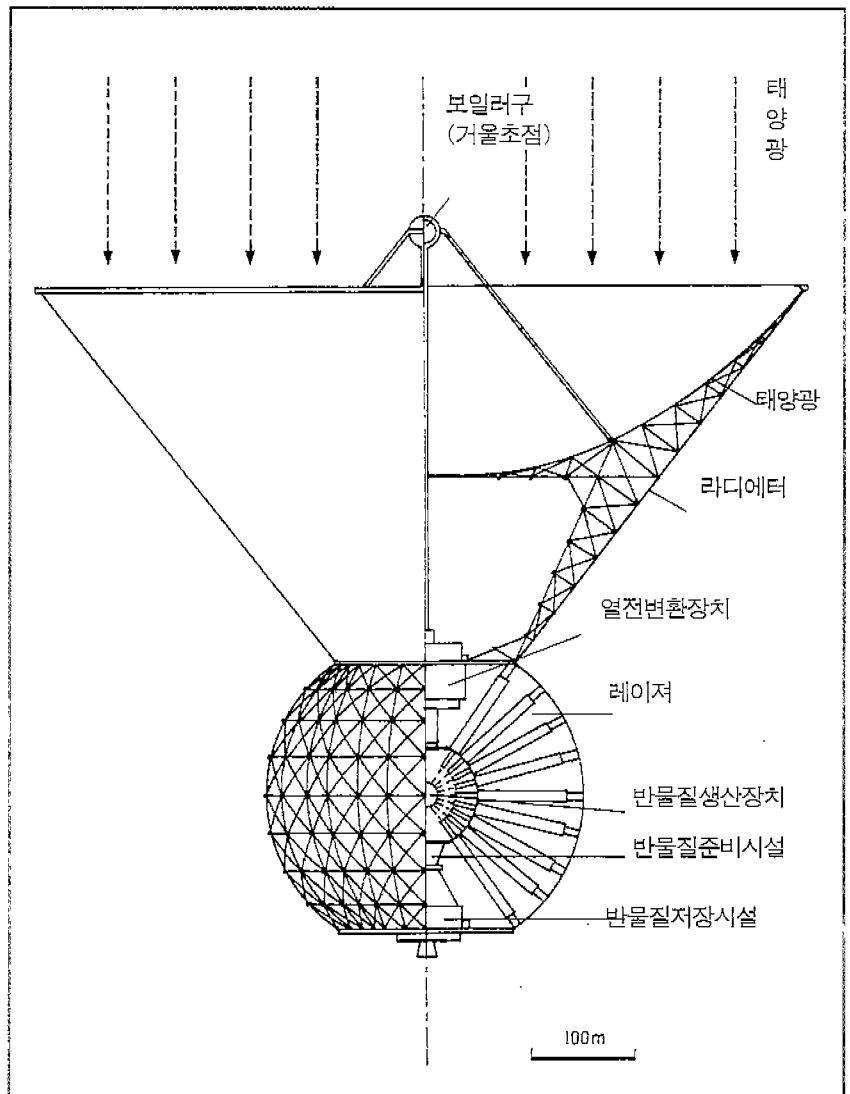
이 위성에서는 발달형의 '카르노 사이클'의 실현에 의해 발전효율 60%가 달성될 것으로 기대되고 있다. 태양방사는 지름 750m의 거대한 거울에 의해 선단에 튀어 나온 보일러구로 모아져서 여기서

회전하는 「반물질고장」

그러나 125GW라고 하면 오늘날에 있는 최대규모의 발전소가 지닌 발전능력의 수십 배이다. 미래의 발전소가 연료로 우라늄 235를 사용하거나 중수소-3중수소(트리튬)를 사용하여 핵융합을 하거나 간에 사용하는 연료의 양은 막대할 것이다.

그래서 홀라와 러프는 우주 공간에서 태양에너지를 이용하여 반물질 생산하도록 구상하고 그렇게 하면 지구에서 반물질의 생산도 저장도 할 필요가 없게되어 안전면에서도 이점이 있다고 지적하고 있다. 즉 지구상에서 반물질을 만들어 가는 것이 아니라 우주공간에서 만들어 가며 날자는 구상이다.

태양에너지의 유량밀도는 지구 근방에서는 대단히 작아



반물질 생산위성의 개념도

125GW의 열에너지를 회수한다. 잉여 에너지는 역원추형 라디에이터를 통해 우주에 방출되나 이 라디에이터는 집광 거울 본체에 의해 태양방사로 부터 보호되고 있다.

라디에이터 밑에는 전력변환장치가 있고 여기에서 위성의 하반부를 접하는 반수소생산공장에 75GW의 전력을 보내게 된다.

반수소공장은 폴프공 모양으로 내부에는 216기의 고도기술 레이저가 방사형으로 놓여서 1기가 평균 70MW의 파워를 가지고 있다(레이저의 에너지 효율을 20%로 가정). 레이저의 중심에는 반수소생산장치가 있으며 생산된 반수소의 냉각장치나 저장장치도 갖추어져 있다. 이 위성을 지구에서 쏘아 올려 태양의 저궤도에 보내는데는 위성을 초속 61km 이상으로 가속해 주어야 할 필요가 있다. 이와같은 위성을 발사하는 데는 높은 미추진력을 가지는 미래의 로켓인 원자력추진이나 핵융합추진 로켓을 이용한 우주선이 될 것이다.

그런데 이 반물질생산위성에는 흥미있는 일면이 있다. 홀라등은 다음과 같이 기술하고 있다. “위성의 발전부분과 지향성 레이저 시스템을 짜맞추게 되면 혹성간 우주선이나 우주정거장 그리고 지구에 에너지를 보낼 수 있을 것이다.”

즉 거대한 반물질 생산 위성이 태양을 중심으로 회전하면서 생산

하는 방대한 양의 전력 에너지는 이것을 필요로 하는 우주정거장, 위성, 그리고 위성 발사의 본고장인 지구에 전력 에너지를 공급할 수 있다는 것이다.

영겁의 세계로

우주비행에는 양극이 있다. 한 쪽의 극에 있는 것이 태양계 혹성의 표면에서 출발해 자체 혹성의 주회궤도까지 비행하거나 혹은 혹성과 혹성의 사이를 왕복하는 ‘혹성간 비행’이다. 오늘날 우리들은 그 입구에서 있다.

그렇다면 다른 한 면의 극에 있는 것은 무엇인가?

그것은 여기서 가장 미래적인 우주비행으로 다루어지고 있는 항성간 비행 보다도 더욱 아득히 멀고 또 먼 영겁의 미래에 실현될 것으로 생각되는 ‘은하간 비행’이다. 우주기술자인 로버트 벌러스는 은하간 비행은 어떻게 해서 가능하게 되는가를 고찰하고 우주비행의 극한적인 모습을 다음과 같이 말하고 있다.

우리들의 은하계에 가장 가까운 은하의 하나는 안드로메다 성운중에 있는 거대한 소용돌이 같은 은하이다. 이 은하는 2,000만광년 떨어진곳에 있으며 우리들의 육안으로 볼 수 있는 가장 먼광원이다. 그곳으로 가는데는 광속의 수십 퍼센

트라는 초고속으로 가더라도 500만-1,000만년이 소요되며 여행중에 수십만회의 세대교체가 필요하게 된다.

즉 인류탄생 이래의 역사보다도 아득히 긴 세월이 걸리는 것이 된다.

이 은하간 비행에는 터무니없는 거대한 우주선이 필요하게 된다. 그것은 바로 여행하는 혹성이며 태양의 빛없이 수백만년을 살아나갈 수 있어야 한다. 이와같은 ‘은하우주선’의 건조에는 수천년의 오랜 세월이 소요될 지도 모르며 건조장소는 명왕성 궤도보다도 바깥쪽에 될 것으로 보고 있다.

벌러스가 구상하는 은하우주선은 원반형을 하고 있으며 지름이 1,600km, 중량은 1조톤에 달한다. 이들 숫자는 터무니 없이 크게 보이나 태양계의 혹성계 스케일에는 꼭 들어맞는다.

예컨대 천왕성계 위성중의 하나인 디타니어의 지름이 이것과 거의 비슷하며 지름 10km의 소혹성의 중량이 약 1조톤이다.

우주선의 형상을 원반형으로 함으로써 표면적이 크게되며 거기에 추진장치나 연료를 분산시킨다. 표면이 넓으면 항성간 공간을 향해해 나갈 때 천체의 파편과 부딪치는 확률이 증대하나 동시에 시스템 전체가 심대한 피해를 받는 위험을 줄인다는 이점이 있다. 파편의 충돌은

거대한 우주선의 불과 한 부분을 손상시키는데 지나지 않을 것이다.

이 우주선 1기의 중량이 1,000톤의 6각형 모듈로 10억기로 구성되고 있다. 개개의 모듈은 3,000만kw의 절력을 발전하는 정물질/반물질 엔진을 탑재하고 있다. 이것은 현재 있는 대형 원자력의 발전능력의 약 20~30배이다. 출발시 은하우주선의 본체는 반 정도가 반물질로 되어 있으며 이것이 연료의 반을 차지한다. 필요량의 반물질을 축적하기위해 우주선의 건조년수와 비슷한 시간이 소요될 지도 모른다.

우주밖으로 인간을

은하간 비행의 가속과정에서는 이 반물질이 우주선의 구조재료인 정물질과 서서히 반응하면서 고출력 추진 에너지를 만들어 낸다. 그리고 열공급이나 선내의 산업시설 생활환경의 유지에도 이 에너지가 사용된다.

이런 아득한 여행의 초기에 은하우주선에 탑재되는 연료인 에너지의 총량은 태양이 2~3일간 사이에 만들어내는 에너지량에 필적한다. 운전개시 후 우주선의 엔진 총출력은 대단하며 오늘날 인류가 1년간 소비하는것과 비슷한 에너지를 10초마다 방출한다. 우주선은 이 가속과정에서 출발시 중량의 90퍼센

트 정도를 에너지로 전환하고 약 9퍼센트를 여행 마지막의 감속과정에서 사용한다. 즉 초기중량 1조톤 중 1퍼센트가 페이로드 중량이 되고 여기에 수천만의 사람과 수십억톤의 물자가 포함된다.

가속과정은 5만년에 걸쳐 이어지고 그 결과 은하우주선은 광속의 40퍼센트라는 순항속도를 달성하게 될 것으로 보고 있다. 이 속도로 계속 항행을 하면 아마도 5,000만년 쯤이면 안드로메타 운성에 도달한다. 엔진을 끄게 될 때에는 예정 비행시간의 1퍼센트밖에 소비하고 있지않으며 나머지 대부분은 순항에 돌려지게 되는 것이다. 우주선이 인공중력을 만들어내지 않는 구조 같으면 무중력을 가까운 상태로의 비행이 된다.

엔진을 정지한 후 은하우주선의 나머지 구조는 새로운 형상으로 개조된다. 이것은 냉각된 은하간 우주를 비행하는 오랜 관성비행을 하는 동안 열을 보존하기 위해 표면적을 줄이는 일이 목적이다. 선체를 구성하고 있는 모듈을 분해하여 중층구조의 입방체 또는 공같은 모양으로 고쳐 조립한다. 내부는 많은 도시라든가 거리 혹은 작은 연방국가를 건설할 수 있는 구조로 될 것이다.

여행중에 인구는 늘고 은하우주서 안은 혼잡해 질 것이다. 출발할 때에 인구가 1억이라고 하면 장차

10억으로 늘어 마침내 100억에 달할지 모르겠다. 이만큼 장기간에 걸친 우주비행이 만들어 내는 환경속에서 정치활동을 어떻게 발전시키고 또 문화를 어떻게 안정적으로 유지 해 나가느냐 이와같은 문제에 대해서도 은하간 비행에 출발하기 전에 해답을 만들어 놓아야 할 것이다.

은하우주선이 목적인 은하에 접근하게 되면 감속단계가 시작된다. 그것은 아마도 1만년은 계속될것이다. 그리고 승무원들은 자기에게 매력적으로 보이는 항성에 적어도 금후 수백만년은 안정되어 있고 인류가 이주할 수 있는 몇개의 혹성을 가진 별을 찾아내지 않으면 안된다.

벌러스는 은하우주선에는 '한개의 종자가 가진 모든 특성'이 갖추어져 있다고 한다. '그것은 재생산 가능한 유전재료의 핵을 보호재료로 싸서 방출될 입자이다.'

지금으로부터 몇백만년 뒤 이 종자가 인근 은하에 뿌리를 내려 그곳에서 낳은 혹성보다도 오래 살게 될지 모르겠다. 인류의 우주비행이 지향하는 최종적인 목적지는 그런 터무니없을 만큼 먼곳이 될 것이다.