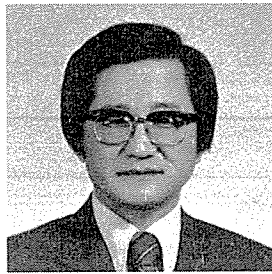


다이슨環과 카르다세프의 第二文明



金 貞 欽

〈高麗大教授·物理學〉

◇ 타임머신을 타고

「H. G. Wells」의 空想科學 소설에 「Time Machine」이라는 유명한 SF가 있다. 1895년간행의 이 책은 「웰즈」의 處女長編小說로서, 시간에 관한 과학지식을 써서 엮어낸 아마도 세계 최초의 근대적 과학소설이라고도 불릴만한 걸작이다.

이 소설에서 「Wells」는 소설의 주인공이 Time Machine(航時機)을 타고 80만년이나 되는 미래 세계를 여행해서 겪는 갖가지 경험을 그리고 있다. 80만년이라면 까마득한 미래이지만, 시간을 앞질러 미래세계로 또는 시간을 거슬러 과거의 세계로 여행할 수 있는 타임머신(航時機)의 발명 선택으로 그는 십사리 80만년앞의 미래세계

로 여행할 수 있었던 것이다.

「웰즈」의 이 SF도 결국 따지고 보면 일종의 文明批判論的인 소설로서 그가 찾아간 에로이族과 몰록族은 인간이 도달 가능한 두 세계를 대표한다. 에로이族은 우아하고 화사하지만 연약한 몸체를 가지며 쇠약일로에 있다. 그 목소리는 음악처럼 아름답지만, 노동이라던가 사고와 같은 인간 본래의 활동마저 잊고 있다. 한편 몰록族은 광폭하지만 기계조작·계획입안·사고작업·지적호기심등 인간고유의 이성적 활동만은 잊지 않고 갖고 있다. 다만 성격이 포악해서 에로이族을 닥치는대로 잡아 먹는 식인종이기도 하였다.

「웰즈」가 그리는 세계는 이렇게 인간이 도달할 수 있는 두 극단이었지만 과연 앞으로 80만년 후가 되면 인류의 세계는 어찌 될까?

◇ 카르다세프의 文明社會의 3 계급

인류의 역사를 기술하거나 분류하는 방법에는 여러가지가 있겠지만 이것을 식민지 확장과정의 역사로 보는 방법도 그 하나가 될 수 있을 것이다. 즉, 인류의 역사란 쉽게 말해 식민지의 확장과정이란 것이다. 물리학적 술어를 쓴다면 系의 성장과 발전을 위해 그 系에서 쓰다 남은 노폐물이나 廢熱을 내버리고, 엔트로피(entropy)가 적은 원료를 系에 공급해 줄수 있는 환경(environment)을 넓혀가는 과정이 역사란 것이다.

주지하는 바와 같이 어느 熱機關이나 또는 有機的組織體도 生長을 위해서는 신진대사가 필요하다. 신진대사에는 반드시 외부로부터의 에너지 또는 물질(原料) Q_1 의 공급이 필요하고, 이 Q_1 을 써서 系가 성장을 하거나 활동을 하는데 필요한 일(work) W 가 소모되고 나면 반드시 $Q_2 = Q_1 - W$ 라는 노폐물 또는 폐열이 남게된다. 이 폐열(또는 노폐물) Q_2 를 그냥 系에 남겨 두면 그 系는 해독을 입고 죽게 된다. 그래서 반드시 系外로 Q_2 를 방출해야만 한다. 그렇다고 Q_2 를 0으로 만들 수는 없다. 「네른스트」(Nernst)의 「제3법칙」에 의해 이 Q_2 를 0으로 만드는 것은 원리적으로 불가능하기 때문이다. 따라서 사람이 개체이건, 한 나라의 문화체제이건, 또는 어떤 종류의 유기적시스템이건, 이 노폐물(폐열) Q_2 를 내버릴 수 있는 환경(물리학자들은 이것을 熱溜, 熱貯藏體라고도 함)이 반드시 필요하게 된다.

그래서 개인이나 도시의 경우 이 환경은 변소가 되고 하수도가 되는 등등이다. 또 나라의 경우에는 인접 식민지가 환경의 역할을 한다.

원시시대의 경우에도 노폐물처리장이 싸이고 싸이면 사람들은 새로운 환경을 찾아 移住를 하거나 인접 부락을 점령해서 환경을 넓혀간다. 이 환경이 어느정도의 큰 규모가 되었을 때 이 환경은 식민지라는 또는 속국이라는 명칭을 받

게 된다.

그 식민지는 「마르코폴로」의 元나라방문의 경험을 엮은 「東方見聞記」발간, 「콜롬버스」의 아메리카대륙발견, 「마젤란」의 세계일주 항해에 의해 전세계적으로 퍼져 19세기말에서 20세기초까지는 세계의 식민지분배는 거의 다 끝나고 미개지는 거의 하나도 남지 않게 되었다. 그 뿐만 아니라 民族自決·民族主義의 사상이 제1차 세계대전후부터 팽배하기 시작했고, 특히 제2차 대전을 전후로 해서 식민지시대는 종말을 고하게 되었다.

그러나 사람이나 국가 또는 어떤 문화체제이건간에 그것이 하나의 유기적인 기관, 즉 삶을 계속해나갈 시스템이라면 系의 노폐물이나 폐열을 받아주는 동시에 새로운 신선한 원료를 공급해주는 식민지, 또는 새로운 술어를 쓴다면 「뉴-프론티어」(새 邊境, 新天地)가 필요하게 된다. 그런데 「뉴-프론티어」는 지상에는 더이상 남아 있지 않다. 있다면 오직 해양과 우주뿐인 것이었다. 인간이 살아나가려면, 그리고 인류문화가 계속 팽창을 거듭하고 발전해 나가려면 과거의 식민지와 같은 역할을 해주는 신천지, 새 변경, 즉 「뉴-프론티어」(new frontier)가 필요하게 된 것이다.

그래서 우주기술이 출현하고, 우주식민지란 개념이 생겨난 것이다. 1982년 11월을 출발점으로 우주연락선이 상업시대로 돌입한데는 이와 같은 문화사적, 역사적 뜻이 포함되어 있었던 것이다.

◇ 우주시대의 개막

우주시대의 개막과 더불어 이제 인류는 그 생존의 계승을 위해서 우주진출을 진지하게 생각할 단계에 들어간 것이다. 즉 우주진출이란 만화나 SF에 나오는 흥미본위의 꿈과도 같은 구름을 잡는것 같은 이야기꺼리가 아니라 인류의 생존을 위해 절대로 필요한 과정이었던 것이다.

그리고 이와 같은 우주진출, 우주라는 새로운 프론티어에의 개척을 위해서는 우리의 철학도

바꾸어야 하고 우리의 생각의 규모도 바꾸어야 한다. 다시 말해 이제 우리는 지구라는 조그마한 울타리에서 벗어나 宏大無邊한 우주속으로 진출하는 것이다.

이에 대해서는 소련의 천문학자인 「N.S. 카르다세프」(Kardashev)가 큼직한 이야기를 하고 있다. 즉 「카르다세프」는 인류문명세계를 그 에너지의 사용량에 따라 크게 세가지 계급으로 나누고 있다. 다시 말해서 「카르다세프」에 의하면 문명세계의 제1단계, 또는 제1계급에서는 문명에 사용되는 모든 에너지를 그들이 살고 있는 行星內에서 얻게 되고, 제2단계에서는 그들이 속해 있는 태양계 전체에서 얻게 된다는 것이다. 그리고 제3단계에서는 그 태양계가 소속되어 있는 하나의 은하계 전체의 에너지를 송두리채 쓰게 된다는 것이다.

數字를 써서 표시한다면,

〈Type I〉 文明世界 4×10^{12} W (40억KW)

〈Type II〉 文明世界 4×10^{26} W

〈Type III〉 文明世界 4×10^{37} W와 같다.

◇ Type I 文明世界

「카르다세프」가 말하는 〈Type I〉文明世界는 지구로 말하면 대략 1945-50년경의 지구와 꼭 같다. 1945년경 인류의 에너지소비율은 40억kw 정도 였다. 이 때 인류는 원자폭탄과 컴퓨터나 마이크로波 通信기술을 습득했고, 곧 이어 우주내의 도약에 필요한 우주선 발사도 준비중에 있었다.

1984년 현재의 세계에너지 소비율은 약 90억 kw로서 이것을 세계인구 45억명으로 나누면 대략 1인당 2kw의 에너지를 쓰는 격이 된다. 그런데 사람이 하루의 생활을 영위해 나가기 위해 기본적으로 섭취해야 할 에너지량, 즉 신진 대사량은 1일에 약 2,400kcal로서 1cal=4,186 J(줄)로 환산하면 매초당 약 0,116kw 즉 116W가 된다. 그러니 1984년 현재의 인류는 이것의 약 17배의 에너지를 쓰고 있는 셈이 된다. 이것은 다시 말해 한 사람이 16명(17명에서 자

기자신을 뺀 나머지)의 노예를 거느리고 사는 것과 같은 생활이라 해석할 수가 있다. 따라서 5인가족이라면 $16 \times 5 = 80$ 명의 노예나 머슴에 둘러싸여 사는 생활과 같은 셈이다. 그러니 옛날의 임금님 보다 더 호화찬란한 생활을 즐기고 있는 셈이다.

「카르다세프」에 의하면 제1단계의 문명은 40억 kw(당시 인구 약 30억)의 에너지를 얻음으로 1인당 1.33kw, 즉 1인당 약 10명의 머슴을 거느린 생활과 같았다는 것이다.

이런 여유있는 생활을 즐길 수 있는 정도의 과학기술이 발달되었을 때 인류는 컴퓨터를 발명해 냈고, 항생물질을 실용화했던 것이다. 또 원자탄이나 수소탄도 개발했고, 로케트도 띄웠고, 마이크로 波技術이 발달하여 TV는 물론이려니와 星間通信, 뒤에 곧 띄워진 인공위성과의 통신기술까지도 준비했던 것이다.

◇ 태양이 발사하는 규모의 에너지를 똥땅 쓰는 Type II 文明世界

「카르다세프」의 〈Type II〉文明世界는 〈Type I〉文明世界の 100조억이나 되는 4×10^{26} W의 에너지를 소비한다. 사실은 「카르다세프」가 4×10^{12} W이니 4×10^{26} W이니 4字를 쓴 이유는 태양이 방출하는 총에너지가 마침 4×10^{12} W였고, 또 이것의 100조분의 1인 40억kw가 매마침 1945-50년경의 지구문명의 에너지 소모율과 같았기 때문이다. 이 에너지는 1984년 현재 지구가 쓰고 있는 에너지의 약 45조배가 된다.

이렇게 엄청난 에너지 소비상태에 인류는 언제쯤 도달할 것인가? 1973년에 제1차 석유파동이 일어나기 직전까지 인류는 연간 5%씩의 에너지소비증가라는 호경기를 누려왔었다. 그러나 1차 및 2차 석유파동으로 에너지소비율은 한 때 마이너스성장까지 이룩했었으나 그 후 다시 數%의 에너지소비증가율을 나타내기 시작했다. 그래서 에너지소비증가율은 매년 1%씩이라 하

면 인류는 언제 <Type II>文明世界에 도달 할 수 있을까?

간단한 複利計算을 해보면 약 400년이라는 계산이 나온다. 그렇다면 도대체 어떤 방식으로 인류는 이 막대한 에너지를 얻게 되는 것일까? 물론 석탄이나 석유등의 화석연료로는 어렵고 없고 보통의 핵분열형 원자력으로도 안된다.

아마도 핵융합에너지만이 이런 에너지를 공급해줄 것이다. 핵융합에너지란 바다물속에 무진장으로 들어가 있는 重水素(물의 무게의 1/18 또 1/6, 700, 1/12, 000)를 두개 합쳐 헬륨으로 만들 때 방출하는 막대한 에너지를 뜻한다. 이 핵융합반응은 重水素를 1억도 이상의 온도에서 적어도 1초이상 가열시켜줄 수 있는 장치를 써야만 하는데, 현재 과학자들은 이 목표를 향해 열심히 연구개발을 진행하고 있다.

◇ Dyson環

또 한가지의 가능성은 이에 지구대기권을 벗어나 우주공간으로 뛰쳐나가 태양에너지를 잡자는 계획이다. 지구의 공전궤도와 화성의 공전궤도사이에 인공행성태양발전소를 만들어 태양으로부터의 무진장의 에너지를 잡자는 것이다.

그것도 한 두개의 태양에너지발전소를 만드는 것이 아니라 수백만, 수억개의 태양발전소를 만들자는 것이다. 다시 말해 태양을 몽땅 감싸서 둘러싸는 태양발전소군을 만들자는 것이다. 그러면 태양이 내어 뿜는 에너지의 대부분은 태양을 둘러싸는 고리처럼 생긴 태양발전소군에 의해 회수가 가능하다는 것이다. 이 웅대한 계획은 미국 프린스턴 대학의 「프리미안 다이슨」교수에 의해 제창되었기 때문에 이 태양발전소군을 다이슨환(다이슨 고리)라 부른다.

그렇다면 이 「다이슨 고리」는 어떤 機材를 써서 만들 것인가? 물론 이를 위해 지구에서 건축자료를 가져간다는 것은 지구의 무거운 重力 때문에 비경제적일 뿐만 아니라 비현실적이다. 그래서 「다이슨」은 건축자재로서 달이나 小行星物質을 쓰자고 제안하고 있다.

사실 달세계에서는 重力의 세기가 지구重力의 1/6이 되는 까닭에 無重力軌道상에 물질을 띄워올리는 데는 지구에 비해 1/20~1/30 정도의 에너지면 충분하다는 것이다. 그리고 이를 위해서는 mass driver라는 기계가 이미 고안되어 있고, 지상실험도 이미 끝나고 있다.

이 mass driver에 의해 달표면의 흙이나 岩石을 우주공간 무중력정지궤도에 띄워올린 후 제련을 거쳐 필요한 金屬材料와 건축자재를 얻어낼 수가 있다고 한다. 더구나 우주공간의 무중력상태에서 물체의 무게가 0에 가까우므로, 거대한 구조물도 큰 강도가 필요없기 때문에 소량의 금속재료로도 한번의 길이가 10km 정도나 되는 태양전지판 발전소를 쉽게 만들 수 있다고 한다. 더구나 이런 종류의 우주공간내 건축자재를 자동적으로 대량생산해내는 비임(beam)사출기는 이미 특허가 나 있고, 그 試製品도 나와 있다 한다.

달의 물질을 다 쓰고 나면 다음은 小行星인데, 화성과 목성사이에는 小行星이라 불리는 천체가 수없이 많이 흩어져 있다. 예컨대 1984년 현재, 궤도가 정확히 알려져 있는 직경 1.6km 이상의 소행성만 해도 2,000개가 넘고 있다. 이 小行星은 예컨대 직경이 2km라 한다면 하나의 무게가 대략 100억톤정도나 된다. 대부분이 지구의 岩石과 비슷한 성분으로 되어 있는 이 소행성의 암석을 처리한다면 적어도 15억톤정도의 건축자재를 만들어낼 수 있다는 계산이 된다.

더구나 이런 小行星은 발견된 것만 2,000이고, 실제로는 아마도 10만개 정도는 있으리라 추측이다. 따라서 건축에 필요한 자재는 그리 걱정안해도 될 듯 하다.

◇ Type III의 文明世界

이렇게 해서 태양계 안에 있는 소행성을 자재로 쓰고, 또 소행성을 다 쓰고 남으면 목성과 토성을 해체해서 쓰는 계획도 과학자들은 이미 생각하고 있다. 이렇게 과학이 발달하면 에너지 소모량도 무척늘어나, 어느 사이엔가 우리는

〈Type II〉의 문명세계를 지나 〈Type III〉의 문명세계에 도달하게 된다.

이 제3단계의 문명은 은하계안에 있는 약1800억개의 별이 내뿜는 에너지 전체를 이용하는 문명세계이다. 이렇게 엄청난 에너지를 어떻게 얻어 내느냐 하는 문제는 이제 겨우〈Type I〉 문명에 도달한 1980년대의 지구인이 생각해낼 성질의 것은 아니다.

물론 black Hole을 이용하는 방법, 중력파를 이용하는 방법, 모노폴(monopole)이나 서브쿼크(subquark)을 이용하는 방법등 여러가지가 있겠지만 구체적으로 어떻게 할것인가 하는 것은 아무도 모른다. 그러나 인류의 지혜는 무궁무진하므로 이런 어처구니 없이 큰 에너지를 구사

하는 시대도 언젠가는 가능해질런지도 모른다. 물론 그런 文明時代에 언제 도달할 것인가 하는 것도 현재로서는 추측조차 할 수가 없다.

설사 그것이 1만년후이건, 또는「H. G. Wells」의 타임머신에서 처럼 80만년후 이기간에 인류가 도중에서 멸망(핵전쟁등의 자살로 인한 멸망)하지 않는 한 도달될 것이 예상된다.

그렇다면 그 때 인간은 어떤 모습을 하고 있으며 어떤 과학기술체제로 발달하고 있으며 어떤 옷을 입고 어떤 음식을 먹게 될까? 아마 어쩌면 먹고 입고 하는 기본적인 것은 현재와 하나도 다를바 없을지 모른다.

다만 두뇌만은 현저하게 발달되어 있을 것만은 틀림이 없다.

획기적인 로봇 기술

북부 아일랜드 벨파스트의 얼스터 폴리테크닉(Ulster Polytechnic) 학교의 연구진은 로봇팔의 위치조작 정확도를 종래의 기술에 비해 최고 10배로 향상시킬 수 있는 새로운 유압 시스템을 개발해 냈다.

자동차산업 분야에서 주로 슈퍼트용접에 활용되며, 최고 45kg의 중량을 운반할 수 있는 팔이 부착된 최신의 로봇트는 1.5mm 오차범위내에서 미리 설정된 점에 대한 용접작용을 반복적으로 수행할 수 있다. 이것은 용접작용의 경우 충분히 우수한 성능이나 대부분의 조립 작업에 있어서는 정확도에 있어서 매우 불충분하다. 그러나 새로운 시스템은 로봇트팔의 조작정도를 오차 10미크론(1백분의 1mm) 범위내로 유지할 수 있다.

이것은 오랫동안 지켜져왔던

기술적인 원칙을 벨파스트의 연구팀이 배제함으로써 가능해진 것이다. 즉 연구팀은 고압유체의 압력이 작용하는 조건에서 로봇트의 팔을 전후좌우로 이동 또는 회전시키는 유압작동장치에 내장되는 합성고무제의 밀봉시일의 필요성을 제거한 것이다.

연구팀의 리더인 「아이언 로렌슨」(Ian Laurenson) 박사는 『지난 수년동안 엔지니어들이 이같은 밀봉장치가 유체의 누설을 방지할 수 있도록 하는 조작장치들을 설계해왔다』고 밝히고, 그러나 『이들 부품들의 독특한 설계를 통해 유체의 누출을 방지함으로써 작동부분을 윤활시키는 동시에 동일한 기계적인 작동이 이뤄지도록 했다』고 말했다.

결과적으로 탄성고무의 밀봉시일을 사용했을 때 일어나는

점성마찰의 문제점이 제거된 것이다. 이로 인해 조작장치가 완전히 스므스하고 정확한 제어가 가능해짐으로써 불안정한 진동이 일어나지 않고 작동이 이루어지는 것이다.

「로렌슨」박사는 또 『새로 개발된 조작장치가 종래의 장치에 비해 전혀 코스트의 추가부담이 없으며 실제로는 코스트의 절감효과를 기대할 수 있다』고 말했다. 현재 각 조작장치의 점성마찰을 억제하기 위해서는 고도로 진보된 복잡한 제어밸브가 필요하나 새로운 설계에 의한 장치는 점성마찰을 일으키지 않고 보다 간단하며 더욱 경제적인 활용을 가능케 한다는 것이다.

금속과 금속이 서로 접촉되지 않는 설계방식과 탄성고무 밀봉시일을 채용하는 방식을 결합함으로써 새로운 조작장치는 내구성이 크게 향상되었을 뿐만 아니라 보수유지의 필요성을 상당히 감소시키게 되었다.