

시스템의 概念과 分類

朴 淳 達*

1. 시스템 概念의 歷史

Alvin Tottler는 그의 Best Seller Future Shock에서 과거 인류역사 5000年을 人間의 평균수명 62年으로 나누어 볼 때 이 역사는 결국 800생애로 이루어지며 이 800생애중 650생애는 동굴생활이었으며 단지 70생애만이 글로서 그 역사가 기록되어 있고 6생애만이 활자화된 글자를 볼 수 있었으며 단지 4생애만이 정확히 시간을 잴 수 있었고 그 생애만이 電子모터를 사용할 수 있었고 현 생애에 이르러 풍부한 일상생활용품을 즐길 수 있게 되었다는 흥미로운 歷史를 지적하고 있다. 말하자면 800생애중 거의 대부분을 동굴에서 단지 생존을 위한 生活을 하다가 극히 最近에 이르러 과거와는 현격히 다른 文明의 時代에 돌입하고 있는 것이다.

이러한 오랜 잠자던 過去와 격렬한 유별을 선언하고 새로이 급속히 변천하는 科學의 時代에 돌입해 오면서 크게 두가지 思想的 潮流를 알 수 있다.

그 하나는 “機械의 時代” 다른 하나는 “시스템의 時代”의 思潮이다.

機械의 時代는 오랜 中世 암흑시대를 벗어나 르네상스(Renaissance)를 맞이하면서 科學과 技術에 눈을 뜨면서 열렸다고 볼 수 있다. 그런데 이 “기계의 시대(Machine age)”에서는 두 가지 뚜렷한 경향을 찾아 볼 수 있다.

그 첫째로 分析의 경향을 들 수 있다. 말하자면, 모든 사물을 分離할 수 없는 곳까지 분할해 보는 경향인 것이다. 전체를 部分의 合

으로 보고 이 全體를 이루는 基本要素가 무엇인가를 찾아보아려고 하는 노력이었다. 이러한 分析的 思考方式은 科學技術의 發展에 획기적인 공헌을 하였던 것이다.

다음으로 팽배해진 사상은 機械觀의 경향을 들 수 있다. 말하자면, 自然의 모든 현상은 궁극적으로 인과관계로써 설명하려는 思想이다. 모든 結果는 原因으로써 설명되고, 이러한 結果는 原因을 유발하게 되나 이 원인이 어떻게 유발되는지는 관심 밖이었다. 이리하여 자연히 밀폐된 세계의 世界觀이 지배적이 되고 따라서 모든 現狀이 확정적이었고 기계적이었다. 自然現狀의 目標, 選擇, 意志 등 概念은 관심밖이었다.

그러나 이러한 分析의 사상과 기계관은 과학기술의 發展뿐 아니라 산업화에 결정적인 역할을 하였다. 이러한 사상이 사람의 活動을 分析하여 단위작업을 추출해 내고 결과적으로 “단순기계” 즉, 바퀴, 기계, 지레, 軸등이 만들어져 나오고 이러한 단순기계를 결합하여 점점 복잡한 기계로 발전되어 갔다. 이러한 기계의 발전으로 高度로 발전된 과학과 기술이 실제 응용될 수 있게 되고 급기야는 제 1차 산업혁명이 일어나게 되었다. 生産作業은 分業이 이루어져 단순작업의 연속으로 이루어졌고 이런 단순작업은 기계가 맡게 되었다. 그 속도는 점점 올라갔다. 그리고, 生産의 속도가 올라감에 따라 과학과 기술의 지식을 요구하는 속도도 또한 올라가게 되었다.

그러나 과학과 기술이 실용되기까지는 시간이 요구되고 따라서 生産性의 속도가 올라감에 따라 科學技術과 實用되는 技術사이에는 간격이 일어나게 되었다. 여기에는 工業의 역

* 서울대학교 工科大學

활이 제자리를 찾기 시작한 것이다. 이때의 工學은 生産性을 높이는 분야별에 치중되었다. 예를 들면, 자원을 많이 생산키 위한 공학, 식량을 많이 생산키 위한 공학, 그 외 기계공학, 화학공학등이 바로 그것이다.

그러다가 제 2차 세계대전을 거치면서 새로운 時代, 즉 시스템時代가 도래하게 되었다. 이 시스템시대에는 두 가지의 특징을 들 수 있다. 우선 事物을 보는데 있어 “機械의 時代(Machine age)” 때는 全體는 部分의 습으로 보고 이 부분은 독자적 존재의의를 갖는 존재로 보았다. 그러나, “시스템시대(System Age)”에서는 다시 부분보다는 전체를 생각하며 부분은 어디까지나 전체의 부분이며 전체는 부분의 습이상의 무엇이 있다는 System Approach의 사상이 나타나게 된 것이다. 간단한 예로써 자동차는 차체 엔진 냉각장치 전장품등의 습만으로 간단하게 생각할 수 없다. 각부분은 규모, 힘등의 균형이 이루어져야 된다. 말하자면 자체가 5년밖에 견디지 못할 경우 엔진이 20년간 사용할 수 있도록 만들 필요는 없는 것이다.

이러한 System Approach의 사상의 設計(design), 管理(management)업무에 영향을 미치면서부터 生産性이 지극히 높고 효과적이 되었다. 여기에서 전자계산기가 나타나 自動化가 이루어지면서부터 제 2의 産業革命이 일어나고 生産性이 가공할 정도로 빠르고 効果的이 된 것이다. 말하자면, 제 1차 산업혁명은 人間生活의 運轉을 위한 希望的인 장래를 보여주는 運轉한 社會의 약속이었다면 이 제 2의 産業革命은 運轉한 社會의 종말을 보여 주듯 불길한 조짐을 던져주게 되었던 것이다. 우리는 현재 시간이 지나면 지날수록 運轉한 社會의 바벨탑을 세우고 있다는 것을 느끼게 하는 여러 조짐이 나타나고 있는 것이다.

예로서 몇가지 資源의 고갈이 눈앞에 다가왔다. 세계 도처에 식량이 없어 굶어죽어가는 데 Sputnik 이후 우주경쟁은 치열해만 가고 있다.

人間の 건강관리는 어느때보다 강화되는 데 반면 산업공해는 人間の 건강을 위태롭게 만

들어 가고 있는 것이다. 환경은 파괴되어 여러가지 自然의 不均衡이 나타나고 있다.

한편 다행스러운 것은 System Age에 있어서 또 하나의 특징으로서 “機械의 時代(machine age)”때 “폐쇄된 세계”의 관점에서 벗어나 “開放된 世界”의 관점이 대두하기 시작한 것이다. 기계적 現狀은 여전히 因果의 現상으로 설명될 수 있지만 다른 면으로 現상의 原因發生의 目標이든가 選擇이러든가의 概念이 뜻을 가지게 되기 시작했다. 이 사상은 과학기술의 發展에 있어서 대단히 重要的 的의를 갖는 것으로서 “기계의 시대(machine age)”에서 모든 現상이 주어진 상태에서 설명하려고 한 반면이 “시스템의 시대”에서는 자유의사(free will)로써 어느 目標를 향하여 現상을 선택해 갈 수 있다는 것이다. 이제는 우리 스스로 과학기술의 발전목표를 세우며 여러가지 대안들 중에서 선택을 하며 새로운 장래의 生活을 개척해야 할 때가 된 것이다. 우리는 더 이상 목표없이 부분적인 과학기술의 개발에만 힘을 것이 아니라 좀 더 새로운 방향을 설정하고 목표를 의식해야 할 것이다.

시스템時代에 들어오면서 이러한 운동에 부응하여 시스템工學, 오퍼레이션즈 리서치등의 학문이 나타나고 있다. 그러한 공학은 전보다 좀 더 강력한 새로운 방향에 관심을 가져야 할 것이다. 종래의 부분적인 공학에서 환경공학(Ecology), 에너지(Energy), 자원(Resource), 연구개발(R & D) 등의 종합적인 공학에로의 방향을 잡아야 할 것이다. 더 이상 무분별한 資源의 사용으로 환경을 황폐化해서는 안될 것이며, 이제는 자원의 보존에 좀 더 신경을 써야 할 것이다. 인간의 必要를 좀 더 効果的으로 사용할 수 있게 연구개발(R & D)에 좀 더 신경을 쓰고, 종합적인 에너지(Energy) 대책을 세워야 할 것이다.

2. 單純시스템

그러면 시스템이란 도대체 무엇인가? 시스템은 두 가지로 이루어져 있다고 볼 수 있다. 하나는 시스템을 형성시키는 個體의 집단이

고, 다른 하나는 시스템의 性質을 規定지어주는 시스템의 各 個體間的 聯關性, 또는 함수 關係이다. 시스템이란 단순한 個體의 집단으로서만 이루어지는 것이 아니다. 말하자면 部品을 다 모은다고 우주선이 되는 것은 아닌 것과 같이 部品들이 모여 各 部品사이에 어떠한 관계로써 연관이 지어질 때 비로소 독특한 性質을 가지는 시스템이 되는 것이다.

그런데 시스템을 이루는 個體와 이들 個體간의 關係란 어떤 것인가? 個體는 시스템에 따라 그 규모와 성격이 다르다. 시스템을 이루는 個體는 단순한 기능을 가지는 그 이상 더 나눌 수 없는 경우도 있고 또는 그 자체가 하나의 시스템이지만 이들로써 더 큰 시스템을 형성하고 있기 때문에 個體로 보는 경우도 있겠다. 예를 들어 선풍기란 시스템을 모터, 날개, 보호창살받침대 등으로 나누어 볼 때 날개는 전자의 경우에 속하고 모터는 후자의 경우에 속할 것이다. 날개는 독자적인 성격을 띠고 있으나 더 이상 나누면 독자적인 성격이 파괴됨과 동시에 부분으로서의 存在意義를 잃어버리는 단일 개체로 이루어져 있다. 이와 대조적으로 모터란 각종의 部分品이 모여 복잡한 상호관련을 유지하면서 電氣 에너지를 동력 에너지로 바꿔주는 기능을 가지는 複合體인 것이다.

個體間的 관계도 여러가지 형태가 있다. 단순한 위치의 관계만을 정해 주는 함수 관계가 있는가 하면 모터와 같이 외부로부터의 入力 즉 電氣 에너지가 들어왔을 때 이것으로부터 자장을 형성케 하여 運動에너지로 바꾸게 하는 미묘한 역할을 규정지어 주는 복잡한 관계도 있다. 이러한 관계는 또한 個體들 상호간의 관계를 규정지어 주는 경우도 있고 또는 個體集團 相互間的 關係를 規定지어 주는 경우도 있다.

예를 들면 선풍기의 스위치가 선풍기 받침대 위에 있다는 것은 받침대와 스위치의 위치를 나타내 주는 두 個體間的 관계지만 받침대의 크기를 정할 때는 기타 다른 모든 部品의 位置, 무게를 고려하게 되는데, 이 때 이 받침대와 다른 部分品 모두의 關係는 個體集團의 관계이다.

이 個體와의 關係는 앞서 말한 바와 같이

그 규모와 성격이 각기 달라 이러한 변화가 결국 시스템의 규모와 성격의 차이를 유발하게 된다. 말하자면 시스템이란 個體와 이들 個體 사이의 관계로 이루어지는 만큼 각 個體가 각양각색이고 이 관계 또한 다양한만큼 시스템 역시 천차만별이 아닐 수 없다. 작기로는 손바닥만한 라디오가 있는가 하면 크기로는 삼십만톤의 유조선이 있다. 몇명의 사람으로 모여진, 그러나 다양한 변화를 가지는 家族이 있는가 하면 사람, 기계, 자연 등 갖가지 형태로 이루어지는 社會的 시스템이 있다.

시스템이란 물건일 수도 있고, 추상적인 概念일 수도 있고, 사람들로만 이루어지는 組織일 수도 있고, 사람, 물건 등 여러 형태가 어울린 혼합 기관도 있을 수 있다. 시스템이란 간단한 것도 복잡한 것도 있으며 작은 것도 큰 것도 있다.

이러한 시스템은 그 형태가 각양각색이지만 그 특성별로 분류해 보면 우선 抽象的 시스템과 具體的 시스템으로 나누어 볼 수 있다. 이 具體的 시스템은 다시 크기는 자연 시스템과 비자연 시스템으로 나누어 볼 수 있다. 자연 시스템은 인공적 변형이 가해졌든 아니든 자연적 個體로서 이루어지는 경우를 말하며 非自然的 시스템은 다시 순수하게 人間으로 이루어지는 組織, 특정한 성능을 가지는 특성 시스템, 그리고 혼합 시스템으로 나누어볼 수 있다.

이 혼합 시스템은 여러 特性 시스템이 혼합되어 만들어지는 시스템으로 특히 人間과 機械로서 이루어지는 人間—機械 시스템(Man machine system)이 특별한 관심의 대상이 된다. 人間—機械 시스템 외에도 人間—자연 시스템, 人間—기계—자연 시스템 등 실제로 혼합 시스템이 많다.

各 시스템을 좀 더 깊이 살펴보자.

抽象的 시스템이란 구체적 형상이 없는 시스템으로서 하나의 概念 表象을 個體로 하고 있다. 예를 들어 화폐를 들 수 있다. 현재 우리나라에서는 1원, 5원, 10원, 50원, 100원, 500원, 1,000원, 5,000원, 萬원으로 돼 있다.

간격이 일정한 것도 아니고 10進法에 의해서 이루어져 있는 것도 아니고 이 다섯가지의

個體와 각 個體 사이의 倍數라는 상관 관계로서 하나의 돈이라는 시스템을 형성하고 있다.

우리 나라와는 달리 미국의 경우에는 penny (1 cent), nickel (5 cent), dime (10 cent), quarter (25 cent), half dollar (50 cent), 1 dollar, 10 dollar, 100 dollar, 1,000 dollar 등으로 돼 있다.

각 나라는 각 나라의 經濟的 화폐 유통 구조에 알맞게 만들어져 있다.

이러한 시스템은 개체의 수도 적을 뿐만 아니라 개체간의 관계도 단순하다. 그 關係 단 각 個體와 다른 개체간에 몇배로 이루어지는 나눈 관계 뿐이다. 실제로 5,000원의 전면은 울곡 李珪의 초상이, 뒷면은 한국은행 전면 사진이 그려져 있는 紙錢이고, 10원은 한 면에 10과 다른 한 면은 다보탑이 그려져 있는 銅錢이라서 모양으로는 크게 다르지만 돈이란 경제적 價値를 측정하는 基準으로서의 상징이기 때문에 그 모양이 紙錢이건 銅錢이건 기능은 달라지지 않는다.

이러한 면에서 볼 때 화폐 시스템은 모양이 어떻게 생겼던 간에 각 個體간의 관계는 단순히 倍數의 관계만으로 이루어져 왔다. 個體數도 적거니와 個體間的 關係도 단순한, 상당히 간단한 시스템이다.

그러나 抽象的 시스템이라고 모두 단순한 것은 아니다. 金融 시스템을 보자. 옛날 原始時代에는 必要한 物品이 있으면 구해다가 쓰고 남으면 저장한다.

특히 必要하지만 現地에서 구하지 못하면 물물 交換으로 必要한 物品을 손에 넣는다. 그러나 社會구조가 점점 복잡해 지면서 일상 생활에 必要한 物品도 많아지고 일상 생활의 양식도, 예를 들어 옛날에는 빨래를 강가에서 하듯이 自然的으로 하든 하지 않든 할 수 있으나, 이제는 할 수 없이 수돗물을 사용하고 사용하면 돈을 支拂해야 하듯 非組織的 要素가 많아져 가고 있다.

이렇게 자연의 생활로부터 物品을 인공적으로 生産해 내게 되고 物物交換이 어려워져 돈을 가치 측정의 수단으로 사용하게 되면 결국 돈을 많이 가지는 사람이 必要한 모든 것을 할 수 있게 된다.

이렇게 되면 국가에서는 모든 國民에게 돈을 많이 나누어 주면 만사가 해결될 것 같지만 전체 통화량에 해당하는 財貨없이 돈을 발행하게 되면 인플레이가 생겨 돈을 많이 나누어 주었지만 실상 1/10의 가치에 해당하는 돈 밖에 받지 못하는 결과가 된다.

個人이 돈을 사용할 때도 먹지 않고 계속 장사에 투자한다든가 生産에 투자하면 財産은 늘어나겠지만 개인의 복지가 약해진다.

같은 현상이 社會, 國家, 單位에서도 일어나는데 그 단위가 커지면 커질수록 投資의 현상이 복잡해질 것은 당연하다.

그리고 예를 들면 기계 공업의 투자, 반드시 기계 공업에만 限定되고 個人的 福祉에는 무관한 것만은 아니기 때문에 複雜한 問題가 야기된다.

이와 같이 추상적 시스템은 적고, 크고, 단순하고, 複雜하며 다양한 시스템을 가지며 종류 또한 실제 問題의 추상적 表現에서부터 想像의인 思想, 概念의 표현에 이르기까지 여러 가지 있을 수 있다. 이러한 시스템은 具體的이 아닌 만큼 시각을 통할 수 없는 特性을 지니고 있어 구체적 시스템과 크게 區別될 수 있다.

具體的 시스템은 추상적 시스템과는 달리 具體的인 형상을 가지는 시스템을 말한다. 예를 들면 화폐라는 것은 紙錢이든 銅錢이든 金貨든 규약에 의하여 어떤 價値를 표현하는 상징으로 받아 들이는 것이기 때문에 구체적인 形象을 가진다고 볼 수 없다. 그러나 기계같은 것은 바로 具體的인 시스템이라는 것을 알 수 있다. 이와 같이 構成 單位가 사람이든 물건이든 具體的인 形象을 가진 個體일때 이 시스템을 具體的 시스템이라고 한다.

이 具體的 시스템은 대단히 방대하다. 사람이 道具를 사용하면서 시작하여 자연을 변형시키고 무수히 다양한 기계를 만들어 냈으므로 具體的 시스템은 그 量과 質에 있어서 한 없이 다양해졌고 지금도 加速돼 가고 있다.

그러나 그 特性으로 보아 具體的 시스템은 自然的으로 存在하든 인공적으로 存在하게 됐든 自然의 能動的인 運動 能力이 없는 個體로

이루어지는 자연의 시스템과 만물의 영장으로
서 시스템 分析의 行爲者인 人間 및 그의 集團
과 人間이 다른 存在物의 모방으로 또는 자기
기능의 보조물로 만들거나 지식의 능력이 도
달할 수 있는 想像으로 만든 기계 등 크게 세
가지로 나누어 볼 수 있다.

自然의 시스템은 우리의 주위를 이루고 있
는 自然의 各 存在가 개체가 된다. 취락이 형
성되는 과정을 보자. 사람이 모이게 되면 자
연 上水道, 下水道가 問題가 되고 그래서 江
을 끼게 된다. 그리고 外部로보터의 보호를
위해서 뒤에는 山을 끼게 된다.

山에는 나무, 풀 등 日常生活에 필요한 연
료, 기름, 사료 등을 제공해 주며 앞 들에서
는 곡식을 재배하여 양식으로 산다. 이러한
취락을 볼 때 산, 들, 강, 식물 등으로 個體
를 이루어 산에서 물이 흘러 강을 이루고 강
물 또한 들의 곡식을 자라게 하는 필수적인
要素가 된다. 이러한 상호 관계를 가지고 하
나의 自然 시스템이 이루어지게 된다.

이러한 自然 시스템은 반드시 人工의 흔적
이 없는 天然 그 상태이어야 할 필요는 없다.
사실 天然인지 人工의 흔적인지 구별키 困難
한 경우도 많다.

시리아의 옛날 Jupiter 사원의 초석중 2천톤
짜리 돌이나, 페루의 백여미터 높이의 절벽에
세워진 2백톤 짜리의 바위나, 버뮤다 해역에
있는 거대한 도랑이 人工에 의한 것인지 또는
자연적으로 생긴 것인지 確實치 않지만 人工
이든 아니든 시스템의 立場에서 본다면 전혀
區別할 필요가 없다.

사실 자연이란 外部的 變化에 느끼기는 하
지만 適應性이 있기 때문에 그 外部的 變化의
힘이 자연의 변화에서 오는 것이 아니라 人間
에서 왔다는 것 뿐이다. 강변에 있는 돌은 강
물의 흐름에 따라 마모되지만 人間の 힘으로
마모하더라도 그 마모된 돌은 같은 output 가
생기게 된다.

勿論 自然은 外部的 變化에 적응하긴 하지
만 自然의 적응성과 動物의 적응성은 근본적
으로 다르다. 자연의 적응성은 소극적인 반면
에 動物의 적응성은 적극적인 것이다.

이런 點에서 식물을 包含한 自然의 各 個體
와 動物과는 구별된다. 그리고 自然의 시스템
은 인간이 많이 거주하는 곳과 그렇지 않은
곳에 많은 차이가 온다.

예를 들어 알프스의 산골짜기와 大都市를
보자. 알프스의 산골짜기에는 萬年雪에다 깎
아지른 절벽으로 이뤄진 골짜기 등 그야말로
自然의 상태로 存在하는 自然 시스템이지만
都市에 오면 알프스의 산골짜기에서 대피소로
사용되는 바위굴이 꼭게 단장된 建物로 바뀌
고 구릉은 깎이어 平地가 되고 道路가 된다.
이렇게 자연의 시스템이라도 人工의 程度에
따라 많은 차이를 나타낸다.

인간의 시스템은 어느 시스템보다 行動規範
이 불투명하고 의사결정 과정이 다양하여 복
잡하다. 이러한 현상은 人間の 시스템은 그
個體가 정교하고 복잡한 시스템으로 돼 있기
때문이다. 그 個體는 또한 高度의 思考능력을
가지고 있어 各 個體間의 관계가 어느 다른
시스템보다 複雜하다.

추상 시스템의 개체는 비록 그 개체가 구체
적인 形態는 없으나 比較的 限定된 特性을 지
니고 자연 시스템은 시스템 自體가 外部的 變
化에 適應하기는 하나 소극적으로 대처하는
반면 사람이라는 個體는 特性을 완벽하게 구
명한다는 自體가 不可能할 뿐만 아니라 外部
的 變化에 能動的으로 適應하기 때문에 그 個
體의 性格을 일률적으로 기술하거나 規定짓기
는 힘들다. 따라서 자연히 人間の 시스템은
그 行動이 변화무쌍할 수 밖에 없다.

그렇다고 언제나 변화 무쌍하기만 한 것은
아니다. 우리는 다분히 集團을 이루는 個體로
훨씬 強力한 적과 대처해서 싸우는 데 항시
하나의 指導者가 있어 이 指導者에 의해 그
集團이 통솔되고 있다는 것을 알고 있다.

人間社會에서도 集團을 이루어 강력한 對外
에 대한 힘을 이룩하여 運營된다. 民主主義
지도 체제도 있고 立憲君主제도 있다. 관료제
도가 확고한 나라도 있는가 하면 獨立的인 個
인이 인정되는 만장일치에 의한 意思가 결정
되는 조직도 있다.

그러나 이러한 組織, 社會, 國家는 인간 集

성을 가지며 독특한 行動의 規範을 가지는 것이다.

機械라고 하면 바로 工場에서 쇠를 깎거나 織物을 짜내거나 자동차같이 저절로 굴러가는 물건들을 연상하게 된다. 複雜多様하다. 機械는 “어떤 특정 目的을 가지고 한정된, 그러나 명확히 記述된 動作과 能力을 가진, 저항력을 가진 個體의 結合物”로서 단순한 성능을 가진 도구, 다듬어진 형태의 部品들이 모여 特性作動을 할 수 있는 장치로 쓸 수 있다.

작게는 수백개의 真空관이 들어 있는 머리 카락만한 LC에서 수십만톤의 유조선, 단순하게는 망치에서 複雜하게는 인공 위성에 이르기까지 갖가지 형태의 機械 시스템이 있다.

이 機械는 단순한 道具에서 복잡한 기계에 이르기까지 自然에 存在하는 動物, 人間 또는 想像的인 存在物이 일부 또는 全部를 모방하여 만들어지거나 또는 이들의 生存에 필요하여 아니면 이들의 육망의 충족을 위하여 만들어진다. 따라서 機械의 發展歷史는 人間에게 대단한 意義를 지니는 것이다. 人間文明의 歷史가 바로 기계의 발전사라고 해도 과언이 아니다.

처음에는 동물의 뼈다귀를 가지고 팔 대신 사용한 武器로서의 역할을 해낸 道具에서부터 시작하여 스스로 目標物을 能動的으로 찾아 파괴시키는 유도탄, 인간의 複雜한 기관을 대체할 수 있는 機械에 이르기까지 발전해 왔다. 말하자면 처음에는 단순히 人間の 보조적 한정된 역할을 담당하는 데 지나지 않았으나 이제는 人間 活動의 일부를 받을 수 있는 경지에 이르게 되었고 앞으로는 인간과 비슷한 能力을 가지는 기계가 나타날지도 모른다.

人間과 機械 사이의 가장 큰 差異라면 人間은 再生의 能力을 가지고 있으나 기계는 아직 再生의 能力을 가지지 못하고 있다. 이러한 差異는 근본적이라기 보다는 언젠가는 해소될 수 있는 차이라고 볼 수 있다.

人間發展 역사는 수만 년, 동물의 근원까지 따지자면 수억년 거슬러 올라가겠지만 기계의 역사는 훨씬 짧다.

勿論 人間の 能力이 自然의 能力에 미치지 못해 그만한 時間이 흐르더라도 人間 스스로가 人間과 똑같은 기계를 만들 수 없을지는 모르나 어쨌든 기계라는 것은 人間の 技能과는 상당한 類似性을 갖기 마련이다. 그럼에도不拘하고 機械란 그 技能이 限定돼 있을 뿐만 아니라 그 行動規範은 이미 프로그램화돼 있다.

人間이란 知能의 發達로 미래를 내다 볼 수 있는 高度의 예지를 가지고 미래를 예측하여 대처하지만 機械란 아무리 고등컴퓨터라고 하더라도 충분한 入力으로 미래를 예측하기까지는 있을지 모르나 그 이상 연속 작업은 할 수 없다. “600만불의 사나이”라는 TV 연재물에서 人造 눈, 人造 다리로써 원래의 人間보다 훨씬 強力한 人間이 되기는 했으나 아직 統制能力은 人造의 것이 아니다. (그리고 人間은 無限한 發展可能을 지니고 있으나 기계는 처음부터 능력이 정해져 있다.) 이런 점에서 많은 類似性에도不拘하고 人間과 機械와는 분리된다.

비록 具體的 시스템이 自然의 시스템, 人間の 시스템, 機械의 시스템으로 구분하더라도 기계의 시스템과 다른 시스템과 구별하기 힘든 事例도 많이 있다.

예를 들어 뇌는 이미 죽어버리고 호흡만으로 生存해 있는 人間の 境遇 人間과 기계의 차이가 어디에 있겠는가? 또한 이러한 人間은 植物 즉 自然의 시스템과 다른 바가 어디에 있겠는가?

어떤 組織이나 委員會가 있어 長에 의하여 꼭두각시 같이 움직인다고 하면 이러한 組織이나 委員會는 비록 人間の 시스템이긴 하나 機械 시스템과 어떻게 다르겠는가? 들판에 동물의 뼈가 있으면 이것이 自然의 시스템인가 아니면 단순 기계로 볼 것인가? 이와 같이 이 세가지 시스템 사이의 限界가 모호한 경우가 없지는 않다. 그러나 대부분의 경우가 이 세가지의 시스템은 서로 독특한 特性을 갖기 때문에 각각 시스템으로서 存在 的의의를 가질 수 있는 것이다.

3. 混合시스템

2절에서는 單純시스템에 관해서 이야기했다. 그러나 실제 세계에서는 抽象시스템, 自然시스템, 사람의 시스템, 기계시스템 등 2개 이상의 단순 시스템이 모여서 형성되는 混合시스템이 허다하다.

單純시스템은 각자가 갖는 특징이 있고 그 시스템의 能力은 한정되어 있는만큼 能力을 提高하고 동시에 한 시스템으로서는 감당할 수 없는 性質을 요구하는 시스템이 필요할 때는 자연히 두 가지 이상의 시스템을 混合하여 시스템을 상호보완하여 좀 더 완벽한 시스템을 만들게 된다. 또는 性能의 제고와는 상관없이 자연히 결부되는 混合시스템도 있을 수 있다.

이러한 혼합시스템은 여러가지 형태의 混合이 생겨날 수 있다. 抽象시스템과 사람의 시스템의 混合, 자연시스템과 사람 시스템의 混合, 자연의 시스템과 기계의 시스템의 混合, 抽象시스템과 自然시스템과 사람시스템과 기계시스템의 混合 등 다양한 混合이 일어날 수 있다. 이러한 混合시스템 중에서도 특히 사람의 시스템과 기계의 시스템의 混合인 시스템이 人間—機械시스템, 자연시스템과 사람의 시스템의 混合이 自然—人間시스템 또는 抽象시스템과 自然시스템과 사람의 시스템과 기계시스템의 混合인 抽象—自然—人間시스템들이 실제 世界에 두드러지게 나타나는 混合시스템들이다.

특히 人間—機械시스템은 우리들에게 중요한 意義를 가진다. 이 人間—機械시스템은 人類文明에 절대적인 영향을 미친다. 이 시스템은 간단하게는 사람과 망치의 시스템에서부터 시작하여 복잡하기로는 사람과 기계가 혼연일체가 되어 하늘을 날으는 비행기 시스템을 들 수 있다. 또한 사람에게 가장 효율적인 손수레의 設計에서부터 거대한 生産工場에서 기계와 사람의 최적의 均衡을 計劃하여 生産성을 높이는 데 이러한 시스템이 다루어지게 된다. 이와 같이 기계와 人間은 日常生活에 갈수록

密接한 關係를 가지게 되며 産業, 軍事, 公共業務를 나뉘어 있어 필수적인 시스템이 돼가고 있는 것이다.

産業界에 있어서는 生産自體가 機械와 人間의 시스템에 의해 이루어지는 만큼 이 시스템을 떠나 産業을 생각할 수는 없다. 나아가 製品의 많은 부분이 이러한 시스템을 고려해야 할 경우가 많다.

機械製品은 모두가 그렇다고 보아도 과언이 아니다. 果刀를 만들 때는 손잡이가 일반 사람이 사용하기에 편하게 되어 있는지, 그리고 사람의 힘에 알맞은 果刀의 날과 두께와 넓이가 정해져 있는 지가 고려되어야 한다.

자동차를 만들 때는 자동차 전체의 크기와 사람의 수 사이에 均衡이 잡혀야 하고, 스프링과 사람들의 무게 사이의 關係가 고려되어야 할 것은 勿論, 운전사와 운전대, 악셀러터, 브레이크의 높이, 위치 등의 關係가 고려되어야 한다. 이러한 모든 것이 産業界에 있어서 機械—人間시스템의 중요성을 뒷받침해 준다.

機械에 對한 概念은 中世 암흑시대를 지나 르네상스에 들어오면서부터 활발해 졌다고 할 수 있다. 르네상스 時代의 科學과 技術에 대한 인식이 높아짐에 따라 事物을 쪼갤 수 없을 때까지 쪼개 보려는 分析(Analysis)的 思考方式과 모든 자연현상은 原因이 있어 結果가 나타나게 되고 이러한 결과는 또 다른 결과를 유발하는 因果關係로 설명할 수 있다는 機械觀(Mechanism)이 점차 대두하기 시작했다. 이 때를 “機械. 時代”(Machine Age)라고 한다.

이 分析的 思考方式은 科學技術發展의 기반을 굳건히 하는데 決定的인 역할을 한 것으로 經營 등 他分野에도 많은 영향을 미쳤다. 이러한 思考方式의 영향으로 분할될 수 없는 物質의 概念이 나타났다.

이러한 物質은 時代의 흐름에 따라 점점 적어 왔다. 지금도 繼續 物質을 이루는, 分割이 不可能한 基本物質이 발견되고 있다. 分子 原子의 概念이 나타나고 나아가서는 素粒子의 정체가 밝혀지게 된 것이다.

物質이란 이러한 基本單位가 모여서 이루어지는 형태, 量에 따라 각각 다른 物質이 된다. 어떤 物質에서 어떤 것을 빼면 다른 物質이 되고 더 보태게 되면 또 다른 물질이 된다. 이러한 물질을 이루는 基本을 밝히려고 鍊金術士는 노력했다. 結局 실현하지 못한 꿈이 바야흐로 실현되기에 이른 것이다.

이러한 思考方式은 나아가 人間의 技能에도 응용되기에 이르렀다. 사람의 技能을 分析하여 더 이상 쪼갤 수 없는 基本作業(elementary task)까지 분리해 냈다. 이러한 기본작업을 분리하게 됨으로써 결국 사람의 活動과 작업은 이러한 基本作業의 결합으로 分析되는 것이다.

그런데 여기서 한 걸음 더 나아가 이러한 기본 作業을 돕기 위하여 그리고 독자적으로 사람 대신 수행할 수 있게 道具 또는 單純機械(simple machine)가 만들어지게 된 것이다.

지렛대, 바퀴 등이 이러한 종류의 기계들이다. 이러한 단순 기계들이 점점 發達하고 結合되어 더 다양하고 複雜한 기계로 發展하게 된 것이다.

機械란 사실 전술한 바와 같이 처음에는 單純히 人間の 活動能力 발휘에 있어서 보조적 역할을 할 뿐이었다. 예를들어 망치로써 두들기는 活動에 도움을 준다든가 지렛대를 사용하여 물건을 들어 올리는 데 적은 힘을 더욱 效果的으로 遂行한다는 등이다.

그러나 이러한 道具들이 發展하여, 예를 들면 물레방아를 만들어 機械를 돌린다는가 하여 사람이 하는 活動의 일부를 기계가 맡아서 하는 단계가 된다. 이때가 되면 사람들은 단순하고 肉體의인 노동은 점점 機械에 맡기게 되고 따라서 사람은 더욱 창조적인 活動, 훨씬 複雜하고 미묘한 일에 열중한다.

이러한 단계가 지나면 사람이 감지할 수 없는 外界로부터의 信號를 잡는다든가, 또는 사람의 촉감으로서로는 도저히 측정할 수 없는 몇 천도를 쥘 수 있는 센서(Sensor)를 發展시키고 동시에 사람이 만들면 하루에 한개도 못 만들 것을 自動機械는 수십만개를 만들게 되어 사람의 能力을 질적으로나 量的으로 위에서는

단계에 도달하게 된다. 이제는 사람들은 자가 만든 기계에 오히려 두려움을 느끼는 단계에 이르게 된 것이다.

이와 같이 처음에는 單純한 主從관계에서 機械를 人間の 活動에 어떻게 보조적인 道具로 사용케 하느냐의 人間—機械시스템을 원할케 하는 데에 관심이 집중되었다.

이때에는 어디까지나 人間을 위주로 하여 생각하되 部分으로 機械를 부수적인 要素로 생각하면 좋았다. 그러나 機械가 人間活動界에 깊이 침투함에 따라 다음 단계로 이 機械가 人間活動의 일부를 담당하게 되자, 人間—機械시스템은 처음과는 판이한 현상이 일어나게 된 것이다.

처음에는 어디까지나 人間을 위주로 생각하면 되었기 때문에 고려 대상이 人間 스스로 感知하는 範圍를 벗어나지 않았으나, 이제는 人間の 能力과는 다른 機械시스템에 있어서 하나의 完全한 독립요소로 보아야 하기 때문에 人間이 쉽게 이해하고 使用하는 수준을 넘어선 知識, 기억력이 필요하게 되며, 이러한 시스템을 다루는 方法도 많이 달라진다.

이러한 시스템에서는 單純히 人間活動을 원할케, 效果的으로 하는 것에서 한발 더 나아가 量的으로 人間이 도달할 수 없는 곳까지를 包含해서 고려하게 된다.

처음에는 人間과 망치의 人間—機械시스템이 두들기면서 못을 만들어 냈지만 이제는 人間이 철사의 굵기를 조정하여 다음 크기를 人間이 지령하면 그 크기로 잘라 한쪽은 날카롭게 또 한쪽은 반듯하게 만든다.

人間—망치 시스템에서 人間—못만드는 기계의 시스템으로 發展하면서 이렇게 상황도 많이 변경되는 것이다.

다음 한 단계 나아가 비록 부분적이긴 하지만 인간의 能力을 능가하는 機械와 그리고 人間으로 이루어지는 시스템이 이루어지면서 이 시스템 性格은 이전의 시스템과는 여러 면에서 다시 크게 달라진다. 이제는 생각하는 速度, 行動하는 速度, 計算하는 速度가 人間에 비교되지 않을만큼 빠르고 感覺의 能力 역시 人間の 것에 비하여 엄청나게 예민한 機械와

같이 어울려야 하는 단계에 이른 것이다.

道具와 人間으로 이루어지는 시스템에서는 人間이 싫어하면 그 道具와 헤어져도 活動에는 지장을 받지 않는다. 그러나 예를 들어 화성에 가는 宇宙船을 생각해 보자. 交信의 能力이라든가 物質의 分析하는 方法이라든가, 溫度를 느끼는 촉감의 能力등이 월등히 우수한 宇宙船에 人間이 탑승하여 人間은 이 宇宙船의 월등한 能力을 利用하고 人間은 이 宇宙船의 약한 임기응변의 能力, 複雜한 상황을 판단하는 能力 등에 보완이 되어 상호 協力으로 하나의 시스템이 되어 화성에까지 날아가는 것이다. 이 단계가 되면 人間과 機械가 서로 밀착되어 있어 상호 能力의 보완이 잘 되어 있어야 하고 均衡을 이루어야 한다.

예를 들어 宇宙船은 아무리 회전해도 그 기능에 이상이 없지만 人間은 바로 어지러워져 技能의 일부가 상실되고 만다. 따라서 이때가 되면 機械의 여러가지 代案들 中 어떠한 代案과 人間の 폭넓은 適應성의 어느 程度와 結合시켜 目標하는 바의 시스템을 만들어 내느냐 등의 腹雜하고 이묘한 問題가 많이 일어난다.

한편 自然-人間시스템은 機械-人間시스템 만큼 人間生活에 密接한 關聯이 있지만 또 다른 특성을 가진 시스템이다.

前述한 바와 같이 기계는 人間の 技能을 分析한 結果에 의해 생겨나서 發展되어 이제 와서는 人間과 상부상조하는 段階에까지 發展되어 있지만 自然은 오히려 人間이 거기에 適應해 오려고 노력해 왔다.

이제는 自然의 많은 部分을 조정할 수 있고 앞으로는 人間이 願하는 대로 自然을 조정할 수 있게 될지도 모르나, 自然과 人間の 關係는 탄생때부터 떨어질 수 없는 密接한 關係를 지속하지 않을 수 없는 숙명적인 것이다. 이러한 특징이 다른 어떠한 시스템보다도 특출하다.

그리고 自然-人間시스템이 機械-人間시스템과 크게 다른 점은 機械가 人間の 一部分을 닮기 때문에 기계가 그 自體에 주어진 目標下에서는 能動性을 지니며 또한 人間과 비슷한 言語를 使用하여 機械상호간의 交信이 可能하

나 自然은 어디까지나 被動的으로 活動하며 人間에 對해서도 被動的으로 변화해 갈 뿐이다. 그러나 自然은 人間에게 양식을 주어 存在의 본능을 만족시켜 주며 동굴이 있어 피신처를 제공하여 준다.

돌이 있어 호신용 무기로 使用할 수 있고 植物은 끊임없이 산소로 내뿜어 空氣중의 산소 농도를 유지해 준다. 自然은 被動的이나마 “平均의 法則”을 준수하여 지나친 점이 있어 均衡이 깨지면 곧 그 지나친 점은 제거된다.

人間은 自然의 一部로 볼 수도 있겠으나 獨立體로 보더라도 이러한 평형의 法則때문에 人間과 自然은 상호 均衡을 이뤄가면서 유지해 나가고 있는 것이다.

自然과 人間과의 關係는 옛날과 지금과는 상당한 차이가 있다. 예를 들어 옛날에는 原始인들이 自然의 풍부한 양식을 채취하여 生活하여 왔다. 그러나 時間이 흐름에 따라 人口는 많아지고 自然의 天然糧食은 고갈되고 나아가 좀더 안정되고 훌륭한 양식을 구하기 위하여 農作을 시작하였다.

그러나 算術級數로 늘어나는 農作 糧食은 幾何級數로 늘어나는 人口를 감당할 수 없다. 기아가 世界 도처에 恒存하고 있다.

糧食뿐만 아니라, 느리지만 自然은 均衡法則을 지켜 어느 하나가 지배적이 되지 않고 갖가지 동물, 식물들이 均衡을 이루며 存在하고 있다.

그러나 이러한 自然의 平衡에 人間이 빠른 速度로 毒素을 내뿜고 있다. 河川이 人間生活을 풍요하게 해 주는 製品을 만들어 주는 工場의 폐수로 죽어가고 있다.

人間은 幸福하게 살아가려고 모여살고, 모여사는 사람들이 자동차를 모는데 여기에 나오는 배기 가스로 점점 공기는 혼탁해져 人間の 건강을 해쳐가고 있다. 에너지를 공급하려다 배가 파손되면 바다는 汚染되어 바다의 生命을 잃게 된다.

이렇게 일단 自然의 平衡이 깨지면 회복하는 데는 많은 시간을 요하게 된다. 自然은 서서히 움직인다. 人間の 生命에 비하여 너무나 서서히 平衡을 되찾는 것이다.

옛날에는 自然에 미치는 영향은 적어 自然의 한 요소로 움직여 왔지만, 이제는 自然에 너무나 큰 영향을 미치는 만큼 自然과 人間의 立場은 옛날과 지금은 판이하게 달라지는 것이다.

이러한 差異에 따라 人間의 自然觀, 自然에 對한 人間의 位置가 또한 달라질 수 밖에 없어진다. 前述한 바와 같이 오랫동안의 중세 암흑시대를 벗어나 르네상스를 지나면서 機械觀과 分析의 思想이 科學技術의 反석을 굳혀 나갔던 것이다.

그 以前 神의 攝理에 依해서 自然의 모든 現狀이 說明되는 思想에서 벗어나 原因과 結果가 膜도는 폐쇄된 世界觀을 가졌을 뿐이다. 말하자면 自然의 現狀을 論理的으로 說明하긴 하였어도 人間이 自由의 意思로써 自然을 改造한다는 概念은 없어지고, 단지 어떤 法則에 依해 世界는 膜도는 것으로 해석했던 것이다.

그러나 이러한 思想의 潮流가 지나면서 서서히 自由의사(free will) 選擇, 目的 등의 概念이 나타나기 시작했다. 그리고 모든 活動을 시스템의 立場에서 理解해 보려는 시스템 思潮가 強하게 認識되기 시작했던 것이다.

이제는 單純히 工場의 폐수를 흘러 보내니까 江이 죽어가고 자동차의 배기가스가 진하기 때문에 도시 공기가 혼탁해진다는 단순한 自然現狀의 해석보다는 우리가 도대체 어느 程度의 空氣汚染을 허용해도 될 것인가? 바다의 汚染을 방지하기 위해서는 어떻게 해야 할 것인가? 우리가 지향하는 바의 풍요의 世界는 어느 程度까지 일 것인가? 등등의 人間社會가 나아가는 目標을 우리 스스로가 決定해야 한다는 자각이 일어나게 된 것이다.

이와 同時에 이 目標을 達成하기 위하여 自由의 意思로서 이 目標을 達成할 수 있는 여러가지의 代案들 중에서 最適의 것을 選擇하는 것이다. 나아가 이러한 選擇은 시스템적인 立場에서 取해지게 된다.

이 시스템에 對한 概念은 機械觀, 分析의 思潮인 機械時代를 지나 現代에 이르러 各광을 받기 시작한 것으로 상황, 現象, 개체를 그보다 큰 것의 일부분으로 보는 概念인 것이

다. 分析의 시대에는 全體는 各部分의 合으로 해석되었다. 그러나 사실 全體는 單純히 部分의 合으로서만은 해석이 될 수 없는 複雜한 상관관계를 가지고 있다. 이와 같이 全體를 部分과 合과 部分 사이의 複雜한 關係를 합쳐 시스템이라고 일컫는다.

이러한 시스템의 概念을 適用하여 自然現狀을 다룰 때 이 보다 좀 더 큰 시스템의 立場에서 이미 設定된 目標下에 最適의 選擇을 하게 되는 것이다. 전 같으면 人間을 좀 더 빨리 움직이게 하기 위하여 可能한 빠른 자동차, 그리고 많은 자동차를 굴리면 되었다. 그러나 이제 와서는 반드시 빠른 자동차를 많이 움직이게 하는 것만이 최선이 아니라는 것을 느끼게 된다.

한 차원을 높여 자동차, 도로, 공간, 자연, 인간 등의 요소로 이루어지는 自然-人間시스템에서 볼 때도 같은 結論을 얻을 것인가? 반드시 그렇지 않을 수도 있다는 것이다.

이와 같은 思潮가 활발해지게 된 “시스템의 時代가 도래하면서 農業의 문제, 山林의 問題 같은 自然-人間 시스템의 問題解決에 새로운 轉機가 오게 될 것이다.

이제부터는 우리들이 스스로의 自然과 人間 시스템을 設計해 가면서 人間들이 궁극적으로 바라는 바의 關係로 이끌 수 있는 準備는 돼 가고 있는 것이다.

勿論 이렇게 되려면 많은 技術的 問題가 도사리고 있다. 그러나 최소한 이런 方向으로 노력할 수 있게 되고 노력을 繼續하면 結局 技術的인 문제도 解決될 것이라고 展望한다면 밝은 앞날을 기대할 수 있다.

이 두 가지 시스템 외에도 우리에게 특별히 重要한 混合시스템이 있다. 都市 같이 機械-自然-人間시스템이 있다. 人間生活에 있어서 機械의 역할이 점점 커지면서 自然-人間시스템에 기체가 포함돼 機械-自然-人間시스템이 형성된다.

人間이 편리하게 살려면 都心에 살아야 하고 그러면 都心에 밀집하게 된다. 都心에 밀집하면 자동차 도로는 적어지고 交通 혼잡이 일어난다. 여기에 人間과 自然과 機械의 시스

템에 對한 問題가 일어나게 된다. 結果的으로 建築物은 올라가고 交通路는 넓어지고 交通信號는 점점 效率的이 해지는 것이다.

이 機械—自然—人間시스템의 混合시스템외에도 우리에게 중요한 것으로서 抽象—機械—自然—人間시스템을 들 수 있다. 社會가 바로 전형적인 예라고 볼 수 있다. 社會의 經濟開發을 도모한다든지 80年代 福祉國家를 이룩한다든지 할 때는 모두가 이러한 機械, 自然, 人間 및 抽象시스템이 包含된 混合시스템을 다루게 된다. 그리고 教育問題를 다룰 때도 바로 이 시스템을 다루게 된다.

教育 시스템을 다룰 때는 學生들을 다루게 되고 校舍를 包含한 自然物을 包含하게 되고

나아가서는 教育에 필요한 各가지의 教育器材 그리고 교과서 등을 包含하게 되어 人間, 自然, 機械, 抽象을 모두 내포하는 混合시스템이 되는 것이다.

이 외에도 單純시스템의 여러가지 結合으로 이루어진 混合시스템이 있겠으나 우리들에게 특별한 意義가 있는 것은 上記 네 가지 시스템들이다. 이 네 가지 混合시스템이 產業, 軍事, 公共業務의 設計, 管理, 運營上 일어나는 시스템 問題의 거의 모두를 包含하게 되므로 앞으로 다루게 될 시스템은 單純시스템 또는 이 네 가지 混合시스템중의 하나로 귀착하게 된다.