

근대과학과 서양건축의 관계설정에 관한 연구

- Alberto Perez-Gomez의 견해를 중심으로 -

A Study of Relationship Modern Science and Western Architecture

- Focused on the position of Alberto Perez-Gomez -

김경호* / Kim, Kyung-Ho

Abstract

Since the time of Vitruvius, the sciences have impacted on the perspectives for architecture and have had a direct influence on the shaping of built space. In recent years, architects have been looking again at sciences as a source of inspiration in the production of their designs and constructions. There are various ways to look at architecture's relationship to science. It is interesting to see how many of the words of day-to-day architectural speech have been drawn from science, the abundant use of references such as topology, fractals, chaos theory, and so on. The reasons for this may be obvious, insofar as science has become the dominant discourse of our times. The numerous attempts have been made to constitute architectural practice so as to bring it into line with the methods of science. But Alberto Perez-Gomez juxtaposed architectural theory and Husserl's *The Crisis of European Science*. In Husserl's 'Crisis', it is modern science itself that is laid open question. Through examining its changing relationships to architectural ideas this paper is intended to describe the problematic relationship between science and architecture, in other words, architecture's as science.

키워드 : 근대과학, 서양건축, 고메즈

Keywords : Modern Science, Western Architecture, Alberto Perez-Gomez

1. 서론

건축가들은 과학에서의 결과를 건축형태에 직접적으로 활용하여왔다. 최근 건축가들은 건축디자인과 건축물의 생산을 위한 영감의 원천으로서 chaos, fractals, 위상기하학 등의 과학이론들에 다시 주목하고 있다. 이와 같은 상황을 반영하여 최근 1994년과 2000년에 건축과 과학의 관계에 관한 심포지엄이 개최되어 건축과 과학의 교류, 건축의 과학으로서의 진정한 의미 등에 관한 논의가 진행되고 있다. 근대건축의 담론에 나타나는 과학에 대한 관점 및 태도, 실제 건축실무에서 어떻게 적용되어 왔는지에 대한 변화 고찰을 위하여 어떻게 건축담론에 들어왔으며, 건축가는 이를 어떻게 이해하고, 활용하였으며, 어떤 영향을 미쳤는지, 이에 대한 검증 및 확인 분석, 그리고 그 의미를 살피볼 필요가 있다. 오랜 기간동안 다양한 형태로 녹아들어와 있으므로 그 정도와 실태 및 정확성과 허구성 구별하기 어려울 정도일지도 모른다. 고대·중세·근대·현대에 이르

는 시간의 흐름에서 건축이 과학의 사유방식, 생산양태, 분류방식, 사용용어 등과 어떤 형태로 관련을 맺고 있는지를 알아보는 것이 과학기술에 대한 회의론이 제기되고 있는 지금 요구되고 있는 것이다.

19세기에 건축가들은 급격하게 발전하고 있는 생물학을 자주 참조하였다. 유사하게 근대운동의 주창자들은 그들의 정당성을 아인슈타인의 상대성이론 같은 과학적 관념들에 기대어 주장한다. 그러나 이러한 에피소드(일시적이고 우연적인 사건 결과)들은 오늘날의 그것과는 상황이나 중요성에서 같지 않다. 과학이론이나 성과들을 언급하고 참조한다는 것의 중요성의 판단은 건축문화에 대한 그들의 공헌의 정도를 통해서도 평가될 수 있을 것이다. 건축분야에서, 과학으로부터의 차용은 건축실무의 발전에 강력한 영향을 미친 많은 새로운 개념과 관념들을 만들어내게 하였다. 19세기의 건축 관념은 생물학에서의 생명체에 관한 연구와 건축과의 교류를 통해 만들어진 것이었다. 프랑스어 structure는 건축에 적용되기 전에 몸체와 그것의 다양한 기관들 간의 내적 유기적 체계를 지칭하기위해 최초로 사용되었다. 피상적인 몇몇 과학적 차용의 경우도 있다. 상대성이

* 정회원, 대전대학교 건축공학과 부교수

론과 근대운동의 관계가 그 예가 될 것이다. Le Corbusier와 같은 건축가에게 상대성이론은 존경과 감탄의 대상이었지만 그들과는 동떨어진 잘 알아들을 수 없는 이론이었다. 어떤 시기에 건축과 과학의 관계가 진정으로 생산적이게 하는 조건은 무엇인가? 이 질문은 현재의 건축영역에서의 상황을 고려할 때 중요한 문제일 것이다.

근대이후 놀랄만한 성공을 거두고 인류의 삶에 풍요를 가져왔지만 또한 많은 문제점도 일으키고 있는 과학이지만 어찌되었든 인간은 유한하고 변화무쌍한 이 세상에서 질서를 새우고자 하여왔고 이는 생존에 필수적이었을 것이며 고대 이래로 근대과학도 이 세상을 바라보는 하나의 틀로 작용하여 왔다. 건축과 과학의 관계에 관한 실로 다양하고 복잡한 관계를 일의적으로 파악하는 것은 험난한 과정이 될 것이다. 본 연구는 후설의 근대과학에 대한 현상학적 분석에 근거한 Gomez의 관점을 살펴보고, 근대과학에 대한 과학자체의 반성을 살펴봄으로써 과학과 건축의 관계에 대한 이해를 위한 작은 시도이다.

2. 현상학에서 바라보는 근대과학의 성격

2.1. 후설의 관점

후설은 1937년 5월에 오스트리아의 빈에서 “유럽인의 위기 속에서의 철학”이라는 제목으로 행한 강연에서 현대를 위기의 시기로 진단하면서, 과학을 비롯해서 경험에만 근거를 둔 얇은 참다운 앎이 될 수 없다는 것이다. 그러므로 앎이 무엇인가라는 문제에 대한 설명은 과학이 자명한 것으로 믿고 있는 것과는 다른 곳에서 찾아야 할 것이다. 과학적 지식이 소박하다고 말하는 것은 과학적 이론이 틀렸다거나 단순하다는 뜻이 아니라, 과학이 믿고 있는 앎에 대한 이론이 소박한 생각이라는 뜻이다. 현상학이 뜻하는 바는 다름 아닌 진정으로 자명하고 확고부동한 앎이 어떻게 이루어지는가를 밝혀 보자는 데 있다. 과학으로는 설명될 수 없는 앎, 과학이 의심하지 않고 전제하고 있는 앎이 무엇인가를 밝히는 앎이 현상학적 입장에서 본 철학적 앎이 된다. 후설에 의하면 이러한 현대인의 위기, 현대문화의 위기의 일차적인 책임은 현대과학이 병들어서 그 본래적인 기능을 상실하고 위기상황에 빠져 있다는 데 있다. 물론 현대과학이 위기에 처해 있다는 이러한 주장이 현대과학이 이룩한 비약적인 발전을 부정하는 것은 결코 아니다. 자연과학뿐 아니라 인문·사회과학 역시 20세기에 접어들면서 비약적인 발전을 이룩하였음은 그 누구도 부인할 수 없는 사실이기 때문이다. 현대과학이 위기에 처해 있다함은 현대에 들어서면서 비약적으로 발전하게 된 과학이 역설적으로 인류의 삶의 고향을 위해 그것이 지녀왔던 본래의 의미를 점차 상실하게 되었음을, 다시 말해 과학이 과학으로서의 기능을 제대로 수행할 수 없게 되었

음을 의미한다.

후설에 의하면 이러한 과학의 위기의 최종적인 원천은 바로 철학에 있다. 이러한 주장에 의하면 “모든 것의 뿌리의 뿌리”, “모든 것의 원리”를 탐구하고자 하는 철학은 20세기에 접어들면서 자신의 고유의 기능을 상실하고 병들게 됨으로써 일대 위기에 처하게 되었으며, 그 필연적인 결과로 과학의 위기를 초래하게 되었다. 현대에 접어들면서 철학이 이처럼 위기상황에 처하게 된 배경은 19세기 중후반 실증적 경험에 기초한 개별과학이 비약적으로 발전하면서 해uel에 의해 절정에 달했던 독일 관념론이 흐지부지되고, 이러한 상황에서 철학이 심각한 정체성의 위기에 처하게 된 시기이다. 이러한 정체성의 위기가 계속되면서 실증적인 개별과학의 비약적 발전에 동반하여 몇 가지 철학사조들이 등장하였는데, 이 모든 사조들은 실증적인 개별과학을 철학적 토대로 삼는다는 점에서 공통점을 지니며, 따라서 그것들은 넓은 의미에서 “실증주의”라 불릴 수 있다. 그 첫 번째 사조는 물리학적 실증주의라 불릴 수 있는 자연주의이다. 자연주의는 르네상스시대 이래 비약적으로 발전한 자연과학, 그 중에서도 특히 수리물리학의 성과에 크게 자극받고 고무되어 물리학적 방법이 모든 학문의 참된 유일한 방법이 될 수 있으리라고 생각하는 철학적 입장이며, 물리주의 혹은 객관주의라고도 불린다. 그 가장 대표적인 예는 물리학을 모범으로 삼아 사회학조차도 “사회물리학”으로 정초하고자 시도하였던 콩트의 철학이다. 그 두 번째 사조는 역사학적 실증주의라 할 수 있는 역사주의이다. 역사주의란 19세기 후반에 비약적으로 발전한 역사학을 비롯한 제반 정신과학에 편승하여 성립한 철학사조로서, 모든 현상은 역사성을 가지며 따라서 역사적 계약을 벗어날 수 있는 현상은 존재할 수 없으리라고 생각하는 철학적 입장을 말한다. 그러나 이러한 다양한 유형의 실증주의 철학은 수없이 많은 크고 작은 문제점을 지니고 있었다. 무엇보다도 자연주의와 역사주의는 공통적으로 자연, 역사, 정신, 예술, 종교, 본질, 의식 등 그 존재 및 인식구조에서 서로 구별되는 다양한 사태영역이 있음을 망각한 채 ‘자연’ 혹은 ‘역사’ 등 특정한 사태영역에만 타당한 존재 및 인식원리를 일반화시켜 모든 사태영역에 무차별적으로 적용할 수 있다고 보는 중대한 오류를 범하고 말았다.

자연주의와 역사주의의 근본적인 오류는 그것들이 특정한 사태영역에서만 자신의 고유한 권리를 지니는 이성, 다시 말해 제한된 영역에서만 타당한 이성이 자신의 고유한 영역을 벗어나 다른 영역까지도 부당하게 침범하면서 월권을 행하고, 더 나아가 전 영역에서 독재행위를 자행하도록 한 데 있다. 바로 이처럼 제한된 이성이 자행하는 월권 및 독재행위 때문에 여타의 다른 사태영역에서는 자연주의와 역사주의를 따를 경우 그 사태영역을 본질에 합당하게 파악할 수 있는 가능성이 애당초 차단되고 만다. 따라서 그 누구든 그 철학을 낳게 한 근본적인

전체 속에 함몰되어 또 다른 전체에서 출발해 사태를 바라볼 수 있는 가능성이 차단되고 말기 때문이다. “철학과 과학은 원래 하나였으며, 개별과학은 분리될 수 없는 생명의 통일체인, 하나의 철학이라는 (...) 등치에 붙어 있는 살아 있는 가지였다. 그러나 그 사이 양자는 분리되었다. (...) 양자는 바로 철저한 (철학적, 비판적)정신이 실종되었기 때문에 분리되고 말았다.”¹⁾

22 하이데거의 관점

하이데거는 과학 이전의 우리의 생활세계 자체가 인간 자신과 사물들 그리고 세계에 대한 이해에 입각해 있는 것으로 보는 동시에 이러한 일상적인 세계이해를 시와 예술을 통해서 심화하고 정확하는 것만이 인간과 세계에 대한 보다 근원적인 이해를 가능케 하는 것으로 보았다.

근대과학은 근대에 특유한 존재이해와 진리이해에서 근거하고 있으며, 그것은 존재망각의 심화과정으로 특징지어지는 서양의 특정한 역사적인 맥락에서 비롯되는 것으로 고찰되고 있다. 근대과학의 세계는 존재하는 것들로부터 이러한 주위세계적인 의미를 전적으로 사상하는 데서 성립한다. 예를 들어서 우리는 우리가 사용했던 망치를 눈앞의 대상으로 객관화시켜서 쇠와 나무의 결합체로 보면서 그 쇠와 나무가 어떠한 성분을 갖고 있는지를 고찰한다. 이 경우 망치는 더 이상 우리가 못을 박는 데 사용하는 도구로서 이해되고 있는 것이 아니다. 그러한 주위세계적인 의미는 사상되고 망치는 이제 그것이 갖는 객관적인 성분이란 측면에서만 고찰되는 것이다.

근대과학이 존재자들을 그것의 객관적인 구성요소로 분리시켜서 분석하는 것과 마찬가지로 근대인식론은 우리의 인식도 존재자들의 구성요소 각각에 대한 감각자료에 입각하여 성립하는 것으로 본다. 망치는 쇠와 관련해서는 우선은 단단하고 차갑게 느껴지고 검게 보이는 감각자료와 나무와 관련해서는 딱딱하고 고동색으로 보이는 감각자료의 결합체로 나타나며 이러한 감각자료들의 종합에 근거하여 우리는 존재자가 무엇인지를 인식하고 이러한 인식에 입각하여 존재자들과 관계한다고 보는 것이다.

하이데거는 이러한 근대적인 인식론은 존재자들에 대한 과학적인 탐구를 존재자에 대한 가장 일차적인 접근방식으로 보면서 이러한 과학적인 탐구가 근거하고 있는 선험적인 실천적인 세계를 망각하고 있다고 본다. ‘망치가 무겁다’는 물리학적 진술에서는 망치의 도구적인 성격이 사상되고 있을 뿐 아니라 모든 도구적인 존재자가 생활세계에서 속하는 고유한 ‘자리’도 무시되어 버린다. 망치는 그것을 사용하는 삶의 연관에서는 사용하기 적합한 곳에 두어져야만 한다. 그것에게는 그것이 놓여져야 할 적당한 자리가 존재하지만 망치가 물리학적 진술의

대상이 될 때 망치가 놓이는 자리는 다른 자리와 비교해서 아무런 특징도 갖지 않는 공간상의 한 위치가 되고 말 것이다. 생활세계의 필요에 따라서 정해지는 도구들의 자리들은 그러한 생활세계적인 의미를 상실하고 우주공간 내의 순수한 위치들로 바뀌게 되면 그것은 중력의 법칙이 보편적으로 적용되는 물체들 전체의 한 샘플로서 환원되는 것이다.

하이데거는 과학이 성립되는 이러한 과정을 가장 고전적으로 보여주는 것이 수리물리학이라고 본다. 수리물리학은 ‘사실’에 대한 관찰을 종래보다 더 존중하는 것을 통해서도 성립했던 것도 아니며 자연현상을 파악하는 데 수학을 적용하는 것을 성립했던 것도 아니다. 수리물리학은 자연 자체를 수학적으로 한정함으로써 성립한다. 이러한 구상을 통해서 수학적으로 계산될 수 있는 물리적인 자연과 그것의 구성체기들(운동, 힘, 장소, 시간)이 개시된다. 이렇게 구성된 자연의 ‘빛 속에서’ 비로소 수리물리학이 파악하는 물리적인 ‘사실’과 같은 것이 발견될 수 있다.

자연에 대한 수학적 구성에서 가장 결정적인 것은 그것을 통해서 존재하는 것들이 일정한 방식으로 드러나는 하나의 선험적 지평, 즉 어떤 아프리오리(A priori)가 전체된다는 것이다. 수리물리학이 여러 과학들 중에서 가장 모범적인 성격을 갖는 것은 그것이 특별하게 정밀하다거나 모든 사람들에게 구속력을 갖기 때문이 아니라 과학에서는 물리적인 존재에 대한 선험적인 구성이 사태에 맞게 행해졌다는 데에 있다. 이런 의미에서 하이데거는 이러한 특정한 존재영역에 대한 선험적인 구성에서 독립해 있는 ‘순수한 사실’이란 없다고 보았다. 존재하는 것은 이러한 선험적인 지적 구성을 통해서 시작된 지평내에서만 의미가 있다는 것이다.²⁾

원래 철학과 과학은 확실히 구분되지 않고 발전되어 왔다. 근본적이고 전체적인 지식을 가리키는 개념으로 이해되어 왔다. 16세기에서 18세기에 걸친 과학의 눈부신 발달은 철학적 지식이 과학적 지식에 비해 객관성이 떨어지는 원시적인 형태의 지식으로 전락할지 모른다는 철학자들의 우려를 불러오게 되었다. 이와 같은 우려는 철학적 지식과 과학적 지식이 근본적으로 다른 차원에 속해 있음을 의식하지 못하고 그것들을 같은 차원에 두고 그것들의 관계를 가려내지 못한 채 혼동한 까닭이라는 것이다. 대체로 과학적 지식과 철학적 지식이 다른 것은 전자가 경험으로써만 얻을 수 있는 지식인 데 반하여 후자는 비경험적 지식이라는 점에 있다. 경험적 지식이란 이성이나 어떤 영감을 통해서가 아니라 오관을 거쳐야만 얻을 수 있는 지식을 말하고 비경험적 지식은 오관을 통해서 얻어질 수 없는 지식을 의미한다. 이와 같은 구별은 지식의 원천이란 입장에서 본 것이나 그 구별을 지식의 대상이라는 입장에서 보

1) 현상학과 해석학, 이남인, 서울대출판부, 2004, p.33

2) 하이데거 사상과 포퍼 사상의 비교연구-양자의 과학관을 중심으로-, 박찬국, 2005, 한국하이데거학회 가을학회

면, 경험적 지식이란 구체적으로 만질 수 있는 사물, 즉 시공 속에서만 존재할 수 있는 사물인데 반하여 비경험적 지식의 대상은 위와 같은 사물이 아닌 것들이다. 그것들은 플라톤이나 후설적 이데아 혹은 분석철학자들이 주장하는 개념들이다. 이 천여년동안 철학은 그 학문의 본질적 성격이 무엇인가를 확실히 의식하지 못하고 있었던 것이다. 과학의 급격한 발달은 철학으로 하여금 철학적 지식이 무엇인가를 반성하도록 강요하게 되었다. 현상학과 분석철학은 이러한 상황에서 철학이 과학과 대치해서 그 자체의 본질이 무엇인가를 반성한 결과에서 생긴 철학이론이다.³⁾

2.3. 데카르트의 관점

데카르트는 보편수학(Mathesis universalis)의 이념을 추구하면서, 바로 보편수학의 방법이 모든 학문의 방법적 원리 역할을 담당할 수 있을 것으로 생각했다. 데카르트의 구상에 의하면 비록 다양한 학문이 다루어야 할 대상영역이 다름에도 불구하고 이 모든 학문에서 진리를 발견할 수 있는 수단은 다르아닌 수학이라고 생각하였다. 갈릴레이도 역시 중력과 운동에 관한 연구에 실험과 수리해석을 함께 사용하여 '자연은 수학적 언어로 쓰여 진다'라고 주장하고, 수학기론을 틀림없이 응용할 수 있는 기초를 가진 물리학에서의 확실성의 추구, 운동하는 물질이 수학적 단순성을 가진 모형과 일치하기 때문에 과학에서 절대적 확실성을 추구하는 것의 정당성에 대한 확신을 가지고 있었다.⁴⁾ 그러나 다른 여러 가지 학문들은 서로 다른 사태를 탐구하기 때문에 엄밀히 보면 그것들의 모습은 내용적인 면에서나 방법적인 측면에서도 서로 다를 수밖에 없다. 예를 들어 엄밀한 의미에서의 역사학은 엄밀한 의미에서의 물리학과 똑같은 모습을 보일 수 없다. 그 이유는 바로 이 두 경우 그것들이 사용하는 개념이 비록 표현상으로는 동일하다고 할지라도 그 개념이 지칭하는 사태는 전혀 다를 수 있기 때문이다. 예를 들어 역사학과 물리학은 다 같이 '시간'이라는 개념을 사용하지만 역사학에서 사용되는 시간 개념이 지칭하는 사태는 물리학에서 사용되는 시간 개념이 지칭하는 사태와는 전혀 다른 것이다. 물리학에서 사용되는 시간이 일의적으로 계량 가능한 수학적 시간임에 반해 역사학에서 사용되는 시간은 삶의 시간 혹은 역사적 시간이며, 따라서 그것은 결코 수학적으로 계량가능한 시간이 아니기 때문이다. 따라서 수학적 개념이 모든 대상영역을 올바르게 파악하기 위한 효과적인 수단이 될 수 없으며, 따라서 이러한 정밀한 개념이 모든 대상영역을 파악하기 위해 사용될 경우 그것은 엄밀하지 않은 개념으로 탈바꿈할 수도 있다. 그 대표적인 예는 수학이나 물리학에서 사용되는 정밀한

개념이 역사학적 대상을 파악하기 위한 수단으로 사용될 경우인데, 아무리 정밀한 수학적 개념 혹은 물리학적 개념을 동원하여 역사학적 대상을 수학적으로 측정하고 계산한다고 해도 역사학적 대상의 본래적인 의미가 밝혀질 수 있는 것이 아니기 때문이다.

역사학 등의 정신과학 분야에서는 어떤 개념이 사태 자체를 올바르게 파악할 수 있는 엄밀한 개념일 경우 그것이 꼭 정밀한 개념이어야 할 필요는 없다. 오히려 이처럼 사태 자체의 본성이 개념의 정밀성을 요구하지 않는 학문 분야에서 정밀한 개념을 확보하려고 시도할 경우 사태 자체의 본질에 부합하지 않는 개념, 즉 엄밀하지 않은 개념만을 획득하면서 그 학문이 잘못된 길로 접어들 수도 있는 것이다.

예를 들면 우리는 고통이라는 구체적인 의식현상을 기술하면서 '큰 고통' 혹은 '작은 고통' 이라는 표현을 사용하는데, 이러한 표현은 고통이라는 의식현상이 마치 물리적인 대상과 유사하게 그 크기를 잴 수 있는 대상으로 생각하게 한다. 이처럼 자연적 태도에서는 의식현상의 본래적인 모습이 왜곡되어 나타나기 쉽다. 그런데 바로 자연적 태도 속에 들어 있는, 의식을 왜곡하려는 이러한 성향 때문에 의식현상을 마치 물리적인 현상처럼 다룰 수 있으리라는 유혹이 자연스럽게 나타났으며, 19세기에 이러한 물리학적 실증주의가 나타나면서 자연적 태도 속에 들어 있던 은폐성향 내지 왜곡성향은 더욱더 극대화되었고, 그에 비례하여 의식현상이라는 사태 자체를 그 현상의 본질에 합당하게 파악할 수 있는 가능성은 더욱더 줄어들고 말았다.⁵⁾

2.4. 뉴턴의 과학관

물리적 대상영역에 대한 합리적인 진술체계인 뉴턴의 물리학은 여러 가지 자연법칙을 발견함을 목표로 한다. 뉴턴의 고전물리학은 시간이 주관적인 것이 아니라, 일의적이며 수학적으로 측정 가능한, 객관적인 것이라는 가정에서 출발하여 전개되고 있다. 그런데 시간이 이처럼 일의적이며 수학적으로 측정 가능한 객관적인 것이라는 가정은 뉴턴의 물리학에만 고유한 가정이며, 모든 여타의 학문에 대해서도 타당성을 요구할 수 있는 보편적인 가정은 아니다. 우리는 일상적으로 시간을 주관적인 심리상태에 따라 변하는 주관적인 것으로 경험하지, 결코 일의적이며 수학적으로 측정 가능한 객관적인 그 무엇으로 경험하지 않는다. 더 나아가 뉴턴의 물리학은 시간에 대한 가정 뿐 아니라 공간, 거리, 속도 등 그것이 다루는 대상들에 대한 나름대로의 고유한 본질적인 가정에 기초해 있다. 바로 이러한 여러 가지 본질적인 가정들과 함께 시간에 대한 가정이 뉴턴의 물리학의 전체적인 체계를 지탱해 주는 것이다.

뉴턴의 물리학을 가능하게 해주는 두 번째 유형의 본질적인

3)박이문, 현상학과 분석철학, 일조각, 서울, 1993, pp.1-6

4)앤조 파치, 이찬웅역, 어느 어느 현상학자자의 일기, 이후, 서울, p.61, 2000

5)이남인, 현상학과 해석학, 서울대 출판부, 2004, pp.35-43 참조

가정은 뉴턴의 물리학이 다루는 대상뿐 아니라 모든 여타의 학문이 다루고자 하는 대상에 대해서도 타당한 가정이다. 우리는 이러한 가정의 예로 “A와 B가 같으면 A와 C의 합과 B와 C의 합은 같다”는 명제를 들 수 있다. 물리학적 대상뿐 아니라 모든 여타의 대상도 그것이 학적으로 탐구될 수 있기 위해서는 이러한 가정에 위배되어서는 안 된다. 만일 그 무엇이 이러한 가정에 위배될 경우 그것은 바로 학적으로 탐구될 수 있는 대상이라는 기본요건을 충족시키지 못하며, 따라서 학적 탐구의 영역에서 배제된다. 바로 학적으로 탐구될 수 있는 모든 대상이 이러한 가정에 위배되어서는 안 된다는 점에서 이러한 가정은 앞서 살펴본 물리학에만 고유한 가정과는 질적으로 구별된다. 물론 우리는 “A와 B가 같으면 A와 C의 합과 B와 C의 합은 같다”는 명제 이외에도 이러한 유형의 가정의 예를 여러 가지 제시할 수 있는데, “전체는 부분보다 크다”, “모든 A가 B이고 모든 B가 C이면, 모든 A는 C이다” 등이 그것이다.

이처럼 뉴턴의 고전물리학은 이러한 두 가지 유형의 본질적인 가정들에 토대를 두고 있다. 모든 개별과학은 어떤 특정한 대상영역을 탐구한다. 모든 개별과학은 아무것도 전제하지 않은 채 자신에게 할당된 대상영역을 탐구하는 것이 아니라, 어떤 특정한 전제에 입각해서만 어떤 대상영역을 탐구할 수 있다. 예를 들면 고전물리학은 특정한 시간 개념, 특정한 공간 개념 등을 전제한 후에 비로소 물리현상을 탐구하고 그를 통해 물리법칙을 발견할 수 있는 것이다. 그런데 어떤 개별과학이 어떤 대상영역을 탐구하기 위하여 앞서 가지고 들어갈 수밖에 없는 전제는 그 대상영역의 존재의 틀로 간주된 것이며, 이러한 존재의 틀이라 할 수 있는 전제가 그릇된 전제일 경우 이러한 그릇된 전제에 입각한 개별과학은 올바른 과학으로 전개될 수 없다. 그런데 바로 어떤 대상영역의 존재의 틀이라 할 수 있는 이러한 전제들의 구조를 탐구하는 분야가 그 대상영역의 존재론인데, 바로 이러한 존재론이 무비판적이며 소박한 존재론이 도지 않기 위해서는 이러한 존재론의 토대에 대한 해명이 필요하다. 후설을 비롯한 현상학자들이 근대과학을 비판한 것은 근대과학은 어떤 일정한 가정 하에서 시작하고 있다는 점이다. 세계는 여러 층의 세계로 구성되어 있는데, 이러한 여러 층의 세계 중에서 발생적인 관점에서 볼 가장 맨 위층의 세계는 과학적인 세계의 층이다. 우리의 의식이 주제적으로 경험하는 세계는 선풍과학적인 일상세계와는 구별되는 과학적인 세계이다. 따라서 이러한 과학적인 세계를 지평으로 하여 우리에게 주제적으로 경험되는 모든 대상은 우리에게 선풍과학적인 일상세계의 대상이 아니라, 과학적 대상으로 경험된다. 태양, 달, 지구, 돌, 물, 흙 등을 비롯하여 우리가 경험하는 모든 대상은, 그것이 과학적인 세계의 층을 지평으로 하여 현출할 경우 우리에게 모두 과학적 대상으로 경험된다. 그런데 이러한 과학적인 세계의 층은 가장 나중에 형성된 세계의 층이며, 따라서 세계의 발생적

인 혈어내기를 수행하면서 맨 처음에 혈어 내야 할 세계의 층은 바로 이러한 과학적인 세계이다.

그러면 이제 이러한 과학적 세계의 층을 혈어낸 다음, 이러한 세계 및 학문 활동이 존재 하지 않을 경우 세계가 우리에게 어떤 모습으로 경험될 수 있는지 검토함을 의미한다. 이처럼 과학적인 세계를 혈어내면 주관에게 어떤 유형의 학문 활동도 존재하지 않기 때문에, 과학적인 세계는 우리의 경험영역에서 사라지고 그 대신 선풍과학적인 일상세계가 우리에게 드러난다. 따라서 이러한 발생적 단계에서는 그 어떤 대상도 과학적 대상으로 등장하지 않으며, 일상 세계적 대상으로 경험될 뿐이다. 물론 이러한 선풍과학적인 일상세계가 경험되기 위해서 모든 유형의 과학적 이성이 초월론적 주관의 의식의 영역에서 사라져야하나, 이 경우에도 초월론적 주관은 세계를 선풍과학적인 일상세계로 경험할 수 있기 위해서 다양한 유형의 적극적인 지향성을 발동시켜야 한다.⁶⁾

3. 건축과 과학의 관계에 관한 Gomez의 관점

3.1. 근대 이전의 건축과 과학

이와 같은 현상학적 이론을 배경으로 Gomez는 고대부터 현재까지의 과학과 건축의 관계에 관한 오랜 논의가 건축실무에 어떻게든 영향을 미쳤을 것이라는 근거에서 출발한다. 현재의 건축이론과 실무상황을 고려할 때, 과학담론이 건축디자인이나 사유방식에 규범적인 것이 될 수 있는지, 그렇다면 어떻게 그러한지에 대한 논의는 상당히 중요하다. Gomez는 이 문제에 대해서 일련의 역사적 서술을 통해 고대, 고전, 현대과학의 차이를 명확히 하고 이들 과학과 건축이론의 변화하는 관계를 역사적으로 조명하고, 한편 건축생산양식에 고유한 기술적 특성과 기술문화시대에서의 건축의 위상을 도출하고자 하였다.⁷⁾

먼 옛날부터 이상적인 것의 원형인 기하학과 수는 그 불변성으로 인해 유동적이며 변화하는 현실세계와 대조를 이루는 보다 높은 질서의 상징이었다. ‘가르칠 수 있는’, 그리고 ‘배울 수 있는’ 것이라는 의미를 가지는, 따라서 불변적이며 친숙하고, 도달할 수 있는 것을 지칭하는 mathesis의 개념은 기원전 7세기경에 나타나며 그 대표적인 예가 수(number)이다. 실재 또는 본질을 이해할 수 있도록 하여주는 바라봄(vision)을 가능하게 하는 첫 단계로서의 mathesis 개념은 인간이 사회적 관습 속에 휘말려 살아갈 수밖에 없는 자신들을 현실로부터 떼어내어 바라볼 수 있게 하는, 즉 일관성 있고 조리 있는 개념체계를 구성하는 기본 요소가 된다. 따라서 외부세계와 자신의 존재를

6) 이남인, 현상학과 해석학, 서울대출판부, 2004, pp.399-400

7) Alberto Perez-Gomez, Architecture as Science: Analogy or Disjunction?, The Architecture of Science, Peter Galison and Emaly Thompson ed, MIT press, 1999, p.337 참조

담론이라는 독립된 영역 안에서 인식하고 받아들일 수 있게 하여준다. 지각의 세계 속에 불변적인 것이 있다는 것을 사실로 받아들인다는 것은 고대의 천문적인 사고와 상응하는 것으로 천상의 세계 내에 유클리드 기하학적인 절대적 진실들이 존재한다는 것이었다. 천문학자들은 천상의 세계 내에서 수리·논리적 체계를 인식하였고 서양 역사의 대부분은 이러한 불변의 법칙들을 불가사의하고 종교적인 함의를 가지는 초월적 상징으로 이해하였다. 실재 또는 본질은 하늘의 일정불변성에 의해 지시를 받는 유기적인 통일성으로 인식되었고 얇이란 우주의 초월적 질서를 설명하는 것과 같은 것이었다. 17세기 이전까지 지식의 궁극적 근거로서의 지각이 우선됨을 의심하지 않았다. mathesis에는 이와 같은 상징적 함의가 확실히 유지되고 있었으며 아리스토텔레스에 의해 정초된 우주의 위계적 질서 또한 타당성을 담지하고 있었다. 이것은 현재 우리가 알고 있는 세계와는 질적으로 다른 신화적 성격의 세계관이다. 고대 이와 같은 실재를 바라볼 수 있는 이해의 틀이 생긴 이래로 건축의 로고스가 시작된다. 여기에는 항상 mythos로 보완되는데 르네상스 말기까지 또한 잠재적인 형태로는 18세기까지 지속되어온 자연과학에서의 인식론이었다.

고메즈는 과학에서 빌려온 개념을 도구적 사유를 통해 은유적으로 건축에 적용시켜온 것이 지난 이백여년 동안의 건축의 모습으로 본다. 기능주의 그 자체, 미분방정식에 기초한 수학적 은유, 최소비용최대효과, 생물학적, 기계론적 은유가 건물의 내적 효용성이나 미적 성격을 기술하는데 사용되어 왔다.

건축이 과학과 관련을 맺게 된 계기가 흔히 생각하듯이 과학혁명의 결과, 즉 형이상학, 로고스중심주의, 고전의 권위 등의 소멸에 의한 것이 아니라, 서양문명의 시작부터라고 보는 것이 타당할 것이다.

원래 철학과 과학은 확실히 구분되지 않고 발전되어 왔다. 근본적이고 전체적인 지식을 가리키는 개념으로 이해되어 왔다. 철학과 과학은 진실을 추구해 왔으며, Plato의 Timaeus 이래로 뉴턴 물리학의 정립까지 모든 과학의 모델은 '수학적 조화'였으며 이는 또한 건축의 모델이었다. 건축가로서의 장인이 근원적 질료와 기하학을 사용하여 세상을 창조하는 것이 고대 이론의 상식이었다. 건축가의 우주관은 Plato의 우주관이었으며 건축은 지상에서 우주의 질서를 드러냄으로서 진리를 표현하는 것으로 생각되었다. 그것은 하나의 정밀한 지식으로서 정치적, 종교적 의식의 행위의 리듬을 충족시킴으로써 인간이 경험하는 것들의 유효성과 실재성을 보장하는 것으로 이해되었다. 따라서 건축이 무엇인가라는 은유는 어떤 건축이 아니라 유추에 의해 우주, 자연, 인간을 창조한 질서를 드러내는 것이었다.⁸⁾

3.2. 근대과학과 근대건축의 관계

이와 같은 상황은 17세기부터 변화하기 시작한다. Claude Perrault는 "Ordonnance for the Five Kinds of Columns"에서 생물학과 물리학 지식을 그의 건축이론에 도입하면서 소우주와 대우주간의 관련성을 보증하는 것으로 이해되어 왔던 전통적인 비례들의 역할을 문제 삼는다. Perrault는 전통적인 실무 우선주의와 인간의 총화된 경험을 건축이 완벽하게 보여준다는 과거의 건축관을 신뢰하지 않았으며, 건축가의 임무가 비례의 원칙들을 부지에 맞게 조절하는 데에 달려 있으며, 예정된 프로그램에 의해 즉각적으로 수행된다는 것을 믿을 수 없었다. Perrault에게 있어서 건축이론이 지향해야 할 것은 절대적인 진리의 추구가 아니라 귀납적으로 증명된 물리적 체계 내에서 가장 가능성이 높으며 수학적으로 정확한 것의 추구라고 보았다. 건축이론의 목적은 그가 보기에 항상 오류를 범하기 쉽고, 장인들의 서투른 솜씨에 좌우되기 마련인 건축실무를 제어하기 위한 일련의 수단들로서 적용 가능한 것의 추구이며, 현재는 한계가 있지만 언젠가는 모든 문제가 완전하게 해결될 것으로 인식하였다.⁹⁾

Perez-Gomez는 후설의 '유럽과학의 위기'와 건축이론의 상황을 병치시키면서, 건축에서의 기하학이 고대의 신화적이며 수비학적인 것으로부터 기술적이고 실용적인 기하학으로 변형되어가는 과정을 살펴보면서 이와 같은 현상은 19세기초 J. N. L. Durand의 도구(어떤 목적을 이루기 위한 수단이나 방법)화된 건축이론이래로 서양 건축의 지배적인 경향으로 자리 잡게 된다. Durand는 건축에는 사유 건물의 경우와 공공건물의 경우의 두 가지 문제만이 존재한다고 주장하면서, 사유 건물의 경우 어떻게 최소한의 비용으로 최적의 편의를 제공할 것인가의 문제, 공공건물의 경우 주어진 비용 내에서 최대의 편의를 제공할 수 있는가의 문제이다. 따라서 그의 건축적 판단과 결정의 기준은 오로지 유용성과 최소비용이라는 믿음에 근거한 것이었다. Durand의 이론들은 많은 부분 그가 공학도들을 가르치고 있었으며, 그 당시 프랑스의 재정이 지원할 여유가 있었던 건물은 실용적이며 현실적인 건물뿐이었다는 점에 영향을 받았음이 확실하지만, 보다 중요한 사실은 그가 이러한 제약조건들을 기꺼이 수용하고 이것들을 자신의 건축의 핵심 원리로 삼았다는 점이다. 건축의 아름다움은 장식이 아니라 건축이 요구를 만족시키는 것에 달려있다고 보았다. 건축의 근본적인 목적은 공적·사적 유용성과 인류의 행복과 보전이며 건물의 독창성이란 전적으로 모든 건물이 가지고 있는 그들만의 독특한 기능적 성격으로부터 도출되는 것으로 생각했다. 따라서 건축가는 건물을 남을 즐겁게 하기 위한 것이 아니라 요구조건 충족에만

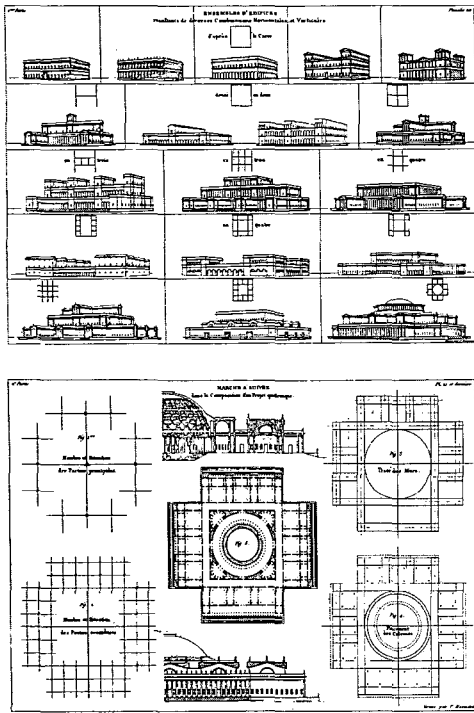
8)Alberto Perez-Gomez, Introduction to Architecture and the Crisis of Modern Science, Architecture Theory since 1968, K. Michael Hays ed, MIT press, 1998, pp.462-475 참조

9)Adrian Forty, Words and Buildings: A Vocabulary of Modern Architecture, Thames&Hudson, 2000, p.221

관심을 가져야한다고 보았다. 이러한 Durand의 기능주의적 신념은 오늘날의 기준으로 보더라도 강력한 것이었다.

Durand의 기능주의적 사유는 건축교육을 언어학습과 대비시키는 것에서도 찾아볼 수 있다. 건축을 언어의 문법으로 표현하면서 건축을 쉽고 빠르게 가르칠 수 있다고 주장하였다. 이러한 독특한 유비는, 언어의 문법처럼 일련의 원칙들과 요소들을 건축으로부터 추출할 수 있다는 유비가 Durand 이후 유행하게 된다.

Linnaeus와 Georges Cuvier의 새로운 생물분류체계를 참고하여 Durand는 디자인의 문제를 선택과 조합을 위한 건축요소들이나 규칙들의 목록에 기초한 조합의 시스템으로 순수하게 환원시켰다. 건축을 본질적인 구성상의 요소로 분리한다는 것은 각각의 요소를 본질적인 기하학적 형태로 환원시키는 것으로 건축의 고유한 영역이 사상되는 것으로 볼 수 있다.¹⁰⁾



<그림 1> 건축요소들의 결합방식, Durand(1809)

4. 과학에서의 인식상의 변화

4.1. 근대과학의 세계관

서양 문화의 기초를 이루고 있는 세계관과 가치의 근본적 윤곽은 16세기에서 17세기를 거치면서 형성되어 세상을 바라보는 관점과 사유방식에서 과거와는 다른 극적인 전환을 겪게 된다. 과학과 기술의 발전과 그에 따른 생활상과 사회의 변화는 이후의 서양뿐만 아니라 전 세계적인 현상으로 현재의 우리 사

회의 근간이 되어왔다. 16세기이전의 서양의 세계관은 다른 문화적 전통과 같이 유기적인 세계관이었다. 사람들은 작고 친숙한 공동체 속에서 정신과 물질의 상호관련성으로 특징 지워지는 유기적 자연을 경험하면서 개인의 욕구를 공동체의 요구에 양보하는 가치관의 세계로 유지되어 왔다.

이와 같은 유기적인 세상관의 과학적 인식 틀은 아리스토텔레스와 교회라는 두개의 권위적인 세계관에 근거하고 있다.

현대 과학의 관점도 포스트모던시대로 오면서 큰 변화를 보이고 있다. 기계론적 환원주의에 의한 자연지배의 계몽주의적 윤리가 '상호연관성', '프로세스', '열린 체계'에 근거한 포스트모던 생태적 세계관으로 대체되고 있다고 본다. Capra는 근대 물리학이 세상을 보는 가정들이 새로운 가정들로 대체되는 과정에 있다고 보면서, 오늘날 과학과 사회가 당면한 문제들은 기계론적 물리학, 산업화, 계층, 인종, 성의 불평등이라는 모더니즘 자체의 구조를 반영하고 있다고 주장한다. 1920년대 양자물리학에 의해 생성된 지적 위기는 보다 넓은 문화적 위기를 반영한다고 보았다. 우리시대의 주요 문제인 핵전쟁의 위험, 자연환경의 파괴, 전 지구적 가난과 빈곤을 다룰 능력의 부족 등은 인식의 위기라는 하나의 현상의 다른 측면으로 이해될 수 있다. 이러한 현상은 대부분의 사람들, 특히 거대한 사회조직이 지구적으로 상호연관 되어있는 과밀한 지구의 문제를 다루기에는 적절하지 않은 낡은 세계관을 수용한데서 유래한다고 주장하였다. 이러한 세계관은 수백년 동안 서구를 지배하였으며 다른 지역에도 영향을 미쳐온 것이 사실이다. 이 사고방식은 세계를 기본적인 단위들로 구성된 기계론적 시스템으로 보았으며, 인간을 기계로, 생명체는 사회 안에서 생존을 위한 투쟁을 하는 존재로, 무제한적인 물질문명의 발달이 경제적 기술적 성장의 결과로 가능한 것으로, 여성은 자연의 기본법칙에 따라 남성에게 종속하는 것으로 보는 세계관이다.

4.2. 생태적 세계관

Capra는 이러한 모든 가정이 심각하게 제한적이며 근본적인 개정이 필요하다고 주장하면서 지금 필요한 사고방식은 전관적(holistic), 또는 생태학적 세계관이라고 부를 수 있는 것으로 통상적인 생태학의 의미보다 넓고 깊은 의미를 가진 것으로 보았다. 생태학적 인식은 모든 현상이 근본적으로 상호의존적이며 개인과 사회는 자연의 순환적 흐름 속에 포함되어 있다는 것을 인정하는 것이다. 과학의 거대한 조직체계는 확고한 근본원리의 기초 위에서 쌓아나가는 것으로 이해되었으나 패러다임이 바뀌면서 과학의 기초가 바뀌고, 심지어 무너지면서 불안감을 야기되었다. 특히 Einstein이 1949년 자서전에서 초기 양자역학에 관해 “물리학의 이론적 기초들을 이 새로운 지식에 적용하려는 나의 모든 시도는 완전하게 실패하였다. 이것은 바로 밑에 있는 기초가 무너지는 것과 같은 것이다. 건물을 지을 건

10)K. Michael Hays ed, OPPOSITION READER, Princeton Architectural Press, 1998, pp.451-452

고한 기초는 어느 곳에서도 보이지 않는다.”고 토로한바 있다. 새로운 사고방식에서 지식이란 건물의 은유(지식이 하나하나 쌓여가는 것)에서 상호관련성(모든 현상은 서로 연결되어 있다)의 네트워크로 바뀌게 된다. 실체를 관계의 네트워크로 인식하므로 과학적 사실은 개념과 모델이 상호 관련된 네트워크로 인식하여야한다.

이 새로운 접근방법은 “모든 것이 그 안의 모든 것 각각에 연결되어 있다면 어떻게 하나를 이해할 수 있는가?”하는 의문을 불러일으킨다. 모든 자연현상은 궁극적으로 상호 연계되어 있음으로 그들 중의 어떤 것을 설명하기 위해서는 다른 모든 것을 이해할 필요가 있으며, 이것은 분명하게 불가능하다. 따라서 Capra는 과학이론을 근사지식, 즉 사실과 가까운 어떤 것으로 본다.

기존의 사고방식은 과학지식의 확실성이라는 데카르트적 믿음에 근거하는 것이다. 신 사고방식은 모든 과학적 개념과 이론은 제한적이며 유사한 지식으로 본다. 과학은 결코 완전하고 결정적인 이해를 제공할 수 없으며, 과학자는 엄밀한 의미에서 볼 때 진실을 다루는 것이 아니라 실체에 대해 제한적이며 진실에 가까운 진술을 한다는 것이다. Heisenberg는 그의 저서 『과학과 철학』에서 『현대 물리학으로부터 배우게 된 교훈은, 일견 명백한 것으로 보이는 모든 말과 개념은 단지 제한된 범위의 적용가능성만을 갖는다.』라고 기술하고 있다. 카프라는 새로운 세계관으로 전관적(全觀的; holistic) 입장을 취하며, 모든 존재와 인간의 상호관련성은 네트워크 안에서 공존하고 있다고 본다.¹¹⁾

5. 결론

근대적 개념의 이성인 이 세상은 합리적으로 구조화되어 있는 체계이므로 이와 유사하게 구조화되고 합리화된 지식을 통해 이해 가능한 것으로 가정한다. 후설은 이러한 개념화된 이성이 구체적 장소와 시간에서 일어나는 경험에 우선하여 유효성과 권위를 갖는다는 것을 의미하며, 지각된 실재를 경험함으로써 존재하는 것이 아니라, 순수하게 관념화된 영역에 정당성과 전거를 주는 것이다. 이러한 근대의 이성은 여러 실증과학들과 자연에 대한 기술적 극복이라는 면에서만 성공적이었다고 보는 후설과 Gomez에게 과학은 불투명하고 폐색된 것으로 보고 있다.

Perez-Gomez의 비평은 건축이론의 살풍경하고, 지성중심주의적 태도, 비인간적인 성격으로부터, 우리들의 살아낸 경험으로서의 생생하고 풍부한 감각들을 되찾으려는 시도이며 사물들

의 경험으로부터 획득된 것으로부터 건축에 나타나는 역사적으로 특수한 기능, 형태, 구조적 특수성에 대한 연구들은 경험을 보편적이고 재개인화하려는 노력으로 볼 수 있을 것이다.

Perez-Gomez는 건축에서의 실수를 원초적 미스터리로부터 점점 멀어지게 된 결과, 과학과 연계된 기술이 다양한 형태로 나타나는 디자인 방법론들, 유형학, 언어학적 규칙, 다양한 형태로 나타나는 기능주의 등 수학적 확실성에 대한 널리 퍼져있는 집착과 연계되어 건축의 본질을 약화시키며 왜곡시킨 것으로 파악하고 있다. 많은 학자들에 의해 언급되고 있듯이 근대 과학은 한계를 지니고 있다. 근대과학이 잘못된 전제에 근거하고 있다면, 소위 데카르트-뉴턴의 기계론적, 결정론적 과학관으로부터의 탈피가 필요할 것이다.

그러나 근대과학은 근대사회를 형성시킨 초석중의 하나이다. 실제로 르네상스이후 과학의 발달이 근대사회의 생성에서 절대적으로 중요한 역할을 하여왔다.

여기서 가능성 있는 대답을 생각할 수 있을 것이다. 건축과 과학이 관계를 맺어온 역사 속에서 생산적인 특징을 가지는 에피소드들의 특징들은 과학과 건축이 기초하고 있는 작업들 간에 유사성이 존재하고 있다는 것에 근거하고 있을 것이다. 실제로 우리는 개념과 관념들은 순수한 지적 영역 안에서 발전한 것이 아니라는 것을 알고 있다. 예를 들면 15세기부터 17세기까지 기하학적 양식의 건설과 측량기술은 유럽의 과학과 건축 실무에서 공통적인 것이었다. 19세기의 생물학과 건축은 해부학적 작업을 공유하고 있었다. 해부학은 생명체를 다루는 과학자와 Viollet-le-Duc과 같은 합리주의적 건축가에게는 가장 기본이 되는 근거였다. 따라서 건축과 과학의 관계에 관한 논의는 단순히 건축이 과학이나 혹은 예술이나를 묻는 좁은 관점이 아닌 보다 넓은 차원에서 과학과 건축을 연계시키는 노력이 요구되는 작업이 될 것이다.

참고문헌

1. Alberto Perez-Gomez, Architecture as Science: Analogy or Disjunction?, The Architecture of Science, Peter Galison and Emaly Thompson ed, MIT press, 1999
2. Fritjof Capra, The Turning Point, Bantam Books, 1982
3. K. Michael Hays ed, Architecture Theory since 1968, MIT press, 1998
4. 박이문, 현상학과 분석철학, 일조각, 서울, 1993
5. 이남인, 현상학과 해석학, 서울대학교출판부, 2004
6. Jan Faye, Rethinking Science, Ashgate publishing company, 2002
7. Edmund Husserl, The Crisis of European Sciences and Transcendental Phenomenology, Northwestern University Press, 1970
8. Alberto Perez-Gomez, Introduction to Architecture and the Crisis of Modern Science, Architecture Theory since 1968, K. Michael Hays ed, MIT press, 1998
9. Paul-Alan Johnson, The Theory Of Architecture: Concepts Themes & Practices, VNR, 1994
10. Antonio Picon and Alessandra Ponte eds, Architecture and the Sciences: exchanging metaphors, Princeton Papers on Architecture, 2000

<접수 : 2006. 8. 30>

11)Fritjof Capra, Systems Theory and the New Paradigm, Key Concepts in Critical Theory ECOLOGY, Carolyn Merchant ed, Humanities Press, pp.334-340