

## 과학연구에서의 모형화방법과 그의 논리적기초

정 용

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《방법론을 옳게 세우는것은 모든 사업을 실속있게 하기 위한 출발점으로 됩니다.》

(《김정일선집》 증보판 제9권 376페이지)

과학연구방법에 대한 문제는 과학기술의 역할이 비할바없이 높아지고있는 지식경제 시대에 들어선 오늘 매우 중요한 의의를 가진다.

모형화방법은 컴퓨터를 비롯한 현대적인 기술수단들이 개발되고 그 응용능력이 높아 지는데 따라 그러한 수단들에 의거하면서 보다 높은 수준의 과학연구와 보다 넓은 영역의 과학연구분야에 적극적으로 리용되고있다.

모형화방법이란 연구대상의 본질적특성을 닮은 모형을 만들고 그를 통하여 대상에 대한 연구를 진행하는 과학연구방법이다.

모형화는 연구하려는 대상, 원형을 닮은 모형을 만들어놓고 원형에 대한 연구를 진행하는 과학연구과정으로서 모형은 모형화의 기본수단이라고 말할수 있다.

모형이란 연구하려는 대상과 닮음관계에 있는 대상이나 기호표시, 도식, 공식 같은것들을 말한다. 다시말하여 일정한 목적에 따라 연구하려는 대상의 본질적특성을 뽑아서 대상과 유사하게 만들어놓은 특수한 대상을 말한다.

모형이 모형화대상과 닮음관계에 있다고 할 때 그것은 대상의 본질적측면, 본질적인 자(정수)들사이에서의 닮음을 의미한다. 여기서 대상의 본질적측면이라고 하면 대상을 본질적으로 규정하는 구성요소, 그 호상관계, 그 기능상 측면을 의미하며 본질적인자들이라고 하면 본질적측면들에서의 가장 기본적인 량들을 의미한다.

례를 들어 어떤 갑문의 갑실의 배통과능력을 규정하기 위한 모형화연구를 위하여 갑실에 대한 모형을 작성한다고 할 때 갑실, 수문들의 여닫이시간, 물뿜프의 능력, 갑실안에 배가 들어오고나가는 시간, 갑실물높이의 변화량 등이 이 연구의 본질적인 측면들로 되며 이러한 측면들에서 가장 많이 나타나는 기본적인 량들인 본질적인 인자들을 취하여 모형을 만들게 된다.

모형의 특성은 첫째로, 대상을 반영하고 표현해준다는것이다.

모형화연구에서 모형의 작성과정은 모형에 대상을 반영하는 과정이다. 연구하려는 대상에 대한 모형을 작성할 때에는 연구하려는 대상의 구성요소들과 그것들의 결합구조를 그대로 반영하여 대상의 기능을 그대로 수행할수 있게 모형을 작성하게 된다. 즉 모형에는 대상이 반영되게 되며 모형은 대상을 표현하게 되는것이다. 그러므로 모형화연구에서 성과를 거두자면 모형에 대상을 정확히 반영하여야 한다. 다시말하여 모형화연구에서 성과를 거두기 위해서는 대상을 간단하게 반영하면서도 완전하고 정확하게 모형에 반영하여야 한다.

모형의 특성은 둘째로, 대상에 대한 대리특성이다.

모형화연구에서 모형은 연구하려는 대상의 기능을 대신 수행하면서 대상의 특성을 그대로 나타내준다.

모형의 대상을 대리하는것으로 하여 그를 수단으로 하여 진행되는 모형화연구는 대상에 대한 간접적인 연구로, 모형화방법은 간접적인 연구방법으로 된다.

모형은 여러가지로 분류할수 있다.

모형은 추상화정도에 따라 크게 실체모형(물리적모형)과 형식모형(수학적모형)으로 나눈다.

실체모형(물리적모형)은 연구하려는 대상의 구체적인 물리적성질을 그대로 가지고있는 모형을 말한다.

실체모형은 대상에 대한 닮음관계의 수준에 따라 실물모형, 축척모형, 장치모형으로 가른다.

실물모형은 연구하는 실제대상 그자체 또는 그의 실제적인 어느 한 부분이 곧 모형으로 되는것을 말한다. 다시말하여 물리적성질이나 닮음관계에 있어서 대상과 완전히 일치되는 모형을 말한다. 실례로 인공지구위성을 궤도에 올려놓기 위한 운반로케트의 발사시험에서 시험대상으로서의 운반로케트는 실물모형이다.

모형화연구에서는 연구하려는 대상에 대한 최대의 정확성과 믿음성을 보장하는 자료를 얻어야 할 때 그리고 그것을 얻는데 소모되는 수단들의 소비를 최소로 해야 할 때 실물모형을 리용한다.

실물모형은 우선 모형화결과에 얻는 자료의 정확성과 믿음성을 최대한으로 담보하는 보다 추상적인 다른 모형을 작성할수 없는 대상들에 적용된다.

실례로 항공력학연구 및 공업부문에서는 새로운 비행체, 구체적으로 새로운 형의 려객기를 만들려고 할 때 실물모형을 리용한다. 려객기는 수많은 사람들을 태우고 하늘을 난다. 만일 비행과정에 고장이 생기여 비행기가 설계의 요구대로 동작하지 않으면 공중에서 그것을 퇴치하기 곤란하며 심하면 비행기가 파괴되는 결과가 빚어질수 있다. 이렇게 되면 물질적피해는 두말할것도 없고 수많은 사람들의 생명도 담보할수 없게 된다. 그러므로 새로운 비행기를 만들어 리용하려면 그 비행기의 모든 특성값들이 최대로 정확하고 믿음성있는것으로 되여야 한다. 새형의 비행기에 대한 최대한의 정확한 자료, 최대한으로 얻을수 있는 자료는 바로 그 비행기자체로부터 얻는 자료이다. 그러므로 안전성이 담보된 새형의 려객기를 만들어 리용하기 위해서는 새형의 려객기를 실지로 만들어놓고 시험비행을 실지로 해보면서 자료를 얻어내야 하며 그 자료에 대한 분석결과에 따라서 새 비행기를 실지 리용하겠는가 말겠는가를 판정하게 되는것이다. 이때 시험비행기는 바로 실물모형으로 된다.

실물모형은 또한 추상도가 높은 모형을 작성하고 연구하는것보다 실물모형화가 더 유익한 체계들 또는 정확한 특성이나 새로운 자료를 얻을것을 바라는 비교적 간단한 체계들에 적용된다.

이것은 체계의 정확성과 믿음성을 담보하는 통보를 얻는데 필요한 수단들의 소비를 최소로 하게 하자는데 그 목적이 있다.

실물모형은 또한 여러개의 부분체계들로 이루어진 비교적 복잡하고 큰 체계를 모형화할 때 부분체계시험에 널리 쓰인다.

체계가 여러 부분체계들로 되어있으며 그중의 어떤 부분체계에 대한 추상적표시가 불충분하거나 불가능할 때 또 다른 나머지부분체계들과의 호상작용속에서 모형화되어야 할 때 그 부분체계에 실물모형을 적용할수 있다. 이때 체계의 나머지부분들은 다른 형태의 모형들에 의하여 표시된다.

실물모형의 우점은 실제체계에 대한 완전적응성 그리고 이로부터 나오는 모형화연구 결과의 높은 정확성과 믿음성이다. 그러므로 실물모형은 높은 정확성과 믿음성을 요구하는 시험에 주로 많이 리용되는데 이런것으로 하여 일명 시험모형이라고도 한다.

축척모형은 연구하려는 대상과 일정한 축척비로 축소 및 확대된 실체모형을 말한다.

축척모형의 특성은 그것이 연구하려는 대상과 구조적으로는 동일하지만 그 크기가 다른 모형이라는것이다.

축척모형은 실물보다 큰가 작은가에 따라 확대모형, 축소모형으로도 가른다.

축척모형의 실례로는 서해갑문의 축소모형을 들수 있다. 대동강의 거대한 흐름을 조절하여 혁명의 수도 평양을 비롯한 대동강주변의 주민지구와 환경을 보호하고 대동강물을 음료수와 공업용수, 농업관개용수로 리용하여야 할 요구를 원만히 충족시키자면 서해갑문이 최대의 큰 비와 밀물의 겹침과 같은 비정상상태의 조건에서도 자기 기능을 충분히 수행하여야 한다. 바로 이러한 상태의 연구를 위하여 대동강의 하류지형과 서해갑문을 축소하여 모형으로 만들고 갑문의 모든 구조물들의 상태와 동작을 종합적으로 관찰하여 가장 합리적인 값을 찾아낸다.

형식모형(수학적모형)은 연구하려는 대상을 일정한 기호적형식으로 표시한 모형이다. 여기서 형식이라고 하면 그것은 모형화부호, 그림, 수학적식, 프로그램언어 등이다.

형식모형은 그것이 어떤 형식으로 표시되는가 하는데 따라 크게 구조모형과 수식모형, 프로그램모형으로 가른다.

구조모형은 연구대상, 연구체계에서의 정보흐름방향 및 변환형식을 모형화부호 및 그림의 형태로 표시한 형식모형을 말한다. 예를 들어 구성도, 신호선도, 계층도, 론리도, 계획표 등을 들수 있다.

구조모형은 대상의 특성을 주로 위치관계, 순차관계의 측면에서 반영하는 모형이라는 데 그 특성이 있다.

구조모형에는 도식모형, 론리모형이 있다.

수식모형은 대상의 특성을 수학적식으로 표시한 형식모형을 말한다. 수식모형은 대상의 특성들사이의 호상관계를 주로 량적측면에서 반영하는 모형이란데 그 특성이 있다.

프로그램모형은 컴퓨터를 모형장치로 쓰는 경우 연구대상, 연구체계의 동작과정을 연구하기 위하여 작성된 프로그램을 말한다.

프로그램모형에는 어떤 컴퓨터를 모형장치로 쓰는가에 따라 상사형컴퓨터프로그램모형, 수자형컴퓨터프로그램모형, 혼성형컴퓨터프로그램모형 등이 있다.

모형화방법의 특성은 그것이 대상에 대한 간접적인 연구방법이라는것이다.

사물현상의 본질을 밝혀내기 위한 과학연구사업은 대상자체에 직접 접하여 진행해나갈수도 있고 다른 매개물을 리용하여 간접적으로 진행할수도 있다.

대상에 대한 직접적인 연구방법은 대상을 직접 관찰하고 직접 결과를 도출해내는것으로 하여 대상에 대한 지식을 정확하게 얻어낼수 있는 우점이 있는 반면에 규모가 크고

복잡한 대상에 대한 연구에서는 매우 품이 많이 들고 파악하기 어려운 난점도 있다.

대상에 대한 간접적인 연구방법은 대상 그자체가 아니라 그 어떤 매개물을 통하여 대상에 대한 지식을 얻는것으로 하여 그 결과의 정확도는 어느 정도 낮아질수 있지만 대상에 대한 파악에서 지출을 절약하고 속도를 높일수 있는 우점을 가지고있다.

오늘날 과학연구사업은 이전에 이룩된 성과에 토대하여 지난날 해결하기 어렵던 문제들을 풀어나가는데로 끊임없이 발전해나가고있다. 이러한 과학연구에서 대상으로 되는 사물현상들가운데는 많은 경우 직접적인 관찰로는 연구하기 어려운 대상들이 많다. 대상을 가지고 직접적인 실험을 할수 없는 경우에 대상을 본딴 모형을 리용하여 진행하는 모형실험은 매우 효과적이다.

모형화방법은 대상을 반영한 모형을 통하여 대상에 대한 연구를 진행함으로써 규모가 크고 호상련관이 복잡하여 직접적인 연구방법으로는 대상에 대한 파악은 물론 표현하기 매우 어려운 대상들에 대한 연구까지도 가능하게 하는 효과적인 연구방법이다. 모형화방법은 이러한 특성상우점으로 하여 현시기 많은 과학연구사업에서 중요하게 리용되고 있다.

모형화방법의 논리적기초는 류비추리이다.

모형화방법의 논리적기초가 류비추리라는것은 모형화방법의 논리적원리가 류비추리이며 모형화의 특성, 구조, 기능 등이 류비추리의 원리에 기초하고있다는것을 의미한다.

류비추리는 이미 알고있는 개별적인 대상들에 대한 지식에 기초하여 그와 류사한 다른 개별적인 대상에 대한 지식을 끌어내는 추리이다.

사물현상의 본질을 파악하기 위하여 가장 널리 리용되는 수법의 하나는 비교법이다. 사물현상들을 서로 비교하는 과정에 사물현상들사이의 동일성과 차이성을 밝혀낼수 있으며 나아가서 사물현상의 본질도 깊이있게 파악할수 있다. 사물현상들을 서로 비교하여 어떤 사물현상에 대한 새로운 지식을 끌어낼 때에 바로 류비추리를 하게 된다.

알려져있지 않는 새로운 대상을 파악할 때에 사람들은 먼저 그것을 이미 알고있는 류사한 대상과 비교해보면서 그 대상에 대하여 예측적인 리해를 가지게 된다.

이미 알고있는 대상에 비추어 류사한 다른 대상에 대한 새로운 리해를 가진다는것은 두 대상의 많은 징표들이 동일하다는데로부터 나머지징표들도 동일하리라는 결론을 끌어낸다는것이다. 다시말하여 이미 알고있는 대상과 알려진 새로운 대상이 많은 공통적인 징표들을 가지고있으므로 알고있는 대상에 있는 다른 징표들도 새로운 대상에 있을것이라고 생각한다는것이다. 결국 이미 알고있는 대상의 일련의 징표들이 알려진 새로운 대상에 옮겨진다.

류비추리를 도식으로 표시하면 다음과 같다.

《나》는 ㄱ와 ㄴ, ㄷ, ㄹ라는 징표를 가진다.

《가》는 ㄱ와 ㄴ, ㄷ라는 징표를 가진다.

《가》는 ㄹ라는 징표를 가진다.

여기서 《가》는 알려진 대상이며 《나》는 이미 알고있는 《가》와 류사한 대상이다. 그리고 ㄱ와 ㄴ, ㄷ는 두 대상을 류사하게 하는 공통적인 징표이며 ㄹ는 《나》에 있는것만큼 《가》에도 있을것이라는 징표이다.

류비추리의 결론은 예측적인 성격을 띤다. 다시말하여 류비추리의 결론은 언제나 진

리인것은 아니다.

그러나 류비추리의 결론이 예측적인것이라고 하여 그것이 아무런 근거도 없는 억측은 아니다. 류비추리의 결론은 대상들사이의 류사성에 기초하여 얻어진 과학적인 예측이다.

류비추리의 결론이 비록 과학적인 예측이라고 하여도 그것은 어디까지나 가설이며 정설은 아니다. 과학과 기술에서는 과학적으로 증명된 정설을 요구하며 예측적인 리론을 요구하지 않는다. 그러므로 류비추리에 의하여 얻어진 결론을 과학과 기술에 적극 리용하기 위하여서는 그것이 예측적인 성격이 아니라 과학적인 성격, 필연적인 성격을 가지도록 하여야 한다.

모형화방법은 이러한 류비추리를 자기의 논리적기초로 하고있다.

모형화방법의 원리는 바로 일련의 징표에서 류사한 두 대상이 다른 징표에서도 류사하리라는 류비추리의 논리적수법에 기초한 원리이다. 실제로 서해갑문설계를 위한 시험모형은 대동강하류지형과 물흐름상태, 갑문구조물 등 갑문건설에서 반드시 고려하여야 할 가장 중요한 징표(류사한 징표)들을 일정하게 축소하여 반영한것으로서 이 모형(류사한 대상)에 대한 연구과정에 얻어지는 갑문구조물의 견고성, 대동강물이 하류지역에 미치는 수문지리학적 및 기후생태학적영향, 갑탕의 쌓임량 등에 대한 새로운 지식(류추되는 징표)들은 실지 갑문(류추되는 대상)에서 일어날수 있는 현상에 대한 지식으로 된다.

우리는 과학기술의 역할이 비할바없이 높아지고있는 오늘의 시대에 모형화방법을 적극 활용함으로써 과학기술강국과 경제강국, 문명강국건설에 적극 이바지하여야 할것이다.

실마리어 모형화방법, 류비추리