

[노벨상 시상식 물리학상 연설]

국왕 폐하, 왕실 가족 여러분, 존경하는 노벨상 수상자 여러분, 전세계의 동료 학자 여러분, 내외 귀빈 여러분.

물리학은 인간의 활동입니다. 인간의 모든 활동과 마찬가지로 역사적, 지리적, 언어적 환경이라는 맥락 속에서 발전합니다. 그럼에도 불구하고 물리학, 자연법칙의 주요 결론은 이러한 장벽을 뛰어 넘습니다. 현재에도 처음 생겨났을 때와 동일하며, 미래에도 여전히 유효하게 됩니다. 저 멀리 있는 별의 궤도를 돌고 있는 신비한 행성에서도 지구에서와 마찬가지로 동일합니다. 물리학 법칙은 보편적이며 수학이라는 언어로 표현됩니다.

이렇게 놀라운 보편성은 우주와 시간, 물질이 지니는 근본적인 속성과 긴밀히 연관되어 있으며, 이는 물리학 법칙에 대칭의 형태로 반영됩니다. 대칭을 표현하는 데 사용되는 수학의 한 이론은 군론이라 불리며 19세기에 크게 발전되었습니다. 시간이 흐른 후에야 이 수학이론이 새 양자론에 있어서 필수불가결한 도구라는 것이 밝혀졌으며, 이는 20세기 물리학에 혁신을 일으켰습니다.

그러나 양자역학에서의 군론은 주요 과학적 발전에는 종종 새로운 언어가 필요하다는 점을 보여주는 하나의 예시이기도 합니다. 그리고 물리학의 언어가 수학이기 때문에, 물리학에서의 큰 발전은 종종 새로운 수학을 필요로 합니다. 뉴턴은 도함수와 적분이론을 개발함과 동시에 그의 역학을 발전시켰고, 아인슈타인은 일반 상대성 이론을 만들 때 그 당시 물리학자들에게는 잘 알려져 있지 않았던 굴절공간 수학을 활용했습니다.

수학적 언어는 추상적이지만 두 가지 큰 장점이 있습니다. 수학적으로 표현된 이론은 정량적입니다. 따라서, 높은 정확도로 자세하게 실험의 결과를 설명하고 예측하는 데 활용될 수 있습니다. 수학은 추론적이므로, 수학적 논쟁은 미래의 실험 결과를 예측하는 데 사용될 수 있습니다. 힉스 입자의 발견이 대표적인 예입니다. 추론은 과학 분야 전체에게 매우 중요한 도구지만, 특히 이론 물리학에서 그 진가를 발휘합니다.

수많은 철학자와 물리학자, 수학자들이 자연을 표현할 수 있는 수학의 놀라운 능력에 감탄해왔습니다. 유진 위그너는 그의 유명한 에세이에서 이를 "수학의 지나친 효과성"이라고 일컫기도 했습니다.

올해 노벨물리학상의 영예는 이러한 지나친 효과성을 정확히 나타낸 이론 물리학 분야에서의 업적이 우리에게 되었습니다. 2016년 노벨물리학상 수상자들은 수학의 한 종류인 위상수학에서 착안한 새로운 개념을 활용하여 두 가지 업적을 이루어냈습니다. 첫째로는 놀라운 관찰 결과를 설명해냈고 두 번째로는 이론적 발견을 이루었는데, 다시 말해서 나중에 관찰될 새로운 현상을 미리 예측했습니다. 위상수학은 물체의 강력한 속성을 표현합니다. 위상수학적으로 봤을 때, 계란과 축

구공은 같은 분류에 속합니다. 즉, 구멍이 뚫려있지 않은 3차원의 물체라는 분류입니다. 그러나 도넛은 결혼반지와 함께 구멍이 하나 뚫려 있는 물체로 분류 됩니다. 늘 정수로 존재하는 구멍의 개수가 위상상수의 한 예입니다.

양자역학은 개별적 원자와 분자 등 미세한 크기의 물체에 대한 이론으로서 생겨났습니다. 그러나 머지않아 기체와 액체, 고체 등 물질의 일반적 상을 이해하는 데 사용되었습니다. 나중에는 초유 동체와 초전도체 역시 양자역학을 통해 설명되었습니다. 여기에서도 대칭개념이 매우 중요한 것으로 드러났습니다. 레프 란다우는 대칭 속성을 연구함으로써, 가능한 '물질의 상'의 종류를 분류 하고 '상전이 메커니즘'을 표현할 수 있었습니다.

올해의 노벨물리학상 수상자들은 란다우가 분류한 '물질의 상'이 불완전하며, 상이한 위상상수에 따라 특징적 값을 지니는 '위상적 상'이 추가로 존재한다는 것을 밝혀냈습니다. 또한, 실제로 관찰 되었으나 기존의 이론 상으로는 불가능했던 물질의 '상전이'를 어떻게 설명할 수 있는지 위상수학을 통해 알아냈습니다.

새로운 개념과 새로운 사고방식이 영향을 미치기 위해서는 종종 시간이 필요합니다. 그러나 지난 10년 동안 '물질의 위상적 상' 분야의 연구는 실로 폭발적으로 이루어졌습니다. 과거 세대가 도함 수, 대칭, 기하학으로 연구를 했을 때처럼, 오늘날 젊은 물리학자들도 자신감을 갖고 능숙한 태도로 위상적 개념을 활용한 연구를 하고 있습니다.

올해의 노벨물리학상 수상자들은 중요하고 특별한 발견을 했을 뿐 아니라, 물질을 표현하는 새로운 방법을 위한 장을 마련해주었으며 이것이 어쩌면 가장 중요한 일인지도 모르겠습니다. 수상자들이 우리에게 제공해준 풍부한 수학적 언어는 심오하고 아름다운 추상적 개념을 갖고 있습니다. 그러나 자연과학에서 아름다움만으로는 충분하지 않습니다. 수학은 아름다운 결과로 가득합니다. 여기에 더해서 필요한 것이 바로 진실입니다. 이를 위해서는 실험과 측정이 필요합니다. 위상물질 이론은 이 기준을 뛰어넘는 성적으로 통과했습니다. 진실과 아름다움을 동시에 갖고 있습니다. 이론 물리학이 지닐 수 있는 최고의 모습이라 할 수 있습니다.

사울리스 교수님, 홀데인 교수님, 코스털리츠 교수님.

'위상적 상전이와 물질의 위상적 상에 대한 이론적 발견'으로 노벨물리학상을 수상하시겠습니다. 스웨덴왕립과학원을 대신하여 따뜻한 축하의 말씀을 드리게 된 것을 영광스럽고 기쁘게 생각합니다. 이제 앞으로 나와주십시오. 국왕폐하께서 노벨상을 시상하시겠습니다.