

과학이 숨으면 음악은 즐겁다!

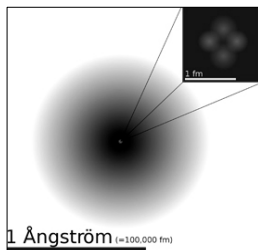
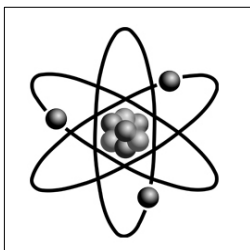
글 | 박교선(전주예술중학교 교사, kspark95@empal.com)



우리가 과학을 흥미롭게 이해하고 아름답다고 여길 때는 자연 현상에서 음악적 요소를 느끼고 음미할 줄 알게 되었을 때인 것 같다. 자연에서 음악의 선율과 리듬 그리고 그 조화의 아름다움을 듣고 노래할 때 말이다. 아름다움은 항상 보는 이의 눈에 달려있다. 우리는 음악의 한 선율에서 즐거움과 아름다움을 느낀다. 자연에서도 이러한 즐거움과 아름다움을 느끼는 것은 과학을 통한 발견의 기쁨이 무엇인지를 알 수 있는 일이 될 것이다. 우리는 과학을 통해 찾아낸 즐거움과 아름다움의 감정적 경험을 어떻게 표현할 것인가? 우리도 과학 활동을 통해 자연에서 풍부하고 훌륭한 음악을 듣고 즐길 수 있기를 소망해 본다.

1. 과학과 음악의 대화

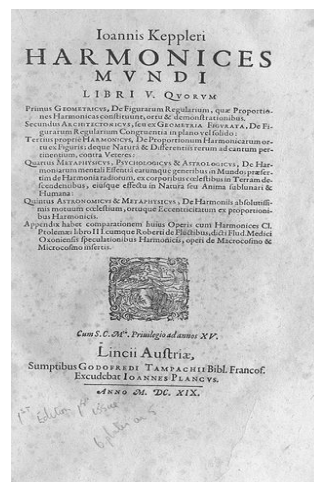
과학자들은 우리의 삶과 우주의 비밀을 이해하고 설명하기 위해 다양한 상상력을 발휘한 실험들을 한다. 그 결과 발견된



매력적인 입자들에 글루온gluon, 쿼크quark, 참charm 등과 같은 사랑스런 이름을 붙였다. 이들은 물질을 만드는 소립자들로 우주의 근원과 힘을 이해하는 중요한 입자들이다.

현대의 과학자들은 ‘중력’ ‘전자기력’ ‘강한 핵력’ ‘약한 핵력’의 네 가지 힘으로 우주의 근원과 힘을 이해한다. 이들의 힘에 작용하는 것으로 예상되는 100여개의 소립자들의 운동은 음악과 같이 아름답고 규칙적이며 파동의 선율을 타고 있다. 소립자들의 음악적인 운동이 파동이 되어 전파되고, 힘을 형성하고, 우주를 구성한다는 예측과 사실은 매우 흥미롭다.

독일의 천문학자 케플러(keper, J. 1571-1630)는 천체의 질서와 음악이 관계가 있다고 믿었다. 케플러는 고대 그리스인들과 같이 그의 저서 『음악의 조화 Harmonics Mundi, 1619』에서 행성의 운동이 생성한다고 여기는 소리와 이에 상응하는 음계들을 제시하였다. 케플러는 어떤 행성은 알토를 노래하고, 어떤 행성은 소프라노, 테너, 베이스를 노래하는지 궁금해 했



다. 즉, 화음의 비와 행성들을 관련지었으며 행성의 공전운동이 천체의 음악을 창조한다고 믿었다.

현대의 과학자들은 인공위성으로 우주를 향해하면서 우리의 가청주파수 내에 있는 전자기장의 진동으로부터 소리를 녹음해서 행성의 소리를 들려주기도 한다. 또한 예술가들은 이러한 시적인 영감들을 형상화 한다.

2. 파동으로 요동치는 세상

우리의 일상은 파동 속에 잠겨있다. 우리에게 쏟아지는 무한한 에너지인 햇빛도 파동이며 우리의 의사소통이 이루어지는 언어들도 파동이다. 우리는 일상에서 아무 일도 일어나지 않고 멈춰진 세상에서 살기를 원치 않을 것이다. 세상에서는 항상 어떠한 일이 일어난다. 그렇기 때문에 우리의 일상은 파동에 의한 공간의 움직임과 변화가 있다. 우리의 세계는 파동 속에서 구축되고 있다. 파동으로 요동치는 세상을 보는 데는 보다 예술적 관점이 필요한 것 같다.

물질 뿐만 아니라 광선까지도 작은 조각으로 이루어져 있다. 그래서 어떤 것이 물질이고 어떤 것이 광선인지 제대로 분간할 수 없게 된다. 각각의 모든 입자들은 그것이 물질 입자이건 광선 입자이건 상관없이 언제나 파동 형식을 갖고 있다. 그 파동의 진동수는 에너지를 나른다.

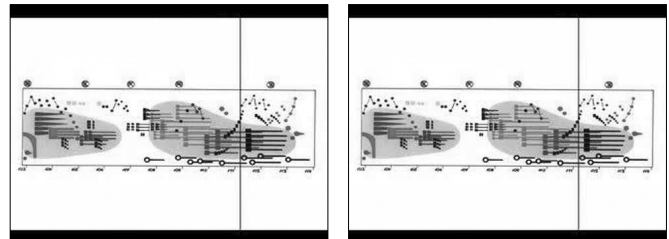
우리의 영혼과 육체에는 신비스런 인체 음악이 흐르고 있다. 보다. 자연과 우주에는 초월적인 우주 음악이 흐르고 있음을 감지할 수 있다. 또한 삶의 여러 굴곡에서 음악은 삶의 어려움을 극복할 지혜와 힘을 내재하고 있다.

예술가들은 빛과 소리의 파동을 고도의 질서를 가진 다른 형식과 결합시켜 왔다. 예를 들어 헝가리 출신의 작곡가 리게티 (Ligeti György Sándor, 1923-2006)의 음악 세계는 사이와 존재, 질서와 무질서 그리고 시간 등의 음악적 내용과 표현으로 60년대 음악의 형식 논쟁을 불러 일으켰다.

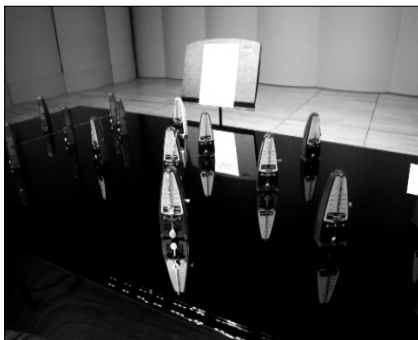
그의 음악에는 테마적인 것에서 음렬적인 것으로 그리고 음렬적인 것을 넘어서 정지된 음악을 넘어서기 위한 시도들이 있었다. 프랙탈과 카오스, 폴리리듬과 다차원적 폴리포니, 프랙탈적 구성방식으로 다양한 종류의 음악과 접촉하였다. 또한 다른 음악적 양식을 생성하고 끝없는 접속과 분기를 시도하였다. 그는 직관과 구성 사이에서 ‘음악적 망형성체’와 ‘폴리포니 작법’으로 형식의 형상화 방식을 취하였다.

흥미 있는 연주의 예를 들어보자. 리게티는 다양한 진동수를 갖는 메트로놈들로만 구성된 음악을 연주하였다. 하나의 음의 점들이 선을 이루고 이 선들이 면과 입체가 되어 어울리는 음악을 창조적으로 구성하고 있었다.

음악에서와 마찬가지로 과학의 역사 속에서도 복잡성과 단



리게티(G. Ligeti)의 전자음악 작품 Articulation은 다양한 소리 현상을 전기적인 장치로 만들어 내고 이것을 시각적인 시퀀스에 맞게 소리로 구성한 작품이다.



순성이라는 흔들림이 계속되어 왔다. 그러나 자연이란 우리가 상상하는 것보다도 훨씬 더 복잡하고 미묘하여 단순하면서도 복잡하게 보이고, 복잡하면서도 단순하게 보인다. 이러한 흔들림의 아련함이 우리가 자연을 이해하는 것을 어렵게 만든다. 그러나 이러한 모호함이 과학에 흥미를 더해주고 있다.

3. 음악과 과학은 차원을 달리하며 변한다

알버트 아인슈타인은 시간과 공간의 개념에 혁명을 일으켰다. 1905년에 발표한 「특수상대성 이론」에서 그동안 절대적인 기준으로 생각했던 ‘공간’과 ‘시간’이 각자의 입장에 따라 변한다는 사실을 밝혔다. 그리고 공간과 시간은 언제나 일체가 되어 변화한다는 점에서 공간(3차원)과 시간(1차원)을 합쳐 ‘4차원 시공’이라 부르게 되었다.

음악은 시간의 예술이다. 이 시간의 연속 속에서 소리의 사건이 일어난다. 여러 가지 다양한 음표의 점들이 선상에서 움직인다. 이 점들의 다양한 시간과 공간의 척도에서의 움직임과 변화가 음악을 형성한다. 이 선상에서의 힘의 세기와 균형 그리고 변화의 역할들을 과학처럼 정확하고 구체적이며 실험적으로 입증하기는 곤란하다. 그래서 음악은 4차원의 커다란 틀에서의 구조를 이해해야만 하는 영역인 것처럼 보인다.

아프리카 북 연주의 매우 복잡한 리듬 형태는 오랫동안 전세계의 음악에 영향을 끼쳤다. 예를 들면, 아프리카의 집단 북 연주에서 수석 연주자는 주요 음을 연주하고, 다른 연주자들은 화음을 연주한다. 그리하여 모든 연주자들이 각자 다른 리듬을 동시에 연주하게 되는 것이다. 오늘날의 많은 연주 형태는 이와 같이 각기 다른 리듬을 화합하는 형식에 근거를 두고 있다. 이들은 마치 소리가 점-선-면-입체와 같이 차원을 달리하면서 만들어내는 선율과 같다.

오션지 선상 위에 음표의 점들은 시간에 따라 세고·여리고·길고·짧고·높고·낮은 움직임의 진동이 균형된 파형의 소리로 융합한다. 현이나 물질이 2차원에서 진동하면 음파는 3차원 방향으로 전해진다. 그리고 그 에너지는 소멸된다.

마찬가지로 과학자들은 물질의 근원을 찾기 위한 노력으로 대형 입자 가속기 안에서 양성자끼리 충돌시키면 어떤 에너지

가 다른 차원의 공간으로 전해지지 않을까하고 기대한다. 만약 에너지의 손실이 밝혀지면 에너지의 손실을 가져오는 잉여 차원의 존재를 밝힐 수 있으며, 이

잉여 차원으로 에너지를 전달하는 소립자를 찾아 힘의 근원, 즉 우주의 근원을 찾을 생각을 하게 되나 보다.

4. 디지털이 세상을 바꾼다



이제 과학과 예술에서의 창조성은 소수의 천재나 전문가의 영역은 아닌 것 같다. 오늘날 인터넷을 통한 정보의 홍수와 디지털 문화는 많은 것들을 융합하고 재생산할 수 있는 사회로 변모시켰다. 청소년들은 이제 더 이상 누가 예술가이고 과학자인지 전혀 상관하지 않고 있다. 마치 정보의 재미집을 짓는 게임 군단처럼 각자의 재능을 다른 사람을 위해 제공함으로써 자신과 모두에게 유용한 정보들을 재생산하고 있다. 정보의 홍수 속에서 우리의 뇌는 전 영역에서 자극을 받고 있다. 논리에 더 많이 관여한다는 왼쪽 뇌 보다는 상상력과 직관의 원천이 되는 오른쪽 뇌가 더 발달된 사회가 되어가고 있다.

예술가들의 표현은 과학자들이 발견을 통해 변화시켜 놓은



우주와 인간의 삶에 대한 이해를 폭넓게 수용하고 있다. 과학과 기술의 발달은 예술가들에게는 예술 형식의 변화를 가져왔으며, 음악을 하는 사람에게는 소리에 대한 표현과 인식의 변화를 가져왔다. 오늘날 우리의 매스미디어는 매우 감각적이며 디지털적으로 변했다. 디지털로 말미암아 공연예술가와 이를 즐기려는 대중과의 커뮤니케이션의 본질 자체가 변화되고 있다.

디지털이 가지고 있는 속성 즉, 융합화·복제화·무선화·사이버화·간편화 등으로 사회는 더욱 복잡해지고 다양화 되었다. 그럼에도 불구하고 이제 정보의 자유로운 소통은 새로운 발상과 상상력을 실현하는 기회의 장이 되고 있다. 예술가들도 많은 부분 디지털을 활용하고 있다. 이로 인해 그림에서도 지금까지 표현되지 않았던 수 백만 가지 색조를 사용할 수 있다. 또한 기술과의 융합과 다양한 변화가 가능해지므로 인해 3차원 영상이나 홀로그램 등 차원을 달리하는 예술세계를 구현하게 되었다.

오늘날 공연예술에서는 소리와 빛 그리고 색조와 형태의 변화에 이르기까지 많은 부분을 디지털에 의존하고 있다. 오히려 공연에 사용되는 레이저 기술은 예술가뿐만 아니라 과학자에게도 응용에 대한 가능성을 보여주었다. 소리는 빛으로 변환되어 저장되고 해석되었으며 재생되었다.

1917년 아인슈타인에 의한 레이저의 예견과 이후의 발명은 오늘날 우리 사회의 문화를 바꿔 놓았다. 레이저는 통신과 의학뿐만 아니라 실용적인 많은 분야에서 응용되고 있다. 특히 그 매력적인 요소에 예술가들도 손을 대고 있다.

디지털 영상은 삼차원의 입체 스크린, 움직이는 스크린을 통해 다양한 예술적 표현을 가능하게 했다. 인기 있는 닌텐도 게임처럼 여러 명의 관객이 함께 작품을 구성하고 형상화 할 수 있다. 예술이 게임처럼 친근하게 우리에게 다가왔으며 보는 관람의 문화에서 예술작품과 교감하고 행할 수 있는 예술 활동으로 변화되고 있다. 또한 3D 영상과의 접목을 통해 연극과 공연의 태생적 한계인 시간과 공간의 제약을 극복하려는 시도도 예술계 변화의 한 모습이 되고 있다.

레이저가 음악의 목적에 사용되는 시대에 과학 기술이 음악에 미치는 영향은 한계가 없는 듯 하다. 많은 작품에서 전통적인 악기들은 디지털적 소리로 대체되었으며 새로운 소리가 창

조되고 있다. 시각 예술도 디지털적인 형태로 대체되어 가고 있다.

이제 디지털과 레이저 그리고 과학과 기술의 발전은 우리의 상상력의 한계를 무한의 영역으로 확장했다. 그뿐만 아니라 미학의 영역이 새로이 변화되고 있다. 이들의 가치가 사회 문화를 변화시키고 있으며 새로운 사회의 지평을 열고 있다.

이제 예술 활동, 과학과 기술 그리고 이를 통한 소통과 형상화가 매우 중요한 사회가 되었다.

5. 우리는 생각을 언어로 표현하려는데 너무 애를 쓴다

우리는 아름다움을 어떻게 느끼는 것일까? 첫째는 물리적 성질 즉, 색·소리·몸짓 및 복잡한 물리적 반응 등을 지각하는 일이며, 둘째는 이러한 지각 쾌감을 주는 모양과 패턴으로 배열하는 일이다. 셋째는 이러한 지각의 배열을 자신의 정서나 감정의 어떤 상태와 일치시킬 때 아름다움을 느낀다. 이때 우리는 정서나 감정이 표현되었다고 한다. 그렇기에 예술은 표현이며 표현은 예술에 있어서 기본적인 창조적 행위이다.

음악을 과학처럼 정확하고 구체적이며 실험적으로 입증 가능한 어떤 것이라고 말하기는 곤란하다. 그럼에도 우리의 사고하는 습관은 생각을 언어로 표현하려는데 너무 애를 쓴다.

많은 예술가들은 과학에 흥미가 있었고, 과학자들은 예술에 관심이 있었다. 그렇다고 예술가가 과학자가 되거나 과학자가 예술가가 되는 것은 쉽지 않다. 그럼에도 이 둘 사이에 공통점은 있다. 최초의 노벨 화학상 수상자인 네덜란드의 화학자 야곱 반 트호프(Jacob van t' Hoff)는 “가장 혁신적인 과학자들은 언제나 미술가, 음악가이거나 시인이다.”라고 말했다. 항상 그런 것은 아니지만 이들 사이에 나타나는 공통적인 창조성은 전통적으로 양립할 수 없는 형태의 경험을 통합하는 능력에 있는 것 같다.

그런데 일부의 음악가들은 미적인 면을 먼저 고려하기 전에 규칙과 방법을 더욱 중요하게 여기기도 한다. 음악의 아버지라는 바흐(Bach, 1685~1750)는 자신을 수학적 정형성과 규칙을 가지고 작곡을 하는 장인이라고 생각했다. 바흐에게 있어서 아

름다움이 음악의 유일한 목표는 아니었던 듯 보인다. 이고르 스트라빈스키(1882~1971)에게 있어서 음악가는 음높이와 재료로 표현하는 장인이었다. 그는 마치 목수가 나무로, 조각가가 돌로 표현하는 것처럼 음악을 지극히 힘들고 구조화 된 것으로 생각했다.

음악의 구조가 과학자들의 관심을 끄는 데는 이유가 있다. 자연이나 사물의 현상에서 나타나는 것처럼 형식과 조직, 질서와 대칭, 예측가능성과 불규칙성 등의 많은 구조적 개념은 수많은 과학적 이론에서 수학적으로 표현된다. 따라서 음악을 이해하는 데에도 과학이 기여할 것이라는 기대를 품을 수 있다.

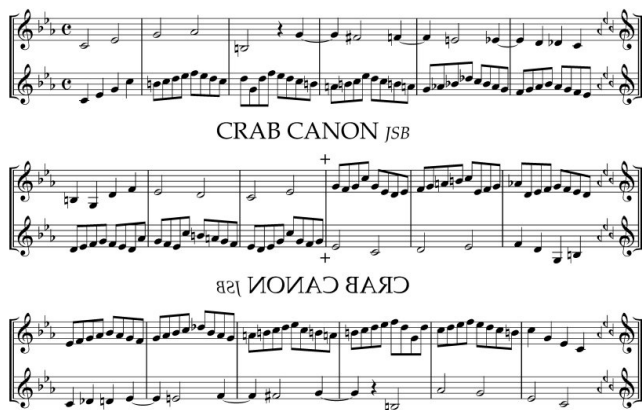
6. 대칭성은 과학과 음악에서 탐험의 대상

악보는 음악을 이해하는데 유용한 기본 지침서라 할 수 있다. 악보에는 악곡을 이해하고 설득력 있는 연주를 할 수 있도록 중요한 음악적 정보들이 담겨져 있다.

음악가들은 시간 속에서 음들의 변화를 악보에 표현한다. 대개의 사람들은 음악에서는 거울상의 대칭이 아무런 역할을 하지 않을 것으로 생각한다. 그럼에도 불구하고 작곡가들은 음악의 시작과 끝을 악보 상에 같이 그려 넣어 시간의 화살이 역행하도록 표현하기도 한다. 때로는 악보 상의 위와 아래, 왼쪽과 오른쪽 대칭적 구조를 통한 음악의 재미있는 시도를 즐기기도 하였다. 음의 고저를 거울상으로 상하, 좌우로 역전 시키는 방법이다. 거울 속의 악보를 보고 연주하면 음의 고저가 바뀐 음의 소리를 듣게 될 것이다.

모차르트와 바흐는 음의 높낮이와 앞뒤가 모두 뒤 바뀌어 멜로디가 중첩된 카논을 장난기 섞인 듯이 작곡하기도 했다. 즉 제 2멜로디는 제 1멜로디의 음의 높이를 거꾸로 뒤집은 다음 뒤에서 앞으로 적어 놓은 것이다. 사실 이 곡을 연주하는 데에는 하나의 악보로도 충분했다. 한 사람은 악보를 바로 보고 연주하고 또 한 사람은 악보를 거꾸로 들고 읽어 가면 되기 때문이다.

대칭성은 음악에서 뿐만 아니라 우리의 일상에서 무의식적으로 인식되고 활용되는 기본 개념이다. 과학의 모든 분야에서 대칭성에 관한 관심은 매우 높다. 좌우 대칭의 의미와 그것이 현대 물리학과 화학 그리고 생물학의 역사에서 어떤 신비한 역



바흐의 “크래브 카논(Crab Canon : 역행 카논)”. 후속 성부가 선행 성부의 말미에서 처음 쪽으로 거꾸로 모방하고 있다.

할을 했는지는 현대 과학의 업적들이 말해주고 있다. 자연계의 좌우 대칭과 비대칭성이라는 탐구는 많은 과학자들의 탐험의 대상이 되고 있다. 또한 강력한 대칭의 법칙에 지배되는 조화진자들의 집합으로 원자를 보는 양자역학의 근본에는 음악적인 시각이 연관되어 있다 할 것이다.

음악의 기본 요소로서 질서와 대칭성의 존재는 음악에 뚜렷한 수학적 양상을 부여한다. “수학은 마음의 음악이요 음악은 영혼의 수학이다”라고 했다. 중세의 학자들이 산수, 기하, 천문학과 음악을 동물로 취급하여 교과과정을 구성하였음은 우연이 아니다. 이러한 문화적 유산은 여러 영역에서 음악적 개념을 도입한 표현을 하기도 하였다. 수적 개념, 진동, 질서, 조화, 대칭간의 매우 긴밀한 관계는 피타고라스에서 요한 케플러(Johannes Kepler ; 1571-1630)와 그의 위대한 음악적 명작인 세밀한 태양계 그림에 이르러 두드러졌다.

과학자들은 일반적으로 아름다운 것을 선호한다. 하지만 과학자들은 단순한 사실의 축적이 과학이 아니라는 사실도 알고 있다. 과학자들은 정연하고 균형 있는 구조의 미를 인식하고 이들을 과학적 사실로 성립시킨다.

7. 엉뚱한 것이 섞이면 재미있어진다

우리의 신체에 전달되는 정보량은 그 신호의 불확실성이 증가할 때 높아지며 이는 놀라움으로 표현된다. 음악이 흥미로운

것은 이런 불확실한 정보량이 많아질 때 놀라움이 증가되기 때문이다. 선율의 어떤 음이 놀라움을 나타냈다면 그 소리는 많은 정보를 우리에게 요구하고 전달한다. 다분히 예측 가능한 음이라면 다소 정보량이 적어지고 지루해 질 수 있다. 이런 음들은 자장가와 같은 노래에 적합할 것이다. 우리는 음에 대한 정보를 예측 가능성 즉, 음악에서의 문맥, 선행하는 구조의 양, 구조가 유지되는 명확성 등을 통해 음의 정보내용을 결정할 것이다. 그러므로 구조가 전혀 없는 음악, 그 경로를 불규칙한 선택에 맡기는 우연성의 음악은 극히 높은 양의 새로운 정보로 마음에 충격을 준다. 그러나 우리는 유입되는 정보를 적절한 비율로 처리할 수 있다. 이 속도를 크게 초과할 때면 편하지 않은 상태가 된다. 아마도 일부 전위 음악들이 소수의 매니아 층만을 형성하고 있는 것도 이런 이유일지 모른다. 반대로 지나치게 예측 가능한 음악은 낮은 정보의 양을 가진다. 이 정보는 계속해서 마음에 담아두지 못하므로 지루하게 된다. 자장가를 들을 때 쉽게 잠에 드는 이유도 이런 이유에서 일 것이다.

우리가 좋아하는 곡들은 작곡가들이 감상자의 관심을 사로잡을 만한 정도의 정보 유입률과 예측 가능한 구조와 유쾌한 놀람 사이의 적절한 균형을 꾀했을 것이다.

과학에서 ‘카오스’와 ‘불확정성’이론이 지식 자체에 내재하는 한계를 제시하고 있듯이 과학은 더 이상 절대적 진리 탐구와 동의어가 아니다.

음악은 반드시 고도로 구조화 되어야 하는가? 만약 진동이 매우 불규칙하다면 ‘지지지--zzz--zzz’하는 잡음만이 들릴 것이다. 상당히 규칙적인 진동에서만 명확한 피치감이 있는 음들이 얻어지고 이들의 조화를 통해 음악을 만든다. 보편적으로 우리들 마음 역시 상당히 질서를 원하는 것으로 보인다. 일부 20세기 작곡가들은 불규칙하게 움직이는 음들을 선택하여 음악적 가능성을 타진하였다. 그러나 그러한 행위들은 매우 소수의 사람들에게만 흥미를 유발할 뿐이었다. 이는 우리가 어떤 음악에 귀를 기울이는 데는 커다란 구조 속에서의 질서 있는 구조가 작품의 아름다움을 보여준다는 믿음을 가지고 있기 때문이다.

하지만 우리의 정신이 질서 있고 대칭적인 음악의 구조를 인식해야 하는 이유에 대해서는 아직 분명하게 설명하기가 쉽지

않다. 정보이론에서는 예측 가능성으로 그 답을 찾으려 한다.

이 말은 어떤 신호(단어, 몸짓, 화음)가 전달하는 정보량은 그 신호가 우리에게 도착했을 때 해결할 수 있는 불확실성의 양에 의해 또는 그것이 일으킬 수 있는 흥분이나 놀라움의 양에 의해 주어진다. 것이다.

예를 들어 일정하거나 규칙적인 선율 가운데 이외의 음이 주어진다. 주어진 음은 놀라움으로 표현되고 그 이외의 정보를 파악하기 위한 정보의 양이 급증하게 된다. 그러나 모든 음들이 예측가능하다면 음의 정보 내용을 결정하는 것은 문맥, 선행하는 구조, 구조가 유지되는 명확성에 의해 정해진다.

8. 통합교육프로그램으로 소통하자

과학 또는 예술, 그 자체의 교육은 중요하다. 그리고 예술을 통한 교육은 다른 학습의 접근 방법과 교육 매체로도 중요하다. 예술 행위는 사고와 감정을 자극하는 우리의 의식 발전에 기여하는 핵심적인 도구이다. 과학교육에서도 예술교육이 필요한 이유는 청소년들이 예술 언어를 창출하고, 감성적 인지 능력 발달에 기여하기 때문이다. 과학도 예술의 영역에서처럼 소통과 감성적 활동이 필요하다.

과학과 예술의 통합교육 프로그램은 새로운 사회가 필요로 하는 시대정신과도 연관되어 있다. 이 새로운 사고의 틀은 시간의 역사 속에서 지속되어 왔던 사고의 단층적인 변화를 의미한다.

이제 사회는 디지털 사회로 변화되었다. 변화된 사회에서는 다른 영역 간의 ‘다름’을 인정하고 그들과 ‘소통’하는 능력과 ‘융합’하는 기술이 매우 중요하게 되었다. 서로를 이해함으로써 보다 창의적인 발상이 가능한 시대가 되었기 때문이다. 예술에서의 감성적 직관이나 시각화는 과학에서 회복해야 할 상상력과 창의성의 원천이 될 것이다.

예술을 통한 통합교육프로그램은 창의적인 생각의 융합으로 새로운 생각을 창출할 수 있을 것이다.

- 과학의 발견으로 이루어지는 신기술을 수업에서 활용함으로써 조형예술, 디자인, 문학, 음악, 춤과 연극의 영역에서

새로운 표현 가능성을 열 수 있다.

- 매체를 통한 과학과 예술의 통합 교육을 통해 서로의 ‘다름’을 인정하고 서로의 창의적인 생각의 융합으로 새로운 생각을 창출할 수 있다.
- 예술을 통한 미적 활동이 학생들의 지각, 인지, 인식능력과 학습을 위한 새로운 감각 훈련과 지각능력을 촉진시킬 수 있다.
- 학생들의 인지 구조와 사고의 시각화 과정, 그리고 인식을 위한 전달 과정에 새로운 형식을 도입하고 발전시킬 수 있다.
- 융합과 통합을 통한 교육을 통해 모든 교과 지식들을 서로 연결시키려는 ‘열린 마음’을 형성할 수 있다.
- 학습의 새로운 경험들이 모든 교과의 교수학습 방법의 새로운 변화를 촉진시키고 적용할 수 있다.

9. 마무리 글

음악은 모든 문화에서 없어서는 안 될 요소이다. 음악은 의사소통의 방법으로, 놀이나 일을 할 때 흥을 돋우거나, 종교 의식이나 또는 단순히 오락용으로 사람들의 일상과 함께 해왔다. 그 음악 속에 과학도 함께 있었다. 과학자들도 음악을 즐긴다. 때로는 과학적 사실을 음악적 요소로서 파악하기도 한다.

과학 속의 음악은 단순히 과학에서 음악적인 것이 있다는 것이 아니다. 우리는 자연에서 현상의 규칙성이 음악적 기법에 의해 암시되고 표현되고 있음을 보고 듣고 있는 것이다. 과학자들은 보이지 않는 것을 볼 수 있는 눈으로, 들리지 않는 것을 들을 수 있는 귀로, 생각할 수 없는 것을 생각 할 수 있는 지혜로 자연을 탐구하고 있다. 과학에서 논리적 설명이나 실험적 검증만을 강조하는 것은 자연을 이해하고자 하는 과학을 매우 협소하게 만드는 일이 될 것이다.

이제 과학 분야에서도 예술과 음악 활동에서 발휘되는 상상력과 직관, 감수성과 시각화 등의 창의적인 생각을 키워나가자. 과학에 상상하는 즐거움과 아름다움을 가득 채워 모두가 과학과 친해지고 즐길 수 있도록 하자.

참고문헌

D. E. Hall, 박관우안정모 역, 음악을 위한 음향학, (1995) 삼호출판사
 루돌프 아르하임, 오용록 역, 엔트로피와 예술, (1996) 전파과학사
 마커스 드 사토이, 고종숙 역, 소수의음악, (2007) 승산
 에드워드 로스스타인, 장석훈 역, 수학과 음악, (2002) 경문사
 엘리안 스트로스베리, 김승윤 역, 예술과 과학, (2002) 을유문화사
 H. 리드, 윤일주 역, 예술이란 무엇인가, (2002) 을유문화사

