



고양이 (Feliscatus) : 고양이와 할머니

과학사에서 고양이는 생물학이 아니라 물리학에서 더 사랑받는다. 물리학자 슈뢰딩거가 고안한 '슈뢰딩거의 고양이'는 일종의 사고실험으로, 양자역학의 불완전함을 보여주는 은유다. 이 사고실험에서는 양자역학적 법칙에 의해 확률적으로만 계산되는 미시적 사건이 거시적 세계에 영향을 미칠 때 일어나는 모순이 드러난다. 슈뢰딩거가 왜 하필 고양이를 예로 들었는지 알 수는 없다. 아마도 상자 안에서 죽었는지 살았는지 알 수 없도록 아주 조용히 앉아 있을 수 있는 동물로 슈뢰딩거에게 떠오른 것이 고양이였던 모양이다.

고양이의 시대

고양이는 약 1만년 전 근동지방에서 가축화된 것으로 추정된다. 언제부터 생물학자들이 고양이를 모델생물로 사용했는지는 알 수 없다. 하지만 언젠가부터 신경생물학자들과 실험심리학자들에게 고양이는 중요한 실험도구가 되었다. 특히 인지과학이 태동하는 1980년대를 전후로 약 30~40년 간 고양이를 모델로 신경계의 구조와 기능, 시각 정보의 처리에 관한 혁명적인 연구들이 쏟아져 나왔던 것은 분명하다.

고양이가 가장 자주 이용되는 과학 분야는 시각신경생리학이다. 심리학과 생물학의 경계에 걸쳐 있는 이 분야는 '우리가 어떻게 보는가?' 혹은 '우리는 어떻게 할머니의 얼굴을 다른 사람의 얼굴과 구별할 수 있는가?'와 같은 철학의 오래된 주제를 과학적으로 탐구한다. 지난 수 십년

의 연구를 통해 시각신경생리학은 광학적으로 입력된 영상이 어떻게 뇌 속에서 전기적으로 변환되고, 이러한 전기신호의 처리에 관한 수 없이 많은 데이터를 축적해왔다. 철학자 데카르트와 '광학'을 집필하기도 했던 뉴턴까지 거슬러 올라가는 시각신경생리학의 전통에는 헬름홀츠를 비롯한 수 많은 물리학자들이 포진하고 있다.

현재는 인지신경과학이라는 이름으로 불리고 있지만, 과거에는 실험심리학으로, 때로는 신경생리학으로, 혹은 인지과학으로 불리기도 했고, 또한 컴퓨터과학자로부터 물리학자, 생물학자, 심리학자 등 다양한 배경을 가진 과학자들이 함께 하는 융합학문의 최전선에 위치하고 있기도 하다. 인간의 의식을 과학적으로 연구한다는 것이야말로 다학제 간 프로그램이 아니면 불가능한 일이기 때문이다.

스페리, 허블, 위젤의 고양이

1981년 노벨생리의학상은 토르첸 위젤(Torsten Wiesel), 데이빗 허블(David Hubel), 그리고 로저 스페리(Roger Sperry)에게 돌아갔다. 위젤과 허블은 '시각계의 정보처리 과정'을 발견한 공로로, 스페리는 '대뇌 반구의 기능적 구획화'를 밝힌 공로를 인정받았다. 로저 스페리는 '분리뇌(split brain)' 연구로 대중에게도 유명한 과학자다. 간질환자와 정상인을 대상으로 한 분리뇌 연구 혹은 좌뇌와 우뇌의 기능적 차이에 관한 문건엔 언제나 로저 스페리라는 이름이 등장한다.



글 김우재

미국 UCSF 박사후연구원
heterosis.kim@gmail.com

글쓴이는 연세대학교 생물학과 졸업 후 포항공대에서 석사·박사학위를 받았다. 현재 미국 UCSF에서 초파리 행동유전학을 연구하고 있다.

분리뇌 환자, 즉 중증의 간질 환자들 가운데 할 수 없이 뇌량을 절단한 환자들의 뇌는 좌뇌와 우뇌가 서로 소통할 수 없다. 이 환자들의 경우 오른쪽 망막에 전달된 정보와 왼쪽 망막에 전달된 정보가 서로 다른 방식으로 처리된다. 예를 들어 오른쪽 눈으로 전달된 자극은 언어반구가 있는 왼쪽 뇌로 전달되기 때문에 언어로 대답이 가능하지만, 왼쪽 눈으로 전달된 자극에 대해서는 인지는 하지만 대답은 할 수 없는 상태가 된다. 이런 방식으로 스페리와 그의 대학원생이었던 마이클 가자니가(Michael Gazzaniga)는 보기는 하지만 대답할 수는 없고 손으로 가리킬 수만 있는, 혹은 고르긴 하지만 이름을 말할 수는 없는 등의 의식상태가 존재한다는 것을 밝혔다. 이는 우리가 의식하지 못하는 지적 활동이 뇌 속에서 벌어지고 있으며, 이해하는 과정과 그것을 언어로 표현하는 과정이 분리되어 있음을 의미한다.

분리뇌 환자의 경우 좌뇌와 우뇌가 독립적으로 가진 기능을 연구할 수 있기 때문에, 흔히 로저 스페리는 좌뇌와 우뇌라는 대중적 통속심리학의 선구자로 거론되곤 한다. 이성적 좌뇌와 감성적 우뇌라는 잘못된 믿음이 미디어를 통해 견잡을 수 없이 확산된 것은 스페리와 가자니가의 연구결과가 너무나 선명하게 흥미로운 사실들을 전해주었기 때문이다. 하지만 좌뇌·우뇌 이론에 근거한 교육공학은 대부분 사기에 가깝다고 봐도 무방하다. 인간의 뇌는 그렇게 단순하지 않다. 자녀에게 좌뇌·우뇌 교육을 시키려는 부모님들은 스페리의 제자였던 가자니가의 '뇌로부터의 자유'부터 일독할 것을 권하고 싶다.

스페리의 분리뇌 연구의 단초를 제공한 실험이 바로 고양이였다. 영장류 연구소에서 활동하던 시절 그는 '양안 간 전이(interocular transfer)'라는 현상에 관심을 가지게 되었는데, 양안 간 전이란 한 쪽 눈으로만 어떤 정보를 학습했지만 다른 쪽 눈도 학습이 되는 현상을 말한다. 스페리는 양안 간 전이가 어떻게 일어나는지를 알아보기 위해 고양이의 뇌량을 절단했다. 뇌량을 절단한 고양이는 한 쪽 눈으로 삼각형과 사각형을 구분하는 학습을 다른 쪽 뇌로 전달하지 못했다. 이 실험이 스페리로 하여금 뇌량에 의해 연결되지 않는다면 좌뇌와 우뇌는 기능적으로 분리된다는 믿음을 갖게 했다.

의미있는 자극에만 반응하는 할머니 세포

스페리가 좌우반구의 기능적 분리를 발견했다면, 허블과 위젤은 시각 정보의 처리과정에서 각 신경세포들이 특정한 자극에 특수화되어 있다는 현상을 발견했다. 현재 인지신경과학의 기본적인 연구프로그램이 된 '기울기 선호(oriental selectivity)'란 시각피질의 각 세포들이 선호하는 빛과 선의 기울기가 세포에 따라서 다르다는 것이다. 이들은 기울기 선호성을 기초로, 시각의 과정에 대한 '위계 이론'을 제창했다. 즉, 망막으로부터 시각피질로 이어지는 각 단계의 세포들은 영상의

국부적인 특징들을 추출하고, 서로 연결되는 단계를 통해 추출된 정보들이 정교화된다는 것이다. '망막-외슬체-시각 피질'로 이어지는 각 조직에는 단순세포와 복합세포, 초복합세포들이 존재하고, 1차 시각영역으로부터 2차 시각영역으로 이동할 수록 더 복잡한 정보를 처리할 수 있는 위계가 형성된다.

이러한 위계이론을 확장하면 영장류 이상에 존재하는 고등시각영역에는 좀 더 복잡한 정보를 처리할 수 있는 세포의 존재 가능성이 열린다. 즉, 할머니에 부합하는 영상에만 반응하는 세포가 존재할 수도 있다는 뜻이다. 이를 '할머니 세포 가설'이라고 부른다. 실제로 원숭이의 고등 시각영역에는 '얼굴', '손' 등의 자극에만 반응하는 세포들이 존재하는 것으로 알려져 있다.

할머니 세포란 아주 특별하고 복잡하며 의미있는 자극에만 반응하는 신경세포를 뜻한다. 할머니 세포라는 말은 1970년대 신경과학 저널에서 농담처럼 번지다가 현재는 패턴 인식을 다루는 인지신경과학자들에게는 전문적인 용어로 정착했다. 이 용어를 처음 만든 인물은 제롬 레트빈(Jerome Lettvin)이라는 MIT의 인지신경과학자였는데, '지각과 지식의 생물학적 기반'이라는 강의에서 어머니를 인지하는 세포를 모두 잃은 한 신경외과 의사를 예로 들면서 할머니 세포라는 말이 유행하기 시작했다고 한다. 훗날 저지 코노스키(Jerzy Konorski)라는 과학자가 실제로 '식별 세포(gnostic cells)'라는 명칭으로 1967년 비슷한 아이디어를 이미 발표했음이 알려졌다. 할머니 세포와 위계이론을 둘러싼 논쟁은 여전히 진행 중이다.

고양이를 둘러싼 인지신경과학은 요즘 한국에서 유행하는 융합과 창조가 벌어지는 다학제 간 학문이다. 이를 반증이라도 하듯이, 이 분야에 몸담은 많은 학자들은 좁은 과학의 테두리를 넘어 철학과 윤리학으로 심심찮게 월경을 시도하기도 한다. 한국의 과학자들에게서는 찾아보기 힘든 경력이다. 학문의 특징 때문일까, 로저 스페리도 말년에는 자신의 뇌에 관한 연구를 바탕으로 과학과 가치관에 관한 다양한 저술에 매진했다. 그는 과학자로서 과학이 주는 가치를 잃지 않으면서 어떻게 우리가 과학이 발견한 사실들로 윤리적 사회를 구축할 수 있는지를 고민했다. 고양이 연구로 노벨상에 이른 과학자이자 말년의 철학자 스페리의 말로 마무리한다.

"우리들이 정신적, 지적 또는 영혼적인 실체들을 포함한 의식과 주관성을 새로이 인정한다는 것이 물질과 독립된 정신이나 영혼에 대해 과학이 문을 열어놓은 것을 뜻하는 것이 아님을 강조해야겠다. 새로운 거대정신적 미래관의 강점이며 그 새로운 전망은 사실 그 정반대편에 있다. 즉 그것은 우리들로 하여금 비과학적인 영역으로부터 우리들의 궁극적 가이드라인을 분리시켜 그에 따르는 사회적 가치관을 확립하며, 그것들을 지식과 진리의 보다 실재적인 영역 속에, 즉 과학과 경험적 확증이 일치되는 영역에 뿌리 내리도록 하는 것이다." ⑤⑦