

# 자동차

◈ 전문가에게 절대 기죽지 않는 자동차 마니아의 메커니즘 해설 ◈

# 구조 교과서

원리와  
도해로 이해하는  
자동차 3대  
메커니즘



아오야마 모토오 지음 | 김정환 옮김 | 임옥택 감수

How ◦ Your ◦ Car ◦ Works

보누스

# 자동차

How ◦ Your ◦ Car ◦ Works

# 구조 교과서

전문가에게 절대 기죽지 않는  
자동차 마니아의 메커니즘 해설

아오야마 모토오 지음 | 김정환 옮김 | 임옥택 감수



보너스

최근 젊은이들의 운전면허 취득률이 떨어지고 있다고 한다. 얼마 전까지만 해도 자동차는 데이트 필수 아이템으로 통했으며, 자동차를 모는 일 자체가 즐겁다는 젊은이도 많았다. 자동차가 없으면 여자 친구를 사귀기가 불가능하다는 말까지 있을 정도였다. 그러나 지금은 자동차 말고도 즐길 거리가 무궁무진하다. 애초에 도시에 살고 있으면 대중교통이 발달한 덕분에 자가용이 없어도 그다지 불편을 느끼지 않는다. 게다가 자동차는 유지비가 들어간다.

젊은이들이 자동차를 멀리하면서 자동차의 실용성이 주목받기 시작했다. 아이를 데리고 이동해야 하는 가족들이 자동차 소비 시장의 주류로 떠오르면서, 자동차를 실용성이라는 측면에서 바라보는 시각이 크게 형성된 것이다. 자동차 제조사는 판매가 최우선이므로 이동의 편리함과 실용성을 전면에 내세운 자동차를 상품 라인업에 가득 채워놓았고, 주행성이 장점인 자동차는 만들어도 팔리지 않기 때문에 점점 사라지고 있다.

그러나 고령화와 저출산, 인구 감소 때문에 자동차 제조사도 불안감을 느끼고 있다. 자동차에 흥미를 잃은 요즘 젊은이가 가정을 이루었을 때 과연 자동차를 구매할 것이냐는 질문에 그들은 선뜻 대답을 할 수가 없다. 그래서 몇몇 제조사는 자동차를 운전하는 일이 즐겁다는 사실을 젊은이들에게 알려주려고, 주행성이 뛰어난 자동차를 만들고 있다. 젊은 사람들이 그 차를 사고 있는지는 알 수 없지만 판매 성적은 좋다는 평이다.

그렇다. 자동차 자체를 좋아하는 사람은 아직도 있다. 주행이 즐거운 자동차를 타고 싶지만 가족을 위해 실용적인 자동차를 선택하는 사람도 있을 것이다. 수치만 놓고 보자면 적은 수일지도 모르지만, 그들이야말로 자동차를 진심으로 사랑하는 사람들이다. 그리고 이 책을 손에 든 여러분도 그런 사람들 중 한 명일 것이다.

이처럼 자동차를 진심으로 사랑하는 사람들을 위해, 이 책에서는 기초 중의 기초부터 자동차를 설명한다. 시중에는 자동차 메커니즘을 해설한 책이 많으며, 그 책들은 여러 가지 방법으로

자동차의 구조를 설명한다. 하지만 이 책은 구조를 설명하는 일에서 한발 더 나아가 '왜', '어떻게' 해석과 같은 원리부터 차근차근 설명한다.

이 책은 타이어가 회전하면 왜 자동차가 앞으로 나아가는지, 연료가 타면 왜 힘이 발생하는지 같은 이야기로 시작한다. 당연한 일이라고 생각할지 모르지만, 그 원리를 알면 자동차의 메커니즘을 더욱 깊게 이해할 수 있다. 예를 들어 왜 타이어의 회전을 늦추면 자동차가 감속하는지 그 원리를 알면 ABS의 역할을 쉽게 이해할 수 있다.

기본 원리를 이해하려면 아무래도 물리학을 동원해 설명해야 한다. 하지만 물리학이라고 해도 어려운 내용은 없다. 중학교에서 배우는 수준에 불과하다. 게다가 문과인 사람도 이해할 수 있도록 수식을 이용한 설명은 피했다.

최신 메커니즘의 구조나 원리는 많이 설명하지 않았다. 자동차에는 끊임없이 새로운 메커니즘이 탑재되고 있고, 제조사도 적극적으로 이 점을 홍보하지만 아무래도 책 한 권에 모두 담기에는 설명이 부실해질 수밖에 없기 때문이다. 하지만 자동차의 본질을 기초부터 이해한다면 최신 메커니즘의 구조와 원리를 가늠하는 게 쉬워질 것이다.

어쨌든, 일단 읽어보기 바란다. 읽기 어려운 책이 아니라는 사실을 금방 알 수 있을 것이다. 이 책을 여러분이 사랑하는 자동차를 좀 더 깊이 이해하는 기회로 삼기 바란다.

아오야마 모토오

머리말 ..... 4

Chapter 0

**자동차의 3대 요소**

차의 본질은 달리고, 멈추고, 방향을 바꾸는 것 ..... 12

Chapter 1

**자동차가 달리는 메커니즘**

마찰력과 구동력: 마찰이 발생하면 차는 전진한다 ..... 16

마찰력의 한계: 한계를 넘어서면 전진하지 못한다 ..... 18

힘과 가속도: 구동력이 발생되면 속도가 높아진다 ..... 20

관성과 주행저항: 자동차는 주행저항과 싸운다 ..... 22

운동 에너지: 자동차는 운동 에너지가 필요하다 ..... 24

위치 에너지: 비탈길에서는 위치 에너지의 영향을 받는다 ..... 26

경사와 마찰력: 노면에 경사가 있으면 구동력이 작아진다 ..... 28

주행저항: 주행저항이 달리는 자동차를 방해한다 ..... 30

열기관과 내연 기관: 엔진이 2단계로 에너지를 변환시킨다 ..... 32

엔진의 기본 구조: 피스톤과 실린더가 연소 공간을 만들어낸다 ..... 34

가솔린 엔진의 4행정 사이클: 가솔린 엔진은 4행정으로 작동한다 ..... 36

디젤 엔진의 4행정 사이클: 디젤 엔진은 4행정으로 작동한다 ..... 38

열효율: 연료의 에너지를 전부 이용할 수는 없다 ..... 40

엔진의 성능: 변속기 없는 자동차는 주행할 수 없다 ..... 42

• 토막 상식 1 로터리 엔진 ..... 44

## Chapter 2

# 엔진의 기본 메커니즘

크랭크 기구: 피스톤은 상하 왕복 운동을 회전 운동으로 변환한다	46
다기통화와 플라이휠: 연소·팽창 행정에서 운동 에너지가 발생한다	48
실린더 블록과 실린더 헤드: 금속으로 실린더를 만들고 피스톤을 넣는다	50
연소실과 배기량: 연소실에서 힘을 만들어낸다	52
기통 수와 실린더 배열: 기통 수가 많을수록 출력이 높아진다	54
주운동계: 힘을 발생시킬 때 주운동계가 작동한다	56
흡배기 밸브: 4행정에 맞춰 흡기와 배기를 조절한다	58
밸브 시스템: 크랭크축의 회전을 이용해 캠을 여닫는다	60
밸브 타이밍: 흡배기 밸브를 여닫는 타이밍에는 미묘한 오차가 있다	62
엔진 본체와 보조 기구: 엔진이 작동하려면 여러 가지 시스템이 필요하다	64
• 토막 상식 2 직렬 6기통 엔진	66

## Chapter 3

# 엔진을 작동시키는 메커니즘

흡기 장치: 엔진은 깨끗한 공기가 필요하다	68
스로틀 밸브: 가속 페달의 조작에 맞춰 흡기의 양을 조절한다	70
배기 장치: 원활한 배기가 정상적인 연소를 보장한다	72
촉매 변환기: 유해 물질을 무해한 물질로 바꾼다	74
머플러: 배기가스의 압력과 온도를 낮춘다	76
연료 공급 장치: 최적량의 연료를 최적의 타이밍에 분사한다	78
포트 분사와 연소실 내 분사: 연료는 미세한 무화 상태로 분사된다	80
점화 장치: 고압 전류의 방전으로 점화를 일으킨다	82
직접 점화 장치: 전류를 단속해 고압 전류를 만들어낸다	84
점화 플러그: 전극을 가늘고 뾰족한 모양으로 만든다	86
엔진 컨트롤 유닛: 여러 정보를 활용해 엔진 상태를 제어한다	88
• 토막 상식 3 초희박 연소	90

## Chapter 4

# 엔진을 보조하는 메커니즘

냉각 장치: 엔진이 너무 뜨거우면 정상적으로 작동하지 못한다	92
가압 냉각: 냉각액은 섭씨 100도가 넘어도 끓지 않는다	94
서모스탯: 엔진이 너무 식어도 안 좋은 점이 많다	96
윤활 장치: 엔진 내부의 부품이 원활히 움직일 수 있게 한다	98
엔진 오일: 윤활만이 전부가 아니다	100
시동 장치: 크랭크축을 회전시켜 시동을 건다	102
충전 장치: 시동과 전력 부족에 대비한다	104
배터리: 전기를 저장하거나 방출한다	106
과급기: 압축한 공기를 엔진에 보내서 성능을 올린다	108
• 토막 상식 4 오일과 플루이드	110

## Chapter 5

# 바퀴에 회전을 전달하는 메커니즘

동력 전달 장치: 앞바퀴 또는 뒷바퀴로 구동하는 방식이 있다	112
기어와 풀리와 변속: 변속으로 회전수와 토크를 바꾼다	114
변속기: 수동 조작의 유무와 변속 단계에 따라 분류한다	116
수동 변속기: 변속비가 다른 기어의 조합 중에서 필요한 것을 선택한다	118
클러치: 마찰을 이용해 회전하는 축과 축을 매끄럽게 연결한다	120
토크 컨버터 1: 회전을 전달하고 토크를 증폭시킨다	122
토크 컨버터 2: 클리핑으로 초저속 주행을 한다	124
유압 기구: 액체의 압력을 이용해 기계를 작동시킨다	126
유성기어: 자동 변속기에서 변속을 담당한다	128
자동 변속기: TCU의 지시로 주행 상황에 맞춰 변속한다	130
CVT: 풀리의 폭을 변화시켜 변속한다	132
디퍼렌셜 기어: 커브를 돌 때는 좌우 바퀴의 회전 속도가 달라진다	134

디퍼렌셜 기어와 파이널 기어: 좌우 저항의 크기에 맞춰 회전을 분배한다	136
차동 제한 장치: 디퍼렌셜 기어의 악점을 해결한다	138
축과 조인트: 위치 관계가 변해도 축으로 회전을 전달할 수 있다	140
사륜구동: 4WD의 매력은 험로 주파만이 아니다	142
풀타임 4WD: 앞바퀴와 뒷바퀴의 회전 속도 차이를 흡수한다	144
스탠바이 4WD: 자동으로 2WD에서 4WD로 전환된다	146
• 토막 상식 5 트로이달 CVT	148

## Chapter 6

# 자동차를 멈추거나 방향을 바꾸는 메커니즘

제동력과 마찰력: 마찰력의 반력으로 자동차를 감속시킨다	150
풋 브레이크: 페달에 실린 힘을 브레이크 본체에 전달한다	152
디스크 브레이크: 원판이 마찰열을 발생시켜 속도를 줄인다	154
드럼 브레이크: 원통의 안쪽을 마찰재로 눌러 속도를 줄인다	156
배력 장치: 브레이크 페달을 밟는 힘을 보조한다	158
ABS: 마찰력의 한계를 넘지 않도록 제어한다	160
파킹 브레이크: 갈고리를 걸어 브레이크의 작동 상태를 유지한다	162
원심력과 구심력: 커브를 돌기 위해서는 원심력에 대응해야 한다	164
코너링 포스와 마찰력: 타이어의 마찰과 변형이 구심력을 만들어낸다	166
조향 장치: 타이어가 향하려 하는 방향을 바꾼다	168
파워 스티어링 시스템: 유압이나 모터의 힘으로 핸들 조작을 보조한다	170
• 토막 상식 6 엔진 브레이크	172

## Chapter 7

# 바퀴와 바퀴를 지탱하는 메커니즘

서스펜션 시스템: 타이어의 접지를 확보해서 안정한 주행을 한다	174
자동차의 움직임: 관성력이나 원심력이 자동차를 기울이는 힘으로 작용한다	176



스프링: 동작 제어를 통해 서스펜션으로 활용한다	178
쇼크 업소버: 오일이 작은 구멍을 통과할 때의 저항으로 진동을 흡수한다	180
차축 현가식 서스펜션: 어떤 부분을 지탱하느냐에 따라 바퀴의 움직임이 달라진다	182
독립 현가식 서스펜션: 사용하는 암의 수에 따라 서스펜션의 성능이 달라진다	184
타이어: 부분별로 다른 성질의 고무를 사용한다	186
트레드 패턴: 타이어와 노면 사이에 들어간 물을 흡을 이용해 원활히 배출한다	188
편평률: 높이와 폭의 비율에 따라 타이어의 성격이 변한다	190
공기압: 내부 공기의 압력이 변하면 타이어의 성능이 달라진다	192
휠: 타이어에 확실히 회전을 전달한다	194
스프링 하중량: 휠이나 타이어가 가벼울수록 주행이 경쾌해진다	196
• 토막 상식 7 펌핑 브레이크	198

## Chapter 8

# 전기 자동차와 하이브리드 자동차

전기 자동차: 엔진이 아닌 모터의 힘으로 주행한다	200
영구 자석형 동기 모터: 교류가 만들어낸 자기장 안에서 영구 자석이 회전한다	202
회생 제동: 버린 에너지를 회수해 낭비를 줄인다	204
2차 전지 전기 자동차: 전지의 용량을 키울수록 항속 거리를 늘릴 수 있다	206
연료 전지 전기 자동차: 수소와 산소로 전기를 만들어 주행한다	208
하이브리드 자동차: 두 종류의 동력원을 이용해 주행한다	210
병렬식 하이브리드: 회생 제동의 에너지를 이용해 모터로 엔진을 보조한다	212
동력 분기식 하이브리드: 양쪽 동력원을 효율적으로 사용해 주행한다	214
참고 문헌	216
찾아보기	218