



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

# AI 가 바꾸는 자동차의 미래

-자동차 산업을 향한 경종과 기대

(『AI が変えるクルマの未来

—自動車産業への警鐘と期待』 翻譯論文)

濟州大學校 通譯翻譯大學院

韓日科

李 宴 宇

2019 年 8 月

# AI가 바꾸는 자동차의 미래

-자동차 산업을 향한 경종과 기대

(『AIが変えるクルマの未来

—自動車産業への警鐘と期待』 翻譯論文)

指導教授 李 禮 安

李 宴 宇

이 論文을 通譯翻譯學 碩士學位 論文으로 提出함

2019年 7月

李宴宇의 通譯翻譯學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長\_\_\_\_\_①

委 員\_\_\_\_\_①

委 員\_\_\_\_\_①

濟州大學校 通譯翻譯大學院

2019年 7月

## 역자 서문

인공지능을 당장 포털사이트에서 검색해보면 다양한 분야에서 뉴스가 쏟아진다. 의료, 금융, 환경, 스포츠, 복지……. 해당되지 않는 분야를 찾기가 어려울 정도다. 여러 정보를 접하다 보면 인공지능 기술의 폭이 매우 넓어 생각보다 머나먼 미래의 기술이 아닌 지금 현실에서도 쉽게 접할 수 있는 기술이라고 느끼게 된다.

그리고 공유경제가 트렌드인 요즘은 여행을 한 번 다니는 사이에 숙박, 교통, 관광 상품을 통해 여러 공유 플랫폼을 경험한다. 사용자 입장에서는 스마트폰 하나로 플랫폼을 통해 몇 분 안에 간단히 예약하고 서비스를 이용하지만 플랫폼 하나에는 다양한 분야의 기업이 협력하여 만들어낸 기술과 서비스가 담겨있다. 인공지능 기술은 여러 산업 분야를 연계해 새로운 산업을 창출해내는 능력도 갖고 있다.

이 책 역시 자동차 산업을 주제로 내걸고 있지만 인공지능 기술을 접목해 만드는 차세대 자동차만 분석하는 책이 아니다. 차세대 자동차가 발전하면서 요구 받게 될 수많은 기술과 서비스는 자동차 기업 하나가 오롯이 제공할 수 없다. 앞으로 기업 간 협력 형태도 더 다양해지고 그에 따라 소비자의 요구를 충족하는 서비스 제공 방식도 다변화될 것이다. 이 책은 이러한 산업의 변화 흐름 속에서 세계 우수 기업들이 어떻게 대응하고 있는지를 분석하고 미래의 산업구조를 예측한다.

결국 이 책은 자동차 산업을 통해 인공지능 기술의 발전이 불러오는 경제와 산업의 변화를 설명한다. 생산자의 입장에서, 그리고 소비자의 입장에서 어떠한 자세로 이러한 변화에 대응해가면 좋을지 여러 갈래로 제안한다. 자동차 산업의 변화 흐름을 통해 인공지능이 우리의 미래에 미칠 영향을 파악하는데 이 책이 조금이나마 도움이 되기를 바란다.

끝으로 이 번역 논문이 나오기까지 진심 어린 지도와 조언을 아끼지 않고 해주신 교수님들을 비롯한 선생님들, 그리고 곁에서 변함없이 버팀목이 되어준 가족들과 늘 응원을 보내준 동료들에게 진심으로 감사드린다.

## 국문 초록

이 책은 자동차 산업에 인공지능 기술이 미치는 영향을 정리하고 기술적 측면, 제도적 측면 등 다양한 측면에서 바라보는 자동차 산업의 변혁 과정을 제시하고 있다. 여러 갈래의 예측을 통해 점차 분야를 넓혀가는 자동차 산업의 구조가 어떻게 변화하고 발전을 꾀하는지 알 수 있다.

서장에서는 인공지능 기술의 개념과 발전 역사를 설명하면서 각종 분야에서 어떻게 활용되고 있는지를 간단히 소개한다. 여러 분야의 사례를 통해 인공지능 기술을 바라보는 관점을 다양하게 제시하면서 이 책에서 얘기하고자 하는 자동차 산업의 발전 방향을 분석하는 토대를 마련한다.

제1장에서는 일본을 비롯한 세계 자동차 산업의 구조와 현황을 설명한다. 자동차 산업구조의 발전 흐름과 문제점을 살펴보며 미래 자동차 산업의 구조 변화를 예측한다. 제조공정 방식의 변화 사례와 타 분야 기업의 자동차 산업 진출 사례 등도 제시한다.

제2장에서는 차세대 자동차 연구를 진행하게 된 배경과 사회에 도입하는 데 앞서 해결해야 할 여러 관문을 소개한다. 또한 차세대 자동차가 주류가 될 미래 자동차 산업의 구조적 특징과 세계 IT기업들의 연구 사례를 통해 일본 자동차 산업의 미래를 예측한다.

#### 일러두기

- 본 논문의 번역 대상인 원서의 주석은 위첨자로 표시하였고 그 내용은 마지막 페이지에 정리하여 작성하였다.
- 역주는 괄호와 함께 본문에 작성하였다.
- 외국어 고유명사(인명, 기관명, 기업명 등)는 국립국어원의 외래어 표기 규정을 따라 표기하였다. 단, 기업명의 경우 국내에 법인으로 등록된 명칭을 우선하여 표기하였다.
- 책 제목은 겹낫표(『』), 논문 및 보고서 제목은 홑낫표(「」), 영화 제목은 겹화살괄호(《》)를 사용하여 표기하였다.

## 목차

역자 서문	
국문 초록	
들어가며 .....	8
서장. AI가 게임을 바꾼다.....	10
1. 사회에 침투하는 AI.....	10
2. AI의 정의와 역사.....	12
3. 세 가지 키워드.....	13
4. 제4차 산업혁명과 Society 5.0.....	16
5. AI가 일자리를 빼앗을까?.....	17
6. AI가 경제성장을 촉진할까? .....	20
7. 싱글래리티란?.....	22
제1장. 격변하는 자동차 산업—AI와 모듈화.....	25
1. 일본경제에 미치는 영향 .....	25
2. AI가 ‘모듈화’를 촉진한다.....	27
3. 철도화되는 자동차.....	30
4. 새로운 플레이어의 참여 .....	30
5. 부품 업체의 역전극이 시작되다 .....	34
[칼럼] 하이웨이 트레인 구상 .....	37
제2장. 자율주행—제조에서 서비스로 .....	39
1. 변화하는 차세대 자동차 선택 기준 .....	39
2. 기술·안전·법률·윤리—현황 과제.....	41
3. AI 기술만으로는 자율주행 자동차를 만들 수 없다.....	42
4. 내제화의 한계—수직통합형에서 수평연계형으로.....	45
5. 도입까지의 과정—개발도상국부터 시작한다.....	47
6. 스마트폰 혁명으로 벌어진 일—하드웨어와 소프트웨어의 역전.....	48
[칼럼] ‘계열’의 미래.....	52
주석.....	55

참고문헌

日本語抄録



## 들어가며

독자 여러분께서 우선 크리스텐슨(Clayton Christensen)이 주창한 ‘혁신기업의 딜레마(The Innovator's Dilemma)’<sup>(주1)</sup>라는 개념을 떠올려 주기를 바란다.

‘혁신기업의 딜레마’란 우수한 특징을 지닌 제품을 파는 ‘거대 기업’이 그 특징을 개량하는 데에만 눈이 팔려 고객의 다른 수요는 살피지 않다가, 해당 제품보다 뒤떨어지지만 새로운 특징을 지닌 제품을 팔기 시작한 ‘신생 기업의 등장에 힘을 잃는’ 현상을 말한다. 우량 기업은 고객의 요구에 맞춰 기존 제품을 개량해 나가고 수요가 없는 아이디어는 배제해버린다.

현재 자동차 산업에서는 급격한 구조변화가 일어나고 있다. AI, IoT를 활용한 자율주행 자동차나 커넥티드 카가 주목받으며 이와 밀접한 전기 자동차가 각광받고 있다. 차량 공유와 같은 동향은 자동차를 소유물의 개념에서 이용물로 바꾸고 있다.

2016년 파리 모터쇼에서 독일 다임러의 CEO인 디터 체체(Dieter Zetsche)는 이런 동향을 ‘CASE’라 칭하며 자동차의 미래 트렌드를 네 가지 요소로 정리했다.

C(Connected)	커넥티드 카
A(Autonomous)	자율주행 자동차
S(Sharing)	차량 공유
E(Electric)	전기 자동차

다임러 미래 전략의 핵심으로 내건 이 트렌드는 예전부터 가솔린 자동차(하이브리드 자동차 포함)로 주역을 맡아온 ‘거대 기업’이 ‘신생 기업의 등장에 힘을 잃는’ 사태를 예감케 한다.

자동차 산업의 ‘거대 기업’으로는 자동차 제조사인 토요타, 닛산, 폭스바겐, 제너럴 모터스 등이 있다. 그리고 ‘신생 기업’은 구글, 테슬라, 보쉬, 콘티넨탈,

텐소를 꼽을 수 있으며 이 밖에 우버 테크놀로지스와 다이슨도 있다.

이런 상황 속에서 ‘거대 기업’은 재빠르게 변화를 피하고 있다. ‘신흥 기업’ 역시 속도를 내며 움직이기 시작했다. 승패를 선불리 예측할 순 없으나 확신할 수 있는 점은 자동차 산업의 산업구조는 물론 고용구조에도 큰 변화가 일어난다는 점이다.

이 책은 이처럼 달라져 가는 자동차 산업의 변혁 과정을 꼼꼼히 정리하고 미래 방향성을 제시하는 데 목적을 둔다. 각 장은 테마별로 완결 지었기에 관심 있는 장부터 읽어보아도 좋다.

이미 AI의 전체 흐름을 파악하고 있다면 서장은 넘어가도 된다. 자동차 산업의 현황과 문제점을 앞서 인지하고 있다면 이를 정리한 1장을 넘기고 2장부터 읽어도 괜찮다. 이와 달리 공유경제가 자동차 산업에 미칠 영향이 궁금한 독자라면 4장을 정독해주기를 바란다. 제4차 산업혁명으로 자동차 산업에 생길 제약을 알고 싶다면 5장을 추천한다.

다른 산업도 물론 제4차 산업혁명의 중심에 있지만, 자동차 산업만큼 크게 영향을 받는 산업은 없지 않을까? 앞으로 10년 동안 자동차 산업의 산업구조와 고용구조는 분명히 변화한다. 이 책이 그러한 변화에 대비하는 데 도움이 되길 바란다.

## 서장. AI가 게임을 바꾼다

### 1. 사회에 침투하는 AI

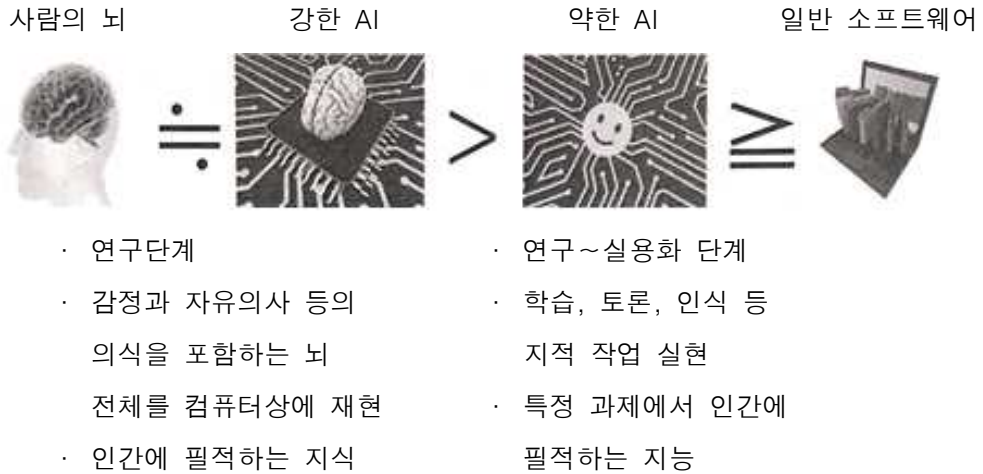
최근 신문에서 AI(인공지능: Artificial Intelligence)라는 단어를 매일 접한다. 이토록 주목받고 있는 AI란 과연 무엇일까? 이해를 돕고자 먼저 일본 기업 사례 세 가지를 제시하겠다.

- ①택배 회사(야마토 홀딩스)가 택배 문의 등의 고객 서비스와 효율적인 운송 경로 구축에 AI를 쓰기 시작했다.
- ②백화점(미쓰코시 이세탄)이 딥러닝(심층학습)이라는 AI 기술을 사용하여 고객의 취향(센스)을 파악해 그에 맞는 상품을 제안하게 되었다.
- ③철도 회사(동일본여객철도[JR동일본])가 AI 기술을 이용해 콜센터로 쏟아지는 질문에 적절한 답변을 작성하고, 온라인으로 접수된 수많은 의견과 요청을 집약하고 분석해 서비스 향상을 꾀하기 시작했다.

세 사례 모두 AI 활용사례이지만 ‘빅데이터’ 분석 사례라고도 할 수 있다. 컴퓨터 능력이 향상되면서 대량의 데이터 축적이 쉬워진 덕분에 진화한 해석 기술의 산물이다. 게다가 이번 AI 열풍에 박차를 가한 ‘딥러닝(심층학습)’의 공헌도 크다. 특히 이번 열풍에서는 국민과 밀접한 분야(서비스업 등)까지 AI 기술을 적용하고 있다는 점에 주목해야 한다.

이러한 사례는 이른바 ‘약한 AI’의 사회 침투 현상이다. 일본의 KDDI 종합연구소는 “AI를 실현하려는 목적은 크게 두 가지다. 뇌 기능 전체를 컴퓨터상에 재현하려는 목적과 인간의 특정 지적 활동을 컴퓨터로 대체하려는 목적이다.”라고 밝혔다<sup>(주1)</sup>.(그림1) 전자가 ‘강한 AI’, 후자가 ‘약한 AI’를 말한다. 앞서 나온 세 가지 사례를 포함해 ‘약한 AI’가 실생활에 빠르게 적용되고 있다.

그림1 사람의 뇌와 AI의 범용성과의 비교



(출처) 일본 KDDI 종합연구소[2014]에서 인용함

한편 오늘날 AI 열풍의 근원인 ‘딥러닝’의 발전과 함께 ‘약한 AI’뿐만 아니라 ‘강한 AI’ 개발을 목표로 하는 해외기업들의 행보가 바빠지고 있다.

예컨대 미국의 구글은 자사가 보유하지 않은 기술을 M&A(인수합병)를 통해 보완하는 행보로 유명한데, 2014년 1월에 AI를 개발하는 영국의 벤처기업인 딥마인드 테크놀로지스를 인수했다. 또한 미국의 페이스북 역시 2013년 12월에 미국 뉴욕대학의 저명한 AI 연구자인 얀 러쿤(Yann LeCun) 교수를 대표로 선임한 AI 연구소를 설치했다. 2017년 5월에는 중국의 온라인 검색 엔진 대기업인 바이두도 미국 스탠퍼드대학 AI 연구팀의 리더인 앤드루 응(Andrew Ng)을 책임자로 선임한 AI 연구를 실리콘밸리에 개설했다<sup>(92)</sup>.

더 나아가 이 분위기에 활기를 더하는 일이 벌어지고 있다. 2016년 3월, 앞서 나온 구글 딥마인드가 개발한 바둑 AI ‘알파고’가 한국의 이세돌 기사와 대국하여 승리를 거두었다. 2017년 5월에는 중국 최강인 커제(柯洁) 기사와도 대국하여 삼연승 했다. 알파고 기술은 ‘약한 AI’의 일종이지만 바둑은 적어도 수년간 인간이 확실히 우위를 점하리라 여기던 분야였기에 사회에 큰 충격을 안겼다. 이에 호응하듯 기업은 더욱더 AI 개발에 매진하고 있다.

일본도 예외는 아니다. 예컨대 2015년 5월에 산업기술종합연구소는 일본의 공적 기관 중 최초로 인공지능 연구센터를 설립했다. 또한 토요타는 2016년 1

월 미 국방부 산하 방위고등연구계획국(DARPA)에서 로봇 콘테스트 운영을 담당했던 길 프랫(Gill Pratt)을 대표로 선임해 실리콘 벨리에 연구 거점을 설립하였고 5년간 10억 달러를 투자한다고 발표했다. 이화학연구소는 2016년 4월에 문부과학성이 추진하는 ‘인공지능/빅데이터/IoT/사이버 보안 종합 프로젝트’의 연구개발거점이 될 혁신지능융합센터를 설립했다.

이렇듯 최근의 AI 동향을 보면 AI에만 의지하려는 건 아니지만, AI 기술만 있다면 세상만사를 다 해결할 수 있다는 기세가 느껴진다. 정말 그럴까?

## 2. AI의 정의와 역사

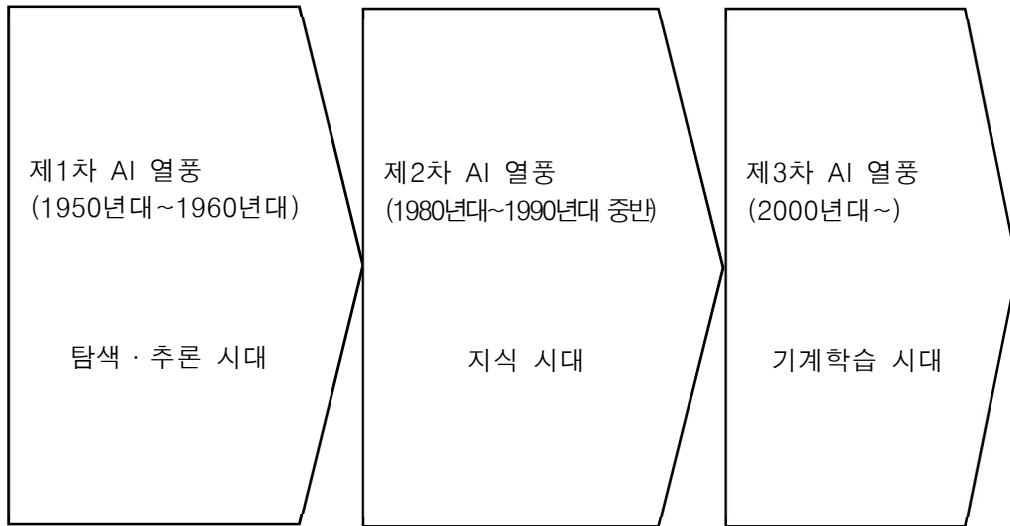
AI란 언어를 이해하거나 논리적으로 추론하거나 경험을 통해 학습하는 등 인간처럼 지적능력을 갖춘 컴퓨터를 말한다. 달리 말하면 대량의 데이터를 분석해 규칙성을 발견하고 답을 확률로 추론해 인간의 행동 등을 높은 정확도로 예측할 수 있는 컴퓨터다.

AI라는 표현은 1956년에 미국 다트머스대학에서 열린 연구모임(일명 다트머스 회의)에서 컴퓨터 학자인 존 매카시(John McCarthy)가 처음으로 제창했다고 한다. AI 열풍은 이제까지 세 차례 있었는데 이 다트머스 회의를 전후로 제1차 AI 열풍이 불었다.

그 이후 1980년대에 특정 전문분야의 지식을 담은 전문가 시스템(Expert System)의 개발이 활발히 이루어졌고 제2차 AI 열풍이 찾아왔다. 다만 당시의 AI는 인간이 컴퓨터에 지식을 주입했을 뿐, 컴퓨터가 스스로 학습하고 판단하진 않았다. 때마침 일본에서는 당시 통상산업성의 주도로 ‘제5세대 컴퓨터 프로젝트’를 실시해 사람의 말을 이해하는 기계를 구현하고자 노력했다<sup>(주3)</sup>.

그리고 지금 바로 제3차 AI 열풍이 불고 있다. AI의 진화도 새로운 비즈니스 창출의 기회로 삼아 정보 서비스 산업을 포함한 국내외 기업들이 AI 관련 사업에 주력하기 시작했다. 현재도 진행 중이다.

그림2 인공지능의 역사



### 3. 세 가지 키워드

현대 AI를 보는 세 가지 키워드로 ‘IoT와 빅데이터’, ‘기계학습’, ‘딥러닝’을 꼽는다. 이제 이 세 가지 키워드를 설명하면서 ‘인간에 근접한 AI’, ‘인간을 뛰어넘는 AI’에 대해 생각해보고자 한다<sup>(주4)</sup>.

#### 1) IoT와 빅데이터

IoT는 Internet of Things의 약자다. 직역하면 ‘사물 인터넷’이다. 가전제품, 산업기기, 공공인프라 등에 설치한 센서의 데이터를 네트워크로 수집·분석하여 운용과 보수·관리는 물론 새로운 서비스업 창출에 활용하는 시스템이다. 다시 말해 사물이 가진 정보가 인터넷에 이미 존재하는 클라우드상의 고성능 컴퓨터에 접속해 다른 사물과 연계한다. 이를 통해 시스템이 자율 작동해 새로운 가치를 창출한다.

1980년대에는 컴퓨터가 무언가를 분석하려면 인간이 데이터를 준비해야만 했

다. 하지만 지금은 인터넷상에 수많은 사진·영상·텍스트 정보가 존재한다. 인터넷에서 데이터를 이용할 수 있고 센서 역시 저렴해졌기에 대량의 데이터를 확보할 수 있게 되었다.

IoT가 빅데이터를 만들어내는 데 큰 공헌을 했다는 점은 사실이지만 빅데이터만으로 새로운 혁신은 일어나지 않는다. 이것을 분석하는 방법이 중요하다. 그런데 최근 컴퓨터 처리 속도가 급속도로 향상되면서 여태껏 불가능했던 처리 작업도 가능해졌다. ‘기계학습’과 ‘딥러닝’ 덕분에 AI 활용 방안을 구체적으로 제시할 수 있게 되었다.

## 2) 기계학습

‘기계학습’이란 축적된 대량의 데이터를 통계로 분석하여 특정 패턴이나 숨겨진 규칙성을 찾아내 답을 확률로 추측하는 방법이다. 즉, 답을 내고자 인간이 프로그램을 제공하는 게 아니라 기계가 직접 배우고 규칙성을 발견해낸다. 이것이 바로 ‘기계학습’이라 칭하는 이유이자 현재 AI 열풍의 기반이 되고 있다.

컴퓨터 능력이 향상되면서 빅데이터 처리 능력도 향상되어 인간을 ‘뛰어넘는’ 분석이 가능해졌다. 이러한 가운데 ‘기계학습’이 ‘인간을 뛰어넘는 AI’를 개발하는 데 중요한 도구로 다시금 주목받고 있다. 하지만 인간을 ‘뛰어넘는’ AI라 하더라도 단순한 처리 능력 향상에만 의존하므로 인간에 ‘근접한’ AI보다 기술적 난도는 훨씬 낮다. 예를 들어 AI 분야는 아니지만, 계산능력(연산 속도)과 기억력(메모리 용량)만 보아도 컴퓨터는 수십 년 전에 인간을 훨씬 능가하지 않았는가.

## 3) 딥러닝(심층학습)

‘딥러닝’은 기계학습의 일종으로 사람의 뇌 구조를 소프트웨어로 모방하여 패턴인식 하는 인공 신경망이다. 기존의 ‘기계학습’은 입출력을 한 단계에서 모두 처리해야 한다는 점이 처리 과정의 한계로 꼽혔다. 그러나 ‘딥러닝’은 복수 단계

로 처리가 가능해 답을 얻을 수 있다. 여러 단계에 걸쳐 처리를 진행하므로 딥러닝(심층학습)이라 불린다.

예를 들어 ‘고양이’를 판단하는 데 딥러닝을 이용해보자. 대량의 사진 데이터를 불러와 ‘다리 4개’, ‘수염 있음’과 같은 ‘고양이’의 조건을 복수로 발견한다(최종적으로는 강아지 같은 유사 동물과 구분하는 조건을 기계가 직접 발견한다). 이를 통해 기계가 스스로 ‘고양이’라고 판단한다. ‘딥러닝’은 ‘인간에 근접한 AI’를 만드는 데 중요한 도구다.

‘딥러닝’은 2012년에 개최된 컴퓨터 화상인식 등의 정확도를 겨루는 대회로 주목받게 됐다. 이 대회에서 캐나다 토론토대학 소속 제프리 힌턴(Geoffrey Hinton) 교수의 연구팀이 이 기술을 이용해 압승한 일이 계기가 됐다. 그리고 구글과 미국의 스탠퍼드대학이 동영상 사이트에서 무작위로 고른 사진을 대량으로 AI에 입력해 학습시켰더니 사전에 아무것도 가르치지 않았는데도 ‘이건 고양이’, ‘이건 사람의 얼굴’이라고 인식한 사례도 주목받았다.

앞서 밝혔듯 ‘딥러닝’은 ‘인간에 근접한 AI’ 개발에 중요한 도구라 할 수 있지만 향후 발전에는 두 가지 관문이 있다.

첫 번째는 방대한 데이터를 수집하는 방법이다. 물론 현재 ‘딥러닝’은 이미지 검색, 음성인식을 중심으로 활용되고 있지만, 이는 방대한 데이터가 있어야 가능한 구현이다. 그렇다고 방대한 데이터를 단순히 모으기만 해서는 제대로 활용할 수 없다. 가령 ‘인간에 근접한 AI’ 중 하나로 인간과 자연스럽게 대화할 수 있는 AI를 구현한다면 상대방의 경력·학력 등의 배경지식부터 역사와 같은 일반교양에 이르기까지 인간과 동일한 수준의 지식이 필요하다. 자연스러운 대화를 하려면 지식을 얼마나 얻어야 하는지, 혹은 자동으로 추출한 특정한 양의 적은 데이터로 어떻게 대응해야 할지(Sparse Coding)가 앞으로 해결해야 할 과제다. 이는 동시에 개인정보 취급 방법 문제와 딜레마 관계에 놓여있다.

또 다른 관문은 그 과정의 복잡성이다. ‘딥러닝’은 중간 계산과정이 복잡하여 블랙박스(역주: 내부 구조는 무시하고 기능만 고려하는 상황)가 되고 만다. 따라서 향후 ‘딥러닝’을 한층 발전시키려면 이 블랙박스에서 얻은 결과는 신용할 수 있는 결과라는 설득력을 갖춰야 한다.



‘딥러닝’은 최근 AI 진화의 주역이자, ‘알파고’가 승리하는 데 필수 요소였다. ‘알파고’는 ‘딥러닝’을 거친 후 ‘강화 학습(역주: 현 상황에서 최적의 결과를 낳는 행동을 학습하는 방법)’을 하며 자신과의 대전을 반복해 더욱 강해질 수 있었다.

#### 4. 제4차 산업혁명과 Society 5.0

최근 들어 AI, IoT, 빅데이터, 로봇 등의 기술혁신을 통해 경제사회 시스템 전반을 변혁하는 현상을 ‘제4차 산업혁명’이라 부르는 사람이 늘어나고 있다. 증기기관으로 자동화된 제1차 산업혁명, 전기 에너지로 대량생산이 가능해진 제2차 산업혁명, 컴퓨터로 자동화된 제3차 산업혁명의 뒤를 이을 혁명이자 사이버 물리 시스템(CPS: Cyber Physical System)이 이루는 혁명이라고도 불린다. CPS는 즉 현실 사회와 사이버 공간의 상호 연계를 통해 사회 문제를 해결하는 시스템을 말한다<sup>(주5)</sup>.

그림3 제4차 산업혁명



한편 ‘Society 5.0’은 제4차 산업혁명의 기술혁신을 모든 산업과 사회생활에 도입해 다양한 과제를 해결하는 사회를 말한다. 이 ‘Society 5.0’이란 개념은 2015년 12월 일본의 종합과학기술·이노베이션회의가 정리한 제5기 과학기술 기본계획에서 사용된 표현이다. 사이버 공간과 물리 공간(현실 사회)이 고도로 융

합한 ‘초(超) 스마트 사회’를 미래상으로 공유하고 이를 실현하기 위한 방침을 가리킨다. ‘수렵사회’, ‘농경사회’, ‘공업사회’, ‘정보사회’를 이을 ‘다섯 번째’ 새로운 사회라는 의미다.

## 5. AI가 일자리를 빼앗을까?

여기 흥미로운 분석 결과가 하나 있다. 제4차 산업혁명이라는 일련의 기술혁신으로 어떤 산업 활동 부문 및 직업이 확대·축소할 가능성이 있는지 경제 모델을 구축하여 예측한 일본 산업구조 심의회의 ‘신산업구조 비전’이다<sup>(주6)</sup>.(표4) 더욱이 이 예측에는 제4차 산업혁명에 대응한 변혁이 실시되지 않아 저성장이 지속되는 ‘현황 방치 시나리오’, 그리고 생산성의 비약적인 향상, 성장산업으로 경제자원의 원활한 이동, 비즈니스 프로세스의 변화에 맞춘 직업 이동 등이 실현된 ‘변혁 시나리오’라는 두 가지 시나리오가 존재한다. 이를 통해 2015년도와 비교해 2030년도는 어떤 상황이 될지 예측한다. 물론 이 예측 결과는 전제조건에 따라 크게 변동하기에 절대적인 결과라고 하긴 어려우나 긍정적·부정적 영향을 살펴보는 데 유용하다.

일반론부터 말하자면 AI와 로봇의 등장은 정형적 업무는 물론 비정형적 업무까지 필요 노동력을 절감하며 인력난 해소로 이어지리라 기대된다. 인구 감소가 현저하며 저출산·고령화로 생산연령인구가 최고치였던 1995년의 8,716만 명에서 2060년에는 4,418만 명으로 반감할 일본의 입장에선 인력난의 구세주가 될 것이다.

또한 비즈니스 프로세스도 큰 변혁을 이뤄 AI나 로봇 등을 수단으로 활용하는 일자리나 사람이 직접 응대하는 업무의 가치를 지금보다 더 살리는 일자리에 새로운 고용 수요가 생겨날 가능성도 있다. 다만 고용구조에서 중간에 위치하여 많은 비중을 차지하는 계층은 필요한 스킬의 내용이 변화할 수도 있으며 사무관리 업무 등은 많이 감소할 확률이 높다는 점 역시 사실이다.

표4 직업별 종사자 수 변화

※ 2015년도와 2030년도 비교

직업	변혁 시나리오	직업별 종사자 수	
		현황 방치	변혁
① 경영관리 [경영전략수립담당, 연구개발자 등]	경영·상품기획, 마케팅, R&D 등, 새로운 비즈니스를 맡는 핵심 인재가 증가.	-136만 명	+96만 명
② 제조·조달 [제조라인 기술자, 기업 조달 관리 부문 등]	AI나 로봇으로 대체되어 변혁 여부에 상관없이 감소.	-262만 명	-297만 명
③ 영업판매 [맞춤형 고액 보험 (대체확률 낮음) 상품의 영업담당 등]	고도의 컨설팅 기능이 경쟁력의 근본이 되는 상품·서비스 등의 영업판매 관련 업무가 증가.	-62만 명	+114만 명
④ 영업판매 [저가 정형화된 (대체 확률 높음) 보험상품 판매원, 마트 계산원 등]	AI, 비즈니스로 효율화 자동화가 이루어지면서 <u>변혁 여부에 상관없이 감소.</u>	-62만 명	-68만 명
⑤ 서비스 [고급 레스토랑 (대체확률 낮음)接客 직원, 꼼꼼한 간호직 등]	사람이 직접 대응하는 업무가 질 가치 향상으로 이어지는 고부가가치 서비스 관련 업무가 증가.	-6만 명	+179만 명
⑥ 서비스 (대체확률 높음)	[대중음식점 점원, 콜센터 등]	AI 로봇으로 효율화 자동화가 이루어지며 감소. ※현황 방치 시나리오에서는 고용을 수용하며 약간 증가.	+23만 명 -51만 명
⑦ IT업무 [제조업의 IoT 비즈니스 개발자, IT 보안 담당자 등]	제조업의 IoT화와 보안 강화 등 산업 전반에서 IT 업무의 수요가 높아지면서 종사자가 증가.	-3만 명	+45만 명
⑧ 사무관리 [경리, 급여관리 등의 인사 부문, 데이터 입력 등]	AI와 글로벌 아웃소싱으로 대체되면서 <u>변혁 여부에 상관없이 감소.</u>	-145만 명	-143만 명
⑨ 그 외 [건설작업원 등]	AI 로봇으로 효율화 자동화가 이루어지면서 감소.	-82만 명	-37만 명
합계		-735만 명	-161만 명

(출처) 일본 경제산업성[2017]을 토대로 필자가 수정함

우선 취업구조를 예측한 결과를 살펴보면 ‘현황 방치 시나리오’에서는 735만

명이 줄어들고 ‘변혁 시나리오’에서도 161만 명이 줄어든다. 주목할 점은 어느 시나리오든지 취업자 수가 줄어든다는 점이다. 특히 ‘제조·조달’과 ‘사무관리’ 종사자 수의 감소는 피할 수 없는 현상이다. 다가올 제4차 산업혁명 시대에는 설령 규제·교육 변혁이나 업계를 초월하는 기업 연계 등의 변혁을 진행한다고 할 지라도 종사자 수의 감소가 불가피하다는 점을 객관적인 예측 결과로 염두에 두어야 한다. 다만 ‘변혁 시나리오’에서는 경영·상품기획, 마케팅 등의 ‘경영·관리’, 고도의 컨설팅이 필요한 ‘영업판매’, 사람이 직접 대응하는 업무가 질·가치 향상으로 이어지는 ‘서비스’ 등은 종사자 증가가 두드러진다는 점에도 주목해주시 바란다.

이 예측계산 결과를 보면 『기계와의 경쟁』(에릭 브린올프슨, 앤드루 매카피 저)이라는 책이 떠오른다.

영국에서는 과거 산업혁명 시절에 기계를 파괴하는 ‘러다이트 운동(Luddite)’이 발생했다. 이는 당시 새롭게 등장한 기계가 인간의 일자리를 빼앗는다는 공포에서 기인했다고 여겨진다. 『기계와의 경쟁』은 현재 선진국에서도 이러한 상황이 일어나고 있다고 지적한다.

이 책은 컴퓨터 기술의 비약적인 향상이 인간밖에 할 수 없는 업무를 크게 침식하고 있다고 경고하고 그 결과 인간에게는 고소득을 얻을 수 있는 창조 노동과 저소득 육체노동만 남아 직업 양극화가 벌어진다고 말한다. 그리고 중간 소득 직종은 빠르게 컴퓨터로 대체된다고 한다.

선진국에서는 청년층의 일자리가 없다는 점이 큰 문제가 되고 있으며 그로 인해 사회가 불안정해진 국가도 존재하는데 ‘기계와의 경쟁’이 한 요인이었을 수도 있다.

모든 국가의 기업들이 시장경쟁에서 이기기 위해 생산성을 높이려 노력하는데 여기서 생산성은 ‘자본’, ‘노동’, ‘기술’로 결정된다고 본다.

‘자본’이 이제 국경을 넘어 자유롭게 이동하고 있다는 사실은 누구나 알고 있다. ‘노동’도 세계화가 진행 중이다. 사람은 더 활약할 수 있는 곳을 찾아 이동하며 기업도 더 저렴한 인건비를 추구해 제조 현장을 아시아 국가 등지로 옮기고 있다. ‘기술’은 과거에 선진국이 우위라고 여겨졌지만, 컴퓨터 기술을 활용한 최

신 제조 기계를 도입하면서 신흥국이 따라잡고 있다. 토머스 프리드먼(Thomas Friedman)이 지적한 대로 세계가 점점 평평해지고 있다는 뜻이다(역주: 그는 저서 『세계는 평평하다(World Is Flat)』를 통해 세계화로 인한 성장과 부의 양극화를 예견했다).

이와 더불어 기술이 인간의 일자리를 파괴하는 속도가 빨라지면 어떻게 될까? 『기계와의 경쟁』은 1990년대 후반부터 생산성이 늘어나더라도 고용은 늘어나지 않는 ‘거대 탈동조화(Great Decoupling)’ 현상이 발생하고 있다고 지적한다. 과거에는 기술 진보로 생산성을 증대시키는 게 인간에게 득이라 여겼지만 사실은 득이 아니라는 지적은 큰 주목을 모았다.

저자 중 한 명인 브린올프슨(Erik Brynjolfsson) 교수는 인터뷰에서 중국 내 제조업 종사자가 1997년부터 2천만 명 줄었다는 조사 결과를 제시하면서 고용은 미국에서 중국으로 이동한 게 아니라 미국과 중국에서 로봇으로 이동했다고 보는 시각이 올바르다고 말했다<sup>(주7)</sup>. 따라서 ‘디지털 혁명’이나 ‘기계와의 경쟁’은 생산의 해외 이전보다 더 중요한 논점이며 아울러 20세기형 기업 조직 형태도 검토할 필요가 있다고 말했다.

## 6. AI가 경제성장을 촉진할까?

이어서 ‘신산업구조 비전’의 산업구조 예측계산 결과를 살펴보자.(표5) 명목 GDP 성장률(연 기준)은 ‘현황 방치 시나리오’에서 1.4%, ‘변혁 시나리오’에서는 3.5%로 올랐다. 특히 ‘고객 대응형 제조 부문’과 ‘정보 서비스 부문’의 성장 폭이 컸다.

이 부문들은 고객 데이터를 활용하여 개인의 취향에 대응한 맞춤형 대량생산이나 서비스화를 통한 가격 향상이 기대된다. 최종생산물을 제조하는 ‘고객 대응형 제조 부문’, 제4차 산업혁명의 중추를 맡아 산업 활동 전체로 수요가 확대될 ‘정보 서비스 부문’의 부가가치가 크게 확대된다는 예측 결과다.

또한 고객 데이터를 활용해 잠재수요가 드러나면 시장 확대가 예상되는 관광업 등의 ‘접대 서비스 부문’, 다른 분야로 진출해 새로운 가치를 창출할 운수,

통신 등의 ‘인프라 네트워크 부문’에서도 평균 성장률보다 높은 성장률이 예상된다.

표5 생산구조 예상 결과

※ 2015년도와 2030년도 비교

부문	변혁 시나리오 양상	명목GDP 생산률(연 기준)	
		현황 방치	변혁
① 원자재 부문 [농림수산, 광업 등]	경제성장을 통해 성장	+0.0%	+2.7%
② 프로세스형 제조 부문 [석유제품, 선철 (중간그룹 등) 조강, 화학섬유 등]	규격품 생산 효율화와 널리 활용되는 신소재 개발의 제품수명주기에 기반한 성장	-0.3%	+1.9%
③ 고객대응형 제조 부문 [자동차, 통신기기, 산업기계 등]	맞춤형 대량생산과 서비스화 등으로 새로운 가치를 창출하여 부가가치가 크게 확대, 종사자 수의 감소 폭은 축소.	+1.9%	+4.1%
④ 역무(役務)·기술 제공형 서비스 부문 [건축, 도매, 소매, 금융 등]	고객 정보를 활용한 서비스 시스템화, 플랫폼화의 주도적 지위를 확보하여 부가가치가 확대.	+1.0%	+3.4%
⑤ 정보 서비스 부문 [정보 서비스, 생산자 서비스]	제4차 산업혁명의 핵심이 되어 성장을 견인할 부문으로 부가가치·종사자 수가 확대.	+2.3%	+4.5%
⑥ 접대 서비스 부문 [숙박, 음식, 오락 등]	고객정보를 활용한 잠재수요 등이 파악됨에 따라 지역 시장이 확대하면서 부가가치·종사자 수가 확대.	+1.2%	+3.7%
⑦ 인프라 네트워크 부문 [전기, 도로운송, 통신·통화 등]	시스템 전체의 질적 고도화와 공급효율 향상, 타 서비스와의 융합을 통해 다른 분야에 진출하여 부가가치가 확대	+1.6%	+3.8%
⑧ 그 외 [의료·간호, 정부, 교육 등]	사회보장 분야 등에서 AI와 로봇 등을 이용해 효율화되면서 종사자 수 증가세 억제.	+1.7%	+3.0%
합계		+1.4%	+3.5%

(출처) 일본 경제산업성[2017]을 토대로 필자가 수정함

일본 정부는 경제 성장으로 부유해질 거라 믿으며 기술혁신을 추진해왔다. 하지만 21세기에 들어와 주요국의 중산층이 힘을 잃고 이와 함께 빈부 격차가 커지면서 많은 사람이 부유해졌다고 말하기 힘든 현실이 됐다.

다른 한편으로는 ‘경제성장의 지표로 보통 GDP를 이용하는데 애당초 GDP가 지표로 적절한가?’라는 의문도 존재한다. 현재 GDP의 기초 데이터가 되는 통계를 개편하고 있으나 소비 같은 수요 통계의 보완도 충분치 않다고 지적한다. 게다가 공유 산업과 같은 신산업을 충분히 반영하지 않는 등 실물 경제와의 괴리가 크다고도 한다.

개인은 소속국가의 경제 성장률을 높이고자 행동하는 게 아니라, 개인 생활의 만족도를 높이고자 행동한다. 물론 공해와 온난화 문제 등 환경 면에서 시장이 실패할 상황도 충분히 염려하여 행동할 때가 많다는 점도 사실이다. 하지만 그렇더라도 개인이 GDP 성장률을 의식하거나 경제 성장률을 높이고자 행동한다고 여기긴 어렵다.

그렇기에 ‘AI가 경제 성장률을 높일 수 있을까?’라는 물음이 애당초 우문일 수 있다. 현 상황에서 고려하면 시기 차이는 있더라도 AI가 사회로 침투하는 건 필연적인 현상이다. AI 도입 속도가 빨라져도 거스를 수 없다. 이를 전제로 개인의 생활 수준을 향상해 결과적으로 경제 성장이라는 지표가 크게 오를 방법을 우리 스스로 궁리해야만 한다.

## 7. 싱글래리티란?

앞으로 컴퓨터의 성능이 기하급수적으로 향상되면 그 능력이 인류를 초월하여 인류가 예측할 수 없는 수준에 도달한다고 한다. 2045년이 바로 그 ‘싱글래리티(기술적 특이점)’라는 의견이 있다. 본래 이 말은 미국의 컴퓨터 연구자 레이 커즈와일(Ray Kurzweil)이 제창한 것이다<sup>(주8)</sup>. 이 지적을 긍정적으로 받아들여 실현하고자 적극적으로 대응하는 사람이 있는 반면에 이론물리학자인 스티븐 호킹(Stephen Hawking), 마이크로소프트 회장이었던 빌 게이츠(Bill Gates), 테슬라

회장인 일론 머스크(Elon Musk) 등과 같이 ‘인류의 종말을 의미할 수도 있다’라며 경종을 울리는 사람도 있다.

이러한 ‘싱글래티티’ 논의로 영국의 옥스퍼드대학에서 AI 등이 발전하면 앞으로 10~20년 안에 미국의 총 고용 중 47%가 기계로 대체될 거란 예측을 발표하자 위기의식이 더욱 커졌다<sup>(주9)</sup>. 일본에서도 2015년 12월에 노무라 종합연구소가 10~20년 후에 일본에서 일하는 사람의 49%가 하는 업무를 AI나 로봇으로 대체할 수 있을 거라 발표했다<sup>(주10)</sup>.

이러한 발표에서 사람의 업무를 대체한다고 본 건 ‘약한 AI’라 여겨진다.

한편 스티븐 호킹이 “인류 종말을 의미할 수도 있다.”라고 언급한 건 ‘강한 AI’를 지칭했다고 본다. 이를테면 2014년에 개봉한 영화 《트랜센던스》에서 과학자의 두뇌에 AI를 설치했더니 순식간에 인간을 바꾸는 나노머신을 완성했던 것처럼 말이다. 영화처럼 나노머신이 투여된 인간을 마음대로 조종하거나 인조인간을 만들기 시작하는 등의 사안을 예상한 게 아닐까?

이러한 ‘강한 AI’의 폭주를 막을 효과적인 처방은 없을지도 모른다. 다만 과거에도 20세기 후반에 체세포 복제 양 돌리가 태어났을 때 복제인간이 생겨나지 않을까 하는 두려움이 있었다. 하지만 결과적으로 인간 복제 기술을 규제하는 법률 등의 제정을 통해 인류는 복제인간의 탄생을 막는 방향으로 나아가고 있다.

앞으로 ‘강한 AI’ 역시 이러한 법 규제를 통한 가이드라인이 제시될 것이다. 다만 복제인간과 마찬가지로 폭주를 막으려면 결국 사람의 ‘양심’에 맡길 수밖에 없다. 2016년 3월에 인터넷상에서 사람들과 대화하며 성장하는 마이크로소프트의 AI ‘테이(Tay)’의 실험이 중지됐다. 악의를 지닌 사람들에게 배우고 트위터에서 차별 발언을 했기 때문이다. 이는 ‘약한 AI’ 사례이지만 앞으로 아이를 교육하듯 AI에게 도덕과 사회의 가치관을 학습시켜야 할지도 모른다.

그렇다면 AI의 군사 이용 문제는 어떨까? 자동조종을 할 수 있는 병기 도입 등, 급속한 개발 경쟁과 군비 확장을 피하지 못하면서 세계가 더욱더 빠르게 불안정해질 우려가 있다. 그야말로 자동조종 무인폭격기나 화기류를 탑재한 인간형 로봇 등의 출현을 의미한다. 이는 화약, 핵무기로 이어지는 제3의 혁명이라 할 수 있다. 최근 미국, 이스라엘 등지에서 AI를 이용해 자동조종을 할 수 있는 병



기의 실용화 움직임이 보이는데 이 병기들은 복제인간 기술보다 사회를 큰 충격에 빠지게 만든다. 그리고 이를 보유한 군 수장의 뜻에 따라 큰 변화를 맞이한다. 또한 이전에는 선진국에만 있었던 최첨단 기술을 이제는 개인도 손에 넣을 수 있게 되어 그 기술을 활용해 최첨단 병기를 만들 수 있게 된다. 그렇게 된다면 해당 병기를 손에 넣은 군(나라에 한정되지 않음)의 수장이 앞뒤 생각하지 않고 대응하는 데 사용한다면 법률과 가이드라인 같은 제한은 아무런 도움이 되지 않을 수도 있다.

이처럼 AI는 인간의 자유로운 활동을 지원할 든직한 조력자도 될 수 있으며, 사용 방식에 따라 숨 막히는 사회의 감시자나 인간에게 직접 위협을 가하는 존재가 되어버린다.

AI는 거시경제학 관점으로 본다면 제1차 산업부터 서비스업까지 모든 산업구조와 직업구조를 바꾸는 한편, 지속가능한 경제성장 유지와 동시에 다양한 사회과제 해결에 중요한 역할을 할 가능성도 높다. 이와 동시에 기업행동의 판도를 바꿀 기폭제가 될 가능성도 높다. 더군다나 사업 기회를 찾고자 대기업부터 벤처기업까지 다양한 분야의 기업들이 모여들고 있다.

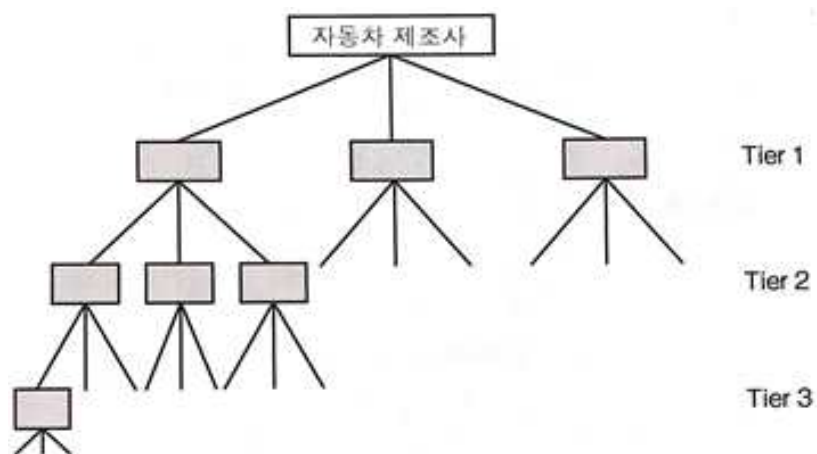
제1장에서는 AI 기술이 발전되면서 자율주행 기술의 진화, 차량 공유 등 새로운 비즈니스 모델이 생겨나며 큰 판도 변화를 맞이하고 있는 자동차 산업을 보고자 한다.

## 제1장. 격변하는 자동차 산업—AI와 모듈화

### 1. 일본경제에 미치는 영향

두말할 필요도 없이 일본경제 전체에 자동차 산업이 미치는 영향은 크다. 예를 들어 일본의 주요 제조품 출하액 약 290조 엔 중 자동차 제조품 출하액은 52조 엔(18%)을 차지하고 있다. 또한, 취업 인구 6,311만 명 중 550만 명(8.7%)이 자동차 제조업에 종사하고 있다. 가솔린 자동차는 2만~3만 점의 부품으로 구성되므로 일본의 자동차 제조업은 그림6처럼 분업제도가 확립되어 관련 산업을 폭넓게 갖고 있다. 자동차 제조사는 주요 부품을 Tier 1이라 칭하는 1차 부품 업체에서 부품을 조달하며 Tier 1은 Tier 2라고 칭하는 2차 부품 업체에서 조달하고 있다. 이런 식으로 Tier 3, Tier 4로 이어지는 계층구조이기에 자동차 한 대를 만드는 데 많은 기업이 관여하게 된다.

표6 일본의 자동차 제조업

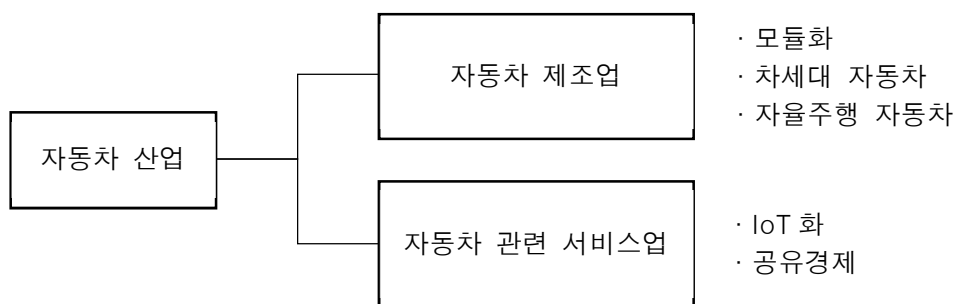


이를 증명하듯 생산이 한 단위 증가했을 때 산업 전체에 미치는 영향을 나타낸 생산유발계수를 보면 승용차는 3.2로 철강(2.7), 전기(2.4), 일반 기계(2.2)

에 비해 훨씬 높다. 게다가 이제까지 일본의 자동차 제조업은 일본 국내 수요를 충족시킬 뿐만 아니라 해외 수요를 개척해 수출 주역이 되었다. 하지만 최근 로컬 콘텐츠<sup>(주1)</sup>나 해당 국가·지역 요구에 맞는 자동차 제조가 필요해지면서 자동차도 ‘지산지소(地產地消)’ 운동(역주: 지역에서 생산한 물품을 지역 내에서 소비하자는 일본의 지역 경제 활성화 운동)이 두드러지기 시작했다. 그런 상황 속에서도 수출용 기계의 수출액은 16.9조 엔으로 일반 기계(14.2조 엔)나 전기기기(12.6조 엔)보다 많으며 수입량까지 고려해도 자동차는 지금도 많은 무역흑자를 벌어들이는 주역이라 할 수 있다.

아울러 자동차 산업은 자동차 제조업뿐만 아니라 자동차 관련 서비스업계로도 확장하고 있다. 물류업, 석유 판매업, 자동차 매매업 외에도 택시, 버스 등 여객 운수 산업이 자동차 관련 서비스업에 속한다.

그림7 AI, IoT 등에 영향을 미치는 자동차 산업



이처럼 일본 경제의 지주가 된 자동차 산업이 AI 등의 등장으로 어떤 영향을 받게 될지는 일본 경제의 미래를 생각해보는 데 중요한 관점이 될 것이다. 자동차 제조업은 AI 기술이 주목받기 이전부터 제조부품의 ‘모듈화’ 바람이 불고 있었고 전기 자동차와 연료전지 자동차 등의 차세대 자동차나 자율주행으로의 전환기를 맞이하고 있다. 자동차 관련 서비스업 또한 IoT를 활용한 우버 테크놀로지스 등의 새로운 공유경제<sup>(주2)</sup>가 등장하며 큰 변혁기를 맞이하고 있다. 제1장에서는 이렇듯 일본경제에 큰 영향력을 발휘하는 자동차 산업이 AI, IoT로 어떻게 변혁되고 그 결과 일본 경제에 어떤 영향을 미칠지 살펴보고자 한다.

## 2. 시가 ‘모듈화’를 촉진한다

2000년대 초반부터 일본 제조업의 강점을 나타내는 표현으로 ‘인티그럴형(역주: 원문에서는 스리아와세(すりあわせ)형으로 표기했으나 편의상 유사어인 인티그럴형으로 번역함)’이 등장했다. 한편 그와 대조되는 의미로 ‘모듈화’라는 개념도 주목받았다. 많은 연구자가 ‘모듈화’를 정의했으나 이 책에서는 다나카 다쓰오(田中辰雄)의 정의를 따른다<sup>(주3)</sup>. 다나카는 “(모듈화란) 특정 목적으로 사용하는 재화·서비스를 여러 유닛으로 나누고 해당 조합의 인터페이스를 고정해 외부에도 공개하는 것”이라고 정의했다.

달리 표현하면 ‘모듈형’은 상호의존성이 없는(교체할 수 있는) 부품을 조합해 완성품을 만들어내는 방식이고, ‘인티그럴형’은 상호의존성이 있는 부품을 조합해 완성품을 만드는 방식이다.

이 표현들을 사용하며 일본에서는 한때 다음과 같은 지적이 많이 나왔다.

“일본은 조율하기 어려운 부품을 세밀하게 맞추는 ‘인티그럴형’ 제조가 특기다. 이것이 일본제품의 완성도를 올렸고 높은 경쟁력으로 이어졌다. 한편 ‘모듈화’가 진행되면 숙련된 제조기술이 필요 없게 될 텐데(누구나 만들 수 있게 될 텐데) 일본제품은 모듈형으로 만든 제품보다 훨씬 품질이 높으니 일본제품이 우위를 잃을 일은 없다.”

여기서 ‘인티그럴형’ 생산방식과 ‘모듈형’ 생산방식 중 어느 쪽이 더 우수한지 논의도 있었다.

예를 들어 자동차는 수많은 부품으로 구성되는 복잡한 제품이기에 ‘인티그럴형’ 공정의 질이 섬세한 조작성과 승차감에 영향을 미친다고 한다. 일본 자동차 기업은 그것을 믿고 특히 승용차를 만들 때 ‘인티그럴형’ 생산방식을 채택해왔지만, 고객 입장에서 그만큼 높은 성능이 늘 필요한 건 아니었다.

단적인 예로 개발도상국에서는 다소 승차감이 나쁘더라도 고장 없이 잘 달리고 저렴한 승용차가 더 인기 있다. 그리고 그런 승용차로 충분하다면 ‘모듈형’

생산방식이 적합하다고 결론을 내릴 수 있다. 현재 개발도상국에서 인기 있는 (승용차는 아니지만) 픽업트럭이나 크로스컨트리 자동차 등은 ‘모듈형’ 생산방식을 채택하고 있다. 따라서 “승용차는 ‘인티그럴형’으로 만든 제품이 더 뛰어나다”라는 단순한 이야기는 통하지 않게 되었다.

그리고 ‘인티그럴형’이 우위라도 최근에는 기술이 진보되면서 모듈형으로도 ‘인티그럴형’에 지지 않는 품질의 제품을 개발할 수 있게 되었다.

일본 도쿄대학의 후지모토 다카히로(藤本隆宏) 교수팀은 제품·공정 구조를 ‘모듈형’과 ‘인티그럴형’, ‘오픈형’과 ‘클로즈형’이라는 2가지 축으로 나누어 분류했다<sup>(주4)</sup>.(그림8) 여기서 ‘오픈형’이란 기본적으로 모듈 제품을 가리키며 아울러 인터페이스가 기업 차원이 아닌 업계 차원에서 표준화된 제품을 말한다. ‘클로즈형’이란 모듈간 인터페이스 설계 규칙이 기본적으로 한 기업 내에서만 통하는 제품을 말한다. 2000년대 초반에는 자동차가 그야말로 ‘인티그럴형’, ‘클로즈형’으로 분류되었지만, 그로부터 십 수 년이 흐른 지금은 ‘모듈형’, ‘오픈형’으로 분류되고 있다.

그림8 모듈형과 인티그럴형

	인티그럴형	모듈형
클로즈형	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">자동차</div> 오토바이 소형가전	범용 컴퓨터 공작기계 레고(장난감)
오픈형		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">자동차</div> 개인용 컴퓨터 패키지 소프트웨어 자전거

(출처) 후지모토·다케이시·아오시마[2001]를 토대로 필자가 수정함

그 근거로 자동차 제조사의 최근 제품·공정 구조 변화를 들 수 있다. 예컨대 폭스바겐은 1990년대에 이미 플랫폼을 네 가지 차종으로 집약하여 부품을 통일했고 복수의 부품을 ‘모듈화’해 동일한 공장·라인에서 여러 자동차를 생산 가능케 했다. 일본에서도 닛산이 2012년 2월에 신세대 차량기술 ‘닛산 CMF(Common Module Family)’를 발표했고, 2013년 이후 발표한 차종부터 순차 도입하고 있다. CMF는 엔진이나 변속기 등을 수납한 ‘엔진(engine compartment)’, 앞바퀴 주변 서스펜션을 담당하는 ‘프런트 언더바디(front underbody)’, 운전석 주변의 전자 부품을 내장한 ‘콕핏(cockpit)’, 차량의 중량을 지탱하는 부품이 많은 차량 뒷부분 ‘리어 언더바디(rear underbody)’로 나눈 차량의 네 가지 부분과 전자 부품을 포괄하는 ‘전자 아키텍처(electronics architecture)’도 포함한 ‘4+1’을 모듈 대상으로 삼는다.

토요타는 2015년 12월 출시한 프리우스부터 순차적으로 ‘TNGA(Toyota New Global Architecture)’라는 새로운 설계 개혁 방식을 도입하고 있다. TNGA는 이제까지 차종별로 개발했던 부품의 통일·모듈화를 통한 자동차의 기본 성능이나 상품성의 향상과 비용 절감을 목표로 삼는다.

이러한 ‘모듈형’ 생산방식을 채택하는 움직임이 자동차의 AI화를 통해 최근 더욱 촉진되고 있다.

일본 스바루의 아이사이트(EyeSight)를 예로 들어보자. 아이사이트는 대상물을 발견하고 자동으로 브레이크를 거는 시스템이다. 현 단계에서 엄밀히 따지면 AI 기술은 사용되지 않고 있다. 하지만 아이사이트 역시 ‘모듈화’ 방식에 기반하여 브레이크 제어 부분 모듈에 자동 브레이크 기능을 추가하고 있다.

이렇듯 앞으로 차츰 AI 기술을 활용한 하드웨어와 소프트웨어가 도입되면 그와 연관된 모듈이 현재 사용하는 모듈을 대체하게 될 것이다. 더 나아가 AI 활용은 점점 진행되고 있기에 ‘인티그럴형’보다도 ‘모듈형’ 방식에 더 효율적으로 AI 기술을 도입할 수 있을 것이다. 즉 AI 기술 도입에 ‘인티그럴형’보다도 ‘모듈형’이 더 적합하다고 할 수 있다.

한편 기존 자동차는 기계공학 중심이었으나 최근에는 제어기기를 비롯해 다양

한 기기에 전자 부품이 사용되면서 급격하게 전자공학 중심으로 바뀌고 있다. 그런 흐름 속에서 AI 기술 활용은 비연속적이며 다른 분야의 기술을 도입하는 셈이다. 따라서 기존의 기업 내부 수준이나 Tier 1, Tier 2 등의 회사선에서 대처하지 못하는 기술이 등장하게 된다. 따라서 그 부분만 외부에서 들여온 모듈을 활용하는 경우가 많아질 거라 예상한다.

### 3. 철도화되는 자동차

현재 자동차는 유효한 이동수단이란 기능과 운전이라는 일종의 취미수단이란 기능, 이렇게 두 가지로 쓰인다. 앞으로 AI가 발달하여 자율주행이 보편화하면 자동차는 전자인 이동수단 기능만 있는 제품이 되고 후자인 취미수단 기능은 사라지게 된다. 그렇게 되면 점점 자동차를 소유한다는 의식이 줄어들고 결국에는 자율주행 자동차를 이동수단으로 택시처럼 사용하며 오늘날 철도를 활용하는 방식에 가까워질 것 같다.

한편 운전하기를 좋아하는 사람은 승마를 즐기듯 경주장에서 자동차 운전을 즐기게 되지 않을까? 물론 일반 도로에서도 할 수 있겠지만 오늘날 도로에 말이 달리지 않듯이 자율주행 시대에 사람이 운전하는 자동차가 일반 도로를 달릴지 알 수 없다. 사고를 일으킬 위험이나 정체를 야기할 가능성이 높기에 적어도 도입 초기 단계에서는 일정 구역을 자율주행 자동차로만 한정하려 할 것이다. 다만 AI 기술이 진화하면 미숙한 운전자와 마주쳐도 대처하는 기술이 분명 생겨나서 자율주행 자동차와 인간이 직접 운전하는 자동차가 혼재해도 별문제가 없을 것이다. 어쨌든 평소에 타는 자동차(자율주행 자동차)는 운송수단으로 폭넓게 활용될 수 있어 자동차의 ‘철도화’는 확실히 진행되리라 본다.

### 4. 새로운 플레이어의 참여

서두에서 밝혔듯 지금까지 일본의 자동차 제조업은 자동차 제조사가 기획, 설계, 부품 조달, 최종 완성까지 진행했기 때문에 제조사가 꼭대기에 있는 피라미드형 계층 구조였다. 그런데 ‘모듈화’가 이루어지고 가솔린 자동차보다도 부품을 훨씬 적게 사용해 구성이 단순한 전기 자동차가 등장하면서 신생 기업의 참여가 늘어났다. 일론 머스크가 CEO인 테슬라가 가장 적합한 예시다.

그림9 미래의 자동차 제조업

자동차 제조사	모듈 A	모듈 B	모듈 C
---------	------	------	------

피라미드형(수직통합형)에서 수평분업형으로 전환하며 자동차 제조사의 지배력이 약해진다.

이 그림은 한 회사가 통합하여 자동차 한 대를 만드는 기능이 필요하지 않으므로 이전의 자동차 제조사가 중심이었던 피라미드 구조가 무너지고 차츰 ‘수평분업형(水平分業型)’으로 전환하기 시작했음을 의미한다.(그림9) 더욱이 AI 기술이라는 기존 자동차 제조업에 없던 새로운 기술을 도입해 ‘모듈화’에 박차를 가하게 된다. 자동차의 부분 개발을 제조사로부터 의뢰 받으므로 이미 일본기업뿐만 아니라 독일의 IAV나 호주의 AVL과 같은 기업이 잇달아 일본에 거점을 신설하고 있다<sup>(주5)</sup>.

이와 함께 차량 공유 서비스<sup>(주6)</sup>가 점차 주목받으며 이를 하나의 주요 사업으로 삼는 우버 테크놀로지스나 리프트 등의 기업이 등장했다. 자동차 관련 서비스업까지 타 업종과 연계하면서 자동차 산업의 수평분업화가 더 빨라지고 있다.(그림10)

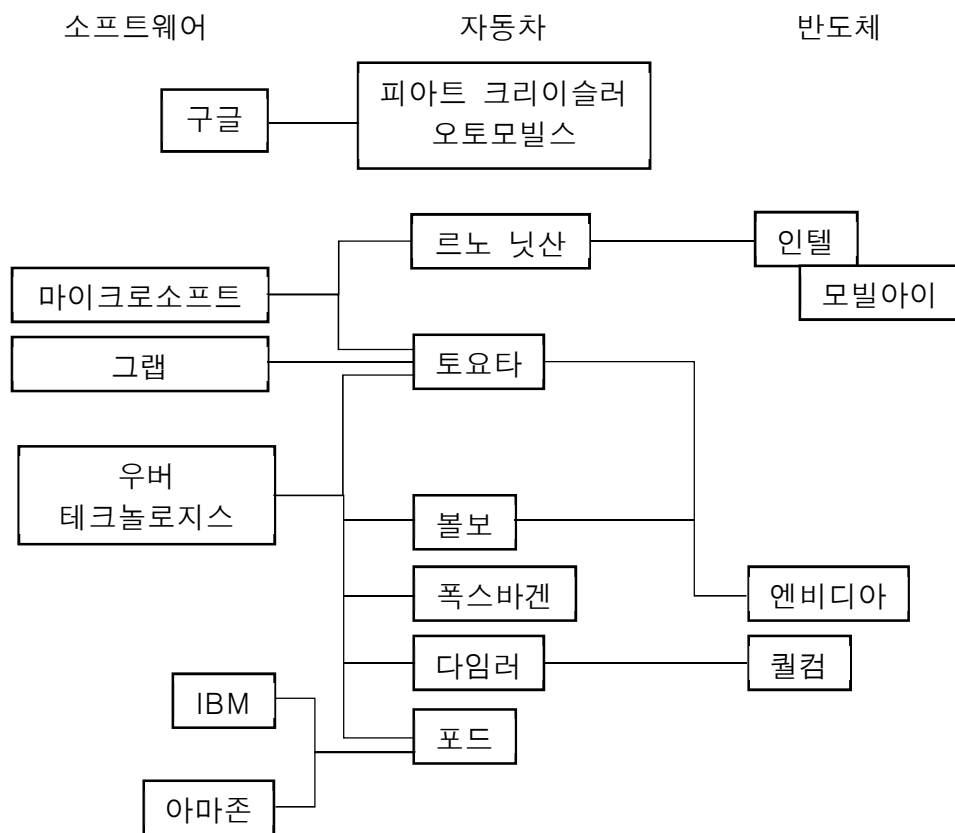
이러한 구글은 검색엔진, 클라우드 컴퓨팅, 온라인 광고와 같은 인터넷 관련 서비스와 제품을 제공하는 회사지만 최근에는 자율주행 자동차 개발에 참여해



이른바 구글카 주행 실험을 진행하고 있다<sup>(주7)</sup>. 개발 과정에서 부족한 자동차 제조 경험을 보완하기 위해 피아트 크라이슬러 오토모빌스(FCA)와 협업하고 있다.

그리고 마이크로소프트는 토요타와 르노 닛산과의 협업을 발표했다. 데이터분석과 딥러닝에 숙련된 마이크로소프트의 클라우드 서비스를 활용해 빠르게 나아가는 자동차 전자화에 대응하기 위함이다. 또한 이스라엘의 모빌아이는 르노 닛산과의 협업을 강화했는데 모빌아이를 인텔이 인수하면서 인텔과도 협업하게 되었다.

그림10 자동차의 타 업종 연계



더 나아가 엔비디아는 원래 게임용 화상처리에만 주력하던 기업이었지만 최근에는 화상인식 기술에 AI를 적용하며 두각을 드러내고 있다. 특히 자율주행용 개발 플랫폼 ‘드라이브 PX’가 주목받고 있다. 이것은 딥러닝을 이용해 자동차 주변 상황을 높은 정확도로 인식할 수 있는 제품의 프로토타입이다. 이는 앞으로 고성능 자율주행 자동차 개발에 꼭 필요한 요소가 될 가능성이 높다. 이러한 높

은 경쟁력을 바탕으로 엔비디아는 다수의 자동차 제조사로부터 협업 의뢰를 꾸준히 받고 있다. 폭스바겐 산하의 아우디와 협업을 시작했고 토요타, 볼보 등도 거론되고 있다.(더구나 AI 관련 반도체는 앞으로 자율주행의 수준을 판가름하는 한 요소가 될 가능성이 있다. 제5장 그림33의 'AI 관련 반도체 기업의 동향'에 기술한다.)

한편 일본의 전자제품 업체도 자동차 관련 사업에 참여하는 모습이 눈에 띈다. 사실 이제까지 전자제품 업체의 주 비즈니스 모델이었던 B2C(Business to Customer)는 소비자 수요에 쉽게 영향받는 탓에 기복이 심했다. 그래서 안정성을 추구하고자 자동차 산업 등의 B2B(Business to Business)로 사업 형태를 전환하고 있다.

예컨대 파나소닉은 3년 동안 자동차 사업 매출액을 50% 증가시키겠다는 목표를 내걸었다. 특히 테슬라와 공동으로 미국 네바다주에서 세계 최대의 리튬이온 배터리 공장인 '기가팩토리(Gigafactory)'를 2017년 1월부터 가동하는 등 전기 자동차용 리튬이온 배터리에 주력하고 있다.

또한 히타치그룹의 100% 자회사인 히타치 오토모티브 시스템즈는 스바루의 아이사이트 스테레오 카메라를 공급하며 널리 알려졌다. 더 나아가 차량용 제어 시스템 지식을 활용해 2017년 안으로 운전자 조작성 불필요한 '레벨 4' 자율주행 자동차의 주행 실험을 개시하겠다고 발표했다.

그리고 전자부품 회사인 알프스 전기는 스마트폰 부품 사업의 쇠퇴를 우려해 자동차 내비게이션 시스템 등 차량 탑재 기기를 공급하는 기업인 알파인과 경영을 통합한다고 발표했다. 서로의 강점을 조합해 자동차 관련 사업의 경쟁력을 높이는 게 목적이다.

인터넷과 상시 연결되는 커넥티드 카의 보급과 더불어 자동차 제조사와 부품 업체는 기존의 '계열'이란 틀에서 벗어나 새로운 지식을 요하고 있다. 이러한 분야를 보완하기 위해 전자제품 업체는 물론, 벤처 기업과도 협업을 강화하고 있다.

이처럼 자동차 제조업은 산업구조가 피라미드형(수직통합형)에서 수평분업형으로 바뀌며 신생 기업 입장에서 진입 장벽이 낮아지고 있다.

## 5. 부품 업체의 역전극이 시작되다

이렇게 수평분업형으로 바뀌는 현상은 특히 Tier 1이라 불리는 1차 부품 업체에 큰 영향을 미치고 있다. 점차 ‘계열’이 무색해지기 때문이다. 이를테면 토요타 계열은 토요타에만, 혼다 계열은 혼다에만 납품했던 친밀한 ‘계열’ 관계가 무너지기 시작했다. 특히 닛산은 1999년경부터 CEO인 카를로스 곤(Carlos Ghosn)이 계열사인 부품업체의 주식 대부분을 매각하며 ‘계열’ 해체에 온 힘을 쏟고 있다. 한편 독일에는 이러한 ‘계열’이 없기 때문에 일본과 달리 그림6처럼 자동차 제조업의 피라미드 구조가 원래부터 뚜렷하지 않았다. 하지만 ‘모듈화’가 진행되고 AI, IoT 기술을 활용하면서 주요 부품업체가 자동차 제조사를 능가하는 움직임이 두드러지기 시작했다. 예로 들자면 독일에 콘티넨탈이라는 회사가 있다. 원래 타이어업체로 유명했으나 최근에는 차량 탑재 센서를 비롯해 자율주행에 필요한 기술을 내놓으면서 제조사에 필적할만한 세력을 가지게 됐다. 그 힘의 원천은 M&A다.

콘티넨탈은 최근 15년간 100개 사 이상과 M&A를 진행했고 미국 ITT와 독일 지멘스, 미국 모토로라의 자동차 관련 부문을 인수해 자율주행에 필요한 정보 인프라를 구축하고 있다. 최근 사례로는 2015년에 핀란드의 IT 대기업 일렉트로비트의 자동차 관련 부문을 인수했다.(표11) 이를 집대성해 2012년에 부품업체 중 최초로 일반도로에서 자율주행 실험을 개시했고 2014년에는 핫카이드 몬베쓰 시에 시내 주행을 가정한 시험코스를 만들었다. 자율주행 자동차의 패권을 쥐려는 듯 보이지만 콘티넨탈은 제조사로 변모하려는 게 아니라 자율주행에 꼭 필요한 정보 인프라 기술의 주도권을 쥐고자 할 뿐이라는 조심스러운 반응을 보였다.

독일의 1차 부품 업체인 ZF는 위험 감지 센서 등이 강점인 미국의 TRW 오토모티브를 인수해 자율주행 기술 등의 연구개발 확충을 시도하고 있다. 이처럼 독일의 1차 부품 업체는 자동차가 AI화, IoT화, 더 나아가 자율주행화되는 상황

속에서 자동차 제조사를 이기고자 호시탐탐 역전을 노리고 있다.

이러한 독일 부품업체의 약진은 일본 기업에 어떠한 영향을 미치고 있을까? 현시점에서 일본의 자동차 제조사 중 자율주행 정보 시스템 전체를 독일 부품업체에 의존하는 기업은 없지만, 차량 탑재 센서는 이미 몇몇 기업이 채택하고 있다. 예컨대 토요타의 코롤라 등에 탑재한 충돌 방지 시스템 ‘토요타 세이프티 센스 C’의 레이저 카메라 일체형 모듈은 콘티넨탈이 제공하고 있다.

표11 메가 서플라이어 기업의 연계 상황

기업명	연계 상황
일본 덴소	· NEC 자회사 등과 차세대 자율주행 기본 소프트웨어를 개발 · 후지쯔 텐을 연결대상 자회사로 편입 · 소니와 센서를 차량 탑재용으로 개량 · 영국 반도체 개발 회사인 이매지네이션 테크놀로지와의 공동연구
독일 콘티넨탈	· 핀란드 IT 대기업 일렉트로비트의 자동차 관련 부문을 인수
독일 ZF	· 위험가지 센서 등이 강점인 미국 TRW 오토모티브를 인수
독일 보쉬	· 소프트웨어 기술자 1만 5천 명을 확보 · 자동 주차 시스템 개발에도 착수

(출처) 일본경제신문(2016년 12월 24일) 내용을 필자가 보완함

한편 일본의 1차 부품업체인 덴소 역시 콘티넨탈 등의 영향을 받아 뒤늦게나마 M&A 등을 통한 자율주행 개발 기술 확보에 힘을 쏟고 있다. 구체적으로는 차량 탑재용 전자 시스템 소프트웨어 개발을 강화해 차세대 자율주행 기본 소프트웨어를 개발하고자 2016년 4월에 NEC 통신 시스템과 eSOL이라는 임베디드 소프트웨어(역주: 각종 전자 정보 기기가 특정 기능을 수행하게 만드는 추가 프로그램) 기업과 3사 합작으로 새롭게 AUBASS라는 회사를 설립했다. 아울러 후지쯔 산하 차량 내비게이션 시스템 대기업인 후지쯔 텐을 연결대상 자회사(역주: 모회사 재무제표에 실적이 포함되는 자회사)로 편입했다. 후지쯔 텐은 내비게이션과 카 오디오를 주력으로 삼으며 자동차 제조사를 대상으로 차량 주변 확인 시스템과 엔진 등의

제어용 컴퓨터를 제작하는 회사다. 앞으로 텐소 산하로 들어와 회사명 역시 텐소 텐으로 바꾸어 내비게이션과 카 오디오 등의 주력 시장에서 자율주행 관련 시장으로 중심을 옮겨 해당 분야에 사내 IT 기술자를 집중해 새로운 전개를 꾀할 계획이다. 아울러 2017년 9월, 자율주행에 사용하는 반도체의 개발·설계를 담당할 ‘NSITEXE’를 설립했다. 구태여 텐소 외에 새로운 회사를 설립한 이유는 새로운 회사가 지니는 IP 라이선스를 반도체 업체에 제공해 해당 반도체를 판매하면 계열에 상관없이 제조사나 부품업체에 제공이 가능하다는 생각을 하고 있기 때문으로 보인다.

## [칼럼] 하이웨이 트레인 구상

2008년경 ‘도카이도(東海道) 물류 신칸센 구상’ (하이웨이 트레인 구상)이 나왔다. 신토메이(新東名) 고속도로(역주: 도쿄와 나고야를 잇는 고속도로)나 신메이신(新名神) 고속도로(역주: 나고야와 오사카를 잇는 고속도로) 등의 중앙분리대를 활용해 물류 대동맥인 도카이도 루트(도쿄~오사카)에 물류 전용 철도 인프라를 설치하는 구상이다. 이는 이산화탄소 배출량을 감축하고 화물차 운전자 부족 문제를 보완하는 모달 쉬프트(역주: modal shift. 트럭 수송 확대가 야기한 문제 해결을 위해 트럭 이용률 삭감을 촉진하는 정책)를 촉진하고자 나온 구상이다. 끝내 인프라 비용 등의 문제로 성사되지 못하고 ‘구상’에 그쳤다. 하지만 자율주행 자동차가 실현 가능성을 더해가면서 하이웨이 트레인과는 다른 형태지만 취지가 같은 대책의 실현 가능성이 커지고 있다.

그중 하나는 일본 정부가 2020년까지 고속도로에서 실현하고자 하는 ‘후속 무인 대열 주행’이다. 이 구상은 선두 차량에 운전자가 탑승하여 트럭을 운전하고 선두 차량과 후속 차량을 정보기술로 연결해 대열을 형성한다. 그러면 후속 차량은 자율주행 시스템을 이용해 무인으로 주행할 수 있다. 연결할 수 있는 후속 차량 수는 앞으로의 기술 검증을 통해 결정되겠지만 보기에 따라 하이웨이 트레인 구상의 실현에 가까워졌다고도 표현할 수 있다.

후속 무인 대열 주행은 미래 무인 트럭 시장의 전초전이 될 것이다. 기술적으로도 어려운 부분이 적어서 당장이라도 거의 실현 가능하므로 많은 시간을 들이지 않고 실용화할 수 있다는 장점이 있다.

더욱이 가까운 미래에 자율주행 기술이 더욱 발전하고 법과 제도 면에서도 문제가 없어지면 최초의 자율주행 자동차 도입은 인간과 접촉이 적은 고속도로에서 시작될 가능성이 높다. 그때 사회적으로 가장 많이 요구되고 동시에 혼잡도가 낮은 심야에도 주행할 수 있는 무인 트럭의 화물 운송부터 시범적으로 시작할 가능성이 높다. 기본적으로 한 분기점에서 다른 분기점까지 트럭의 화물 운송을 무인으로 주행하고, 분기점에서 최종 물건 배송(목적지까지 운송)은 유인 트럭이

할 것이다.

이처럼 무인 트럭 운행은 비용 절감이 가능하단 측면에서 화물 운송에 큰 이득이다. 아울러 하이웨이 트레인에 비해 훨씬 우수한 점이 있다. 우선 철도 인프라를 만들 필요가 없으므로 인프라 비용을 대폭 줄일 수 있다. 그리고 운송 물량 별로 대열 구성이 가능하므로 에너지를 낭비하지 않고 효율적으로 운송할 수 있다.

## 제2장. 자율주행—제조에서 서비스로

### 1. 변화하는 차세대 자동차 선택 기준

2010년 전후부터 차세대 자동차로 무엇이 유망한지 논의해왔다. 그 당시 선택 기준이었던 두 가지는 ‘지구온난화 대응’과 ‘자원 효율화’였다. ‘지구온난화 대응’은 가솔린 자동차보다 온실가스 발생량이 적은 차는 무엇인지 논의하면서 나온 기준이다. 또 다른 기준인 ‘자원 효율화’는 자원 사용량이 적고 비용 대비 효과가 높은 자동차는 무엇인지가 논점이었다. 그래서 유망하다고 꼽힌 차가 연료 전지 자동차와 전기 자동차였으나 시대가 달라지면서 미래 자동차의 선택 기준은 다양해지고 있다. 이유는 제3장에 기술하겠지만 현시점에서 전기 자동차가 우세하다.

더 나아가 미래 자동차는 교통사고를 줄이고 보다 더 안전하게 이동할 수 있는 사회를 실현한다는 사회적 요구도 고려해야 한다. 현재 일본 국내 교통사고 사망자는 연간 약 4천 명이며 전 세계적으로 연간 125만 명을 넘는다고 한다. 2011년 사망사고로 이어진 사례를 조사해본 바 운전 부주의(17.8%), 전방주시 태만(15.7%), 안전의식 부재(10.4%) 순으로 가장 많았다. 적어도 운전자 잘못으로 생기는 사망자를 완전히 없애려는 자율주행에 거는 사회적 기대가 높다.

또한, ‘고령자·과소 지역(역주: 거주 인구 감소와 고령화로 생활 수준, 생산 기능 유지가 어려운 지역) 대책’으로 요구하는 목소리도 높아지고 있다. 즉, 이동 불편을 해소하는 취지다. 일본 국내 운전면허 비보유자는 4천만 명 정도이며 해외는 약 60억 명으로 추정된다. 이들 중에는 과소 지역에 살고 있거나 나이가 많은 까닭에 자유롭게 이동하지 못하는 사람도 있다. 결국 직접 제대로 장도 볼 수 없는 ‘장보기 난민’이 될 가능성도 높다.

그리고 차량정체 완화를 바라는 사회적 요구도 있다. 차량정체는 도로의 시간당 통과 가능 대수를 초과했을 때 발생한다. 한 번 발생하면 통과 가능 대수가



상당히 떨어져 정체가 더욱더 길어진다. 그 결과 자원 효율성이 떨어져 사람·화물 운송의 효율도 악화하고 경제적 손실로 이어진다.

자율주행 자동차는 바로 이 ‘교통사고 감소’ ‘고령자·과소지역 대책’ ‘차량정체 완화’ ‘자원 효율화’의 해결사로 주목받기 시작했다.

한편 이미 존재했던 비즈니스 모델이지만 AI와 IoT 등의 기술 진보로 다시 주목받게 된 모델도 있다. 바로 ‘공유경제<sup>(주1)</sup>’다. 일반 직장인 가정을 생각해 보면 자동차는 평일에 거의 사용하지 않고 휴일에만 활용한다. 하지만 이제까지는 평일에 제아무리 쓸 일이 없다 해도 그러한 수요를 충족시킬만한 구조가 없었다. AI와 IoT의 발전으로 이를 충족시킬 구조가 실현되어 ‘자원 효율화’로 이어지게 되었다. ‘자원 효율화’로 필요한 자동차의 절대량이 감소하므로 ‘차량정체 완화’로 이어진다고도 볼 수 있다.

더욱이 미래 자동차에는 테슬라에서 일부 채택한 ‘메인テナンス 프리(maintenance-free)’를 사회적으로 요구하고 있다. 이것이 적용되면 인터넷을 통해 다양한 시스템을 업그레이드하거나 오류를 수정할 수 있다. 아울러 자율주행 시대가 되면 차 안에서의 자유 시간이 늘어나므로 ‘차 내부 환경 향상’도 필요해진다. 이에 부응하는 차로는 커넥티드 카가 있다.

그림12 자동차를 둘러싼 사회적 요구



이처럼 다양한 사회적 요구는 자율주행 자동차뿐만 아니라 커넥티드 카, 공유 경제, 차세대 자동차 등을 활용해 마치 다윈방정식을 풀 듯 해결해야 한다. 다임러 CEO인 디터 체체는 이런 동향을 각 요소의 앞머리 글자를 따서 ‘CASE’라고 불렀다. 이 요소들이 최종적으로 자동차 산업을 변혁하는 데 큰 영향을 미치는 존재가 될 것이다.

## 2. 기술·안전·법률·윤리—현황 과제

자율주행을 실현하기 위해 해결해야 하는 몇 가지 과제가 있다.(표13)

우선 ①기술 문제다. 자율주행 자동차의 주행에 필요한 기능인 ‘인지, 판단, 조작’이 원활하게 작동되도록 기술을 개발해야 한다. 마찬가지로 자율주행 레벨에는 레벨 0 수동운전부터 레벨 5 완전 자율주행까지 총 여섯 단계가 존재하는데, 당연히 기술 문제는 레벨이 오를수록 늘어나 어려워진다<sup>(주2)</sup>.

다음으로 ②안전 문제, 특히 보안 문제가 있다. 자동차가 직접 안전운행을 하는 문제는 기술 과제에 포함되므로 여기에서는 자율주행 자동차가 외부에서 부정하게 해킹 당해 제어 불능이 되어 탑승자와 주변에 피해를 가하는 위험을 말한다.

아울러 ③제도 문제도 있다. 우선 사고 책임 소재가 문제된다. 기존 자동차 사고는 운전자의 실수나 부주의로 빚어진 사고가 대부분이었기에 책임 소재가 명확했다. 하지만 자율주행 자동차는 운전자가 원인인 사고가 거의 사라지게 된다. 그렇게 되면 시스템 오작동이 사고 원인의 대부분을 차지하게 된다. 이 경우 사고 책임자가 자동차 본체의 제조업자인지, 자율주행 시스템의 개발자인지, 조건 입력자(주로 운전자)인지 판단하는 게 문제가 된다. 하물며 사고 책임 비율은 명확하게 특정하지 못하고 상황을 고려해 정해질 것이다. 또한 현존하는 조약과 법 제도는 인간이 운전한다는 전제하에 만들었으므로 자율주행 보급을 계기로 기존의 법 제도를 자율주행에 적합하게 개정해야만 한다.

덧붙여 ④윤리 문제도 있다. ‘한 생명을 구하기 위해 다른 생명을 희생해도 되는가?’라는 이른바 ‘트롤리 딜레마(역주: 구할 수 있는 생명의 수에 차이를 두고 선택을 묻는 윤리학 사고실험)’를 고려해야 한다.

그림13 자율주행 실현을 위해 해결해야하는 과제

기술면	인지·판단·조작 관련 차의 기능 개발
안전면	보안 대책
제도면	교통사고 책임 명확화, 교통조약·도로교통법 등의 관계 법령 개정
윤리면	트롤리 딜레마 해결

이러한 문제는 중요한 문제임과 동시에 해결이 어려운 문제이지만 이 문제들을 해결하지 않으면 자율주행 사회를 실현할 수 없다.(구체적인 사안은 제5장 ‘누가 성장을 저지하는가?’ 중 ‘정비 과정 중인 법 제도’와 ‘GAFA의 대항마’에 기술한다.)

### 3. AI 기술만으로는 자율주행 자동차를 만들 수 없다

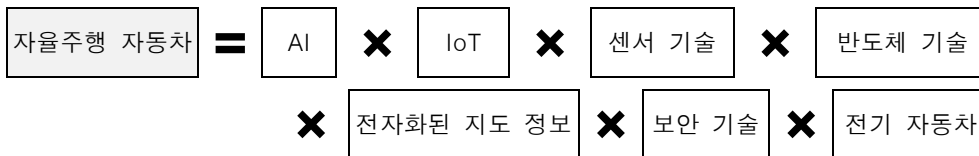
그림14 AI와 조합해 생겨난 새로운 비즈니스



최근 AI가 완전히 유행어가 됐고 AI 기술만 있다면 모든 과제를 해결할 수 있다는 풍조도 있다. 하지만 실제로는 자율주행 자동차 하나를 보더라도 AI 기술만으로 만들어지지 않는다. AI 하나만으로는 아무것도 할 수 없다. 예컨대 AI×

IoT×금융기술×금융시장 데이터가 모여 ‘핀테크<sup>(주3)</sup>’, AI×IoT×의약품 기술×건강 의료 데이터가 모여 ‘개별 맞춤 의료’가 되듯, AI는 여러 기술과 조합할 때 비로소 새로운 비즈니스를 창출하는 위력을 발휘한다.(그림14)

그림15 자율주행 자동차를 구성하는 기술 모듈



그렇다면 자율주행 자동차는 어떤 기술을 조합했다고 할 수 있을까? 당장은 AI×IoT×센서 기술×반도체 기술×전자화된 지도 정보×보안 기술×전기 자동차가 된다고 본다.(그림15)

우선 자율주행 자동차에서 AI가 어떤 역할을 하는지 생각해보자. 이를테면 자율주행 자동차가 주행 중에는 한눈에 파악하기 어려운 사거리가 있다고 하자. 근처에 초등학교가 있다면 사거리에서 아이가 나올 가능성을 예상해 속도를 늦추는 역할을 맡는 게 AI다. 다시 말해 AI는 평소 우리가 별 생각 없이 다니는 정보를 분석하고 판단한다.

IoT는 어떠한가? 자동차를 ‘인터넷화’ 한다는 건 그야말로 커넥티드 카를 목표로 한다는 말이다. 자동차 내부에서는 AI가 하는 인지, 판단을 핸들, 액셀러레이터, 브레이크에 연결한다고 볼 수 있다. 자율주행 자동차와 외부를 연결하는 측면에서는 우버 등의 차량 공유 서비스처럼 현재 자신과 가장 가까운 자동차를 찾아주는 시스템을 구축할 때도 IoT를 활용해 진행한다. 컴퓨터 프로그램을 업그레이드하듯 인터넷을 활용해 자동차를 업그레이드하는 일도 IoT를 활용한 예라고 할 수 있다.

자동차 주위를 인식하는 센서도 가지각색이다. 각 센서는 표16처럼 장단점이 있으나 이미 실용화 단계다. 앞으로 지금보다 더 성능을 높이고 비용은 낮추는 연구 개발을 진행해야 한다. 한편 센서마다 다른 센서에는 없는 장점을 지니고 있다. 그러므로 차 한 대에 여러 센서를 탑재해 서로 보완하도록 시스템을 구축할 필요가 있다.

그리고 최근 많은 전문가가 자율주행에 새로운 반도체 기술 개발의 필요성을 제기하고 있다. 센서를 이용해 얻은 빅데이터를 해석하고 곧바로 운전애 활용할 수 있는 반도체가 필요하다는 지적이다. 컴퓨터 반도체 시장은 인텔이, 스마트폰 반도체 시장은 퀄컴이 석권하고 있듯 자율주행에 필요한 실시간 화상처리를 해내는 기능을 지닌 반도체 개발 경쟁이 시작되고 있다.

표16 운전 지원 기술용 센서 디바이스

	특징	장점	단점
모노 카메라	물체의 형태를 패턴으로 인식함. 평면정보를 기본으로 함.	소형. 비용이 저렴함. 물체 식별 가능.	거리 감지 불가능. 야간이나 악천후일 시 정확도가 떨어짐.
스테레오 카메라	물체의 패턴을 포함해 깊이도 인식 가능.	대상물과의 거리를 정확하게 측정함. 물체 식별 가능.	정확한 광축 조정 필요. 야간이나 악천후 일 시 정확도가 떨어짐.
밀리미터파 레이더	반사파를 측정하여 대상물과의 거리나 속도를 추정함.	날씨 영향을 받지 않음. 장거리라도 대상물과의 거리를 정확하게 측정함.	보행자나 자전거 등 물체 식별이 어려움.
레이저 센서	반사파를 측정하여 대상물의 위치를 추정함.	비용이 저렴함.	고속이거나 장거리에 대응 불가능. 악천후일 시 정확도가 떨어짐.
초음파 센서	반사파를 수신하여 대상물의 유무나 거리를 검출함.	비용이 저렴함. 주차지원 등 근거리 검출에 적합함.	근거리만 이용 가능.

(출처) 일본 일간공업신문[2014]

먼저 한발 앞선 기업은 엔비디아다. 이미 드라이브 PX라는 자율주행용 반도체를 자동차 업체에 제공하기 시작했다. 물론 인텔도 뛰어 들고 있다. 또한 이제까지 자동차용 반도체를 토요타 등에 공급해왔던 르네사스 일렉트로닉스 역시 소규모긴 하지만 자율주행용 반도체를 개발하기 시작했다. 더욱이 최근에는 퀄컴이 세계 유수의 차량용 반도체 기업인 네덜란드의 NXP 반도체 인수 계획을 발표했다.(이처럼 자율주행 성능을 좌우하는 차량용 반도체 기업들의 동향은 제5장 ‘누가 성장을 저지하는가?’ 중 ‘GAFA의 대항마’에 기술한다.)

전자화된 지도정보도 마찬가지로 자율주행에 필요한 요소다. 차량용 센서 등을 통해 현재 운전 상황을 상시 파악하는 기능도 중요하지만 도로나 건물의 배치 같은 기초정보도 사전에 정확히 파악해야 한다. 물론 그러한 정보를 간단히만 파악해도 된다면 기존의 차량용 내비게이션 시스템으로도 충분하다. 하지만 자율주

행 자동차는 그런 전자화된 지도를 기반 삼아 운전하므로 보다 더 정확한 정보가 필수다.

또한 보안 기술도 중요하다. 2015년 8월 사이버 보안 행사에서 두 연구자가 FCA의 SUV 차량 ‘지프 체로키’에 부정한 명령을 전송해 핸들부터 브레이크까지 모두 외부에서 조작할 수 있는 방법을 공개했던 사례가 있었다. 이 사건으로 FCA는 리콜을 단행했으나 충격을 안겼던 부분은 원격조작만으로 자동차를 해킹할 수 있는 사실이 명백해진 점이였다. 악의를 지닌 제삼자가 자율주행 자동차를 자유롭게 조작하는 행위를 막는 기술이 필요하다.

마지막으로 전기 자동차는 연료전지 자동차보다 전기 제어가 용이하다는 측면에서 AI나 IoT 기술을 적용하기 쉽다. 얼마 전까지는 차세대 자동차로 연료전지 자동차와 전기 자동차가 자웅을 겨루었다. AI 기술이 주목받기 전 단계로 커넥티드 카 같은 발상이 없었으므로 자동차 하나만을 전제로 고려한다면 좋은 선택이었기 때문이다. 서두에서 지적한 바와 같이 당시에는 되도록 환경에 악영향을 미치지 않고, 지구 온난화 대책도 되며, 효율성이 높은 자동차를 선택하는 것이 기본이였다.

게임의 규칙이 바뀐 지금, 위상이 오르고 있는 건 전기 자동차다. 연료전지 자동차는 화학반응으로 발생하는 에너지를 사용해 모터를 돌려 달리는 자동차이기 때문에 전기 자동차에 비하면 전기로 제어할 수 있는 수준도 떨어진다. 상대적으로 AI, IoT와 연결하기 어렵다고 여겨진다.

#### 4. 내제화의 한계—수직통합형에서 수평연계형으로

제1장에서 지적했듯이 승용차도 일정 기능을 탑재한 모듈 단위로 만들 수 있게 되었다. 더욱이 자율주행 자동차의 발전과 맞물려 자동차 제조업은 일부 예외를 제외하고 기존의 ‘수직통합형(垂直統合型)’ 구조에서 ‘수평연계형(水平連携型)<sup>(주4)</sup>’ 구조로 바뀌고 있는 듯하다. 즉, ‘계열’을 해소하는 방향으로 움직임과

동시에 내제화(역주: 내부에서 전체 제조 과정을 해결하는 것. 저자는 자전주의(自前主義)라 표현했으나 편의상 내제화로 번역함)에 한계를 느끼고 필요에 따라 계열이 아닌 기업과 연계함과 동시에 경영 자원의 ‘선택과 집중’을 진행하게 된 듯하다.

본래 미국의 자동차 기업은 일본의 자동차 제조사보다 내제화 경향이 강해서 일본에서 말하는 Tier 1, Tier 2의 일부까지도 회사 내에 보유하는 사례가 많았다. 이에 대항하고자 일본의 제조사는 계열을 만들어 Tier 1이나 Tier 2 기업과 주식을 서로 갖고 계열사에서 많은 부품을 조달 받아 자동차를 제조해왔다. 이 계열사들과 거래할 때 장기적으로 거래한다는 전제하에 서로 설계도를 공유한다. 그래서 계열사는 제조사의 요구에 맞는 부품을 되도록 저렴하게 만들어왔다. 그런 차원에서 자동차 제조사와 계열사는 원-원 관계였다. 하지만 신흥국 기업이 성장해 세계적으로 자동차 산업 경쟁이 격해지자 더 저렴한 가격에 부품을 얻기 위해 장기적인 거래 관행인 계열 거래를 파기하고 부품을 경쟁 입찰해 보다 더 저렴하게 조달 받는 경우도 늘어나고 있다.

특히 닛산은 프랑스의 르노와 제휴한 뒤로 일본 제조사 중 눈에 띄는 계열 해체를 진행해 왔다. 예로 에어컨, 라디에이터, 계량기 등을 제조하는 닛산 최대 Tier 1 기업인 칼소닉 칸세이를 보면, 얼마 전 미국의 투자 펀드인 콜버그 크래비스 로버츠에 보유 주식을 매각한다고 발표했다. 아울러 전기 자동차가 차세대 자동차의 주류가 된다는 사실에 주목해 핵심 분야 중 축전지 관련 부문의 매각을 계획하고 있다. 구체적으로는 2017년 8월 차량용 전지 업체 오토모티브 에너지 서플라이의 주식 중 51%를 중국의 투자 펀드에 매각한다고 발표했다. 이는 전지 연구 개발에 엄청난 자금이 들어가며 생산 과정에선 ‘규모의 경제(역주: 생산량이 늘면 생산비용이 오히려 감소해 제조원가가 낮아지는 현상)’가 작용해 많이 생산해야 비용을 줄일 수 있다는 이유로 투자 경쟁 양상을 띠고 있기 때문으로 여겨진다. 이러한 역투자를 하는 닛산의 발상은 계열을 해체하겠다는 것보다 ‘수직통합형’에서 ‘수평연계형’으로 전환하겠다는 강한 의지가 느껴지는 전략이다. 앞으로 닛산은 센서와 화상인식 기술 등 AI 관련 개발에 많은 자금이 필요하므로 그 개발에 ‘선택과 집중’을 해 경영 자원을 집중적으로 투자할 거라 생각한다.

앞으로 다른 자동차 제조사도 가솔린 자동차에서 자율주행 자동차로 전환하는



과정에서 근간이 되는 체제가 대폭 변화할 것이다. 그야말로 기존 제조사가 거래한 적 없는 운영체제나 소프트웨어 개발에 강한 AI 기술을 구사하는 기업의 힘을 빌려야 한다. 그렇기에 기업 연계, M&A를 반복해 기존 계열과는 무관한 기업과 협업하는 작업이 필수가 된다.

예를 들어 토요타는 ‘토요타 리서치 인스티튜트’ 내부에 1억 달러 규모의 벤처캐피탈(역주: 벤처기업에 주식투자 형식으로 투자하는 기업)을 설립해 AI, 로봇 공학, 자율주행, 클라우드라는 네 가지 분야의 벤처기업에 투자하겠다고 발표했다. 다만 토요타의 전략은 자신들의 부족한 부분을 보충하겠다는 의미로 ‘내제화’와는 다른 노선이지만 느슨한 기업 연계와 외부 조달을 중심으로 하는 ‘수평연계형’이 아니라 부족한 기술을 매수해 ‘수직통합형’을 지속하려는 의도로 보인다. 토요타 모델이 좋은지, 앞서 소개한 닛산 모델이 좋은지 지금으로선 알 수 없다. 그저 현 단계에서는 차츰 변화하는 첨단 기술 중에서 유리한 기술을 보다 더 자유롭게 택할 수 있는 닛산 모델에 승산이 있는 듯 보인다.

## 5. 도입까지의 과정—개발도상국부터 시작한다

자율주행 자동차의 사회 도입 직후는 기술이 완벽하지 않으므로 자율주행이 아닌 자동차와의 공존이 어려울 거라고 말한다. 특히 교통량이 많은 선진국에서는 그러한 의견이 많지 않을까 싶다. 한편 개발도상국 중에는 도로와 신호뿐만 아니라 지도도 충분히 정비되지 않은 지역도 있다. 역설적이긴 하지만 그러한 지역이야말로 자율주행 중심 사회가 더 빠르게 찾아올지도 모른다.

그 근거 중 하나로 최근 개발도상국에서 일어난 유선전화와 무선전화 사례를 들 수 있다. 유선전화는 주요 기지국과 각 전화를 유선으로 연결하기에 초기 비용이 상당히 든다. 게다가 특정 규모 이상으로 사용자가 늘어나지 않으면 초기 비용을 회수할 때까지 수익을 내기가 어렵다. 그러나 무선전화는 무선이기에 기지국만 설치하면 된다. 즉, 초기 비용이 훨씬 낮다. 각자 무선전화를 구입하기만



하면 즉시 사용할 수 있다. 기존에 통신 인프라가 없던 지역이라면 유선전화보다도 무선전화의 도입이 더 쉽다는 의미다. 그 결과 개발도상국에서는 무선전화의 보급이 빠르게 이루어지는 사례가 많이 나타나게 되었다.

무선전화처럼 자율주행도 개발도상국에서 앞 단계를 건너뛰고 바로 보급될 수 있다.

선진국에서는 기술이 진전되면서 단계적으로 자율주행이 보급될 것이다. 자율주행 기술이 완벽하지 않은 시대에는 전용 도로에서 자율주행 자동차 운행을 하는 단계부터 시작한다. 우선 물건 운송부터 시작해 점점 사람도 타게 된다. 다만 물건이든 사람이든 최종 목적지까지 모두 자율주행으로 가는 게 아니라 처음에는 도쿄에서 오사카로 가듯 장거리 대량 운송 부분을 자율주행에 맡기고 중간 거점인 도쿄나 오사카에서 최종목적지까지 사람이 운전하는 자동차를 이용하게 될 것이다. 자율주행 자동차는 이처럼 구간을 한정하면서도 기술 진전을 고려해 단계적으로 도입될 가능성이 있다.

국민 입장에서는 자율주행을 개시할 시기와 구간이 담긴 중기 계획을 알아야 예측 가능성을 높이고 준비도 할 수 있다. 그리고 기업 입장에서도 연구개발 목표로 삼을 수 있다. 그러나 한편으로는 10년 단위로 기술이 어디까지 발전하고 국민의 사회 수용성이 어디까지 진행할지 예측하기 어렵다. 따라서 앞으로 정부가 적어도 대략적인 계획을 제시하고 때마다 기술 진전 상황을 보며 PDCA 주기<sup>(주5)</sup> 안에서 세부 수정을 반복하는 방법이 현실적이다.

## 6. 스마트폰 혁명으로 벌어진 일—하드웨어와 소프트웨어의 역전

일본의 휴대전화 업계에서 휴대전화 통신사와 단말기 제조사가 쥐고 있던 주도권이 운영체제, 소프트웨어 제조사로 넘어간 것처럼 자동차 역시 자율주행 자동차의 실용화를 계기로 동일한 일이 벌어질 가능성이 높다고 여겨진다.

이전에 일본에서는 통신사(NTT도코모나 소프트뱅크 모바일 등)가 요구한 조

건에 맞는 단말기를 단말기 제조사(샤프나 후지쯔 등)가 개발·생산했다. 통신사는 통신비로 막대한 이익을 얻으므로 사용자와 장기 통신 계약을 맺는 걸 가장 중시했다. 그래서 판매 대리점에 고액의 판매지원금을 주고 단말기의 실제 판매가를 낮춰 사용자의 구매 욕구를 높여왔다. 그 결과 일본의 단말기 제조사는 자발적인 영업 노력을 하지 않고 일본 국내에서만 이익을 얻는 방식을 취해왔다.

게다가 예전 일본의 휴대전화 단말기는 심(SIM) 카드 잠금을 해제할 수 없었다. 심 카드 잠금은 단말기용 심 카드<sup>(주6)</sup>를 특정 통신사만 연결할 수 있도록 해 고객을 묶어두는 시스템이다. 사용자 입장에서는 지금 사용하는 단말기에서 다른 회사 단말기로 바꾸기 어려워진다. 통신사는 이 시스템을 이용해 통신비라는 명목으로 장기적이며 안정된 이익을 얻을 수 있었다.

그림17 일본의 휴대전화 비즈니스 모델



(출처) 나카무라[2011]을 수정함

이와 달리 해외에서는 현재 사용 중인 단말기의 심 카드를 빼고 다른 단말기에 넣어 사용할 수 있어 단말기나 통신 서비스 선택이 자유롭다(그림17의 중간에 있는 ‘미국·유럽<피쳐폰 시대>’). 최근 들어 사용자의 편의성을 존중해 일본에서도 심 카드 잠금을 해제할 수 있게 만들어 해외와 비슷한 환경이 됐다.

그리고 스마트폰 출현과 함께 경쟁 조건이 바뀌었다. 스마트폰을 가동하는 운영체제를 구글의 안드로이드와 애플의 iOS가 양분해 거의 모든 스마트폰이 둘 중 하나를 사용한다. 그 덕분에 휴대전화 업계 내 권력이 통신사와 단말기 제조사에서 운영체제, 소프트웨어 제조사로 크게 기울게 되었다.

이런 휴대전화 동향과 유사한 움직임이 자율주행 도입 후 일본의 자동차 산업에서도 생길 수 있다. 그림18의 왼쪽 그림처럼 현재 자동차 산업은 자동차 제조업과 자동차 관련 서비스업으로 나뉘어 있다. 게다가 자동차를 안전하게 운행할 도로 인프라도 필요하므로 거시적 관점에서 이를 모두 포함하는 자동차 산업을 구성한다.

그림18 일본의 자동차 산업(현재와 자율주행 도입 후)

도로 인프라		도로 인프라 (전자화된 지도정보도 포함)
자동차 관련 서비스 (사람·화물 운송 서비스)		자동차 관련 서비스 (차량 공유 등)
자동차 제조업		차량용 운영체제, 소프트웨어
		자동차 제조업
현재		자율주행 도입 후

이 구성이 자율주행 도입 후에 크게 바뀐다.

도로 인프라는 계속 필요하다. 그러나 세부사항으로 눈에 보이는 도로정비와 더불어 자율주행에 꼭 필요한 전자화된 지도정보를 작성하는 정보 인프라도

포함하게 된다. 다만 정보 인프라는 앞으로 확대가 기대되나 도로 인프라는 새롭게 건설하는 작업보다는 유지보수 작업 위주로 하게 돼 자동차 산업 전체에서 차지하는 비율은 굉장히 낮아질 전망이다.

한편 자동차 관련 서비스나 차량용 운영체제, 소프트웨어는 증가할 거라 기대된다. 자동차 관련 서비스 면에서 기존의 사람·화물 운송 서비스와 더불어 차량 공유 등의 새로운 비즈니스가 포함되어 점유율이 확실히 늘어날 거라 예상한다. 아울러 자율주행 자동차가 보급되면 차 안에서 영화를 보거나 음악을 듣는 시간이 늘어나게 된다. 그런 영화나 음악 콘텐츠도 확충되고 그와 동시에 차 내부 공간의 외부 소음 유입과 내부 소리 누출을 차단하는 신소재 개발도 필요해진다. 또한 자율 주행은 인지, 판단, 조작을 담당하는 운영체제나 소프트웨어가 필요하며 해당 시스템의 성능이 곧 자율주행 자동차의 성능을 결정한다 해도 과언이 아니다. 그래서 이런 부분을 담당하는 기업의 입김이 강해진다. 이는 그야말로 스마트폰 분야에서 운영체제, 소프트웨어 제조사의 힘이 강해지는 현상과 비슷하다 할 수 있다.

그러므로 현재 강력한 영향력을 갖고 있어도 앞으로 영향력이 상대적으로 작아질 자동차 제조업(특히 자동차 제조사)은 살아남고자 같은 업종과 연계할 뿐만 아니라 AI 기업과의 연계, 인수 작업에 혈안이 되어 있다. 만약 현재 경쟁력 있는 특정 해외 기업이 지도 데이터 등의 빅데이터 보유·활용 및 AI를 사용한 정보처리 기술 등의 정보 인프라를 장악해버리면 해외 기업에 ‘달리기, 돌기, 멈추기’와 같은 자동차의 기본 성능을 제어할 ‘두뇌’를 빼앗기는 셈이 된다. 일본의 자동차 산업은 단순히 ‘상자’를 만들기만 하는 제조사가 되어버린다. 따라서 일본 기업에 이러한 정보 인프라의 구축 가능 여부, 적어도 경쟁력이 있는 특정 해외 기업과의 협업 가능 여부가 미래 일본 자동차 산업의 중요한 분기점이 된다. 현 상황은 자동차 제조업(특히 자동차 제조사)의 위기뿐만 아니라 일본 제조 산업의 위기를 시사하고 있다.

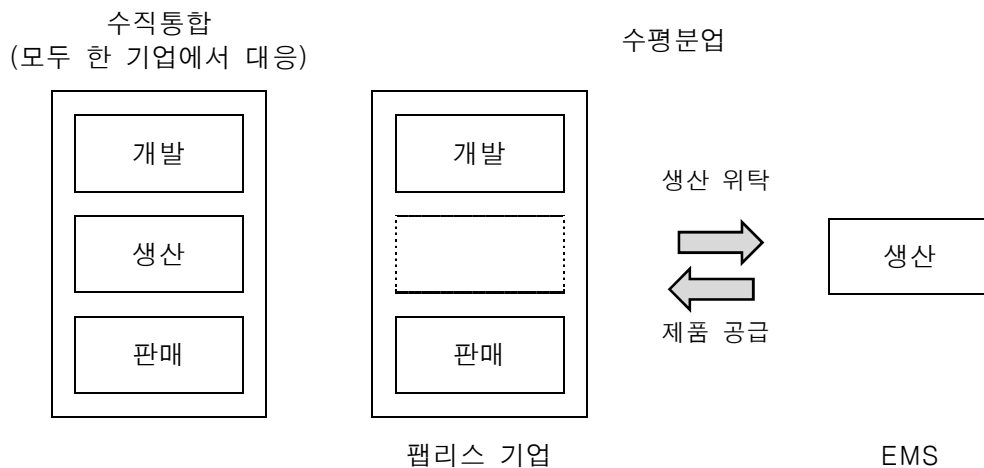
## [칼럼] ‘계열’의 미래

이제까지 일본의 전자제품 업체는 개발·제조·판매를 모두 한 기업 내에서, 혹은 그룹 내에서 담당하는 경향이 강했다. 이를 수직통합이라고 한다. 한편 미국의 애플처럼 생산 부분을 다른 기업에 위탁하고 개발(디자인을 포함)과 판매만을 자사에서 담당하는 기업을 팹리스 기업(Fabless=제조부분을 갖지 않음)이라고 한다. 그리고 위탁 제조를 전문으로 하는 기업을 EMS(Electronics Manufacturing Service/전자기기 위탁 제조 서비스)라고 부른다.

이 EMS를 활용한 팹리스 기업의 등장과, EMS를 활용하지 못하고 수직통합형 방식을 고집한 게 일본 전자제품 업체의 실패 요인이라고 주로 지적받는다.

요컨대 이제까지 일본의 전자제품 업체는 조립 분야에서 보유한 ‘높은 기술력’을 강점으로 여기고 있었다. 하지만 EMS를 활용한 팹리스 기업의 대두와 성공은 이러한 강점을 무너뜨리는 일이었다. 수직통합으로 전 제조 과정을 끌어안고 생산하지 않아도 경쟁에서 이길 수 있다는 사실을 시사했다.

### 전자제품 업체의 수직통합과 수평분업



그렇게 되자 ‘모든 과정을 자사에서 처리하는 내제화가 과연 좋은 것일까?’, ‘수직통합형으로는 조직의 움직임이 둔화하여 신흥국의 수요 변화에 빠르게 대

응하지 못하는 게 아닐까?’, ‘일본 기업도 EMS를 좀 더 활용해야 하지 않을까?’라는 논의가 생겨났다.

하지만 세계 기업을 둘러보면 어느 방식이 더 우수한지 완벽한 우열을 가리기 어렵다.

똑같이 수직통합형을 채택한 기업이라도 삼성전자나 LG전자의 실적은 좋은데 수직통합형인 일본 전자제품 산업의 실적은 떨어지고 있다. 수평분업을 채택하는 애플도 실적이 좋다. 그리고 과거 일본기업은 수직통합형으로 높은 실적을 올렸었다.

그런 관점에서 보면 단순히 수직통합은 잘못됐고 수평분업이 괜찮은 방식이라곤 할 수 없다. 한국 기업의 성공 사례를 보면 이러한 체제 논쟁보다도 규모의 경제가 주는 장점을 최대한 활용했기에 효과를 봤다고 여겨진다.

따라서 수직통합과 수평분업 중 어느 쪽이 더 유망한지 판단하는 논의는 체제만 생각할 게 아니라 어떤 제품을 만들 것인지, 그 제품은 어떤 특성을 지닌 제품인지 등의 논의와 함께 논해야 할 주제라고 생각한다.

이러한 가운데 자동차 제조업에서도 ‘수직통합형’에서 ‘수평분업형’으로의 전환이 화제에 오르기 시작했다. 다만 이는 전자제품 업체의 상황과 무척 다르다. 지금까지 자동차 제조업의 ‘수직통합형’은 그림6처럼 피라미드형인 계열 시스템이었다. 그것이 그림9처럼 ‘수평분업형’으로 전환하게 된다. 이는 단순히 전자제품 업체처럼 팹리스 기업으로 변해 생산기능을 외부에 맡기는 게 아니라 이제까지 내부 계열사가 보유하지 않은 기술이 자동차에 필요해지면서 해당 모듈을 외부에서 조달 받는 상황을 의미한다. 따라서 이제까지 계열의 수장으로 자동차 제조사가 자동차 제조의 전 과정을 관할했지만, 외부에서 들어온 모듈이 블랙박스에 가까워지면서 자사의 손이 닿지 않는 곳에 놓이게 된다. 이는 AI, IOT 관련 모듈이 주가 될 것으로 예상된다.

자동차 제조사는 지금보다 더 지배구조가 약화할 거란 각오를 하고 수평분업 전 단계인 수평연계로 전환해 내제화에서 점차 벗어나는 움직임도 보이게 됐다. 그러나 한편으로는 기존의 강한 지배구조를 어느 정도 유지하기 위해 이전까지

자사(혹은 계열 전체)가 보유하지 않았던 기술을 보유 중인 기업을 통해 확보하고자 기업 인수를 진행하는 움직임도 보이고 있다. 즉 넓은 의미로 내제화, 수직 통합 회귀를 뜻하는데 이는 토요타의 행보에서 두드러진다.

## 주석

### 들어가며

- (주1) 클레이턴 크리스텐슨 저, 이즈하라 유미(伊豆原弓) 역(2000), 『기술혁신의 딜레마: 거대 기업이 무너질 때(원제: イノベーションのジレンマ——技術革新が巨大企業を滅ぼすとき)』, 쇼에이샤(翔泳社)

### 서장

- (주1) 일본 KDDI 종합연구소(2014), 「ICT 첨단기술 조사연구(원제: ICT先端技術に関する調査研究)」  
([http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h26\\_09\\_houkoku.pdf](http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h26_09_houkoku.pdf))
- (주2) 앤드루 응은 2017년 3월에 바이두를 퇴사했다.
- (주3) 제5세대 컴퓨터 프로젝트는 일본의 산업 경쟁력 강화에 주안을 둔 응용연구가 아닌 일본 정부가 자금을 출자해 그 연구 결과를 통해 폭넓은 국제적 공헌을 하는 데 주안을 둔 기초연구였다. 1982년부터 1994년까지 일본 정부가 총 541억 엔을 출자하는 프로젝트였으며, 당시 컴퓨터 능력과 데이터양의 한계가 있던 가운데 일본뿐만 아니라 세계의 인공지능 연구자가 주목해 집결한 프로젝트였다. 연구성과의 평가는 엇갈리는데 이를테면 나카무라·시부야(中村吉明·渋谷稔) [1995]나 오다기리·나카무라·시부야(小田切宏之·中村吉明·渋谷稔) [1997]에서는 연구를 진행한 ‘신세대 컴퓨터 기술 개발 기구(ICOT)’의 핵심 재직연구자의 논문 인용 수를 같은 부류의 연구를 진행하고 있는 대학·연구소 등과 비교해 프로젝트의 연구 성과가 이 분야의 연구 활동에 상대적으로 꽤 큰 영향을 미쳤다고 판단했다.
- (주4) 일본 내 산업기술종합연구소 인공지능 연구센터의 쓰지이 준이치(辻井潤一) 센터장은 AI를 ‘인간에 근접한 AI’와 ‘인간을 뛰어넘는 AI’로 분류해 설명한다.
- (주5) 일본의 「2015년판 제조백서」에서 말하는 사이버 물리 시스템의 정의는 물리적인 현실세계의 데이터를 수집하고 컴퓨터상의 가상공간에 대량으로 축



적·분석하고 그 결과를 다음에 물리적인 현실 세계에 반영하는 반복과정을  
실시간으로 실행시켜 시스템 전체의 최적화를 꾀하는 시스템으로 되어 있다.

(주6) 일본 경제산업성(2017), 「<신산업구조 비전> 개인, 세계의 과제를 해결하  
는 일본의 미래(원제: 「新産業構造ビジョン」一人ひとりの, 世界の課題を解決  
する日本の未来)」, 일본 산업구조심의회 신산업구조부회(新産業構造部会) 사  
무국

(주7) 호소다 다카히로(細田孝宏)(2013), 「‘기계와의 전쟁’에서 인간은 완벽히  
패배중이다. 에릭 브린올프슨 MIT 교수에게 묻다.(원제: 「機械との競争」に人  
は完敗している エリック・ブリニョルフソンMIT教授に聞く)」  
(<http://business.nikkeibp.co.jp/article/interview/20130416/246769/?P=1>)

(주8) 레이 커즈와일 저, 이노우에 켄(井上健) 역 (2007), 『포스트휴먼 탄생: 컴  
퓨터가 인류의 지성을 초월할 때(원제: ポスト・ヒューマン誕生—コンピュータ  
が人類の知性を超えるとき)』, NHK출판

(주9) 칼 베네딕트 프레이(Carl Benedikt Frey), 마이클 오즈번(Michael  
Osborne)(2013), 「The Future of Employment: How Susceptible Are  
Jobs To Computerisation?」  
([http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf))

(주10) 일본 노무라종합연구소(2015), 「일본의 노동인구 중 49%가 인공지능과  
로봇 등으로 대체된다: 601종 직업별로 계산해본 컴퓨터 기술로 대체될 확  
률 (원제: 日本の労働人口の49%が人工知能やロボットなどで代替可能に～601  
種の職業ごとに、コンピューター技術による代替確率を試算～)」  
([http://www.nri.com/jp/news/2015/151202\\_1.aspx](http://www.nri.com/jp/news/2015/151202_1.aspx))

## 제1장

(주1) 해외에 진출한 기업이 제품 등을 현지에서 생산할 때 원재료와 부품 등을

현지에서 조달하는 것.

- (주2) 공유경제란 사물이나 서비스를 공유하거나 유통하는 등의 구조를 말한다. 자세한 사항은 제4장을 참고할 것.
- (주3) 다나카 다쓰오(2009), 『모듈화의 종언 통합형으로의 회귀(원제: モジュール化の終焉 統合への回帰)』, NHK출판
- (주4) 후지모토 다카히로(藤本隆宏), 다케이시 아키라(武石彰), 아오시마 야이치(青島矢一)(2001), 『비즈니스 아키텍처 제품·조직·프로세스의 전략적 설계(원제: ビジネス・アーキテクチャー 製品・組織・プロセスの戦略的設計)』, 유키카쿠(有斐閣)
- (주5) 일본경제신문(2017), 「일본차, 변하는 내제화…유럽의 개발 위탁 대기업이 잇달아 거점 신설(원제: 日本車、変わる自前主義 欧州の開発受託大手が相次ぎ拠点)」
- (주6) 공유경제의 일종인 차량 공유 서비스의 특징은 ①택시면허를 보유하지 않은 운전자도 서비스를 제공하고, ②승객이 스마트폰 앱에서 차를 호출하는 주문형 서비스이다. 자세한 사항은 제4장을 참고할 것.
- (주7) 2016년 구글은 자율주행 자동차 개발부문을 독립시켜 새로운 회사인 웨이모를 구글의 모회사인 알파벳의 산하로 이동시켰다.

## 제2장

- (주1) '공유경제' 관련 내용은 제4장에서 기술한다.
- (주2) 레벨 1 운전 지원, 레벨 2 부분적 자율주행, 레벨 3 조건부 자율주행, 레벨 4 고도자율주행으로 정의된다.(고도정보통신 네트워크 사회추진전략본부 민관 데이터 활용 추진 전략회의[2017])
- (주3) 핀테크는 IT기술을 사용한 새로운 금융서비스다. 금융을 의미하는 Finance와 기술을 의미하는 Technology를 조합한 합성어다.
- (주4) 일본의 자동차 제조업 구조를 '수평연계(水平連携)'란 단어를 사용해 표현하는데 변화 목표로 애플 등의 일부 전자제품 산업의 현황을 나타내는 '수

평분업(水平分業)’을 삼는다. 즉 ‘수평분업’인 애플은 각 기업의 역할 분담이 명확하게 정해져 있지만 자동차 제조업은 아직 그 수준에 이르지 않았다.

<sup>(주5)</sup> PDCA 주기란 Plan(계획)→Do(실행)→Check(평가)→Act(개선)라는 4단계를 반복해 업무를 개선하는 걸 말한다.

<sup>(주6)</sup> 심 카드(Subscriber Identity Modul Card)란 전화번호 등의 계약자 정보가 기록되어 휴대전화로 통신할 때 필요한 IC카드를 말한다.

## 참고문헌

김화수, 고순주(1995), 『인공지능의 이론과 실제: 터보 프롤로그 및 전문가 시스템』, 집문당

다다 사토시 저, 송교석 역(2017), 『처음 배우는 인공지능』, 한빛미디어

다카네 히데유키 저, 김정환 역(2017), 『자동차 에코기술 교과서: 전기차·수소 연료전지차·클린디젤·고연비차의 메커니즘 해설』, 보누스

박상수, 김경유, 윤자영(2017), 『한국 자동차산업의 수요구조 및 정책효과 분석』, 산업연구원

자일스 채프먼 저, 신동헌, 류청희, 정병선 역(2013), 『카 북(THE CAR BOOK): 자동차 대백과사전』, 사이언스북스

테헤란씨씨(2017), 『자율주행 자동차의 핵심기술』, 테헤란씨씨

호드 립슨, 멜바 컬만 저, 박세연 역(2017), 『넥스트 모바일: 자율주행 혁명』, 길벗

小学館(2006), 『精選版 日本国語大辞典』, 小学館

新村出(2008), 『広辞苑 第六版』, 岩波書店

국립국어원 『국립국어원 표준국어대사전』

(<http://stdweb2.korean.go.kr/main.jsp>) (2019년 5월 27일)

NISSAN MOTOR CORPORATION, 「Nissan Unveils ‘Nissan CMF’ Next-generation Vehicle Engineering」

(<http://newsroom.nissan-global.com/releases/release-38e121d810e4f2119285780572a4340d-120227-01-e?year=2012>) (2019년 5월 18일)

이홍락(2010), 「계층적 희소 표현에 의한 특성 자율학습」, 한국고등교육재단  
(<http://www.kfas.or.kr/Community/Bbs/Bbs0501.aspx>) (2019년 5월 22일)

## 日本語抄録

本書は、AIが自動車産業に与える影響を整理し、技術・制度の観点から自動車産業の変革過程を紹介している。多様な予測を通じ、分野を広げていく自動車産業の構造がどのように変化し、発展するのかを説明する。

序章「AIがゲームを変える」では、AIが技術の概念と発展の流れを説明し、様々な分野での活用事例を簡単に紹介する。多様な分野の事例を通じて、AIに向き合うための視点を提示し、本書の理解を深めるための土台を築く。

第1章「激変する自動車産業—AIとモジュール化」では、日本をはじめとする世界の自動車産業の構造と現状を説明する。自動車産業の構造的な発展の流れと問題点を把握し、未来の自動車産業の構造がどのように変わるのかを予測する。製造工程の方式の変化事例と、他分野の企業が自動車産業に進出する事例なども提示する。

第2章「自動運転—モノづくりからサービスへ」では、次世代自動車の研究が進むようになった背景と、実社会への定着に先立ち解決すべき多様な関門を紹介する。また、次世代自動車が主流になる未来の自動車産業の構造と世界のIT企業らの研究事例を通じて、日本の自動車産業の未来を予測する。