



## 자동차 부품사의 지식재산 수준과 성과에 관한 연구

류 창 한<sup>1)</sup> · 주 백 수<sup>2)</sup> · 서 민 석<sup>\*3)</sup>

현대오토론 연구기획팀<sup>1)</sup> · 에스피아이디 심사팀<sup>2)</sup> · 한양대학교 기술경영전문대학원<sup>3)</sup>

### A Study on the Intellectual Property Level and Performance of Auto Part Company

Changhan Ryu<sup>1)</sup> · Baegsu Joo<sup>2)</sup> · Minsuk Suh<sup>\*3)</sup>

<sup>1)</sup>R&D Planning Team, Hyundai Autron, 344 Pangyo-ro, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi 13493, Korea

<sup>2)</sup>Engineering Division, SPID, 27 Seolleung-ro 93-gil, Gangnam-gu, Seoul 06151, Korea

<sup>3)</sup>Graduate School of Technology & Innovation Management, Hanyang University, Seoul 04763, Korea

(Received 16 August 2017 / Revised 31 October 2017 / Accepted 1 November 2017)

**Abstract** : In a modern, internationally competitive environment, securing and protecting core technology through intellectual property rights has been the core element of individual and national competitiveness in a knowledge-based society. Time would come when national competitiveness would depend on creation, accumulation, sharing, and utilization of knowledge, and intangible values have become the standards in evaluating business values. Patent information includes different types of information, such as applicant, inventor, applicant country, technology category, and precedent patent information, which is widely used in conducting research to predict future scenarios. In this study, an implication has been drawn by using patent indicators that target 20 global auto parts companies based on sales through quantitative and qualitative analyses.

**Key words** : Intellectual property(지식재산), Technology acquisition(신기술획득), Utilization strategy(활용전략), Automobile part suppliers(자동차부품업체), R&D Strategy(기술개발전략)

### 1. 서론

지식재산에 대한 전략적 관심이 증대됨에 따라 전 세계 특허출원 수가 급증하고 있고 여러 산업분야의 많은 기업에서 지식재산권을 통해 혁신을 이뤄내고 만족스러운 재정적인 이익을 창출하려는 노력을 하고 있다.<sup>6,30)</sup> 또한 많은 기업들은 공격적인 지식재산전략 보다는 예방적인 지식재산전략 차원에서 특허출원을 하고 있다.<sup>6,27)</sup> 기업들은 경쟁자의 혁신모방을 피하거나 적어도 연기함으로써 일시적으

로 독점적인 시장지위를 얻기 위해 지식재산 전략을 수립하고 있으며<sup>1,25,27)</sup> 라이선싱을 통한 부가적인 재정적 이익을 창출하고 크로스라이선스를 통해 기술을 공유<sup>3)</sup>하거나 연구개발(R&D)을 공동으로 수행하는 전략적 자산으로 특허를 활용하고 있다.<sup>13,14,23,26)</sup> 그러나 지식재산권에 대한 투자증가가 경제적으로 효과가 있는지에 대한 기존의 연구들에서는 많은 이견들이 제시되어 온 것을 발견할 수 있다. 예를 들어 기업의 특허활동 수준과 재무성과 간

\*A Part of this paper was presented at the KSAE 2017 Spring Conference

\*Corresponding author, E-mail: [mssuh@hanyang.ac.kr](mailto:mssuh@hanyang.ac.kr)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

의 관계가 약한 양의 상관관계를 갖는다<sup>8,12)</sup>는 주장이 있는가 하면 특허와 유용한 신제품 또는 프로세스간의 관련성은 재무성과와 관련성은 낮다는 결론도 제시되었다.<sup>11)</sup> 또한 지식재산에 대한 기존문헌을 검토한 결과, 특허와 성과에 대한 연구의 모호함으로 인해 면밀한 관찰이 더 필요하다는 주장이 있었으며,<sup>15)</sup> 기업의 특허 포트폴리오는 단순한 크기보다 특허포트폴리오의 관리 방식이 특허에 의한 가치창출의 양을 결정하고,<sup>16,7)</sup> 기존의 경제모델과 혁신활동 및 성과지표가 단순히 특허건수보다는 특허의 관리능력에 기반 한다고 주장하는 연구도 있었다.<sup>7)</sup> 최근 연구들은 기존 특허관리의 효율성을 뛰어넘는 특허를 통해 가치의 창출과 함께 전반적인 성과를 높이려는 기업들이 갖추어야 할 특허역량의 중요성을 강조한다.<sup>4,19,20)</sup>

본 연구에서는 매출액기준 글로벌 자동차 부품업체 20개를 대상으로 특허 지표들을 통해 지식재산 수준을 정량적/정성적으로 분석하여 지식재산수준과 경영성과의 상관관계에 대하여 논의해 보고자 한다.

## 2. 이론적 배경 및 가설

### 2.1 지식재산 관리 및 수준

지식재산 관리의 근본적인 목표는 R&D투자로부터 경제적 수익을 극대화하는 것이고,<sup>25)</sup> 기술지식의 내부 및 외부 생성, 사용의 관리로 정의될 수 있다.<sup>2)</sup> 기업의 특허 포트폴리오는 전략적 비즈니스 개발결정에 주요 관심사로 간주되어 왔고, 특허관리는 기업의 이익과 밀접한 관련이 있음이 입증되었다.<sup>9)</sup> 글로벌 기업들은 지식재산 관리의 중요성을 인지하고 잘 정의된 특허전략을 구현하고 있고,<sup>29)</sup> 다양한 방식으로 활용할 수 있는 강력한 특허포트폴리오를 구축하기 위해 조직/절차/전략을 정비하고 있다.<sup>20,21,29)</sup> 지식 정보화 사회의 치열한 기술경쟁 속에서 생존하기 위하여 기업들은 전 세계에서 생성되는 다양한 정보와 지식을 신속하고 정확하게 수집/분석하여 기술개발의 흐름을 파악하고 기술개발 방향을 예측하여 지속적인 경쟁우위를 확보하기 위해 노력하고 있다.<sup>25)</sup> 기업의 특허전략은 특허활동, 특허품질이라는 두 가지 차원에 따라 특정할 수 있고,

특허활동은 R&D활동의 수준을 측정하는 반면 특허 품질은 이러한 활동의 영향을 측정한다.<sup>28)</sup> 특허활동이 다양한 경제적 가치와 범위에서 나타나는 혁신활동의 가치를 측정하기에는 편향된 지표라고 주장한 연구<sup>22)</sup>와 기업의 정확한 R&D역량을 측정하기 위해 특허품질지표를 제안한 연구도 있었다.<sup>28)</sup> 특허지표가 특정기업의 R&D성과를 직접적으로 표현해 준다는 주장은 할 수 없지만, 기존 많은 연구에서 R&D활동의 척도로서의 특허에 대한 주요지표는 일정수준의 R&D활동을 대변해 줄 수 있고,<sup>18,28)</sup> 특허지표 분석 시 하나의 특허품질지표에 의존하기 보다는 여러 가지 특허품질 지표를 포함하면 측정 오류의 분산을 줄일 수 있다고 주장하였다.<sup>5,9)</sup> 최근 기술공개 및 공유를 통한 시장개방 이슈는 반영하지 못하더라도 글로벌 자동차 부품업체들의 매출액 대비 지식재산 수준을 정량적/정성적으로 분석하면 지식재산수준과 매출액과의 상관관계를 알 수 있을 것이다.

H1. 매출액이 높은 자동차 부품회사일수록 지식재산의 수준이 높을 것이다.

### 2.2 지식재산수준의 변화가 미치는 영향

특허활동은 R&D활동의 수준을 측정하고 특허품질은 이러한 활동의 영향을 측정한다. 즉 특허출원은 특허활동의 기본지표이다.<sup>28)</sup> 특허활동의 절대수준에 대한 기업규모와 효과를 보정하면 효율성지표를 얻을 수 있고,<sup>16)</sup> 특허품질은 평균 특허출원보다 높은 품질을 나타내는 특허지표의 지수를 계산하여 측정하게 된다. 등록된 특허 중 유효특허 수, 주요해의 특허출원 건수, 인용된 특허건수 등은 특허품질의 지표로 사용되고 있다.<sup>10,17)</sup> 특허활동 및 특허품질이 매출성장과 직원 1인당 매출로 측정된 결과실적이 증가하였다는 선행연구<sup>10)</sup>를 바탕으로 양질의 특허를 보유한 특허권자는 질이 낮은 특허를 보유한 특허권자보다 더 성공적이었다. 본질적으로 기업의 전반적인 R&D활동의 수준과 품질은 해당기업의 특허 포트폴리오를 정량적/정성적으로 분석하면 기업의 사업전략을 예측할 수 있다. 경험적 증거에서 특허수준과 기업의 성과 사이에는 긍정적인 관계를 가지고, R&D수준이 낮은 기업들은 선진기

업의 특허를 회피 설계해야 하므로 특허 포트폴리오 구축 시 방향설정 및 개발기간에 악영향을 미친다. 경쟁기업의 지식재산 수준의 변화가 매출액 변화와 상관관계가 있을 것으로 판단되며 년도 별 자동차 부품사 특허활동 변화가 매출액의 변화와 상관관계가 있을 것으로 생각된다.

H2. 지식재산 수준의 변화가 매출액의 변화와 상관관계가 있을 것이다.

### 3. 분석

#### 3.1 데이터 분석방법

매출액기준 글로벌 자동차 부품사 20대기업<sup>24)</sup>를 대상으로 미국, 독일, 중국, 일본, 한국의 특허를 추출하여 기업별 해외출원 추이를 분석하였다. 또한 특허활동(양)과 특허품질(질)을 평가하기 위하여 미국특허 94,842건을 추출하였다. 특허데이터를 확보하기 위하여 글로벌 자동차 부품사에 대하여 Wisdomain<sup>31)</sup>에서 제공하는 대표출원인 명칭 이외에 각 자동차 부품사의 단순 사명변경, 인수합병 변경사항, 자동차 관련 그룹사를 검색 식에 추가하여 검색하였고, 이에 따른 중복데이터나 노이즈데이터를 제거한 후 분석에 활용하였다.

#### 3.2 데이터 분석결과

##### 3.2.1 매출액/특허데이터 분석방법

글로벌 부품사 1위기업인 Robert Bosch GmbH는 자국인 독일출원 특허 대비 미국 34%, 중국 23%, 한국 9%, 일본 7%의 수준으로 출원하였다. Denso

Corp.의 경우 자국인 일본출원 특허 대비 미국 26%, 독일 13%, 중국 7%, 한국 2% 수준이었고, Continental AG는 자국인 독일출원 특허 대비 미국 71%, 한국 35%, 중국 24%, 일본 3% 수준이었다. 캐나다 기업 Magna International Inc.는 국제적 특허활동을 거의 하지 않고 있었고, Hyundai Mobis는 자국인 한국출원 대비 중국 9%, 미국 7%, 독일 1%, 일본 0% 수준으로 국제적 특허활동 수준이 낮음을 알 수 있었다.

##### 3.2.2 특허데이터 분석결과

매출액이 높은 자동차 부품회사일수록 지식재산의 수준이 높은지에 대한 가설검증을 위하여 글로벌 자동차 부품사 20대기업의 2006년 매출액 순위와 2016년 매출액 순위를 비교하여 10년간의 매출액의 변화를 비교분석 하였다. 10년 동안 글로벌 자동차 부품사 1위와 2위 자리를 지키고 있는 Robert Bosch GmbH와 Denso Corp.는 선도 기업으로 분류하였고, Continental AG와 ZF Friedrichshafen AG는 2006년 13위와 15위에서 2016년 각각 4위와 5위를 차지하여 고(高)성과 기업으로 분류되었으며, 2006년 4위와 5위였던 Delphi Corp.과 Johnson Controls Inc.는 2016년 순위 12위와 9위로 하락하여 저(低)성과 기업으로 분류하였다. 기타 기업들은 순위의 변동이 적었고, 지식재산수준의 변화가 적어서 분석에서 제외하였다. 특허건수와 특허활동지수는 양적 측면, 나머지 지수들은 질적측면을 나타낸 것이다.

##### 1) 특허건수(Number of Patents)

특허건수는 선도기업이 고(高)성과 기업과 저(低)성과 기업에 비해 월등히 많은 양의 출원을 하고 있었다.

Table 1 Patents in the auto parts industry (Global Top20)

Rank	Company name	Country	Korea	USA	Germany	China	Japan
1	Robert Bosch GmbH	Germany	5,220	19,571	56,790	13,063	3,877
2	Denso Corp.	Japan	1,552	17,505	9,369	4,873	71,164
3	Magna International Inc.	Canada	40	517	1	68	1
4	Continental AG	Germany	3,574	7,252	10,161	2,439	282
5	ZF Friedrichshafen AG	Germany	630	1,876	58	1,236	43
6	Hyundai Mobis	S.Korea	12,614	843	180	1,116	36
7	Aisin Seiki Co.	Japan	182	2,729	855	1,189	13,537
8	Faurecia	France	11	93	26	41	12
9	Johnson Controls Inc.	USA	242	2,194	1,094	1,166	722
10	Lear Corp.	USA	12	1,824	1,304	274	16

※ 출원일 기준 검색 : 1997.03.23 ~ 2017.03.22

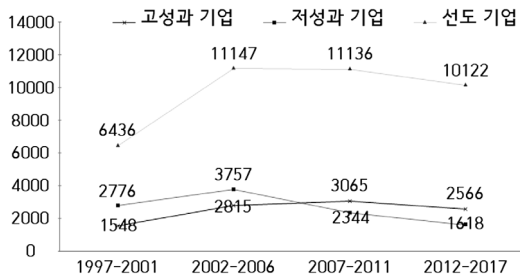


Fig. 1 Number of patents

고(高)성과 기업은 2007~2011년을 기준으로 저(低)성과 기업보다 많은 양의 특허출원을 하고 있었다.

2) 특허활동지수(Patents Activity Index)

특허활동지수는 특정 연구주체가 전체 특허건을 대상으로 특정 기술분야에서 차지하는 비율로 AI가 1보다 큰 경우 특허집중도가 높음을 의미한다. 연도별로 AI값을 비교하는 것은 가능하며 자료의 범위를 넓혀서 동일기간에 경쟁사간의 AI값을 비교하여 특허활동도 및 집중도를 알아볼 수 있으나 AI는 상대적인 비율이기 때문에 단순히 AI값이 높다고 하여 특허출원건수가 많다고 볼 수는 없다. 선도기업의 특허집중도가 낮게 나온 이유는 경쟁사들이 특허출원하지 않는 다른 분야에 특허출원을 한 것으로 확인되었다.

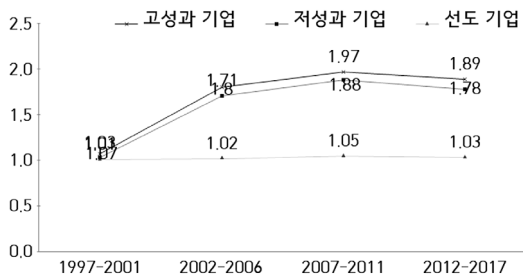


Fig. 2 Patents activity index

3) 인용도지수(Cites Per Patent)

특정 특허권자의 특허들이 이후 등록되는 특허들에 의해 인용되는 횟수의 평균값을 의미한다. CPP값이 높을수록 주요특허 또는 원천특허를 많이 가지고 있음을 의미한다. 저(低)성과 기업과 고(高)성과 기업의 인용도 지수는 2007~2011을 기준으로 반전되었다.

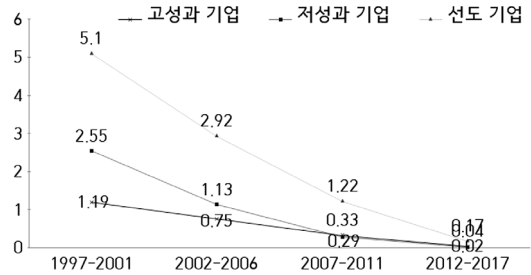


Fig. 3 Cites per patent

4) 영향력지수(Patent Impact Index)

한 시점을 기준으로 과거의 기술적 활동을 반영하는 지표로서 특정출원인이 소유한 기술의 질적수준을 측정할 수 있다. PII가 1이면 평균 인용빈도임을 나타내고, 2이면 평균보다 2배 많은 빈도로 인용됨을 나타낸다. 저(低)성과 기업과 고(高)성과 기업의 영향력지수는 2007년을 기준으로 반전되었으며, 선도기업과의 격차를 줄이고 있다.



Fig. 4 Patent impact index

5) 기술력지수(Technology Strength)

특허건수와 영향력지수의 곱으로 기술력지수가 클수록 해당 기업의 기술력이 높음을 의미하고, 특허품질에 의해 팽창 또는 수축되어지는 특허포트폴

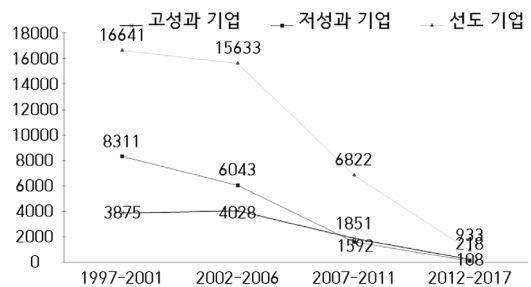


Fig. 5 Technology strength

리오 규모를 나타낸다. 기술력지수로 확인된 선도 기업과의 기술격차는 점점 줄어들고 있는 것으로 확인되었다.

6) 시장확보지수(Patent Family Size)

특허는 속지주의 원칙에 따라 하나의 발명을 여러 국가에서 인정받기 위해 각 국가마다 특허출원을 해야 권리를 인정받을 수 있다. 발명에 대하여 각 국가마다 출원된 특허를 Family Patent라고 하고, 상위 20개 기업 평균 패밀리 수는 3.85와 거의 유사하게 진행되고 있었고, 고(高)성과 기업의 PFS가 제일 높은 수치를 나타내었다.

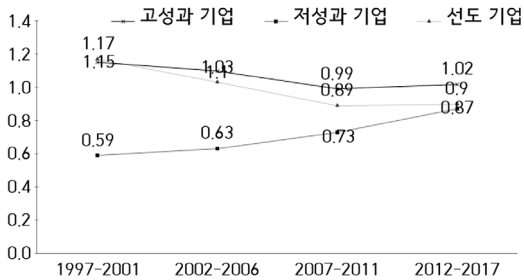


Fig. 6 Patent family size

4. 결론

4.1 연구결과 및 시사점

본 연구는 글로벌 자동차 부품사의 지식재산 수준을 분석하여 지식재산 수준(H1) 및 수준의 변화(H2)가 매출액의 변화와 상관관계가 있는지 확인하였다. Table 1 글로벌 20대 자동차 부품사 특허출원 현황을 확인하면 알 수 있듯이, 매출액이 높은 회사라도 지식재산 수준은 높지 않았으며, Canada, S. Korea, France 기업들의 지식재산 수준은 Germany, Japan, USA와 상당수준 차이가 있음을 알 수 있었다. H1. 매출액이 높은 자동차 부품회사일수록 지식재산의 수준이 높을 것이라는 가설은 통계분석조차 필요 없을 정도로 상관관계가 없는 것으로 확인되어 기각되었다. H2. 지식재산 수준의 변화가 매출액의 변화와 상관관계가 있을 것이라는 가설은 Fig. 1 ~ Fig. 6를 보면 알 수 있듯이 고(高)성과 기업과 저(低)성과 기업의 특허지수의 차이는 명확하였다. 지식재산 수준의 변화가 매출액과 관계가 있는 것은

입증하였고, 기업의 상황에 의해 양적 측면을 낮추면 질적 측면도 함께 낮아지는 결과를 초래하였다. 지식재산 수준의 변화가 매출액 하락의 요인인지 혹은 매출액 하락으로 인한 비용절감의 결과인지는 알 수 없지만, 중요한 사실은 지식재산 수준의 변화가 매출액의 변화와 상관관계가 있는 것은 확인 할 수 있었다. 지식재산 관리의 근본적인 목표는 R&D 투자로부터 경제적 수익 및 지적 재산의 가치를 극대화 하고 그 가치를 기업이 전유하기 위한 것이다.

4.2 연구의 의의 및 한계

본 연구는 자동차 부품사의 지식재산수준을 특허 관련 지표들을 통해 정량적/정성적으로 분석하여 선도기업, 고(高)과 기업, 저(底)성과 기업의 특허 전략을 면밀히 파악하여 기업의 R&D 전략 수립 시 활용할 수 있도록 하였다. 그러나 글로벌 매출액 Top20 이외의 자동차 부품사들의 특허는 벤치마킹을 하기에는 부족함이 있어서 분석을 통한 함의를 찾지 못하였다. 또한 최근 기술공개 및 공유를 통한 시장개방 이슈를 반영하기에는 부족함이 있다. 그리고 자동차 부품사의 특허분석 시 삼극특허(Triad Patent Families)를 분석하는 것은 의미가 없는 분석임을 확인하였다. 삼극특허는 유럽, 일본, 미국의 특허를 분석하므로 우선권 주장으로 특허출원을 하는 기업의 특성상 자국이 유럽, 일본, 미국에 포함되어 있으면 특허활동 수치가 높게 나올 수밖에 없는 문제점이 있다. 선행연구에서 한국의 자동차기업 및 부품사들의 특허활동 지수가 낮은 이유는 특허활동의 부족함도 있을 수 있지만 삼극특허를 분석하는 특허분석의 관행으로 인해 특허활동 수치가 낮게 나온 부분이 큰 것을 확인하였고, 본 연구에서는 삼극특허 수치를 포함하지 않았다. 또한 가설검증 시 통계분석을 실시해야 하나 계산된 특허 지수가 통계분석의 의미를 가지지 못하여 그래프 분석으로 대체 하였다.

후 기

본 연구는 기업에서 특허전략을 수립함에 있어서 글로벌 자동차 부품사 중 선도기업과 고(高)성과기업의 특허전략을 벤치마킹(Benchmarking)하기 위

해 연구를 시작하였다. 기업의 상황에 의해 특허의 양적측면을 낮추면 질적측면도 함께 낮아지는 딜레마에 빠지게 되는 것과 M&A 대상 기업들은 R&D비용절감에 따른 지식재산수준저하가 매출액 저하로 나타난 것을 확인하였다. 특허가 R&D결과물을 보호하기 위한 법적수단에서 기업의 가치를 평가하는 가치평가 수단으로 패러다임전환이 이루어진 만큼 지식재산전략 수립 시 선도기업과 고(高)성과 기업의 특허전략을 지속적으로 벤치마킹 할 필요성이 요구된다.

### References

- 1) A. Y. Al-Aali and D. J. Teece, "Towards the (Strategic) Management of Intellectual Property: Retrospective and Prospective," *California Management Review*, Vol.55, No.4, pp.15-30, 2013.
- 2) L. Argote, B. McEvily and R. Reagans, "Managing Knowledge in Organizations: an Integrative Framework and Review of Emerging Themes," *Management Science*, Vol.49, No.4, pp.571-582, 2003.
- 3) A. Arora and M. Ceccagnoli, "Patent Protection, Complementary Assets, and Firms' Incentives for Technology Licensing," *Management Science*, Vol.52, No.2, pp.293-308, 2006.
- 4) C. H. Ryu, "A Study on Technology Acquisition and Utilization Strategy of Intellectual Property Rights," *KSAE Annual Conference Proceedings*, p.732, 2017.
- 5) C. H. Ryu and M. S. Suh, "Study on the Prevention of Patent Disputes through Network Analysis - Focusing on NPEs in Smart Car Industry-," *Transactions of KSAE*, Vol.23, No.3, pp.315-325, 2015.
- 6) A. Di Minin and D. Faems, "Building Appropriation Advantage: an Introduction to the Special Issue on Intellectual Property Management," *California Management Review*, Vol.55, No.4, pp.7-14, 2013.
- 7) H. Ernst, J. Conley and N. Omland, "How to Create Commercial Value from Patents: the Role of Patent Management," *R&D Management*, Vol.46, No.S2, pp.677-690, 2016.
- 8) H. Ernst, "Patent Applications and Subsequent Changes of Performance: Evidence from Time-series Cross-section Analyses on the Firm Level," *Research Policy*, Vol.30, No.1, pp.143-157, 2001.
- 9) H. Ernst, "Patent Portfolios for Strategic R&D Planning," *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol.15, No.4, pp.279-308, 1998.
- 10) H. Ernst, "Patenting Strategies in the German Mechanical Engineering Industry and their Relationship to Company Performance," *Technovation*, Vol.15, No.4, pp.225-240, 1995.
- 11) R. Gilbert, "Looking for Mr. Schumpeter: Where are We in the Competition-innovation Debate?," *Innovation Policy and the Economy*, Vol.6, pp.159-215, 2006.
- 12) Z. Griliches, B. H. Hall and A. Pakes, "R&D, Patents, and Market Value Revisited: is there a Second(Technological Opportunity) Factor?," *Economies of Innovation and New Technology*, Vol.1, pp.183-201, 1991.
- 13) P. Grindley and D. Teece, "Managing Intellectual Capital: Licensing and Cross-licensing in Semiconductors and Electronics," *California Management Review*, Vol.39, No.2, pp.8-41, 1997.
- 14) B. H. Hall, Z. Griliches and J. A. Hausmann, "Patents and R&D: is there a Lag?," *International Economic Review*, Vol.27, No.2, pp.265-283, 1986.
- 15) E. Levitas and T. Chi, "A look at the Value Creation Effects of Patenting and Capital Investment through a Real Options Lens: the Moderating Role of Uncertainty," *Strategic Entrepreneurship Journal*, Vol.4, No.3, pp.212-233, 2010.
- 16) E. Mansfield, "Patents and Innovations: an Empirical Study," *Management Science*, Vol.32, No.2, pp.173-181, 1986.
- 17) F. Narin, E. Noma and R. Perry, "Patents as Indicators of Corporate Technological Strength," *Research Policy*, Vol.16, Issues 2-4, pp.143-155, 1987.
- 18) A. Pakes and Z. Griliches, *Patents and R&D at*

- the Firm level: a First Look, The University of Chicago Press, Chicago, pp.55-72, 1984.
- 19) M. Reitzig and P. Puranam, "Value Appropriation as an Organizational Capability: the Case of IP Protection through Patents," *Strategic Management Journal*, Vol.30, No.7, pp.765-789, 2009.
  - 20) D. Somaya, "Patent Strategy and Management: an Integrative Review and Research Agenda," *Journal of Management*, Vol.38, No.4, pp.1084-1114, 2012.
  - 21) D. Specht, C. Mieke and S. Behrens, Concepts and Application of Patent Management Results and Conclusions of an Empirical Study, *Science Management*, Vol.5, pp.25-29, 2006.
  - 22) M. Trajtenberg, "A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations," Vol. 21, No.1, pp.172-187, 1990.
  - 23) I. H. Han and S. I. Park, "The Invention of New Electro-Mechanical Brake Calipers Utilizing Patent Analysis Results," *Transactions of KSAE*, Vol.15, No.1, pp.125-132, 2007.
  - 24) [www.autonews.com/assets/PDF/CA110870620.PDF](http://www.autonews.com/assets/PDF/CA110870620.PDF)
  - 25) R. Burgelman, C. M. Christensen and S. C. Wheelwright, *Strategic Management of Technology and Innovation*, 5th Edn., McGraw-Hill/Irwin, New York, 2008.
  - 26) W. M. Cohen, R. R. Nelson and J. P. Walsh, Protecting their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or not), NBER Working Paper No.7552, Cambridge, 2000.
  - 27) K. Cukier, A market of Ideas: A Survey of Patents and Technology, *The Economist*, [www.economist.com/node/5014990](http://www.economist.com/node/5014990), 2005.
  - 28) H. Ernst, *Patent Information for Strategic Planning of Research and Development*, DUV Verlag, Wiesbaden, 1996.
  - 29) O. Gassmann and M. A. Bader, *Patent Management Successfully Use and Benefit from Innovation*, Heidelberg: Springer Verlag, 2011.
  - 30) [www.oecd.org/sti/inno/36701575.pdf](http://www.oecd.org/sti/inno/36701575.pdf), 2006.
  - 31) <http://wisdomain.com>, 2017.

Appendix

Table 2 Patent indicators

Sight	Indicators	Meaning	Definition
Quantitative aspects	Number of patents	Number of patent applications	-
	Patent activity index	Relative patent activity	$AI = \frac{\text{Number of Specific Company Patents for Specific Technology Fields}}{\text{Number of Patents for Specific Technology Field}} \times \frac{\text{Total Number of Patents}}{\text{Number of Specific Company Patents}}$
Qualitative aspects	Cites per patent	Citation index $\propto$ influence	$CPP = \frac{\text{Patent Citation Counts}}{\text{Number of Patents}}$
	Patent impact index	Relative influence	$PII = \frac{\text{Citation Rate for Specific Countries}}{\text{Total Citation Rate}}$
	Technology strength	Technology strength	$TS = \text{Number of Patents} \times \text{Impact Factor}$
	Patent family size	Market securing index $\propto$ Market size	$PFS = \frac{\text{Specific Company Patents for Average for Number of Families}}{\text{Total Average for Number of Families}}$

Table 3 Comparison of sales of auto parts companies (2006 vs 2016) [dollars in millions]

Rank	2006 (Year)	Sales	2016 (Year)	Sales	Change in sales
1	Robert Bosch GmbH	28,400	Robert Bosch GmbH ■	44,825	16,425
2	Denso Corp.	22,871	Denso Corp. ■	36,030	13,159
3	Magna International Inc.	22,800	Magna International Inc.	32,134	9,334
4	Delphi Corp. ▼	22,588	Continental AG ▲	31,480	21,160
5	Johnson controls Inc. ▼	19,400	ZF Friedrichshafen AG ▲	29,518	20,503
6	Aisin Seiki Co.	17,909	Hyundai Mobis	26,262	21,393
7	Lear Corp. ▼	17,089	Aisin Seiki Co.	25,904	7,995
8	Visteon Corp. ▼	15,876	Faurecia	22,967	8,967
9	Faurecia	14,000	Johnson Controls Inc. ▼	20,071	671
10	TRW Automotive Inc.	11,726	Lear Corp.	18,211	1,122
11	Siemens VDO Automotive Corp.	11,300	Valeo SA	16,088	5,504
12	Valeo SA	10,584	Delphi Automotive ▼	15,165	7,423
13	Continental AG	10,320	Yazaki Corp.	14,104	6,679
14	ThyssenKrupp Automotive AG	9,189	Sumitomo Electric Industries	13,510	6,389
15	ZF Friedrichshafen AG	9,015	JTEKT Corp.	11,670	6,887
16	ArvinMeritor Inc.	8,821	Thyssenkrupp AG	11,395	2,206
17	Dana Corp.	8,611	Mahle GmbH	11,339	4,885
18	Yazaki Corp.	7,494	Yanfeng Automotive Trim Systems Co.	11,242	-
19	Toyota Boshoku Corp.	7,425	BASF SE	10,613	7,837
20	Sumitomo Electric Industries Ltd.	7,121	CalsonicKansei Corp.	10,232	3,778

Table 4 Patent quantitative / Qualitative analysis

Sales rank	Period	Average sales	Quantitative aspects		Qualitative aspects			
			Number of patents	AI	CPP	PII	TS	PFS
High performing company*	1997-2001	5,271	1,548	1.07	1.19	2.50	3,875	1.15
	2002-2006	9,003	2,815	1.80	0.75	1.43	4,028	1.10
	2007-2011	20,087	3,065	1.97	0.33	0.60	1,851	0.99
	2012-2017	29,433	2,566	1.89	0.04	0.09	218	1.02
Low performing company**	1997-2001	19,249	2,776	1.03	2.55	2.99	8,311	0.59
	2002-2006	20,826	3,757	1.71	1.13	1.61	6,043	0.63
	2007-2011	17,024	2,344	1.88	0.29	0.68	1,592	0.73
	2012-2017	18,418	1,618	1.78	0.02	0.07	108	0.87
Leading company***	1997-2001	16,286	6,436	1.01	5.10	2.59	16,641	1.17
	2002-2006	23,070	11,147	1.02	2.92	1.40	15,633	1.03
	2007-2011	32,919	11,136	1.05	1.22	0.61	6,822	0.89
	2012-2017	38,716	10,122	1.03	1.17	0.09	933	0.90

\*고(高)성과 기업: 매출액향상과 순위의 향상이 있었던 기업(Continental AG, ZF Friedrichshafen AG)

\*\*저(低)성과 기업: 매출액향상 혹은 하락과 순위의 하락이 있었던 기업(Delphi Corp., Johnson Controls Inc.)

\*\*\*선도기업: 매출액향상과 전 세계 부품사 1,2위 순위를 유지한 기업(Robert Bosch GmbH, Denso Corp.)