

# 표준화 정책 측면에서 모듈성 연구: 전자 산업과 자동차 산업 비교 분석\*

김동휴\*\* · 강병구\*\*\* · 김철식\*\*\*\*

## <목 차>

- I. 서론
- II. 선행연구 및 비교분석틀:  
모듈성, 인터페이스 표준, 산업지배구조
- III. 전자산업과 자동차산업 비교분석
- IV. 표준화정책에 대한 시사점
- V. 결론

**국문초록 :** 최근 사물인터넷(Internet of Things)과 같이 정보통신기술이 다른 산업의 제품들과 결합하여 새로운 기능을 제공하고 있다. 모듈성은 기술 융합을 촉진하는 데 중요한 역할을 하고 있고, 이는 조직 간의 관계뿐만 아니라 산업 내의 경쟁 구조에도 영향을 미치고 있다. 모듈성이 조직 체계 및 산업 내 지배구조에 영향을 미치는 데 있어서 핵심 요인은 개별 모듈 간의 연계를 담당하는 인터페이스 표준이다. 모듈성과 인터페이스 표준에 관한 연구들은 기술 체계와 조직 체계 간의 상호 작용과 이로 인해 산업의 역학 구도가 변화하는 과정을

\* 이 논문은 2015년도 한국표준협회의 재원으로 <제3회 표준정책 마일스톤 연구-국가의 미래전략과 표준>의 지원을 받아 수행된 연구임(KSA-2015Milestone-08).

이 논문은 2014년도 정부재원(교육과학기술부 사회과학연구지원사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2014-S1A3-A2043505).

\*\* 연세대학교 국제학대학원 박사과정, 제1저자 (hugh1225@gmail.com)

\*\*\* 고려대학교 경영학부 교수, 교신저자 (bgkang@korea.ac.kr)

\*\*\*\* 연세대학교 동서문제연구원 전문위원, 공동저자 (chulsk1@naver.com)

설명하고 있어서, 상기 언급한 현상을 이해하는 데 도움이 될 수 있다.

본 논문에서는 모듈성에 관한 기존 해외 연구들을 모듈성과 제품 아키텍처, 인터페이스 표준과 조직 체계, 지배구조와 제도적 요소 측면에서 정리하였다. 또한 전자 산업과 자동차 산업을 비교 분석하여 표준화 정책에 대한 시사점을 도출하였다. 이를 통해 다양한 모듈 제조업체 육성과 네트워크 효과에 기반을 둔 글로벌 경쟁력 강화, 사용자 중심의 혁신 체계 도입을 위해서는 개방형 인터페이스 표준을 외부형으로 설정하는 것이 중요하다는 것을 밝혀냈다. 또한 성능 최적화 측면에서 제품의 특성 반영, 산업 내 핵심기업의 참여 유도, WTO 법과 같은 제도적 요소 등 개방형 인터페이스 표준화 정책을 수립할 때 고려할 사항들을 정리한다.

주제어 : 모듈성, 인터페이스 표준, 표준화 정책, 전자 산업, 자동차 산업

---

---

# A Study of Modularity in the Perspective of Standardization: A Comparative Analysis of Electronic and Automotive Industries

Dong-hyu Kim · Byung-Goo Kang · Chulsik Kim

---

---

**Abstract** : Information and communication technologies (ICT) have been combined with products from other industries to provide new functionality, as recently shown in the cases of Internet of Things (IoT). Modularity assumes a crucial role in such technological convergence, and has impacts on the relationship between organizations as well as competition within an industry. Interface standards, which ensure the connectivity between modules, serve as a critical factor in the process by which modularity affects organization systems and industry structure. To understand the aforementioned phenomenon, we studied modularity and interface standards with a focus on the interaction between technology and organization systems and subsequent changes in industrial dynamics.

This paper examines previous literature on modularity and interface standards in the aspects of product architecture, organization systems, and institutional factors. With this analytical framework, we conducted a comparative analysis of electronic and automotive industries to derive implications for standardization policy. This research has shown the significance of external open interface standards in shaping an industrial landscape where a variety of module producers horizontally compete. It also advises that policymakers take into account product characteristics, engagement of leading firms in an industry, and institutional factors such as WTO law in the design of standardization policy.

Key Words : Modularity, Interface standards, Standardization policy, Electronic industry, Automotive industry

## I. 서론

최근 사물인터넷(Internet of Things)과 같이 정보통신기술이 다른 산업의 제품들과 결합하여 새로운 기능을 제공하고 있다. 이와 같은 기술의 융합은 조직 간의 관계뿐만 아니라 산업 내의 경쟁 구도에도 영향을 미치고 있다. 조직이 어떤 기술을 도입하고 채택하는가 하는 것은 조직 체계에 중요한 영향을 미친다. 여기에서 조직 체계는 개별 조직의 내부구조 뿐만 아니라 조직들 간의 관계, 그리고 그것을 포괄하는 산업 내 지배구조 모두에 해당된다. 이러한 논의는 모듈성(modularity)이라는 새로운 기술 체계에도 그대로 적용될 수 있다. 특히 조직 간 관계와 관련하여 모듈성이 미치는 영향력은 뚜렷한데, 기존 연구들은 모듈성이 진전되면 조직 간 거래가 단순화되고 정보의 성문화와 표준화가 진전되면서, 각각의 모듈을 담당하는 개별 조직의 자율성이 진전되고 개방적인 조직 간 관계가 성립될 수 있다고 본다(Gereffi et al., 2005; Sturgeon, 2002).

이러한 중요성을 인식하고 해외에서는 모듈성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 조직 및 경영 연구 측면에서 모듈성에 관한 문헌들을 정리한 Salvador(2007)는 100개의 기존 연구를 분석한 후 구성요소의 공통성, 결합가능성, 기능결집, 인터페이스 표준화, 느슨한 결합 측면에서 문헌을 정리하였고, Campagnolo(2010) 역시 모듈성에 관한 125개의 연구를 분석 후 제품 설계, 생산 체계, 조직 설계 차원에서 정리하였다. 한국에서 모듈성에 대한 연구는 아직 많지 않다. 한국 연구논문 데이터베이스인 DBPIA와 KISS에서 “모듈”, “모듈성”, “모듈화”로 검색하였을 때, 모듈형 제품 설계와 조직 체계 간의 관계에 대한 연구 등 총 18편이 검색되었다. 모듈형 아키텍처에서는 인터페이스 표준이 핵심을 이루는 데 한국에 발행된 연구 중 모듈성과 인터페이스 표준 측면에서 접근하여 기존 연구들을 정리한 연구를 찾아볼 수 없었다.

모듈성이 조직 체계에 영향을 미치는 데 있어서 핵심 요인은 개별 모듈 간의 연계를 담당하는 인터페이스 표준이다. 인터페이스 표준이 특정 조직에 의해 일방적이고 폐쇄적으로 결정될 때, 특정 조직을 정점으로 하는 위계적 산업 지배구조가 형성될 수 있다. 본 연구에서는 모듈화를 통해 핵심기술 및 제조 역량을 특화한 공급업체들이 자율성을 가지고 기존 브랜드 대기업과 대등한 거래관계를 형성해나가는 분권적 산업 지배구조를 위해서는 개방적 인터페이스 표준이 중요하다고 본다. 이러한 점을 보여주기 위해 본 연구에서는 모듈형 아키텍처를 완전히 도입하여 정착한 가운데 분권화된 산업 지배구조가 나타나고 있는 전형적인 사례로 많이 다루어지고 있는 전자산업과, 현재 모듈형 아키텍

처가 도입되고 있지만 여전히 집권적 산업지배구조를 형성하고 있는 자동차산업의 사례를 비교 분석하고자 한다. 모듈성과 관련한 두 개의 사례에 대한 비교분석은 향후 개방적 산업 지배구조 형성을 위한 표준화 정책의 방향에 대해 중요한 함의와 시사점을 제공할 것으로 생각된다. 인터페이스 표준에 대한 연구는 중요한 정책적 함의를 갖고 있음에도 불구하고, 기존 해외 및 국내 연구들 중 표준화 정책의 시사점 도출을 목적으로 모듈성과 인터페이스 표준 연구를 진행한 논문을 찾아볼 수 없었다. 따라서 본 연구는 모듈형 아키텍처가 완전히 도입되어 정착되어 있는 전자 산업과 현재 모듈형 아키텍처를 도입 중인 자동차 산업을 비교 분석하여 표준화 정책의 함의를 이끌어 내는 것을 주요 목적으로 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2절에서는 본 연구의 분석틀을 구성하는 작업으로서, 기존 진행되고 있는 모듈성에 관한 연구를 모듈성, 인터페이스 표준, 산업 지배구조와 표준화 정책 측면에서 정리한다. 제3절에서는 이를 바탕으로 전자 산업과 자동차 산업을 비교 분석한 후, 제4절에서는 표준화 정책의 시사점을 도출한다.

## II. 선행 연구 및 비교 분석틀:

### 모듈성, 인터페이스 표준, 산업 지배구조

이 절에서는 모듈성과 인터페이스 표준에 관한 선행 문헌을 다음 같이 분류하여 논리적 흐름에 맞추어 정리한다. 첫째, 모듈성과 제품 아키텍처, 둘째, 인터페이스 표준과 조직 체계, 셋째, 모듈성과 산업 지배구조이다. 제품 표준 설정은 조직 간의 관계에 영향을 미칠 수가 있고, 이는 더 나아가 산업 내 경쟁 구도에 영향을 끼칠 수 있다. 따라서 세 가지 측면에서의 분석틀은 전자 산업과 자동차 산업에서 모듈성과 관련된 표준이 조직 체계 및 산업 지배구조에 영향을 미치는 과정을 보다 체계적으로 비교 분석하는 데 활용될 것이다.

#### 1. 모듈성과 제품 아키텍처

모듈성(modularity)은 복잡성(complexity)을 제어하기 위해 설계된 체계에서 나타나는

특성이다(Langlois, 2002). 기술의 진화에 따라 체계(system)를 구성하고 있는 요소 간의 상호 작용이 증가하게 되었고, 이로 인해 나타난 체계의 복잡성을 제어하기 위해 구성 요소들을 하위 체계(sub-system)로 분할하는 모듈화(modularization)에 대한 관심이 늘어났다. 모듈화는 체계의 분할가능성(decomposibility)에 기반을 두고 있다. 이는 하위 체계 내(within)의 상호의존성(interdependency)이 증가하고, 하위 체계 간(among)의 상호의존성이 감소함을 의미한다. Simon(1962)은 하위 체계 간의 상호의존성이 무시할 정도는 아니지만, 약한(weak, but not negligible) 수준을 거의 분할 가능한(nearly decomposable) 체계라고 설명하였는데, 이러한 체계에서는 단기적으로 각각의 하위 체계가 서로 거의 독립적으로 행위하며, 장기적으로는 하위 체계의 행위는 오직 전체 체계에만 의존하게 된다.

구성 요소의 분리가능성(separability)뿐만 아니라 결합가능성(combinability) 역시 모듈화의 중요한 특성이다(Salvador, 2007). 분할 가능한 체계를 설계할 경우 구성 요소들을 목적에 따라 다르게 재조합(mix and match)하는 것이 가능해지고, 이는 체계의 다양한 변이를 가져오게 된다(Sanchez, 1995). 구성 요소들을 여러 가지 형태로 조합할 경우, 특정한 형태로의 배치(configuration)는 다른 형태로의 배치보다 체계의 목적을 달성하는 데 더 적합할 수 있다. Schilling(2000)은 이렇게 각각의 구성 요소가 일정한 형태의 배치에 특정화되면서 상승 작용이 나타나는 경우를 상승작용적 특정성(synergistic specificity)이라고 지칭하였다. 체계의 상승작용적 특정성이 높은 경우 구성 요소 간의 재조합은 체계의 성능 저하를 수반할 수 있게 된다. 이는 높은 수준의 상승작용적 특정성을 보유한 체계는 모듈화가 쉽지 않다는 것을 의미한다.

모듈화된 체계를 설계(design)한다는 것은 구조(structure)와 기능(function) 측면에서 구성 요소를 어떻게 배치시키느냐의 문제를 다루는 것을 의미한다. 구조적 요소란 체계를 구성하는 물질적 요소를 의미하고(Alexander, 1964), 기능적 요소란 체계의 목적을 정의하는 요소를 지칭한다(Simon, 1962). 구조와 기능 간의 관계를 어떻게 배치할 것인가와 관련하여 제품 아키텍처(product architecture)에 대한 논의가 유용하다. 제품 아키텍처란 제품이 갖는 기능을 어떻게 분할하여 각 부품들에 배분할 것인가, 그리고 각 부품을 어떻게 연결할 것인가에 관한 기본설계사상을 지칭한다(오재환 & 조성재, 2005). 기능을 각 부품들에 배치하는 방식, 그리고 부품 간의 상호의존정도에 따라 제품 아키텍처는 크게 모듈형 아키텍처(modular architecture)와 통합형 아키텍처(integral architecture)<sup>1)</sup>로 구분할 수 있다(Ulrich, 1995). 모듈형 아키텍처는 기능적 요소와 구조적 요소 간 일대일 연계(one-to-one mapping)를 전제로 한다. 이처럼 하위 체계의 경계

가 기능에 의해 설정되어 기능 모듈을 형성하고, 모듈 내부의 모든 요소가 하나의 기능을 실행하기 위해 설계되는 것을 기능 결집(function binding)이라고도 부른다(Salvador, 2007; Stevens, Myers, & Constantive, 1974). 엄격하게 단 하나의 기능으로 제한되지 않더라도, 패키징화된 기능들과 구조적 요소들이 일대일 연계(packaged function binding)가 되는 경우 역시 모듈형 제품 아키텍처로 간주한다(Salvador, 2007).

모듈형 아키텍처에서는 모듈의 재조합가능성으로 인해 여러 가지 형태의 제품 구현이 가능하게 되고, 이는 다양한 고객의 수요를 만족시키는 대량맞춤화(mass customization)로 연계된다(Pine, 1992). 모듈형 아키텍처는 또한 동시에 각종 제품 구현을 시도하는 것을 가능하게 하여, 시행착오를 통한 학습 기간을 단축시키는 효과를 발생시킨다(Langlois & Robertson, 1992). 대규모의 고객 피드백과 시행착오를 통한 학습은 복잡한 체제의 성능 최적화뿐만 아니라 체제의 진화에 있어서 필수적인 요소이다(Rosenberg, 1982). 빠르게 진화하는 기술 체계 내에서 새롭게 제품의 아키텍처를 설계하는 것보다 기존의 모듈을 재사용하는 것이 가격 대비 성능의 비율(가성비)이 높은 경우, 모듈형 아키텍처를 채택하는 경향이 높아진다. Garud & Kumaraswamy(1995)는 이러한 현상을 대체의 경제(economies of substitution)라 지칭하였다.

## 2. 인터페이스 표준과 조직 체계

모듈성에 대한 상당수의 연구는 제품 아키텍처와 조직 체계 구조의 관계에 초점을 두고 진행되어 왔다. 실제로 기술 체계와 조직 체계는 밀접하게 연계되어 있다. 제품 아키텍처(기술 체계)가 조직 체계에 영향을 미치는 것을 ‘거울가설’(mirroring hypothesis)이라고 한다(Cabigiosu & Camuffo, 2012; Furlan et al., 2014). 제품 체계가 조직 체계에 거울처럼 반영된다는 것이다. Cabigiosu & Camuffo(2012)는 제품 아키텍처가 안정화된 상황에서 구성 요소 모듈화는 구매자와 공급자 간 정보 공유 수준과 역관계를 가진다는 것을 실증함으로써 거울가설을 뒷받침하였다. 거울 가설에서 모듈형 아키텍처 제품은 표준화된 부품 인터페이스를 통해 부품 간의 상호작용을 규율하는 규칙을 제공하는데

---

1) 통합형 아키텍처에서는 구조적 요소와 기능적 요소 간의 일대일 연계가 되지 않고, 구성 요소 간의 섬세하고 치밀한 상호 조정을 통해 성능 최적화를 달성하고자 한다. 이러한 조정 과정으로 인해 비용 상승을 수반함에도 불구하고, 통합형 아키텍처는 높은 수준의 제품 성능, 섬세한 기능을 구현하는 데 유리하여, 일본 자동차 산업을 포함한 여러 산업에서는 여전히 통합형 제품 아키텍처를 유지하고 있다(Fujimoto, 2002).

(Baldwin & Clark, 1997), 이로 인해 제품개발과정에서 부품 간 조정을 위한 중앙집중적 경영통제를 사용할 필요성이 줄어들고, 느슨하게 연결된(loosely coupled) 조직 구조에 의해 조직 내 서로 다른 하위부서에서 동시적이고 자율적인 부품개발이 가능해지는 것이다(Sanchez & Mahoney, 1996).

여기에서 인터페이스 표준의 역할에 주목할 필요가 있다. 제품 아키텍처 내의 모듈이 분할되고, 재결합되기 위해서는 표준화된 인터페이스 설립이 필수적이다. 구성 요소들을 분리시키는 인터페이스(decoupled interface)는 모듈형 아키텍처의 핵심 요소로서 각 모듈 내의 변화가 다른 모듈에 영향을 미치는 것을 차단하는 역할을 한다(Ulrich, 1995). 인터페이스 표준은 하나의 모듈이 다른 모듈에 어떻게 연결되는 지를 명시함으로써(예를 들어, 하나의 모듈에서 요구되는 출력(output)에 관한 정보 구조) 모듈 간 상호연결성(interconnectivity)을 보장하고(Sanchez, 1996), 모듈 간의 작동에 있어서 상호 제어를 가능하게 하는 상호운용성(interoperability)을 확보할 수 있게 된다(Steinmueller, 2003). 인터페이스 표준은 모듈 간의 상호 작용에 관한 설계 파라미터를 가시적으로 명시하고, 모듈에 관한 나머지 설계 파라미터는 모듈 내부에 숨겨지게 된다. 이에 따라 기업의 경쟁 우위는 인터페이스 표준을 설정하거나, 핵심 설계 정보를 모듈에 숨김으로써 획득할 수 있게 된다(Baldwin & Clark, 1997).

인터페이스 표준이 수행하는 이와 같은 역할로 인해 그것은 모듈형 아키텍처에서 기술과 조직을 연결하는 핵심 기제가 된다. 인터페이스 표준은 조직 내 관계뿐만 아니라 조직 간 관계에도 중요한 영향을 미친다. Sanchez & Mahoney(1996)에 따르면, 표준화된 인터페이스는 조정 과정을 내재화(embedded coordination)하고 있어서 제품 개발 과정 중 조정을 위한 관리 감독의 필요성을 감소시키고, 이는 조직의 구조를 느슨하게 결합된(loosely coupled) 형태로 변화시킨다. 성문화(codified)된 인터페이스 표준 준수를 요구하게 되면 조직 간의 상호의존성을 감소시켜 조정 및 통제의 필요성을 낮추게 되는 것이고, 이는 생산의 하위 체계 외주화(outsourcing)를 용이하게 한다(Sanchez, 1995; Tiwana, 2008).

모듈형 제품 아키텍처가 제품 생산과 관련한 조직 간 관계에 영향을 미치면서 모듈생산 네트워크(modular production network)<sup>2)</sup>라는 새로운 산업 조직 모델이 출현하였다(Sturgeon, 2002). 모듈형 생산 네트워크를 가능하게 하는 핵심요소는 기존의 암묵적 정

---

2) Langlois & Robertson(1995)은 조직 체계의 관심이 현대 조직의 내부 구조 확장에서 기업 간 상호 작용을 통해 형성되는 외부 경계로 이동하였다고 보고 있다. Sturgeon(2002)은 이를 생산 네트워크 패러다임이라고 지칭하였다.



보 및 지식에 기반을 둔 생산 네트워크의 연결고리들을 성문화한 인터페이스 표준이다. 미국 전자 산업의 경우, 모듈화와 인터페이스 표준을 통해 전문 분화 생산 및 통합 조립이 가능해지면서, 기존의 주도 기업들은 제품 전략, R&D, 기능 설계 등 핵심역량(core competencies)에 집중을 하여 경쟁우위를 확보하고, 생산 기능을 제조 전문기업에게 외주화하기 시작하였다. 이와 같은 모듈생산 네트워크에 편입된 동아시아 제조 기업들은 구매자의 다양한 요구를 충족할 수 있는 유연한 생산 역량을 키우며 ‘일괄공급기업’(turn-key supplier)으로 성장하게 된다.

모듈형 제품 아키텍처가 조직 체계 구조를 결정한다는 시각에 회의적인 연구들 역시 존재한다. Takeishi & Fujimoto(2003)는 서양 자동차 산업의 발전 역사를 설명하면서 외주화가 먼저 진전되었고, 이것이 오히려 모듈화를 촉진하였다고 주장하였다. Ernst(2005)도 기술이 빠르고, 예측 불가능하게 변화할 경우, 모듈형 설계와 인터페이스 표준이 복잡성을 감소시키지 못하게 됨에 따라 다양한 인터페이스를 조정할 수 있는 지식통합기업(knowledge integrator)의 중요성을 주창하였다. Furlan, Cabigiosu, & Camuffo(2014)는 기술이 느린 속도로 변화할 경우에만, 기술 체계의 모듈성이 조직의 모듈성과 상관관계를 가짐을 실증적으로 보여주었다. 이와 같은 연구들은 조직 체계의 변화에 있어서 모듈형 제품 아키텍처 이외의 다른 요인들이 영향을 미칠 수 있음을 나타낸다.

### 3. 지배구조와 제도적 요소

조직의 구조에 영향을 미치는 요인으로 많은 기존 연구자들은 제도에 관심을 가져왔다. 제도 형성 과정의 역사적 맥락을 중시하는 역사적 제도주의 학자들은 제도의 경로의존성(path dependence)을 중요시해왔다. 경로의존성은 과거 제도가 현재 제도의 변화를 제약하며, 미래 제도의 변화에 대해서도 일정한 방향성을 제시한다는 뜻이다. 제도를 사회에 존재하는 ‘게임의 규칙’(rules of the game)으로 인식했을 때(North, 1990), 표준은 그 규칙의 핵심을 차지하고 있다. 따라서 표준 역시 경로의존성을 매우 강하게 보이는데, 이는 사용자들로 하여금 표준을 선점하는 자에게 고착(lock-in)되는 효과를 발생시켜(David, 1985), 선도자에게 우위(first-mover advantage)를 제공하게 된다.

이러한 선점 효과는 보완재에 의한 네트워크 효과(network effect: Katz & Shapiro, 1985)와 상승 작용을 일으키면서, 호환성에 절대적 영향력을 미치는 인터페이스 표준의 전략적 활용에 대한 관심이 급격히 증가하기 시작하였다. 1980년대 후반에는 인텔과 마

이크로소프트가 하드웨어와 소프트웨어의 인터페이스 표준을 장악하여 자신들의 핵심 모듈 및 플랫폼인 인텔 마이크로프로세서와 윈도우즈 운영체제와 결부시키며, PC 산업의 경쟁구조를 사실상 독점체제로 변경하기 시작하였다(Kim & Hart, 2002). 표준이 산업의 경쟁구도와 지배구조에 영향을 미치면서, 표준 설정은 국가 정책 결정과정에 있어서 중요한 고려사항이 되기 시작하였다.

정책적 측면에서 모듈성과 인터페이스 표준에 관한 제도적 이슈의 핵심은 기업 간 관계를 포괄하는 산업 내의 지배구조이다. 지배구조는 통제(control)의 권한이 소수의 행위자에게 집중되어 있는 정도에 따라 집권적 또는 분권적(centralized or decentralized) 구조로 유형화할 수 있다. Langlois & Robertson(1992)은 일본의 자동차 산업과 같이 생산 네트워크에서 행위자 간의 연결고리가 소수의 주도기업에 집중되는 것을 집권적 네트워크 구조라고 간주하였고, 이러한 구조 하에서는 주도기업들이 인터페이스 표준은 설정하게 되고, 그 반대인 분권적 네트워크 구조 하에서는 시장 메커니즘이나 행위자들 간의 협상을 통해 인터페이스 표준이 설정된다고 설명하였다. 그들은 분권적 구조와 모듈성이 결합했을 경우 시행착오를 통한 학습 기간을 단축시켜 기술 변화가 빠르고 시장 불확실성이 큰 상황에 적합한 혁신을 이끌어낸다고 주장하였다.

Garud & Kumaraswamy(2003)는 소비자들의 다양성에 대한 수요로 인해 호환성에 관한 네트워크 효과가 점차 증가되고 있고, 이에 따라 분산화된 네트워크 구조가 중요해지고 있다고 보고 있다. 이를 위해서는 모듈이 계속 업그레이드될 수 있도록(upgradability), 인터페이스 표준을 개방(open standard)하기를 주장하고 있다. 하지만 시장을 주도하는 기업들은 지배력을 상실할 것을 염려하여 개방형 표준을 설정하는 것을 꺼려한다. Grindley(1995) 역시 개방형 인터페이스 표준이 시장 확대, 확장된 외부 지원, 비용 공유 등의 이점에 있음에도 불구하고, 주도기업은 시장 지배력 감소에 따른 경쟁 증가를 우려한다고 판단하였다. 이를 통해 인터페이스 표준을 개방하여 산업 표준으로 제정하는 것이 산업 내 지배구조에 상당한 영향력을 미치는 요소임을 판단할 수 있다.

Perrow(1986)는 기술 체계 내의 구성 요소 간의 결합정도(tightly or loosely coupled)와 상호 작용에 따른 복잡성(complexity) 수준에 따라 지배구조의 효율성이 달라질 수 있다고 설명하였다. 그는 모듈형 아키텍처를 가진 제품처럼 느슨하게 결합되고, 복잡한 상호 작용이 일어날 경우는 분권화된 지배구조가 더 적합하다고 판단하였다. Kitschelt(1991)는 페로우의 분석들에 정부의 역량과 산업 내 지배구조 발전 과정 등의 제도적 요소를 추가하여 일본 산업의 기술 체계 발전 과정을 설명하였다. 그의 논문은 모듈성 기반의 기술 체계와 조직 간 관계가 상호 작용하는 가운데 나타나는 지배구조를

분석하기 위해서는 특정한 산업 지배구조가 형성되어 왔던 과정과 제도적 요소를 함께 고려해야 함을 보여주고 있다.

### Ⅲ. 전자 산업과 자동차 산업 비교 분석

이 절에서는 앞서 설명한 모듈성과 아키텍처, 인터페이스 표준과 조직 체계, 산업 지배구조의 역사적 발전 과정에 대해 전자 산업과 자동차 산업을 비교한다. 전자 산업, 보다 구체적으로 컴퓨터 산업은 많은 기존 논문에서 모듈화 제품 아키텍처가 반영되어 분권화된 지배구조가 나타나는 전형적 사례로 설명되고 있다. 반면, 자동차 산업의 경우 모듈화된 방식을 반영하여 제품 설계 및 생산을 진행하고 있지만, 여전히 집권화된 지배구조가 나타나고 있다.

#### 1. 모듈성과 제품 아키텍처

##### 1.1 전자 산업

컴퓨터 산업에서 모듈형 아키텍처로 설계한 첫 번째 컴퓨터는 IBM이 1964년에 출시한 System/360 메인프레임(mainframe) 컴퓨터이다(Baldwin & Clark, 1997). System/360 이전의 메인프레임 컴퓨터 모델들은 각자의 운영체제 및 주변기기들을 가지고 있어서, 소프트웨어 및 구성 부품 개발자들은 그 모델의 체계에 맞는 것을 각자 개발해야 했다. 소비자 입장에서는 다른 컴퓨터 모델을 구매 시 기존의 프로그램들이 더 이상 유용하지 않게 되어서, 새로운 컴퓨터를 구매하는 것을 꺼리는 상황이었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 System/360 개발자들은 같은 제품군(product family) 내에서는 동일한 명령 집합(instruction set)을 사용하고, 주변기기들을 공유하도록 컴퓨터를 설계하였다. 주변 기기와의 호환성을 확보하기 위해 프로세서와 주변기기들 간의 인터페이스 표준을 설정하였다. System/360 설계 규칙의 주된 특징으로 플러그 호환성(plug-compatible)을 제공하는 방식으로 컴퓨터를 개발하는 것이다(Baldwin & Clark, 2000). 특히, 이전 기종과의 호환성(backwards compatible)을 제공하여, 새로운 컴퓨터를 구매할 때 마다 주변기기를 변경할 필요가 없게 되었다. 이로 인해 운영체제, 프로세서

와 주변기기 간의 상호의존성이 줄어들어 주변기기가 분리가능해지고, 인터페이스 표준을 만족하는 이전 운영체제, 프로세서와도 결합이 가능해졌다. 즉, 모듈형 아키텍처의 중요한 특성이 모듈의 분리가능성과 결합가능성을 만족하게 된 것이다.

대용량 데이터를 처리할 수 있게 설계된 메인프레임 컴퓨터는 가격과 성능 측면에서 개인의 사용 목적으로 개발되지는 않았다. 하지만 1970년대 마이크로 프로세서가 등장하면서 소형으로 컴퓨터(microcomputer)를 설계하여 개인에게 판매하기 시작하였다. 최초의 소형 컴퓨터는 엘테어 8800(Altair 8800)으로 간주된다(Langlois &Robertson, 1992). 엘테어는 모듈형으로 설계되어 메모리 같은 기기를 추가 설치할 수 있는 개방형 슬롯(slot)이 존재하였다. 1981년 IBM이 개인용 컴퓨터인 PC를 출시하면서 마야흐로 모듈형 아키텍처의 전성시대가 다가왔다. IBM PC는 패키지화된 전자기기가 아니라 확장가능하고, 재구성가능하고, 지속적으로 업그레이드 가능한 기술 체계였다(Dedrick &Kraemer, 1998). IBM PC는 모듈형 업그레이드 가능성이라는 체계 특성을 보이면서 CPU, 메모리, 하드디스크, 파워 서플라이뿐 만 아니라 프린터, 스캐너, 모니터, 키보드 등 주변 기기들을 부분적으로 업그레이드하는 것이 가능해졌다. 이로 인해 부분적으로 업그레이드하는 것이 체계 전체를 바꾸는 것보다 가성비가 높아지는 '대체의 경제'(Garud and Kumaraswamy, 1995)가 실현되었다.

## 1.2 자동차 산업

대규모의 작업장에서 단순반복적 노동을 대량으로 동원하여 수만개의 부품들을 조립함으로써 최종재를 완성하는 포드주의 대량생산방식(Fordism)은 과거 자동차 산업의 대표적인 생산방식이였다. 그러나 1970년대 이후 생산성 향상 둔화, 이윤율 하락, 노동자들의 불만과 저항 등이 나타나면서 포드주의 대량생산방식이 갖는 경직성(rigidity)이 문제시되었고, 1980년대 포드주의의 경직성을 극복할 수 있는 유연생산모델로서 일본의 '린 생산방식'(lean production system)이 주목받기 시작한다(Womack et al., 1990). 일본 도요타자동차에서 기원한 린 생산방식은 낭비제거와 노동능력 강화를 통해 노동강도와 노동밀도를 높이는 소위 '스트레스 경영'(management by stress)의 방식으로(Parker and Slaughter, 1988), 현장 작업자의 잠재력을 최대한 활용하여 생산과정에서 지속적 혁신을 추구함으로써 유연성과 비용절감을 달성하고자 하였다. 그러나 일본에서와 같은 적극적인 충성과 협력을 보여주는 노동자들을 확보할 수는 없었기 때문에, 서구에서 일본의 린 생산방식의 작업조직을 도입하려는 시도는 그다지 성공하지 못하였다.

린생산방식의 시도가 한계를 보이는 상황에서 1990년대 들어 서구의 자동차업체들에게서 새로운 생산기술을 적용하려는 시도가 나타났는데, 그 대표적인 것이 모듈화와 플랫폼통합이다. 자동차는 통합형 아키텍처 제품의 전형적 사례로 알려져 있으나 (Fujimoto, 2002),<sup>3)</sup> 글로벌 경쟁이 심화되고 다양한 고객 수요가 늘어남에 따라, 대량 맞춤화(mass customization)를 토대로 한 주문 조립방식(built-to-order)이 주요 관심사가 되고, 이에 대한 대응방안으로 모듈형 아키텍처 도입이 논의되어 왔다(Holweg & Pil, 2004). 모듈화와 플랫폼통합은 포드주의의 표준화된 작업과정을 유지하면서도 다양한 제품을 만들어냄으로써 유연성을 달성할 수 있고, 이와 동시에 모듈화된 부품생산과정을 외주화함으로써 비용절감도 달성할 수 있는 새로운 기술로 각광받으면서 전 세계로 확산된다(김철식, 2011). 폭스바겐은 최근 다른 차급에도 사용할 수 있는 유연한 플랫폼<sup>4)</sup>을 바탕으로 ‘툴킷’(toolkit)이라는 표준화된 모듈을 레고처럼 조립할 수 있는 생산 방식을 도입할 것이라고 발표하였다(김지환, 2014).

자동차의 구조를 크게 나누면 차체와 새시로 나눌 수 있다. 새시는 기본 골격인 프레임에 엔진, 변속기, 클러치, 핸들, 차축, 차바퀴를 조립한 것을 말한다. 차체와 새시를 연결하는 방식에 따라 프레임형(frame)과 단일차체형(monocoque)로 구분되는데, 무거운 중량을 지탱해야 하는 트럭, 버스 등의 상용차는 프레임형을, 상대적으로 가볍고 안락한 승차감을 제공하는 것이 중요한 승용차는 단일차체형을 선택하게 된다(이승규, 2008). 프레임형의 경우 승객과 하물을 고려하는 상부의 차체와 골격과 구동을 담당하는 하부 차체 간에 구조적으로 분리가 용이하여 상호조정 필요성이 낮다. 한편 단일차체형은 강판 구조물인 차체가 승차 공간이 됨과 동시에 골격을 형성하고 구동시스템을 장착하는 틀이 됨에 따라 상부 차체와 하부 차체 기능의 분리 고려가 곤란해지며 상호조정 필요성이 현저히 높다. 모듈 간 분리가능성 측면에서 단일차체형이 모듈화 진행이 상대적으로 더 어렵다(이승규, 2008).

### 1.3 비교 분석

자동차 산업의 모듈화 아키텍처 진화과정은 전자 산업과 다르게 매우 더디게 나타났

- 
- 3) 이는 안전성, 심미성, 주행성능, 연비, 편의성 등 다양한 기능을 요구함과 동시에, 10,000-20,000여 개의 부품으로 구성되어 있는데, 이로 인해 기능 결집, 즉 기능과 구조적 요소 간의 일대일 연계가 용이하지 않기 때문이다.
  - 4) 자동차에서 플랫폼이란 하부 차체와 변속기, 조향장치 등 자동차의 기본 구조를 이루는 구성요소 집합을 말한다.

다(Doran, Hill, Hwang, & Jacob, 2007). 개인용 컴퓨터가 모듈형 아키텍처라는 것에는 많은 이견이 없으나, 자동차의 아키텍처가 통합형인지 모듈형인지에 대해서는 의견이 나누어지고 있다. Fujimoto(2002)는 컴퓨터를 모듈형, 자동차를 통합형 아키텍처로 구분하고 있고, MacDuffie(2013) 역시 자동차는 전반적 통합형 아키텍처를 가지고 있다고 결론 내렸다. 그들이 컴퓨터와 자동차의 아키텍처를 구분하는 중요한 기준은 기능 결집(부품과 기능 간의 일대일 연계)과 모듈 간 상호의존성(모듈의 변화가 다른 모듈 전체에 주는 영향)이다. 즉, 자동차는 아직 기능결집이 일어나지 않고, 컴퓨터에 비교했을 때 모듈 간 상호의존성이 높기 때문에 모듈형 아키텍처로 보기 힘들다는 것이다. 기능적 측면에서도 자동차 제품은 안전성과 심미성에 관한 최종 소비자의 민감성은 전자 제품보다 더 높기 때문에 이러한 차이가 모듈형 아키텍처를 채택하는 과정에 영향을 미쳤을 것이라고 판단된다.

모듈형 아키텍처 도입이 쉽지 않음에도 불구하고 많은 자동차 회사들은 컴퓨터의 모듈형 아키텍처와 유사하게 자동차의 모듈화를 시도하고 있고(Ro, Liker, & Fixson, 2007), 자동차 산업 전반적으로 모듈화 수준이 기존보다 높아진 것은 사실이다. 실제로 적지 않은 자동차 회사들이 통합형 제품 아키텍처에 한계를 느껴 모듈 설계 방식을 적극적으로 도입하고 있다. 예를 들어 닛산 자동차는 신형차에는 CMF(Common Module Family)<sup>5)</sup> 설계 기법을 적용하고 있고, 적용 대수를 2016년에는 전체 자동차 생산 대수 대비 58%로 높일 계획이다(김창수, 2012). 현대자동차 역시 유연성과 비용절감을 목적으로 적극적으로 모듈화 수준을 높이고 있다(김철식, 2011). 자동차의 모듈화 수준을 높이기 위해서는 인터페이스 표준을 어떻게 설정하느냐가 매우 중요하다.

## 2. 인터페이스 표준과 조직 체계

### 2.1 전자 산업

메인프레임 System/360 설계의 핵심에 해당하는 부분은 프로세서 마이크로코드, 명령 집합, 입/출력 제어 체계이다(Baldwin & Clark, 2000). 입/출력 제어 체계 설계는 전형적

---

5) CMF를 '4+1 빅 모듈'이라고 부르는데, 자동차 중요 모듈 4개(엔진과 변속기 등의 '엔진 룸'(engine compartment), 앞좌석의 인스트루먼트 패널까지 포함한 '운전석'(cockpit), '전면 하부 차체'(front underbody), '후면 하부 차체'(rear underbody))와 전자 계통 부품을 조합한 '전자 모듈'이 그것이다.

인 인터페이스 표준 설정에 속한다. System/360 아키텍처는 모듈형으로 설계되었지만, 인터페이스 표준은 IBM이 전유(proprietary)하고 있었다. 따라서 IBM과 계약을 맺지 않은 모듈 생산업자들은 메인프레임 컴퓨터 시장에 진입이 힘들었다. 모듈형 아키텍처로 설계되어 컴퓨터 부품들이 모듈 형태로 분리 가능해졌지만, IBM는 부품 및 주변기기 제조를 외부 기업에게 맡기기 보다는 조직 내부에 대규모 제조설비를 보유하며 규모의 경제를 이루고자 하였다.

메인프레임 컴퓨터와 다르게 PC의 경우 IBM은 인터페이스 표준을<sup>6)</sup> 개방형으로 산업 전체에 공유하였다. 이에 따라 외부 업체들이 그래픽 카드, 하드 디스크와 같은 컴퓨터 부품들을 제조하여 IBM 마더보드 슬롯에 연결하는 것이 가능해졌다. IBM이 표준을 개방하게 된 주요 요인은 그 당시 인터페이스 표준을 전유하고 있던 애플 컴퓨터와의 경쟁이다. 인터페이스 표준은 다양한 하드웨어와 소프트웨어가 서로 호환되는 것을 가능하게 설계되었고, 이는 보완재를 통해 네트워크 효과를 일으켜, IBM PC 체계를 컴퓨터 시장에서 고착화시키기에 데 기여하였다. 이렇게 보완재 생산업자들로 부터의 외부적 지원은 기술적 우위가 있었던 애플 매킨토시와의 경쟁에서 IBM PC 아키텍처가<sup>7)</sup> 시장에서 지배적 설계(dominant design)가 되는 데 결정적 역할을 하였다(Dedrick & Kraemer, 1998; Grindley, 1995).

개방형 인터페이스 표준으로 인해 IBM 아키텍처와 호환 가능한 수많은 컴퓨터 모듈 제조업체들이 독립적으로 등장하였고, 이들과 전략적 제휴가 중요해 지면서 생산 체계의 초점은 조직 내부에서 외부 기업과의 관계에 맞추어지기 시작하였다. 기존 컴퓨터 완성품 제조업체들은 경쟁우위를 형성하는 핵심역량(core competencies)에 해당하는 기능만 조직 내부에 남기고, 비핵심기능을 외주화하였다. 기존 컴퓨터 완성품 제조업체의 설계 기능은 CPU와 각종 모듈들 간 상호 작용에 영향을 미치는 마더보드에 집중되었지만, 마더보드의 생산은 특화된 외주 기업에 의해 생산되었다. 기업들은 여전히 컴퓨터 모듈 및 인터페이스 표준 설정을 통해 기술의 진화경로를 통제하는 능력을 보유하고 있었고, 인

---

6) 컴퓨터 인터페이스 표준의 대표적 예가 버스(bus)이다. 전기적 신호의 연결통로인 버스는 메인 보드 슬롯을 통해 연결된 하드웨어 모듈과 마이크로프로세서 간 신호를 교환할 수 있도록 설계되어있다.

7) IBM은 개방형 인터페이스 표준으로 인해 증가한 IBM 복제 컴퓨터들과 경쟁하기 위해 PC의 BIOS(basic input/output system) 소프트웨어를 공개하지 않았다. 하지만 IBM BIOS는 컴팩(Compaq) 엔지니어들에게 리버스 엔지니어링(reverse engineering)되었고, 컴팩 등 다른 컴퓨터 제조업체는 IBM 호환 PC를 복제 생산하기 위해 인텔 CPU와 마이크로소프트의 운영체제만 구입하면 되었다(Dedrick & Kraemer, 1998).

터넷 및 전자상거래 등 새롭게 등장한 산업 영역에서 표준을 자신들에게 유리하게 설정하며 상당 부분의 이윤을 획득해나갔다.

생산 기능 외주화가 해외, 특히 동아시아 국가 제조기업에게서 이루어지면서, 글로벌 생산 네트워크가 출현하기 시작하였다. 이렇게 컴퓨터 생산 네트워크가 글로벌화 되었는데, 이 현상의 가장 큰 원동력은 생산 비용 감소였다. PC의 경우 가격에 민감한 개인을 대상으로 판매해야 하기 때문에, 생산 비용 감소는 PC 시장에서 경쟁우위를 확보하기 위한 중요한 전략적 요소였다. 따라서 컴팩, 델과 같은 미국의 컴퓨터 업체들은 비용을 절감하기 위해 생산 기능을 노동 임금이 상대적으로 낮지만 전자제품을 경쟁력으로 생산할 수 있는 동아시아 국가(특히 한국, 대만, 싱가포르)<sup>8)</sup> 업체들에게 외주화하기 시작하였다. 이에 따라 일본을 포함한 동아시아 국가들의 하드웨어 생산 비율은 1985년 22.6%에서 1995년 43.4%으로 급격히 증가하였다(Dedrick & Kraemer, 1998). 글로벌 생산네트워크에 참여하게 되면서 동아시아 국가 업체들은 새로운 지식에 대한 접근 및 학습이 가능해졌고, 시장을 확대할 기회를 갖게 되었다. 또한 생산시설에 대한 대규모 투자를 통해 독립적인 생산체계를 보유하게 되면서, 유연한 생산이 가능한 일괄공급기업(turn-key supplier)으로 성장하였다(Sturgeon, 2002).<sup>9)</sup>

## 2.2 자동차 산업

자동차는 수많은 부품이 상호 작용하는 복잡한 제품 구조를 가지고 있어서 컴퓨터와 같이 동일한 형태의 모듈화 아키텍처로 진행되기는 어려울 것이라는 의견들이 존재한다(Fujimoto, 2002; MacDuffie, 2013). 그럼에도 불구하고, 많은 회사들은 여러 부분에서 인터페이스 표준을 설정하고 모듈화 수준을 높이고 있다. 인터페이스 표준 설정은 모듈형 아키텍처를 도입하는 데 매우 중요한 역할을 한다. 예를 들어 에어컨 유닛에 필요한 성능은 차격(차중)으로 결정되는데, 인터페이스 제약으로 인해 같은 플랫폼이라고 해도 같은 에어컨 유닛을 사용할 수 차격의 범위가 넓지 않다(김창수, 2012). 흥미롭게도 Fixon(2003)은 에어컨 유닛을 모듈화 수준이 가장 높은 차량 부품으로 분류하였는데,<sup>10)</sup>

8) 한국은 DRAM, 평판 디스플레이 공급, 대만은 컴퓨터 부품 및 주변기기 생산, 싱가포르는 디스크 드라이브 생산 플랫폼, PC 조립 생산을 주로 담당하였다.

9) 이러한 제조업체들은 위탁에 기반을 두고, 고객이 제공하는 부품을 조립하는 방식이 아니라, 고객이 필요한 모든 부품들을 사전에 일괄적으로 구매한 상태에서 고객의 수요에 따라 필요한 모듈을 생산 판매하는 방식을 유지하였다. 부품업체에 대한 결제가 기존에는 고객에 의해 바로 이루어졌지만, 새로운 방식에서는 일괄공급기업에 의해 이루어졌다.



Cabigiosu, Zirpoli, & Camuffo(2013)의 연구에 따르면 에어컨 유닛은 다른 하위 체계 유닛들과 다양한 인터페이스를 공유하고 있고, 인터페이스 설정 과정에서 최종 제품 생산자의 역량과 전략이 매우 중요한 역할을 하고 있다.

자동차 산업의 경우 최종 제품 생산자인 완성차업체가 자동차 내 부품 간의 인터페이스 설정에 중대한 영향력을 미쳤고, 그 결과 산업 내 조직 간 관계에도 중요한 영향을 미쳤다. 완성차업체가 플랫폼 통합과 모듈화를 통해 자동차 설계에 대한 사내표준을 달성한 상태에서, 인터페이스 설정을 통해 기업 간 거래에서 성문화된(codified) 정보의 교환 비중을 높였고, 이를 기반으로 생산의 상당부분을 외주화하면서 조직의 슬림화를 달성한 것이다. GM으로부터 Delphi의 독립, Ford로부터 Visteon의 독립 등이 그것의 중요한 사례라고 할 수 있다. 이와 다른 사례이지만, 한국의 현대자동차와 기아자동차는 아예 모듈사업을 전담하는 현대모비스라는 계열사를 설립하면서 완성차업체와 모듈계열사 간의 성문화된 정보교환을 달성함과 동시에 기존에 자신이 담당하던 생산의 상당부분을 모듈 형태로 현대모비스로 이관함으로써 Gereffi et al.(2005)가 언급한 모듈형 부품업체 관계를 어느 정도 실현했다(조형제 & 김철식, 2013).

이러한 사례들에서 알 수 있듯이 자동차산업에서 인터페이스 표준의 설정주체는 대부분 완성차업체이다. 완성차업체가 인터페이스 표준을 설정하면서, 완성차업체를 중심으로 하는 사내표준은 모듈화를 통해 상당히 진전되었으나, 산업전체의 표준은 달성되지 못했다. 완성차업체별로 특화된 폐쇄형 인터페이스 표준이 설정된 것이다. 그 결과 특정 완성차업체의 부품이 다른 완성차업체와 호환가능하지 않고, 성문화된 정보 교환과 처리는 개별 완성차업체와 전담 모듈업체 범위 내로 제한되고 있다.

## 2.3 비교 분석

Sturgeon(2002)은 인터페이스 표준이 설정되면 기업 간 거래가 성문화된 정보 교환으로 투명해지고, 설계, 생산 간의 기능 분리가 가능해진다고 보았다. 또한 분업을 통해 기존 최종 생산업체는 기능 설계, 브랜드 전략 등에 집중하고, 생산 기능을 외주화하는 과정에서 유연한 생산 역량을 가진 생산 특화기업이 등장하여 모듈에 따라 나누어진 산업 영역에서 수평적으로 경쟁하는 모듈형 생산 네트워크가 출현한다고 보았다. 전자 산업이 그 대표적 예였다. 자동차 산업의 경우 역시 모듈화 수준을 높이면서 완성차 업체는 기

---

10) 픽슨의 연구에서 차량 부품 모듈화 수준 순위는 에어컨 유닛, 자동차 콘솔, 하부 차체, 인스트루먼트 패널, 브레이크 유닛, 온도 제어 유닛 순서이다.

획 및 브랜드 전략에 집중하고, 모듈 생산 기능은 현대모비스와 같은 1차 부품업체가 총괄 관리하는 형태의 업무 분업화가 나타났다. 하지만 산업전체에 적용되는 표준이 설정되지 않은 상태에서 조직 간 관계는 개별 완성차업체들에 위계적으로 종속되는 수직적 형태를 띠었다.

이러한 차이가 나타난 중요한 원인은 인터페이스 표준에 있다. 전자산업, 특히 PC 산업에서는 인터페이스 표준이 산업 내에 개방되어서 모듈이 특정 상품에 특화되지 않는다. 하지만 자동차 산업에서 인터페이스 표준은 폐쇄형으로 특정 기업에게 특화되게 설정되어 있어 다른 업체의 제품과는 호환이 되지 않는다(Takeishi & Fujimoto, 2003). 이에 따라 모듈 제조업체가 인터페이스 표준을 설정하는 완성차의 특정 차종에 강력히 종속된다(김철식, 2011). 즉 인터페이스 표준의 개방, 폐쇄 여부가 산업 내의 지배구조에 영향을 미치게 되는 것이다.

### 3. 지배구조와 제도적 요소

#### 3.1 전자 산업

PC 모듈형 아키텍처와 개방형 인터페이스 표준은 컴퓨터 산업 지배구조에도 변화를 가져왔다. 수직적으로 통합된 산업 구조에서는 기존 주도기업이 조직 내부에 대규모 생산시설을 보유하고 규모의 경제를 통해 경쟁우위를 유지하였다. 이는 생산시설에 대한 대규모 투자가 불가능한 후발기업에게 진입장벽으로 작용하여, 기존 주도기업이 산업 내 지배력을 유지하는 것을 가능케 하였다. 또한 기존 메인프레임 컴퓨터 시장에서는 IBM이 인터페이스 표준을 전유하여 다른 하드웨어 및 소프트웨어와의 호환성을 제어하였다. 이에 따라 고객들은 IBM 제품에 고착화되었고, IBM은 산업 내에서 독점적인 지배력을 행사하였다.

PC 인터페이스 표준이 개방된 이후 IBM은 핵심 모듈인 마이크로 프로세서와 운영체계에 대한 지배력을 상실하였다. 모듈형 생산 네트워크 상에서 제조 기능에 특화된 기업들이 모듈 단위로 판매하기 시작하면서 후발기업들은 제조 시설에 대한 대규모 투자 없이도 시장에 진입하는 것이 가능해졌다(Sturgeon, 2002). 이렇게 새로운 경쟁자의 시장 진입이 허용되면서 컴퓨터 산업에서는 기존 IBM과 같은 컴퓨터 완제품 제조업체들의 지배에서 벗어나 인텔, 삼성 등 핵심 모듈 제조업체들과, 마이크로 소프트, 구글 등 소프트웨어 기업들이 플랫폼을 거쳐 다양한 영역에서 경쟁하는 것이 가능해졌다. 시스코의

사례에 보이듯이, 이러한 모듈형 생산 네트워크 구조 하에서는 소규모 자본으로 출발했지만 글로벌 생산 네트워크를 전략적으로 활용함으로써 전자 산업 여러 분야에서 강한 경쟁력을 가진 기업으로 성장하는 것이 가능해졌다. 즉, PC 산업 자체가 모듈 중심으로 수평적 구획화가 이루어져 구획화된 산업 영역에서(예를 들어 마더보드, DRAM, 하드디스크, 소프트웨어) 각각 주도기업들이 등장하면서, PC 산업 전체를 보면 기존보다 분권화된 구조로 변화하였다(Dedrick & Kraemer, 1998).

컴퓨터 산업에서 IBM의 집권적 지배구조 등장부터 모듈형 아키텍처에 기반을 둔 분권화된 지배구조로 변화하는 데 있어서 정부 정책이 어느 정도 기인한 부분이 있다(Kim & Hart, 2002). 예를 들어, 미국 행정부 및 사법부는 반독점과 공정거래에 대한 정책 및 법을 엄격하여 집행했는데, 이러한 영향을 받아 IBM은 하드웨어와 소프트웨어를 분할해서 판매하였고, 이는 나중에 컴퓨터 산업에 수평적으로 분할되어 특화되는 구조에 큰 영향을 미치게 되었다(Mowery, 1996).

### 3.2 자동차 산업

자동차산업에서는 모듈 설계 방식의 도입에도 불구하고 완성차업체를 정점으로 하는 위계적인 산업 지배구조가 유지되고 있다. GM, 포드와 같은 미국 완성차업체들은 모듈 생산을 일정 수준 이내로 제한하여 모듈 부품업체의 자율성을 일정 수준 이내로 제약함으로써 자신의 지배력을 유지하고 있는 것으로 보인다(Sturgeon et al., 2008). 도요타자동차를 비롯한 일본의 완성차업체들은 처음부터 모듈 생산을 최소화하여 모듈업체를 별도로 두지 않음으로써 자신의 통제를 유지하는 방식을 선호하고 있다(김철식 외, 2011). 한국의 현대자동차와 기아자동차는 재벌이라는 한국적 기업조직의 특성을 최대한 발휘하여, 모듈을 전담하는 계열사를 설립함으로써 모듈사업을 사실상 기업집단 내로 내부화하는 방식을 취했다. 다시 말해 한국 자동차 산업에서는 모듈화 진행 시 통제력 및 협상력 상실을 막기 위해 현대자동차가 그룹 계열사(현대모비스)를 육성하여 핵심 모듈 사업을 담당하게 하고, 계열사를 통해 산업 내 부품업체에 대한 지배력을 유지하고 있는 것이다(조형제 & 김철식, 2013).

최종 제품 생산자가 그룹 내 계열화를 통해 산업 내 지배력을 유지해온 것에 관해 산업의 발전 역사 과정에서 정부 정책 역시 중요한 역할을 담당했다. 예를 들어 한국의 경우, 대기업과 중소기업 간 분업화를 통한 효율성을 제고하기 위해, 1978년 1차 개정된 ‘중소기업계열화촉진법’에 의거하여 계열화 업종 및 품목을 고시하였다(정종암, 2000).

시행초기인 1979년에 5개 업종에 걸친 41개 품목이 계열화 업종으로 지정되었는데, 1982~1983년 강력한 계획경제 정책과 함께 품목수가 1000개를, 업종도 40여 개를 상회하게 되었다. 대기업과 중소기업 간 지정계열화 정책이 성과를 거두면서 대기업과 중소기업의 긴밀한 협력과 효과적인 통제를 목적으로 수급기업협의회<sup>11)</sup> 구성이 매우 활발하였다. 정부는 이 제도 활성화를 위해 세제 혜택 등 자금 지원과 행정지원을 하였다. 대기업은 '계열화'를 통해 분업화를 통한 효율성 증진의 혜택을 받음과 동시에 성장하는 중소기업 을 자신들의 통제권 하에 두었다. 이러한 계열화 제도의 경로의존성으로 인해 모듈화 아키텍처로 인한 설계 및 생산 간 분업관계와 분권적 산업 구조가 나타나지 못하였다.

### 3.3 비교 분석

모듈형 아키텍처를 도입한 후 전자 산업은 수평적 분업에 기반을 둔 분권적 산업 구조가 나타난 반면, 자동차 산업은 조직 간 업무 분할과 전문화는 이루었지만, 산업 내 완성차 업체 중심의 수직적 지배구조가 유지되었다. 즉 모듈형 아키텍처와 인터페이스 표준 도입이 조직 체계에 어느 정도 영향을 미쳤지만, 산업에 대한 지배력을 유지하고자 하는 완성차업체들의 전략들이 부품업체들의 자율성과 영향력을 제약하고, 나아가 그러한 전략의 연장선상에서 모듈화의 진전에도 불구하고 인터페이스 표준을 개방하지 않는 일종의 '폐쇄적 모듈화'가 진행되면서 완성차업체 중심의 수직적 지배구조가 유지되고 있는 것이다. 모듈형 아키텍처 및 인터페이스 표준이 산업 전반의 지배구조에 영향을 미치는 단계에서 정책적 요소 역시 중요한 역할을 담당하였다.

미국의 경우 분업을 통한 전문화와 시장을 통한 효율적 거래에 대한 믿음을 기반으로 산업 내 독점을 일으키는 비효율성을 '시장실패'(market failure)로 규정하고 정책적 개입을 지속해왔다. 이러한 제도적 역사성에서 모듈성에 근거한 조직 간 업무 분할화와 산업 내 분권적 경쟁 구도는 자연스럽게 정착되었다. 한국의 경우 자원 할당과 관련하여 선택과 집중을 강조하며 대기업 중심으로 성장 정책과 그로 인한 낙수효과(trickle-down effect)를 강조해왔다. 이에 따라 정부는 소수 기업이 산업 전반을 지배하는 것을 묵인해왔으며, 중소기업의 성장 역시 대기업의 성장과 결부시키는 계열화 정책을 시행에 왔다. 이러한 제도적 차이는 모듈형 설계 방식, 특히 인터페이스 표준이 조직 체계 및 산업 지

11) 수급기업협의회는 제품 최종 생산업체와 하청 업체 간의 협력분위기 조성, 기술 교류, 정보 교환 등의 목적을 위해 구성되었지만, 한국 대기업은 이를 하청기업을 통제하는 수단으로 활용하였다(정종암, 2000).

배구조에 미치는 영향이 제한될 수 있음을 보여주는 반면, 인터페이스 표준과 관련하여 정책의 중요성을 역설하기도 한다. <표 1>은 전자 산업과 자동차 산업 비교 분석한 것을 정리한 것이다.

<표 1> 전자 산업과 자동차 산업 비교 분석

	전자 산업	자동차 산업	참 고
제품 아키텍처	모듈형	통합형(일부 기업 중심으로 모듈형 도입)	자동차는 아직 부품과 기능 간의 일대일 연계가 일어나지 않고, 전자 제품과 비교 했을 때 모듈 간의 상호의존성이 높음
인터페이스 표준	개방형	폐쇄형	전자 산업과 달리, 자동차 산업은 폐쇄형 인터페이스 표준으로 인해 모듈이 특정 기업에게 특화되어, 다른 제품과의 호환이 되지 않음
조직 간 관계	수평적 분업구조	중층적, 위계적 종속 구조	전자 산업의 경우 유연한 생산 역량을 가진 생산 특화기업이 등장하여 완성품 생산업체와 수평적 분업 관계를 이루는 반면, 자동차 산업은 이러한 기업들이 완성차 업체에 종속되는 구조
산업 지배구조	분권적(여러 기업에게 권력 분산)	집권적(특정 기업에게 권력 집중)	전자 산업과 달리, 자동차 산업에서는 소수의 완성차 업체가 자체적 인터페이스 표준을 설정함으로써 모듈업체의 자율성을 제약하고, 산업 내 지배력 유지
제도 경로 의존성 및 정책적 요소	미국의 경우 분업을 통한 전문화와 시장 통한 효율적 거래에 대한 믿음에 기반을 둔 정부 정책	한국의 경우 선택의 집중에 근거를 둔 정부의 대기업 중심 성장 정책	제도적 차이는 모듈형 설계 방식, 특히 인터페이스 표준이 조직 체계 및 산업 지배구조에 미치는 영향이 제한될 수 있음을 보여주는 한편, 인터페이스 표준과 관련하여 정책의 중요성을 역설

#### IV. 표준화 정책에 대한 시사점

동 절에서는 앞서 전자 산업과 자동차 산업을 비교 분석한 결과를 바탕으로 표준화 정책에 대한 시사점을 도출하고 있다. 첫째는 개방형 인터페이스 표준에 대한 중요성이 고, 둘째는 제품, 조직, 제도적 측면에서 인터페이스 표준화 정책 수립 시 고려사항이다.

## 1. 개방형 인터페이스 표준의 중요성

모듈형 아키텍처를 도입한 전자 산업과 자동차 산업을 비교 분석하였을 때, 미국과 한국의 경우 산업 내 분권적 경쟁구조와 위계적 지배구조라는 측면에서 차이를 보였다. 이러한 차이에 기인하는 핵심요소는 인터페이스 표준의 개방성, 폐쇄성 여부이다. 인터페이스 표준이 산업 내에서 개방되어 다른 제품과의 호환성이 확보 가능한 전자 산업에서는 모듈화를 통해 핵심 기술 및 제조 역량을 특화한 중소기업들이 기존 대기업과 동등한 협상력을 보이며 빠르게 성장할 수 있었던 반면, 인터페이스 표준이 하나의 회사에 특정화되어있던 자동차 산업의 경우 모듈 생산 부품기업이 완성차 업체에게 종속될 수밖에 없는 구조였다.

정부의 정책은 정책을 통해 이루고자 하는 목적의 정당성(legitimate goals)과 수단의 효과성(effective means)이 매우 중요하다. 과거 할당할 수 있는 자원이 부족한 상황에서 소수 기업을 선택, 자원을 집중하여 경제 성장을 이끌어 내던 한국의 산업 정책은 부족한 자원이란 현실과 빠른 경제성장이라는 결과가 목적의 정당성과 수단의 효과성을 어느 정도 증명하였다. 하지만 기술의 진화에 따른 산업 간 융합과 점차 치열해지는 글로벌 경쟁 하에서 시장은 점차 최종 완성품 단위로 구별되지 않고, 경쟁은 여러 가지 보완재 제공업체들과의 연합 사이에서 나타나고 있다. 즉, 강력한 모듈 생산 중소기업의 중요성이 점차 중요해지고 있음을 의미한다. 이러한 맥락 하에 개방형 인터페이스 표준 수립을 통해 모듈 생산 중소기업들이 특정 기업에게 종속되지 않고 보다 강력한 협상력을 가지게 유도하는 것은 정책의 정당성과 효과성 측면에서 중요하다.

인터페이스 표준을 설정할 때 개방형과 폐쇄형으로 나눌 수 있는데, 개방형 표준은 산업 내 행위자 간의 협상을 통해 설정되어 그 정보가 외부 행위자들에게 공개가 되는 것이고, 폐쇄형은 주로 특정 행위자가 자신의 제품과만 호환이 가능하도록 설정하는 방식이다. 자동차 산업에서 보이듯이 인터페이스 표준을 최종 제품 생산자가 폐쇄형으로 설정할 경우 관련 모듈 생산 업체가 완성품 업체에 종속되는 현상이 발생된다. 개방형 인터페이스 표준을 설정하더라도 특허를 표준과 결부시켜 표준을 전유하는(open, but proprietary) 현상이 발생한다. 기업 전략을 연구하는 사람들은 이러한 전략을 기업의 성공전략으로 추천하지만(Morris & Ferguson, 1993), 산업 전반에 나타나는 파생효과를 고려해야 하는 정책적 측면에서 표준과 특허에 결합하는 것을 허용하여 특정 기업에게 독점적 권리를 허용하는 것에 대해서는 보다 신중할 필요가 있다.

인터페이스 표준을 설계할 때 내부형(internal)과 외부형(external)으로 설정할 수 있다(Chen &Liu, 2005). 자동차 인포테인먼트(infotainment) 장치<sup>12)</sup>를 예로 들면, 이러한 장치가 차량 내부에 결합되어 차체 내부에 있는 인터페이스를 통해 다른 장치들과 정보를 교환한다면 이는 내부형으로 설정한 것이고, 이러한 장치와 외부에 보이는 인터페이스를 통해 차량과 결합되고, 손쉽게 분리 가능하다면 이는 외부형으로 표준이 설정된 것이다. 데스크탑 컴퓨터 본체와 모니터 간의 연결, 키보드, 마우스, 프린터 같은 주변기기와의 연결은 모두 외부형 인터페이스 표준을 설정했기 때문에 가능한 것이다. 내부형 인터페이스 표준을 설정한 경우 부품 간의 상호 조정이 외부형 인터페이스 표준보다 더 필요하다. 따라서 모듈화 아키텍처를 통해 다양한 보완재 시장을 키우고, 네트워크 외부효과를 확대하기 위해서는 인터페이스 표준을 외부형으로 설정할 필요가 있다. 물론 제품의 특성에 따라 외부형 인터페이스 표준이 어려운 경우가 있다. 예를 들어 외부 충격으로부터 부품 간 분리를 방지하는 것이 중요할 경우 내부형 인터페이스가 선호된다.

최근 구글은 모듈형 설계 방식으로 제품을 제조할 수 있는 핸드폰 아라(Ara)를 선보였고, 전기자동차 역시 레고 블록처럼 제조할 수 있도록 개발하고 있는 것으로 알려졌다(한동희 &허경구, 2015). 상기 제조방식은 외부형 인터페이스 표준을 설정했기 때문에 가능한 것이다. 이러한 모듈형 제품의 도입으로 인해 향후 소비자가 각각 모듈을 구매 결합하여 다양한 형태의 제품을 조립하는 것이 가능해 질 것으로 예상된다. 이와 같이 외부형 인터페이스 표준 설립은 모듈 제조업체를 위한 시장 확대에 도움이 될 뿐만 아니라, von Hippel &Katz(2002)이 이야기한 ‘혁신 툴킷’(innovation toolkit)을 소비자가 사용할 수 있게 함으로써 사용자 중심의 혁신 체계 도입에도 기여할 수 있다.

## 2. 제품, 조직, 제도적 측면에서 인터페이스 표준화 정책 수립 시 고려사항

산업 내 개방형 인터페이스 표준을 설정하는 것은 모듈을 생산하는 중소기업 육성과 다양한 보완재에 의한 네트워크 효과 획득, 그리고 소비자 중심의 혁신 체계 도입에 크게 기여할 수 있다. 하지만 이러한 효과를 얻기 위해 표준화 정책 수립 시 제품, 조직, 제도적 측면에서 고려해야 할 사항이 있다.

12) 정보를 뜻하는 information과 오락을 뜻하는 entertainment가 결합된 것으로 차량 내 내비게이션, 오디오와 비디오, 그리고 인터넷 기능 등을 제공하는 장치를 뜻한다.

첫째, 제품의 특성을 고려하여 개방형 인터페이스 표준을 내부형, 외부형으로 설정할 것인지 결정해야 한다. 앞서 언급한 중소기업 성장, 보완재 네트워크 효과를 통한 경쟁우위, 소비자 중심의 혁신 등의 표준화 정책의 효과를 얻기 위해서 외부형 인터페이스 표준을 설정해야 한다. 하지만 외부형 인터페이스 표준 설정 시 제품에 따라 성능의 최적화가 어려울 수가 있다. 경우에 따라서 성능의 최적화와 제품의 다양성은 하나가 다른 하나를 희생시킬 수 있는 트레이드오프(trade-off) 관계에 있을 수 있다는 것이다. 파괴적 혁신(disruptive innovation)을 언급한 크리스텐슨(Christensen)은 시장에서 제품의 성능을 지닌 소비자를 충분히 만족시키지 못할 때는 높은 수준의 성능의 제품을 출시하는 기업이 우위를 가지지만, 시간이 지나 산업 전반에 걸쳐 제품 성능 수준이 상승하게 되면, 모듈형 설계방식으로 다양한 소비자의 수요를 충족시키는 기업이 경쟁력을 갖는다고 주장하였다(Christensen, Verlinden, & Westerman, 2002). 결국 시장에서의 고객 수요가 부품 간의 긴밀한 상호 조정을 통한 성능 최적화인지, 아니면 많은 보완재 간의 결합을 통한 제품 다양성 추구인지를 판단하여 개방형 인터페이스 표준을 정립해야 할 것이다.

둘째, 조직 간의 관계에서 지배력을 유지하는 대기업을 어떻게 개방형 인터페이스 표준 설정에 참여시킬 것인지 여부이다. 컴퓨터 산업 역사에서 개방형 인터페이스 표준 제정과 다양한 모듈 업체 등장을 통한 PC 산업 발전은 그 당시 컴퓨터 산업을 주도하던 IBM이 인터페이스 표준을 외부형으로 개방하는 데 적극적이었기 때문이다. 하지만 개방형 인터페이스 표준 정립 이후 산업 내 주도권은 핵심 모듈과 운영체제 개발업체인 인텔과 마이크로소프트로 넘어갔고, IBM은 산업 내 등장한 수많은 경쟁업체로 인해 어려움을 겪었다. 이러한 IBM 사례를 보고, 아직도 많은 완성품 제조업체들이 산업 내 개방형 인터페이스 표준을 설정하는 것에 수동적이다. 과거 미국 자동차 산업의 경우 1910년대 자동차기술자협회(Society of Automotive Engineers, SAE)는 자동차에 관한 공통된 표준을 제정하기 노력하였고, 그 후 1920년대 초까지 많은 중소기업들이 모여 자동차 부품 표준화로 시도하였다(Thompson, 1954). 하지만 포드나 GM과 같은 대기업을 이끄는 산업 내 표준화 제정에 참여하지 않고, 각자의 폐쇄형 표준을 제정하면서 자동차 산업 내 개방형 인터페이스 표준 정립은 실패로 돌아갔다. 이는 개방형 인터페이스 표준화 정책의 실효성을 확보하기 위해서는 산업 내 주도기업의 참여 유도가 매우 중요하다는 것을 의미한다. 애플과의 경쟁이 IBM으로 하여금 인터페이스 표준을 개방하게 하는 데 결정적인 역할을 했음을 참고할 때, 주도기업이 개방형 인터페이스 표준 설정 참여의 유도를 이끌기 위해서는 산업 내 경쟁 구도에 영향을 미치는 경쟁 정책적 요소가 표준화 정



책 수립 과정에서 함께 고려되어야 한다.

셋째, 제도적 측면에서 산업 내 인터페이스 표준을 국제표준과 연계하는 것이 중요하다. WTO의 기술무역장벽(Technical Barriers to Trade)에 대한 협정문 제2조4항에 의하면,<sup>13)</sup> 기술규정을 관련 국제표준에 기반을 둘 것을 의무화하고 있다. 이는 국제표준에 근거하지 않고, 국가가 주도로 산업 내 표준을 제정하고 이를 시장 내 강제 이행할 경우 외국 기업과의 비차별 문제 또는 필요 이상의 무역제한 문제 등을 일으켜 TBT협정을 위반할 여지가 발생한다(김동휴, 이희진, &곽주영, 2012). 이로 인해 최근 정부 주도의 표준화 정책을 제정 및 이행하는 중국 역시 산업 내 표준을 제정할 때 국제표준화를 우선 진행하고 있다(Kim, Lee, Kwak, &Seo, 2014). 한국 역시 정부가 정책적으로 개방형 인터페이스 표준화를 지원할 경우 국내 산업 내 표준화를 국제표준화 과정과 연계시키는 것이 향후 다른 나라의 이해관계자와 통상마찰을 미연에 방지할 수 있을 뿐만 아니라 글로벌 시장에서 인터페이스 표준을 한국 모듈 중소기업에게 보다 유리한 방향으로 설정하는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

## V. 결론

본 논문에서는 모듈성에 관한 기존 연구들을 모듈성과 제품 아키텍처, 인터페이스 표준과 조직 체계, 지배구조와 제도적 요소 측면에서 정리하였다. 그리고 전자 산업과 자동차 산업을 비교 분석하여 표준화 정책에 대한 시사점을 도출하였다. 이를 통해 다양한 모듈 제조업체 육성과 네트워크 효과에 기반을 둔 글로벌 경쟁력 강화, 사용자 중심의 혁신 체계 도입을 위해서는 개방형 인터페이스 표준을 설정하는 것이 중요하다는 것을 밝혀냈다. 인터페이스 표준을 산업 내 개방하여 제품 간의 상호운용성 및 호환성이 보장되었던 전자산업의 경우, 폐쇄형 인터페이스 표준 형태의 자동차 산업과 달리 중소기업들이 특정 대기업에 종속되지 않고, 모듈화를 통해 핵심 기술 및 제조 역량에 특화 성장하였음을 발견하였다. 또한 성능 최적화 측면에서 제품의 특성 반영, 산업 내 핵심기업의 참여 유도, WTO 법과 같은 제도적 요소 등 개방형 인터페이스 표준화 정책을 수립

---

13) “Where technical regulations are required and relevant international standards exist or their completion is imminent, Members shall use them, or the relevant parts of them, as a basis for their technical regulations [...]”

할 때 고려해야 할 사항들을 정리했다.

동 연구의 비교 분석 결과는 모듈화가 진행되고 있는 조선, 건축 등 여러 산업 분야에 실천적 시사점을 제공한다. 특히 최근 사물인터넷과 같이 정보통신 기술이 모듈 형태로 다른 제품과 결합되고 있는 상황에서, 이들 간의 개방형 인터페이스 표준을 설정하는 것은 향후 새로운 스타트업 기업들이 개발한 모듈이 여러 산업 분야에 적용 가능한 산업 환경 조성에 중대한 기여 할 것이다. 모듈화 연구 측면에서도 본 논문은 인터페이스 표준의 역할이 산업 구조에 미치는 영향을 전자 산업과 자동차 산업과 비교 분석을 통해 명확하게 보여줌으로써 학술적 함의를 제공하고 있다. 향후 건축, 조선 등 다른 산업과 전자, 자동차 산업을 비교 분석하여 모듈성과 인터페이스 표준의 역할에 대한 연구를 보다 심화시킬 필요가 있다. 또한 폐쇄형 인터페이스 표준을 유지하던 주요 기업들이 개방형 인터페이스 표준화 과정에 참여하게 되는 동기 등을 분석하여 산업 내 핵심 기업에 표준화 과정 참여 유도 방안에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

# 참고문헌

## (1) 국내문헌

- 김동휴·이희진·곽주영 (2012), “한국 FTA 와 중국 FTA 의 TBT 장 비교분석: 한중 FTA TBT 협상에 주는 함의,” 『국제지역연구』, 제16권 제4호, pp. 125-150.
- 김지환 (2014, 6월 15일), “자동차도 레고처럼 조립… 제조방식 대변혁 예고,” 경향비즈니스라이프. [http://bizn.khan.co.kr/khan\\_art\\_view.html?artid=201406152128105&code=920508&med=khan](http://bizn.khan.co.kr/khan_art_view.html?artid=201406152128105&code=920508&med=khan)
- 김창수 (2012, 10월), “자동차 플랫폼이 사라진다! 모듈에 의한 설계 표준화,” Electronic Science. <http://www.elec4.co.kr/article/articleView.asp?idx=3366>
- 김철식 (2011), 『대기업 성장과 노동의 불안정화: 한국 자동차산업의 가치사슬, 생산방식, 고용관계 분석』, 백산서당.
- 김철식·조형제·정준호 (2011), “모듈 생산과 현대차 생산방식: 현대모비스를 중심으로,” 『경제와 사회』, 제92호, pp. 351-385.
- 오재환·조성재 (2005), “일본 제조업의 국제화와 새로운 분업구조의 모색,” 조성재 외, 『동북아 제조업 분업구조와 고용관계( I )』, 한국노동연구원.
- 이승규 (2008), “제품 아키텍처의 진화와 경쟁전략,” 한국경영과학회 추계학술대회.
- 정종암 (2000), “하청관계에서 대기업과 중소기업 간 협력적 관계정립에 관한 연구: 전자산업에서 대기업-중소기업 간 하청관계를 중심으로,” 『연세경영연구』, 제37권 제2호, pp. 173-204.
- 조형제·김철식 (2013), “모듈화를 통한 부품업체 관계의 전환: 현대자동차의 사례,” 『한국사회학』, 제47권 제1호, pp. 149-184.
- 한동희·허경구 (2015, 4월 2일), “구글發 제조업 혁명…레고처럼 조립하는 전기차 업체 인수,” 조선비즈, [http://biz.chosun.com/site/data/html\\_dir/2015/04/02/2015040202008.html?main\\_hot2](http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2015/04/02/2015040202008.html?main_hot2)

## (2) 국외문헌

- Alexander, C. (1964), *Notes on the synthesis of form* Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Baldwin, C. Y., and Clark, K. B. (1997), Managing in an age of modularity. *Harvard Business Review*, 75(5), pp. 84-93.
- Baldwin, C. Y., and Clark, K. B. (2000), *Design rules, volume 1: The power of modularity* MIT Press.
- Cabigiosu, A., and Camuffo, A. (2012), Beyond the “mirroring” hypothesis: Product modularity and interorganizational relations in the air conditioning industry. *Organization Science*, 23(3), pp. 686-703.

- Cabigiosu, A., Zirpoli, F., and Camuffo, A. (2013), Modularity, interfaces definition and the integration of external sources of innovation in the automotive industry. *Research Policy*, 42(3), pp. 662-675. doi: 10.1016/j.respol.2012.09.002.
- Campagnolo, D., and Camuffo, A. (2010), The concept of modularity in management studies: A literature review. *International Journal of Management Reviews*, 12(3), pp. 259-283. doi: 10.1111/j.1468-2370.2009.00260.x.
- Chen, K., and Liu, R. (2005), Interface strategies in modular product innovation. *Technovation*, 25(7), pp. 771-782. doi: 10.1016/j.technovation.2004.01.013.
- Christensen, C. M., Verlinden, M., and Westerman, G. (2002), Disruption, disintegration and the dissipation of differentiability. *Industrial and Corporate Change*, 11(5), pp. 955-993.
- David, P. A. (1985), Clio and the economics of QWERTY. *The American Economic Review*, 75(2), pp. 332-337.
- Dedrick, J., and Kraemer, K. L. (1998), *Asia's computer challenge: Threat or opportunity for the united states and the world?* New York: Oxford University Press.
- Doran, D., Hill, A., Hwang, K. S., and Jacob, G. (2007), Supply chain modularisation: Cases from the french automobile industry. *International Journal of Production Economics*, 106(1), pp. 2-11. doi: 10.1016/j.ijpe.2006.04.006
- Ernst, D. (2005), Limits to modularity: Reflections on recent developments in chip design. *Industry & Innovation*, 12(3), pp. 303-335. doi: 10.1080/13662710500195918
- Fixon, S. (2003), *The multiple faces of modularity: A literature analysis of a product concept for assembled hardware products*. (No. Technical Report 03-05). University of Michigan Industrial and Operations Engineering.
- Fujimoto, T. (2002), Architecture, capability, and competitiveness of firms and industries. *Saint-Gobain Centre for Economic Research 5th Conference, Paris, FR*, p. 204.
- Furlan, A., Cabigiosu, A., and Camuffo, A. (2014), When the mirror gets misted up: Modularity and technological change. *Strategic Management Journal*, 35(6), pp. 789-807.
- Garud, R., and Kumaraswamy, A. (1995), Technological and organizational designs for realizing economies of substitution. *Strategic Management Journal*, 16, pp. 93-109. doi: 10.1016/0024-6301(95)99977-8
- Garud, R., and Kumaraswamy, A. (2003), Technological and organizational designs for realizing economies of substitution. In R. Garud, A. Kumaraswamy & R. N. Langlois (Eds.), *Managing in the modular age: Architectures, networks, and organizations* (pp. 45-77) Blackwell Publishing.
- Gereffi, G., Humphrey, J., and Sturgeon, T. (2005), The governance of global value chains. *Rev*

- iew of International Political Economy*, 12(1), pp. 78-104. doi: 10.1080/09692290500049805
- Grindley, P. (1995), *Standards, strategy, and policy: Cases and stories* Oxford University Press.
- Holweg, M., and Pil, F. K. (2004), *The second century: Reconnecting customer and value chain through build-to-order* MIT Press.
- Katz, M. L., and Shapiro, C. (1985), Network externalities, competition, and compatibility. *The American Economic Review*, 75(3), pp. 424-440.
- Kim, S., and Hart, J. A. (2002), The global political economy of wintelism: A new mode of power and governance in the global computer industry. *Information Technologies and Global Politics: The Changing Scope of Power and Governance*, pp. 143-168.
- Kim, D., Lee, H., Kwak, J., and Seo, D. (2014), China's information security standardization: Analysis from the perspective of technical barriers to trade principles. *Telecommunications Policy*, 38(7), pp. 592-600. doi: 10.1016/j.telpol.2014.02.001
- Kitschelt, H. (1991), Industrial governance structures, innovation strategies, and the case of japan: Sectoral or cross-national comparative analysis? *International Organization*, 45(4), pp. 453-493. doi: 10.1017/S002081830003318X
- Langlois, R. N. (2002), Modularity in technology and organization. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 49(1), pp. 19-37. doi: 10.1016/S0167-2681(02)00056-2
- Langlois, R. N., and Robertson, P. L. (1992), Networks and innovation in a modular system: Lessons from the microcomputer and stereo component industries. *Research Policy*, 21(4), pp. 297-313.
- Langlois, R. N., and Robertson, P. L. (1995), *Firms, markets and economic change* London and New York: Routledge.
- MacDuffie, J. P. (2013), Modularity-as-property, modularization-as-process, and 'modularity'-as-frame: Lessons from product architecture initiatives in the global automotive industry. *Global Strategy Journal*, 3(1), pp. 8-40.
- Morris, C. R., and Ferguson, C. H. (1993), How architecture wins technology wars. *Harvard Business Review*, 71(2), pp. 86-96.
- Mowery, D. C. (Ed.) (1996), *The international computer software industry: A comparative study of industry evolution and structure* New York: Oxford University Press.
- North, D. C. (1990), *Institutions, institutional change and economic performance* Cambridge University Press.
- Parker, M., and Slaughter, J. (1988), *Choosing Sides: Unions and the Team Concept*. Boston: South End Press.

- Perrow, C. (1986), *Complex organizations: A critical essay* (3rd ed.) New York: Random House.
- Pine, J. D. (1992), *Mass customization: The new frontier in business competition* Boston: Harvard Business School Press.
- Ro, Y. K., Liker, J. K., and Fixson, S. K. (2007), Modularity as a strategy for supply chain coordination: The case of U. S. auto. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54(1), pp. 172-189.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the black box: Technology and economics* Cambridge University Press.
- Salvador, F. (2007), Toward a product system modularity construct: Literature review and reconceptualization. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54(2), pp. 219-240. doi: 10.1109/TEM.2007.893996
- Sanchez, R. (1995), Strategic flexibility in product competition. *Strategic Management Journal*, 16, pp. 135-159.
- Sanchez, R. (1996), Strategic product creation: Managing new interactions of technology, markets, and organizations. *European Management Journal*, 14, pp. 121-138.
- Sanchez, R., and Mahoney, J. T. (1996), Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design. *Strategic Management Journal*, 17(S2), pp. 63-76. doi: 10.1002/smj.4250171107.
- Schilling, M. (2000), Toward a general modular systems theory and its application to interfirm product modularity. *Academy of Management Review*, 25(2), pp. 312-334. doi: 10.5465/AMR.2000.3312918.
- Simon, H. A. (1962), The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 106(6), pp. 467-482.
- Steinmueller, W. E. (2003), The role of technical standards in coordinating the division of labour in complex system industries. In A. Prencipe, A. Davies & M. Hobday (Eds.), *The business of systems integration* () Oxford University Press.
- Stevens, W. P., Myers, G. J., and Constantive, L. L. (1974), Structured design. *IBM Systems Journal*, 13(2).
- Sturgeon, T. J. (2002), Modular production networks: A new american model of industrial organization. *Industrial and Corporate Change*, 11(3), pp. 451-496. doi: 10.1093/icc/11.3.451
- Sturgeon, T. J., van Biesebroeck, J., and Gereffi, G. (2008), Value Chains, Networks and Clusters: Reframing the Global Automotive Industry. *Journal of Economic Geography* 8, pp. 297-321.

- Takeishi, A., and Fujimoto, T. (2003), Modularization in the car industry: Interlinked multiple hierarchies of product, production and supplier systems. In A. Prencipe, A. Davies, and M. Hobday (Eds.), *The business of systems integration* (pp. 254-278) Oxford: Oxford University Press.
- Thompson, G. V. (1954), Intercompany technical standardization in the early american automobile industry. *The Journal of Business*, 14(1), pp. 1-20.
- Tiwana, A. (2008), Does technological modularity substitute for control? A study of alliance performance in software outsourcing. *Strategic Management Journal*, 29(7), pp. 769-780.
- Ulrich, K. (1995), The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research Policy*, 24(3), pp. 419-440. doi: 10.1016/0048-7333(94)00775-3.
- von Hippel, E., and Katz, R. (2002), Shifting innovation to users via toolkits. *Management Science*, 48(7), pp. 821-833. doi: 10.1287/mnsc.48.7.821.2817.
- Womack, J.P., Jones, D.T., and Roos, D. (1990), *The Machine that Changed the World*, New York: HarperPerennial.

□ 투고일: 2015. 06. 29 / 수정일: 2015. 08. 05 / 게재확정일: 2015. 08. 12