제2장

4차 산업혁명과 독일의 담론, 전략 그리고 제도

The Fourth Industrial Revolution in Germany — Its Discourse, Strategy, and Institution

김주희 | 경희대학교 국제개발협력연구센터 학술연구교수

독일의 4차 산업혁명 담론은 인더스트리 4.0(Industrie 4.0)이라는 개념에서 출발한다. 4차 산업혁명이 새로운 혁명인가 혹은 수사적 슬로건인가 하는 질문을 넘어, 독일 정부는 이러한 아이디어를 국가전략으로 채택하고 이를 정책으로 실현하고 있다는 점에서 독일의 일련의 실용적인 접근법에 관심을 가질 필요가 있다. 인더스트리 4.0의 초기 개념은 인간이 거의 존재하지 않는 공장을 꿈꾸는 새로운 제조 기술 옵션, 즉 기술담론으로부터 사실상 독일 경제의 담론으로 그리고 신흥 선도부문의 경쟁력의 확보를 위한 협력의 담론인 표준화담론으로 이동하고 있다.

독일 정부는 4년마다 수립, 시행하고 있는 하이테크 전략에 근거하여 인더스트리 4.0을 독일의 기계 공학 분야의 기술 리더십을 공고히 하기 위한 중요한 미래 프로젝트로 규정하며 전통적인 독일 제조업의 디지털화를 추진하여 스마트 서비스로의 확대를 통해 그 활동을 강화하고 있다. 이러한 논의하에 경제성장 및 일자리 창출을 위한 산업화 구조 혁신을 추진하기 위한 노동 4.0(Arbeiten 4.0)을 제시하며 다가올 4차 산업혁명 시기의 노동은 네트워크화, 디지털화, 유연화되는 특징을 갖게 될 것으로 전망하고, 산업뿐 아니라 전반적인 노동형태 및 근로조건도 포괄하여 다루고 있다. 또한 새로운 기술의 광범위한 적용, 즉 인터스트리 4.0의 상호 작동성을 위해 표준화된 신호와 인터페이스의 필요성을 인식하고 독일은 RAMI 4.0이라는 중립적인 레퍼런스 모델을 통해 표준의 선점을 통한 적응비용을 감소시키기 위한 조정을 위한 협력을 위해 G20과 같은 국제무대를 적극적으로 활용하고 있다.

자본주의의 다양성 논의에 근거해볼 때, 독일 4차 산업혁명의 담론, 전략 그리고 제도는 독일식 자본주의, 조정시장경제(CME)의 특성을 반영하고 있으며, 독일 경제의 성공 요인으로 주목되는 경쟁력과 고용의 안정성, 혁신, 그리고 기술직 노동력의 안정적 수급이라는 조건을 꾸준히 충족시키며 정부-산학연-노동자

간의 지속적인 대화와 협상을 통해 구체화되고 있다.

The fourth industrial revolution discourse in Germany is departing from the concept of Industry 4.0 (Industrie 4.0). Beyond the question of whether the Fourth Industrial Revolution is a new revolution or a rhetorical slogan, we should be interested in a series of pragmatic approaches in Germany in that the German government adopts this idea as a national strategy and realizes it as a policy. The initial concept of Industry 4.0 is moving from a new manufacturing technology option that dreams of a factory with few human beings to a discourse of the German economy to a discourse of standardization for the competitiveness of emerging leading sectors.

Based on the high-tech strategy that has been established and implemented every four years, the German government defines Industry 4.0 as an important future project for promoting German technology leadership in mechanical engineering and promotes the digitization of traditional German manufacturing industries. Under these discussions, Work 4.0 (Arbeiten 4.0) is proposed to promote industrial structure innovation for economic growth and job creation. The labor in the fourth industrial revolution will be characterized by networking, digitization, and flexibility, and it covers not only the industry but also the overall working pattern and working conditions. Recognizing the need for standardized signals and interfaces for a

wide range of applications of new technologies, namely interoperability of Industry 4.0, Germany has adopted a reference architectural model Industry 4.0 called RAMI 4.0. Germany is actively using the international stage such as the G20 to cooperate in coordination to reduce adaptation costs through the establishment of standards.

With regard to the discussion of the varieties of capitalism, the discourse, strategies and institutions of the German industrial revolution reflect the characteristics of German capitalism and the coordinated market economy (CME). It constantly meets the conditions of competitiveness, employment stability, innovation, and stable supply of skilled labor, which are attracting attention as a success factor of the German economy. It is being shaped through continuous dialogue and negotiation between government, industry, academia and labor.

KEYWORDS 인더스트리 4.0 Industrie 4.0, 노동 4.0 Arbeiten 4.0, 레퍼런스 아키텍처 모델 인더스트리 4.0 RAMI 4.0, 독일 제조업 German manufacturing industry, 하이테크-전략 Hightech-Strategy, 4차 산업혁명 The Fourth Industrial Revolution

I 머리말

2011년 하노버 무역박람회에서 처음 소개된 "인더스트리 4.0(Industrie 4.0)", 즉 제조 4.0이라는 용어는 새로운 산업혁명이라는 비전을 제시하며 독일의 대중 들 속에서 미래의 노동과 사회에 대한 주요한 담론으로 자리 잡고 있다. 2016년 "Mastering the Fourth Industrial Revolution"이라는 모토하에 열린 다보스 포럼에서 이 아이디어는 전 세계의 대중 속으로 파고들어 이제는 전 지구적인 담론으로 자리매김하고 있다(클라우스 슈밥 2016).

유럽 경제위기 이후, 독일의 빠른 경제 회복 능력이 주목을 받았고, 주요 원인으로 높은 제조업 비중을 꼽았다. 이후 독일의 제조업과 관련된 정책이 주목을 받았고, 특히 독일의 인더스트리 4.0이 관심을 받으면서 세계적으로 제조업 혁명의 바람을 일으켰다. 국내에서도 제조업 혁명 3.0 또는 4차 산업혁명 등으로 이러한 분위기가 조성되고 있다. 독일의 3명의 엔지니어에 의해 발전된 논의가 어떻게 전 세계적인 파급효과를 만들어낼 수 있었을까?

4차 산업혁명은 논의의 시작부터 담론의 실체에 대한 뜨거운 논쟁이 존재한다. 따라서 이러한 담론에 대한 성찰적 고찰은 필수적이라고 할 수 있다. 즉 이러한 담론이 정말 3차 산업혁명을 넘어서는 진정한 4차 산업혁명인지 아닌지에 대한 논의는 물론 중요하다. 그러나 새로운 혁명인가 혹은 수사적 슬로건인가 하는 질문을 넘어서 어찌되었든 4차 산업혁명의 논의를 주도하고 있는 독일은 이러한 아이디어를 국가전략으로 채택하고 이를 정책으로 실현하고 있다. 미래의 실체가 오늘의 실체일 필요는 없으며 이러한 실체

를 형성하는 것은 결국 이러한 논의를 주도하고 이끌어가는 행위자의 행태와 그 결과를 통해 유추해볼 수 있다는 점에서 본 연구는 독일의 4차 산업혁명에 관한 일련의 실용적인 접근법에 관심을 가질 필요가 있음을 주장한다.

그렇다면 독일이 적극적으로 전개하고 있는 4차 산업혁명의 담론과 그것이 실행되는 방식은 어떻게 설명할 수 있을까? 본 연구가 구체적인 경험적 연구를 수행하는 것을 목적으로 하지는 않지만 자본주의의 다양성에 주목한 제도적 관점은 그 해답의 실마리를 제공해 줄 수 있다. 자본주의의 다양성(Hall and Soskice 2001; Mayntz and Scharpf 1995; Streeck 1997)에 주목하여 독일의 4차 산업혁명의 담론, 전략 그리고 제도에서 드러나는 독일 경제의 제도적 특성은 독일 4차 산업혁명의 담론, 전략 그리고 제도 속에 내재되어 있음을 유추할 수 있다.

독일의 시장은 정치적으로 제도화되어 있으며 사회적으로 규제되며 공공의 목적을 위한 공공정책의 산물로 간주된다. 따라서 기업 또한 사적 계약자의 혹은 소유자의 네트워크라기보다는 그 내적 질서가 공공의 이익을 위해 광범위하게 사회적으로 규제된다. 국가는 자유방임(laissez-faire)도 그렇다고 국가주의(etatiste)도 아닌 조성적 국가(enabling state)로 묘사된다. 연방과 주정부의 수직적 권한의 분절화와 독립적인 중앙은행과 연방경쟁규제국(Bundeskartelamt)과의 수평적 권한의 분절화는 경제에 직접적으로 간섭할 수 있는 국가의 역량을 축소하며 정부의 자유재량에 대한 강력한 헌법적 제한이 존재한다. 독일 정치경제의 가장 주요한 특징으로 간주되는 조정시장경제(coordinated market economy),

즉 이해관계자들(즉 경쟁자와 협상당사자들) 간의 조직된 협력은 기본적으로 노-사-정의 협력을 기반으로 독일의 4차 산업혁명의 제도화 과정 속에서는 정부-산학연-노조의 협력을 통해 구체화되고 있다.

또한 독일 경제의 성공 요인으로 첫째, 경쟁력 있는 시장과 고용의 안정성, 둘째, 기술혁신, 세 번째는 전문적 기술교육을 통해 양성된 기술직 노동력의 수급, 그리고 마지막으로 경쟁력 있는 독일의 중소기업인 미텔슈탄트(Mittelstand)를 들 수 있는데, 구체화되고 있는 독일의 4차 산업혁명 담론인 인더스트리 4.0, 노동 4.0, 그리고 레퍼런스 아키텍처모델 인더스트리 4.0 모두 독일의 경쟁력 기반을 근거로 논의를 전개하고 있음을 확인할 수 있다.

따라서 본 연구는 다음과 같이 구성된다. II절에서 독일은 4차 산업혁명담론의 결과물인 인더스트리 4.0을 어떻게 이해하고 있으며 이러한 담론이 내포하고 있는 의미는 무엇인지 먼저 파악하고자 한다. 독일이 주도하는 인더스트리 4.0 담론이 확대되는 과정을 통해 담론 속에서 독일의 의도를 어느 정도 유추해 볼 수 있다. III절에서는 이러한 담론이 어떤 전략을 바탕으로 실행되며 어떻게 구체적으로 제도화되며 이러한 제도화 과정에 어떠한 행위자들이 참여하게 되는지 그리고 그 정책결정의 결과물은 어떻게 구체화되는지 살펴보게 될 것이다. 독일의 기술자들이 주도한 4차 산업혁명의 아이디어는 정부의 정책 전략으로 구체화되어 독일자본주의 속에 내재된 정부-산학연-노조 합의방식으로 실현되었다. 인더스트리 4.0은 독일의 제조업 경쟁력을 위한 목표로, 노동 4.0(Arbeiten 4.0)은 독일 경쟁력의 원천과 노동의 관계를 규명하

여 좋은 노동에 대한 상을 제시하고 미래의 정책적 제안을 마련하고 있다. 또한 인더스트리 4.0 담론이 독일 제조업의 글로벌 경쟁력 유지와 연계된다는 점에서 레퍼런스아키텍처모델 인더스트리 4.0(Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0, RAMI 4.0)에 대한 논의로 이동하게 된다. 표준의 선점을 위해 미중과의 경쟁과 표준의 조화를 위한 협력을 모색하고 있다. 마지막으로 IV절에서는 독일 4차 산업혁명 논의의 현주소를 파악하고 담론의 의미와 방향성 그리고 한국적 함의를 도출하고자 한다.

II 독일 4차 산업혁명의 담론

1. 독일 "인더스트리 4.0"의 개념과 전개

18세기 말 촉발된 1차 산업혁명은 증기기관 기반의 기계화혁명이며, 2차 산업혁명은 전기에너지를 통한 기계화와 분업을 통한 대량생산혁명이다(그림 2-1 참조). 3차 산업혁명의 시기를 지나 실질적으로 4차 산업혁명의 단계로 진입했는가 아닌가에 대한 근본적인 논의에 앞서 독일은 4차 산업혁명을 어떻게 이해하고 있는지 먼저 파악할 필요가 있다. 독일 공학한림원의 아카텍 카거만 회장에 따르면, 독일에서는 3차 산업혁명을 전자제품과 IT의 사용을 통한 제조업의 자동화로 이해하고 있다. 4차 산업혁명과의 차이는 좀 더 큰 변화로 사이버-물리 시스템(CPS), 자동화 시스템, IoT가 서로 융합되어 생겨나게 되는데 그 변화의 차이가 너무 커서 4차 산

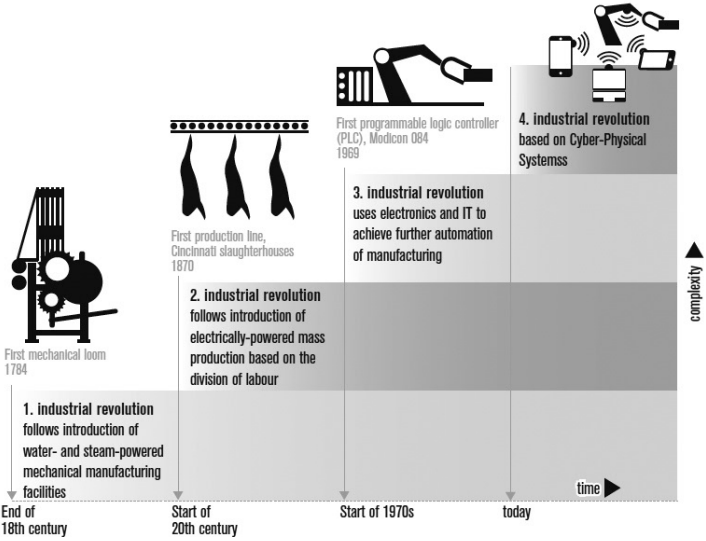

그림 2-1. 산업혁명의 네 단계

자료: DFKI(2011).

업혁명이라고 부르게 되었다고 한다(김은 외 2017, 44-45).

제조업에 경쟁력을 가진 독일의 4차 산업혁명 관련 논의는 어쩌면 당연히 제조업에 대한 집중으로 귀결되는데 4차 산업혁명이라는 용어 대신에 "인더스트리 4.0", 즉 한국말로 번역하자면 "제조 4.0"을 사용하고 있다는 점이 이를 반영하고 있다. 독일의 4차 산업혁명 논의는 지속적인 이해관계자들의 논의를 통해 발전해왔다. 현재 독일의 "인더스트리 4.0"을 주도하고 있는 대표적 조직인 플랫폼 인더스트리 4.0은 인더스트리 4.0에 대해 다음과 같이 이해하고 있다. 인더스트리 4.0은 4차 산업혁명을 위한 개념이며 제품의 생애주기 전반에 걸친 총체적인 가치창출사슬조직과 관리의 새

로운 단계로 이해할 수 있다. 이러한 제품의 생애주기는 개인화된 고객의 요구에 맞추어 아이디어, 개발과 제품의 주문과 생산, 최종적으로 고객에게 전달, 사용, 점검 그리고 재활용까지의 모든 과정을 포괄한다. 초기에는 제품 생산 부문에만 적용되었으나 현재는 서비스 부문에까지 확대 적용된다. 결국 이러한 가치창출의 기반은 모든 관계자들의 네트워킹을 통한 중요한 정보의 실시간 가용성 및 데이터로부터 언제든지 최적화된 가치창출 흐름을 이끌어낼 수 있는 능력의 확보이며 이를 위해 인간, 사물, 시스템의 연계를 통해 역동적이며 실시간으로 최적화되고 자율적으로 조직되는 가치창출 네트워크가 형성된다(BITKOM 2015, 8). 결국 전통적인 제조업과 인더스트리 4.0을 구분하는 차이점은 개인화된 고객이 주도하는 시장과 CPS와 같은 새로운 기술의 상호작용이라고 할 수 있다(김은 외 2017, 48).

2. 독일 인더스트리 4.0과 스마트 팩토리

독일의 인더스트리 4.0은 한국에서의 4차 산업혁명에 대한 열풍으로 인해 다양한 방식으로 소개되었다. 그러나 언어적 접근의 어려움, 혹은 독일적 특성에 대한 잘못된 이해, 기업들의 상업적 의도로 인한 의도적 오도 등의 이유로 인해 적지 않은 오해가 존재한다. 그러나 무엇보다 독일 인더스트리 4.0은 지속적인 논의를 통해 점차적으로 진화 발전하고 있다는 점에서 그 빠른 변화를 포착하는 데 어려움이 따른다. 김은(2017, 22-35)은 이러한 오해들을 인더스트리 4.0의 실행을 위한 전략문서를 기반으로 설명하고 있다

(Kagermann, Wahlster, and Helbig 2013).

첫째, 일반적으로 인더스트리 4.0과 스마트 팩토리를 동일하게 보며, 생산성 및 자원효율성 향상을 위한 도구로 본다. 그러나 스마트 팩토리는 인더스트리 4.0을 구현하기 위한 하나의 수단이며 인더스트리 4.0은 다양한 요소를 포함한다. 또한 앞서 언급했듯 자동화는 3차 산업혁명의 특징이며 따라서 이를 구분하는 인더스트리 4.0은 자동화를 통한 대량 생산 방식의 수준에서 제조의 유연성을 확대하여 개인적 요구에 맞춘 제품의 생산 가격을 맞추는 것이다. 이를 위해 필요한 생산체계는 분권화, 자율화되어야 하며 제품과 설비의 직접적인 소통을 위한 네트워크와 연결되는 기계 설비 중 하나가 바로 스마트 팩토리이다.

둘째, 스마트 팩토리는 인력 절감만을 위한 자동화의 확대가 아니라는 점이다. 가장 많이 소개된 아디다스 사례는 자동화를 통한 인력 절감만을 강조하고 있지만 빠른 생산과 빠른 배송의 스마트 팩토리의 목표는 고객맞춤형 제품을 고객과 가까운 곳에서 빠른 시간 내에 제공하는 것이다. 결국 독일에서 일자리가 줄어들기보다는 인건비가 싼 지역에서 생산하던 제품을 독일 내에서 생산할 수 있게 된다는 점에서 off-shoring에서 re-shoring으로 이동하여 오히려 일자리가 확대되는 효과를 누리게 된다는 점이다. 이것은 인더스트리 4.0의 양면전략으로 스마트 팩토리 수요 기업의 경쟁력 향상뿐만 아니라 스마트 팩토리 공급 기업의 경쟁력 확보에 있다는 점이다.

셋째, 스마트 팩토리는 보다 스마트한 팩토리, 즉 비즈니스 프로세스의 개선을 위한 정보화를 통한 업무처리 절차의 개선을 넘

어서는 기계들이 제품과 직접 의사소통하여 제품과 기계가 스스로 제어되며 데이터가 완전히 자동으로 확보되어 활용되고 제조 프로세스 관련 모든 시스템이 IT에 의해 지원되는 것을 말한다(DIN et al. 2015).

넷째, 스마트 팩토리는 현재 보급화될 정도로 구축되어 있지 않으며 독일에서도 실험 중이다. 독일 인더스트리 4.0의 구현은 2035년을 목표로 추진 중이다. 관련 투자가 늘어나고 있는 추세이므로 계획의 실현이 조금은 빨라질 것으로 예상된다. 스마트 팩토리 프로젝트는 독일인공지능연구소 주도하에 지멘스, 보쉬, Festo, SAP 등 산업계, 시스코 등 해외기업, 스웨덴·스페인을 포함한 다국적 대학 등이 참여하고 있다(BMBF 2017).

다섯째, 인더스트리 4.0 구현 및 스마트 팩토리 구축은 개별 기업의 전략이 아니라 범 기업적 생태계 전략이라고 할 수 있다. 수요 기업의 차원에서 스마트 팩토리는 제품 제조와 관련된 모든 가치사슬 전반에 걸친 디지털 통합과 기업 내부에서의 수직적 통합과 네트워크화된 생산체계, 그리고 기업 간 협력 시 가치창출 네트워크의 수평적 통합이 요구된다. 수평적 통합은 부품을 납품 받는 대기업과 부품을 공급하는 중소기업 간의 협력관계의 측면에서 이해 가능한데 대기업의 계열화되지 않은 중소기업은 상호호환성의 문제로 많은 비용을 감당해야 하는 상황에 놓이게 된다. 인더스트리 4.0은 결국 참여자가 많을수록 모든 참여자가 이익을 얻는 네트워크 효과를 지향하고 있기 때문에 단순 개별 기업의 전략이 아니라 관련 기업들의 긴밀한 협력을 통해 달성 가능한 생태계 전략이다. 중소기업의 경쟁력을 국가 경쟁력으로 이해하고 있는 독일

의 당연한 전략으로 이해할 수 있다.

여섯째, 인더스트리 4.0의 실현은 정보화 차원의 IT전략이나 생산전략과 같은 기능전략이 아니라 새로운 영역으로의 확장을 추구하는 전략이자 새로운 형태의 기업 간 협력을 추구하는 전사전략(corporate strategy)이라고 할 수 있다.

마지막으로 일곱 번째, 인더스트리 4.0은 전 세계 모든 국가, 모든 산업, 모든 기업에 적용 가능한 것이 아니기 때문에 적합한 조건에 대한 고려가 필수적이다.

3. 인더스트리 4.0의 담론

독일의 인더스트리 4.0 담론에 대한 탐색은 어떻게 이러한 아이디어가 독일의 일련의 관련 정책의 발전과 선택에 영향을 주었는지에 대한 함의를 제공할 수 있다.

인더스트리 4.0이라는 개념은 독일사회 속에서 생생한 논쟁거리가 되고 있으며 대중 속에서 자리 잡을 수 있었다는 점에서 성공한 홍보 사례로 간주된다. 2011년 하노버 무역박람회의 3인 중 1인인 헤닝 카거만은 현재 지속적으로 "4.0 비전"을 이끌고 있으며 이 분야의 유수한 국가연구기관 중 하나인 독일공학한림원(acatech)을 이끌고 있다는 점에서 초기에는 새로운 제조 기술의 옵션으로 여겨졌다. 인더스트리 4.0의 담론은 시작부터 비전으로 자리 잡으며 이러한 미래는 기술을 통해 다양한 사회적 문제를 해결할 것 같은 청사진을 제시하고 있다. 하지만 그 목적이 구체적이지 않으며 그러한 목적들 또한 상충되며 어떻게 도달할 수 있는지

에 대해서도 모호했다. 어떠한 미래도 결국 강력한 경제 혹은 정치 행위자에 의해 변할 수 있다는 점에서 이 개념은 사실상 새로운 기술발전에 대한 대응이라기보다는 독일 제조업의 경쟁력 강화에 기반을 둔 경제 담론이라고 할 수 있다.

초기 인더스트리 4.0이 독일 경제를 엄청난 수준으로 촉진시킬 것이라는 예상은 독일 기계공구, 공장 설비, 그리고 제조업의 강한 수출과 혁신에 근거한다. 이러한 관련 기업들이 우연히 인더스트리 4.0이라는 기반을 지지하지는 않았다는 것이다. 결국 독일의 제조산업에 대한 경쟁우위와 상대적으로 높은 부가가치 창출은 경제적 이익을 통한 국익(national interest)이라는 정당성을 가지며 인더스트리 4.0이라는 관점을 성공적으로 자리 잡게 할 수 있었다.

최근 지속적인 정부-산학연-노동자 간의 지속적인 대화와 협상을 통해 독일 제조업 경쟁력을 위한 인더스트리 4.0의 담론을 구체화하고 있다. 또한 최근의 노동 4.0의 담론은 독일 경쟁력의 바탕으로 간주되는 전문 인력의 양성과 노동에 대한 논의들을 통해 독일식 자본주의의 작동방식에 따라 모든 미래의 과제들에 접근하고 있다. 주요 행위자들은 제조업의 글로벌 네트워킹을 통해 독일 경제에 긍정적 효과를 예상했다. 글로벌 경쟁의 관점에서 특히 미국과 중국과의 관계 속에서, 인더스트리 4.0은 독일 산업의 운명에 결정적인 역할을 하게 될 중요한 목표가 되었다(Pfeiffer 2017). 이러한 모습들은 최근 미국, 중국과 경쟁과 동시에 협력을 추구하고 있는 레퍼런스아키텍처모델 인더스트리 4.0의 글로벌 표준화를 위한 노력들로 구체화되고 있다.

III 독일 인더스트리 4.0: 전략과 제도

1. 인더스트리 4.0과 정부의 실용적 발전 전략

1) 정책 프레임워크와 프로그램

인더스트리 4.0은 독일이 제조업 주도권을 이어가기 위해 구상한 차세대 산업혁명을 지칭하며, ICT와 제조업의 융합을 통한 독일 제조업의 경쟁력 유지를 위한 전략적 이니셔티브를 의미한다(GTAI 2014). 앙겔라 메르켈 정부 출범 후, 독일 정부는 지속가능한 경제성장, 일자리 창출, 기후변화 및 고령화 등에 대응하기 위해 2006년 하이테크-전략(Hightech-Strategie)을 수립하게 된다. 이 전략은 모든 정부부처의 자원을 총동원하고 매년 주요 기술의 개발에 수천만 유로를 지원하는 것을 포함한다(GTAI 2014). 독일 경쟁력의 기반인 연구개발 및 혁신의 전반적인 개혁이 주요 목적이며, 이를 위해 기존에 분화되어 있던 연구개발 및 산업화 체계를 사회문제 해결을 위한 협력체계로 전환하는 프레임워크를 제시하였다. 이는 성공적으로 시행되었다고 평가받는 독일의 대표적인 정책 중 하나이다.

2010년 7월 국가경쟁력 유지를 위한 하이테크-전략 2020(Hightech-Strategie 2020)의 주요 목적은 선도시장 창출, 산학연 협력강화, 혁신 생태계 개선 등이었으며, 에너지, 환경, 통신 등 핵심 미래기술 5개 분야 11개 우선 추진 과제를 선정하는 등 보다 구체적인 정책을 시행하게 된다. 이후 2012년에는 하이테크 전략 2020 액션플랜(Hightech-Strategie 2020 Action Plan)을 수립하였으

며, 기존 과제들을 재편하여 선정된 10대 과제 중 하나가 인더스트리 4.0이며, 이 항목을 추가해 국가로드맵을 작성했다. 새롭게 편입된 이 계획하에서만 2.5억 유로 규모의 국가 프로그램을 운영했다. 2013년 12월 구성된 CDU-CSU-SPD 연정은 인더스트리 4.0을 독일의 기계공학 분야의 기술 리더십을 공고히 하기 위해 중요한 미래 프로젝트로 규정했다. 또한 연정은 전통적인 독일 제조업의 디지털화를 추진하여 "스마트 서비스"로의 확대를 꾀하였을 뿐만 아니라 "그린 IT" 영역의 프로젝트와 활동의 강화를 계획했다(GTAI 2014).

새로운 하이테크 전략인 독일연방정부의 "뉴 하이테크 전략 독일을 위한 혁신(Die Neue Hightech Strategie Innivationen für Deutschland)"으로 2014년 다시 추진되었다. 4년마다 수립, 시행하고 있는 하이테크 전략 역시 경제성장 및 일자리 창출을 위한 산업화 구조 혁신을 추진하고 있으며, 이러한 배경하에서 독일연방노동사회부(BMAS)는 노동 4.0을 제시하게 된다. 다가올 4차 산업혁명 시기의 노동은 네트워크화, 디지털화, 유연화되는 특징을 갖게 될 것으로 전망하고 있다. 위와 같은 특징들을 구체화하여 수립한 노동 4.0 개념은 인더스트리 4.0의 일환으로 추진되고 있지만, 산업뿐 아니라 전반적인 노동형태 및 근로조건도 포괄하여 다루고 있다(BMAS 2015).

2) 인더스트리 4.0의 실행을 위한 "플랫폼 인더스트리 4.0": 정부-산학연-노조의 협력적 접근

플랫폼 인더스트리 4.0은 약 108개 이상의 조직, 즉 기계, 전기, IT 산업, 기업연합, 노조, 학계, 정치조직으로부터 250명 이상의 행위자들이 참여하고 있다. 이 플랫폼의 수장은 연방경제부와 연방교육부 장관으로 경제, 학계, 그리고 노조의 대표들과 함께 운영하게 된다.

운영조직은 경제부와 교육부 장관의 참여하에 기업 대표들이 의장직을 맡게 되며 워킹그룹의 의장들과 초대되는 인사들로 구성된다. 워킹그룹은 총 5개로 (1) 레퍼런스 아키텍처와 표준화; (2) 연구와 혁신; (3) 네트워크 시스템의 보안; (4) 법적 프레임워크; (5) 노동과 교육의 주제를 다룬다. 각 워킹그룹은 25-30명의 전문가들로 구성되며 대부분 기업과 학계에서 필요에 따라 보충되며, 관련 정부 부처가 참여하며 기업연합들이 상설객원 지위로 참여하게 된다.

전략그룹은 주도 정부 부처인 경제부와 교육부 장관을 포함 연방수상청과 내무부의 대표 그리고 주정부의 대표로 구성된 정부와, 기업연합, 노조와 학계로 구성되며 의제를 설정하고 정책지침을 마련한다. 카거만 회장은 독일에서 인더스트리 4.0이 순조롭게 정착할 수 있었던 이유를 처음부터 노조와 함께 했기 때문이라고 밝혔으며(롤란드 버거 2017, 61), 정부-기업-노조의 조합주의적 합의에 기반을 둔 독일자본주의의 전통의 반영으로 이해할 수 있다.

이 플랫폼은 디지털 구조의 변화 속에서 산업들과 노동자들을

위한 안전한 환경을 위한 조정 노력과 질서를 형성하여 산업정책을 수요와 요구사항에 맞추어 집행하고 독일 미래의 경쟁력을 확보하기 업무를 수행한다(BMBF 2017).

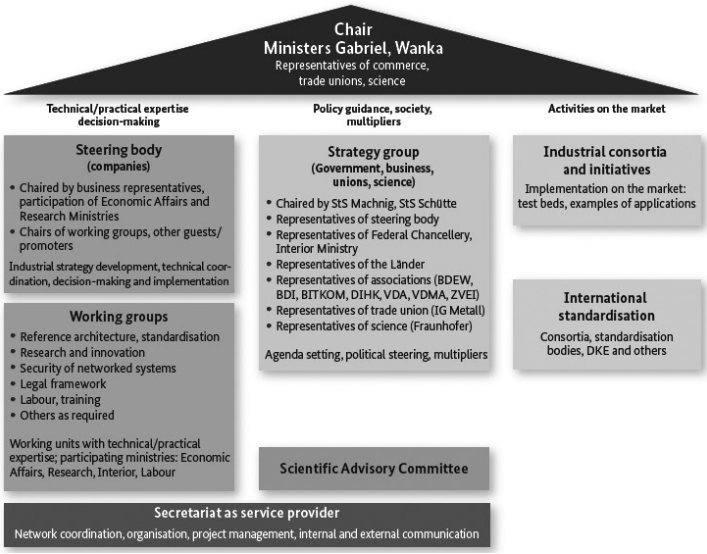

그림 2-2. 플랫폼 인더스트리 4.0

자료: BMWF(2017).

2015년 4월부터 플랫폼 인더스트리 4.0은 새로운 행위자들을 포함시키고 주제의 확장을 시도하게 된다(표 2-1 참조). BITKOM, VDMA 그리고 ZVEI는 2013년 협력협약을 체결하고 각각의 지식을 연결하고 각 산업협회의 경계를 넘어 협력을 시도하고 있다. 기업들 및 산업협회들과 함께 인더스트리 4.0의 실행전략을 형성하며 활발하게 활동하고 있다(BMBF 2017, 159-160).

글로벌 리더십 역할에 대한 정부의 의지의 반영뿐 아니라 독

표 2-1. 독일의 주요 "인더스트리 4.0" 이니셔티브

이니셔티브	분야/목적	주요행위자
Platform Industrie 4.0	정부의 조정을 통한 일반적인 제안의 제공	정부
BDEW	에너지 분야	산업협회
BDI	제조업 분야/교차분야	산업협회
BITKOM	ICT 산업	산업협회
VDA	자동차 산업	산업협회
VDMA	기계와 설비 엔지니어링	산업협회
ZVEI	전기와 전기 엔지니어링 산업	산업협회

출처: Kagermann 외(2016).

일의 기업과 조직의 다수는 인더스트리 4.0 실행과 관련하여 직접적인 기업 파트너십의 형성을 통한 실행을 가장 적합한 전략으로 이해하고 있다. 인터뷰에 참여한 기업의 절반 이상이(54%) 앞으로 적극적으로 인더스트리 4.0을 이끌어가고 싶다는 의견을 표했으며, 33%는 기업에 인더스트리 4.0을 먼저 적용하고 싶다고 밝혔다. 나머지 13% 정도만 관망하는 태도를 보여줬다는 점에서 전반적으로 적극적으로 인더스트리 4.0을 지지하고 있는 것으로 보인다(그림 2-3 참조).

이미 독일에서는 251개 사업장이 인더스트리 4.0 플랫폼에 소속되어 변화하는 시대를 대비하고 있을 뿐만 아니라 다양한 연구와 논의를 통해 사회적 전환을 추진하고 있으며, 많은 기업들, 그 중에서도 대기업이 주도적으로 전환을 이끌고 있다(BMWi 2018). 설문 결과에 따르면, 디지털 사회로의 전환이 본인의 사업에 영향을 미칠 것인가에 대해 84%가 그렇다고 답했다. 또한 40% 이상

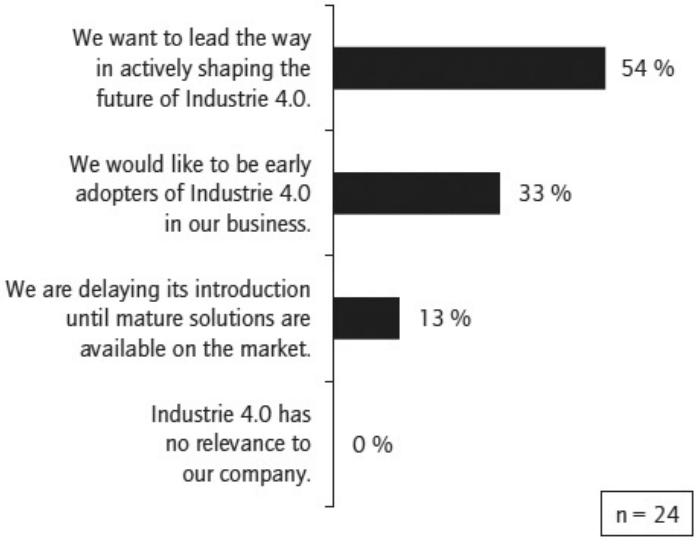

그림 2-3. "Industrie 4.0"의 중요성: 기업의 관점

자료: Kagermann 외(2016).

이 이미 본인의 기업은 디지털 사회의 선구자라고 생각하고 있으며, 이러한 경향은 대기업일수록 강하게 나타났다. 선구자라고 답한 기업 중 절반 이상이 연간 매출 10억 유로(약 1조 2050억 원) 이상의 기업이었다(DIN e.V 2015). 그러나 인더스트리 4.0 플랫폼에서 2017년 이후 출판되는 정책문서들을 살펴보면 독일 중소기업의 경쟁력을 독일의 강점으로 보고 이들이 직면한 도전에 새로운 사업모델의 개발과 지원을 위해 인더스트리 4.0에 편입시키려는 많은 노력이 이루어지고 있다. 또한 독일의 미텔슈탄트가 적극적으로 참여하는 것을 인더스트리 4.0의 성공을 위한 조건으로 규정하고 있다(BMBF 2017, 159).

2. 인더스트리 4.0과 모두의 미래 과제: 노동 4.0

인더스트리 4.0의 초기 논의가 시작되었을 당시에는 엔지니어들에 의해서 논의가 주도되었고, 인간의 노동을 거의 찾아볼 수 없는 공장을 상상했다. 그러나 이러한 기술발전 비전이 실현 가능한가에 대해서는 이견이 많다. 아직까지 상호 호환성이 있는 네트워크가 작동하기 위한 생산방식이 기술적으로 정교하지 못해, 수시로 전문성을 갖춘 인간의 노동을 완벽하게 대체할 수는 없다. 그렇기 때문에 기술의 발전이 인간의 노동을 대체되지 못하고 있으며, 오히려 인간이 개입해야 하는 범위가 기술과의 상호작용을 통해 더욱 확대되고 있다고 판단한다(BMAS 2015).

결과적으로 높은 비용을 초래하던 노동집약적 서비스 부문의 경우, 기술지원을 통해 보다 적은 비용으로 일자리가 제공될 수 있기 때문에 기존의 일자리가 줄어들게 되지만 새로운 일자리가 창출된다. 보스톤 컨설팅이 독일 23개 대표 기업의 스마트 팩토리 기술 활용률과 이익성장률을 이용한 미래 일자리 시뮬레이션 결과 단순노동과 관련된 일자리는 사라지고 전문직 일자리는 새롭게 생겨나 전체적으로 일자리가 증가한다고 전망했다(Lorenz et al. 2015).[1] 노동은 기술의 발전에 부정적인 영향을 받기도 하지만, 혁신적이고 효율적이며 고객지향적인 생산과 서비스의 주요 원천이

1 독일 기업 50%가 매년 1%의 이익성장을 목표로 스마트 팩토리 도입을 가정하면, 조립과 생산직 일자리 61만 개가 소멸되지만 정보통신 분야에 21만 개, 분석과 연구개발에 75만 개 등 약 96만 개의 일자리가 생겨나 결과적으로 35만 개의 일자리가 증가한다고 예상했다.

될 수도 있다고 인식하는 것이다. 즉, 지금까지 독일 경제의 성공은 노동집약적인 대량생산에 의존한 것이 아니라 유연성, 우수한 제품의 품질, 고객지향성 등의 요인으로 가능했다는 점을 강조한다. 우수한 전문 인력이 없었다면 독일 산업의 성공은 불가능했을 것이며, 전문 인력과 그들의 유연성은 독일 경제의 경쟁력의 원천이다(BMAS 2017; 게하르트 보쉬 2017).

독일에서는 인더스트리 4.0에 관한 논의에 노동에 대한 논의를 더하는 것은 필연적으로 보충되어야 하는 사안으로 이해한다. 독일연방노동사회부에서 발간한 노동 4.0(Arbeit 4.0)이라는 녹서(BMAS 2015)에서 다음과 같은 질문을 던졌다. "미래의 노동시장은 오늘날과 상당히 달라질 것이 분명한데, 과연 오늘날의 상황보다 더 나을 것인가? 우리는 더욱 자율적으로 우리의 노동을 결정하고 몸과 마음 모두 건강한 노동 환경을 누릴 수 있게 될 것인가? 50대에 다시 한 번 대학을 다니거나 새로운 직업을 갖기 위한 교육을 받게 될 것인가? 기계들은 우리의 직장을 앗아갈 것인가, 아니면 기계가 다양한 개선을 가능케 하고 생산력을 높이게 되어 새로운 직군을 창출하게 될 것인가?" 독일 사회에 산업 4.0과 관련된 노동에 대한 광범위한 토론을 이끌어냈다.

이러한 일련의 질문들에 대한 고민을 위해 이미 정치권뿐 아니라 노사 당사자들이 노동 4.0 논의에 적극적으로 참여하고 있다. 연방노동사회부는 노사 대표들과 전문가로 구성된 전문자문단과 2년의 논의 과정을 거쳐 노동(Arbeiten) 4.0이라는 백서(BMAS 2017)를 발표했다. 그간 이루어진 논의와 백서의 내용은 단지 기술 발전에 관한 예측에만 국한되지 않는다.

노동 4.0 백서의 내용을 살펴보면, 우선 4차 산업혁명 시기의 노동은 디지털화, 글로벌화, 미래의 인구동향과 노동력의 수요변화로 인해 노동이 유연화되는 일련의 변화들은 생활방식과 가치관의 변화를 가져오게 될 것으로 전망한다. 따라서 노동 4.0 개념은 인더스트리 4.0의 일환으로 추진되고는 있지만, 독일 제조산업뿐 아니라 전반적인 노동형태 및 근로조건도 포괄하여 다루고 있다. 따라서 노동 4.0이라는 백서는 미래의 전반적인 변화를 추적하고 그러한 변화와 함께 수반될 노동시장의 갈등영역을 구체화하고 있다. 미래의 디지털화된 직업세계에서 좋은 노동(Gute Arbeit)란 무엇인가에 대해 고민하는데 독일 경제의 장점을 구별하여 전략적으로 강점을 잘 살릴 수 있는 좋은 노동에 대해 논의한다. 이러한 논의를 바탕으로 미래과제에 대한 구체적인 방향성을 설정하고 있다(BMAS 2017).

백서는 좋은 노동을 다섯 가지 측면에서 기술하고 있다. 첫째, 독일은 높은 수준의 경제력을 유지하면서 노동자의 임금수준 또한 높은 수준으로 유지하고 있다. 역량 있는 전문 인력이 경쟁력의 핵심으로 인정하고 있다는 점에서 임금체계와 사회적 안정망의 구축의 필요성을 강조한다. 영미권 기업들은 주로 전문교육을 받지 않은 숙련공과 실무 경험이 적은 대학졸업자들로 인력을 충원하고 있지만 독일 기업들의 경우 독일식 직업교육을 통해 전문 인력을 양성 확보하고 있다. 같은 기술로 제품을 생산하는 경우 독일 기업들이 다른 나라 기업보다 더 많은 전문 인력을 투입하고 있다는 것이다(게하르트 보쉬 2017). 예를 들어 독일은 에어버스(Airbus)를 전문 인력이 조립하는 반면, 영국, 스페인, 프랑스의 경우는 전문교

육을 받지 않은 숙련공이 에어버스를 생산한다(Bremer 2008). 또 다른 예로는 다른 나라의 경우 일반적인 대학졸업자가 투입되는 일자리에 독일의 경우 이원제 직업교육을 통해 양성된 IT 전문 인력들이 그 자리를 대신한다(Steedman, Wagner & Foreman 2003).

둘째, 백서는 모든 국민들을 좋은 노동으로 통합하는 것을 기본 목표로 제시한다. 독일의 독특한 전문인력 양성제도는 고부가가치 상품에 대한 전문화를 가능하게 하는 기반이 되었을 뿐만 아니라 설비의 효율성을 높이고 노동의 최적화를 달성하여 다른 나라에 비해 높은 생산성에 도달할 수 있었다. 이는 기업 내 권한의 분산을 통해 위계단계를 줄일 수 있었다는 점에 기인한다. 제조업의 경우 독일은 전체 근로자 중 전문 인력이 84%에 달하는 반면, 영국은 52%를 차지한다. 많은 전문 인력으로 인해 독일은 기업의 위계구조 중 가장 상위단계에 속하는 관리자(마이스터/기술자/감독관)를 4%로 유지하는 반면 영국은 11%가 필요하다(Ryan et al. 2010). 독일 기업의 중간관리자들은 전통적으로 기술직에서 선정되기 때문에 이들은 근무현장을 정확하게 파악하고 있으며 대학교육을 통해 자리 잡은 최고위 관리자들과 원활한 소통이 가능하다(게하르트 보쉬 2017). 독일의 직업교육제도가 원활한 기업 내 소통을 돕고 있다. 따라서 비숙련 노동자들을 위한 적극적인 지원, 즉 생계보장과 재교육을 통한 복지시스템의 구축에 대해 논의한다. 미래지향적인 직업들의 창출에 대비하여 연방직업교육연구소(Bundesinstitut für berufliche Bildung)는 현재 직업교육 대상 직업 중 10개를 선정하여 현재 독일의 직업교육이 기술 선도적인 기업의 업무에 얼마나 잘 부합하는지 파악하고 있다. 또한 4차 산업혁

명이 근로자에게 공통적으로 요구하는 역량에 대한 표준의 필요성 연구가 이루어지고 있다. 독일은 다양한 파일럿 프로젝트를 통해 직업교육제도의 발전을 위한 제안들을 도출하고 있다(게하르트 보쉬 2017).

셋째, 다양화되고 있는 노동의 유형들에 대한 인정과 노동자 개인의 자율적 결정에 대한 보장이 중요한 주제로 변화에 적응하는 "정상"에 대한 재정의의 필요성을 전개한다. 이미 1990년대에 실업률이 높아지면서 노동시간의 유연화가 이루어졌다. 이때 대부분의 독일 산업들은 일자리 보호를 위해 일시적인 근로시간 단축에 대한 합의를 이루었다. 예를 들어 금속산업의 경우 경제위기 시에 혹은 기업이 고용문제를 겪는 경우 일시적으로 임금보전 없이 근로시간을 단축하여 일자리를 보존하도록 단체협약으로 규정하고 있다. 독일은 다양한 근로시간 조정조치들(초과근로시간과 근로시간계좌, 국가지원 근로시간 단축, 일시적 표준근로시간의 단축)을 통해 해고를 방지하고 동시에 54만 명의 실습생을 고용하여 청년실업의 증가를 예방하고 있다(Bosch 2011). 이러한 노동시간 조항에 대해 백서는 근로시간법이 정하는 기준에서 벗어나는 일시적 예외는 단체협약을 통해 합의되어야 함을 명시하고 있다. 또한 이러한 예외 조항의 적용은 산업안전과 업무만족도의 측면에서 학술적인 평가와 예외 적용 대상자들의 동의를 전제로 한다(BMAS 2017).

넷째, 백서는 기술의 발전이 노동의 질을 더 나은 방향으로 개선할 수 있는 가능성을 탐색한다. 디지털화된 노동환경에서 노동의 질을 결정하는 네 가지 요인인 유동성, 인간과 기계의 새로운 관계 설정, 새로운 조직 구조, 그리고 생산 과정에서 빅데이터의

활용은 직업세계를 크게 개선할 가능성임과 동시에 압박요인이 될 수 있다. 따라서 생산과정과 사업모델을 새롭게 구축하고 노동보호 4.0(Arbeitsschutz 4.0)의 필요성을 제기한다(BMAS 2017).

마지막으로 정부 차원의 합의가 노동자들의 요구와 대척점을 이루지 않고 상호 보완할 수 있도록 공동결정에 노동자가 참여하는 긴밀한 협업이 이루어질 수 있도록 보장하며, 노동자의 적극적 참여와 기업 리더들의 경영문화가 수평적인 방식으로 이루어질 수 있도록 기업문화에 대한 고민과 개선이 필요함을 강조하고 있다(BMAS 2017).

인더스트리 4.0은 연방정부의 하이테크 전략과 인더스트리 4.0과 노동 4.0은 4차 산업혁명이라는 전 세계적인 열풍과 함께 추진되었다기보다는 이미 오래 전부터 독일 내에서 생산 및 프로세스의 혁신을 통해 생산성 향상을 위한 작업들이 준비되고 있었다고 볼 수 있다(게하르트 보쉬 2017). 이러한 일련의 작업들은 경제적 유연성과 사회보장에 대한 사회적 합의를 특징으로 하는 독일의 경제 및 사회 모델의 강점들을 살리는 방향으로 이루어지고 있다. 이러한 사회적 합의는 기술발전으로 인해 맞이하게 될 새로운 과제들에 대한 것으로 대표적으로 노동시간에 대한 선택권, 세계화로 인한 노동시간의 유연한 분배와 변화로 인한 구조조정의 과정 속에서 실업방지를 위한 계속교육의 실시 등 노동자의 다양한 요구에 대한 합의라 할 수 있다. 결국 사회국가인 독일의 사회복지 안전망의 미래에 대한 지속적인 고민이 반영되고 있다. 디지털 시대가 되면서 사회국가 독일이 어떻게 안정적으로 미래에도 지속가능한 국제경쟁력을 갖추고 동시에 충분한 사회보장을 제공할 것인

가에 대한 해결책이 필요하다. 결국 사회복지의 유지가 재정적 지원에 의존한다면 중요한 점은 제조 산업의 전면적인 디지털화로 발생하게 될 자원들이 적절하게 사회복지차원에서 활용할 수 있는 세금제도의 재정비와 재정적 수단의 마련을 필수조건으로 강조하고 있다.

3. 신흥 선도부문의 경쟁 혹은 조정을 위한 표준화: 레퍼런스 아키텍처 모델 인더스트리 4.0

새로운 기술의 광범위한 적용은 주요한 기술과 인터페이스 포맷이 명확하게 표준화되어 있을 때 가능하기 때문에 디지털화와 표준화는 동시에 이루어져야 한다. 서로 다른 시스템이 소통하고 상호작용하기 위해서는 사물 간의 통신과 상호작용이 가능하기 위한 국제적으로 동의로 표준화된 신호와 인터페이스의 필요하다. 제조사, 로지스틱 회사 등 다른 영역의 기업들이 동일한 표준을 사용하여 부가가치 서비스 네트워크를 형성할 수 있게 된다.

중립적인 레퍼런스 모델이 앞으로의 표준화 작업을 위한 필수적인 작업임을 인정하고 그러한 시도로 독일은 레퍼런스 아키텍처 모델 인더스트리 4.0(Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0, RAMI 4.0)을 형성했다. RAMI 4.0은 플랫폼 인더스트리 4.0이 발전시킨 모델이다. RAMI 4.0은 인더스트리 4.0 요소를 정의하기 위해 가로축 1개와 세로축 2개로 구성된 3차원 모델로 인더스트리 4.0의 복잡한 과정을 보여준다. RAMI 4.0을 통해 모든 참여자들이 인더스트리 4.0을 조망할 수 있으며 정보보호와 IT보안의 측면 또한

포함하고 있다(BMWi 2018; ZVEI 2015).

가운데 가로축은 시간 축으로 라이프 사이클과 가치흐름을 종류(type)와 예(instance)로 구분하고 전체에서 발생하는 업무와 기술 데이터를 종합적으로 수집하고 관리하는 것을 보여준다. 공간축은 정보통신관점층(Layers)과 제조사업계층레벨(Hierarchy Levels)로 구성되며 왼쪽의 정보통신의 세로축 6개 층은 비즈니스, 기능, 정보, 통신, 통합, 자산으로 나누어지며, 오른쪽 세로축은 제조과정에서의 기능적 위치와 역할을 나타내는데 7레벨로 최하위 제품을 시작으로, 필드장비, 제어기기, 스테이션, 작업센터, 엔터프라이즈, 그리고 외부 기업과의 연결을 말하는 커넥티드 월드로 구성되어 있다(그림 2-4 참조).

RAMI 4.0 모델링 작업에는 BitKom, VDMA와 ZVEI 등과 같은 정보통신기술, 자동화 제어, 관련 협회들과 ISO/IEC, 독일 국

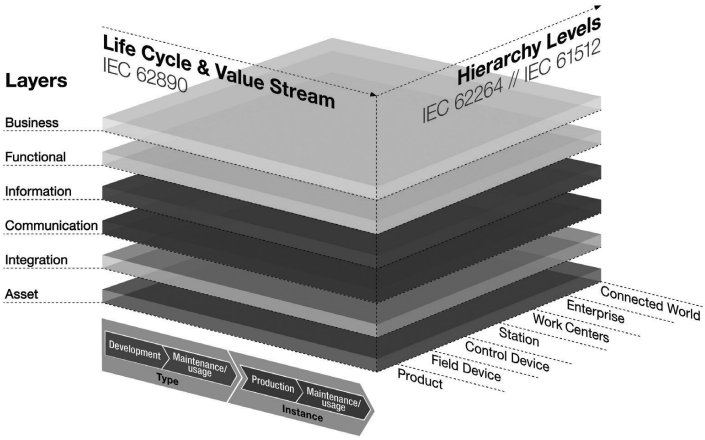

그림 2-4. 레퍼런스 아키텍처 모델 인더스트리 4.0(RAMI 4.0)

자료: Platform Industrie 4.0(2017).

내표준기관인 DKE와 DIN과 같은 표준기관들을 포함하여 프로세스 산업부터 공장 자동화 산업까지 다양한 행위자들이 참여하고 있다(it's OWL 2015).[2]

독일의 표준화 노력은 2가지 측면에서 중요성을 갖는다. 첫 번째는 여러 기준의 난립으로 인한 비용발생의 문제, 특히 어려움에 처할 중소기업을 더욱 적극적으로 표준화 과정에 참여를 지원할 필요가 있다. 이러한 문제의 해결을 통해 독일의 강점인 중소기업이 인더스트리 4.0으로 통합되는 것을 뒷받침하게 될 것이다. 두 번째는 표준화로부터 혜택을 보기 위해서는 초기단계에서부터 국가적, 국제적 표준을 설정해야 한다. 즉 표준의 선점을 통해 적응비용의 감소와 조정을 위한 협력을 도모할 수 있다.

인더스트리 4.0의 표준화를 위한 주요한 노력은 국제적인 활동, 즉 ISO/IEC 혹은 다양한 포럼과 컨소시엄에서 이루어지고 있으나 이러한 노력은 모든 국가들의 관심사는 아니며 G20 국가들도 소수만이 표준화 활동을 조정하고자 시도하고 있다. 독일의 적극적인 노력은 2017년 독일에서 열린 G-20을 계기로 표준화 컨퍼런스 개최를 통해 반영되었다. 산업국가들 간 국제적 협력, 개도국 그리고 신흥국들은 명확하게 글로벌 기준을 향해 개방적인 자세를 취할 것을 요구하고 있다.

플랫폼 인더스트리 4.0의 "레퍼런스아키텍처, 표준화와 규범화"워킹그룹은 인더스트리 4.0을 위한 표준화를 성공적으로 이끌기 위해 인더스트리 4.0을 위한 레퍼런스 아키텍처 모델을 국제적

2 독일에서는 DIN 913452016-04로 발표되었다(김은 외 2017).

표 2-2. 독일 인더스트리 4.0과 미국 IIC 비교

	Industrie 4.0	IIC
작업 주체	독일연방정부	대형 다국적기업
주요 이해관계자	정부, 학계, 기업	기업, 학계, 정부
혁명의 분류	4차 혁명	3차 혁명
지원 플랫폼	정부 산업 정책	오픈 비영리 컨소시엄 멤버십
영역별 초점	인더스트리(제조)	제조, 에너지, 교통, 헬스케어, 유틸리티, 시티, 농업
기술적 초점	SCM, 임베디드 시스템, 자동화, 로봇	디바이스 통신, 데이터 흐름, 기기 제어 및 통합, 예지적 분석(Predicative Analytics), 산업 자동화
전체론적 초점	하드웨어	소프트웨어, 하드웨어, 통합
지역적 초점	독일 및 독일기업	글로벌 시장
중점 기업	SME	전체 기업
최적화 영역	생산 최적화	자산 최적화
표준화	포함	표준화 기업에 대한 권고 제시
비즈니스 접근방식	사후적(Reactive)	사전적(Proactive)

출처: MAPI Foundation[3]

인 lingua franca(공통어)로 자리 잡을 수 있도록 하는 목적을 가지고 있음을 명확히 하고 있다(BMWi 2018).

표준화와 관련된 중심은 미국을 중심으로 한 산업인터넷 컨소시엄(Industrial Internet Consortium, IIC)과 독일을 중심으로 한 인더스트리 4.0을 들 수 있는데 따라서 산업인터넷 레퍼런스 아키텍

3 MAPI(Manufacturers Alliance for Productivity and Innovation) https://mapifoundation.org/economic/2015/7/23/the-internet-of-things-industrie-40-vs-the-industrial-internet (검색일: 2017.12.25.)

처(IIRA)와 레퍼런스아키텍처모델 인더스트리 4.0(RAMI 4.0)이 국제적 표준으로 자리 잡기 시작했다(표 2-2 참조). 표준화 관점에서 두 모델의 차이점은 독일의 경우 RAMI 4.0을 통해 표준을 직접 만드는 것이고 미국의 경우 미래의 표준이 될 수 있는 플랫폼에 대한 연구를 통해 표준 제정기관에 권고하는 것이다(이은 외 2017, 384-385).

또한 독일은 최근 국제적인 표준화를 위해 중국과의 협력을 강화하고 있다. 2017년 12월 중국 항저우에서 열린 양국의 회의를 통해 양국의 레퍼런스 모델인 독일의 RAMI 4.0과 중국의 IMSA의 조화추구가 최종 보고서에 거론되었으며 이 보고서는 국제규범화를 위한 협력을 핵심적인 과제로 인정한 것이며 이후 ISO/IEC에서의 독-중 공조를 약속했다(BMWi 2018).

IV 맺음말

인더스트리 4.0의 주요 목적은 자동화된 제품의 생산과정에 디지털 기술과 인터넷의 광범위한 사용을 통한 새로운 부가가치 네트워크를 창출하는 것이다. 또한 인구구조의 변화로 인한 노동의 문제와 기술의 발전으로 인한 노동의 소외 현상을 디지털화와 인더스트리 4.0의 잠재력을 통해 에너지와 자원의 효율성을 향상시키는 것이다.

독일의 4차 산업혁명의 구체적 결과물인 인더스트리 4.0은 독일연방정부 주도로 학계, 기업 그리고 노조가 함께 참여하여 정책

을 형성하고 실행하는 정부의 산업정책을 플랫폼으로 지원하고 있다. 주로 제조업에 그 관심이 집중하고 있으며 독일 경쟁력의 핵심 중 하나인 독일의 중소기업인 미텔슈탄트의 인더스트리 4.0으로의 통합을 위해 노력을 기울이고 있다.

인더스트리 4.0은 독일의 강력한 제조업에 ICT 기술을 접목시키는 것이 주요 내용으로 기술적인 측면에만 초점을 맞추어 시작되었으나 새로운 청사진을 통한 시대 전환의 성공을 위해서는 사회적 여건들, 특히 노동자의 인식 개선과 여건 등이 함께 전환되어야 하며 이를 위해 독일은 노동 4.0(Arbeiten 4.0) 개념으로 확대되었고, 다가올 인더스트리 4.0 시대에 부합하는 바람직한 미래 노동상을 제시하고 있다. 또한 글로벌 경쟁력의 유지를 위해 새로운 기술의 상호호환성을 위한 표준화 작업에 국제적 무대를 통해 적극적인 활동을 전개하고 있으며 표준화 작업에 있어 경쟁관계에 있는 미국과 중국과의 협력과 조화를 위한 적극적인 제스처를 취하고 있다.

결국 4차 산업혁명이 제시하고 있는 새로운 기술의 개발로 인한 실체인지 아닌지의 중요성을 떠나 독일 4차 산업혁명의 담론은 독일이 처한 문제점에 대한 인식을 기반으로 정책적 선택을 가능하게 했다. 구체적인 정책을 결정 실행하는 데 있어 4차 산업혁명이라는 아이디어는 독일이 국가의 경제적 부의 확대를 통한 독일 경제적 이익을 최대화하기 위한 전략을 설정하고 그것을 제도화하기 위한 인과성을 제시했다. 또한 전 국민적 공감대를 형성하며 이러한 노력에 정당성을 부여하고 있다. 이러한 분석 결과를 통해 차후 아이디어-이익-제도의 3-i 분석틀(Hall 1997)을 통한 심화된 제

도적 분석이 이후의 과제로 남아 있다고 할 수 있다.

국내적 조건의 상이함은 독일 사례의 한국적 적용에 그다지 적합하지 않다는 의견이 많다. 그러나 어떠한 사례든 그대로 복제할 수는 없다는 점에서 독일이 4차 산업혁명이라는 아이디어를 독일적 강점을 살리며 국민적 공감대를 형성하며 독일적인 방식을 통해 전략을 설정, 제도화, 그리고 실행하는 방식에 대한 한국적인 고민이 필요하다. 즉 한국적 맥락에서 4차 산업혁명에 대한 아이디어는 한국적 강점과 연결하여 어떠한 측면에서 고민되어야 하며, 그렇게 설정된 전략은 어떻게 제도화되고 실행될 수 있는지 그리고 성공적인 실행은 국민적 공감대를 형성할 때 가능하다는 점에서 어떠한 선진 사례가 한국적 맥락에 맞을 것인가에 대한 고민보다는 한국적 맥락에 맞는 근원적이고 구체적인 고민이 필요하다고 본다.

참고문헌

게하르트 보쉬. 2017. "독일의 인더스트리 4.0과 노동 4.0에 관한 논의." 『국제노동브리프』 3월호, 22-33.

김은 외. 2017. 『4차 산업혁명과 제조업의 귀환』. 서울: 클라우드나인.

롤렌드 버거. 2017. 『4차 산업혁명 이미 와 있는 미래』. 서울: 다산북스.

클라우스 슈밥. 2016. "4차 산업혁명의 도전과 기회." 포린 에페어스 엮음. 『4차 산업혁명과 제조업의 귀환』. 서울: 흐름 출판.

한석희 외. 2016. 『4차 산업혁명 어떻게 시작할 것인가』. 서울: 페이퍼로드.

BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.), VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.), ZVEI (Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.) (Hrsg.) 2015. Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 – Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0. Plattform Industrie 4.0.

BMAS(Bundesministerium für Arbeit und Soziales). 2015. Grünbuch Arbeiten 4.0, https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen-DinA4/gruenbuch-arbeiten-vier-null.pdf?__blob=publicationFile (검색일: 2017.01.03.)

BMAS(Bundesministerium für Arbeit und Soziales). 2017. Weissbuch Arbeiten 4.0, https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a883-weissbuch.pdf?__blob=publicationFile&v=9 (검색일: 2017. 01.03.)

BMBF(Bundesministerium für Bildung und Forschung). 2006. Die Hightech-Strategie für Deutschland, Bonn/Berlin: BMBF.

BMBF(Bundesministerium für Bildung und Forschung). 2010. Ideen. Innivation. Wachstum. Hightech-Strategie 2020 für Deutschland, Bonn/Berlin: BMBF.

BMBF(Bundesministerium für Bildung und Forschung). 2014. Die Neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland, Berlin: BMBF.

BMBF(Bundesministerium für Bildung und Forschung). 2017. Industrie 4.0: Innivationen für die Produktion von morgen, Berlin: BMBF.

BMWi(Bundesministerium für Wirtschaft und Energie). 2018. Platform Industrie 4.0. Newsletter der Plattform Industrie 4.0. Ausgabe 1/18 Standardisierung.

Bosch, Gerhard. 2011. The German labour market after the financial crisis: miracle or just a good policy mix? In Vaughan-Whitehead, Daniel (ed.). Work inequalities in the crisis? Evidence from Europe. Cheltenham [u.a.]: Elgar, pp.243-277.

Coates, David. 2000. *Models of Capitalism: Growth and Stagnation in the Modern Era*. Cambridge: Polity Press.

DIN e.V.; DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hrsg.) 2015. Deutsche Normungs-Roadmap Industrie 4.0. Version 2.0.

GTAI(Germany Trade & Invest). 2014. Industrie 4.0 Smart Manufacturing for the Future. https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf (검색일: 2017.03.04.)

Hall, Peter. 1997. The role of interests, institutions, and ideas in comparative political economy of the industrialized nations. in M. Lichbach and A. Zuckerman (eds.), *Comparative Politics: Rationality, culture, and structure*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hall, Peter and David Soskice, (eds.). 2001. *Varieties of Capitalism: The insitutional Foundations of Comparative Advantage*. Oxford: Oxford University Press.

Industrial Internet Consortium: The Industrial Internet Consortium: A global Nonprofit Partnership for Industry, Government and Academia. Unter: http://www.iiconsortium.org/about-us.htm (30.06.2015)

it's owl(Das Technologie-Netzwerk: Intelligente Techinische Systeme OstWestfalenLippe). 2015. Industrie 4.0. Auf dem Weg zu Industrie 4.0: ErfolgsfaktorReferenzarchiktur. https://www.its-owl.de/fileadmin/PDF/Informationsmaterialien/2015-Auf_dem_Weg_zu_Industrie_4.0_Erfolgsfaktor_Referenzarchitektur.pdf (검색일: 2017.02.10.)

Kagermann, Henning, Wolfgang Wahlster, and Johannes Helbig 2013. Deutschland als Produktionsstandort sichern, Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0.

Krzywdzinski, Martin 2016. Technologie, Qualifikationen undinternationale Arbeitsteilung: Anmerkungen zu der Diskussion über Industrie 4.0, WZBDiscussion Paper, No. SP III 2016-301.

Lorenz, Markus, Michael Ruessmann, Rainer Strack, Knud Lasse Lueth, and Moritz Bolle. 2015. Man and Machine in Industry 4.0. Boston Consulting Group.

Mayntz, R and F. Scharpf. 1995. "Steuerung und Selbstorganisation in staatsnahen Sektoren." in Mayntz, R and F. Scharpf (eds.) Gesellschaftliche Selbstregulierug und politische Steuerung, Frankfurt and New York: Campus, pp.9-28.

Pfeiffer, S. 2017. The Vision of "Industrie 4.0" in the Making-a Case of Future Told, Tamed, and Traded. *NanoEthics*, 11(1), 107-121.

Platform Industrie 4.0. der Arbeitsgruppe "Referenzarchitekturen, Standards und

Normung", Referenzarchitekturmodell Industire 4.0 (RAMI 4.0). 2017. Eine Einführung. https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/rami40-eine-einfuehrung.pdf?__blob=publicationFile&v=9 (검색일: 2017.02.10.)

Ryan, Paul, Karin Wagner, Silvia Teuber, and Uschi Backes-Gellner. 2011. *Financial Aspects of Apprenticeship Training in Germany, Great Britain and Switzerland*. Arbeitspapier 241. Düsseldorf: Hans Böckler Stiftung.

Streeck, Wolfgang. 1997. German Capitalism: Does it exist? Can it survive?, *New Political Economy* 2(2): 237-256.

Steedman, Hilary, Karin Wagner, and Jim Foreman. 2003. *The impact on firms of ICT skill-supply strategies: an Anglo-German comparison*. London: Center for Economic Performance.

Wegener, D. 2014. Industrie 4.0 – Schritt für Schritt auf dem Weg zu neuen Produktionsumgebungen. Vortrag, Forum Industrial IT, Hannover, 07.04.2014

ZVEI(Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.). 2015. Industrie 4.0: Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI 4.0). https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/zvei-faktenblatt-rami.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (검색일: 2018.01.02.)

필자 소개

김주희 Kim, Joo Hee

경희대학교 국제개발협력연구센터(Center for International Development Cooperation) 학술연구교수
중앙대학교 국제관계학과 졸업, 베를린 자유대학교 정치학 박사

논저 "A Critical Analysis of Multilateral Aid of Middle Power States." "Die Einwirkung der Europäschen Integration: Europäsierung in der Umweltpolitik in Deutschland."
"과학기술혁신과 국제개발협력: 독일의 기후변화관련 기술이전협력체계분석을 중심으로."

이메일 Kim.joohee@khu.ac.kr