

독일 중소기업의 제조업 혁신과 노동

International Labor Trends

국제노동동향 ③ - 독일

문선우 (독일 베를린 공과대학교 경제학부 박사과정)

■ 머리말

주요 제조업 선진국들을 중심으로 제조업 혁신이 트렌드를 형성하고 있으며, 국내에서도 '제조업 혁신 3.0' 정책을 수립하여 제조업 혁신 정책을 시행하고 있다. 하지만 제조업 혁신이 주로 기술적인 부분에 국한되어 있다는 지적이 나오고 있다. 기존 생산기술에 ICT 기술을 융합하는 것에 그치고 있다는 것이다. '인더스트리 4.0'을 통해 제조업 혁신을 선도하고 있는 독일에서도 동일한 현상을 지겐대학의 토마스 루드비히 박사가 지적하고 있다.¹⁾ 독일의 경우 초기의 인더스트리 4.0 개념은 사이버물리 생산시스템(Cyber Physical Production System: CPPS)이 핵심이었고, 주로 제조업 분야 대기업과 IT기업, IT연구소 등이 주축이 되어 전략을 마련하고 시범적으로 시행하였다. 하지만 인더스트리 4.0 도입을 확대하면서, 제조업 분야에서 높은 비중을 차지하고 있는 중소기업에는 기술에만 초점을 둔 전략이 도입되기 어렵다는 점이 이슈가 되고 있다. 때문에 루드비히 박사는 노동자를 비롯한 사회적 파트너들과의 관계에 대한 부분이 추가적으로 고려되어야 중소기업들이 보다 성공적으로 제조업 혁신, 디지털 전환을 이룰 수 있다고 하며, 중소기업과 사회적 파트너들이 해결해야 할 과제를 6가지로 묶어 제시하였다. 이에 제조업 혁신에 대한 인식이 낮고, 준비가 불충분한²⁾ 국내 제조업 및 중

1) Thomas Ludwig, et al.(2016), "Arbeiten im Mittelstand 4.0 - KMU im Spannungsfeld des digitalen Wandels," *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 53(1), pp.71 - 86.

2) 중소기업중앙회의 4차 산업혁명에 대한 중소기업인식 및 대응조사 보고서(2016년 11월)에 따르

소기업에도 해당 내용이 시사하는 바가 클 것으로 예상되어 루드비히 박사의 논문을 바탕으로 중소기업의 제조업 혁신을 위한 과제들을 제시하고자 한다.

■ 배경

인더스트리 4.0 및 사이버물리 생산시스템

2012년부터 시행된 독일의 인더스트리 4.0은 산업이 완전히 자동화되고, 기술이 발전을 주도하는 미래산업의 모습에 대한 비전을 제시하고 있다. 지금도 계속해서 대기업, 연구소, 정부가 주축이 되어 정책 및 시범사업 플랫폼을 구성하고, 이를 실제 산업에 도입하여 구현하기 위해 노력하고 있다. 인더스트리 4.0의 비전은 사이버물리 생산시스템을 통해 기계, 재료, 상품, 서비스 등이 복합적으로 연동하는 것을 특징으로 하고 있다. 이러한 연동이 생산 전 과정에 연계된 기업 내부조직 및 협력기업 전체에 영향을 주고, 이를 통해 범기업 간에 실시간 가치창출 네트워크를 구성하게 하는 것이 핵심적인 내용이다.

독일 중소기업의 특징과 인더스트리 4.0

하지만 이론적으로는 인더스트리 4.0과 사이버물리 생산시스템이 미래산업에 대한 가이드를 주고 있을지라도, 실질적으로 도입되기까지는 모호한 부분이 많고, 아직 개념이 완전하지 않아 산업, 가치사슬, 회사 단위의 세부적인 부분까지는 다루지 않고 있다. 또한 인더스트리 4.0 개념이 기본적으로 대기업에 특화되어 있어, 전통적인 중소기업의 가치와 반대되는 가치를 속성으로 하는 모델을 표방하고 있어 그 도입을 어렵게 하고 있다.

면, 중소기업 중 52.3%가 4차 산업혁명에 대해 잘 모르고, 93.7%가 대응하지 못하고 있다고 한다. 4차 산업혁명은 인더스트리 4.0의 번역어로 국내에서 제조업 혁신 3.0 등과 혼재되어 사용되고 있는 개념이다.

독일의 산업은 중소기업(Mittelstand)³⁾들이 중추적인 역할을 하는 중소기업 중심구조(Mittelstandstruktur)라는 특징을 가지고 있다. 대표적인 예로 독일에서 인구가 가장 많고, GDP가 가장 높은 노르트라인베스트팔렌(Nordrhein-Westfalen) 주에는 건설기계업(Maschinenbaubetriebe) 중 약 95%인 1,600개의 기업이 500명 이하의 규모이며, 그중 3분의 2 이상이 100명 이하의 규모이다. 이들 중소기업들은 다수의 시장에서 선두그룹에 포함되어 히든 챔피언으로 불리기도 하며, 독일 산업의 국제적인 성공을 보여주는 대표적인 예시가 되곤 한다. 독일 중소기업들은 앞으로는 니치 마켓에서 개인의 요구에 맞춘 다품종 소량생산을 주로 하게 될 것으로 전망되는데, 이러한 생산방식은 한 분야에 특화된 전문가들에게 매우 의존적인 형태가 된다. 때문에 중소기업들은 전문가 의존적인 생산방식과 일부 낮은 수준의 자동화 시스템을 갖추게 되는데, 현재까지 형성된 인더스트리 4.0 개념을 이에 도입하는 것은 거의 불가능하고, 개념을 구체화하여 시행하기 위해서는 많은 사항들이 수정완료되어야 한다.

인더스트리 4.0을 중소기업들에 도입하는 것이 대단히 회의적이라는 설문 결과들도 있다. 이는 중소기업 경영자들뿐 아니라 노동조합에서도 같은 반응이며, 실질적인 도입을 위해서는 많은 추가사항들을 제기하곤 한다. 인더스트리 4.0은 기술적인 부분에 초점을 두고 있기 때문에, 중소기업에서 노동자를 사업 성공의 핵심요소로 여기고 있는 한, 완전 자동화된 시스템과 기술 주도의 발전 형태를 도입하는 것은 문제점을 야기할 수밖에 없다. 이를 해결하기 위해 인더스트리 4.0 개념과 그 정책 아래 개발되는 기술들에 노동자 및 사회적 파트너십에 대한 추가적인 고려가 중요해지고 있다.

3) 독일의 Mittelstand는 주로 중소기업이라고 번역하기는 하지만, 독일 전체 기업 매출의 35%와 정규직 고용의 60%를 차지하고 있으며, 상당수의 히든 챔피언 기업이 이에 속하고, 독일 경제의 주축으로 여겨지고 있어 중견기업, 중심기업, 강소기업 등으로 번역되기도 한다. 또한 높은 비율로 제조업 분야가 이에 속해 있어 독일 내에서는 조금 특별한 위상을 가지고 있다. 때문에 단순히 규모로 분류되는 중소기업과는 약간의 차이가 있으나 이 글에서는 의미상 중소기업으로 번역하였다.

■ 독일 중소기업의 인더스트리 4.0 시행을 위한 도전 과제들

인더스트리 4.0의 개념을 중소기업에도 적합하도록 보완하기 위해서는 기존에 기술기반으로 산업을 이해하는 것에서 탈피하여, 개별 노동자부터 조직 전체에 이르는 조직 및 인력 혁신을 중심으로 산업을 이해해야 한다. 그리고 조직 및 인력 혁신에 중점을 두게 되면, 인더스트리 4.0을 통한 완전한 자동화는 중소기업에 적절한 선택이 될 수 없다. 중소기업 입장에서 자동화보다는 노동자들에 대한 복지와 작업능력이 중소기업의 중추적인 역할을 하며, 또한 지속적으로 구축해야 할 부분이기 때문이다.

인더스트리 4.0 생산시스템에 대한 기본 개념인 사이버물리 생산시스템은 대규모 공장 및 회사를 중심으로 이뤄진 내용이며, 기술적인 부분에 초점을 두고 탑-다운 방식의 접근을 제공하고 있다. 이러한 정책 아래 ICT, 전기공학, 기계공학, 센서 및 액추에이터 등의 융합을 통해 인더스트리 4.0 구현을 위한 기술들은 개발되었고, 여전히 개발이 진행 중이다. 하지만 중소기업들의 특수성에 맞추거나 노동자의 특성, 조직구조, 경제적 전략 등은 아직 구체적으로 개발되지 않았다. 현재까지 수립된 사이버물리 생산시스템은 고도로 발달된 자동화 시스템에 기반을 두고, 이를 보다 넓은 범위의 생산시스템에 적용하는 것을 의미한다. 따라서 독일의 중소기업을 고려하여 본다면 가치사슬에 포함된 개별 조직들을 어떻게 지역적 또는 전 세계적으로 연결할 것인지, 또한 노동자들을 어떻게 참여하게 할 것이며, 경제적으로 효율적인 프로세스와 시스템은 어떻게 구성할 것인지에 대한 질문이 따라오기 마련이다.

무엇보다 가장 중요한 문제점은 혁신 요소와 관련된 부분인데, 과거에는 세계적인 수준의 경제적 성공을 이루는 기업이 되기 위해 안정적인 상품과 명확한 시장, 그리고 지속적인 수요가 필요했다. 하지만 근래에 들어 급변하는 세계시장과 경쟁업체들 속에서 살아남기 위해 기업의 혁신역량이 중요해지고 있다. 특히 중소기업의 혁신을 위한 주요 요소인 유연성과 혁신성은 개별 노동자들의 혁신적인 잠재력과 대기업보다 유연한 조직적 특성에 기반을 두고 있다. 혁신에 있어 중소기업의 유리한 부분들은 앞으로 표준과 자동화가 증가하는 시기에도 역시 마찬가지로 노동자와 조직구조를 통해 유지될 것이다. 따라서 인더스트리 4.0의 개념 수립과 도입에 있어서 독일의 중소기업이 혁신 잠재력을 유지하기 위해서는 노동자 및 조직구조와 관련된 요소들이 반드시 고려되어야 한다.

제조업 혁신을 중소기업에 실질적으로 도입하기 위해서는 추가적인 노력들이 반드시 필요하다. 기술적인 경쟁력도 갖추면서 중소기업의 장점도 유지하기 위해서는 구체적으로 어떤 노력들이 필요한지에 대한 논의가 필요하다. 독일에서는 이에 대해 실증적인 연구를 진행하였으며, 해당 연구 결과를 가지고 워크숍을 개최하여 다양한 추가 논의를 수렴하였다. 워크숍에는 중소기업 경영자들과 금속노조, 노동조합, 근로자평의회 및 다양한 중소기업 관계자들이 참여하였다. 논의된 내용들은 제조업의 혁명의 실질적인 도입을 위해 노력해야 할 6개의 과제로 구분되어 제시되었다.

과제 1. 사이버물리 생산시스템 도입 세부전략

지금까지 논의된 사이버물리 생산시스템의 개념은 기술적인 부분에 초점을 두고 있어 소비자의 맞춤형 상품을 주로 생산해 다양한 생산공정을 갖는 중소기업들에 도입하기에는 현실적인 어려움이 있다. 특히 인더스트리 4.0의 비전 중 하나인 Lot size(Losgröße) 1은 가까운 미래에는 달성하기 어렵다고 보고 있다. 이에 대해서는 크게 2가지 이유가 있다. 첫째로 중소기업에서 사이버물리 생산시스템 및 인더스트리 4.0에 대한 투자가 일정 기간 내에 경제적인 효과를 볼 수 있는지, 둘째로 오랜 시간에 걸쳐 전문가에 의해 구현된 높은 수준의 제조법이 단기간 내에 프로그램 코드로 전환될 수 있는지이다. 중소기업 관계자들은 이에 대해 회의적인 입장이다. 뿐만 아니라 숙련 노동자를 통해 혁신역량을 갖추게 되는 중소기업들이 자동화 시스템 때문에 혁신역량을 잃을 수 있다는 불안감을 느끼는 것 역시 같은 맥락에서 어려운 점으로 꼽히고 있다. 따라서 사이버물리 생산시스템을 도입하는 것은 단순한 기술적인 과제가 아닌 사회-기술적(sozio-technische) 과제이며, 사회적 파트너들과의 협력을 통해 해결해야 할 부분이다.

사이버물리 생산시스템 도입은 또한 노동자들의 능력을 통한 중소기업의 혁신역량을 유지하면서 기술적인 진보를 달성할 수 있는가에 대한 숙제도 가지고 있다. ICT 기술과 노동자가 공존하는 데 있어 명확하지 않은 부분이 많기 때문이다. 과거에도 독일 산업에 CIM(Computer-Integrated-Manufacturing)을 도입해 생산시스템 네트워킹을 추진할 때, 노동자들을 고려한 시스템 구축에 어려움이 있었고, 시스템 신뢰성이 단일 작업장 내에서만

유지될 수 있는 한계를 보여줬었다. 따라서 사이버물리 생산시스템을 도입하기 위해서는 노동자를 고려해 기계의 정밀성 및 속도 등을 제어하는 지능강화(Intelligenzverstärkung)적 측면 등 중소기업의 사회-기술적인 전환을 이끌 수 있는 세부사항에 대한 고려가 필요하다.

과제 2. 노동자 역량 교육

인더스트리 4.0에 의한 디지털 전환은 네트워크 시스템의 도입으로 인한 생산시스템의 변화를 야기하고 있다. 이로 인해 노동자들에게 디지털 및 가상현실 장비들을 다루는 기술들이 요구되고 있다. 특히 디지털 장비를 통해 업무계획, 공정원리뿐 아니라 공급자, 소비자, 생산자 등 가치사슬 내 구성원들에 대한 특징 등을 파악할 수 있는 능력이 점차 중요해지고 있다. 뿐만 아니라 긴급상황에 신속하게 대처할 수 있는 통합역량 역시 중요해지고 있으며, 실시간 공정에 대한 가상화(Virtualisierung) 및 재구성(Reorganisation) 능력은 이미 다방면에서 활용되고 있다.

또한 수평적, 분화, 협력, 산업 간 네트워크 등 다양한 형태의 네트워크가 형성되면 노동자들은 새로운 역량들이 필요하게 되고, 교육을 통해 역량을 키워야 할 것이다. 기업의 수직적, 수평적 통합과 가치사슬 내의 다양한 기업들이 협력하게 되고, 프로세스 전체에 대한 이해를 위해 통합 및 다학제적 지식이 중요한 부분이 되기 때문이다. 따라서 특정 활동만을 반복하는 형태의 노동에서 하이브리드 형태의 노동을 필요로 하게 되는데, 이는 단지 노동자들을 위한 직업교육뿐 아니라 보다 전반적인 교육정책에도 영향을 주고 있다. 유례없이 급진적인 기술적인 혁신은 노동자들에게 많은 교육과 훈련을 요구하고 있다.

독일에서는 이미 많은 예비 노동자들이 직업훈련 과정을 통해 노동현장 실습을 교육과정에서 필수로 참여하고 있는데, 인더스트리 4.0의 관점에서는 이 부분이 더욱 중요해졌다. 이러한 맥락에서 노동자들의 교육과 훈련의 통합이 이뤄져야 하며, 이를 통해 성공적인 역량 개발이 가능해져야 한다. 노동현장에서 전체 프로세스에 대한 이해(Kontextualisierung)에 대한 교육이 이뤄지면, 노동자들의 역량강화, 실질적, 암묵적 지식의 전파 등이 용이해질 것이다.

과제 3. 인간-기계 협력

인더스트리 4.0의 도입을 위해서는 인간-기계 협력이 용이하도록 노동자 친화적 생산설비 설계가 필요하다. 인더스트리 4.0을 통해서 생산성을 향상시키는 것이 주된 관심이라면, 복잡한 사이버물리 생산시스템이 이에 대한 좋은 모델이 될 것이다. 하지만 소비자들의 수요가 복잡해지고, 따라서 생산공정이 복잡화, 다양화 되면 생산시스템 전체의 제어와 모니터링이 더욱 복잡해질 것이다. 아주 다양한 생산공정 요소들이 직간접적으로 영향을 주면서 최종 생산품의 성능에 영향을 주게 되는데, 특히 기계 및 장비 생산 시에는 생산품에 따라 다른 재료와 도구를 사용하기 때문에 아주 많은 요소들이 고려되어야만 한다. 따라서 공정 자동화를 통한 유연한 생산공정 구축 이전에 복잡한 생산시스템의 도입과 활용, 기술적 제어가 우선 고려되어야 한다. 또한 작업장 내의 요인들뿐 아니라 작업장 간 또는 회사 간의 연결 역시 강조되고 있어, 작업공정 간의 연동뿐 아니라 사람 간의 연동도 중요한 요소로 고려해야 한다. 예를 들어, 공정 노동자와 의사결정자 간의 실시간 연동이 생산공정의 중요한 요인인 것이다. 때문에 노동자들이 네크워킹 시스템 내에서 용이하게 일할 수 있도록 생산설비들을 노동자 친화적으로 설계하는 것이 중요하다. 이 부분은 특히 공정 내에 문제가 발생하는 경우에 더욱 중요하다. 노동자가 문제를 발견하고, 해결하고, 다시 정상적인 생산공정으로 복구할 수 있는 역량과 직결되는 부분이기 때문이다. 하지만 지금의 생산설비 연구개발은 품질 및 효율 관련 문제 발생을 분석하는 것에 주로 초점을 두고 있다. 뿐만 아니라 노동자들이 상황을 인지하고, 적절하게 대응할 수 있도록 관련 정보를 제공하는 부분에 대한 고려도 부족한 현실이다. 이러한 부분이 해결되어야 효율적이고 신속한 생산공정이 가능할 것이다.

한편 독일 제조기업들은 인더스트리 4.0 도입을 위해 독일 기술표준인 DIN EN ISO 9000ff을 이행하거나, 생산 전 과정을 제어하는 융합기술 등을 적용하고 있다. 이는 사이버물리 생산시스템 개발, 하드웨어 및 소프트웨어 연결 등을 통해 급진적 기술진보로 이어지고, 때문에 빠르고 다양하게 변화하는 생산기술에 노동자들이 적응하는 것이 새로운 과제로 등장하고 있다. 이를 해결하기 위해 노동자 친화적인 생산설비 설계가 필요하며, 추가적인 장시간의 교육 없이 새로운 장비를 이해하고, 공정에 효율적·효과적으로 활용할 수 있도록 하는 방안이 필요하다. 이러한 측면에서 인더스트리 4.0 도입은 단순한 기술진보가 아닌 인간-기계 협

력을 위한 노동자 친화적인 설계를 통해 노동절차 및 생산공정 최적화를 강조하는 사회-기술적 전환 개념이 동반된다. 이와 같은 노동자 친화적 설비와 노동자의 역량개발을 위한 부분이 고려된다면, 산업지향적 가치사슬을 가진 중소기업들 역시 인더스트리 4.0의 비전에 부합한 변화를 이뤄낼 수 있을 것이다. 한편으로 이에 부합하지 못하는 중소기업들은 표준화된 공정에 따라가지 못해 전체 가치사슬에서 밀려나게 될 텐데, 이러한 부분까지 고려하여 표준화 작업을 진행해야 한다.

과제 4. 노동 및 안전 규정과 유연성

생산공정의 실시간 네트워킹 및 온라인 시스템은 공정 가동시간에 맞춰 근무해야 하는 핵심 업무시간에 대한 개념을 바꾸어 놓았다. 이미 일과 여가에 대한 경계가 무너지고 있으며, 점점 더 유연성에 대한 요구가 늘어날 것으로 예상하고 있다. 이는 좋은 의미도 가지고 있지만 시간적 공간적 제약에서 벗어난 것이 업무를 여가의 영역으로 가지고 가는 부정적 효과를 보이고 있기도 한다. 규칙적이고 지속적인 장시간 노동 및 일과 여가의 경계 구분이 없는 노동은 노동자의 정신건강과 장기적인 성과에 좋지 않은 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 노동자들의 스트레스 증상과 정신질환(번아웃) 등도 이와 같은 맥락에서 발생하고 있다. 따라서 노동의 디지털 전환에는 업무시간에 대한 새로운 프레임이 제시되어야 할 필요성이 있다. 유연성 및 가용성의 증가로 노동시간에 대한 혁신적인 변화가 가능하지만, 이는 과중한 부담으로 노동회피 등의 결과로 이어질 수도 있다.

노동 안전 및 건강을 위해 기업의 디지털 전환에 고려되어야 하는 부분들은 회사에는 유연성을, 노동자들에게는 바람직한 일과 삶의 균형을 가져올 것이다. 이를 위해서는 사회적 파트너들 간의 협력이 우선적으로 필요로 하고, 증가하는 유연한 노동, 유연한 교육, 유연한 상호작용에 대응 역시 필수적으로 고려되어야 한다. 또한 기술적 진보가 가져오는 생산성의 향상을 통해 시간의 중요성이 높아지는 것만큼이나 노동자의 건강 역시 인더스트리 4.0 도입의 중요한 요소로 평가되고 있다. 따라서 노동자의 건강을 체크할 수 있는 기능들이 개발되어야 하고, 정신적인 부분까지 관리할 수 있는 방안들이 마련되어야 한다.

과제 5. 기업 정보보안

인더스트리 4.0은 주로 생산공정을 투명화하고, 실시간으로 추적하여 전체 가치사슬의 효율성을 위해 기업 외부에까지 그 내용을 공유토록 하는 방안을 가지고 있다. 이러한 부분은 가치사슬 내에서 주로 공급자의 역할을 하는 독일의 중소기업들이 그 입지를 강화하는 데 기여하기도 하지만, 내용들을 공개함에 따라 수평적인 네트워크에서 교환성을 갖게 된다. 다시 말해 경쟁업체들이 해당 가치사슬로 편입해 들어와 독일 중소기업들을 위협하게 만들 가능성이 높아지는 것이다. 또한 중소기업의 경우 생산공정이 공개됨에 따라 숙련된 노동자의 정보가 공개되고, 다른 기업들이 다양한 인센티브를 활용해 노동자를 스카우트할 수 있는 현상에 노출되게 된다.

특히 산업 수준에서 기업 데이터의 공개는 다양한 기회와 위험을 동반한다. 인더스트리 4.0은 방대한 데이터를 만들어내도록 하는데, 센서 데이터, 상품 정보, 배송 정보, 알람 정보, 예러 메시지, 테스트 결과 등이 주요 데이터들이다. 센서 데이터의 경우에는 기업 내에서 매우 중요한 정보로 생산의 효율성을 높이고, 공정 정지를 막아주는 데 활용되어 기업에서도 반기는 정보이다. 하지만 정보보안에 대한 대책이 부족하여 인더스트리 4.0 도입에 따라 데이터들을 공개하는 것을 꺼리고 있는데, 생산 규모, 불량률 등 민감한 정보들이 공개되는 것과 수요 조절을 통한 가격압박 등에 대한 문제점들이 있기 때문이다.

따라서 중소기업들은 생산공정 관련 데이터를 누가 소유하게 되며, 외부로부터의 접근을 어떻게 제한할 것인지에 대한 사항에 문제를 제기하고 있다. 현재의 독일 법 체계 내에서는 해당 데이터들에 대한 보안 관련 사항이 제정되어 있지 않다. 데이터를 활용한 물리적인 피해를 주는 경우에만 처벌이 가능한 상황이다. 또한 생성된 데이터들은 데이터 생산자의 권리, 지적재산권, 카피라이트, 특허권 등과도 밀접하게 연관되어 있어 관련 법안들도 수정이 필요한 상황이다. 따라서 정보를 무조건 제한할 수는 없고, 활용 범위를 결정하는 것이 중요한 상황이다.

과제 6. 노동자의 정보보안

인더스트리 4.0에 의한 디지털 전환은 기업의 IT 보안 문제뿐 아니라, 노동자의 데이터 보호 문제도 야기하고 있다. 모바일 기기 및 IT 장비들을 통한 네트워킹 활동은 노동환경에 변화를 주면서 동시에 노동자들의 행동을 알고리즘을 통해 평가할 수 있게 한다. 가치사슬 내에서 다양하게 생성되는 정보들을 통해 공정을 조정하게 되면 기술과 노동자에 대한 정보를 저장하고 분석하는 것이 반드시 필요해지는데, 이를 위해 노동자의 행동 등 다양한 정보가 노출되게 된다. 이 부분에서 노동자에 대한 정보보호가 요구되고 있다. 생산공정 분석 알고리즘은 통합된 기술 및 개인정보를 사용해 포괄적인 성능과 행동패턴에 대해 평가하게 되는데, 이 부분은 인더스트리 4.0 도입에 대해 노동자들로부터 큰 반대를 불러일으켰다. 인더스트리 4.0을 산업계에 도입할수록 노동자들에 대한 개인적인 정보는 보다 많이 노출되고, 또한 평가될 것이다. 따라서 반드시 노동자 및 근로자평의회 등의 참여를 통해 노동자들의 정보를 어디까지 허용할 것인지에 대한 논의가 필요한 상황이다. 우선은 기술 및 노동자 정보에 대한 통합에 대해 심도 있게 접근해야 하고, 데이터를 최소화하는 것과 데이터 필요성에 대한 기본원리 수립, 근로자평의회의 참여 권한 범위 선정 등이 주요 논의 주제들이다.

<표 1>에는 각 도전 과제별 주요 주제를 요약 정리하였다.

<표 1> 도전 과제별 관련 주요 주제

도전 과제		주요 주제
과제 1	사이버물리 생산시스템 도입 세부전략	<ul style="list-style-type: none"> • 인더스트리 4.0 도입을 위한 투자 및 상환 • 기존 기술 및 사회적 인프라와의 조화 • 기술적 유연성 및 연장성 • 통합관리 개념 수립 • 사회적 파트너십 접근을 통한 도입전략
과제 2	노동자 역량 교육	<ul style="list-style-type: none"> • 지식 교육 및 노동현장에서의 교육 통합 • 회사 내부 상호 학습 커뮤니티 지원 • 회사 및 산업 연구 기회 확대 • 분야별 교육 인증제 도입 • 개별화된 교육 및 훈련 계획 수립 지원 • 훈련 구조 개념의 적용 • 교육 정책에 실질적인 내용 반영

도전 과제		주요 주제
과제3	인간-기계 협력	<ul style="list-style-type: none"> • 복잡한 생산공정의 운용성 향상 • 실질적인 조건들을 반영한 협력적 의사결정구조 형성 • 새로운 기술 활용을 위한 개념 및 인프라 형성 • 인더스트리 4.0의 품질 및 준수 여부 관리 (법적사항 고려) • 가치사슬 내의 협력 및 표준화 관련 이슈 • 사회적 파트너십을 통해 중소기업들의 실질적인 표준화 진행
과제 4	노동 및 안전 규정과 유연성	<ul style="list-style-type: none"> • 잠재력 평가 제한(일과 삶의 균형) • 노동 과부하 평가 • 노동 및 건강 규정 개정 • 가용성 변화에 따른 노동조직의 개념과 노동시간에 대한 적합한 개념 수립
과제 5	기업 정보보안	<ul style="list-style-type: none"> • 인더스트리 4.0 인프라의 신뢰성 분석 • 데이터 접근 제한(암호화 등) 및 가벼운(데이터 가시성, 법률 구조 등) 개인정보 이슈 • 공정 정보에 대한 제한성(인력 유출 방지) • 데이터 소유권 협약 • 데이터 보호 법률 및 지적권 개발
과제 6	노동자의 정보보안	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터 활용 범위 선정에 노동자 참여 • 개인정보 활용에 대한 필요성, 최소성, 목적제한성 준수 • 개인정보의 익명성 및 슈도니미제이션(Pseudonymisierung)

■ 결론

인더스트리 4.0을 통해 독일의 중소기업을 성장시키고자 한다면, 생산 전 과정을 완전히 자동화하는 것은 좋은 목표가 될 수 없다. 중소기업은 오랜 기간 축적된 숙련 노동자들의 작업 역량이 핵심이기 때문이다. 때문에 지금까지 논의되어왔던 인더스트리 4.0 개념을 도입하고, 시행하는 것은 중소기업 운영자와 노동자 모두에게 어려운 과제로 주어졌고, 다양한 사회적 문제를 야기하게 될 것이라는 반론을 얻게 되었다. 이를 해결하기 위해서는 중소기업 운영자 연합, 노동조합, 연구개발자 등이 서로를 사회적 파트너로 인식하고 함께 고민하는 것이 필요하다. 각 행위주체들 간의 사회적 파트너십이 구체적으로 어떤 내용으로 구성되어야 하는지는 앞으로 논의해 나가야 할 부분이다.

미래의 제조업에서도 노동자의 위치는 여전히 중요할 것이다. 지능화되고 네트워크화된 생산시스템에서 니치 시장의 소비자 맞춤형 수요와 공급이 중소기업들을 통해 이뤄질 텐데, 생

산 전 과정을 자동화하는 개념만으로는 이를 만족시키기 어렵다. 따라서 인더스트리 4.0에 대한 다면적인 인식과 행위자들의 개입을 통해 그 목적이 달성될 수 있고, 노동자들 역시 중요한 행위자 중 하나이기에 노동자에 대해 고려한 인더스트리 4.0에 대한 개념과 전략 수정이 요구되고 있다.

독일 정부에서는 이를 위해 연방노동사회부(BMAS) 주관으로 노동 4.0 개념을 제기하여, 인더스트리 4.0의 성공적인 도입과 시행을 위해 노동자 및 사회 전반의 혁신을 주도하고 있으며, 연방경제에너지부(BMWE)에서는 중소기업 4.0(Mittelstand 4.0) 개념을 제기하였다. 중소기업 4.0은 전략, 운영, 기술 수준에서 중소기업에 특화된 방안을 제시하고 있으며, 지역별로 9개의 역량센터를 운영하여 중소기업들의 디지털 전환을 지원하고 있다.

국내에서도 인더스트리 4.0에 대한 관심이 높고, 제조업 혁신 정책을 시행하고 있으나, 독일의 경우처럼 중소기업 및 노동자를 위한 부분이 여전히 논의대상에서 벗어나 있다. 따라서 루드비히 박사의 제안대로 기업-노동자-학계가 사회적 파트너십을 체결하고 노동자들의 의견을 참고하여 제조업 혁신 전략을 수정하라는 권고가 국내에서도 유의미할 것이라 생각된다. **KLI**