

産 業 關 係 研 究  
 第33卷 第2號, 2023. 6. pp.227~259  
 © 韓 國 雇 傭 勞 使 關 係 學 會  
<https://doi.org/10.37926/KJIR.2023.6.33.2.227>

## 자동화기술과 생산기능 직무의 지적숙련 요건\*

노 용 진\*\*

본 연구는 한국노동연구원의 『사업체패널 조사』 근로자조사 자료를 이용해서 자동화기술의 수준, 자동화 과업의 특성, 공정의 특성 등 자동화기술이 생산기능 직무의 지적숙련 요건에 어떤 영향을 미치는지 실증분석을 실시하였다. 회귀모형은 OLS에 근거하고 있고, 종속변수인 지적숙련 요건은 기초적 인지숙련 요건과 불확실성 대처능력 요건 등 두 가지로 구분해서 사용하였다. 본 연구의 회귀분석 결과들은 다음과 같다. 반자동화는 통계적으로 유의한 양(+)의, 완전 자동화는 약하게 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 기계화와 반자동화는 통계적으로 유의한 양(+)의, 수동식기계의 완전 자동화는 약하게 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미쳤다. 자동화기술의 운전·세팅 과업들은 지적숙련 요건에 역 U자형 영향을 미치고 있는데, 그것을 비자동화 직무와 비교하면 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치지 않지만, 보조과업들은 그렇지 않다. 생산제품의 변경 빈도는 높은 수준일 때에만 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 비자동화 직무와 비교할 때 제품생산 변경 빈도가 높은 수준과 낮은 수준은 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치지 않지만, 중간 수준은 약하게만 그렇다. 고장 빈도는 높은 수준과 낮은 수준일 때 모두 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있는데, 그것을 비자동화 직무와 비교하면, 높은 수준과 중간 수준만 통계적으로 유의하다. 마지막으로 분석결과를 요약하고 시사점이 논의되었다.

주제어: 자동화기술, 운전·세팅 과업, 지적숙련, 기초적 인지숙련, 불확실성 대처 능력

논문접수일: 2023년 3월 27일, 심사의뢰일: 2023년 4월 4일, 심사완료일: 2023년 6월 4일

\* 이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비 지원으로 수행되었다. 이 논문을 발전시키는 데 매우 유익한 도움을 주신 두 분의 심사위원에게 깊은 감사를 드린다.

\*\* 서울과학기술대학교 기술경영융합대학 경영학과 교수, ynho@seoultech.ac.kr

## I. 들어가는 말

그동안 자동화기술이 근로자들의 숙련에 어떤 영향을 미치는가에 관한 연구들이 많이 이루어져 왔는데(Adler, 1986; Adler, 1991; Aichholzer, 1991; Bayo-Moriones et al., 2007; Behr et al., 1992; Böhle et al., 1992; Dean & Snell, 1991; Kern & Schumann, 1992; Köhler et al., 1992; Lutz, 1992; 노용진, 2012; 노용진, 2013), 기존의 연구들은 모두 숙련요건을 하나의 차원으로 보고 자동화기술의 숙련요건 영향을 추정해왔다. 그런데 숙련은 다차원적이어서 자동화기술의 도입으로 영향을 받는 숙련들도 하위 차원에 따라서 다를 가능성이 높다(Attewell, 1992). 가령 자동화기술은 제품을 생산하는 인간의 손기술을 대체하지만 자동화기술을 운전하거나 세팅하는 역할을 새롭게 요구하기 때문에 자동화기술의 등장과 함께 손기술의 중요성은 줄어들고 지적숙련은 더 많이 요구될 가능성이 높은 것이다. 이처럼 자동화기술은 그것의 숙련요건에 대해서 단선적으로 어떤 방향으로 작용하기 보다는 어떤 숙련을 다른 숙련으로 대체하고 숙련의 구조를 재공식화할 가능성이 높기 때문에 자동화기술이 숙련요건에 미치는 영향을 더 세부적인 숙련 차원별로 검토할 필요성이 제기되고 있다. 이런 문제의식에서 본 연구는 현대의 직무들에서 가장 중요한 숙련 차원인 지적숙련 요건을 중심으로 해서 자동화기술이 관련 직무들의 숙련요건에 미치는 영향을 실증적으로 분석해보고자 한다.

지적숙련은 새로운 지식을 습득하고 그 지식을 특정 상황에 적용하며 지식의 습득과 적용에 사용되는 정신적 절차(mental processes)를 통제하는 능력을 의미한다(Johnson, 1997). 그것은 육체적 숙련, 사회적 숙련 등과 함께 숙련의 3대 하위요소를 구성하고 있다(Harvey, 1991). 가령, 미국 정부의 공식적인 직무분석 기법인 기능적 직무분석(Functional Job Analysis)에서 숙련요건은 사물관계, 정보관계, 사람관계 등 3개 차원으로 구성되어 있는데(Bohlander, & Snell, 2013), 그것들은 각각 육체적 숙련, 지적숙련, 사회적 숙련 등에 조응하는 개념들이다. 현대의 직무들에서는 이 세 가지 숙련 요소 중 지적숙련의 비중이 압도적으로 높는데, 주요 직무평가 기법들에서 지적숙련이 압도적으로 높은 비중을 차지하고 있다는 점에서 그것을 짐작할 수 있다(노용진 외, 2020). 전통적으로 육체적 숙련을 강하게 요구해 왔던 생산기능 직무들에서도 과학기술의 발전과 그것의 산업적 활용 확대와 함께 지적숙련의 비중이 올라가는 경향이 발견되고 있는데, 자동화기술이 그 변화의 중심에 있을 것으로 보고 있는 점이 본 연구의 출발점을 이루고 있다.

본 연구는 이처럼 자동화기술이 생산기능 직무들의 지적숙련 요건을 높일 것이라는 예상 을 하면서 자동화기술과 그것의 특성들이 지적숙련 요건에 어떤 영향을 미치는지를 분석해

보고자 한다. 이것을 위해서 본 연구는 크게 세 가지 종류의 실증분석들을 시도하고자 한다. 첫째, 자동화기술 수준이 생산기능 직무들의 지적숙련 요건에 어떤 영향을 미치는지를 실증 분석하고자 한다. 둘째, 자동화기술 관련 과업 유형들(운전·세팅 과업들과 보조과업들)이 생산기능 직무들의 지적숙련 요건에 어떤 영향을 미치는지를 실증 분석하고자 한다. 셋째, 자동화공정의 특성들(생산제품의 변경 빈도와 고장 발생 빈도)이 생산기능 직무들의 지적숙련 요건에 어떤 영향을 미치는지를 실증 분석하고자 한다.

이처럼 자동화기술의 지적숙련 요건 영향은 실증적으로 확인될 가치가 높지만, 우리가 아는 한 그에 관한 선행연구들이 존재하지 않기 때문에 본 논문이 독창적으로 이 연구 분야를 개척했다는 학술적 의의를 주장하고 싶다. 그와 함께 본 연구의 분석결과는 자동화기술의 발전과 함께 지적숙련이 얼마나 또 어떻게 요구되는지를 실증적으로 확인함으로써 생산기능 직무들의 직업훈련에서 지적숙련의 중요성을 환기시키면서 그들에 대한 직업훈련의 방향에 대해서 다시 생각해볼 기회를 제공하고, 자동화기술 과업들을 수행하기 위한 숙련을 어떻게 형성할 것인가에 대한 근거자료를 제공해줄 것으로 기대된다.

본 연구의 나머지 장들을 다음과 같이 구성되어 있다. 제2장에서는 선행연구들에 대한 검토를 통해서 자동화기술이 지적숙련에 어떤 영향을 미치는지에 관해서 이론적으로 추론하고, 그에 근거해서 본 연구의 연구 가설들과 분석모형을 설정하고자 한다. 제3장에서 사용 자료와 기초통계를 소개하고, 제4장에서 회귀분석 결과를 제시하고자 한다. 마지막으로 제5장에서는 본 연구의 실증분석 결과들을 요약·정리하고 정책적 시사점들을 도출하고자 한다.

## II. 연구 가설과 연구모형 설정

### 1. 이론적 논의와 가설 설정

본 연구에서 중요한 두 가지 변수들은 자동화기술과 지적숙련인데, 그 중 자동화기술에 관한 연구들은 상대적으로 많이 있지만, 지적숙련 요건에 관한 연구들은 극히 제한적으로만 존재하기 때문에 여기서는 먼저 지적숙련에 관한 논의부터 시작해 보고자 한다.

지적숙련은 새로운 지식을 습득하고 그 지식을 특정 상황에 적용하는데 이용되는 정신적 절차를 통제하는 정신 활동(mental operations)을 의미한다(Johnson, 1997). 이런 점에서 지적숙련은 기본적으로 정보를 처리해서 지식이나 아이디어와 같이 부호로 표현되는 산출물을 만드는 데 사용되고 있다(Rosenbaum et al., 2001). 이처럼 지적숙련이 정보를 다루

는 특성이 있으므로 미국의 대표적인 직무분석 기법인 기능적 직무분석에서 그것이 정보 관계로 표현되고 있음을 이해할 수 있다(Harvey, 1991). 정보 처리를 위해서는 관련 지식을 습득하고 적용하는 능력, 정보를 분석하고 종합해서 이해하는 능력, 그 정보들을 비판적으로 평가하고 문제점을 확인하며 판단하는 능력, 독창적인 아이디어로 문제를 해결하는 능력 등이 요구되고 있으므로 지적숙련은 이런 종류의 정신적 능력들을 통칭하는 개념으로 사용되고 있다. 이런 맥락에서 Bloom(1956)의 지적숙련 모형이 기억, 이해, 적용, 분석, 평가, 창조 등으로 구성되는 이유를 이해할 수 있다.

이처럼 정의된 지적숙련은 사무관리직이나 연구개발직 등 고학력 직무들에서 사용되어 왔다. 그 직무들을 수행하기 위해서는 과학적 지식의 사전적 습득이 요구되고, 또 업무 수행 과정에서 정보의 분석과 해석, 문제점 확인과 해결 등이 명시적으로 드러나고 있기 때문이다. 반면에 생산기능 직무들에서는 전통적으로 지적숙련보다는 육체적 숙련을 더 중시해왔다. 육체적 숙련은 물건을 옮기거나 들어 올리는 것과 같이 단순한 과업들도 있지만, 대부분은 손이나 도구를 사용해서 필요한 제품을 제작하는 과업을 수행하는 데 사용되기 때문에 그것은 지각-동작 숙련(perceptual-motor skills)으로 대표되고 있다. 여기서 지각-동작 숙련은 감각을 통해서 물질적 대상을 지각하고, 그 지각에 근거해서 육체적 동작을 통해서 사물을 변화시키는 능력을 가리킨다(Bloom, 1956). 제조현장에서 지각-동작 숙련은 대부분 사물의 물질적 변화를 낳는 육체적 동작 능력으로 나타나고 있다. 가령, 완성품 형태의 금형 제품이 어떤 형상일지를 지각하고, 그 지각 속에 있는 표상을 실제의 금형 제품으로 구현해내는 능력을 사례로 들 수 있다. 지각은 감각을 통해서 비교적 단순한 과정으로 이루어지지만, 그 지각 속에 있는 어떤 것을 그대로 구현해내는 눈썰미나 손기술이 중요하게 요구되기 때문에 지각-동작 숙련은 지각보다는 신체적(특히 손의) 동작 능력이 중요하고, 그로 인해서 지각-동작 숙련은 대체로 같은 동작을 반복해서 연습함으로써 숙련되는 경향이 있다.

이처럼 생산기능 직무의 숙련요건은 그동안 주로 지각-동작 숙련을 중심으로 논의되어 왔지만, 지각-동작 숙련이 지적숙련과 완전히 구분되는 것인가에 대해서는 논란의 여지가 있다(Rosenbaum et al., 2001). 지각-동작 숙련은 사물의 물질적 변화를 낳는다는 점에서 부호적 산출물을 낳는 지적숙련과는 형태적으로 구분되지만, 그런 차이가 사물의 변화를 수반하는 지각-동작 숙련 저변에서 지적숙련이 요구되지 않음을 함축하는 것은 아니기 때문이다. 생산기능 직무를 수행하기 위해서 요구되는 사전적인 지식수준이 높지 않은 경향이 있고, 또 명시적인 정보 분석 과정이 많이 개입되지 않고 직관적 판단이 많이 이용되기 때문에 언뜻 보기에는 지적숙련이 요구되지 않은 것처럼 보일 수 있다. 그러나 어떤 제품을 생산하기 위해서 그 재료의 물적 특성에 대한 이해나 그것을 생산하는 도구기계의 구조와 기능에 대한 이해 등이 요구되는데, 그런 이해를 위해서는 지적숙련이 요구되고 있는 것이다. 즉,

생산기능 직무의 지적숙련은 지각-동작 숙련에 내재되어 있거나 또는 그것과 결합되어 사용되고 있는 특성을 보이고 있다. 그럼에도 불구하고 현실의 생산기능 직무들에서는 지적숙련 요건이 낮은 경향이 있는데, 그 이유는 생산기능 직무의 내재적인 특성보다는 그 직무들의 설계방식, 즉 단순 반복적인 직무로 세분화하는 직무설계 방식에서 더 많이 비롯되고 있다(노용진·김미란, 2022). 그 결과 생산기능 직무들에서도 지적숙련이 일정하게 요구되고 있으며, 지적숙련이 요구되는 정도가 생산기능직무별로 일정한 차이를 보이고 있음이 확인되고 있다(노용진·김미란, 2022).

자동화기술의 도입이 생산기능 직무들 사이에 지적숙련 요건의 차별성을 더 높일 것이라는 기대가 본 연구의 출발점을 이루고 있다. 자동화기술이 도입되면 작업자는 직접 생산노동으로부터 해방되고, 그 대신 자동화기술이 정상적으로 작동될 수 있도록 그 기계를 관리하는 것들이 그들의 주된 과업이 된다. 기계화는 자기 동력을 통해서 인간의 근력 노동을 대체하고, 그것이 장착하고 있는 공구의 작업을 통해서 인간의 손노동을 대체하는데, 자동화는 거기에 컴퓨터 프로그램을 통해서 인간의 두뇌 노동도 부분적으로 대체하고 있다. 그 결과 직접 생산과정에서 사용되는 지각-동작 숙련의 상당 부분이 자동화기술의 도입에 따라 사라지게 되는데, 이것이 자동화기술의 탈숙련화론의 논리적 근거가 되고 있다(Braverman, 1974). 그러나 자동화기술의 도입이 인간의 노동을 전면적으로 대체하는 것은 아닌데, 그 이유는 자동화기술의 도입과 함께 작업자들에게 기계의 운전과 세팅 등의 과업이 새롭게 생겨나기 때문이다. 즉, 자동화기술이 모든 기능을 자동화할 수 없기 때문에 비자동화 기능들이 작업자에 의해서 보완되어야만 자동화기술이 정상적으로 작동될 수 있게 된다. 가령, 단순하지만 원료의 투입이나 원자재의 적재와 가공품의 탈착, 가공품의 품질검사 등이 자동화되어 있지 않은 경우들이 많은데, 그 과업들은 작업자의 손작업을 요구하게 된다. 그것 외에도 자동화기술의 정상적인 가동 여부를 감시·감독하는 과업, 자동화기술이 고장 나지 않고 계속 작동할 수 있도록 유지·보전해주는 과업, 기계의 고장 시 수리하는 과업, 그리고 생산제품의 사양 변경 시 공구와 치구의 교환 과업, 프로그램의 교환 과업 등도 요구되게 된다. 이처럼 자동화기술의 도입과 함께 인간의 노동이 자동화기술의 운전과 세팅 과업으로 전환되면서 작업자들은 자동화기술의 구조와 기능, 작동원리 등에 대한 지식을 가져야 하고, 원자재의 특성과 자동화기술이 수행하는 작업과정에 대한 이해 등이 필요하게 된다. 직접 생산노동으로부터 해방되는 대신 작업자들에게 요구되는 새로운 과업들이 기계의 구조와 기능, 작업과정과 가공방법, 원자재 등에 대한 지적 이해를 전제하고 있기 때문에 자동화기술의 도입은 작업자들에게 더 높은 지적숙련을 더 많이 요구할 것으로 예상된다. 보다 구체적으로, 기계의 구조와 기능은 통상 기계적 지식과 함께 전자적 지식을 요구하고, 작업공정과 가공방법 등은 해당 전공 분야에 대한 지식을 요구하며, 프로그램 편집이나 수정 등은

컴퓨터에 대한 이해를 요구하기 때문에 전반적으로 지적숙련이 더 많이 요구될 것으로 기대된다. 이상의 논의에 근거해서 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하고자 한다.

*가설 1. 자동화기술은 생산기능 직무들의 지적숙련 요건을 높일 것이다.*

손노동이나 도구노동에서 자동화기술로의 전환은 기계화와 자동화라고 하는 두 단계의 변화를 함축하고 있다. 기계화는 외부의 동력으로 작동하는 수동식기술 작업으로 인간의 노동을 대체하는 과정을 의미하고, 자동화는 기계의 제어작업을 컴퓨터 프로그램으로 수행하는 것으로 전환하는 과정을 의미한다. 그런데 수동식기술에서도 기계의 유지보전, 고장수리, 치구와 공구의 교체 등의 과업들은 여전히 요구되기 때문에 기계의 구조와 기능에 대한 이해, 원자재의 물성과 작업과정에 대한 이해 등도 수동식기술의 숙련요건이 되고 있다. 이런 점에서 수동식기술로의 전환도 수작업보다는 지적숙련을 더 높은 수준에서 요구할 가능성이 있다. 한편 수동식기술의 자동화는 기계장치 외에 전자장치가 들어갈 뿐 아니라 기계설비 시스템으로 확대 발전되어 가는 경향이 있기 때문에 기계의 구조와 기능이 훨씬 더 복잡해지게 된다. 그리고 기계의 자동화가 컴퓨터 프로그래밍에 의해서 이루어지기 때문에 자동화기술의 운전을 위해서는 컴퓨터 프로그래밍 기술이 요구되게 된다. 이상의 문제의식들에서 본 연구는 다음과 같은 하위 가설들을 설정하고자 한다.

*가설 1.1. 기계화는 생산기능 직무들의 지적숙련 요건을 높일 것이다.*

*가설 1.2. 수동식기술의 자동화는 생산기능 직무들의 지적숙련 요건을 높일 것이다.*

이제까지 우리는 자동화기술 전체가 지적숙련에 어떤 영향을 미치는가에 관해서 연구 가설들을 설정했는데, 그 가설들은 자동화기술이 평균적인 의미에서 지적숙련 요건에 어떤 영향을 미치는지를 분석하기 위한 것들이다. 그러나 한 작업자가 자동화기술 관련 과업들을 모두 수행하기는 어렵다고 본다면, 자동화기술을 다루는 직무들이 분업화되었을 가능성이 높고, 그중 어떤 과업들은 다른 과업들에 비해서 지적숙련을 더 많이 요구할 가능성이 있다. 이런 점에서 자동화 관련 과업들을 세분해서 자동화기술의 지적숙련 요건 변화들을 분석해 볼 필요성이 제기되고 있다. 자동화기술 관련 과업들은 통상 보조과업들, 운전 과업들, 세팅 과업들 등으로 구분된다(김미란 외, 2020). 그중 보조과업들은 원료의 투입이나 원자재의 적재나 가공품의 탈착 등 자동화기술의 운전을 위해서 요구되는 보조적인 과업들이고, 운전·세팅 과업들은 자동화기술의 작동과 감시·감독, 일상적 점검, 간단한 프로그램의 편집이나 작업조건 부여하기, 자동화기술의 프로그래밍과 고장수리, 치구와 공구의 교환 등 자동

화기술의 작동에 요구되는 조건들을 맞춰주는 과업들이다. 그중 본 연구에서는 운전·세팅 과업들을 특히 주목하고 있다. 운전·세팅 과업들은 대체로 비정형적이고 문제의 난도가 높아서 단순한 경험만 가지고 수행하기가 쉽지 않은 경향이 있으며, 그만큼 지적숙련이 더 많이 요구되고 있다. 이상의 문제의식에서 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하고자 한다.

*가설 2. 자동화기술의 운전·세팅 과업이 많을수록 자동화기술 관련 직무들의 지적숙련 요건이 높을 것이다.*

정형화된 과업들에서는 지적숙련을 덜 사용되는 경향이 있다. 정형화된 과업들을 수행하는데 필요한 노하우와 해답들이 이미 알려져 있기 때문에 굳이 지적숙련을 사용할 필요성이 적기 때문이다. 이런 맥락에서 Koike(1994; 2002)가 제조현장에서 지적숙련이 요구되는 이유를 작업공정의 불확실성에 대한 대응에서 찾고 있는 점을 이해할 수 있다. 보다 구체적으로, Koike(1994; 2002)에 따르면 제조현장에서 작업공정의 불확실성을 낳는 두 가지 주된 요인들은 문제의 발생과 생산의 가변성이다. 제조공정에서 발생하는 문제들로는 기계의 고장이나 오작동, 불량품의 발생 등을 들 수 있고 생산의 가변성은 제품의 변화 정도, 생산방법의 변화 정도, 생산량의 변화 정도, 노동 배합의 변화 정도 등이다. 그중 생산의 가변성은 예측 가능성이 비교적 높은 편이지만, 문제의 발생은 사전에 예측할 수 없는 것들도 존재하기 때문에 작업공정의 불확실성은 문제의 발생 시 더 커질 가능성이 높다. 특히, 자동화 작업공정에서는 자동화기술의 복잡한 구조 때문에 문제의 소재를 찾고 그 해답을 찾기가 더 어려워지기 때문에 문제 발생 시 지적숙련이 더 많이 요구될 가능성이 높다. 그와 동시에 알고리즘에 기반을 두고 있는 자동화기술은 통상 정형화된 작업만을 수행할 수 있기 때문에 생산제품이나 작업방식의 변경에 따라 자동화기술의 프로그램 변경이나 치구·공구의 교환 등이 요구되는데, 그것은 결국 작업자의 몫이 되고 있다. 자동화기술에 이런 유연성을 주기 위한 프로그램 변경이나 치구·공구의 교환 과업들은 통상 복잡한 절차들을 통해서 해결되는 경향이 있다. 이상의 문제의식에서 본 연구는 다음과 같은 가설들을 설정하고자 한다.

*가설 3-1. 생산제품의 변경이 잦을수록 자동화기술 관련 직무들의 지적숙련 요건이 높을 것이다.*

*가설 3-2. 자동화기술의 고장이 잦을수록 자동화기술 관련 직무들의 지적숙련 요건이 높을 것이다.*

## 2. 연구모형

이상에서 도출한 가설들을 검증하기 위해서 본 연구는 다음과 같은 회귀분석 모형을 설정하고자 한다. 본 연구의 사용 자료가 횡단면자료이기 때문에 본 연구의 회귀분석 모형은 OLS에 근거하고 있다. 다음의 회귀식에서  $IS$ 는 지적숙련,  $AUTO$ 는 자동화기술 관련 변수들이고,  $X$ 는 통제변수들의 매트릭스,  $\epsilon$ 은 오차항 등을 가리킨다.

$$IS = \alpha_0 + \alpha_1 AUTO + \beta X + \epsilon \quad (1)$$

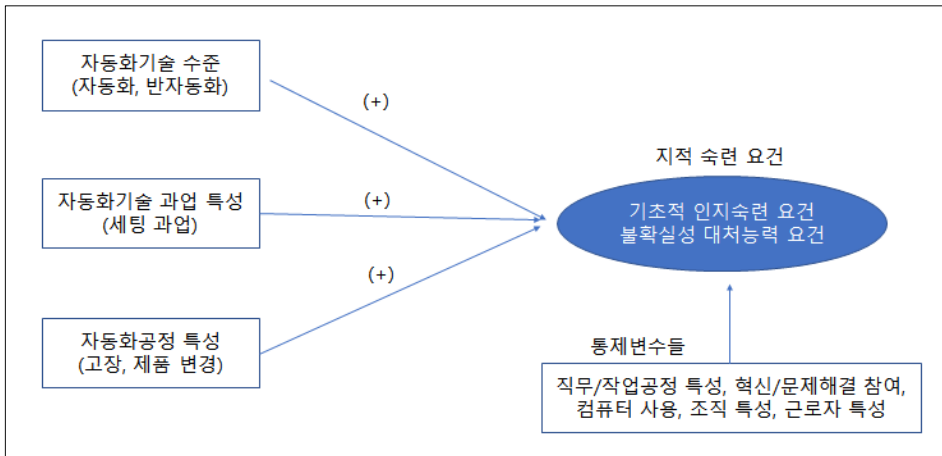
이 모형에서 종속변수로 사용된 지적숙련 변수들은 두 가지 측정 방식으로 조사된 문항들에 근거해서 작성되었다. 하나는 기초적 인지숙련 변수들이다. 지적숙련은 문자나 숫자 등의 부호로 표현된 지식의 사용 정도를 측정할 필요가 있기 때문에 여기에서는 생산기능 직무에서 많이 사용할 것으로 예상되는 수학, 글쓰기와 읽기 등 기초적 인지숙련의 사용 정도를 지적숙련의 지표로 사용하고 있다. 이 문항들은 Handel(2020)에 근거해서 작성되었다. 다른 하나는 생산기능 직무에서 학습능력, 혁신능력, 문제해결 능력 등 변화된 상황의 불확실성에 대한 대처능력이 얼마나 많이 요구되는가를 측정한 변수들이다. 이 문항들은 Weaver & Osterman(2017)과 Handel(2020)의 문항들을 원용해서 작성되었다<sup>1)</sup>.

이 모형의 주된 독립변수인 자동화기술은 완전 자동화기술과 반자동화기술 등으로 구분해서 분석하였다. 완전 자동화기술과 반자동화기술은 기계의 복잡성 등에서 차이가 있고, 또 최신식 기술의 적용 등에 따라서 사용자 편의성이나 내구성 등에서도 차이가 날 수 있다. 그리고 무엇보다도 제조현장에서 다품종 소량생산에서처럼 유연성이 더 많이 요구되는 경우에는 반자동화기술이 더 많이 사용되는 경향이 있어서 양자 간에 지적숙련의 요건에서 차이가 있을 가능성이 높다. 그와 함께 자동화기술의 과업들을 보조과업, 운전·세팅 과업 등으로 구분해서 독립변수로 사용하기도 하였으며, 자동화기술의 유연성 필요 정도, 고장 빈도 등도 독립변수로 포함하였다. 다만, 과업별 구분, 유연성·고장 빈도 등은 자동화기술이 있는 경우에만 조사되었기 때문에 자동화기술을 사용하는 근로자 표본에 대해서만 회귀분

1) 직무들의 숙련요건을 조사·분석하고 있는 Handel(2020)은 지적숙련을 숙련의 범용성 여부, 숙련 분야, 숙련 복잡도 등을 기준으로 유형화하고 있다. 그중 복잡도는 각 숙련 내부의 유형화 기준인데, 여기에서는 숙련간 분석을 하고 있기 때문에 기준으로 사용하지 않았다. 그리고 숙련 분야 중 소위 과학, 기술, 엔지니어링, 수학 등 대졸자 이상의 학력자에게 요구되는 지적숙련은 제외하였고, 숙련 사이에 공통으로 측정할 수 없는 직무 특수적 지적 숙련도 제외하였다. 그런 제외 과정을 거쳐서 최종적으로 생산기능 직무들에 공통으로 측정될 수 있는 숙련요건으로 사용되는 기초적 인지숙련과 불확실성 대처능력 등 두 가지 지적숙련만을 사용하고자 한다.



[그림 1] 연구모형



석을 실시하였다.

마지막으로 본 연구모형의 통제변수들로는 작업 표준화, 작업공정의 라인화 정도, 작업공정의 단순반복성, 작업집단 재량권, 근로자 혁신활동, 자주적 문제해결, 컴퓨터 사용, 근로자 수, 이직률, 여성 근로자, 연령, 근속연수, 노조 조합원, 산업중분류 등이 포함되었다. 직무의 지적숙련 요건은 직무와 작업공정의 특성들에 의해서 영향을 받을 것으로 보여서 작업 표준화, 작업공정의 라인화 정도, 작업공정의 단순반복성, 작업집단의 재량권 등을 통제하였다. 노용진·김미란(2022)에 따르면, 생산기능 직무의 지적숙련 요건이 낮아지는 주된 요인이 직무의 세분화와 단순 반복화에 있기 때문에 이들 직무와 작업과정 특성 변수들이 지적숙련 요건에 영향을 미칠 것으로 기대되고 있어서 통제하였다. 그와 함께 혁신과 문제해결은 통상 예측 불가능하고 비정형적인 이슈들을 다루기 때문에 지적숙련이 더 많이 요구되는 경향이 있어서 근로자들의 혁신활동과 문제해결 참여 등도 통제하였다. 그리고 대표적인 정보 처리 테크놀로지인 컴퓨터의 사용이 지적숙련 요건에 영향을 미치고 있기 때문에(김미란 외, 2021; 노용진·김미란, 2022) 컴퓨터의 사용도 통제하였다. 마지막으로, 직무의 숙련 요건이 근로자의 숙련이나 태도 등에 의해서도 영향을 받기 때문에 여성 근로자, 연령, 근속연수, 노조 조합원 등의 근로자 특성 변수들도 포함하였다. 그 밖에 조직구조 변수로서 근로자 수, 이직률, 산업중분류 등도 통제하였다.

### Ⅲ. 자료와 기초통계

#### 1. 자료

본 연구는 2022년 한국노동연구원에서 일터혁신 다수준 연구를 위해서 사업체패널조사와의 연계 속에서 실시한 근로자조사 자료를 사용하고 있다(그 데이터에 대한 상세한 내용은 오진욱 외(2022)를 참조하기 바람). 이 조사는 2022년 6월 1일에서 9월 2일까지 약 3개월 동안 실시되었는데, 조사 방식은 면접원이 사업체를 방문해서 실시한 일대일 면접 방식이었다. 조사 대상자는 2020년과 2022년 『사업체패널조사』의 표본에 들어있던 제조업체들에 종사하는 근로자들이었다. 설문조사는 생산기능직 근로자, 현장감독자, 생산관리자 등 총 3종류의 근로자들에 대해서 진행되었는데, 생산기능직 근로자들은 자신의 직무들에 대해서, 현장감독자는 자신의 감독 아래 있는 작업공정에 대해서, 생산관리자는 자신의 관리 아래 있는 제조공장 전반에 대해서 조사하였다. 각 사업체별로 생산관리자 1명, 현장감독자 1명씩 조사되었고, 생산기능직 근로자는 복수로 조사되었는데 사업체당 평균 7명이었다. 이 조사에 참여한 표본 사업체는 총 120개였고, 생산직 근로자는 총 845명, 생산관리자 120명, 현장감독자 120명 등이었다. 본 연구에서는 주로 생산기능직 근로자들의 설문조사 자료를 사용하였고, 작업공정 특성이나 조직 특성 등에 대해서는 생산관리자와 감독자 설문조사 자료, 그리고 사업체 정보는 『사업체패널조사』 자료 등을 활용하였다.

#### 2. 기초통계

본 연구의 종속변수로 사용된 지적숙련 변수들의 기초통계와 요인분석 결과들이 <표 1>에 정리되어 있다. 이들 변수는 크게 두 가지 종류로 구분되는데, 하나는 기초적 인지숙련 문항들이고, 다른 하나는 불확실성 대처능력 변수들이다. 먼저 기초적 인지숙련은 사칙연산 요건, 방정식·기하·통계 요건, 노트나 메모, 작업지시 등 글읽기 요건, 노트나 메모, 작업지시 등 글쓰기 요건 등 네 가지 문항들인데, 이들 문항은 Handel(2020)의 기초적 인지 숙련 변수들을 참조해서 작성되었다. 이들 변수는 모두 4점 척도(전혀 필요하지 않음, 거의 필요하지 않음, 가끔 필요, 매우 필요 등)로 측정되었다. 그 문항들의 평균값을 보면, 4칙 연산 요건, 글 읽기 요건, 글쓰기 요건 등은 3.1~3.2점에 분포하고 있는데, 방정식·기하·통계 요건만이 2.0점으로서 더 낮은 값을 보이고 있다. 이 변수들의 요인분석 결과 아이젠 값이 두 번째 요인부터 1 미만으로 떨어지기 때문에 여기에서는 1개의 요인만을 추출하였다.

불확실성 대처능력은 불량 해결을 위해 적절한 조치를 취하는 능력, 새로운 기술을 배우는 능력, 상황 변화 시 기술 변경과 조정 능력, 여러 가지 해답들에 대한 비판적 평가 능력, 기존 작업절차 개선이나 새 방법 탐색 능력 등 5개 문항으로 구성되어 있는데, 이들 문항은 Handel(2020)과 Weaver & Osterman(2017) 등에서 사용되었던 것을 원용해서 사용하였다. 이들 문항도 모두 4점 척도(전혀 필요하지 않음, 거의 필요하지 않음, 가끔 필요, 매우 필요 등)로 측정되었다. 그 변수들의 평균값을 보면, 불량을 해결하기 위해 적절한 조치를 취하는 능력 요건이 3.3점으로 가장 높고, 이어서 새로운 기술을 배우는 능력 요건, 상황 변화 시 기술 변경과 조정 능력 요건, 기존 작업절차 개선이나 새 방법 탐색 능력 요건, 여러 가지 해답들에 대한 비판적 평가 능력 요건 등이 그 뒤를 잇고 있다. 이 변수들의 요인분석 결과도 아이겐 값이 두 번째 요인부터 1 미만으로 떨어지기 때문에 여기에서는 1개의 요인만을 추출하였다.

기초적 인지숙련과 불확실성 대처능력 등의 지수들에 대한 판별 타당도를 검사하기 위해서 다른 정성적 변수들과 함께 요인분석을 실시한 결과가 <부표 3>에 정리되어 있다. 그 결과들을 보면, 불확실성 대처능력 변수들은 다른 변수들과 분명하게 구분되어 하나의 요인으로 묶이고 있지만, 기초적 인지숙련 변수 중 방정식·기하·통계 변수가 기초적 인지숙련에 다소 낮게 걸리면서 불확실성 대처능력 지수에도 다소 높게 걸리고 있다. 이 변수는 난도가 상대적으로 높은 수학 분야를 가리키는 것으로서 문제 발생 등 불확실성에 대처하는데도 많이 사용되고 있는 것으로 보인다. 이런 한계가 있지만, 여기에서는 Handel(2020)에 따라서 그 변수도 기초적 인지숙련의 일부로서 사용하고자 한다.

본 연구의 주된 독립변수인 자동화기술 및 관련 과업들의 특성들, 즉 자동화 수준, 과업의

<표 1> 지적숙련 변수들의 기초통계와 요인분석 결과(N=845)

변수		평균(표준편차)	요인적재량
기초적 인지숙련	덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈	3.116 (0.785)	0.781
	방정식, 기하, 통계	1.992 (0.901)	0.528
	노트나 메모, 작업지시 등 읽기	3.217 (0.834)	0.902
	노트나 메모, 작업 지시 등 쓰기	3.136 (0.826)	0.892
	전체 평균/아이겐 값	2.865 (0.650)	2.498
불확실성 대처능력	불량 해결 위해 적절한 조치를 취하는 능력	3.288 (0.764)	0.802
	새로운 기술을 배우는 능력	3.039 (0.759)	0.858
	상황 변화 시 기술 변경과 조정 능력	3.036 (0.766)	0.873
	여러 가지 해답들에 대한 비판적 평가 능력	2.720 (0.799)	0.797
	기존 작업절차 개선이나 새 방법 탐색 능력	2.987 (0.767)	0.825
	전체 평균/아이겐 값	3.014 (0.640)	3.457

종류, 운전·세팅 과업의 수준, 제품변경의 빈도, 고장 빈도 등에 관한 기초통계들이 <표 2>에 정리되어 있다. 그중 자동화 수준은 모든 근로자들에게 조사되었지만, 과업의 종류, 운전·세팅 과업의 수준, 제품변경의 빈도, 고장 빈도 등은 자동화 공정에 대해서만 조사되었다. 사용 자료의 이런 특성 때문에 본 연구는 운전·세팅 과업의 수준, 제품변경의 빈도, 고장 빈도 등에 관한 가설들인 가설 2와 가설 3-1, 가설 3-2 등은 자동화 직무들 내의 분석을 통해서 검증하고자 한다. 그렇긴 하지만, 그런 특성들을 가진 자동화 직무들이 비자동화 직무들과 비교할 때 지적숙련 요건이 어떠한지도 분석해보고자 한다. 후자의 분석들에서 비자동화 직무들을 기준으로 잡기 위해서 비자동화 직무들을 0으로 처리하고, 운전·세팅 과업의 수준, 제품변경의 빈도, 고장 빈도 등을 낮은 수준, 중간 수준, 높은 수준 등의 세 가지 범주변수들로 변형하여 사용하였다<sup>2)</sup>.

먼저, 자동화기술 관련 과업의 특성들에 관한 기초통계들을 살펴보고자 한다. 먼저 과업의 종류는 운전·세팅 과업들과 보조과업들로 구분하였다. 운전·세팅 과업들은 기계운전, 치구와 공구의 교환, 일상 보전, 정기 보전, 간단한 고장 수리, 복잡한 고장 수리, 프로그램의

<표 2> 자동화기술 특성 변수들의 기초통계

변수		평균(표준편차)
자동화 수준 (N=845)	수도구작업	0.302 (0.459)
	수동식	0.285 (0.452)
	반자동화	0.399 (0.490)
	자동화	0.218 (0.413)
과업의 종류 (N=845)	보조 과업	0.193 (0.563)
	운전·세팅과업	0.930 (1.437)
운전·세팅 과업 수준 (N=461)	평균	1.705 (1.570)
	낮음	0.234 (0.424)
	중간	0.419 (0.494)
	높음	0.347 (0.477)
제품 변경의 빈도 (N=461)	드물	0.410 (0.492)
	중간	0.325 (0.469)
	빈번	0.265 (0.442)
고장 빈도 (N=461)	없음	0.440 (0.497)
	중간	0.488 (0.500)
	빈번	0.072 (0.258)

2) 그 변수들을 연속변수로 사용하면, 비자동화 직무들을 0으로 처리해야 하는데, 그것은 합리적이지 않다. 가령 운전·세팅 과업들은 수동식기술들에서도 존재하기 때문에 수동식기술 직무들에게 그 값을 0으로 처리할 수는 없다. 이런 한계를 감안해서 비자동화공정을 기준변수로 삼고, 자동화 직무들의 특성들을 각각 3 가지 범주변수들로 구분해서 분석하고 있다.

편집·수정 등 7개 과업 중에서 해당 근로자가 수행하는 과업의 수로, 보조과업들은 위의 운전·세팅 과업들을 하나도 수행하지 않은 작업자들에 한해서 원자재·원료 투입, 가공품 올리기·내리기, 포장, 품질검사 등 4개의 과업 중에서 수행하는 과업의 수로 측정하였다. 조사 결과들을 보면, 보조과업은 0.193개, 운전·세팅 과업은 0.930개 등으로 나타나고 있다. 마지막으로 운전·세팅 과업의 수준은 수행하는 운전·세팅 과업의 수로 측정하였다. 그것의 평균값은 1.8 개 정도로 조사되고 있다. 운전·세팅 과업의 수준을 상중하로 구분해서 범주변수들도 만들어 보았는데, 낮은 수준은 운전·세팅 과업이 없는 곳, 중간 수준은 운전·세팅 과업이 있으나 평균 미만인 곳, 높은 수준은 평균 이상인 곳으로 지정하였다. 그 분류법에 의하면, 약 23.4%가 낮은 수준, 41.9%가 중간 수준, 34.7%가 높은 수준 등으로 구분되고 있다.

이어서 자동화 수준에 관한 조사결과들을 보면, 수작업이나 도구작업이 30.2%, 수동식기술 작업이 28.5%, 반자동화기술 작업이 39.9%, 완전 자동화기술 작업이 21.8% 등으로 나타나고 있다. 그 값들을 합산할 때 100%를 넘는 이유는 복수의 작업방식을 사용하고 있는 직무들이 존재하기 때문이다. 공정의 특성 변수들로서 제품변경의 빈도와 고장 빈도 등 두 가지 변수들에 대한 기초통계들도 정리되어 있다. 제품변경 빈도는 일 단위로 변경되면 빈번함, 주 단위나 월 단위로 변경되면 중간 수준, 분기 단위 이상으로 변경되면 드뭇으로 지정하였으며, 고장 빈도도 일 단위로 발생하면 빈번함, 주 단위나 월 단위로 발생하면 중간 수준, 거의 발생하지 않으면 없음으로 지정하였다. 조사결과를 보면, 먼저 제품변경이 잦은 직무는 26.5%, 그 빈도가 중간 수준인 직무는 32.5%, 그 빈도가 드문 직무는 41.0% 등을 차지하고 있다. 고장 빈도의 경우에는 빈번한 직무가 7.2%, 중간 수준인 직무가 48.8%, 드문 직무가 44.0% 등을 차지하고 있다.

〈표 3〉에는 본 연구에서 독립변수로 포함된 다른 통제변수들의 기초통계도 정리되어 있다. 우선 과업확대, 작업표준화, 근로자 혁신활동, 작업집단 재량권, 컴퓨터 사용 등은 다분항 변수들에 요인분석을 실시하고 요인점수로 지수화한 값들이기 때문에 평균값이 0이고, 표준편차가 1로 나타나고 있다(이 변수들의 요인분석 결과인 요인적재량들은 〈부표 1〉에 정리되어 있으니 참조하기 바람). 먼저 작업표준화는 작업방법, 작업순서, 제품검사, 작업시간, 설비점검 등에서 표준화 정도를 5점 구간 척도(0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80%, 80-100% 등)로 측정되었고, 각 구간의 중앙값을 취하였다. 이 문항들의 평균값을 보면, 설비점검 표준화 정도가 64%로 상대적으로 낮고, 나머지 문항들의 표준화 정도는 69-70% 정도를 보이고 있다. 근로자 혁신활동 참여는 제안제도, 소집단활동, 자주보전, 정기회의, 자주적 품질관리 업무 등에 대한 참여 정도를 의미하는데, 이 문항들은 4점 척도(시행하지 않거나 참여하지 않음, 참여하지 않는 편, 참여하는 편, 많이 참여)로 측정되었다. 이 문항들의

〈표 3〉 통제변수들의 기초통계(N=845)

변수	평균(표준편차)
작업표준화	0.000 (1.000)
근로자 혁신제도 참여	0.000 (1.000)
작업팀 재량권	0.000 (1.000)
컴퓨터 사용	0.000 (1.000)
자주적 문제해결	2.556 (0.727)
라인 작업공정	3.536 (1.151)
단순반복 작업공정	3.976 (0.972)
이직률	15.260 (15.731)
근로자 수	211.560 (521.924)
여성 근로자	0.676 (0.468)
연령	42.626 (11.195)
근속연수	8.937 (7.641)
노조 조합원	0.204 (0.403)

평균값은 1.7-2.3 정도의 분포들을 보이고 있다. 작업팀 재량권은 작업계획 수립, 작업일정 결정, 작업방식 결정 등에서의 재량권 정도를 의미한다. 이 문항들은 생산관리자들을 대상으로 조사한 것들인데, 4점 척도(전혀 없음, 없는 편, 있는 편, 많이 있음 등)로 측정되었다. 이 문항들의 평균값은 2.4-2.5점 사이에 분포하고 있다. 컴퓨터 사용은 직무 수행 시 업무지시 읽기, 숫자나 문자를 입력, 엑셀 등을 이용해서 데이터 분석하기, 프로그램 편집이나 개선, 작성 등에 컴퓨터를 얼마나 사용하는지의 문항들로 측정되었다. 이 문항들은 4점 척도(전혀 사용하지 않음, 거의 사용하지 않음, 가끔 사용, 자주 사용)로 측정되었다. 이 문항들의 평균값을 보면, 업무지시 읽기와 숫자나 문자 입력 등은 2.5-2.7점 사이에, 엑셀 등을 이용해서 데이터 분석하기와 프로그램 편집이나 개선, 작성 등은 1.9-2.0점 사이에 분포하고 있다. 마지막으로 자주적 문제해결은 근로자들이 작업과정에서 발생하는 문제를 어느 정도 해결할 수 있는지의 단일 문항으로 작성하였는데, 그 문항은 4점 척도(전혀 해결하지 않음, 간단한 문제만 해결함, 복잡한 문제도 해결함, 복잡한 문제도 대부분 해결함 등)로 측정되었다. 그 변수의 평균값은 2.6점으로 나타나고 있다.

작업공정의 특성 변수들로서 라인화 정도와 단순반복 정도 등을 통제변수로 포함하였다. 작업공정의 라인화 정도는 현장감독자를 대상으로 단문항으로 작업공정의 라인생산 비중을 조사한 결과에 근거하고 있는데, 그 문항은 5점 척도(완전히 묶음 생산, 묶음 생산 비중이 더 높음, 둘 다 비슷함, 라인생산 비중이 더 높음, 완전히 라인생산 등)로 측정되었다. 이 변수의 평균값은 3.5점 정도로 라인생산의 비중이 더 높은 것으로 나타나고 있다. 작업공정

의 단순반복 정도는 생산관리자를 대상으로 단문항으로 단순반복화된 제품생산 공정의 비율을 5점 구간 척도(0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80%, 80% 이상)로 조사하였다. 그 변수의 평균값은 4.0점 정도로 나타나고 있어서 단순반복 공정의 비중이 상당히 높은 것으로 조사되고 있다.

사업체 정보로서 이직률과 근로자 수 등은 사업체조사에서 끌어온 변수들이다. 이직률은 생산직 근로자 중 이직자 비율로 측정하였는데, 그 평균값이 15.3% 정도로 나타나고 있다. 근로자 수는 사업체의 전체 근로자 수로 측정하였는데, 평균값은 211.6명이다(그 밖에 표본 근로자들의 산업별 분포는 <부표 2>에 정리되어 있으니 참조하기 바람). 마지막으로 표본 근로자들의 인적 특성 변수들의 평균값을 보면, 여성 근로자가 67.6%, 평균 연령은 42.6세, 평균 근속연수는 8.9년, 노동조합원 비율은 20.4% 등으로 나타나고 있다.

마지막으로 다중공선성 여부를 진단하기 위해서 각 회귀모형에 포함된 독립변수들 사이의 상관관계 분석을 실시하였다. 그 결과들은 <부표 4>에 정리되어 있는데, 상관관계표가 다소 복잡하게 그려지고 있다. 그 이유는 동일한 회귀모형에 포함된 독립변수들 사이에서만 상관관계를 구하였기 때문이다. 그 분석결과들을 보면, 비교적 높은 상관관계는 제품변경 중위 수준과 제품변경 상위 수준 사이에, 그리고 연령과 근속연수 사이에서 발견되고, 나머지 변수들의 경우에는 상관관계가 0.3 이하여서 다중공선성을 우려할 정도는 아니다. 제품변경 중위 수준과 제품변경 상위 수준은 동일한 측정치의 더미변수 사이에서 발생한 것이라서 불가피한 측면이 있다. 다행히도 다중공선성은 편의를 낳기보다는 추정치의 유의도를 낮춰주는 방향으로 작용하기 때문에 다중공선성에도 불구하고 분석결과가 통계적으로 유의할 때에는 더 확실한 통계적 유의도를 시사하게 된다. 연령과 근속연수는 본 연구의 관심변수들도 아니고, 그 두 변수 모두 직무 배정에 영향을 주기 때문에 두 변수 모두 통제변수들로 포함하였다.

#### IV. 실증분석 결과

본 연구의 실증분석 결과는 <표 4>~<표 9>에 정리되어 있다. <표 4>와 <표 5>에는 자동화 기술 수준이 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관한 회귀분석 결과들이, <표 6>과 <표 7>에는 자동화기술 과업 유형들이 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관한 회귀분석 결과들이, <표 8>과 <표 9>에는 자동화공정의 특성이 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관한 회귀분석 결과들이 정리되어 있다. 각 표에서는 기초적 인지능력과 불확실성 대처능력 등을 종속변수로 하는 회귀분석 결과들이 함께 보고되고 있다.

〈표 4〉 자동화 수준이 지적숙련 요건에 미치는 영향(N=845)

독립변수	종속변수	
	기초적 인지능력	불확실성 대처능력
	(1)	(2)
상수항	0.368 (0.315)	-0.436(0.318)
반자동화기술	0.260*** (0.065)	0.229*** (0.066)
완전 자동화기술	0.135* (0.078)	0.129^ (0.079)
작업표준화	0.090*** (0.033)	0.079** (0.033)
근로자 혁신활동	0.077** (0.034)	0.138*** (0.035)
작업집단 재량권	0.027 (0.034)	0.060* (0.034)
컴퓨터 사용	0.253*** (0.036)	0.236*** (0.036)
이직률	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)
자주적 문제해결	0.157*** (0.047)	0.256*** (0.047)
라인 작업공정	-0.067** (0.031)	-0.065** (0.031)
단순반복 작업공정	-0.052^ (0.034)	-0.026 (0.035)
근로자 수	0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
여성 근로자	-0.107^ (0.074)	-0.091 (0.075)
연령	-0.004 (0.004)	0.005^ (0.004)
근속연수	-0.005 (0.005)	-0.004 (0.005)
노조 조합원	-0.135^ (0.094)	-0.022 (0.095)
R <sup>2</sup>	0.272	0.258

주: ^ p<0.10(단측검증), \* p<0.10(양측검증), \*\* p<0.05(양측검증), \*\*\* p<0.01(양측검증)  
 산업중분류도 통제하였으나, 지면 절약을 위해서 보고를 생략함.

먼저, 〈표 4〉에는 전체 표본을 대상으로 해서 자동화기술 수준이 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관한 회귀분석 결과들이 정리되어 있다. 자동화기술 수준은 완전 자동화기술, 반자동화기술, 비자동화기술(수작업과 수동식기술 작업) 등 세 가지로 구분했으며, 기준변수는 비자동화기술이다. 분석결과들을 보면, 기초적 인지숙련에 대해서는 반자동화기술이  $\alpha=0.01$  수준에서, 자동화기술이  $\alpha=0.10$  수준에서, 불확실성 대처능력에 대해서는 반자동화기술이  $\alpha=0.01$  수준에서, 자동화기술이 단측 검증으로  $\alpha=0.10$  수준에서 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 분석결과들은 완전 자동화기술보다는 반자동화기술이 지적숙련을 더 많이 요구하고 있음을 시사하고, 완전 자동화기술은 통계적으로 약한 양(+)의 영향을 미치고 있을 뿐이다. 완전 자동화기술이 반자동화기술보다 더 시스템화되어 있지만, 제품생산의 유연성이나 고장 빈도 등이 더 낮은 점 등 때문에 반자동화기술보다 지적숙련 요건이 더 낮은 것이 아닌가 추측된다. 어쨌든 이상의 결과들은 자동화기술이 지적숙련 요건을 높일 것이라는 본 연구의 가설 1을 최소한 약하게나마 입증해주고 있다.



〈표 4〉에 보고되어 있는 통제변수들의 회귀분석 결과들에서도 몇 가지 흥미로운 사실들이 발견된다. 작업표준화, 근로자 혁신활동, 작업집단 재량권, 자주적 문제해결 참여 등의 직무특성들이 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있으며, 작업집단의 재량권도 불확실성 대처능력에 대해서 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 그리고 컴퓨터 사용도 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있으며, 라인 작업공정의 비중은 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 음(-)의 영향을 미치고 있다. 그 밖에 인적 특성 변수 중에서는 연령과 노동조합원 등이 부분적으로 약하게나마 통계적으로 유의한 음(-)의 영향을 미치고 있다. 이상의 결과들은 대체로 노용진·김미란(2022)의 분석결과와 일관성을 보이고 있지만, 본 연구의 주된 관심사인 자동화기술의 지적숙련 효과에 관해서는 그렇지 않다. 그런 차이가 발생하는 주된 이유는 노용진·김미란(2022)의 자료에서 표집된 비자동화 기술 직무들이 주로 기계 수리 직무 등이어서 자동화기계 운전·세팅 직무

〈표 5〉 기계화와 자동화 등이 지적숙련 요건에 미치는 영향

독립변수	종속변수			
	기초적 인지능력		불확실성 대처능력	
	(1)	(2)	(3)	(4)
상수항	0.298 (0.316)	0.615 (0.358)	-0.500 (0.319)	-0.492 (0.379)
수동식기술	0.164** (0.072)	-	0.151** (0.073)	-
반자동화기술	0.297*** (0.067)	0.194*** (0.075)	0.263*** (0.067)	0.171** (0.079)
완전 자동화기술	0.174** (0.080)	0.071 (0.085)	0.166** (0.081)	0.162* (0.090)
작업표준화	0.090*** (0.032)	0.088** (0.036)	0.079** (0.033)	0.073* (0.039)
근로자 혁신활동	0.082** (0.034)	0.095** (0.041)	0.143*** (0.035)	0.107** (0.043)
작업집단 재량권	0.028 (0.034)	0.063* (0.039)	0.062* (0.034)	0.108*** (0.042)
컴퓨터 사용	0.252*** (0.036)	0.254*** (0.040)	0.236*** (0.036)	0.246*** (0.043)
이직률	-0.001 (0.002)	0.001 (0.003)	-0.002 (0.002)	-0.003 (0.003)
자주적 문제해결	0.159*** (0.047)	0.224*** (0.054)	0.257*** (0.047)	0.261*** (0.057)
라인 작업공정	-0.067** (0.031)	-0.045* (0.034)	-0.065** (0.031)	-0.031 (0.036)
단순반복 작업공정	-0.049* (0.034)	-0.106*** (0.039)	-0.022 (0.035)	-0.009 (0.042)
근로자 수	0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.000* (0.000)
여성 근로자	-0.123* (0.074)	-0.108 (0.084)	-0.106* (0.075)	-0.070 (0.090)
연령	-0.004 (0.004)	-0.004 (0.004)	0.005* (0.004)	0.004 (0.004)
근속연수	-0.005 (0.005)	-0.007 (0.006)	-0.003 (0.005)	0.000 (0.006)
노조 조합원	-0.139* (0.093)	-0.200** (0.100)	-0.025 (0.094)	-0.149* (0.105)
R <sup>2</sup>	0.277	0.325	0.262	0.264
N	845	590	845	590

주: ^ p<0.10(단측검증), \* p<0.10(양측검증), \*\* p<0.05(양측검증), \*\*\* p<0.01(양측검증)  
산업중분류도 통제하였으나, 지면 절약을 위해서 보고를 생략함.

들과 별반 차이가 없게 구성되어 있는 데서 비롯된 것이 아닌가 추측하고 있다.

수작업 대비 자동화기술은 기계화와 자동화 등 두 가지 종류의 변화를 수반하기 때문에 기계화와 자동화의 지적숙련 요건 영향을 분해하기 위해 전체 표본을 대상으로 해서 수작업을 기준변수로 한 회귀분석과 기계(수동식기술에서 자동화기술까지) 사용 근로자들을 대상으로 해서 수동식기술을 기준변수로 하는 회귀분석을 시도하였는데, 그 분석결과들이 <표 5>에 정리되어 있다. 수작업을 기준변수로 한 회귀분석 결과들은 1열과 3열에 정리되어 있고, 수동식기술을 기준변수로 한 회귀분석 결과들은 2열과 4열에 정리되어 있다. 먼저, 수작업을 기준변수로 한 회귀분석 결과들을 보면, 기초적 인지능력이나 불확실성 대처능력 등에 대해서 완전 자동화기술, 반자동화기술, 수동식기술 등 세 가지 자동화기술 수준 변수들 모두 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 반면에 수동식기술을 기준변수로 한 회귀분석에서는 반자동화기술은 기초적 인지능력이나 불확실성 대처능력 등에 대해서 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있지만, 완전 자동화기술은 불확실성 대처능력에 대해서만  $\alpha=0.10$  수준에서 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 기초적 인지능력에 대해서는 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치지 못하고 있다. 이상의 결과들은 수작업의 기계화가 지적숙련 요건에 양(+)의 영향을 미치고 있지만, 수동식기술의 자동화는 반자동화기술 단계까지는 지적숙련 요건에 긍정적인 영향을 미치지만, 완전 자동화기술 단계로 넘어가면 그 영향이 약화되고 있음을 시사하고 있다. 이상의 결과들은 기계화가 지적숙련 요건을 높일 것이라는 가설 1-1을 지지해주고 있으며, 수동식기술의 자동화가 지적숙련 요건을 높일 것이라는 가설 1-2를 부분적으로만 지지해주고 있다.

<표 6>에는 자동화기술 관련 과업들이 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관한 회귀분석 결과들이 정리되어 있다. 운전·세팅 과업 수준 1차항과 2차항을 독립변수로 하는 회귀분석 결과들은 1열과 3열에, 운전·세팅 과업 수준을 낮은 수준, 중간 수준, 높은 수준 등의 범주 변수들로 변환해서 독립변수들(기준변수는 낮은 수준)로 포함한 회귀분석 결과들은 2열과 4열에 정리되어 있다. 운전·세팅 과업은 반자동화기술과 자동화기술을 사용하는 근로자에 한해서 조사되었기 때문에 이 회귀분석은 모두 반자동화기술과 자동화기술 등을 사용하는 근로자 표본에 대해서 실시되었다.

먼저, 운전·세팅 과업 수준 1차항과 2차항이 지적숙련 요건에 미치는 영향의 회귀분석 결과들을 보면, 1차항과 2차항 모두 기초적 인지능력이나 불확실성 대처능력 등에서 통계적으로 유의한 영향을 미치고 있다. 1차항의 계수 값이 양수이고 2차항의 계수 값이 음수이기 때문에 운전·세팅 과업 수준은 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 역 U자형 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 그 영향이 최댓값인 지점을 구해보면 기초적 인지능력이나 불확실성 대처능력 모형들에서 모두 3.1점 근방이다. 자동화기술의 특성들에 관한 평균값을 보고한

〈표 2〉에서 운전·세팅 과업 수준의 평균값이 1.7점 정도이니까 그 평균값의 2 배 정도 되는 수준에서 지적숙련 요건에 미치는 영향이 최고로 높은 것으로 나타나고 있다. 이처럼 운전·세팅 과업 수준이 지적숙련 요건에 역 U자형 영향을 미치는 이유는 자동화기술마다 요구되는 운전·세팅 과업들의 난이도가 서로 다르고 또 본 연구에서 운전·세팅 과업들의 질적 수준을 측정하지 않고 양적으로만 측정한 데서 비롯되었을 가능성이 있기 때문에 이 분석결과들을 액면 그대로 받아들이는 데 신중할 필요가 있다. 즉, 난이도가 낮은 운전·세팅 과업들은 수행하는 개수를 늘리기 쉽지만, 난이도가 높은 운전·세팅 과업들은 수행하는 개수를 늘리기 어렵다는 점을 감안하면, 수행하는 운전·세팅 과업들의 수가 적절한 경우에 오히려 지적숙련 요건이 높을 가능성이 있기 때문이다.

이어서 운전·세팅 과업 수준을 높은 수준, 중간 수준, 낮은 수준 등 세 가지 범주변수로 전환한 다음 그것이 지적숙련 요건에 미치는 영향이 어떠한지를 추정한 회귀분석 결과들을

〈표 6〉 자동화기술 과업들이 지적숙련 요건에 미치는 영향: 자동화 표본(N=461)

독립변수	종속변수			
	기초적 인지능력		불확실성 대처능력	
	(1)	(2)	(3)	(4)
상수항	0.734 (0.367)	0.730 (0.369)	-0.182 (0.404)	-0.221 (0.404)
세팅과업 수준	0.245*** (0.066)	-	0.234*** (0.073)	-
세팅과업 수준**2	-0.039*** (0.012)	-	-0.038*** (0.013)	-
세팅과업 중간	-	0.174* (0.099)	-	0.360*** (0.108)
세팅과업 높음	-	0.340*** (0.099)	-	0.337*** (0.108)
작업표준화	0.051^ (0.037)	0.052^ (0.037)	0.038 (0.041)	0.034 (0.040)
근로자 혁신활동	0.107*** (0.041)	0.104** (0.041)	0.116** (0.045)	0.109** (0.045)
작업집단 재량권	0.015 (0.043)	0.015 (0.043)	0.056 (0.047)	0.060 (0.047)
컴퓨터 사용	0.169*** (0.043)	0.168*** (0.043)	0.213*** (0.047)	0.214*** (0.047)
이직률	0.000 (0.002)	0.000 (0.002)	0.000 (0.003)	0.000 (0.003)
자주적 문제해결	0.202*** (0.058)	0.189*** (0.057)	0.245*** (0.064)	0.242*** (0.063)
라인 작업공정	-0.045 (0.041)	-0.038 (0.041)	-0.022 (0.045)	-0.012 (0.045)
단순반복 작업공정	-0.121*** (0.040)	-0.117*** (0.041)	-0.066^ (0.044)	-0.071^ (0.044)
근로자 수	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
여성 근로자	-0.074 (0.090)	-0.071 (0.090)	-0.151^ (0.099)	-0.140^ (0.099)
연령	-0.005 (0.004)	-0.005 (0.004)	0.005 (0.005)	0.004 (0.005)
근속연수	-0.010^ (0.006)	-0.009^ (0.006)	-0.012* (0.007)	-0.010^ (0.007)
노조 조합원	-0.259** (0.108)	-0.287*** (0.107)	-0.117 (0.118)	-0.128 (0.118)
R <sup>2</sup>	0.315	0.312	0.256	0.260

주: ^ p<0.10(단측검증), \* p<0.10(양측검증), \*\* p<0.05(양측검증), \*\*\* p<0.01(양측검증)  
산업중분류도 통제하였으나, 지면 절약을 위해서 보고를 생략함.

보면, 운전·세팅 과업 중간 수준과 높은 수준이 모두 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 높은 수준의 운전·세팅 과업은 기초적 인지능력 요건과 불확실성 대처능력 모두에서  $\alpha=0.01$  수준에서 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있으며, 중간 수준의 운전·세팅 과업이 기초적 인지능력 요건에는  $\alpha=0.10$  수준에서, 불확실성 대처능력 요건에 대해서는  $\alpha=0.01$  수준에서 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다.

이상의 회귀분석 결과들은 대체로 운전·세팅 과업 수준이 지적숙련 요건에 영향을 미칠 것이라는 본 연구의 가설 2를 지지해주고 있다. 다만, 운전·세팅 과업 수준이 지적숙련 요건에 역 U자형 영향을 미치고 있어서 그 인과성이 다소간 복잡한 모습을 보여주고 있다.

위의 <표 6>에서는 자동화기술을 사용하는 근로자 내에서만 운전·세팅 과업 수준의 지적숙련 요건 영향을 추정한 것이기 때문에 자동화기술 관련 과업들이 비자동화 직무 대비해서 지적숙련 요건에 어떤 영향을 미치는지를 추정할 필요가 있다. 그것을 위해서 자동화기술 관련 과업들을 보조과업과 운전·세팅 과업으로 구분한 다음 각각의 자동화기술 과업들이

<표 7> 자동화기술 과업들이 지적숙련 요건에 미치는 영향: 비자동화 직무 대비(N=845)

독립변수	종속변수	
	기초적 인지능력	불확실성 대처능력
	(1)	(2)
상수항	0.511 (0.315)	-0.307 (0.318)
보조 과업	0.007 (0.058)	0.008 (0.058)
운전·세팅 과업	0.072*** (0.024)	0.056** (0.024)
작업표준화	0.089*** (0.032)	0.079** (0.033)
근로자 혁신활동	0.081** (0.034)	0.143*** (0.035)
작업집단 재량권	0.028 (0.034)	0.061* (0.035)
컴퓨터 사용	0.257*** (0.036)	0.241*** (0.036)
이직률	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)
자주적 문제해결	0.144*** (0.048)	0.247*** (0.048)
라인 작업공정	-0.065** (0.031)	-0.062** (0.031)
단순반복 작업공정	-0.050^ (0.035)	-0.024 (0.035)
근로자 수	0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
여성 근로자	-0.109^ (0.075)	-0.091 (0.075)
연령	-0.004 (0.004)	0.005^ (0.004)
근속연수	-0.005 (0.005)	-0.004 (0.005)
노조 조합원	-0.168* (0.094)	-0.048 (0.095)
R <sup>2</sup>	0.265	0.251

주: ^  $p<0.10$ (단측검증), \*  $p<0.10$ (양측검증), \*\*  $p<0.05$ (양측검증), \*\*\*  $p<0.01$ (양측검증)  
산업중분류도 통제하였으나, 지면 절약을 위해서 보고를 생략함.

비자동화 직무들보다 지적숙련 요건이 어떠한지를 추정하여 보았는데, 그 결과가 <표 7>에 정리되어 있다. 여기서 보조과업은 운전·세팅 과업은 수행하지 않고 원자재·원료 투입, 가공품 올리기·내리기, 포장, 품질검사 등의 과업 중 수행하는 과업의 수로 지정하였다. 회귀분석 결과들을 보면, 운전·세팅 과업은 비자동화기술 직무들보다 지적숙련 요건이 통계적으로 유의하게 높은 것으로 확인되고 있지만, 보조과업은 비자동화기술 직무보다 지적숙련 요건이 통계적으로 유의하게 차이나지 않고 있다. 이런 패턴은 기초적 인지능력이나 불확실성 대처능력 모두에서 동일하게 나타나고 있다. 이런 점에서 자동화기술이 도입되더라도 운전·세팅 과업을 수행하지 못하고 보조과업만을 수행하는 근로자들의 경우에는 비자동화기술 직무들보다 지적숙련 요건이 더 높아지지 않음을 볼 수 있다.

<표 8>에는 자동화공정기술의 특성들인 생산제품 변경의 빈도와 고장 발생 빈도 등이 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관한 회귀분석 결과들이 정리되어 있다. 1열과 3열에는 제품

<표 8> 자동화기술 특성들이 지적숙련 요건에 미치는 영향(N=461)

독립변수	종속변수			
	기초적 인지능력		불확실성 대처능력	
	(1)	(2)	(3)	(4)
상수항	0.804 (0.372)	0.838 (0.369)	-0.135 (0.406)	-0.088 (0.403)
제품 변경 중	0.059 (0.087)	-	-0.023 (0.095)	-
제품 변경 상	0.154*(0.093)	-	0.216**(0.101)	-
고장발생 중간	-	0.158**(0.079)	-	0.198**(0.087)
고장발생 빈번	-	0.263*(0.148)	-	0.368**(0.162)
작업표준화	0.064*(0.037)	0.064*(0.037)	0.048 (0.041)	0.050 (0.041)
근로자 혁신활동	0.099**(0.042)	0.106**(0.042)	0.107**(0.046)	0.115**(0.045)
작업집단 재량권	0.028 (0.044)	0.021 (0.043)	0.079^(0.048)	0.061^(0.047)
컴퓨터 사용	0.182*** (0.043)	0.173*** (0.043)	0.229*** (0.047)	0.214*** (0.047)
이직률	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)	-0.000 (0.003)	-0.001 (0.003)
자주적 문제해결	0.221*** (0.057)	0.212*** (0.057)	0.263*** (0.063)	0.252*** (0.063)
라인 작업공정	-0.035 (0.041)	-0.043 (0.041)	-0.006 (0.045)	-0.021 (0.045)
단순반복 작업공정	-0.124*** (0.041)	-0.124*** (0.041)	-0.066^(0.044)	-0.069^(0.044)
근로자 수	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
여성 근로자	-0.058 (0.091)	-0.076 (0.092)	-0.133^(0.100)	-0.162^(0.100)
연령	-0.006^(0.004)	-0.006^(0.004)	0.003 (0.005)	0.004 (0.005)
근속연수	-0.007 (0.006)	-0.007 (0.006)	-0.009^(0.007)	-0.008 (0.007)
노조 조합원	-0.261** (0.108)	-0.303*** (0.110)	-0.122 (0.118)	-0.178^(0.120)
R <sup>2</sup>	0.297	0.302	0.249	0.252

주: ^ p<0.10(단측검증), \* p<0.10(양측검증), \*\* p<0.05(양측검증), \*\*\* p<0.01(양측검증)  
산업중분류도 통제하였으나, 지면 절약을 위해서 보고를 생략함.

변경의 빈도를 독립변수로 하는 회귀모형의 추정 결과들이, 2열과 4열에는 고장 발생 빈도를 독립변수로 하는 회귀모형의 추정 결과들이 정리되어 있다. 이 회귀분석들은 자동화기술을 사용하는 근로자 표본에 대해서 실시되었고, 기준변수들은 각각 제품변경의 낮은 빈도와 고장 발생의 낮은 빈도 등이다.

먼저 제품변경 빈도를 독립변수로 하는 회귀모형의 추정 결과들을 보면, 기초적 인지능력과 불확실성 대처능력 등에서 모두 제품변경이 잦은 경우에만 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고, 제품변경의 빈도가 중간 수준인 경우에는 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못하고 있다. 반면에 고장 발생 빈도는 기초적 인지능력과 불확실성 대처능력에 대해서 모두 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 다만, 고장 발생이 빈번한 경우는 기초적 인지숙련에 대해서 미치는 영향의 유의도가  $\alpha=0.10$  수준으로서 다소 낮게 나타나고 있다. 이상의 결과들은 전체적으로 생산제품의 변경 주기가 잦을수록 지적숙련 요건이 높을 것이라는 가설 3-1과 자동화기술의 고장 빈도가 빈번할수록 지적숙련 요건이 높을 것이라는 가설 3-2를 지지해주고 있다.

자동화기술 공정에서 생산제품 변경의 빈도와 고장 발생 빈도 등이 비자동화기술 직무들과 비교해서 지적숙련 요건에 어떤 영향을 미치는지를 확인하기 위해서 전체 표본을 대상으로 해서 비자동화기술 직무들을 기준변수로 하고 생산제품 변경의 빈도 상중하 범주변수들과 고장 발생 빈도 상중하 범주변수들을 독립변수로 포함한 회귀분석을 실시하였는데, 그 회귀분석 결과들이 <표 9>에 정리되어 있다. 1열과 3열에는 제품변경 빈도 변수들이 독립변수로 포함된 회귀모형의 추정 결과들이, 2열과 4열에는 고장 발생 빈도 변수들이 독립변수로 포함된 회귀모형의 추정 결과들이 정리되어 있다.

먼저, 제품변경 빈도의 상중하 범주변수들을 독립변수로 하는 회귀모형의 추정 결과들을 보면, 제품변경의 중간 수준이 불확실성 대처능력에 미치는 영향의 통계적 유의도가 다소 낮은 것을 제외한 나머지 모형들에서는 제품변경 수준들이 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 고장 발생의 빈도 상중하 범주변수 중에서도 고장 발생의 빈도가 낮은 경우에 불확실성 대처능력 요건에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못한 점을 제외하고 나머지 모형들에서는 지적숙련 요건에 모두 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 앞에서 우리는 제품변경의 빈도나 고장 발생 빈도 등이 잦을수록 지적숙련 요건이 높아짐을 보았지만, 이상의 결과들은 생산제품의 변경이나 고장 발생의 빈도가 낮더라도 최소한 약하게나마 비자동화 직무들보다 여전히 지적숙련 요건이 더 높을 가능성이 있음을 시사하고 있다.

〈표 9〉 자동화기술 특성들이 지적숙련 요건에 미치는 영향: 비자동화 직무 대비(N=845)

독립변수	종속변수			
	기초적 인지능력		불확실성 대처능력	
	(1)	(2)	(3)	(4)
상수항	0.420 (0.315)	0.447 (0.315)	-0.391 (0.318)	-0.340 (0.318)
제품 변경 하	0.170**(0.082)	-	0.148*(0.083)	-
제품 변경 중	0.228**(0.090)	-	0.128^(0.091)	-
제품 변경 상	0.331*** (0.096)	-	0.343*** (0.097)	-
고장발생 없음	-	0.156*(0.081)	-	0.080 (0.082)
고장발생 중간	-	0.285*** (0.079)	-	0.274*** (0.080)
고장발생 빈번	-	0.335** (0.164)	-	0.385** (0.165)
작업표준화	0.087*** (0.032)	0.088*** (0.032)	0.076** (0.033)	0.078** (0.033)
근로자 혁신활동	0.074** (0.034)	0.076** (0.034)	0.136*** (0.035)	0.138*** (0.035)
작업집단 재량권	0.028 (0.034)	0.026 (0.034)	0.066* (0.035)	0.060* (0.034)
컴퓨터 사용	0.252*** (0.036)	0.250*** (0.036)	0.237*** (0.036)	0.233*** (0.036)
이직률	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)	-0.002 (0.002)
자주적 문제해결	0.160*** (0.047)	0.156*** (0.047)	0.259*** (0.047)	0.253*** (0.047)
라인 작업공정	-0.068** (0.031)	-0.070** (0.031)	-0.063** (0.031)	-0.068** (0.031)
단순반복 작업공정	-0.055^ (0.035)	-0.056^ (0.034)	-0.027 (0.035)	-0.029 (0.035)
근로자 수	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)
여성 근로자	-0.111^ (0.074)	-0.117^ (0.075)	-0.094 (0.075)	-0.107^ (0.075)
연령	-0.004 (0.004)	-0.004 (0.004)	0.004 (0.004)	0.005^ (0.004)
근속연수	-0.005 (0.005)	-0.005 (0.005)	-0.003 (0.005)	-0.003 (0.005)
노조 조합원	-0.147^ (0.094)	-0.162* (0.095)	-0.033 (0.095)	-0.060 (0.095)
R <sup>2</sup>	0.270	0.270	0.258	0.259

주: ^ p<0.10(단측검증), \* p<0.10(양측검증), \*\* p<0.05(양측검증), \*\*\* p<0.01(양측검증)  
 산업중분류도 통제하였으나, 지면 절약을 위해서 보고를 생략함.

## V. 맺음말

이상으로 본 연구는 한국노동연구원의 『사업체패널조사』와 연계된 근로자조사 자료를 이용해서 자동화기술이 생산기능 직무의 지적숙련 요건에 어떤 영향을 미치는지에 관해서 실증분석을 실시하였다. 그동안 자동화기술이 생산기능 직무들의 숙련요건에 어떤 영향을 미치는지에 관한 선행연구들은 존재하지만, 숙련의 다차원성을 감안해서 본 연구는 지적숙련 요건에 초점을 맞추었다. 자동화기술이 지적숙련 요건에 미치는 영향을 더 구체적으로 살펴 보기 위해서 자동화기술의 수준(반자동화 대 완전 자동화), 자동화기술 관련 과업의 특성(보

조과업, 운전·세팅 과업), 자동화공정의 특성(제품생산 변경의 빈도, 고장 빈도) 등이 지적숙련 요건에 미치는 영향도 분석하였다. 그와 함께 수작업에서 자동화로 전환이 기계화와 자동화의 두 가지 단계로 이루어진다는 점을 감안해서 기계화와 자동화가 각각 지적숙련 요건에 미치는 영향도 분석하였다. 우리가 아는 한 지적숙련 요건에 대한 자동화기술의 영향을 분석한 선행연구들이 존재하지 않기 때문에 본 연구가 이 주제에 관한 최초의 실증분석이라고 주장할 수 있다. 본 연구의 사용 자료가 횡단면자료이기 때문에 본 연구의 회귀모형은 OLS에 근거하고 있고, 종속변수인 지적숙련 요건은 기초적 인지능력 요건과 불확실성 대처능력 요건 등 두 가지로 구분해서 사용하였다.

본 연구의 회귀분석 결과들은 <표 10>에 요약 정리되어 있다. 먼저 자동화기술의 도입이 생산기능 직무의 지적숙련 요건에 미치는 영향은 반자동화 기술과 완전 자동화 기술 사이에 차이가 발견되고 있다. 반자동화 기술은 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 영향을 미치고 있지만, 완전 자동화 기술은 기초적 인지능력 요건에 대해서는 양측검증으로  $\alpha=0.10$  수준에서, 불확실성 대처능력에 대해서는 단측검증으로  $\alpha=0.10$  수준에서 통계적으로 유의한 영향을 미치고 있어서 완전 자동화기술이 지적숙련 요건에 약하게 긍정적인 영향을 미치고 있다. 손작업에서 자동화기술로의 전환에 개입되는 기계화와 자동화 등이 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관한 분석결과들을 보면, 수작업의 기계화는 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치지만, 수동식기술의 자동화는 지적숙련 요건에 부분적으로만 통계적으로 유의한 양(+) 영향을 미치고 있다.

자동화기술 관련 과업 중에서 운전·세팅 과업들의 난이도가 상대적으로 높기 때문에 자동화기술 사용 근로자들을 대상으로 그것들이 지적숙련 요건에 미치는 영향을 분석해보았는데, 회귀분석 결과는 운전·세팅 과업의 수준이 지적숙련 요건에 미치는 영향은 역 U자형인 것으로 확인되고 있다. 지적숙련 요건에 가장 큰 영향을 미치는 지점은 운전·세팅 과업의 수가 3.1개 수준인 것으로 나타나고 있는데, 본 표본 근로자들의 평균 운전·세팅 과업의 수가 1.7개인 것을 감안하면 평균의 약 2 배 정도 수준에서 지적숙련에 가장 긍정적인 영향을 미치고 있다. 자동화기술의 과업들을 보조과업과 운전·세팅 과업으로 구분해서 비자동화 직무들과 비교해보면, 운전·세팅 과업은 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있지만, 보조과업은 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않고 있다.

자동화기술을 사용하는 근로자들을 대상으로 해서 생산제품의 변경 빈도가 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관해 회귀분석을 실시한 결과들을 보면, 생산제품의 변경은 높은 수준일 때에서 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치지만, 중간 수준은 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않고 있다. 비자동화 직무와 비교할 때 생산제품 변경 빈도가 높을 때와 낮을 때에는 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치지만, 중간 수준은 부분적으로만 통계적으로



〈표 10〉 회귀분석 결과들

가설들	실증결과
가설 1: 자동화기술 → 지적숙련 요건	반자동화(+), 완전 자동화(약하게 +)
가설 1-1: 수작업의 기계화 → 지적숙련 요건	(+)
가설 1-2: 수동식기술의 자동화 → 지적숙련 요건	반자동화(+), 자동화(부분적 +)
가설 2: 운전·세팅 과업 수준 → 지적숙련 요건	역 U자형 관계
가설 3-1: 생산제품 변경 빈도 → 지적숙련 요건	높은 수준(+) 중간 수준(지지X)
가설 3-2: 고장 빈도 → 지적숙련 요건	높은 수준(+) 중간 수준(+)

유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 한편 자동화기술을 사용하는 근로자들을 대상으로 해서 고장 빈도가 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관해 회귀분석을 실시한 결과들을 보면, 고장 빈도가 높은 수준과 중간 수준이 모두 낮은 수준에 비해서 지적숙련 요건에 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다. 비자동화 직무와 비교할 때 고장 빈도가 높을 때와 중간 수준일 때에는 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치지만, 낮은 수준은 부분적으로만 통계적으로 유의한 양(+)의 영향을 미치고 있다.

이상의 분석결과들을 종합해 보면, 손작업에서 수동식기술 작업으로, 수동식기술에서 반자동화기술 작업으로 넘어가기까지는 지적숙련 요건이 높아지지만, 그 이상의 완전 자동화 수준으로 넘어갈 때는 지적숙련 요건이 더 이상 높아지지 않고 있다. 완전 자동화기술은 최신식 기계로서 고장 빈도가 낮고, 또 완전 자동화기술은 빠른 생산속도로 인해서 제품의 대량생산 공정에 많이 사용하는 경향이 있다는 점을 감안하면, 반자동화에서 완전 자동화로 넘어갈 때는 지적숙련 요건이 더 높아지지 않는다는 연구결과들이 일정하게 설득력을 가진다. 그 이유는 본 연구의 다른 결과들에서 생산제품의 변경 빈도와 고장 빈도가 대체로 지적숙련 요건에 긍정적인 영향을 미치고 있기 때문이다.

자동화기술의 세팅 과업들은 통상 제품생산의 변경 빈도나 고장 수리 등과 함께 많아지는 경향이 있기 때문에 운전·세팅 과업의 수준이 지적숙련에 미치는 영향과 제품생산 변경의 빈도 및 고장 빈도가 지적숙련 요건에 미치는 영향에 관한 분석결과들도 대체로 서로 일관되고 있다. 다만, 운전·세팅 과업의 수준이 지적숙련 요건에 역 U자형 영향을 미치고 있는 점이 특이한데, 그것은 본 연구가 운전·세팅 과업들의 수준이 동일한 것으로 가정하고 수행하는 운전·세팅 과업들의 수로 측정한 데서 비롯되었을 가능성이 있다. 한 작업자의 업무량을 동일하다고 가정한다면, 수행 과업의 수가 많을 경우에는 그 과업들의 난도가 낮거나 과업당 투입시간이 적을 가능성도 높다고 볼 수 있다. 반면에 수행하는 운전·세팅 과업의 수가 많이 낮은 경우에는 그 과업들 외에 보조과업들을 수행하는 경우가 많기 때문에 상대적

으로 지적숙련 요건에 미치는 영향이 낮을 가능성이 높다. 특히 비자동화공정과 보조과업들을 비교해볼 때 보조과업 직무들의 지적숙련 요건이 통계적으로 유의하게 높지 않은 결과로 미루어볼 때 이런 추론이 가능하다. 이렇게 종합해 보면, 수행하는 운전·세팅 과업의 수로 측정된 과업 난도가 지적숙련 요건에 역 U자형 영향을 미친다는 분석결과들도 일정 부분 이해할 수 있다. 어쨌든 본 연구의 분석결과들은 유연성의 부족이나 고장 등 자동화기술의 결함이나 부족함이 존재할 때 그것을 보완하기 위해 인간의 노동이 필요한 경우 지적숙련 요건이 높아지고 있음을 시사하고 있다.

본 연구의 실증분석 결과로부터 다음과 같은 정책적 시사점들을 도출하고자 한다. 첫째로, 자동화기술에서 지적숙련이 요구되고 있는 점은 유연성 필요성이나 자동화기술의 문제해결(또는 긍정적인 의미에서 혁신) 등에서 비롯되는 측면이 있다. 알고리즘 기반의 자동화기술은 단순 반복적인 작업 수행에 특화된 것인데, 거기에 유연성을 부여하기 위해서는 인간 노동의 지적 역할이 필요하고, 또 자동화기술의 고장 수리나 문제해결 등에도 인간 노동의 지적 역할이 요구되고 있다. 제품시장의 세분화와 다양화, 품질을 우선시하는 취향 등 때문에 현대의 생산방식이 소품종 대량생산보다는 다품종 소량생산 방식으로 전환되어 가는 경향이 있다는 점, 그리고 자동화기술의 빠른 생산속도로 신속한 고장 수리나 혁신 등이 자동화기술의 생산성 손실이나 생산성 향상을 높이는 첩경이라는 점 등을 감안하면 기업의 경쟁력 강화를 위해서는 지적숙련이 필수적임을 알 수 있다. 이런 점에서 자동화기술의 확대와 함께 생산기능직 근로자들의 지적숙련을 강화할 필요성이 제기되고 있다.

둘째로, 자동화기술의 도입과 함께 생산기능 직무들의 지적숙련 요건이 높아지고 있기 때문에 생산기능직 근로자들의 직업훈련도 지적숙련에 대한 비중을 높일 필요가 있다. 다만, 자동화기술이 완전 자동화로 넘어갈 때는 반자동화 수준보다 지적숙련 요건이 더 높아지는 것은 않기 때문에 지적숙련 요건이 높아지는데 일정한 한계가 존재하는 것으로 보인다. 어쨌든 이런 점에서 생산기능직들을 위한 직업훈련에서 손기술이나 눈썰미뿐 아니라 기계의 구조와 기능 등에 대한 이론적 이해를 많이 보강할 필요성이 제기되고 있다.

셋째로, 자동화기술의 도입과 함께 생산기능 직무들이 운전·세팅 과업 수행 직무들과 보조과업 수행 직무들로 구분되고 있다. 운전·세팅 과업 수행 근로자들은 지적숙련을 더 많이 요구되고 있지만, 보조과업 수행 근로자들은 손작업 근로자들과 다르지 않은 지적숙련 요건에 머물러 있다. 이런 점에서 운전·세팅 과업 수행 근로자들과 보조과업 수행 근로자들에 대한 인사관리가 구분될 필요성이 제기되고 있는데, 많은 중소기업에서는 지불능력의 제한 때문에 그 두 직무를 구분한 인사관리를 적용하지 못하고 있다. 이런 점에서 그 두 직무를 구분해서 관리할 수 있도록 정부의 정책적 지원과 원청기업의 인건비 단가 변경이 요구되고 있다.

넷째로, 자동화기술의 운전·세팅 과업들을 수행하는 데 필요한 지적숙련을 습득하기 위해서는 직업계고나 전문대 등에서 관련 전공의 지식을 습득할 필요가 있는데, 직업계고의 위상이 떨어지면서 그런 훈련을 충분하게 제공하지 못하고 있고, 전문대 졸업자들은 중소기업 취업 의사가 약하기 때문에 중소기업에서는 자동화기술의 운전·세팅 과업들을 수행할 근로자들을 유인하기가 매우 어려운 실정에 있다. 대안적으로 기업 내에서 그런 지적숙련을 습득할 기회를 제공할 필요성이 제기되지만, 그것이 가능하기 위해서는 상당히 긴 근속연수를 요구하는데 중소기업에서 그 정도의 근속연수를 채우고 갈 생산기능직 근로자들이 많지 않은 것도 현실이다. 이런 점에서 중소기업 내에서 자동화기술의 운전·세팅 과업들을 수행할 수 있는 근로자들에 대한 유인력 제고와 숙련 형성에 정부의 정책적 지원이 요구되고 있다.

마지막으로, 본 연구는 다음과 같은 한계들을 가지고 있기 때문에 분석결과들의 해석에 신중할 필요가 있다. 첫째, 종속변수로 사용된 기초적 인지숙련의 측정변수 중 방정식·기하·통계 등의 사용은 불확실성 대처능력도 측정하는 변수인 것으로 보인다. 이런 점에서 불확실성 대처능력과 구분된 기초적 인지숙련 변수들을 더 정교하게 측정하는 도구들의 개발이 요구되고 있다. 둘째, 자동화 관련 과업들의 숙련요건 수준을 측정하는데 수행하는 과업의 수로 측정하고 있는 한계가 있다. 그 과업들의 질적 수준이 고려되지 않기 때문에 이 지수가 과연 자동화기술 관련 숙련 수준을 측정할 수 있는지에 대한 의문이 제기될 수 있다. 동일한 명칭의 과업이라 하더라도 자동화기술마다 난도가 서로 다르기 때문에 이 변수에 대해서는 타당성 높은 정성적 측정치를 개발할 필요성이 제기되고 있다. 셋째, 이 연구는 횡단면분석이기 때문에 역인과성이나 상호 인과성 문제가 해소되지 않고 있다. 향후 적절한 패널데이터가 조사된다면 내생변수들을 통제할 수 있는 회귀분석 모형을 개발해 볼 필요성이 제기되고 있다. 넷째, 본 연구의 회귀모형들의  $R^2$ 가 0.25-0.33 정도로 다소 낮은 값을 보이는 한계를 가지고 있다. 이 점은 지적숙련을 설명하는 변수들을 더 많이 찾아낼 필요가 있음을 시사하고 있다.

## 참고문헌

1. 김미란·최영섭·유진영·박라인·노용진·권현지(2020), 『기술 및 일터혁신과 숙련개발: 사례연구』 한국직업능력개발원.
2. 김미란·김안국·윤수린·노용진·이은혜(2021), 『4차 산업혁명과 노동자 숙련변화(III)』 고용노동부·한국직업능력개발원.

3. 노용진·김미란(2022), “어떤 요인들이 생산 직무들의 지적숙련 요건에 영향을 미치는가?” 『직업능력개발연구』, 제25권 제2호, pp.211-242.
4. 노용진(2012), “자동화기술과 작업조직”, 『노동정책연구』, 제12권 제2호, pp.1-26.
5. 노용진(2013), “자동화와 작업조직의 통합성”, 『산업관계연구』, 제23권 제2호, pp.101-26.
6. 오진욱·조성재·노세리·노용진·반가운(2022), 『일터혁신에 관한 다수준 연구』 한국노동연구원.
7. Aichholzer, G.(1991), “Systemic rationalization’ in Austria: Social and political mediation in technology use and work organization,” *AI and Society*, Vol. 5, pp.277-295.
8. Adler, P. S(1986), “New technologies, new skills,” *California Management Review*, Vol 24, No. 1, pp.9-28.
9. Adler, P. S.(1991), “Workers and flexible manufacturing systems: Three installations compared,” *Journal of Organizational Behavior*, Vol. 12, pp.447-460.
10. Altman, N., P. Köhler, and P. Meil(1992), “No End in Sight - Current Debates on the Future of Industrial Work,” in Altman, N., P. Köhler, and P. Meil(eds.) *Technology and Work in German Industry*, RKP.
11. Attewell, P.(1992), “Skill and occupational changes in U.S. manufacturing,” in Adler, P. S.(ed.), *Technology and the Future of Work*, Oxford Univ. Press, NY, U.S.A.
12. Bayo-Moriones, A., A Bello-Pintado, and J. Merino-Diaz-de-Cerio(2007), “The effects of integrated manufacturing on job characteristics, New Technology,” *Work and Employment* Vol. 25, No. 1, pp.63-79.
13. Behr, M., H. Hirsch-Kreinsen, C. Köhler, C. Nuber, and R. Schultz-Wild(1992), “Flexible manufacturing systems and work organization,” in Altman, N., P. Köhler, and P. Meil(eds.) *Technology and Work in German Industry*, RKP.
14. Bloom, B. S.(1956), “Taxonomy of educational objectives,” Handbook 1. *Cognitive Domain*, David Mckay, NY, U.S.A.
15. Bohlander, G. W. and S. A. Snell(2013), *Principles of Human Resource Management*(16th ed.), South-Western Cengage Learning.
16. Böhle, F., B. Milkau, and H. Rose(1992), “Computerized manufacturing and sensory perception - New demands on the analysis of work,” in Altman, N., P. Köhler, and P. Meil(eds.) *Technology and Work in German Industry*, RKP.
17. Bravermann, H.(1974), *Labor and Monopoly Capital*, NY, Monthly Review Press.
18. Dean, J. W. and S. A. Snell(1991), “Integrated manufacturing and job design: Moderating effects of organizational inertia,” *The Academy of Management Journal*, Vol. 34. No. 4, pp.776-804.

19. Johnson, S. D.(1997), "Learning technological concepts and developing intellectual skills," *International Journal of Technology and Design Education*, Vol. 7, pp.161-180.
20. Handel, M. J.(2020), *Job Skill Requirements: Levels and Trends*, MIT Work of the Future Working Paper 02-2020.
21. Harvey, R. J.(1991), "Job analysis," in Dunnette, M. D., and L. M. Hough(eds.), *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*, Vol. 2, Consulting Psychologists Press, CA, U.S.A.
22. Kern, H, and M. Schumann(1992), "New concepts of production and the emergence of the systems controller," in Adler, P. S.(ed.), *Technology and the Future of Work*, Oxford Univ. Press, NY, U.S.A.
23. Köhler, C., and K Schmierl(1992), Technological Innovation - Organizational Conservatism?, in Altman, N., P. Köhler, and P. Meil(eds.) *Technology and Work in German Industry*, RKP
24. Lutz, B.(1992), "The contradictions of Post-Tayloristic Rationalization and the uncertain future of industrial work," in Altman, N., P. Köhler, and P. Meil(eds.) *Technology and Work in German Industry*, RKP.
25. Koike, K.(1994), "Learning and incentive systems in Japanese industry," Aoki, M. and Dore, R.(eds.), *The Japanese Firm: The Source of Competitive Strength*, Oxford Univ. Press, U.K.
26. Koike, K.(2002), "Intellectual skills and competitive strength: Is a radical change necessary?" *Journal of Education and Work*, Vol. 15, No. 4, pp.391-408.
27. Rosenbaum, D. A., R. A. Carlson, and R. O. Gilmore(2001), "Aquisition of intellectual and perceptual-motor skills," *Annual Review of Psychology*, Vol. 52, pp.453-470.
28. Weaver, A. and P. Osterman(2017), "Skill demands and mismatch in U.S. manufacturing," *Industrial and Labor Relations Review*, Vol. 70, pp.275-307.

〈부표 1〉 지수형 독립변수들을 구성하는 변수들의 기초통계와 요인적재량

변수		평균(표준편차)	요인적재량
표준화	작업방법	68.793 (21.038)	0.926
	작업순서	70.166 (20.709)	0.913
	제품검사	70.166 (20.892)	0.876
	작업시간	70.923 (19.967)	0.886
	설비점검	63.680 (24.307)	0.817
	아이겐 값	-	3.910
혁신 활동 참여	제안제도	1.974 (1.040)	0.668
	소집단활동	2.321 (0.987)	0.787
	자주 보전	1.736 (0.983)	0.752
	정기적인 회의	2.115 (1.026)	0.820
	자주적 품질관리 업무	2.340 (1.057)	0.722
	아이겐 값	-	2.823
작업팀 재량권	작업계획수립	2.400 (0.630)	0.932
	작업일정 결정	2.411 (0.677)	0.937
	작업방식 결정	2.528 (0.718)	0.823
	아이겐 값	-	2.423
컴퓨터 사용	업무 지시 읽기	2.483 (1.114)	0.871
	숫자나 문자를 입력	2.698 (1.116)	0.841
	엑셀 등을 이용해서 데이터 분석	2.043 (1.067)	0.884
	프로그램의 편집이나 개선, 작성	1.931 (0.987)	0.841
	아이겐 값	-	2.955

〈부표 2〉 표본의 업종별 분포(N=845)

산업중분류	평균(표준편차)	산업중분류	평균(표준편차)
식료품 제조업	0.093 (0.291)	1차 금속 제조업	0.047 (0.212)
음료 제조업	0.009 (0.097)	금속 가공제품 제조업 ; 기계 및 가구 제외	0.080 (0.272)
섬유제품 제조업; 의복 제외	0.069 (0.253)	전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	0.134 (0.341)
펄프, 종이 및 종이제품 제조업	0.020 (0.140)	의료, 정밀, 광학 기기 및 시계 제조업	0.012 (0.108)
인쇄 및 기록매체 복제업	0.006 (0.077)	전기장비 제조업	0.095 (0.293)
화학물질 및 화학제품 제조업 ; 의약품 제외	0.063 (0.243)	기타 기계 및 장비 제조업	0.032 (0.176)
의료용 물질 및 의약품 제조업	0.006 (0.077)	자동차 및 트레일러 제조업	0.090 (0.286)
고무 및 플라스틱제품 제조업	0.187 (0.390)	기타 운송장비 제조업	0.006 (0.077)
비금속 광물제품 제조업	0.030 (0.170)	기타 제품 제조업	0.021 (0.144)

## 〈부표 3〉 주요 변수들의 타당성 체크

지수	변수들	요인1	요인2	요인3	요인4	요인5	요인6
기초적 인지숙련	1	0.104	0.255	0.005	0.001	<b>0.737</b>	0.088
	2	-0.012	0.294	0.115	0.181	<b>0.328</b>	0.180
	3	-0.002	0.279	0.052	0.032	<b>0.879</b>	0.049
	4	0.003	0.335	0.131	0.057	<b>0.823</b>	0.055
불확실성 대처능력	1	0.078	<b>0.722</b>	0.061	-0.016	0.309	0.097
	2	0.122	<b>0.819</b>	0.113	0.044	0.172	0.106
	3	0.047	<b>0.844</b>	0.095	0.070	0.167	0.121
	4	-0.023	<b>0.789</b>	0.115	0.035	0.139	0.075
	5	0.057	<b>0.771</b>	0.138	0.083	0.224	0.074
자주적 문제해결	1	0.124	0.069	0.105	-0.035	0.080	<b>0.810</b>
	2	0.030	0.165	0.180	0.068	0.092	<b>0.855</b>
	3	0.056	0.181	0.206	0.031	0.064	<b>0.839</b>
작업 표준화	1	<b>0.924</b>	0.032	0.057	-0.009	0.037	0.034
	2	<b>0.905</b>	0.063	0.084	0.012	0.040	0.055
	3	<b>0.864</b>	0.052	0.104	-0.003	0.014	0.108
	4	<b>0.884</b>	0.044	0.075	-0.002	0.010	-0.005
	5	<b>0.797</b>	0.050	0.155	-0.014	0.020	0.056
근로자 혁신활동	1	0.096	0.127	<b>0.640</b>	0.110	0.024	0.070
	2	0.077	0.112	<b>0.766</b>	-0.040	0.104	0.100
	3	0.054	0.036	<b>0.772</b>	0.031	-0.058	0.047
	4	0.096	0.099	<b>0.794</b>	-0.018	0.088	0.122
	5	0.115	0.092	<b>0.670</b>	0.027	0.083	0.166
재량권	1	0.004	0.060	0.004	<b>0.930</b>	0.006	0.026
	2	0.040	0.042	0.012	<b>0.932</b>	0.026	0.046
	3	-0.055	0.082	0.079	<b>0.811</b>	0.088	-0.017

## 〈부표 4〉 독립변수간 상관관계

〈패널 A〉 주요 독립변수들과 통제변수들 사이의 상관관계(1-5열은 N=845, 6-10열은 N=461)

	a1	a2	a3	b1	b2	c1	d1	d2	d3	d4
a2	-0.24	-								
a3	-0.21	-0.08	-							
b1				-	-0.22					
d2					-		<b>-0.42</b>	-		
d3							0.32	0.01	-	
d4							-0.10	0.23	-0.12	-
4	-0.03	-0.04	0.13	-0.04	0.07	0.07	-0.04	0.04	-0.01	0.05
5	-0.13	0.05	0.18	0.02	0.15	0.10	0.03	0.05	0.10	0.06
6	-0.01	0.01	0.04	-0.04	0.07	0.08	0.10	-0.11	0.05	0.00
7	-0.05	0.17	0.09	0.00	0.24	0.18	0.04	-0.07	0.16	0.08
8	0.12	-0.03	-0.06	0.05	-0.11	-0.12	0.07	0.07	0.05	-0.03
9	-0.07	0.08	0.13	-0.05	0.27	0.31	0.00	-0.03	0.08	0.09
10	-0.04	0.00	0.17	0.06	0.06	0.00	0.07	-0.08	0.08	0.07
11	-0.08	-0.03	0.06	-0.01	-0.02	-0.07	0.02	-0.03	0.01	0.04
12	-0.03	0.06	0.04	-0.03	0.08	0.06	0.00	0.04	0.09	0.01
13	0.05	0.08	0.10	-0.04	0.20	0.22	0.06	0.01	0.15	0.05
14	0.03	-0.07	-0.09	0.01	-0.09	-0.07	-0.02	0.07	-0.05	-0.08
15	-0.03	-0.03	-0.01	-0.04	0.03	0.07	0.02	0.00	-0.04	-0.01
16	-0.03	-0.06	0.12	-0.06	0.12	0.17	0.05	-0.03	0.10	0.10

〈패널 B〉 통제변수들 사이의 상관관계(N=845)

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	0.23											
6	0.00	0.07										
7	-0.02	<b>0.26</b>	0.11									
8	-0.06	-0.11	0.01	-0.08								
9	0.12	<b>0.27</b>	0.10	<b>0.29</b>	-0.15							
10	-0.04	0.03	0.02	0.11	-0.04	-0.02						
11	0.08	0.05	-0.06	-0.05	-0.14	-0.03	0.05					
12	0.01	0.07	0.01	0.13	-0.17	0.09	0.05	0.06				
13	-0.02	0.05	0.04	0.23	-0.11	0.19	0.09	-0.08	0.11			
14	0.12	-0.02	-0.05	-0.18	-0.03	-0.02	-0.14	-0.06	-0.01	-0.21		
15	0.08	0.07	-0.08	0.01	-0.19	0.18	-0.04	-0.02	0.18	0.07	<b>0.49</b>	
16	0.04	0.15	0.15	0.06	-0.22	0.10	<b>0.30</b>	0.15	0.22	0.16	-0.01	0.25

변수명: a1. 비자동화기술 a2. 반자동화기술 a3. 자동화기술 b1. 보조 과업 b2. 운전·세팅 과업 c1. 세팅과업 수준 d1. 제품변경 중 d2. 제품변경 상 d3. 고장 발생 중 d4. 고장발생 상 4. 작업표준화 5. 근로자 혁신활동 6. 작업 집단재량권 7. 컴퓨터 사용 8. 이직률 9. 자주적 문제해결 10. 라인 작업공정 11. 단순반복 작업공정 12. 근로자수 13. 여성 근로자 14. 연령 15. 근속년수 16. 조합원



## abstract

## Automated Technology and Intellectual Skills Requirement of Manufacturing Production Jobs

Yongjin Nho\*

This study carries out an empirical analysis of how various aspects of automated technology such as the level of automation, the level of performing operating and setting tasks, the frequency of changes in products, and the frequency of breakdown affects intellectual skills requirement of manufacturing production jobs, utilizing a worker survey data collected in association with Workplace Panel Data by Korea Labor Institute. The regression models are OLS whose dependent variables are basic cognitive skills and uncertainty-coping intellectual skills.

The results of this study indicate the following. First, semi-automation has a significantly positive effect on intellectual skills requirement, and full automation has a weakly positive one. Mechanization of manual works and semi-automation of manual machines have significantly positive effects, while full automation does not. Second, the level of operating and setting tasks has a significantly effect with inverted U-shapes on intellectual skills requirement. As compared to none-automation works, it has a significantly positive effect, while supporting tasks does not. Third, the high frequency of change in product has a significantly positive effect on intellectual skills requirement, while the moderate one has a weakly effect. Fourth, the high and the moderate frequency of breakdown have significantly positive effects on intellectual skills requirement, As compared to none-automation works, the low frequency does not have a significant effect. Finally the empirical results are outlined and their implications are discussed.

**Keywords:** automated technology, operating and setting tasks, intellectual skills, Basic Cognitive Skills, Uncertainty-Coping Intellectual Skills

---

\* Professor, Dept. of Business Administration, Seoul National University of Science and Technology