

A Study on Digital Transformation and AI Advancement Strategy in Customs Administration: Comparative Analysis of KCS, CBP, EUCA and GACC

Beom-Soo Shin*

*Professor, Dept. of Global Business, Pai Chai University, Daejeon, Korea

[Abstract]

In this paper, The exponential growth of cross-border e-commerce and evolving security threats necessitate a paradigm shift in customs administration. This study compares the AI adoption strategies of the Korea Customs Service (KCS), U.S. Customs and Border Protection (CBP), EU Customs Authority(EUCA), and the General Administration of Customs of China (GACC) within the framework of data-driven "Smart Customs." The analysis reveals that KCS prioritizes "efficiency" through its electronic clearance system (UNI-PASS), CBP focuses on "border security" utilizing Autonomous Surveillance Towers (AST) and entity risk models, while GACC emphasizes "control" via hardware automation. Identifying Generative AI (GenAI) and Explainable AI (XAI) as future technological drivers post-2026, this study recommends shifting from item-based to entity-centric risk management, innovating Non-Intrusive Inspection (NII) systems, and establishing robust ethical AI governance.

▶ **Key words:** Customs Administration, Artificial Intelligence (AI), Smart Customs, Risk Management, Cross-border E-commerce, Digital Transformation

[요 약]

초국경 전자상거래의 급증과 지능화된 안보 위협은 기존 관세행정 체계의 한계를 노정시키며, 데이터와 인공지능(AI)에 기반한 새로운 관세행정 패러다임을 요구하고 있다. 본 연구는 데이터 기반 '스마트 관세행정(Smart Customs)' 구축을 추진 중인 한국 관세청(KCS), 미국 관세국경보호청(CBP), 유럽연합(EU:EUCA), 중국 해관(GACC)의 AI 도입 전략을 비교·분석하는 것을 목적으로 한다.

분석 결과, 한국은 전자통관시스템 UNI-PASS를 중심으로 통관 효율성 제고에 중점을 두고 있으며, 미국은 자율 감시 타워(AST)와 엔티티(Entity) 기반 위협 분석을 통해 국경 안보 강화를 추구하고 있다. 유럽연합은 AI와 중앙집중형 데이터 허브를 기반으로 관세 동맹 운영의 구조적 개편을 추진하고 있으며, 중국은 H986과 같은 대형 자동화 장비와 AI 관독 시스템을 결합한 통제 중심 전략을 채택하고 있는 것으로 나타났다.

이를 바탕으로 본 연구는 2026년 이후 본격화될 생성형 AI(GenAI), AI(XAI) 환경에 대비하여, 물품 중심에서 공급망 주체 중심으로의 위협 관리 체계 전환, 비침입 검사(NII) 시스템의 고도화, 그리고 책임성 있는 AI 거버넌스 구축을 한국 관세행정의 핵심 발전 과제로 제시한다.

▶ **주제어:** 관세행정, 인공지능(AI), 스마트 세관, 위험 관리, 전자상거래, 디지털 전환

- First Author: Beom-Soo Shin, Corresponding Author: Beom-Soo Shin
*Beom-Soo Shin (sbs@pcu.ac.kr), Dept. of Global Business, Pai Chai University
- Received: 2026. 02. 10, Revised: 2026. 03. 09, Accepted: 2026. 03. 15.

I. Introduction

1. Research Background

4차 산업혁명 기술의 확산과 함께 국제 무역 환경은 급격한 변곡점을 맞이하고 있다. 디지털 플랫폼을 통한 초국경 전자상거래(Cross-border E-commerce)의 폭발적인 증가는 관세 국경 관리의 복잡성을 가중시키는 주요 요인이다. 관세청(KCS)의 통계에 따르면, 전자상거래 물품 반입량은 2021년 6,300만 건에서 2024년 1억 8,000만 건으로 3년 만에 약 3배 가까이 급증하였다[1]. 이러한 국경간 통관 물량의 증가는 마약류, 불법 의약품, 총기류 등 안보에 위협되는 우범 화물의 은닉 가능성을 높이고 있으며, 기존의 인력 중심 검사 체계로는 전수 검사가 불가능한 한계 상황을 초래하고 있다.

특히 미국 관세국경보호청(CBP)은 증가하고 있는 합성 마약의 유입과 불법 이민자 문제 등 관세국경관리의 전통적 취약점을 대응하기 위해 국경 관리의 '디지털화'를 가속화하고 있다. 세계관세기구(WCO)는 이러한 관세 국경 관리 환경 변화에 대응하여 '데이터 기반의 관세행정'을 강조하며, 인공지능(AI), 빅데이터, 사물인터넷(IoT) 등 파괴적 기술(Disruptive Technologies)의 도입을 적극 권장하고 있다[2]. 관세행정에서 AI 도입은 단순한 업무 효율화를 넘어 국가 안보와 무역 원활화를 동시에 달성하기 위한 선택이 아닌 필수적 요건으로 자리하고 있다. 본 연구는 한국(KCS), 미국(CBP), 유럽연합(EUCA), 중국(GACC) 등 주요국 관세 당국의 AI 기술 도입 현황을 비교 분석하여, 각국의 전략적 특징과 기술적 성과를 규명하는 데 목적이 있다. 기존의 선행 연구들이 단편적인 기술 소개에 그쳤다면, 본 연구는 각국의 AI 전략 로드맵, 구체적인 알고리즘 적용 사례, 그리고 법적·윤리적 거버넌스 체계를 종합적으로 고찰한다.

연구의 범위와 방법은 다음과 같다. 첫째, 문헌 연구를 통해 WCO의 스마트 관세 보고서, 미국 국토안보부(DHS)의 AI 로드맵[3], 한국 관세청의 스마트 혁신 종합계획 등을 분석한다. 둘째, 사례 분석을 통해 미국 CBP의 자율 감시 타워(AST) 및 무역 엔티티 리스크 모델, 한국의 전자상거래 우범 화물 선별 시스템, 중국의 H986 자동 판독 시스템의 기술적 메커니즘을 심층적으로 파헤친다. 셋째, 비교 분석을 통해 각국의 접근 방식 차이를 도출하고, 2026년 이후 본격화될 생성형 AI(Generative AI)와 설명 가능한 AI(XAI) 시대에 대비한 한국 관세행정의 발전 방안을 제언하고자 한다.

II. Theoretical Background

1. The Conceptual Framework of Smart Customs Administration

'스마트 관세'란 4차 산업혁명 기술을 관세행정 전반에 접목하여, 데이터에 기반한 의사결정과 자동화된 업무 처리를 구현하는 미래형 조직을 의미한다. WCO는 이를 '데이터 문해력(Data Literacy)'을 갖춘 조직으로 정의하며, AI와 기계학습(ML)을 통해 방대한 무역 데이터에서 숨겨진 패턴을 찾아내고 위험을 사전에 예측(Predictive)하는 역량을 강조한다[4].

2000년대 관세행정 전산화가 종이 서류를 전자 문서(EDI)로 바꾸는 것에 집중했다면, 스마트 관세행정은 비정형 데이터(X-ray 이미지, 자연어 신고서, CCTV 영상)를 분석하고, 사물인터넷과 블록체인을 통해 공급망 전체를 가시화(Visibility)하는 단계로 진화하고 있다. 최근 연구들은 AI 도입이 관세행정의 효율성, 정확성, 투명성을 획기적으로 개선할 수 있음을 입증하고 있다[5](Taylor & Francis, 2025). 특히, 생성형 AI(GenAI)의 등장은 단순 반복 업무의 자동화를 넘어, 복잡한 법령 해석이나 민원 상담, 리스크 분석 보고서 작성 등 지식 집약적 업무까지 AI가 보조하는 시대를 열고 있다[6].

2. Integrating Data-Driven Risk Management with AI Algorithms

관세국경관리에 있어서 전통적인 위험 관리는 전문가의 경험과 해당 직무의 숙련도에 의존한 '규칙 기반(Rule-based)' 시스템이었다. 예를 들어 "특정 국가에서 발송된 일정 중량 이하의 화물은 전수 검사한다"는 식의 정적 규칙은 신종 우범 화물의 통관에 취약하다. 반면, AI 기반의 위험 관리는 과거의 적발 데이터와 정상 거래 데이터를 학습하여 확률적으로 위험도를 계산한다. 먼저 앙상블 학습(Ensemble Learning)의 경우 Random Forest나 XGBoost와 같은 알고리즘을 활용하여 관세 데이터 분석에 효과적인 것으로 보고되고 있다. 이들은 여러 개의 결정 트리(Decision Tree)를 결합하여 예측 성능을 높이고 우범화물 식별에 효율적으로 적용할 수 있다[7]. 또한 거래 당사자 간의 복잡한 공모 관계를 파악하기 위해 그래프 신경망(GNN: Graph Neural Networks)을 활용한 공급망 네트워크 분석 기술도 도입되고 있다. 이는 개별 화물이 아닌 '거래 관계' 자체의 리스크를 평가함으로써 위장 기업(Paper Company)이나 우회 수입을 탐지하는 데 탁월한 성능을 나타내고 있다[8]. GNN 기반 모델은 공급망 내

숨겨진 리스크 노드를 식별하는 데 있어 전통적인 중심성(Centrality) 분석 방법보다 약 14% 포인트 높은 재현율(Remember)을 보였으며[9], X-ray 영상 판독에는 합성곱 신경망(CNN) 기반의 객체 탐지(Object Detection)기술을 사용할 수 있다. 최신 기술은 이중 에너지(Dual-Energy) X-ray 정보를 활용하여 물체의 원자 번호와 밀도를 분석, 마약과 같은 우범화물을 유기물/무기물 색상으로 구분하고 AI가 이를 자동으로 식별한다[10].

III. Performance Analysis of Smart Customs Implementation in Major Countries

1. U.S(CBP) : Security-Oriented Surveillance & Trade Entity Risk Mode

미국 관세국경보호청(CBP)은 9.11 테러 이후 국토 안보를 최우선 가치로 설정하고, 'DHS AI 로드맵 2024'에 따라 AI를 관세 국경 방어의 핵심 자산으로 활용하고 있다. CBP의 전자통관시스템인 ACE(Automated Commercial Environment)는 단순한 신고 처리를 넘어, 지능형 리스크 관리 플랫폼으로 진화했다. 리스크 관리의 핵심은 '무역 엔티티 리스크 모델(Trade Entity Risk Model)'이다. 이 모델은 화물 자체의 속성보다 수입자, 수출자, 운송인 등 공급망 내 주체(Entity)들의 프로필과 관계망을 분석한다. Supervised Learning 알고리즘을 통해 과거 위반 이력, 재무 상태, 거래 패턴 등을 학습하여 리스크 점수를 산출하며, 이를 통해 위장 기업이나 반복적인 위법 행위자를 선제적으로 식별한다[11](DHS, 2024).

자율 감시 타워(AST)와 비침입 검사(NII) 혁신 사례로는 미국 남서부 국경 지역 앤드루릴(Anduril)사의 자율 감시 타워(AST)가 설치되어 있다. 태양광으로 작동하는 이 타워는 레이더와 컴퓨터 비전 기술을 결합하여 사람, 차량, 동물을 구별하고, 래티스(Lattice) 플랫폼을 통해 국경 순찰 대원에게 실시간 위협 정보를 전송한다. 2024년 텍사스 빅 밴드 구역에서는 AST 도입 후 불법 이주민 발생 건수가 58% 감소하는 등 실질적인 감시 효율성을 입증하였다(CBP, 2024). 또한, 차량이 멈추지 않고 통과하는 'Pre-Primary Scanning' NII 시스템에 이상 탐지 알고리즘(ADA)을 적용하여, 2024년 한 해에만 약 50,000파운드의 마약류 및 우범화물 적발의 성과를 거두었다.

또한 사람의 이동을 주요 검색으로 하는 출입국 관리의 경우 공항과 항만에서 '여행자 검증 서비스(TVS)를 운영

중이다. 이 시스템은 클라우드 기반의 안면 인식 기술을 활용하여 여권 제시 없이 신원을 확인하며, 98% 이상의 높은 정확도를 자랑한다. 2024년까지 누적 8억 8천만 명 이상의 여행자를 처리하며 2,257명 이상의 신분 위조자를 적발하였다[2].

2. EU(EUCA):The Three Pillars of EU Customs Reform

EU의 경우 관세 행정의 비효율성을 해소하고 AI 기반 스마트 관세행정 도입을 위해 대대적인 개혁을 추진하고 있다[11][12].

EU의 관세행정 개혁의 주요사항은 다음과 같다. 첫째, 스마트한 관세 통관 및 위험 관리(Smarter Approach to Customs Checks)이다. 관세행정 개혁안은 인공지능(AI)과 머신러닝을 활용한 데이터 분석을 통해 공급망 전반을 실시간으로 감시하는 시스템을 지향하고 있다[13]. 이를 통해 세관 당국은 물품이 선적되기 전 단계에서부터 위험을 예측하고 관리할 수 있게 된다[12]. 개별 거래 건별 신고에 의존하던 기존 방식에서 벗어나, 공급망 전체의 데이터 흐름을 분석함으로써 안전·보안환경 기준을 위반하는 불법 물품의 유입을 효과적으로 차단하는 데 중점을 둔다[14].

둘째, 전자상거래에 대한 현실적 접근(Modern Approach to E-commerce)이다. 기존 관세 시스템은 소비자 및 운송업체에 과도한 부담을 지우고, 급증하는 소액 소포를 효율적으로 통제하지 못한다는 한계가 있었다[15][16]. 이에 개혁안은 온라인 플랫폼을 단순 중개자가 아닌 '간주 수입자(Deemed Importer)'로 지정하여 관세 및 부가세 납부와 제품 규정 준수에 대한 법적 책임을 부과한다[17]. 즉, 온라인 마켓플레이스와 플랫폼은 판매 시점에 관세와 부가세를 징수·납부하고, 제품이 EU의 환경 및 안전 기준을 충족하는지 확인할 책임을 지게 된다[18]. 이를 통해 세관 당국은 수백만 명의 개별 소비자가 아닌 소수의 플랫폼을 대상으로 집중적인 관리가 가능해진다.

마지막으로 새로운 관세 관리 기구의 출범과 데이터 보안 시스템 구축이다. EU 27개 회원국별로 분절된 IT 시스템과 관리 체계를 EU 차원에서 통합하는 것이 핵심 기술적 기반이다[19]. 이를 위해 EU 관세청(EU Customs Authority, EUCA)을 신설하여 분산된 관세 행정을 통합적으로 조정하고, 범 EU 차원의 위험 관리와 위기 대응, EU 관세 데이터 허브 운영을 담당하도록 한다[20]. EU 관세 데이터 허브는 회원국별 상이한 IT 시스템을 대체하는 중앙 집중형 데이터 플랫폼으로, 기업은 데이터를 한 번만 입력하면 모든 회원국 세관에서 공유할 수 있다

(Once-only principle)[21]. 이 시스템은 2028년 전자상거래 물품을 대상으로 시범 운영된 후, 2038년 모든 무역 거래로 확대 적용될 예정이다. 한편, 우범 화물 수입 통제 시스템인 ICS2(Import Control System 2)는 2026년까지 항공·해상·육상 등 모든 운송 수단에 전면 도입되어, 국경 도착 이전 단계에서 안전·보안 위험을 사전에 차단하는 것을 목표로 한다[22]. EU의 관세 행정은 단순한 행정 절차의 변혁이 아닌, 디지털 기술을 활용하여 관세 동맹의 운영 방식을 근본적으로 재편하는 시도이다. 이는 2026년부터 시작될 전자상거래 규제 강화와 2028년 데이터 허브 및 통합 관리 기구의 출범을 통해, 보다 안전하고 경쟁력 있는 단일 시장을 구축하려는 EU의 디지털 전략 의지를 보여준다.

EU의 기술적 실증사례로는 실시간 데이터 크롤링 및 이상 탐지 모델을 적용한 PROFILE, 엑스레이(X-ray) 화물 검사의 오탐지율을 최소화하는 CustomAI, 모바일 인공지능(AI) 스캐닝을 통한 전수 검사 체계를 지향하는 벨기에의 BECUS, 그리고 관세 전문가 간 혁신 네트워크인 PEN-CP 등의 프로젝트가 투입되어 데이터 기반의 예측적 위험 관리망의 구축이다[23]. 이러한 기술적 기반을 바탕으로 폭발적으로 증가하는 소액 화물의 통제를 위해 2026년부터 150유로 미만 화물에 대한 관세 면제(De Minimis) 조항을 전면 폐지하고, 품목분류 단위별 3유로의 임시 일괄 관세(Flat fee)를 부과하여 분할 배송 및 저가 허위 신고를 제도적인 차단을 목표로 하고 있다[24]. 이와 동시에 글로벌 온라인 플랫폼을 단순 중개자가 아닌 '간주 수입자(Deemed Importer)'로 지정하여 관세 납부 및 역내 안전 규격 준수에 대한 법적 책임을 직접적으로 강화하여, 면세 폐지로 인한 과세 행정의 복잡성을 완화하고자 상품을 5개 구간(0%, 5%, 8%, 12%, 17%)으로 분류하는 '5단계 단순화 관세(Bucketing System)'를 도입을 목표로한다[25]. 결과적으로 간주 수입자가 사전에 제출한 제품 데이터는 인공지능 알고리즘과 연계되어, 규제 미달 물품이 역내에 도달하기 전 선적 단계에서부터 자동 차단되는 고도화된 데이터 주도형(Data-driven) 관세국경 통제 시스템으로의 완성을 목표로 하고 있다[26].

3. China (GACC): The Smart Customs Initiative

중국 해관(GACC)은 거대한 물동량을 처리하고 국경 통제를 강화할 목적으로 '스마트 세관(Smart Customs)' 프로젝트를 국가적 차원에서 추진하고 있다. 먼저 H986 시스템과 AI 지능형 판독 시스템의 사례를 들 수 있다. 중국

의 AI 전략은 하드웨어와 소프트웨어의 강력한 결합이 특징이다. 대표적인 사례가 대형 컨테이너 검색기인 H986 시스템이다. 상하이 양산항 등 중국 주요 항만에서는 자동 운반차량(AGV)이 컨테이너를 이송하면 H986이 스캔하고, AI 알고리즘이 영상을 분석하여 밀수품이나 신고 위반 물품을 탐지한다. GACC에 따르면, AI 판독 시스템은 금지 물품 식별과 품목 분류 검증에서 95% 이상의 정확도를 보이며, 인간 판독관의 개입을 최소화하여 통관 시간을 획기적으로 단축시켰다[27].

또한 중앙 집중식 데이터 통제 및 플랫폼을 활용한 '스마트 세관, 스마트 국경, 스마트 연결(3S)' 전략 하에 통관 데이터, 물류 이동 정보, CCTV 영상 등을 중앙 플랫폼으로 통합하여 분석한다. 이러한 중앙 집중형 데이터 거버넌스는 전국 세관의 일관된 법 집행과 신속한 위기 대응을 가능하게 하며, 특히 국경 간 전자상거래(Cross-border E-commerce) 물품에 대한 전수 검사에 가까운 스크리닝 역량을 제공하고 있다[27].

4. Korea (KCS): AI and the Intelligent Advancement of UNI-PASS

한국 관세청은 세계적인 수준의 전자통관시스템 UNI-PASS를 보유하고 있으며, 최근 급증하는 전자상거래 물량 처리에 AI 역량을 집중하고 있다. 한국은 2024년 기준 연간 1억 8,000만 건에 달하는 전자상거래 물품을 처리하기 위해 AI 기반의 우범 화물 선별 시스템을 고도화했다. 이 시스템은 110여 개의 특징(feature)을 분석하여 고위험 화물을 식별하며, 분석 시간을 기존 1시간에서 1분 미만으로 단축시켰다[24].

또한 특송 화물과 국제우편에 적용된 AI X-ray 판독 시스템은 물품의 밀도와 원자 번호를 분석하여 마약류와 총기류를 탐지한다. 그 결과, 2024년 마약 적발량은 2021년 대비 2.2배 증가하는 성과를 거두었다[24]. 아울러 한국 관세청은 생성형 AI(GenAI)를 활용해 복잡한 무역 데이터를 분석·시각화하는 시스템을 구축함으로써, 데이터 분석 전문가가 아닌 일반 직원도 데이터 기반 의사결정을 수행할 수 있도록 지원하고 있다. 이러한 시스템은 업무 자동화(RPA)와 결합되어 행정 비용 절감에도 기여하고 있다[28].

Table 1. Comparative Analysis of Key Features of Major Customs Authorities

Category	US(CBP)	EU (EUCA)	China (GACC)	Korea (KCS)
Core Value	Security	Smarter & Safer Single Market	Control	Efficiency
Key Technology	Entity Analysis, Autonomous Surveillance Tower	EU Customs Data Hub, EU Customs Authority	H986 Automation, Central Platform	UNI-PASS, AI X-ray
Data Strategy	Threat Information Linked with Intelligence Agencies	Data-Led Approach, "Once-Only" Principle	Centralized Data Integration	E-commerce Specialized Big Data
Operation Method	Private Sector Sourcing (CSO), Field-Centric	Deemed Importer (E-commerce)	State-led Infrastructure Construction	System Advancement, User Convenience
Performance Indicator	Drug/Terrorism Interception, Identity Verification	Risk Management Effectiveness	Mass Cargo Processing Speed	Reduced Clearance Time, Cost Reduction

IV. Conclusions

AI 기반의 지능형 관세행정(Smart Customs) 구현을 위한 전략적 정책 실행이 필요한 시점이다.

미국, EU, 중국은 각기 다른 전략적 목표 하에 관세행정의 디지털 전환(DX)을 넘어 인공지능 전환(AX)을 가속화하고 있다. 미국(CBP)은 그래프 신경망(GNN)과 같은 고도화된 데이터 분석 기술을 통해 공급망의 숨겨진 위험을 선제적으로 예측하는 '소프트웨어 중심의 리스크 관리'에 집중하고 있으며, 중국은 엑스레이 판독 자동화와 같은 '하드웨어와 AI의 결합을 통한 물류 효율성 극대화'에 방점을 두고 있다. 이러한 글로벌 동향은 전자상거래 물량 폭증과 공급망 복잡성 증대에 직면한 우리나라 AI 도입 관세행정에 명확한 시사점을 준다.

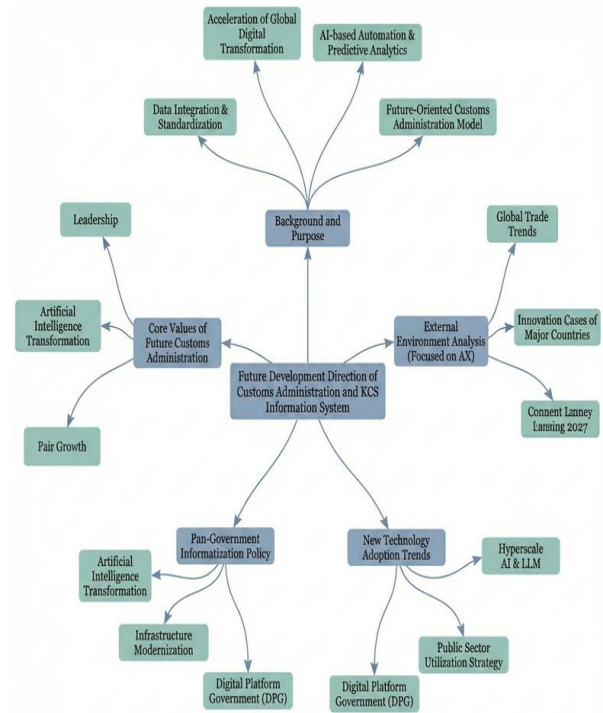


Fig. 1. Strategic Policy Development in Customs Administration

1. Hyperconnected Intelligent Surveillance for Predictive Risk Management

미국 CBP의 '엔티티 리스크 모델'과 중국의 'TianXuan(天选) 지능형 모델', EU의 실시간 데이터 크롤링 및 이상 탐지 모델을 적용한 PROFILE, 엑스레이(X-ray) 화물 검사의 오탐지율을 최소화하는 CustomAI, PEN-CP 등의 사례는 데이터 기반의 예측적 위험 관리망이 구축을 추구하고 있다. 사후 적발이 아닌 사전 예측에 초점을 맞추고 있다. 한국 관세청은 기존의 규칙(Rule) 기반 선별 시스템을 넘어, 머신러닝과 그래프 신경망 기술을 도입하여 무역 거래 당사자 간의 복잡한 관계망과 자금 흐름, 화물 이동 패턴을 입체적으로 분석해야 한다. 이를 통해 마약류 밀반입, 우회 수출입, 불법 외환 거래 등 '보이지 않는 위험'을 선제적으로 탐지(Early Warning)하고, 우범 화물 선별의 정확도(Hit Rate)를 획기적으로 제고해야 한다.

2. Hyper-Automated Video Analysis and Customs Clearance

중국의 스마트 세관 전략인 '3S(Smart Customs, Smart Borders, Smart Connectivity)'는 장비와 알고리즘의 결합을 통해 통관 속도를 높이는 데 성공했다. 한국 역시 급증하는 특송 화물과 여행자 통관 처리를 위해 AI

기반의 X-ray 영상 자동 판독 시스템을 전면적으로 고도화해야 한다. 단순 반복적인 판독 업무는 AI에게 일임하고, 세관 직원은 AI가 식별한 고위험 의심 물품에 대한 정밀 검사와 심층 심사에 집중하는 '인간-AI 협업 모델(Human-in-the-loop)'을 정착시켜야 한다.

3. Private LLM (Sovereign AI) for Customs

Administration

범용 생성형 AI의 보안 우려를 해소하고 관세 행정의 전문성을 담보하기 위해, 관세 법령, HS 품목 분류 사례, 판례 등 내부 데이터를 학습시킨 '관세행정 특화 소형거대 언어모델(sLLM)' 구축이 시급하다. 이는 내부 직원에게는 복잡한 법령 해석과 심사 업무를 지원하는 강력한 'AI 비서(Co-pilot)' 역할을, 대민 서비스에서는 24시간 정확한 상담을 제공하는 '지능형 챗봇' 역할을 수행할 것이다. 특히, 미국 IRS가 AI를 통해 납세자 응대와 감사 효율성을 높인 사례처럼, 한국도 AI를 활용하여 행정 서비스의 품질과 일관성을 높여야 한다.

4. Data Governance and Explainable AI (XAI)

AI 도입이 확대될수록 행정 처분의 법적 정당성 확보가 필수적이다. 미국과 유럽연합(EU)의 사례와 같이, 자동화된 의사결정(예: 통관 보류, 검사 지정 등)에 대해 납세자가 설명을 요구하거나 이의를 제기할 수 있는 절차를 마련해야 한다. 이를 위해 설명 가능한 AI(XAI) 기술을 적용하여 AI 판단의 근거를 투명하게 제시하고, 개인정보보호법 등 관련 법제와 정합성을 갖춘 'AI 행정 책임성 가이드라인'을 수립해야 한다. 또한, 유관 기관 및 민간 물류 기업과의 데이터 융합을 촉진하기 위해 안전한 가명 정보 결합 체계와 데이터 허브를 구축해야 한다.

5. Advancing Global Standards and Reinforcing International Cooperation

미국과 중국이 자국 기술을 중심으로 통관 표준을 주도하려는 상황에서, 한국은 WCO(세계관세기구) 등의 국제기구 내에서 '스마트 관세행정 표준' 제정에 주도적으로 참여해야 한다. 한국형 전자통관시스템(UNI-PASS)의 수출 경험을 바탕으로, AI 기반 위험 관리 모델과 데이터 상호운용성 표준을 개도국에 확산시켜 한국 기업에 유리한 글로벌 통관 환경을 조성해야 한다. 이는 단순한 행정 시스템의 선진화를 넘어, 글로벌 공급망 내에서 한국의 경제안보와 무역 경쟁력을 지키는 핵심 자산이 될 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the research grant of Pai Chai University in 2025

REFERENCES

- [1] WCO News. (2025). The Korea Customs Service's digital innovation and e-commerce. WCO News 108.
- [2] CBP. (2024). Biometrics Privacy Policy and Statistics. U.S. Customs and Border Protection.
- [3] DHS. (2024). Artificial Intelligence Roadmap 2024. DHS Office of the Chief Information Officer.
- [4] WCO. (2025). Detailed Report on the Adoption of Artificial Intelligence and Machine Learning in Customs. Smart Customs Project.
- [5] Fatima, S., Desouza, K. C., & Dawson, G. S. (2020). National strategic artificial intelligence plans: A multi-dimensional analysis. *Economic Analysis and Policy*, 67, 178-194. 10.1016/j.eap.2020.07.008
- [6] IMF. (2025). Generative Artificial Intelligence for Compliance Risk Analysis: Technical Notes and Manuals. International Monetary Fund.
- [7] WSEAS. (2024). Building Machine Learning Models for Fraud Detection in Customs Declarations.
- [8] Siqi Li, Rojjanakajorn Tanita(2024). AI-Related Disciplines: A Comparative Analysis of Regional Trade Agreements and National Regulatory Approaches, *Journal of World Trade*, 59, no. 1 (2024): 23-52.
- [9] Scholar Press. (2024). Graph Neural Network for Daily Supply Chain Problems. *Journal of Logistics*.
- [10] MDPI. (2024). Intelligent Gague Sorting System Based on Dual-Energy X-ray and Improved YOLOv5 Algorithm. *Applied Sciences*.
- [11] European Commission. (n.d.). EU customs reform. Taxation and Customs Union.
- [12] European Commission. (2023). Strategic transformation of the European Union Customs Union: A comprehensive analysis of the 2023 reform and emerging regulatory trends.
- [13] European Commission. (n.d.). EU customs reform: A smarter approach to customs checks. Taxation and Customs Union.
- [14] AEB SE. (n.d.). Change is coming: Taking the Customs Union to the next level.
- [15] PwC. (n.d.). EU customs reform: Deemed importer.
- [16] PwC. (n.d.). Fast-track for the EU customs reform?
- [17] European Commission. (2023). Strategic transformation of the European Union Customs Union: Pillar III - Modernizing

e-commerce and redefining liability.

- [18] European Commission. (n.d.). Large-scale EU customs control action shows most third-country e-commerce goods do not follow standards.
- [19] PwC. (n.d.). Streamlining customs formalities and the introduction of the EU Customs Data Hub.
- [20] European Commission. (n.d.). Applications open for hosting new EU Customs Authority.
- [21] Douane Software – Gateway. (n.d.). EU Customs Data Hub: The engine of the new Customs Union.
- [22] Maersk & Across Logistics. (2026). Customs regulations changes 2026: Key changes in ICS2, CBAM and EUDR.
- [23] European Commission CORDIS (2022). PROFILE Project Reporting; Fundación Valenciaport. CustomAI; Belga News Agency (2026). Belgian Customs deploy mobile scanners.
- [24] C.M. Trade Law (2025). Changing EU E-Commerce Rules: New Import Charges Ante Portas; FZCO (2026). EU Customs Reform 2026: End of the €150 Low-Value Import Relief.
- [25] Hogan Lovells (2025). The EU customs reform: A new path for enforcing the Union's product regulations and key challenges; Council of the European Union (2023). Proposal for a regulation establishing the Union Customs Code.
- [26] European Commission (2026). Large-scale EU customs control action shows most third-country e-commerce goods do not follow EU rules.
- [27] WCO News. (2024). Smart customs in China: Leveraging AI and the 3S strategy for enhanced border control. World Customs Organization.
- [28] WCO News. (2025). Korea's UNI-PASS evolution: Harnessing AI and GenAI for high-volume e-commerce and drug detection. World Customs Organization.

Authors



Beom-Soo Shin received the Ph.D. degree in Economics from Konkuk University in 2013 and is currently with the Department of Global Business at Pai Chai University. He currently serves as the Deputy Director of

Customs Lab 2.0 and is actively engaged in customs research as the Vice President and Editor-in-Chief of the Korea Research Society for Customs.