

국외출장 결과보고서

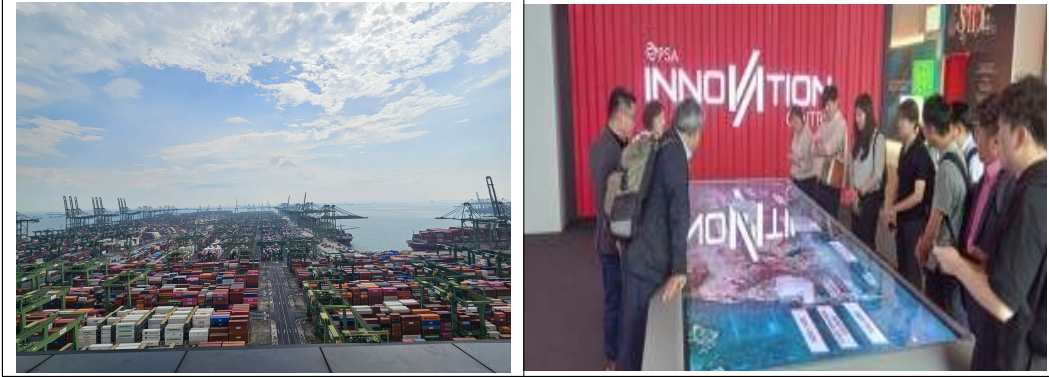
구 분		내 역					
출장자	소속	항만연구본부	성명	이나영	직급	전문연구원	
	소속	항만연구본부	성명	박민정	직급	연구원	
출장목적 (중복선택 가능)	☒ 현지조사(현장, 전문가 회의) ☐ 국제행사 주최 ☐ 국제행사 참가 ☐ 국제회의(정부대표단) 참석 ☐ 세미나, 교육, 훈련 ☐ 기타 ()						
관련사업 (예산항목)	▪ 항만분류체계 개선 방안 연구 용역(국외여비, 회의비, 교통통신비, 일반관리비 등) ▪ 신규 항만 특화개발방안 수립용역 2차(국외여비, 회의비, 교통통신비, 일반관리비 등)						
출장기간	2023.10.31. ~ 2023.11.04.				출장지	싱가포르	
출장일정	일자	방문지		주요업무*		항공편	
	2023.10.31.(화)	출발		부산 → 싱가포르		7C4055 (17:45~23:25)	
	2023.11.01.(수)	[오전] Kalmar(Tuas 자동화 시스템 개발업체) 면담 [오후] PSA 방문		[오전] 투아스 항만 자동화 시스템 관련 면담 [오후] 홍보관 및 Innovation 센터 방문			
	2023.11.02.(목)	[오전] MPA 및 SMI [오후] 국적선사(고려, 장금) 간담회		[오전] 싱가포르항 운영 현황 및 미래 전략 관련 면담 [오후] 투아스 항만 현황 및 이용 문제점 관련 면담			
	2023.11.03.(금)~ 2023.11.04.(토)	[오전] 폴리텍 CEMS 방문 [오후] 귀국		[오전] CEMS 방문 [오후] 싱가포르 → 부산		7C4056 (00:40~08:05)	
출장성과	○ 출장목적 달성 정도 - 세계 주요 항만인 싱가포르항의 운영 현황 및 스마트·친환경 등 육성 전략 확인을 통해 국내 항만 육성 벤치마킹 아이템 등 일정 부분 확보 ○ 주요 성과 - 자동화 항만(투아스)의 주요 하역장비 및 개발 및 하역장비 현황 파악 - 싱가포르 항만의 자동화, 탈탄소화 전략 등 검토 - MPA의 항만 운영 방안 및 연구기관·대학 등과의 협력 방안 검토						
향후계획	○ 출장 성과 공유 계획 - 예산항목 사업 내 해외 사례 조사 부분에 관련 내용 활용 ○ 정책화 등 활용 계획 - 국내 자동화, 탈탄소화 정책 추진에 따른 벤치마킹 아이템 도출에 활용						
참고 등 특이사항 (건의사항)							

* 주요업무 수행 결과 별지 작성 후 첨부

주요 업무내용 (계획(), 결과(√))

업무유형	☒ 현지조사(현장, 전문가 회의) ☐ 국제행사 주최 ☐ 국제행사 참가 ☐ 국제회의(정부대표단) 참석 ☐ 세미나, 교육, 훈련 ☐ 기타 ()
업무①	Kalmar(Cargotec) 관계자 면담
수행계획	☐ 싱가포르 자동화 항만 구축 관련 이송장비 전문업체 Kalmar 관계자 인터뷰 - 참석자 : (KMI) 이나영 전문연구원, 박민정 연구원, (BPA) 연정흠 실장 외 3인, (서안) 서용욱 외 1인, (시스콘) 전종우 소장, (한국해양대학교) 김환성 교수, (Kalmar) Chin Guan Tan, Mohamed Hanif ☐ 논의 내용 - 싱가포르항의 자동화 항만 구축을 위한 자동이송장비 현황 및 투아스 항만의 장비 도입 계획 등
수행결과	☐ 싱가포르항 자동화 항만 구축 관련 현황 발표 - 투아스 관련 10년 전부터 G/C-AGV-T/C간 제어관련 Navigation 시스템 개발 업무에 참여 - PSA의 위험 분산 전략으로 AGV는 최초 12개 기업 참여(현재 5개 기업의 AGV가 투입되어 운영) 등 기업별 상이한 시스템을 통합하는 시스템 구축이 쉽지 않았음 - Kalmar는 초기 AGV 20만대 개발 후 추가 생산은 하지 않는 상황 * G/C, T/C : ZPMC, SANY 등 제작 * AGV : ZPMC, Gaussin, VDL, Kalmar, Kone등 12개 업체 장비 테스트, 현재 5개社 AGV 투입 중 ☐ 부산항 자동화 항만 구축 관련 현황 발표 - 부산항은 ITT 환적에 따른 운영 효율성을 제고하기 위해 항만 내 환적화물 자동운송시스템 개발 중 - 항만 내 환적화물을 25km/h 속도로 자동 운송할 수 있는 모듈형 셔틀, 컨테이너 이적재 장치, 구난장치 및 통합운영시스템 개발이 최종 목표임 * 셔틀 1 SET(2대) 당 컨테이너 1개 운영, 적재중량 25톤 이상, 1회 충전 시 운행거리 15km 이상, 양방향 운행 가능 - 현재 2차년도 사업이 진행중이며, 3차년도(2024)에 실증실험 및 시험평가 통합화 예정 ☐ 질의응답 및 논의사항 - (AGV 투입) 현재 인도네시아 및 방글라데시 치타공 항만 등에 AGV 투입 - (수소 엔진 전환 계획) 현재 칼마가 제작하는 하역장비 등은 전기 동력을 사용하고 있으며, 장래 수소로의 전환도 고려 중, 다만 여전히 수소 배터리 가격이 너무 비싸서 현재 제작 단계에 들어간 장비는 없음, 하지만 5~7년 후에는 수소를 엔진으로 하는 하역장비 등이 상용화될 것으로 예상하고 있음 ☐ 회의 사진

	 
업무②	PSA 홍보관 및 Innovation 센터 방문
수행계획	□ 투아스 터미널 및 파시르 판장 운영 현황 관련 PSA 관계자 미팅 - 참석자 : (KMI) 이나영 전문연구원, 박민정 연구원, (BPA) 연정흠 실장 외 3인, (서안) 서용욱 외 1인, (시스콘) 전종우 소장, (한국해양대학교) 김환성 교수, (PSA) Goh Han Yong, (HMM) Freddy Tan □ 논의 내용 - 투아스 터미널 운영 현황 및 완전자동화 항만 개발 및 운영 계획 등 논의
수행결과	□ 투아스 터미널 및 파시르 판장 운영 현황 - 2027년에 시티 터미널을 폐쇄하여 투아스로 이전 계획, 2040년까지 파시르 판장 터미널도 이전 완료 예정임 - 투아스 터미널 2022년 5월에 공식 운영되고 있으며, 자체 TOS 시스템을 개발하여 현재 운영하고 있으며 초반 생산성은 낮았으나 현재는 어느 정도 안정화 되고 있음 - Finger2 지역은 18개 선석이 향후 운영될 예정이며, 현재 20개 Q/C 운영 중이며 4대는 테스트 중, 향후 최종적으로 69개까지 설치, ARMGC는 총 218대 운영 예정임 □ 완전자동화 현황 및 계획 - 기본적으로는 수직구조를 가지고 있으며, Q/C의 경우 해측 크레인 작업 시, 첫 번째 단계만 원격 조정, 두 번째 크레인 중간에서 AGV까지는 자동 방식으로 하역, 그 외 구간 역시 완전자동화로 운영 - 싱가포르 도심 항만에서 현재 개발중인 투아스 항만에 적용중인 자동화 항만 전향과 관련하여 AGV 및 APM 장비로 확장 계획 등 공유 - APM 기술이 안정화 단계에 이르면 APM이 가격·효율 측면에서 대체 제가 될 수 있다고 판단 - APM은 제한된 항만구역 내에서 테스트 완료했으며 향후 기술 발전에 따라 항만구역 외 ITT시에도 적용이 가능할 것으로 기대 중 □ 질의응답 및 논의사항 - (노동자 문제) 완전자동화에 따른 노동자 해직 문제에 대해 싱가포르는 해직 없이 숙련된 기술직으로 재배치 예정임, 노동자의 전환 배치에 대한 교육은 PSA가 담당하며 싱가포르 노동부에서 도움을 주는 것을 계획, 전환 프로그램은 이미 완성 - (IGV 계획) IGV는 검토 중이나, AGV 적용 및 이후 APM으로 확장 계획으로, 현재 단계에서 IGV 도입은 시기가 이르다고 판단 - (향후 고려사항) 완전자동화 터미널 구축에 따라 여러 회사의 하역기기 등을 사용 예정이며 이들 기기를 유연하게 운영할 수 있도록 고려 중

	□ PSA 홍보관 및 Innovation 센터 방문 사진 
업무③	MPA 및 SMI 관계자 미팅
수행계획	□ MPA 및 SMI(Singapore Maritime Institute) 관계자 미팅 - 참석자 : (KMI) 이나영 전문연구원, 박민정 연구원, (BPA) 연정흠 실장 외 3인, (서안) 서용욱 외 1인, (시스콘) 전종우 소장, (한국해양대학교) 김환성 교수, (MPA) Pauline CHUA 외 1인, (SMI) Murni Nordin 외 2인 □ 논의 내용 - MPA Living Lab 운영 현황 - 싱가포르항 스마트&그린 항만 추진 계획 - MPA 역할 및 싱가포르항 관리 업무 이관에 따른 효과
수행결과	□ Living Lab 소개 및 운영 현황 - 구체적으로 새로운 시스템을 개발 및 테스트할 수 있는 곳으로 향후 항만 운영을 위한 새로운 시스템과 능력을 테스트하고 개발함으로써 해양 분야를 첨단 기술 산업으로 변화시키는 데 도움을 주고자 설립됨 - 기술 공급자와 업계 파트너가 혁신의 공동 개발 및 시범 운영을 할 수 있도록 리빙랩이 연결고리 역할을 하여 기업들의 기술을 상업화 및 국제화하는데 도움을 주고자 함 - 데이터 분석 및 지능형 시스템, 자율 시스템 및 로봇틱스, 스마트 및 혁신 인프라, 안전 및 보안 등 4개 분야의 역량 개발에 초점을 맞추고 있음 - 최근 ABB社*와 Keppel Offshore & Marine社**의 자율운항선박에 대한 테스트가 리빙랩에서 진행 * 스위스를 본사로 둔 자동화 기술 제공 회사 ** 싱가포르 기반의 해양 및 해양공학 기업으로 주로 선박 건조 및 해양 공학 기술 제공 회사 □ MPA의 스마트&그린 항만 추진 계획 - 스마트 항만 기술과 혁신을 통해 항만 운영성을 향상시키고, 환경 지속 가능성 등을 강조하기 위해 여러 가지 노력을 수행 중 - ①자동화 및 로봇 기술을 활용하여 항만 내 업무 효율성 향상, ②빅데이터 및 인공지능을 활용하여 항만 운영의 최적화 구현, ③스마트 센터 및 IoT 장치 등을 활용한 보안 및 안전 감시 기능 확보, ④디지털 플랫폼 개발을 통한 항만 이용 이해관계자들의 협업 촉진 및 항만 통합 운영 시스템 구축, ⑤친환경 항만 구축

	- 친환경에 대해 싱가포르항은 2030년까지 이산화탄소 60만 톤 감축, 2050년까지는 제로 탄소 실현 목표를 수립하였으며 2021년 GCMD(Global Centre for Maritime Decarbonization) 설립 - GCMD는 MPA를 주축으로 BHP, BW, DNV, Eastern Pacific Shipping, Ocean Network Express and Seatrion 등 6개의 설립 파트너로부터 자금을 지원받아 설립 - GCMD는 기술적·상업적 타당성 검증을 통해 해양 생태계 전반에 확장 가능한 저탄소 기술 배치를 가속하고자 함 □ MPA 역할 및 항만 관리 업무 이관 효과 - MPA는 1996년 제정된 MPA법에 따라 설치되었으며 현재까지 싱가포르 항만의 개발과 운영을 책임지고 있음 - 이 전에는 PSA(Port of Singapore)가 싱가포르항만의 관리 업무를 담당하였는데, MPA 설립 이후 항만 관련 업무가 모두 이전되었으며 PSA는 컨테이너 터미널에 상업적 운영을 위한 법인으로 전환 - MPA 설립 이후 항만 관리 효율성이 증대되었으며, PSA는 글로벌 운영사로서의 입지가 강화되어 이관에 따른 효과가 크다고 생각하고 있음 □ 논의사항 - 싱가포르 해사항만청(MPA)과의 국제협력 네트워크를 통하여 BPA에서 추진 중인 자동운송시스템 개발 현황 및 싱가포르 항만의 향후 추진 중인 스마트 항만 전략 및 이송장비 등의 방향성 공유 - 현재 MPA와 SMI에서 국제 표준의 스마트 항만 관련 평가 지표(Index) 공동 개발에 관한 연구 추진 중으로 부산항의 '2030년 세계 스마트항만 3위 목표' 달성 여부에 대한 평가 지표로 활용 가능 - 향후 자동화에 따른 각종 사고 등 대응과 관련된 협력 및 AI 소프트웨어 기술 공동 연구, 정기적인 연구 교환 미팅 등이 진행되길 희망함 □ 회의사진  
업무④	국적선사(장금, 고려) 간담회
수행계획	□ 싱가포르항을 이용하고 있는 국적선사 미팅 - 참석자 : (KMI) 이나영 전문연구원, 박민정 연구원, (BPA) 연정흠 실장 외 3인, (서안) 서용욱 외 1인, (시스콘) 전종우 소장, (한국해양대학교) 김환성 교수, (장금) 박용환 이사, (고려) B.G Lee 이사

	□ 논의 내용 - 투아스 항만 이용 현황 - 싱가포르항 환적 물동량 동향 - 자동화 항만 이용에 따른 선사 입장
수행결과	□ 투아스 1단계 항만 이용 현황 - 중소형 선사 입장에서는 터미널 선택권이 없는 상황임, 물량이 많은 얼라이언스만 파시르 판장 터미널에 배정되고 있음, 중소형 선사는 100% 투아스 배정 - 현재 투아스 항만의 생산성은 좋지 못함, 시간당 15~20개 정도로 통상 중국, 유럽 등의 자동화 터미널의 생산성인 시간당 35~40개 수준에 못미치고 있음 - 투아스 자동화에 따른 운영 현황은 파시르판장 터미널 내 센터에서 모니터링 되고 있는 상황임, 투아스 개장 이후 1~2건의 컨테이너 추락 사고가 발생한 바 있으며 사고에 따른 비용은 PSA가 부담 - 투아스에 AMP가 설치되어 있으나 현재 이용하는 선사는 없음, AMP의 경우 벙커C유 대비 전기 요금이 25% 추가 발생함에 따라 선사 입장에서는 굳이 사용할 이유가 없음 □ 싱가포르항 환적 물동량 동향 - 싱가포르항 환적 물동량은 최근 증가하고 있는데, 로컬 물동량은 빠지고 있는 상황임 - 싱가포르항 환적 물동량에서 가장 큰 비중을 차지하는 국가는 베트남, 인도네시아, 태국 등임 - 선사라도 싱가포르항 물동량 상세 데이터는 받기 힘들, MPA에서 보안상의 이유로 데이터 공유 절대 안함 - 인도네시아의 경우 물량의 약 80% 이상이 싱가포르를 거쳐 가는 구조로, 인도네시아 정부에서는 바탐지역에 싱가포르항을 대체할 환적항만을 구축하려는 생각을 가지고 있음 □ 자동화 터미널에 대한 선사 의견 및 부산항 자동화 활성화를 위한 방안 - 선사 입장에서 생산성만 좋으면 자동화나 일반 하역이나는 크게 중요하지 않은 문제이나, 자동화 터미널의 경우 하역비가 비싸기 때문에 선호하지는 않을 듯 - 부산항의 경우는 싱가포르항과 운영 환경이 다르기 때문에 자동화 항만 터미널 이용 활성화를 위해서는 유인책이 필요할 것으로 생각 * PSA는 환적 목표에 따른 볼륨 인센티브만 제공, MPA 제공의 별도 인센티브는 없음 - 또한 자동화 터미널 특성상 화물 마감 시간이 1일 전으로, 일반 터미널(3~4시간 전)대비 매우 짧아 선사 입장에서는 애로 사항이 존재 - 화물 마감 시간을 연장할 수 있는 추가 방안 등이 고려되면 좋을 듯 - 또한 싱가포르의 경우 ITT 비용은 모두 PSA가 부담하고 있음, 단일 터미널 운영사이기 때문에 가능한 것으로 판단되지만 부산항의 경우 ITT 비용도 선사 입장에서는 부담으로 작용하기 때문에 ITT에 따른 비용 감소 방안도 중요한 고려 요인으로 생각됨 □ 회의사진

	
업무⑤	폴리텍 CEMS(Centre of Excellence in Maritime Safety) 방문
수행계획	□ 폴리텍 CEMS 방문 - 참석자 : (KMI) 이나영 전문연구원, 박민정 연구원, (BPA) 연정흠 실장 외 3인, (서안) 서용욱 외 1인, (시스콘) 전종우 소장, (한국해양대학교) 김환성 교수, (폴리텍) Daniel Zhang 외 2인 □ 논의 내용 - 폴리텍 CEMS 운영 현황 - CEMS 현장 방문
수행결과	□ 폴리텍 CEMS 운영 현황 - MPA는 싱가포르 해양 R&D 역량강화를 위한 전략의 일환으로 전문 연구 인력의 지속가능한 풀을 구축하기 위해 SMI와 협력하여 지역 대학교 내에 해양연구센터(CoEs, Centre of Excellence)를 설립하여 운영하고 있으며 현재 총 4개의 CoEs 설립 - 폴리텍의 CEMS는 그중 한 개의 연구센터로 해상 항해 및 선박 운항 안전을 핵심 목표로 해양사고를 줄이거나 완화시킬 수 있는 기술 및 훈련 시스템 등을 개발하는 것이 목적임 - MPA와 SMI로부터 5년 단위로 펀드를 받고 있는 구조로 2018년 설립 이후 1차레 펀드가 종료되고, 이후 5년에 대한 펀드로 현재 지원받기로 결정됨 - 5년 동안 성과 관리를 통해 향후 지원 여부 등을 판단하고 있음 - 첫 5년 동안의 주제는 디지털이었으며, 향후 5년 동안 개발 주제는 탈탄소화로 포커스 주제는 다양하게 정해지는 편임 - 정부가 지원하고 학교 등과 연계한 이러한 제도가 한국에서 벤치마킹 할 수 있는 좋은 제도라고 생각함 □ CEMS 랩실 방문 - 항해 및 운항 안전을 향상시키기 위해 미래 차세대 선원들의 훈련 시스템을 개발 - 디지털화로 인한 e-Navigation과 같은 새로운 항해 기술은 운항 안정성을 향상시킬 것임 - 이러한 기술을 경험하고 훈련할 수 있도록 교육 프로그램을 개발할 필요가 있음 - 해양 사고의 75% 이상이 사람의 실수로 발생하고 있음, 과거 데이터 분석을 통해 충돌 가정 등 다양한 해양사고 시뮬레이션 제공하고 VR, AR, MR, AI 기술 등을 활용하고 있음 - 특히 AI 엔진이 지원하는 IoT 기기의 AR/VR, 스마트 알고리즘과 같은 시각화 도구는 혼잡한 싱가포르 해역에서 복잡한 해상 교통 시나리오에서 의사 결정을 향상시킬 수 있음 □ 회의 및 CEMS 랩실 방문 사진



- * 주요 업무 내용을 10개 내외로 작성
- * 업무별 수행 결과는 각 700자 이내로 작성(관련 사진, 도표 필요시 추가)
- * 보고서 총 분량은 10페이지 내외로 작성(필요시 조정)