

2020. 11. Vol. 12

Issue Report

중국의 해양과학기술 동향과 시사점

- I 배경
- II 정책 및 R&D 기관
- III 심해 및 극지 탐사
- IV 신흥 해양기술 산업
- V 국제협력 현황과 시사점

KOSTEC

Korea-China Science &
Technology Cooperation Center

Issue/Report는 한중과학기술협력센터가 중국 과학기술계의 주요 이슈를 요약·정리하여 발행하는 자료입니다.



한중과학기술협력센터

Issue Report

2020. 11. Vol. 12

중국의 해양과학기술 동향과 시사점

CONTENTS

I. 배경	01
II. 정책 및 R&D 기관	02
III. 심해 및 극지 탐사	07
IV. 신흥 해양기술 산업	12
V. 국제협력 현황과 시사점	15

I 배경

전략적 수요에 따른 해양기술의 중요성 확대

- 해양 경제와 권익의 경쟁 심화
 - 21세기에 들어서 심해작업, 해저작업 및 극지탐사 위주의 “해양탐사” 경쟁, 그리고 해저 망간단괴, 액체 황화광물 및 가연성 얼음 등 미래 인류 전략자원을 지향하는 “자원개발” 경쟁이 치열해짐
 - 또한 해역 경계, 외부 대륙붕, 국제공공해저 중심의 “블루 인클로저(blue enclosure)” 경쟁이 심화되면서 국가 해양권익 수호 및 국제 해양자원 발언권 쟁탈도 치열해짐
- 중국의 해양경제 고도화 발전의 절박한 수요
 - 해양오일가스, 해양첨단장비, 해양에너지 및 해양바이오제약 등을 대표로 하는 신흥 해양산업이 여전히 초보적인 단계에 있기 때문에 해양 신기술, 신장비 및 신제품에 대한 수요가 갈수록 긴박해짐
 - 현재 중국 해양산업의 과학기술 역량이 강하지 않고 연구성과 이전율이 낮으며, 주요 해양산업 중 전통산업이 주도적 지위를 차지함
- 중국의 해양생태환경 보호문제 가중
 - 중국은 연해경제를 지속적으로 발전시키면서 해양자원의 과도한 개발 및 심각한 환경오염 문제(적조, 해일 등)에 직면해 있는 실정임
 - 따라서 해양 생태환경 모니터링 및 대응메커니즘을 구축하고 해양환경오염 제어 및 생태호보기술 시스템의 구축이 시급해짐
- 중국의 “해양 강국 건설”과 “21세기 해상 실크로드 구축” 전략
 - 중국은 현재 “해양 강국 건설”과 일대일로 사업의 일환인 “21세기 해상 실크로드 구축” 전략을 본격적으로 추진하여 해양권익과 해상안전, 해양경제 및 해양생태환경 등 문제 해결에 노력을 기울이고 있음

II 정책 및 연구개발시스템

중앙정부 정책

○ 「전국 과학기술 흥해(興海)계획(2016~2020년)」(해양국 및 과기부, 2016.12)

- (목표) ① 해양 바이오의약품, 해양 첨단장비, 해수담수화 및 종합이용, 해양신소재, 해양환경보호 및 현대 해양서비스 등 신흥산업 육성, ② 해양 과학성과 전환율 55%, 해양과기진보의 해양경제 발전에 대한 기여도 60%, 해양 발명특허 연평균 증가율 20%, 해양 첨단장비 자급율 50% 각각 달성

[표 1] 「전국 과학기술 흥해(興海)계획(2016~2020년)」의 중점 발전 방향

중점 방향	세부 사업 내용
해양공정장비의 첨단화 촉진	① 해양선박 산업기술의 자주혁신 강화 : 고성능 엔진 등 핵심기술과 쇄빙선 등 다양한 첨단선박의 설계 및 건조능력 향상, ② 해양첨단장비 발전 : 심해 정거장 등 인공구조물의 연구개발 강화, ③ 해양 첨단기기와 범용기술 제품의 자급율 향상 : 고성능 스마트센서 등
해양 바이오의약품 발전	① 신형 해양바이오의약품 및 기능성 식품 개발 : 해양 천연약물과 중약, 신형 해양 의료용 소재 개발 등, ② 안전한 해양바이오제품 개발 : 해양생물 효소, 해양 미생물 백신 등 개발, ③ 해양 공업원료 및 바이오소재 개발 : 신형 해양 섬유, 현대 바이오제조기술 등 개발
해수 담수화 및 종합이용의 규모화 촉진	① 해수 담수화 및 종합이용 관련 핵심설비의 자급율 향상 : ② 해수 담수화 및 종합이용 소재의 자립화 실현, ③ 해수 직접 이용기술의 광범위한 보급, ④ 고농도 염수 이용의 적극 지원
해양 재생에너지 이용기술의 공정화 추진	① 해양에너지 개발의 상품화 추진 : 대용량 조류에너지설비와 파도에너지설비, 온도차에너지설비 개발, ② 해양에너지기술 응용범위 확대 : 해양 목장 건설 등에 필요한 맞춤형 해양에너지발전시스템 개발 등
해양 신소재의 실용화 촉진	① 고효율의 흡착소재, 해수담수화 신소재, 극지 개발 특수소재 등 특수기능성소재 핵심기술 개발 및 응용시범 추진
해양 어업의 안전성 및 효율성 향상	① 현대 해수 양식기술, ② 환경 친화형 양식기술, ③ 해양 수산물 정밀가공 및 안전제어 기술 등 발전
해양 서비스업의 다원화 촉진	① 차세대 정보 네트워크 기술우위를 이용한 서비스 시스템과 제품의 해양관측, 생태보호, 재난 비상대응, 해양교통 등 분야 시범응용 추진

출처 : 国家海洋局/科技部, 「全国科技兴海规划(2016-2020年)」 (2016.12)

- 「13차 5개년계획 기간 해양 분야 과기혁신 전문프로젝트계획」(과기부, 해양국 등, 2017.5)
 - (목표) “해양 강국 건설”과 “21세기 해상 실크로드 구축”을 위해 ① 글로벌 해양변화, 심해 과학 및 극지 과학 등 기초과학 연구 강화, ② 심해 운반작업, 해양환경 모니터링, 해양생태 복구, 해양오일가스자원 개발, 해양생물자원 개발, 해수담수화 및 해양화학자원의 종합이용 관련 핵심기술 개발, ③ 해양생태 보호, 해양재난 방지, 해운보장 등 응용시스템 개발

[표 2] 「13차 5개년계획 기간 해양 분야 과기혁신 전문프로젝트계획」의 중점 임무

중점 임무	세부 사업 내용
심해 탐사기술 연구	① 심해 정거장 연구개발, ② 심해 잠수정 연구개발 및 심해 선행기술 연구, ③ 심해 범용 부대기술 및 1,000~7,000m급 잠수정 작업 및 응용능력 시범, ④ 심해 및 원양 핵동력 플랫폼의 핵심기술 연구개발 등
극지 과학기술 연구	① 극지 환경 모니터링 및 국가 권익 보장, ② 극지 변화가 글로벌 및 중국 기후에 미치는 영향 연구, ③ 극지 자원탐사 및 개발이용, ④ 극지 장비의 기초 및 범용기술 연구
해양환경 안전 보장	① 해양 관측 및 모니터링용 신형 센서기술 개발, ② 해양생태환경 경보모델 독자개발, ③ 해양환경 안전보장 플랫폼 구축
심해 에너지와 광산자원 탐사개발	① 1,500~3,000급 심해 오일가스의 독자개발능력 향상, ② 1,000m급 심해 광산자원의 탐사개발 추진, ③ 해수 담수화 및 종합이용 추진 등
해양 생물자원의 지속가능개발	① 심해 생명과학 및 자원 평가, ② 원양 생물자원 개발 및 종합이용, ③ 그린양식 신모델의 구축과 시범, ④ 근해 생물자원 평가 및 보호, ⑤ 해양약물 혁신 및 첨단 바이오제품 연구개발, ⑥ 그린 해양수산물의 고부가가치 이용
해양 국제협력 추진	① “21세기 해상실크로드” 연선 국가와 양자간 및 다자간 지역적 해양과학 연구계획 추진, ② 국제공동해양시추사업(IODP) 등에 적극 참여 등

출처 : 科技部/海洋局 등, 「“十三五”海洋领域科技创新专项规划」(2017.5)

- 「13차 5개년계획 기간 전국 해양경제발전계획」(발전개혁위원회 및 해양국, 2017.5)
 - (목표) 2020년까지 ① 종합실력 : 해양 생산총액의 연평균 성장률 7%와 GDP 중 비중 9.5% 달성, ② 과기혁신 : 해양 R&D 투입 강도 2.5% 이상, 해양 연구성과 이전율 55% 이상 달성, ③ 산업구조 : 해양 신흥산업 연평균 성장률 20% 이상, 해양 서비스업의 해양생산총액 중 비중 55% 이상 달성, ④ 자원환경 : 근해의 I~II급 해수 비중 70% 이상, 자연해안선 보유율 35% 이상 달성

[표 3] 「13차 5개년계획 기간 전국 해양경제발전계획」의 해양경제 최적화 배치 구조

구분	주요 내용
북부 해양경제권 발전	① 랴오둥(遼東)반도, 발해(渤海)만 및 산둥(山東)반도의 연안과 해역을 대상으로 함 ② 경제발전의 기반이 탄탄하고 해양 과학연구 및 교육 우위가 뚜렷해 중국 북방 지역 대외개방의 중요한 플랫폼임 - 해양 과기혁신 및 기술연구개발기지, 선진제조업기지 및 현대서비스업기지 발전
동부 해양경제권 발전	① 장수(江蘇)성, 상하이 및 저장(浙江)성의 연안 및 해역으로 구성 ② 항구 항운시스템이 보완되고 해양경제의 외향성 수준이 높으며 “일대일로” 건설과 창장 경제벨트 발전전략의 교차지로서 아태지역의 중요한 국제문호임 - 선진제조업기지 및 현대서비스업기지를 중점적으로 발전시킴
남부 해양경제권 발전	① 푸젠(福建)성, 주장(珠江) 입구 및 하이난(海南)성의 연안과 해역으로 구성 ② 해역이 광범위하고 자원이 풍부하며 전략적 지위가 특별하여 중국이 남해자원을 개발하고 국가 해양권익을 수호하는 중요한 지역임 - 선진제조업기지 및 현대 서비스업기지를 중점적으로 발전시킴
섬 개발 및 보호	① 중점 섬 개발 : 저장성 저우산(舟山)군도 신구, 푸젠성 핑탄(平潭) 종합실험구, 광둥성 형친(橫琴)섬 개발 추진 ② 근해 섬을 합리적으로 개발하고 국경지역 섬 개발을 지원하며 섬 자원에 대한 보호와 개발관리를 엄격하게 함
심해 및 원해 공간 확장	① “자오룽(蛟龍) 심해탐사” 공정을 추진해 심해 생물자원 조사와 평가를 실시하고 국가 심해 생물자원 बैं크 및 서비스 플랫폼 구축 - “룽궁(龍宮) 1호” 심해실험플랫폼 구축, 심해 환경모니터링 및 활동탐사 일체화 심해탐측시스템 구축 ② “쉐룽(雪龍) 극지탐사” 공정을 추진해 극지환경 종합조사와 자원 잠재력 평가 실시 - 북극 협력을 위한 해안 관측기지 신축, 남극 과학기지 신축, 신형의 쇄빙선 신축 및 남극 항공능력 향상을 통해 극지 육·해·공 관측플랫폼을 초보적으로 구축

출처 : 发展改革委/海洋局 등, 「全国海洋经济发展“十三五”规划」(2017.5)



지방정부 정책

○ 광둥성, 「13차 5개년계획 기간 해양경제발전계획」(2017.4)

- (목표) 국가해양경제종합실험구로서의 광둥성은 2020년까지 해양 생산총액 2조 2,000억 위안(연평균 성장률 8%) 달성 및 광둥성 GDP 중 비중 20%로 향상, 해양 분야 R&D 투입 강도 3% 이상 달성 예정

* 광둥성의 해양경제는 최근 다년간 연속 중국 내 1위 유지 중(2019년도 중국 전체의 약 24% 차지)

[표 4] 광둥성 「13차 5개년계획 기간 해양경제발전계획」의 해양경제 배치구도

구분	주요 내용
3대 발전구 및 3대 협력권 육성	① 3대 발전구 : 주장삼각주 해양경제 최적화 발전구, 광둥성 동부 해양경제 중점발전구, 광둥성 서부 해양경제발전구를 중점적으로 발전시킴 ② 3대 협력권 : 광둥-홍콩-마카오, 광둥-푸젠, 광둥-광시-하이난 3대 해양경제협력권을 중점적으로 발전시킴 ③ 2대 해양 선형기지 : 해양 공급측 개혁시범기지, 해양 “해외 진출” 기지 구축
현대 해양산업시스템 구축	① 전통 해양산업 : 해양교통 운수업, 해양 오일가스업, 현대 해양어업, 해양 조선업 등 비교우위가 있는 전통 해양산업의 고도화 발전 촉진 ② 해양 신흥산업 : 해양공정장비 제조업, 해양 바이오의약, 해양전자정보산업, ④ 해수 담수화 및 종합이용 등 해양 신흥산업 전격 육성 ③ 잠재력 산업 : 심해 광산, 해양 재생에너지, 녹색 카본싱크 등 적극 발전

출처 : 廣東省海洋与渔业厅, 省发展和改革委员会, 「广东省海洋经济发展“十三五”规划」(2017.4)

○ 칭다오(靑島), 「“해양+” 발전계획(2015~2020년)」(2016.1)

- (목표) 해양경제 선두주자 도시 및 국가해양발전연구센터를 구축해 2020년까지 해양 생산총액의 GDP 중 비중 30%로 향상 : 고수준의 R&D센터 20개 유치 또는 신축하여 총수를 40개로 증가, 해양 분야 과기형 중소기업 500개 이상 육성, 해양 분야 유효 발명특허 수를 전체의 25% 이상으로 증가

* 칭다오시는 중국 내 유일한 해양 분야 국가실험실을 보유하는 등 R&D 자원 우위가 강함

[표 5] 칭다오시 「“해양+” 발전계획(2015~2020년)」의 6대 중점 임무

중점 임무	주요 내용
해양 + 新 모델	① 해양 + 인터넷, ② 해양 + 빅데이터, ③ 해양 + 전자상거래, ④ 해양 + 군민융합 산업을 적극 육성함
해양 + 新 업종	① 해양 고효율 물류, ② 해양 문화 체험, ③ 해양 건강스포츠, ③ 해양 특색금융, ④ 해양 모항(母港) 등 현대 해양경제산업 발전시스템을 구축함
해양 + 新 산업	① 현대 해양어업, ② 해양 바이오의약, ③ 해양 첨단장비 제조업, ④ 해양신소재, ⑤ 해수 종합이용, ⑥ 해양 신에너지, ⑦ 해양 환경보호 등 전략적 신흥산업을 육성함
해양 + 新 기술	① 국가기술이전기구 20개를 육성해 선진수준의 해양기술이전 서비스시스템을 형성함, ② 해양 분야 유효 발명 특허 비중을 전체의 25%로 향상시킴
해양 + 新 공간	① 란구(藍谷) 구역을 “해양+” 혁신 책원지로, ② 황다오(黃島) 구역을 “해양+” 첨단 산업 클러스터로, ③ 홍다오(紅島) 구역을 “해양+” 신흥산업 인큐베이터로 발전시킴
해양 + 新 매개체	① “일대일로” 종합교통허브 구축, ② 동부아시아 해양협력플랫폼 구축, ③ 과학기술인문 교류플랫폼 구축, ④ 기업의 “출해(出海)” 서비스 플랫폼 구축, ⑤ 한국과의 경제무역협력 확대

출처 : 靑島市政府, 「靑島“海洋+”发展规划 : 打造国家海洋发展中心」(2016.01)



대표적 R&D 기관

- 중국은 현재 자연자원부, 중국과학원, 농업부 소속의 해양 관련 연구소 외 일부 해양 우위대학, 그리고 해양 분야 국가실험실 등 연구자원을 보유하고 있음

[표 6] 중국 내 대표적인 해양연구자원

소속	연구소명	주요 기능 및 R&D인력 규모
자연자원부	제1 해양연구소 (1958년, 靑島)	- 종합해양연구소로서 칭다오 해양과학기술 국가중점실험실의 “지역 해양동력학 및 수치 시뮬레이션” 및 “해양 지질과정 환경” 2개의 기능실험실 외 해양과학고찰선(2척) 등 보유 - 총 600여명의 연구인력 보유, 이중 교수급 연구인력 180여명 포함
	제2 해양연구소 (1966년, 杭州)	- 종합해양연구소로서 “위성 해양환경 동력학” 국가중점실험실, 해양공정 탐사설계연구원 외 해양과학고찰선(1척)과 종합자원조사선(1척) 보유 - 총 400여명의 연구인력 보유, 이중 원사 5명, 교수급 연구인력 230여명 포함
	제3 해양연구소 (1959, 厦門)	- 종합해양연구소로서 국가급 심해미생물자원뱅크, 해양생물자원 개발 이용공정 기술혁신센터와 해양과학고찰선(1척) 보유 - 총 435명의 연구인력 보유, 이중 원사 1명, 교수급 연구인력 205명 포함
	제4 해양연구소 (2018, 北海)	- 종합해양연구소로서 북부만(北部灣) 해역의 생태계 보호, 남해 해양 권리 수호, 중국-아세안 해양협력 촉진 등에 주력 - 중국의 “21세기 해상 실크로드” 전략사업의 일환임
중국과학원	해양연구소 (1950, 靑島)	- 중국 해양과학의 발원지로서 실험해양생물학, 해양생태환경과학, 해양 지질환경, 해양환경 부식/생물오손(biofouling)(국가해양부식방호공정 기술연구센터), 심해 극단환경 및 생명과정 연구센터 등 연구자원 보유 - 현재 735명의 연구인력 보유, 이중 원사 6명, 전문기술인력 500여명 포함
	남해해양연구소 (1959, 廣州)	- 종합해양연구기관으로서 열대 부속해 해수권-지질권-생물권의 구조와 상호작용 법칙, 남해 특색의 열대해양자원 및 환경과정 이론과 응용기술 연구에 주력 - 총 656명의 연구인력 보유, 이중 원사 3명, 교수급 연구인력 212명 포함
교육부	해양 우위대학	- 중국해양대학, 상하이해양대학, 저장해양대학, 광둥해양대학(湛江), 다롄해양대학 등 전문대학 외 사면대학, 통지대학, 중산대학, 중국지질대학, 저장대학 등 우위대학 보유
과기부 등	칭다오 해양과학기술 국가실험실(2013)	- 해양 분야 유일한 국가실험실(시범)로서 현재 ① 해양 생물학 및 생물 기술, 해양광산자원 평가 탐사기술, 해양약물 및 바이오제품, 해양생태 및 환경과학 등 8개 기능실험실, ② 해양첨단장비, 해양탐사, 심해어업 공정, 해양응용기술, 해양신소재 5대 공동연구소, ③ 국제남반구해양 연구센터, 국제고해상도지구시스템 예측실험실 등 해외 연구센터 보유 - 이미 2,000여명의 연구인력 규모 형성
농업부	중국수산과학연구원 (1978, 北京)	- 종합어업연구기관으로서 황해수산연구소 등 9개 연구소에 교수급 연구인력 743명 보유

출처 : 공개자료에 기반해 KOSTEC 정리

III 심해 및 극지 탐사

가. 심해 탐사

심해 탐사 추진 과정

- 1978년 4월 22일, “상양홍(向陽紅) 05” 해양탐사선이 태평양 투발루(Tuvalu) 서쪽의 4,784m 심해저에서 첫 망간괴(ferromanganese nodule) 샘플을 발견하면서 중국 심해 탐사사업의 서막을 열어놓음
- 20세기 말에 이르러 중국은 태평양지역에서 심해 종합조사 등을 통해 망간괴 외에도 열수 황화물, 코발트 리치 클러스트(cobalt-rich crust), 해양지질 및 해양대기 등 다양한 샘플과 데이터를 획득해 해양과학 발전의 기반을 마련함
- 2005년 4월 2일부터 약 300일간, “다양(大洋) 1호” 해양탐사선이 최초로 3대양(태평양, 대서양 및 인도양)에 대한 글로벌 심해 탐사를 진행하면서 국제 심해 탐사 분야의 영향력을 과시하기 시작함
- 이에 자신감을 얻은 원사급 해양과학자 32명(劉東升 원사 등)이 공동으로 중앙정부에 해양 국가전략을 추진해 새로운 세기 해양 국제경쟁에 적극 참여할 것을 제언함
- 그후 중국은 18차 당대회(2012년 11월)부터 “해양 강국 건설”의 국가전략을 본격적으로 수립하고 전폭적인 지원을 제공함으로써 중국의 심해 탐사사업이 빠르게 발전함
- 이중 심해 유인 잠수정의 경우, 현재 7,000m급의 “자오룽(蛟龍)”호, 4,500m급의 “심해용사(深海勇士)”호, 10,000m급의 “파이터(奮鬥者)”호 3개 시리즈를 보유중임
- 또 심해 무인 잠수정의 경우, 무인 유선 잠수정 “하이룽(海龍)”호, 무인 무선 잠수정 “첸룽(潛龍)”호, 작업형 심해 무인 잠수정 “하이더우(海斗) 1호”(1만m급)를 보유중임
- 향후 심해 드릴링용의 “선룽(深龍)” 외 해양데이터 클라우드컴퓨팅용의 “윈룽(雲龍)”, 해상 지원용의 “룽궁(龍宮)”, 해상 구조용의 “롄룽(鯢龍)” 등을 개발해 완비된 심해 탐사시스템을 형성할 예정임

심해 유인 잠수정

- “자오룽(蛟龍)”호 심해 유인 잠수정은 7,000m급 해저 탐사능력을 형성하여 중국의 심해 유인 과학연구 및 자원탐사 능력을 세계 선진수준으로 향상시킴
 - 심해 운반기술, 심해자원 탐사와 과학연구를 위한 중요 기술장비를 개발하기 위해 국가해양국의 총괄 하에 중국선박중공업그룹 제7연구소, 중국과학원 선양(沈陽)자동화연구소와 음성학연구소 등 100여개 연구기관이 공동으로 참여함
 - ※ 2002년에 입안하여 10년만인 2012년에 마리아나해구에서 7,062m 심해 탐사 실험에 성공, 주로 심해광산 탐사, 해저 고정밀도 지형측량, 이상물질 탐측 및 포획, 심해생물 고찰 등 기능 보유
 - 연평균 20회 잠수하여 중국 남해, 인도양, 태평양 등의 해산지역, 냉천지역, 열수지역, 대양산령지역 등 심해 탐사를 통해 원생동물, 자포동물, 연체동물, 갑각류 동물, 코발트 리치 클러스터(cobalt rich crust), 망간단괴 등 심해생물과 광산을 발견하는 등 심해 선행과학 분야에서 세계적인 영향력이 있는 40여편의 논문을 발표함
- 그후 같은 연구진이 또 더욱 높은 자립화율과 기술력을 자랑하는 “심해용사(深海勇士)”호 및 “파이터(奮斗者)”호 심해 유인잠수정 개발에 잇달아 성공함
 - 중국의 2세대 유인잠수정인 4,500m급의 “심해용사”호는 더욱 높은 자립화율(95% 이상)과 더욱 강한 실용성을 보유하고 있으며 2017년에 잠수 테스트에 성공함
 - 2020년 11월 10일, 마리아나해구에서 10,000m급 심해 잠수 테스트에 성공한 “파이터”호 심해 유인잠수정은 더욱 안전하고 안정적인 에너지시스템, 더욱 선진적인 제어 시스템과 항법시스템, 그리고 압력에 더욱 잘 견디는 유인잠수정과 부력소재를 사용함

[그림 1] 중국의 대표적 심해 유인 잠수정 이미지



출처: 百度百科, “蛟龙号载人潜水器”, “奋斗者号载人潜水器”

<https://baike.baidu.com/item/%E8%B3%9F%E9%BE%99%E5%8F%B7%E8%BD%BD%E4%BA%BA%E6%BD%9C%E6%B0%B4%E5%A8/1048066?fr=aladdin>



심해 무인 잠수정

- “하이더우(海斗) 1호” 작업형 심해 무인 잠수정을 개발해 마리아나해구에서 첫 1만m급 심해 잠수작업 테스트에 성공하여 동 분야 공백을 메움(최대 수심 1만 907m)
- 2016년 7월, 중국과학원 선양(沈陽)자동화연구소가 과기부의 지원을 받아 음성학연구소, 시안광학정밀기계연구소 및 하얼빈공정대학 등 중국 내 10여개 연구기관과 공동으로 개발사업에 착수함
- 동 연구진은 심해 고정밀도 음성학 항법기술과 멀티센서정보 융합기술을 사용해 심해저 샘플 채집 등 7대 기능의 심해 전동로봇팔을 개발하고, 고정밀도의 카메라시스템을 탑재해 심해저 지질환경과 심해생물 관찰이 가능토록 함
- 2019년에 중국 남해에서 수심 4,500m급의 단계성 실험에 성공하고 2020년 5월에 마리아나해구에서 4회에 걸친 1만m급 심해 잠수작업 테스트에 모두 성공함

나. 극지 탐사



남극 탐사

- 중국은 지난 30여년간의 발전과정을 거쳐 현재 창청(長城), 중산(中山), 쿤룬(昆侖), 타이산(泰山) 및 로스해(Ross Sea) 등 5개의 남극과학기지를 보유하고 있음
- 1983년에 캔버라에서 개최된 제12회 남극조약협상회의에서 중국대표단이 아직 남극 과학기지를 보유하고 있지 않다는 이유로 표결권을 거부당함
- 이에 중국은 1985년 2월에 King George 섬에 첫 남극과학기지인 창청(長城) 기지를 구축하여 남극조약에 관한 국제 발언권을 획득하고 남극 탐사활동을 개시함
- 그 후 남극 내륙지역에 대한 본격적인 연구를 위해 1989년 2월에 Larseman 구릉지역에 중산(中山) 과학기지를, 2008년 10월에 Ice Dome A 구역에 쿤룬(昆侖) 과학기지를, 2014년 2월에 Elizabeth land 지역에 타이산(泰山) 과학기지를 각각 구축함
- 최근 2018년 12월에는 남극 고찰연구의 역사가 가장 길고 남극 국제정비의 초점 지역인 Ross Sea 연안에 다공능의 종합관측능력을 갖춘 로스해 과학기지를 구축하기 시작함

- 중국은 남극탐사를 통한 다량의 샘플 채집과 데이터 분석을 통해 대기과학, 우주과학, 지질과학, 바이오과학, 극지방화 및 해빙, 해양과학 및 제도학 등 분야에서 풍부한 성과를 이룩함
 - 남극 빙하학 분야의 경우, Ice Dome A 구역에 대한 심층 드릴링을 통해 800m 이하 빙심을 채취하는데 성공하여 10~100만년 시간 척도의 기후변화 연구에 정보를 제공함
 - 또 고체 지구과학 분야의 경우, Fildes 반도의 지층서열과 화산지층 연대를 측정하여 전통적인 남극대륙 형성모델에 대한 인식을 바꾸어놓고, Grove 산지에 대한 조사연구를 통해 글로벌 해수면 승강변화에 대한 학술계의 인식을 풍부하게 함
 - 그 외 지질 연구 분야의 경우, 1만여개의 남극 운석 표본을 채집해 남극 지각 진화과정에 대한 인식을 깊이함
 - 2017년 5월 베이징에서 중국이 최초로 주최국 신분으로 남극조약협상회의를 개최함
- ※ 중국이 남극 연구 분야에서 발표한 SCI 논문 수가 1999년의 19편에서 2016년에 157편으로 증가하고 Nature, Science 등 세계적인 학술지에도 여러편의 논문을 게재함

북극 탐사

- 중국의 북극 탐사는 남극 탐사에 비해 시작이 늦었지만 빠르게 발전해 현재 황허(黃河) 과학기지과 중국-아이슬란드 과학기지 2개를 보유하고 있음
 - 2004년 7월 노르웨이 Spitsbergen 제도에 구축된 황허(黃河) 북극과학기지는 북극해의 해양, 해빙 및 대기 간의 상호작용에 관한 종합조사를 진행해 북극해의 해양환경의 급속한 변화와 생태계 및 기후에 미치는 영향을 연구함
 - 2018년 10월 아이슬란드 Akureyri 지역에 구축된 중국-아이슬란드 과학기지는 극광 관측, 대기관측, 빙하연구 외 해양, 지구물리, 생물학 등 분야 관측연구를 진행함
 - ※ 양국이 2012년 4월에 체결한「중국-아이슬란드 북극협력협정」에 근거해 공동으로 구축함
 - 중국은 1996년에 국제북극과학위원회(IASC) 회원국에, 2005년에 니알슨과학운영자회의(NySMAC) 회원국에, 2007년에 북극이사회(Arctic Council) 특별관찰국에 각각 가입함

❶ 극지 장비의 탐사능력

- 쇄빙선은 극지 과학고찰에 있어서 중요한 운반공구로서 현재 “쉐룽(雪龍)” 쇄빙선을 보유중임
 - “쉐룽(雪龍)” 쇄빙선은 1994년 10월에 첫 항해를 시작한 이래 현재 남극 22회 및 북극 9회의 과학고찰 임무를 수행하면서 중국의 극지 탐사 사업에 중요한 역할을 함(2019.4 기준)
 - ※ 1993년 우크라이나에서 구입한 극지 쇄빙운송선을 개조하여 중국 내 유일한 “쉐룽” 극지과학고찰선 형성, 기존의 “상양홍 10”, “J121”, “해양 4호” 및 “극지” 쇄빙선은 모두 퇴역함
 - 2018년 3월에 중국 독자적으로 “쉐룽(雪龍) 2호” 극지과학고찰 쇄빙선을 개발하는데 성공하였는데, 기존의 쇄빙선에 비해 쇄빙능력(쌍방향 쇄빙과 제자리 360° 자유회전 가능)과 과학고찰 능력이 크게 강화되고, 특히 수채 및 해저 탐측능력이 크게 향상됨
 - ※ 길이 122.5m, 넓이 22.3m, 흘수 7.85m, 흘수 배수량 13,990t, 항속력 2만 해리, 90명 탑승 가능
- 극지 강국에 이르는 과정에서 항공역량은 꼭 필요한 요소로서 중국은 현재 “쉐잉(雪鷹) 601” 고정익 극지 전용기를 보유하여 극지고찰의 항공시대를 개척함
 - “쉐잉(雪鷹) 601” 항공기의 주요 기능은 과학연구, 물자수송 및 긴급구조로서 -40℃ 이하 극한 날씨에서 연구인력과 연구설비 탑재 이송이 가능함
 - 2017년 1월 8일, “쉐잉(雪鷹) 601” 항공기가 최초로 남위 69°의 중산 과학기지에서 출발하여 4시간 15분에 걸쳐 1,316km의 빙설고원지대를 비행해 최종 남위 80°의 남극 최고 아이스돔에 도착하는데 성공함

[그림 2] “쉐룽(雪龍) 2호” 쇄빙선과 “쉐잉(雪鷹) 601” 극지 항공기



출처: 1) SGST, ““雪龙2”号极地科考船今天将在上海下水!”, http://news.sgst.cn/xy/yfzx/201809/t20180911_684838.html
 2) 搜狐新聞, “雪鷹601试飞成功 系首架极地固定翼飞机”, https://www.sohu.com/a/53678613_115479

IV 신흥 해양기술 산업

신흥 해양기술 산업이 초보적인 규모를 갖추

- 「중국 해양경제 발전보고 2019」에 따르면, 2018년에 중국의 해양경제 규모가 8조 위안 (전체 GDP의 9.3%)을 돌파하고, 신흥 해양기술 산업이 초보적인 규모를 갖추
- 중국의 해양산업은 개혁개방 초기인 1978년에 60억 위안에 불과하고 주로 어업, 염업, 교통운수업 및 조선업이 위주이었지만, 2018년에는 8조 3,415억 위안을 돌파하고 어업 등 주요 해양산업 외 해양서비스업이 완비된 시스템을 형성함
- ※ 2019년도 해양경제 총생산액은 전년대비 6,000억 위안 증가한 8조 9,415억 위안 기록
- 중국은 현재 환발해(環渤海), 창장(長江)삼각주와 주장(珠江)삼각주를 중심으로 하는 북부, 동부 및 남부 3개의 해양경제권을 기본적으로 형성하고, 상하이 푸둥(浦東), 톈진 빈하이(濱海), 충칭 양장(兩江), 저장 저우산(舟山), 광저우 난사(南沙), 다롄 진푸(金普), 칭다오 서해안(西海岸) 등 6개의 국가급 신구(新區)를 지정함
- 특히 신흥 해양기술 산업 분야의 경우, 국가정책의 전폭적인 지원 하에 해양바이오의약, 해수이용(해수 담수화 등), 심해 전라자원 탐사개발, 해양에너지 및 해양첨단장비 등 다양한 신흥 해양기술 산업이 초보적인 규모를 갖추고 빠르게 발전하고 있음

[그림 3] 2014~2019년 중국 해양 생산총액 증가 추이



출처 : 國家海洋局, 智研資詢

[표 기 중국의 중점 해양산업 클러스터 배치구도

산업 분야	세부적인 배치구도
해양 어업	① 해양목장 육성: 다롄(大連), 위이하이(威海), 옌타이(煙臺), 칭다오(青島) ② 수산물 가공: 다롄, 위이하이, 저우산(舟山), 푸젠(福建)성, 광시(廣西)성 ③ 원양 어업: 다롄, 저우산, 푸젠성, 베이징(北海)
해양장비 제조업	① 다롄, 톈진(天津), 옌타이, 칭다오를 위주로 하는 환발해 지역, ② 상하이, 장쑤(江蘇)성 중부지역, 저장(浙江)성을 위주로 하는 창장삼각주 지역, ③ 광저우(廣州), 선전(深圳) 및 주하이(珠海)를 위주로 하는 주장삼각주 등 3대 해양공정장비 제조업 클러스터 육성
해양선박공업	① 다롄 및 칭다오 위주의 환발해 지역, ② 상하이, 장쑤성 중부지역 및 저우산 위주의 창장삼각주 지역, 그리고 광저우 위주의 주장삼각주 지역 등 3대 조선기지 육성
해양 오일가스	① 톈진, 상하이, 선전, 광시(廣西)자치구 및 하이난(海南)성을 위주로 하여 해양오일가스 개발 벨트 및 오일가스산업 클러스터 육성
해양 약물 및 바이오제품 산업	① 해양바이오의약품, 해양바이오제품 및 해양바이오소재를 집중적으로 발전시키기 위해 상하이, 칭다오, 샤먼(廈門), 광저우 중심의 해양바이오기술 및 해양약물 연구개발 센터 육성
해양재생에너지 산업	① 위이하이 및 칭다오 해양에너지 장비제조기지 및 저우산 및 완산(萬山) 해양에너지 실험장 및 시범구 육성
해수이용산업	① 톈진, 칭다오, 다롄, 탕산(唐山), 저우산 등지에 해수 담수화 및 종합이용 시범기지 육성
해양관광업	① 상하이, 톈진, 선전 및 칭다오에 “중국 크루즈 여행 발전 실험구” 구축 ② 중국-아세안 해양관광 협력권 구축
항운 서비스업	① 상하이, 톈진, 다롄 및 샤먼 등지에 국제항운센터 구축 ② 광시 북부만(北部灣)에 아세안지역을 대상으로 하는 지역성 국제항운허브 구축

출처: 发展改革委, 海洋局 등, 「全国海洋经济发展“十三五”规划」(2017.5)

- 현재 신흥 해양기술 산업을 육성하기 위해 추진중인 대표적인 사업에는 해양첨단산업기지 사업, 과기홍해산업시범기지 사업, 해양경제혁신구 사업 및 혁신플랫폼 사업 등이 있음
 - (해양첨단산업기지) 톈진(天津), 칭다오(青島), 옌타이(煙臺), 위이하이(威海), 저우산(舟山), 샤먼(廈門), 광저우(廣州), 잔장(湛江) 8개 도시를 해양첨단산업기지로 지정함
 - (과기홍해산업시범기지) 상하이, 장저우(漳州), 다핑(大豐), 다롄(大連), 칭다오, 샤먼, 광저우, 톈진, 저우산, 웨이팡(濰坊), 닝보(寧波), 친황다오(秦皇島) 12개 도시를 지정함
 - (해양경제혁신구) 톈진, 난통(南通), 저우산, 푸저우(福州), 샤먼, 칭다오, 옌타이, 잔장, 친황다

오, 상하이, 닝보, 웨이하이, 선전(深圳), 베이하이(北海), 하이커우(海峽) 15개 도시를 지정함
 - (혁신플랫폼) 칭다오 해양과학기술 국가실험실(1개) 외 다수의 국가해양공정기술연구센터(공정디지털기술센터, 해양약물연구센터, 부식방호기술센터 등), 해양중점실험실(20여개), 그리고 일부 해양과기공유플랫폼(천연화합물 बैंक, 약용 생물종자원 बैंक, 미생물균 보존센터, 지질 및 생물 샘플관 등)을 구축해 선행기술 개발에 주력함

※ 일례로 해양 하이텍장비 분야에서는 최대 작업수심이 3,000m에 이르는 반잠수식 드릴링 플랫폼 실험에 성공하고, 해수 담수화장비의 자립화율을 85%로 향상시킴

※ 또 해양약물 분야에서는 알츠하이머 치료제인 GV-971 바이오신약의 3상 임상실험을 완성함

[표 8] 중국 신형 해양기술의 연구수준 및 선진국과의 격차

기술 분야	연구수준 및 선진국과의 격차
심해 핵심 기술	① 심해 압력창, 심해 부력소재, 심해 추진기, 심해 유압제어, 심해 통신 및 포지셔닝 기술, 심해 로봇팔 등 분야 획기적인 성과에 기반해 “자오룽” 유인잠수정, “하이마(海馬)” 원격제어잠수정(4,500m급), “하이옌(海燕)” 심해 수중글라이더 개발에 성공함 ② 단, 심해 탐사와 작업기술의 발전이 불균형적이어서 총체적으로 국제 선진수준과 10년 정도의 격차가 있음
해양자원 개발 및 이용 기술	① 오일가스 : 근해 오일가스 개발능력을 갖추었지만, 심해 오일가스 개발 장비(“해양석유 982” 등)는 대부분 공정샘플링 단계에 있어서 국제 선진수준과 10년 정도의 격차가 있음 ② 해양생물자원 : 근해 해수양식 및 육종기술, 다당류 약물의 연구개발 등 분야는 세계 선진수준이고, 이미 원양 해양생물자원의 개발이용 사업을 시작하였지만 아직 규모와 영향력 있는 해양생물산업을 형성하지 못하였으며, 국제 선진수준과 10년 정도의 격차가 있음 ③ 천연가스화합물 및 해저 고체광산 : 동 분야에서는 이미 심해 채취능력을 갖추음 ④ 해수 담수화 : 동 분야에서는 이미 여러건의 해수 담수화 핵심기술과 핵심장비를 개발함 ⑤ 해양에너지 이용 : 전체적으로 선진국과의 격차가 크지 않고, 이중 조석 에너지 기술은 국제 선진수준과 기본적으로 동등한 수준임
해양환경 모니터링 기술	① 레이더기술, 공정플랫폼 관측기술, 해양 원격제어기술 등의 분야는 세계 선진수준에 근접 ② 해양관측망, 수중 음향 센서망, 모바일플랫폼 관측기술 등이 급속히 발전하였지만 센서제품의 국제경쟁력이 취약함 ③ 총체적으로 중국의 해양환경 모니터링기술은 국제 선진수준과 10년 정도의 격차가 있음

출처 : 科技部, 海洋局 등, 「“十三五”海洋领域科技创新专项规划」(2017.5)

V 국제협력 현황과 시사점

“해상 실크로드” 전략의 활성화를 위해 연선 국가와 해양과기 분야 상생협력 촉진

- 먼저 아시아의 경우 인도네시아, 태국, 말레이시아 등 국가와 양자간 해양협력을 추진함
 - 일례로 중국-인도네시아 간에 해양 협력협정을 체결한 이래 해양과 기후변화 관측연구, 해양과 해안대 환경보호, 해양자원 개발이용 등 분야 양자간 및 다자간 해양과기협력프로젝트를 추진하고 40여회의 해상 공동과학고찰을 실시함
 - 중국 최초의 해외 해양공동연구센터인 “중국-인도네시아 해양기후센터”와 중국 최초의 해외 해양공동관측소인 “중국-인도네시아 해양관측소”를 구축함
- 또한 아프리카 및 군소도서국가연합의 경우 나이지리아, 모잠비크, 자메이카, 바누아투 등 국가와 대륙붕 조사, 해양환경 관측소 공동구축 등 해양협력프로젝트를 추진함
 - 일례로 나이지리아와 서부 대륙붕의 지형지모와 지구물리장 특징에 대한 공동연구를 추진해 현지 어업, 환경보호, 오염물배출공정 설계 등에 참고자료를 제공함
 - 모잠비크와 세이셸과 공동으로 대륙연변지 해양지구과학 공동연구를 각각 추진해 서남인도양의 한랭와(cold vortex) 존재를 입증하는 등 성과를 거둠

선진국과 양자 및 다자간 해양 과기협력시스템 구축

- 중국정부는 미국과 첫 해양 과기협력협정을 체결한데 이어 다양한 국가와 정부간 해양협력협정을 체결하고 해양 관련 국제기구에도 적극 가입함
 - 현재 중국은 미국, 독일, 러시아, 스페인, 캐나다, 영국, 한국 등과 잇달아 정부간 또는 부처간 해양협력협정을 체결해 해양 종합관리, 해양경제, 해양과학연구, 해양환경보호, 해양재해방지 등 분야 협력을 촉진함
 - 또 유네스코 정부간해양학위원회(IOC), 국제해저관리기구(ISA), 대륙붕한계위원회(CLCs), 국제해양법재판소(ITLOS) 등 국제기구에 가입하여 일부 요직을 담당하는 등 국제 해양사무 중에서 갈수록 적극적인 역할을 발휘하고 있음



한국, 중국과 해양 분야 협력 활성화

- 해양 분야에서 한중 양국은 일찍이 1995년에 한국 해양수산부와 중국 국가해양국 간 “한중 해양과학 공동연구센터”를 설립하여 주로 해양학, 해양환경, 해양자원, 해양관리와 정책, 해양경제와 문화, 데이터공유 서비스 등 협력프로젝트를 지원해왔음
- 대표적인 협력프로젝트에는 “황해 해수순환동력학 공동연구(1997~1999)”, “침적 동력학 및 고대환경 공동연구(1998~2004)”, “황해 냉각수기 해역 생태시스템과 생물다양성 조사(2009~2013)”, “황해/동중국해 해양예보모델 개발기술 공동연구(2011~2013)”, “한·중 해양 핵안전 모니터링 및 예보시스템 연구(2011~2013)” 등이 있음
- 그후 2015년도 한중 해양과학기술공동위원회 제13차 회의에서 「해양수산부와 국가해양국 간 해양협력계획(2006~2020년)」을 체결하여 대양, 극지 및 해상 안전 분야에서 탐색성 연구를 강화하고 중대 해양재해에 공동으로 대응하며, 정보기술 공유채널을 보완하는 동시에 국제기구 중의 협력과 상호 지원을 강화할 것을 합의함

[표 9] 2015년 이후 한중 양국의 해양 분야 과기협력 프로젝트 리스트

연도	세부적인 프로젝트
2015년	① 황해/동중국해 해양예보모델 개발기술 공동연구 ② 한중 해양 핵안전 모니터링 및 예보시스템 연구
2016년	① 인공위성 데이터에 기반한 녹조 등 해양환경 모니터링 기술개발 프로젝트 ② 황해/동중국해 해양예보모델 개발기술 공동연구 ③ 한중 해양 핵안전 모니터링 및 예보시스템 연구
2017년	① 지역성 기후모델을 이용한 서북태평양 기후변화 추이 연구 ② 위성 데이터에 기반한 녹조 등 해양환경 모니터링 기술 연구 ③ 황해/동중국해 해양예보모델 개발기술 공동연구 ④ 한중 해양 핵안전 모니터링 및 예보시스템 연구
2018년	① 한중 해양공간계획 공동연구과제 ② 한중 해양에너지 개발이용기술 공동연구 ③ 지역성 기후모델을 이용한 서북태평양 기후변화 추이 연구 ④ 위성 데이터에 기반한 녹조 해양환경 모니터링 기술개발 연구
2019년	① 서북태평양 기후변화 예측 및 응용 연구 ② 황해 대형 부유식 식물성 플랑크톤 블룸에 대한 위성 원격 모니터링기술 연구 ③ 한중 해양공간계획 공동연구

출처 : 中國科學院創新發展研究中心, 「中韩可再生能源合作促进政策研究」(2019.12)

- **(시사점)** 한·중 양국의 해양 분야 협력은 타 분야 정부 간 과기협력에 비해 상대적으로 꾸준하게 추진되어 왔으며, 다음과 같은 분야의 협력확대가 필요함
 - 향후 양국은 해양목장, 해양 바이오제약, 해수담수화, 첨단해양장비 제조 등 해양경제 분야 심층적인 협력을 강화할 필요가 있음
 - 또한 심해 탐사기술, 극지 과학기술, 해양 신소재, 그리고 해양환경 안전 분야 협력을 확대할 필요가 있음
 - 그 외 해양 분야 인력교류를 강화하는 등 現 연구개발 수준에서의 확대발전도 필요함

<자료 출처>

- 国家海洋局/科技部, 「全国科技兴海规划(2016-2020年)」(2016.12)
- 科技部/海洋局 등, 「“十三五”海洋领域科技创新专项规划」(2017.5)
- 发展改革委/海洋局 등, 「全国海洋经济发展“十三五”规划」(2017.5)
- 青岛市政府, 「青岛“海洋+”发展规划: 打造国家海洋发展中心」(2016.01)
- 廣東省海洋与渔业厅, 省发展和改革委员会, 「广东省海洋经济发展“十三五”规划」(2017.06)
- 中國科學院創新發展研究中心, 「中韩可再生能源合作促进政策研究」(2019.12)
- 人民日报, 中国海洋事业改革开放40年系列报道之科技篇
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1599971485007775243&wfr=spider&for=pc>
- 人民日报, 中国海洋事业改革开放40年系列报道之规划篇
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1598045452590441584&wfr=spider&for=pc>
- 人民日报, 中国海洋事业改革开放40年系列报道之卫星篇
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1600581439221282295&wfr=spider&for=pc>
- 科學網, 中国海洋事业改革开放40年系列报道之极地篇
<http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2018/4/409843.shtm>
- 中国海洋报, 圆梦三大洋 建功深海底——中国海洋事业改革开放40年系列报道之深海大洋篇
https://www.sohu.com/a/230854962_100114057
- 人民日报, 中国海洋事业改革开放40年系列报道之海洋意识篇
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1599484817742228908&wfr=spider&for=pc>
- 中国海洋报, 阔步走上世界海洋舞台——中国海洋事业改革开放40年系列报道之国际合作篇
https://www.sohu.com/a/230299355_100114057

- 人民日报, 伟大征程·纪念改革开放40周年 | “科学”号在远航 (报告文学)
<http://news.sina.com.cn/o/2018-11-09/doc-ihnprhzx0160472.shtml>
- 搜狐新闻, 改革开放40年 我国海洋事业取得突出成就
https://www.sohu.com/a/282946257_100088635
- 新浪科技, 走进改革开放40周年大型展览: “国之重器”上天入海
<https://tech.sina.com.cn/d/i/2018-11-29/doc-ihpevhcm3442272.shtml>
- 中国海洋报, 改革风起千帆动 蓝色经济涌大潮——中国海洋事业改革开放40年系列报道之经济篇
https://www.sohu.com/a/232058417_100114057
- 中国海洋报, 中国海洋事业改革开放40年系列报道之预报减灾篇
http://www.mnr.gov.cn/dt/hy/201807/t20180709_2333582.html
- ◆ 中国海洋报, 海蓝蓝的时代变迁——中国海洋事业改革开放40年系列报道之生态篇
https://www.sohu.com/a/228888677_100114057
- 人民日报, “界最大万米级载人舱! 我国全海深载人潜水器球壳建造完成通过验收”
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1648368366970008664&wfr=spider&for=pc>
- 环球网, “中国首艘自主建造的极地科学考察破冰船“雪龙2”号下水“
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1611222703461465215&wfr=spider&for=pc>
 (2018.9.10.)
- 新华社, ““海斗一号”万米深潜记”,
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1669101501329004205&wfr=spider&for=pc>

한중과학기술협력센터 2020.11 Vol. 12

Issue Report

중국의 해양과학기술 동향과 시사점

발행일 2020년 11월

발행처 한중과학기술협력센터

주소:北京市朝阳区酒仙桥路甲12号电子城科技大厦1308室

TEL: 86)10-6410-7876 / 6410-7886

http : www.kostec.re.kr /Email:webmaster@kostec.re.kr