

陈春,高峰,鲁景亮,等. 日本海洋科技战略计划与重点研究布局及其对我国的启示[J]. 地球科学进展,2016,31(12):1 247-1 254,doi:10.11867/j. issn. 1001-8166. 2016. 12. 1247. [Chen Chun, Gao Feng, Lu Jingliang, et al. Analysis on marine science and technology strategy and key layout of Japan and the inspirations to China[J]. Advances in Earth Science,2016,31(12):1 247-1 254,doi:10.11867/j. issn. 1001-8166. 2016. 12. 1247.]

日本海洋科技战略计划与重点研究布局 及其对我国的启示*

陈春,高峰*,鲁景亮,陈松丛
(中国科学院兰州文献情报中心,甘肃 兰州 730000)

摘要:《海洋基本法》和《海洋基本计划》是日本实施海洋战略的重要保障,为海洋科技的发展建立了完善的政策体系,另一方面政府通过启动一些重大海洋研发计划推动《海洋基本计划》的实现。重点介绍了日本政府启动的海洋科技计划和参与的国际合作研究项目,归纳分析了日本海洋科技中心和东京大学海洋研究所的中长期计划和重点研究布局特点,以及在深海研究方面的技术布局、重要内容和先进的仪器设备。结合我国实际情况,提出我国应该加强海洋立法工作和进程、研发具有自主知识产权的基础设施、积极参与国际大型海洋计划,提高话语权以及增强国民海洋意识等建议。

关键词:海洋科技战略;深海研究;中长期规划;研究布局;日本

中图分类号:P74 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-8166(2016)12-1247-08

1 引言

2012年,我国确立了未来海洋经济发展的重要方向^[1],提出通过优先发展海洋战略性新兴产业,壮大海洋经济竞争力,提高海洋科技水平,强调建设海洋强国必须大力发展海洋高新技术,搞好海洋科技创新总体规划^[2]。美国、英国、日本等海洋强国,不仅在海洋资源开发方面和海洋技术方面领先全球,而且还建立了完善的海洋科技创新体系。与它们相比,我国海洋研究的科技实力相对不足,海洋研究基础设施相对于欧美发达国家有较大差距,深远海探测研究能力不足,海洋综合观测能力也有待提高。此外,海洋研究力量较为分散,各研究单元缺乏高效的协调机制,难免出现重复布局的情况^[3],建立合理的海洋科技创新体

系迫在眉睫^[4]。

尤其是作为邻国的日本,其海洋国土面积超过其陆地领土10倍以上,较之陆地,海洋的开发利用更加离不开科研支持和技术创新^[5]。经过多年来的艰苦努力,日本在海洋环境探测技术、海洋再生能源实验研究、海洋生物资源开发工程技术、海水资源利用技术和海洋矿产资源勘探开发技术等领域内均取得了举世瞩目的科研成果,成为举世公认的海洋科技强国。

在这一过程中,尤其值得一提的是,在近二十余年来经济状况持续低迷的情况下,日本政府依然逐年增加经费用于支持海洋科技研发,从而确保了日本的海洋科技发展始终处于世界领先地位。因此,分析日本实施的海洋科技重大项目以及重点研究布

* 收稿日期:2016-10-15;修回日期:2016-11-20.

* 基金项目:中国科学院战略性先导科技专项(A类)“热带西太平洋海洋系统物质能量交换及其影响”(编号:XDA11000000)资助.

作者简介:陈春(1974-),女,宁夏中宁人,副研究馆员,主要从事资源环境领域学科情报分析研究. E-mail: chenc@llas. ac. cn

* 通信作者:高峰(1974-),男,河南驻马店人,研究员,主要从事大气海洋与地球科学技术情报研究. E-mail: gaofeng@llas. ac. cn

局,对我国完善海洋科技创新体系具有借鉴作用。

2 日本海洋立法及重大研发计划

2.1 海洋基本法和海洋基本计划

日本政府通过制定《海洋基本法》和《海洋基本计划》确保国家在海洋科技方面的发展。

2007年7月,日本政府颁布了《海洋基本法》^[6],作为统领日本海洋开发、利用和保护领域行为规范的基本法,为日本海洋事业的发展更提供了根本性的法律保障。该法还明确规定了日本海洋政策中重视海洋环境保护和海洋安全;不断充实海洋科学知识以期促进海洋产业发展;通过国际合作带动海洋事业的国际化进程等几个先进理念。

在《海洋基本法》基础之上,日本内阁于2008年3月18日正式通过《海洋基本计划(2008—2013)》,并于2013年进行了第一次修订,提出了今后5年海洋政策新指南。在广泛征集修改意见基础之上,于2013年3月26日正式通过了《海洋基本计划》(2013—2017)决议^[7],提出了12项新举措。在12项新措施中,海洋基础科学研究的布局主要涉及:新型调查设备开发与新技术引入;海底地形、地质、潮流、地壳构造、领海基线等基本数据调查;海洋背景数值的年度变化;海水、海底土壤和海洋生物的放射性监测;重点推进全球变暖与气候变化的预测及适应、海洋能源与矿物资源的开发、海洋生态系统的保护与生物资源可持续利用、海洋可再生能源开发、自然灾害应对等5项与政策需求相对应的研究开发;为构建对海洋及地球相关领域的综合理解、开拓新地学前沿的科学技术基础,推进观测、调查研究以及分析等研究开发工作;推进与海洋相关的基础研究以及与国家存在基础相关的中长期技术、海洋空间综合理解所需要的技术,推进世界领先的基础技术研究开发等各个方面。

日本政府通过设立一些重大海洋研发计划推动《海洋基本计划》的实现^[8]。2013年度,由文部科学省承担的深海大洋钻探计划与地球环境变化研究预算是354.76亿日元(约合人民币21.2亿元),海洋资源研究预算是30.83亿日元(约合人民币1.83亿元)。

2.2 大型研发计划和项目

(1) 地震海啸防灾研究项目

该项目启动于2009年^[9],日本海洋科技中心是项目的主要执行机构。从纪伊半岛冲熊野滩至四国室户岬冲是东南海地震及南海地震的震源区域,构建海底实时观测系统,捕捉海底地震的各种地壳变

化,开展早期预测和模拟的防灾与减灾研究。掌握海底详细构造和地震活动,阐明地震发生机理。为了实现对南海海沟地震和海啸的长期监测,从2006年开始受文部科学省的委托建立熊野滩东南海震源海域的地震与海啸监测系统,2011年8月完成了20个观测点的全部部署。在各观测点都安置了强震仪、地震仪、水晶水压计、微差压表、水听器以及精密温度计,完整捕捉地壳变动从慢慢摇动到大幅度振动的过程。

地震海啸防灾研究项目由技术开发组、数据分析组、系统运用和数据管理组,以及研究计划组构成。研究内容包括地震海啸监测系统(DONET)、钻孔长期观测系统、南海海沟巨大地震的连动性评价研究、变形集中带重点调查与观测、地壳变化与生态监测和深海实时监测系统。“地球”号在水深1937.5 m、海底以下980 m的地点实施双梯度钻井和同时检测。钻探孔套管后,设立永久型的长期监测系统。监测系统包括地震计测仪、倾斜计、形变仪、温度计等各种传感器。南海海沟巨大地震连动性评价研究将实现探测(调查与观测研究)、预测(模拟研究)和预防(防灾与减灾对策)。

(2) 海洋资源研究项目

海底资源研究项目(Submarine Resources Research Project)^[10]于2011年4月1日启动,由日本文部科学省提出立项,具体由日本海洋科技中心和高校实施调查研究。其目的是通过最先进的调查和研究获取海底资源利用不可或缺的知识。该项目分为5个子项目,分别是地球生命工程、海底热液系统、资源地球化学、资源成因和环境影响评价。整个项目由5个子项目组以及调查研究推进组和调查研究计划调整组组成,在开展海底资源成因及甲烷生成研究的同时,利用AUV/ROV等开展详细的资源探测。

早在2008年,大学等研究机构就已经开始开发传感器,从2013年开始,该项目将这些传感器组合在一起开发高效的大区域探测系统。海洋科技中心不仅提高了搭载了传感器的无人潜器功能,还在积极建造可以在海底热液矿床等高温、高腐蚀性等复杂地层进行钻探的、能够搭载最先进仪器和设备的海底大区域研究船。在探测方法的研究开发方面,调查矿床的生成条件,构建矿床生成模型。开发可以灵活应用这些模型的探测方法,从而进一步加快科学调查。

(3) 北极研究计划

2013 年初美国总统行政办公室和国家科学技术委员会联合发布《2013—2017 年北极研究计划》(Arctic Research Plan: FY, 2013-2017) 确定了今后 5 年美国政府在北极重点资助的 7 个研究领域^[11]。日本于 2013 年正式成为北极理事会正式观察员国, 加入北极研究计划^[12], 通过该计划旨在强化现有研究体制, 推进新的国际合作研究, 形成国际研究据点, 加快人才培养, 提高日本在国际场合的发言权, 推进兼顾北极利用和保护的科学技术外交战略举措。在过去的 3 年里, 日本在北极研究计划中取得了 3 项主要研究成果: ①2012 年 9 月 16 日, 观测到北极海冰缩小至历史最小面积的 349 km², 并明晰了北极的海水分布; ②阐明了因气候变化而导致北极的海冰减少, 但是带来了日本冬天的寒冷; ③微生物的大量繁殖加速了冰床表面的溶解, 提高了因冰床溶解引起的全球范围内海冰和海洋变化的观测精准度。2015 年的经费预算大约为 6.5 亿日元, 主要开展黑碳与甲烷、海洋酸化等国际合作研究, 并且强化人文与社会科学领域的合作, 在美国、加拿大以及新加入的俄罗斯和挪威等地形成研究基地, 派遣年轻科研人员, 持续培养能够活跃在国际舞台上的人才。

(4) 国际大洋发现计划

作为“国际大洋发现计划”(International Ocean Discovery Program, IODP) 的前身, “大洋钻探计划”(Ocean Drilling Program, ODP) 最早开始于 1968 年^[13], 是地球科学中规模最大、历时最久的大型国际合作计划, 其成果改变了整个地球科学发展的轨迹, 几十年来始终是国际地球科学创新的前沿。从 2013 年年底正式启动的新十年“国际大洋发现计划”, 中国科学院院士汪品先教授担任首席科学家。日本提供了“地球”号科考船, 与美国的“决心”号钻探船和欧洲的多艘钻探船保障 IODP 的科考活动。在 2 年多的时间里, 通过海底钻探阐明地球环境变化和地球内部结构, 并探索地壳内神秘的生物圈, 如大陆地壳成因、地球轨道变化对太古时期南极的影响、印度洋孟加拉湾钻探对印度季风形成机理的解析、南海海槽发震带带试验等和最近刚完成的冲绳海槽热液沉积物钻探。

(5) 南极观测计划

南北两极在气候变化以及未来气候预测方面占有重要地位。南极研究观测从 1955 年开始, 以国立南极研究所南极观测综合推进部为中心, 与相关府省和研究机构合作来推进本计划, 并已经取得了重

要的研究成果^[14~16], 如发现了臭氧空洞、南极陨石的采样与分析、冰床深层冰芯(72 万年前形成的冰层)的采样与分析以及极光的发生机理等国际研究成果。现在主要以全球变暖为主题, 推动用南极最大的雷达开展超高层大气观测, 并加强对 50 年以上的定期观测基础数据进行收集和分析。

(6) 基于海岸带复合生态系统变化机理的生物资源生产力再生、保护与可持续利用研究

该项目启动于 2011 年 10 月, 主要执行机构是东京大学海洋研究所, 以阐明海岸带生态系统结构、生物生产功能和变化结构, 并确定生态系统功能再生、保护和可持续利用技术为主旨^[17]。最终实现: 在温带和亚寒带海岸带海域的河口滩涂、沙滩、礁石海草床等单个生态系统基础之上建立复合生态系统, 形成复杂的生物群落; 通过对寒流海域、暖流海域和内海海域稳定状态下的海域比较, 以及复合生态系统各功能的阐明分析, 进行资源生物生产功能解析与生态系统服务定量评价。

自 2011 年 10 月至 2014 年 4 月, 该项目共完成 36 份调查报告, 调查报告主要涉及鲱鱼、比目鱼、鲍鱼、蛤蜊、海参等海洋生物的幼苗采集、生境调查和生态调查, 以及海藻群落、底栖生物群落和浮游生态调查。

3 核心海洋机构的重点研究布局

日本海洋科技中心和东京大学海洋研究所是日本具有代表性的海洋研究机构, 不论在研究布局、学术论文产出和承担的大型项目方面都具有较强实力。

3.1 日本海洋科技中心

日本海洋科技中心(Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, JAMSTEC) 隶属于文部科学省, 其前身是成立于 1971 年 10 月的海洋科学技术中心(Japan Marine Science and Technology Center), 旨在开展海洋研究开发以及海洋地球物理学研究, 2004 年更名为现名, 本部设立在横须贺。

JAMSTEC 的研究领域主要有海洋地质学、海洋物理、海洋生物、海洋生态以及海洋技术研发等, 2014 年 4 月 1 日, JAMSTEC 公布了第三期中期计划(2014—2019 年), 明确了近 5 年的战略研究^[18]。其开发计划主要包括 5 个方面内容:

(1) 海底资源研究开发: 推进对海底热液矿床的成因、形成过程以及特征的系统理解; 综合利用化学、地质、生物化学方法, 详细分析海水元素组成变

化、氧化还原变化以及过去的海洋环境变化,准确掌握富钴结壳稀土成因,提出有利于发现高品质矿床的新方法;开展稀土形成模型和结壳形成模型的实证研究;开展海底烃类资源形成特征调查;解析生态系统变化的恢复能力限值,并构建环境影响评价方法;完成附有调查数据的栖息地地图,完善环境元基因组系统,并提出能够利用先进调查和高准确率数据分析的评价方法。

(2) 海洋与地球环境变化研究开发:推进对海洋—大气、海洋—陆地、热带—极区之间物质与能量交换过程及实际状况的综合理解,加强用于精确预测全球环境变化的技术开发;准确掌握全球变暖及其对海洋酸化和生态系统的影响,以及热量与物质分布变化等全球环境逐渐发生变化的实际状况,对具体事例进行科学实证研究,为气候变化适应、减缓策略的制定提供新的科学依据;加强在北极海域的调查研究,及时公开得到的观测数据和预测数据,向全社会发布防灾和减灾信息。

(3) 海域地震带研究开发:对地壳构造和活动以及历年地震进行精细观测研究,阐明地震与海啸发生机理,提高地震发生、地震动态以及海啸预测精确度的解析研究;开展面向地震带各种现象的模拟研究,积累巨大地震带灾害发生机理的科学知识;开展地震与海啸的综合灾害潜能评价研究,构建面向日本海、南海海槽周边海域地震与海啸灾害减缓的信息基础平台框架,开展海域地壳变化和海底变化起因的灾害潜能评价以及对地域的影响评价;开展因地震和海啸引起的生态系统破坏与修复的相关研究,收集海底地形、海洋环境与生物等信息。

(4) 海洋生命工程研究开发:开展深海生态系统基础构造分析,尝试发现新的真核生物系统群落,开展海洋生物生态系统进化过程、多样性结构以及功能研究;开展极端环境下的生物圈探测研究,积累关于微生物生态系统结构和环境—微生物—生物之间的共生系统相互作用,以及生命进化系统的科学知识;在增进对极端环境下物理、化学过程理解的同时,开展关于特有功能的应用研究,进一步展示生命功能利用的可能性;开展对深海和海洋生物的有用蛋白、生物活性物质等功能以及生产技术的创新性研究。

(5) 尖端基础技术开发与应用:通过钻探采样和钻孔对地壳活动及物质循环进行动态解析,阐明海洋与陆地板块及岩浆的生成和变化过程,阐明海底生命活动与水、碳、能量循环之间的关系以及新的

地球内部的动态解析;高端过程模型研发、用于尖端信息产出的大规模模拟技术的开发、能够融合数据同化与可视化的综合技术开发以及面向社会的信息发布;海洋基础技术的研究开发,开发具备高精准率和强大功能的观测系统,规范准确而高效的操作技术和流程。

3.2 东京大学海洋研究所

2010年4月,由创建于1962年的东京大学海洋研究所和1991年成立的东京大学气候中心合并成立了东京大学大气海洋研究所(Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, AO-RI),致力于海洋与大气科学基础研究以及地球表层系统科学研究。

AORI研究领域布局围绕气候系统研究、海洋地球系统研究以及海洋生命系统研究三大方向^[19]。

(1) 气候系统研究:以解析气候形成和变化机理为目的,对气候系统整体以及大气、海洋、陆面过程等分支系统进行观测和数值模拟研究。该研究部门包括气候系统模型研究组与气候变化研究组2个研究组。气候系统模型研究组主要开发气候系统模型,并通过模拟研究来解析各种现象,该组研究领域又细分为气候系统模型领域、大气系统模型领域、海洋系统模型领域和气候模型比较研究领域。气候变化研究组主要通过观测数据、数值模拟以及对它们的比较、分析和融合研究,解析气候变化的变化机理。该组下设气候变化研究、气候数据综合分析研究、气候水循环研究等3个研究分支。

(2) 海洋地球系统研究:围绕海洋物理、化学、地学以及海洋与大气和海底的相互作用开展基础研究,促进对海洋地球系统的多角度、综合理解。该研究部门包括海洋物理学研究组、海洋化学研究组和海底地质研究组。海洋物理学研究组主要通过海洋环流及变化、水团形成、大气与海洋相互作用、大气和海洋扰动等现象进行观测、实验和理论研究,开展定量分析和动力学解析。该组下设海洋环流、海洋大气动力学以及海洋变化动力学3个研究分支。海洋化学研究组主要推进先进分析方法的开发与应用,对大气、海洋以及海底间的生物地球化学物质循环开展大时空尺度的解析。该组设置了海洋无机化学、海洋生物地球化学、大气与海洋分析化学等3个研究分支。海底地质研究组重点开展洋中脊、弧后盆地、板块俯冲带等海底动态分析,并根据海底沉积物记录的地球环境记录进行复原与解析。该组设置了海底地质学、海底地球物理学与海底构造学等3

个研究分支。

(3) 海洋生命科学研究:通过对海洋生命进化、生理、生态以及资源管理等开展基础研究,增进对海洋生命系统的多角度及综合理解。该研究部门包括海洋生态系统动态研究组、海洋生命科学研究组和海洋生物资源研究组。海洋生态系统动态研究组主要研究海洋生态系统中各生物群的生活历史、进化和相互作用,并解析它们在维持物质循环和地球环境中所发挥的作用。主要研究分支包括浮游生物领域、微生物领域和海底生物领域。海洋生命科学研究组主要从分子水平到群落水平研究生物进化历史、生命历史、洄游现象以及环境适应等各种生命现象。该研究组设置了生理学、分子海洋生物学和行为、生态及观测领域等研究分支。海洋生物资源研究组主要围绕海洋生物资源变化机理和持续利用海洋生物资源,对物理环境动态、资源生物生态以及资源管理等开展研究。该研究组设置了环境动态、资源分析和资源生态等研究分支。

4 深海研究布局

从日本的国家重大计划以及海洋机构的重点研究布局可以看到日本在深海研究^[20,21]的部署强度,由于深海研究对技术和先进设备的依赖性较强,更能体现出一个国家在海洋科技研究方面的综合实力。

4.1 深海基础研究

海洋生物多样性研究:在东北地区三陆冲海域深海开展生态系统调研研究,即生态系统群落的构成物种、群落间的相同性、进化过程、生物间的相互作用以及生活史,构建深海生物群落形成过程的情景。

深海与地壳生物圈研究:阐明极端环境生物的生理活性与细胞功能,开展环境再现的实验室培养方法,促进深海极端环境下微生物物种的培养和功能解析,以及生物与基因资源的利用;对极端环境生物圈进行探索和调查,验证生态系统构造与岩石地质特性和地球化学等主要因素间的相互关系;深海与地壳内环境监测传感器的开发、试验及完善;开展海底生命探测、生物质研究、微生物多样性与代谢功能研究、适应进化及生态战略功能研究,以及相应技术的改良与开发。

海洋环境与生物圈变迁过程研究:对国际大洋发现计划沉积物采样进行分析;利用现场同位素实验的采样分析,进一步明确大陆斜面的缺氧水域、深海平原、海沟等不同海域中的生物活动和物质循环。

热液区域特有物种蔓足类的幼生生态学、热液区域深海卷贝的进化与生态、深海底栖鱼类的遗传与形态分化、热液化学合成生物。

海洋变化动力学研究:深层流时间变化观测、利用数值模拟开展深海环流对日本东部海沟等特殊地形的影响调查和利用海底电缆对伊豆各岛黑潮流量的监测。

海底地质学研究:包括浅层结构、质量平衡和俯冲带构造;海底活断层分布和活动历史研究;对记录有俯冲带构造过程的增生杂岩进行地质调查;甲烷水合物的分布与成因研究;地中海东部与陆—陆碰撞相关的泥火山特征研究;利用反射波法地震勘测研究海底的构造与物理性质;海底高分辨率声波探测系统的开发。

海底地球物理学研究:利用研究船观测所得的地形、磁性、重力、地震波结构等数据以及海底沉积物和岩石样品,积极采用新的观测技术和分析方法,对板块边界的海底结构和海底深陷过程以及地震发生、热液循环和地磁变化等进行研究。主要开展古地磁和岩石磁学研究、大洋中脊构造研究、热液活动和海洋地壳、巨大地震断层的三维结构与物理性质解析。

4.2 深海基础技术开发

资源探测系统的开发与实证:为海底资源调查研究提供新型无人无缆潜水器以及无人遥控潜水器的开发与建造,同时提升主要技术;通过下一代深海探测技术开发,主要获取用于分析地球环境和地壳变动的海洋数据,制作详细的海底地形图和海洋资源探测;灵活应用 IODP 中的成熟技术,实施安全、高效的科学钻探以及与探测机器和系统相关的技术开发,积累整个探测系统(含船舶在内)的运行和管理知识。

海洋资源探测方法的研究开发:利用 2012 年采集到的岩心开展能够解释相同环境的碳与能源循环系统的地球生命工程研究;开展利用 AUV 的海底微地形调查和表层构造探测,侧扫声纳的热液柱探测、化学多传感器的现场观测以及海底热液循环规模和循环系统的探测;关于海底热液金属硫化物矿床成因和热液驱动型海底生命圈存在形式的成果产出;以 IODP 的沉积物采样为典型案例,正确测定 F430 的浓度以及甲烷生成潜能;解析结核成长速度、成长环境以及元素富集机制;适于深海生态系统的环境基线调查和监测方法的研究,制定海底资源开发的环境影响评价方法,分析国内外相关信息并改善评

价方法。

4.3 深海前沿海洋技术开发

7 000 m 深度以下耐高压、耐低温复合材料的表面处理技术以及轻型、高强度陶瓷复合材料的开发; AUV 与 ROV 机体最佳设计技术的开发, 可以应对更严酷气象条件下的 AUV 回收技术的开发与评价; 可以将生物传感器、化学传感器与物理传感器组合并小型化的技术研发, CO₂ 传感器、溶解氧传感器和流动式分析等更小型化、高精度度技术的开发。

在深海立管钻探技术中, 开发可以用于直接观测地震等地壳变化的钻孔内测定装置。灵活利用下一代深海探测技术的开发成果, 推进海洋资源探测技术的开发。

海底实时观测系统的研发、构建与应用, 持续观测地震等地壳变化和深海海底环境变化。

5 探测平台与设备

5.1 地球模拟器

地球模拟器^[22]由日本宇宙航空研究开发机构、日本原子能研究开发机构和日本海洋科技中心于 2002 年共同开发完成, 通过在计算机内设置“虚拟地球”, 以预测及解析整个地球的大气循环预测、温室化预测、地壳变动、地震发生等大规模计算为目的而开发的, 研发时是世界上最高速度的超级计算机, 放置于 JAMSTEC 横滨研究所的地球模拟器大楼 (50 m×65 m×17 m)。

由于部分器件老化, 2009 年 3 月更新了系统 (NEC SX-9/E)。新的系统是由 1 280 台运算处理器和 160 台用于连接计算节点的网络设备构成, 每个计算节点上配备有 8 个 102.4 Gflops 的运算处理器和 128 GB 的共享内存, 运算性能达到 131 Tflops, 是系统更新前 (35.61 Tflops) 的 4 倍左右。地球模拟器的计算任务主要来自公开征集课题、特定课题以及 JAMSTEC 的课题。

5.2 科考船与潜器

日本拥有“夏岛”号、“白凤丸”号、“海鹰”号、“新青丸”号、“横须贺”号、“深海 6500”号、“未来”号、“地球”号、“海岭”号等 9 艘科学考察船^[23,24], 其中“深海 6500”号是可以潜入 6 500 m 深海的载人潜水调查船, 用于地球内部动力学、生物进化、深海生物利用与保护、热量与物质循环等研究。“地球”号是日本制造的世界最大深海钻探船, 此前曾创下 7 740 m 世界最深海底钻探纪录。“地球”号能够在地幔、大地震发生等区域进行高深度钻探作业, 被称

为“人类历史上第一艘”多功能科学钻探船。“地球”号于 2014 年开始参与综合大洋钻探科学计划 (Integrated Ocean Drilling Program, IODP), 根据此次实施的勘探工作计划, “地球”号在解答巨大地震发生理论、发现新的海底资源等方面的贡献备受世人期待。

此外, 还拥有无人潜器“浦岛”号、遥控潜器 HYPER-DOLPHIN、深海海底调查系统 DEEP TOW 和 7 000 m 级的遥控潜器 KAIKO7000 II。DEEP TOW 可分为 4 000 m 级和 6 000 m 级的照相机/声纳共 4 种类型; 用于深海的海底地形、地质、资源和海洋物理调查, 中深层生物调查、潜器及 ROV 潜艇点的前期调查。HYPER-DOLPHIN 是 1999 年由加拿大设计完成的无人潜器, 长 3 m, 自重 3.8 t, 航速 3 海里/h, 上升速度最大可达 2 海里/h, 潜水深度 3 000 m。配备了超灵敏的高清摄像头以及可以从海底采样的 2 个机器手臂。KAIKO7000 II 是 2004 年对 UROV7K 进行改造, 于 2006 年改造完成。长 3 m, 自重 3.9 t, 潜水深度 7 000 m。可以开展载人潜器无法到达的深海调查, 以及地形复杂而危险的深海调查。

先进的无人潜器以及功能强大的深海钻探船为日本开展深海研究提供了坚实的保障。

6 启示与建议

(1) 完善海洋法律体系, 提高国民海洋意识

目前中国也正在加速海洋立法工作, 由国家海洋局承担海洋基本法的起草工作。国家对制定《海洋基本法》给予高度重视, 关键的问题上要加强立法工作和进程。基本法的制定要与我国基本国情为前提, 结合具体情况并与《公约》的相关规定接轨, 做到科学立法和合理立法。展现时代特色, 正确地促进海洋科技发展, 合理科学地开发海洋能源与资源, 走可持续发展的海洋之路。在国民海洋意识提高方面, 要提升海洋在为公众的认知和意识地位, 从幼儿教育开始到高等教育阶段开展不同模式的教育模式, 加强海洋教育。

(2) 积极参与国际大型海洋科研项目, 提高话语权

日本积极参与深海大洋钻探计划、南北极计划等国际大型海洋科研项目, 在国际合作中发挥了重要作用, 取得了一系列科研成果, 建立海洋研究基地, 培养了海洋科学领域的人才。国家的海洋基本计划以及海洋科研机构的中长期计划中明确表态,

通过参与国际计划和研究提升日本在国际海洋研究和开发的话语权。例如目前正在实施的北极计划,相关国家对北极的战略地位极为重视^[25],我国应充分利用国际条件所赋予的权利,加强北极地区的科学研究,加强国际合作,拓展北极研究的影响力。

(3) 加强海洋科研基础设施建设

海洋研究正逐步向深海远洋不断推进,因此对技术和设备的要求也越来越高。日本的深海钻探船和无人潜器在深海研究领域发挥了很重要的作用,在气候变化、海洋资源调查、极端环境生物圈探测与解析提供了有效的服务,尤其在海洋能源与资源调查方面,是海洋强国的战略保障。因此,中国需要研发具有自主知识产权的仪器和设备,并完善数据建设和共享平台。

(4) 海洋科研机构科研信息的透明度

日本政府以及科研机构在科研信息公开方面值得我国借鉴和学习,机构网站上除报道研究进展和研究团队外,还可以查看机构的中长期计划、年度计划、年报报告、经费预算等信息,而这些信息正是我国科研机构网站上所欠缺的。发布机构中长期计划、年度计划等信息不仅是公众了解机构的渠道,同时也是对机构本身制定规划的更高要求。

(5) 加强产、学、研合作

日本的产、学、研机构紧密结合是日本海洋科技发展处于领先地位的重要原因。如全球首例海上浮体式风能发电站就汇聚了东京大学、三菱重工、三井造船、日立制作所等11家机构。通过长期的摸索实践,日本逐步形成了产业机构根据市场需求提出构想并提供科研资金,专家学者进行理论论证,科研工作者负责进行实验建造,一旦实验成功并投入到大规模实际应用,会反过来给产业机构带来丰厚利润回报的这样一种良性循环模式。

参考文献 (References):

[1] Wang Shuang. Main measures of developing marine strategic emerging industries in Japan and its reference to China[J]. *Journal of Northeast Asia Studies*, 2015, (3): 51-56. [王双. 日本发展海洋战略性新兴产业主要举措及对我国的借鉴[J]. 东北亚学刊, 2015, (3): 51-56.]

[2] Further Concern the Ocean, Recognize the Ocean and Plan the Ocean, Promote the Constructing of Marine Power Continuously Made New Achievements[N]. *People's Daily*, 2013-08-01 (001). [进一步关心海洋认识海洋经略海洋, 推动海洋强国建设不断取得新成就[N]. 人民日报, 2013-08-01 (001).]

[3] Wang Jinping, Zhang Zhiqiang, Gao Feng, et al. The key layout of UK marine science and technology plans and some implications for

China[J]. *Advances in Earth Science*, 2014, 29(7): 865-873. [王金平, 张志强, 高峰, 等. 英国海洋科技计划重点布局及对我国的启示[J]. 地球科学进展, 2014, 29(7): 865-873.]

[4] Zhou Fang, Lu Changli. Experience and enlightenment of foreign marine science and technology innovation system[J]. *Foreign Economic Relations & Trade*, 2013, (3): 43-45. [周芳, 卢长利. 国外海洋科技创新体系建设经验及启示[J]. 对外经贸, 2013, (3): 43-45.]

[5] Liu Lili. Japan Ocean Road[N]. *Guangming Daily*, 2013-06-15. [刘莉莉. 靠海吃海日本海洋大国之路[N]. 光明日报, 2013-06-15.]

[6] Dai Weiqing, Wang Jing, Xiao Jilian. Enlightenment of Japanese marine legislation on marine legal system construction in China[J]. *Legal System and Society*, 2016, (4): 24-25. [戴为卿, 王婧, 肖纪连. 日本海洋立法对我国海洋法制建设的启示[J]. 法制与社会, 2016, (4): 24-25.]

[7] Prime Minister of Japan and His Cabinet. The Basin Ocean Plan[EB/OL]. 2013 [2013-04-11]. http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/kihonkeikaku/130426kihonkeikaku_je.pdf.

[8] Wu Wen. The Marine science and technology of Korean and Japan[J]. *Marine Information*, 2002, (1): 25-26. [吴闻. 韩国、日本的海洋科技计划[J]. 海洋信息, 2002, (1): 25-26.]

[9] Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology. Exploring Dynamics of Deep Sea and Its Link to Crustal Activity and Surface Environment[EB/OL]. 2014 [2016-03-21]. <http://www.jamstec.go.jp/deep/e/>.

[10] Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology. Submarine Resources Research Project[EB/OL]. 2012 [2016-03-24]. <http://www.jamstec.go.jp/shigen/e/about.html>.

[11] Wang Jiacun. The U. S. Arctic Research Plan; FY 2013-2017[J]. *Global Science, Technology and Economy Outlook*, 2013, 28(9): 17-22. [王佳存. 美国2013—2017年北极研究计划[J]. 全球科技经济瞭望, 2013, 28(9): 17-22.]

[12] Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology-Japan. Arctic Challenge for Sustainability Project[EB/OL]. 2015 [2016-03-21]. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/micro_detail/_icsFiles/afidfile/2015/02/27/1355404_1_1.pdf.

[13] Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology-Japan. IODP: International Ocean Discover Program[EB/OL]. 2014 [2016-03-21]. http://www.mext.go.jp/a_menu/kaihatu/kaiyou/gaiyou/1343285.htm.

[14] National Institute of Polar Research. Japan Antarctica Research[EB/OL]. 2014 [2016-03-23]. <http://www.nipr.ac.jp/jare/research/pdf/plan-8th.pdf>.

[15] National Institute of Polar Research. Japan Antarctica Research[EB/OL]. 2014 [2016-03-23]. <http://www.nipr.ac.jp/jare/research/pdf/plan-jare55.pdf>.

[16] National Institute of Polar Research. Japan Antarctica Research[EB/OL]. 2014 [2016-03-23]. <http://www.nipr.ac.jp/jare/result/index.html>.

[17] Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology-

- Japan. Coastal Ecosystem Complex[EB/OL]. 2014[2016-03-25]. <http://coastal-ecosystem-complex.com/>.
- [18] Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology. JAM-STECC Vision; An Integrated Understanding of the Ocean, Earth, and Life[EB/OL]. 2014[2015-06-12]. <http://www.jamstec.go.jp/e/about/vision/>.
- [19] Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo. The Annual Report, 2015[EB/OL]. 2015[2015-07-08]. <http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/english/catalog/index.html>.
- [20] Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology. The Annual Report, 2015[EB/OL]. 2015[2015-05-12]. <http://www.jamstec.go.jp/j/about/disclosure/data/pdf/2015/jigyuu.pdf>.
- [21] Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo. The Annual Report, 2014[EB/OL]. 2015[2015-06-28]. <http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/english/catalog/index.html>.
- [22] Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology. Earth Simulator[EB/OL]. 2016[2016-05-23]. <http://www.jamstec.go.jp/es/jp/system/hardware.html>.
- [23] Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology. Research Vessels, Facilities and Equipment[EB/OL]. 2014[2016-05-24]. <http://www.jamstec.go.jp/j/about/equipment/>.
- [24] Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo. Research Facilities[EB/OL]. 2014[2016-06-12]. <http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/about/facilities.html>.
- [25] Wang Jinping, Zhang Bo, Lu Jingliang, *et al.* Focus of Marine science and technology strategy of United States and its implications for China[J]. *World Sci-Tech R & D*, 2016, 38(1): 224-229. [王金平, 张波, 鲁景亮, 等. 美国海洋科技战略研究重点及其对我国的启示[J]. *世界科技研究与进展*, 2016, 38(1): 224-229.]

Analysis on Marine Science and Technology Strategy and Key Layout of Japan and the Inspirations to China^{*}

Chen Chun, Gao Feng^{*}, Lu Jingliang, Chen Songcong

(Lanzhou Library of the Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The Basic Ocean Law (BOL) and Basic Ocean Plan (BLP) are important guarantee for the maritime strategy of Japan, which has established a complete policy system for the development of marine science and technology. On the other hand, the Japanese Government has started some major marine strategies and plans to promote the BLP. In this paper, the marine science and technology plans launched by the Japanese Government and its participation in the international cooperative research projects were introduced. The research of Japan Marine Science and Technology Center and the University of Tokyo Institute of Oceanography in the long-term planning and focus on the layout features, deep sea research technology layout, contents and advanced equipment were analyzed. At last, some recommendations for China's development on marine science and technology were proposed, such as strengthening the legislation work and process, carrying out research and development of marine infrastructure with independent intellectual property rights, actively participating in international large-scale ocean plan, improving the discourse right and enhancing national maritime awareness and suggestions and so on.

Key words: Marine science and technology strategy; Deep-sea research; Long-term planning; Research layout; Japan.

^{*} **Foundation item:** Project supported by the WPOS "The Western Pacific Ocean information integrated system integration project" (No. XDA11020306).

First author: Chen Chun(1974-), female, Zhongning County, Ningxia Province, Associate Research Librarian. Research areas include information analysis on the field of resources and environmental science. **E-mail:** chenc@llas.ac.cn

Corresponding author: Gao Feng(1965-), male, He'nan Province, Zhumadian City, Professor. Research areas include strategic research on atmospheric and oceanic science and technology. **E-mail:** gaofeng@llas.ac.cn