



法律和技术委员会

Distr.: General
28 March 2008
Chinese
Original: English

第十四届会议

牙买加，金斯敦

2008 年 5 月 26 日至 6 月 6 日

关于在克拉里昂-克利珀顿区建立结核采矿保全参比区的理由和建议

2007 年 10 月 23 日至 26 日在美利坚合众国夏威夷马诺阿夏威夷大学举行的关于在太平洋公海海山和深海结核矿带设计海洋保护区的研讨会成果摘要

一. 目的

1. 研讨会的目的是设计一组有代表性的保全参比区，以保护太平洋深海结核采矿目标区（克拉里昂-克利珀顿区）的生物多样性和生态系统功能。保全参比区制度的设计将：(a) 遵循良好科学原则；(b) 遵守国际海底管理局关于管理深海结核采矿和保护深海环境的法律框架和环境准则；(c) 纳入采矿权人和“区域”内其他利益攸关方的利益。

二. 假定

2. 由于直接的采矿干扰（估计规模为每年 300-600 平方公里）和沉积羽流的再沉降（从矿址移动 10-100 公里），深海结核采矿将影响到大片海底区域（关于生态系统影响的性质和规模，见 Rolinski 等人，2001 年；Thiel，2001 年；Glover 和 Smith，2002 年；Hannides 和 Smith，2003 年；Smith 等人，待出版）。每一个采矿权区占海底面积 75 000 平方公里。在单个采矿作业的 15 年时间标度中，基本上采矿权区的每一处都会被开采，因此对于养护管理而言，整个采矿权区都

* 因技术原因重新印发。

必须被视为有可能直接受到影响。海底生态系统从采矿影响中恢复的过程非常缓慢，松软沉积物动物区系的恢复需要数十年或更长时间，而锰结核上专有的生物区系则需要数千年至数百万年（Glover 和 Smith，2002 年；Hannides 和 Smith，2003 年；Smith 等人，待出版）。因此在海底生态系统恢复的时间标度上，即数千年中，所有现有采矿权区（见下图 1）都可能被开采。因此，深海海底生态系统恢复的缓慢速度将导致采矿的环境影响大面积同时扩散到整个克拉里昂-克利珀顿区，这就要求应当在整个区域进行养护管理。

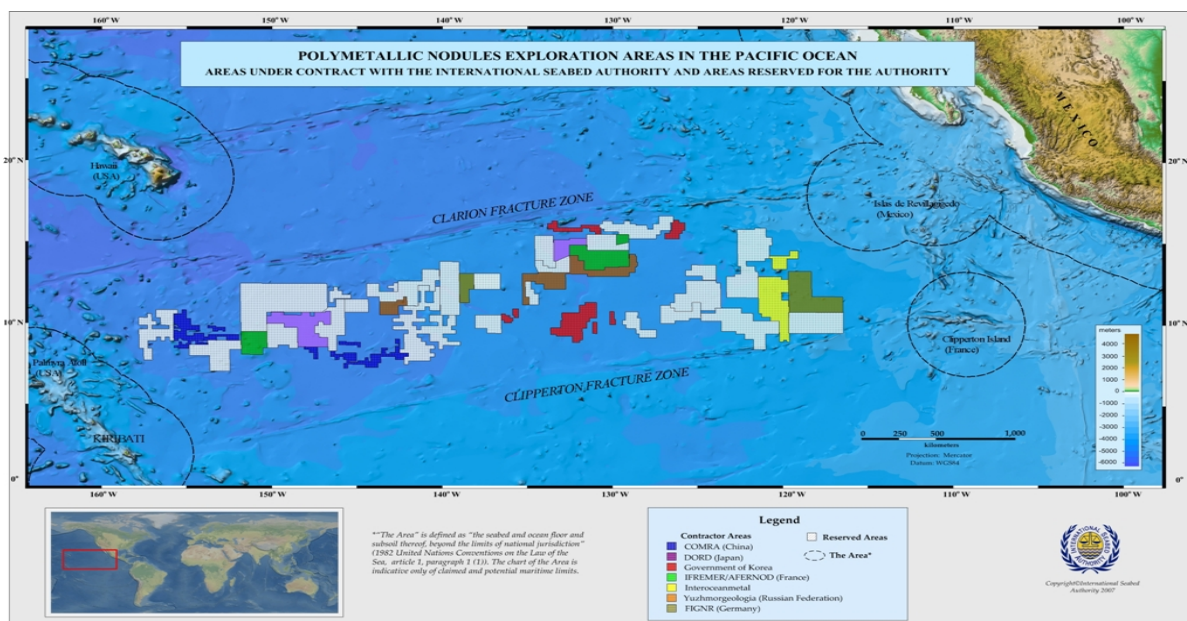


图 1. 与国际海底管理局签约的太平洋多金属结核矿床开发区和管理局保留区。虚线表示国家专属经济区界线。地图由国际海底管理局提供。

三. 准则和理由

3. 下文提供了克拉里昂-克利珀顿区保全参比区制度的一般设计准则以及制定这些准则的理由。

准则 1

保全参比区的设计和 implementation 应当契合国际海底管理局管理海底采矿和保护海洋环境的现有法律框架。

4. 国际海底管理局准则规定，在签发试开采和采矿许可证以前，将划定保全参比区，“在该区域内不得进行任何开采，以保护海底有代表性的稳定的生物区系，以便评估海洋环境中植物区系和动物区系的任何变化”（ISBA/4/C/4/Rev. 1，附

件 4，第 5.6 节)。“保全参比区应当精心选址，并且面积足够大，以便不受当地环境条件的自然变化的影响。参比区应当具备与试开采区类似的物种构成。保全参比区应当位于试开采区的上流。保全区应当位于试开采区和受羽流影响的区域之外”(国际海底管理局，1999 年，第 226 页)。

5. 因此，国际海底管理局准则规定，在试开采和开采之前，必须在不受任何可能的开采影响的区域建立保全参比区。(整个)保全参比区的设计应当能够在物种构成和生物多样性方面，可持续地保全所有采矿权区的代表性生物区系。因此，有可能在采矿权区找到的所有生境和生物群落类型都应当在保全参比区有代表，并且保全参比区的规模必须较大，足够这些生物群落类型保持“稳定”，即可持续。

准则 2

设计过程将纳入所有利益攸关方(包括国际海底管理局、《联合国海洋法公约》签署国、结核采矿权人、非政府组织和科学界)的利益。此外，应当尽快建立保全参比区，以便将良好生态管理原则纳入采矿战略和今后采矿权区的定位。

6. 在符合科学依据的范围内，我们将拟议的保全参比区设在国际海底管理局批准的结核采矿权的现有框架内。设计准则在具体保全参比区的选址问题上保留了一定灵活性，以听取采矿承包者的意见，并便利适应性管理(即随着采矿权区的位置和数目的改变而改变或增加海洋保护区)。

准则 3

保全参比区制度在管理区域(克拉里昂-克利珀顿区)的养护目标如下：(a) 保全代表性的独特海洋生境；(b) 保全和养护海洋生物多样性以及生态系统结构和功能；(c) 便利采矿活动的管理，以维持可持续、完整和健康的海洋生态系统。

7. 这些目标符合国际海底管理局的任务授权，即保护海洋环境，管理海底采矿，以维持海洋环境及其资源这一人类共同遗产。这些目标也符合生态系统管理的各项原则，这些原则现在是全世界各地海洋保护区的总体设计依据(National Research Council, 2001 年)。

准则 4

由于生态系统结构中自东向西和自南向北存在很大生产力梯度差，克拉里昂-克利珀顿区应当分为三个东西和三个南北养护管理层。这种分层做法将在克拉里昂-克利珀顿区内生成 9 个不同的次区域，每个次区域均需要设立一个保全参比区。

8. 克拉里昂-克利珀顿区的动物区系(特别是在大型水底生物和小型水底生物中)表现出高度当地物种多样性，并且自东向西和自南向北显示出生物群落结构和构成的差异(例如 Glover 等人，2002 年；Smith 等人，2007 年)。例如，克拉里昂-克利珀顿区中多毛纲蠕虫(大型水底生物的一个主要组成部分)的丰量自

东端向西端下降了四倍（Glover 等人，2002 年）。该区中的其他主要大型水底生物和小型水底生物自东向西和自南向北也有类似的丰量减少趋势（Mincks 和 Smith，撰写中）。有有力证据表明，松软沉积物动物区系的物种结构也存在这种丰量梯度变化。例如，在克拉里昂-克利珀顿区东端收集到的多毛纲和等足目物种的 30% 以上在西端就没有收集到（Wilson，1992 年；Glover 等人，2002 年）。卡普兰项目的近期成果表明在整个克拉里昂-克利珀顿区类似的物种周转规律（Smith 等人，2007 年）。例如，多毛纲蠕虫的两个科（食肉性索沙蚕科和仙女虫科）在该区东端产量更高的水体中极为丰裕，但在中部和西部区域产量较低的水体中非常稀少或没有（Glover、Smith 和 Altamira，撰写中）。有孔虫目的一个种（深海沉积物中一个重要的小型水底生物群）在克拉里昂-克利珀顿区中部沉积物中极为丰裕，但是在该区域东部则未收集到（Smith 等人，2007 年；Ohkawara、Gooday 和 Kitazato，撰写中）。线虫在克拉里昂-克利珀顿区东部有大量可能出现的新的属，表明在这一区域的适应性辐射和可能存在独特的动物区系（Smith 等人，2007 年；Lamshead 等人，撰写中）。

9. 总之，克拉里昂-克利珀顿区的生产率自北向南和自东向西有很大梯度差（Smith 等人，1997 年；Hannides 和 Smith，2003 年），而这些梯度似乎推动了整个区域海底生物群落构成的重大变化。因此，为养护管理的目的，我们建议将该区域分成三个自东向西和三个自北向南的层带，并在所形成的九个次区域中设立有代表性的保全参比区（见图 2）。

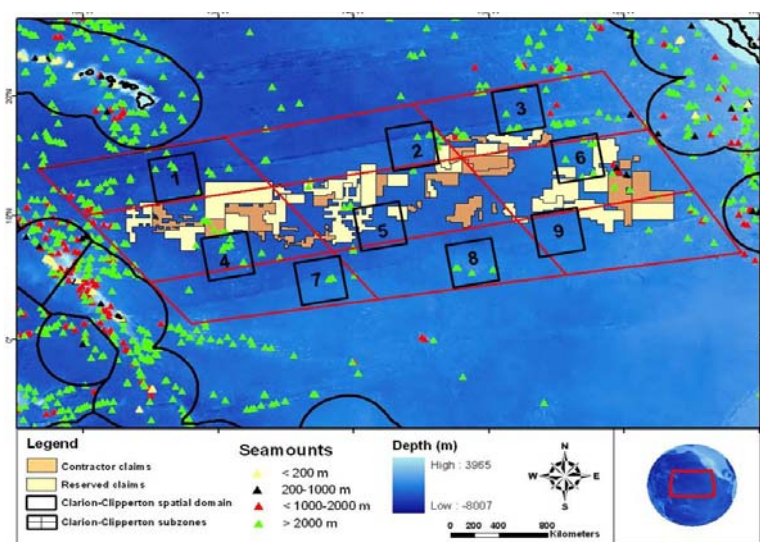


图 2. 克拉里昂-克利珀顿区被分为 9 个管理次区域，每个次区域的中心是一个 400×400 公里的保全参比区。本图显示在管理次区域中设置保全参比区的许多可选办法的一种。

准则 5

保全参比区的边界应为直线，以便利所有利益攸关方迅速确认。

10. 这是一个设计海洋保护区的基本原则，将便利对保全参比区这一非采矿区的确认、监测和执行。

准则 6

每个保全参比区的核心区域长宽应当至少有 200 公里，即其面积足以维持可能被限制在克拉里昂-克利珀顿区一个次区域中的物种的最低可存活种群数量。

11. 大型和小型水底无脊椎动物构成克拉里昂-克利珀顿区生物多样性的绝大多数，并且几乎肯定包含那些散布能力最低和生物地理范围最小的物种。一些浅水生境研究表明，大多数海底无脊椎物种的平均散布距离不到 100 公里（例如，Botsford 等人，2001 年；Kinlan 和 Gaines，2003 年）。尽管克拉里昂-克利珀顿区的现有流速计数据（例如，Demidova，1999 年）表明，该区的深海海底物理运送过程比许多浅水环境要弱，但是最近在该区附近进行的深海示踪剂释放实验中，直接观察到在一个月的时间段内散布超过 60 公里的现象（Jackson 等人，撰写中）。为确保相当一部分散布中的目标物种幼体和成体保留在保全参比区中，一种公认的养护办法是将参比区的长宽设定为动物区系平均散布距离的至少两倍（Botsford 等人，2001 年）。这就决定了每个参比区的核心区域的面积应为 200 公里×200 公里。

12. 在一个次区域中维持一个有生存力的种群的另一个办法是建立较小的保全参比区网络，之间通过动物散布相连接（Botsford 等人，2001 年）。不过，这要求保全参比区之间的距离小于大多数海底动物的平均散布距离（<100 公里）。由于单个采矿权区的直线尺寸及其影响区域大大超出大多数海底物种的平均散布距离（<100 公里），居间的采矿权区面积太大（75 000 平方公里），在次区域内较小的保全参比区网络之间的生态连接的可能性被排除。因此，由于现有采矿权区的面积和分布，建立保全参比区网络的办法没有可行性（见上图 1）。

准则 7

每个保全参比区应当包含在该次区域内所发现的各类生境类型。

13. 为保全有代表性的独特生境，一个次区域内的所有生境类型都应当纳入保全参比区。在克拉里昂-克利珀顿区内可见各种一般生境类型，包括深海平原/深海山丘、海山和断裂区等。

14. **深海平原/深海山丘**涵盖大部分克拉里昂-克利珀顿区海底。这一生境类型内的结核丰度从海底零覆盖率到几乎完全覆盖不等（例如，Smith 等人，2007 年；国际海底管理局档案数据）。这一生境类型还包括零星的悬崖。尽管我们对生境分布的了解程度还不足以完整绘制整个克拉里昂-克利珀顿区或次区域内的生境分布图，但是一些研究表明，深海平原生境在 10 至 100 公里的空间标度上完整

展现出各种可变性（法国海洋开发研究所未发表数据；国际海底管理局档案数据；Smith 等人，2007 年；C. Smith，个人意见）。因此，核心区域为 200×200 公里的保全参比区很有可能涵盖该次区域的所有生境可变性。

15. **海山**（被定义为峰顶高于一般海底 1 000 米以上的地形特征）和断裂区在克拉里昂-克利珀顿区中也有出现。由于次层带状况和流动状况，以及有可能成为地理上被孤立的鱼类和无脊椎动物种群的栖息地，这些地形是独特的生境类型。这些地形还可能成为独特的或尤其脆弱的生物群落的栖息地，并提供关键性生态生境，例如鱼类产卵场。人们从近期地形合成图上对海山和断裂区的分布有较多的了解（见海山海洋生物普查数据库）。不过，克拉里昂-克利珀顿区内的海山和断裂区生物区系仍然基本上未得到研究，因此相关的生物区系的独特性无法评估。特别是海山生物群落很有可能受到中水沉积物羽流的影响，可能散布到相当大距离以外（Rolinski 等人，2001 年）。因此，建议在保全参比区内纳入次区域内尽可能多的海山（目标值为至少 40%）和已知断裂区的一些部分。

准则 8

每个保全参比区核心区域外围应当有一个 100 公里宽的缓冲区，以确保保全参比区核心不受采矿羽流的影响。因此，每个完整保全参比区的大小（包括 200×200 公里的核心区和外围 100 公里的缓冲区）应当为 400×400 公里。

16. 结核采矿预期将产生可能影响海底生境的两类沉积物羽流：(a) 从海底开采结核时采矿头尾渣所形成的近海底羽流；(b) 从海底提升结核时其上附着的沉积物在水体中产生的羽流（Oebius 等人，2001 年）。在多种流体动力条件下，99% 以上的近海底沉积物羽流物质将在一个月内在距采矿头 100 公里的范围内沉降下来（Rolinski 等人，2001 年）。现场示踪剂研究和平流扩散模型还表明，深海生态系统中的中性浮力微粒在一至二个月的时间标度内的散布范围为小于 100 公里（Ledwell，2000 年；Jackson、Ledwell、Thurnherr，撰写中；A. Thurnherr，个人通信）。在数周至数月甚至有时数年的时间标度上，深海大多数区域的平均深海流速取决于中等漩涡（例如 Speer 等人，2003 年），这意味着不存在确定的“下游”方向，即采矿所产生的沉积物羽流可以向任何方向移动。因此，需要在保全参比区周围设立一个 100 公里的缓冲区，以保护核心区域不受可能来自任何方向的近海底沉积物羽流的重大影响。

17. 与结核一道被带起的沉积物所产生的水体羽流将包含在数量级上小于近海底羽流的沉积物质（Oebius 等人，2001 年）。不过，水体羽流将包含分散的部分细微颗粒沉积物，这些沉积物可能在数年内不断漂移，并根据释放深度散布到数百至 1 000 公里以外。根据被带起的沉积物的估计物质流量（Oebius 等人，2001 年）和这些微粒在散布 100 公里以上后沉降下来的估计空间标度（多半可能为 10^5 – 10^6 平方公里；Rolinski 等人，2001 年）计算，所得出的沉降速度将大大低于该区域周围沉积物净累积速度（ $\sim 0.25 \text{ g cm}^{-2} \text{ ky}^{-1}$ ；Jahnke，1996 年）。因此，

水体羽流在 100 公里的保全参比区缓冲区散布后产生的海底生态影响，预期可以忽略不计。

18. 总之，根据现有最准确的资料，预期每个保全参比区周围 100 公里的缓冲区将可以保护 200×200 公里的核心区域免受采矿头和被带起的结核附着沉积物所产生的采矿沉积物羽流的破坏性影响。

四. 结论

19. 根据上述准则和理由，我们建议在克拉里昂-克利珀顿区内建立一个大小各为 400×400 公里的九个保全参比区体系。如上图 2 所示，应在由生产力梯度和动物区系周转情况界定的九个次区域内各设一个保全参比区。保全参比区的选址应当能够保护次区域内尽可能多的海山，避免或尽量减少与现有采矿勘探权区重叠。设立总面积达 1.44×10^6 平方公里的九个这类保全区将把克拉里昂-克利珀顿区的总管理面积的 $\sim 25\%$ 置于保护之下。这接近达到关于保护 30 至 50% 的现有生境以避免损失生物多样性的一般养护准则（例如 Botsford 等人，2001 年）。在原则上这也接近达到关于将 30% 的海洋总面积置于保护之下的千年发展目标。

20. 国际海底管理局应当尽快采纳该保全参比区制度，以便将科学的养护原则纳入结核采矿权区的批准和管理工作中。建立一个区域保全参比区制度将免除各承包者设计各自保全参比区的负担，并将启动整个克拉里昂-克利珀顿区的养护管理，而结核采矿预计影响的空间和时间标度都使得这一做法十分必要。这种做法还将使国际海底管理局成为将现代养护管理原则应用到国际水域方面的先行者。最后，这种做法还将为在开采活动开始之前保护海底生物多样性这一人类共同遗产开创先河。

附件一

参考文献

1. Botsford, L.W., Hastings, A. , Gaines, S., 2001. Dependence of sustainability on the configuration of marine reserves and larval dispersal distance. *Ecology Letters* 4 (2), 144-150。
2. Glover, A. G., Smith, C. R., 2003. The deep seafloor ecosystem: current status and prospects for change by 2025. *Environmental Conservation* 30(3), 1-23。
3. Hannides, A., Smith, C. R., 2003. The northeast abyssal Pacific plain. In *Biogeochemistry of Marine Systems*, K. B. Black and G. B. Shimmield, eds., CRC Press, Boca Raton, Florida, 208-237。
4. International Seabed Authority, 1999. Deep-Seabed Polymetallic Nodule Exploration: Development of Environmental Guidelines. Office of Resources and Environmental Monitoring, International Seabed Authority, Kingston, Jamaica, 289 pp。
5. Jahnke, R.A., 1996. The global ocean flux of particulate organic carbon: areal distribution and magnitude. *Global Biogeochemical Cycles* 10, 71-88。
6. Kinlan, B.P., Gaines, S.D., 2003. Propagule dispersal in marine and terrestrial environments: a community perspective. *Ecology* 84, 2007-2020。
7. Ledwell, J.R., Montgomery, E. T., Polzin, K. L., St. Laurent, L. C., Schmitt, R. W., Toole, J. M., 2000. Evidence for enhanced mixing over rough topography in the abyssal ocean. *Nature* 403,179-182。
8. National Research Council, 2001. Marine Protected Areas: Tools for Sustaining Ocean Ecosystems. Committee on the Evaluation, Design and Monitoring of Marine Researves and Protected Areas in the United States, National Academy Press, 272 pp。
9. Oebius, H.U., Becker, H.J., Rolinski, S., Jankowski, J.A., 2001. Parametrization and evaluation of marine environmental impacts produced by deep-sea manganese nodule mining. *Deep-Sea Research II* (48), 3453-3467。
10. Pitcher, T., Morato, T., Hart, P., Clark, M., Haggan, N., Santos, R., 2006. *Seamounts: Ecology, Fisheries & Conservation*. Blackwell, 536 pp。
11. Rolinski, S., Segschneider, J., Sundermann, J., 2001. Long-term propagation of tailings from deep-sea mining under variable conditions by means of numerical simulations. *Deep-Sea Research II* (48), 3469-3485。

12. Smith, C.R., Berelson, W., DeMaster, D. J., Dobbs, F.C. , Hammond, D. , Hoover, D.J. , Pope, R.H., M.Stephens, M., 1997. Latitudinal variations in benthic processes in the abyssal equatorial Pacific: Controls by biogenic particle flux. *Deep-Sea Research II* (44), 2295-2317.
13. Smith, C. R., Levin, L. A., , Koslow, A., Tyler, P. A., Glover, A. G., 2007. The near future of deep seafloor ecosystems. In *Aquatic Ecosystems: trends and global prospects*, N. Polunin, ed., Cambridge University Press, in press.
14. Smith, C.R., Galeron, J., Gooday, A., Glover, A., Kitazato, H., Menot, L., Paterson, G., Lambshead, J., Rogers, A., Sibuet, M., Nozawa, F. , Ohkawara, N., Lunt, D., Floyd, R., Elce, B., Altamira, I., Dyal, P., 2007. Final report: Biodiversity, species ranges, and gene flow in the abyssal Pacific nodule province: predicting and managing the impacts of deep seabed mining. J. M. Kaplan Fund and the International Seabed Authority, 41 pp.
15. Speer, K. G., Maltrud, M. E., Thurnherr, A. M., 2003. A global view of dispersion on the mid-ocean ridge. In *Energy and Mass Transfer in Marine Hydrothermal Systems*, P. Halbach, V. Tunnicliffe and J. Hein(eds.), Dahlem workshop report 89, Dahlem University Press, Berlin.
16. Thiel, H., 2001. Use and protection of the deep sea: an introduction. *Deep-Sea Research II* (48), 3427-3431.
17. Wilson, G. D. F., 1992. Biological evaluation of a preservational reference area: faunal data and comparative analysis. Australian Museum, Sydney.

附件二

研讨会参加者名单

组织者

1. Craig Smith, Professor of Oceanography, University of Hawaii at Manoa—workshop co-organizer, deep-sea biodiversity, marine conservation (Pew Fellow in Marine Conservation); craigsmi@hawaii.edu.
2. J. Tony Koslow, Director, California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, Scripps Institution of Oceanography—workshop co-organizer, seamount biodiversity and fisheries, marine conservation; tkoslow@ucsd.edu.

参加者和观察员

1. Steven Gaines, Professor and Director, Marine Sciences Institute University of California, Santa Barbara—marine protected area design, marine conservation biology (Pew Fellow in Marine Conservation); gaines@msi.ucsb.edu.
2. Alex Rogers, Senior Research Fellow, Zoological Society of London—seamount ecology, molecular genetics, marine conservation; Alex.Rogers@ioz.ac.uk.
3. Nii Odunton, Deputy to the Secretary-General, International Seabed Authority—marine mining, management of seabed resources; Nodunton@isa.org.jm.
4. Michael W. Lodge, Office of Legal Affairs, International Seabed Authority—law of the sea; mwllodge@isa.org.jm.
5. Malcolm Clark, Senior Fisheries Ecologist, National Institute of Water and Atmospheric Research, New Zealand—seamount ecology/biogeography, deepwater fisheries; m.clark@niwa.co.nz.
6. Charles Morgan, Environmental Planner, Environmental Planner Planning Solutions, Inc., Honolulu—marine mineralogy/geology; cmorgan@psi-hi.com.
7. Les Watling, Professor of Zoology, University of Hawaii at Manoa—deep-sea biology/biogeography, marine conservation (Pew Fellow in Marine Conservation); watling@hawaii.edu.
8. Alan Friedlander, Fisheries Ecologist, Oceanic Institute, Waimanalo, Hawaii—marine protected area design, conservation biology; afriedlander@oceanicinstitute.org.
9. Amy Baco-Taylor, Assistant Scientist, Associated Scientists of Woods Hole—seamount population genetics, ecology, biodiversity; abaco@mbi.edu.

10. Sarah L. Mincks, Presidential International Polar Year Postdoctoral Fellow, University of Alaska, Fairbanks—deep-sea ecology/biogeography/phylogenetics; mincks@sfos.uaf.edu.
11. Pierre Dutrieux, Research Assistant in Oceanography, University of Hawaii at Manoa—physical oceanography, flow/circulation around seamounts; dutrieux@hawaii.edu.
12. Andreas Thurnherr, Doherty Associate Research Scientist, Lamont-Doherty Earth Observatory—physical oceanography, deep ocean circulation; ant@ldeo.columbia.edu.
13. Lisa Speer, Director of Ocean Programs, Natural Resources Defense Council, high seas marine protected areas, law of the sea; lspeer@nrdc.org.
14. Alison Rieser, Dai Ho Chun Di Distinguished Chair, University of Hawaii at Manoa, ocean and coastal law (Pew Fellow in Marine Conservation); rieser@hawaii.edu.

研究生

15. Angelo F. Bernardino, University of Sao Paulo, Brazil and Department of Oceanography, University of Hawaii at Manoa; afraga@usp.br.
16. Fabio C. De Leo, Department of Oceanography, University of Hawaii at Manoa; fdeleo@hawaii.edu.
17. Jack Kittinger, National Science Foundation Fellow, Geography Department, University of Hawaii at Mānoa; jkittinger@gmail.com.
18. Jacqueline Padilla-Gamino, Department of Oceanography, University of Hawaii at Manoa; gamino@hawaii.edu.
19. Rebecca Prescott, National Science Foundation Fellow, Pacific Biosciences Research Center; rebeccap@hawaii.edu.
20. Dan Reineman, National Science Foundation Fellow, Department of Oceanography, University of Hawaii at Manoa; dreineman@gmail.com.
21. Pavica Srsen, Department of Oceanography, University of Hawaii at Manoa; pavicasrsen@gmail.com.