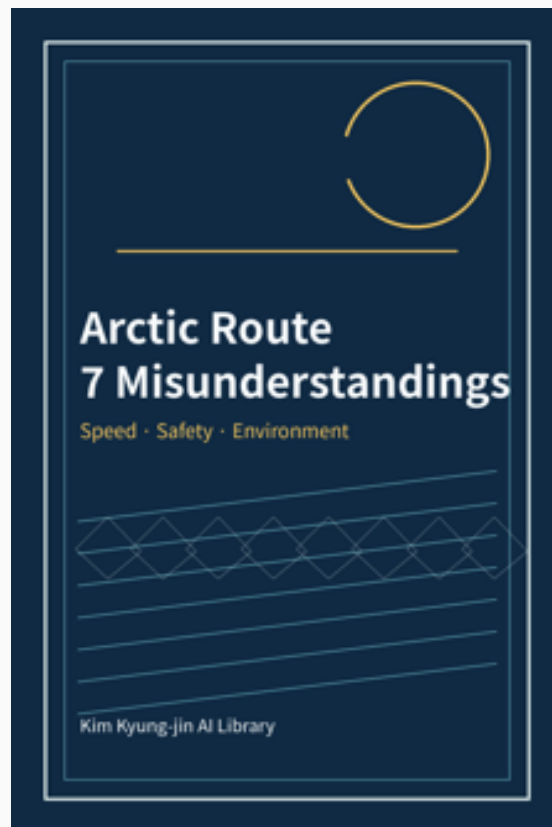


关于北极航道的七个误解

目录、序言、7章、尾声



金京镇

Chinese PDF edition

关于北极航道的七个误解

金京镇

金京镇AI书房在线图书，梳理关于北极航道的速度、定期航线、保险、安全规则、全年通航、碳减排和基础设施的七个常见误解。

目录

序言

第一章 并非总是更快

第二章 国际定期航线仍然有限

第三章 并非无法投保

第四章 仅靠安全规则还不够

第五章 全年开放仍是遥远的未来

第六章 碳减排效果是有条件的

第七章 基础设施依然脆弱

尾声

序言

请想象一下穿梭在北极海域的船只。巨大的货轮在洁白的冰层间缓慢行驶，前方，破冰船发出“砰砰”的巨响，正在破冰开路。这一仿佛电影中的画面，正是北极航道。北极航道是连接欧洲与亚洲的新海上航线，它比我们熟知的苏伊士运河航线要短得多。从釜山到荷兰鹿特丹，如果走苏伊士运河，航程约21,000公里；但如果利用北极航道呢？仅需约12,700公里，缩短了整整40%！北极航道也有不同的种类，穿越北极的航线并非只有一条，主要有三种：第一条是北极海航道（Northern Sea Route），英文缩写为NSR，这条航线沿着俄罗斯北部海岸延伸，从摩尔曼斯克市出发，一直连接到白令海峡，是目前使用最频繁的北极航道。第二条是西北航道（Northwest Passage），这条航线穿过加拿大北部的群岛通往大西洋，因为需要通过众多岛屿，冰层比北极海航道更厚，由于风险极高，利用难度也大得多。第三条是穿极航道，顾名思义，就是经过北极点附近的航线。虽然航程最短，但冰层也最厚，即使在盛夏这里的冰也不会融化，因此目前无法使用。如果北极点的冰川都融化了，人类的未来……会变成什么呢？总之，这条航线目前是不可能的，或者说要到非常遥远的未来才有可能实现。本书主要讨论北极海航道（NSR），因为它是目前唯一在商业上投入运营的北极航道。之后提到的“北极航道”，基本指的就是北极海航道。寻找北极航道的探险家们。北极航道的历史可以追溯到数百年前。16世纪，欧洲探险家们一直在寻找通往亚洲的新航线。当时奥斯曼帝国统治了中东地区，阻断了陆路贸易，因此人们必须寻找海上航线。1594年，荷兰探险家威廉·巴伦支（Willem Barentsz）对北方海域进行了探险，然而他被厚厚的冰层挡住了去路，尽管尝试了多次均未能成功，许多船员因寒冷和饥饿丧生。俄罗斯也开启了北极探险，彼得大帝下令对北极海进行调查。18世纪，俄罗斯探险队逐步调查了西伯利亚北部海岸并绘制了地图。19世纪末，历史性的时刻终于到来！瑞典探险家诺登舍尔德（Nordenskiöld）历时两年（1878年至1879年），首次完整通过了北极海航道。当然，他必须在那里度过一个冬天，因为船被困在冰里，只能等待春天到来。20世纪初，苏联开始全面开发北极，建造了破冰船并建立起北极村落。虽然也有军事目的，但资源开发是核心目标。1932年，苏联破冰船“西比里亚科夫”号（Sibiryakov）在同一个航季内通过了北极海航道，意味着无需越冬，仅在一个夏天内就完成了航程，这标志着现代北极航道的开端。冷战时期，北极航道主要由苏联使用，用于运送西伯利亚的资源和军事物资，外国船只几乎无法通行。1991年苏联解体后情况发生了变化，俄罗斯陷入经济困境，为了创汇，决定向外国开放北极航道。20世纪90年代和21世纪初，虽有一些外国船只尝试走北极航道，但由于成本高昂且风险巨大，未能取得商业成功。2010年代，期待感升温。转机出现在21世纪10年代。由于全球变暖，北极冰层迅速融化，夏季海冰大幅减少，航行变得容易许多。2012年，中国科学考察船“雪龙”号通过了北极航道，引发了中国的极大关注。2013年，丹麦货轮“诺德奥赖恩”号（Nordic Orion）装载煤炭利用了北极航道。韩国也对此表现出了兴趣，还记得2013年现代商船的集装箱船试航北极航道吗？当时媒体进行了大篇幅报道，报纸上打出了“梦幻航道开启”的标题。2010年代中期，人们对北极航道寄予厚望，许多专家给出了乐观的预测：“到2020年，北极航道将成为主要航道”，“到2030年，它将能与苏伊士运河竞争”。媒体也十分狂热，“21世纪丝绸之路”、“未来的黄金航道”等美誉层出不穷，投资者也对北极相关产业表现出极大兴趣。然而十年后的今天，情况与当初的预想大相径庭。利用北极航道的船只并没有想象中那么多。2023年约有2,000艘船只通过，但其中绝大多数是俄罗斯船只，外国船只仅有100艘左右。与此同时，苏伊士运河的通过量为20,000艘，差距高达10倍！北极航道依然只是一个小众航道，未能成为主流。为什么会出现这种情况？初期的乐观论调忽视了什么？安全问题比预想的要严重，冰层依然危险且移动轨迹难以预测，天气也变幻莫测。成本也是一个大问题，建造特种船舶耗资巨大，破冰船的使用费也极其昂贵，保险费更是普通航线的三倍。虽然航程短了，但总成本反而更高。环境问题也浮出水面，全球知名的航运公司纷纷拒绝使用北极航道，并宣布“不愿污染纯净的北极”。在重视ESG经营的时代，北极航道并不受欢迎。政治局势也在恶化，2022年俄乌战争爆发后，西方国家对俄罗

斯实施了制裁，由于北极航道经过俄罗斯领海，与俄罗斯进行交易本身就变得充满了风险。写这本书的原因。我认为需要对北极航道进行冷静的评估，因为存在太多的误解。本书探讨了七个代表性的误解：第一，北极航道总是很快的误解。虽然距离短，但由于航速较慢，实际缩短的航行时间并不像预想的那么多。第二，国际班轮很快就会通航的误解。实际上它正在变成俄中专用航道，班轮通航依然是遥远未来的事。第三，无法投保的误解。投保是可能的，但费用高昂且条件苛刻。第四，只要遵守安全规定就万无一失的误解。即便遵守《极地规则》（Polar Code），风险依然存在，安全规则无法控制大自然。第五，很快就能全年通航的误解。全年开放是几十年后的事，目前每年仅有夏季的四个月可以通航。第六，有益于环境的误解。虽然航程短，但碳排放量并不低，反而会破坏北极环境。第七，基础设施充足的误解。实际上几乎一切都匮乏，港口、破冰船、救援设施等严重不足。北极航道的讽刺之处。这本书是为学生编写的，但也希望成年人能读一读，因为真正了解北极航道的人并不多。北极航道问题中最讽刺的一点在于：北极航道的出现正是由于全球变暖。我们消耗了大量石油导致地球变暖，北极冰层融化，船只才得以通行。也就是说，北极航道是环境破坏的产物。更严重的是一种悖论式的循环。如果北极航道活跃起来，船只往来就会增多，对吧？船只排放的黑碳会覆盖在洁白的冰面上，导致冰层更快融化，从而加速全球变暖。船只排放的二氧化碳也是个问题，北极专用船舶比普通船舶消耗更多燃料，而破冰船也要消耗巨量的柴油。最终，北极航道使用得越多，地球就越热；地球越热，冰融化得越多；冰融化得越多，船只就越频繁地通行，这是一个无尽的恶性循环。这无异于在亲手破坏航路本身，就像砍树烧火取暖一样，虽然眼前暖和了，但最终树木会消失殆尽。北极是地球的瑰宝。这里是北极熊、海豹和鲸鱼的家園，拥有洁净的冰层和清新的空气。它是人类尚未触及的最后一块荒野。难道我们要为了商业利益而牺牲这片宝地吗？船只早到几天真的比北极环境更重要吗？节省一点运输费用真的比地球的未来更有价值吗？这些问题并不容易回答，因为经济发展同样重要，贸易是人类所必需的，更高效的航道也极具吸引力。但我们必须考虑代价。北极航道的真实成本无法用金钱衡量——正在融化的冰川、正在消失的动物以及被破坏的生态系统，才是真正的成本。2024年夏季，北极海冰面积创下历史新低。科学家警告说：“照此下去，到2050年，夏季的北极海将几乎无冰。”你能想象一个没有冰的北极吗？北极熊将栖身何处？海豹又在哪里繁育后代？北极的生态系统依赖于冰，一旦冰消失，一切都将崩溃。这也会波及人类，北极冰层通过反射阳光来保持地球凉爽，如果冰消失了，地球变暖的速度会加快，海平面上升，极端气候也会增多。明知这一切，我们却仍试图开发北极航道，这是被短期利益蒙蔽了双眼，而不去考虑遥远的未来。这是你们的未来。读这本书的你们是属于未来的世代。2050年、2070年、2100年的地球将属于你们。我们成年人现在的选择，将决定你们的未来。北极航道该何去何从？是全面开发，还是作为保护区保留，抑或是寻找折中方案？这是我们时代的一个重要命题。本书并不提供标准答案，而是呈现事实。它如实反映北极航道的现状，坦诚地讲述其优缺点。希望你们在读完本书后能做出自己的判断。思考一下是否真的需要北极航道，它是否值得我们付出如此代价。请大家共同思考地球的未来。北极的冰层正在向我们发问：“是融化我来让船只通行，还是守护我来保护地球？”如何回答这个问题取决于我们每一个人。希望这本书能为寻找答案的旅程提供一点小小的帮助。2025年11月 金京镇

律师 前国会议员 AI政策研究者

第一章 并非总是更快

1. 北极航道真的是捷径吗？

你见过地球仪吗？看地球仪时，从我国到欧洲有两条路：一条是向南走并穿过苏伊士运河；另一条是向北穿过北极海域。在地图上展开看，北极航道似乎短得多。事实也确实如此。对比从釜山到荷兰鹿特丹的距离，走苏伊士运河约需航行 20,000 公里，而利用北极航道只需约 12,700 公里。足足缩短了 7,300 公里！这比从我国到日本往返一次的距离还要长。那么，北极航道就一定无条件的好吗？遗憾的是，事实并非如此。因为距离短并不意味着总是更快。想象一下，从学校到家有两条路：一条是沿着大路绕行，全长 3 公里；另一条是翻越山路的捷径，全长 2 公里。仅看距离，山路确实更短。但山路崎岖，下雨易滑，冬天积雪难以行走。大路虽远，但平坦且有公交车，下雨也能走。哪条路更快呢？这取决于天气和具体情况。北极航道也是一样。虽然地图上的距离短，但实际航行中存在诸多困难。北极海域漂浮着冰块，天气难以预测，且缺乏辅助船舶的设施。北极航道“距离短”的优势要真正转化为“速度快”，需要满足许多条件：冰层需要适度融化，天气要好，且必须能得到破冰船（碎冰的船）的帮助。如果这些条件不满足，甚至可能比绕远路的苏伊士运河航线耗时更长。事实上，根据利用北极航道的船舶记录，很多情况下的耗时都超出了预期。有些船因冰层过厚不得不中途停船等待破冰船，有些船则因天气突变必须在安全区域等待。专家们表示：“北极航道虽是捷径，但并不总是快车道。”这意味着条件好时确实很快，但条件恶劣时反而可能更慢。这就是关于北极航道的第一个误解与事实。

2. 随季节变化的北极海域

北极海域在不同季节呈现出完全不同的景象。就像冬天封冻的汉江在夏天流水潺潺一样。想象一下冬天的北极海域吧。从 11 月到次年 5 月，北极海域被厚厚的冰层覆盖，冰层厚度有时可达 2 到 3 米，相当于两层楼的高度。这种厚度的冰，再坚固的船也无法撞碎通过，甚至特制的破冰船也感到吃力。因此，冬天几乎没有船舶能利用北极航道。夏天又如何呢？从 6 月到 10 月，北极海域的冰开始融化。这是因为出现了太阳全天不落的“极昼（白夜）”现象。在北极的夏天，太阳不下山，整天都是明亮的，强烈的阳光持续照射使冰融化。但冰并不会完全消失。海平面的冰虽然融化了很多，但各处依然漂浮着大大小小的冰块。这种冰块被称为“流冰”。流冰是浮在水面上四处移动的冰。冰层较少的时期是 8 月和 9 月，这两个月是利用北极航道的最佳时机。事实上，根据通过北极航道的船舶记录，大部分航行都发生在 8 月和 9 月。如果一年只有 8 月到 11 月这短短四个月可以通航，那就很难用于定期运输。所谓定期运输，是指制定好时间表并规律地运营船舶。例如，公交车会在固定时间走固定线路对吧？船舶也一样，只有定期运营，货主才能放心托运。如果一年中只能运行 4 个月，剩下的 8 个月该怎么办呢？从公司的立场来看，船舶只能闲置，船员也会面临失业。因此，几乎没有只利用北极航道的定期货轮。此外，最近受气候变化影响，预测北极海域的状态变得更加困难。有些年份即使到 8 月冰依然很多，而有些年份从 7 月起冰就很少了。运营船舶的公司需要提前制定计划，但无法准确预测北极海域的状态，这让人非常苦恼。科学家预测，由于全球变暖，未来北极的冰会融化得更多。这样一来，可航行的时间可能会变长。但即便如此，季节差异依然会很明显。因为北极在冬天会出现太阳升不起来的“极夜”现象，无论地球变得多么温暖，冬天也还是会结冰。

3. 等待冰层和破冰船的时间

通过北极航道的船舶遇到的最大困难之一就是“等待”。因为冰、因为破冰船、因为天气，需要等待的时间超乎想象。破冰船是边撞碎厚冰边前进的特种船舶。船体非常坚固，重量大，引擎也非常强劲。破冰船通过撞击冰层并利用自身重量将冰压碎，这就像人踩碎冰面一样。通过北极航道的普通货船大多

需要破冰船的帮助。破冰船在前面破冰，货船紧随其后，即沿着破冰船开出的路航行。但存在一个问题：破冰船的数量不够。虽然管理北极航道的俄罗斯运营着多艘破冰船，但北极海域太广阔，想通过的船又太多，因此船舶必须排队等待。以 2019 年夏天韩国一艘货船利用北极航道为例：这艘船在俄罗斯北部海域为了等待破冰船，不得不停在原地超过一天，因为破冰船正在先帮助其他船舶。还有一个问题：使用破冰船需要支付费用，这被称为“破冰导航费（Icebreaker Fee）”。根据船舶大小和冰层状态而定，每通过一次北极航道需要支付数亿到数十亿韩元。这笔费用对航运公司来说是巨大的负担。此外，还有因冰层原因导致的等待时间。北极海域的冰随风和海流移动。昨天还没冰的地方，今天可能突然漂来巨大的冰块。在这种情况下，船舶无法安全通过，只能等待冰块移动到别处。天气也会导致等待。北极海域的天气变化无常，早晨还晴空万里，下午就可能风暴肆虐。特别是频繁起雾，一旦起雾就会看不清前方，非常危险。这时必须将船停靠在安全地带，等待天气好转。这种“等待”的时间在制定航行计划时是无法准确预测的。运气好可以不用等待一走到底，运气不好则可能要等上好几天。这也是利用北极航道的难点之一。苏伊士运河又如何呢？苏伊士运河在船多时也需要排队，但排多久可以预知，通常几小时到一天内就能通过，也不会因为天气或冰层而停滞。对于航运公司来说，准时准点非常重要。如果不能按照约定的日期将货物运达，就会产生很大的问题。因此，许多公司宁愿选择距离虽远但可预测的苏伊士运河。

4. “快”字背后隐藏的条件

说“北极航道快”并没有完全错。但要使这句话成立，需要满足许多条件。就像说“自行车比汽车快”只在交通严重拥堵的市中心才成立一样。第一个条件是季节。如前所述，北极航道只有在夏季 8-9 月份才能正常利用。如果不是这个时期，“快”这个词本身就失去了意义，因为船舶根本无法通过。第二个条件是船舶种类。并非所有船都能通过北极航道。只有为了抵御北极严寒天气和冰层而特别设计的船舶才能安全航行。这种船被称为“耐冰船（Ice-Class Vessel）”。耐冰船的船体比普通船厚，机舱取暖设备完善，螺旋桨也由抗冰材质制成。但这种船造价更高，油耗也更大，因为船体更重。因此，很难简单地将普通货船走苏伊士运河与特制耐冰船走北极航道进行对比，因为船本身就不一样。第三个条件是冰层状态。即便是 8 月，每年的冰量也不同。冰少的年份无需破冰船帮助也能快速通过，但冰多的年份速度就会慢下来。船必须避开冰块呈之字形航行，还要等待破冰船，有时甚至必须停船。第四个条件是天气。北极海域天气极不稳定，风暴、浓雾、巨浪频发。这种天气下必须减速航行。安全是第一位的，无论多么急，都不能在危险天气下勉强航行。第五个条件是港口位置。说“快”时通常是对比釜山到欧洲鹿特丹的距离。但并非所有船都去鹿特丹。如果要前往欧洲南部港口或地中海地区，走北极航道反而可能更远。第六个条件是货物种类。有些货物准时到达至关重要，如新鲜水果或最新电子产品。对这类货物来说，比起早到几天，准时到达更重要。由于北极航道难以预测，因此不适合这类货物。第七个条件是成本。距离短并不意味着成本总是低。计算完破冰船费、特殊保险费、高昂燃油费等之后，有时甚至比走苏伊士运河成本更高。综上所述，“北极航道快”这句话只有在所有条件完美契合时才是事实。即：季节对、冰少、天气好、不用等破冰船、目的地是北欧且能承受成本。因此专家说：“北极航道是一条有潜力的新路，但很难完全替代现有航线。”它是一条在特定条件下、为特定目的使用的“辅助航线”。如果全球变暖持续、破冰技术进步、北极地区建设更多港口设施，情况可能会发生变化。但就目前而言，我们必须理解“快”字背后隐藏着许多条件。

律师 前国会议员 AI政策研究者

第二章 国际定期航线仍然有限

1. 有多少船只经过北极航道？

经过北极航道的船只数量比想象中要少。2023年全年通过北极航道的船合约有2,000艘。仅看这个数字似乎不少，但这些船并不全是同一种类。在经过北极航道的船只中，绝大部分是俄罗斯船舶。俄罗斯利用北极航道在境内运输物资，主要是将西伯利亚开采的石油和天然气运往俄罗斯的其他港口。此外，还有许多运送北冰洋捕捞的鱼类船舶，以及俄罗斯军队使用的船舶。外国船舶则少得多。其中，中国船舶通过次数最多，2023年约有120艘中国船利用了北极航道。韩国船只在2023年仅有2艘通过，日本船只则几乎没有。北极航道船舶运送的物资也并不多样，大部分是能源资源，其中装载液化天然气（LNG）的船只最多。这些船主要是将俄罗斯亚马尔半岛生产的LNG运往中国和欧洲。此外还有运送石油和煤炭的船舶，而装载普通货物的船只非常罕见。我们日常生活中使用的电脑、衣服、玩具等，几乎不使用集装箱船走北极航道，它们仍然通过苏伊士运河运输。北极航道的通航数量随季节变化巨大。夏季的7月至10月通航频繁，全年的货运量90%以上是在这一期间完成的。冬季冰层过厚，普通船只几乎无法通行，只有特制的具备破冰能力的LNG船才会在冬季谨慎通过。此外，航行时间也较长，通过整个北极航道通常需要20到30天。如果冰情严重，甚至可能需要一个月以上，若加上等待破冰船协助的时间，则会更久。北极航道对船舶大小也有限制，过大的船只无法利用该航道。为了破冰航行，船体必须足够坚固，但越大的船只越难进行船体强化。同时，北极航道的港口也无法接收大型船舶。2024年，利用北极航道的船舶数量反而有所减少。2022年俄乌战争爆发后，西方国家对俄罗斯实施经济制裁，欧洲国家大幅减少了对俄罗斯能源的进口，导致通过北极航道运输俄罗斯LNG的船只大量减少。专家认为，未来利用北极航道的船只数量也很难急剧增加，目前这种主要用于将俄罗斯资源运往中国的模式仍将持续。跨国国际货轮若要利用北极航道，仍有许多问题待解决。

2. 与苏伊士运河相比

将北极航道与苏伊士运河进行对比，可以发现巨大的差异。这两条航道就像是两个不同世界的路径。每年通过苏伊士运河的船只约有20,000艘，以2023年为准，平均每天有55艘船通过。苏伊士运河每年的通航量是北极航道全年总和的10倍。苏伊士运河的货运量更是超乎想象，2023年通过苏伊士运河的货物约13亿吨，而通过北极航道的货物约为3,600万吨，前者是后者的36倍。船舶种类也完全不同。通过苏伊士运河的多为集装箱船，满载着我们日常使用的商品。此外还有大量的油轮、运送汽车和粮食的货轮，甚至是邮轮。而北极航道大部分是LNG船和油轮，几乎没有运送普通货物的集装箱船，种类非常有限。通航周期也存在显著差异。苏伊士运河全年通航，无论是1月、8月还是12月，船只始终排队等待，昼夜不停地通过。而北极航道只有在夏季的几个月可以正常使用。从7月到10月这4个月间船只通行活跃，其余8个月因冰封而极难利用。通过时间也显示出巨大差距。通过苏伊士运河平均需要12到16小时，即使加上排队时间，一天也足够了，因为运河长度仅约193公里，可以快速通过。而通过北极航道需要20到30天，不仅距离更长，航速也更慢，因为必须小心冰层缓慢前行，若加上等待破冰船的时间，有时甚至超过一个月。通行费也值得比较。通过苏伊士运河需根据船舶大小缴费，大型集装箱船约需支付50万至100万美元，折合韩元约7亿至14亿。虽然看起来昂贵，但在海运行业是可接受的金额。利用北极航道则需向俄罗斯政府支付破冰船使用费，金额随船舶大小和冰情而异，通常为50万至200万美元。冰层越多，破冰船使用时间越长，费用就越高。港口设施也有天壤之别。苏伊士运河两端拥有大型港口，如塞得港和苏伊士港，船只可以装卸货物、补给燃料并进行维修。北极航道几乎没有像样的港口，只有摩尔曼斯克和杜丁卡等小港口，船舶一旦故障很难维修。保险费用也差异巨大。通过苏伊士运河的船只只需普通海上保险，保费相对低廉。利用北极航道的船舶则需投保特别险，因事故风

险大，保费比普通航道高出2到3倍。苏伊士运河拥有100多年的历史，自1869年开通以来不断扩建改进，全球海运业都以其为中心规划航线和业务。北极航道仍处于试验阶段，正式投入商业化利用仅10年左右，海运业目前仅将其视为辅助航道。

3. 从俄罗斯到中国的特别通道

北极航道现在已成为连接俄罗斯与中国的特别通道。它不再是全球共用的国际航道，而正演变为两国间的专属通道。俄罗斯能源资源丰富，西伯利亚和北极地区埋藏着海量的石油和天然气。亚马尔半岛拥有世界顶级的天然气田，通过北极航道运输此处生产的LNG是最快的路径。中国则是能源需求大国，其工厂大量使用天然气发电，民用采暖也需要天然气。中国每年的天然气进口量都在增加。2022年俄乌战争爆发后，情况发生了巨大变化。欧洲国家决定制裁俄罗斯，宣布不再购买其能源。对于俄罗斯来说，必须紧急寻找能源买家。中国成为了俄罗斯的优质客户。中国并未对俄实施制裁，反而开始购买更多的俄罗斯能源。俄罗斯将无法卖给欧洲的能源卖给了中国，而北极航道是连接这两国的最短路径。从亚马尔半岛出发的LNG船通过北极航道到达中国东部沿海，其距离比绕行苏伊士运河短了一半。2023年通过北极航道的LNG船大部分驶向中国，约2,500万吨LNG通过此航道运抵中国，预计2024年这一数字还会增加。俄罗斯正在北极地区持续建设新的LNG生产设施，“北极LNG 2”项目正在进行中。该设施完工后，每年可增产2,000万吨LNG，其中大部分也将通过北极航道运往中国。中国也积极参与北极航道的开发，并自称为“近北极国家”。中国政府在2018年发布了《中国的北极政策》白皮书，阐明了北极航道开发计划。中国航运公司正在建造具备破冰能力的特种船舶，以安全航行于北极航道。中国造船厂还在为俄罗斯建造其订购的破冰LNG船。俄罗斯与中国在北极航道开发上紧密合作。中国公司投资俄罗斯北极地区的能源开发项目，俄罗斯则承诺向中国稳定供应能源。2024年两国元首会晤并达成协议，决定加强北极合作，将北极航道称为“冰上丝绸之路”并承诺共同开发。然而，这种合作也面临困难。受西方国家制裁影响，俄罗斯难以获取尖端装备，北极能源开发所需的特殊技术和设备无法进口。中国也表现出谨慎的一面，由于担心与俄罗斯过于亲近会引起美国和欧洲的关注，中国公司正小心避开美国制裁。此外还有气候和环境问题。如果北极冰层融化速度慢于预期，北极航道的利用将受阻。由于气候变化速度的不确定性，很难制定长期计划。专家认为，未来10年内，北极航道将继续作为俄罗斯与中国的专属航道运营，其他国家很难全面参与。

4. 国际定期货轮何时能通行？

国际定期货轮在北极航道通行的日子依然遥远。定期货轮是指按照既定时间表运行的船舶，就像公交车或火车一样，有准确的出发和到达时间。目前全球海洋通行的定期货轮几乎全部利用苏伊士运河或巴拿马运河。从釜山出发的集装箱船通过苏伊士运河，可以准确地在20天后到达欧洲鹿特丹港。货主们正是信任这一时间表才托运货物。在北极航道运营定期货轮需要满足多个条件。第一是日程的准确性。定期船必须在约定日期送达，因为工厂生产的商品必须在指定日子上架。但北极航道的航行时间受天气和冰情影响极大，有时20天到达，有时则需40天。这种不确定性使得定期船难以运营。第二是必须能全年通行。定期船必须不分季节运营，但北极航道冬季几乎无法利用，只有夏季的4个月能正常航行，其余8个月被冰封。专家认为，只有当北极冰层大量融化后，才可能实现全年通航。气候变化研究显示，夏季北极冰层虽在持续减少，但冬季冰层依然厚实。若要看到全年无冰的北极海域，可能还需要数十年。第三是费用必须合理。定期船必须盈利，运费必须高于运营成本公司才能生存。北极航道的成本过高，单次通过的破冰船使用费就达数亿韩元。建造特种船舶的费用也是普通船只的2倍以上，还需支付船员危险津贴，保险费也昂贵得多。航运公司核算后发现，利用北极航道的成本反而比苏伊士运河更高。虽然距离短了，但由于各种额外支出，总成本反而上升。第四是基础设施必须完善。定期船航行需要港口、补给设施和维修设施。船舶出现问题必须能立即修理，中途也需要补充燃料。

北极航道除了摩尔曼斯克外，几乎没有像样的港口。一旦船只故障，必须前往遥远的地方修理，燃料补给也十分困难。第五是必须有充足的货物。定期船必须满载才能盈利。只有当利用北极航道的货主足够多时，才能运营定期船。但大多数货主更倾向于经过验证的苏伊士航线，认为北极航道依然危险且具有不确定性。若货主不选择北极航道，航运公司也无法开通定期航线。第六是政治稳定性。北极航道大部分经过俄罗斯领海。如果俄罗斯与西方国家关系不佳，北极航道的利用就会受限。2022年以后的政治紧张局势使得欧洲和美国公司对利用北极航道望而却步。世界知名航运公司已经明确了立场。马士基 (Maersk)、地中海航运 (MSC)、达飞轮船 (CMA CGM) 等巨头已宣布，出于环境问题和经济性考虑，不会在北极航道投放定期船。专家预计，国际定期货轮要全面利用北极航道至少还需20到30年，可能要到2050年左右才具备可能性。届时需要诸多条件发生改变：气候变化导致冰层大量融化、北极港口设施大幅改善、政治局势趋于稳定，最重要的是经济性得到证实。目前，北极航道仅被用作运输俄罗斯资源的特殊目的航道。要成为国际定期货轮通行的全球性航道，还有很长的路要走。

律师 前国会议员 AI政策研究者

第三章 并非无法投保

1. 航行于北极航道的船舶也能投保吗？

航行于北极航道的船舶是可以投保的。很多人认为北极航道过于危险，保险公司不会承保，但这并非事实。投保是可能的，只是条件苛刻且费用昂贵。航运公司必须投保，因为无保险航行是国际规则所禁止的。一旦发生事故，损失将是天文数字。单艘船的价格就在数百亿到数千亿韩元之间，船上装载的货物也价值数十亿韩元。如果事故导致海洋污染，还必须赔偿相关损失。在常规航道行驶的船舶会参加基本海上保险，保费取决于船只价值和航行区域。安全航道的保费较低，危险海域的保费则较高。北极航道的船舶需要参加特别保险，仅靠普通海上保险是不够的，因为北极航道比普通航道危险得多。保险公司将北极航道归类为“高风险地区”。全球能为北极航道船舶提供保险的公司并不多，只有几家大型国际保险公司受理。其中最著名的是英国伦敦的劳合社（Lloyd's）。挪威和俄罗斯的保险公司也在销售北极航道保险。保费通常是普通航道的2到3倍。如果船只价值1,000亿韩元，普通航道的年保费约为10亿韩元，而北极航道的保费则会达到20亿至30亿韩元。单次航行的保费也高达数亿韩元。保费昂贵的原因有很多：首先，事故概率高，存在撞击冰块、低温导致机械故障以及突发风暴的风险；其次，救援困难，事故发生后难以获得帮助，距离最近的港口很远，救援船抵达需要数日，冬季甚至无法进行救援；第三，环境污染风险大，燃油泄漏会严重污染北极环境，且燃油在寒冷海水中极难分解，清理工作异常艰巨，保险公司可能需要承担这类环境损失赔偿。投保时需提交多种文件，如船舶设计图、安全设备清单、船员资格证、航程计划书等，保险公司会进行严密审核，甚至会派专家实地检查船体强度和安全设备。若发现问题，可能被拒保或面临更高保费。保险合同中包含许多限制条件：规定了航行季节（通常仅限7月至10月），非规定期间出险不予理赔；限制了航行路径，必须沿批准路径行驶，避开多冰危险区；还可能规定必须有破冰船陪同，若在厚冰区擅自行动导致事故，保险公司可能不予赔偿。天气条件也很关键，预报有大风暴时若强行出航导致事故，会被视为船长判断失误，理赔程序会变得非常复杂。保险公司每年会调整保费，事故多则次年涨价，安全航行则可能小幅下调。部分航运公司会参加互助保险，即P&I协会（船东互保协会），由多家船东集资互助。虽然北极航道船舶也可加入，但协会通常会制定特别规定，如需缴纳额外会费或限制赔偿限额。总之，北极航道船舶投保并非不可能，但准备工作繁重且成本高昂，必须满足保险公司所有苛刻条件。

2. 保险公司要求的特别准备

保险公司对航行于北极航道的船舶提出了诸多要求，必须满足远高于普通船舶的安全标准。首先，船体必须坚固。北极航道专用船采用特殊设计，船体厚度是普通船的2到3倍，并使用特种钢材以防撞击冰块时破裂。船首部分作为最先接触冰块的地方，结构需要更加强化，保险公司会核实相关设计。冰级（Ice Class）也至关重要。国际船级社将船舶分为多个等级，航行北极航道至少需要达到1C级，若要通过更厚的冰层则需要1B或1A级，最高等级为1A Super。保险公司要求提供公认船级社颁发的等级证明，该证明必须由权威机构签发，无证明或等级过低将被拒保。发动机和机械装置也必须特殊化，能在北极严寒下正常工作。普通发动机在零下30度以下可能冻结，而北极航道船只装备的是能在零下50度运行的发动机，并配有加热系统以防整船停摆。此外还需配备备用发动机，确保主发动机故障时仍能移动。安全设备需远多于普通船只。救生艇必须是耐寒特制的，内部有取暖装置且外部经过隔热处理。救生衣也是特制品，因为北极海水极冷，落水者会在几分钟内因失温丧失意识，北极用救生衣具有保暖功能。通信设备同样关键。由于高纬度地区卫星信号弱，普通卫星通信在北极效果不佳，必须配备特种卫星通信设备及应急位置发信机。保险公司要求定期检查这些设备的运行状况。导航设备也需特殊化，需配备最新的电子海图并持续更新。探测冰块的雷达也是必不可少的，因为普通雷达难以

准确探测冰块，必须安装特种冰雷达。船员资格也受严格审查，必须聘用有北极航行经验的船员。船长和高级船员需接受符合国际海事组织《极地规则》（Polar Code）的培训。保险公司会核实船员的培训证书，包括冰区航行技术、应急处理和北极生存技能等。医疗设备也必须充足，因为北极发生事故或疾病时送医耗时数日，船上需具备急救能力并配备充足药品和器械，最好有医生或护士随行。燃料也需充足，因为中途难以补给且航程可能因天气或避开冰块而延长，保险公司建议携带预计航程1.5倍以上的燃料。食物和水的储备应为预计航期的2倍，以备救援延误。环保设备也是必需的，包括防止溢油的装置和污染物处理系统。保险公司会通过实地登船检查来核实这一切，任何不足都可能导致保费上涨或拒保。

3. 一旦发生事故，救援费用是多少？

在北极航道发生事故，救援费用将极其惊人，比普通海域高出10到20倍。救援困难的原因有几点：第一，缺乏邻近港口，最近的港口也在数百公里外，救援船抵达需耗时数日；第二，救援力量有限，北极地区可用的救援船寥寥无几，主要依赖俄罗斯的破冰救援船，且它们可能因执行其他任务而无法立即赶到；第三，恶劣天气常导致救援无法进行，北极风暴威力巨大，浪高可达10米以上，这种天气下救援船也无法出动；第四，直升机救援也充满挑战，冬天的极度恶劣天气及夏天的浓雾和强风常限制其飞行。看几个实际案例：2018年一艘小型货船在北极被困冰中，俄罗斯破冰船耗时3天抵达、2天脱困，费用约200万美元（约28亿韩元）；2020年一艘LNG船发生机械故障，由两艘拖船拖行800公里至最近港口，费用约500万美元（约70亿韩元）。如果船只搁浅或面临沉没风险，费用会更高。仅救助船员一项，若用直升机撤离，每人成本约1亿韩元，30名船员就是30亿韩元。若发生燃油泄漏，费用将呈爆发式增长。在寒冷有冰的海水中清理油污几乎是不可能的任务，清理设备难以正常运行。专家估计，北极地区的中等规模溢油事故清理费用至少在1万亿韩元以上。作为参考，2010年墨西哥湾溢油事故清理费用超过40万亿韩元，北极若发生类似事故成本将更高。环境损害赔偿也不容忽视，北极是北极熊、海豹、鲸鱼等受保护动物的家园。此外，船舶打捞费用巨大，深冷海域的打捞几乎不可能。船只本身的损失也很大，现代货船价值在1,000亿至2,000亿韩元之间。货物损失同样惨重，LNG或石油类货物的价值可达数千亿韩元。此外还有巨额的营业损失、违约金和涉及多国法律的诉讼费用。保险公司综合这些成本来制定保费，因此北极航道的保费远高于普通航道。2023年的一项调查显示，北极航道中型事故的平均成本在100亿至500亿韩元之间，大型事故则可能超过1万亿韩元。

4. 铁底的准备为何必不可少

北极航道航行若无彻底准备是不可能的。一个小失误就可能酿成巨灾。北极环境对人类极其残酷，零下40度的低温下，人在户外几分钟就可能冻死。海温约为零下2度，落水者在15分钟内就会失去意识，30分钟内死亡。冰情的不可预测性也极大，即使有卫星图，冰块也可能在一天内突然聚集并将船困住。被困冰中时，巨大的挤压压力足以摧毁船体，正如1914年谢克尔顿的“坚忍号”所经历的那样。天气变化剧烈，强风暴和浓雾会使导航和判断变得异常困难。通信不稳、救援迟缓、设备故障在北极都是致命的。一旦失去暖气或电力，船员将面临冻死的危险。缺乏淡水、心理压力（白夜和极夜的影响）以及医疗救助的缺失也都是巨大威胁。环保责任同样重大，任何污染都会招致全球谴责和巨额罚款。因此，必须对船舶进行完美检查，对船员进行充分培训，备足安全物资，制定多套应急和航行计划。实时获取气象和冰情信息，保持与总部的沟通，并严格遵守保险条款。北极航道是一种挑战，但绝不能成为鲁莽的冒险，唯有彻底的准备才能确保航行安全。

律师 前国会议员 AI政策研究者

第四章 仅靠安全规则还不够

1. 什么是《极地规则》？

《极地规则》（Polar Code）是航行于北极和南极海域的船舶必须遵守的国际准则。其正式名称为《极地水域营运船舶安全规则》。该规则由国际海事组织（IMO）制定。IMO是联合国下属机构，负责制定全球船舶与海洋的相关规则，总部设在英国伦敦，拥有175个成员国。《极地规则》自2017年1月1日起正式施行。在此之前，北极航行缺乏统一的国际规则，各国仅依靠本国法律进行监管，因此建立统一标准的呼声日益高涨。为什么需要这一规则？随着全球变暖导致北极冰层融化，经过北极的船舶不断增加。然而，北极与普通海域完全不同，存在严寒、海冰、位置偏远等诸多特殊风险。仅凭普通航行规则无法保障安全。《极地规则》主要分为两部分：第一部分是关于安全的规定，涉及船舶结构、设备和船员培训等；第二部分是关于环境保护的规定，涉及防止油污泄漏、垃圾处理及污染物排放等。让我们详细了解一下安全规定。《极地规则》将船舶分为三个等级：A类、B类和C类。等级取决于船舶能够在何种冰况下航行。A类船舶最为坚固，能够破碎中等厚度的冰层行驶，可全年航行于北极，甚至无需破冰船辅助。B类船舶强度适中，能通过夏季的薄冰，但在厚冰区需要破冰船协助。C类船舶则只能在无冰水域或极薄冰区航行，大多数普通货船都属于这一等级。《极地规则》对船体结构有严格规定，提出了船体强度的精确标准，详细规定了钢板的厚度、材质和焊接方法。此外，对发动机和机械设备也有规定，要求其必须在严寒天气下正常工作，且必须通过低温耐受测试。船舶还必须配备加热系统。安全设备的规定也非常详尽：救生艇必须是能抵御寒冷的特制产品，救生衣必须能防止失温，应急粮食必须准备在寒冷环境下不会冻结的产品。航行设备方面，需要配备探测冰层的雷达，卫星通信设备也必须是能在高纬度地区工作的型号，同时还要备足备用电池和发电机。船员培训同样重要，船长和高级船员必须接受特别培训，内容包括冰区航行技术、了解北极气象、应急处置方法等，培训时间至少在40小时以上。环境保护规定也十分严苛。在北极，船舶运营必须比在普通海域更清洁。严禁向大海排放燃油，甚至连烹饪产生的含油废水也不能随意倾倒。垃圾处理规定也非常棘手，厨余垃圾严禁直接排入大海，船舶必须配备垃圾处理系统或将其运回港口。此外，黑碳（烟尘）排放也受到监管，因为船舶排出的黑烟会加速冰层融化。船舶必须使用清洁燃料，并安装减少废气的装置。如果不遵守《极地规则》，将会受到处罚。船舶入港时会接受检查，一旦发现违规将被禁止出航，情节严重者还需缴纳巨额罚款。俄罗斯还执行比《极地规则》更严格的本国规则，由于北极航道的大部分经过俄罗斯领海，因此也必须遵守俄罗斯的规定，俄罗斯在发放航行许可前会直接对船舶进行检查。《极地规则》是一个良好的起点。它首次为北极航行制定了统一标准，使北极航行变得更加安全。但《极地规则》也有其局限性，仅仅遵守规则并不意味着所有风险都会消失。北极是一个无法完全被规则涵盖的、充满不可预测性的地方。

2. 即便遵守规则也依然危险的北极海域

即使完美遵守《极地规则》的所有条款，北极海域依然充满危险。规则只是最低限度的安全标准，北极的实际风险远超规则的想象。2018年夏天，一艘大型货船航行在北极航道上。这艘船符合《极地规则》的所有要求，获得了B类等级，配备了所有必要设备，船员也接受了培训。然而，航行中却发生了意想不到的情况：一块卫星照片上未显示的巨型厚冰突然挡住了去路。风和海流在一夜之间将海冰推到了这里。船舶被迫停驶。虽然请求了破冰船支援，但最近的破冰船也在200公里之外，抵达现场耗时3天。在此期间，船舶被困在冰中，船员们忧心忡忡，担心冰层如果进一步挤压船体会发生意外。虽然按照《极地规则》做足了准备，但仍无法应对这种突发状况。所幸当时天气尚好，未酿成大祸，但3天的延误给公司带来了巨大损失，因货物运输迟延不得不支付违约金。正如这一案例所示，仅有规则是

不够的，《极地规则》规定了结构和设备，却无法预测实际航行中发生的所有状况。机械故障也是一大难题。《极地规则》规定设备必须能耐受严寒，但实际遇到的天气可能比预想的更冷。在零下30度测试的设备，在零下50度时可能无法工作。2020年，一艘LNG船在北极航道遭遇发动机问题。虽然该船通过了《极地规则》的所有测试，但因天气严寒超乎预期，导致燃油管路冻结，船舶漂流了数日。人为错误也无法避免。船员无论接受多少培训，仍可能犯错。北极环境容易让人疲惫，极昼极夜会破坏睡眠模式，疲劳会导致判断力下降。《极地规则》规定培训时间为40小时，但专家认为这远远不够。仅在教室学习而没有实际北极经验是不充分的。2019年，某货船船长虽接受过培训，却是第一次亲眼见到海冰。卫星照片上的冰与真实的冰截然不同，因判断失误，他将船驶入了危险区域。虽未发生大事故，但那一刻惊心动魄。救援系统的局限性同样存在。《极地规则》要求配备应急通信设备，但即使有设备，如果救援迟缓也无济于事。北极缺乏救援船只，整个北极地区拥有完善救援能力的破冰船不足20艘，这对于覆盖广袤的北极海域来说杯水车薪。一旦发生事故，可能需要等待数日救援船才能到达。环保规定与现实也存在脱节。《极地规则》要求防止油污泄漏，要求船舶采用双舷侧结构并配备防污设备。但实际上，北极一旦发生漏油事故，几乎没有拦截手段。防污设备在浮冰海域无法正常工作，在冰冷的水中，围油栏和除油器会失效。专家实验结果显示，在北极仅能回收不到10%的泄漏油污，而在普通海域这一比例可达50%以上。天气信息的不确定性也是问题。《极地规则》要求航行前确认天气信息，但北极天气预报的准确度较低。北极的气象观测站很少，广阔区域内只有寥寥几个。虽然利用卫星观测，但云层较多时视线受阻。在天气瞬息万变的北极，几小时前的预报也可能出错。2021年夏天，预报是晴天，却突然遭遇风暴，途经北极航道的多艘船舶措手不及。虽无大碍，但这表明仅凭预报航行是危险的。保险也不是完美的保护伞。即便遵循《极地规则》并投保，也无法获得所有损失的赔付。保险合同中有很多免责条款，如船长判断失误、违规、不可抗力等情况下可能无法获得赔偿。即使拿到赔偿金，也无法弥补公司的名誉损失和商业机会损失。总之，《极地规则》必不可少，但并不充分。遵守规则只是基础，还需要更多的准备。北极海域永远潜伏着不可预测的危险。

3. 无法预测的海冰与天气

北极的海冰和天气确实极难预测，即使动用尖端科技也难以实现精准预报。这是北极航行困难的最大原因。冰是“活着”且不断移动的。受风和海流影响，海冰会不停迁移。今天还没冰的地方，明天可能布满海冰；反之，今天被冰封堵的地方，明天可能豁然开朗。虽然利用卫星监测海冰，每天拍摄多次照片，但卫星照片也有局限。北极多云，云层厚时看不清冰面。卫星照片能显示是否有冰，却难以准确判断冰的厚度。看似薄冰的地方实际上可能很厚，看似厚冰的地方可能因为有很多孔洞而极易碎裂。冰的种类也多种多样。一年冰（First-year ice）是在一个冬天结冰并在夏天融化的冰，相对较薄且质地较软，船舶较易通过。多年冰（Multi-year ice）则是多年未融化堆积而成的冰，厚实而坚硬，即使是破冰船也难以击碎。问题在于，仅凭卫星照片很难分辨一年冰和多年冰。冰山也是巨大的威胁。巨大的冰块漂浮在海上，冰山的90%隐藏在水下。从上面看很小，实际体量惊人。船舶撞上冰山会引发重大事故。1912年泰坦尼克号撞击冰山沉没，虽已过去100多年，冰山依然危险。虽然雷达可以搜寻冰山，但并非万无一失，起雾或浪高时可能会漏掉目标。流冰也是麻烦，无数小冰块聚在一起会阻碍船舶。在流冰中穿行必须减速，非常耗时。海冰的移动轨迹极难预测，2022年夏天，一家航运公司根据卫星照片规划了航线，当时看起来无冰安全，但当船抵达时情况全变了，强风吹了几天将冰赶到了航道上，船不得不绕道行驶，多花了3天时间。天气预报同样困难。北极是地球上天气变化最剧烈的地区之一。早晨晴空万里，下午可能风暴大作，预报与实际完全相反。北极风暴威力惊人，风速可超每小时100公里，浪高可达15米，遇此风暴船舶有倾覆风险。问题是这类风暴往往突如其来。在普通海域，风暴形成前几天会有征兆，如气压降低、云层聚集，但在北极，风暴几小时内就能形成。雾也难以预测，北极夏季常起大雾，暖空气经过冰冷海面形成浓雾，能见度不足50米。大雾毫无征兆，早晨晴朗中午可

能突发浓雾，雾中极难看清海冰，必须大幅减速。气温变化也十分剧烈。一天内温差可达20度以上，早晨零下10度，下午可能升至零上10度。这种剧烈温差会影响船舶设备。金属会因温差热胀冷缩，给船体带来压力，可能导致焊接部位变弱或产生微小裂纹。电子设备对温差也很敏感，突遇严寒电池性能会下降，剧烈升温则会产生结露现象，导致电路受潮故障。北极磁场也会引发问题，越靠近北极，罗盘越无法正常工作，因磁场不稳定导致指向错误。船舶只能依赖GPS，但GPS信号有时也会变弱。极光也会产生影响，美丽的极光实际上是强烈的电磁现象。极光强烈时会干扰通信，导致卫星信号中断。2023年秋天，在出现强烈极光时，北极航道的多艘船舶遭遇通信故障，与陆地失去联系数小时。虽未发生事故，但那段时光令人不安。气候变化也增加了预测难度，过去的数据已无法解释现状。10年前7月冰层融化程度与现在截然不同，规律正在改变。科学家也无法准确预测，无法确定今年夏天冰会化多少、往哪移。虽然用计算机模型模拟，但与实际仍有出入。总之，北极航行始终伴随着不确定性，即便竭尽全力收集信息规划航线，大自然仍会超出预期。这也是北极依然充满挑战的原因。

4. 匮乏的海图与通信系统

北极地区的地图与其他海域相比极不准确。被称为“海图”的航海地图中有很多空白，许多地方的深度并未测量。普通航线海图非常精确，如苏伊士运河或马六甲海峡，测量精度可达厘米级，哪里浅、哪里深一目了然，暗礁位置也标记清晰。但北极海图并非如此，许多区域未经妥善测绘，图上常标有“水深未核实”或“概略位置”。船舶航行中可能会突然遇到浅滩。为什么会这样？因为北极长期被冰覆盖，很难对冰层下的海洋进行调查。直到最近冰层融化，测绘才变得可行。但测绘工作耗时耗资，需要派出搭载特殊设备的船舶扫描海底。要测绘整个北极海域需要数十年。部分地区甚至完全没有最新测绘数据，还在使用100年前绘制的老海图，受限于当时的科技，准确度很低。地图不准会引发大问题。2019年，一艘货船在通过北极航道时触礁。海图上显示该处为深海，实际却隐藏着岩石。船底被撕裂进水。所幸及时发现并进行了防水作业，虽然避免了大事故，但维修费高达数亿韩元。海底地形也很复杂，北极海底有山脉和谷底，有的地方深达4000米，有的地方却突然变浅至50米，这些地形并未被准确标记。海流信息同样匮乏，不清楚海水流向。海流会影响航速和航向，遇到强流船舶无法按预期行驶。潮汐信息也不完整，缺乏涨落潮高度的准确数据。进港时水深至关重要，潮汐计算错误可能导致搁浅。通信系统也是个难题。在北极，常规通信方法往往失效。通信卫星大多位于赤道上空，在高纬度地区，卫星在地平线附近，信号微弱。卫星电话经常断线，通话中会突然中断。互联网也慢且不稳定，发封邮件都要花几分钟。俄罗斯发射了多颗北极卫星，俄罗斯籍船只利用这些卫星通信，但其他国家的船只很难使用该系统，不仅费用昂贵还需安装特殊设备。GPS信号也很弱，越靠近北极，GPS精度越低。普通海域定位精度在10米以内，而北极误差可能超过50米，甚至完全无法工作。太阳爆发引起的电磁风暴会干扰GPS信号，北极受此类风暴影响极大。无线电通信也很局限，VHF对讲机距离很短，船舶间相距几十公里就无法交谈。在紧急情况下很难求助。获取天气信息也很困难，虽然需要接收气象局发送的气象传真，但在北极接收效果很差。通过卫星接收天气信息数据延迟严重，也很难通过互联网实时更新最新的冰情信息、海图修正项和航行警告，可能会错过重要信息。应急救援通信系统也不完善。国际上有一种全球海上遇险与安全系统（GMDSS），船舶在世界任何海域发送求救信号，附近的救援中心都能收到。但在北极，该系统并不能完美运作。即使发出了求救信号，接收点也太远，挪威或加拿大的救援中心距离信号源可能有数千公里。与陆地沟通也困难。船舶需要向公司总部汇报，但通信不畅。在需要做重大决策时可能无法与总部商议。一些航运公司会安装昂贵的卫星通信系统。低轨卫星（LEO）系统在北极运作相对良好，但每月费用高达数千万韩元。俄罗斯正沿着北极航道建设通信基站，但尚未覆盖所有航段，基站间的空白区域通信依然会中断。地图和通信系统是安全航行的基础，没有准确的地图就不知道该往哪走，没有通信就无法求救。北极航道要像普通航道一样安全，必须先完善这些基础设施。

律师 前国会议员 AI政策研究者

第五章 全年开放仍是遥远的未来

1. 北极冰盖真的在融化吗？

北极冰盖确实正在融化。这是科学家们数十年来观察得出的明确事实。然而，它的融化速度并不像人们想象的那么快。科学家利用卫星观测北极冰盖，从1979年至今一直在持续观测，积累了超过45年的数据。从这些数据来看，冰盖减少是显而易见的。夏季北极冰盖面积大幅缩减。1980年代，9月份北极冰盖面积约为750万平方公里，约是韩半岛面积的34倍。到了2020年代，这一数字减少到了约450万平方公里。40年间减少了40%。冰层的厚度也变薄了。1980年代北极冰盖的平均厚度约为3.5米，现在约为2米，几乎缩减了一半。多年冰也在减少。多年冰是指在夏季也不会融化、存续多年的厚冰层。1980年代，北极冰盖的30%是多年冰，而现在不到10%。北极冰盖融化的原因是全球变暖。全球平均气温正在上升，已比工业革命前高出约1.2度。虽然看似微小的温度变化，却对北极产生了巨大影响。北极的变暖速度比其他地区更快，科学家称之为“北极放大效应”。全球平均气温上升1度时，北极气温会上升2到3度。为什么北极暖得更快？因为冰雪会反射阳光。白色的冰雪能将80%的太阳光反射回太空。但如果冰雪融化，露出深色的海水，情况就大不相同了。深色的海水会吸收80%的阳光。海水变暖后，会加速融化周围的冰层。冰层进一步融化，露出更多水面，吸收更多阳光。这种恶性循环不断持续。科学家将这种现象称为“正反馈”。一旦开始，速度就会越来越快。这就是北极冰盖快速融化的原因。科学家还预测了夏季北极海洋完全无冰的时期。许多科学家认为，在2040年到2050年之间，9月份的北冰洋将几乎没有冰。这大约是20年后的事。但这说的是夏季。冬季则不同。冬季北极冰盖依然大量存在。由于冬季太阳不升起，气温会降至零下40度。在这样的严寒下，海水必然会结冰。冬季北极冰盖面积仍约为1400万平方公里，是夏季的3倍多。虽然冬季冰盖面积也在逐渐减少，但速度不如夏季那么快。此外，冰盖融化的速度每年也不同。有些年份融化得多，有些年份则少。2012年是冰盖融化创纪录的一年，夏季冰盖面积减至340万平方公里。但2013年冰量又再次增加，因为那年的天气比往年凉爽。2021年的冰量也比预期要多。像这样，每年的变动很大。从长期来看，冰盖减少的趋势虽然明确，但短期内会有波动。这增加了规划北极航道的难度。不能因为今年冰少，就确信明年也是如此。有些人说北极冰盖很快就会完全消失。但科学家并不这么看。虽然夏季冰量会大幅减少，但冬季依然会有冰存在。要看到完全无冰的北极，全球气温必须比现在再升高2到3度。这可能要等到本世纪末，也就是现在的孩子们变成爷爷奶奶的时候。综上所述，北极冰盖确实在融化，夏季冰量正在快速减少，但冬季冰层依然坚固。北极航道要实现全年通航，还有很长一段路要走。

2. 冰盖减少会变得更安全吗？

许多人认为冰盖减少会让北极航行变得安全，因为没有冰，就没有撞船的危险。但实际情况并非如此简单。冰盖减少反而会带来新的风险。虽然冰盖减少增加了船舶可以航行的时间——1990年代北极航道夏季可通行时间约为2个月，现在已延长至4个月（7月至10月）——这是一个积极的变化，但冰盖并不是完全消失，而是局部减少。有些地方融化得多，有些地方依然冰层密布，这便产生了问题。当冰盖局部残留时，移动的碎冰会增多。固定的冰层破碎后变成漂浮的冰块，这些被称为流冰。流冰的移动无法预测，会随着风和海流四处漂移。昨天还没有冰的地方，今天可能布满流冰。船只可能会被困在流冰中。2019年夏天，一艘通过北极航道的货船就被困在流冰中。虽然卫星照片显示该区域冰并不多，但流冰突然涌入，导致船只两天无法动弹。此外，冰盖融化会导致波浪变大。冰层起到阻挡波浪的作用，有冰时即使刮风也不会起大浪。但在没有冰的广阔海面上，会掀起巨浪。北极的风暴非常强劲。冰盖减少后，风暴时的波浪会变得更大。2020年秋天，北冰洋观测到了15米高的巨浪，过去这种巨浪在北极很少见。巨浪对船只非常危险，会导致船身剧烈摇晃、货物倾倒、船员受伤，严重时甚至

会导致翻船。海流也在发生变化。冰盖曾调节着海洋的流动，一旦冰盖消失，海流模式就会改变。新海流产生，原有海流增强，变得难以预测。2021年，科学家在北极发现了一种因冰盖融化而产生的新强流，流速达到每小时5公里。船只若要逆流而上，必须消耗更多燃料。天气也变得更加反复无常。冰盖具有稳定气候的作用，冰盖减少会导致气温波动增大，风暴更加频繁，浓雾也更多。科学研究表明，随着冰盖减少，北极风暴次数有所增加。1980年代夏季平均有5次风暴，现在平均为10次，增加了一倍。浓雾也是个问题。当暖空气遇到冰冷的海水时会产生雾。随着冰盖融化，北极海域起雾的频率更高。在浓雾中航行非常困难。冰山也可能增多。格陵兰岛的冰川正在快速融化，从冰川脱落的冰块漂入大海，形成了冰山。格陵兰岛产生的冰山数量正在增加，进入2010年代后增加了30%。冰山对船只只是巨大的威胁，我们必须铭记泰坦尼克号的悲剧。环境也在改变，北极生态系统正在发生变化。鱼群向北移动，新物种出现在北极。这虽然是渔业的机遇，却是航行的新变量。水母增多也是个麻烦，变暖的北极海域出现了水母群，它们可能堵塞船只的冷却水进水口。一旦引擎无法冷却，船只就会停航。海底也在发生变化。永久冻土层正在融化，海底下原本冻结的土地融化后地基变弱，可能导致海底地形改变，旧地图不再准确。甲烷气体也是危险因素。北极海底埋藏着大量甲烷水合物（可燃冰）。随着温度升高，甲烷气体释放，海面会出现甲烷气泡。如果船只经过该区域，可能会失去浮力。专家表示，比起冰层完全消失，冰层局部残留反而更危险。如果全是冰，根本无法通过，也就没有事故；如果完全没冰，像普通海域一样航行即可。最困难的是冰层零星分布的情况，必须时刻确认哪里有冰，并做出瞬间判断，极易出错。总之，冰盖减少并不意味着自动变得安全，反而会产生新类型的风险。北极航行在未来仍将是一项严峻的挑战。

3. 为什么只能在夏季通行

目前北极航道仅在夏季（7月至10月，约4个月）可以正常利用。其余8个月几乎无法航行。这是为什么呢？首要原因是冰。冬季北冰洋大部分被厚达2到3米的冰层覆盖。普通船舶无法穿透这种冰层。破冰船也有局限，即使是俄罗斯强大的核动力破冰船，也很难破碎超过3米的冰层。如果强行破冰，破冰船自身也可能被困。冬季北极的严寒也是个大问题。气温降至零下40度，体感温度可达零下60度。在这种严寒下，船上的一切都会冻结。海水溅到甲板上会瞬间凝固，积冰会导致船只变重、失去平衡甚至倾覆。1980年代曾有一艘渔船因甲板积冰而沉没。船只设备在严寒下也很脆弱，燃油会凝固，润滑油会变稠导致机械无法正常运转。电池性能也会下降，在寒冷环境下很快就会耗尽电量。船员也难以忍受。户外作业必须穿着厚重的衣服，但这会导致行动不便，手指冻僵后无法进行精细操作。冬季北极会出现极夜现象，全天处于黑暗中。在黑暗中躲避冰块航行异常困难，仅靠雷达是不够的。黑暗还会影响人的心理，长期的黑暗会导致抑郁，损害船员的精神健康，导致注意力下降、错误增多。冬季风暴也更强劲，北极冬季风暴的威力堪比台风，风速超过每小时150公里，伴随暴风雪时能见度几乎为零。冬季救援也几乎不可能。破冰船在风暴中无法出动，直升机也无法飞行。一旦发生事故，可能要等到春天才能获救。通信在冬季也更困难，这是因为电离层的变化。冬季极光活动频繁，会干扰通信，导致卫星信号经常中断。港口设施在冬季也无法正常运转。北极港口在冬季会冻结，起重机冻住无法移动，货物装卸困难。冬季燃料消耗也多得多。因为需要持续供暖，且由于要破冰前行，必须加大引擎马力。燃料费用是夏季的2倍以上。夏季情况则不同。7月起北极气温回升至5到10度，冰层开始融化。8月和9月冰量最少，此时北极航道的许多路段冰层消失，船只甚至无需破冰船即可通行。虽然仍需谨慎，但已具备航行条件。夏季会出现极昼现象，全天24小时明亮，非常适合航行，冰块也清晰可见，能预先发现危险。天气也相对稳定，风暴少，气温高，设备运行良好，船员在甲板上作业也更舒适。救援体系在夏季也运作良好，破冰船处于活跃状态，直升机可以飞行，出问题也容易获得帮助。但夏季也并非完美，常有浓雾，也会有突发风暴，流冰可能意外出现。而且夏季航行期仅有4个月，不足以维持定期货船运营。海运公司更倾向于能全年运营的航线。10月底天气会急剧恶化，气温骤降，海洋

重新开始结冰，风暴频发。船只必须赶快离开北极。11月仍留在北极非常危险，可能被冰困住。2014年一艘观光邮轮因待到10月底而被困冰中，虽由俄罗斯破冰船救出，但当时情况非常危急。总之，北极航道只能在夏季利用是受限于自然界限的。这些条件仅凭人类技术很难克服。要全年利用北极航道，需要根本性的变化。

4. 要想全年航行需要什么？

要让北极航道实现全年通行，需要改变的东西实在太多了。技术、基础设施、自然环境都必须与现在截然不同。第一，冰层需要融化得更多。目前仅在夏季冰层大幅融化。若要全年航行，冬季冰量也必须减少。据科学家计算，冬季冰量需减至目前的一半以下。为此，全球平均气温需比现在升高2度以上。按目前趋势，这可能在2070年左右实现，即45年后。但气温若升高那么多，会产生其他重大问题，如海平面上升、全球沿海城市被淹、气候灾难增多。为了使用北极航道，值得付出这种代价吗？第二，需要大量更强大的破冰船。破碎冬季冰层需要比现在强两倍的破冰船，必须比俄罗斯制造的最新核动力破冰船还要强。建造一艘这样的破冰船需耗资超过1万亿韩元，要覆盖整个北极航道至少需要20艘，总计20万亿韩元。这笔钱由谁来出？破冰船的运营成本也不容小觑，一艘核动力破冰船每月需花费数十亿韩元，包括燃料费、船员工资、维护费等，全年运营成本将是天文数字。第三，港口和补给设施必须大幅增加。目前仅摩尔曼斯克算是像样的港口，还需要至少10个能在冬季运作的港口。在冻结的永久冻土层上建造北极港口极难，需要特殊的建筑技术，成本是普通港口的5倍以上。每个港口都需要防冻起重机，因为普通起重机在冬季会冻住无法工作，安装耐寒特殊起重机每台需耗资数百亿韩元。第四，必须建立全新的救援系统，需要能在冬季24小时运作的体系。具备破冰能力的救援船需在各处待命，还需要全天候直升机——即在风暴中也能飞行的特殊直升机，类似于俄罗斯军队使用的型号。为民用准备此类直升机需投入巨资。还需建设救援基地，沿北极航道每200公里应设一个基地，配备常驻人员和设备，至少需要20个。第五，通信系统必须彻底重建。需要北极专用卫星，即在高纬度地区也能发送强信号的卫星，至少需发射5颗以上。还需要地面通信网，沿北极航道设立通信基站，实现5G通信。这同样需要巨额投资。第六，必须绘制精确的海图。需要重新测量整个北极海域，利用最新设备进行精密测量，这是一项耗时10年以上的工程。冰情预测系统也需改进，需用超级计算机实时预测冰的移动，利用人工智能提高准确度。开发此类系统需耗资数千亿韩元。第七，必须大量建造特殊船舶。能在冬季北极航行的船只必须专门设计，仅改装普通货船是不够的，需新建具备破冰能力的集装箱船、油轮、液化天然气（LNG）船等。每艘船需耗资数千亿韩元，商业运营则需要数百艘。第八，必须开展国际合作。北极航道经过多个国家的领海，俄罗斯、挪威、加拿大、美国等必须合作。但目前这些国家的关系并不好，俄罗斯与西方的冲突仍在持续。如果政治问题不解决，北极开发也举步维艰。第九，必须制定环境保护方案。船舶往来增多会污染北极环境，使动物受害，需要方法阻止这一切。在环境保护和航道开发之间取得平衡极难，许多环保组织反对扩大北极航道，说服他们也是一大课题。第十，必须证明经济可行性。这一切所需的资金达数百万亿韩元。这笔投资能收回吗？能从利用北极航道的船只那里收到足够的费用吗？据专家分析，以目前的技术和经济条件，还无法给出肯定的答案。全年运营北极航道投资过大，而收益却具有不确定性。总之，北极航道的常态化开放仍是遥远的未来。即便技术上可行，在经济、环境、政治上需要解决的问题也太多。在我们这个时代，恐怕很难看到这一天。

律师 前国会议员 AI政策研究者

第六章 碳减排效果是有条件的

1. 航程短就一定对环境有利吗？

北极航道比经由苏伊士运河的航道短。从釜山到鹿特丹，通过苏伊士运河约为21,000公里，而利用北极航道约为12,700公里，航程缩短了40%。许多人认为航程短意味着燃油消耗少，二氧化碳排放也随之减少，从而对环境有益。这种想法有一定的道理，但现实并非如此简单。不能仅凭航程来判断环境影响，实际上需要综合考虑多种因素。首先，船速至关重要。行驶在苏伊士运河航线的船只平均时速为25公里，因为海域开阔安全，可以快速行驶。但在北极航道，由于必须防备冰块，平均时速仅为15公里左右。航行速度慢意味着需要更多的时间。苏伊士运河航线约需35天，而北极航道即便航程短，也需要约30天，节省的时间并没有预想中那么多。船只在航行过程中会持续消耗燃料，包括驱动引擎、发电以及维持船员生活所需的能量。航行天数增加，燃料消耗也会增加。2021年，一个研究团队进行了实际计算，对比了同一艘船分别利用苏伊士运河和北极航道时的燃油消耗。令人惊讶的是，北极航道的耗油量更高。为什么会得出这样的结果呢？在北极航道，船只必须减速，但引擎需要持续运转。由于极地严寒，供暖需求也大幅增加。为了保持船内温度，供暖系统必须一直运行，其能耗是普通航线的两倍以上。此外，还必须防止船体外部结冰，甲板、栏杆和设备一旦结冰就会产生危险，为此到处都安装了加热装置，这些都会消耗能量。燃油也是个问题。在北极必须使用特种燃油。普通燃油在寒冷地区会凝固，而北极专用燃油即使在低温下也能流动。但这种特种燃油的效率比普通燃油低，行驶相同航程需要更多油量，且价格比普通燃油贵30%以上。跟随破冰船航行也会消耗大量燃料。船只必须跟随破冰船破开的冰道前进，其速度必须配合破冰船，而这往往不是最省油的速度。每艘船都有其最经济的航行速度，过快或过慢都会增加油耗。在北极，船只无法按自己的节奏航行，必须配合破冰船和冰面状况。此外还有等待时间，在等待破冰船或天气好转时，船只虽然停滞，但引擎必须保持开启以发电和供暖。2020年，一艘LNG船在北极航道等待破冰船3天，期间每天白白消耗了数吨燃料。有时还需要绕行。如果冰层过厚，就必须绕道行驶数百公里，这样节省航程的效果就消失了。从环境角度看，必须关注二氧化碳排放量。2022年国际海事研究机构的一项调查显示，一艘集装箱船从釜山到鹿特丹，经苏伊士运河排放约7,500吨二氧化碳，而经北极航道排放约7,200吨，仅减少了4%。这种差异比想象中要小，甚至有些船只在北极航道的排放量更高，这取决于船型和冰面状况。如果冰层较多，北极航道对环境的影响反而可能更坏。时间也是一种环境成本。对于需要快速送达的货物，如新鲜水果或药品，如果北极航道不能节省足够时间，这些货物就可能转由飞机运输。飞机的二氧化碳排放量远高于船只，运送同等重量货物的碳排放量是船只的50倍以上。如果北极航道速度过慢，最终会有更多货物选择空运。专家表示，不能仅凭航程来判断环境影响，必须综合考量实际燃油消耗、二氧化碳排放及其他污染物。总而言之，北极航道并不总是对环境有利，只有在特定条件下才有环保效果。只有在冰层较少、天气良好的夏秋两三个月，其效果才会显现。

2. 北极专用船舶耗油更多的原因

航行于北极航道需要特殊的船舶，普通货船难以胜任。北极专用船经过特殊设计和制造，但很少有人知道这类特种船反而更耗油。北极专用船的船体更厚。为了抵御冰块撞击，钢板必须加厚。普通船只的船体厚度约20毫米，而北极专用船则达到40至60毫米。厚重的钢板增加了船重，排水量增大，前进时阻力也随之增加，引擎需要更强劲的马力，从而消耗更多燃油。北极专用船的重量比普通船只重15%到20%，即便是相同尺寸的船，北极规格也要重得多。由于自重大，耗油量也相应增加。船形也不同。北极专用船的船首较钝，是为了破冰而设计的。普通船只的船首锐利，旨在平滑地劈开水面前行。圆钝的船首所受的水阻比锐利船首高出30%。这就像流线型跑车和方正卡车的区别，卡车风阻大，维持同

样车速需要更多燃油。引擎也很特殊。北极专用船必须安装强力引擎以破开冰层前行，其功率通常比普通货船高30%以上。强力引擎意味着高耗油，如同微型车与大型SUV的差别。即便在无冰海域，北极专用船也常需维持高功率运转，因为降低功率反而可能引发故障。供暖系统也是重要因素。北极专用船配备强大的供暖装置。除了船员居住区，货舱也必须防冻。某些货物一旦冻结会造成损失，如液体货物冻结膨胀可能导致储罐爆裂，机械零件受冻也会受损。维持所有空间在零度以上需要巨大能量。2019年一项研究计算了一艘北极专用LNG船的供暖成本，冬季每天约消耗5吨燃料，一个月就是150吨，而普通航线一个月仅需约30吨。电池和发电机需求也更多。在严寒中电池性能会下降，为了产生同等电量需要更多电池。此外还需配备多台备用发电机，这些由柴油引擎驱动的发电机在北极的使用频率是普通船舶的两倍以上。各种特种设备也会耗能，如冰情监测雷达、加热装置、除冰系统等，这些设备24小时运行。甲板加热系统则是为了防止积冰，通过在甲板下铺设电热线来维持温度，且全天候开启。实际航行距离往往更长。因为无法直线行驶，船只必须避开冰层曲折前进。卫星地图上的最短航程与实际相比，往往要多出约20%。2020年一艘集装箱船利用北极航道，计划航程为12,700公里，实际航行了15,200公里，正是由于冰情和天气原因进行了绕行。航速变化也会影响油耗。船只以匀速行驶最为高效，但在北极需要频繁变速。有冰则慢，无冰则快。变速过程中燃料损耗严重，尤其是加速时，这与汽车启动时耗油最多的原理相同。跟随破冰船航行也是低效的。破冰船速度较慢，约为时速5到10公里，而货船的设计航速通常为25公里。过低的速度对引擎不利，长期慢速行驶会导致引擎积碳，即燃料燃烧不完全产生的残留物，这会降低引擎效率，导致同样功率下耗油更多。此外，为了安全，北极专用船通常不能满载，载货量仅维持在80%左右。船体过重会带来风险。载货量减少意味着运输效率降低。一艘本可装载10,000吨的船只仅装载8,000吨，要运送同等货物就需要派出更多船只。根据专家计算，在运送同等货物、行驶相同距离的情况下，北极专用船比普通船只平均多消耗25%的燃油。这是由于其结构特性决定的。结论是，北极专用船虽然安全，但效率低下，其特殊设计增加了燃油消耗，从环境角度来看，这确实是个遗憾。

3. 黑碳加速冰层融化

你见过船只排出的黑烟吗？那就是黑碳（Black Carbon）。细小的黑色颗粒混在烟雾中排出，这是燃料燃烧不完全的产物。所有船只都会产生黑碳，尤其是使用柴油引擎的船舶。这些颗粒微小到肉眼难以察觉。在普通海域，黑碳并不是大问题，它们会被风吹走或被雨水冲刷，掉进海里也会被稀释。但在北极，情况截然不同，因为黑碳会落在白色的冰面上。当黑色颗粒覆盖白冰时，会产生严重的后果。黑吸收热量，白反射热量。洁净的白冰能反射80%的阳光，而被黑碳污染的冰层会吸收50%以上的阳光。吸收阳光意味着冰层升温，加速融化。极少量的黑碳也会产生巨大影响。科学家做过实验，对比白冰和沾有黑碳的冰在阳光下的融化速度，后者融化速度快了一倍，黑碳量多时甚至快两倍。这看似微小的差别，在夏季几个月的累积下会造成巨大差异。船只在北极航行会持续排放黑碳，这些颗粒随风飘散，污染大面积的冰层。一艘船每天排放的黑碳虽仅几公斤，但夏季成百上千艘船经过，总量就会达到数吨。2021年的研究显示，北极航道的船舶在一个夏季约排放了20吨黑碳，污染了约10万平方公里的冰层，这相当于韩国的国土面积。受污染的冰层迅速融化，引发恶性循环。冰融化后露出深色的海水，海水同样吸收阳光。水温升高会进一步融化周围的冰。这被称为“正反馈”，一旦开始就很难停止。黑碳正是扣动这一恶性循环扳机的推手。北极动物也深受其害。北极熊依靠冰面生存，冰层融化使它们失去猎场。海豹在冰上产仔，冰层变薄会威胁幼崽安全。黑碳对人类健康也有害，极小的颗粒能进入肺部深处，引发呼吸系统疾病，使北极地区的土著居民面临健康风险。国际海事组织（IMO）已意识到这一问题，自2020年起建议减少北极地区的黑碳排放，但这并非强制性规定，而是依赖船东的自觉。减少黑碳的方法是使用更清洁的燃料。使用超低硫轻柴油代替普通船用油，可减少80%的黑碳排放。但清洁燃料价格贵50%以上，航运公司出于成本考虑往往不愿使用，除非法律强制要求。此外还可以安

装废气净化装置（洗涤器，Scrubber），每艘船的安装费用约30亿韩元，且维护成本高，小型公司难以负担。尽管一些注重环保的先进航运公司自发使用清洁燃料，但在整个行业中仍属少数。俄罗斯船只也是个问题，它们是北极航道的主要使用者，但其中许多船只船龄较高。老旧引擎排放大量黑碳，而受经济制裁影响，俄罗斯难以制造新船，只能继续使用旧船。环境虽然在恶化，但别无选择。科学家警告，北极航道的使用增加会导致黑碳排放增加，更多冰层被污染并加速融化，北极环境可能遭到严重破坏。这产生了一个讽刺的局面：北极冰层融化开启了北极航道，但利用北极航道又加速了冰层融化。船只正在亲手破坏自己通行的道路。环保组织因此反对扩大北极航道，主张在清洁技术普及前应限制其使用。总之，北极航道航程虽短，但环境代价巨大，特别是黑碳威胁着北极生态系统，要成为真正的“绿色航道”还有很长的路要走。

4. 世界知名航运公司选择放弃的原因

全球最大的航运公司并不利用北极航道。马士基（Maersk）、地中海航运（MSC）、达飞轮船（CMA CGM）等巨头的船只加起来超过了全球货船的一半。2019年马士基宣布：“我们将不利用北极航道。”这是一份明确的声明。其他大公司也表达了类似立场。既然缩短航程能节省成本，为什么还要做出这种决定呢？首先是环境问题。大型航运公司都宣布了环境目标，承诺到2050年实现零碳排放，并强调ESG经营（环境、社会、公司治理）。在北极航道航行违背了ESG精神，因为这会污染纯净的北极环境，加速冰层融化，威胁北极动物。它们受到环保组织的严密监督，一旦破坏环境就会遭到谴责，导致公司形象受损，客户流失。2020年绿色和平组织发起抵制利用北极航道公司产品的运动，得到了欧洲消费者的响应，部分公司销售额确实因此下降。对大公司而言，品牌形象受损的代价远高于节省的成本，长期来看是得不偿失的。其次是计划性问题。大型航运公司视准时率为生命，承诺确切的到货日期，否则需支付违约金。北极航道充满了不确定性，如冰情、天气和破冰船支持等变量。延误几天是常有的事，无法保证班期的稳定性。大客户追求精准，例如三星电子向欧洲运送手机，必须配合新品发布会，哪怕迟到一天也是重大事故。由于这种不确定性，重要货物通常会选择稳定的苏伊士运河航线。第三是保险问题。大公司将安全置于首位。北极航道风险高，保费是普通航线的2到3倍，抵消了成本优势。甚至有些保险公司拒保北极航道。2021年劳合社（Lloyd's）宣布因风险过大将大幅提高北极航道保费，甚至对部分船舶拒保。没有保险无法航行，这是国际规则，航运公司只能在支付高额保费或放弃航道之间做出选择。第四是基础设施匮乏。大型航运公司拥有全球网络，在主要港口设有办事处。北极航道沿线缺乏正规港口和修理设施，一旦发生故障难以解决。苏伊士运河航线设施完善，没有理由选择不便的北极航道。第五是政治风险。北极航道大部分经过俄罗斯领海，需获得俄罗斯政府许可和破冰船支援。2022年俄乌冲突后，西方国家制裁俄罗斯，与其交易本身就带有风险。向俄罗斯支付破冰服务费可能违反制裁，且政治局势多变，航道随时可能被封锁，大公司极力避免这种不确定性。第六是客户偏好。大公司的客户也是跨国企业，它们同样重视ESG，不希望运送方式破坏环境。2023年苹果宣布运送其产品的船只必须环保，这种趋势正日益增强，利用北极航道可能导致流失这些核心客户。第七是已有成熟方案。苏伊士运河和巴拿马运河是经过验证的安全航道。虽然路途较远，但系统运行良好，航运公司没有必要为了冒险而放弃成熟的体系。马士基首席执行官曾表示：“北极航道在理论上很好，但不切实际。我们选择确定的方案。”其他CEO也认为，考虑到环境与安全，北极航道并非优选项。结论是，世界知名航运公司基于环境、安全、不确定性和政治风险等多重因素放弃了北极航道。这揭示了该航道的局限性。要成为主要国际航道，必须解决这些问题，但这并非易事，要改变大公司的决策极其困难。

律师 前国会议员 AI政策研究者

第七章 基础设施依然脆弱

1. 北极航道缺少什么？

利用北极航道需要许多设施。但实际上，那里几乎一无所有。与普通航线相比，差距巨大。首先想到的是港口。苏伊士运河航线上有数十个大型港口，如新加坡、香港、迪拜、苏伊士、鹿特丹等。在这些港口可以补充燃料、装卸货物，还可以进行修理。而北极航道上像样的港口屈指可数。俄罗斯的摩尔曼斯克是最大的港口，但与一般的国际港口相比依然很小，起重机没几台，仓库也短缺。还有一个叫杜金卡的港口，位于西伯利亚北部的叶尼塞河河口。它主要处理俄罗斯货物，外国船只很难利用，设施陈旧且语言交流困难。季克西港口更小，仅在夏季运营，冬季则完全结冰，处理货物的能力也非常有限，每天只能处理一两艘船。港口短缺会引发严重问题。燃料耗尽也无处补充，食物不足也无处获取。船只出现故障也无处修理。修理造船厂几乎没有，这也是个严重的问题。全球主要航线上有很多修理造船厂，船只发生故障可以去附近的造船厂，几天内就能修好并重新起航。而北极地区没有大型修理造船厂。摩尔曼斯克虽然有小型造船厂，但能力有限，难以修理大型船舶，复杂的电子设备也无法修理。2022年，一艘货船在北极航道发生发动机故障，最近的修理设施在挪威北部，距离达800公里，用拖船拖过去花了一周时间。燃料补给设施也匮乏。在普通航线上，每个主要港口都有加油（bunkering）设施，为船舶加注燃料，24小时运行且作业迅速。北极航道只有摩尔曼斯克和佩韦克等少数几个加油点。其他地方无法补充燃料。船只出发时必须装载足够的燃料。问题在于燃料很重，装载过多燃料意味着必须少装货物，导致运输效率下降；但如果装得太少，航行中又有燃油耗尽的风险。通信设施也严重不足。普通航线卫星通信良好，随时随地可以联系总部，也能使用互联网。在北极，卫星通信很不稳定。高纬度地区通信卫星仰角低，信号弱，通话中经常中断，互联网速度更慢。俄罗斯发射了几颗用于北极通信的卫星，但利用这些卫星需要安装特殊设备，且费用昂贵，许多船只无法使用。气象观测站也很少。为了进行准确的天气预报，需要大量观测站。苏伊士运河航线周边有数百个气象观测站，每小时发送一次天气数据。而北极地区的气象观测站不到20个，远不足以覆盖广阔的北极海域，观测站之间的距离长达数百公里，很难做出准确预报。海冰观测系统也短缺，虽然通过卫星观测海冰，但并不充分，缺乏实时信息，经常只能收到几小时前的信息。航路标志也几乎没有。普通海域沿航线漂浮着浮标，还有灯塔，即使在夜间也能安全航行，危险区域都有标注。北极航道几乎没有这些东西，既没有浮标，灯塔也很少，因为海冰的存在很难安装。船只只能依靠GPS和雷达行驶。救援设备也短缺。普通航线到处备有救援设备，如应急直升机停机坪、救生设备仓库等。北极几乎没有这些设施。一旦发生事故，救援队必须从远处赶来，耗时很长。在寒冷的北极，时间就是生命。医疗设施也是个问题。普通航线周边每个港口都有医院。海员受伤或生病可以去医院，紧急情况下也可以用直升机后送。北极地区没有几家像样的医院。虽然摩尔曼斯克有医院，但距离其他地方数百公里。出现急症病人很难营救。住宿也短缺。船只有时需要在港口停留几天，如进行修理或等待天气好转。海员如果能上岸休息会很好，但北极港口都是小村庄，几乎没有酒店或餐厅，海员无处休息，只能一直待在船上，压力倍增。交通也不便。许多北极村庄不通公路，只能靠船或飞机到达。运送物资和人员流动都很困难。这一切都让北极航道举步维艰。没有基础设施，商业化运营就不可能实现。要让大量船舶定期通行，而不仅仅是偶尔过一两艘，就必须具备相应的设施。专家计算，要在北极航道建立完善的基础设施需要数十万亿韩元，这是俄罗斯单方面难以承受的金额。虽然需要国际合作，但受政治问题影响并非易事。

2. 不准确的地图和天气预报

准确的地图是航行的基本。只有知道哪里深、哪里浅，才能安全行驶。但北极地区的地图并不准确。海图是海洋的地图，显示海底地形，标注水深、暗礁、海底山脉等，船只根据海图选择安全路径。苏伊士运河或马六甲海峡等主要航道的海图非常完美，每年都会更新，精确到厘米单位，标注了船只通过的最佳路径。北极海图则不然。许多地区没有经过妥善测绘。部分海图甚至是100年前绘制的。那时测绘技术尚不发达。海图上标有“水深未确认”或“大概位置”的地方很多，这意味着缺乏准确信息。经过这些地方非常危险。2018年加拿大研究团队调查北极海图发现，北极海超过40%的区域没有经过现代测绘，仍在依赖陈旧信息。不准确的海图会导致事故。2019年一艘货船在北极航道搁浅，海图显示该位置为深海，但实际上有暗礁。船只撞上暗礁，船体破损进水。虽然通过紧急修理防止了沉没，但造成了数亿韩元的损失。海底地形也很复杂。北极海底有海底山脉，有些地方水深4000米，却会突然变浅到100米。这种剧烈变化在海图上没有得到妥善标注。海流信息也匮乏。海图本应标注海流的方向和速度，但北极海图几乎没有这些信息。如果不了解海流，燃料计算就会出错。最近情况正在好转。俄罗斯和挪威正在进行北极测绘，派遣特殊测绘船扫描海底。但进展缓慢，每年能测绘的区域有限。只能在天气好的夏季作业，要测绘整个北极海需要数十年。天气预报也是个问题。准确的气象信息对安全航行至关重要。如果提前知道风暴就可以避开。但北极天气预报的准确度很低。气象观测站稀少是最大原因。要预测天气需要大量实时气象数据，包括多点的气温、气压、风速等。北极的观测站不到20个，相对于广阔的区域来说极度匮乏。没有观测站的区域只能靠推测。虽然通过卫星观测天气，但有限制。云层多时看不清地面，而北极多云。仅凭卫星照片很难做出准确预报。北极天气变幻莫测。早上晴空万里，下午可能突降风暴。预测难度远高于普通海域。2021年夏天，气象厅预报为晴天，却突然刮起强风暴，穿行于北极航道的多艘船只大惊失色。幸好没有发生大事故，但也经历了危险时刻。预报时效也很短。普通航线会预报未来一周的天气，而北极连提前48小时的预报都不准确，24小时预报也经常出错。船长们表示预报不可信，实际天气常与预报不符。仅依赖预报非常危险，必须观察实况并依靠经验。风力预报尤其困难。北极的风力会突然加强，几小时内就能从时速20公里增加到100公里。这种剧变很难预测。波浪预报也不准确。风力加强波浪随之增高，但海冰的存在会抑制波浪。波浪高度取决于海冰分布，这很难预测。大雾预报也是个难题。北极夏季经常起雾，很难预报何时起雾，能见度可能突然降至50米。海冰预报更复杂。需要预测海冰的位置和厚度。通过卫星照片可以看到当前的海冰，但很难预测几天后海冰会移动到哪里。2023年的一项研究结果显示，北极海冰预报的准确度仅为60%左右。这意味着每10次中有4次是错的。与普通天气预报85%的准确度相比，这一水平较低。船只带着不确定的信息航行，必须承担风险，为应对突发状况时刻保持紧张。即使使用超级计算机，北极预报也很困难。因为北极气象系统复杂，细微变化会产生巨大影响，“蝴蝶效应”严重。气候变化也增加了预报难度，过去的数据无法解释现状。10年前的模式现在已不适用，寻找新模式需要时间。总之，不准确的地图和天气预报让北极航行变得危险。没有这些基本信息，安全就得不到保障。虽然需要改进，但并非易事。

3. 发生事故时难以获救的原因

在北极发生船只事故，营救真的非常困难。原因有很多。最大的原因是距离。北极地处偏远，距离最近的救援基地也有数百公里。在普通海域，救援船几小时内就能到达；而在北极，则需要几天。俄罗斯负责北极救援，因为北极航道大部分位于俄罗斯领海。俄罗斯在摩尔曼斯克、迪克森、佩韦克等地运营救援基地。但这些基地之间距离数千公里。如果在中间地带发生事故，距离最近的基地也在1000公里以上。救援船速度也很慢，破冰救援船的时速约为15公里，走完1000公里需要近3天。在此期间，失事船只只能等待。在严寒天气下，3天决定生死。如果船只有沉没风险，海员很难生存。海水温度为零下2度，落水后30分钟内就会死亡。即使登上救生艇也不安全。气温为零下30度，即便救生艇有取暖设施，也很难撑过几天。食物和水也有限。直升机救援也困难。俄罗斯拥有北极专用直升机，但数量

较少，不足以覆盖整个北极地区。直升机的航程也是个问题，一次加油能走的距离有限，中间没有补充燃料的地方，可能无法到达遥远的事现场。天气也是个阻碍，直升机无法在恶劣天气下起飞。如果有风暴或大雾，就无法飞行。北极恶劣天气很多。2020年冬天，一艘货船在北极海发出求救信号。最近的直升机基地想出动，但因风暴连续3天无法起飞。幸好那艘船没有沉没，海员在船内坚持到了天气好转获救。但那是命悬一线的时刻。救援设备也匮乏。北极救援需要特殊设备：耐寒潜水服、破冰工具、在零下气温下工作的救生设备等。配备这些设备的地方不多，仅在部分基地。在没有设备的地方发生事故，很难进行妥善救援。医疗支援也是个问题。获救人员需要立即接受治疗，处理失温、冻伤、外伤等。但救援船上往往没有医生，到最近的医院又要走几天。急症病人很难撑过那段时间。虽然有医疗直升机，但天气不好就不能飞。通信问题也很严重。即使发出求救信号，接收点也很远。信号弱的话可能无法妥善传达。2019年一艘渔船在北极海面临沉没危机，发出了求救信号，但通信状态很差。信号多次中断，很难传达准确位置。当救援队到达时，船已在沉没。虽然用直升机救起了海员，但有一人失踪。如果通信及时，本来可以全部获救。国际合作也困难。在普通海域，临近国家会互相帮助，不分国籍营救失事船只，这在国际海洋法中有规定。但在北极，受政治问题影响很难合作。俄罗斯与西方国家关系不佳，2022年后合作几乎中断。加拿大或挪威的救援资产很难进入俄罗斯领海，获得许可需要时间，而紧急情况下时间就是生命。海冰也增加了救援难度。如果船只被困在冰中，救援船很难靠近，必须由破冰船先开路，这需要更多时间。即使想用直升机救援，也很难因海冰着陆。必须确认冰层是否坚固到足以承受重量。在薄冰上着陆直升机会掉下去。冬季情况更糟。24小时都是黑夜，进行救援作业极其困难。没有视野容易出错。强风和暴风雪也会阻碍救援。时速100公里的强风会让救援船都无法正常移动，直升机绝对无法飞行。救援人员也有限。北极救援需要专业训练，必须学习如何在极端寒冷中作业。受过这种训练的人不多。俄罗斯救援队约有500人，相对于广阔的北极海来说不足。如果多处同时发生事故，将无法应对。费用也极其高昂。北极救援作业比普通救援贵10倍以上。需要特殊设备、长时间和大量人力。这笔费用由谁承担也是个问题。虽然保险公司会出一部分，但有上限。如果费用太高，船东必须亲自承担。小航运公司可能会因此破产。总之，在北极发生事故很难获救。这是让人对北极航行望而却步的一大原因。安全得不到保障。

4. 港口和破冰船充足吗？

要正式利用北极航道，必须有充足的港口和破冰船。但现实是极度匮乏。摩尔曼斯克是北极最大的港口，位于俄罗斯西北部。它是终年不冻港，一年四季均可使用。摩尔曼斯克港主要处理石油和天然气，处理集装箱货物的能力有限。起重机只有10台左右，而国际大港口通常有数十台。仓库也短缺，存放货物的空间有限。多艘船同时进港时很难处理，等待时间会变长。杜金卡是西伯利亚北部的港口，位于叶尼塞河河口。该港口仅在夏季运营，从5月到10月。冬季则完全结冰。杜金卡是出口诺里尔斯克矿山金属的港口，主要处理镍和铜。由于设施专门化，很难处理其他货物。季克西是更小的港口，位于东西伯利亚北端，是一个人口5000人的小镇，港口设施也很小，只能进出小船。佩韦克是俄罗斯最东端的北极港口，非常小，主要卸载燃料和粮食。对于处理商业货物来说能力不足。这就是北极航道的主要港口，与苏伊士运河航线上数十个大港口形成鲜明对比。建设新港口也很困难。北极地区是永久冻土带，土地冻结。在这样的土地上很难盖楼，需要特殊的建筑技术。夏季土地略微融化时地基会变弱，放上沉重的起重机可能会陷下去。必须修筑深地基，费用惊人。气候也让建设变得困难。施工只能在夏季进行，冬季太冷无法工作。一年只能作业3到4个月，工期会拉得很长。物资运输也是个问题。北极村庄没有公路，必须靠船运载建材，运输成本很高。一袋水泥的价格是普通地区的5倍。劳动力也难招，由于寒冷寂寞，很少有人愿意在北极工作，必须支付高薪。建设成本随之飙升。专家估计在北极建设一个现代化港口需要1万亿韩元以上。要妥善支持北极航道，至少还需要增加10个港口，总计超过10万亿韩元。破冰船问题也很严重。破冰船是破碎海冰的特殊船只，为航行于北极航道的船只

开路。俄罗斯拥有世界最大的破冰船队，运营约40艘破冰船，其中6艘是核动力破冰船。核动力破冰船非常强大，可以破碎3米厚的冰。但40艘依然不够，很难覆盖整个北极航道。夏季船只扎堆，会出现等待破冰船的情况。2023年夏天，由于破冰船短缺，部分货船等待了3天。等待期间不仅浪费了燃料，货物运输也被延误。冬季情况更糟。由于冰层厚，普通破冰船力不从心，需要核动力破冰船。但核动力破冰船只有6艘。6艘船无法管理数千公里的航路。每艘船负责一个航段，如果其他地方有求助请求，就无法赶去。建造新破冰船也不容易。建造一艘核动力破冰船需要10年，费用超过1万亿韩元。虽然俄罗斯正在建造新破冰船，但速度较慢。普通破冰船也很贵，一艘约为3000亿韩元。运营费也高，加上船员工资、燃料费、修理费等，每年需数百亿韩元。其他国家也缺乏破冰船。加拿大有10艘左右，但大部分已陈旧。虽然订购了新船，但交付需要几年。美国破冰船也很少，仅有2艘。美国承认要增加北极活动需要更多破冰船，但受预算问题进展缓慢。中国正在建造破冰船，建造了名为“雪龙2号”的破冰科考船，用于北极研究。虽然也计划建造商业破冰船，但仍处于初期阶段。韩国也拥有破冰科考船“阿拉昂”号，但它是研究用的，支持商业航线的能力不足。专家认为北极航道要正式运营，破冰船至少需要100艘，必须比现在增加2倍以上。要实现这一目标需要数十年。费用也是问题，建造和运营100艘破冰船需要数十万亿韩元。这笔钱从哪儿来？俄罗斯单方面是不可能的，需要国际合作。各国应合资建造破冰船并共同运营。但受政治问题影响很难合作。还必须考虑环境问题。破冰船增多会加剧北极环境污染。使用柴油燃料的破冰船会排放黑碳，核动力破冰船也存在放射性风险。总之，港口和破冰船都匮乏。以目前的水平，无法正式利用北极航道。虽然需要大规模投资，但现实中很难实现。基础设施不足在未来很长一段时间内都将成为北极航道的掣肘。

律师 前国会议员 AI政策研究者

尾声

后记

在写这本书时，我有些话一定要传达给各位。一听到“北极航道”这个词，是不是觉得挺酷的？它经常出现在新闻里，我们也常听到“未来航线”这种说法。但现实情况究竟如何呢？还记得2013年韩国现代商船首次试航北极航道的时候吗？当时报纸和电视台都将其作为重大新闻进行了报道：“韩国终于开启了北极航道时代！”但在那之后的10年里，现代商船并没有持续利用北极航道。这是为什么呢？答案很简单：不赚钱。跑一两次很容易，但要长期以此做生意，情况就完全不同了。想象一下你要开一家店，试营业一天很简单，但如果要每天开门迎客，需要准备的事情就多得多了。真正的阻碍是什么？北极航道的距离确实更短，这是事实。但仅凭这一点是不够的。航速缓慢、成本高昂、存在风险、环境破坏、设施匮乏……我们必须全面看待这些问题。这就像从学校回家的路一样：走山路是2km，绕大路是3km。单看距离，山路确实更近，但山路崎岖不平，下雨易滑，冬天结冰更是危险；大路虽然远，但安全，还有公交车。哪条路更好呢？这取决于具体情况。韩国应该怎么做？大韩民国是北极理事会的观察员国，于2013年加入。这意味着我们有资格对北极事务发表意见，我们应当充分利用这一身份。但没必要操之过急，也没必要现在就投入巨资。我们只需循序渐进地做好准备，着眼于50年、100年后的未来制定计划。我们应该投资于北极研究。韩国拥有极地研究所，还有破冰研究船“Araon”号，但目前规模尚小，需要逐步扩大，也要培养更多研究北极的学生。保护地球环境是极其珍贵的价值。北极属于我们所有人，它既不属于韩国，也不属于俄罗斯，而是全世界人民应当共同守护的珍贵自然遗产。如果北极冰川融化，会发生什么？海平面上升将危及韩国的釜山、仁川、木浦等城市。气候也会变得异常：台风更加频繁，洪灾不断增加，农业生产也将面临困境。因此，在开发北极之前，必须优先考虑环境。不能为了多赚一点钱就破坏北极。当我们的下一代，也就是当你们长大成人，甚至当上爷爷奶奶时，北极依然应该是洁净的。全球最大的航运公司，如马士基（Maersk）和地中海航运（MSC），已决定不使用北极航道。为什么？因为他们认为保护环境更为重要。越是大型企业，越重视环境，我们也应当如此。中国和俄罗斯的情况如何？目前北极航道主要由俄罗斯和中国使用，主要是将俄罗斯生产的石油和天然气运往中国。2022年俄乌战争爆发后，这一趋势愈发明显。你们可能会想：“我们能不能也和中俄合作呢？”但这需要谨慎。韩国是美国的紧密盟友，如果与俄罗斯或中国走得太近，美国可能会不悦。国际关系错综复杂，不能只看一面，必须综合考量与各国的关系，保持平衡。北极周边空无一物。北极航道的另一个问题是途中没有停靠点。想象一下苏伊士运河航线，它经过新加坡、迪拜、苏伊士等大城市，船只可以在这些城市装卸货物、与其他船只合并进行贸易。北极航道呢？除了中途的一个小城摩尔曼斯克外，几乎荒无人烟。西伯利亚的总人口仅为首尔的三倍左右，而且分布极其零散。没有人就没有市场，既没有东西可卖，也没有东西可买。船只只是路过，中途无法进行任何贸易，这就是北极航道的巨大弱点。苏伊士运河之所以重要，并非仅仅因为距离短，而是因为它连接了许多国家和城市，提供了大量的贸易机会，而北极航道则不具备这些条件。那么，北极航道就一无是处了吗？并非完全没用。对于石油、天然气等特殊货物，它可能非常有用。但我们日常使用的手机、衣服、玩具等商品，仍将继续通过苏伊士运河运输。北极航道无法取代苏伊士运河，它将作为一种用于特殊用途、被少量使用的辅助航线而存在。因此，我们没必要对北极航道寄予过高期望。相反，我们应该思考如何更好地利用目前运行良好的苏伊士运河航线。提高船舶效率、开发低油耗的环保型船舶，才是更现实的做法。北极是值得研究的地方。北极不是被征服的对象，我们不应只把它看作是一条航线。北极有很多值得学习的地方：我们可以在这里研究气候变化，观察特有的珍稀动物，了解地球的过去并预测未来。我希望韩国能成为一个因北极研究而闻名的国家，成为一个不仅利用北极，更能理解并保护北极的国家。读到这本书的你们中，将来或许有人会成为北极科学家，或许会成为守护北极的环保人士，又或许会成为制定良策的政府官员。我对各位有一个嘱托：无论选择哪条道路，请

务必记住一点，北极是极其珍贵的。不能因为眼前的一点利益就肆意对待它。想象一下北极晶莹剔透的冰层在阳光下闪烁的样子，勾勒一下北极熊在冰面上行走的身影。难道不应该让你们的孩子、孙辈也能看到这美丽的景象吗？没人能确切预知北极航道的未来，但可以肯定的是，北极的环境至关重要。请千万不要忘记这一点。我希望读完这本书的你们能有所思考。不要被那些听起来很酷的词汇所迷惑，要冷静思考。优先考虑环境，不要只看当下，要放眼未来。北极不是一个需要急功近利的地方，我们应当以缓慢、审慎且负责任的态度去接近它。这才是真正智慧的选择。我最大的心愿，就是当你们长大成人时，北极依然美丽且纯净。2025年11月 金京镇 为整理关于北极的想法而作。

律师 前国会议员 AI政策研究者

支持这本AI书

如果这本书对你有帮助，可以通过PayPal支持未来的翻译、
公开版本和开放AI知识项目。



PayPal

<https://paypal.me/kimkjkj>

请扫描二维码，或打开上方链接。