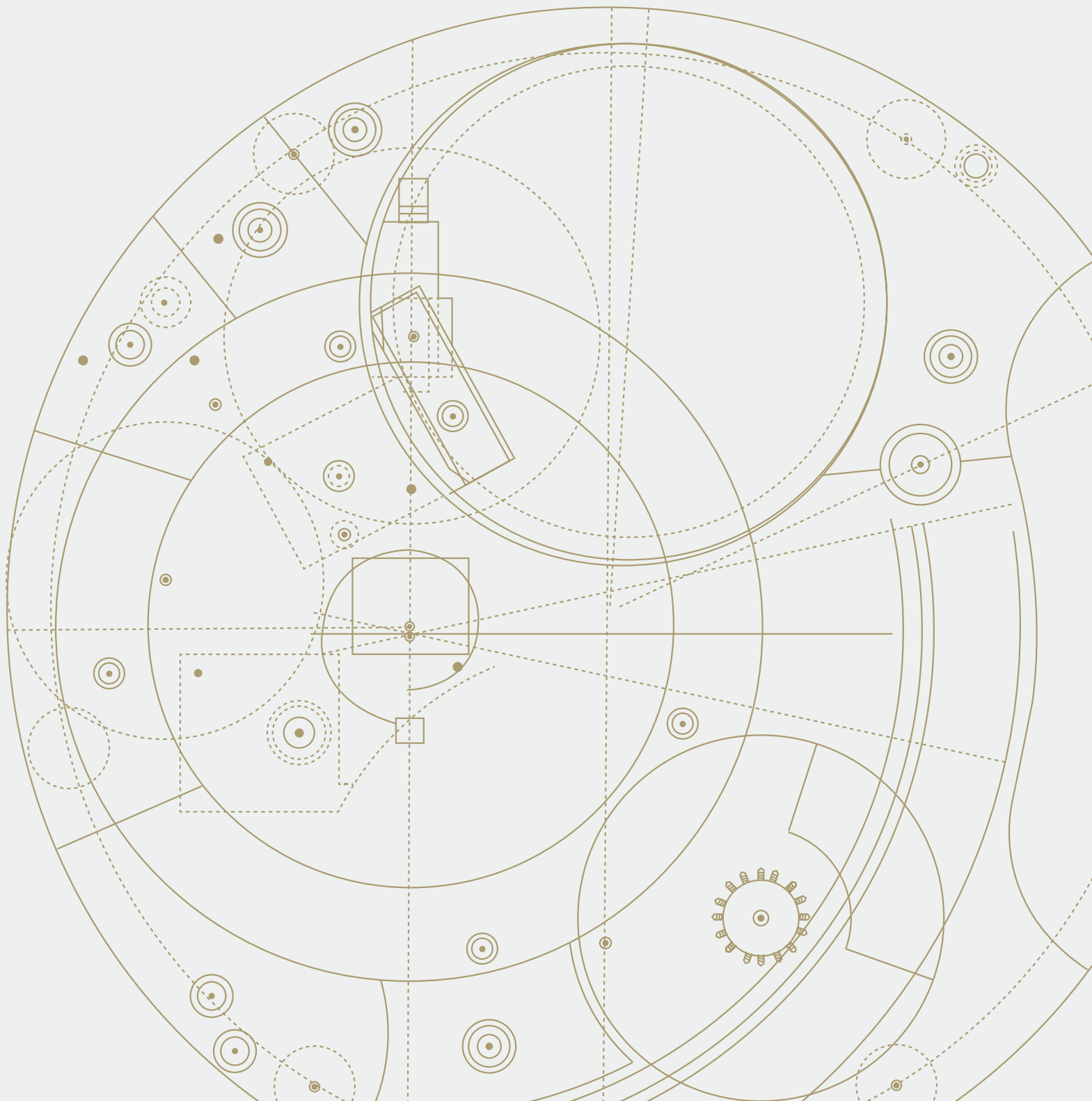


2024
국립해양박물관
기획전시
Special Exhibition
of MMK

항해와 시계



2024
국립해양박물관
기획전시
Special Exhibition
of MMK

항해와 세계

일러두기

1. 이 책은 2024년 기획전 <항해와 시계>의 이해를 돕기 위해 제작된 전시 도록입니다.
2. 전시 연출 순서에 따라, 각 부별로 전시자료를 소개하고,
사진 캡션은 자료명, 저자, 시대, 재질, 크기, 문화유산, 소장처 순으로 표기하였습니다.
단, 국립해양박물관 자료의 소장처는 생략하였습니다.
3. 전시 자료의 이해를 돕기 위해, 한글로 표기한 뒤 영문으로 번역하여 함께 표기하였습니다.
4. 크기 단위는 cm이며, 가로 × 세로 × 높이를 원칙으로 표기하되,
이 외의 크기는 길이, 지름, 너비 등으로 별도 표기하였습니다.
5. 표지 그림은 『해리슨 시계의 원리』 중 <H-4>의 Fig.15의 도면입니다.

Index

말간사 Foreword		004
프롤로그 Prologue		007
1	항해의 문제 - 경도를 모른 채 항해하다 The Navigator's Dilemma - Sailing without Longitude	018
2	경도의 발견 - 경도 측정법을 알아내다 Finding Longitude - Measuring the Unmeasurable	040
3	두 번째 도전 - 해상시계를 시험하다 The Second Challenges - The Marine Timekeeper in Action	084
4	문제의 해결 - 경도를 알고 항해하다 The Breakthrough - Sailing with Longitude	100
에필로그 Epilogue	인공위성이 바꾸다, 위성항법시스템 The Satellite Revolution, GNSS	128
전시실 전경 Exhibition View		130
도판목록 List of Plates		146

발간사 Foreword

이번 <항해와 시계> 기획전시는 대양을 안전하게 항해하기 위해 꼭 필요했던 경도(經度)를 인류가 어떻게 알아내고, 이를 항해술에 적용하며 발전시켜 왔는지 과학적·역사적 관점에서 조명한 전시입니다.

오늘날 우리는 스마트폰이나 자동차 내비게이션과 같은 기술을 통해 자신도 모르게 지구의 위도와 경도를 활용하고 있습니다. 그러나 과거, 특히 먼 바다를 항해하던 옛 사람들에게 경도를 정확히 측정하는 일은 생존과 직결된 커다란 도전 과제였습니다.

위도는 별자리와 태양의 위치를 활용해 비교적 쉽게 계산할 수 있었지만, 경도는 그렇지 않았습니다. 경도를 측정하지 못한다면 항해자는 자신의 정확한 위치를 파악할 수 없었고, 이는 해난사고와 같은 큰 위협으로 이어졌습니다.

이 문제를 해결하고자 1714년, 영국 정부는 '경도법'을 제정하고, 경도를 정밀하게 측정할 수 있는 장치를 발명하는 이에게 상금을 내걸었습니다.

이러한 정부의 정책적 노력에 응답한 기술자 존 해리슨은 흔들리는 배 위에서도 정밀하게 작동하는 해상시계, <H-1>을 발명하며 항해술의 새로운 시대를 열었습니다.

이번 기획 전시는 바로 이러한 해상시계의 발명과 이를 둘러싼 과학적·역사적 발전의 여정을 살펴보고자 기획되었습니다. 특히, 영국 그리니치 국립해양박물관이 소장 중인 최초의 해상시계 <H-1>과 관련 유물을 국내에 처음으로 선보이는 특별한 기회가 될 것입니다.

흔히 스마트폰이 21세기 새로운 현대문명을 만들었다고 말합니다. 이번 전시를 통해 먼 바다를 안전하고 정확하게 항해하기 위해 이루어진 작은 기술적 혁신이야말로 인류의 해양사와 지리학 발전에 있어 가장 중요한 전환점 중 하나였음을 확인할 수 있습니다.

귀한 유물 대여와 협조를 아끼지 않으신 영국 그리니치 국립해양박물관의 관장님과 임직원 여러분께 진심으로 감사의 마음을 전합니다. 이번 전시와 도록을 통해 많은 관람객들이 즐겁고 유익한 경험의 시간이 되길 기대합니다.

감사합니다.

2025년 1월
국립해양박물관장
김종혜

The special exhibition ‘Voyage and the Marine Timekeeper’ presents humanity’s remarkable journey in mastering the challenge of longitude—a quest that proved vital to maritime exploration. Through both scientific and historical lenses, this exhibition reveals the extraordinary progress of maritime navigation.

While today’s smartphones and GPS navigation systems instantly provide our coordinates, determining longitude was once a matter of life and death for early mariners crossing vast oceans.

Sailors could find their latitude by tracking the stars and sun, but longitude remained elusive. Without accurate longitude measurements, ships could not pinpoint their exact position at sea—a limitation that led to maritime tragedies.

To overcome this challenge, the British government enacted ‘The Longitude Act,’ offering a reward for solving the longitude problem. In response, clockmaker John Harrison revolutionized navigation by creating the <H-1>—a marine timekeeper that maintained precise time even during turbulent voyages.

This exhibition chronicles the scientific and historical journey behind the marine timekeeper’s creation. For the first time in Korea, we proudly present collections from the National Maritime Museum, Greenwich, London including a replica of Harrison’s groundbreaking <H-1>.

Just as smartphones marked a milestone of 21st century civilization, this exhibition demonstrates how a single technological innovation—the quest for safe navigation—transformed both maritime history and geographical understanding.

I extend my deepest gratitude to the chief director and staff of the National Maritime Museum, Greenwich, for their generous loan and cooperation. I hope this exhibition and catalogue offer visitors both illuminating insights and the joy of discovery.

Thank you.

Jan, 2025

Kim Jong Hae
Director of
National Maritime Museum of Korea



프롤로그 Prologue

이번 전시는 경도를 측정하는 방법의 발전 과정과 중요한 발견들을 소개합니다. 먼 옛날부터 위도는 별을 보면서 쉽게 측정할 수 있었지만, 경도를 정확히 알아내는 것은 어려운 일이었습니다. 경도를 정확히 알지 못하면 항해 중에 배의 위치를 잘못 판단하게 되어 길을 잃거나 사고가 나기도 하였습니다.

그래서 여러 나라들은 정확한 경도 측정법을 찾기 위해 경쟁했습니다. 이 과정에서 항해 기술과 과학이 크게 발전하였습니다. 특히, 영국은 배에서도 정확한 시간을 알 수 있는 해상시계를 발명하여 경도 문제를 해결했습니다. 이 시계 덕분에 경도를 쉽게 계산할 수 있게 되었고, 안전하고 정확한 항해가 가능해졌습니다.

정확한 경도 측정이 가능해지면서 항해는 더 안전해졌고, 활발한 무역과 세계지도 제작에도 큰 영향을 주었습니다. 이번 전시에서는 경도를 측정하는 방법이 어떻게 발전했는지, 이 발견이 어떻게 세계사를 바꾸었는지 알아보고, 당시 과학자들과 항해사들이 겪은 도전과 성과를 살펴보고 싶습니다.

Voyage and the Marine Timekeeper explores humanity's quest to measure longitude at sea. While ancient sailors mastered latitude through the stars, measuring longitude remained a mystery. This challenge often led ships hundreds of miles off course, with tragic consequences.

The race to measure longitude sparked fierce competition among nations, advancing both navigation and science. Britain, in particular, succeeded with the marine chronometer—a precise timekeeper designed for use at sea. This invention transformed maritime navigation forever.

Mastering longitude revolutionized maritime safety, global trade, and mapmaking. This exhibition chronicles the development of longitude measurement methods and their impact on world history, exploring the challenges and triumphs faced by scientists and navigators.

경도를 위도처럼 정확하게 확인할 수
있다면 항해술은 완전해질 것이다.

요한 탄게르만의 『항해술 안내서(1655)』

If longitude could be determined
as precisely as latitude,
navigation would be perfect.

Johann Tangermann, 『Wechwyser tho de Kunst der Seevaert』
(『Manual of the Art of Navigation』, 1655)

콜럼버스의 산타마리아 호
Model of Santa Maria Ship

모형

스페인, 15세기
금속, 나무, 천 등
200×80×145

크리스토퍼 콜럼버스는 아시아로 가는 서쪽 항로를 찾기 위해 1492년 스페인의 팔로스 항에서 산타마리아 호를 타고 출항했습니다. 당시에는 경도를 정확히 계산할 방법이 없어서, 콜럼버스는 같은 위도를 따라 서쪽으로 곧장 항해하는 평행 항해 방식을 택했습니다. 그는 서쪽으로 계속 나아가면 결국 아시아에 도달할 수 있을 거라고 믿었습니다. 콜럼버스는 평행 항해 방법을 활용해 마침내 육지에 도착했지만, 그곳은 그가 원하던 인도가 아닌 아메리카 대륙이었습니다.

In 1492, Christopher Columbus set sail from the Spanish port of Palos aboard the Santa Maria in search of a westward route to Asia. Without a reliable method to calculate longitude, Columbus relied on parallel sailing, navigating directly west along a fixed latitude. He believed this course would ultimately lead him to Asia. While Columbus did reach land using this method, it was not the India he had hoped for, but the Americas.



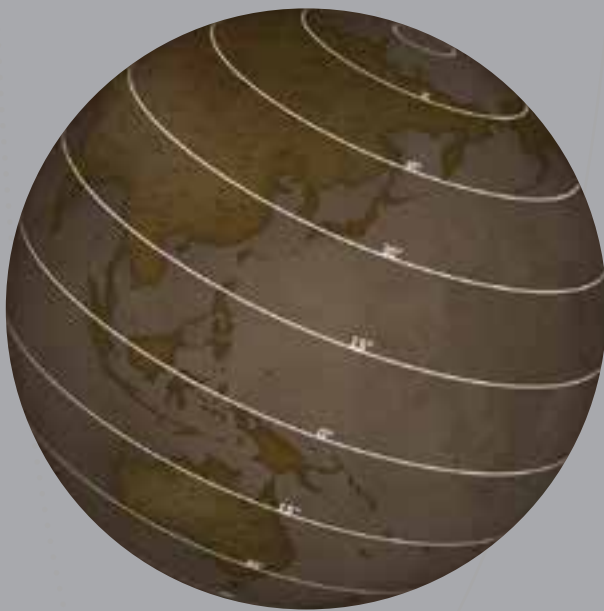
위도와 경도;

위도와 경도는 지구상의 위치를
정하는 데 사용되는 좌표 체계입니다.

이 개념은 고대 그리스의 천문학자

프톨레마이오스(Ptolemaeus)가 기원후 약 150년경에 저서
『지리학(Geographia)』에서 확립한 것으로, 지구를 격자로
나누어 수학적으로 표시하는 방법을 제시했습니다. 지도에서
위도와 경도를 도입하여 지구상의 각 지점을 수치로 표현할 수
있는 체계를 만든 것입니다.

프톨레마이오스는 위도를 적도를 기준으로 북쪽과 남쪽의
거리로 정의했고, 경도는 동서 방향의 거리로 정의했습니다.
위도는 적도를 기준으로 북쪽과 남쪽으로 얼마나 떨어져
있는지를 나타냅니다. 태양이나 북극성과 같은 천체의 위치를
관찰해 비교적 쉽게 측정할 수 있습니다. 예를 들어, 위도 0°는
적도를 의미하며, 북극과 남극은 각각 위도 90°N과 90°S로
표시됩니다. 위도선은 지구를 평행하게 둘러싸고 있으며, 각
위도 1°는 지구 표면에서 약 111km에 해당합니다.



지구상의 위치를 정하는 체계

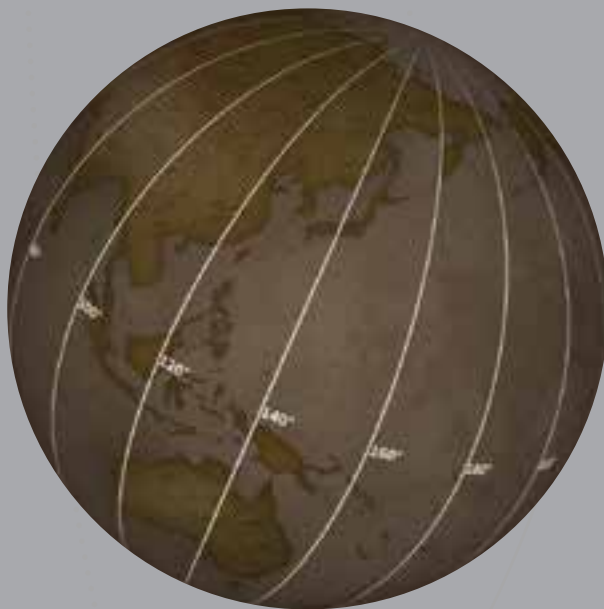
경도는 동서 방향의 거리를 나타내며, 동경 180도와 서경
180도를 총 24개의 경도선으로 나눕니다. 경도는 지구의
자전과 밀접한 관련이 있습니다. 지구는 하루 24시간 동안
360°를 회전하므로, 1시간의 시간 차이는 경도 15°에
해당하며, 1°의 경도는 약 4분의 시간 차이를 나타냅니다.
이를 바탕으로 지역 간 시간 차이를 이용하면 경도를 계산할
수 있습니다. 관찰자는 자신이 있는 위치와 기준 지역의 시간
차이를 비교하여 경도를 계산합니다. 그러나 기준 지역의
시간을 정확히 알아내는 것은 쉽지 않았습니다.
육지에서는 비교적 안정적인 조건에서 시간을 관측할 수
있었지만, 바다에서는 배의 움직임과 흔들림으로 인해 관측이
훨씬 더 까다로웠습니다.

위도는 적도를 기준으로 지구를 평평하게 가로로 그은 선으로,
우리가 얼마나 북쪽 또는 남쪽에 위치해 있는지 알려줍니다.

Latitude consists of horizontal lines parallel to the
equator that indicate how far north or south we are
positioned on the Earth.

Latitude and Longitude

Latitude and longitude constitute a coordinate system used to specify locations on Earth. This concept was established by the ancient Greek astronomer Claudius Ptolemaeus around 150 CE in his work *Geographia*, where he introduced a method to mathematically represent Earth's surface using a grid system. By incorporating latitude and longitude into maps, Ptolemaeus created a framework that allowed for the numerical representation of any point on the planet. Ptolemaeus defined latitude as the distance north or south from the equator, and longitude as the distance east and west from a reference meridian. Latitude measures the distance north or south from the equator. It can be determined with relative ease by observing celestial bodies such as the Sun or Polaris. For example, 0° latitude corresponds to the equator, while the North and South Poles are at 90°N and 90°S, respectively. Lines of latitude encircle the Earth parallel to the equator, with each degree representing approximately 111 kilometers on the Earth's surface.



: A System for Determining Global Positioning

Longitude represents the distance in the east–west direction, and divides the 180 degrees east and 180 degrees west of the reference meridian into a total of 24 longitude lines. Longitude is closely related to Earth's rotation. Since the Earth rotates 360° over the 24 hours in a day, a one-hour time difference corresponds to 15° of longitude, with 1° of longitude therefore representing an approximate 4-minute time difference. Based on this, longitude can be calculated using time differences between regions. Observers can calculate longitude by comparing the time difference between their location and a reference location. However, it was not always easy to determine the exact time of a reference location.

While timekeeping could be done under relatively stable conditions on land, observations were far more challenging at sea due to the movement and rolling motion of ships in water.

경도는 지구를 세로로 나눈 선으로,
우리가 동쪽이나 서쪽으로부터 얼마나 떨어져 있는지 알려줍니다.

Longitude consists of vertical lines around the Earth that indicate our distance east or west from a reference point.

뮌스터의 『프톨레마이오스식 세계지도』
『Ptolemaic World Map』 by Münster

세바스티안 뮌스터(Sebastian Münster, 1488-1552)
독일, 1588년
종이
37.3×31.3

위도와 경도의 개념은 고대부터 지구상의 위치를 나타내기 위해 사용되었습니다. 기원후 약 150년경, 천문학자이자 지리학자인 프톨레마이오스(Claudius Ptolemaeus, AD 83년 경-168년 경)는 위도와 경도를 사용해 각 지역의 위치를 좌표로 나타낸 지도를 만들었습니다. 이 지도는 1588년 독일 지리학자 세바스티안 뮌스터(Sebastian Münster, 1488-1552)가 프톨레마이오스의 세계지도를 바탕으로 위도와 경도를 표시한 세계지도입니다.

The concepts of latitude and longitude have been used since ancient times to represent locations on Earth. Around 150 CE, Claudius Ptolemaeus(c. 83-c. 168), an astronomer and geographer, created maps that represented the coordinates of various places using latitude and longitude. This world map, published in 1588 by German geographer Sebastian Münster(1488-1552), features latitude and longitude markings based on Ptolemaeus's work.



방위각 나침반
Azimuth Compass

네덜란드, 18세기
금속, 나무
42×40×19.3

나침반은 배에서 방향을 찾기 위한 필수 도구입니다. 항해용 나침반은 바늘과 방위판이 함께 움직이기 때문에 더 쉽게 방향을 읽을 수 있습니다. 또한 배의 흔들림을 흡수하도록 '짐벌(Gimbal)'이라는 수평 유지 장치에 고정되어 있습니다. 하지만, 선원들은 나침반이 항상 정확하지 않다는 점도 경험을 통해 알게 되었습니다. 바다에서 바늘은 녹슬어 자력을 잃기 쉬웠고, 지역에 따라 자력의 차이(자기편차)도 크게 달랐습니다.

The compass is essential for finding direction while on a ship. Maritime compasses are designed so that the needle and the compass card move together, making it easier to read the directions. They are also mounted on a gimbal, a leveling device that absorbs the ship's movements. However, sailors learned through experience that the compass was not always completely accurate. At sea, the needle could rust and lose its magnetism, and at times magnetic variation(declination) differed significantly depending on the location.



항해용 혼천의
Coelometer

윌터 마샬 아담스(W. Marsham Adams)
영국, 1874년
금속
최대 지름 45, 높이 51

항해용 혼천의는 항해 교육에 사용되는 도구입니다. 가운데에는 자전축만큼 기울어진 지구본이 있으며, 그 주변에 별자리를 표시한 고리들이 있어 천체와 지구의 움직임을 쉽게 이해할 수 있었습니다. 이를 바탕으로 계절 변화, 일출·일몰, 밤하늘 별 위치 등 항해에 필요한 기본 천문 지식을 배울 수 있습니다.

The armillary sphere for navigation is a tool used in maritime education. At its center is a globe tilted at an angle corresponding to Earth's axis of rotation, surrounded by rings marked with constellations. This design allows for easy understanding of the movements of celestial bodies and the Earth. Using this tool, navigators could learn the essential astronomical knowledge for navigation, such as seasonal changes, times of sunrise and sunset, and the positions of stars in the night sky.





URSA MAJOR

URSA

FIFTH

VERTICAL

ROOTS

APRIL
MAY

URUS

캐리의 탁상용 지구의
Table Globe by Cary

존 캐리(John Cary)
영국, 1810년
나무, 금속
지름 44, 높이 45

지구의는 지구의 형태와 특징을 본떠 만든 둥근 지도입니다. 지구 자전축에 맞춰 남북극을 가로지르는 회전축이 23.5도 기울어져 있고, 경도를 나타내는 24개의 경선이 표시되어 있습니다. 지구가 자전하며 하나의 경선에서 옆의 경선으로 넘어가는 것이 1시간에 해당하며, 하루 24시간이 걸려 한 바퀴를 돌게 됩니다.

A globe is a spherical map modeled after the shape and features of the Earth. Accordingly, its rotational axis, running through the North and South Poles, is tilted at an angle of 23.5 degrees, just like the Earth. The globe is marked with 24 lines of longitude. Since the Earth completes a full rotation in 24 hours, the distance between neighboring longitudinal lines, or meridians, represents one hour of the Earth's rotation.



크로노미터
Chronometer

세켈 & 조엔 사(J.A.Seckel & Zonen)
네덜란드, 20세기
금속, 나무, 유리
18.5×18.5×19

경도 측정은 시간을 기반으로 합니다. 바다에서 경도를 계산하려면, 현재 배가 있는 곳의 시각과 출발지의 시각을 동시에 알아야 합니다. 항해사는 이 두 시각의 차이를 통해 이동한 거리를 경도로 환산할 수 있습니다. 지구는 1시간에 15도씩 회전하므로, 두 곳의 시간 차이가 1시간이라면 경도 15도만큼 이동한 셈입니다. 이 때문에 정확한 시간을 유지하는 해상시계인 크로노미터는 항해에서 매우 중요한 도구가 되었습니다.

Measurements of longitude are based on time. To calculate longitude at sea, sailors need to know both the local time at their current position and the time at their point of departure. By comparing the difference between these two times, the distance traveled can be converted into longitude. Since the Earth rotates 15 degrees per hour, a one-hour difference between the two locations corresponds to a 15-degree change in longitude. For this reason, the marine chronometer, a timekeeper that maintains precise time, became essential for navigation.



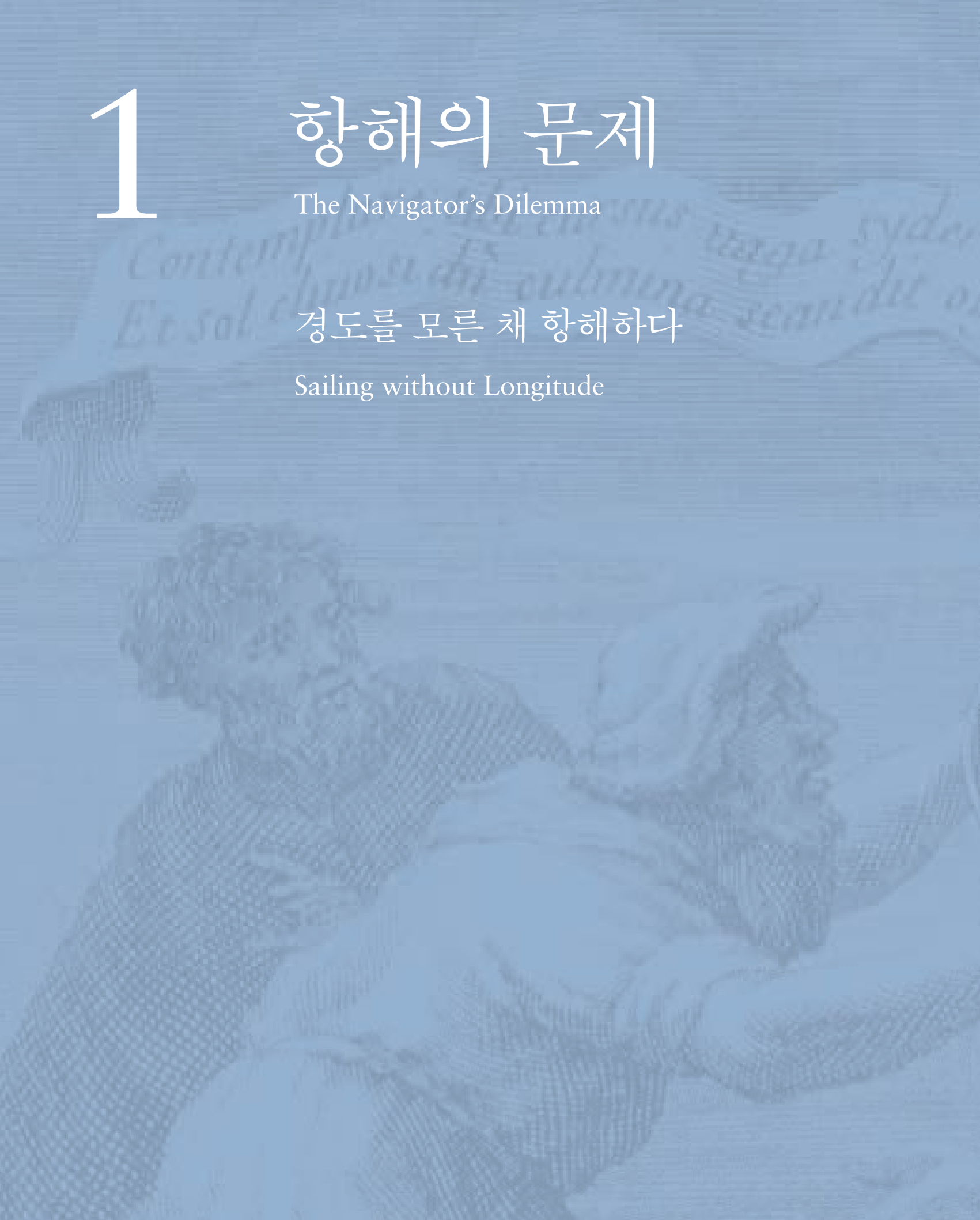
1

항해의 문제

The Navigator's Dilemma

경도를 모른 채 항해하다

Sailing without Longitude



18세기까지는 경도를 정확하게 측정할 방법이 없어서 유럽의 원양 항해는 위도에만 의존했습니다. 선원들은 태양이나 별을 이용해 위도를 계산할 수 있었지만, 경도는 경험과 추정에 의지해야 했습니다. 이런 방식은 정확도가 떨어졌습니다.

항해사들은 날씨, 조류, 바람 등을 고려해 항로를 계산했지만, 결과적으로 1~200km 정도의 큰 오차가 발생했습니다. 이런 오차 때문에 항해는 계획보다 오래 걸렸고, 그 사이 선원들은 식량 부족이나 질병으로 목숨을 잃기도 했습니다. 또한 항로를 잘못 계산해 암초에 부딪히거나 엉뚱한 곳으로 표류하는 일도 많았습니다. 이처럼 정확하지 않은 경도 계산은 선박에 실린 무역품의 손실은 물론, 선박의 침몰과 같은 큰 피해를 가져왔습니다. 경도를 모르는 항해는 특히 위험한 모험이었습니다. 이로 인해, 안전하고 검증된 항로에만 전함과 상선이 몰려 해적의 표적이 되기도 하였고, 혼잡하고 위험한 상황이 자주 발생하였습니다. 그래서 경도를 정확히 측정하는 방법을 알아내는 것이 절실했습니다.

Before the 18th century, sailors faced a critical challenge: while they could determine latitude from the stars, longitude remained a mystery. Even experienced navigators, relying on estimates of weather and currents, made errors up to 200 kilometers. These miscalculations proved deadly—extending voyages until food ran out, causing disease outbreaks, and leading ships into treacherous waters. Without accurate longitude measurement, every long-distance voyage risked becoming a maritime disaster.

Without longitude, navigation was perilous. As a result, warships and merchant vessels often crowded into safe, well-established routes, becoming easy targets for pirates and creating hazardous conditions. These unpredictable dangers made accurate longitude measurement urgent.

지문항법

Terrestrial Navigation

지문항법(地文航法)은 바다에서 항해할 때 육지를 눈으로 보며 항로를 유지하는 방법으로, 선원들이 지형·지물이나 해안선을 기준으로 자신이 어디에 있는지를 파악하는 방식입니다. 이러한 항법은 해안가, 섬 근처에서는 안전한 항해를 보장해 주었지만, 원양 항해에서는 명확한 한계를 드러내었습니다. 바다 한가운데에서는 육지를 볼 수 없었기 때문입니다. 고대 항해사들은 이러한 문제를 극복하기 위해 새를 활용하여 근처에 육지가 있는지를 확인하기도 하였습니다. 선박에서 새를 날려 보내면, 육지가 가까울 경우 새는 육지 쪽으로 날아가지만, 만약 주변에 육지가 없다면 새는 다시 배로 돌아오게 됩니다. 이를 통해 항해사들은 육지의 방향을 대략적으로 추정할 수 있었습니다. 당시 항해사들은 이처럼 다양한 방법을 사용하여 배의 위치를 파악하려 했지만, 이 방법들은 대부분 먼 바다에서는 도움이 되지 못했습니다.

Terrestrial navigation relied on visible landmarks and coastlines to guide ships safely along their course. While effective near land, this method proved useless on the open sea where no landmarks were visible.

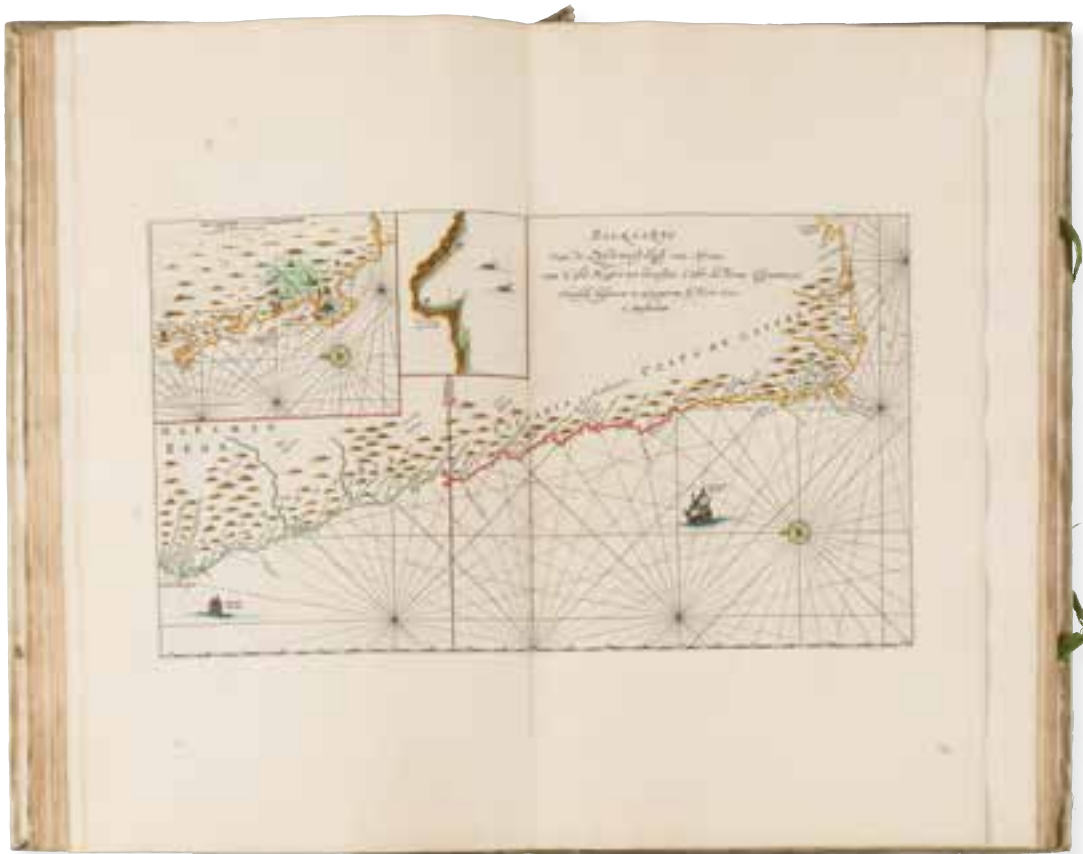
Ancient navigators used birds to detect nearby land—the birds would either fly toward visible land or return to the ship if none was nearby. While this revealed rough direction and distance to shore, it offered little help for long-distance voyages on the open sea.

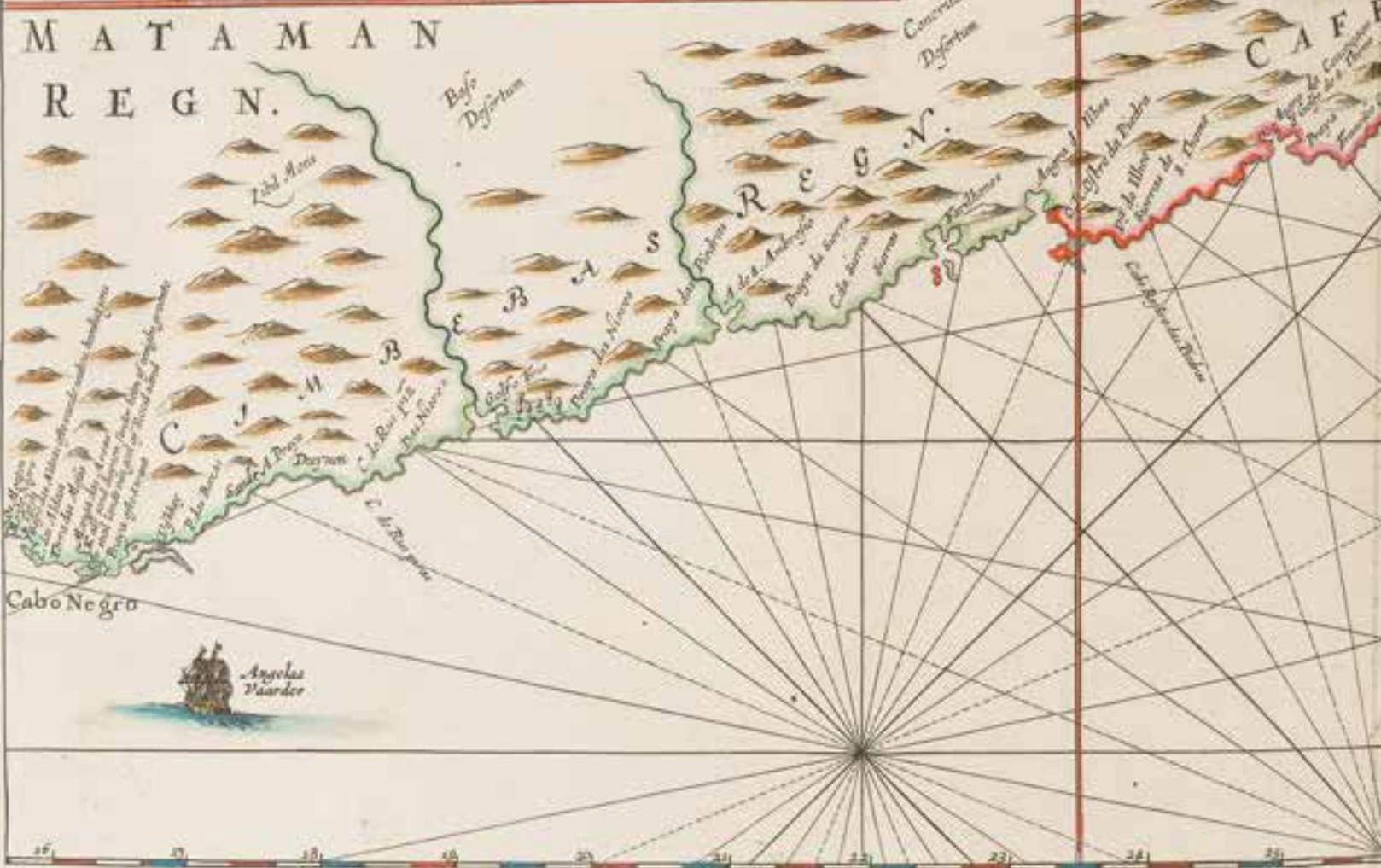
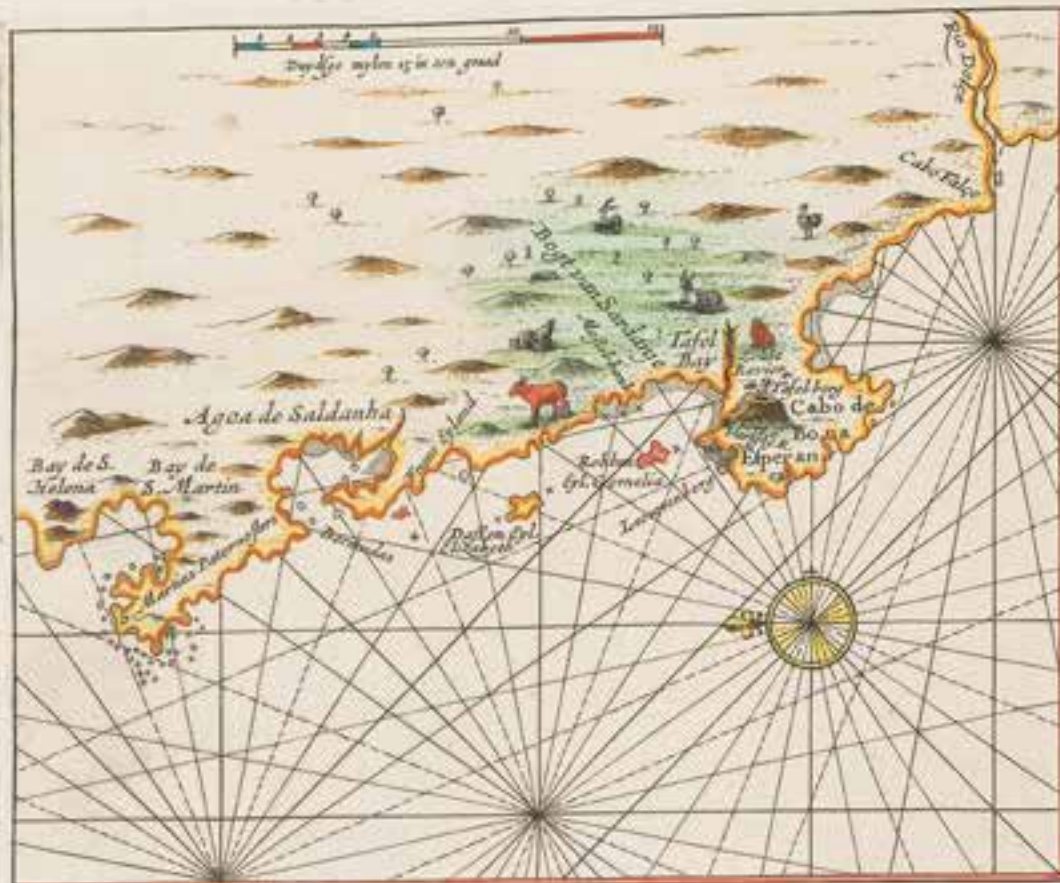
구스의 『해도첩』
『Atlas of Water World』 by Goos

피터 구스(Pieter Goos, 1616-1675)
네덜란드, 1666년
종이
35.3×58×6.5

이 해도첩은 네덜란드 암스테르담의 지도 제작자 피터가 1666년에 만든 초판본으로, 아시아를 포함한 41개의 해도가 담겨 있습니다. 특히 남아프리카 해도는 남북 방향을 가로로 배치하고, 희망봉과 그 주변 지형을 자세히 나타냈습니다. 해도 왼쪽 위에는 희망봉의 모습과 주변 동물 생태까지 세밀하게 그려져 있습니다.

This atlas is a first edition created in 1666 by Dutch cartographer Pieter Goos(1615-1675) and contains 41 nautical charts, including some on Asia. Notably, the chart of South Africa is oriented horizontally, with north on the left and south on the right, and provides detailed depictions of the Cape of Good Hope and its surrounding geography. In the upper left corner of the chart, a detailed illustration of the Cape of Good Hope includes representations of the local wildlife.





항해용 망원경
Telescope

레오나르도 세미테코로(Leonardo Semitecolo)

이탈리아

1750년, 18세기

금속, 가죽, 유리

위) 지름 5, 길이 31

아래) 지름 5.3, 길이 32

두 개의 렌즈를 적당한 간격으로 배치하면 먼 물체를 확대해서 볼 수 있다는 원리를 발견한 후 망원경이 발명되었습니다. 망원경은 천체 관측뿐만 아니라 항해에서도 널리 사용되었습니다. 선원들은 먼 거리의 배나 육지를 보기 위해 긴 초점 거리의 망원경을 사용했습니다.

The telescope was invented after it was discovered that placing two lenses at a suitable distance could magnify distant objects. Telescopes were widely used not only in astronomical observation but also in navigation. Sailors used telescopes with long focal lengths to spot ships or land at a distance.



린스호텐의 『항해와 동인도 여행이야기』
『Travel Guide』 by Linschoten

얀 하위헌 판 린스호텐
(Jan Huyghen van Linschoten, 1563-1611)
네덜란드, 1638년
종이
23.8×29.3×5.3

네덜란드의 무역상이자 여행가인 린스호텐이 발간한 이 항해 지침서는 유럽, 특히 네덜란드 상인과 탐험가들에게 아시아와 인도양 항로에 대한 정보를 제공하여, 유럽의 동방 탐험과 무역 확대에 기여를 했습니다. 이 책은 인도양, 아라비아해, 동남아시아, 그리고 동아시아로 이어지는 항로를 상세히 설명하고, 특정 지역의 천문학적 지표와 해안선에 대한 관찰 정보를 포함하여 항해사들이 실질적인 지침으로 삼을 수 있도록 구성되었습니다.

This navigation manual, published by Dutch merchant and traveler Jan Huygen van Linschoten, provided European—particularly Dutch—merchants and explorers with vital information about the routes to Asia and the Indian Ocean. It was significant in facilitating European exploration and trade in the East. The book offers detailed descriptions of routes through the Indian Ocean, the Arabian Sea, Southeast Asia, and East Asia. It also includes observations on astronomical markers and coastlines in specific regions, making it a practical guide for navigators.



항해용 나침반
Mariner's Compass

H. 윌다(H. Wildaa)
네덜란드, 1782년
금속, 유리, 종이 등
지름 19.5, 높이 9

이 나침반의 방위판은 양면으로 되어 있으며, 8개의 방위가 네덜란드어로 표시되어 있습니다. 나침반은 고대부터 필수적인 항해 도구였지만, 몇 가지 문제점이 있었습니다. 바늘이 녹슬어 쉽게 자성을 잃기도 했고, 지역마다 다른 자기 편차로 인해 나침반이 진짜 북쪽과 다른 방향을 가리킬 수 있습니다. 이 때문에 나침반 하나만 의지해서 먼 거리를 항해할 수는 없었습니다.

The compass card of this compass is double-sided, with eight cardinal directions labeled in Dutch. Although the compass has been an essential navigational tool since ancient times, it had several limitations. The needle could rust and lose its magnetism, and magnetic variation differed by location, causing the compass to point in a direction slightly off of true north. For these reasons, sailors could not rely on it completely while navigating distances.



추측항법

Dead Reckoning

추측항법은 배의 방향, 속도, 시간을 바탕으로 배의 위치를 계산하는 방식입니다. 선원들은 나침반을 사용해 배가 나아가는 방향을 확인하고, 속도는 물에 줄을 띄워 측정했습니다. 하지만 이 방식은 해류, 바람의 방향과 세기, 그리고 선원들의 판단 실수 등으로 인해 배의 실제 위치와 계산된 위치 사이에 큰 오차가 빈번하게 발생했습니다. 이러한 오차는 시간이 지남에 따라 더욱 커져, 예상했던 위치에서 멀리 벗어나곤 했습니다. 경도 측정이 어려운 상황에서 평행항법도 사용되었습니다. 이 항법은 배가 일정한 위도를 유지하면서 동서 방향으로만 항해하는 방식입니다. 위도는 비교적 쉽게 측정할 수 있었기 때문에 같은 위도에 맞춰 평행하게 항해할 수 있었습니다. 그러나 이 방법 역시 정확한 해도가 부족했기 때문에 안전한 항해의 해결책이 될 수 없었습니다. 예상치 못한 지형이나 암초에 부딪히거나, 원하는 목적지에 도달하는 데 상당한 시간이 소요되었습니다.

Dead reckoning estimated position using direction, speed, and time, with sailors using compasses and knot lines for measurement. However, ocean currents, winds, and human error led to mounting inaccuracies, often forcing ships off course.

Unable to measure longitude accurately, sailors relied on parallel sailing—following fixed latitudes east or west. Though latitude was easier to determine, the lack of accurate sea charts made this method unreliable, often leading to unexpected obstacles and delays.

사분의와 『군터의 작품집』
 Quadrant and
 『The works of Edmund Gunter』

에드먼드 군터(Edmund Gunter, 1581-1626)

영국, 17세기 후반 & 1673년

나무, 종이

사분의 17.5×17.5×1

도서 16.4×20.5

사분의는 바다에서 천체의 고도를 측정하기 위해 처음 사용된 도구입니다. 원을 4등분해 최대 90도까지 각도를 측정할 수 있습니다. 사분의에는 조준경과 무게추가 달려 있어, 조준경으로 별을 바라보면 추가 달린 선이 각도를 나타냅니다. 그러나 흔들리는 배 위에서 수직을 유지하기 어려웠고 추가 바람에 쉽게 흔들려서 사용하기 어려웠습니다. 옆의 책은 에드먼드 군터가 쓴 책으로, 자신이 개량한 섹터, 직각기, 사분의 등의 사용법을 담고 있습니다.

The quadrant was the first tool used to measure the altitude of celestial bodies at sea. By dividing a circle into four parts, it allowed angles of up to 90 degrees to be measured. The quadrant was equipped with a sight and a plumb line. When the sight was aligned with a star, the plumb line would indicate the angle. However, use of the quadrant involved such challenges as maintaining a vertical position on a rocking ship and the plumb line being easily swayed by the wind. The book next to the quadrant, written by Edmund Gunter, explains the use of instruments he improved, including the sector, cross-staff, and quadrant.



직각기

Cross staff

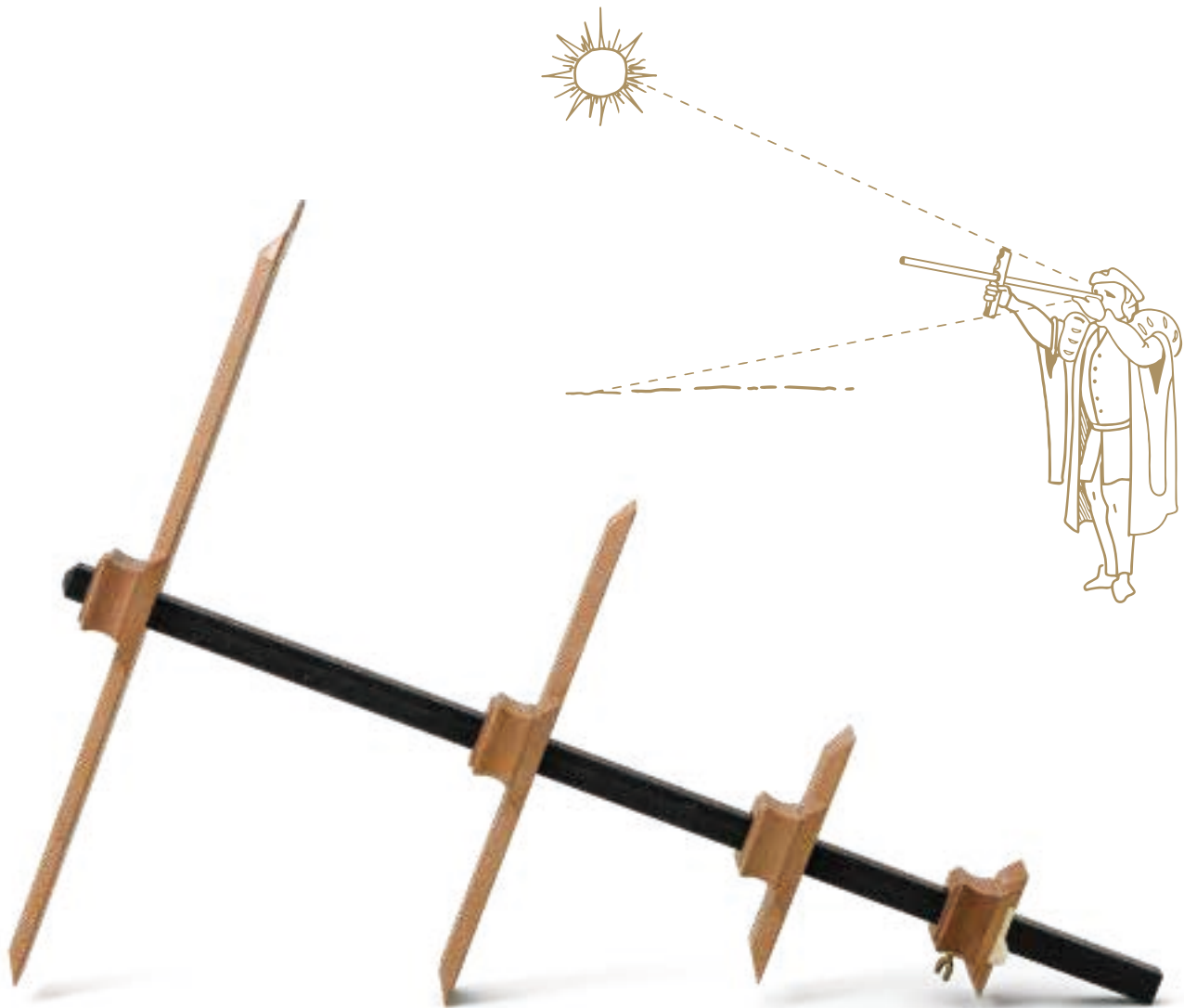
20세기

금속, 나무

65.8×47.5×11.4

직각기는 물체 사이의 각을 측정하는 도구입니다. 항해에서는 주로 지평선과 태양(또는 북극성)이 이루는 각도, 즉 위도를 측정하는 데 사용되었습니다. 사용 방법은 막대의 끝을 눈 아래에 대고, 긴 날개를 움직여 날개의 끝이 지평선과 태양에 닿게 했습니다. 그러나 거친 바다에서는 사용하기 어려운데다, 태양의 고도를 측정할 때 태양을 직접 바라봐야 해서 시력 손상의 문제가 있었습니다.

The cross-staff is used to measure angles between objects. In navigation, this primarily meant using it to measure the angle between the horizon and the sun(or the North Star) to determine latitude. Sailors placed one end of the staff just below their eye and slid the long crosspiece until its ends aligned with the horizon and the sun. However, it was difficult to use in rough seas, and measuring the sun's altitude required looking directly at it, posing the risk of damaging the eye.

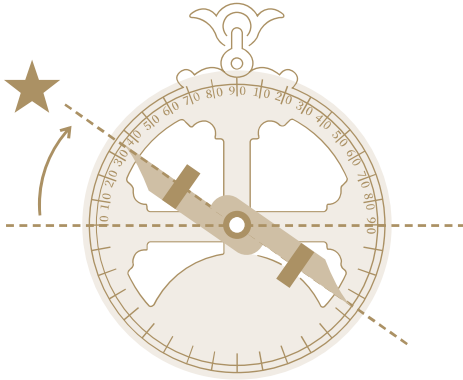


항해용 아스트롤라베
Mariner's Astrolabe

네덜란드, 1643년
금속
23×28×3.8

사분의가 가진 단점을 극복하기 위해 개량된 위도 측정 도구입니다. 가운데서 회전하는 조준의 양쪽 끝에는 관측 구멍이 있어서, 이 구멍에 낮에는 태양빛을, 밤에는 북극성을 위치시킨 뒤 그 각도를 측정하여 위도와 시간을 알아냈습니다. 이 도구는 17세기까지 널리 사용되다가, 저렴한 직각기와 후측의로 대체되었습니다.

The astrolabe is a latitude-measuring instrument developed to overcome the limitations of the quadrant. It features a rotating sight bar with observation holes at each end. During the day, sailors would align the sun through these holes, and at night, they would position the North Star in the same way. By measuring the angle between the sight line and the horizon, they could determine both latitude and time. This instrument was used widely until the 17th century, when it was replaced by more affordable tools such as the cross-staff and backstaff.



걸개고리
Suspension ring

바퀴
Wheel

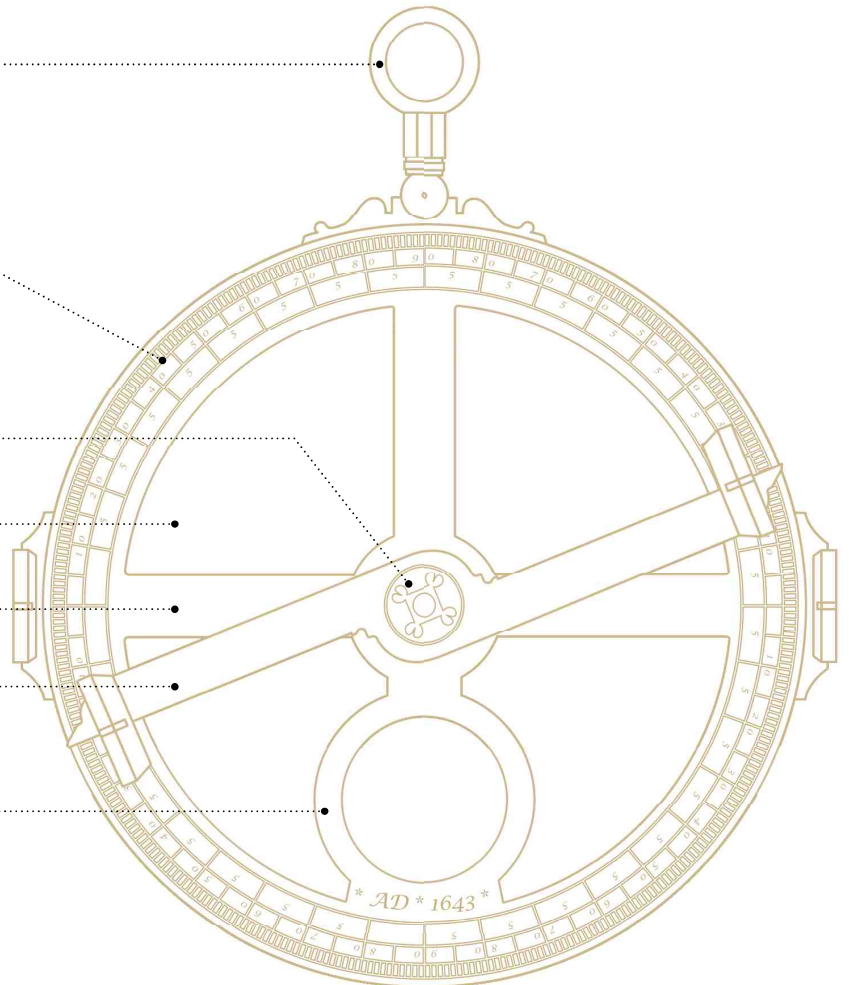
썰기/핀
Wedge/Pin

나침반
Compass

기둥
Post

조준의
Alidade

밸러스트
Ballast





후측의

Back staff

패트 우드사이드(Patt Woodside)

유럽, 1751년

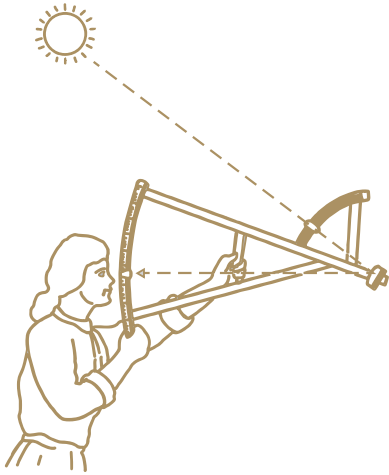
나무, 유리, 금속

63.5×35

후측의는 눈을 손상시킬 수 있는 직각기의 단점을 보완하기 위해 고안되었습니다.

이 도구는 중앙 막대와 위쪽의 그림자 호, 아래쪽의 조준 호, 그리고 움직이는 날개로 구성됩니다. 그림자 날개를 조정해 태양의 고도에 맞추면, 두 호의 각도를 합산해 최종으로 수평선과 태양의 각도를 구할 수 있습니다.

The backstaff was designed to address the risk of eye damage posed by the cross-staff. This instrument consists of a central rod, an upper shadow arc, a lower sighting arc, and a movable vane. By adjusting the shadow vane to align with the sun's altitude, the user could determine the angle between the horizon and the sun by summing the measurements from the two arcs.



휴대용 천문시계

Prortable Astronomical Timekeeping Devices

천문시계는 배 위에서 시간을 확인하기 위해 쓰였던 도구입니다. 기계식 시계가 발명되기 전까지 항해사들은 천체를 관측해 시간을 측정했습니다. 밤에는 별의 위치로 시간을 파악할 수 있는 녹터널을 사용했고, 낮에는 태양의 고도로 생기는 그림자를 이용하는 해시계를 사용했습니다. 하지만 이 천문시계들로는 정확한 시간을 알 수 없었습니다.

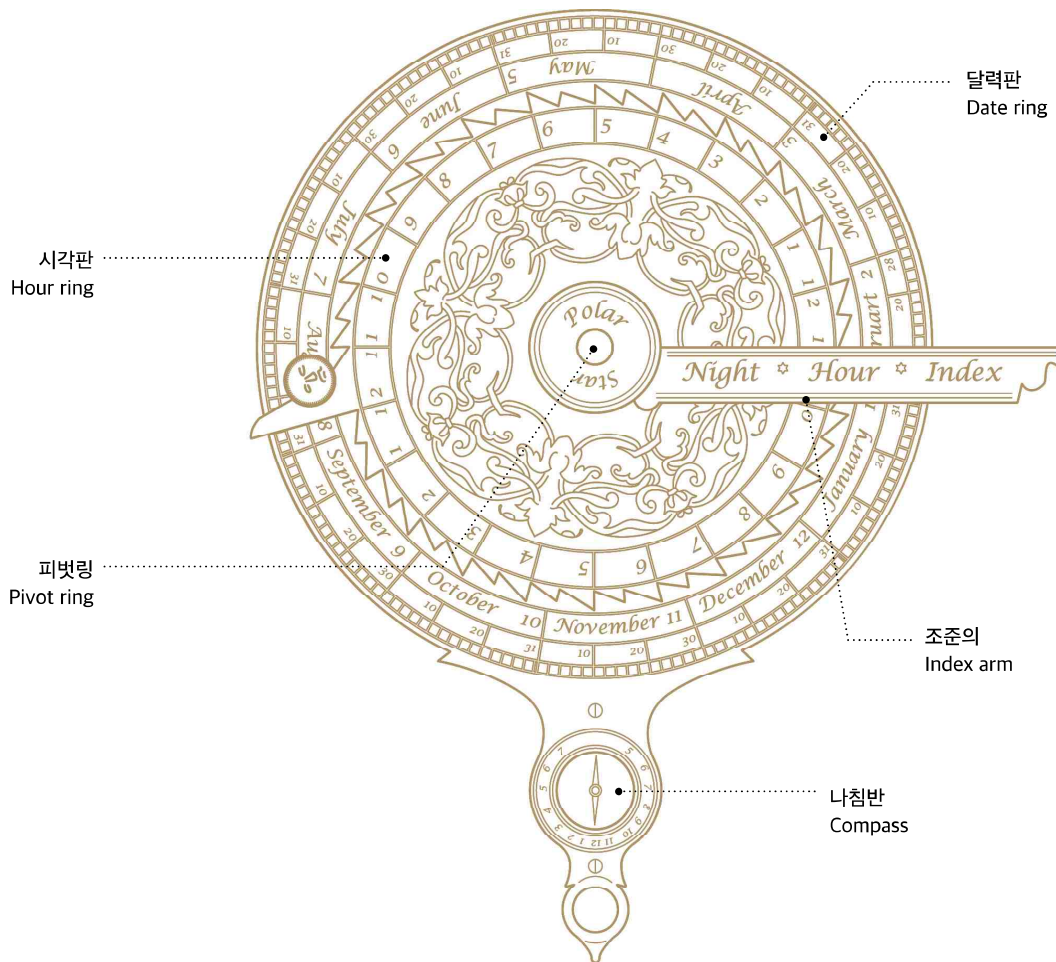
Astronomical clocks were used to check the time aboard ship. Before the invention of mechanical clocks, navigators measured time by observing celestial bodies. At night, they used a nocturnal to determine the time based on the position of the stars, while during the day, they relied on a sundial to measure time using the shadow cast by the sun's altitude. However, these astronomical clocks could not provide precise time measurements.

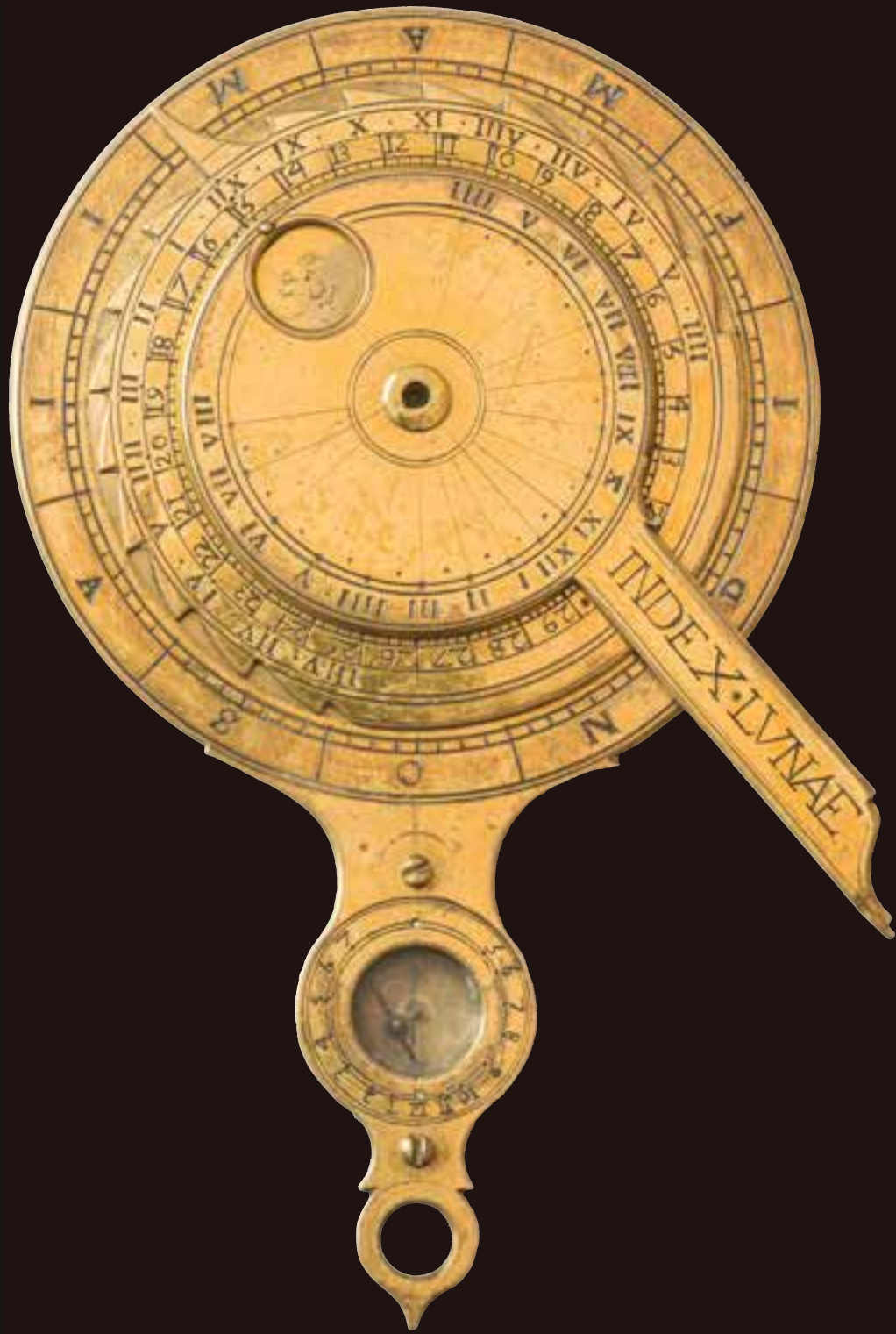
녹터널
Nocturnal

프랑스, 1588년
금속
지름 7, 높이 11

녹터널은 밤에 별의 위치를 기준으로 시간을 측정하기 위해 항해 중 사용되던 도구입니다. 북반구에서 모든 별이 북극성을 중심으로 회전하는 현상, 즉 별의 일주운동을 활용해 밤 시간을 측정할 수 있었습니다. 이 녹터널은 한 해의 날짜가 적힌 달력판, 시간 표시가 있는 시각판, 그리고 회전하는 조준의로 구성되었습니다. 또한 달의 모습 변화, 일몰과 일출 시각 등 항해에 필요한 정보를 제공하는 기능도 포함하고 있습니다.

The nocturnal was used during navigation to measure time at night based on the position of the stars. It utilized the phenomenon of stellar circumpolar motion, where all stars in the Northern Hemisphere appear to revolve around the North Star. This nocturnal consists of a calendar disc marked with the dates of the year, a time disc with hour markings, and a rotating sight bar. It also provided additional navigational information, such as the phases of the moon and sunrise and sunset times.



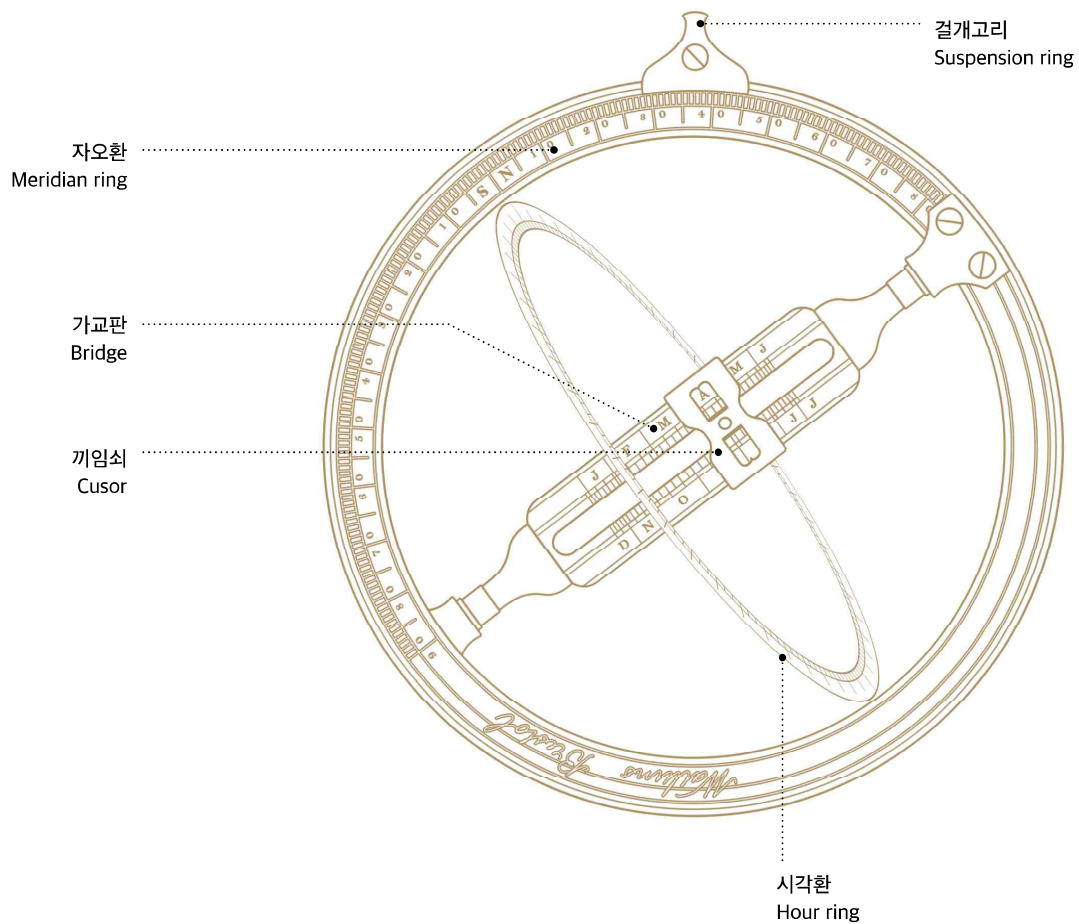


만능 분점 고리 해시계
 Universal Equinoctial Ring Dial

윌리엄 왓킨스(William Watkins)
 영국, 19세기
 금속
 10.1×11×0.7

이 해시계는 천구를 단순화하여 만들었으며 어느 위치에서도 사용할 수 있다는 점이 가장 큰 특징입니다. 자오환, 시각환, 가교판, 걸개고리로 구성되어 있으며, 자오환은 위도를, 시각환은 적도를 표시합니다. 가교판에는 날짜가 새겨져 있어 사용자가 관측일에 맞춰 조정할 수 있고, 걸개고리는 위도에 맞게 위치를 설정하는 역할을 합니다.

This sundial is a simplified representation of the celestial sphere and is notable for its versatility, allowing it to be used at any location. It consists of a meridian ring, an hour ring, a bridge plate, and a suspension loop. The meridian ring indicates latitude, and the hour ring the equator. The bridge plate is engraved with dates and adjustable according to the day of observation. The suspension loop is used to align the instrument with the appropriate latitude.





경사 해시계
Inclining Dials

영국, 19세기
금속
11.3×6.6

19세기에 들어서면서 휴대용 해시계는 기계식 시계로 점차 대체되었지만 완전히 대체되기 전까지 계속해서 개선이 이루어졌습니다. 특히, 경사 해시계는 위도에 따라 태양의 각도가 달라져서 쓰기 어려웠던 해시계의 단점을 보완하였습니다. 수평 조절 다리와 자기 편차 수정용 각도 눈금이 생겼고, 시각 표시선도 세밀해져 보다 높은 정확성을 가질 수 있었습니다.

By the 19th century, portable sundials were gradually replaced by mechanical clocks, but the former continued to be improved until they were fully phased out. In particular, the inclining sundial addressed the limitations of its traditional counterpart, which was difficult to use due to variations in the sun's angle at different latitudes. Features such as adjustable leveling legs and angle scales for correcting magnetic variation were added, and the time markings became more precise, resulting in greater accuracy.



측정의

Log reel

영국, 19세기

나무, 섬유

침: 15.3×15.3×3.5

열레: 길이 62, 높이 19.7

영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

측정의는 배의 속도를 재는 도구입니다. 열레에 감긴 줄 끝에 무거운 부채꼴 나무판이 달려 있습니다. 이 나무판을 배 뒤쪽에서 바다에 던지면, 배가 앞으로 나아가면서 줄이 풀립니다. 선원들은 모래시계를 사용해 일정 시간 동안 풀린 줄의 길이를 측정했고, 이를 통해 배의 속도를 계산했습니다. 오늘날 배의 속도를 나타내는 단위인 노트(Knot)는 측정의 줄을 일정 간격으로 매듭(Knot) 지어서 속도를 잴던 것에서 유래하였습니다. 이런 방식의 측정의는 19세기 기계식 속도측정기가 나오기 전까지 사용되었습니다.

The log reel was used to measure a ship's speed. A weighted, fan-shaped wooden board was attached to the end of a line wound around a reel. When the board was thrown into water from the stern of the ship, the line unraveled as the ship moved forward. Sailors measured the length of line that unraveled during a set time, as indicated by an hourglass, and calculated the ship's speed from this measurement. The modern unit of speed for ships—the knot—originates from this method, in which knots were tied at regular intervals along the line to measure speed. This type of log reel was used until the 19th century, when mechanical speedometers were introduced.



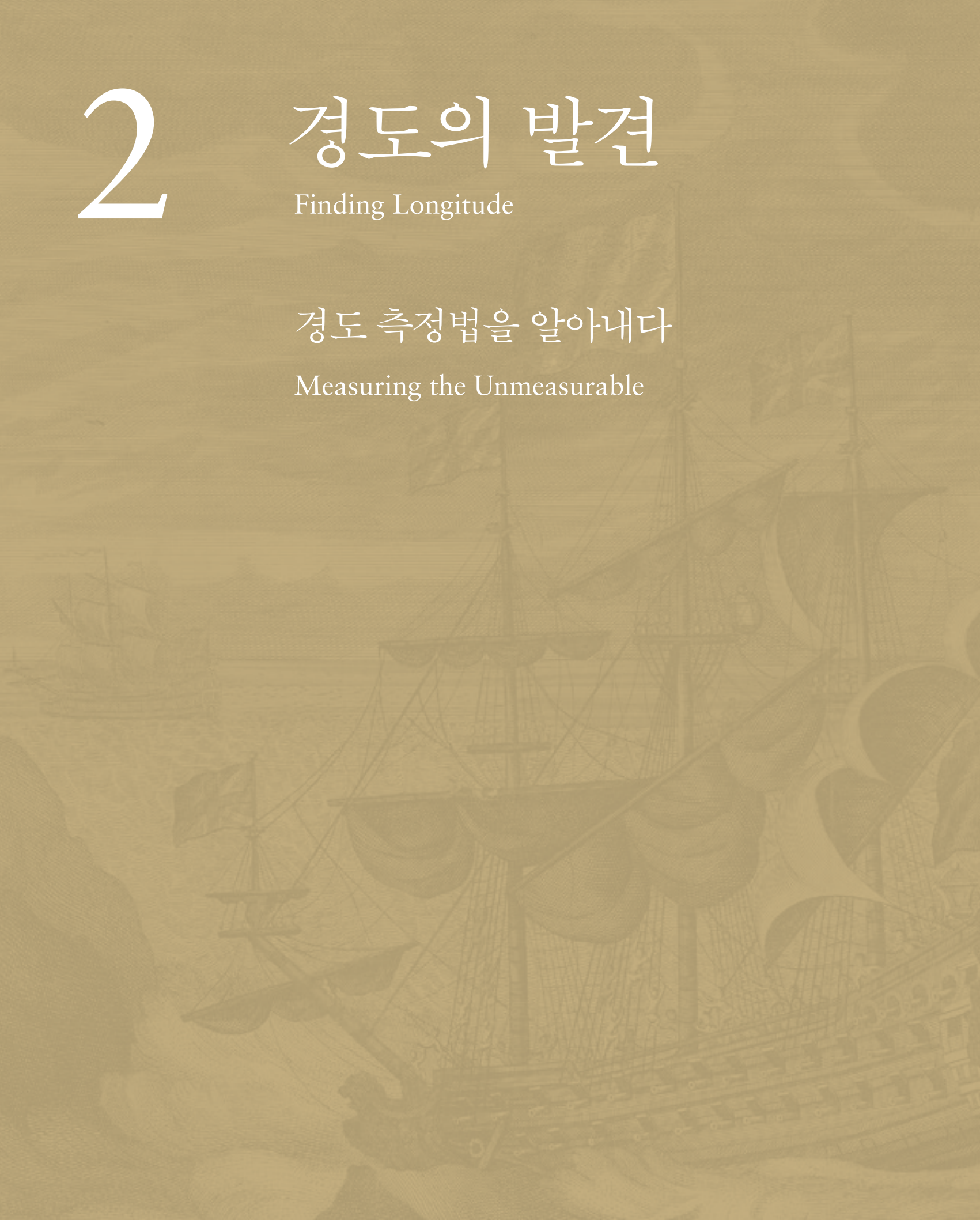
2

경도의 발견

Finding Longitude

경도 측정법을 알아내다

Measuring the Unmeasurable



경도법과 도전자들

The Prize and the Pioneers

1707년, 클로디슬리 쇼블 경이 이끄는 영국함대가 경도를 잘못 계산하여 실리제도(Scilly) 암초에 부딪혀 많은 사상자와 4척의 전함을 잃는 큰 사고를 당했습니다. 이 사건 후, 영국은 1714년 경도법을 제정해 경도를 정확하게 측정할 수 있는 '실용적이고 유용한 방법'을 개발한 사람에게 보상을 주기로 했고, 이를 심사하기 위해 경도위원회(the Board of Longitude)가 만들어졌습니다.

과학자들은 여러 방법을 시도했습니다. 예를 들어, '자기 편차'라고 하는 진짜 북쪽과 나침반의 북쪽이 가리키는 차이를 계산하여 현재 위치를 파악하는 방법이 시도됐지만 복잡한 변동 때문에 실용화되지 못했습니다. 또한 음향 신호를 이용해 거리를 알아내는 방법도 있었지만, 당시 기술로는 음향을 멀리 전송하고 정확히 측정하기 어려워 실패했습니다. 1730년까지도 실현 가능한 경도 측정 방법은 나오지 않았습니다.

In 1707, Sir Cloudesley Shovell's fleet crashed into the Scilly Isles due to longitude error, losing four warships and many lives. This disaster led Britain to pass the Longitude Act in 1714, offering rewards for a practicable and useful method and establishing a Board of Longitude to evaluate proposals.

Scientists explored multiple solutions. Magnetic declination proved unreliable due to Earth's complex magnetic field, while sound signals lacked the necessary range and accuracy. By 1730, the longitude problem remained unsolved.



실리제도

2-1

실리제도에서 난파당한 클로더슬리 경의 배
Sir Cloudesley Shovell in the Association
with the Eagle, Rumney and the Firebrand,
Lost on the Rocks of Scilly

영국, 1707년

종이에 동판 인쇄

37.1×48

영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

이미지 사용



경도법 The Longitude Act

영국, 1714년
종이
20.2×31.5

1714년, 영국 의회는 실리제도 해난사고를 계기로 해상 안전의 중요성을 인식하고 '경도법'을 통과시켰습니다. 이 법은 경도를 정확히 측정할 수 있는 방법을 개발한 사람에게 최대 2만 파운드의 보상을 제공하기 위해 제정되었고, 이를 심사하기 위해 '경도위원회'가 설립되었습니다. 위원회는 6주간의 시험 항해를 통해 효율성을 검증하고 상을 수여하기로 했습니다.

In 1714, the British Parliament passed the Longitude Act, recognizing the importance of maritime safety following a shipwreck near the Scilly Isles. The act was established to offer a reward of up to £20,000 to anyone who could develop a method for accurately measuring longitude. To evaluate the proposed methods, the Board of Longitude was created, which planned to award the prize after verifying the effectiveness of submissions through a six-week-long trial voyage.

1714년 아이작 뉴턴이 경도위원회에서 증언한 경도 해결책 이론 3가지

① 시간을 정확하게 측정하는 것이다

하지만 배의 흔들림, 온도와 습도의 변화, 위도에 따라서 달라지는 중력을 극복한 시계는 지금까지 만들어진 일이 없다.

② 목성의 위성들에서 나타나는 직*을 이용하는 것이다

* 蝕, 일식처럼 별이 다른 별 때문에 가려지는 현상

하지만 이를 관측하기 위해서는 망원경이 엄청나게 길어야 하는데다가 항해 중인 배는 흔들리므로 이와 같은 방식은 아직도 관찰된 바 없다.

③ 달의 위치를 이용하는 것이다

하지만 이 방법은 목적에 부합할 만큼 정확하지 못하다. 배의 경도를 2~3도 이내로 결정할 만큼 정확하지만 1도 이내로 정하지는 못한다.

Anno Duodecimo
Annæ Reginae.

An Act for Providing a Publick Reward for such Person or Persons as shall Discover the Longitude at Sea.



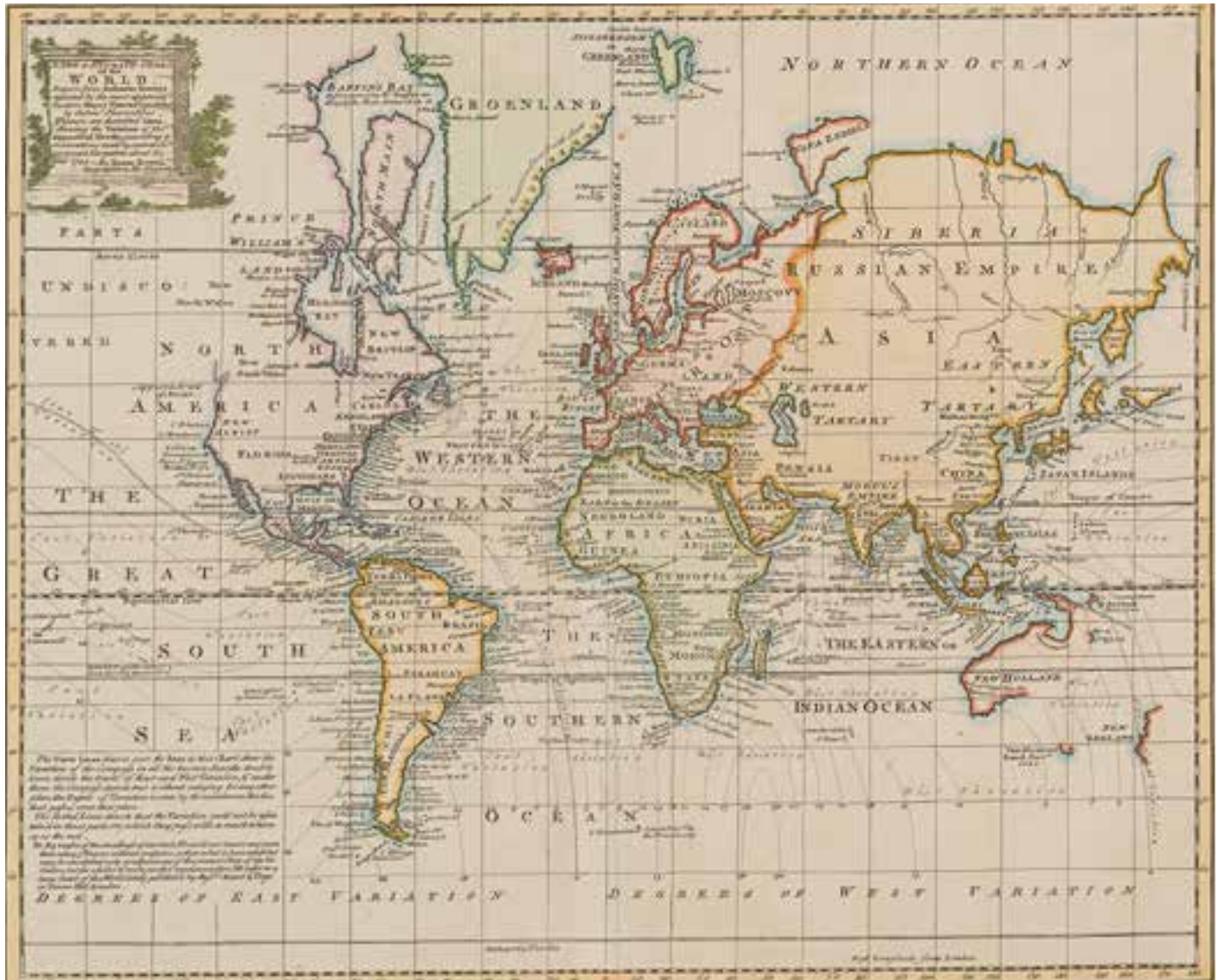
Whereas it is well known by all that are acquainted with the Art of Navigation, That nothing is so much wanted and desired at Sea, as the Discovery of the Longitude, for the Safety and Quickness of Voyages, the Preservation of Ships and the Lives of Men; And whereas in the Judgment of Able Mathematicians and Navigators, several Methods have already been Discovered, true in Theory, though very Difficult in Practice, some of which (there is reason to expect) may be capable of Improvement, some already Discovered may be proposed to the Publick, and others may be Invented hereafter: And whereas such a Discovery would be of particular Advantage to the Trade of Great Britain, and very much for the Honour of this Kingdom; But besides the great Difficulty of the thing it self, partly for the want of some Publick Reward to be Settled as an Encouragement for so Useful and Beneficial a Work, and partly for want of Money for Trials and Experiments necessary thereunto, no such Inventions or Proposals, hitherto made, have been brought to Perfection: Be it therefore Enacted by the Queens most Excellent Majesty, by and with the Advice and Consent of the Lords Spiritual and Temporal, and Commons in Parliament Assembled, and by Authority of the same, That the Lord High Admiral of Great Britain, or the first Commissioner of the Admiralty, the Speaker of the Honourable House of Commons, the first Commissioner of the Navy, the first Commissioner of Trade, the Admirals of the Red, White, and Blue Squadrons, the Master of the Trinity-house, the President of the Royal

보웬의 『최신 세계해도』
『A New and Accurate Chart of the World』
by Bowen

엠마누엘 보웬(Emanuel Bowen, 1694-1767)
영국, 1744년
종이
59.1×48.1

영국의 천문학자인 핼리(Edmond Halley, 1656-1742)가 고안한 자기 편차를 이용한 위치 확인 방법을 반영한 지도입니다. 자기 편차는 나침반이 가리키는 자북극과 실제 북극성이 있는 진북극 간의 각도 차이를 의미합니다. 이 지도는 자기 편차가 같은 지점을 연결하여 선으로 표시하고 있어, 배의 위치를 파악할 수 있게 작성되었습니다. 그러나 이 방법은 곧 지구 자기장이 시간에 따라 변한다는 사실이 발견되어 사용되지 못했습니다.

This map reflects a method of determining location using magnetic variation as devised by British astronomer Edmond Halley(1656-1742). Magnetic variation refers to the angular difference between magnetic north, indicated by a compass, and true north, indicated by the North Star. The map connects points with the same magnetic variation using lines, enabling sailors to estimate their position. However, this method fell out of use after it was discovered that Earth's magnetic field changes over time.

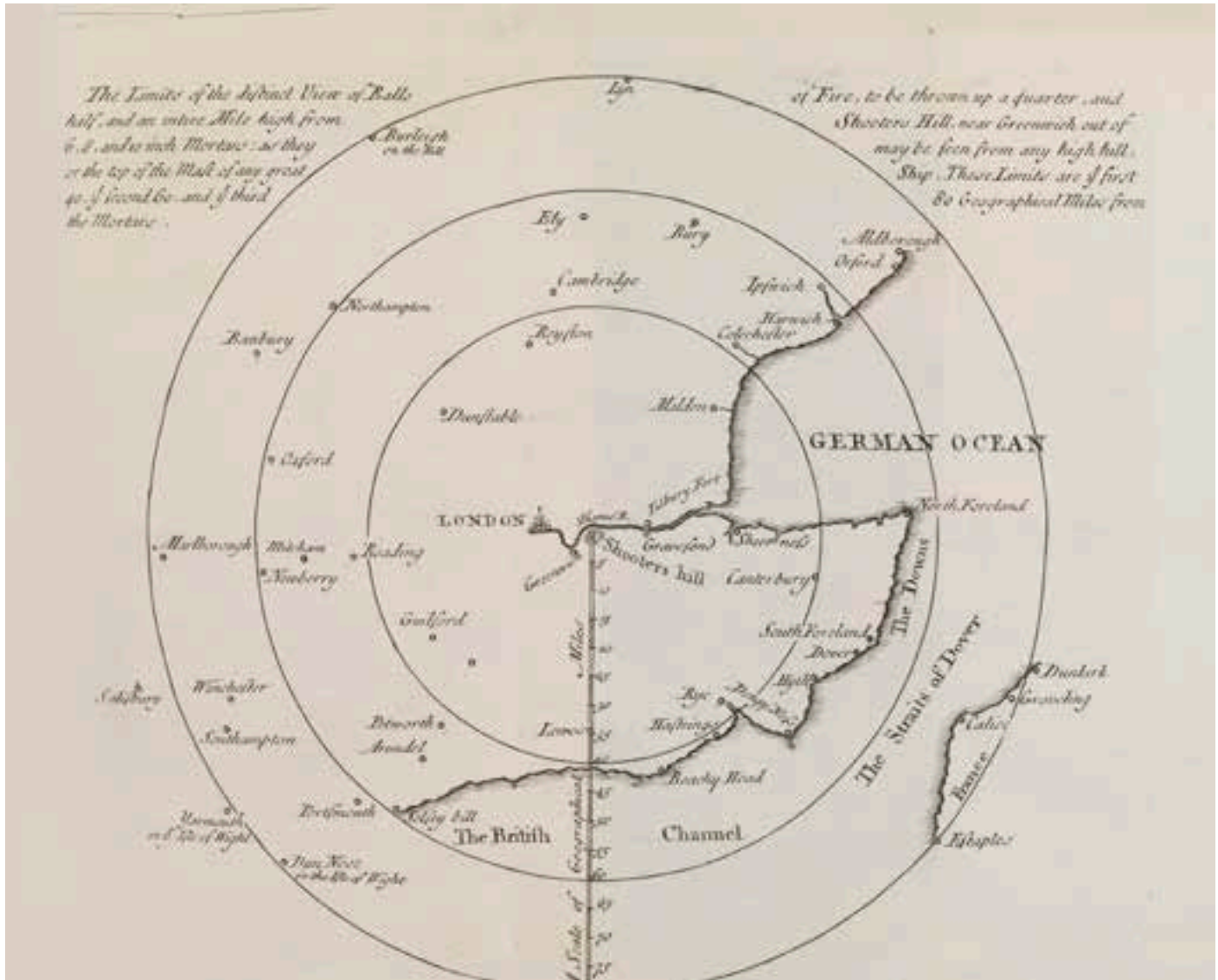


「영국 동남부 지도」
「Map of South East England」

윌리엄 휘스톤(William Whiston, 1667-1752)
영국, 1738년
종이
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London
이미지 사용

윌리엄 휘스톤과 험프리 디턴(Humphry Ditton, 1675-1715)은 경도를 측정하기 위해 소리를 쓰는 방법을 제안했습니다. 바다에 있는 신호선에서 대포나 폭발음을 정해진 시간에 발사하고, 다른 배에서 그 소리를 듣는 시간을 측정해 경도를 계산하려 했습니다. 이 지도는 그 계획을 위한 사전 작업을 보여줍니다. 그러나 소리의 전파 속도 변화와 제한된 전파 거리 등으로 인한 오차가 있기 때문에 이 방법은 실용적이지 않았습니다.

William Whiston and Humphry Ditton(1675-1715) proposed using sound to measure longitude. Their idea involved firing cannons or detonating explosives at predetermined times from signal ships at sea, with other ships measuring the time it took to hear the sound to calculate longitude. This map illustrates preliminary work for their plan. However, the method proved impractical due to errors caused by variations in the speed of sound and its limited propagation distance.



『난봉꾼의 행적』

『The Rake's Progress』 by Hogarth

윌리엄 호가스(William Hogarth, 1697-1764)

영국, 1735년

종이에 동판 인쇄

35.3×40.4

영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

이미지 사용

영국을 대표하는 풍자화가 윌리엄 호가스의 판화 연작 『난봉꾼의 행적』의 마지막 8번째 작품으로, 주인공이 정신병원에 수용된 장면을 묘사합니다. 정신병원에 있는 수많은 환자 중에 주인공 뒤편으로 벽에 '경도'를 쓰는 사람이 있습니다. 당시 많은 사람들이 경도를 찾기 위해 도전했지만 대부분 엉뚱한 내용이었습니다. 그래서 경도 측정법을 찾으려는 시도는 불가능에 도전하거나 이상한 일을 하는 것처럼 묘사되었습니다.

This is the eighth and final engraving in British satirical artist William Hogarth's series *A Rake's Progress*, depicting the protagonist confined to a mental asylum. Among the many patients inside, there is a man behind the protagonist writing the word 'longitude' on the wall. At the time, many people attempted to find a way to determine longitude, but most efforts were wildly impractical. As a result, the pursuit of a method for measuring longitude was often portrayed as a futile or mad endeavor.



천문학 지식의 발전

The Rise of Astronomical Knowledge

경도 측정을 위한 또 하나의 방법으로 천문학이 활용되었습니다. 하늘의 별을 통해 위도를 알 수 있듯, 경도의 비밀도 천체에 있을 것이라고 믿었기 때문입니다. 천문학자들은 특히 달과 목성의 규칙적인 움직임에 주목했습니다. 목성 관측법은 갈릴레이가 연구한 방법으로, 목성의 위성이 목성 앞을 지나가는 현상을 이용해 시간을 계산하는 것이었습니다. 이 방법은 날씨가 좋고 흔들리지 않는 육지에서는 유용했지만, 흔들리고 불규칙한 날씨를 보이는 바다 위에서는 목성의 위성을 관측하기 어려워 항해 중에는 거의 사용되지 않았습니다. 달거리 측정법은 달과 다른 별 사이의 거리를 재서 경도를 계산하는 방식이었습니다. 이 방법은 정밀한 천문 관측과 복잡한 계산을 필요로 했습니다. 천체의 움직임을 기준으로 한 시간 측정 방식은 관측기기의 발전과 수학 계산법의 발전을 가져왔습니다.

Like latitude measurement from the stars, astronomers believed celestial observation could solve the longitude problem. They focused particularly on the predictable movements of the moon and Jupiter.

Galileo's method tracked Jupiter's moons to measure time, though turbulent ship movement and weather made it impractical at sea. The lunar distance method—measuring angles between the moon and stars—required complex calculations. These efforts advanced both astronomical instruments and mathematical techniques.

아피안의 『우주 지리학』
『Cosmographia』 by Apian

피터 아피안(Peter Apian, 1495-1552)
독일, 1545년
종이
(펼침) 34.2×24.2×6.5

우주를 관측하고 그리는 학문인 우주 지리학에 관한 책으로, 천체 지도 제작과 항해에 필요한 별자리 관측 방법 등을 다루고 있습니다. 특히 시간·위치·거리 측정법과 함께 별자리를 활용하는 방법이 도면과 함께 설명되어 있어 항해사들에게 유용했습니다. 또한, ‘볼벨(volvells)’이라는 움직이는 종이 도구가 포함되어 있어 독자들이 직접 체험하면서 원리를 쉽게 이해할 수 있도록 하였습니다.

This book on cosmography, the study of observing and mapping the universe, covers celestial cartography and methods for observing the constellations essential to navigation. It was a valuable resource for navigators as it provided detailed explanations, accompanied by diagrams, on how to measure time, location, and distance, as well as how to utilize the constellations. The book also includes movable paper slide charts called ‘volvelles,’ which allowed readers to interact with the principles and gain a deeper understanding through hands-on experience.



코로넬리의 『우주학 아카데미』
『Summary of cosmography』 by Coronelli

빈첸초 마리아 코로넬리
(Vincenzo Maria Coronelli, 1650-1718)
이탈리아, 1693년
종이
13.5×19×5
개인 소장

이탈리아의 유명한 지도 제작자인 코로넬리가 쓴 천문학과 지리학의 입문서입니다. 이 책은 많은 삽화, 지도, 태양계 모형 등을 포함하여 당대의 우주와 지리학적 지식을 쉽게 이해할 수 있도록 구성되었습니다. 특히 코페르니쿠스의 태양중심설 등 당시 혁신적이었던 천문학 지식을 소개하고 있습니다.

This is an introductory book on astronomy and geography written by the renowned Italian cartographer Vincenzo Coronelli. It includes numerous illustrations, maps, and solar system models designed to make contemporary astronomical and geographical knowledge more accessible. Notably, it also introduces groundbreaking astronomical concepts of the time, such as Copernicus's heliocentric theory.

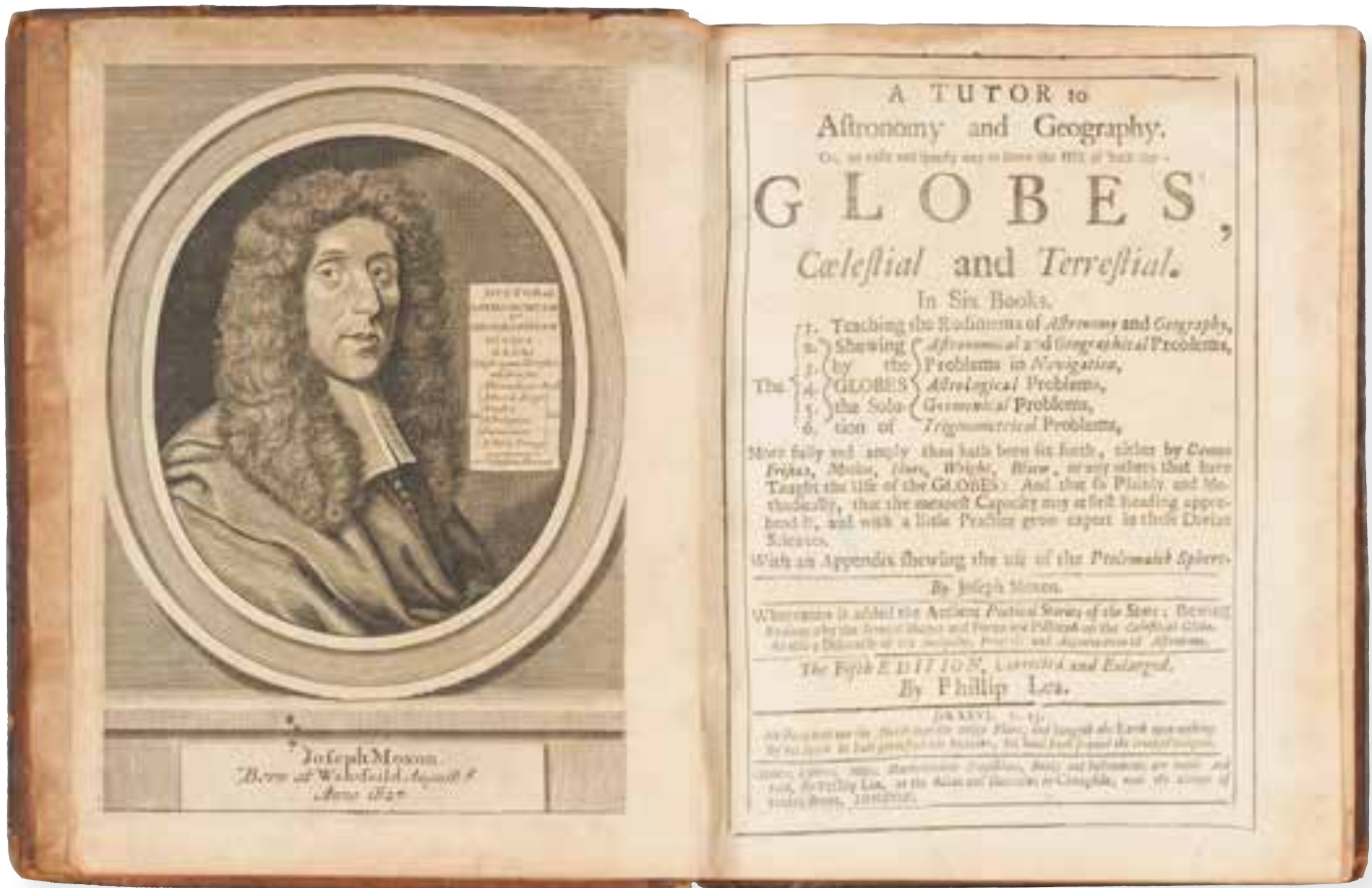


목슨의 『천문학과 지리학 교습서』
『A Tutor to Geographie and Astronomie』
by Moxon

조셉 목슨(Joseph Moxon, 1627-1691)
영국, 1699년
종이, 가죽
16×21×4.5

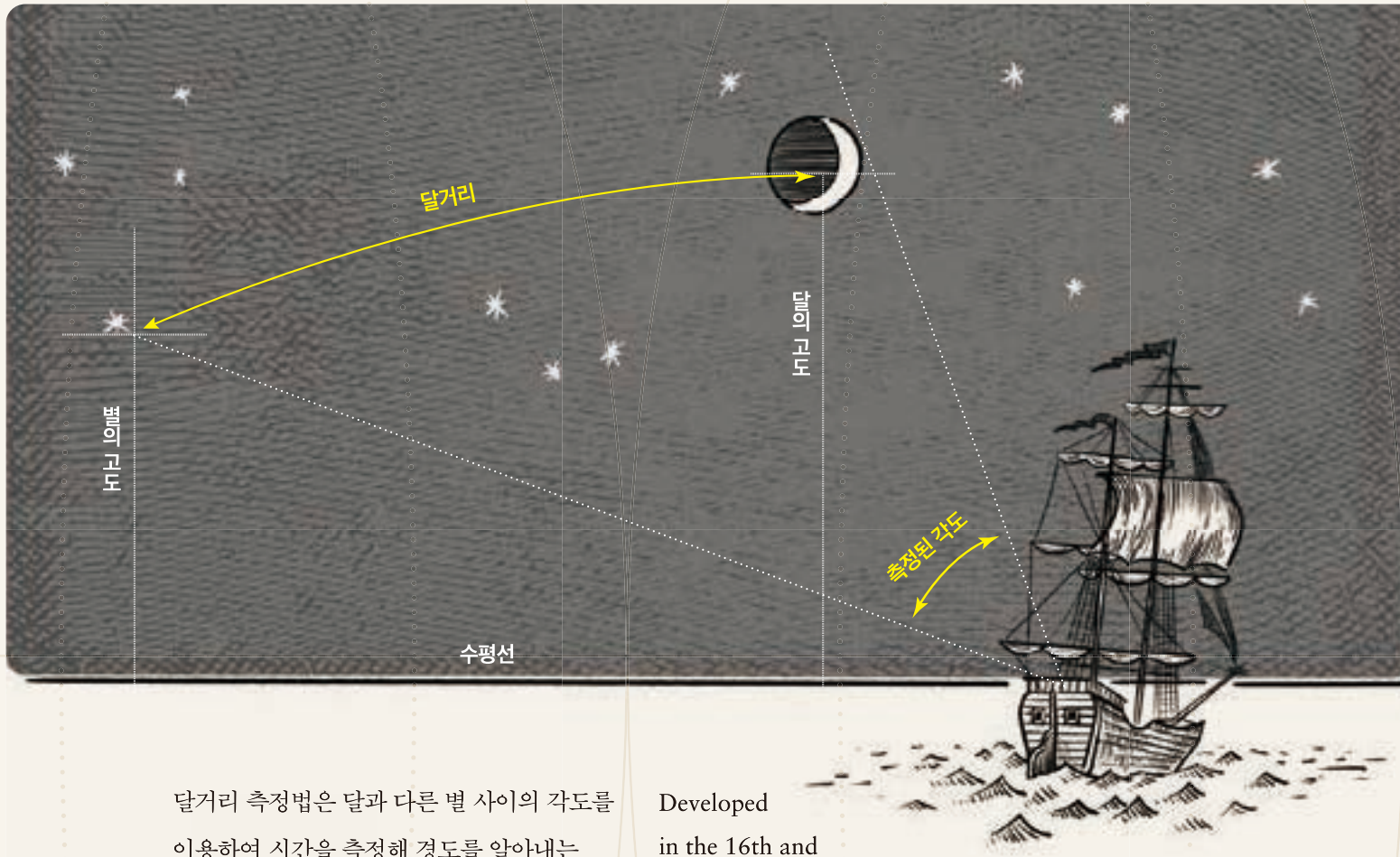
이 교습서는 다양한 삽화와 도표를 통해 항해자들이 천문 항해 도구의 사용법을 알기 쉽게 설명하였습니다. 천문학과 지리학의 기초부터 시작해, 선원들이 항해에 필요한 실용적인 기술과 바다에서 천체를 관측해 위도를 계산하는 천체 항법에 대해서도 다루고 있습니다.

This instructional manual uses a variety of illustrations and diagrams to clearly explain the use of astronomical navigation instruments to sailors. Starting with the basics of astronomy and geography, it covers practical skills necessary for navigation, including celestial navigation techniques for observing celestial bodies at sea to calculate latitude.



달거리 측정법

The Lunar Distance Method



달거리 측정법은 달과 다른 별 사이의 각도를 이용하여 시간을 측정해 경도를 알아내는 방법으로, 16세기와 17세기 여러 천문학자에 의해 연구되고 발전되었습니다. 그러나 실제로 실용화된 것은 영국 천문학자 네빌 메스켈린에 의해서입니다. 그는 이 방법을 쉽게 적용할 수 있도록 '항해력'을 만들어 달거리 측정법을 항해사들이 사용할 수 있게 했습니다.

달거리 측정법의 기본 원리는 항해자가 달과 별 사이의 각도를 측정한 후, 그 각도에 해당하는 시간을 계산하는 것입니다. 이 시간을 바탕으로 경도를 계산할 수 있습니다. 그러나 이 방법은 매우 정밀한 각도 측정과 복잡한 계산을 필요로 했기 때문에, 숙련된 항해사들만이 능숙하게 사용할 수 있었습니다.

Developed in the 16th and 17th centuries, the lunar distance method calculated longitude using angles between the moon and stars. British astronomer Nevil Maskelyne made the method more practical by creating the Nautical Almanac, which provided precomputed lunar distances for easier navigation.

Measuring angles between the moon and stars helped determine time and longitude, but the complex calculations and precise measurements limited this method to expert mariners.

필요 도구 팔분의, 항해력, 모래시계
관측 조건 맑은 날씨, 달과 관찰하는 천체가 동시에 보이는 시간

① 달과 기준 천체 정하기

- 관측할 기준 천체를 선택합니다.
- 항해력에 따라 그날 달거리 측정법을 사용할 수 있는 천체가 달라질 수 있으며, 밤에는 별이, 낮에는 태양이 기준 천체가 될 수 있습니다.
- 기준 천체를 선택했다면, 달의 가장자리부터 그 기준 천체까지의 각도를 측정할 준비를 합니다.

② 팔분의 조준

- 팔분의를 얼굴 앞에 위치시키고, 눈을 관측 렌즈에 대고 천체를 조준합니다.
- 달을 아래쪽의 거울이나 렌즈에 보이게 하고, 상단 부분을 통해 기준 천체를 관측할 수 있도록 합니다.

③ 팔분의 각도 읽기

- 팔분의의 조정 나사를 돌려 거울을 움직입니다. 달과 기준 천체가 거울과 관측 렌즈에 동시에 보이도록 맞춥니다.
- 이때, 달의 가장자리와 기준 천체가 일치하도록 조정합니다.
- 달과 기준 천체가 정확히 일치하도록 맞춘 후, 팔분의에 표시된 각도를 읽고 항해력과 비교할 수 있도록 메모합니다.

④ 항해력과 비교하여 그리니치 표준시 추정하기

- 항해력에는 특정 시간에 그리니치에서 관측된 달과 기준 천체들 사이의 각 거리가 기록되어 있습니다. 측정한 거리가 항해력에서 어떤 시간에 해당되는지 찾아보고, 그리니치 표준시를 추정합니다.

⑤ 현지 시각과 그리니치 표준시 비교하기

- 추정한 그리니치 표준시와 현지에서 측정한 시각을 비교합니다.
- 두 시각 간의 차이를 계산합니다. 1시간의 시차는 15도의 경도 차이에 해당하므로, 시각 차이를 경도로 환산할 수 있습니다.

네빌 매스켈린의 초상화
Portrait of Nevil Maskelyne

존 러셀(John Russell, 1745-1806)

영국, 1776년

종이

45×42×4

영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

이미지 사용

네빌 매스켈린(1732-1811)은 달거리 측정법을 통해 경도 측정 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 했습니다. 그는 왕립천문대 제5대 천문대장으로 재직하며, 경도 계산에 필요한 데이터를 제공하는 『항해력』을 출판하여 달거리 측정법이 항해에서 실용화될 수 있도록 기여했습니다. 비록 해상시계만큼 편리하지는 않았지만, 달거리 측정법으로도 정확한 시간을 측정할 수 있어서 경도를 알아내는 방법으로 같이 사용되었습니다.

Nevil Maskelyne(1732-1811) played a key role in solving the longitude problem through the lunar distance method. As the fifth Astronomer Royal at the Royal Observatory, he published *Nautical Almanac*, which provided the data necessary for longitude calculations and thereby made the lunar distance method practical for navigation. While it was not as convenient as the marine chronometer, the lunar distance method could also accurately measure time and was thus used alongside the chronometer for determining longitude.

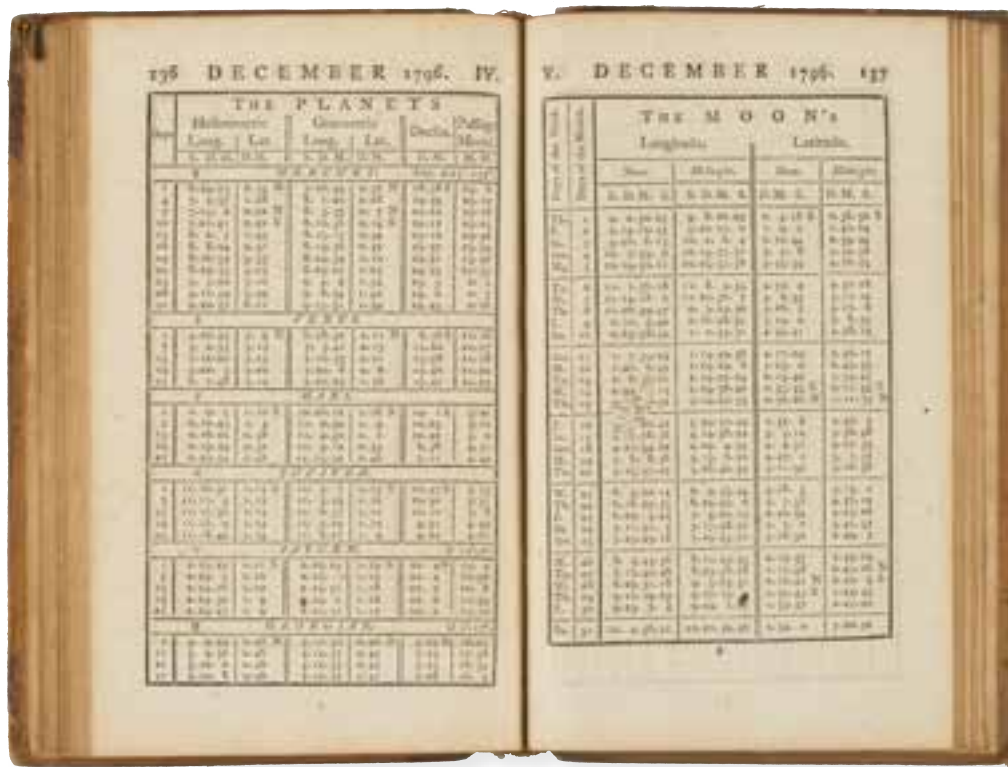


『항해력』
『Nautical Almanac』

경도위원회(The Board of Longitude)
영국, 1796년
종이
(펼침) 29×21.8×3

달거리 측정법으로 경도를 계산하는 데 필수적인 천문 데이터를 담은 책입니다. 이 데이터는 그리니치와 같은 기준 지점에서 달이 항성(恒星, 북극성처럼 항상 같은 자리에 있는 별)들을 언제 스쳐 지나가는지 예측 계산하여 매년 도표로 만든 것입니다. 선원은 『항해력』을 가지고 항해를 하다가 달이 항성에 접근하는 순간을 관측한 후 그리니치에서 그 만남이 이루어진다고 계산된 달과 항성이 만나는 시각을 비교하여 두 장소 사이의 시간차에 15도를 곱해서 경도를 알아낼 수 있었습니다.

This book contains the essential astronomical data needed to calculate longitude using the lunar distance method. The data consists of annual tables predicting when the moon would pass specific fixed stars(stars that remain in consistent positions, like the North Star) as observed from a reference point such as Greenwich. Navigators carried *Nautical Almanac* during voyages and observed the moment when the moon approached a fixed star. By comparing this observed time with the time calculated in the almanac for Greenwich, they could determine the time difference between the two locations. Multiplying this time difference by 15 degrees allowed them to calculate their current longitude.



팔분의
Octant

영국, 19세기
나무, 금속 등
46.2×37.2×8

1731년 영국의 수학자 존 해들리(John Hadley)가 고안한 팔분기는 원의 1/8인 45도, 호 모양에서 이름이 유래했습니다. 이 기구는 거울을 사용해 이중 반사 원리로 관측자가 수평선과 별을 동시에 볼 수 있게 하여, 천체의 고도와 별 사이의 거리를 측정할 수 있습니다. 개선된 천문기구인 팔분기를 통해 선원들은 달거리 측정법을 더 편리하게 사용할 수 있었습니다.

The octant, invented in 1731 by British mathematician John Hadley, derives its name from its arc, which spans one-eighth of a circle, or 45 degrees. This instrument uses mirrors to apply the principle of double reflection in a way that allows the observer to view both the horizon and a celestial body simultaneously. This facilitates measurements of the altitude of celestial bodies and the distance between stars. As an improved astronomical instrument, the octant made it more convenient for sailors to use the lunar distance method.

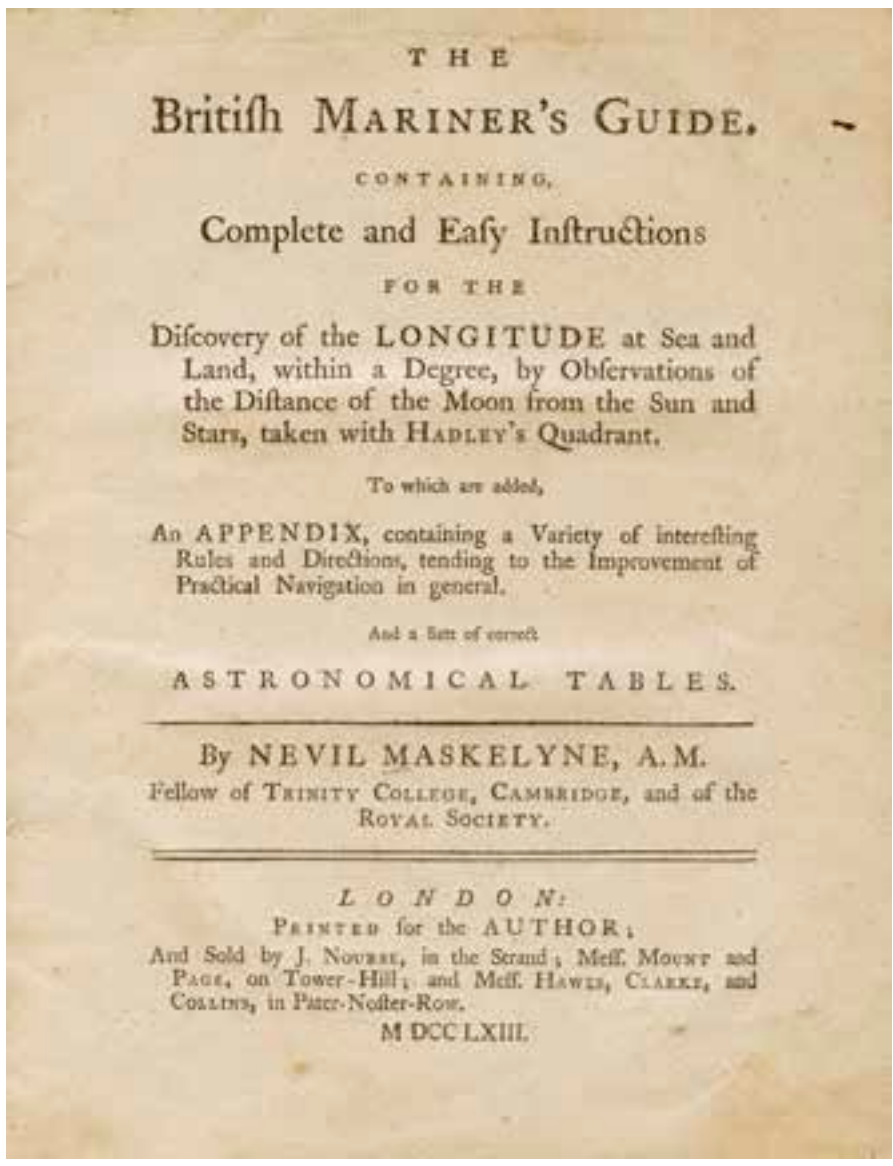


매스켈린의 『영국 항해사 가이드』
『The British Mariner's Guide』 by Maskelyne

네빌 매스켈린(Nevil Maskelyne, 1732-1811)
영국, 1763년
종이
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London
이미지 사용

선원들에게 달거리 측정법을 통해 바다 위에서 경도를 계산하는 방법을 소개하는 책입니다. 천체 측정에 사용되는 도구부터 달거리 측정, 오차의 보정까지 단계적으로 설명되어 있어 달거리 측정법을 쓰고자 하는 항해사들에게 훌륭한 지침이 되었습니다.

This book served as a guide for sailors on calculating longitude at sea using the lunar distance method. It offers step-by-step instructions, covering everything from the instruments needed for celestial measurements to calculating lunar distances and correcting errors. This comprehensive approach made it an invaluable resource for navigators employing the lunar distance method.



해상시계의 발명

Invention of the Marine Timekeeper

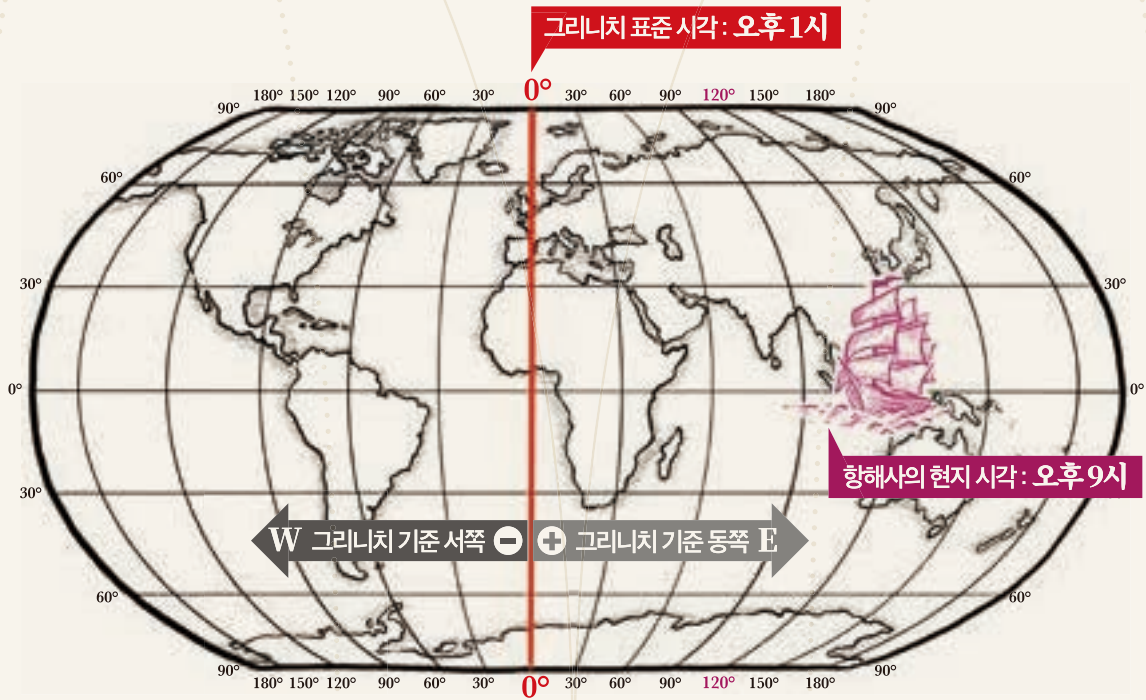
항해에서 경도를 계산하려면 정확한 시간이 필요했지만, 당시 기술로 만든 시계는 바다의 진동, 기압, 온도 변화 때문에 정확한 시간을 유지할 수 없었습니다.

18세기 영국의 시계 제작자 존 해리슨은 이 문제를 해결하기 위해 ‘해상시계’를 발명했습니다. 그는 여러 해에 걸쳐 H-1부터 H-4까지 발전된 모델을 설계하며, 어떤 환경에서도 정확한 시간을 표시하는 시계를 만들었습니다. 이 해상시계는 경도 문제를 해결하는 데 큰 역할을 했고, 선원들이 쉽게 경도를 계산해 더 안전하고 정확한 항해를 할 수 있도록 도와주었습니다. 이러한 업적을 바탕으로 해리슨은 경도위원회에서 수여하는 ‘경도상’을 받았으며, 해리슨은 경도 측정을 가능하게 한 혁신적인 인물로 평가받고 있습니다.

Precise timekeeping was essential for longitude calculations, but sea conditions—vibrations, pressure changes, and temperature shifts—disrupted early clocks. British clockmaker John Harrison solved this by developing his marine timekeeper through multiple models, from H-1 to H-4, creating a timekeeper that worked in all conditions.

Harrison’s marine timekeeper revolutionized navigation by enabling accurate longitude calculation at sea. His achievement earned him the Longitude Prize and recognition as a pioneering figure in maritime history.

시계로 경도 알아내는 법



시차 및 경도 공식

- 현지 시각 - 그리니치 시각 = 시차
예) 21:00(오후 9시) - 13:00(오후 1시) = 8시간 차이
- 시차 × 15도 = 경도(°)
예) 8시간 × 15° = 120E°

※ 경도 값이 +일 경우 그리니치 기준 동쪽(E), -일 경우 그리니치 기준 서쪽(W)

1 그리니치 표준시 확보

- 그리니치 표준시(GMT)로 맞춰져 있는 해상시계. 이 시계는 항해 중 어느 위치에 있든지 그리니치의 시각을 계속해서 보여줍니다.

2 현지 시각 측정

- 배 위에서 항해 도구를 사용해 태양 혹은 별의 고도를 측정하여 현지 시각을 파악합니다.

3 경도 계산

- 지구는 360도 회전하는 데 24시간이 걸리므로, 1시간마다 지구는 15도씩 회전합니다.
- 만약 해상시계가 가리키는 그리니치 표준시가 13시인데, 현지 시각이 21시라면, 두 시각 사이의 차이는 8시간입니다.
- 이 경우 8시간 × 15도 = 120도이므로, 현재 위치는 그리니치로부터 120도 경도에 있다는 것을 알 수 있습니다.
- 동쪽으로 갈수록 현지 시각이 빨라지고, 서쪽으로 갈수록 늦어지기 때문에, 현지 시각이 그리니치 시간보다 빠르면 동경, 느리면 서경에 해당합니다.

H-1

존 해리슨(John Harrison)

영국, 1735년

금속 등

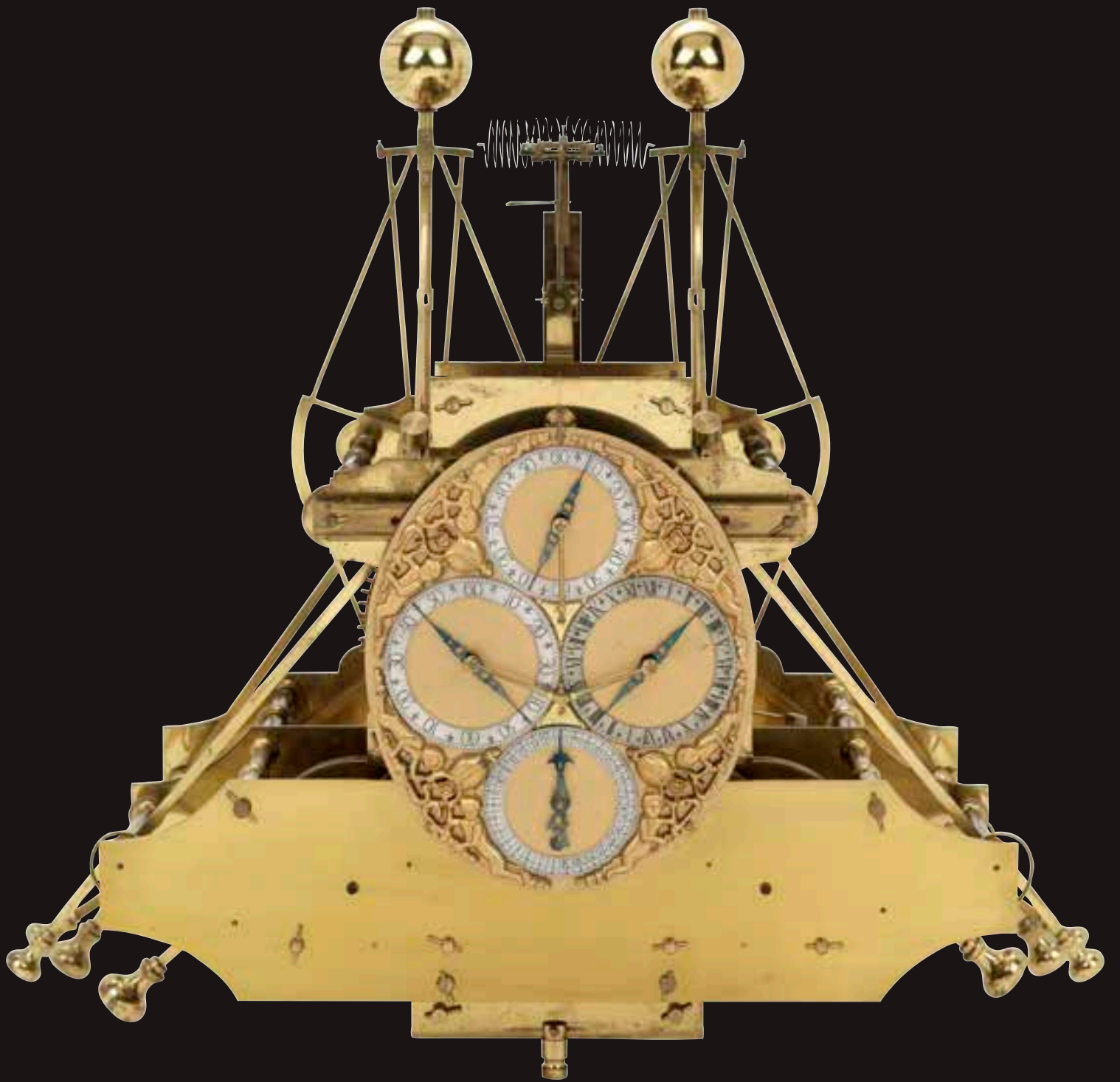
높이 67.3, 폭 70, 깊이 45, 무게 34kg

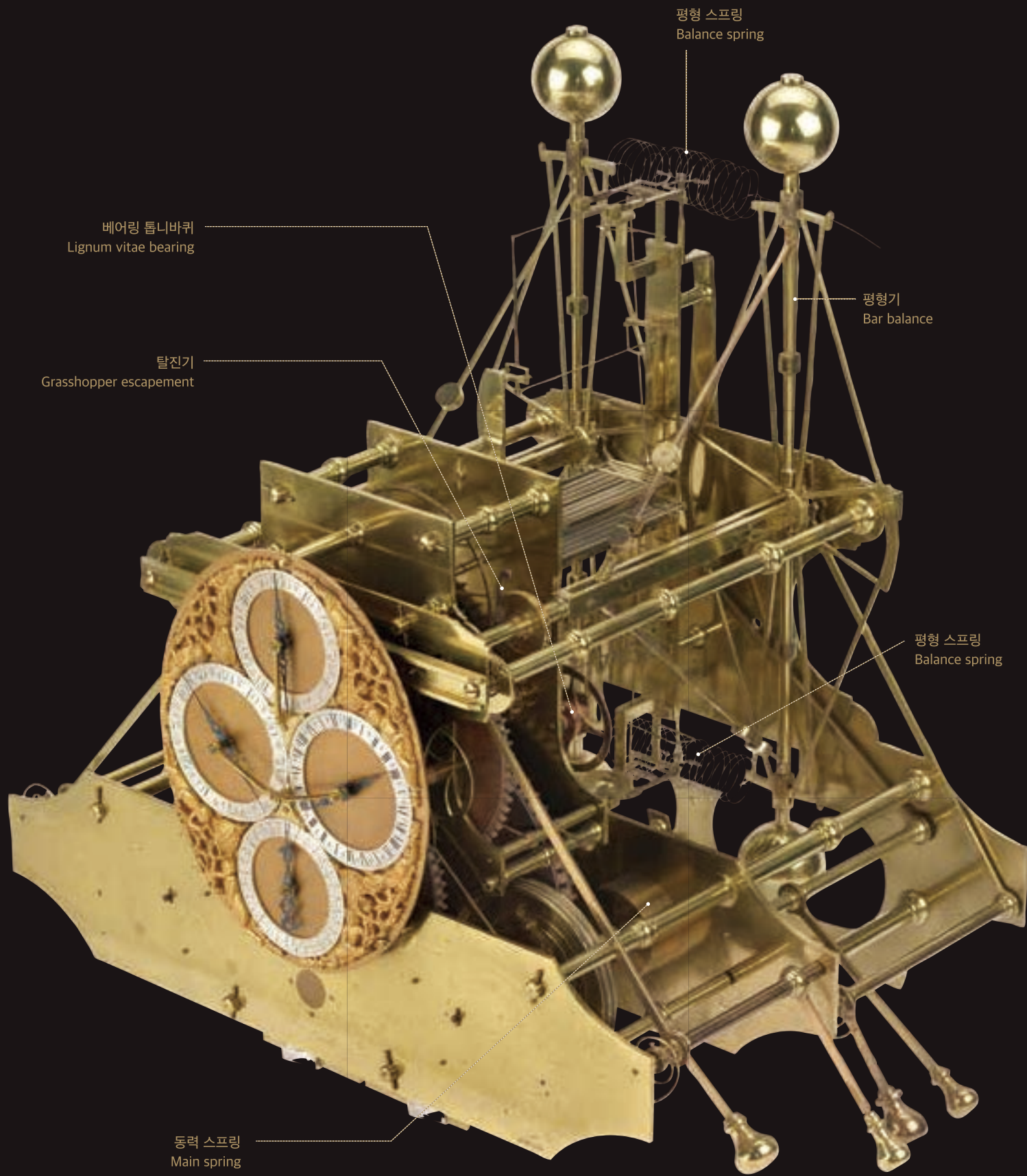
영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

영국의 시골 마을 목수이자 시계 제작자였던 존 해리슨은 경도법 제정 후 정밀한 해상시계를 만들기로 결심했습니다. 1730년, 그는 런던으로 이사해 시계 장인 조지 그레이엄에게 자신의 아이디어를 설명하고 지원금을 받았습니다. 5년 후, 가로 75cm, 무게 34kg의 거대한 시계인 H-1을 완성했습니다. H-1은 4개의 시계 판과 황동 구슬이 달린 평형기, 다양한 나무 테엽과 황동 리본 등으로 구성되어 윤활유 없이도 작동하도록 설계되었습니다. H-1은 리스본까지의 시험항해에서 성공을 거두었고, 1737년 경도위원회는 최초로 보상을 위한 회의를 열었습니다. 그러나 해리슨은 H-1의 결함을 개선하고 더 작으면서 정확한 시계를 만들겠다고 제작 지원금을 받고 새로운 개발에 나섰습니다.

John Harrison, a carpenter and clockmaker from rural England, set out to create a precise marine timekeeper following the enactment of the Longitude Act. In 1730, he moved to London and presented his ideas to master clockmaker George Graham. With Graham's financial support, Harrison pursued his research and in five years completed the H-1—a massive clock measuring 75 cm in width and weighing 34 kg. The H-1 featured four clock dials, a balance mechanism with brass weights, various wooden springs, and brass ribbons, all ingeniously designed to function without lubrication. The H-1 performed successfully during a test voyage to Lisbon, prompting the Board of Longitude to hold its first award deliberation meeting in 1737. Despite H-1's success, Harrison wanted to make it smaller and more precise and worked on it after securing additional funding.





베어링 톱니바퀴
Lignum vitae bearing

탈진기
Grasshopper escapement

평형 스프링
Balance spring

평형기
Bar balance

평형 스프링
Balance spring

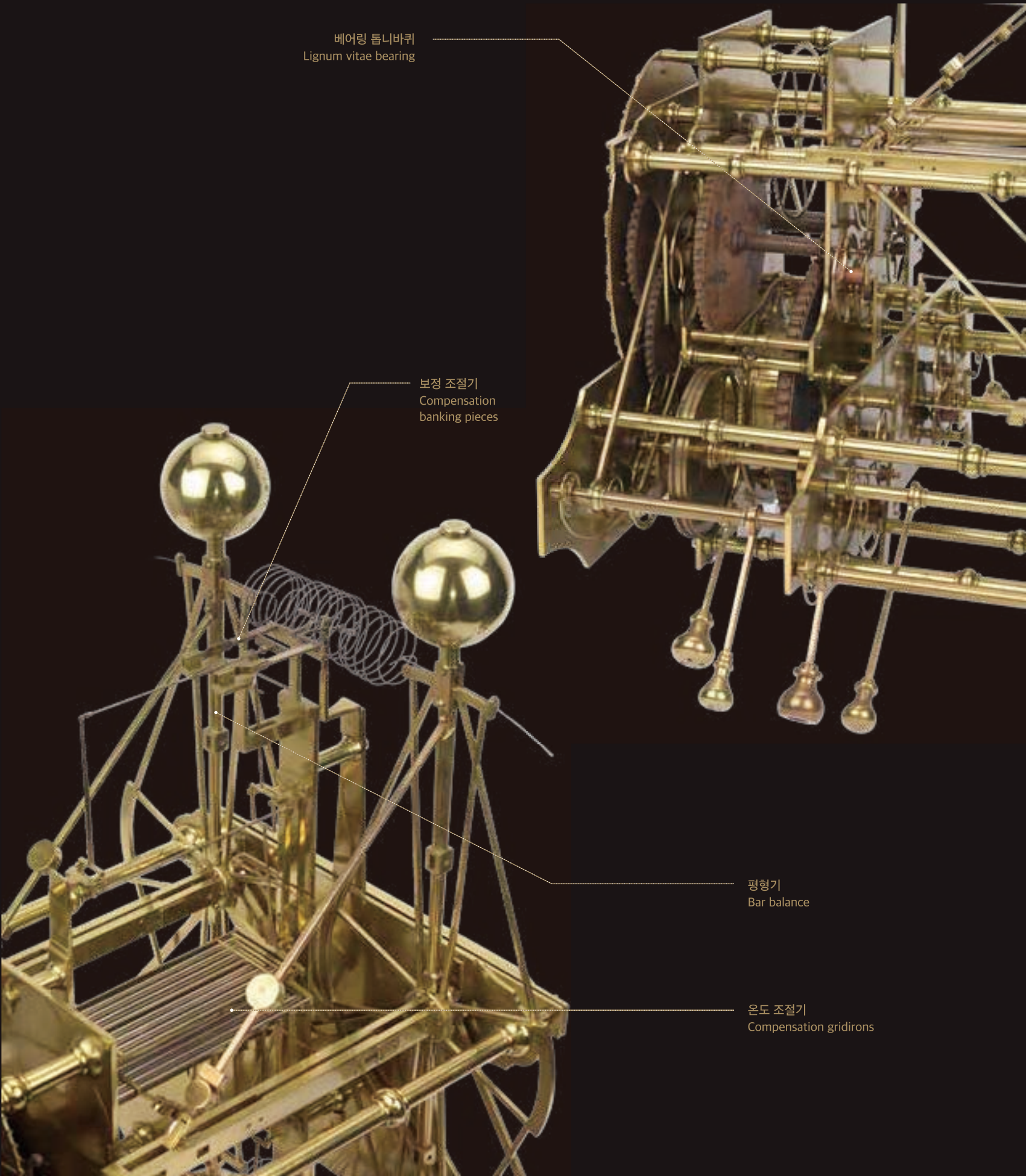
동력 스프링
Main spring

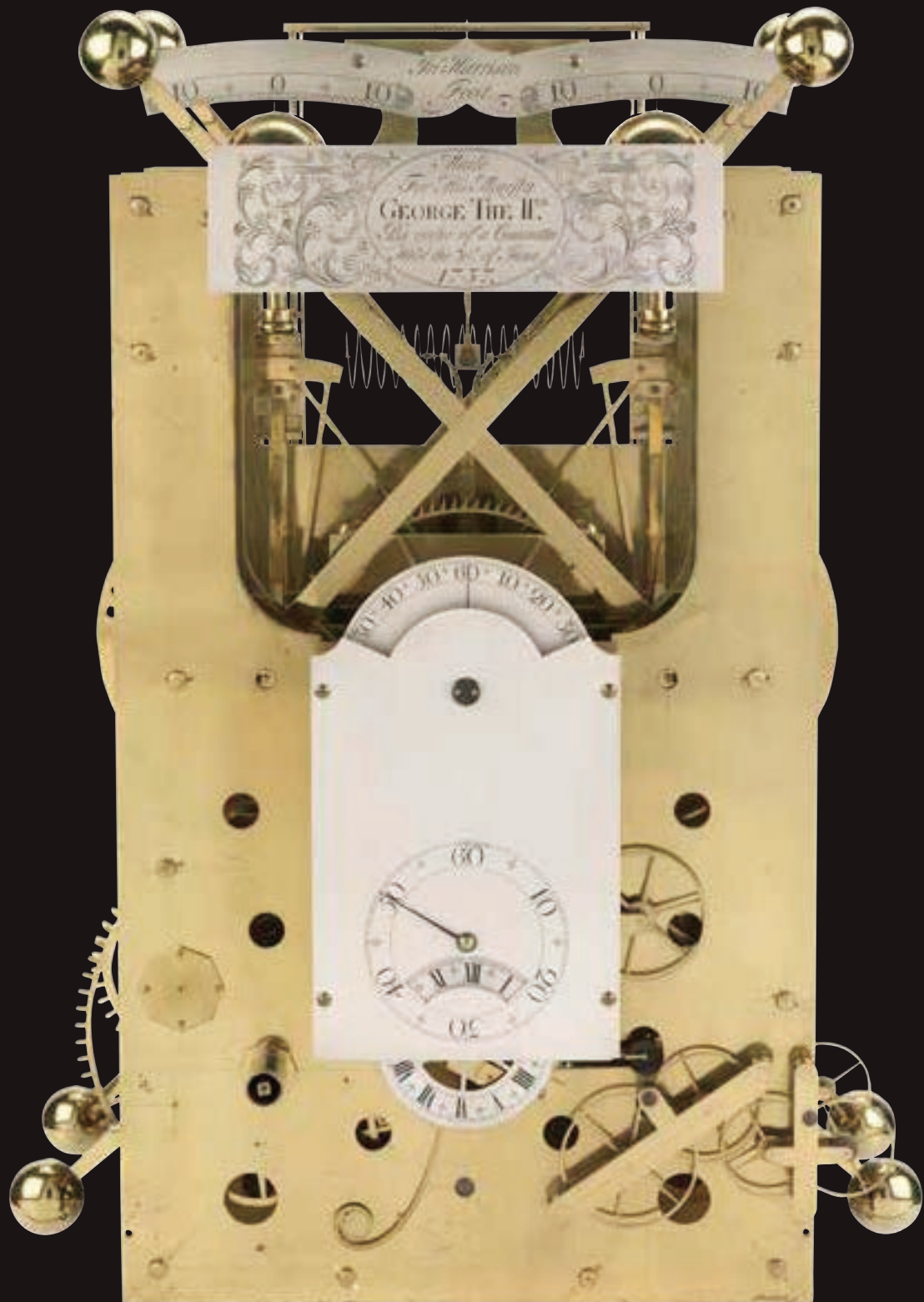
베어링 톱니바퀴
Lignum vitae bearing

보정 조절기
Compensation
banking pieces

평형기
Bar balance

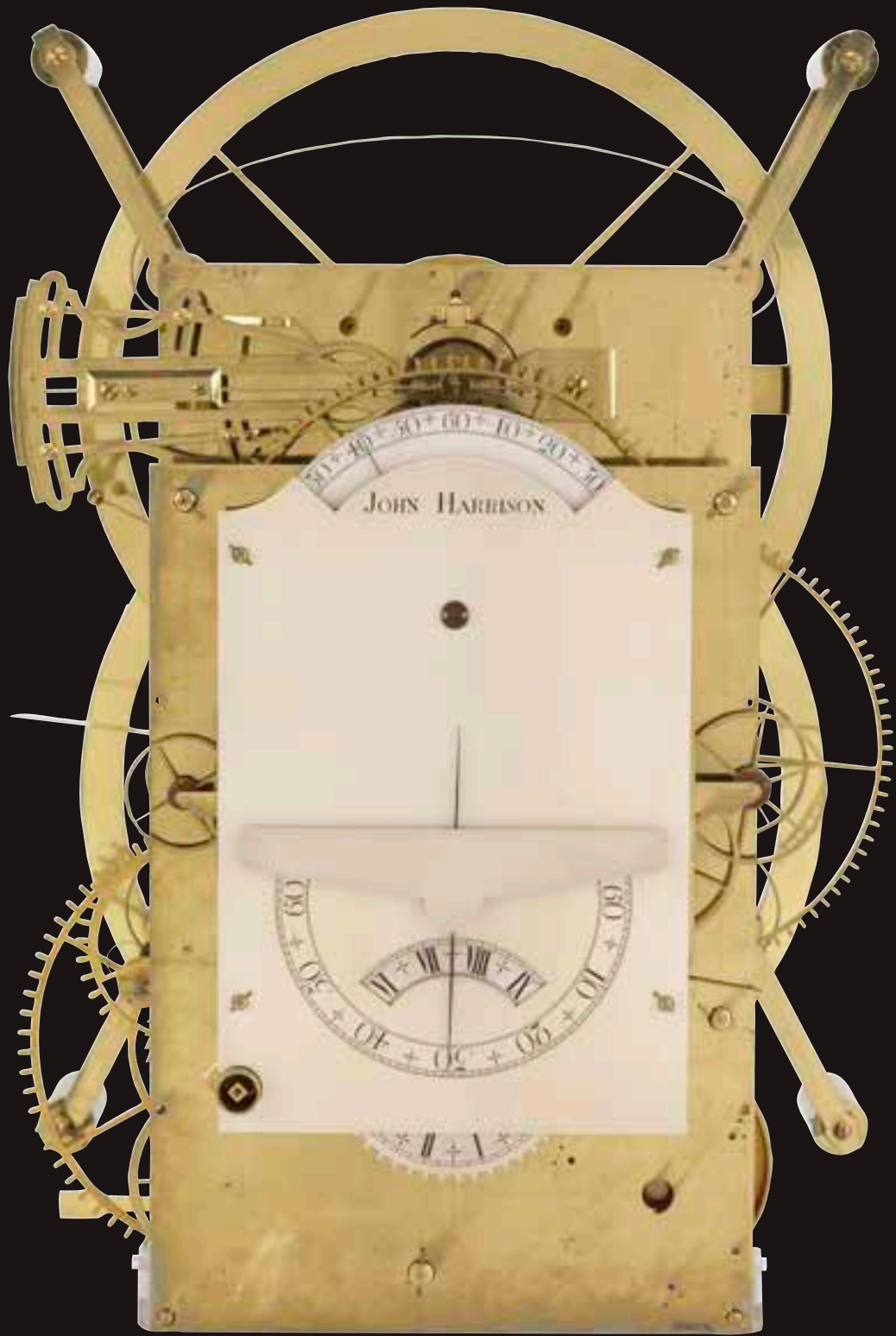
온도 조절기
Compensation gridirons





The King
For His Majesty
GEORGE THE II^d
By Order of a Commission
of the King
1725

60 40 20 0 20 40 60
60 30 0 30 60
60 30 0 30 60



JOHN HARRISON

30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

10 20 30 40 50 60
III IV V VI VII VIII
10 20 30 40 50 60

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

H-4

존 해리슨(John Harrison)

영국, 1759년

금속 등

16.5×12.4(시계테 포함)

지름 10.2, 높이 28, 무게 1.45kg

영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

이미지 사용

1759년에 완성된 H-4는 이전의 시계들보다 획기적으로 작아졌습니다. 지름 13cm에 무게 1.5kg으로, 주머니에 넣고 다닐 수 있을 정도였습니다. H-4는 마찰을 줄이기 위해 다이아몬드와 루비를 부품으로 사용했습니다. 경도위원회는 이 시계를 자메이카와 바베이도스 항해에서 테스트하였고 만족스러운 결과를 보여주어 결국 해리슨에게 경도상을 안겨주었습니다.

Completed in 1759, the H-4 was a revolutionary improvement in size compared to its predecessors. With a diameter of 13 cm and a weight of 1.5 kg, it was small enough to fit in a pocket. The H-4 incorporated diamonds and rubies in its components to reduce friction. After successful testing on voyages to Jamaica and Barbados, the Board of Longitude finally awarded Harrison the Longitude Prize.





평형기
Balance (just visible at edge of
the ornate balance bridge)

평형기 연결부
Balance bridge

루비와 다이아몬드 베어링
Ruby bearing-holes with diamond endstones

존 해리슨의 초상화
Portrait of John Harrison

토마스 킹(Thomas King)
영국, 1767년
캔버스에 유화
125×100
영국 과학 박물관 이사회
The Board of Trustees of the Science Museum, London
이미지 사용

존 해리슨은 항해 중 경도를 정확히 측정할 수 있는 ‘해상시계(크로노미터)’를 발명하여 항해의 안전성을 높였습니다. 그는 1730년대에 경도법 상금을 신청했으나, 경도위원회는 그의 해상 시계에 대한 여러 번의 시험과 복제품 등을 요구했습니다. 결국 해리슨은 수차례의 논쟁 끝에 보상을 신청한지 40년 뒤인 1773년에서야 2만 3천 파운드를 받을 수 있었습니다.

John Harrison's invention of the marine timekeeper(chronometer) significantly improved the safety of navigation by enabling accurate longitude measurements during voyages. Harrison applied for the Longitude Prize in the 1730s, but the Board of Longitude demanded multiple tests of his marine timekeeper as well as the production of replica. After decades of dispute, Harrison finally received £23,000 in 1773, 40 years after his initial application.



존 해리슨의 초상화
Portrait of John Harrison

필립 타사에르(Philippe Joseph Tassaert, 1736-1803)
영국, 1768년
종이에 동판 인쇄
48×38
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London
이미지 사용

경도상을 수상한 후 그려진 존 해리슨의 초상화입니다. 해리슨의 뒤에는 그의 대표적인 시계 작품인 석쇠진자시계(두 개의 다른 금속을 이용하여 온도 변화에 영향을 받지 않고 일정하게 움직이는 진자시계)와 H-3가 그려져 있습니다. 그리고 책상에는 그가 만든 최고의 해상시계인 H-4와 도면이 깔려 있습니다.

This portrait of John Harrison was painted after he received the Longitude Prize. Behind Harrison are two of his most notable clock designs: the gridiron pendulum clock(a pendulum clock that maintains consistent motion, despite temperature changes, through the use of two different metals) and the H-3. On the desk in front of him are the H-4, his finest marine timekeeper, and its design plans.



『해리슨의 시계의 원리』

『The Principles of Mr. Harrison's Time-keeper』

존 해리슨(John Harrison, 1693-1776)

네빌 매스켈린(Nevil Maskelyne, 1732-1811)

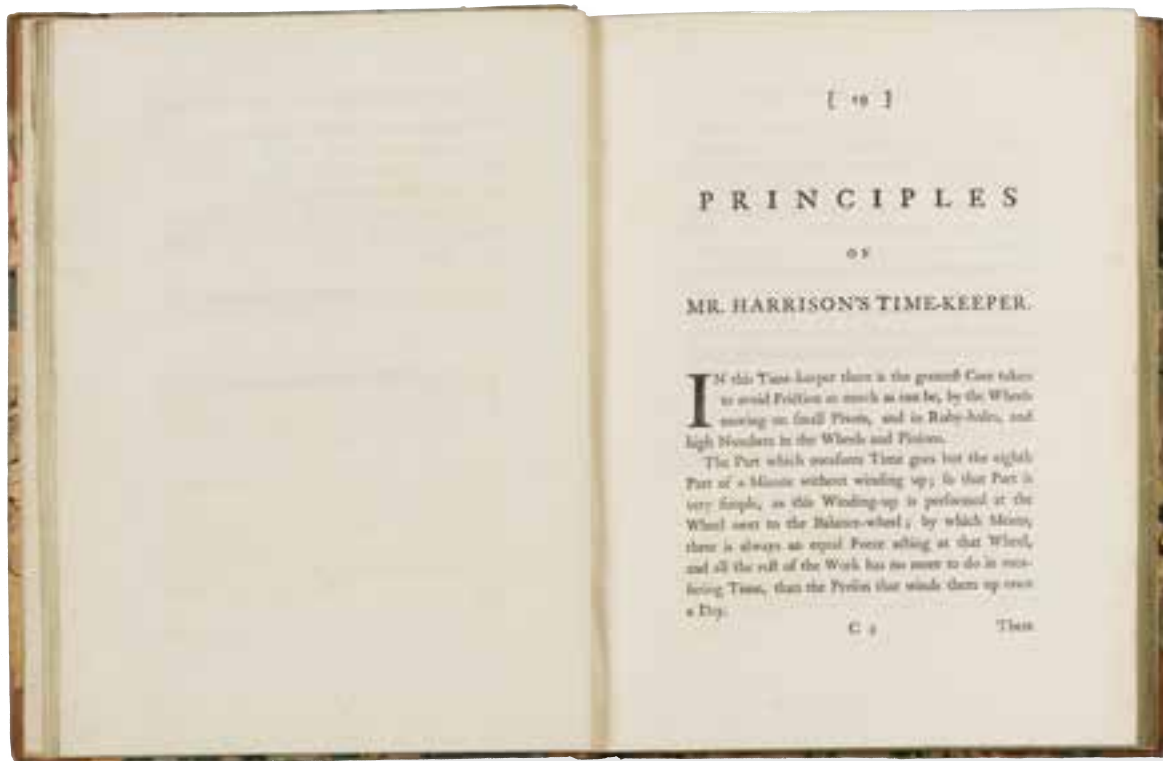
영국, 1768년

종이

(펼침) 76×39.6

경도위원회는 해리슨이 만든 H-4가 '누구나 제작할 수 있는지'를 검증하기 위해 그의 H-4 분해를 요구했고, 그의 공방에서 설명회가 열렸습니다. 이후 매스켈린의 주도로 『해리슨의 시계의 원리』 책이 발간되었습니다. 이 책에는 H-4의 설계도와 설명문이 포함되어 있어 누구든지 사본을 제작할 수 있도록 하였습니다. 매스켈린은 설명회에서 자신이 작성한 메모를 바탕으로 시계의 작동 원리에 대한 설명을 추가했습니다.

The Board of Longitude required John Harrison to disassemble the H-4 to verify whether it could be reproduced by others. Following a demonstration at Harrison's workshop, the Astronomer Royal Nevil Maskelyne took the initiative to publish Harrison's book *The Principles of Mr. Harrison's Timekeeper*. This book included the design plans and explanatory notes for the H-4, enabling others to replicate it. Maskelyne also added explanations of the timekeeper's operating principles based on his notes from the demonstration.



해리슨의 시계의 원리

Principles of Mr. Harrison's Time-keeper

이 시계는 마찰을 최대한 줄이기 위하여 세심하게 설계되었습니다. 마찰을 줄이기 위해 바퀴는 루비구멍(ruby-holes) 내의 작은 중심축(pivots) 위에서 움직이며, 기어 비율이 높은 바퀴와 피니언이 사용되었습니다. 시간의 경과를 측정하는 부분은 한 번 감긴 상태로 1분의 1/8동안 작동합니다. 감기는 작업이 밸런스 휠 바로 옆의 휠에서 이루어지기 때문에 항상 균일한 힘이 그 휠에 작용하며, 나머지 부분은 시간을 측정하는 데 있어 매일 한 번 시계를 감는 작업에만 관여합니다. 퓨즈 내부에는 이른바 보조 메인 스프링(secondary main-spring)이라 불리는 스프링이 있습니다. 이 스프링은 메인 스프링에 의해 항상 일정한 장력으로 유지되며, 시계를 감는 동안 메인 스프링이 작동하지 않을 때 그 역할을 대신합니다.

일반적인 시계에서 바퀴가 평형기에 미치는 힘은 평형기 스프링이 미치는 힘의 약 3분의 1입니다. 즉, 평형기 스프링의 힘을 3이라 할 때, 바퀴의 영향력은 1정도입니다. 그러나 나의 시계는 바퀴가 평형기에 미치는 힘이 평형기 스프링의 약 80분의 1정도에 불과합니다. 일반적으로 바퀴가 평형기에 적게 연관될수록 더 좋은 설계라고 할 수 있습니다.

Fig. 12.

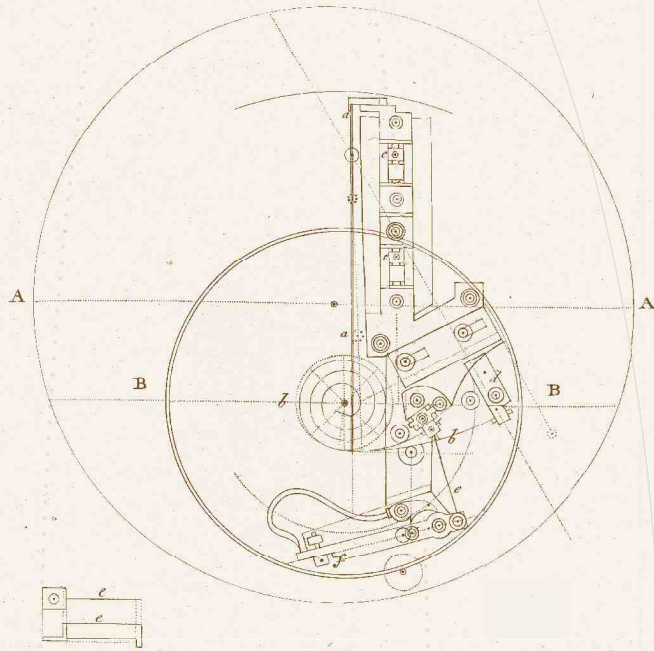


Fig. 13.

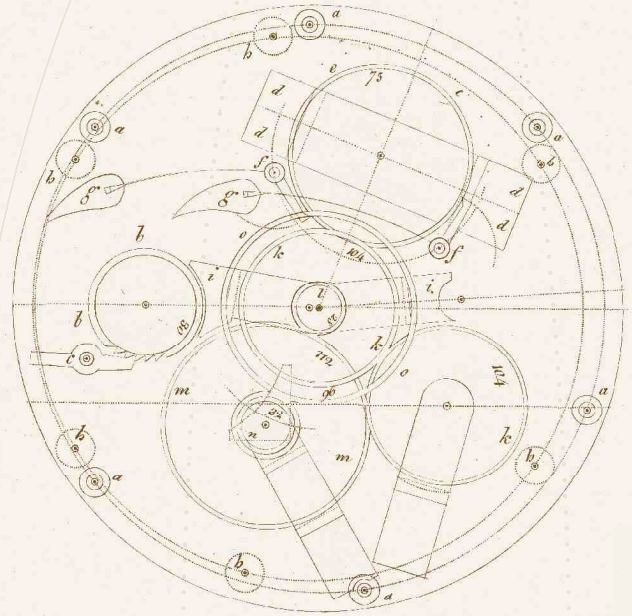


Fig. 14.

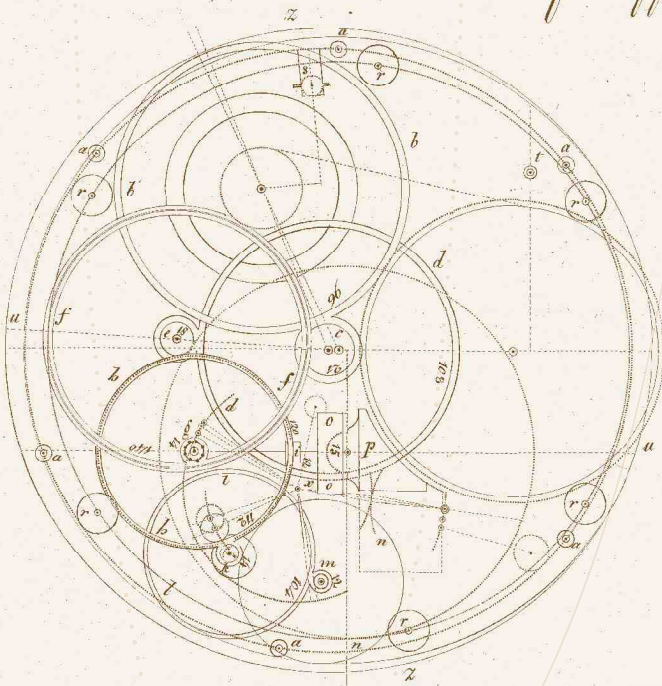
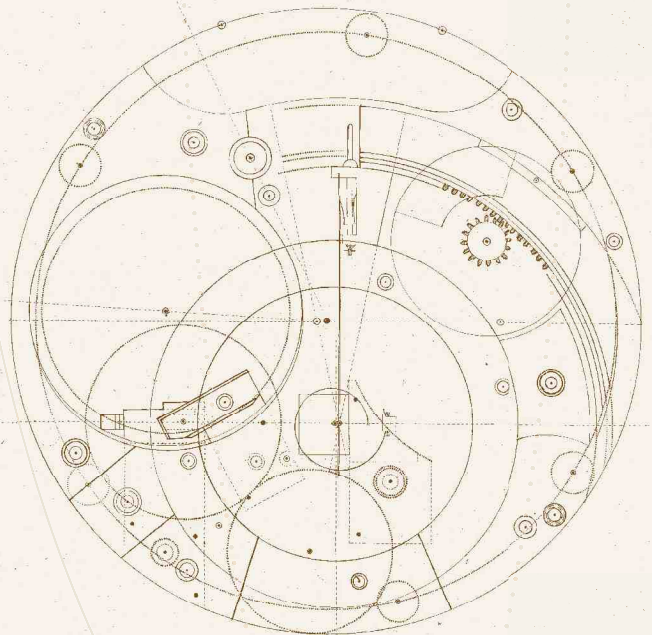


Fig. 15.



Let the Diameter of the upper plate be $\frac{1}{10}$ Inch more.

일반적인 시계에서는, 바퀴가 평형기에 상당한 영향을 미치기 때문에, 시계가 감긴 상태에서 평형기가 정지해 있어도 바퀴의 힘으로 시계를 작동시킬 수 있습니다.

그러나 저의 시계는 다릅니다. 평형기가 정지해 있고 스프링이 감긴 상태에서 바퀴의 힘은 시계를 작동시킬 수 없습니다. 일반적인 레귤레이터 시계에서 무게추가 감긴 상태에서도 바퀴의 힘만으로 진자를 진동시키지 못하는 것과 같습니다.

또한, 바퀴에서 전달되는 힘은 평형기가 정지해 있을 때 그것을 진동 궤적에 비례하여 더 큰 각도로 움직이게 할 수 없습니다. 이는 일반적인 레귤레이터 시계에서, 바퀴의 힘으로 정지해 있는 진자를 수직 위치에서 더 크게 움직이게 할 수 없는 것과 같습니다. 이 시계의 평형기는 일반적인 대형 시계의 평형기보다 세 배 이상 무겁고, 직경 또한 세 배에 달합니다. 일반적인 시계의 평형기는 1초에 약 6인치의 거리를 이동하지만, 저의 시계의 평형기는 같은 시간동안 약 24인치를 움직입니다. 이러한 점만으로도 저의 시계가 일반적인 시계보다 우수한 성능을 보여줄 것을 기대할 수 있습니다. 그뿐만 아니라 저의 시계는 더위나 추위 같은 온도의 변화나 선박의 진동에도 영향을 받지 않습니다. 그리고 바퀴에서 발생하는 힘이 평형기에 전달되는 방식, 평형기 스프링의 형태, 이 스프링에 작용하는 인공 사이클로이드 등의 장치에 의하여, 평형기가 어느 정도로 진동하더라도 모든 진동이 동일한 시간 내에 이루어지게 됩니다. 따라서, 이 시계는 작동하기만 한다면 반드시 정확하게 작동합니다. 이를 통해 분명한 것은, 이 크로노미터는 원리에 의해 작동하며 결코 우연에 의존하지 않는다는 점입니다.

H-1의 시험 항해일지 Log of the 'HMS Centurion'

조지 프록터(George Proctor)

영국, 1733-1737년

종이

영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

이미지 사용

존 해리슨은 첫 번째 해상시계인 H-1을 시험하기 위해 리스본까지 센추리온 호를 타고 갔다가 돌아오는 길에는 오포드 호에 탑승했습니다. 이 배들의 항해일지에는 존 해리슨과 H-1에 대한 기록이 남아 있습니다. 비록 공식적인 인정은 받지 못한 시험 항해였지만, 항해 중 해리슨이 H-1을 사용해 정확하게 경도를 계산하는 모습이 기록되어 있습니다.

John Harrison traveled aboard the HMS Centurion to Lisbon to test his first marine timekeeper, the H-1, and returned to England on the HMS Orford. The logbooks of these ships contain records of Harrison's journey and the H-1. These entries provide evidence that Harrison successfully used the H-1 to calculate longitude with precision during the voyages.

1736년 센추리온 호의 선장, 조지 프록터(George Proctor)의 항해일지

	위도	경도(그리니치 기준)	이동 거리
5월 20일	49도 31분	추측값 00도 07분 시계값 00도 11분	리자드(Lizard) 곶에서 위도 49도 55분, 정오에 리자드 곶은 북동쪽 방향으로 40Km에 위치
5월 21일	49도 56분	추측값 02도 13분 시계값 03도 20분	리자드 곶에서 북쪽 36도 6분, 동쪽 방향, 거리 74리그(약 357km)
5월 22일	46도 11분	추측값 03도 03분 시계값 04도 30분	87 리그(약 468km)
5월 23일	44도 19분	추측값 02도 59분 시계값 04도 27분	87 리그(약 468km)
5월 24일	42도 56분	추측값 03도 15분 시계값 04도 49분	87 리그(약 468km)
5월 25일	40도 56분	추측값 03도 15분 시계값 04도 49분	87 리그(약 468km)
5월 26일	39도 06분	추측값 03도 07분 시계값 04도 49분	리자드(Lizard) 곶에서 남쪽 16도, 서쪽 방향, 거리 224리그(약 1,81km)에 케이프 록산(Cape Roxant)위치

센추리온 호 항해를 기록한 일지입니다.

배의 이동 거리와 방향으로 추측한 경도값을 해리슨의 시계로 계산한 값과 비교하여 시계의 성능을 시험했습니다.

1736

Month day Winds Course ^{Dist} in ^{Lat} ^{de} ^{Long} ^{de} Bearing of head land
 miles ^{Lat} ^{de} ^{Long} ^{de} ^{Lat} ^{de} ^{Long} ^{de}

May -	16	SE					Spithead
	17	SE					Do
	18	SE					Do
	19	SE					at noon the high land of S. Catherine's NW 4 leagues
	20	SE	SEW 25	49:31	00:27 00:11	00:11	Lizard in 49:55 - Lizard at noon NW 25 25 miles -
	21	SE	SEW 30	46:56	02:13 03:20	03:20	Lizard N 36:00 E Dist - 74 leagues
	22	SE	SEW 47	46:11	03:02 04:30	04:30	Dist - 97 leagues
	23	SE	SEW 01	44:19	02:59 04:27	04:27	Dist - 126 leagues
	24	SE	SEW 04	42:56	03:15 04:49	04:49	Dist - 154 leagues
	25	SE	SEW 120	40:56	03:49 04:49	04:49	Dist - 192 leagues Cape Roxant from

스넬런의 해상시계

Marine chronometer by Snellen

빌럼 스넬런(William Snellen)

네덜란드, 1775년

금속 등

17.5×17.5×9

영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

이 시계는 네덜란드의 아마추어 시계 제작자 빌럼 스넬런이 해리슨의 『시계의 원리』에 영향을 받아 제작한 해상시계입니다. 그는 존 해리슨의 『시계의 원리』를 참고하여 이중 금속 띠를 이용한 온도 조절기와 굴대(verge) 탈진기를 적용했지만, 무브먼트의 핵심적인 원리는 이해하지 못했습니다. 이 시계를 통해, 해리슨의 『시계의 원리』가 출판된 후 아마추어 시계 제작자들에게도 큰 영향을 미쳤던 사실을 알 수 있습니다.

This marine chronometer was crafted by Dutch amateur clockmaker Willem Snellen, inspired by John Harrison's *The Principles of Mr. Harrison's Timekeeper*. Snellen incorporated a temperature regulator using a bimetallic strip and a verge escapement but failed to fully grasp the core principles of Harrison's movement mechanism. This clock highlights the significant influence Harrison's publication had on amateur clockmakers after its release.



〈뒷면〉

토마스 언쇼의 크로노미터
Marine chronometer by Earnshaw

토마스 언쇼(Thomas Earnshaw, 1749-1829)

영국, 1795-1810년

8×5.5×2, 0.145kg

영국 과학 박물관 이사회

The Board of Trustees of the Science Museum, London

이미지 사용

토마스 언쇼는 해상시계의 대량 생산을 가능하게 한 중요한 업적을 남긴 인물입니다. 그는 존 해리슨의 복잡한 해상시계의 작동 원리를 단순화하고 표준화된 설계를 도입해 크로노미터로 명명하며 디자인을 완성했습니다. 특히, 그는 분리형 탈진기를 개량해 스프링 멈춤쇠 탈진기를 개발하고, 이중 금속 밸런스를 도입하여 크로노미터의 표준이 되게 했습니다.

Thomas Earnshaw made significant contributions to the mass production of marine timekeepers, simplifying and standardizing John Harrison's complex mechanisms. Once the design was finalized, Earnshaw named it the 'chronometer.' Notably, he improved the detached escapement, developing the spring detent escapement, and introduced the bimetallic balance, both of which became standard features for chronometers.



3

두 번째 도전

The Second Challenges

해상시계를 시험하다

The Marine Timekeeper in Action



제임스 쿡의 항해

James Cook's Voyages

제임스 쿡의 두 번째 항해는 1772-1775년까지 미지의 대륙을 찾고, 섬과 해안선을 조사하고, 경도와 위도를 정확히 측정해 당시의 해도를 개선하는 목적으로 이루어졌습니다. 이 항해는 최신의 항해 기술과 과학적 측정 방법을 검증하는 중요한 기회였고, 특히 해상시계로 경도 측정의 실용성을 시험하는 데 집중되었습니다.

쿡 선장은 해상시계와 달거리 측정법을 같이 사용하면서 경도를 측정하였습니다. 두 번째 항해에서 돌아온 쿡은 결과적으로 해상시계의 높은 정확성과 편리성에 만족했습니다. 이 시계의 도움으로 쿡 선장은 남태평양 지역의 해도를 크게 개선할 수 있었습니다.

James Cook's second voyage, which took place from 1772 to 1775, was aimed at discovering unknown continents, surveying islands and coastlines, and improving existing maps through accurate measurement of longitude and latitude. This expedition provided an important opportunity to test the latest navigation technologies and scientific measurement methods, with a particular focus on demonstrating the practical use of the marine timekeeper to test and compare longitude measurements.

Captain Cook used both the marine timekeeper and the lunar distance method to measure longitude. Upon returning from his second voyage, Cook expressed high satisfaction with the marine timekeeper's accuracy and convenience. With the aid of this device, he was able to significantly improve the mapping of the South Pacific region.

엔데버 호

Model of H.M.S Endeavour Ship

모형

영국, 18세기
금속, 나무, 천 등
180×64×153

엔데버 호는 제임스 쿡이 1768년부터 1771년까지 태평양을 탐험할 때 탔던 배입니다. 이 항해에서 그는 오스트레일리아와 뉴질랜드를 탐사하고 지도를 제작하여 유럽에 소개했습니다.

The Endeavour was the ship James Cook sailed during his Pacific exploration from 1768 to 1771. On this voyage, he explored and charted Australia and New Zealand, introducing them to Europe.





제임스 쿡의 항해

해상시계의 발명 덕분에 작은 세계 곳곳을 더 안전하고 정확하게 탐험할 수 있었습니다. 전시된 영상은 이러한 쿡의 탐험 여정을 시각적으로 재구성하며, 당대 해상 시계의 발명이 세계 탐험과 지도에 가져온 혁신을 간접 체험할 기회를 제공합니다.

2차 항해 3차 항해



2차 항해(1772-1775년)

- 쿡이 지휘하는 레졸루션 호와 토비아스 피노가 지휘하는 어드벤처 호 출항
- 남극권 안개로 헤어졌던 2척은 뉴질랜드에서 합류
- 남위 71도 10분까지 도달
- 마오리족과의 싸움 이후 먼저 귀환한 어드벤처 호
- 귀환하는 항해에서 사우스 조지아 및 샌드위치 제도 발견

3차 항해(1776년 7월 12일 출항)

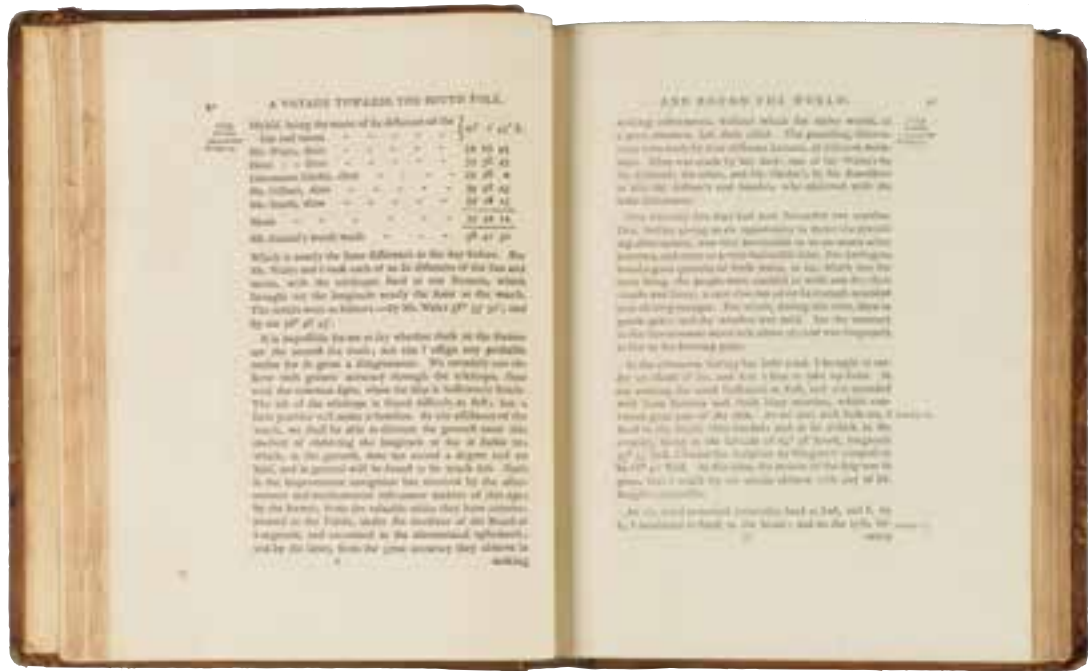
- 북서 항로 개척을 위해 쿡이 지휘하는 레졸루션 호와 클라크가 지휘하는 디스커버리 호 출항
- 오마이를 타히티로 송국
- 1778년 하와이 제도 카우아이섬에 상륙, 샌드위치 제도라고 이름 붙임
- 제임스 쿡은 베링 해협을 지나 북위 70도의 지점에서 돌아오던 중 하와이 원주민과의 충돌로 사망

『제임스 쿡의 2, 3차 항해기』와 삽화집
『Account of Captain Cook's Voyages』

제임스 쿡(James Cook, 1728-1779)
영국, 1777년
종이, 가죽
24.2×29.2×5.9 / 삽화집 42.1×56×2.8

경도위원회는 H-4를 계속 검토하기 위해 원본을 영국에 보관하고, 라쿰 켄달(Larcum Kendall)에게 H-4의 복제품인 K-1을 제작하게 했습니다. 이후 경도위원회는 제임스 쿡에게 두 번째 항해에서 K-1의 성능을 시험하는 임무를 맡겼습니다. 제임스 쿡은 매일 레졸루션 호의 항해일지에 K-1의 경도 값을 기록하며, 해상시계가 항해에서 훌륭한 길잡이가 되었다고 평가했습니다.

The Board of Longitude retained the original H-4 in Britain for further examination and commissioned Larcum Kendall to produce a replica, the K-1. The board then tasked James Cook with testing the performance of the K-1 during his second voyage. Cook recorded the longitude values from the K-1 in the daily log of the Resolution and praised the marine timekeeper as an excellent navigational guide.



A VOYAGE TOWARDS THE SOUTH POLE,

1773. January.	Friday 15.	Myself, being the mean of six distances of the						} 40° 1' 45" E.
		sun and moon	-	-	-	-	-	
		Mr. Wales, ditto	-	-	-	-	39 29 45	
		Ditto - - ditto	-	-	-	-	39 56 45	
		Lieutenant Clerke, ditto	-	-	-	-	39 38 0	
		Mr. Gilbert, ditto	-	-	-	-	39 48 45	
		Mr. Smith, ditto	-	-	-	-	39 18 15	
		Mean	-	-	-	-	<u>39 42 12</u>	
		Mr. Kendal's watch made	-	-	-	-	<u>38 41 30</u>	

Which is nearly the same difference as the day before. But Mr. Wales and I took each of us six distances of the sun and moon, with the telescopes fixed to our sextants, which brought out the longitude nearly the same as the watch. The results were as follows:—By Mr. Wales $38^{\circ} 35' 30''$, and by me $38^{\circ} 36' 45''$.

It is impossible for me to say whether these or the former are the nearest the truth; nor can I assign any probable reason for so great a disagreement. We certainly can observe with greater accuracy through the telescope, than with the common sight, when the ship is sufficiently steady. The use of the telescope is found difficult at first; but a little practice will make it familiar. By the assistance of the watch, we shall be able to discover the greatest error this method of observing the longitude at sea is liable to; which, at the greatest, does not exceed a degree and an half, and in general will be found to be much less. Such is the improvement navigation has received by the astronomers and mathematical instrument makers of this age; by the former, from the valuable tables they have communicated to the Public, under the direction of the Board of Longitude, and contained in the astronomical ephemeris; and by the latter, from the great accuracy they observe in

making





누트카 사운드에 정박한
'레졸루션 호'와 '디스커버리 호'
HMS Resolution and HMS Discovery
in Ship Cove, Nootka Sound

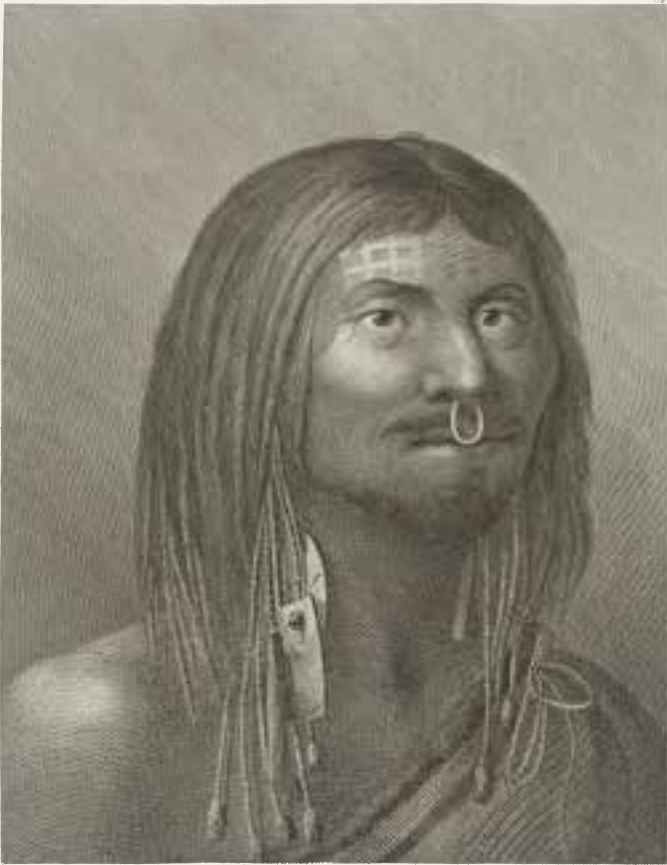
1778년 4월, 제임스 쿡의 세 번째 항해 중 밴쿠버 섬의 누트카 사운드에 정박하여 친체를 관측하는 장면입니다. 제임스 쿡은 그림 중앙에 보이는 관측소를 마련하고 달거리 측정을 통해 경도를 파악했습니다. 그는 달거리법으로 측정한 경도값을 시계를 통해 측정한 값과 비교하여 해당 지점의 정확한 경도를 찾아낼 수 있었습니다.

영국, 1778년
종이
58×147
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London
이미지 사용



This scene depicts James Cook's third voyage in April 1778, during which his ship anchored at Nootka Sound on Vancouver Island for celestial observations. Cook set up the observatory shown at the center of the image and determined longitude using the lunar distance method. By comparing the longitude values obtained through the lunar distance method with those measured by the timekeeper, he was able to validate the accuracy of both methods and confirm the precise longitude of the location.





J. Wooten del.

W. Sharp sculp.

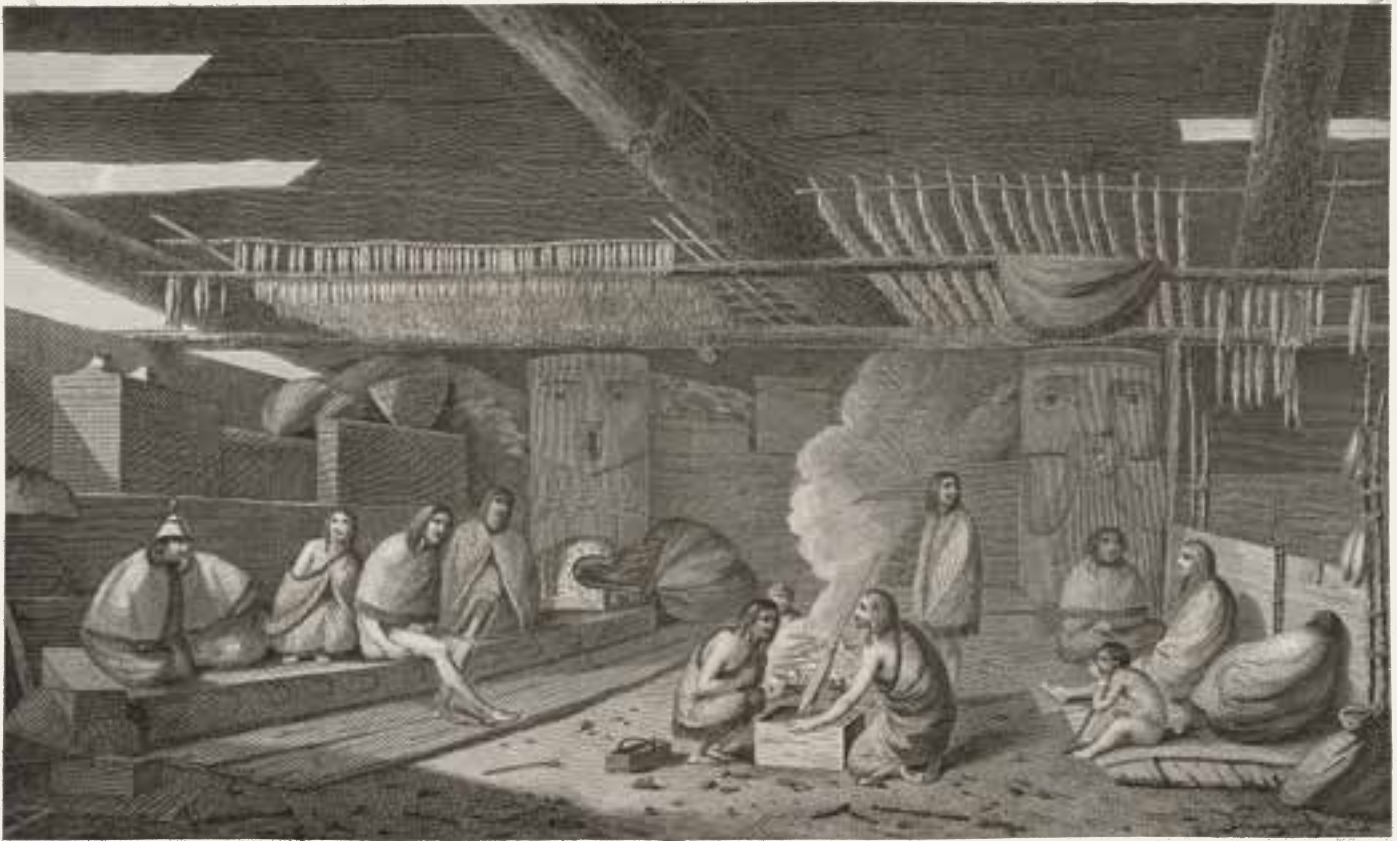
A MAN of NOOTKA SOUND.



J. Wooten del.

W. Sharp sculp.

A WOMAN of NOOTKA SOUND.



J. Wooten del.

W. Sharp sculp.

The INSIDE of a HOUSE in NOOTKA SOUND.

제임스 쿡 선장의 초상화
Portrait of Captain James Cook

모사
영국, 1800년
종이에 수채
17.3×19.7×3.1

제임스 쿡 선장은 18세기 영국의 탐험가이자 항해사로, 태평양 지역 탐사로 유명합니다. 그는 세 차례의 주요 항해를 통해 오스트레일리아와 뉴질랜드를 지도에 기록하고, 남극해를 탐험하며 남쪽으로 가장 멀리 항해한 기록을 세웠습니다. 쿡의 탐험은 해양 과학과 지리학 발전에 큰 기여를 했습니다.

Captain James Cook was an 18th-century British explorer and navigator renowned for his explorations of the Pacific region. Over three major voyages, he charted Australia and New Zealand, explored the Southern Ocean, and set a record for sailing farther south than anyone before him. Cook's expeditions contributed significantly to the advancement of oceanography and geography.

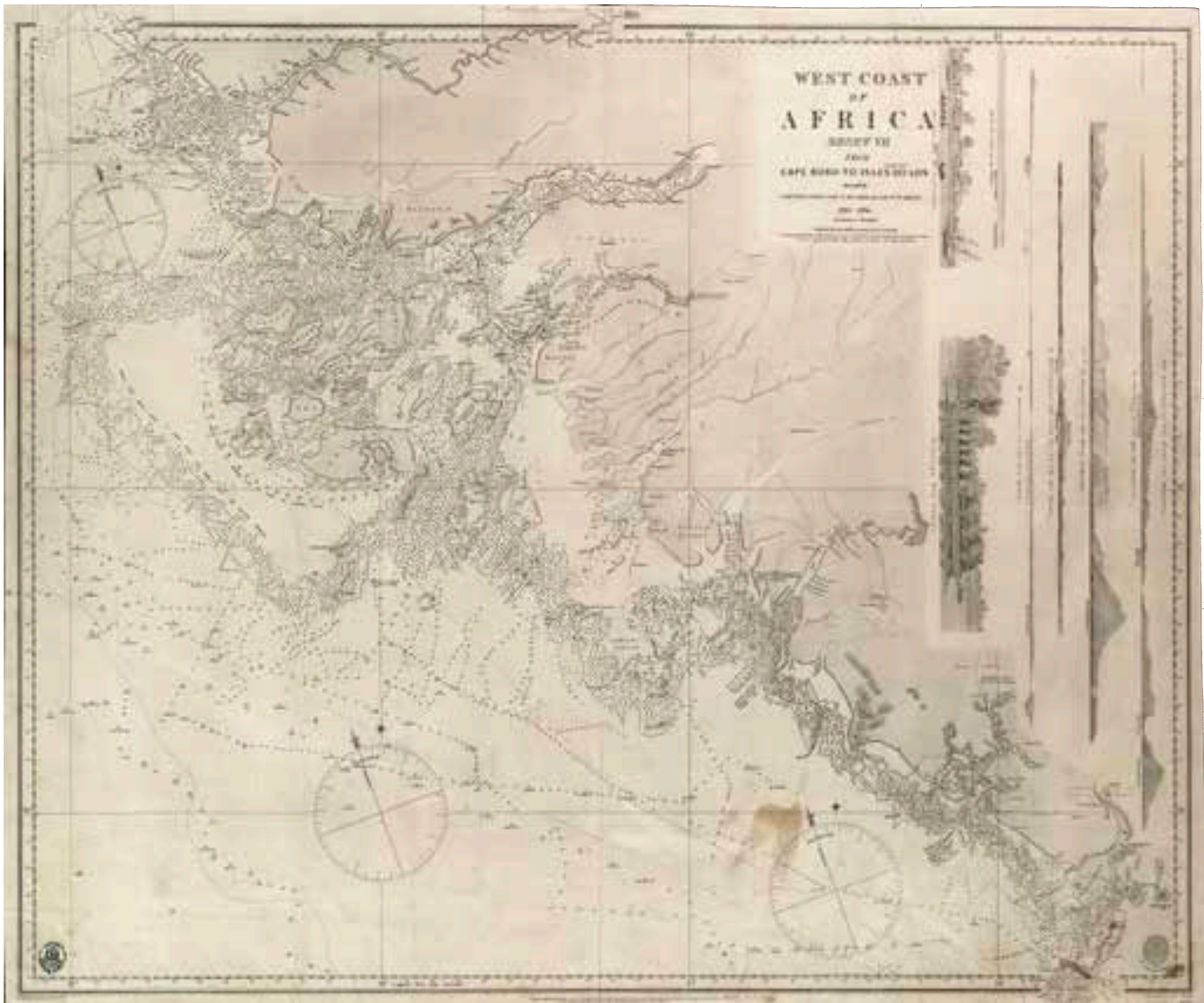


서아프리카 해안지도
West coast of Africa sheet VII
from Cape Roxo to Isles do Los

윌리엄 오웬(William Fitzwilliam Owen, 1774-1857)
영국, 19세기 초
종이
65×76.5
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London
이미지 사용

영국 해군 윌리엄 오웬이 제작한 서아프리카 해안지도로, 정확한 경도 측정을 반영해서 그린 지도입니다. 아프리카 해안은 유럽 항해사들에게 익숙한 항로였지만, 정확한 해안지도가 등장한 것은 해상시계가 보급되어 경도 측정이 가능해진 이후였습니다. 이 지도에는 현재 세네갈에서 기니에 이르는 해안선이 자세히 묘사되어 있습니다.

This map of the West African coast, created by the British naval officer William Owen, incorporates accurate longitude measurements. While the African coastline was a familiar route for European navigators, precise, detailed coastal maps only became possible after the adoption of marine timekeepers enabled accurate calculations of longitude. The map offers a detailed depiction of the coastline stretching from present-day Senegal to Guinea.



제닝스의 차폐 나침반 Insulating Compass

헨리 제닝스(Henry Jennings)

영국, 1818년

금속, 유리, 종이 등

13.5×13.5×7.5

영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

제임스 쿡을 비롯한 항해사들은 건식 나침반을 사용했지만, 극지방의 심한 자기편각 때문에 정확성이 크게 떨어졌습니다. 쿡 선장의 두 번째 항해 이후, 극지방 탐험에서 이 문제를 극복하기 위해 정확하게 북쪽을 가리킬 수 있는 차폐 나침반이 개발되었습니다. 제닝스는 이 발명을 바탕으로 경도위원회에 설계를 제출했으나 보상을 받지 못했습니다. 그러나 이후 북극 탐험에서 이 나침반의 정확성이 입증되며 새로운 나침반으로 인정받았습니다.

The accuracy of dry compasses used by navigators, including James Cook, was greatly diminished in polar regions due to severe magnetic variation. Following Cook's second voyage, an insulating compass capable of accurately pointing north was developed to address this issue during polar expeditions. Jennings submitted a design for this invention to the Board of Longitude but did not receive a reward. However, its accuracy was later validated during Arctic expeditions, earning it recognition as a reliable new type of compass.



4


문제의 해결

The Breakthrough

경도를 알고 항해하다

Sailing with Longitude





해리슨의 해상시계는 경도 측정의 혁신을 가져왔지만, 누구나 구할 수 있는 것은 아니었습니다. 해리슨 자신도 해상시계를 만드는데 평생을 보낸 것처럼 해상시계를 빠른 시간 내에 만드는 것은 매우 어려운 일이었습니다. 이후 존 아놀드와 토마스 언쇼, 토마스 머지는 존 해리슨의 『시계의 원리』를 토대로 하면서도 시계의 구조를 단순화하여 대량생산을 가능하게 했습니다. 이로써 19세기 초부터 보다 경제적이고 실용적인 해상시계가 생산되기 시작했고, 더 많은 항해사가 해상시계를 가지고 항해에 나설 수 있게 되었습니다.

해상시계가 점차 보급되어 무역선도 해상시계를 활용할 수 있게 되었고, 항해의 정확성과 안전성이 크게 향상되었습니다. 각국은 해상시계의 성능을 표준화하기 위해 검증 절차를 마련했고, 경도와 시간을 통일된 기준으로 측정하기 위해 본초 자오선을 영국 그리니치로 통일하게 되었습니다. 이는 해상시계의 보급과 더불어 항해의 효율성을 크게 증대시키는 계기가 되었습니다.

Although Harrison's marine timekeeper brought about a revolution in measuring longitude, it was not readily accessible to everyone. Just as it took Harrison's lifetime to create the marine timekeeper, producing these devices quickly presented a significant challenge. Subsequently, watchmakers such as John Arnold, Thomas Earnshaw, and Thomas Mudge developed simplified designs, still based on Harrison's principles, thus enabling mass production of more economical and practical marine timekeepers. Thanks to their efforts, by the early 19th century, more navigators were able to use marine timekeepers during their voyages.

As marine timekeepers became available to merchant ships, the accuracy and safety of navigation greatly improved. Efforts to standardize the performance of marine timekeepers followed, including the establishment of verification procedures by many nations and adoption of the prime meridian at Greenwich, England, as a unified reference for measuring longitude and time. These initiatives, along with the proliferation of marine timekeepers, greatly increased the efficiency of navigation.

본초자오선의 Unifying the Prime Meridian

채택

경도를 측정하려면 기준선이 필요한데, 이를 본초자오선이라고 합니다. 19세기까지 각 나라는 서로 다른 자오선을 기준으로 사용했습니다. 예를 들어, 고대와 중세에는 카나리아 제도를, 프랑스는 파리를, 영국은 그리니치를 기준으로 삼았습니다. 본초자오선은 세계의 중심, 즉 하루가 시작되는 기준선이 되었기 때문에 어디를 기준으로 하느냐는 나라의 자부심이기도 했습니다. 그러나 자부심과는 별개로 각자 다른 기준으로 천문 관측 자료와 지도를 만들게 되자 많은 문제가 나타나게 되었습니다. 이 문제를 해결하기 위해 1884년 국제 본초자오선 회의가 열렸고, 이 회의에서 영국 그리니치 천문대를 본초자오선으로 채택하기로 합의했습니다. 그리니치가 선택된 이유는 영국이 해상시계의 발명으로 항해술이 발전하였고 그것을 바탕으로 가장 강한 해양력을 이뤘던 국가였기 때문입니다. 본초자오선의 채택으로 경도 측정 기준이 통일되었습니다. 그리고 지금까지도 그리니치 천문대를 기준으로 시간을 측정하고, 지도를 제작하고 있습니다.

Measuring longitude requires a reference line, known as the prime meridian. Until the 19th century, different countries used their own prime meridians. For example, the Canary Islands served as a reference in ancient and medieval times; France used the Paris meridian, and Britain used the Greenwich meridian. The prime meridian became a point of national pride as it served as the baseline for the start of each day and was thus deemed to mark the world's center. However, the use of different prime meridians led to numerous issues, as astronomical observations and maps created by each country lacked a consistent reference point.

To address this issue, the International Meridian Conference was held in 1884, during which it was agreed to adopt the Royal Observatory in Greenwich, England, as the prime meridian. Greenwich was chosen in recognition of Britain's status as the world's leading maritime power, made possible by the invention of the marine timekeeper and subsequent advancements in navigation.

The adoption of a universal prime meridian unified the standard for measuring longitude. To this day, timekeeping and mapmaking continue to use Greenwich as the global reference point.

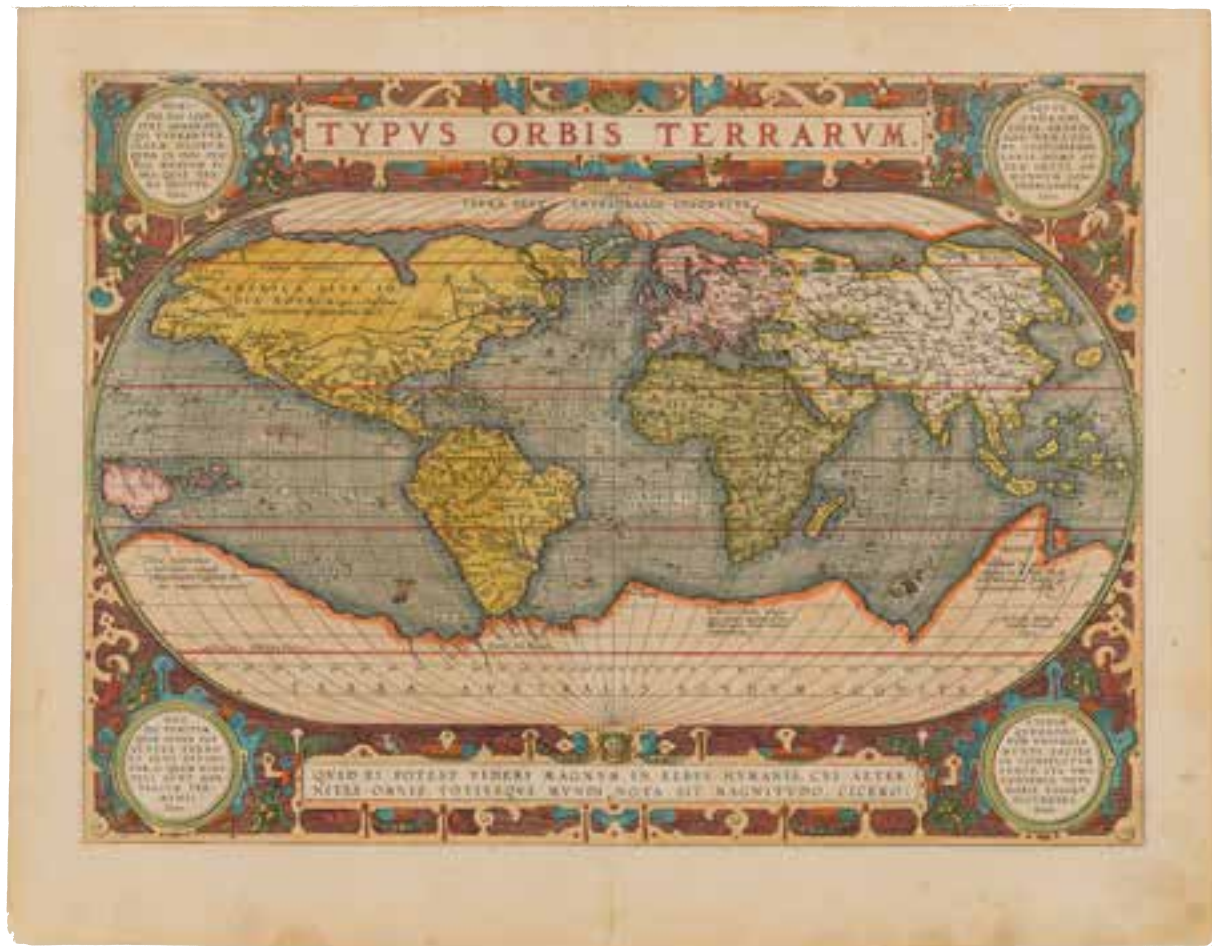
오르텔리우스의 『세계의 무대』
『Theatre of the World』 by Ortelius

아브라함 오르텔리우스
(Abraham Ortelius, 1527-1598)
네덜란드, 1587년
종이
55.2×43.2

지도제작자 오르텔리우스는 1570년 네덜란드에서 『세계의 무대』라는 제목의 세계 지도를 출판했습니다. 이 지도에서는 서아프리카 해안의 카나리아 제도를 경도의 0점으로 설정했습니다. 당시 카나리아 제도는 대서양과 지중해 항로의 중심으로 유럽 국가들에게 전략적 중요성을 가졌으며, 경도의 기준점으로도 적합한 위치로 여겨졌습니다.

In 1570, Dutch cartographer Abraham Ortelius published a world map titled Theatrum Orbis Terrarum(Theater of the World). On this map, the Canary Islands off the West African coast were designated as the prime meridian(zero longitude). At the time, the Canary Islands held strategic significance for European nations as a hub for Atlantic and Mediterranean trade routes, making them a suitable choice as a reference point.

경도기준선



라미야르디에르의
『라페루즈를 찾기 위한 여정』
『Voyage in search of La Perouse』
by Labillardiere

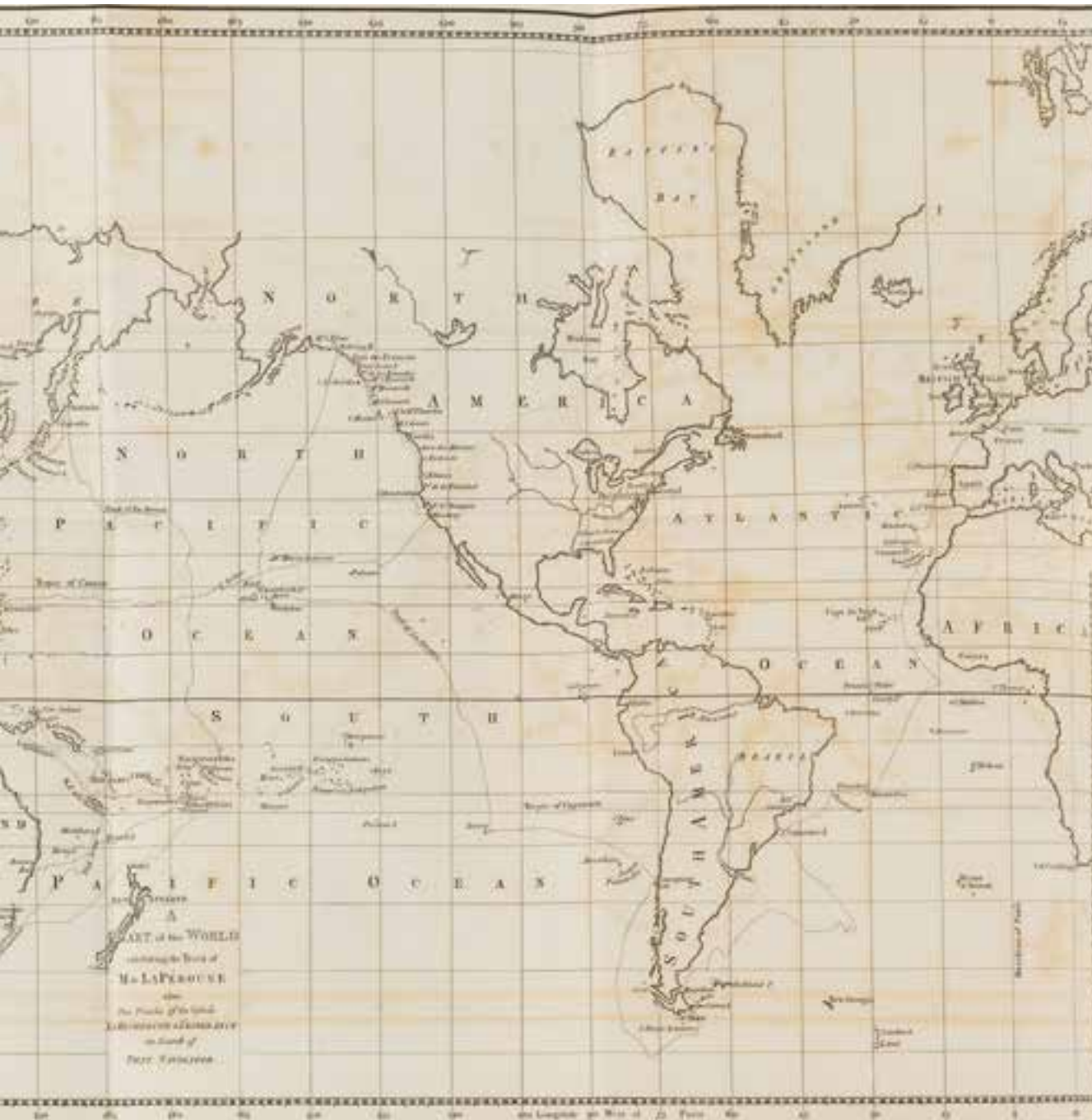
라미야르디에르(M.Labillardiere, 1755-1834)
프랑스, 18세기
종이
25×29.5×4.5

1785년, 프랑스의 루이 16세는 라페루즈를 세계 탐험에 파견했습니다. 그는 탐험대를 이끌고 북미 태평양 해안, 우리나라, 러시아 등을 탐사했습니다. 1788년, 탐험대는 솔로몬 제도의 바니크로섬 근처에서 연락이 끊겼고, 루이 16세는 그를 찾기 위해 원정대를 보냈지만 실패했습니다. 이 책의 지도에서 프랑스가 파리를 본초자오선으로 삼고 있었다는 사실을 알 수 있습니다.

경도기준선



In 1785, King Louis XVI of France dispatched Jean-François de Galaup, Count of La Pérouse on a global exploration mission. La Pérouse explored the Pacific coast of North America, Korea, and Russia. In 1788, contact with the expedition was lost near Vanikoro Island in the Solomon Islands. Louis XVI sent a search party, but none of the exploration party were ever found. The map in this book reveals that France used Paris as its prime meridian at the time.



포르투갈 해안지도

Fragment Du Planisphere Envoye De Lisbonne
A Hercule D'Este Duc De Ferrar

알베르토 칸티노(alberto cantino)

이탈리아, 1502년

종이

121×123

복제, 20세기

이탈리아 에스텐세 도서관(Biblioteca Estense)

스페인과 포르투갈, 두 나라는 신대륙 발견 후 식민지 영역을 나누기 위해 토르테시아스 조약(1494년)을 체결했습니다. 교황의 중재로 대서양에 가상의 경계선을 설정했으며, 이 선은 오늘날의 본초자오선처럼 당시의 두 나라에게 기준 역할을 했습니다. 조약에 따르면 이 경계선을 기준으로 서쪽은 스페인이, 동쪽은 포르투갈이 지배하도록 했습니다.

Spain and Portugal signed the Treaty of Tordesillas in 1494 to divide up their colonial territories following discovery of the New World. Mediated by the Pope, the treaty established an imaginary boundary line in the Atlantic Ocean, which served as a reference point for the two nations, much like today's prime meridian. According to the treaty, Spain controlled territories west of the line, while Portugal held dominion over those to the east.

기준선

FRAGMENT DU PLANISPHÈRE ENVOYÉ DE LISBONNE À HERCULE D'ESTE DUC DE FERRARE AVANT LE 19 NOVEMBRE 1500
PAR ALBERTO CANTINO

*(De la projection de Mercator)
Dessiné par J. Blaeu*



그리니치 왕립 천문대

The Royal Observatory from the South-East

영국, 18세기

종이에 수채

60.2×45×4

영국 그리니치 국립해양박물관

National Maritime Museum, Greenwich, London

그리니치 천문대는 1675년 영국의 찰스 2세에 의해 항해와 해양 탐사를 위한 정확한 항해 지도를 제작하고, 별과 천체의 위치를 관측하여 항해자들이 경도를 측정할 수 있도록 돕기 위해 설립되었습니다. 이를 통해 영국은 해상 강국으로서의 지위를 강화하고, 더 안전하고 정밀한 항해를 할 수 있었습니다. 이후, 1884년 국제회의에 그리니치 천문대가 본초자오선(경도 0도)으로 채택되며 세계 경도와 시간대의 기준점이 되었습니다.

The Royal Observatory in Greenwich was established in 1675 by King Charles II of England, purposed with creating accurate navigation charts for maritime exploration and observing the positions of stars and celestial bodies, enabling navigators to measure longitude. This initiative strengthened Britain's status as a leading maritime power and facilitated safer and more precise navigation. Later, in 1884, the Royal Observatory was designated as the Prime Meridian(longitude 0°) during an international conference, making it the global reference point for longitude and time zones.



경도상을 받은 사람들

People Who Received the Longitude Prize

경도법은 과학기술 혁신을 국가가 정책적으로 장려한 대표적인 사례입니다. 존 해리슨을 비롯해 항해술 발전에 기여한 많은 사람들이 경도법에 따라 보상을 받았습니다. 이 법에 따른 공식적인 보상 제도는 1714년 제정된 이후, 1828년 경도위원회가 해체될 때까지 운영되었습니다. 19세기에는 해상시계의 발명으로 항해 기술이 안전한 항해를 보장할 수준에 도달했으며, 이에 따라 경도위원회의 역할도 더 이상 필요하지 않게 되어 해체되었습니다.

경도법은 단순한 보상 제도를 넘어 해양 항법과 과학 발전에 큰 영향을 미쳤습니다. 특히 이 법은 고정밀 시계와 천문학의 급격한 발전을 촉진하여, 현대 과학과 기술의 기반을 마련하는 데 기여했습니다.

The Longitude Act represents a prime example of a nation using policy to encourage scientific and technological innovation. Many people who contributed to the advancement of navigation, including John Harrison, were rewarded under the Longitude Act. The official reward system established by this Act operated from its enactment in 1714 until the Board of Longitude was dissolved in 1828, having fulfilled its role. By that time, the invention of the marine chronometer had advanced navigation technology sufficiently to ensure safe voyages.

Beyond serving to create a reward system, the Longitude Act had far-reaching impact on marine navigation and scientific advancement. By accelerating the development of high-precision timepieces and advancements in astronomy, it contributed to establishing the foundations of modern science and technology.

토마스 언쇼의 초상화

Portrait of Thomas Earnshaw

마틴 아처 시(Martin Archer Shee, 1769-1850)

영국, 1798년

캔버스에 유화

89×69

영국 과학 박물관 이사회

The Board of Trustees of the Science Museum, London

이미지 사용

토마스 언쇼(Thomas Earnshaw, 1749-1829)는 해상 크로노미터의 디자인을 완성하고, 저렴하게 시계를 대량 생산할 수 있는 방법을 개발한 시계공입니다. 그는 1만 파운드의 상금을 받기 위해 여러 차례 도전했으나 성공하지 못하였고, 네빌 마스크엘린의 지지를 받아 1805년에 경도위원회로부터 공로를 인정받아 3천 파운드를 수상했습니다.

Thomas Earnshaw was a clockmaker who perfected the design of marine chronometers and developed a method for their affordable mass production. Despite making several attempts to win the £10,000 Longitude Prize, he was unsuccessful. However, with the support of Nevil Maskelyne, Earnshaw was recognized for his contributions and awarded £3,000 by the Board of Longitude in 1805.



토마스 머지의 초상화

Portrait of Thomas Mudge

나타니엘 댄스(Nathaniel Dance, 1735-1811)

영국, 1772년

캔버스에 유화

84×74

영국 시계제작자 박물관

The Clockmakers' Museum, London

이미지 사용

토마스 머지(Thomas Mudge, 1715-1794)는 정교한 시계 제작으로 명성을 얻은 시계공으로, 오늘날에도 쓰이고 있는 분리형 지렛대 탈진기를 발명했습니다. 1774년에는 첫 해상시계를 제작했으나, 새로운 경도법에 따라 상금 1만 파운드를 받기 위해 2개의 시계를 제출해야 했습니다. 머지는 정부로부터 500파운드의 지원금을 받아 3년 후 동일한 시계 2개를 제출했습니다. 그리니치에서 실시된 3차례의 시험에서 매스켈린의 판정으로 상금을 받을 수 없게 되었으나, 변호사였던 아들의 항의로 결국 2,500파운드의 상금을 추가로 받을 수 있었습니다.

Thomas Mudge was a renowned clockmaker known for his intricate craftsmanship and for inventing the detached lever escapement, which is still in use today. He created his first marine timekeeper in 1774 but was required to submit two more under the new rules of the Longitude Act to qualify for the £10,000 prize. Mudge received a £500 advance from the government and completed two identical timekeepers three years later. After three trials at Greenwich, Nevil Maskelyne declared them unsatisfactory, and the prize was denied. However, following protests by his lawyer son, Mudge was eventually awarded an additional £2,500 in compensation.



제시 램스덴의 초상화

Portrait of Jesse Ramsden

로버트 홈(Robert Home, 1752-1834)

영국, 1791년

캔버스에 유화

이미지 사용

제시 램스덴(Jesse Ramsden, 1735-1800)은 영국의 뛰어난 기계 제작자이자 발명가로, 정밀한 과학 기구 제작에 큰 기여를 했습니다. 그는 고정밀 분할기를 발명하여 각도를 정확히 측정할 수 있는 도구를 만들어냈습니다. 이 발명으로 육분의와 망원경 같은 항해 도구를 더 작게 만들면서도 정밀해지도록 개선할 수 있어서 정확한 관측을 할 수 있도록 했기 때문에 615 파운드의 보상을 받았습니다.

Jesse Ramsden was a distinguished British instrument maker and inventor who made significant contributions to the creation of scientific precision instruments. He invented the high-precision dividing engine, which enabled the production of devices capable of measuring angles with exceptional accuracy. This invention allowed navigational aids such as sextants and telescopes to be made smaller while improving their precision, facilitating more accurate observations. For this achievement, Ramsden was awarded £615.



토비아스 마이어의 초상화
Portrait of Tobias Mayer

작자 미상
18세기 중반
종이에 파스텔
토비아스 마이어 박물관
Tobias Mayer Museum, Marbach, Germany
이미지 사용

토비아스 마이어(Tobias Mayer, 1723-1762)는 독일의 천문학자이자 수학자로, 경도 측정에 중요한 달의 위치 표를 개발했습니다. 이는 항해사들이 달의 위치를 기준으로 경도를 측정할 수 있게 해주는 도구였습니다. 이 표는 특정 시간대에 달이 어디에 위치할지를 예측해 주었습니다. 그는 달거리 측정법을 위한 달 위치 표를 계산한 업적으로 3천 파운드를 받았습니다.

Tobias Mayer, a German astronomer and mathematician, developed lunar position tables that were critical in measuring longitude. These tables allowed navigators to calculate longitude based on the position of the moon, predicting its location at specific times. For his contributions in calculating these lunar tables for the lunar distance method, Mayer was awarded £3,000.



정밀한 항해

Evolution in Navigation

19세기에서 20세기에 걸쳐 항해 도구는 큰 발전을 이루었습니다. 해상시계와 육분의가 정밀한 경도와 위도 측정을 가능하게 하면서 항해술의 혁신이 시작되었습니다.

20세기에 이르자 무선 통신, 레이더, 전자 나침반 등이 도입되어 항해가 더욱 안전하고 정확해졌습니다. 이러한 항해 기술의 발전은 전 세계 무역, 탐험, 군사 등 여러 분야의 해양 활동의 효율성과 신뢰도를 크게 향상시켰습니다.

In the 19th and 20th centuries, navigation tools saw significant advancements. The use of marine timekeepers and sextants enabled precise measurements of longitude and latitude, bringing about revolutionary changes in navigation. By the 20th century, the introduction of wireless communication, radar, and electronic compasses further enhanced the safety and accuracy of maritime travel. These advances in navigational technology greatly improved the efficiency and reliability of maritime activities, including global trade, exploration, and military operations.

패닝턴의 크로노미터

Chronometer signed Robert Pennington

로버트 패닝턴(Robert Pennington)

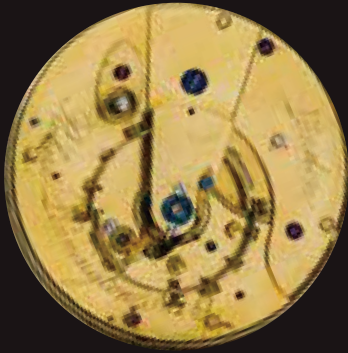
영국, 19세기 초

금속

9×7

로버트 패닝턴은 시계의 대량생산을 주도한 토마스 머지의 공장에서 일했던 시계 제작자입니다. 토마스 머지의 아들은 크로노미터를 대량으로 제작하기 위해 공장을 설립했는데, 로버트 패닝턴은 이때 고용되었습니다. 1797년 머지와 프로젝트가 끝나자 독자적으로 포켓 크로노미터를 생산하기 시작했습니다.

Robert Pennington was a clockmaker who worked at the factory established by Thomas Mudge's son to mass-produce chronometers. After the project with Mudge ended in 1797, Pennington began independently producing pocket chronometers.



〈뒷면〉



혼비의 크로노미터

Chronometer signed John Hornby

존 혼비(John Hornby)

영국, 19세기

금속, 나무 등

10.9×9.7×4.3

존 혼비는 영국 리버풀의 시계 제작자로 19세기에 많은 회중시계와 해상시계를 제작했습니다. 혼비의 크로노미터는 스프링 멈춤쇠 탈진기, 이중 금속 밸런스 등 해리슨 이후 시계 제작자들이 고안한 방법들이 적용되어 있습니다.

John Hornby was a clockmaker from Liverpool, England, who produced numerous pocket watches and marine chronometers in the 19th century. Hornby's chronometers incorporated innovations by innovators after Harrison, such as the spring detent escapement and the bimetallic balance.



<뒷면>



크로노미터
Chronometer

월섬 사(Waltham Watch Co.)
미국, 20세기 초
나무, 금속, 유리 등
18.5×18.5×19

미국 월섬사에서 제작한 이 크로노미터는 미국 해군과 해안경비대를 위해 생산된 16,000개 중 하나입니다. 이 모델은 태엽을 감으면 최대 8일 동안 작동하며, 무브먼트에는 마지막 태엽 감기 이후 경과한 일수를 표시하는 기능이 있습니다. 20세기 초반에는 월섬사를 포함한 소수의 미국 회사만이 유럽에서 수입한 부품으로 시계를 생산했습니다.

This chronometer, produced by the Waltham Watch Company in the United States, is one of 16,000 units manufactured for the U.S. Navy and Coast Guard. The model runs for up to eight days on a single winding and includes a movement feature that displays the number of days elapsed since the last winding. In the early 20th century, only a few American companies, including Waltham, manufactured watches using imported European components.

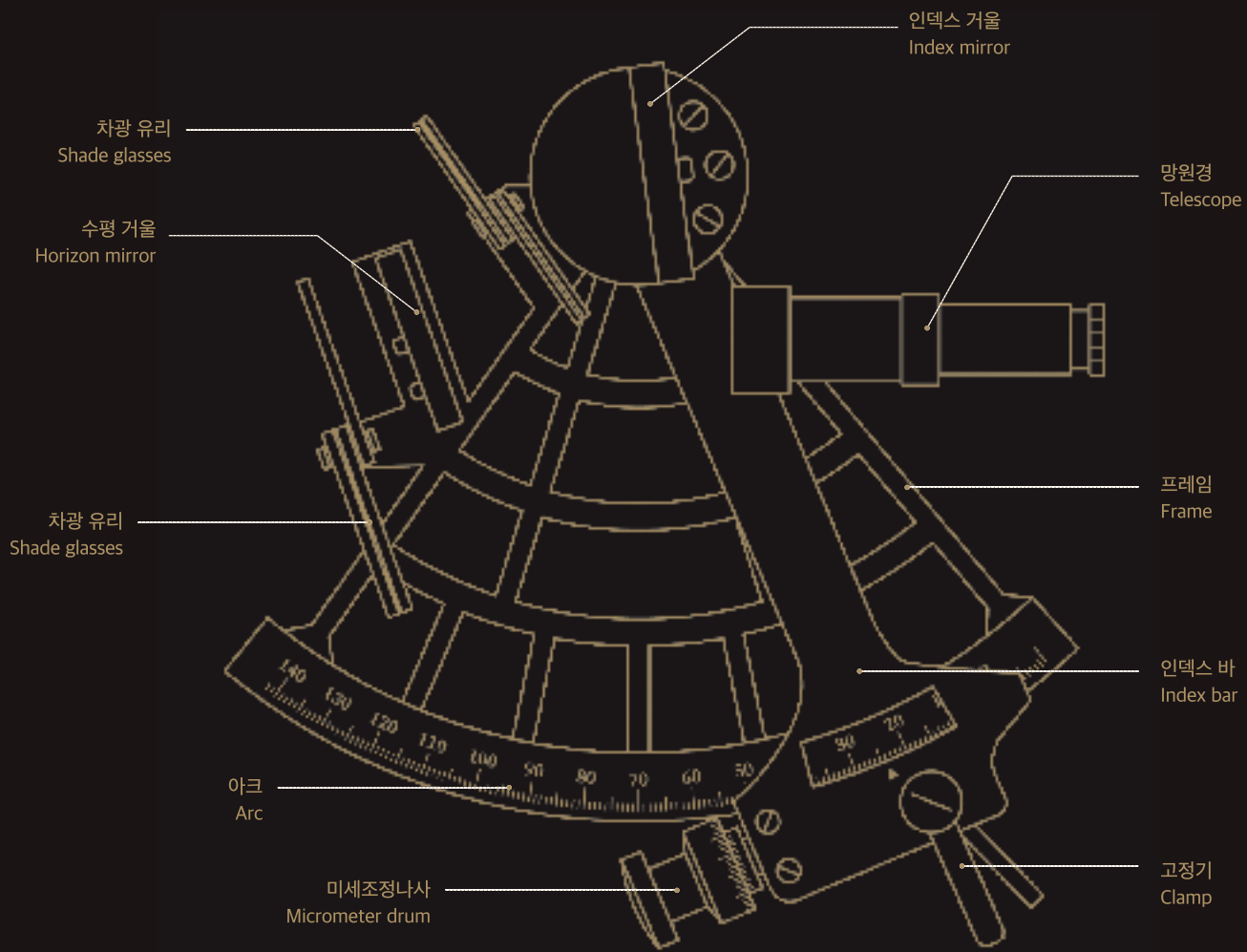


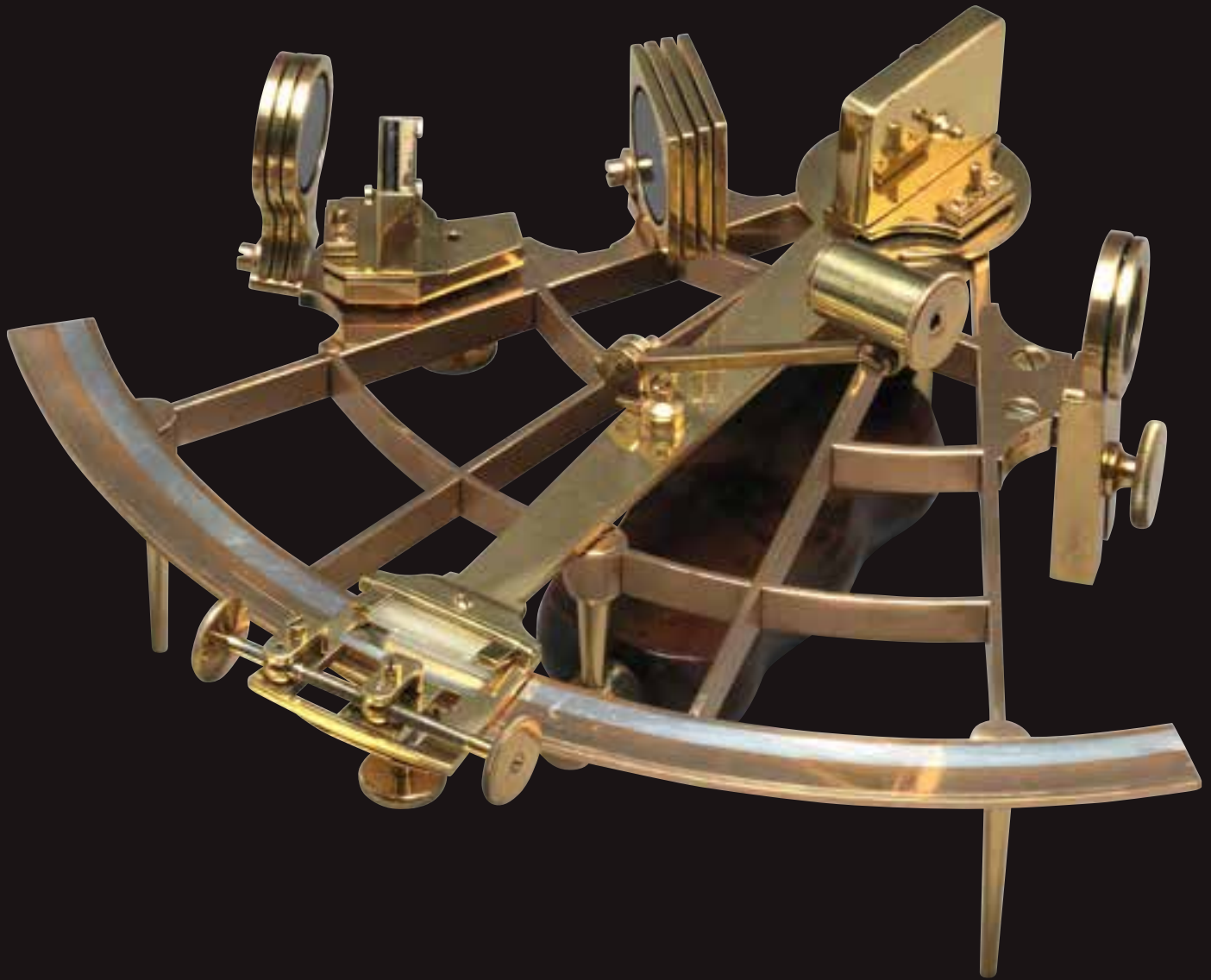
육분의
Sextant

20세기 초
금속 등
25.5×23×11.1

팔분의와 육분의가 고품질로 대량 생산될 수 있었던 것은 영국의 기계 제작자 제시 램스덴이 발명한 고정밀 분할기 덕분입니다. 이 기계 덕분에 더 작은 눈금을 정밀하게 만들 수 있게 되어 육분의와 같은 측정도구의 정밀성을 개선하고 소형화까지 이뤄낼 수 있었습니다.

The mass production of high-quality octants and sextants was made possible by invention of the high-precision dividing engine by British instrument maker Jesse Ramsden. This machine enabled the creation of finer, more precise graduations, improving the accuracy of instruments like the sextant while also allowing for their miniaturization.





요트용 액체식 나침함

Binnacle

켈빈 사(Kelvin Bottomley & Baird Ltd)

영국, 20세기

금속

21.7×29

액체식 나침함은 나침카드의 안정성과 유동성을 향상시켰습니다. 이 나침함은 내부를 물이나 액체로 채우고, 부표를 사용해 나침카드를 띄우는 구조로 되어 있습니다. 나침함의 좌우에는 자기 편각을 보정하기 위해 연철구가 설치되어 있으며, 이 연철구는 선박의 좌현과 우현을 표시하기 위해 각각 빨간색과 초록색으로 칠해져 있습니다.

The liquid-filled compass, housed in a binnacle, improved the stability and responsiveness of the compass card. This type of compass is filled with water or another liquid and uses a float to support the compass card. Soft iron spheres are installed on either side of the binnacle to correct for magnetic deviation, with the spheres painted red and green to indicate the port and starboard sides of the ship, respectively.



캐리의 탁상용 지구의 · 천구의 세트
A Pair of Table Globes by Cary Family

캐리 일가(John Cary & George Cary)
영국, 1836년
나무 등
30×45×50

지구의와 천구의는 실제 항해에 사용되기보다는 주로 신발견을 기록하는 용도로 제작되었습니다. 상류 계층에서는 지구의와 천구를 소유하여 당대의 최신 지리 발견을 과시하였기 때문에, 이들은 화려한 색상과 고급 재질로 만들어졌으며 크기도 다양하게 제작되었습니다. 영국의 지도 제작자 캐리 집안에서 제작한 지구의와 천구의 세트에는 우리나라를 최초로 실측한 서양인 라페루즈의 탐험 항로와 동해를 한국해로 표기한 자료도 포함되어 있습니다.

Terrestrial and celestial globes were primarily crafted to document new discoveries rather than for direct navigational use. Among the upper class, they served as status symbols, showcasing the latest geographical knowledge of the era. Therefore, these globes came in a variety of sizes and elaborate designs employing vibrant colors and elegant materials. This set of globes, produced by the British cartographers and globe makers, the Cary family, includes the exploration routes of La Pérouse, the first Westerner to chart Korea's south and east coasts, and labels the East Sea as the 'Sea of Korea.'



기계식 측정의
Mechanical Log

에이와 사(Ewa Seiko Co. Ltd)
일본, 20세기
금속, 섬유 등
(상자) 71.3×43.2×15.2

19세기에 배의 속도를 측정하는 측정의에도 기계장치가 도입되었습니다. 전통적인 측정의는 선미에서 줄에 연결된 나무판을 물에 빠뜨려 줄이 풀리는 속도를 측정하는 방식이었습니다. 그러나 기계식 측정의는 물의 저항을 이용하여 물속에서 회전자가 얼마나 빠르게 회전하는지를 기계 기록 장치로 계산해 속도를 측정할 수 있게 만들어졌습니다.

In the 19th century, mechanical devices were introduced to measure a ship's speed. Traditionally, sailors employed a chip log, which involved dropping a wooden board attached to a line from the stern and measuring the rate at which the line unspooled. In contrast, mechanical logs utilized water resistance to rotate an underwater rotor, with the rotation speed recorded by a mechanical device to determine the vessel's speed.



새로운 별자리

The New Constellation

과거 사람들은 하늘의 별을 보고
자신의 위치를 파악했습니다.

하지만 현대의 우리는
인간이 쏘아올린 별로
자신의 위치를 찾습니다.

In the past, people looked at
the stars in the sky
to determine their location.

However, in modern times,
we find our location with stars
launched by humans.

인공위성이 바꾸다 위성항법시스템

The Satellite Revolution, GNSS

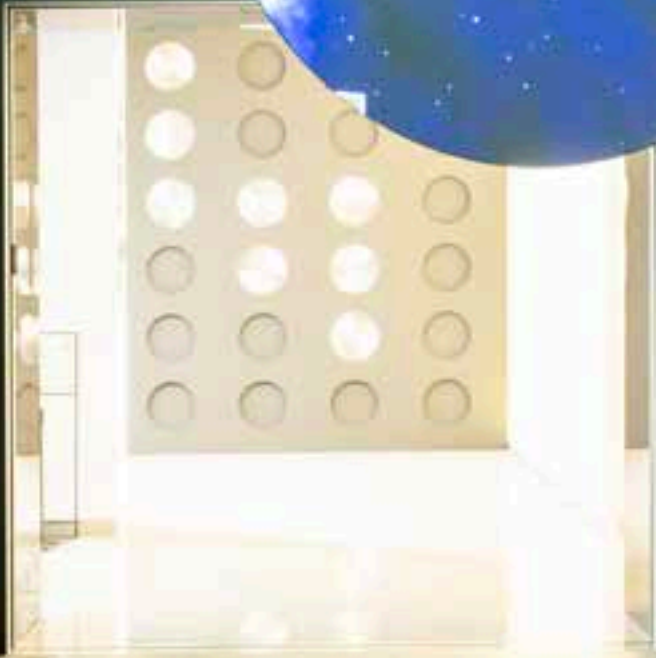
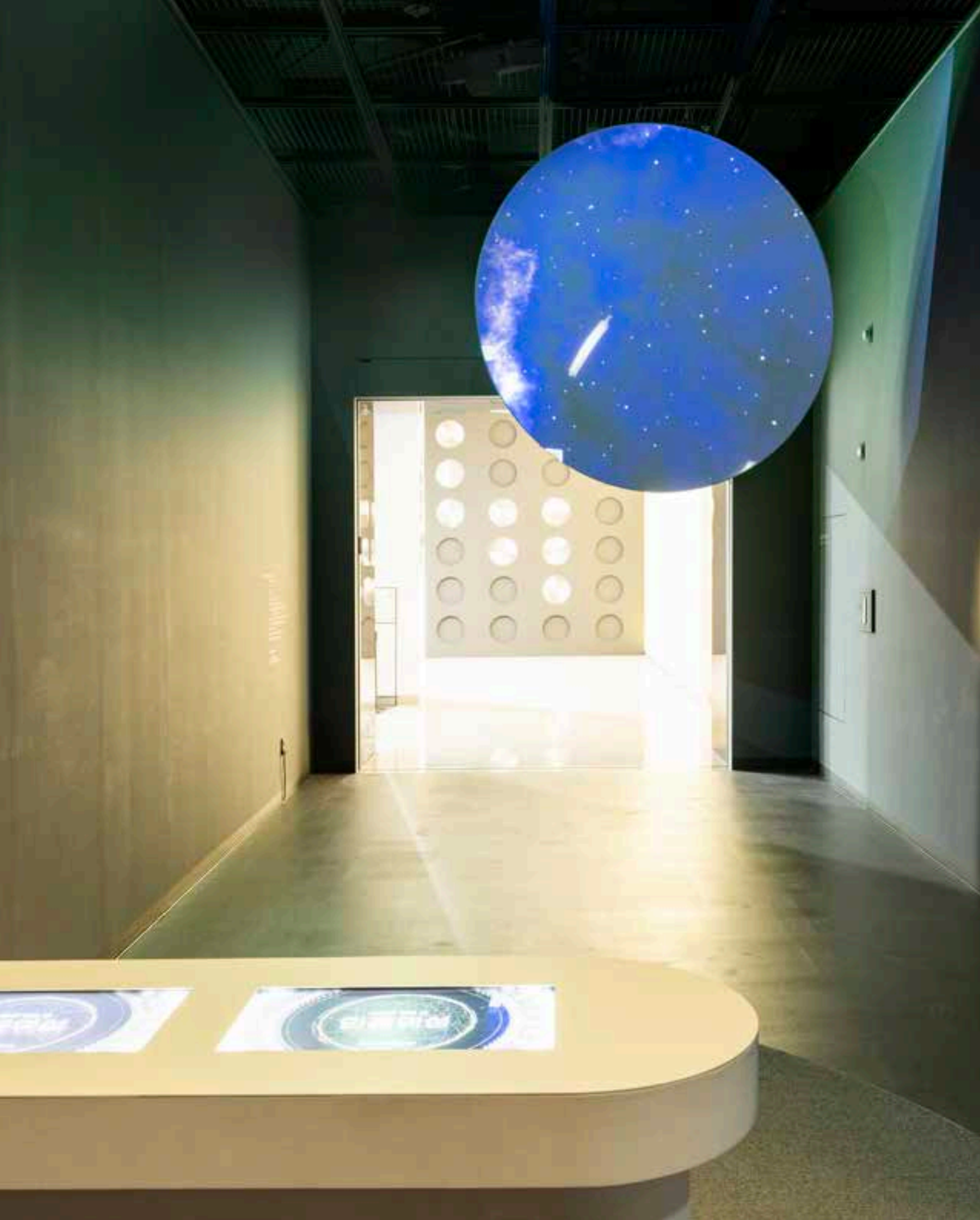
현대에는 위성항법시스템(GNSS) 덕분에 위치 측정이 매우 쉬워졌습니다.

GNSS는 인공위성을 이용해 지구 어디에서나 정확한 위치를 알려줍니다.

여러 위성이 지구 주위를 돌며 위치와 시간이 포함된 신호를 계속 보내고, 스마트폰 같은 수신기는 이 신호를 받아 위성과의 거리를 계산해 현재의 경도, 위도, 고도를 알아냅니다. 주요 GNSS 시스템에는 미국의 GPS, 러시아의 GLONASS 등이 있습니다. 과거에는 해상시계와 육분의로, 별을 관측하고 복잡한 계산을 해서 내 위치를 알아냈지만, 지금은 손 안의 스마트폰만으로도 전 세계 어디서나 편리하고 정확하게 위치를 확인할 수 있습니다. 덕분에 이 기술은 교통, 산업, 긴급 구조, 시간 정보 제공 등 다양한 분야에서 중요한 역할을 하고 있습니다.

In modern times, determining one's position has become remarkably easy thanks to Global Navigation Satellite Systems(GNSS). GNSS uses satellites to provide accurate location information anywhere on Earth. Multiple satellites orbiting the planet continuously transmit signals that include location and time data. These signals enable receivers, such as smartphones, to calculate their distance from the satellites and determine the current longitude, latitude, and altitude. Major GNSS systems include the GPS of the United States and Russia's GLONASS.

In the past, sailors determined their position using marine timekeepers and sextants, relying on celestial observations and complex calculations. Today, however, a smartphone in the palm of your hand can provide precise and convenient location data anywhere in the world. This transformative technology plays a vital role across a variety of sectors, including transportation, industry, emergency response, and the provision of precise time information.



2024
국립해양박물관 기획전시
Special Exhibition of MMK

항해와 시계

Voyage and
The Marine Timekeeper

2024.
12.3. Tue

—
2025.
3.2. Sun



나의 위치를 정확하게 확인하기 위해선,
위도와 경도라는 좌표 체계를 사용해야 해요.



나의 위치를 정확하게 확인하기 위해선,
위도와 경도라는 좌표 체계를 사용해야 돼요.





2



H-2

...

3



H-3

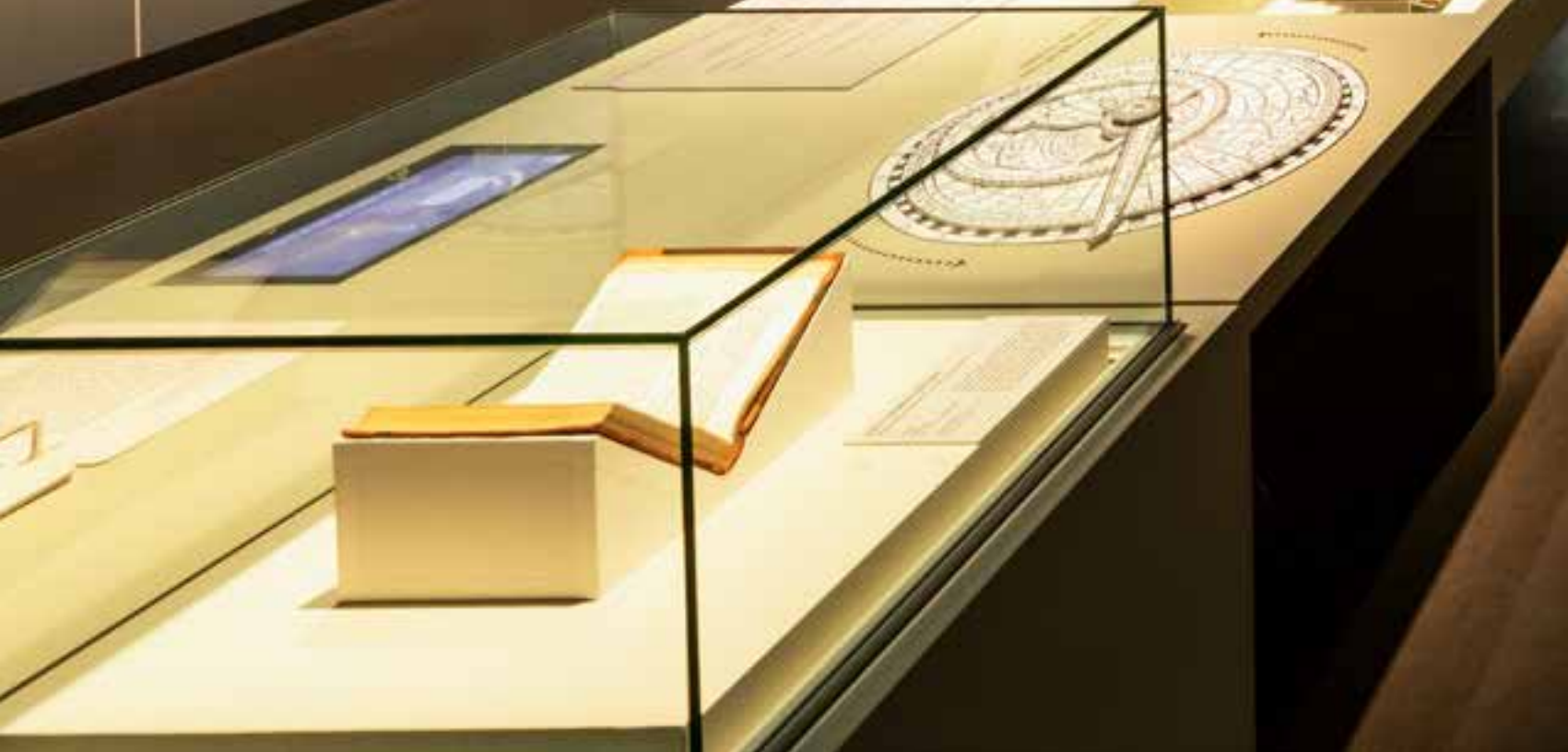
...

4



H-4

...



...



SCHEMATA

The first watch movement was made of wood and was powered by a single weight. The first pocket watch was made of steel and was powered by a single weight. The first pocket watch was made of steel and was powered by a single weight.





1874-1875
The Great Exhibition

The Great Exhibition of 1851 was the first world fair, held in the Crystal Palace in London. It was a landmark event in the history of international exhibitions, showcasing the industrial and cultural achievements of the Victorian era. The exhibition was a triumph for the British Empire, demonstrating its technological and industrial prowess to the rest of the world.

1876-1877
The Centennial Exhibition

The Centennial Exhibition of 1876 was held in Philadelphia, Pennsylvania, to celebrate the 100th anniversary of the signing of the Declaration of Independence. It was a major event in the history of the United States, showcasing the country's industrial and cultural achievements to the rest of the world.

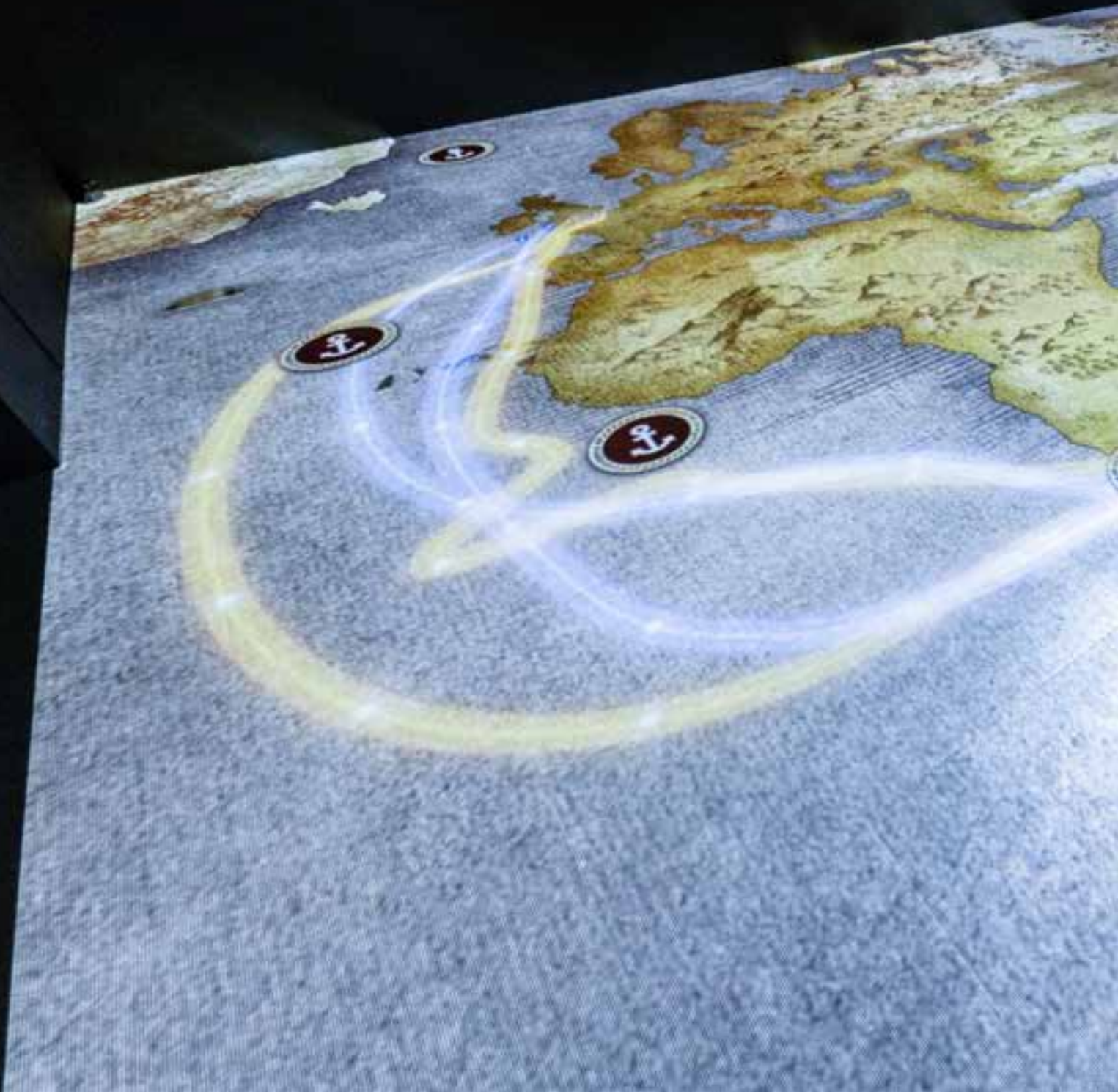
1878-1879
The Exposition Universelle

The Exposition Universelle of 1878 was held in Paris, France, and was one of the largest and most successful world fairs in history. It showcased the industrial and cultural achievements of the late 19th century and was a landmark event in the history of international exhibitions.

제임스 쿡의 항해

- 2차 항해
- 3차 항해

해상시계의 발명 덕분에 쿡은 세계 곳곳을 더 안전하고 정확하게 탐험할 수 있었습니다. 전시된 영상은 이러한 쿡의 탐험 여정을 시각적으로 재구성하며, 당대 해상 시계의 발명이 세계 탐험과 지도에 가져온 혁신을 간접 체험할 기회를 제공합니다. 해상시계로 안전하고 정확해진 쿡 선장의 항로를 따라 항해하세요! 정확한 항로를 유지하면 귀중한 보상을 받을 수 있지만, 길을 벗어나면 예상치 못한 위험이 기다리고 있습니다.







151년
1800년
1800년





도판목록 List of Plates

프롤로그 Prologue

P-1

콜럼버스의 산타마리아 호
Model of Santa Maria Ship

모형
스페인, 15세기
금속, 나무, 천 등
200×80×145



P-2

핀스터의 『프톨레마이오스식 세계지도』
『Ptolemaic World Map』 by Münster

세바스티안 핀스터
(Sebastian Münster,
1488-1552)
독일, 1588년
종이
37.3×31.3



P-3

방위각 나침반
Azimuth Compass

네덜란드, 18세기
금속, 나무
42×40×19.3



P-4

항해용 혼천의
Coelometer

윌터 마샬 아담스
(W. Marsham Adams)
영국, 1874년
금속
최대 지름 45, 높이 51



P-5

캐리의 탁상용 지구의
Table Globe by Cary

존 캐리(John Cary)
영국, 1810년
나무, 금속
지름 44, 높이 45



P-6

크로노미터
Chronometer

세켈 & 조엔 사
(J.A.Seckel & Zonen)
네덜란드, 20세기
금속, 나무, 유리
18.5×18.5×19



항해의 문제

- 경도를 모른 채 항해하다

The Navigator's Dilemma
- Sailing without Longitude

1-1

구스의 『해도첩』
『Atlas of Water World』 by Goos

피터 구스
(Pieter Goos,
1616-1675)
네덜란드, 1666년
종이
35.3×58×6.5



1-2

항해용 망원경
Telescope

레오나르도 세미테코로(Leonardo Semitecolo)
이탈리아
1750년, 18세기
금속, 가죽, 유리
위) 지름 5, 길이 31
아래) 지름 5.3, 길이 32



1-3

린스호턴의 『항해와 동인도 여행이야기』
『Travel Guide』 by Linschoten

얀 하위헌 판 린스호턴
(Jan Huyghen van Linschoten,
1563-1611)
네덜란드, 1638년
종이
23.8×29.3×5.3



1-4

항해용 나침반
Mariner's Compass

H. 윌다(H. Wildaa)
네덜란드, 1782년
금속, 유리, 종이 등
지름 19.5, 높이 9



1-5

자분의와 『군터의 작품집』
Quadrant and
『The works of Edmund Gunter』

에드먼드 군터
(Edmund Gunter, 1581-1626)
영국, 17세기 후반 & 1673년
나무, 종이
17.5×17.5×1 & 16.4×20.5



1-6

직각기
Cross staff

20세기
금속, 나무
65.8×47.5×11.4



1-7

항해용 아스트롤라베
Mariner's Astrolabe

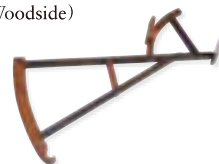
네덜란드, 1643년
금속
23×28×3.8



1-8

후측의
Back staff

패트 우드사이드(Patt Woodside)
유럽, 1751년
나무, 유리, 금속
63.5×35



1-9

녹터널
Nocturnal

프랑스, 1588년
금속
지름 7, 높이 11



1-10

만능 분점 고리 해시계
Universal Equinoctial Ring Dial

윌리엄 왓킨스
(William Watkins)
영국, 19세기
금속
10.1×11×0.7



1-11

경사 해시계
Inclining Dials

영국, 19세기
금속
11.3×6.6



1-12

측정의
Log reel

영국, 19세기
나무, 섬유
철: 15.3×15.3×3.5
얼레: 길이 62, 높이 19.7
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London



경도의 발견
- 경도 측정법을 알아내다

Finding Longitude
- Measuring the Unmeasurable

2-1

실리제도에서 난파당한 클로더슬리 경의 배
Sir Cloudesley Shovell in the Association
with the Eagle, Rumney and the Firebrand,
Lost on the Rocks of Scilly

영국, 1707년
종이에 동판 인쇄
37.1×48
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London
이미지 사용



2-2

경도법
The Longitude Act

영국, 1714년
종이
20.2×31.5



2-3

『보웬의 최신 세계지도』
『A New and Accurate Chart of the World』
by Bowen

엠마누엘 보웬
(Emanuel Bowen,
1694-1767)
영국, 1744년
종이
59.1×48.1



2-4

『영국 동남부 지도』
『Map of South East England』

윌리엄 휘스톤(William Whiston, 1667-1752)
영국, 1738년
종이
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London
이미지 사용



항해와 시계

2-5

『난봉꾼의 행적』
『The Rake's Progress』 by Hogarth

윌리엄 호가스(William Hogarth, 1697-1764)
영국, 1735년
종이에 동판 인쇄
35.3×40.4
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London
이미지 사용



2-6

뉴턴의 『자연철학의 수학적 원리』
『Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica』

아이작 뉴턴
(Sir Isaac Newton, 1642-1727)
영국, 1713년
종이
19×24×4
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London



2-7

아피안의 『우주 지리학』
『Cosmographia』 by Apian

피터 아피안
(Peter Apian, 1495-1552)
독일, 1545년
종이
(펼침) 34.2×24.2×6.5



2-8

코로넬리의 『우주학 아카데미』
『Summary of cosmography』 by Coronelli

빈첸초 마리아 코로넬리
(Vincenzo Maria Coronelli, 1650-1718)
이탈리아, 1693년
종이
13.5×19×5
개인 소장



Voyage and The Marine Timekeeper

2-9

목슨의 『천문학과 지리학 교습서』
『A Tutor to Geographie and Astronomic』
by Moxon

조셉 목슨
(Joseph Moxon, 1627-1691)
영국, 1699년
종이, 가죽
16×21×4.5



2-10

네빌 마스크엘린의 초상화
Portrait of Nevil Maskelyne

존 러셀
(John Russell, 1745-1806)
영국, 1776년
종이
45×42×4
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London
이미지 사용



2-11

『항해력』
『Nautical Almanac』

경도위원회
(The Board of Longitude)
영국, 1796년
종이
(펼침) 29×21.8×3



2-12

팔분의
Octant

영국, 19세기
나무, 금속 등
46.2×37.2×8



2-13

매스켈린의 『영국 항해사 가이드』
『The British Mariner's Guide』 by Maskelyne

네빌 매스켈린
(Nevil Maskelyne, 1732-1811)
영국, 1763년
종이
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London
이미지 사용



2-14

H-1

존 해리슨(John Harrison)
영국, 1735년
금속 등
높이 67.3, 폭 70, 깊이 45, 무게 34kg
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London



2-15

H-2

존 해리슨(John Harrison)
영국, 1737-1739년
금속 등
높이 68.6, 폭 70, 깊이 45, 무게 39kg
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London
이미지 사용



2-16

H-3

존 해리슨(John Harrison)
영국, 1759년
금속 등
높이 62.2, 무게 27kg
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London
이미지 사용



2-17

H-4

존 해리슨(John Harrison)
영국, 1759년
금속 등
16.5×12.4(시계테 포함)
지름 10.2, 높이 28, 무게 1.45kg
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London
이미지 사용



2-18

존 해리슨의 초상화
Portrait of John Harrison

토마스 킹(Thomas King)
영국, 1767년
캔버스에 유화
125×100
영국 과학 박물관 이사회
The Board of Trustees of the Science Museum,
London
이미지 사용



2-19

존 해리슨의 초상화
Portrait of John Harrison

필립 타사에르
(Philippe Joseph Tassaert,
1736-1803)
영국, 1768년
종이에 등판 인쇄
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London
이미지 사용



2-20

『해리슨의 시계의 원리』
『The Principles of Mr. Harrison's Time-keeper』

존 해리슨(John Harrison, 1693-1776)
네빌 매스켈린(Nevil Maskelyne, 1732-1811)
영국, 1768년
종이
(펼침) 76×39.6



2-21

H-1의 시험 항해일지
Log of the 'Centurion'

조지 프록터(George Proctor)
영국, 1733-1737년
종이
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London
이미지 사용



2-22

스넬린의 해상시계
Marine chronometer by Snellen

빌럼 스넬린(William Snellen)
네덜란드, 1775년
금속 등
17.5×17.5×9
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London



2-23

토마스 언쇼의 크로노미터
Marine chronometer by Earnshaw

토마스 언쇼
(Thomas Earnshaw, 1749-1829)
영국, 1795-1810년
8×5.5×2, 0.145kg
영국 과학 박물관 이사회
The Board of Trustees of the Science Museum,
London
이미지 사용



3

두 번째 도전
- 해상시계를 시험하다

The Second Challenges
- The Marine Timekeeper in Action

3-1

엔데버 호
Model of H.M.S Endeavour Ship

모형
영국, 18세기
금속, 나무, 천 등
180×64×153



3-2

『제임스 쿡의 2, 3차 항해기』와 삽화집
『Account of Captain Cook's Voyages』

제임스 쿡(James Cook, 1728-1779)
영국, 1777년
종이, 가죽
24.2×29.2×5.9 / 삽화집 42.1×56×2.8



3-3

누트카 사운드에 정박한
'레졸루션 호'와 '디스커버리 호'
HMS Resolution and HMS Discovery in Ship
Cove, Nootka Sound

존 웨버(John Webber,
1751-1793)
영국, 1778년
종이, 58×147
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London
이미지 사용



3-4

제임스 쿡 선장의 초상화
Portrait of Captain James Cook

모사
영국, 1800년
종이에 수채
17.3×19.7×3.1



4

문제의 해결
- 경도를 알고 항해하다

The Breakthrough
- Sailing with Longitude

4-1

오르텔리우스의 『세계의 무대』
『Theatre of the World』 by Ortelius

아브라함 오르텔리우스
(Abraham Ortelius,
1527-1598)
네덜란드, 1587년
종이
55.2×43.2



4-2

라비아르디에르의 『라페루즈를 찾기 위한 여정』
『Voyage in search of La Perouse』 by Labillardiere

라비아르디에르
(M.Labillardiere,
1755-1834)
프랑스, 18세기
종이
25×29.5×4.5



4-3

포르투갈 해안지도
Fragment Du Planisphere Envoye De Lisbonne
A Hercule D'Este Duc De Ferrar

알베르토 칸티노(alberto cantino)
이탈리아, 1502년
종이
121×123
복제, 20세기
이탈리아 에스테세 도서관
(Biblioteca Estense)



4-4

그리니치 왕립 천문대
The Royal Observatory from the South-East

영국, 18세기
종이에 수채
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum,
Greenwich, London



3-5

서아프리카 해안지도
West coast of Africa sheet VII
from Cape Roxo to Isles do Los

윌리엄 오웬
(William Fitzwilliam Owen,
1774-1857)
영국, 19세기 초
종이, 65×76.5
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London
이미지 사용



3-6

제닝스의 차폐 나침반
Insulating Compass

헨리 제닝스(Henry Jennings)
영국, 1818년
금속, 유리, 종이 등
13.5×13.5×7.5
영국 그리니치 국립해양박물관
National Maritime Museum, Greenwich, London



4-5

토마스 언쇼의 초상화
Portrait of Thomas Earnshaw

마틴 아처 시(Martin Archer Shee, 1769-1850)
영국, 1798년
캔버스에 유화
89×69
영국 과학 박물관 이사회
The Board of Trustees of the
Science Museum, London
이미지 사용



4-6

토마스 머지의 초상화
Portrait of Thomas Mudge

나타니엘 댄스(Nathaniel Dance, 1735-1811)
영국, 1772년
캔버스에 유화
84×74
영국 시계제작자 박물관
The Clockmakers' Museum,
London
이미지 사용



4-7

제시 램스덴의 초상화
Portrait of Jesse Ramsden

로버트 홈(Robert Home,
1752-1834)
영국, 1791년
캔버스에 유화
이미지 사용



4-8

토비아스 마이어의 초상화
Portrait of Tobias Mayer

작자 미상
18세기 중반
종이에 파스텔
토비아스 마이어 박물관
Tobias Mayer Museum, Marbach, Germany
이미지 사용



4-9

패닝턴의 크로노미터
Chronometer signed Robert Pennington

로버트 패닝턴(Robert Pennington)
영국, 19세기 초
금속
9×7



4-10

혼비의 크로노미터
Chronometer signed John Hornby

존 혼비(John Hornby)
영국, 19세기
금속, 나무 등
10.9×9.7×4.3



4-11

크로노미터
Chronometer

월섬 사(Waltham Watch Co.)
미국, 20세기 초
나무, 금속, 유리 등
18.5×18.5×19



4-12

육분의
Sextant

20세기 초
금속 등
25.5×23×11.1



4-13

요트용 액체적 나침반
Binnacle

켈빈 사(Kelvin Bottomley & Baird Ltd)
영국, 20세기
금속
21.7×29



4-14

캐리의 탁상용 지구의 · 천구의 세트
A Pair of Table Globes by Cary Family

캐리 일가(John Cary & George Cary)
영국, 1836년
나무 등
30×45×50



4-15

기계적 측정의
Mechanical Log

에이와 사(Ewa Seiko Co. Ltd)
일본, 20세기
금속, 섬유 등
(상자) 71.3×43.2×15.2



항해와 시계

Voyage and The Marine Timekeeper

총괄

김종해

구성

백승주

김경민

고지용

기획

김희영

서영남

진행

김진태

김승신

김보민

정시명

오예빈

도록

백승주

고지용

김보민

사진

유수

지원

권유리

김재휘

김수형

김소정

전지윤

김현주

이진주

김희경

신소명

김다현

자료출납

김윤아

김효영

권현경

양슬기

전은정

김다빈

김유진

문지은

번역

박미영(중국어)

정재운(영어)

김이진(일본어)

한국외대 통번역센터(유물설명 번역)

전시연출

디자인하늘

교육지원

이경희

이정은

유연미

강설원

김중호

홍보지원

반영남

구자창

김유정

하정이

유물대여

영국 그리니치 국립해양박물관 National Maritime Museum, Greenwich, London

이미지 제공

영국 그리니치 국립해양박물관 National Maritime Museum, Greenwich, London

영국 과학 박물관 이사회 The Board of Trustees of the Science Museum, London

영국 시계제작자 박물관 The Clockmakers' Museum, London

토비아스 마이어 박물관 Tobias Mayer Museum, Marbach, Germany

발행일

2025년 1월

발행처

국립해양박물관

49111 부산광역시 영도구 해양로 301번길 45

T. 051-309-1856 F. 051-309-1749

디자인

두잇코퍼레이션

ISBN

979-11-88805-61-7(93550)



9 791188 805617
ISBN 979-11-88805-61-7

MMK 국립해양박물관