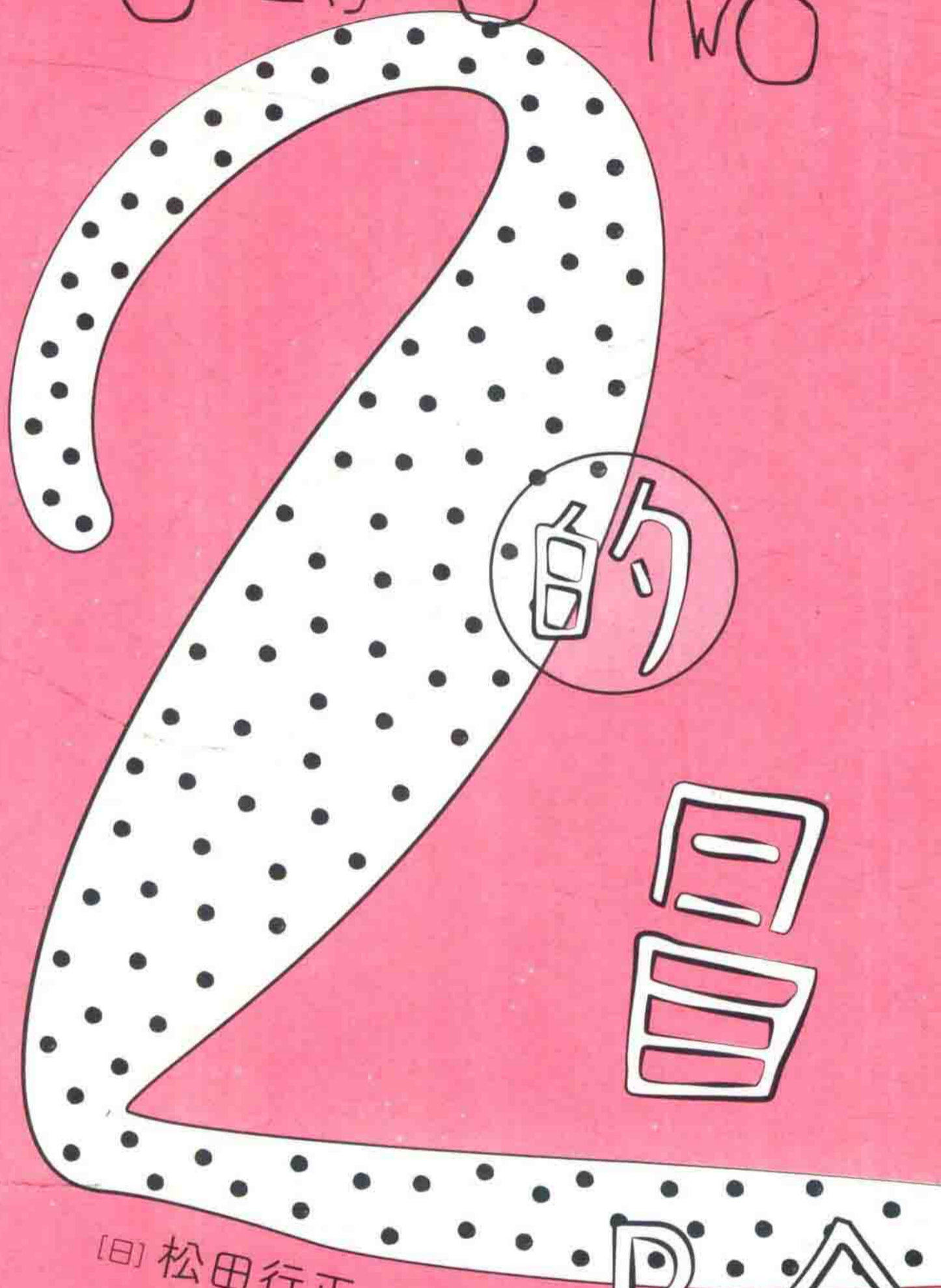


POWERS OF TWO



的

目

目
全
上

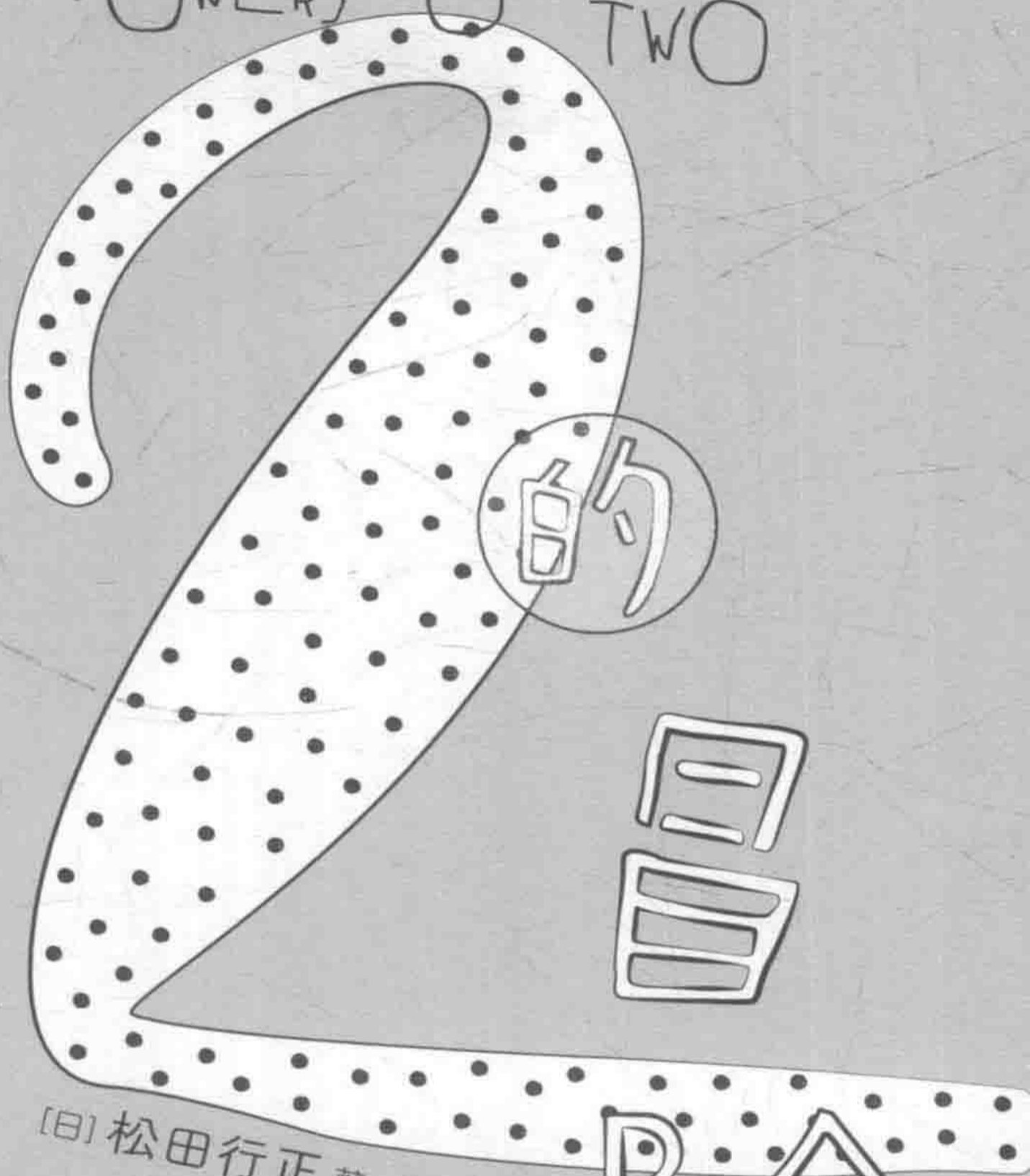
[日] 松田行正 著 王晶 译

COVER OF

TWO



POWERS OF TWO



的

目

[日] 松田行正 著 王晶 译

险

图书在版编目 (CIP) 数据

2 的冒险 / (日) 松田行正著 ; 王晶译. -- 北京 :
中信出版社, 2017.10

ISBN 978-7-5086-7810-8

I. ① 2… II. ① 松… ② 王… III. ① 艺术-设计-研究 IV. ① J06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 153072 号

2 の冒険

© 2015 by Yukimasa Matsuda

First published in Japan in 2015 by MATZDA OFFICE., LTD.

Simplified Chinese Translation edition © 2017 by YoYoYo iDearBook Company

Published by China CITIC Press

Through Future View Technology Ltd.

ALL RIGHTS RESERVED.

2 的冒险

著 者 : [日] 松田行正

译 者 : 王 晶

出版发行 : 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲 4 号富盛大厦 2 座 邮编 100029)

承 印 者 : 北京佳信达欣艺术印刷有限公司

开 本 : 787mm × 1092mm 1/32

印 张 : 7.5 字 数 : 50 千字

版 次 : 2017 年 10 月第 1 版

印 次 : 2017 年 10 月第 1 次印刷

京权图字 : 01-2017-6376

广告经营许可证 : 京朝工商广字第 8087 号

书 号 : ISBN 978-7-5086-7810-8

定 价 : 64.00 元

版权所有 · 侵权必究

如有印刷、装订问题, 本公司负责调换。

服务热线 : 400-600-8099

投稿邮箱 : author@citicpub.com

2 的乘方

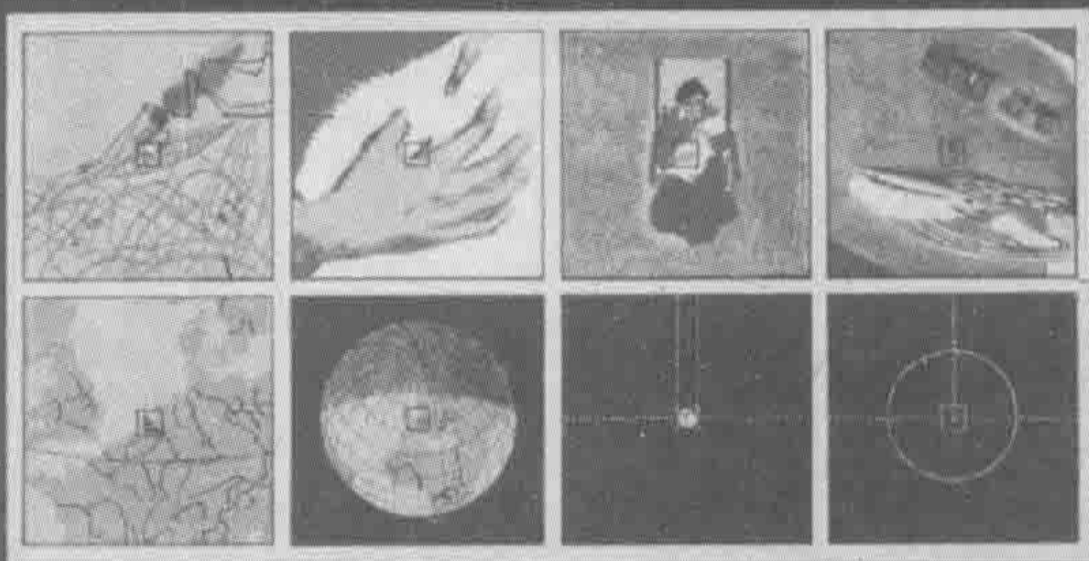
“2 的力量”通常是指两股力量相加而形成的能量。比如，披头士乐队的约翰·列侬和保罗·麦卡特尼。可以说，内向的约翰和外向的保罗这一对儿就是凭借两股相反的力量才提高了创造力。约翰和保罗既是搭档，也是很好的竞争对手，竞争对手之间也能形成“2 的力量”。

历史悠久的例子还有星飞雄马和花形满（20 世纪 60 年代日本棒球漫画《巨人之星》中的主角和他的宿敌）、矢吹丈和力石彻（20 世纪 60 年代到 70 年代日本拳击漫画《明日之丈》中的主角和他的对手）、巨摩郡和圣秀吉（知名度相对较低的重野秀一机车漫画《极速狂飙》中的一对死对头），以及现在的苹果公司和谷歌公司……

然而，本书要展现的是“2 的乘方”（英语中“power”既有“力量”的意思，也有“幂”“乘方”“指数”的意思），从 2 的 0 次方开始，1 次方，2 次方，3 次方，直到 102 次方。所谓乘方，就是用相同的数字相乘，2 的 n 次方就是用 n 个 2 相乘，所以数字的结果会成倍增加。勉强相联系的话，这种不断倍增的力量或许跟约翰与保罗这对竞争对手兼搭档的能量提升相似。

COSMIC VIEW

THE UNIVERSE IN 40 JUMPS



Open this book and journey outward through space to the edge of infinity, then through decreasing scales of size to the atom's nucleus—in a series of drawings each seen from a point ten times farther or ten times closer than the previous.

by **KEES BOEKE**

Introduction by

ARTHUR H. COMPTON

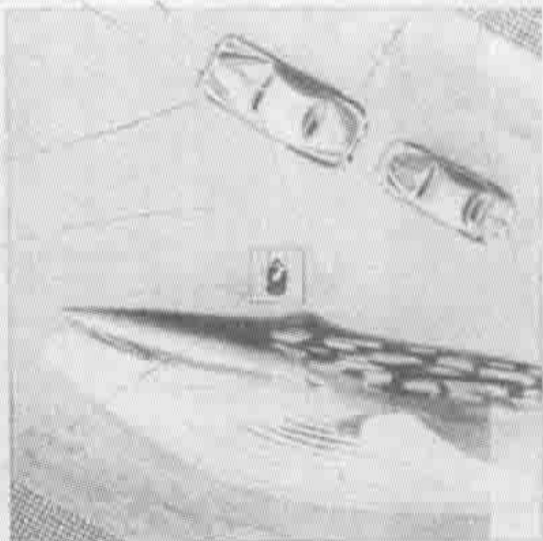


1.

The American from which we start. It is an adult sitting in a chair, with a child on her lap. It shows an area of 1 to 10 feet square, 5 to 6 feet high. It is really 10 centimeters. A vertical dimension of 10 cm. It is the smallest part of a corner which corresponds to the rest of a wall of length. It is so small, it takes 2.57 inches longer than 1 inch. One corner is therefore nearly 0.4 inch in both length and height, the other corners 10 centimeters, or nearly 4 inches. An arrow shows the direction of sight.

View is from a distance of 10 feet in the drawing.

Scale of picture thousand to 1 inch.



2.

In the center of the picture, the microscope is seen. It is really an adult sitting in a chair, with a child on her lap. It shows an area of 1 to 10 feet square, 5 to 6 feet high. It is really 10 centimeters. A vertical dimension of 10 cm. It is the smallest part of a corner which corresponds to the rest of a wall of length. It is so small, it takes 2.57 inches longer than 1 inch. One corner is therefore nearly 0.4 inch in both length and height, the other corners 10 centimeters, or nearly 4 inches. An arrow shows the direction of sight.

View is from a distance of 100 feet in the drawing.

Scale is 1 inch to 1 foot.

10 的乘方

说到乘方的故事，最有名的是纪录片《10 的乘方》(*Powers of Ten*)，影片以 10 的乘方的节奏展现宏观与微观世界之旅：从 1 米开始，每次乘以 10，很快就将我们带到宇宙的尽头；然后返回，按每次 1/10 的比例缩小，又带我们进入被称为基本粒子的最小物质世界。

《10 的乘方》以荷兰小学教师基斯·博克 (Kees Boeke) 为小学生写的《宇宙观：40 级跳跃中的宇宙》(*Cosmic View - The Universe in 40 Jumps*, 1957) 一书为理论基础。书中第一幅图片是一个少女抱着白色猫咪坐在草坪的摇椅上，这是以女孩上方 1 米 (10 的 0 次方) 处为起始点拍摄的。接下来的图片拍摄距离是 10 米 (10 的 1 次方)、100 米 (10 的 2 次方)、1000 米 (10 的 3 次方)，经过 26 次跳跃，达到 10^{26} 米——宇宙的尽头。

完成通往宏观世界的旅程后，紧接着返回第一张照片中女孩的手，展开通向微观世界的反向旅程，以每次 1/10 的比例向身体内部缩小 13 次，直至粒子的世界。书中，只有少女的图像是照片，其他都是绘制的图形与图像。查尔斯·伊姆斯和蕾·伊姆斯夫妇 (Charles & Ray Eames) 基于同样的理念，于 1977 年创作了实拍风格的影片《10 的乘方》。

伊姆斯版的《10 的乘方》表现得更为精细美观。影片先从 10^0 米逐步放大到 10^{24} 米，也就是 1 亿光年；然后再逐步缩小到 10^{-16} 米，也就是基本粒子的世界。从宏观世界到微观世界，一气呵成。

本书则是用“2 的乘方”来表现同样的宇宙观。

膨胀的宇宙

宇宙膨胀理论是一个典型的倍数游戏，可以用2的 n 次方来表述大爆炸之后的瞬间膨胀。

宇宙产生于无。但所谓的“无”也不是完全没有能量，而是指存在于有能量和无能量两者之间的波动状态的“无”（作为一般概念很难理解）。这在宇宙物理学中直接称作“波动”。在这种“无”的状态下，当能量波动时，由于低能量要穿过高能量的壁垒（即隧道效应），而引起了瞬间急速膨胀。

所谓的瞬间，就是 10^{-44} 秒到 10^{-33} 秒（1秒的1兆分之 1×1 兆分之 1×10 亿分之1）这种极短的时间。本应是无的宇宙从 10^{-34} 厘米（比基本粒子还小）一下子扩大到1厘米以上。就好像一次跳跃完成了《10的乘方》中整个微观世界的旅程。

瞬间的巨大能量使宇宙变热，导致“大爆炸”。这个瞬间膨胀的过程就被称作宇宙膨胀。

摩尔法则

在电脑芯片的研发中又出现了另一个倍数游戏。在一个集成电路上能嵌入元器件的数量每18个月就会增加一倍，这被称作“摩尔定律”。这是英特尔公司的共同创始人戈登·摩尔（Gordon Moore）1965年提出的。元器件数量越多，处理速度当然就越快。

根据詹姆斯·巴拉特（James Barrat）所著的《我们最后的发明》（*Our Final Invention*, 2013）可知，1971年1个集成电路可以嵌入2300个元器件，而在大约40年后可以嵌入26亿个。然而，这也近乎达到了物理的极限。如蕾·伊姆斯所言，我们仍然可以通过把水平排列的集成电路垂直叠放，或者把元器件缩小至原子大小，从而使嵌入元器件的数量得到增加。即使这样，这个倍数游戏在2020年后就会达到极限，之后就要期待超过人类的人工智能了。这个话题以后再说。

还有一点，根据上述《我们最后的发明》一书，互联网的数据处理量也是每2年翻一番。2009年，谷歌互联网上的数据大约是500万TB，这相当于美国国会图书馆全部藏书的25万倍，而在2年后的2011年则增加到约50万倍。

舍罕王和西萨·班·达依尔

另外一个经常被用来比喻积土成山的倍数故事是古印度舍罕王的故事（我是从乔治·伽莫夫的《从一到无穷大》一书中看到的，这本书最初出版于1947年）。

舍罕王下诏重赏发明了类似国际象棋8格×8格棋盘游戏的大臣西萨·班·达依尔。达依尔来到国王的

面前，客气地请求道：“请在这个棋盘第1个格子里放1粒小麦，第二个格子里放2粒，第三个格子里放4粒，如此这般，每一格都比前一格多一倍，直到 $8 \times 8 = 64$ 格都填满，我就想要这个数目的小麦。”国王认为这个要求微不足道，便爽快地应允了，下令搬来一袋小麦。然而，那一袋小麦还没填到第20格就空了。尽管之后又搬来数袋小麦，可是袋子很快就又空了。舍罕王明白了，要填满棋盘上的所有格子是不可能的。

实际上，达依尔所要求的小麦数量，就是从第1格 2 的 0 次方开始到第64格 2 的 63 次方的所有数相加。这在数学上称为几何级数，其所有项之和可表示为 $2^{64} - 1$ 。按此计算，总计需要18,446,744,073,709,551,615粒，约1,845京粒麦子。1京是1兆的1万倍。按1粒麦子约0.03克计算，达依尔要求的小麦总重量将近5534亿吨。按照21世纪以来全世界的小麦平均年总产量6.2亿吨计算，则上面的数值约相当于900年的产量。

舍罕王得知达依尔所需要的小麦数量如此骇人听闻之后，是如何处理的呢？虽然有一种说法是，国王将自己财产的一半给了达依尔，但是估计对提出如此要求的人处以极刑才是国王的内心真实想法吧。达依尔明知数值如此巨大，如果他了解国王的性格，恐怕就不会提出这种要求了吧。只怕后悔也无济于事了。

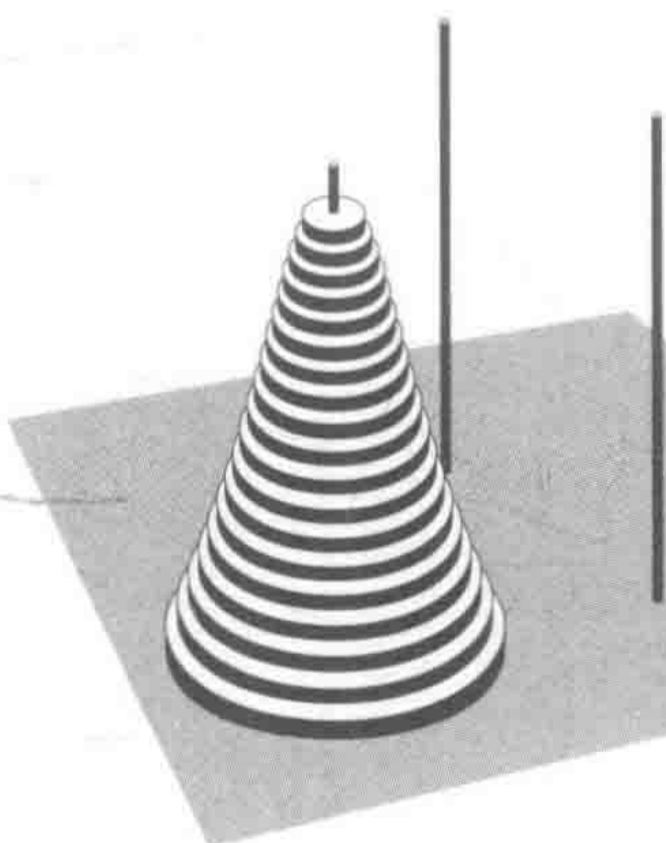
还有另外一种说法。这位国王十分机敏，虽然同意按要求褒奖，但是命令他届时要一粒一粒地数好后再拿走。如果按照每秒1粒的速度，也要1845京秒，即要耗费5949.4亿年。这次是国王技高一筹。

梵天塔

同样在伽莫夫的这本书里，写到印度僧人修行的话题时也出现了 $2^{64}-1$ 这个数值。在印度贝拿勒斯的某个寺庙中放置了一块黄铜板，黄铜板上插有 3 根宝石棒（高约 58 厘米）。在其中的 1 根宝石棒上，从大到小，呈金字塔状叠放着用黄铜制成的圆盘共计 64 块。它被认为是世界诞生之时佛陀所造，被称为“梵天塔”或者“汉诺塔”。* 僧人们通过移动这座梵天塔的圆盘修行。

修行的内容是，要保证只能将小圆盘摞在大圆盘上面。在这个原则下，每次将 1 块圆盘移动到其他宝石棒上，直到将 64 块圆盘移到另一根宝石棒上。据说这项修行完成后世界将会毁灭。按每 1 秒移动 1 块圆盘而且每次都毫无差错计算，与此前达依尔的小麦数量一致，共计移动 $2^{64}-1$ 次，所以也是需要 1845 京秒，约 5849.4 亿年。这远远超过了宇宙的年龄，可以说是近乎无限长的时间。

7步移动3个圆盘



* 有人说这是法国数学家爱德华·卢卡斯 (Édouard Lucas) 1883 年创作的故事。

下接白纸部分第 11 页

| | |
|---------------|---------|
| 引言 | 001-023 |
| 2 的乘方 | 001 |
| 10 的乘方 | 003 |
| 膨胀的宇宙 | 004 |
| 摩尔法则 | 005 |
| 舍罕王和西萨·班·达依尔 | 006 |
| 梵天塔 | 008 |
| 佛教的“劫” | 011 |
| 日本的倍数游戏故事 | 012 |
| 用 1 张纸到达月球的方法 | 014 |
| 1 张纸的厚度 | 015 |
| 256 面的书 | 016 |
| 擦书 | 017 |
| 抵达宇宙尽头的书 | 019 |
| 书是凸的还是凹的呢? | 023 |
| 参考文献 | 023 |
| 结语 | 024 |

| | |
|-------|---------|
| 2 的冒险 | 001-207 |
| 参考文献 | 208 |

2⁰

2 的冒险

POWERS of TWO

2¹⁰²

The thickness of 1 sheet of paper in this book is **0.16 mm**.

千叶哲也（绘图）和高森明雄（撰文）著《明日之文》



||
1

本书纸张厚度为 0.16 毫米，

厚度为