

理解科学译丛

丛书主编 曾国屏 吴彤 王巍

A Social History of Science:
From the Renaissance to the 20th Century


科学的社会史
从文艺复兴到20世纪

〔日〕古川 安 | 著

杨 舰 梁 波 译



科学出版社
www.sciencep.com



理解科学译丛

丛书主编 曾国屏 吴彤 王巍

A Social History of Science:
From the Renaissance to the 20th Century

科学的社会史
从文艺复兴到20世纪

〔日〕古川 安 | 著

杨 舰 梁 波 译

科学出版社

北京

图字：01-2011-3199 号

Kagaku no Shakaishi—Renaissance kara 20-seiki made

Copyright © 2000 by Yasu Furukawa

Chinese translation rights in simplified characters arranged with

Nansosha through Japan UNI Agency, Inc. , Tokyo

图书在版编目(CIP)数据

科学的社会史：从文艺复兴到 20 世纪/(日) 古川 安著；杨舰，
梁波译. —北京：科学出版社，2011.6

(理解科学译丛/曾国屏等主编)

ISBN 978-7-03-031185-6

I. ①科… II. ①古…②杨…③梁… III. 科学社会学 - 历史 - 世界
IV. ①N091

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 097467 号

丛书策划：胡升华

责任编辑：郭勇斌 黄承佳 / 责任校对：郑金红

责任印制：赵德静 / 封面设计：黄华斌

编辑部电话：010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 6 月第 一 版 开本：B5 (720 × 1000)

2011 年 6 月第一次印刷 印张：14 1/4 插页：2

印数：1—3 000 字数：271 000

定价：39.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换〈科印〉)

丛书序

当今世界，科学技术越来越成为引领和影响社会文化发展的最重要因素。在日常生活中，人们无时无刻不在跟科学技术打交道。

这是一个要求人们更全面地正确理解科学技术的时代，是一个要求更加自觉地弘扬科学精神、树立科学观念、运用科学方法和大力提高全民科学素质的时代，也是一个要求正确认识科学技术与人文社会科学、科学素质和人文素质的关系并促进二者和谐发展的时代。

我们应该如何理解科学实践？科学理论与科学实验的关系是什么？科学与技术的关系在今天发生了怎样的变化？如何理解科学技术与现代性的关系？究竟如何看待科学方法，科研中需要什么样的方法？理工科学生怎么从事科研？不同国家的科技发展各自又有什么特色？如此等等，都备受关注。

其间不乏争议甚至有许多的误解。无论是20世纪20年代发生的“科玄论战”，20世纪中叶的“两种文化”之争，还是20世纪末的“科学大战”，乃至国人关注的“东方文化与西方文化”的关系，以及一方面是全民科学素质偏低而另一方面却是科学被简单化甚至片面化地加以理解，这些问题，在深层次无不涉及我们究竟应该如何理解科学。

清华大学科学技术与社会研究团队（STS；Center of Science, Technology and Society, Institute for Science and Technology Studies）致力于推进更全面系统地理解和运用科学技术的工作，得到学界的承认，被评为北京市重点学科（交叉类）。正是在北京市“科技与社会”重点学科建设经费的支持下，并得到科学出版社的大力支持，我们选编出版《理解科学译丛》，将逐渐推出若干系列，从科学技术的哲学研究、方法论研究、史学研究、社会研究以及传播普及研究等多个视角，选择翻译国外的重要教材和著作，以飨有志于推进理解科学的有识之士和关心理解科学的广大爱好者。

《理解科学译丛》的出版，还被纳入并获得科技部“科技基础性工作专项”课题“创新方法的普及与培训工作方略研究”的资助。

曾国屏
2010年6月1日

中文版序

本书问世于1989年。当时科学史的通史性著作大都以科学理论或定律的形成过程为主线，而本书则力图从社会史的角度描述西方近代科学的发展。这一时期，从制度和社会视角上对科学史进行缜密分析的方法，恰好开始在西方科学史研究中盛行，这使作者有可能从最新的研究成果中，获取大量资料充实到本书当中。

细心的读者会注意到，由于作者本人的专业更偏重于化学史方面，因而在所摄取的材料中，化学史的内容要相对更丰富一些。十分荣幸的是，本书自问世以来受到了众多读者的厚爱。到目前为止，包括初版（1989）和增订版（2000）在内，在日本先后重印12次，印数达到万册以上。目前在日本的大学中，本书仍被作为教材广泛使用。本书问世20多年来，日本国内同类的著作尚不多见。这也使作者对本书作为一部入门著作，在教育过程中所发挥的作用而感到自豪。

最近，作者高兴地得知，本书即将由杨舰和梁波两位先生翻译成中文，从而有缘与中国读者见面。杨教授利用来日本访问的机会，同作者就书中一些细节的翻译深入交换了意见，并指出了若干印刷错误。译稿原本依据本书（增订版）第4次印刷的版本。由于在讨论中又发现了一些需要进一步订正的地方，我们决定在即将问世的中文版中，先使这些意见得到反映。而在今后日文版重印时，亦将进行相应的修正。借此机会，作者谨对本书中文版译者所付出的努力致以衷心的感谢。

如若本书中文版的问世，能多少增进中国读者对科学史的兴趣，作者将为此深感荣幸。

古川 安

2010年3月

中国語版に寄せて

本書の初版が出版されたのは1989年のことです。科学史の通史といえ、科学理論や法則の歴史が主流であった当時、社会史の視点から西欧近代科学の歴史を描いてみたいと思い立って書いたのが本書です。ちょうど欧米の科学史研究において制度や社会との関わりから科学の歴史を綿密に分析する手法が盛んになってきた時期でもあり、そうした最前線の研究成果も大いに取り入れて通史としてまとめました。賢明な読者なら気がつくと思いますが、私自身の専門が化学史であることから、おのずと化学史に関係する歴史的事象を豊富に取り入れています。幸い多くの読者を得て、本書は初版（計6刷）と増訂版（2000年刊、計6刷）を合わせてこれまで1万部ほど印刷されました。現在でも日本の大学の教科書として広く使われています。初版が出てから20年経過してもまだ類書がほとんどないことを考えると、本書は科学の社会史の入門書としての教育的役割を十分果たしてきたのではないかと自負しています。

本書がこのたび、楊艦と梁波の両先生により中国語に翻訳され、中国の皆様にも読んでいただくことができるようになったことを大変嬉しく思います。楊教授とは来日時にお会いし、細部にわたり表現上の質問や誤りの指摘をいただきました。翻訳に使用された底本は増訂版の第4刷ですが、さらに幾つかの修正すべき箇所があることが分かりましたので、翻訳書にはそれらをすべて反映させていただきました。このような立派な中国語版を完成していただいた訳者のご尽力に感謝いたします。

本書を通して、中国の読者が科学史への関心を更に深めていただくことになれば大変幸いです。

古川 安
2010年3月

增订版序言

本书问世已经10年了。其间重印过6次，并被选为大学公共课教材或研讨班的读本。除此之外，在一般的社会公众中，本书也赢得了广泛的读者，所有这些笔者都未曾预料并深感欣慰。来自科学家和科学史家的反响亦超出想象，美国科学史学会出版的权威学术期刊 *Isis* 上刊载的书评认为，本书“拥有译成英文的价值”。笔者以为，本书得到认可的主要原因在于，目前以欧洲科学的社会史为主题的通史型著作几乎还没有，而本书则汇集了近年来的科学史研究成果，并在此基础上研究、整理而成。

与10年前相比，今天科学社会史已经成为人们普遍关注的话题。最近的科学史研究中，社会史研究的趋向在不断增强，与此同时，研究的视角和切入点也多样化起来。在围绕个案的研究工作有了深入展开的同时，不容否定的是，历史的整体画面反而变得模糊起来。

在本次增订中，笔者主要将初版以来出现的相关文献补充到注释当中。考虑到对读者来说，注释兼有文献指南的功能，因而它也就成为本书作为入门读物的一个重要的支点。尽管无法事无巨细地将所有相关文献开列一张清单，但笔者终究将自己认为重要的近期出版的新文献列了进来。新版除对第十二章和终章的一部分作了必要的补充和修改之外，其余部分基本上维持了初版的原貌。再者，对于本书所未能探讨的科学社会史最近的研究动向问题，笔者尽可能地以注释的形式附记下来。即便如此，也或许会出现重要的遗漏和错误。在此笔者恳请读者不吝批评和赐教。

在本书增订版出版发行之际，承蒙南窗社岸村正路社长的多方关照。如果本书能对读者的求知与探索多少有些助益的话，笔者将为此深感荣幸。

古川 安
2000年3月

序 言

本书是一部以欧洲科学的社会史为主题的论著。迄今为止，不论是日本国内还是海外，科学通史出版物的数量都已不在少数。但不夸张地说，那些大都是以科学理论和概念的演变为主题的著述。就学习科学史而言，对于这种关于科学内容演变的历史，即科学的内史（internal history）的了解无疑是重要的。可是科学史不单是概念或理论的历史，它同时还是人类古往今来实践活动的历史。在这些活动中渗透着种种社会因素，由此而产生的科学与社会的相互作用、科学的社会和文化方面的历史进程，即科学的外史（external history）则无论对于人们理解历史中科学的生动形象，还是对于人们理解作为现代科学文明所依据的社会基础的历史形成来说，都是十分重要的。

笔者一直在想，如果有一部以科学的社会史为主题的、面向初学者的入门读物或概论性质的书该有多好啊。因此，当南窗社方面前来建议笔者编写一部科学史的入门读物时，笔者以此为契机，从上述考虑出发完成了这部以科学的社会史为主题的读物。

科学的社会史是一个相当宽泛的领域。本书将着重描述的是作为人的活动的科学是怎样与社会联系在一起的，由此所导致的近代科学的目的和性质发生着怎样的变化，从而发展成为今天的模样。与之相关，制度史方面的叙述也占据着相当的篇幅。在社会史方面，以往围绕着科学与社会的关系所展开的宽泛的议论，以及从片面的历史观出发建构起来的历史读物已不在少数。所幸的是，欧美学界这20年中（日本国内也逐渐地）立足于可靠的第一手材料，就种种不同的事件和现象所展开的缜密的社会史和制度史研究已经日益兴盛起来。本书除立足于笔者本人平日具体的研究积累之外，也尽可能地汲取了上述研究成果。从这个意义上来说，本书是站在众多研究者的肩膀上形成的结果。在本书的撰写过程中，笔者一方面对某些不可或缺的专题展开了深入地论述；另一方面，对于一些想要论述但考虑到全书的篇幅和内容上的平衡，也不得已进行了割舍，有些问题只能是粗浅地泛泛而论。当然，有些问题还由于作者本人的能力不足而未能深入论述。诸如重要的遗漏，描述不充分和错误等都可能存在，所有这些问题的责任，皆由笔者本人承担。本书还仅仅是一个粗略的草图，如果它能给读者同仁带来哪怕是些许的帮助，都将使笔者感到不胜荣幸。

在撰写本书过程中，笔者不论在文献方面还是书中的内容方面都得到了同仁

和同事们的宝贵指教。此处不再一一列举各位的姓名，谨借此机会向他们致以衷心的感谢。索引的制作承蒙川崎胜先生的帮助。最后对在本书的编辑中付出辛劳的南窗社岸村正路社长表示由衷的敬意。岸村社长对本书撰写工作的迟缓和困难始终给予宽容和理解，对本书的出版抱有极大的热情，在本书编辑阶段对笔者的近于苛刻的要求也总是尽快地予以满足。没有他充满献身精神的支持，本书是不会像现在这样面世的。

古川 安
1989 年 5 月

凡 例

1. 本书中出现的人物姓名，原则上在最初出处后的括弧内标记原文名（古希腊文、阿拉伯文和俄文姓名则一律用拉丁字母标记）和生卒年。君主、教皇、首相、总理、总统等，其生卒年以在位年代替，科学史家、历史学家、社会学家等的生卒年省略。

2. 本书中出现的组织、机构（学会、学校、研究所等）的名称，原则上在最初出处后的括弧内标记原文的名称。大学名称等特殊情况者除外，一般不标原文。希腊语原文用拉丁字母标记。

3. 正文中被认为重要的术语和历史专用名词，原则上在最初的出处后的括弧内标注相应的欧文。从上下文可以判断是何种语言的场合，起首处用古希腊文、拉丁文、英、法、德、意等加以标记，没有特殊标记者皆为英文。再者，古希腊文用拉丁文来标记。

4. 正文中引用的译文，有译著者原则上遵从已出版译著的译文，个别场合根据原文作了必要的调整。

5. 正文中使用的表格，分别注明数据的出处。未注明者系作者本人制作。

6. 图片的出处在全书最后一并标明。

7. 各章引用的文献在全书最后一并给出，其中包括供进一步学习和查阅的文献指南。

目 录

丛书序	i
中文版序	iii
中国語版に寄せて	v
增订版序言	vii
序言	ix
凡例	xi
引言 社会中的科学	1
西方文明的冲击与日本的应对	1
科学的社会视角——本书的着眼点	5
第一章 从两次文艺复兴走向近代科学	9
科学革命与古希腊科学的遗产	9
12 世纪的文艺复兴	10
意大利文艺复兴	13
第二章 基督教文化中的近代科学	19
培根的科学观	19
清教徒革命与近代科学	23
科学中的信仰动机——自然探究者之辩	25
制作机械的上帝	26
第三章 大学与学会	31
科学革命与大学	31
大学的起源与发展	33
学会的兴盛	36
伦敦皇家学会	39
法国皇家科学院	41
第四章 自然探究与技术	46
科学与技术的传统	46
为了科学的技术	50
为了技术的科学	54

第五章 启蒙主义与科学	56
“光之世纪”与无神科学	56
进步主义的兴盛	59
科学的大众化	60
梅斯梅尔催眠术	64
第六章 法国大革命与科学的体制化	69
法国大革命与科学	69
巴黎综合理工学院	71
拿破仑的改革	73
拿破仑帝制下法国科学的兴衰	77
第七章 德国科学的勃兴及其制度基础	81
法国科学的“衰退”与德国科学的“勃兴”	81
变革之路	82
研究型大学的出现	85
吉森的教育模式	88
高等工业学校的崛起	91
第八章 科学的专业化与职业化	93
科学的专业化	93
职业化的含义	99
工匠世界的变化——工科学者的诞生	101
科学的职业化进程	104
第九章 产业革命与英国科学	107
英国产业革命时期的技术与科学	107
从化学工业看科学与技术的融合	109
维多利亚前期的英国科学	111
第十章 美国产业社会中的科学	117
美国的大学和产业	117
产业的科学化——GE 与杜邦的基础研究	121
科学的产业化	126
第十一章 科学与国家主义	130
科学中的国家意识	130
万国博览会的反响	132
大学附属研究所的出现	134
面对国家间的“生存竞争”——帝国技术物理研究所的创建	138

恺撒·威廉学会的创立	141
第十二章 战争与科学	147
军事技术与科学	147
第一次世界大战与科学共同体的重组	148
化学战的出现	150
两次大战间的科学家们	153
第二次世界大战与原子弹开发	157
科学家的社会责任与战后世界	160
结束语 科学和技术反思的时代	163
环境·生命·生态问题	163
另一种科学和技术	167
站在十字路口上的科技文明	170
全书插图出处	172
注释	175
译后记	207

引言 社会中的科学

西方文明的冲击与日本的应对

1853年（嘉永六年）和接下来的1854年（安政一年），随着美国海军舰队司令佩里（Matthew Calbraith Perry, 1794~1858）率领他的舰队出现在日本的浦贺冲，美国人接连两次向日本当局提出了开放口岸和实施通商的要求。那些冒着黑烟急速航行的黑色庞然大物及其释放出的隆隆炮声，给人们带来了强烈的不安（图0-1）。经过努力，日美之间达成了和睦条约（《神奈川条约》）。缔约之际，双方为彰显各自的国威，举办了极具对照性的展览。佩里方面带来的是小型蒸汽机车和有线电报机，这些实物的现场演示引来了日方官员的一片惊叹（图0-2）。与之相对照，日本德川幕府方面向美方展示的是日本的大相扑力士，似乎要以此来炫耀日本也有不逊于外国的神奇壮汉。当时的情景，佩里日后在其《日本远征记》（1856~1860）中得意洋洋地作了如下描述：

那些“蒸汽机车和电报机”与日本官员们拿出的令人厌恶的展品（相扑力士）相比要文明得多，它带给人一种愉快的对照。使这个“半开化国度”中的人们看到：取代那种残忍的动物力量者，是科学与冒险事业的胜利。^[1]

从上述文字中可以读出，佩里乃至当初绝大多数欧美人对西方文明的强烈自负和对非西方文明的优越感。欧美人引为自豪的西方文明的力量源泉，的确来自于由蒸汽和电力所代表的近代技术。19世纪以来，正是它们在欧洲文明称霸世界过程中起了重要作用。

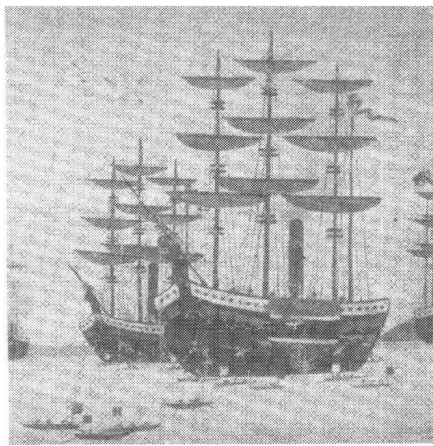


图0-1 近晴“武州潮田远景图”

1854年（安政1年）佩里二次来日时的黑船。当时的蒸汽船还是明轮式的，同时装备有风帆。上一年初次来日的黑船共有4艘，其中两艘军舰是蒸汽动力的，其余两艘军舰是普通帆船

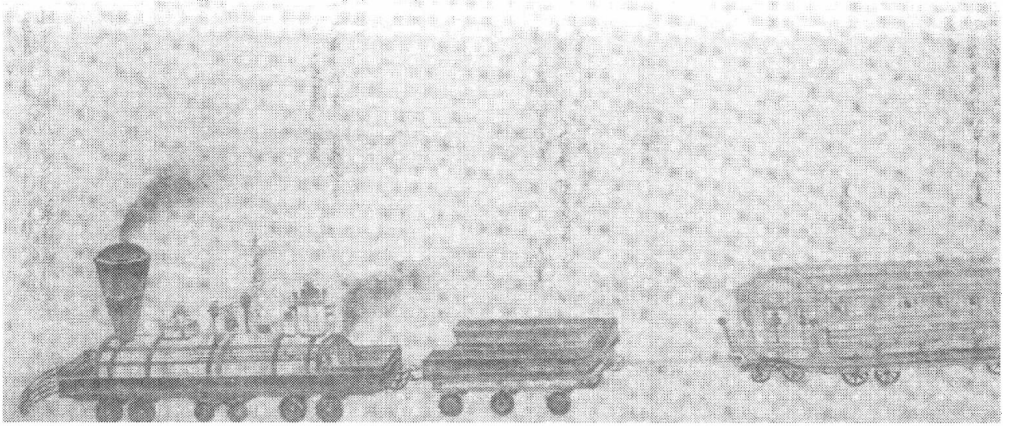


图 0-2 佩里带来的小型蒸汽机车

该模型是实物大小的四分之一，在铺设好的圆形轨道上跑起来，令幕府的官员们无比惊异。一个道貌岸然的官员爬上客车车顶，一边冲着以时速 20 英里行走的蒸汽机车傻笑，一边死死抓紧不放的情景，用佩里的话说，可真是滑稽

“黑船冲击”是幕府末期从闭关锁国时代走过来的日本人（用佩里的话说，就是那些“半开化的国度”中的人们）直接面对西方文明冲击的一个缩影。在用近代技术装备起来的西方列强压倒性的优势面前，日本被迫打开国门，力图将急速成长的欧洲科学技术和产业引进日本。这也是由于眼看邻国清王朝在同大英帝国的鸦片战争（1840~1842）中惨遭失败，从而自己也深感欧美列强的殖民地威胁，不得已而为之的举措。打开国门后的明治政府，在“殖产兴业”和“富国强兵”的口号下，将欧洲的科学技术及其相关制度引进本国。由此开始的日本近代化使这个非西方的社会在极短的时间内发生了世界史上无以伦比的巨大变化。

佩里来到日本时，19 世纪中叶的欧洲正处在产业革命高歌猛进的时期。欧洲技术在突飞猛进地发展，工厂生产实现了机械化，铁道在延伸，蒸汽轮船横渡了大洋，汽灯照明在都市中普及。1844 年，美国画家和发明家莫尔斯（Samuel Finley Breese Morse, 1791~1872）发明了电报机，在华盛顿和巴尔的摩之间进行了发报实验。佩里一行驾驶的巨大蒸汽轮船（佩里的旗舰萨斯喀那号，也是 1850 年才建造不久的 2450 吨级蒸汽明轮护卫舰，在当时堪称世界最大），以及他们作为土特产带来的蒸汽机车和电报机，都是当时的先进技术（在赠送的礼品中还包括银版照相机、柱形钟、来复枪、农具等）。当然，除电报机等产品外，当时欧洲众多的近代技术发明很难说都是已有科学知识的直接产物。它们更多是出自当时欧洲的工匠或工程师们的经验、创意和试行过程中的多次错误体验。尽

管当时的科学与技术在许多方面发生了关联，例如，在理论上，理性地对技术展开研究的学问即工程学（engineering）已经开始萌芽，科学家当中对技术问题抱有兴趣的人也不在少数。但像今天这样，以科学为基础而实现的技术，或者说通过系统地运用自然科学而达成的“科学化的技术”（scientific technology or science-based-technology，日语中通常使用的“科学技术”一词，与其说泛泛地理解为科学与技术，倒不如理解为上述科学化的技术要更贴切些）的出现，还是稍后的事情。即便如此，近代技术发展的原动力完全来自科学的进步这样一种公众印象，在19世纪中叶的欧洲已经相当普遍了。佩里将近代技术称为“科学”，也多少印证了这一点。

同样，在文明开化的日本人当中，西方科学留下的印迹与其说是纯粹的自然知识的探究，倒不如说更接近像蒸汽机、大炮和电报机这样一些实用性的技术。对传统的儒学、和学这样一些不讲实用的学问持批判态度的启蒙思想家福泽谕吉高度赞扬西方学术，在他看来，西方科学是一种“实学”，它以蒸汽动力和电力这样一些对社会有实用意义的知识为代表。在日本，science一词被译作“科学”并得到普遍认同之前，其对应的译法之一是“理学”。从对“理学”一词的用法上，日本人对科学的理解也可窥见一斑。与今天不同，明治时期的理学不仅包括自然科学，还包含着技术与工学。1877年（明治10年），日本最初的综合大学——东京大学成立之际，其理学部设有数学系、物理学与星学（今天的天文学）系、生物系、化学系、工学系、地质学与采矿系等，可见自然科学与实用技术在学科上是混同在一起的。1883年（明治16年）创建的理学协会的设立宗旨中，理学的定义也采取了同样的提法。^[2]的确，在明治时代的大约半个世纪中，日本对欧洲科学的接受，有着强烈的同技术相结合的色彩，科学通过技术这一媒介，成为改变社会的巨大力量。

于是，产生于明治时期的日本人的科学观——它的影响或多或少地波及到现在——超越了欧洲科学数百年的历史，其“作为一种结果的西方科学”的色彩十分浓厚。这一点，对于后来取代了“理学”，被人们普遍接受下来的“科学”一词的产生过程来说，也言不为过。在西方科学真正进入日本之前，日语中就连“科学”一词也不曾存在。最早将science译为“科学”的人物之一，是以创造出“哲学”、“理性”、“主观”、“客观”、“现象”、“归纳”、“演绎”等专门名词的译名而著称的哲学家西周（1829~1897）。1874年（明治7年），西周在《明六杂志》上发表了题为“知说”的论文。其中我们可以看到最早出现的“科学”一词（图0-3）。^[3]西周在该文中坚持选择了这个译法，其实有他自己的理由。因为它直接反映了19世纪下半叶潮涌般进入文明开化时期的日本的西方近代知识的最突出的特色或性格。此时的欧洲，近代科学的基础已经持久而牢固地

构筑起来，物理学、化学、生物学、博物学、地质学（这些词汇是幕府末到明治期间已经出现过的专门译名）这样一些分支已经形成了各自独立的学术领域。如果对这样一些领域给出一个总称，即是由各个分“科”所构成的“学”问。由此，“科学”一词便产生出来（在今天的中国、韩国和朝鲜，人们在同样的意义上使用着这个词，那也是日本输出的结果）。尽管在历史中使用假定法没有意义，但如果我们打个比方，假如人们面对的是欧洲 17 世纪的科学，像这样的翻译该怎样进行？想想这个问题也是很有意思的。多半人们会选择其他的方案。因为正如同英语和法语的 science 来自拉丁语的 scientia（“知道”）那样，在伽利略（Galileo Galilei, 1564 ~ 1642）、笛卡儿（René Descartes, 1596 ~ 1650）和牛顿（Isaac Newton, 1642 ~ 1727）所活跃着的那个时代的前一时期，科学本身包含着哲学和宗教思想，是一种尚未划分出界限，而涉及范围十分广泛的探索知识的活动。

以ハ害ヲ生スル者亦如何トモ爲ル可クナルナリ然レモ此種動學即水理
 學ニ於テ一タヒ之ヲ活用スル時ハ流下ノ性能水車ヲ運シ以テ百般ノ
 利用ヲ興シ又壓迫ノ性能水技ヲ奏シ激シテ噴泉トナシムヘシ其極
 此等凡百此性ヲ利用シテ能人閭ノ利便ヲ興ス者蓋枚擧ニ暇アラズ故
 ニ學ハ人ノ性ニ於テ能其智ヲ開キ術ハ人ノ性ニ於テ能其能ヲ益ス者
 ナリ然ルニ如此ク學ト術トニ其旨趣ヲ異ニスト雖モ然レモ所謂科學ニ
 至テハ兩相混シテ判然區別ス可クサル者アリ譬ヘハ化學ノ如ク大要
 分解法ノ化學ハ之ヲ學ト謂フヘク總合法ノ化學ハ之ヲ術ト謂フヘシ
 ト雖モ亦判然相分ツ可クサル者アルガ如シ今爰ニハ此等秘密ノ論ト
 雖モアラズ唯其學術相關スル所以ヲ明カシテ足レリ而テ本論ノ主旨ク
 凡百學術ノ組織結構スル所以ヲ論述セムトスルニ方リ尙一二言

图 0-3 明治 7 年，西周的“知说”中出现的“科学”一词（见圆形记号），尽管该词在这篇论文中只出现过一次