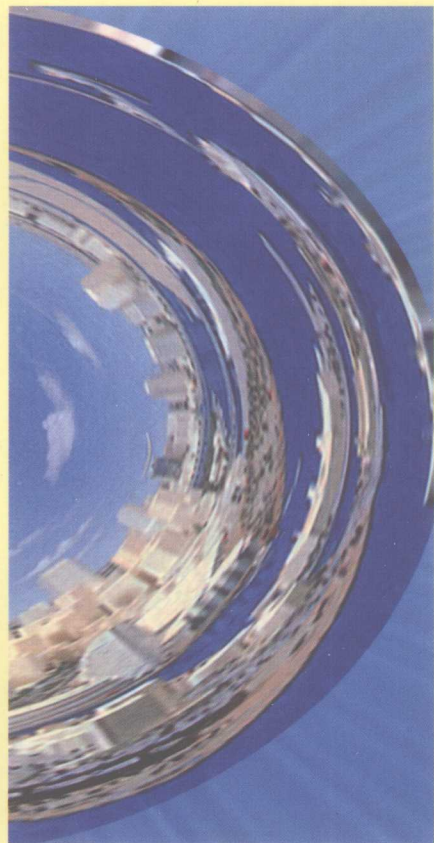


(日)未来预测研究会 著
本书翻译小组译

都市将变成这样

帮你看到30年后的城市



北京工业大学出版社

都市将变成这样

——帮你看到 30 年后的城市

(日) 未来预测研究会 著

本书翻译小组 译

北京工业大学出版社

著作权合同登记号：图字 01-2007-1304

图书在版编目 (CIP) 数据

都市将变成这样——帮你看到 30 年后的城市/ (日) 未来
预测研究会著；本书翻译小组译. —北京：北京工
业大学出版社，2007. 10

ISBN 978-7-5639-1774-7

I. 都… II. ①日…②未… III. 城市学-日本-普及读
物 IV. C912. 81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 054785 号

TOSHI WA KOU NARU

by MIRAI YOSOKU KENKYU KAI

Copyright © 2002 MIRAI YOSOKU KENKYU KAI

All rights reserved.

Originally published in Japan by RIKO TOSHO, Tokyo.

Chinese (in simplified character only) translation rights

arranged with RIKO TOSHO CO, LTD, Japan

through THE SAKAI AGENCY and BEIJING INTERNATIONAL

RIGHTS AGENCY CO, LTD

都市将变成这样

——帮你看到 30 年后的城市

(日) 未来预测研究会 著

本书翻译小组 译

*

北京工业大学出版社出版发行

邮编：100022 电话：(010) 67392308

各地新华书店经销

徐水宏远印刷有限公司印刷

*

2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

787mm × 960 mm 16 开 9 印张 187 千字

ISBN 978-7-5639-1774-7

定价：15.00 元

序 言

——致中国读者

在预测未来的时候，首先，我们想要告诉读者的是必须灵活运用“剧本”的方式。所谓“剧本”的方式指的是“现在”是如何在某种“驱动力量”的作用下成为“未来”的，详细内容在第一章中另有说明，其目的就是通过活用这种方法让读者能够直接感受到作者想要表达的内容。在这本书里最想展示给读者的是对未来城市情形的预测，因此与其逐一去验证这些预测结果是否准确，我们则更希望通过中国读者的眼睛来重新评估本书作者们所考虑的“变化的逻辑”。只有搞清楚了“变化的逻辑”，我们才可以去猜想将来向什么方向发展。这里想让读者体会到的正如我们在本书结论中所写到的那样，在这个时候才是考虑何为社会道义的时机。在向负面方向发展的“剧本”中读者会看到人们贪图眼前利益、消极地追求拜金主义所引发的恶果；而在向正面方向发展的“剧本”中则能看到理想与社会道义所带来的积极效果。我们希望在中国经济飞速发展的今天，读者能够为实现社会理想而承担更多的社会责任。

其次，我们希望介绍给中国读者的是，本书在出版时尽可能地收录了众多参考文献。我们在日本出版时把读者群定成普通市民、与城市基础设施（infrastructure）相关的国土交通省和地方政府的职员、总承包商（major construction company）及其他企业规划部门的各类人员。希望通过体会本书含义和“剧本”方法的内容，对这些人在独自考虑未来问题的时候起到一些作用。我也期待着这些文献对中国读者了解日本实际情况起到它们的作用，更重要的是想使中国读者能够利用“剧本”的方法收集中国的客观性重要资料。

最后，为本书能在中国翻译出版，谨代表7名作者对北京工业大学的老师及毕业生表示谢意。我们所受的教育告诉我们：我们的祖先是从中国来到日本的。利用这次翻译书籍的机会和中国读者进行交流，我感到十分荣幸。衷心希望本书的翻译出版能为中日文化交流发挥积极的作用。

原作者代表 原田享

前 言

日本未来城市治理技术研究机构 (research association for advanced urban infrastructure, 简称 AUI) 于 2000 年 1 月至 2001 年 3 月以“30 年后未来城市的预测”为课题组织专家研讨, 并对其研究成果进行总结, 在此基础上完成了本书。AUI 是一个对未来城市治理提出建设性指导意见的研究机构, 为了促进技术进步, 从展望下一代即 20~30 年后的社会状况出发, 研究和探讨了 this 课题。

专题研讨会的成员, 不仅要以公司职员的身份, 还要从一名普通市民的角度来参与讨论并提出意见。在这样的方针下, 以每月召开一次研究会的形式, 在一年多的时间里从各个角度对 30 年后城市的未来进行了展望。

专题研讨会的成员 (以日语 50 音图顺序排列) 如下:

淡路匡 (大阪燃气)、今泉勉 (鹿岛建设)、川畑一夫 (新日铁)、小池典夫 (日立制作所)、乡中正朗 (东京燃气)、重川直辉 (NTT)、关纯 (大成建设)、殿村保夫 (松下电器)、榑崎祐三 (荏原制作所)、长谷川嘉彦 (NEC)、原田享 (原 AUI 研究部部长)、星野亨 (大林组)。

此外, 为了使讨论能够顺利有效地进行, 还邀请了黛治利 (ICT) 作为主要联系人协助各个行业的成员进行研讨。

最初, 这项活动只是在 AUI 内部以筹划并讨论技术进步为目的的一项研究活动, 但是在进行研究的过程中收到了来自各个方面的意见。为了使这些意见能反映到今后的城市基础设施建设中, 成员们决定不再坚持将研究报告仅局限为内部资料的初期想法, 而决定将研究成果公开出版发行。

现在, 世界上有各种组织对科学技术、经济状况等问题进行未来预测, 甚至有人预言地球即将毁灭。这些预测各式各样, 五花八门。本书不只是对未来状况进行简单的预测, 而是将重点放在对未来的演变过程及其变化逻辑的演示上。研究成员真诚地希望读者在这方面给予充分的关注和理解, 希望本书对读者展望和思考未来有所裨益。

专题研讨会主任 川畑一夫

目 录

第一章 出发点	(1)
一、为何要预测 30 年后的未来	(1)
二、应该以怎样的视点去探讨	(1)
三、如何预测未来	(2)
第二章 能源	(5)
一、能源现状	(5)
二、能源领域的展望	(9)
三、城市基础设施中可利用的新能源——能源问题前途光明	(12)
四、实施新能源政策——从“水主火从”、“火主水从”到“新能源时代”	(14)
五、促进能源革新的动力	(16)
六、2030 年的能源状况	(19)
七、变化的逻辑	(20)
八、下一代能源领域的年表	(21)
九、2030 年的能源——“剧本”	(24)
第三章 环境	(42)
一、环境领域的全局观——21 世纪是环境的世纪	(42)
二、直击环境问题现状	(42)
三、城市环境的未来景象	(44)
四、驱使环境发生变化的力量	(48)
五、城市环境的未来与城市基础设施	(49)
六、变化的逻辑	(51)
七、下一代环境领域年表	(53)
八、2030 年的环境——“剧本”	(54)
第四章 信息通信基础设施建设前景展望——信息通信将走向何方	(62)
一、近年的变化——岁岁年年人不同	(62)
二、立足点——5 年翻一番，30 年后将会如何	(63)
三、用户对信息通信有哪些不满及如何解决	(64)
四、如何实现基本理念	(65)
五、未来信息通信基础设施将会带来什么——未来是否真能变得多姿多彩	(66)
六、信息通信的变化逻辑——“成也萧何，败也萧何”	(72)

七、设想的问题与答案——给对本章内容感到不满足的读者	(73)
八、信息通信——“剧本”	(75)
第五章 交通、运输	(85)
一、展望交通运输的未来	(85)
二、交通网的最合理化——快速、便宜、舒适	(86)
三、有哪些现存的问题	(87)
四、理想的未来状况	(90)
五、三个推动力	(92)
六、变化的逻辑	(92)
七、实际的变化——四个实例	(93)
八、下一代交通运输年表	(96)
九、2030 年的上下班状况——“剧本”	(97)
第六章 文化、生活	(107)
一、文化、生活的全貌——日趋多元化	(107)
二、现状分析——七个角度	(107)
三、理想的未来景象——如果能有这样的生活	(110)
四、文化、生活的推动力	(113)
五、已开始发生的变化	(114)
六、变化的逻辑——防患于未然	(116)
七、下一代文化、生活年表	(118)
八、时光跨越到 30 年后——两个“剧本”	(119)
附表 自创词语字典	(126)
作者简介	(129)
后记——以创作者的身份	(130)
译者后记	(132)

第一章

出发点

一、为何要预测 30 年后的未来

虽说时代已经进入了 21 世纪，但在经济及环境方面都还存在着诸多亟待解决的问题，整个社会仍使人感到相当的闭塞。正如著名的科幻作家伊萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）在其书中所述：令世人感到最为不安的莫过于未来将发生怎样的变化。我们会有一个光明的未来吗？——这种不安感正在四处蔓延。更有观点认为，正是对未来感到不安才导致人们会增加储蓄，减少消费，才引发了当前经济萧条的局面。

为了消除这种不安，人们便自然而然地对可以揭示未来的“预言”抱有浓厚的兴趣。开始是星座占卜、动物占卜、扑克牌占卜等类似的图书流行，随之而来的便是某某大预言等类似书籍在一时间迅速流传开来。如果这些“预言”告诉人们在未来世界里将要发生什么问题，我们就可以想方设法进行防范；反之，如果预言说将要发生什么好的事情，人们就可以满怀期望地生活下去。

因此，为了消除目前这种茫无头绪的不安感，为大家指明一条通向光明的未来之路，我们决定自己对未来作出“预言”，特别要对未来的城市基础设施建设问题进行探讨，使未来城市可以避免各类问题的发生，也针对我们应作好何种准备等问题进行深入的研究。

在开始这项工作之初，我们首先讨论了用怎样的时间尺度对未来城市基础设施进行预测和展望的问题。如果我们要谈论 100 年后的未来，大概给人们的感觉就像是在探讨一个遥远的梦想，实在是有些遥不可及。于是，我们又想如果我们把审视的焦点稍微拉近些会如何？可是现在关于 10 年后城市基础设施的计划都已经开始运作了，再进行讨论也毫无意义。因此，我们决定把研究的焦点延长到 20 年之后的未来，但是，我们并不是直接对 20 年后的未来进行预测，而是想首先描绘出 30 年后城市的面貌，然后在此基础上倒退 10 年，也就是以从现在开始 20 年后为时间基点，针对城市基础设施建设应该如何进行发展等问题进行一系列的探讨。

二、应该以怎样的视点去探讨

此番探讨是基于较为宽泛的视角，是针对未来城市基础设施建设将要派生出的种种问题以及对此应采取何种合理且有效的措施来加以解决为目的的。当然这并非政策性的探讨，而是从一个城市基础设施的普通使用者——一名普通市民的中立立

场出发，去审视和展望未来。

同时，为了更加具体、清晰地展现出未来城市基础设施的各个方面的全貌，我们决定将探讨对象的领域进行归纳总结。具体的顺序是：首先由大家分别提出从现在到未来会出现问题的事项；然后根据所提出的问题的性质进行分类归纳；最后讨论各组最具代表性的共同课题和领域。

讨论的结果是将能源问题放在了所有问题之首，这是因为能源是支撑我们人类生活的最基本的要素，是发展未来人类社会的生产力以及提高人类生活水平所不可缺少的重要物质之一；接下来又选定了同能源问题有着紧密关联的、最近成为世人瞩目焦点的环境问题；第三个问题是从光电子和网络技术的发展给社会带来重大变革的视点出发，将信息通信领域作为我们探讨的对象；之后是人类生产、生活中不可或缺的支柱产业——交通运输领域；最后，通过“人们今后将会过上怎样的生活”这样一种朴素的视角，针对今后将会出现的国际化及老龄化的生活方式等问题，将生活文化作为一个探讨的领域。

综上所述，我们的讨论将划分为“能源”、“环境”、“信息通信”、“交通运输”、“生活文化”等5个不同的领域。各个题目将由对各个领域最有研究的成员作为该领域的牵头人组织大家进行探讨。

三、如何预测未来

我们将采用“剧本”描述的手法来研讨未来问题，即设计出几个“剧本”（关于未来的故事），并且以这些“剧本”为基础，做成下一代的预测年表。另外，设立小专栏将那些曾在研讨中提出而没能收录到正文中的建设性意见和想法加以介绍。

1. 不同于单纯的预测

谈到思考未来问题时，人们总习惯使用“预测”一词，但是，此次所用的“剧本”描述法却和一般的预测有所不同。

一般的预测是指“从过去的延长线上向未来推进”这样一种概念，是以“未来是现在的社会、经济构造的持续延伸”这一前提为基础来进行未来预测的，而不是以周边环境发生“剧烈的趋势性变化”或“根本的构造性变化”为前提的。例如在探讨某种产品在今后5年间的销售额利润如何变化的时候，需要根据以前的销售额、利润曲线来进行预测，但是，在曲线图中读不出由于原材料的成本上涨导致利润锐减以及其他企业的竞争商品投放市场而导致销售额减少等可能产生的影响因素。由于有时会发生像大地震之类一般预测不到的事件，所以像这类伴随着发生根本性变化而产生的相应结果在预测未来的时候往往会被忽略。

另一方面，在“剧本”的描述中，从现在到未来的过程有多个阶段。关于从一个阶段能否发展到下一个阶段这一问题，我们是通过参考调查数据和综合工作组中专家的意见进行研讨的。其结果是使包括非线性的社会结构变化在内的未来预测成为可能。也就是说在现在这一时间点就已经将有可能发生的、甚至是几率不大的变

化的可能性也考虑在内了。

另外,“剧本”描述法并没有对想象出的“剧本”在实际中可能出现的概率作出准确的预测。因此本书各章中的“剧本”并不意味着未来一定会这样,而是说未来有可能会这样,关于此点望读者在阅读本书时多加注意。

2. 对各种影响力的探讨

影响从某种情况向另一种情况发展可能性的要素被称为影响力。正的影响力可以成为加速某种变化的“顺风”,负的影响力会成为阻碍某种变化的“逆风”。

在研讨“剧本”时,需要研究在各个领域中会有什么样的影响力,以及这种影响力所带来的结果。

城市基础设施的影响力包括“经济状况”,“政策、制度”,“自然变化”,“个人、社会的意识和价值观”,“技术的进步”等因素,如图 1-1 所示。

3. 沿着变化的逻辑走向未来

世界上所发生的各种事物必定有其原因和结果(因果关系),因此在完成剧本时也就要在其原因和结果的积累上编出故事。也就是说,不是随意凭空想象未来,而是首先要明确促进变化的根本原因是什么,然后结合理论研究下一步会发展到何种阶段,从而写出故事。虽然

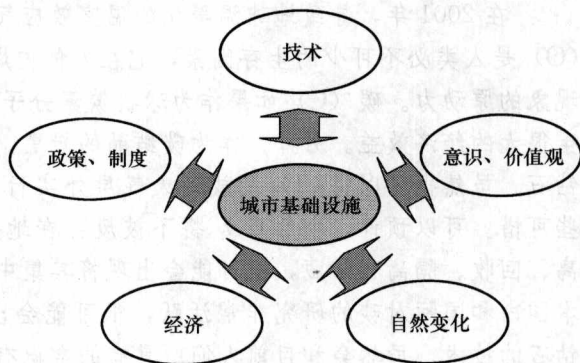


图 1-1 对城市基础设施带来影响的推动力因素

通向 30 年后的未来之路可能存在很多条,不能限定在一条道路上,但是如果遵从合理的判断标准,其变化的方向还是可以预见的。我们把这种合理的判断过程称为“变化的逻辑”。

具体来说,在某一时期首先选择出几个比较重要的影响力因素,然后确定出变化的逻辑,并沿着这一变化的逻辑描绘出各种各样的影响力,引出新的状况的流程图或时间表。通过在某一时期不断描绘出的流程图和时间表,又可以发现新的要素和逻辑,从而诞生出新的议题,再次进行剧本式的研讨。通过不断地重复这一过程最终归纳成为一个“剧本”的形式。

4. 关于“剧本”中出现的两种不同结果的版本

在研讨过程中出现了很多版本的“剧本”。为了表现出未来会出现的各种不同的可能性,我们有意识地描绘出两种不同结果的剧本。虽然由于领域不同情况也有所不同,但我们总结成“顺利型与突然变异型”、“先行解决型与事后弥补型”、“乐观型与悲观型”等各种不同的种类。

5. 只有人口的变化是未来唯一可以确定的因素

城市状况的变化与各种条件紧密相连,其中人口变化是预测准确率最高,也是各个领域中共同存在的条件。

世界人口的数量在产业革命前后 300 年间,由原来数百万年间的 6 亿人发展到如今的 60 多亿人。如果预测今后人口的变化情况,有一种推算为:2050 年为 100.2 亿人,2100 年为 111.9 亿人。然而 80 亿人口则被认为是人类得以维持发展的临界值。

在日本,2005—2010 年将迎来 1.3 亿人口顶峰,以后会逐渐减少。另外,据推测 2020 年 65 岁以上的人口将占总人口数的 25% 以上。

专栏 1 致力于技术开发

在 2001 年,导致地球温暖化的温室效应气体 CO_2 被视为公敌。可是氧 (O) 是人类必不可少的生存因素,它在人体内燃烧油脂和糖分,是 ATP 生命现象的原动力。碳 (C) 如果作为球状碳素分子和碳素纳米管被利用,可以产生很大的经济效益。另外,作为碳结晶的炭黑,如果和立方晶结合可以生成成为钻石。虽然也可以将 CO_2 投放到大气层外实行星际转移,但作为资源来说有些可惜。可以预计,今后 CO_2 将不被废弃在地底和海洋中,而是对其进行分离、回收、隔离和储藏,很可能会出现将其集中进行收集的专业公司。现在日本国内和国际对碳的研究非常活跃,很可能会出现更加简单的使 CO_2 转变成钻石的技术。虽然会和目前人们所具有的常识有些背离,但纳米技术已有所发展,能够控制立体的原子构造的技术一旦被确立,相信在下一代原子操作将有可能成为很平常的一项技术。

现在全世界的研究人员都在苦心寻找地球温暖化防治对策,而技术开发其实往往是在意想不到的地方被突破的。世界上许多诺贝尔奖获得者都是在预想以外的偶然发现中发明了新技术。真正的研究成果并不遥远,也许就隐藏在我们身边不易被发现的地方。

小池典夫 (日立制作所)

第二章

能 源

一、能源现状

(一) 国际能源的形势

美国加利福尼亚州因为出现电力危机，从 2001 年 1 月起开始实施计划性停电措施，致使约 100 万人的生活、工作受到了影响，如迫使工厂部分作业停工，信号和电梯等停运。而这些问题则是由于 1996 年电力自由化、1998 年发电与输电分离、发电公司批发给输电公司的“电力批发价格”的自由化、对一般家庭供电价格固定等诸多政策的实施导致在 2000 年夏天以后电价暴涨而造成的。

美国的电力批发价格在持续增长的同时引起了天然气价格的上涨。1999 年天然气在发电燃料中所占比重为 15%，10 年间上涨了 3 个百分点，因此这也成为促使以燃气作为主要能源的美国西部的发电公司因天然气成本增加而抬高电力批发价格的诱因。美国大力鼓励开采天然气的气田，但扩大燃气行业规模，加强燃气管道建设等，又需要投入大量的资金，在短期内增设项目比较困难。

美国在 1979 年的三英里岛（TMI）事故后，由于加强安全规范、增加成本投入等原因，因此没有投入建设新的核能发电厂。最新的核电站还是在 1973 年开工并经过 20 多年的建设，于 1996 年 5 月竣工、运转的。而没有建设新的核电站所造成短缺的电力可以根据实际生产率得以补偿，实际生产率平均在 80% 以上的效益好的核电站批准使用年限从 40 年延长到 60 年，此外，美国政府，还关闭了那些运转不良的核电站。

布什政权颁布了新能源政策。为解决电力不足的问题，建议每年建设 65 座发电厂，其中有几座为核电站。发电效果出色的核电站发电成本低、竞争力强、利润大，从而使公众能以更加积极的态度对待核能发电，核能发电出现不断向前发展的态势。迄今为止，从核电站使用后的核废料中提炼出能作为核武器材料的钚，将其再次作为燃料使用的方法，从核不扩散的立场出发是不应被采用的，但再处理的问题也是值得探讨的课题。

英国的布莱尔政权也将视点放在了防止温室效应的问题上，在着手重新研究国家能源计划时，为了减少温室效应的气体排放也开始积极研究建设核电站。

日美及欧洲七国正在共同着手开发、研制运转安全、性能高、核废料排放少的下一代原子反应堆。2015 年下一代原子反应堆将完成主要技术的开发，在现有原

子反应堆使用寿命结束前的 2030 年达到实用的水平。发电功率高、核废料难以应用于武器、构造简单、建设费用低廉、不易产生放射性污染是下一代原子反应堆开发研制的目标。

欧盟 (EU) 与俄罗斯已经就从俄罗斯进口天然气、原油等资源的相关政策问题达成了一致。EU 受到原油价格上涨的影响,正努力脱离依靠石油输出国组织 (OPEC) 束缚的体制,而俄罗斯通过引进 EU 开发能源的外资可达到推动经济改革的目标。此外,俄罗斯还积极利用原油、天然气的供给进行能源外交,与亚洲各国及阿塞拜疆等国家在开采矿物资源和石油、天然气的供给方面达成了协议。

(二) 国内能源的形势

日本电力自由化始于 1995 年 12 月。通过修改《电力事业法》,以电力投标的方式使很多新兴企业参与发电,由电力公司出售。从 2000 年 3 月大型电力企业开始零售自由化,电力公司、燃气公司、商社、外资之间开始了激烈的竞争。但是,日本的 10 家电力公司在地区垄断的基础上已经形成发送配电为一体的体制,因此与其说是自由化,不如说只是部分的自由化而已。自 1973 年的石油危机以来,以脱离石油为目的而建设的核电站到 2000 年 8 月已经有 52 台进行运转(其中包括新型转换反应堆的 ATR“普贤”研究反应堆)。

虽然电力公司的目标是到 2009 年底兴建 20 座核电站,但是因受选址困难、德国废除核电站等放弃核电站因素的影响,最终只保留了 13 座大型核电站的建设计划。另外,因 1995 年的钠泄漏事件而停运的高速增殖反应堆——“文殊”在实际运行上遭遇困难,原型反应堆只被作为国际合作型的研究基地而发挥着作用。

自 2001 年 2 月起,东京电力决定冻结新建发电站的各种计划(核电站不包括在内,但实际上推迟了一年),计划完成时间原则上延长了 1~5 年。伴随着经济的低速发展,电力需求呈现低迷状态。电力自由化导致许多新的电力企业加入这一行业,使竞争更加激烈。如果按照这种现行计划发展下去,就会导致建设过剩。这种现象令人担忧。

(三) 电能源构成现状

1998 年,由于推行了尽可能不使用石油的政策,使得石油火力发电比例已经降至 11%,而核电却增加到 36%。另外,随着近年来为防止地球温室效应而限制排放二氧化碳的呼声越来越高,天然气的需求也增至 25%。同时,煤炭和水力分别占有 15% 和 11%,比例略有下降。火力、水力、核能、新能源等发电设备的构成比例以及使用相关设备发电的电力总量构成比例(1999 年)如图 2-1 所示。图中也对 2004 年和 2009 年的能源构成比例进行了预测。

(四) 核电^[1-6]

日本国土狭窄,自然资源贫乏。为了确保能源的稳定供给和逐步摆脱从国外进口能源资源的现状,开发出一种可稳定自给自足的准国产能源资源,不仅是要尽可

能地摆脱对石油的依赖、节省能源，而且是要从考虑成本的基础上对能源供求进行重新计划，因此进行了运用于和平利用范围内的核能开发。到 2000 年底已占电力发电总量的 36%，预计到 2010 年底设备能力将达到 6 185 万 kW。

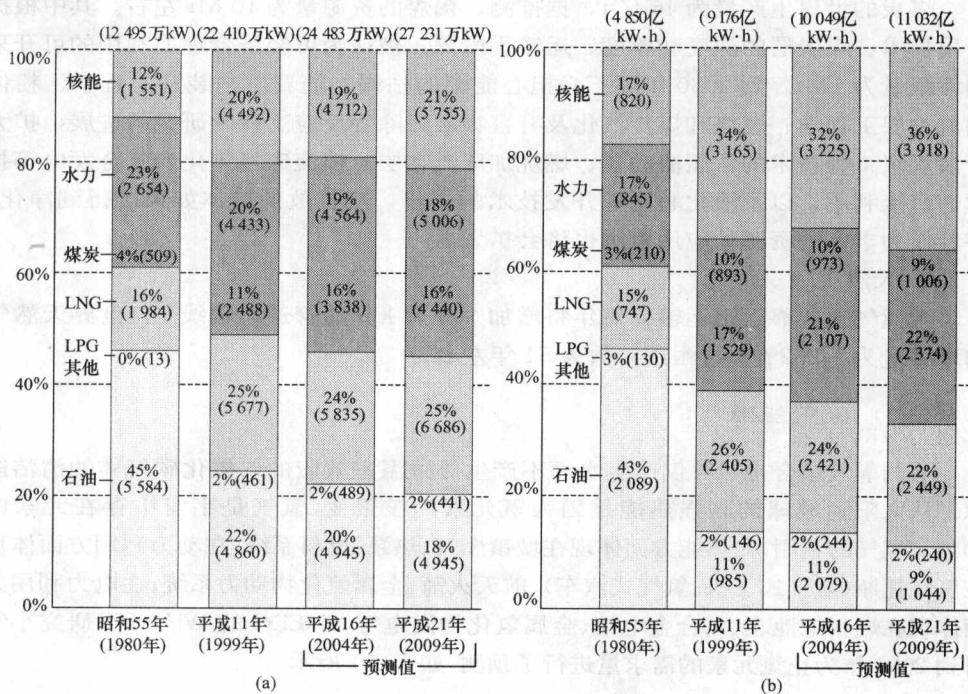


图 2-1 能源构成比例

(a) 根据能源种类的发电设备构成比例；(b) 根据能源种类的发电电能构成比例

注：图中数字因四舍五入可能出现合计偏差。

资料来源：电力企业联合会《电气事业的现状（2000—2001 年）目录》。

用于普通反应堆、使用对核电站燃烧后的废弃核燃料再处理而提取出来的钚和铀混合所产生的“MOX（混合氧化物燃料）”的方法，即 plutonium thermal use 方式，计划到 2010 年底使用在日本国内 16~18 台现有的核电站上。

在高水准放射性废弃物中，不仅含有高放射能，而且还有半衰期达到 1 000~100 万年的原子核素。即使其放射性能有所衰减，但是持续时间仍然很长。因此，日本不仅确立了放射性废弃物的分离和消减处理等下一代的技术革新，也开展了对于否定“放射性废弃物的最终处理是没有洗手间的公寓”说法的研究。

(五) 化石能源^[5,7,9-10]

1. 石油

据说石油的埋藏量有 1 461 亿 t 之多。由于一年的石油消费量为 33 t，因此通

过单纯的计算便可知道石油的使用年限只有 44 年左右。因而在 2030 年即石油枯竭前的第 15 年，正是一个石油代替燃料成为主燃料的燃料变革期。

2. 煤炭

煤炭的世界生产量为 46 亿 t，据推测，褐煤的资源量为 10 Mt 左右。其中根据开采技术、煤炭层的深度和厚度、运输手段等，被认为可经济合理地利用的可开采的埋藏量为 1Mt。到 2030 年还不必担心能源的枯竭，随着工艺装置工程学、粉体的流动层工程学、燃烧和煤炭汽化及有害物质去除等反应工程学研究的进展，扩大清洁煤炭工程技术的常压流动层、燃烧加压流动层、喷流床气体化的复合发电等技术的直接利用，以及液化利用等开发技术的进步，所排放的气体如果能得到净化，将其作为丰富的资源的应用范围也将会扩大。

3. 天然气

天然气主要靠管道运输，每年将增加 300 万 km 的管道运输线^[4]。世界天然气的埋藏量为 1 262 亿 t，耐用年数为 51 年左右。

(六) 氢气能源^[11-15]

氢与氧气结合是一种仅产生水而不产生导致温室效应的二氧化碳气体的清洁能源。从太阳到地球的高强热能是因为氢元素的核聚变，氢气是宇宙中存在元素的 90%。氢气的利用，在热能方面体现在城镇燃气、热泵、燃料系统；在动力利用方面体现在氢气托瓶（氢气式飞机、氢气式汽车）、航天火箭、金属氢化物动力系统；在电力利用方面体现在燃料电池、贮氢合金电池、金属氢化物发电等。NEDO 的 WE-NET 研究小组对到 2030 年为止氢元素的需求量进行了预测，如表 2-1 所示。

表 2-1 2030 年氢气需求预测 (WE-NET)

项 目	累计值	氢气需求量/ (亿 Nm ³ · a ⁻¹)			氢气技术利用的前提
		2010 年	2020 年	2030 年	
燃料电池汽车	2010 年: 8.8 万辆 2020 年: 405 万辆 2030 年: 797 万辆	0.7	30.3	59.7	1998 年: 保有量 7 000 万辆, 生产量 590 万辆; 2005—2010 年: 预计燃料电池汽车的生产量将占新车产量的 0.1%; 2010 年以后: 预计燃料电池汽车的生产量将增长 1%
业务用燃料电池及氢气柴油发电	2010 年: 664.9 MW 2020 年: 1 773.2 MW 2030 年: 1 773.2 MW	25.5	68.1	68.1	从 2005 年开始到 2020 年的 16 年内, 更换柴油机热能供给系统 (其中含民用 407.5 MW, 产业用 1 365.7 MW, 合计共 1 773.2 MW) (法定使用寿命为 15 年)
民用燃料电池	2010 年: 0.3 万 MW 2020 年: 100 万 kW 2030 年: 150 万 kW	0.1	34.6	51.9	潜在的设备规模 1 000 万 kW。 2020 年: 潜在设备规模的 10%; 2030 年: 潜在设备规模的 15%

续表

项 目	累计值	氢气需求量/ (亿 Nm ³ · a ⁻¹)			氢气技术利用的前提
		2010 年	2020 年	2030 年	
风力+ 燃料电池	2010 年: 10 万 kW 2020 年: 20 万 kW 2030 年: 20 万 kW	3.5	6.9	6.9	假设 2010 年风力设备 100 万 kW, 实际利用率 25%, 系统连接 15 万 kW。2020 年将达到 2 倍
氢气燃烧 涡轮机	2010 年: 0 万 kW 2020 年: 0 万 kW 2030 年: 761 万 kW	0.0	0.0	233.4	1996 年电源设施: 20 788 万 kW。 火力发电站中的 12 180 万 kW 将被部分代替
合 计		29.8	139.9	420.0	

资料来源: NEDO《平成十二年(2000 年)度氢气能源等关联技术开发委员会预备稿集》。

二、能源领域的展望

(一) 能源的长期预测^[8,16-17]

在下一代城市中所使用的能源将有哪些变革呢? 在这里, 我们将尖端技术进一步发展后的技术称为下一代技术^[18]; 在未来的日常生活中所利用的主要的能源结构称之为下一代能源。

经历了 1973 年和 1979 年两度石油危机之后, 人类开始采取大量的措施以减少对石油的依赖度并节约能源。1973 年对石油的依赖度为 77.4%, 到了 1998 年就已经下降到 11% (对化石燃料含 LNG、煤炭的依赖度增至 52.3%)。

从 1996 年日本通产省召开的产业构造审议会上所总结的案例来看, 如果继续采用现行的节省能源、新能源利用的方案, 一次性能源的供给量预计以年均 1% 的速度增长, 新能源的供给量为 2%。另一种观点认为, 在加强能源利用政策改革的前提下, 一次性能源的供给量年均增长率将变为 0.7%, 新能源的年平均增长率达 7%。到了 2030 年, 新能源的利用将达到 11%。

笔者认为, 即使非常乐观地来看, 也无法达到通产省对于下一代能源 2030 年的预测数值。以电能源开发基本计划为蓝本, 资源能源调查会预测了 2010 年的电源能源供给量的数据, 在此基础上我们进一步预测了 2030 年电能源发展的前景(见表 2-2)。另外, 基于 1999 年能源需求供给量的实际数据, 我们也预测了 2030 年能源的需求量和供给量(见表 2-3)。在该预测中, 新能源增至占能源供给总量的 3% 左右。

表 2-2 以电能源开发基本计划为基准的电力供给变化预测

万 kW

发电类型		2000 年	2010 年	2030 年 (预测)
水 力		4 478 (19.5%)	4 810 (17.7%)	5 474 (15.2%)
火 力		13 943 (60.9%)	16 274 (59.8%)	20 936 (58.2%)
化石 燃料	煤 炭	2 922 (12.8%)	4 413 (16.2%)	7 395 (20.6%)
	LNG	5 722 (25.0%)	6 696 (24.6%)	8 644 (24.0%)
	其 他	5 300 (23.1%)	6 165 (19.0%)	7 895 (21.9%)
核 能		4 492 (19.6%)	6 185 (22.7%)	9 571 (26.6%)
未 确 定*		0 (0.0)	-39 (-0.1)	
合 计		22 913 (100.0%)	27 229 (100.0%)	35 981 (100.0%)

* 预计将被停止使用达到使用期限的原子反应堆。

资料来源：《经济产业省资源能源厅综合资源能源调查会》发布的电能源开发基本计划。

表 2-3 能源供求的预测分析 (基于新预测结果所作的 2030 年预测)

(原油换算百万 kl)

项 目		1999 年 实际情况	2010 年预测		2030 年 (变化预测)
			至 2001 年 3 月	2001 年 3 月 (新预测)	
需求 (消费)	产 业	197	192	187	169
	民 用	105	113	126	145
	运 输	100	95	96	89
	合 计	402	400	409	422
供 给	石 油	308	291	280	255
	煤 炭	103	92	136	186
	天然气	75	80	82	95
	核能	77	107	93	122
	水力·地热	22	27	21	19
	新能源等	7	19	10	15
	合 计	593	616	622	675
由能源释放出的 CO ₂ 排放量 / Mt (与 1990 年度对比)		313 (8.9%)	287 (0%)	307 (6.9%)	296 (3.1%)

* 表中需求指能源消费量，供给指一次性能源供给量，包括输电、配电的损耗。

资料来源：综合资源能源调查会发布的《经济产业省资源能源厅综合资源能源调查会的综合部会及供求部会发布的能源供求预测》。

(二) 能源的最佳组合

基于便利性和环境等方面的考虑，为了充分发挥各类能源的优势，将各种能源有机地组合成一种能源的“最佳组合”是非常必要的。为此，我们必须重新审视能源的需求问题。除采取传统的降低对石油的依赖度、节约能源等措施外，还需考虑到成本，以及包括核能利用在内的均要达成电力能源“最佳组合”的问题，这是解决未来能源问题的关键。