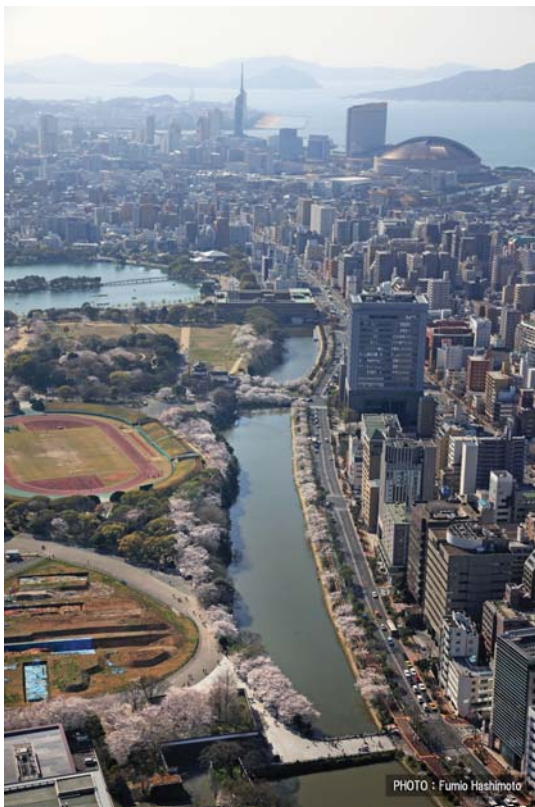




1978 年时的福岡市
(因严重枯水南畑水库露出湖底(右)和
市民接受供水车供水(上))



现在的福岡市

福岡市的自来水技术

～战胜缺水困难～

福岡市水道局



福岡市の自来水技术

目录

1) 福岡市の概况	
～一个没有江河大川的城市～	P 2
2) 水资源开发	
～多样化水资源开发，战胜缺水困难～	P 3
① 源开发的历史	P 4
② 域外引水(福岡地区水道企业团)	P 4
③ 农业用水管道	P 4
④ 水淡水化设施(福岡地区企业团)	P 5
⑤ 扬水式水库	P 5
3) 建设节水型城市	
～有效利用有限的水资源～	P 6
① 用水(再生水等)的利用	P 6
② 水调整系统	P 7
③ 供水管道基础建设	P 8
④ 防止漏水	P 8
⑤ 向市民宣传	P 9
4) 安全优质的水	
～为客户供应可靠的自来水～	
① 自来水水源培育林的整備	P 10
② 水质管理	P 11
③ 高度净水处理	P 12
④ 环境管理系统 (ISO14001)	P 13
⑤ 开展环保工作 (引进可再生能源等)	P 14

1) 福岡市的概况 ～一个没有江河大川的城市～

福岡市是位于日本西南部的一个重要城市，人口约 150 万，面积约 340 平方公里。

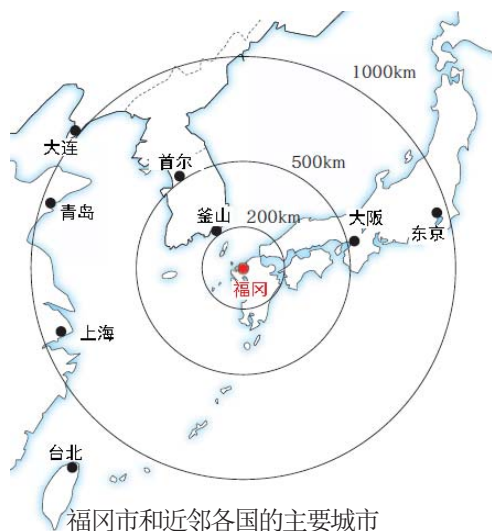
从福岡到日本国内主要城市(大阪、东京等)的距离和到东亚主要城市(釜山、首尔、上海、北京、台北等)的距离，几乎都在等距离的范围内，所以国际航线的定期航线比较多，处在一个与亚洲各国交流的最佳位置上。

自古以来，福岡市就因距离亚洲大陆和朝鲜半岛较近而作为一个大陆文化交流的门户得以发展繁荣。

福岡市的概要

(福岡市市政概要 2012 年度版(人口及户籍数为截至 2013 年 2 月的数据))

位置	东经 130° 24' 06"	面积	341.7 平方公里
	北纬 33° 35' 24"	年平均气温	17 °C
人口	1,496,066 人	年降雨量	1612 mm
户籍数	732,910 户	产业事业所总数	73,601 事业所
人口增长率	约 1%/年	市内总生产	6.63 万亿日元

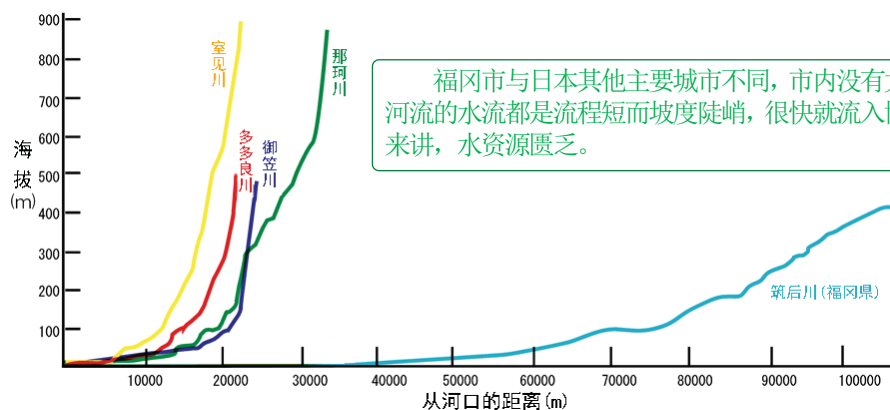


福岡市和近邻各国的主要城市

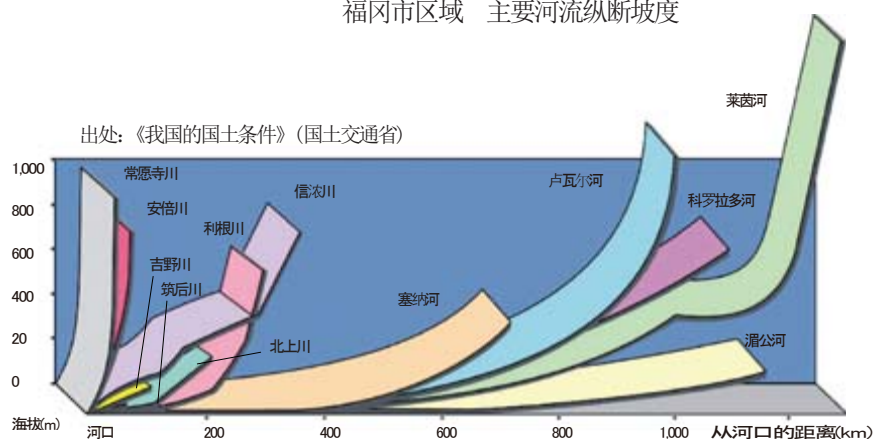


福岡市的地形简图

福岡市位于半月形的福岡平原之上，北临玄界滩，有由海中道和丝岛半岛合抱而成的博多湾，南依脊振山地，东部为三郡山地所环绕。流入博多湾的河流有多多良川、御笠川、那珂川、室见川、瑞梅寺川等，但都是小河流。

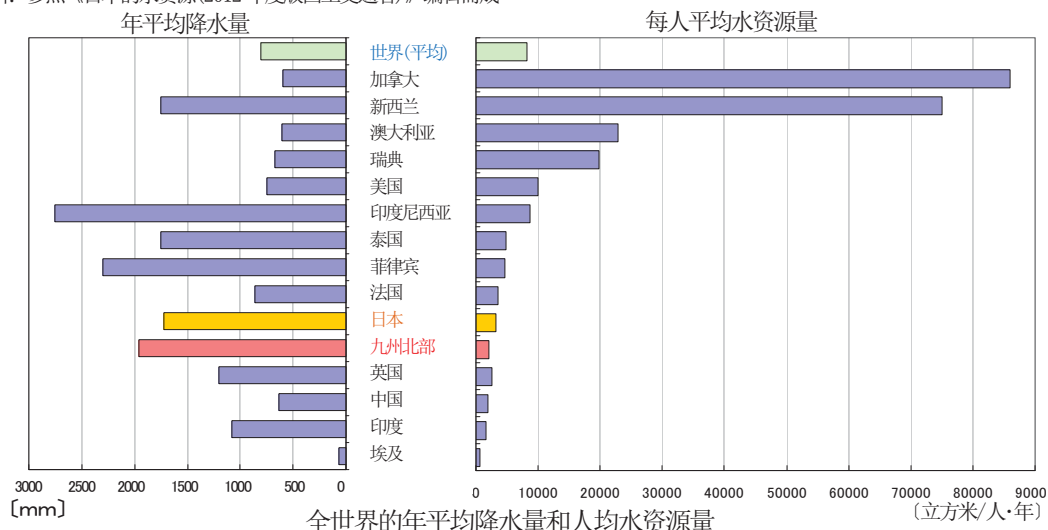


福岡市区域 主要河流纵断坡度



世界主要河流与日本河流纵断坡度的比较

资料：参照《日本的水资源(2012 年度版国土交通省)》编辑而成



另外，福岡市(九州北部)，人均水资源量(降水量和蒸发量之差乘以地域面积，再除以地域人口所得出的数值)比较少，从全世界来看，也是一个水资源严重匮乏的地区。

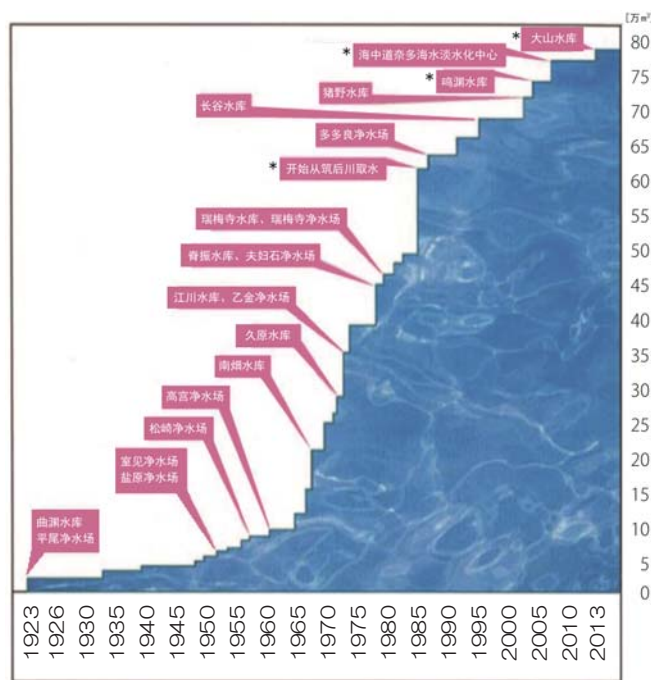
2) 水资源开发 ～多样化水资源开发，战胜缺水困难～

①水源开发的历史

在福岡市，自 1923 年开始自来水事业以来，为了应对因人口增加等带来的水需求，反复对自来水设施进行扩充，至今为止已经实施了多达 19 次扩充改造。

福岡市在 1978 年和 1994 年因异常少雨而发生了严重缺水问题，不得不长时间地实行限制供水，给市民生活造成了重大的影响。

我们以这些经验为教训，不仅抓好近郊河流新的水源开发，而且，还集思广益，锐意进取，开创了多项日本国内史无前例的水资源利用的好办法，例如建设扬水式水库、挖掘现有水库的湖底、有效利用农业用水(农业用水的管道化)等。



※标记为由福岡地区水道企业团负责的供水

福岡市水源开发的历史

②流域外引水(福岡地区水道企业团)

在由福岡市以及近郊市町组成的福岡都市圈范围内，同样也面临着严重的缺水问题。

鉴于这样严峻的缺水问题，由福岡都市圈的事业团体(当时为 4 市 18 町，现在为 9 市 7 町)于 1973 年成立了“福岡地区水道企业团”。

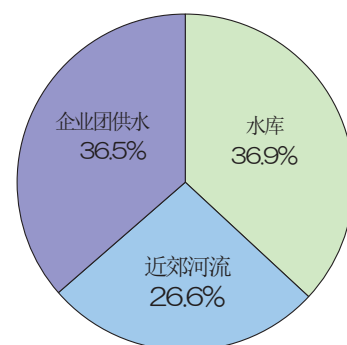
福岡地区水道企业团为了从福岡都市圈外的大型河流筑后川取水，在有关部门的合作之下，修建了 3 个水库(江川水库、寺内水库和合所水库)以及福岡导水工程，并于 1983 年开始取水。



水源及引水和送水设施概要图

现在，福岡市每天使用的水量(日平均供水量)大约为 40 万立方米，其水源主要来自三个方面：8 个水库、近郊的河流(多多良川、那珂川、室見川)、福岡地区水道企业团的供水(筑后川以及海水淡化设施等)，从三处各取水大约三分之一。

上述取水被送至 5 家净水场(多多良、乙金、高宮、夫妇石、瑞梅寺)以及福岡地区水道企业团的牛颈净水场，然后向市内地区供水。

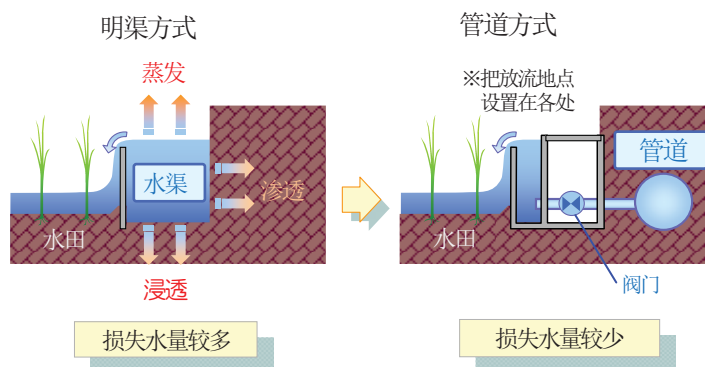


按水源划分的取水比例
(2007~2011 年度 5 年间的平均值)

③农业用水管道

福岡市自 1968 年开始，在利用明渠方式从那珂川汲取农业用水的地带，通过将农业用水的引水蒸发方法由过去的明渠式方式转换为管道（管道方式），减少了明渠方式因蒸发和渗透所造成的水量损失，进而把这部分水量有效地运用于自来水用水。

因农业用水管道而带来的效果
每天最大 70000 立方米(开发水量)



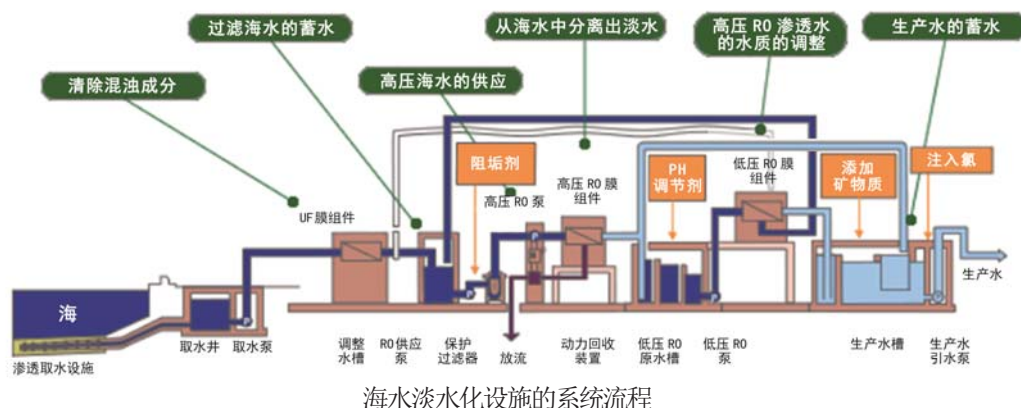
农业用水管道化的效果

④海水淡水化设施(福岡地区水道企业团)

福岡地区水道企业团作为福岡都市圈的新水源，于 2000 年开始着手进行海水淡水化设施的基础建设，事业总投资约 408 亿日元，并从 2005 年起，日本国内最大的海水淡水化设施开始运转，日淡化水量最大为 5 万立方米(其中分配给福岡市水量(事业批准)为 16400 立方米)。通常开发修建一座水库需要数十年的时间，与此相比，海水淡水化设施只用了 5 年时间就开始供水。



海水淡水化中心(福岡地区水道企业团)



<海水淡水化设施的特点>

- 渗透取水设施：在海底的海沙中埋设取水管道，这样海底的海沙就成为过滤层，除去垃圾和不纯物质。
- 高回收率：通过改良后的高压 RO 膜，把以往 40%左右的回收率(淡水/海水比)提高到 60%左右。
- 减少环境负荷：不要的浓缩海水和水处理中心的放流水混合后，使其达到与海水同等浓度后放流回大海。

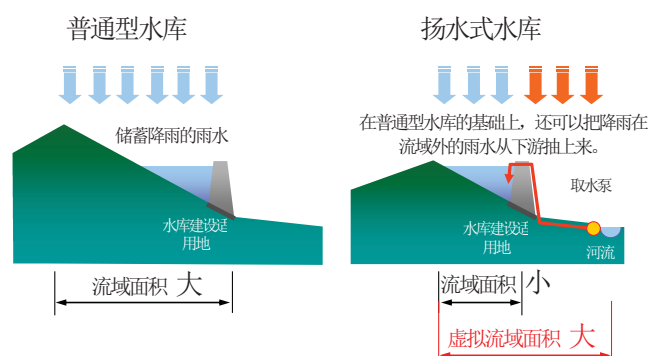
⑤扬水式水库

长谷水库和久原水库是福岡市的重要水源，这两座水库是日本全国少有的以疏水为目的的扬水式水库。

扬水式水库在河流流量较为丰富的时期，从河流下游把水抽上来，储存到水库里。由于受到水库建设适用地的限制等，即使是流域面积(蓄水面积)较小的水库，也可以通过扩大虚拟性的流域面积，实现在枯水期时更有效地利用水资源。

<长谷水库>

有效蓄水容量：4,850,000 立方米
最大扬水能力：100,000 立方米／天



扬水式水库的效果

<参考>福岡市水道事业数据(2011 年度)

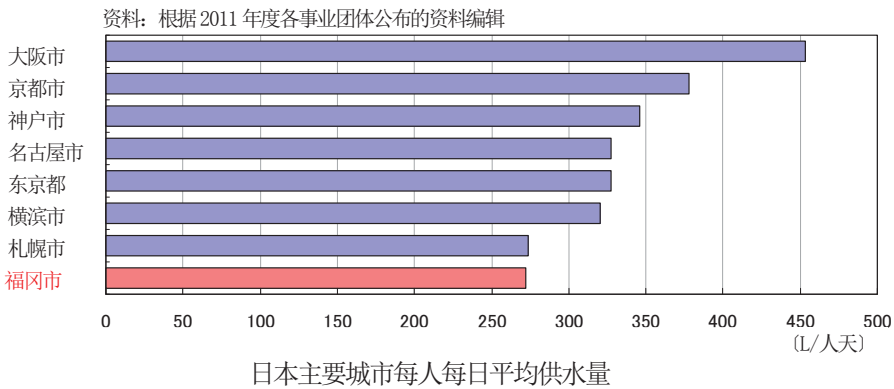
行政人口	1483052 人	自来水普及率	99.5 %	全年有效水量	142,215,970 立方米
供水区域内人口	1,479,900 人	下水道普及率	99.5 %	有效率	97.2 %
供水人口	1,472,300 人	全年供水量	146,321,200 立方米	全年收费水量	140,325,939 立方米
行政户籍	724,286 户	每日最大供水量	434,000 立方米	收费率	95.9 %
供水户数	802,992 户	每日平均供水量	399,785 立方米	设施能力	764,500 立方米

3) 建设节水型城市 ～有效利用有限的水资源～

福岡市于 1979 年制定了《福岡市关于节水型水利用等的措施纲要》，此后，考虑到不稳定的降雨情况和不断增加的用水需求，对该纲要进行了修改，并于 2003 年，在日本国内率先实行了《福岡市节水推进条例》。

根据这一条例，针对建筑面用水量较少积超过 5000 平方米(再生水供应区域内为 3000 平方米)的大型建筑物，要求设置杂用水道的义务和指定使用节水型的 2 厕所等。市民和事业团体及行政部门团结一致，努力做好“节水型城市建设”工作。

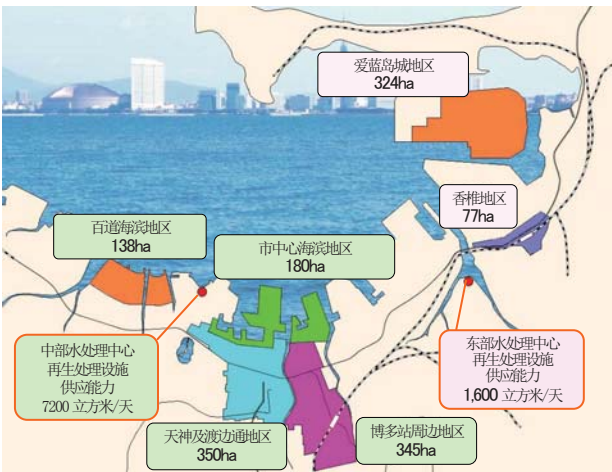
福岡市每一个人所使用的日平均水量(一人一天平均供水量)为 272L/天 / 人(截至 2011 年)，在日本主要城市中属于最低水平，由此可以看出市民有很高的节水意识。



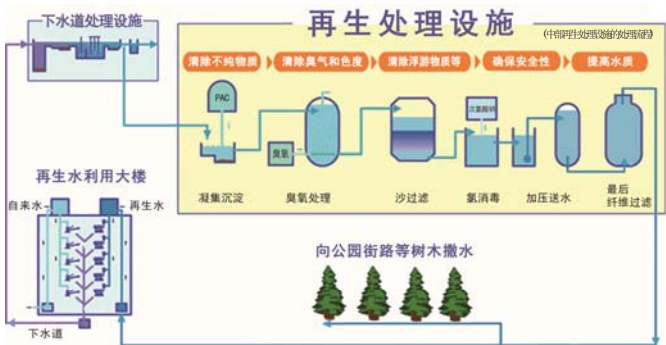
① 用水(再生水等)的利用

作为创建节水型城市的一环，福岡市正在大力做好杂用水道的普及工作，把使用过的水做净化处理后再利用于厕所冲洗水和喷散水等用途。

杂用水道有几种类型，有在建筑物内处理“杂排放水”后再利用的个别循环型，也有利用由再生处理设施供应的“再生水”的广区域循环型，还有利用“雨水”等的非循环型。



福岡市再生水供应区域
(供应对象设施：建筑面积超过 3000 平方米以上的大型建筑物等)



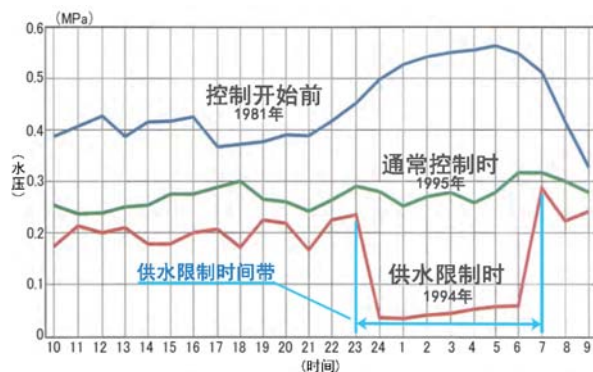
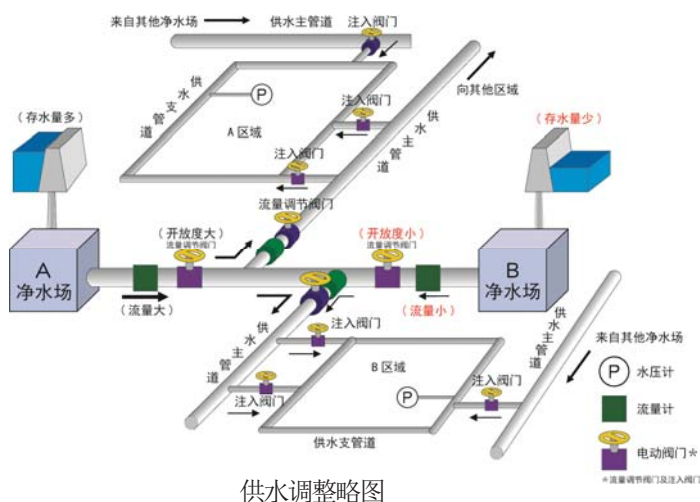
再生水供应系统(广区域循环型)

② 水调整系统

福岡市于1981年在日本全国首先开始运营“水管理中心”，用以管理从净水场到水龙头的水流量和水压。设立水调整系统的目的有两个：

- 不受地形性高低差的影响，公平而稳定地向市内所有地区供应自来水
- 通过水源的多系统化，采取各净水场不同的应对水源状况的措施

该水管理中心把市内所有地区的供水网划分为21个区域，通过83处的流量计和122处的水压计对所有区域实行24小时制的监测，并根据遥测仪传送来的信息，通过对177处电动阀门遥控操作，对于时刻变动的流量和水压进行实时的集中控制。（截至2013年4月）



水压调整时间序列表

●流量调整(净水场之间)

各净水场之间的互相调整，是通过监测安装在供水主管道上的流量计来操作电动阀门，对流量进行调整的。

●水压调整

各划分区域分别设置有几个水压计和电动阀门，通过监测水压来操作电动阀门，调整水压使其保持最佳状态。

水压调整的效果

如上述序列表所示，各区域的水压根据需求量，可以常时维持合适的水压，跟水管理中心成立之前相比，供水管内的水压减少了0.1~0.2Mpa左右。

（水压受使用量时间变动的影响，通过适度地保持水压来控制流水量。）



水管理中心中央控制室



设置在步行路上的遥测仪

③ 供水管道基础设施建设

为了让居民稳定而放心地喝上净水场供应的水，有计划地进行供水管道基础设施的建设。在基础设施建设中，采用统一标准的强度和耐久性优良的延性铁管，外面套有聚乙烯套管，以防止管道的腐蚀，由此可以保证长久的耐久性。

（福冈市供水管道总长：3935 公里（截至 2011 年度））

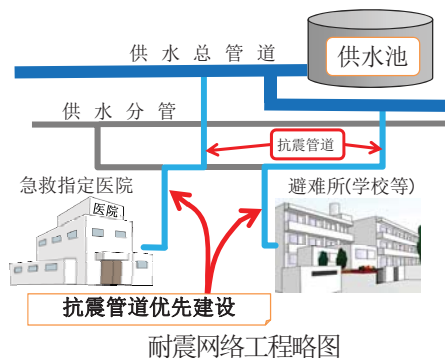
福冈市的供水管道基本建设是以下述两项为基础。

(1) 供应更安全更好喝的水

如果供水管道老化的话，则管道会渐渐腐蚀，因而造成漏水和混浊水。为此，我们根据管道的老化程度和管道线路的重要程度等情况，安排优先顺序来进行更新。

(2) 推进防震抗震措施的实施

所有工程都采用了抗震性好的管道，同时还实施耐震网络工程建设，对作为地震发生时避难场所的中小学校和急救医院和急救指定医院等设施的供水路线进行抗震施工。



供水管道架设工程的情景



既能够抵御地震时的外力(压缩和拉伸)，又可以随从地盘的变形而柔软变化的抗震管道。

(3) 均衡供水和高效率的水资源运用

努力搞好供水管道的基础设施建设，根据各地区的水使用情况，可以从 5 个净水场进行均衡地供水；搞好供水池的基础建设，用于暂时储备自来水。

④ 防止漏水

在地面上无法了解地下是否有漏水和漏水地方在哪儿，但可以通过听地下的声音来探知漏水情况。我们用这种“听”的方法来调查，及早发现并修理漏水，做好有效利用水和防止二次灾害的工作。

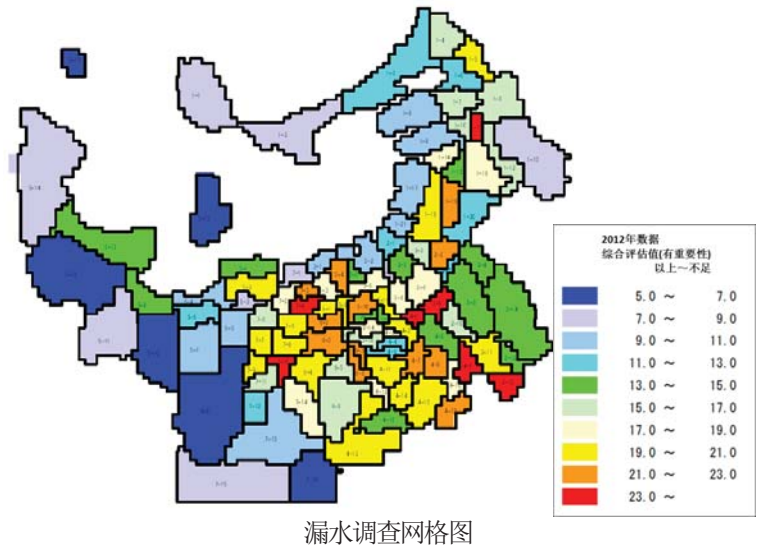


调查漏水时的情景

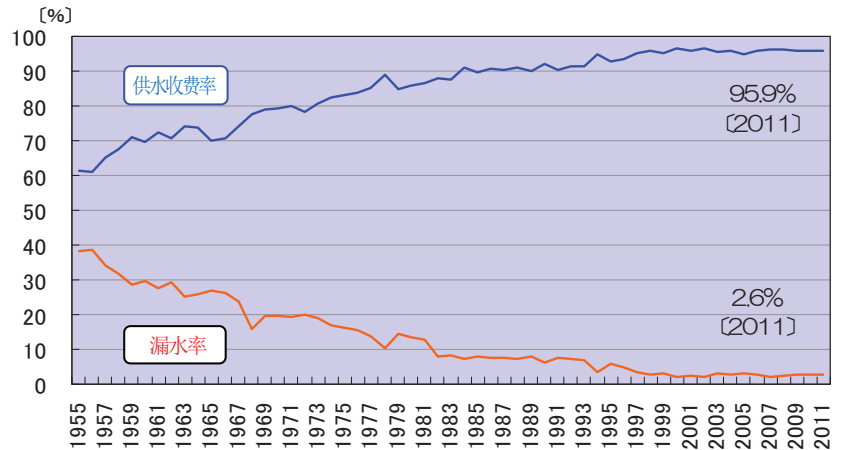
市内所有区域划分为250 网格单位, 分析以往供水管道事故记录、漏水数据、旧供水管道使用年数、铅管供水管道的残存件数、管内水压、土壤腐蚀性等数据, 对“漏水危险度评估”(每4 年1 次), 将漏水危险度分为三等级评估, 并按照危险度高的顺序, 以1 年1 次(60%)、2 年1 次(32%)、4 年1 次(8%)的周期实施漏水调查。

调查内容根据“漏水危险度评估”, 以供水管道总长2907km 为对象, 挨门挨户地进行听音以及阀门开关听音调查(2370km)以及相关式调查(537km)。

此外, 由于漏水件数的 9 成来自于供水管道, 所以为了更好地防止漏水, 我们在努力做好老化供水管的更换工作。



通过这些供水调整系统, 计划性供水管道基础设施建设和漏水防止措施等, 现在, 福冈市漏水率下降, 供水费收费率保持着较高的水平。



福冈市供水收费率及漏水率的变迁

⑤ 向市民宣传

(1) 宣传活动

1978 年的枯水是一场大的灾害, 同时也给人们提供了一个重新认识“水之宝贵”的机会。为了不让这种体验被淡忘, 福冈市于1979 年把6 月1 日指定为“节水日”, 并制定了以水循环为设计图案的“节水象征标识”。每年以节水日为开始之日, 在从6 月到8 月使用水特别多的时期, 开展“珍惜水”的宣传活动。同时还通过水道局向所有户籍居民散发宣传报、发行面向小学校社会课的课外读物、举办自来水设施参观学习会等贯穿于全年的宣传活动, 努力做好“珍惜使用有限的水”的节水型城市建设的宣传工作。

(2) 通过节水筑造的市民水库

如果福冈市全体市民每人每天节约1 小桶水(10 升)的话, 则1 年大约可节约540 万升的水。对于地形上缺少水资源而极大依赖于市外地区水源的福冈市来说, 每一个市民都有一颗珍惜用水之心的话, 则这种心境就会化作一座“市民水库”, 成为贵重的水资源。同时, 这跟大规模开发水资源具有同样的效果, 是节水型城市建设的重要一环。

4) 安全优质的水 ～为客户供应可靠的自来水～

① 自来水水源培育林的整備

(1) 市内自来水专用 3 水库的水源培育林建设

为了提高市内自来水专用水库曲渊、脊振以及长谷 3 蓄水区域的水源培育功能，以防止因乱开发等造成水质的污染为目的，福冈市自 1980 年起，开始取得山林。

同时，于 2004 年，制定了《福冈市自来水水源培育林整備计划》，按照该计划，我们正在做有计划的森林基础设施建设工作。



清水荡漾的野河内溪谷(曲渊)

(2) 与市民互动共建(保护自来水水源培育林)

我们与以保护培育水源培育林为目的而聚集在一起的市民“水源林志愿者※1”以及以社会贡献为目的而参加“水源森林建设共建事业※2”的企业和 NPO 等联合行动，积极推动水源培育林的保护活动，以滋生出安全而甘甜之水。

※1 水源林志愿者

市民志愿者。通过福冈市水道局的培训，掌握森林养护所需要的知识和技能，开展宣传活动，向市民广泛宣传水源培育林的保护活动及其重要性，加深市民对水源地区的了解。



由水源林志愿者参加的水源培育林植树造林活动(曲渊)

※2 水源的森林共建事业

企业和 NPO 等民间团体为了社会贡献，都积极地参与森林保护活动。该事业就是把水道局将所拥有的水源培育林作为活动场所提供这些团体。



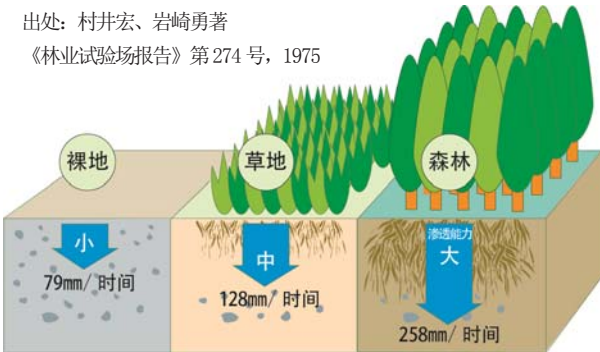
由企业的员工及其家属参加的水源培育林的保护活动(曲渊)

水源培育功能是指什么？

通过森林所拥有的保水能力，把降雨的雨水储存于土壤之中，以缓和洪水及枯水。

而且，通过森林的净化能力，可以为我们提供干净而甘甜的饮用水。

出处：村井宏、岩崎勇著
《林业试验场报告》第 274 号，1975



水源培育功能的结构

② 水质管理

福州市把水库和河流提取的水在 5 个净水场进行净水处理。由于作为水源的多多良川、那珂川、室见川河流距离短而流量较小，所以很容易受到来自流域的流入物质等的影响。另外，在水库中还有因营养丰富藻类而带来的臭气物质发生等问题。因此，我们在严格监测原水水质变动的同时，还在水库使用空气扬水筒以控制藻类的增殖，在多多量净水场引进了臭氧及颗粒状活性炭的高度净水处理设施等。

同时，在以往所做这些工作的基础上，我们认为：还应该对从水源至自来水水龙头之间有可能出现的风险做预测和分析，各相关部门开展合作，认真做好细致入微的对应预案。为此，我们于 2011 年 3 月制定了《福州市水安全计划》，并于 2011 年 4 月起开始运用。

(1) 福州市水安全计划的特征

对于有可能发生风险的地点，做事先调查，对联系体制和应对方法制定预案，有助于一旦发生问题时采取迅速而正确的措施。

●风险的设想及分析

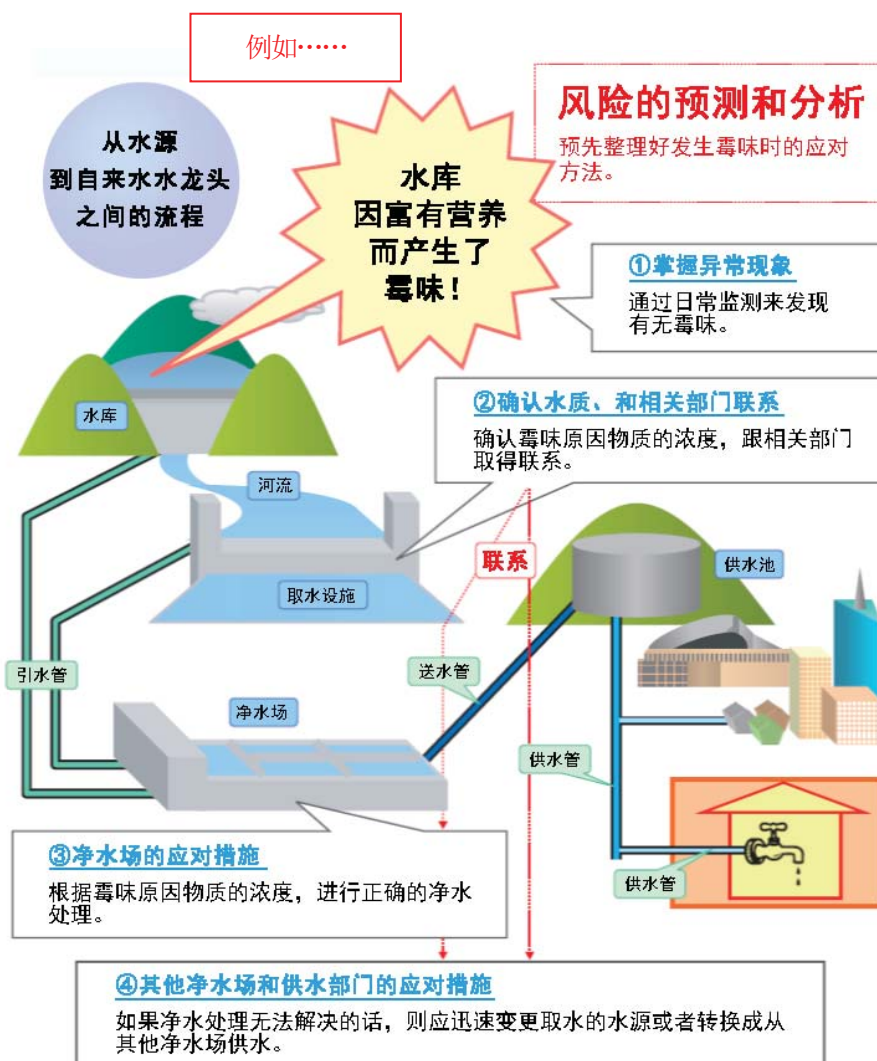
充分运用以往积累起来的经验，对于可设想到的风险发生频率和对自来水影响的大小程度做事先分析。

●细致入微的应对措施

预测风险发生时水质的变动，并做数值化显示，根据不同阶段，整理出应对措施。

●加强相关部门的合作

对于风险发生时的联系体制和应对方法，制定预案，并在相关部门间共享。



风险的设想及分析

(2) 水质调查

为了供应“安全放心的饮用水”，我们在努力完善高度检查机器的基础建设，并提高维修检查和检查人员的技术水平，实施准确而精度高、确保可靠性的水质检查。我们每年都制定水质检查计划，规定水质检查项目、地点和频度等，同时还公开发表检查结果，积极致力于公平且透明度高的水质检查。

同时，在做水质检查的时候，从水库和河流等水源到供水，对各检查要点都进行严格的检查，实施细致的水质管理。

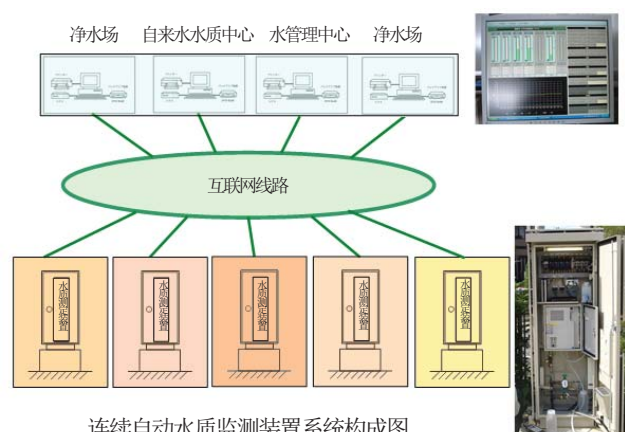
<水质检查的检查要点>

- ①水源：水源是否受到污染
- ②接收井：是否是优质的原水
- ③沉淀池：清除沙和尘垢的凝集沉淀处理是否顺利
- ④过滤池：是否已过滤成为透明的水
- ⑤供水：是否是符合水质标准的安全水

(3) 连续自动水质监测装置(供水区域水质监测功能的完善充实)

福岡市在供水管道上设置有“连续自动水质监测装置”，该装置可以自动连续测定供水管道里的残留氯、色度、浊度，把数据送往各净水场和水管理中心及自来水水质中心。

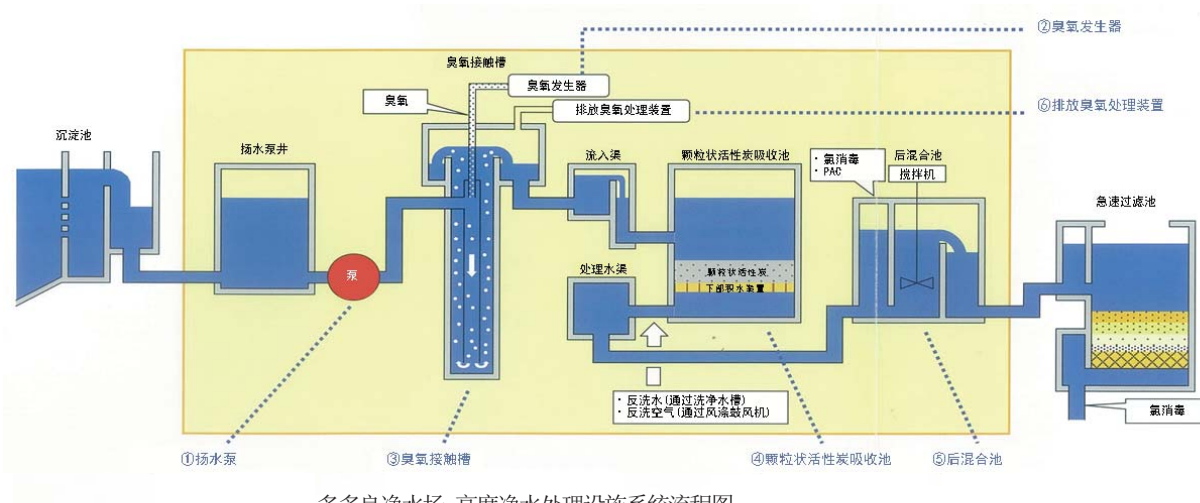
由此，不仅能够及早发现水质事故，而且还可以更精细地调整氯浓度，从而实现降低残留氯浓度。



连续自动水质监测装置系统构成图

③ 高度净水处理

福岡市的各净水场都采用“急速过滤方式”作为净水处理方法。但是，在多多良净水场主要水源的多多良川的原水中，与市内其他河流相比，包含有较多的有机物，为了清除因此而产生的三卤甲烷和霉味，多多良净水场自 2005 年起，引进了“高度净水处理设施”，每天可以进行最大 61000 立方米的高度净水处理。



多多良净水场 高度净水处理设施系统流程图

高度净水处理设施

高度净水处理设施以处理用通常的沉淀和过滤净水处理方法无法清除的物质(霉味物质、造成三卤甲烷原因的有机物质、阴离子界面活性剂等)为目的，由臭氧处理设备和颗粒状活性炭吸收处理设备组成。

<臭氧处理>

通过臭氧(O_3)强有力的氧化力，可以分解处理有机物质和臭气物质等。

<颗粒状活性炭吸收处理设备>

通过颗粒状活性炭所具备的吸收能力，可以吸收处理臭气物质、有机物质、阴离子界面活性剂等。

※设施的特点

臭氧接触槽通过采用下方注入方式从而节省了空间。颗粒状活性炭吸收处理设备通过设置在氯处理的前阶段，在颗粒状活性炭层中繁殖微生物，以达到预期的生物处理效果。

④ 环境管理系统（ISO14001）

我们以持续改善环保措施的实施为目的，于2002年引进了环境管理系统，并于2002年取得了国际标准ISO14001的认证。

福州市水道局环境方针

〈基本理念〉

最近几年，因全球变暖、臭氧层遭到破坏等，出现了地球范围的环境问题。以异常缺水和水质污染等形式，也极大影响了我们珍贵的水资源。

为此，福州市水道局正在努力开展工作，在上述环境问题的背景之下保护对市民来说无法欠缺的水资源，在保护对维护水资源极为重要的丰富的自然环境的同时，还要将传递水的珍贵切实地传递给下一代。

环境目的及目标(2012 年)

(1) 事业活动中的环境负荷减轻

- 实施减少能源使用量和推动能源有效利用的政策措施
 - 按照计划书对净水场中的电力使用量进行控制
- 在公共设施施工中实施环保措施

(2) 节水

- 实施节水(防止漏水)措施，维持收费率 95%以上
 - 通过供水调整系统来进行适度水压的管理以及调整

(3) 水源地区的森林保护

- 实施提高水源培育功能的政策

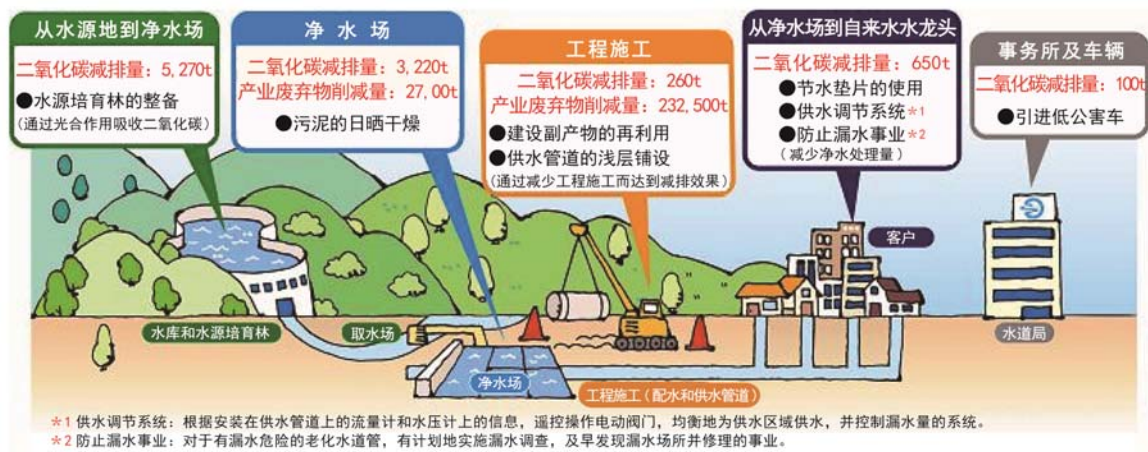
由竹林向阔叶树林地的转换、森林间伐细腻化修剪作业、设置作业道、水源林志愿者培训结业者活动次数、取得自来水专用水库周围水源培育林用地

(4) 办公事务所活动中的节约能源和节省资源

- 减少用电量
- 减少空调气使用量
- 减少复印纸使用量

(5) 引进新能源

- 小水力发电设备(瑞梅寺净水场)
- 太阳光发电设备(夫妇石净水场)



环保效果(二氧化碳削减量)(2011 年)

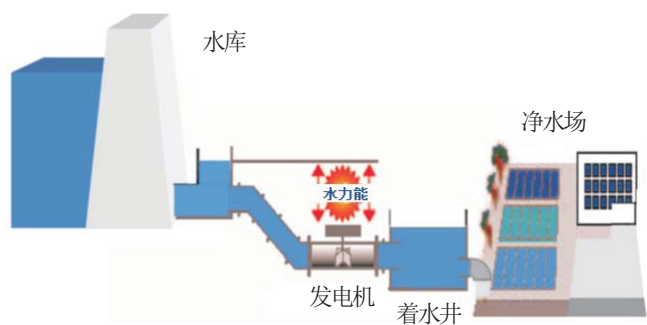
⑤ 开展环保工作

(1) 降低环境负荷(引进新能源)

福岡市水道局，作为应对全球变暖措施的一环，为降低环境负荷，积极做好节约能源和小水力发电及太阳能发电等新能源引进的工作。

●小水力发电

小水力发电是充分利用从水源到净水场之间的高低差发电。在瑞梅寺净水场和乙金净水场引进了这种设备，用以解决净水场一部分的用电量，从而实现二氧化碳排放量的削减。



小水力发电概要图

瑞梅寺净水场小水力发电技术参数

小水力发电设备	发电输出	35kW
	水车形式	双吸泵倒转水车
	最大流量	0.13m³/s
系统连接	发电机形式	三相同步发电机
	连接方式	高压连接(有逆流)
效果	年发电量(2012 年度业绩)	288,000kWh
	换算成一般家庭的户籍数	80 户
	二氧化碳全年减排量	108t

●太阳能发电

太阳能发电是一种环保友好型的绿色能源，我们在夫妇石净水场以及下水道博多站北泵场合建的机关大楼都引进了太阳能发电设备，以实现二氧化碳排放量的削减。



太阳能发电

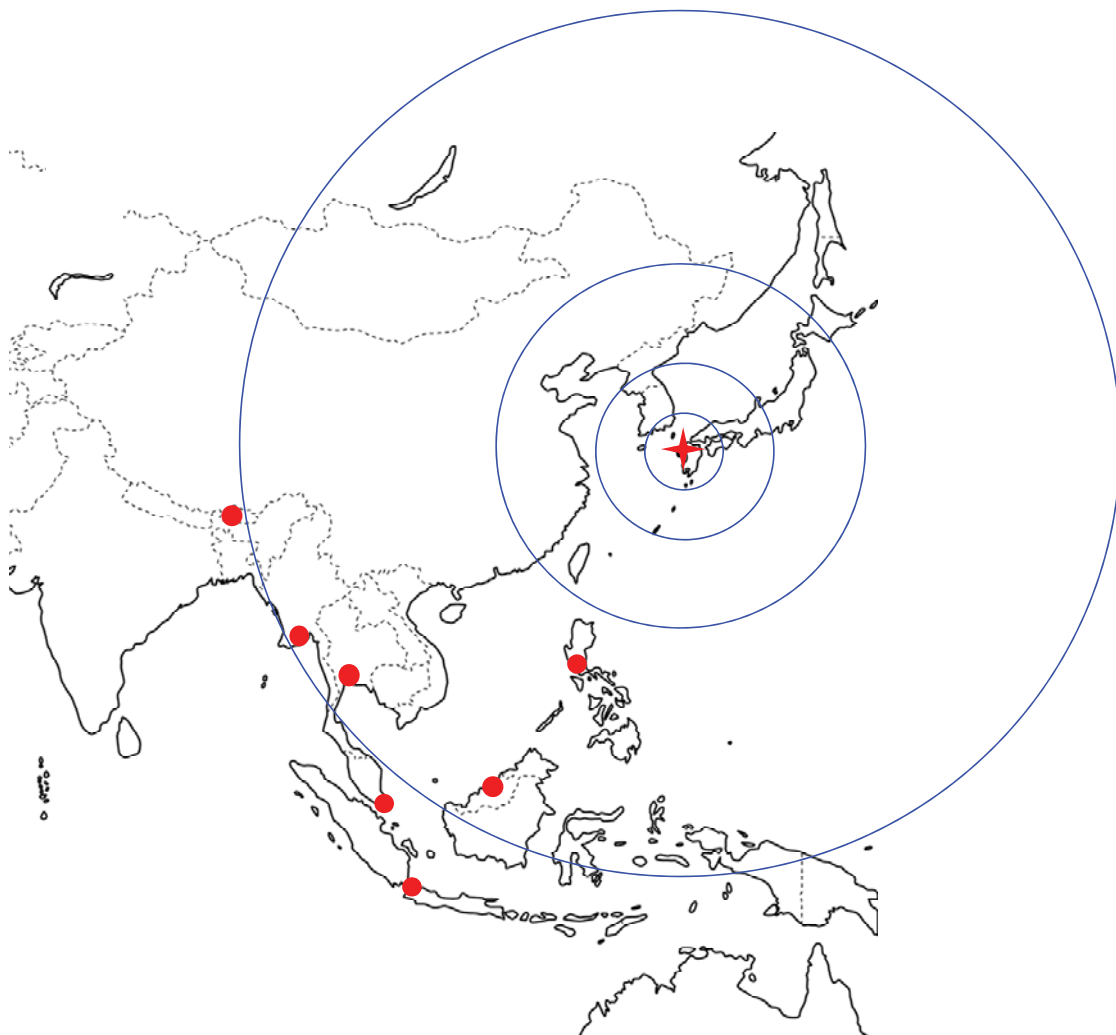
(2) 国际性的技术合作

环保是一个需要全球性规模应对的问题。我们通过自来水经营和“节水型城市建设”，积累起来了有效利用水的相关技术，而这些技术正是亚洲各国所需要的。转让这些技术有助于保护环境，为此，我们接受JICA(独立行政法人国际合作机构)等机构的邀请派遣职员，开展与友好城市间的技术交流。

来自福岡市的国际合作机构(JICA)相关的专家派遣实际成绩(长期)

派遣国家	派遣期间	指导项目
马来西亚	1987.5.8 ~ 1989.5.7	漏水对策
马来西亚	1989.5.1 ~ 1991.4.30	漏水对策
泰国	1991.6.7 ~ 1993.6.6	供水计划
泰国	1993.6.1 ~ 1995.5.31	供水计划
印度尼西亚	1995.3.15 ~ 1997.3.14	自来水计划
印度尼西亚	1997.4.10 ~ 1999.4.9	自来水计划
印度尼西亚	1999.4.1 ~ 2001.3.31	自来水计划
斯洛文尼亚	2001.8.22 ~ 2003.8.21	漏水对策
菲律宾	2002.9.2 ~ 2005.9.1	自来水计划
不丹	2007.4.3 ~ 2009.3.31	水资源管理
缅甸	2012.4.4 ~	自来水计划，漏水对策

福岡市の自来水技术



● 福岡市通过国际合作机构(JICA)派遣的专家派遣国家业绩(长期)



福岡市水道局

福岡市の自来水技术(2013年4月发行)

福岡市水道局计划部技术管理课

邮编 812-0011 福岡市博多区博多站前1丁目28-15

TEL: +81-92-483-3199 FAX: +81-92-483-3252

TEL: 092-483-3199 FAX: 092-483-3252

e-mail: gijutsukanri.WB@city.fukuoka.lg.jp

HP: <http://www.city.fukuoka.lg.jp/mizu/somu/index.html>