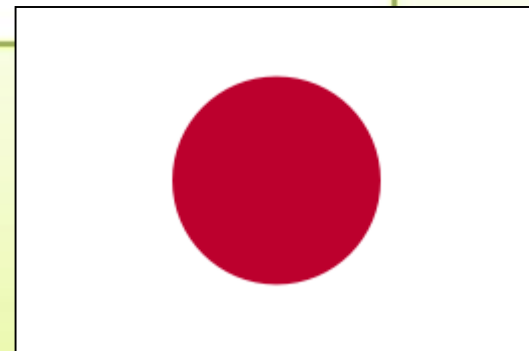




中国の水資源について

－節水への取り組み－

2016年12月10日
竹島 睦



中国節水型社会構築モデルプロジェクトの枠組み

JICA(国際協力機構)

- ・技術協力(技術協力プロジェクト、専門家派遣、機材供与、研修員受入、開発調査)
- ・有償資金協力(円借款)
- ・無償資金協力
- ・ボランティア派遣
(青年海外協力隊、シニアボランティア)
- ・国際緊急援助
(国際緊急援助隊、国際緊急援助物資供与)

技術協力専門家

- ・長期専門家(1年以上)
- ・短期専門家(1年未満)
- ・官庁(公務員、国の推薦する専門家)及び民間コンサルタント

技術協力プロジェクトとは・・・

「技術協力事業は、開発途上国の課題解決能力と主体性（オーナーシップ）の向上を促進するため、専門家の派遣、必要な機材の供与、人材の日本での研修などを通じて、開発途上国の経済・社会の発展に必要な人材育成、研究開発、技術普及、制度構築を支援する取り組みです。」（JICAホームページより）

※特に技術協力プロジェクトは、相手国政府の主体的な課題提起とプロジェクト実施が基本であり、専門家等が現地において相手国の担当公務員に対して「技術移転」を行うこととなる場合が多い。

この技術移転の対象となる者が「カウンターパート」である。



当プロジェクトでは、中国水利部
（水資源省に相当）



中国水利部正門の様子



2007.02.10

中国水利部とJICA専門家チームとの会議風景
(左側が中国水利部)



中国における水資源の現状

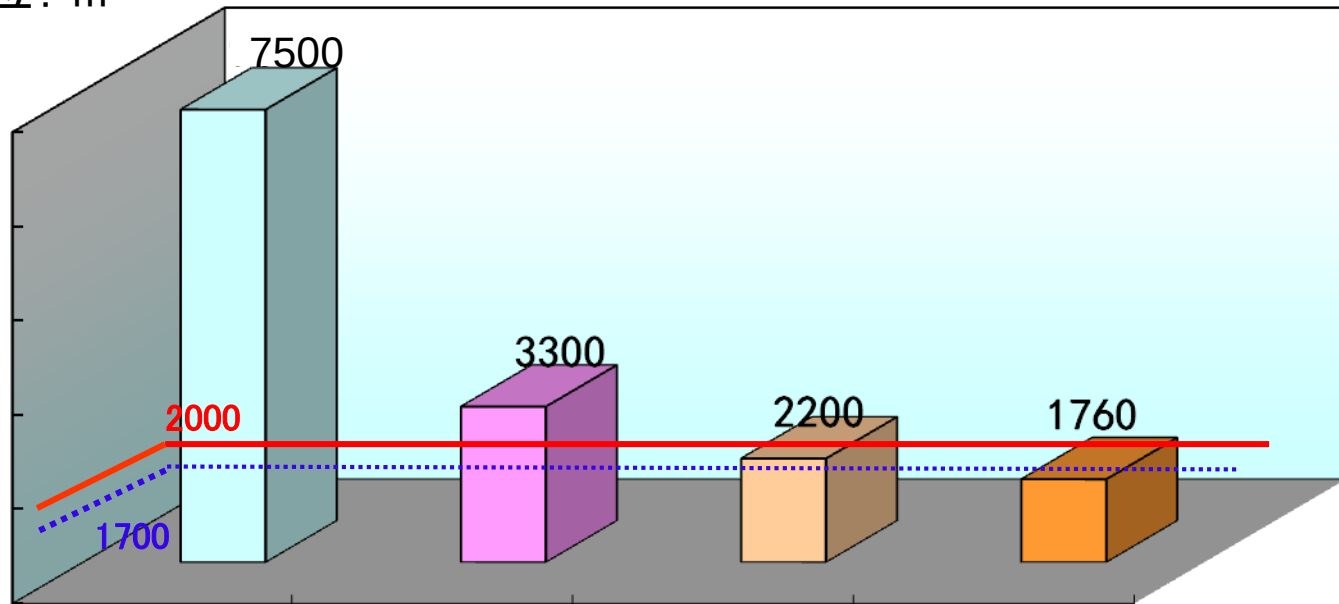


長江に建設された三峡ダム。発電と洪水調節を主目的としている。(2008年10月撮影)

人口あたりの水資源量

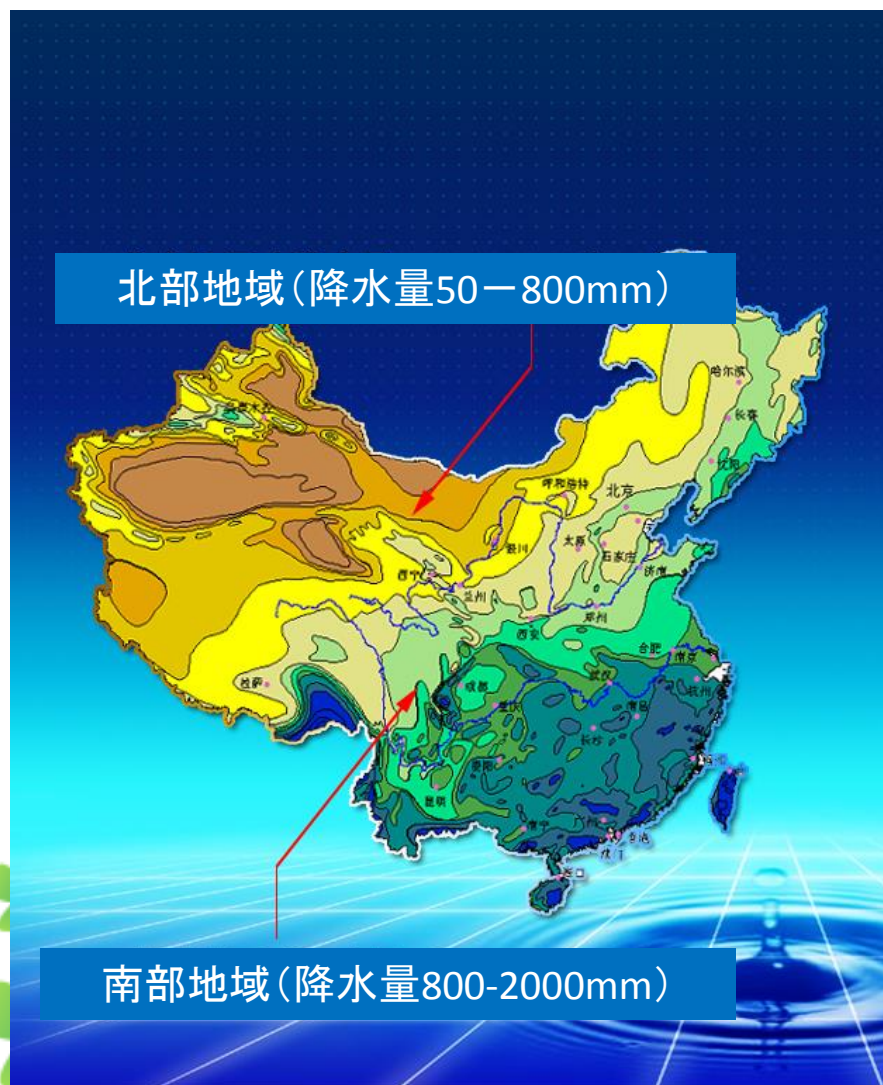
中国の水資源総量は2.8万億 m^3 であり、ブラジル、ロシア、カナダ、インドネシア、アメリカに次いで世界第6位。しかし、人口あたりの水資源量は世界平均レベルの1/5に過ぎない。

単位: m^3



世界人口当たり 日本人口当たり 中国人口当たり 2030年中国人口
当たり(予測)

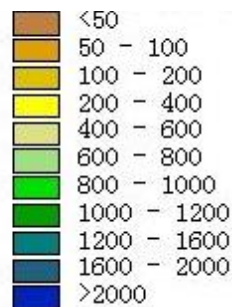
中国における水資源の空間的不均衡



・北部地域は国土面積の63.5%、全人口の47%を占めるが、水資源量はわずか19%を占めるのみである。

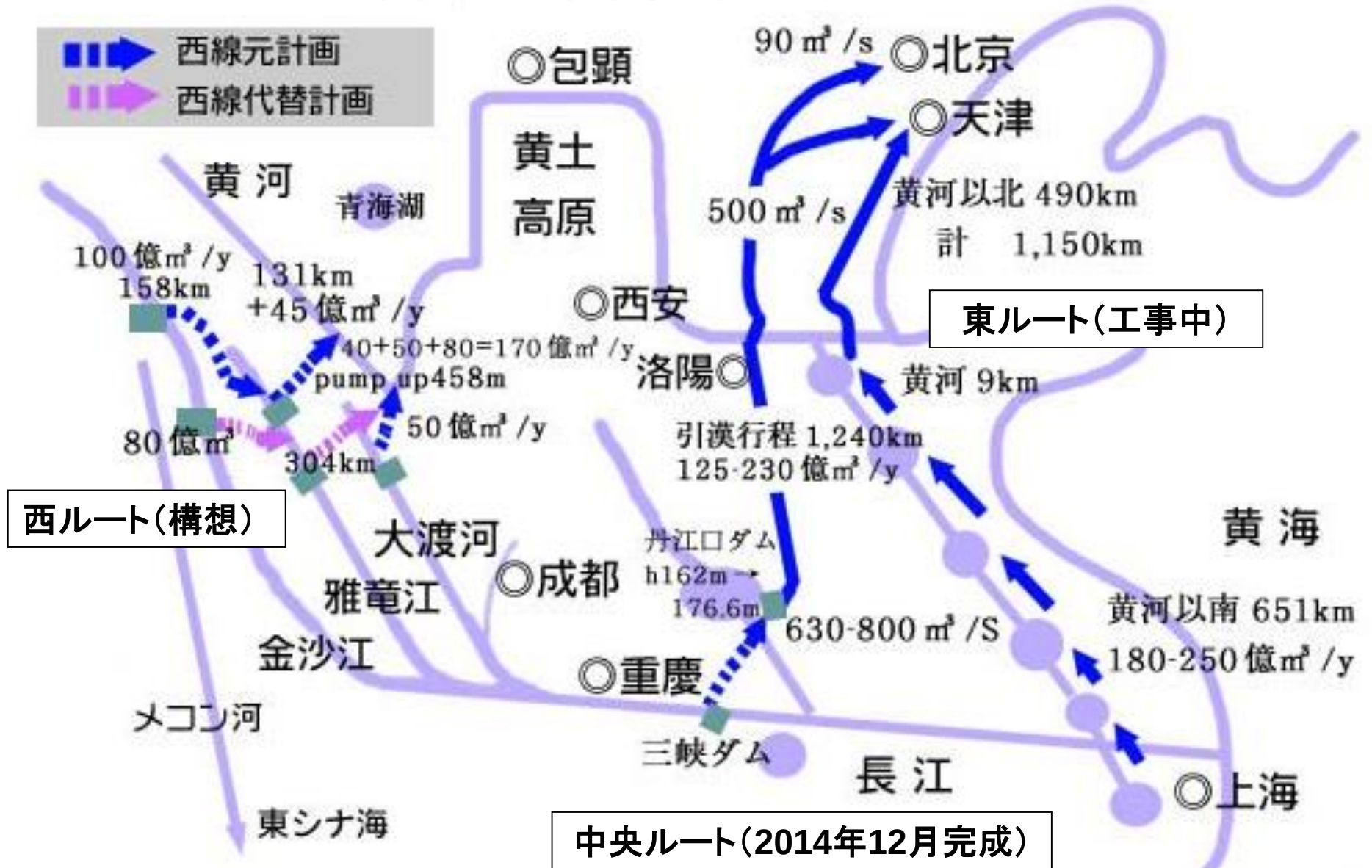
・南部地域は国土面積の36.5%、全人口の53%を占めているが、水資源量は81%を占めている。

年平均降水量(ミリ)

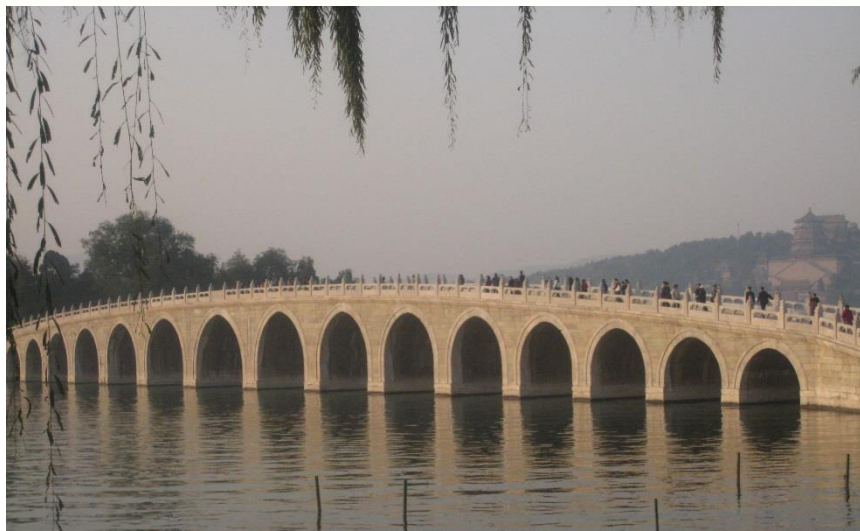


(2010年5月水利部水資源司資料より)

南水北調事業の概念図



南水北調事業の中央ルート状況



北京を代表する世界遺産、頤和園において特に有名な「十七孔橋」。頤和園の昆明湖は、南水北調中央ルートが北京へ到達し注水する場所である

中央ルート詳細図

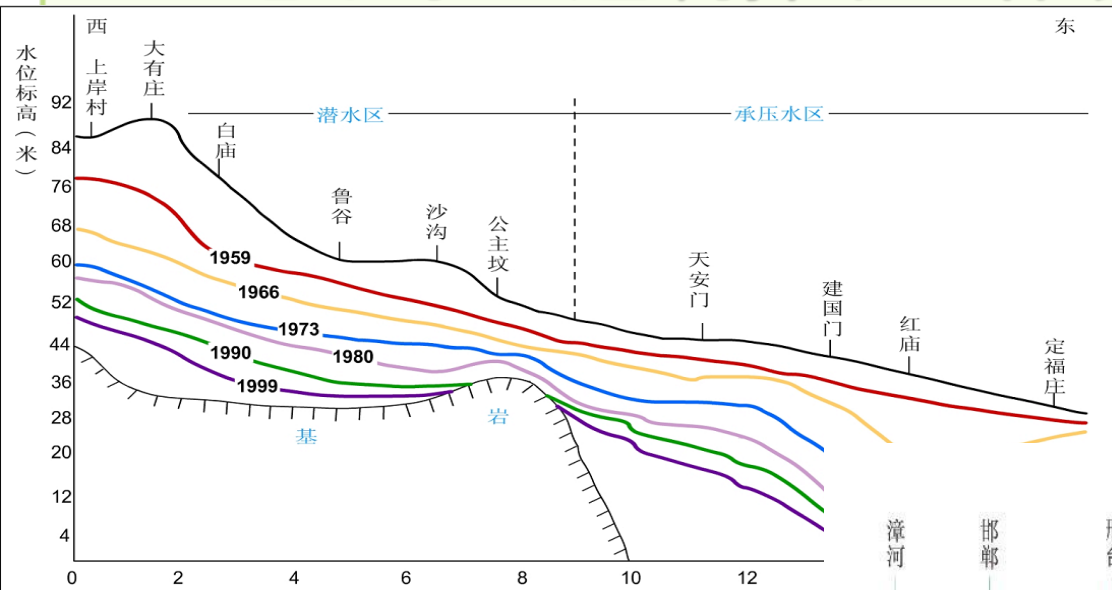


资料来源：国务院南水北调工程建设委员会办公室

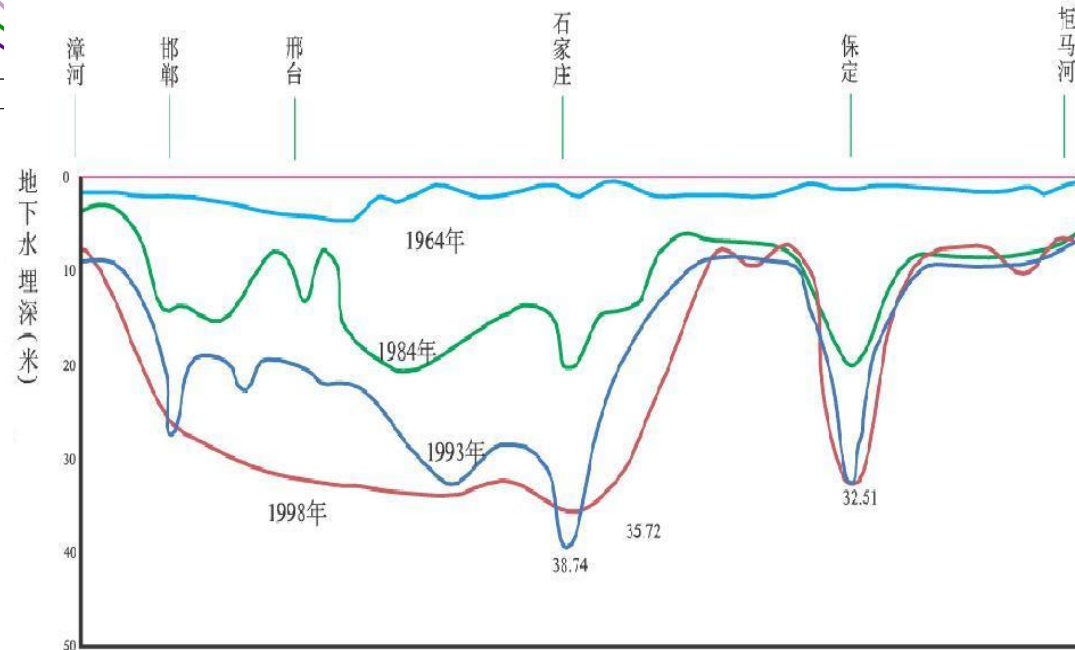


河南省鄧州市の分水工。南水北調中央ルートの出発点である

地下水の過剰採取に伴う地下水位の低下



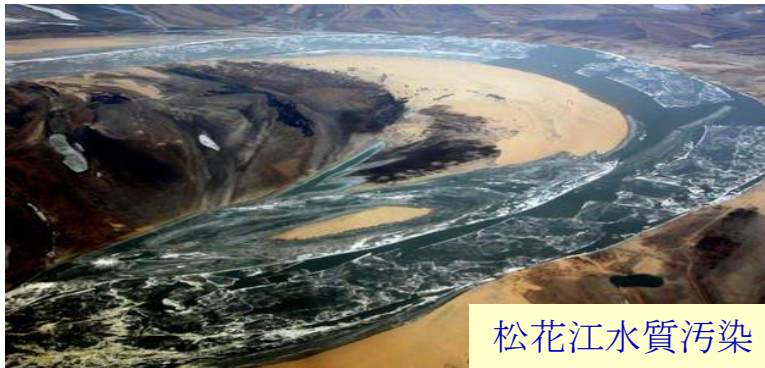
北京市の過剰揚水



南水北調中央ルート沿線の地下水過剰揚水

深刻な水質汚染の発生

経済発展に伴う工業排水、生活排水の河川・湖沼への流入により、各地で富栄養化が進行するとともに、深刻な水質事故も発生している。



松花江水質汚染



太湖青藻



巢湖青藻

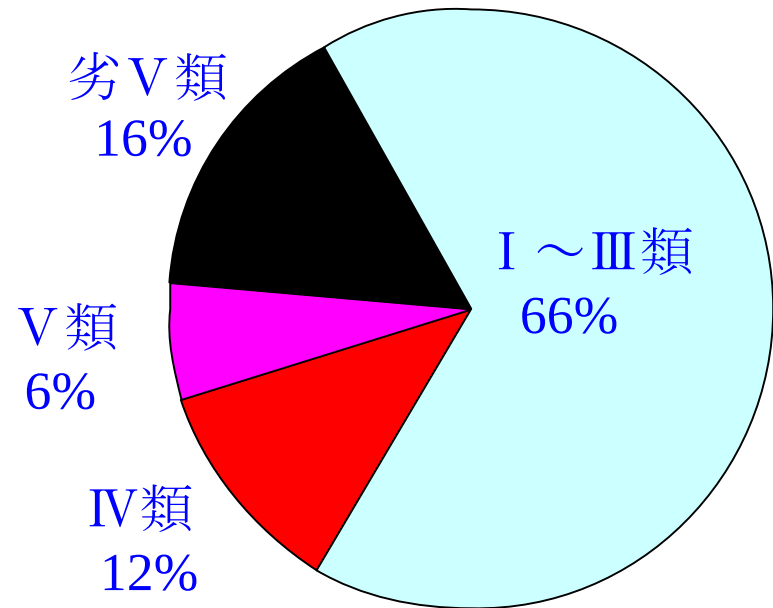


新立城ダム青藻

地表水水質の現状

評価対象河川の延長28万kmのうち、**水質Ⅳ類より悪い**
(BOD値が3mg/l以上) の河川は34%を占めている。

水類別	長さ(km)
Ⅰ類	19717
Ⅱ類	106781
Ⅲ類	61765
Ⅳ類	33304
Ⅴ類	17925
劣Ⅴ類	45552

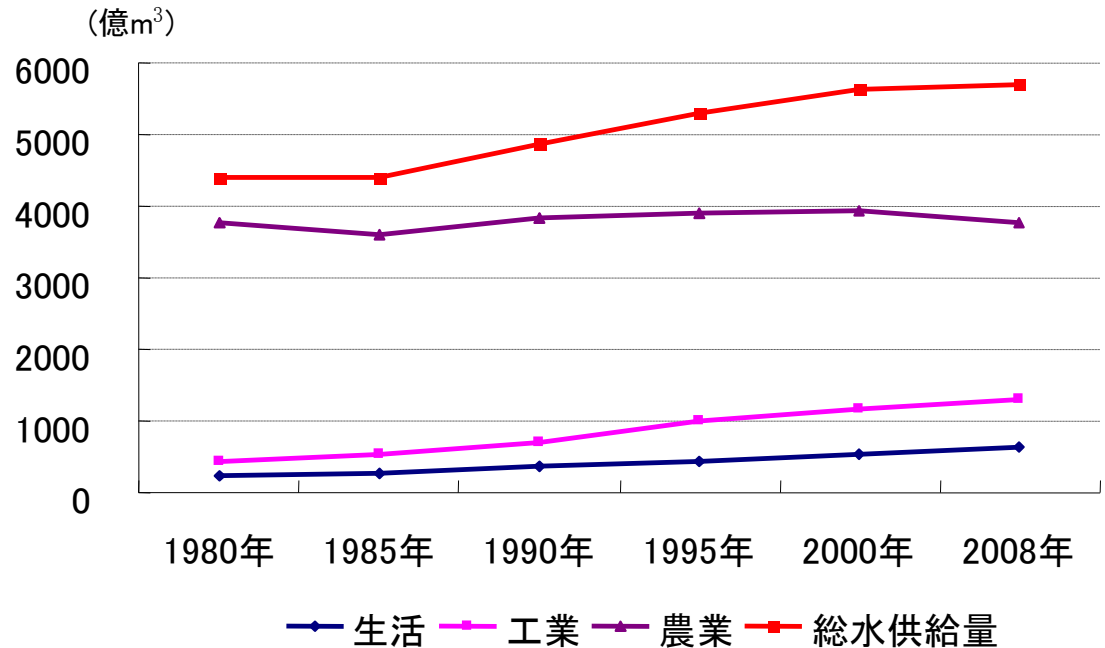


評価類別河川の割合（年間）

注) Ⅳ～劣Ⅴ類はBOD値が3mg/l以上であり、水道原水に適さないとされる。
日本の一級河川において、BOD75%値が3mg/lを超える地点の割合は、
約2.4% (2015)

1980～2008年の全国の水供給量の変化

○1980～2008年に全国総水供給量は4,406億 m^3 から5,828億 m^3 にまで増加



工業と都市生活用水の増加率変化

業 種	1980～1985年	1985～1990年	1990～1995年	1995～2000年	2000～2008年
工 業	4.7	5.7	7.3	3.4	1.8
都市生活	8.5	7.2	6.3	6.9	4.9

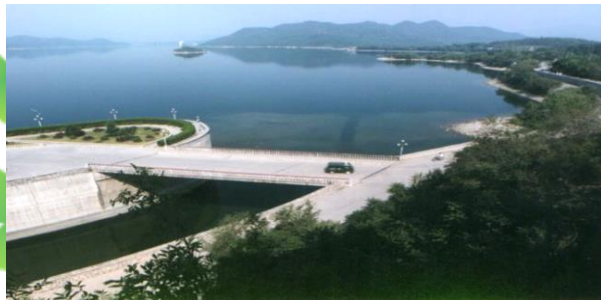
(2010年5月水利部水資源司資料より)

中国の水不足量

- ・中国の一人当たり水資源量は $2200\text{m}^3/\text{年}$ で、世界平均 $7000\text{m}^3/\text{年}$ の1/3以下
- ・全国の年水不足量は536億 m^3 で、中国全都市655のうち2/3近くの約400都市は水不足の状況
- ・全国の平均年かんばつ災害面積は2.3億 μ —(1 μ —は 667m^2)程度

2010年の水不足量536億 m^3

(日本の全水利用量の約1/2)



水供給

水需要

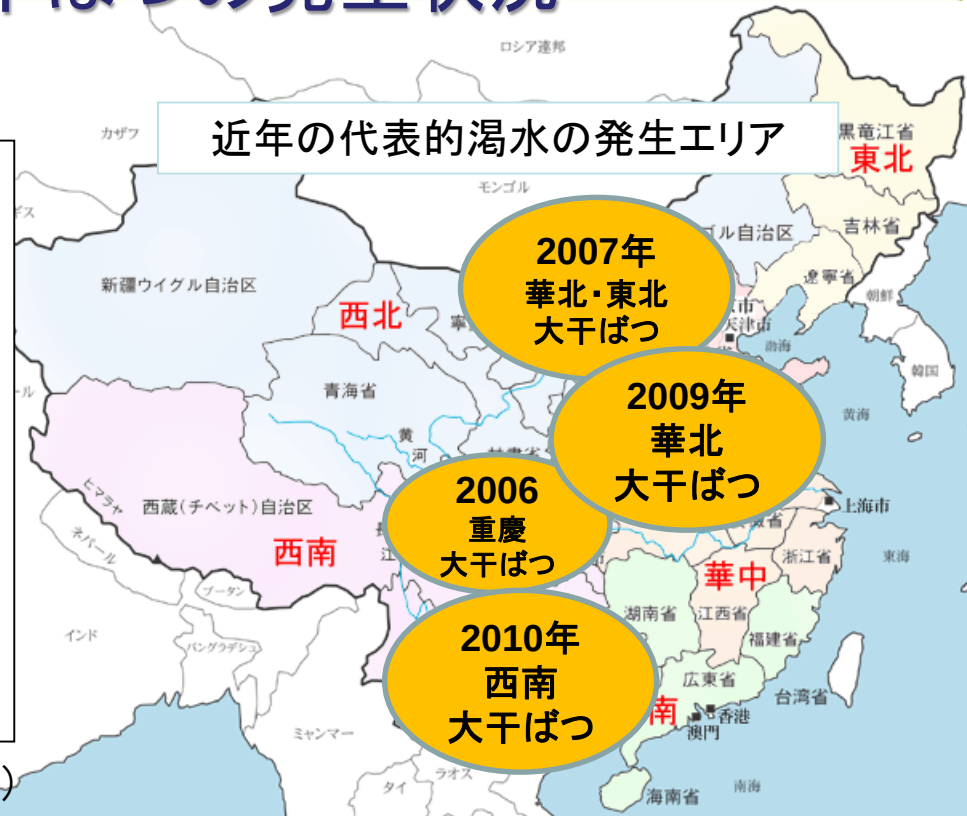


中国における干ばつの発生状況

近年の代表的渇水

- ・2006年 重慶において過去50年間で最大の干ばつで、**1000万人の飲料水不足**。
- ・2007年 東北部から華北にかけて過去20年間で最大の干ばつ。
- ・2009年 華北の小麦生産基地で歴史的な干ばつにより小麦の生産に深刻な打撃。**29万人の飲料水不足**。
- ・2010年 西南部において史上最大の干ばつにより**1600万人の飲料水不足**。

(Web上の報道資料より作成)



- ・中国における干ばつの頻発の要因として、地球温暖化に伴う降水量の変化、チベットの氷河の融解等の他、開発に伴う森林の減少による保水力の低下等の人為的要因も存在するとされている。
- ・河川・湖沼の汚染により水が使えないこと、ダムの安全性の問題により十分な貯水ができないこと、地下水の過剰採取による地下水位の低下等の要因により、干ばつへの対処が困難なことはもとより、通常の水利用も慢性的な不足状態となっている。

中国における水利用効率の低さ

中国の水資源開発・利用方法は依然として粗放的で、水資源単位 m^3 当たりのGDP産出量は僅かに世界平均レベルの1/3, 先進国の1/4に留まっており水資源の浪費は深刻

水利用指標	中国	先進国
GDP1万元当たり水利用量	193 m^3	55 m^3
工業増加価値1万元当たり水利用量	108 m^3	17 m^3
工業用水の重複利用率	63%	85%
農業灌漑用水有効利用係数	0.48	0.7~0.8
都市水道管路漏水率	20%	5~10%

(2010年5月水利部水資源司資料より)

中国における節水型社会建設の経緯

2000年 「中国共産党中央の国民経済と社会発展の第10次五カ年計画の制定に関する提案」において、初めて節水型社会への取り組みを提言

2001年 水利部全国節約用水弁公室において「全国節水計画要綱」を作成、節水のための施策の方向性について提示

2002年 「水法」の改正を行い、「国は、用水の節約を厳格に実施し、節水措置を大々的に促進し、節水型の工業、農業及びサービス業を発展させ、節水型社会を建設する」と明確に規定。

甘肅省張掖市など4都市を最初の節水型社会建設モデル都市に指定。

2005年 胡錦濤総書記は中央人口資源環境作業座談会において、「節水型社会を積極的に建設しなければならない。節水を必ず長期的に維持する戦略方針とし、節水作業を国民経済の発展と住民の生産生活における全過程に貫かなければならない。」と指摘。

2007年 水利部・建設部は「節水型社会建設第11次五カ年計画」を策定。2010年までの節水型社会建設の目標とする主要な指標を設定するとともに、節水促進のための具体的施策を提示



第11次5カ年計画期間における “節水型社会建設”主要指標

節水指標	2005年	2010年
GDP1万元当たり水利用量	304m ³	<240m ³
工業増加価値1万元当たり水利用量	169m ³	<115m ³
農業灌漑用水有効利用係数	0.45	0.5
都市水道管路漏水率	20%	<15%
※2010年のGDP1万元当たり水利用量の実績は、193m ³		



第12次5カ年計画期間の節水型社会建設主要指標

2015年の目標

- ◆ GDP 1 万元当たりの用水量を**105m³以下**とし、2010年より**30%以上**減らす
- ◆ 全国の用水総量を**6,350億m³**以内に抑える
- ◆ 工業増加価値一万元あたりの用水量を、**63m³以下**とし、2010年より**30%以上**減らす
- ◆ 農業灌漑水有効利用係数を**0.53以上**にする
- ◆ 都市水道管路の漏水率を**18%以下**にする



水資源管理制度の改善案の作成



モデルサイト鄭州市の水利局庁舎

水資源管理の実態把握のため訪問した都市



視察状況(北京市)



北京の水ガメ 密雲ダムとダム湖。
約42億 m^3 の貯水容量を誇るが、水質悪化と貯水量低下により、緊急水源と位置づけられており、水道水源には使われていない。



北京への導水路 京密引水渠

視察状況(北京市)



北京の水ガメ 官庁ダム湖。
約42億 m^3 の貯水容量を誇るが、水質悪
化と貯水量低下により、緊急水源と位置
づけられており、水道水源には使われて
いない。



官庁ダムに流入する永定河の
浄化実験施設



視察状況(甘肅省張掖市)

甘肅省張掖市の節水型灌漑
モデル農場の全体図



水路のライニングによって漏
水量が大幅に減少



視察状況(甘肅省張掖市)



張掖市の節水灌漑モデル
ビニールハウス



点滴灌漑による野菜栽培



視察状況(寧夏回族自治区銀川市)



銀川市を流れる黄河



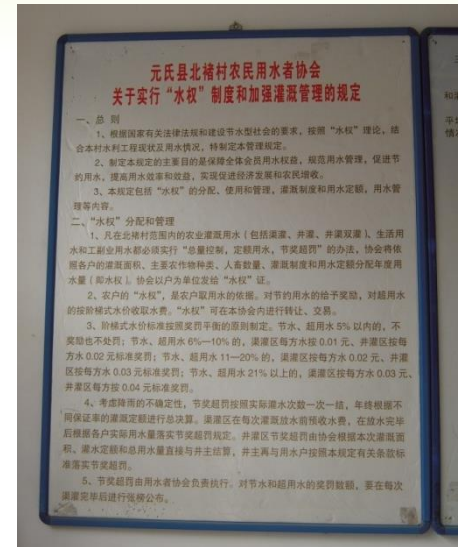
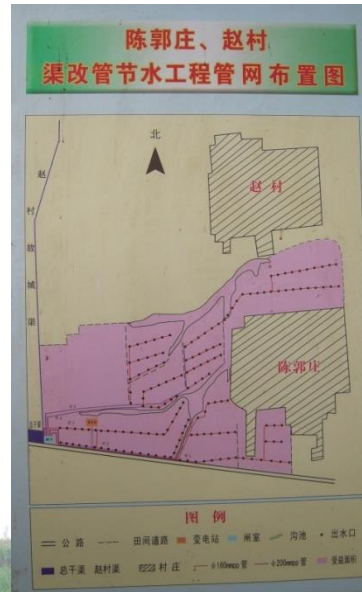
灌漑用水の転用による
工業用水供給計画図



工業用水の調整池である
鴨子蕩ダム貯水池

視察状況(河北省衡水市)

水路の改良による節水
に取り組んでいる衡水市
の農場と計画図



農民たちが用水路の管理を行う農
民用水者協会と、水管理の規約

適切なダム運用のためのガイドライン作成

モデルサイト位置図



モデルサイト ～鄭州～



鄭州市は都市用水を黄河に依存している。写真は黄河からの揚水機場。



取水した黄河の水を市内へ送る水路



母なる黄河を象徴する母子像



伝説上の古代中国皇帝「炎帝」「黄帝」像の前で

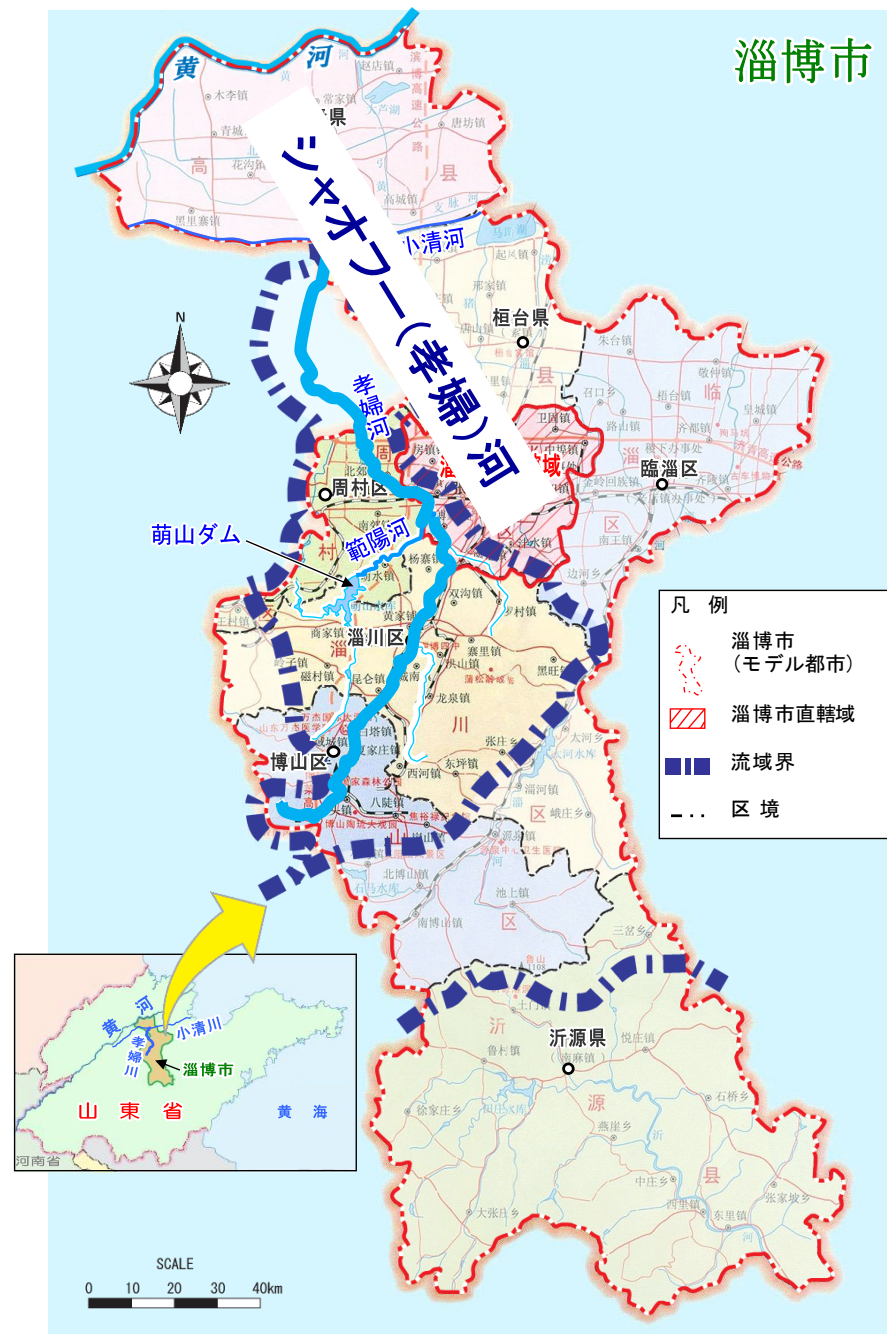


鄭州市のCPとの会議

モデルサイト ～淄博～

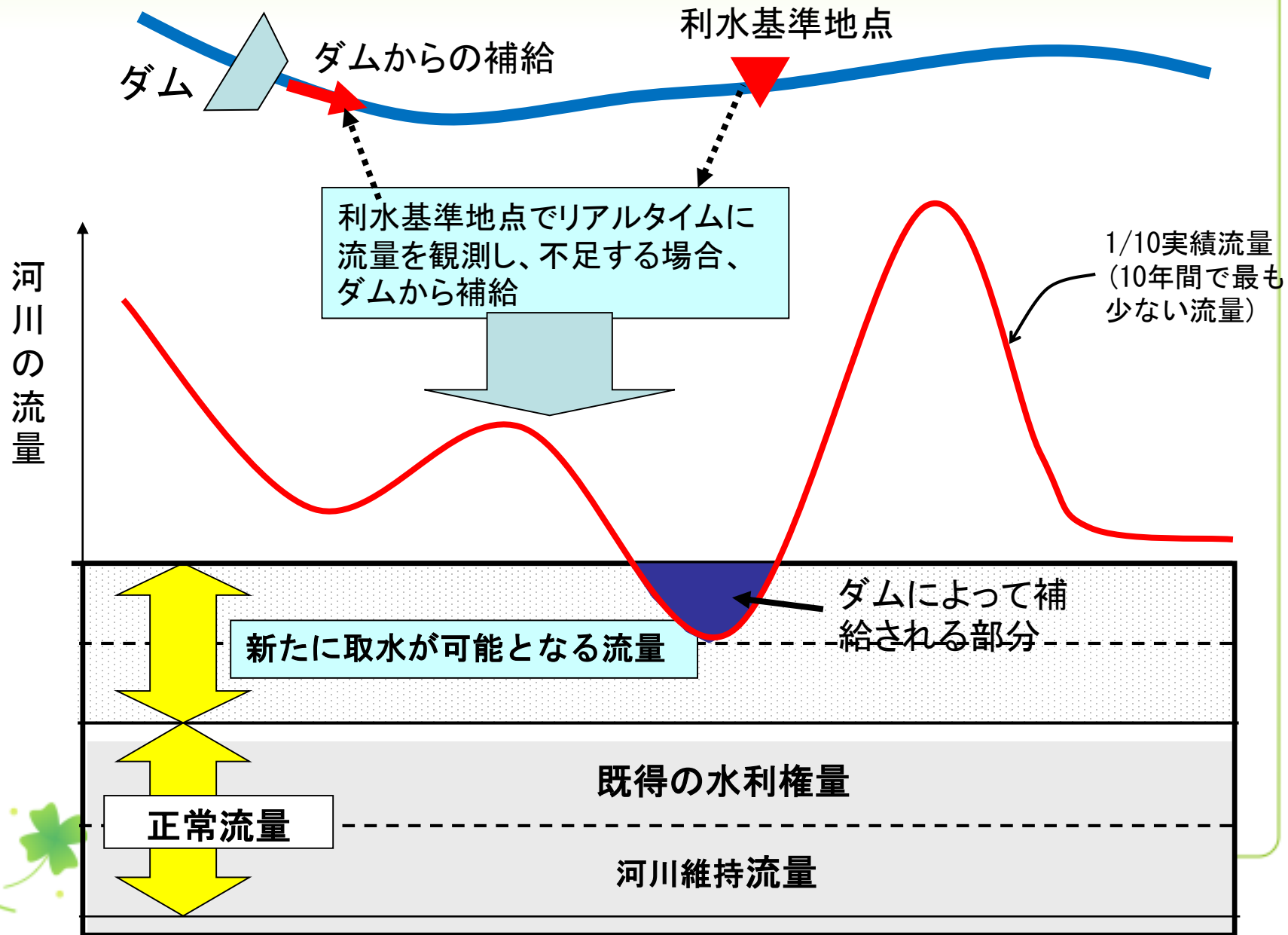


淄博市の周村は明代の中期から発展した商業都市。

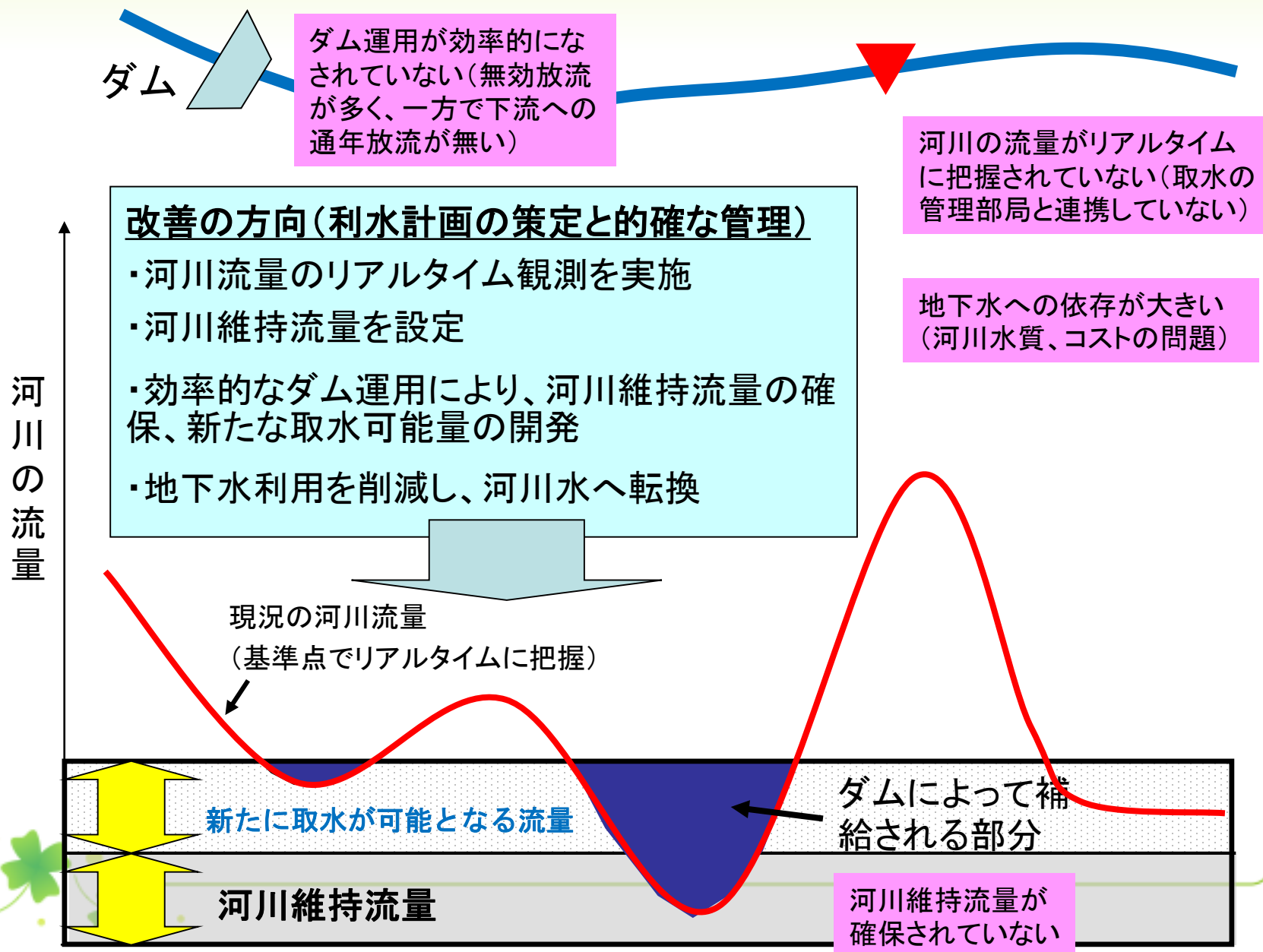


モデルサイト 山東省淄博市
モデル河川 シャオフー(孝婦)河
(小清河右一次支川、流域面積
1,733km²)

日本における適切なダム運用の概念



中国のダム運用の課題と改善の方向



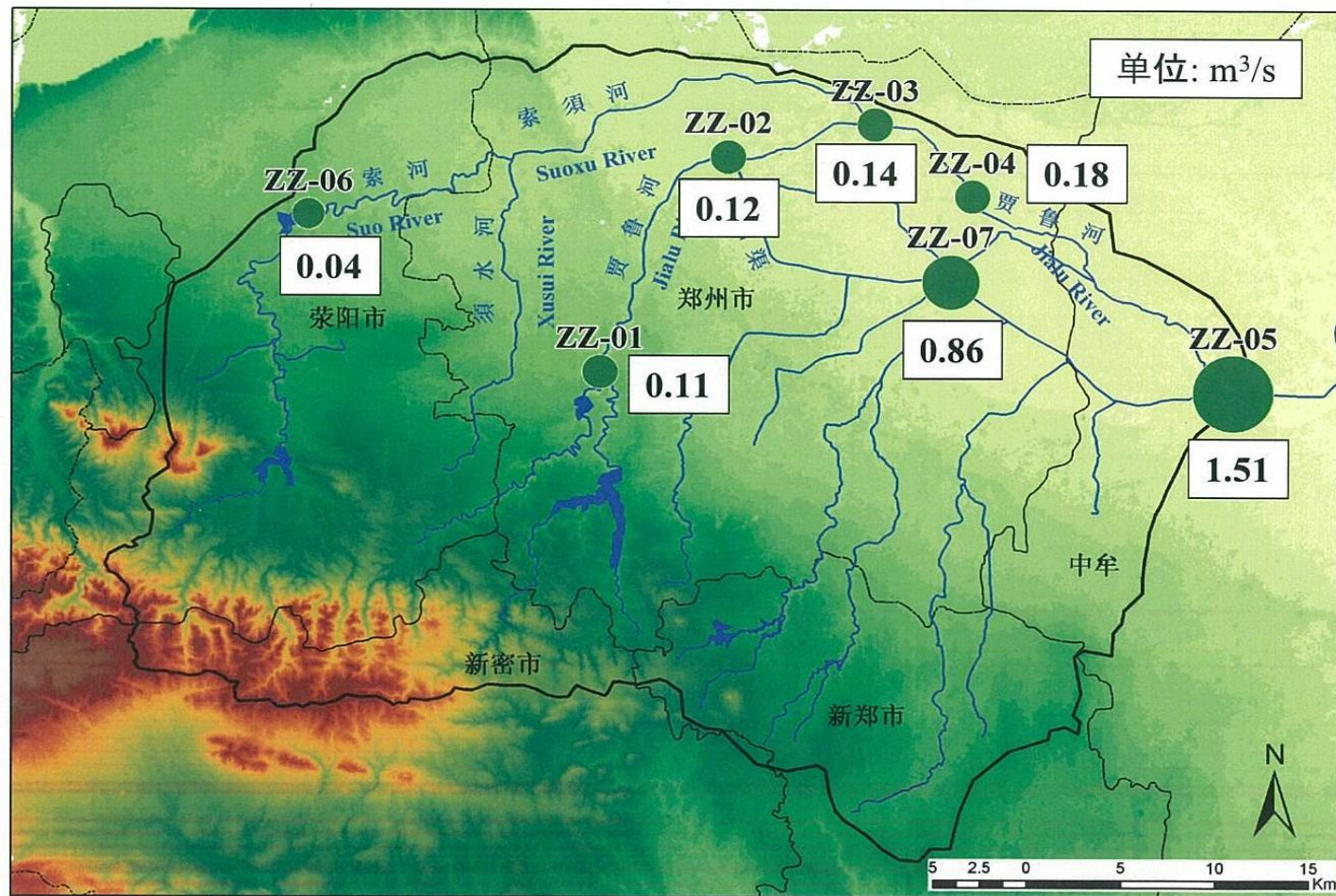
河川維持流量(生態水需要量)の設定に向けての考え方

生態水需要量(維持流量)設定のために必要なアプローチ

- “需要側からのアプローチ”とは河川に係わる次のような自然環境および社会環境を保全するために必要な流量(検討すべき指標)を満たすように設定する必要があるという考え方。
 - ① 魚類の生息域の保全
 - ② 河川景観の保全
 - ③ 河川表流水水質の改善
 - ④ 地下水水位の維持
 - ⑤ 舟運の確保
 - ⑥ 塩水遡上の防止
 - ⑦ 河口閉塞の防止
 - ⑧ 河川維持施設の保護
- “供給側からのアプローチ”とは需要側からのアプローチで推定した必要流量は、河川の自然な水資源ポテンシャルの側面から乾季の河川基底流量を考慮して設定すべきだという考え方。



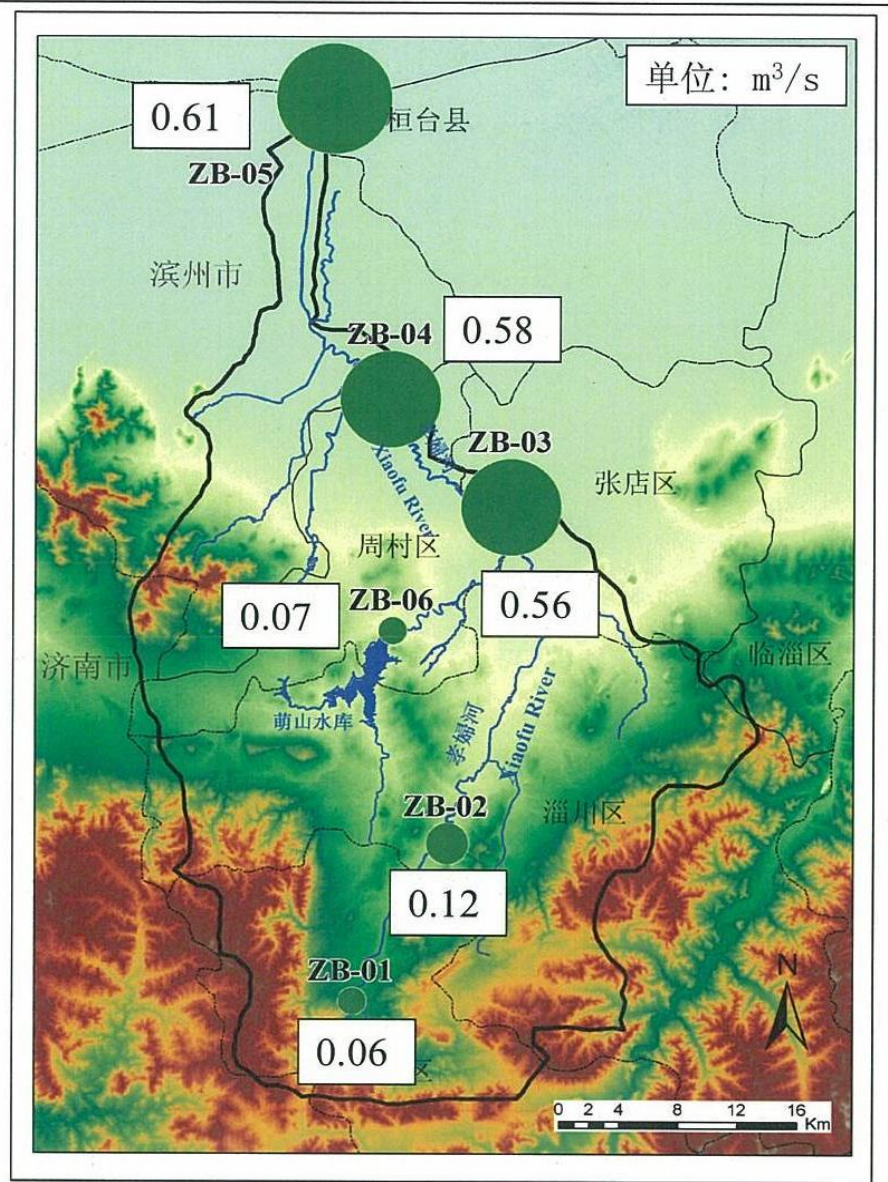
河川維持流量(生態水需要量)の設定案



ジャールー河に対する生態水需要量の提案

河川維持流量(生態水需要量)の設定案

シャオフー河に対する生態水需要量の提案



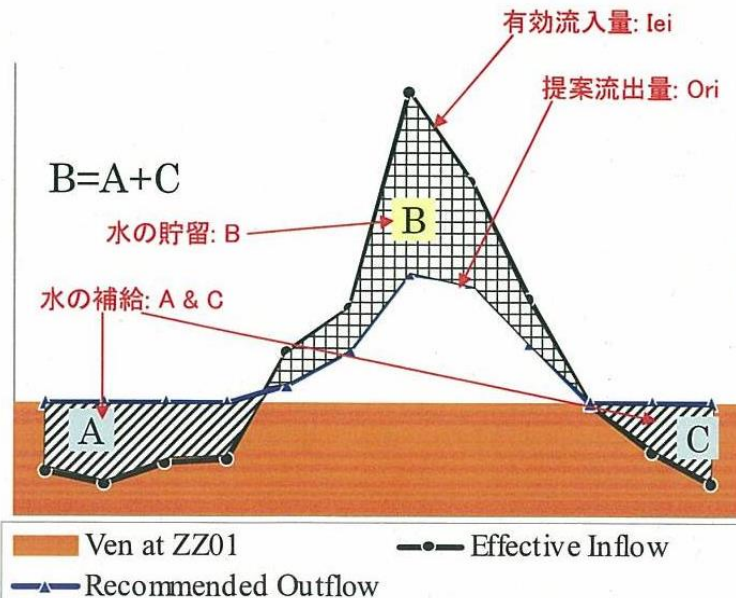
ダム貯水池運用改善案

常庄水庫：運用基準（案）

- もし $Ie_i < Ven \Rightarrow Or_i = Ven$
- $\sum Ie_i = \sum Or_i$

Ie_i : i 月の有効流入量

Or_i : i 月の提案流出量



貯水池運用改善に関する基本的考え方
(例：ジャールー河の常庄ダム)

ダム貯水池運用改善案

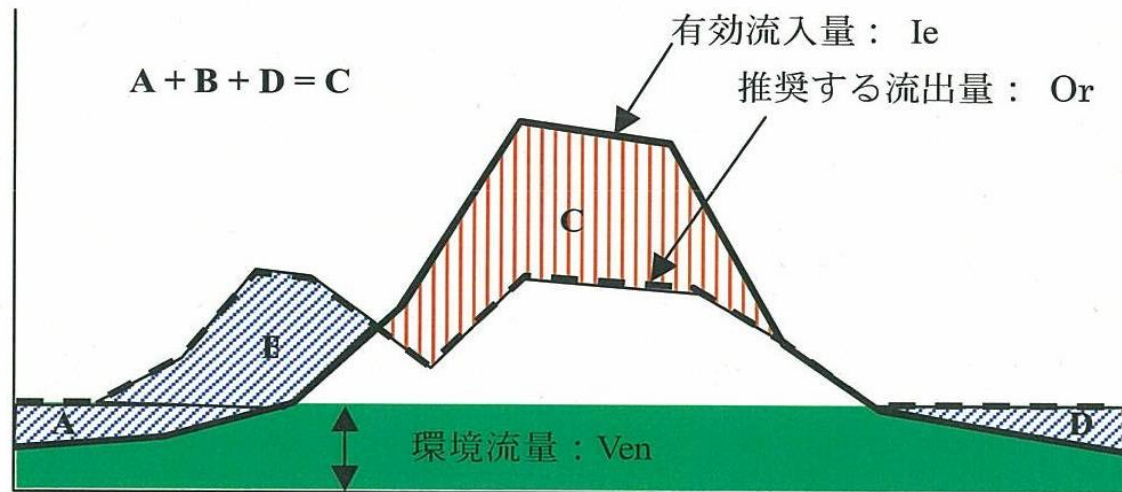
萌山ダムの運用基準（案）

• もし $Ie_i < Ven \Rightarrow Or_i = Ven$

• $\sum Ie_i = \sum Or_i$

Ie_i : i 月の有効流入量

Or_i : I 月の推奨する流出量



貯水池運用改善に関する基本的考え方(萌山ダム)

河川維持流量の放流実験



尖崗ダムからの水



常庄ダムからの水

0.1～0.2 m³/sのジャールー河上流地点での尖崗ダムからの生態水需要量の実験放流(2009年5月)と支川上流地点での常庄ダムからの実験放流(2009年8月)の状況

河川維持流量の放流実験



萌山ダムからの約 $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ の生態水需要量の実験放流
(2009年11月)

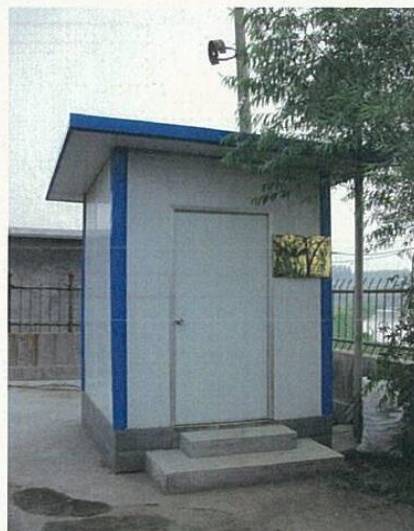
水資源管理のために必要な水位流量観測所 (テレメータ方式)を設置

鄭州市ジャールー河における水位流量観測所



水資源管理のために必要な水位流量観測所 (テレメータ方式)を設置

淄博市シャオフー河における水位流量観測所



中国の水資源管理における4つの根本課題

1. 人口、経済と水資源分布の不均衡是正
2. 流域単位での水資源管理の確立
3. 使える水を増やすための河川や湖沼の水質改善
4. 地下水の回復のための採取規制と代替水源の確保



これらの課題解決へ向けた、適切な水資源管理の実践



中国における水資源管理制度改善案の骨格

①流域単位での水資源管理を実現する具体的な実施内容を明確化する。水質改善や地下水管理も、その中で一体的に考慮する。

②流域単位での水資源管理を一元的に実施する組織体制とする。また、水位や流量データを、組織間で共有できるようにする。

③効率的な水資源管理を実行するための具体的な管理方法を確立する。具体的には、河川流量の把握、取水量の把握、適切な取水許可、ダムの適切な運用など。

④渇水時の取水制限にかかる意思決定のプロセスを明確化するため、取水量の削減ルールの策定、関係者の合意形成の場の設置を行う。

⑤水資源の再配分の手段としての水利権譲渡を、制度上として確立する。

⑥河川維持流量(生態環境流量)の確保を義務付け、簡易な設定手法のガイドラインを作成し、実現可能な目標とする。

⑦環境部局と水資源管理部局の連携により、流域全体としての水質保全対策を実施する。

⑧節水に対する市民の意識を高めることを節水推進の柱とする。

⑨行政としての行動計画、普及啓発の仕組みづくり、節水に対するインセンティブの付与により、節水普及啓発のプログラム化を図る。

⑩下水の再生水利用が促進される仕組みづくりを行う。

普及啓発活動のための能力強化



節水技術研修の風景(淄博市)

節水普及啓発活動の展開

1. 日本の普及啓発手法の紹介
2. 日本における節水リーダーの活動の紹介
3. 節水教材の作成(小学生を対象とした節水紙芝居)
4. 節水リーダーの育成(節水リーダー研修)
5. 節水展覧館の整備、節水公園における協力
6. 民間企業との協力(スタディツアー、小冊子)
7. 節水技術研修(民間講師による講義も含む)
8. 節水事例集作成



自発的な普及啓発活動の展開へ



小学生を対象とした節水紙芝居の作成

教材作成の手順

- ①節水教材のコンセプト決定
- ②小学生の節水知識調査
- ③教材の内容検討(ワークショップ)
- ④紙芝居の一次案作成
- ⑤一次案の試行と改善
- ⑥紙芝居プロトタイプ完成



①節水教材のコンセプト決定

節水教材のコンセプトについて、水利部、鄭州市、淄博市、北京市の節水担当者との協議の上、小学校高学年を対象としたいいわゆる「紙芝居」を作成することとした。

②小学生の節水知識調査

鄭州市、淄博市において小学校高学年の児童にインタビューを行い、節水についてどのくらいの知識があり、何を知らないかを確認した。



③教材の内容検討(ワークショップ)

鄭州市、淄博市、北京市の節水担当者、特に節水リーダーの候補者による、ワークショップを行い、教材の内容についてアイデアを出し合った。



④紙芝居の一次案作成

ワークショップの中で出されたアイデアにより、紙芝居の骨子を取りまとめ、一次案を作成した。紙芝居の内容は、中国全体に共通の部分と、各市の有する水資源管理上の課題について説明する部分から構成することとした。

⑤一次案の試行と改善

作成した紙芝居の一次案を各市の節水担当者、節水リーダーの候補者に提示し、改善点について検討した。また、節水リーダー候補者が、一次案の紙芝居を実際に使って講義をしてみる模擬講義を行い、これを踏まえて使用者の観点からさらに意見を出し合った。



⑥紙芝居プロトタイプ完成

得られた意見をもとに紙芝居の一次案を修正し、紙芝居のプロトタイプを完成した。

節水リーダー研修とその後の活動の広がり

節水リーダー研修のカリキュラム

「日本における節水リーダーの取り組み」(講演)

「水のスマートユースを考える」(ワークショップ)

北京市内小学校にて水資源の重要性に関する出前講座



橋本淳司さんによる出前講座の実演





鄭州市の小学校

中国で22名の節水リーダーが誕生！



培训证书

陈青女士：

参加中日合作节水型社会建设示范项目节水辅导员培训，圆满完成指定课程学习，成绩合格，特发此证。

希望在今后的工作中积极运用所学知识为节水宣传教育作出贡献。

水利部国际经济技术合作交流中心
2010年5月28日

日本国际协力机构
2010年5月28日

節水リーダーによる自主的な活動の展開

鄭州市における出前授業と、独自の節水リーダー研修の実施



鄭州市においては、小学校の教師約100名を対象として、2011年3月、節水リーダー研修を組織。3月22日の「国連水の日」の活動期間中、この研修を受けた教師が、各小学校において節水授業を展開。

民間企業との連携（研修、教材作成等）

TOTOとの協力による研修と教材作成



中国TOTOの社員による、
TOTOの節水技術に関する講義

小学生节水宣传册



郑州市节约用水办公室



日本国际协力机构

TOTO 东陶（中国）有限公司

TOTOと鄭州市との協力により作成した
小学生向け節水教材（イメージ）

民間企業との連携（研修、教材作成等）

TOTO大連工場におけるスタディーツアー



TOTOの節水技術の説明

工場見学



民間企業との連携（研修、教材作成等）

訪日研修におけるサントリーの支援



サントリー社員による「水育」の実演

サントリー武蔵野工場の見学



ありがとう
ございました

谢谢大家

