

## 平成 25 年度 国際研修 インドネシア水道事業研修概要報告

日本水道協会  
国際研修部 国際課

平成 25 (2013) 年 8 月 24 日から 9 月 1 日にかけて、インドネシア共和国首都ジャカルタで国際研修の一環である水道事業研修を実施した開催された。

本研修は、平成 23 (2010) 年 7 月に PERPAMSI (インドネシア水道協会) と本協会で行われた覚書協定に基づき、水道のグローバル化に対応した人材を育成することを目的とした研修で、本年度が初となる試みである。

参加者は地方支部からの推薦を受けた水道事業体職員 6 名、本協会職員 2 名、オブザーバーとして国際厚生事業団から 1 名、PERPAMSI 側から 5 名の計 14 名。インドネシアにおいて水道事業に携わる、事業体、コンセッションを行っている民間企業、官庁関係者を講師として向け、インドネシアの水事情とそれを取り巻く状況、規格や規定について講義を受けた。また、日-イ両国研修員によるグループディスカッションも行われ、研修員同士 2 カ国の違いやそれぞれの国の現状について理解を深めた。さらに、座学の講義に加え、浄水場及び浄水場拡張工事現場を視察した。

本報告書では、インドネシア共和国、PERPAMSI 及び各講義の概要を紹介する。

### 1. 参加者

#### 【日本側研修員】

菅原 真 (山形市 上下水道部 給排水課 係長)  
柳沢 啓子 (埼玉県企業局 総務課国際水事業・人材開発担当 主査)  
丹羽 絹代 (豊橋市 上下水道局 給排水課 主任技師)  
文字 祐記子 (京都市 上下水道局 水道部施設課 施設係長)  
打道 敬 (宇部市ガス水道局 水道事業部 営業課 調定係 主任)  
宮里 哲也 (鹿児島市水道局 水道部水道管路課 主査)  
菅原 繁 (公益社団法人 国際厚生事業団)(オブザーバー)

#### 【日本側事務局】

富岡 透 (公益社団法人 日本水道協会 研修国際部 次長)  
鈴木 知美 (公益社団法人 日本水道協会 研修国際部 国際課 国際専門監)

#### 【インドネシア側研修員】

Mulananda Mahyudin (PT Aetra Air Jakarta)  
Muhammad Azharuddin (PDAM Palembang)  
Palupi Wikandari (PDAM Surabaya)  
Sujatmika Riswara (PDAM Kab.Tangerang)  
Gusti Ayu Alit Mahawintang (PDAM Denpasar)

【インドネシア側事務局 ( PERPAMSI )】

Mr.Eddy Akhirwan, Mr.Dwike Riantara, Ms.Esti Aryati, Ms.Selvie Amaliasari



図 1 研修参加者

2. 研修日程

日程	講義科目等	講師
8/24 Sat.	移動 (成田 ジャカルタ)	
8/25 Sun.	ジャカルタ市内文化視察	
8/26 Mon.	1 オリエンテーション	Mr. Dwike Riantara- インドネシア水道協会
	2 インドネシア水道協会概要及び活動	Ir. H. Agus Sunara- インドネシア水道協会 1. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA - インドネシア水道協会 会長 2. Mr. Rudie Kusmayadi, B.E., M.Si - インドネシア水道協会 理事
	3 日本人研修員のシティレポート	3. Ir. Benny Andrianto, M.M - インドネシア水道協会パートナーシップ部長 (Adhya Tirta Batam社: 民間オペレーター) 4. Dr. Subekti, MM - タンゲラン市水道局 財務部長
	4 インドネシアの水道	Ir. Benny Andrianto, MM - PT ATB 副局長
8/27 Tue	1 ジャカルタの水道	1. Mr Hilwan - インドネシア公共事業省 2. Mr Jr. Nugroho Tri Utomo- 国家開発企画庁
	2 インドネシアの水道	Ir. Benny Andrianto, M.M. - インドネシア水道協会パートナーシップ部長 (Adhya Tirta Batam社: 民間オペレーター)
	3 地方都市の水道(スラバヤ)	Dr.s Ashari Mardiono - タンゲラン水道局
	4 地方都市の水道	Ir. Purwoko Hadi, M.Sc. - YPTD Pamsi社 (民間コンサルタント)
8/28 Wed.	1 浄水処理	Prof. Dr. Djoko M. Hartono - インドネシア大学教授
	2 浄水場視察	Mr. Chaidir Djakarta - Aetra社 (民間オペレーター)
	3 在インドネシア日本大使館表敬訪問	
8/29 Thu.	1 配水施設	Mr. William Solary - ヴェオリア ウォーター
	2 漏水管理	Ir. Daryanta - カブパテン ボゴール水道局
	3 水道事業に関する規定等	Ir. H.M. Limbong - パン ジャヤ(ジャカルタ特別市水道事業体)
	4 グループディスカッション	-
8/30 Fri.	1 工事現場視察	Mr. Henry Darwin - コタ ボゴール水道局
	2 日本のODA(JICA)	富原 崇之 JICA プロジェクトフォーラムアドバイザー
	3 オープンフォーラム	1. Ir. Danny Sutjono, インドネシア公共事業省 2. Ir. Nugroho Tri Utomo, MURP, 国家開発企画庁 3. Dr. Subekti, SE, MM, タンゲラン水道局 4. Ir. Purwoko Hadi, M.Sc. - YPTD Pamsi社 (民間コンサルタント)
	4 水源・取水	Dr. Eka Nugraha Abdi - インドネシア公共事業省
8/31 Sat.	書類整理・自由時間 移動(ジャカルタ発)	
9/1 Sun.	成田着	

### 3. インドネシア共和国の概要

面積：約 189 万km<sup>2</sup>（日本の約 5 倍）

人口：約 2.38 億人（2010 年）

民族：主にマレー系（ジャワ， スンダ等約 300 種族）

宗教：イスラム教 88.1%，キリスト教 9.3%，儒教 0.1%，その他 0.8%

#### 主要産業

製造業（輸送機器、飲食料）24%

農林水産業 15%

商業・ホテル・飲食業 14%

鋼業（LNG，石炭，ニッケル，銀，石油）12%

世界第 17 位の GDP を誇り、東南アジア最大の経済国である。年間の経済成長率が約 6.5%、IMF は今後 5 年で 7% 増と予測している。1967 年には ASEAN へ加盟し、1999 年には G20 入りを果たした。今後の経済成長が期待される新興国の一つである。また、マラッカ海峡を始め重要な海上交通路の要衝に位置し、アジア全体の安定と反映に不可欠な国といえる。しかし、その一方で、道路、上下水道などの社会基盤の整備が遅れており、深刻な問題となっている。

### 4. PERPAMSI について

PERPAMSI はインドネシア水道協会（Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia）の略。図 2 にある PERPAMSI のマークには、「TIRTA：水」「Dharma：生活、生計」「TIRTA DHARMA：公衆衛生と生活のための飲み水の供給に専念する。」の意味が込められている。

PERPAMSI は 1972 年に設立され、国内外の水関連の問題解決、サービス水準の向上のための PDAM の支援、他国の水道協会などの海外組織との協定締結を主な業務としている。「PDAM」とは地方自治体に属しているインドネシアの水道事業体のことで、設立と同時に自動的に PERPAMSI の会員となる。

2012 年 12 月現在で、会員数は 410、そのうち 383 は PDAM、17 は民間企業、残りの 10 は暫定水道公社で構成される。理事会メンバー 9 名は、4 年に 1 度行われる総会で PDAM の代表者の中から選出される。

近年は PDAM の数が増加する傾向にあり、給水人口が 1 万人以下の PDAM 会員がほとん



図 2 PERPAMSI のマーク

どである。しかし、3年後を目途に PDAM の合併が進められる予定である。

## 5. 研修内容

### インドネシアの水道事情

インドネシアは世界最多の島嶼からなり、国の横断に飛行機で7時間を要するほどに東西に長い国であり、島ごとに言語、文化、抱える問題も異なる。本研修では、ジャカルタ特別市、スラバヤ市、バタン島の3都市から講師を招き、それぞれの都市における水道事業について講義を受けた。水源となる河川が島内に無い、水源の水質が悪い、管路の整備を行っているものの人口増加率が高いため、普及率がなかなか改善されないなど、各都市様々な問題があった。さらに、政府機関である公共事業省 (Ministry of public works)、居住環境総局 (Cipta karya) 及び、国家開発企画庁 (Bappenas) の方に、水関連の施策を中心に講義していただいた。

国連で策定されたミレニアム目標として2015年までに普及率を68%以上にする事、インドネシア政府が策定した「ビジョン21」では2025年までに普及率を100%にすることを目標に掲げている。しかし、現状は、給水人口が1万人以下のPDAMが全体の35%を占め、無収水率が20%以下のPDAMは31事業体のみと課題が多い。

### 浄水処理

人口増加、高まる水需要に対して十分な供給ができていない、水源水質の悪化や浄水処理後の配水の過程で水が汚れてしまうなど、安全な水を供給するうえでのインドネシアが抱える問題の背景について講義いただいた。

各地方政府はこれら諸問題の対策を都市計画マスタープランに組み込み改善を図っている。また、今後は水質悪化に対して環境保護を意識した教育や法整備そして安全な水の持続的な供給を可能にする技術が必要だとしている。

この他、インドネシアで使用されている給水機器や井戸などの配水施設について紹介があった。

### 配水施設

インドネシアにおける配水施設の計画手法の概要について、自然流下方式を使用した施設を具体例に用いた講義を受けた。また、配水システムの特徴、コンピュータによるモニタリングの解析システムが紹介された。

### 漏水管理

30%を超える高い無収水率の対策、管路の維持管理、漏水管理計画について講義があった。無収水対策として配水圧のコントロール、配水エリアのブロック化、メーターの交換などの取り組みが紹介された。

## 水道事業に関する規定

水道に関連した法律、条例、規格等が紹介された。インドネシアには下記のような水道に関連した規定があった。また、水道施設の整備、運営や使用する材料などの規格はインドネシア国内のものだけでなく国際規格である ISO、日本の JIS やアメリカ水道協会のものも使用されていた。

< 紹介された規定 >

- UU No 7 / 2004 : Water Resources Management ( 水源管理 )
- UU No 32 / 2004 : Regulation for Local Government ( 地方自治条例 )
- PP No 6 / 2005 : System Improvement Of Water Supply ( 水道施設の改善 )
- Permen PU No 18 / 2007 : Public Work Regulation : Policy, Strategy, Planning, Design of Water Supply System ( 公共事業条例 )
- Local Regulation of Province DKI Jakarta (PERDA) NO. 11 / 1993 :Water Supply Services in DKI Jakarta ( ジャカルタ特別市 水道条例 )
- UU No 8 tahun 1995 : Regulation for Construction Work ( 建設条例 )

## 水源取水

インドネシアの水源の管理は中央政府が行っている。

水質の悪化や供給量の不足などを改善するために、国連で策定されたミレニアム目標に基づき水源の開発を行っており、目標達成に向けた問題点とこれまでの取り組みについて講義していただいた。

## オープンフォーラム

技術面、マネジメント、リスクマネジメントの3つのテーマで、それぞれグループに分かれ、情報及び意見交換を行った。そして、その内容をまとめオープンフォーラムで日本人研修員が発表した。各グループの発表内容の概略を記す。

### テーマ1 : 2カ国間における技術面の違い

水理的挙動(管内水圧)、安定給水(配水時間)、水質の3項目をWHOの規準、インドネシアの現状、日本の現状で比較した。結果は表1の通り。

サービスレベル	WHO	インドネシア	日本
ア.水理的挙動 (管内水圧)	1 atm	<0.1atm (重要箇所)	0.3-0.5 atm (最大1.5amt)
イ.安定給水 (給水時間)	24時間	14時間 (平均)	24時間
ウ.水質			
濁度	5NTU	5NTU	0.2NTU
PH	6.8-7.2	6-7	7.0-7.5
残留塩素濃度	0.2mg/l	0.1-1mg/l	>0.1mg/l

\* 日本の値は研修員が所属する事業体の値を参考にしている。

表1 サービスレベルの比較

この内容を踏まえ、インドネシアが抱える問題に対して講ずべき対策案を検討した。結果は以下の通りである。

ア 水理的挙動

- ・ データや職員の能力不足により配水システムの設計が適切ではないことについては、職員への研修を積極的に行い、データの精度を上げ、データ数を増やす。
- ・ 配水システム全体をコントロールする技術が十分でないという問題については、システムの再評価を行い、必要な装置を導入する。
- ・ 水需要に対し供給能力が低いという問題には、全体的な水の供給システムを再評価し、サービス向上に向けた計画を策定することで対応する。

イ 安定給水

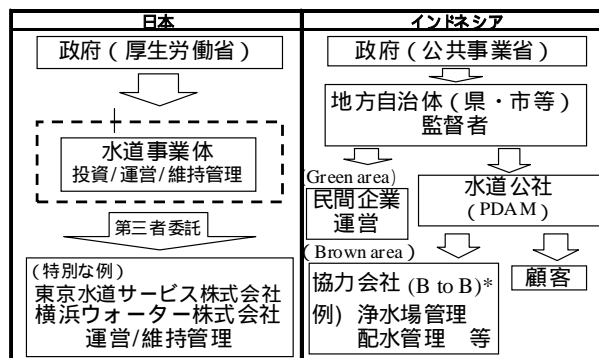
- ・ 小規模な水道システムでは、高架水槽の整備が十分でなくポンプによる直接給水となっているが、高架水槽を設置、利用することで配水エネルギーを削減し、24時間給水を確保する。
- ・ 末端の給水では未だに手動のポンプによる運用を行っているが、顧客の水需要に応じた自動ポンプ制御を使う必要がある。

ウ 水質

- ・ 高濁度の汚染された原水水質を改善させるための対策として、公衆衛生の水準の向上が必要と考え、衛生に関連した教育の充実、下水道システム整備を導入することがあげられた。
- ・ 職員の技術不足や浄水処理過程での制御や監視が不十分であるため浄水処理が必ずしも最適であるとはいえない状況であるが、今後はオペレーターの訓練の実施や監視制御装置を導入することで適切な運営ができるようになる。

テーマ2：マネジメント

水道事業体運営形態、料金体系、関連法規について比較した。今回は水道事業運営形態の比較結果のみ図3に示す。



\* B to B, ... Business to Businessの略。企業間連携のこと

図3 水道事業運営形態の比較

日本では水道事業は原則として市町村が経営するのに対し、インドネシアでは、地方政府が PDAM または、民間企業に運営を委託することとなっている。この関係性により、政府が直接 PDAM に資金援助することができないという結果を生んでいる。

料金体系に関する比較については表 2 の通りである。日本の水道事業体の場合、水道料金は事業体が属する市の条例、規定水道料金が定められている。水道事業体がこれを変更しようとするときは、各水道事業体は属する地方自治体の議会承認が必要となる。また、広域企業団の場合も同様に構成団体から選出された議員が所属する企業団議会にて承認を受ける必要がある。しかし、インドネシアでは、議会の承認ではなく市長、地方知事といった各地方政府のトップの判断で決定され、トップがもたらす影響が非常に大きいといった違いがあることがわかった。

	日本	インドネシア
決定者	議会	市長・知事
運営	水道事業体 (地方自治体)	地方自治体 民間企業
料金設定	費用+利益 収入 運営 利益 設備投資	費用+ 限界収益(10%) (運営総費用回収型)

表 2 水道料金の比較

	日本	インドネシア
水質	水道法	MOH 492/2010
水源	水資源開発基本法	Law no 7/2004
運営	水道法	Government Regulation No16/2005
PPP*	PF法	Government Regulation No67/2005 and 13/2010
B to B	水道法(第三者委託)	MOP 120/2010

\*PPP Public-Private Partnerの略 公共事業に民間企業が参加すること。

表 3 関係法規比較

水道事業の関係法規の比較結果は表 3 の通りであった。

### テーマ3 リスクマネジメント

リスクマネジメントの手法について具体的に評価表を作成し、作成方法、リスクの考え方について発表を行った。

まず水道事業に係わるリスクとして、外的リスク、内的リスクを特定し、

優先度	外的リスク	内的リスク
(3 × 3=9)	1)原水の汚染 5)電力不足	-
(2 × 3=6)	2)水不足 4)自然災害	-
(3 × 3=9)	3)政治的圧力	1)人材の能力不足 2)巨額の負債(財政能力の低下) 3)浄水場の処理能力悪化 4)配水システムの能力悪化 5)高い無収水率 6)精度の低い方法や他の利点

\*優先度=(発生確率)×(被害の規模)

表 4 リスクの評価結果

「(発生確率)×(被害の規模)」と定義したリスクの優先度に基づき、各リスクを表 4 のように 3 段階に分けた。そして、各リスクの影響及びその対応案について検討した。結果は表 5 の通りである。

リスク	影響	対応案
外的 リスク	1 化学薬品の大量消費や不衛生な水の使用により健康を害する可能性がある。	水安全計画の実施，流域管理。
	2 水不足	地下水の保存，水源林の涵養，代替水源の確保。
	3 水道事業体が，定められた事業目標を達成できない。	政治的体系，意思決定者，行政と良い関係を築く。
	4 水運用ができない。	災害対策計画の策定。
	5 浄水場の運営、配水に必要な電力が確保できなくなる。	非常時に備え発電機を準備する。
内的 リスク	1 運営手段にダメージを受ける（目標に到達できない）	人材育成を行う。
	2 投資能力の低下 （維持管理能力の低下）	良いビジネスプランで投資家を呼び寄せる。
	3 給水水質の悪化	技術の向上，効率的効果的で予防的な維持管理の実施する
	4 収入の低下，高い運営費用	効率のかつ効果的に無収水量の低下させる。
	5 浄水過程と配水過程における不適当な行為	予防的な維持管理と資産運用を実施する。

表 5 リスクに対する影響及び対策案

⑦視察

1. Buarun 浄水場

視 察 先：

Buarun water treatment plant

施設能力：

IPA Buarun 2500ℓ/sec  
(21.6 万<sup>3</sup> /日)

IPA Buarun 2500ℓ/sec  
(21.6 万<sup>3</sup> /日)



図 4 Buarun 浄水場の位置

今回、視察を行った浄水場は、「A」ジャカルタ特別市東部の浄水場の運営及び、管路による配水の管理をコンセッション方式で行っている民間企業である。

Aetra の方がジャカルタ市内の配水区域と浄水場の概略について解説したのち、場内の見学を行った。

施設は、パルセーター沈澱方式を使用し、ろ過は急速砂ろ過方式だった。

水温が高く、アンモニアの濃度が高いときは着水井の段階で、次亜塩素酸ナトリウムを注入するなどの対策をとっている。水質検査室は機器も整備されており、原水、処理水、浄水池の水質は毎日検査されていた。

水質の試験方法を質問したところ、日本では大腸菌の検査の際は薬品を注入してから 24 時間培養させてから検査するが、インドネシアでは 18 時間という違いがあることが分かった。その他、検査項目だけでなく、検査方法、手順についても日本とインドネシアでは違いがあるようだった。



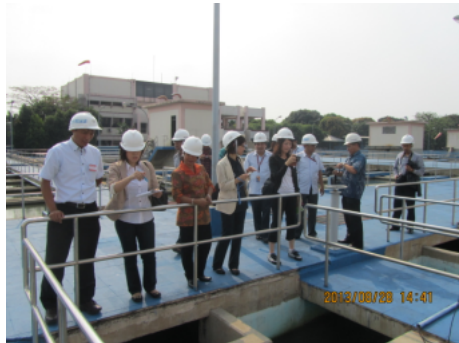


図5 浄水場視察の様子



図6 水質検査室

## 2. 浄水場拡張工事

ジャカルタ特別市南部にある西ジャワ州ボゴール市 (Kota Bogor) にある Dekeng 浄水場 (PDAM Kota Bogor) の事務所にて、ボゴール市の水道概要と事業概要について解説を受け、工事現場へと移動し視察を行った。

ボゴールは4つの湧水池と3河川を水源としている。湧水池の水は濁度が0.3-0.5NTUと良好であるため塩素処理のみを行い、配水池 (2,000 m<sup>3</sup>) に貯留している。

視察を行った工事は、世界銀行と、インドネシア政府の援助で行われている事業 (約1億520万円) の一部で、34,560 m<sup>3</sup>/日进行处理する浄水施設 (上下迂流式フロック形成池、傾斜板沈澱池、急速砂ろ過池) が建設されていた。見学時の進捗率は62.21%であった。ここでは、管理室、稼働中の処理施設、工事現場を視察した。

管理室の機器はところどころ故障している箇所があったが、2時間ごとに濁度、取水量などの記録が取られていた。建設中の施設が稼働中の施設と同じ構造であったため、比較しながら見学することができた。また、砂ろ過池の地下なども案内していただき、逆洗をかけた時の汚泥の流れや沈澱池の地下構造が理解しやすかった。



図7 Bogor の位置



図 8 建設現場の様子



図 9 ろ過池地下

#### 4 . 終わりに

冒頭で述べた通り、協会初の試みということもあり、戸惑う場面も多かったが、その分得るものも多かったように感じる。

日本人の研修員は初日は緊張もありぎこちなかったものの、時間がたつにつれて積極的に発言するようになった。最終的には日-イ両国の研修員同士で自分が担当している業務や文化などについて情報交換を行うなど十分な交流ができた。

また、帰国後、国際交流に興味を持ち、地元の国際交流ボランティアに参加するなど積極的に行動する研修員もいた。

今後もこの研修を継続させ、国際に興味を持つきっかけとなり、海外で活躍できる職員が増えるきっかけとなることを期待したい。

最後に、本協会初の試みであった本研修に積極的に参加いただいた各地方支部の関係者各位および研修員に感謝いたします。