

インドの水セクタの現況と今後の展望

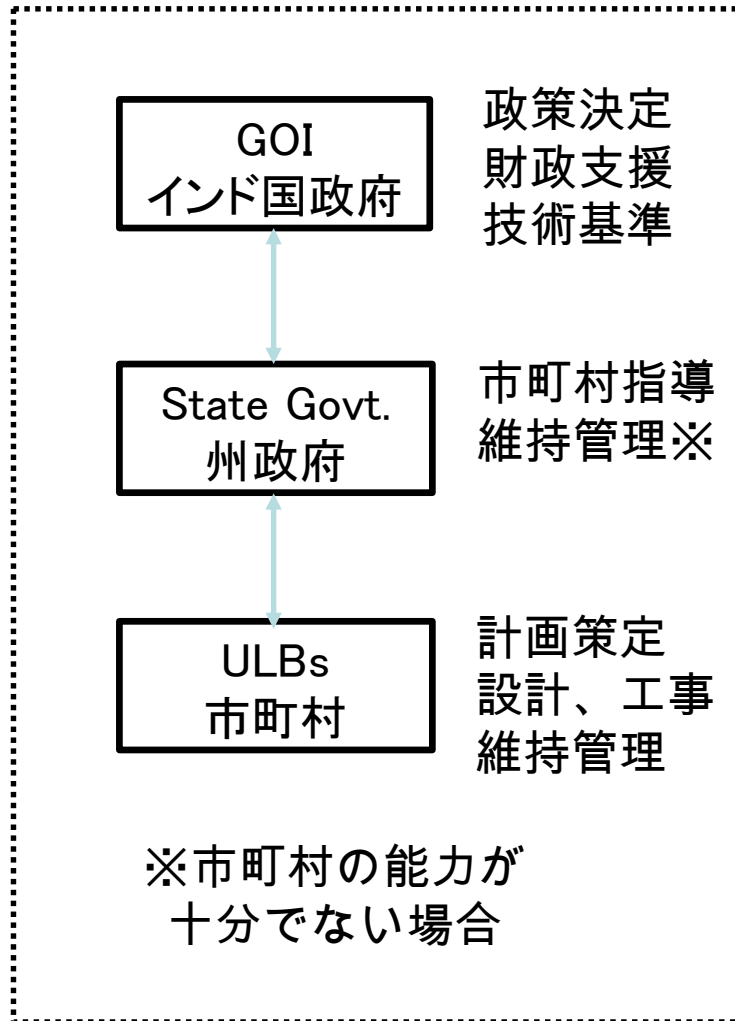
- 日時 2015年11月25日 14時～15時
 - 場所 兵庫県学校厚生会館3F大会議室
 - 報告者 国土交通省 国土技術政策総合研究所
下水道研究部 下水道研究官 榊原隆
- ※前JICA専門家(下水道セクター技術政策アドバイザー)

- 1959年 東京生まれ
- 1985年 建設省入省
土木研究所、本省、国総研、近畿地整、日本下水道事業団、滋賀県、さいたま市、カールスルーエ工科大学(ドイツ) を経て
- 2011年9月～2014年5月
JICA専門家(下水道技術政策アドバイザー)として インド国 都市開発省 公衆衛生・環境技術中央機構(CPHEEO)に派遣
- 2014年5月より現職

本日の報告内容

1. インドの水セクタの概要
2. 都市開発省における専門家の業務内容
3. 水に係る政府・民間企業・NGOの役割

国、州、市の3層構造



都市開発省と環境森林省

MoUD 都市開発省:都市インフラ整備
を所掌

CPHEEO 公衆衛生環境技術中央機
構:上下水道、廃棄物、雨水排水に
関する技術基準、研修を担当

MoEF 環境森林省:環境保全を所掌

NRCD 国家河川保全局:
主要な河川、湖沼の環境保全を目的
とした下水道整備を担当

CPCB 中央公害対策委員会:
水質汚濁防止法に基づく
排水規制を担当

※他の省庁:水資源省、飲料水・衛生省

※州や大都市は上下水道局が担当

U.P Jal Nigam, Kerala Water Authority

Delhi Jal Board, Chennai Metro Water, Bangalore Water Supply
and Sewerage Board

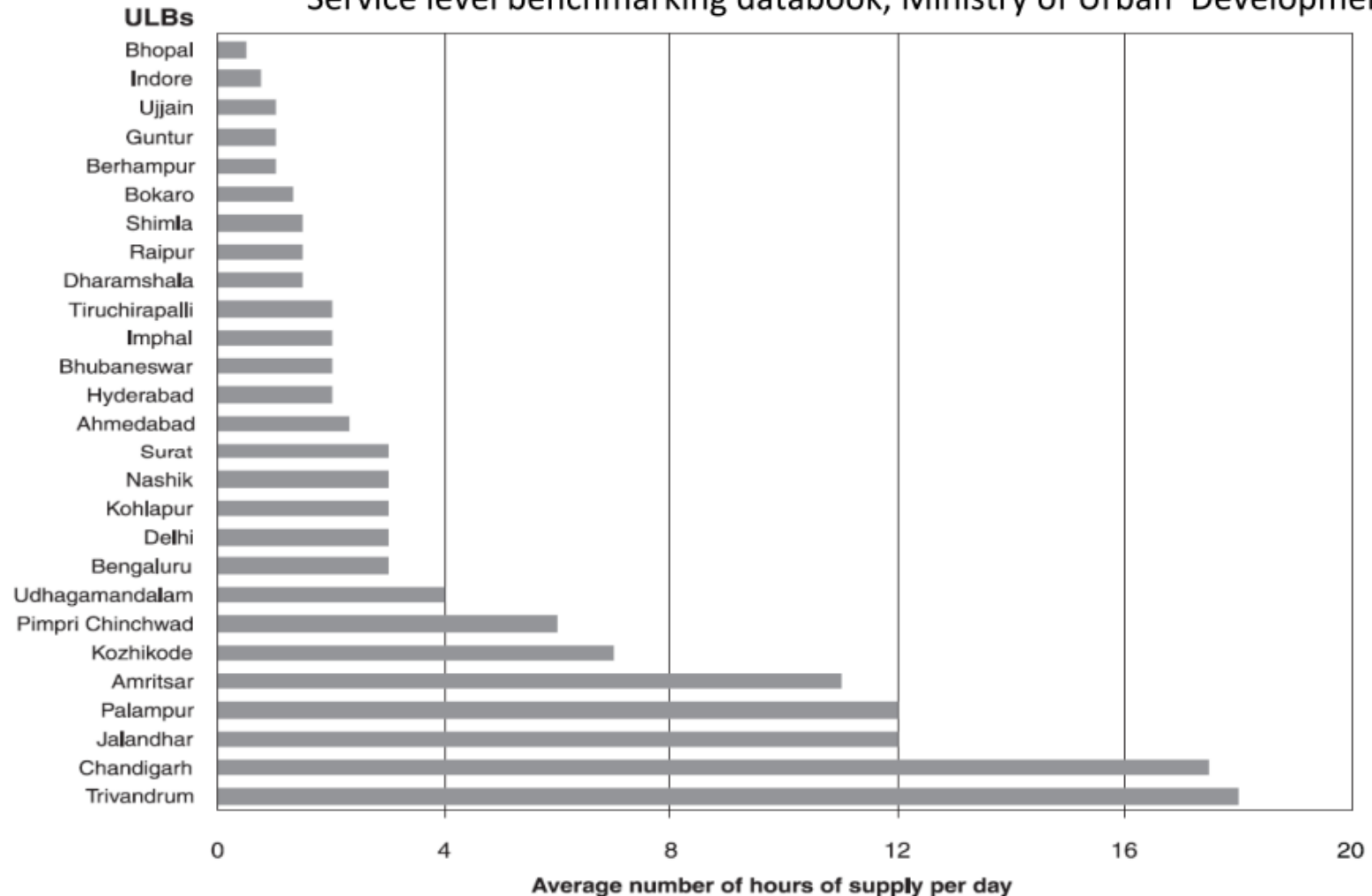
水道普及率	40～80% (Delhi 70%)
無収水率	30～50% (Delhi 50%)
給水時間	2～10時間/日 (Delhi 3時間)
下水普及率	20～80% (Delhi 55%)

文献

Service level benchmarking databook, Ministry of Urban Development

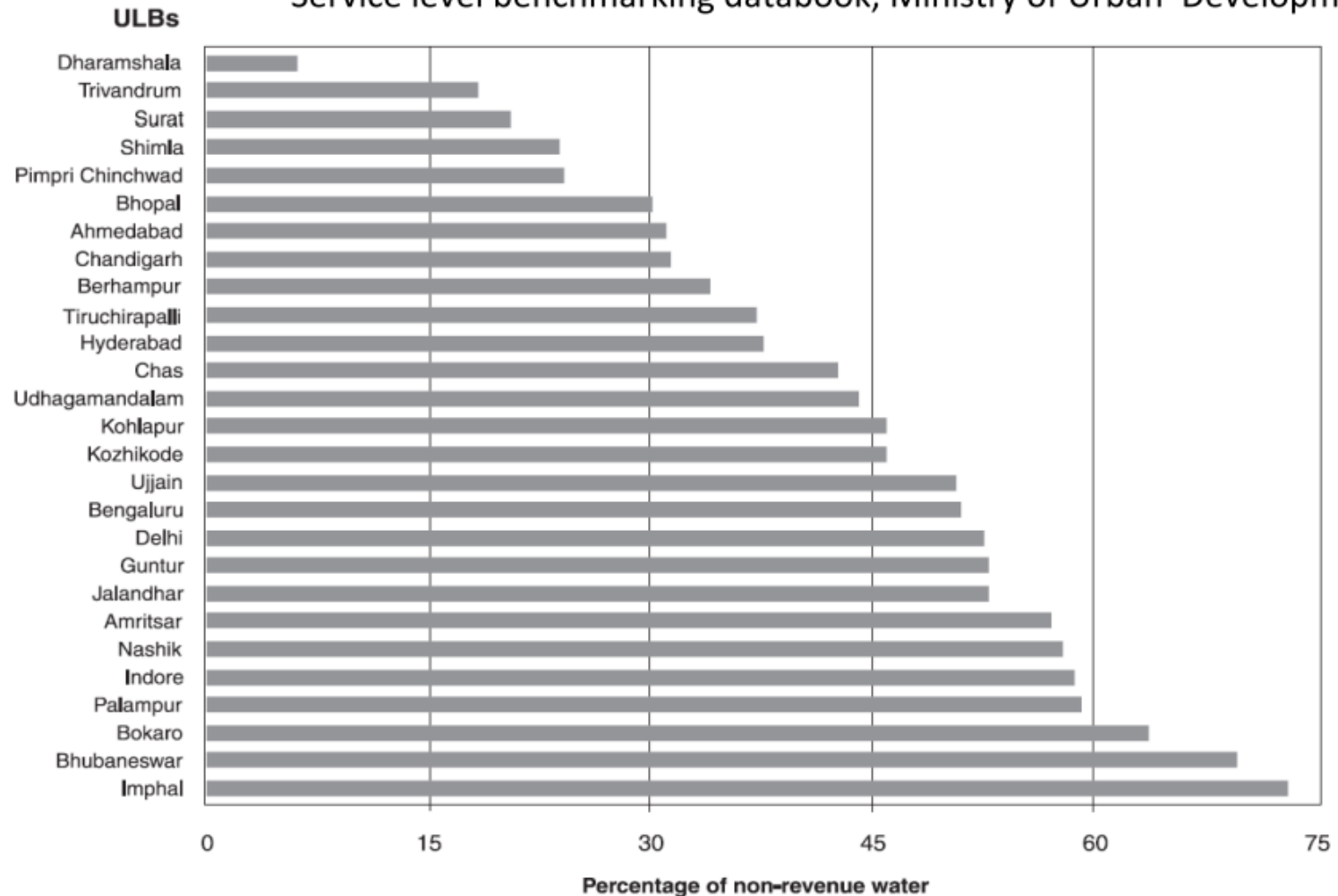
Continuity of Water Supply (India)

Service level benchmarking databook, Ministry of Urban Development



Non-Revenue Water (India)

Service level benchmarking databook, Ministry of Urban Development



Yamuna Action Plan (YAP) I-III

Ganga Action Plan (Varanasi)

Amritsar Sewerage

Guwahati Water Supply

Bisalpur Jaipur Water Supply

Kolkata Solid Waste Management Improvement

Hussain Sagar Lake & Catchment Area Improvement

Orissa Integrated Sanitation Improvement

Goa Water Supply & Sewerage

Hogenakkal Water Supply and Fluorosis Mitigation I & II

Bangalore Water Supply & Sewerage I-III

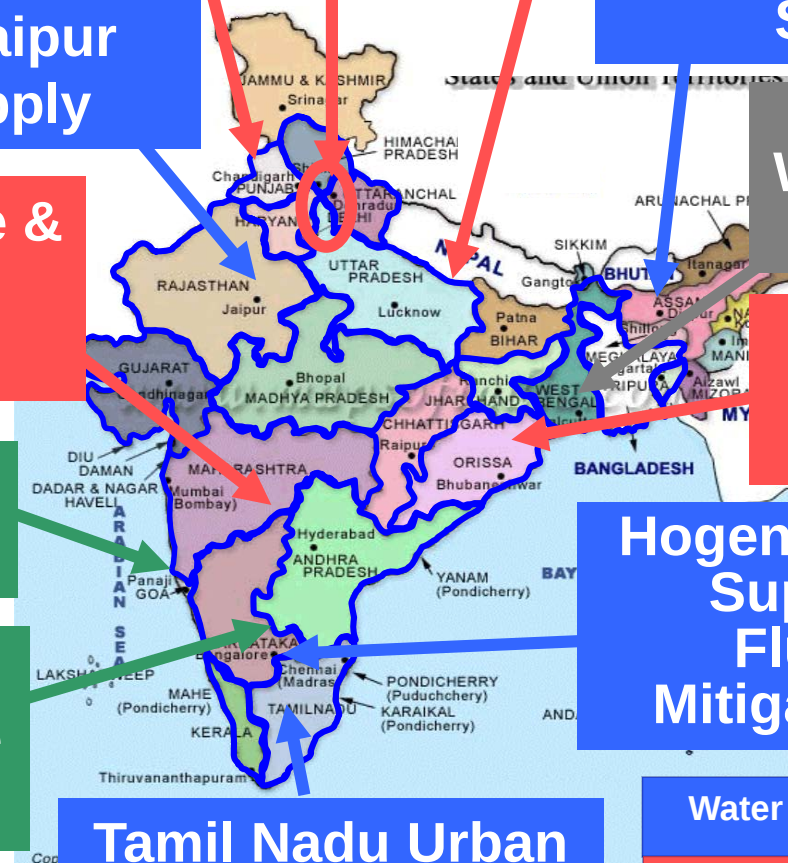
Tamil Nadu Urban Infrastructure

Water Supply

Water Supply & Sewerage

Sewerage

SWM



1-6. プロジェクトの例

ヤムナ川流域諸都市下水等整備事業

第 1 期 (1992-2003) 総額177億円 デリー州および周辺 3 州15都市対象
28箇所の下水処理場 (総処理能力72万m³/日) ,49のポンプ場、
214kmの遮集管、1500の公衆トイレ、火葬場や沐浴場の改善や住民啓発
電力事情を考慮してばっきの要らないUASB法を多く採用

第 2 期 (2004-2011) 総額133億円 デリー州に重点
標準活性汚泥法を中心に採用

第 3 期 (2011 ~ 2018 (予定)) 総額325億円 デリー州に限定
高度処理型新規下水処理場の建設、老朽化施設の改築更新、遮集管の建設
ヤムナ川のBOD濃度は現在の約40mg/lから12mg/l以下まで改善と試算



出典) JICAホームページ他

1-7. プロジェクトの例

ホゲナカル上水道整備・フッ素症対策事業

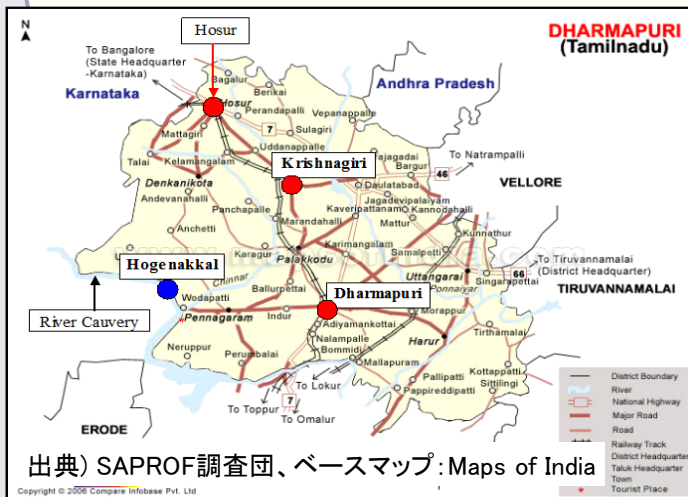
○プロジェクト期間: 2008年 ~ 2013年

○事業費: 総額274億円(うち、円借款対象額: 224億円) ※事業事前評価表より

○目的: タミルナドゥ州クリシュナギリ地区およびダルマプリ地区において
コーベリ川を取水源とする上水道施設の新設、フッ素症対策を行うことで
安定的な上水道サービスの提供と地域住民の生活環境を改善する

○実施内容:

- ① 上水道施設新設 取水施設、浄水場(160,000m³/日)新設、送配水管の整備
(計10,000km超)、配水池の新設、ポンプ場の建設 等
(受益者数: 3市、17町、6,755村の約239万人)
- ② フッ素症対策 基礎調査、医師・教員等を対象としたトレーニング、
食事指導、啓発運動



出典) TWAD BOARD "Hogenakkal WS & FMP" <http://www.twadboard.gov.in/twad/Hogenakkal.aspx>

2-1.派遣の概要

(1) 配属先

インド共和国 都市開発省
公衆衛生環境技術中央機構 (CPHEEO)

(2) 派遣期間

2011年9月7日より2014年5月19日まで

(3) 肩書きと指導科目

JICA専門家
下水道セクター技術政策アドバイザー

(4) 形態

個別専門家

(参考)長期専門家リスト(国交省等)

○ タイ

バンコク下水道水質技術指導
下水道関連水質分析
下水道研修センター

下水処理場運営改善プロジェクト

長谷川清	S61～S63
小森行也	H4～H6
大嶋吉雄	H7～H10
宮原茂	H10～H12
田中修司	H16～H18
西修	H18～H19

○ インドネシア

汚水管理能力強化プロジェクト
下水管理アドバイザー

中島英一郎	H22～H26
西修	H26～
松本実(北九州市)	H27～

○ ベトナム

ホーチミン市下水道管理能力開発プロジェクト

都市環境(下水道)政策アドバイザー

岩崎宏和	H21～H22
岡安祐司	H25～H27
津森ジュン	H22～H25
若公崇敏	H27～H29

河川水質浄化対策

岩崎旬(JS)

H16～H18

フセインサガル湖水環境修復管理能力強化プロジェクト

落合俊博(東京都)H17～H18

荒井俊博(JS) H19～H20

下水道施設の維持管理に関するキャパシティ・ビルディング・プロジェクト

若林淳司(JS) H19～H22

山田雅利(JS) H22～H23

下水道セクター技術政策アドバイザー

榊原隆(国交省) H23-H26

2-2. インド国の下水道関連組織と役割(2)

公衆衛生環境技術中央機構(CPHEEO)の役割

- (1) 基本設計 (認可設計) の技術審査
- (2) 技術指針の整備
- (3) 研修機関への支援



(参考)CPHEEOの幹部職員

No.	氏名	役職	部屋番号
1	Dr. M. Dhinadhayan	Joint Adviser※	658A
2	Mr. Vijay. Kumal Chaurasia	Joint Adviser※	660A
3	Mr. J.B. Ravinder	Deputy Adviser	659A
4	Mr. Amit Kumar Saha	Assistant Adviser	654A
5	Dr. Ramakant	Assistant Adviser	662A

2-3. 活動の目的

- ① CPHEEOが所掌する技術指針の整備、研修機関への支援に対する技術助言を通じて、インド国及び関係機関の下水道技術に関する能力の向上を図る。
- ② 日本の下水道に関する政策、制度、技術のインド国における理解および普及を支援する。

2-4. 活動内容と成果(1)

①-1 CPHEEOが作成する「下水道マニュアル」に対し専門家の立場から意見を提出。JICA本部およびJICAインド事務所の要請に応じて監修。

→2014年3月に都市開発省が開催した会議で公式に発表。

→MBR等の新しい処理技術、アセットマネジメント等の維持管理およびマネジメント手法の採用が期待される。

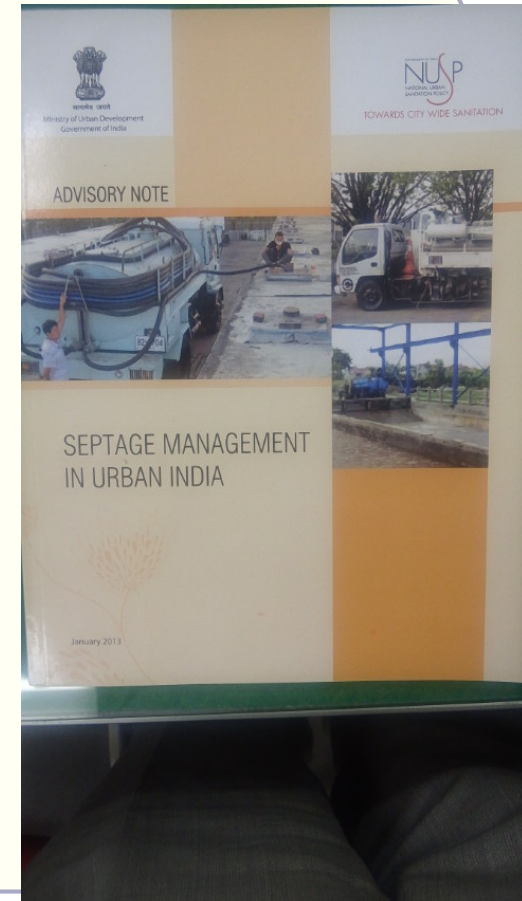


2-5. 活動内容と成果(2)

①-2 CPHEEOが作成した「腐敗槽汚泥管理指針」への技術的助言。

→2013年1月に都市開発省が開催したワークショップで紹介。同年6月に全国の州の都市開発部局および公衆衛生部局に配布

→飲料水源や灌漑水源である地下水への汚染水流入防止が図られる。このことにより公衆衛生状況の向上や水質汚濁防止が期待される。

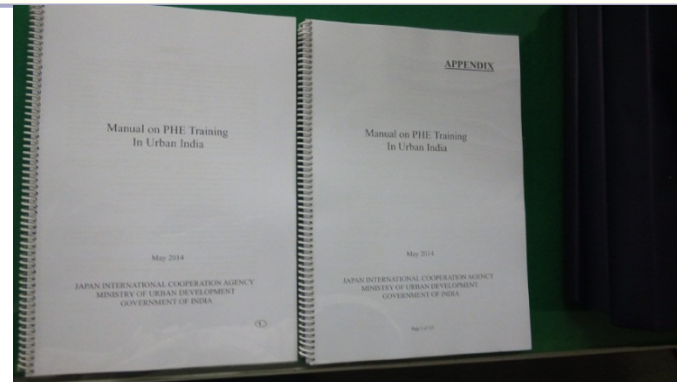


2-6. 活動内容と成果(3)

①-3 CPHEEOが実施する研修制度に関する助言、提言を行うため、全国8箇所の研修機関のヒヤリング。これを踏まえ研修制度の改善に関する提言をまとめた“Manual on PHE Training in Urban India”を都市開発省に提出

→ “Manual on PHE Training in Urban India” に盛り込まれた提言のうち、研修生増加のための早朝・夜間コースの新設については、2014年度より4つの研修機関で実施

→ 州政府の下水道技術者がより容易に修士号を取得でき、技術者の能力向上が期待される。



2-7. 活動内容と成果(4)

②-1 インド国の研修機関に所属する研修講師等9名を対象とした本邦研修「日本における下水処理と再生水に係る研修（以下本邦研修）」を2014年2月に実施

→ 研修生のフィードバック結果は概ね満足できるものであった。

→ このことから日本の下水処理場の管理の状況および下水再生水利用の状況について理解が深まった。

Q. Have you achieved Expected Program Objective?

	← ←Fully achieved			Unachieved → →	
Before the training	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
		1	2	6	
After the training	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
	4	5			

2-8. 活動内容と成果(5)

②-2 インド国都市開発省と国土交通省との覚書に基づく日印都市開発交流会議の開催を支援（2012年10月デリー、2013年10月東京）。また同会議の分科会として下水再生水利用をテーマとした日印水環境ワークショップを2012年10月に開催。

→ 今後我が国が下水再生水利用に関してインド国に貢献するには何をしたらよいかについて有益な情報を得ることができた（地方でのワークショップの開催、地方での実証プラント設置、ニーズ調査の重要性）

→ この情報を活かして今後日本の企業がさらなる調査や活動を実施することが期待できる。



2-9. 研修計画の改善(1)

- (1) 1956年より実施
- (2) 全国の研修期間
(国関係機関、大学、州政府、市町村等)を対象
- (3) 長期(2年間、12機関、)
中期(3ヶ月間、2機関、)
短期(1～4週間、21機関)

○長期研修

- 1) 土木工学等の学士号を有し、3年以上の業務
経験を持つ州政府や市町村の技術職員を対象
- 2) 2年間で工学修士号を取得
- 3) 1年半の講義と半年の修士論文作成
- 4) 州によっては昇格の必須条件

2-10. 研修計画の改善(2)

＜研修の現状－研修生の減少＞

短期研修の目標研修生数1,200名に対し、

966(2009年度)

486(2010年度)

469(2011年度)

約300(2012年度)

と減少傾向

2-11. 研修計画の改善(3)

＜研修生の減少の原因＞

- 1) 研修機関の体制・環境(講師数、教室、ラボ、宿泊施設)が十分でない
- 2) 研修コースやカリキュラムが旧来のみであり最新の政策・技術動向に対応していない。
- 3) CPHEEOからの財政支援が十分でない
- 4) 研修に必要な資料や情報が不足している
- 5) 研修の間、業務をカバーする体制が十分でない

2-12. 研修計画の改善(4)

＜研修計画の改善の大枠＞

- (1) 最新の政策・技術動向に沿った
研修コース・カリキュラムの設定
- (2) CPHEEOからの財政支援の強化
- (3) 研修機関の体制・環境の充実

2-13. 研修計画の改善(5)

(1) 最新の政策・技術動向に沿った研修コース・カリキュラムの提案

種類	コース名	機関数
政策 に関する事項	国家都市衛生計画 (National Urban Sanitation Policy)	2
	水道、下水道政策	2
	上下水道の経済的価格設定	2
	衛生施設がなかった場合の経済損失	1
	サービスレベルベンチマーキング	2
下水道技術 に関する事項	下水処理の最新技術	3
	下水処理場の維持管理	4
	分散型下水処理	3
	海水淡水化技術	1
上水道、廃棄物 に関する事項	24時間×7日間給水	5
	管網ネットワークの地図化と水理計算モデル	0
	需要者管理のための料金体系とメータ計測	2
	上水管網の圧力管理	1
	都市廃棄物の技術	3
	都市廃棄物管理のためのGIS, GPS	0
	浄水場オペレータ指導者むけオリエンテーション	3
その他、 共通事項	腐敗槽汚泥の管理	0
	水系伝染病と健康影響	6
	GIS	3
	水量自動計測システム	0
	上下水道の処理水、再生水の国際基準	3
	雨水資源管理、再利用	4
	設備技術者のための省エネ	3
	国家ミッション「持続可能な居住」に係る指標	2
	下水道、雨水排水施設、腐敗槽の機械清掃	1

2-14. 研修計画の改善(6)

(2) CPHEEOからの財政支援の強化

(3) 研修機関の体制・環境の充実

・2012年12月から2013年3月にかけて
8箇所の研修機関を訪問、研修の改善に関する
意見聴取を実施



・研修計画の改善に関する提案のまとめ
・CPHEEOに提出

2-15. 研修計画の改善(7)

8つの改善を提案

- (1) CPHEEOによる全国研修施設の設立
- (2) CPHEEO、州政府、研修機関等関係者による
合同会議の定期開催
- (3) 研修生の評価シートの研修機関へのフィードバック
- (4) モデル講義の実施

2-16. 研修計画の改善(8)

8つの改善を提案(つづき)

(5) CPHEEOによる財政支援額の見直し

(6) CPHEEOによる施設建設補助

(7) 早朝・夜間コース(パートタイムコース)の設置

(8) CPHEEOからの募集の迅速化、精確化、Web上への研修計画の公表

2-17. 研修計画の改善(9)

(7) 早朝／夜間コース(パートタイムコース)の設置

- ・研修生の減少の原因の1つは、州政府／市町村からの研修生の推薦が減少していることである。
- ・特に長期研修は2年間を要することから、州政府や市町村は派遣に消極的であることが多い。
- ・この点を解決するため、パートタイムコースの設置を提案する。
- ・パートタイムコースは、朝8時から10時まで、あるいは夕方6時から9時までの時間帯に実施される。
- ・通常のコース(2年間)に比べ、このコースは3～4年を要するものの、州政府や市町村で働きながら通学し、通常のコースと同等の工学修士号を取得することが可能である。

3-1. 民間企業の活動(1)

案件化調査 インド国 上水道漏水検知サービスの案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：水道テクニカルサービス株式会社
- 提案企業所在地：神奈川県横浜市
- サイト・C/P機関：インド国バンガロール市 Bangalore Water Supply and Sewerage Board (BWSSB)

インド国の開発課題

- インドにおける水道施設の運用管理課題
- 老朽化した水道管における漏水対策
 - 人口増加に対応する水源・水質の確保
 - 24時間給水などサービスレベルの向上
- バンガロールにおける運用課題
- 老朽化による管路の破損、未熟な敷設施工技術による継手接続部ゆがみに起因する漏水
 - 未熟な漏水検知手法

中小企業の技術・製品

- 漏水検知技術と常設型自動配(給)水管監視装置(L-Sign)
- 相関式：漏水音を機械検知する
 - トレーサー式：管路内にガスを圧送して漏出を検知する
 - L-Signを活用した常時漏水モニタリング：L-Signセンサ(高感度受振センサ)を用いて漏水箇所を絞り込む

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 【想定されるODAスキーム】民間提案型普及・実証事業、円借款付帯技術支援プロジェクト、有償技術協力
- 漏水検知による漏水防止の早期実現、水資源確保によるバンガロール市の水道サービスの向上
- 無収水の削減による収入の増大、給水時間の拡大や給水人口の拡大による水道事業の健全化

日本の中小企業のビジネス展開

- インド国における漏水検知システム導入・普及事業
- 現地仕様にチューニングした漏水監視システムL-Signを核とした漏水モニタリング・検知システムの提供
- L-Signを核とした漏水モニタリングシステムのインド国内での普及



3-2. 民間企業の活動(2)

案件化調査

インド国 小規模浄水装置による公共水道の拡張支援案件化調査

企業・サイト概要

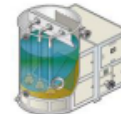
- 提案企業：株式会社広洋技研
- 提案企業所在地：東京都品川区
- サイト・C/P機関：マハラシュトラ州バドラプール市・マハラシュトラ州上下水道局アンバルナス事務所

インドの開発課題

- 都市人口の急増に伴う水需要増加に対する、上水道インフラ整備の遅れ
- 水道未整備エリアに建設される大規模マンションも多く、これらは未処理の井戸水を利用
- 浄水場整備は計画から建設完了まで数年を要するため、その間にも増加する需要量に対して供給量が不足し、中央政府・州政府が掲げる24時間連続給水の達成が見込めない

中小企業の技術・製品

- 砂ろ過技術の長年の課題であった、砂の完全洗浄を可能にした砂ろ過装置「リーチフィルター」
- 他の浄水装置と比べても維持管理コストが低い
- 砂ろ過のため、運転や維持管理が容易
- コンパクトな装置で、設置が簡易



調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- C/P機関の要望に基づき、マンション開発が進むエリア近傍にリーチフィルターを2台設置し、一時的ながらも迅速に不足浄水量を補う(安全かつ24時間連続給水という安定的な飲料水へのアクセス人口は25,947人)
- 将来現地に新たな都市型浄水場が整備された場合でも、都市開発の状況に合わせて他の浄水量不足エリアに移設することで、都市周辺部等の安全な水へのアクセス率の向上に継続的に貢献する

日本の中小企業のビジネス展開

- ODA事業を通じた実績獲得と認知向上を足がかりとして、公共水道事業体及び民間住宅デベロッパー等の民間事業者を営業市場として展開
- 市場へのアクセスを持つ現地企業と連携し、現地生産と販売促進とを担う現地法人を設立



3-3. 民間企業の活動(3)

案件化調査：水の浄化・水処理分野 インド バイオレメディエーションによる地下水浄化

企業・サイト概要

- 提案企業：アサヒ地水探査株式会社・パナソニックエクセルインターナショナル株式会社共同企業体
- 提案企業所在地：東京都
- サイト・C/P機関：タミルナドゥ州ラニペット（TN Ranipet）/ゴア州サルセット（GS Salcette）
中央汚染管理局、タミルナドゥ州汚染管理局/ゴア州汚染管理局

インドの開発課題

- インド政府は国策として深刻な健康被害が発生している汚染サイトの浄化に取り組んでいる。
- 汚染サイト浄化には世界銀行も支援している。
- 世界銀行の支援サイト以外に、政府主導の汚染浄化サイトとして69の認定サイトが存在する。
- 現在中央政府が確認しているサイト以外にも健康被害/環境影響が発生しているサイトがある。

中小企業の技術・製品

- 土壌汚染対策法に準じた網羅的な地下水調査
- 多相流解析ソフト『GETFLOWS™』を用いた流域水資源利用システム
- 食品原料成分の栄養剤『EDC-M™』によるバイオレメディエーション（地下水浄化）
- 上記技術・製品の統合システム化
- TN Ranipet/GS Salcette等の汚染サイトの地域特性に特化した付加的作業提案

提案されたODA事業及び期待される効果

- 深刻な健康被害が発生している汚染サイトの浄化はインド共和国第12次5カ年計画のナショナルミッション（National Mission）であり、同国の持続的発展に必要なものであると考えられる。
- 提案支援の実現によりインド政府に日本的な手法が認知され、環境ビジネス企業の進出の強力な後押しとなる。

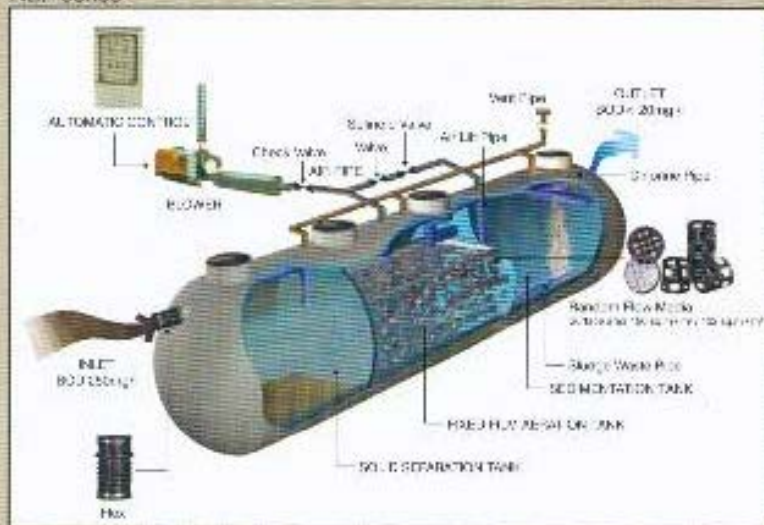
日本の中小企業のビジネス展開

- インド環境規制において主流であるEPA法（米国環境法）を踏襲した日本独自の網羅的手法を提案する。
- 同国の環境関連の有識者層（MoEF/CPCB、各州のPCB、NEERI、NGRI等）と共にコンソーシアムを結成し、安定した技術展開を図る。

3-4. インドの民間企業の例

Sintex Decentralized Wastewater Treatment Systems (DEWATS)

NBF series



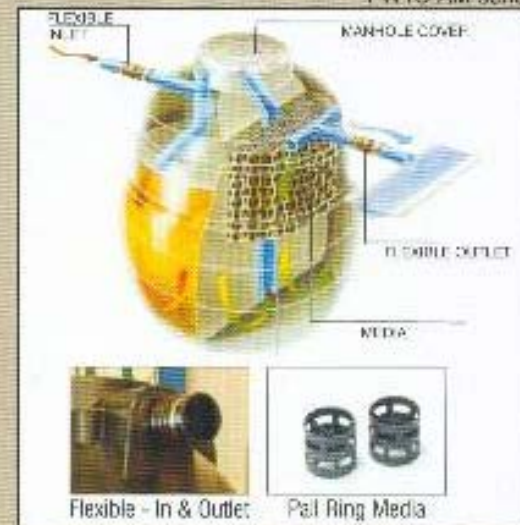
Applications

NBF series is ideal for malls, hospitals, office buildings, institutions, townships/colonies, high rise buildings etc.

Capacity: 10 cu.m/day to 150 cu.m/day

Unique Features 100% eco friendly | Rust proof | Leak proof | Durable | Light weight | Easy-to-install

PWTS-AM series



Applications

PWTS-AM series is ideal for individual bungalows, low rise apartments, restaurants, offices, small factories etc.

Capacity: 800 to 6000 liters



出典) SINTEX社カタログ

写真はSINTEX社訪問時
撮影(2011年9月)

3-5. 日本サニテーションコンソーシアムの活動

(活動目的)

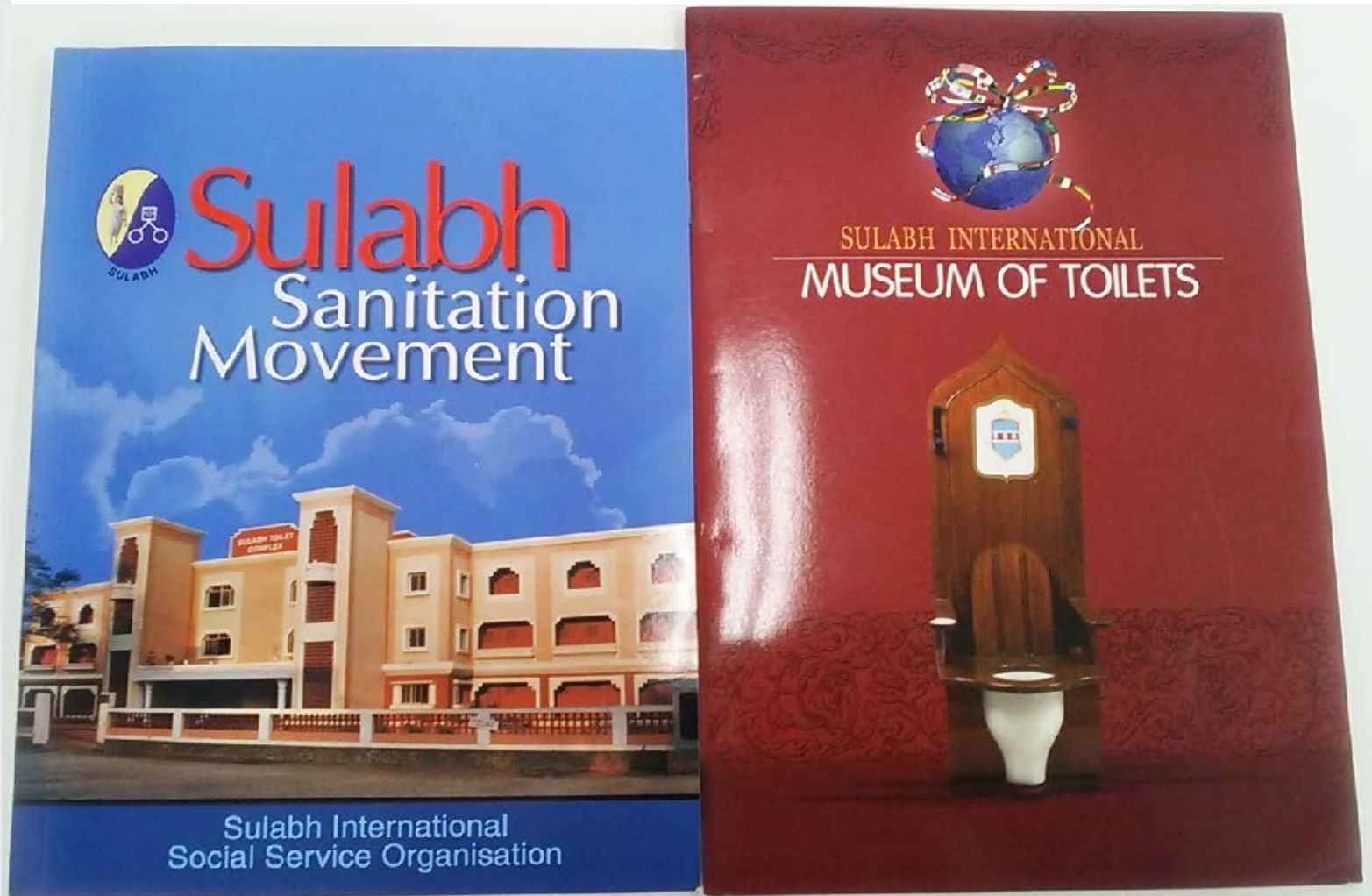
アジア太平洋地域の各国の「衛生」に関する政策的・ 技術的能力の向上・

下水道の整備、トイレの普及、浄化槽やし尿収集処理 等のオンサイトサニテーションの開発・普及に関する 能力構築

(インドにおける活動内容)

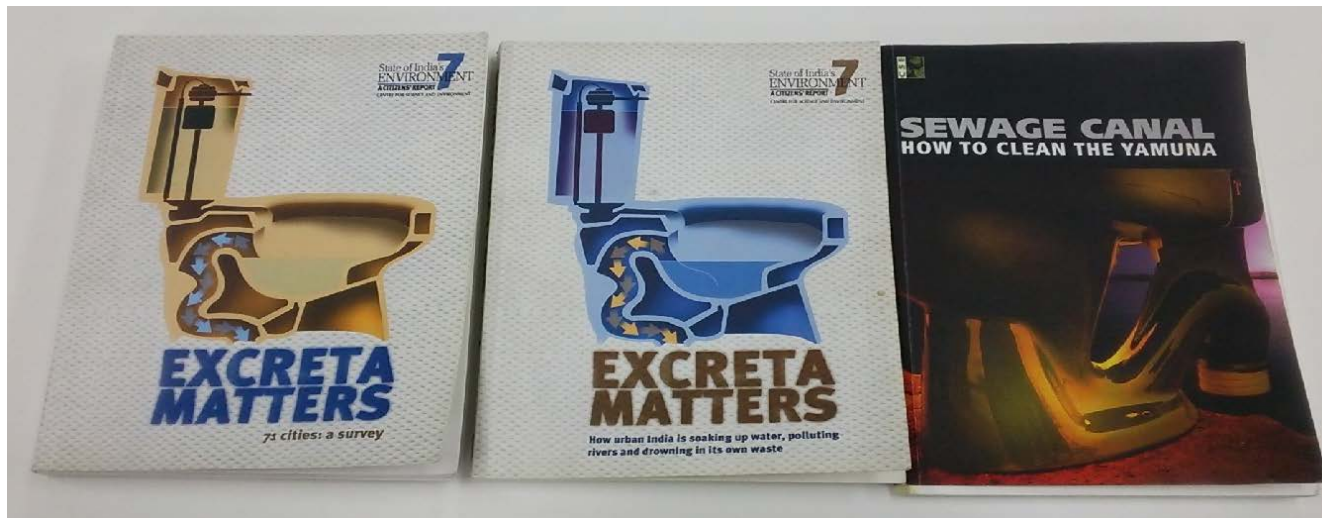
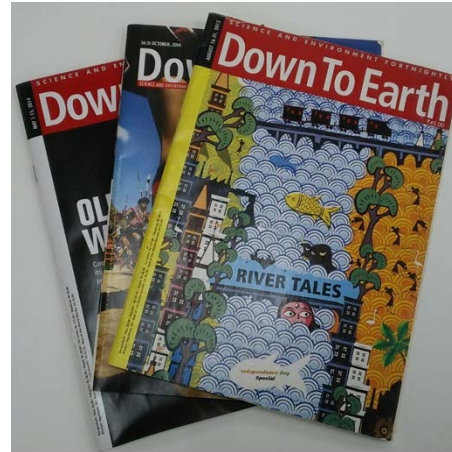
ミゾラム州における汚水処理システム(浄化槽の設置や腐敗槽からの汚泥の適切な管理)の提案

3-6. NGOの例 Sulabh International



3-8. NGOの例

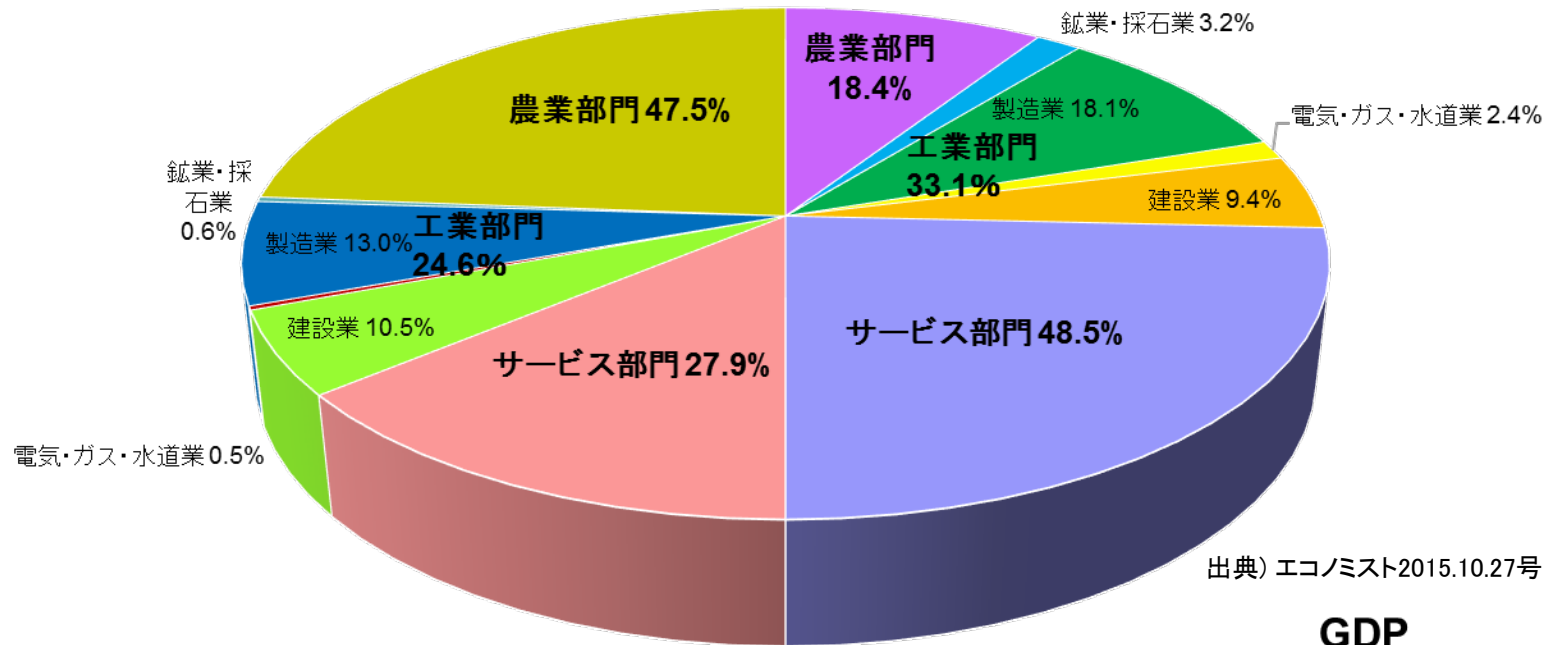
Centre for Science and Environment



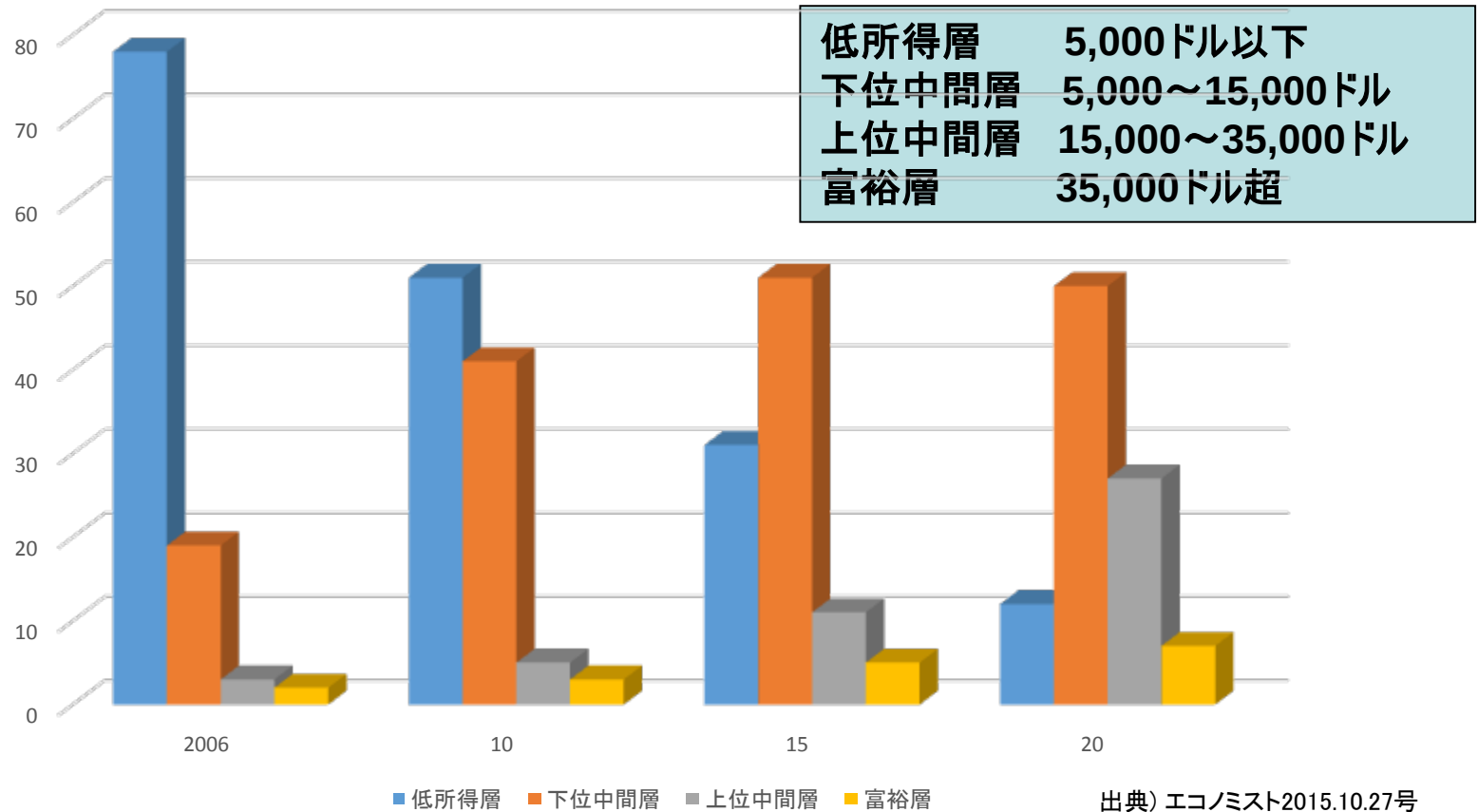
GDPの半分をサービス部門が生み出す

GDPの半分をサービス部門が生み出す

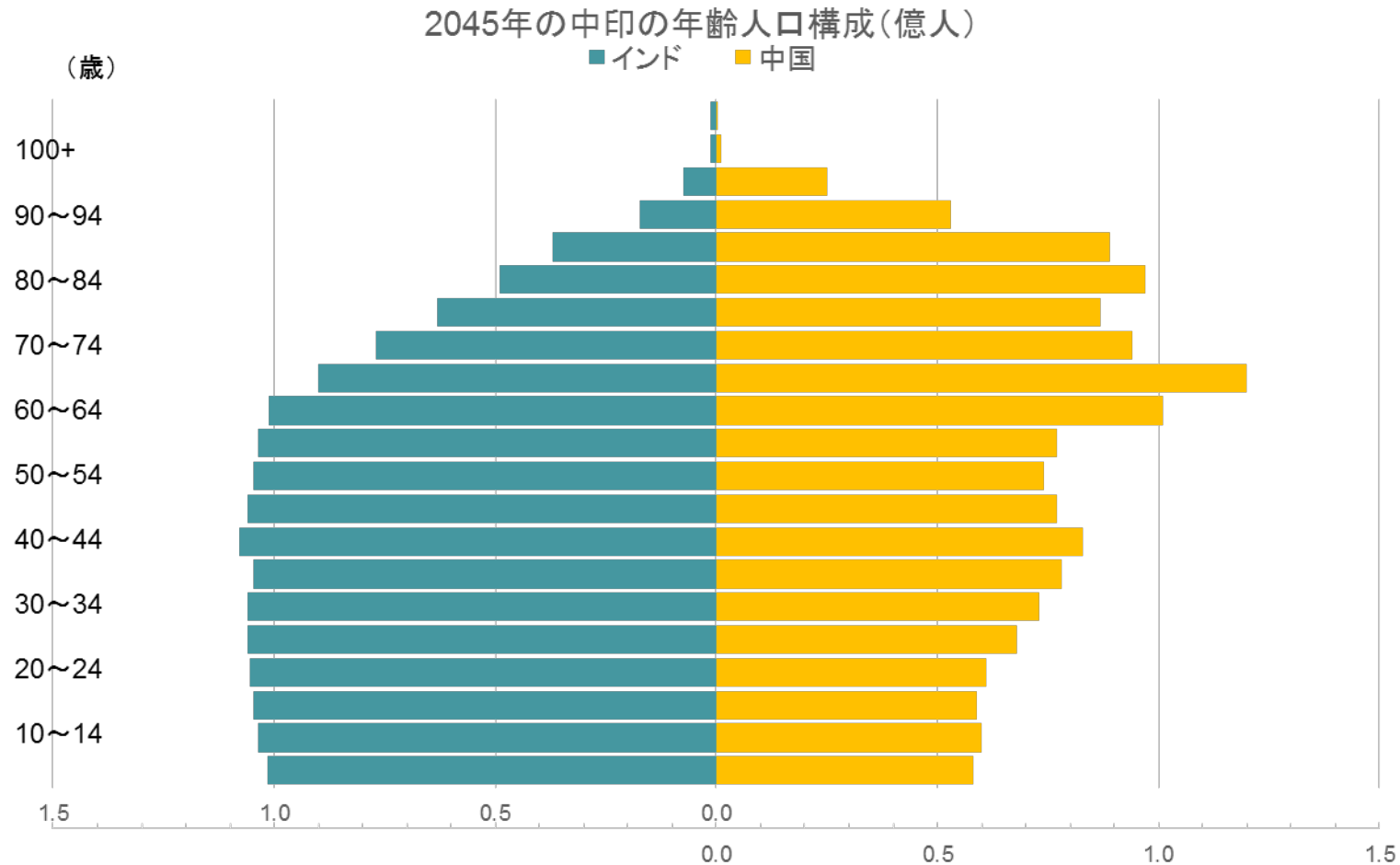
就業者



中間層の比率が拡大



2045年の中印の年齢別人口構成(億人)



出典) エコノミスト2015.10.27号

ご清聴ありがとうございました

参考情報源

- インド国都市開発省 <http://moud.gov.in/>
- CPHEEO <http://cpheeo.nic.in/>

問い合わせ先

国土交通省 国土技術政策総合研究所
下水道研究部 下水道研究官 榊原隆

Tel: 029-864-3726

Email: sakakibara-t86et@nilim.go.jp