

今、そこにある危機：途上国の“水と衛生”と 下水処理の適正技術(*Appropriate Technology*)の開発

東北大学 教授 原田 秀樹

Photo by H.H

今、そこにある危機

途上国の”水と衛生”



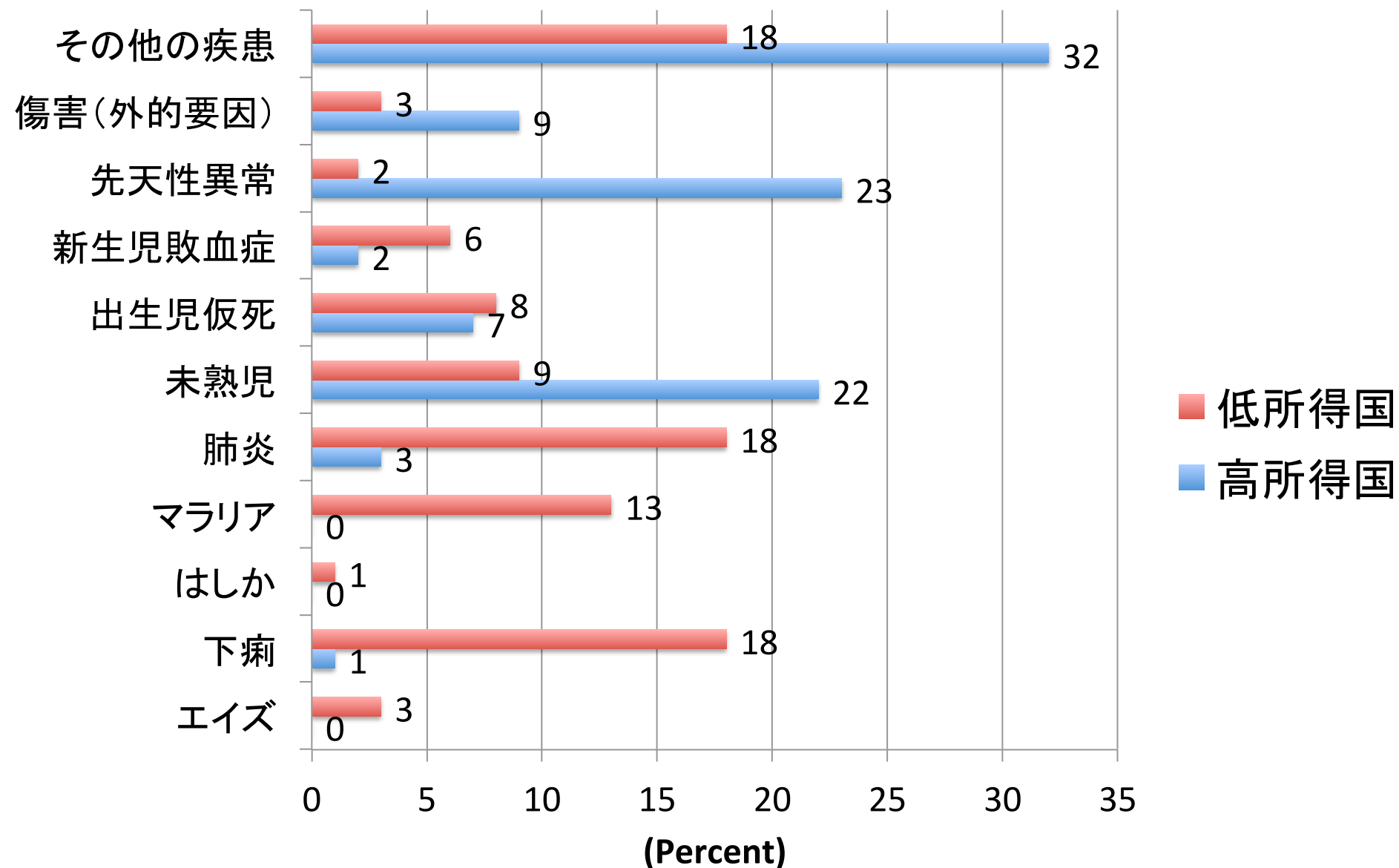
PHOTO BY COLLINS KAYMBA / WORLD VISION

途上国の“水と衛生”事情 (Some of Facts)



- 7億8千万人(9人に一人)が安全な水にアクセスできない
- 毎年350万人が水起因疾病で死んでいく
- 5人に一人の子供の死は水起因疾病である
- 途上国の病気の80%以上は、劣悪な“水と衛生”条件が原因である
- 24億人(3人に一人)は改善された衛生施設を利用できない
- そのうちの7億人はサハラ以南のアフリカ諸国である
- サハラ以南のアフリカでは、3人に2人が表層水を使用している
- 世界の下水の90%は処理されていない

先進国と途上国の5歳児以下死亡原因、2008



汚染された水が引き起こす疾病

病名（一般呼称）

病名

病名（一般呼称）

病名

汚濁水の摂取

コレラ

コレラ

下痢

サルモネラ症

細菌性赤痢

カンピロバクター感染症

アメーバー症

ジアルジア症

腸チフス

パラチフス症

腸チフス

伝染性黄疸

A型肝炎

蟯虫

蟯虫

ポリオ

ポリオ

回虫

回虫

レプトスピラ症

鞭虫

鞭虫

非衛生的な生活習慣（十分な水がないため）

経皮感染

ビルハルツ住血吸虫 住血吸虫病

摂取

ギニア虫

メジナ虫症

直接接触感染

目、皮膚感染

疥癬

疥癬

トラコーマ

トラコーマ

その他

回帰熱

回帰熱

発疹チフス

リケッチア症

昆虫媒介

睡眠病

フィラリア

マラリア

マラリア

河川盲目症

回旋糸状虫症

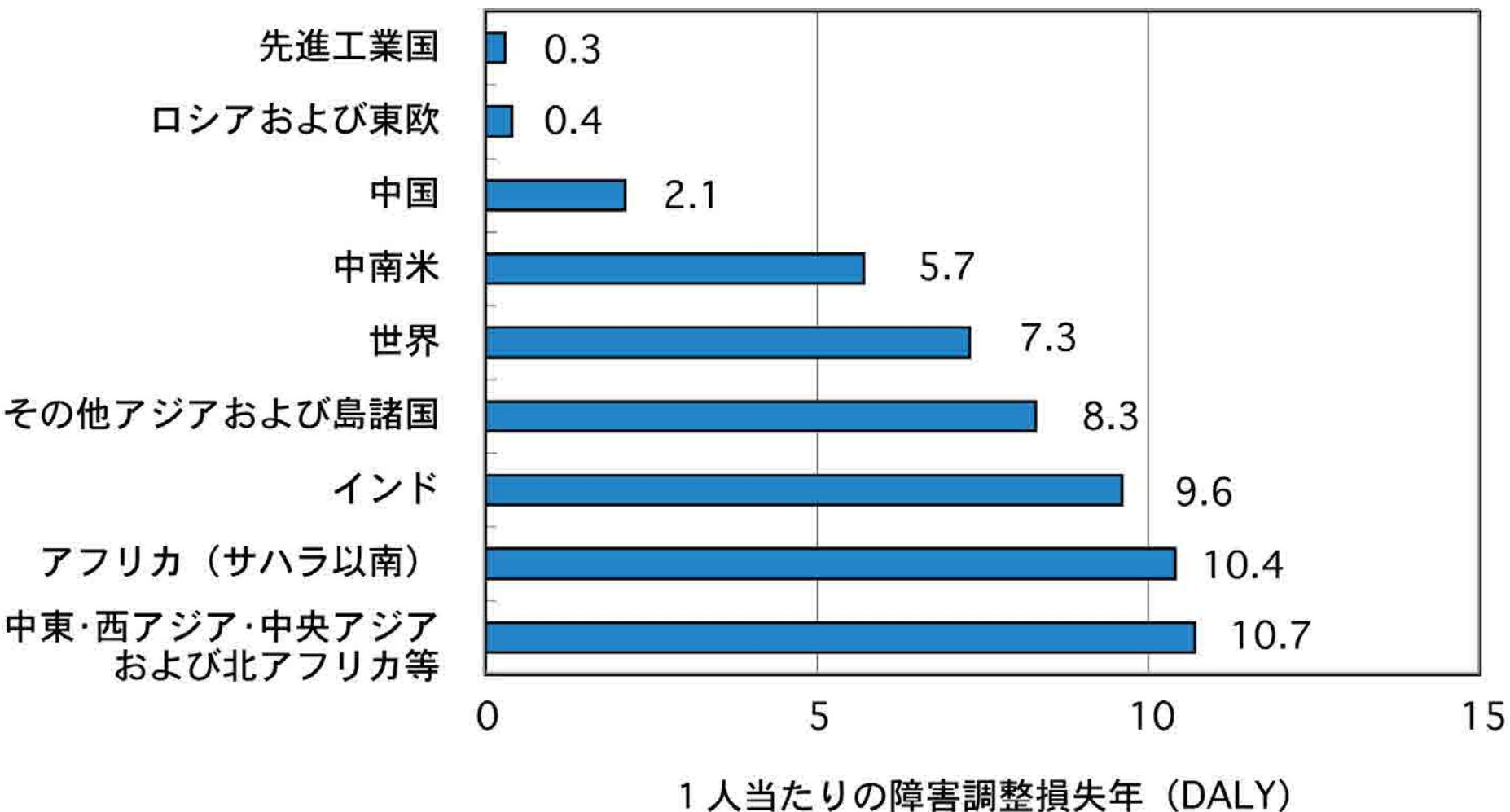
黄熱病

黄熱病

デング熱

デング熱

汚れた水による障害調整損失年 (DALY)



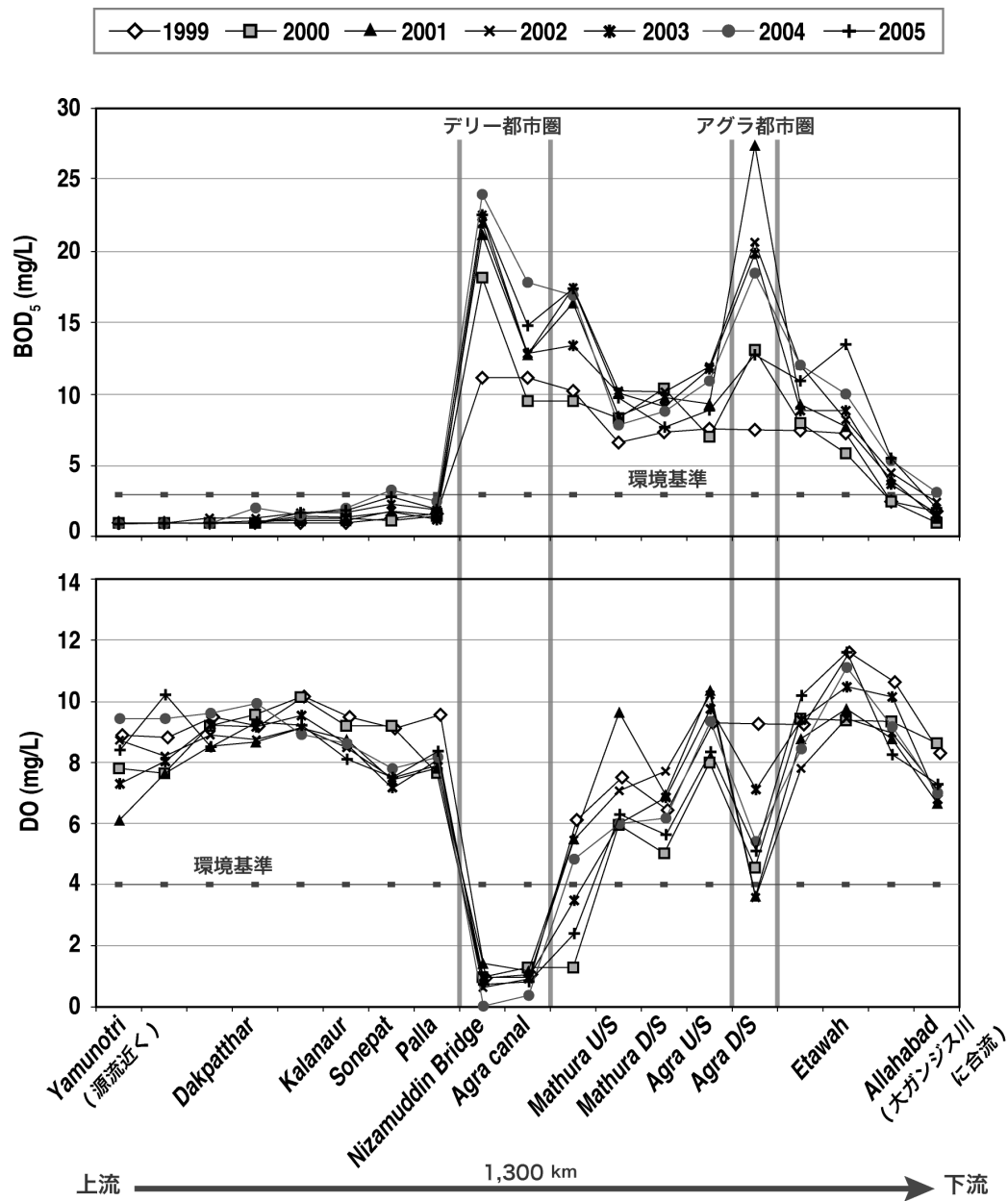
汚れた水に起因する下痢症による健康リスクの地域間隔差

出典：The World Bank (1993) World Development Report 1993

インド・ヤムナ川の汚染状況

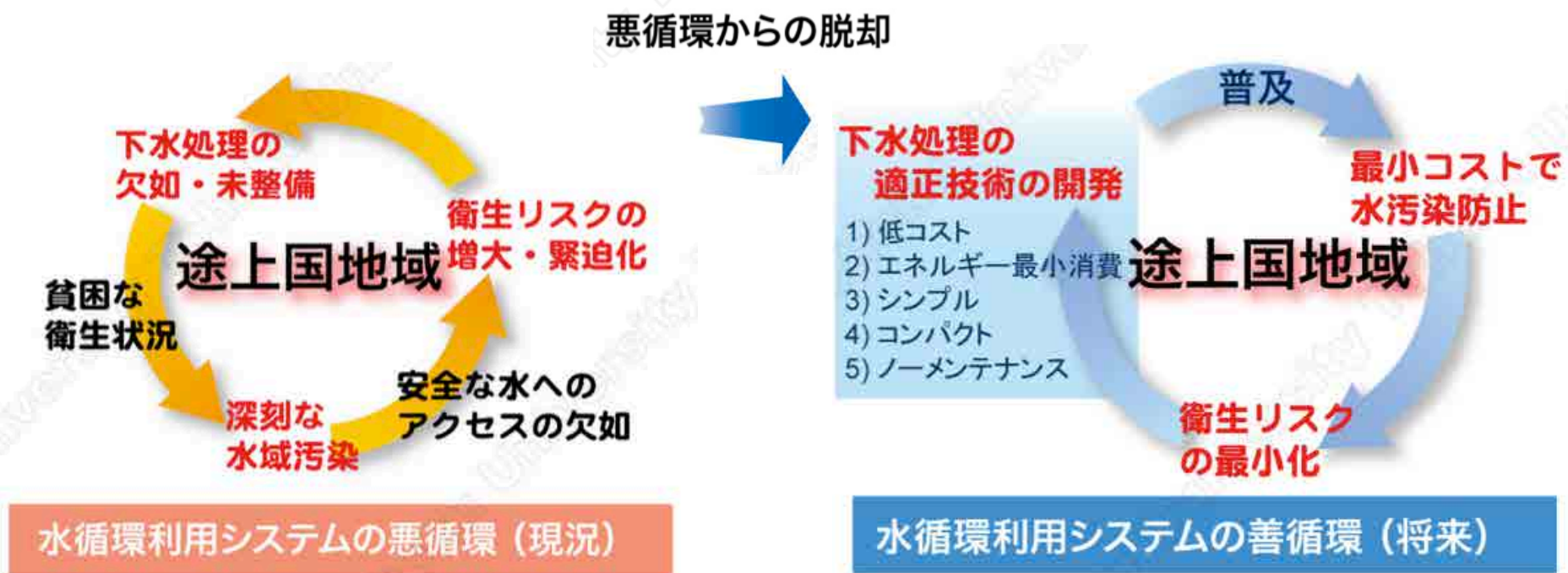
Pollution of River Yamuna

by CPCB
(Central Pollution Control Board)

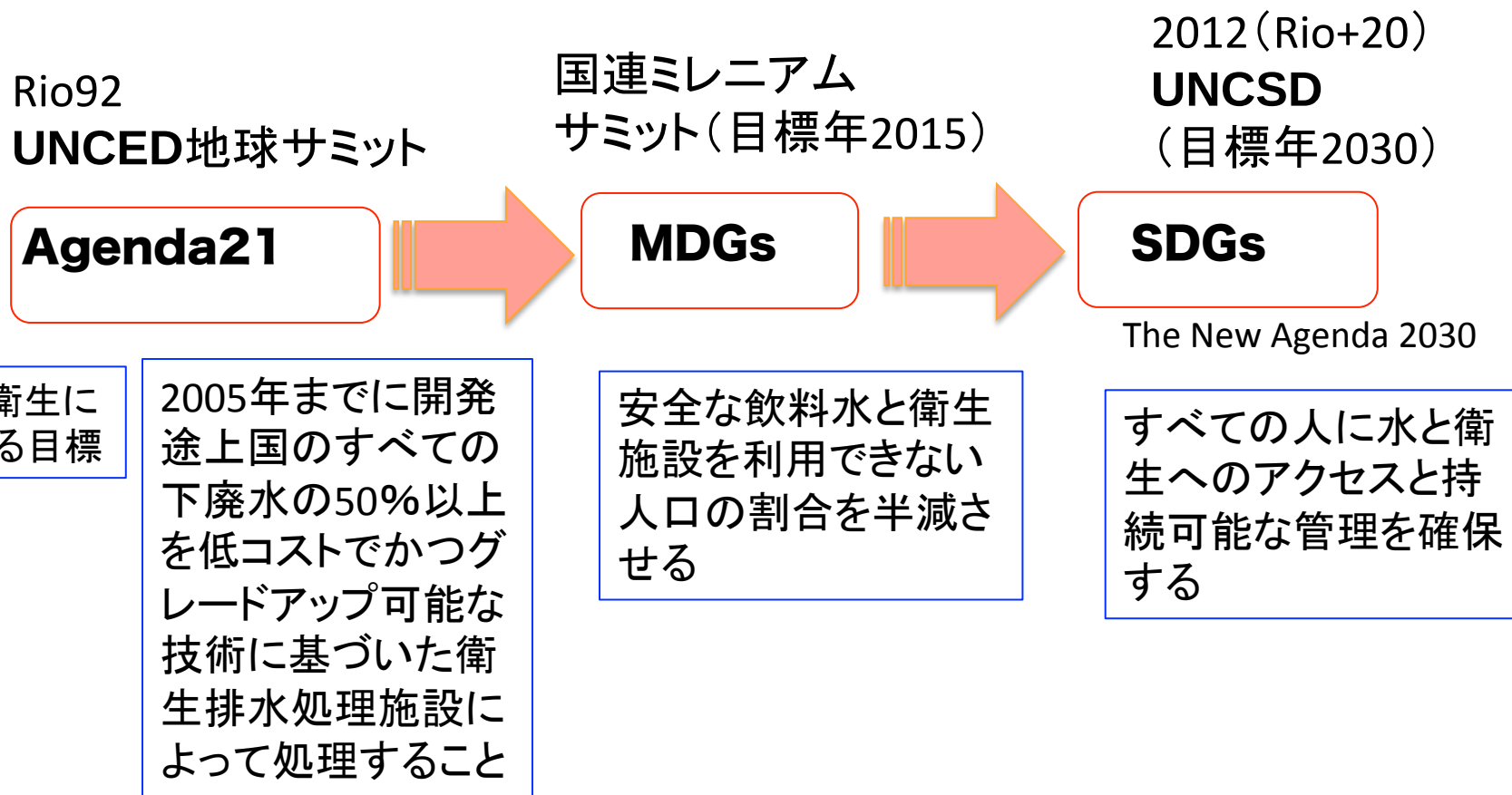


途上国の水循環利用システムの破綻（現状）と蘇生（将来）

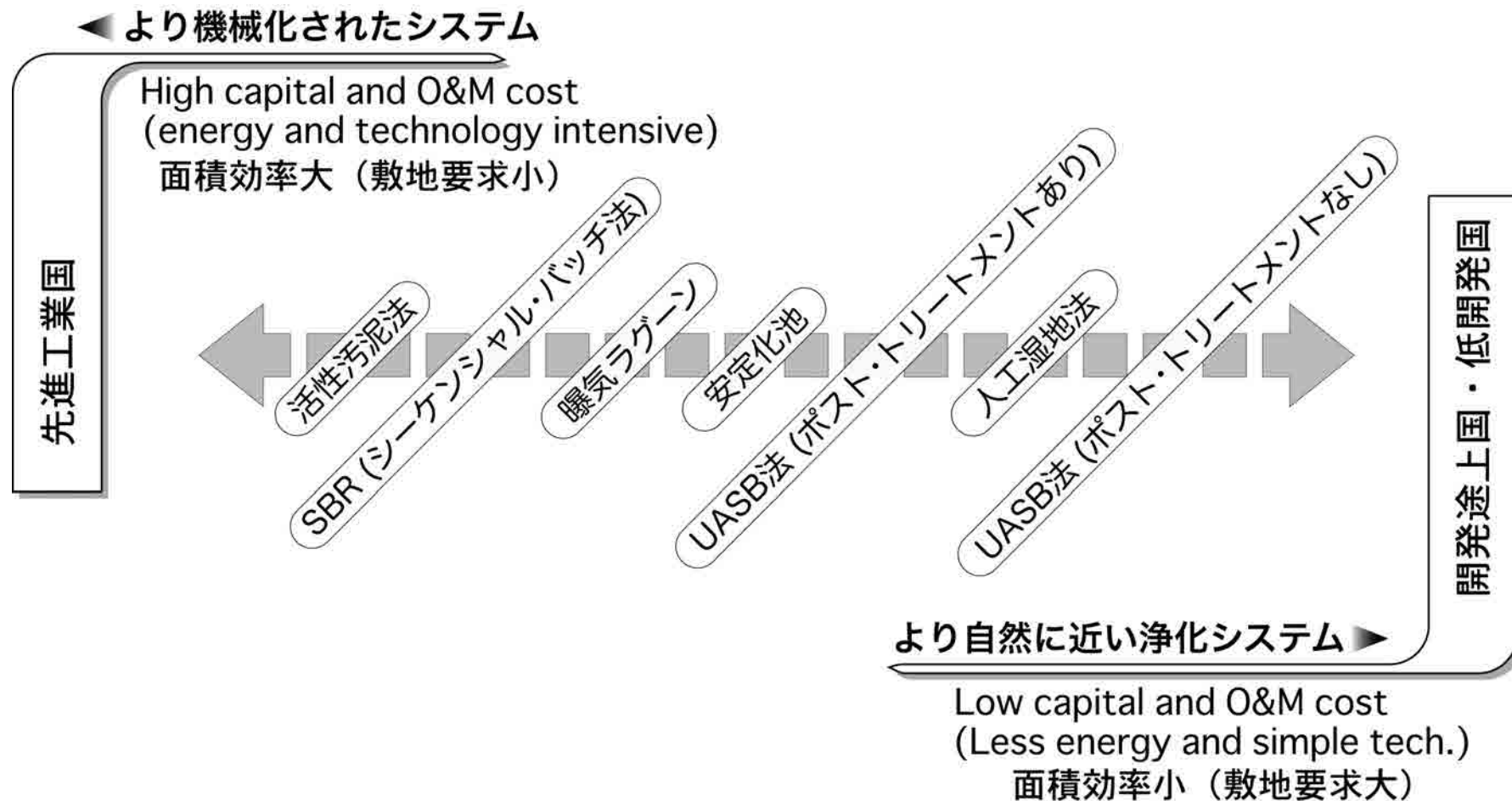
途上国が適用可能な下廃水処理システムの普及こそ、汚染された水に起因する公衆衛生リスクを低減する、もっとも効果的な戦略である



Rio92からRio+20への歩み

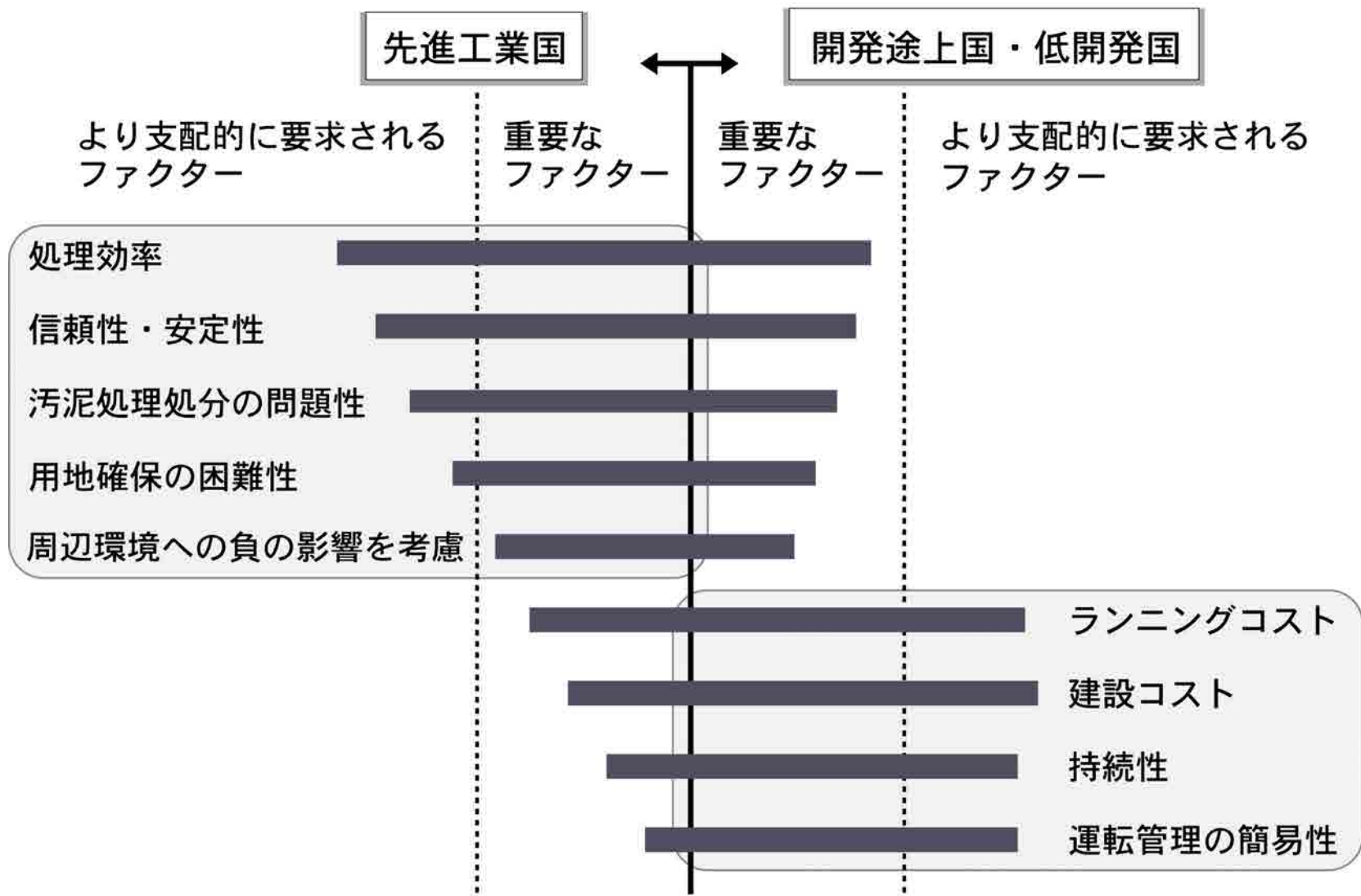


途上国に適した下水処理システムとは？

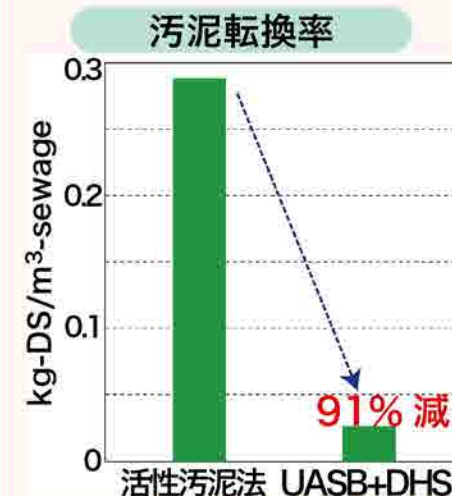
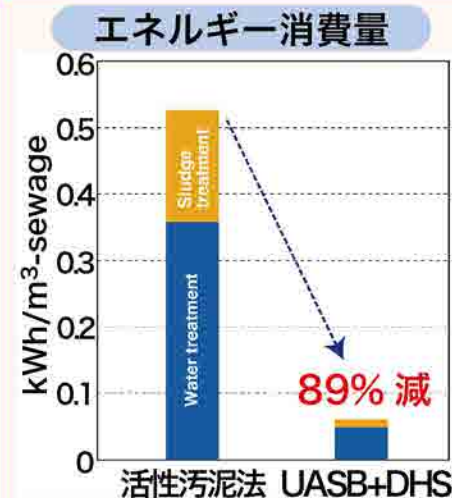
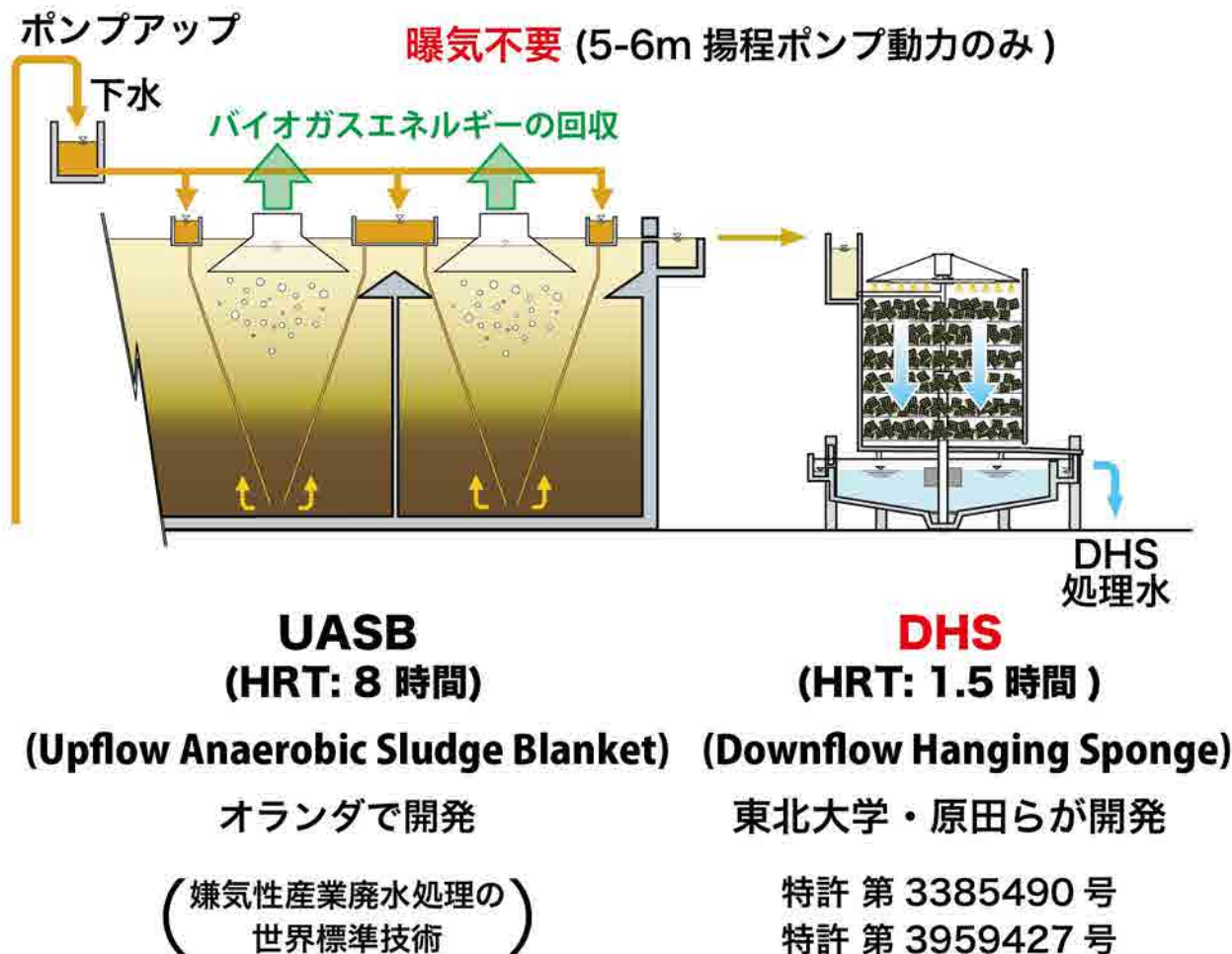


Mechanized System vs Natural System

途上国に適用可能な下水処理技術が具備すべき要件



提案技術 (UASB-DHS システムによる都市下水処理)



NEDO (H18-20) で実証

- ・ 活性汚泥法に匹敵する処理水質
- ・ 活性汚泥法と比べて、エネルギー消費量および汚泥転換率の約 9 割削減に成功

創エネ・省エネかつ廃棄物発生量の少ない次世代型廃水処理技術

もしも活性汚泥法で下水を処理したら・・・

国名		1人当たりの 総電力消費量 (kWh/capita・year)	活性汚泥法を適用した場合の 下水処理に要する 電力消費量（1人当たり） 1人当たりの総電力消費量 (%)
アジア	ネパール	80	36.5
	カンボジア	88	33.1
	ミャンマー	93	31.4
	バングラデシュ	146	20.0
	インド	503	5.8
中南米	ハイチ	37	78.8
	ブラジル	2060	1.4
アフリカ	エチオピア	38	76.7
	タンザニア	59	49.4
	ケニア	145	20.1
	世界	2659	1.1
	日本	8220	0.4
	アラブ首長国連邦	14569	0.2

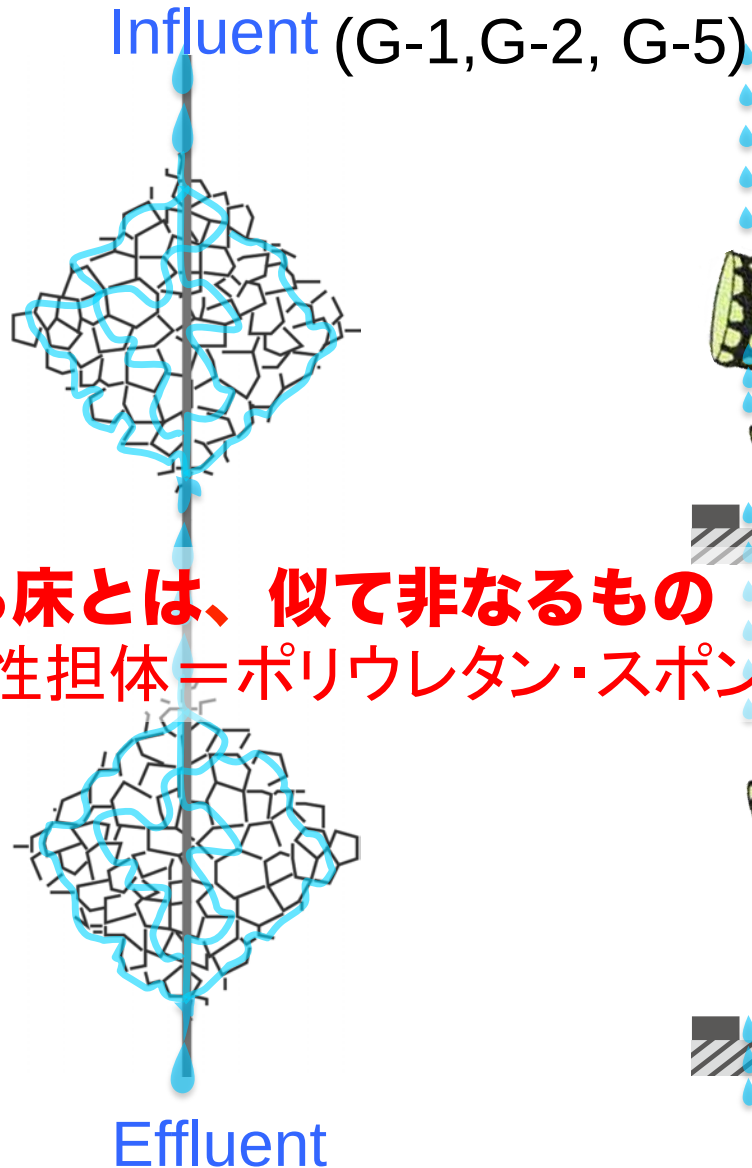
1人当たりの年間下水発生量 = 175 liter/day = 63.4 m³/capita・year

1人当たりの下水処理電力消費量 = 63.4 m³/capita・year × 0.46 kWh/m³
= 29.2 kWh/capita・year

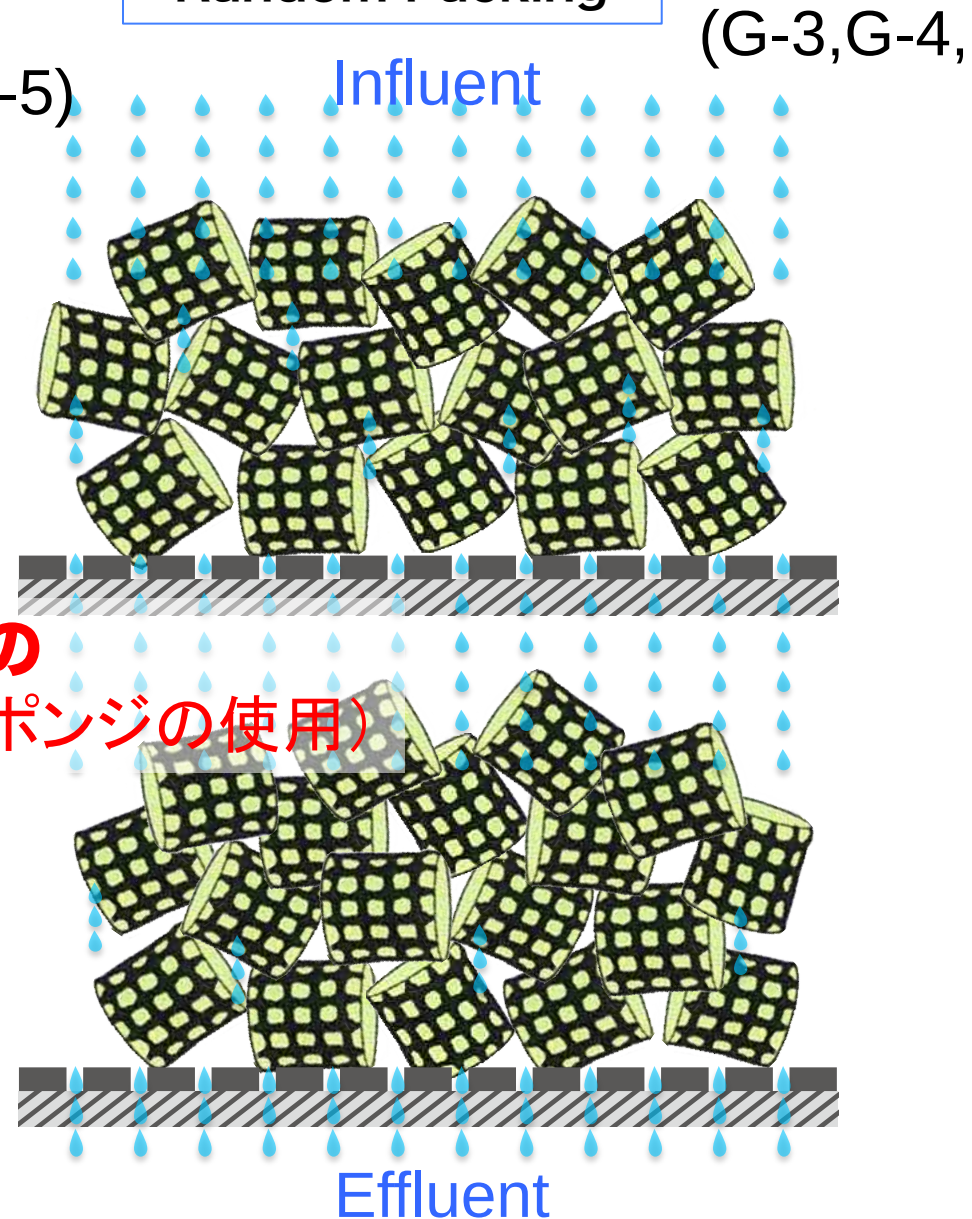
出典：International Energy Agency, Key World Energy Statistics 2008

DHS Concept; High efficiency of Oxygen Transfer

Hanging type



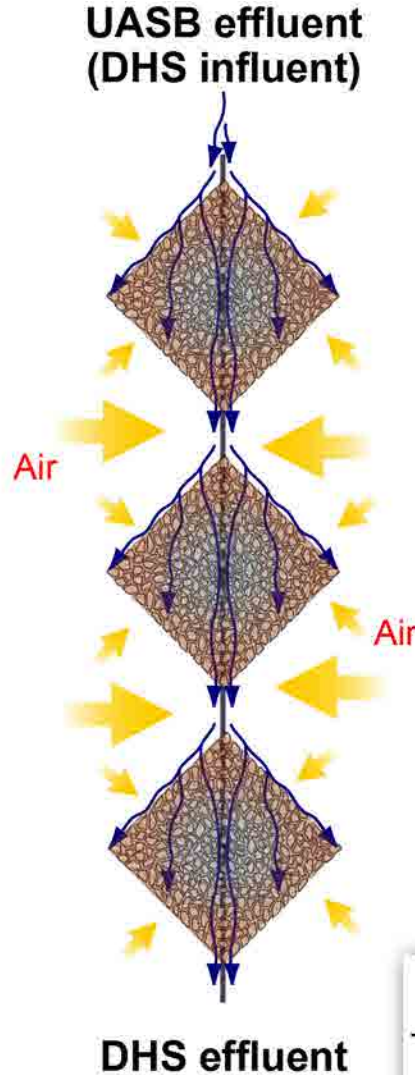
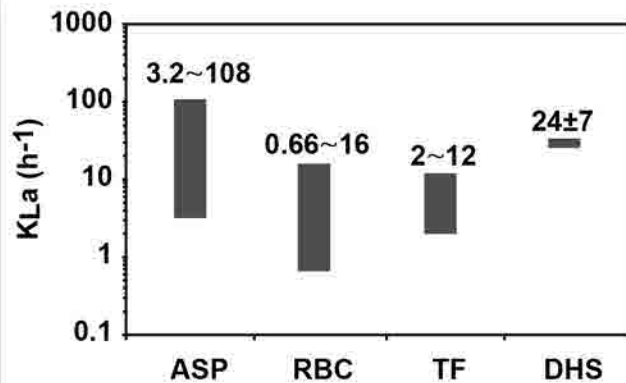
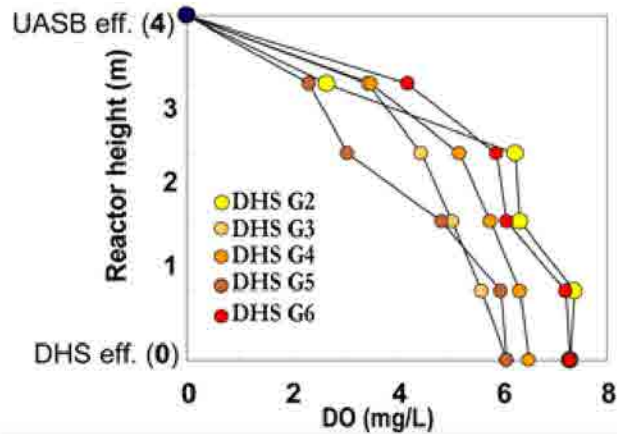
Random Packing



**散水ろ床とは、似て非なるもの
(保水性担体＝ポリウレタン・スポンジの使用)**

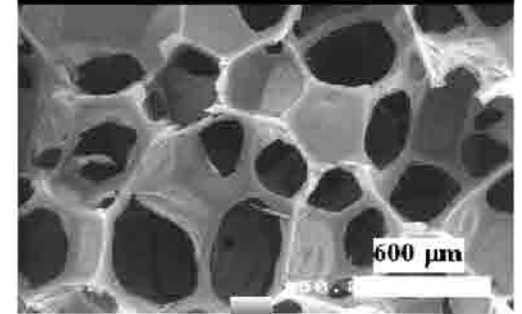
DHS技術の原理

No need of external aeration
High VSS conc.: 20-30 gVSS/L

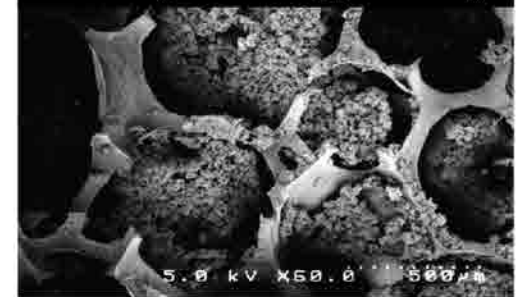


void volume > 95%

SEM image of clean sponge



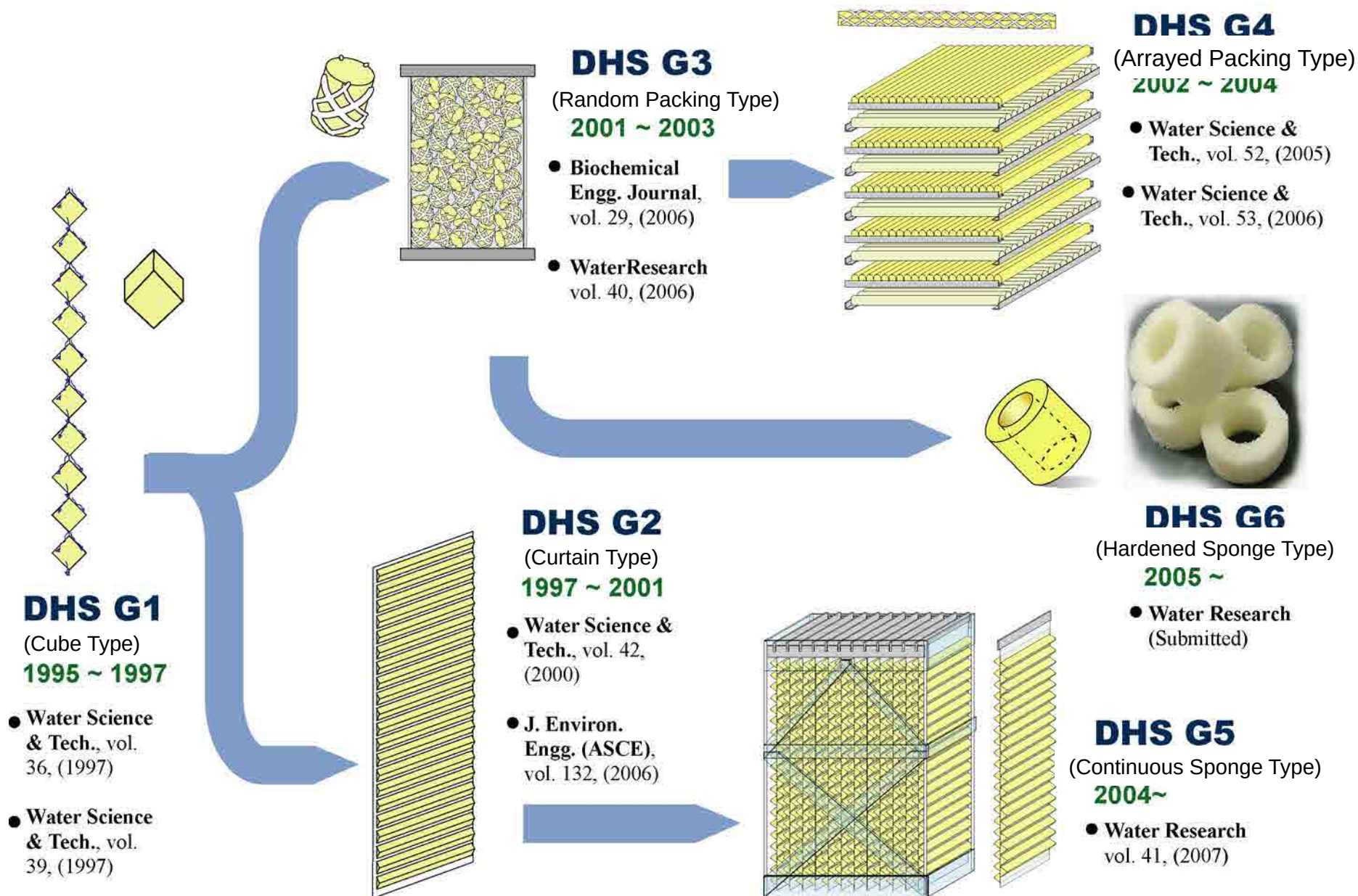
SEM image of entrapped sludge



(Tandukar *et al.*, 2006)

	DHS	vs.	ASP
SRT (days)	>100		<10
Sludge production (kgSS/kg COD rem.)	0.06		0.42~0.46

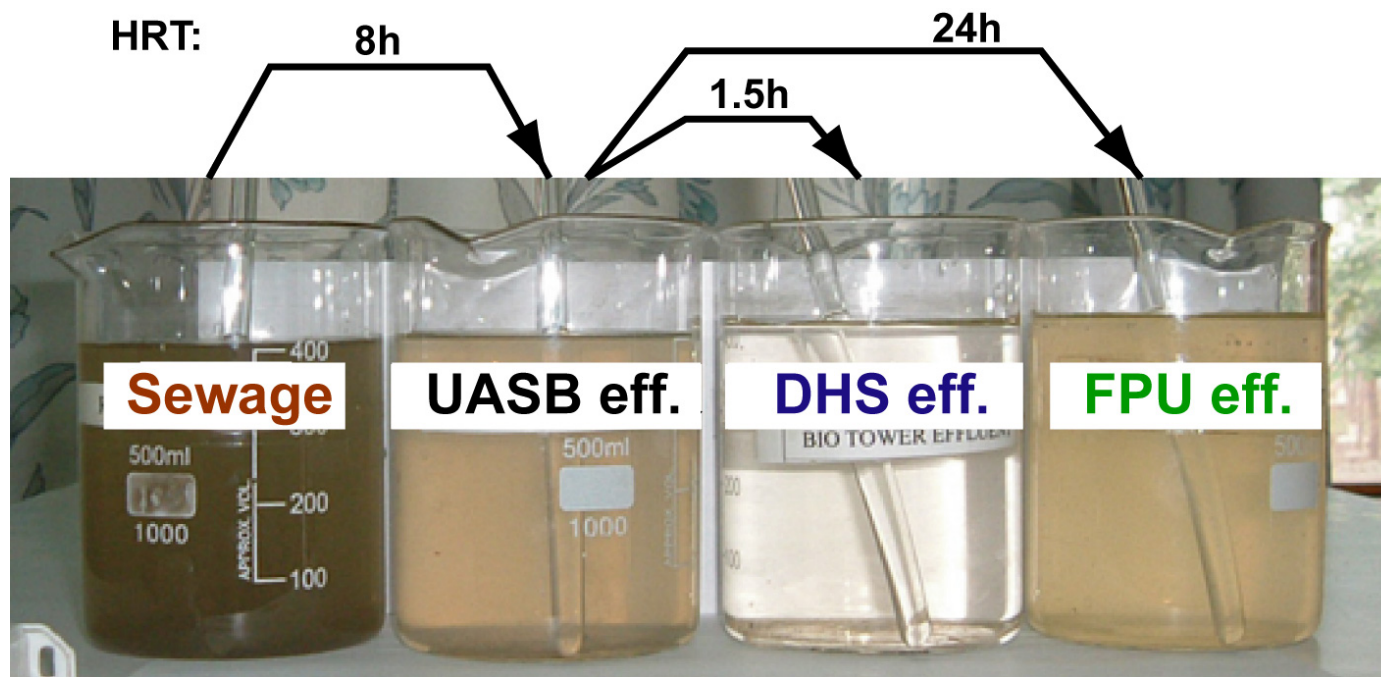
DHS技術の進化





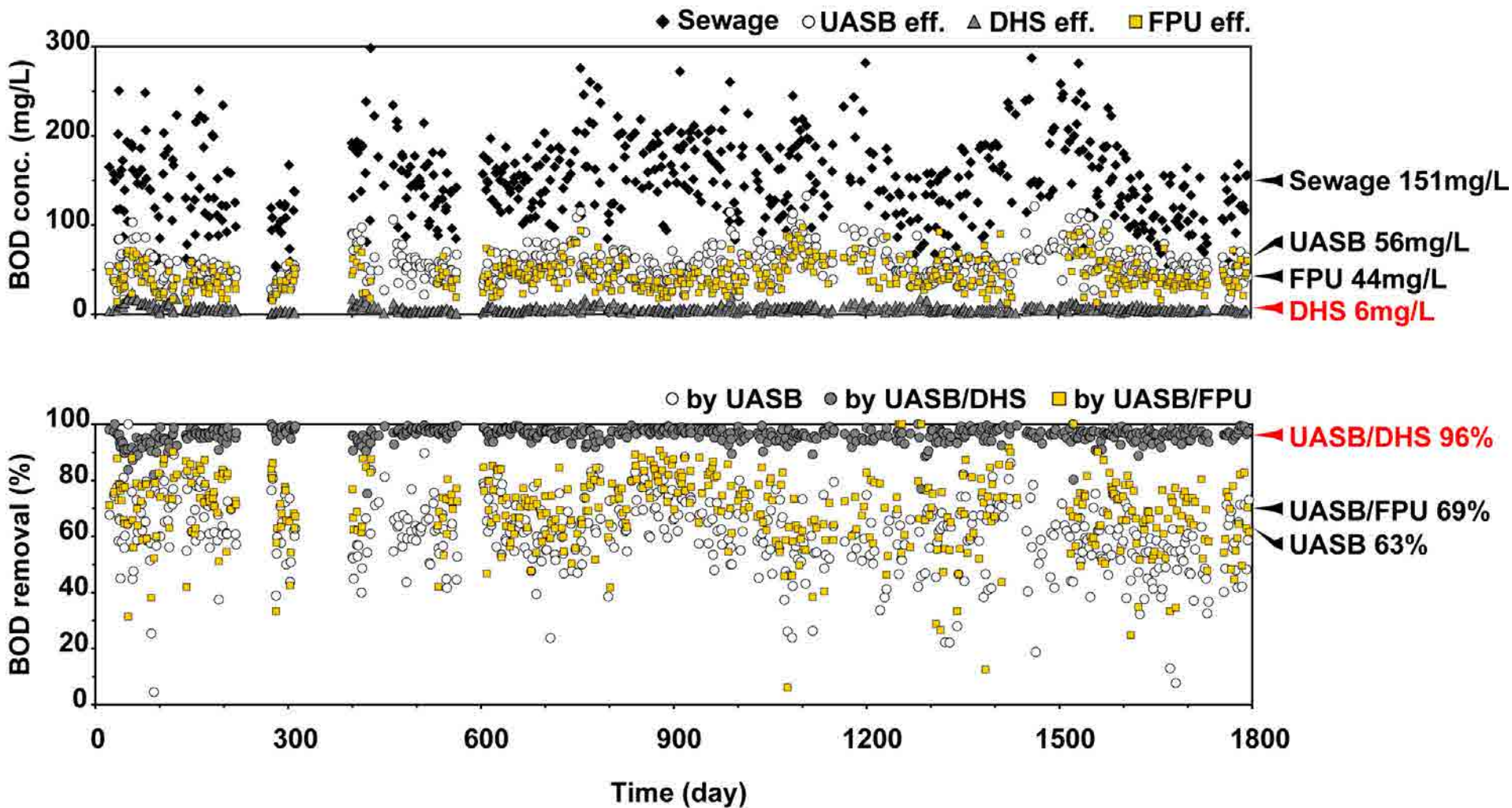
Random Packing Sponge Media

DHS技術の処理性能（1800日間ノンストップ実証試験の要約）



	Sewage	UASB	UASB+DHS	UASB+FPU
Total BOD (mg/L)	151	56	6 (96%)	44
Total COD (mg/L)	436	172	31 (92%)	137
SS (mg/L)	235	50	13 (94%)	47
F.coli (MPN/100ml)	8.9 x 10 ⁶	5.6 x 10 ⁶	1.6 x 10 ⁵ (2log10)	1.8 x 10 ⁶
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	24	25	5 (79%)	24
DO (mg/L)	0	0	5.4	-

1800日間ノンストップ連続実証試験の要約



- ◆ Despite of non aeration, UASB-DHS achieved an excellent performance equivalent to ASP
- ◆ No maintenance at all for DHS process throughout 5 years.
- ◆ No sign in deterioration of sponge-media material, showing high durability

インドにおける社会実装1号機

DHS Full-scale Plant in India (Agra),
処理規模5 MLD (5,000m³/d),
処理人口規模35,000人/day



日本のオリジナル環境技術

エジプトにおけるDHS技術の社会実装化



「途上国におけるイノベーションを促進する国際協力の戦略的推進(2012～2016年度)」プログラムでエジプトに研究拠点を形成して、開発技術の社会実装に成功

DHS技術の技術移転と普及に関するMoA署名式
(28, Jan., 2016)



ASRT総裁
(Academy of Science Research and Technology, Ministry of Higher Education, Science and Technology)

MoAの概要

- ・ 東北大学は、E-JUSTにDHSの技術移転をする
- ・ ASRTはE-JUSTにDHSプラントの社会実装1号機の建設コストを供与する
- ・ E-JUSTは、AOIに実施設計・施工を委託する
- ・ 四者(TU/E-JUST/ASRT/AOI)は、連携しながらエジプト国内24,000箇所およびアフリカ諸国に水平展開していく

最初沈殿池
越流水



実証設備イメージ図

国土交通省下水道革新的技術実証事業

B-DASH

プロジェクト

Breakthrough by Dynamic Approach in
Sewage High technology project

DHSシステムを用いた水量変動
追従型水処理技術実証研究事業
(2015年度採択)



須崎市終末処理場



すさぎきキャラ
しんじょう君





D*STAR - Sustainable Sewage Treatment Advanced Reactor

Thank you for Attention

Taj Mahal and Yamuna River/Agra