

アジアにおける水環境改善ビジネスに関するセミナー 資料

# ミャンマー国の染色工場からの排水による 水質汚濁の改善とO&M技術の向上

---

「平成27年度アジア水環境改善モデル事業」

平成28年4月21日

株式会社堀場製作所  
日立造船株式会社

## (1) 事業概要

### ■ 実施国/地域

- ミャンマー国/Wundwin Township near Mandalay City

### ■ 実施目的

- 排水処理設備および連続水質モニタの導入により、染色工場からの排水による河川の汚濁を改善すると共に、設備の維持管理(O&M)能力を向上させる。この事業の結果、排水規制の制定および**事業者の意識レベルの向上**により、環境保全のために、排水処理設備および水質モニタ導入の義務化を促進させる。

### ■ 実施内容

- 染色工場の集中地域における排水状況および河川等の水質汚濁状況をFS調査。
- 排水処理設備および水質モニタの導入による水質改善の実証。
- 設備のO&M等について現地指導の実施。

### ■ 適用技術

- 染色排水に適した排水処理設備。連続排水モニタリング装置。

### ■ 期待される成果

- 工場排水による水質汚濁の改善と防止。
- 現地オペレータおよびメンテナンス業者の技術向上。
- 環境規制・排出基準制定の促進。
- 染色産業の発展と日本技術の浸透。

## (2) 事業実施地域の状況・課題、モデル事業実施までの経緯 (1/2)

### ■ 現状

- Wundwin Townshipには、民族衣装ロンジーの織物工場が集中しており、その中の染色工程からの排水により周辺河川等の水質汚濁が問題となっている。
- 織物工場は約6,300カ所で、その約10%(約630)の工場が染色工程を持っている。
- 「環境保全法」は発行されたが、具体的な工場排水に対する規制や基準、罰則規程が決まっておらず、ミャンマー全体では排水処理設備のある工場もほとんど無い状況。
- ミャンマー国内で排水処理設備のEPC/O&M等を実施できる事業者が少ない。



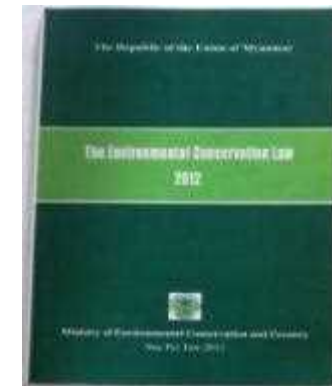
織物工場の織機



染色工程



工場からの排水



環境保全法

## (2) 事業実施地域の状況・課題、モデル事業実施までの経緯 (2/2)

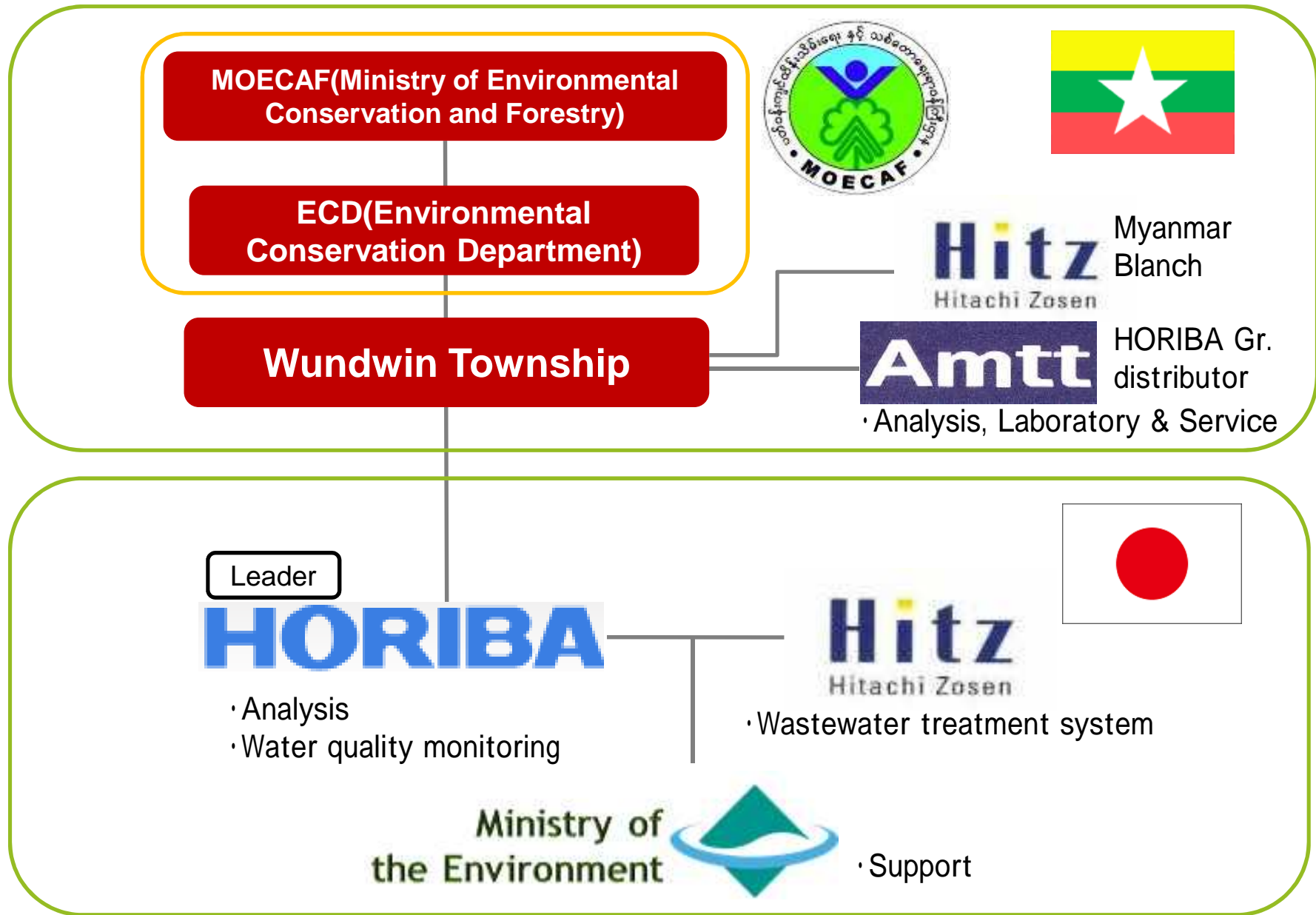
### ■ 課題

- 2014年からECD(環境保全局)が水質汚濁状況の調査およびセミナー等を行っているが、思うように進んでいない。
- 約630カ所の染色工程からの排水が近隣河川に垂れ流しの状態。
- 近隣住民からの苦情が多数。
- 排水処理および水質モニタリングについて十分な知識・技術を有していない。



人々が暮らす生活環境保護のため、適切な排水処理および排水モニタリングの設備導入が急務  
継続的な運用のため、設備のO&M知識・技術の向上が必要  
持続的な環境保護のため、具体的な排水規制・基準・罰則規程等の制定が必要

### (3) モデル事業実施体制 (国内・国外の関係者を含む)



## (4) 導入する技術の概要

### HORIBA・Hitzの強みを活かして、ミャンマーに根付く水処理技術を導入

オンサイト分析  
マルチ水質チェッカ



省エネ水処理技術

- ・メンブレンディフューザ(高酸素移動効率) x DOコントロール
- ・繊維ろ過「まりも」(高速ろ過)



汚れに強い

排水モニタリング  
UV計(COD,pH,SS)



ユーザーフレンドリー

環境  
分析

水質コン  
トロール

排水モニ  
タリング

ラボ分析  
油分濃度計



# (5) 事業実施工程

## ■ FS調査工程

FS調査工程	H27年			
	4~6	7~9	10~12	1~3
1) 調査の準備(日本にて)				
現地の状況調査		→		
詳細企画立案		→		
機器の購入		→		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <span style="color: blue;">→</span> 国内業務  <span style="color: red;">→</span> 海外業務         </div>				
2) 実態調査(現地にて)				
企業の実態調査			→	
河川の水質環境調査			→	
3) 調査計画の見直し(日本にて)				
両環境省を交えて調査計画見直し			→	
調査準備			→	
4) 実証試験対象の調査(現地にて)				
実証試験の対象企業の選定			→	
対象企業の染料および排水分析			→	
5) 予備試験(現地または日本)				
予備試験等				→
6) 実証試験計画(日本)				
設備の仕様決め				→
両環境省を交えて計画立案				→
7) 排水規制・基準の動向調査(現地または日本)				
環境省へ調査		→	→	→

## (6)FS調査の実施内容

### ■ 本事業の目的

- 日本独自技術による染色排水処理のモデルケースを提供し、現地に寄り添った形で、水環境保全の意識向上を推進する。
- 規制運用開始の後押しをして、水質分析・水処理ビジネスの立上げを図る。

### ■ FS調査実施内容について概要

現地カウンターパートとの関係構築

現地実態調査(染色工場排水状況、水質汚濁状況、規制動向)

技術的に染色排水処理の実現可能性を調査

将来的なビジネスの実現可能性を調査



## (7) FS調査結果 現地カウンターパートとの関係構築

### ■ 環境保全局(ECD)と関係省庁

- 大統領命令で形成されたECDおよび関係省庁から成るWundwin調査チームと協力体制を構築
- 本FS調査事業に対してECDとHORIBAで覚書(MOU)を締結(環境副大臣同席)

### ■ Wundwin市役所

- ECDの協力により、Wundwin市役所との協力体制を構築

### ■ その他機関

- Amtt Co., Ltd
- 公衆衛生局(DPH)
- JICAミャンマー
- ヤンゴン開発委員会(YCDC)
- マンダレー開発委員会(MCDC)

Inspection to Wan Dwin Township	
Inspection Team	
• Team Leader	
- Director General of ECD, MOECAP	環境保全林省
• Team members – Representatives from	
- Ministry of Home Affairs	内務省
- Ministry of Agriculture and Irrigation	農業省
- Ministry of Industry	工業省
- Ministry of Health	保健省
- Ministry of Science and Technology	科学技術省
- Local Administrative Organizations	Wundwin市
- Private companies	一般企業
- Other stakeholder from Wan Dwin Township	



## (7)FS調査結果 現地実態調査

### ■ 染色工場の状況

#### ● 主な染色工場と排水量

- 大きな工場7社を訪問
- 最大の工場で排水量約65t/day

#### ● 染色工場の実態

- 染色後の排水は処理せず、そのまま河川へ排出。
- 2つの工場が、沈殿槽を設置しているが黒色のまま排出。
- 最も大きな2つの工場が、インド製染色装置を導入。

#### ● 処理池

- 郊外の9つの小さな染色工場排水を集めて3つの池で貯留。池は政府が実験的に設置したものだが、処理技術がなく自然沈降のみ。
- 実証試験はこの池の横に設置予定。

Top 10 Dyeing Factories in Wundwin Township (2014)				
Factory	Location	Drainage water amount per day (Gallon=3.785L)		
		Washing Water	Dyeing Water	Total
Factory 1	Wundwin (2)	15000	2500	17500
Factory 2	Wundwin (2)	8500	1500	10000
Factory 3	Wundwin (2)	6500	1000	7500
Factory 4	Wundwin (2)	6200	1000	7200
Factory 5	Wundwin (2)	3000	500	3500
Factory 6	Wundwin (2)	3000	500	3500
Factory 7	The Thaw (1)	2000	1200	3200
Factory 8	Wundwin (2)	2600	400	3000
Factory 9	Wundwin (2)	2100	300	2400
Factory 10	Ywa Than	1700	1200	2900



## (7)FS調査結果 現地実態調査

### ■ 河川の水質調査結果(Wundwin市内の河川)

- 沿岸透明度が無く、溶存酸素量が少なく、**生物の生息が不可**な状態であり、**親水機能が期待できない**状態
- 染色排水による水質汚濁への影響が大きい

Parameter	Sep.'15 (雨季)	Dec.'15 (乾季)	Feb.'16 (乾季)	US EPA Guideline
pH	8.08	9.04	9.26	6.0-8.0
DO(mg/L)	3.84	0.12	0.27	—
Turb.(NTU)	150	995	1000	300
TDS (g/L)	0.48	3.06	4.74	1.2
COD(mg/L)	30	150	200	100
Oil and Grease(mg/L)	2.0	3.5	N.D.	10.0

- : 設定なし、 N.D.: 検出不可、Turb: 検出上限が1000NTU

マルチ水質チェッカ U-53G



油分濃度計OCMA-500



## (7)FS調査結果 現地実態調査

### ■ 染色排水による水質汚濁状況

黒い川が住民の環境意識低下へつながっているのではないかと



## (7) FS調査結果 現地実態調査

### ■ 重金属元素分析

#### ● 染料および染色排水の分析

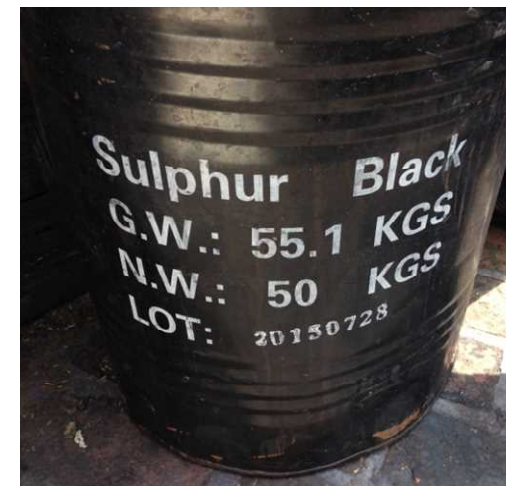
➤ 含有量は低く、重金属元素による有害性は低いと推定される

Parameter	Dye Powder (Black)	Dye Waste Water (Lake1)
Cd(mg/L)	0	N.D.
Cr(mg/L)	13	N.A.
Co(mg/L)	0	N.D.
Cu(mg/L)	2	0.54
Ni(mg/L)	0	-
Zn(mg/L)	4	0.11
Hg(mg/L)	0	-
Pb(mg/L)	0	-

N.A.: 現地で測定不可、 N.D.: 検出限界以下(Cd=<0.002, Co=<0.02)

- : 測定なし

染料は蛍光X線分析、排水は原子吸光光度計にて分析



# (7) FS調査結果 現地実態調査

## ■ ECDによる環境規制の制定

- “環境保全法 2012”の中で、汚染の原因物質を排出工場に、排水処理設備および排水モニタの設置を規程

事実上、規程を守るのは技術的に不可

- 排出基準値について、“環境基準ガイドライン”(右表)を2016年1月に発行

## ■ ECDが考える一番の問題は、

- ・黒い川の色(汚濁)
- ・人々の低い環境意識に繋がっている



人々の環境意識改善のため、  
**黒い色**が改善目標の水質項目  
Color, TSS, BOD (水質ターゲット)

၂-၃-၂-၁ ရည်ရွယ်နှင့်အတည် ထုတ်လုပ်ခြင်းလုပ်ငန်း (Textiles Manufacturing)<sup>၆</sup>  
စွန့်ထုတ်အဆင့်အဆင့်သတ်မှတ်ချက်များ (Effluent Levels)

処理池の  
分析結果

Parameter	Unit	Guideline Value
5-day Biochemical oxygen demand	mg/l	30
Adsorbable organic halogens	mg/l	1
Ammonia	mg/l	10
Cadmium	mg/l	0.02
Chemical oxygen demand	mg/l	160
Chromium (hexavalent)	mg/l	0.1
Chromium (total)	mg/l	0.5
Cobalt	mg/l	0.5
Color	m <sup>-1</sup>	7 (436 nm <sup>a</sup> , yellow) 5 (525 nm, red) 3 (620 nm, blue)
Copper	mg/l	0.5
Nickel	mg/l	0.5
Oil and grease	mg/l	10
Pesticides	mg/l	0.05-0.10 <sup>b</sup>
pH	S.U. <sup>c</sup>	6-9
Phenol	mg/l	0.5
Sulfide	mg/l	1
Temperature increase	°C	<3 <sup>d</sup>
Total coliform bacteria	100 ml	400
Total nitrogen	mg/l	10
Total phosphorus	mg/l	2
Total suspended solids	mg/l	50
Zinc	mg/l	2

↓  
135

1.48x10<sup>4</sup>  
(Pt-Co)

114

## (7) FS調査結果 技術的に染色排水処理の実現可能性を調査

### ■ 凝集(ビーカー)試験

COD除去: 約1,800mg/L → 約200mg/L

SS・色度除去: 透明な凝集上澄み



Clear phase

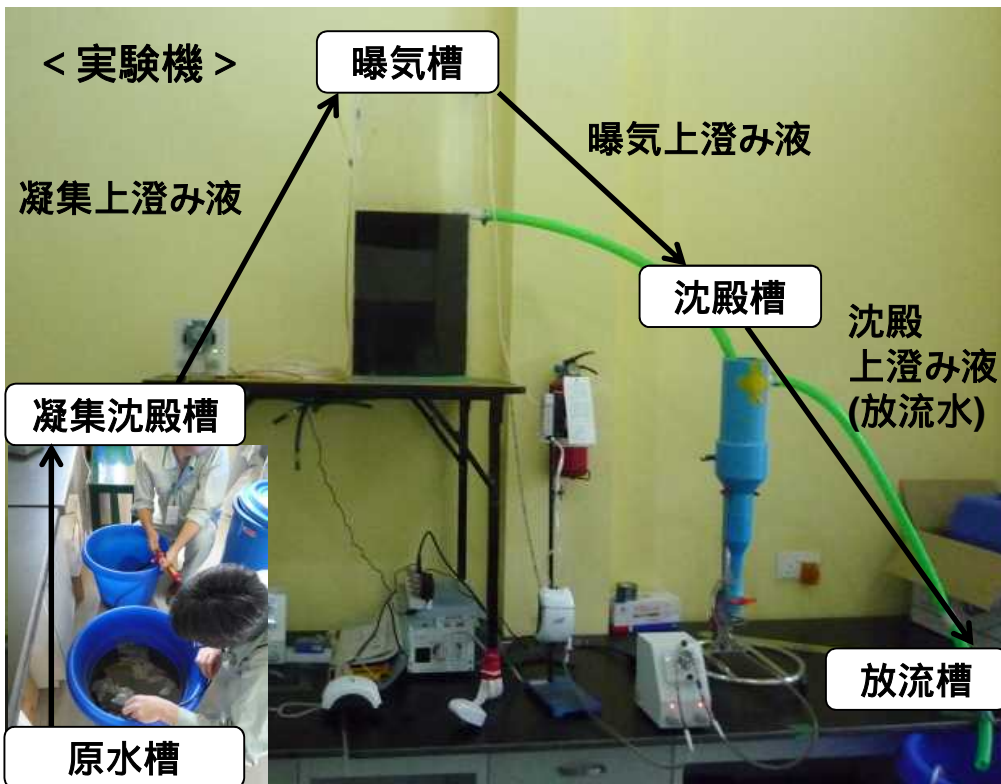
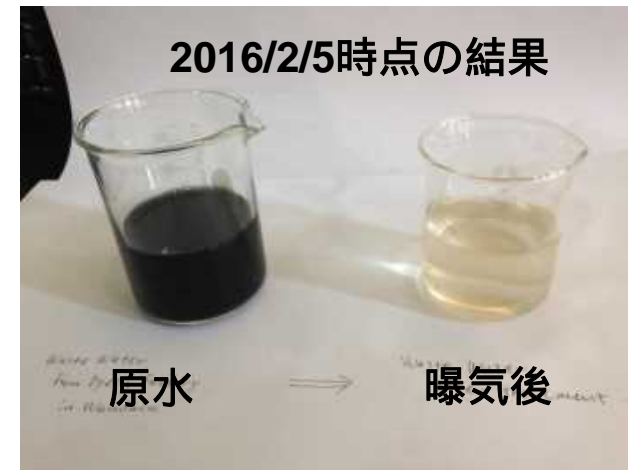
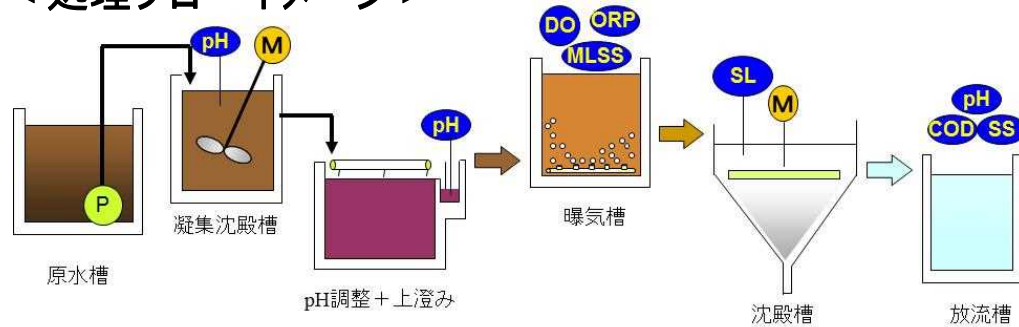
pH: 6.8  
DO: 7.8 mg/l  
Turb.: 70 NTU  
COD: 200 mg/l

現地調達した凝集剤(FeCl<sub>3</sub>、PAC、PAM)で水処理の効果を確認

# (7)FS調査結果 技術的に染色排水処理の実現可能性を調査

## ■ 排水処理実験機による処理

< 処理フローイメージ >



< CODパケットテスト結果 >

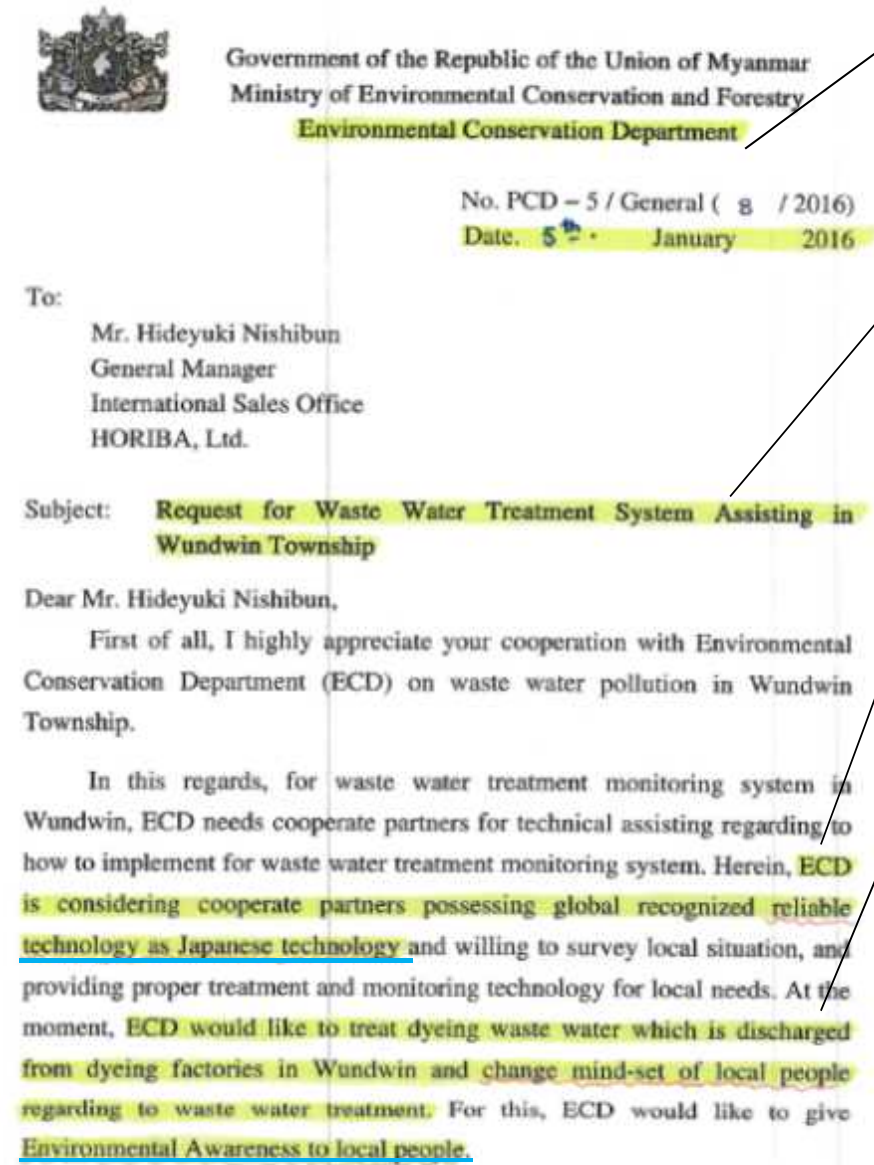
処理	COD(mg/L)
原水	約800
凝集沈殿	約400
曝気	約200

透明でかつCODの除去を確認  
最適条件に調整



## (7) FS調査結果 将来的なビジネスの実現可能性を調査

### [ECDからの協力要請レター 1/3]



- ECD(環境保全局)から2016年1月5日に発行
- Wundwinにおける排水処理に対する協力要請
- 信頼できる日本の技術を使うことを考えている
- Wundwinにおける染色排水を処理し、人々の環境に対する意識を変えたい



真っ黒な川が当たり前という意識

## (7) FS調査結果 将来的なビジネスの実現可能性を調査

### [ECDからの協力要請レター 2/3]

Additionally, ECD needs to know what kind of treatment system is appropriate for local area in Wun Dwin Township, and how much it will cost for treatment system. By know appropriate treatment system and cost for water treatment system in Wundwin Township, ECD can decide more clear action plan and will consider which party will be in charged for costing of waste water treatment.

ECD has the future plans to solve this problem. There are 4 possible solutions which are currently considered for treatment system and costing in Wundwin Township. The 4 possible solutions are as follow:

- (1) Installation the mini treatment system in each factory which have cost burden for the factories
- (2) Installation central treatment system which have cost burden for related factories
- (3) Installation the central treatment system which have cost burden for Myanmar government budget
- (4) Installation the central treatment system which have cost burden for by Grant Aid or ODA Loan

In order to choose the proper solution, the installation of mini water treatment system (model case water treatment system) in Wun Dwin Township will be essential for ECD. Therefore, ECD will require technical assistance and phase 2 implementation for dyeing waste water treatment system from Ministry of the Environment Japan, HORIBA and Hitachi Zosen.

Finally, ECD is requiring the cooperation of Water Environment Division, Environmental Management Bureau under the Ministry of the Environment, Japan, HORIBA and Hitachi Zosen for Myanmar and Japan future cooperation. Even though ECD has not issued National Environmental Quality (Emission) Guidelines yet, final draft for Environmental guideline is already finished. So, ECD will issue soon National Environmental Quality

■ この実証試験を通じて、ミャンマー政府として次のアクションプランを決め、予算の責任を明確にする

■ 水処理設備導入について、現在4つのプランを考えている

1. 各工場で小さな処理設備
2. 民間で集合処理場を導入
3. **集合処理場を政府が導入**
4. 集合処理場を海外の補助金やODAローンで導入

■ 水処理**モデルケース**となるWundwinでの**実証試験は、ECDにとって非常に重要なため、2年目も引き続き協力をお願いします**

■ ミャンマーと日本の将来の協力のため、環境省水環境課、HORIBA、Hitzへの協力をお願いします

## (7) FS調査結果 将来的なビジネスの実現可能性を調査

### 【ECDからの協力要請レター 3/3】

(Emission) Guidelines. Moreover, ECD is formulating Environmental Quality Standard in Myanmar to enact at the end of 2017.

Therefore, ECD will allow HORIBA to use the finalized draft of National Environmental Quality (Emission) Guidelines only for purpose of project in Wundwin Township.

I would appreciate it greatly if you could support to solve waste water pollution in Wundwin Township.

Thank you very much for your precious support and kind cooperation.

With kind regards,



(Nay Aye)  
Director General

Environmental Conservation Department  
Ministry of Environmental Conservation and Forestry

■ 環境排出ガイドラインを近々リリース予定(2016/1/12発行済)

■ 環境排出ガイドライン(水質目標)を、本事業限定で使用許可

■ ECD局長 Mr. Nay Aye



## (7)FS調査結果 将来的なビジネスの実現可能性を調査

### ■ ECDのオフィス・分析ラボについてヒアリング

- 2016～2030年までにDistrict Office(67カ所)とTownship Office(325カ所)を設置する計画あり
- 新設Officeの多くに分析ラボを併設する計画あり  
分析機器および技術指導の需要



### ■ Wundwin染色工場向けセミナー

- 日本の環境歴史について、環境意識向上を図る
- 工場長 約40人が参加
- 環境意識が高い工場もあり  
新工場で処理設備導入を検討
- 多くは自社導入困難 政府主導 + 処理費で運営



### ■ ECD, Wundwin市, Amtt向けワークショップ

- HORIBA水質マルチチェッカ、油分濃度計の実機演習(校正～測定～メンテナンス)
- 積極的な参加 意識の高さを実感
- 分析値の信頼性と操作の簡易性が求められる



## (8) 次年度に向けて明らかになった課題と対応策

内容	課題	対策案
規制	法律で工場排水処理は規程されているが、実質運用開始できていない	モデルケースを提供することで、技術的課題をクリア、規制を運用開始できるよう後押し
技術・コスト	凝集剤が日本よりも高い	凝集剤の原価低減および使用量低減を検討
市場	環境保全意識が低い 事業者の資金が乏しい	セミナー等を通じて意識向上を推進 資金面においてローン等アドバイス(日本の税金施策に興味あり)
資金	ミャンマー政府予算は未確定	本事業の結果、資金も含めた排水処理の方向性を決定

排水処理技術が足りないため、規制を事実上運用開始できていない



モデルケースを通じて、環境意識を向上させ、規制を運用開始する後押し

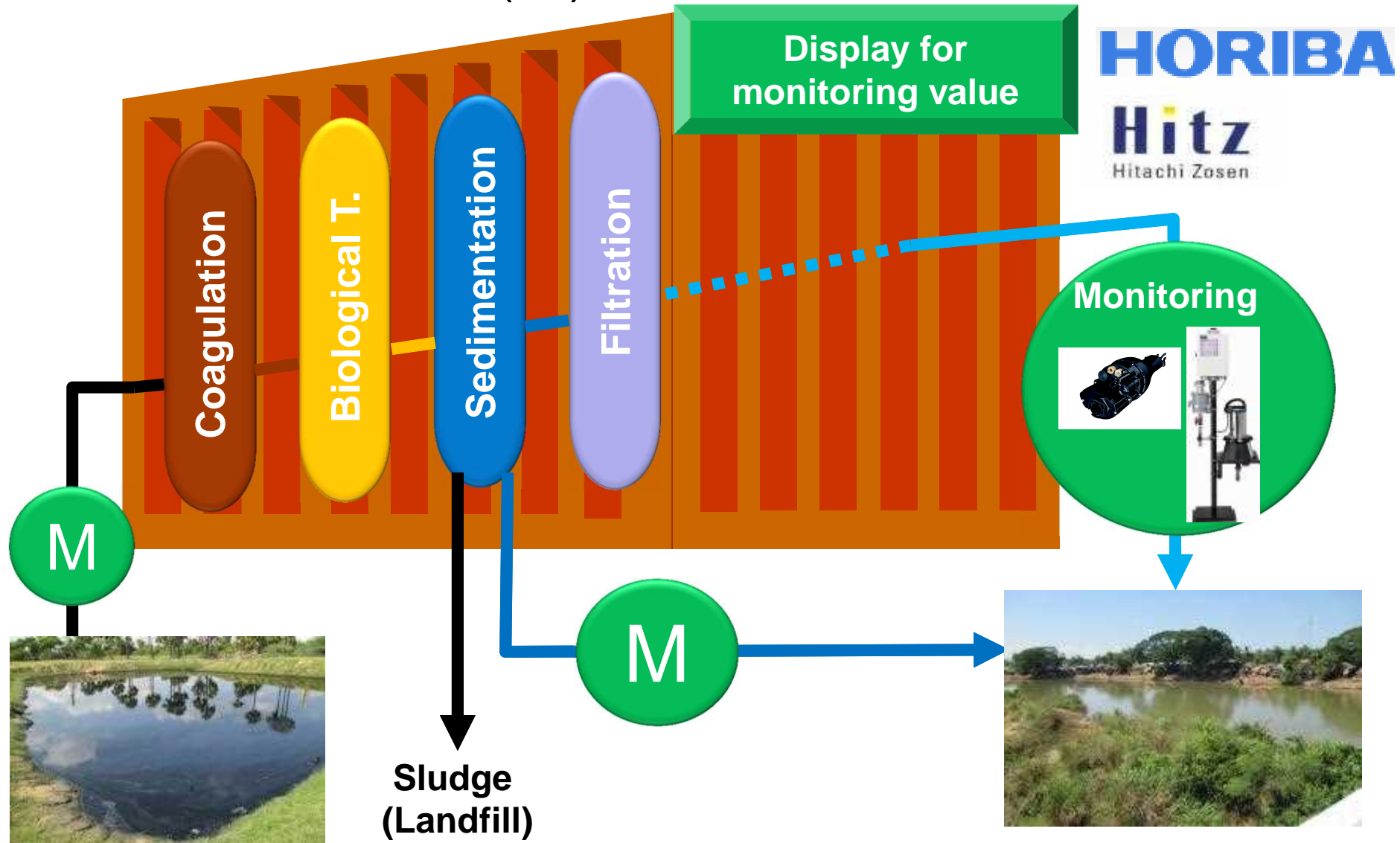
## (9) 次年度の実施内容(案)(1/2)

### ■ 実証試験の内容(案)

目的	<ul style="list-style-type: none"><li>・染色工場排水に適した排水処理設備および水質モニタを導入し、周辺河川の水質汚濁改善と防止</li><li>・処理設備および分析計のO&amp;M技術指導により、継続的な運用を図る</li></ul>
対象	<ul style="list-style-type: none"><li>・Wan Dwin Townshipの染色工場(工場に隣接予定)</li></ul>
実施内容	<ol style="list-style-type: none"><li>(1) 予備試験結果を元に実証試験設備の計画・設計</li><li>(2) 製作・据付</li><li>(3) 実証試験の実施<ul style="list-style-type: none"><li>排水の条件に合わせて、処理条件を適正化</li><li>排水の連続水質モニタリング</li></ul></li><li>(4) 試験設備のO&amp;M技術指導</li><li>(5) コスト試算</li></ol>

## (9) 次年度の実施内容(案) (2/2)

### ■ 実証試験イメージ(案)

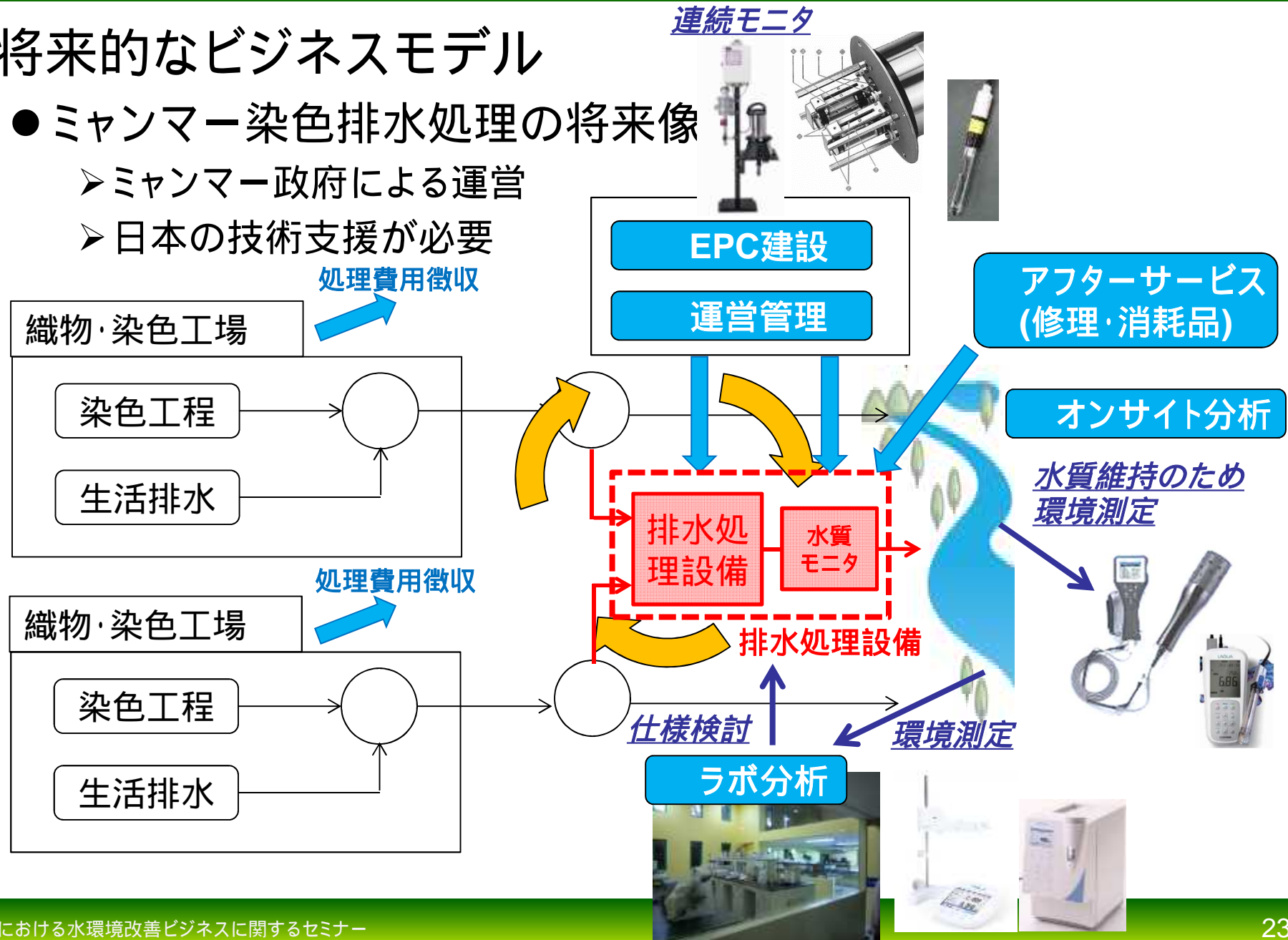


# (10) 将来的なビジネスモデルと現在の展開状況 (1/3)

## ■ 将来的なビジネスモデル

### ● ミャンマー染色排水処理の将来像

- ミャンマー政府による運営
- 日本の技術支援が必要



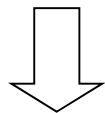


## (10) 将来的なビジネスモデルと現在の展開状況 (2/3)

### ■ ミャンマーにおけるビジネス状況

- 本事業を通じた分析機器ビジネスの立ち上がり
  - 2015年末頃にマルチ水質チェッカ、油分濃度計をミャンマー政府関係から公開入札で**受注**

実地作業を通じて、使い易さを実感



信頼性

技術指導

簡易性

差別化

差別化されたHORIBA独自の機能が  
入札仕様へ

実績

拡販

デファクトスタンダードへ

差別化

1点校正機能

自動分析



### ● 引合状況

- Wundwin染色・織物工場の新工場計画にて染色排水処理設備の引合(処理設備のサイズ、処理技術の提案)
- その他政府関係から、水質分析計、ガス分析計の引合

# (10) 将来的なビジネスモデルと現在の展開状況 (3/3)

## ■ ビジネス構築計画

- 分析ビジネス(機器販売・サービス)の先行立上げ
- 法規制強化に伴う水処理ビジネス立上げ(HORIBA・Hitzの技術協力)

< 補助金事業のゴール >  
 染色排水処理のモデル形成

区分	項目	2015	2016	2017	2018	2019
		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
モデル事業	FS調査	⇒				
	実証試験		⇒	⇒		
	BM適用性の検証	⇒	⇒	⇒		
ビジネス構築	ラボ・オンサイト分析	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒
	排水処理 & オンライン分析		⇒	⇒	⇒	⇒
ミャンマー動向	アクションプラン	教育と意識向上		技術・コスト課題クリア	法規制の強化	
	ミャンマー法規制		排出ガイドライン発行	環境標準発行(予定)		

分析ビジネス立上げ

水処理ビジネス立上げ



# (11) 今後のスケジュール

## ■ 実証試験工程(案)

実証試験工程	H28年			
	4~6	7~9	10~12	1~3
<b>1) 実証試験</b>				
試験設備の計画・設計	→			
試験設備の製作・据付		→		
実証試験の実施・調整			→	
試験結果の評価				→
<b>2) 技術サポート</b>				
本設備のコスト試算			→	
試験設備のO&M技術指導				→
<b>3) 関係政府・企業との連携構築</b>				
FS調査のフォローアップ	→			
セミナー開催による環境意識向上		→	→	

→ 国内業務  
→ 海外業務