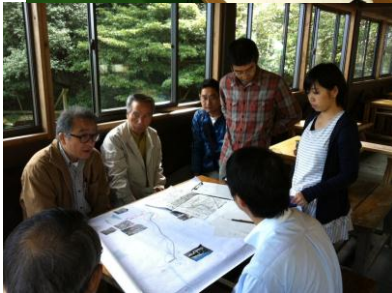


地域の社会問題を自然エネルギーで解決する 日本—インドネシアの小水力発電



九州大学 藤本穰彦・島谷幸宏



20130928@第10回福岡環境学際フォーラム

本日の内容

- 0. 自己紹介 —社会技術アプローチ
- 1. 小水力発電とは? —日本の小水力発電の歴史と課題
- 2. インドネシアの小水力発電
—「先進地」として捉えます
- 3. インドネシアの小水力発電の課題
- 4. ディスカッション —学び合い、共有する視点から

自己紹介

- 1984年 熊本市生まれ
- 2009年 同志社大学大学院社会学研究科博士課程前期修了 社会学修士
タイトル:「親密圏の再編——純粋な関係性から記憶の共同体へ」
- 2009年4月- 島根県中山間地域研究センター 地域研究G 特別研究員
- 2010年8月- JST社会技術研究開発センター 環境領域 アソシエイトフェロー
- 2011年8月- 九州大学工学研究院環境社会部門 学術研究員
- 2013年7月- 九州大学にて学位取得 工学博士(乙)
タイトル:「自然エネルギー社会資本整備のための地域主体形成に関する研究——小水力発電導入の〈社会実験〉」
- 専門: 地域社会学、小水力発電、コミュニティ工学

自己紹介

最近の主な仕事(著書・論文)



- 『コミュニティ・エネルギー』(2013年、農文協、共著)
- 『小水力発電を地域の力で』(2010年、公人の友社、共著)
- 「大学と地方自治体の連携研究による地域コミュニティの活性化」(2013年、コミュニティ政策第11号、共著)
- 「鶴見和子の内発的發展論再考—コミュニティ形成の社会理論としての問い直し」(2012年、東北文化研究第33号、単著)
- 「人口減少の被災地域におけるコミュニティ政策への視点」(2013年、サステナビリティ研究第3号、単著)

自己紹介

「コミュニティ工学」の構想

- **コミュニティ「再生」: 社会関係資本 (social capital) の再構築**
 - 相互性・持続性のある関係を人々の間に創り出し、それを活性化しよう
という協働に基づく(多面的な関与、感情的、相互承認)
 - 暮らしの持続性、安全・安心への希求
- **親密圏の変容** (広井, 2000, 2009)
 - 「家族」と「カイシャ」の共同性が弛緩 → 不安定、不安の浮上
- **制度への不信** (斎藤, 2013:39-46)

「政治的共同体 (political community) は、国家の基本的制度を共有する市民が構成するコミュニティである。市民は、その制度のもとで自らの権利を享受するとともに他の市民の権利保障に責務を負う。このコミュニティにおいては、市民は互いに『見知らぬ者』にとどまりながらも、互いの権利とその実効的な享受を可能にする生活条件を――主として納税や保険料の拠出を通じて――保障しあうことに政治的責任を負う相互的な関係にある。」

自己紹介

「コミュニティ工学」の研究

- **【研究課題】**
自然エネルギー活用に基づく「地域エネルギー自治」の構想
 - 社会技術アプローチ (Socio – Technological Approach)
- **【具体的問題設定】**
自然エネルギーを地域の共有財産として、地域が主体となり、地域の社会問題解決のために活用する。
 - 地域の社会問題は何か？ 不安、懸念、将来の展望...
 - 地域の持続的な活性化とは何か？
 - そのために活用できる地域資源(共有財産)は何か？
 - 協同活用・管理はどうやって？
 - 適切な地域的まとまりは？ 主体性と公共性／公益性

Keywords: 小水力エネルギー、ローカル・コモンズ、コミュニティ、適正技術

自己紹介

「コミュニティ工学」研究の実践

- 【小水力地域づくりの実践:対象地域】

日本（九大島谷研）

- 宮崎県五ヶ瀬町（中山間地域自治体レベル）
- 福岡県糸島市白糸行政区（地域コミュニティレベル）
- 福岡県朝倉市（都市近郊-平地農村自治体レベル）
- 福岡市（都市レベル）
- その他:山梨県都留市、新潟県佐渡市、兵庫県豊岡市等

インドネシア（バンドン工科大・ウダヤナ大）

- バンドン（西ジャワ州・先進地域）
- バリ（バリ州・これからの地域）

小水力発電とは？

小水力
の特徴

水力エネルギーを得る仕組み

水の力を使う

- ・川から水を引き込む
- ・川の中に水車を投げ込む



写真上: ペルトン水車
(イームル工業)
写真下: 山梨県都留市
「げんきくん2号」

水車

水の量や落差、地形
に応じて色々なタイプ
の水車がある



発電機

水の力で
発電機を回す

小水力
の特徴

水力エネルギーの考え方

- 理論出力(kW)
= 使用流量(m^3/s)
× 落差(m)
× 重力加速度 $9.8(\text{m}/\text{s}^2)$
× 発電の総合効率(0.6~0.8)



宮崎県五ヶ瀬町

水力は、流量と落差で決まる。

志和堀(しわぼり)発電所

(2011年11月16日、12月19日ヒアリング)

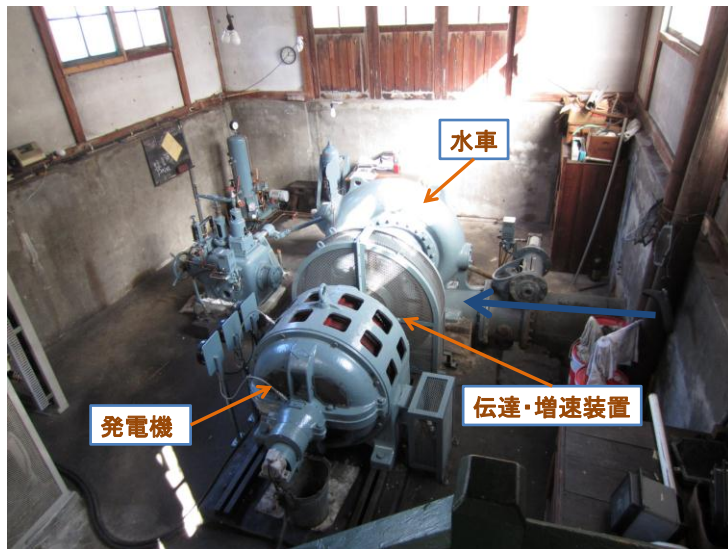
- ・ 広島県東広島市志和町
- ・ 太田川水系三瀬川
- ・ 志和堀電化農業協同組合
(町村合併時、農協から独立。組合員: 約320名)
- ・ 昭和29年(1954年)7月稼働
- ・ 出力: 95kW
(有効落差: 25.7m、流量: 0.5m³/s)
- ・ 管理雇用: 10万円/月 × 3人
- ・ 水路メンテナンス: 理事が毎年



小水力
の特徴

地域小水力発電所設備の構成例

(志和堀発電所、95kW)



小水力発電の特徴

- ・身近な水を利用する
 - ・歴史がある発電方式
 - ・技術的な完成度は高く、設備・システムが持続的
 - ・化石燃料が不要(CO2排出量が小さい)
 - ・密度が大きい水を利用するため、設備は小規模
 - ・稼働時間が長く、変動が少ない(年間6500時間)
 - ・地域の合意が必要(水利権や漁業権など)
 - ・年間を通じた維持管理が必要
-
- ・ 小水力発電は、大きな投資を行わず、基本的には地形や空間に依存する。そのため、先行する権利との調整が必須であり、基本的な権利は地域に帰属する性格を有するという特徴をもつ。

歴史

日本の水力発電の歴史(明治～戦前)

- 1891年(M24) 琵琶湖疏水蹴上発電所(京都市)
 - 日本初の電気事業用・産業用水力(世界でも2番目)
 - 120馬力の水車2基(ペルトン)と80kWの発電機2基
 - 京都電灯会社への卸売、工場動力、京都電気鉄道
- 1894年(M25) 日清戦争
- 1899年(M29) 広島水力電気(1897年設立)、高圧送電に成功(11kV)
- 1907年(M37) 駒橋発電所(山梨県大月市, 桂川, 1万5千kW)
 - 早稲田変電所までの高圧長距離送電(55kV, 75km)
- 1910～1913年(M43～T2) 第一次包蔵水力調査
 - 山間地の大容量水力開発促進
 - 「水系一貫開発」思想の浸透
- 1937年 企画院の設置(国家総動員計画, 生産力拡充計画)
- 1939年 日本発想電株式会社発足
- 1940年 河川統制事業の成立
 - * 戦後、大規模水力化と火主水従の時代へ(藤本・島谷, 2013)

課題

小水力の適正技術～国内メーカーヒアリング

- 1kW程度までは手づくりで、創意工夫を重ねながら楽しく行う
- 地域が元気になるきっかけ、協同学習



- 20kWでは、本格的な発電システムが必要
- 地点数が多く、可能性はある
- 受注製作、個別対応、長納期、高コスト
- 現状kW単価: 250万円
⇒ 目標kW単価: 100万円

- 50kW以上は、売電収益が見込める
- 本格的な発電施設、「地域産業」
- 目標kW単価: 100～150万円



200W
水車の再生
@白糸の滝

120W
上掛水車
@朝倉市

700W
すいじん@五ヶ瀬

【5kW】

- 規格品の開発急ピッチ
- kW単価現状: 200～250万円

我が国の小水力発電は、昭和初期に確立されていたが、今は失われている。適正技術・適正価格の観点からの小水力技術開発が課題。

インドネシアの小水力発電 : 小水力先進地域として捉えてみる

背景

インドネシアとは？



- 人口 2.38億人 *ジャカルタ960万人(2010年)
- 国土 191万931km² (日本の5.1倍)
- 宗教 イスラム教88.6%、キリスト教8.9%、ヒンズー教1.7%、仏教0.6% (2010年 宗教省)
- 名目GDP 7,427兆ルピア(約8,547億ドル) (2011年) → ASEAN唯一のG20国
- 一人当たり 3,469ドル (2011年)

- 広大な国土と多民族国家
 - ・東西5,110km、南北1,888km、約18,000以上の島々からなる世界最大の群島国家。
 - ・広い国土に約300以上の民族が暮らす多民族国家。

- 安定した経済成長と中間層の拡大
 - ・GDP成長率は、2000年から毎年約4%～6%前後の成長率。
 - ・都市部を中心に中間所得者層の拡大
 - ： 2000年→2010年で、274万世帯→3,322万世帯。
 - ・出生数500万人／年(＝シンガポールの総人口)、平均年齢28歳(日本: 45歳)

(出典: 2013年1月外務省及びJETROホームページ)

対象地

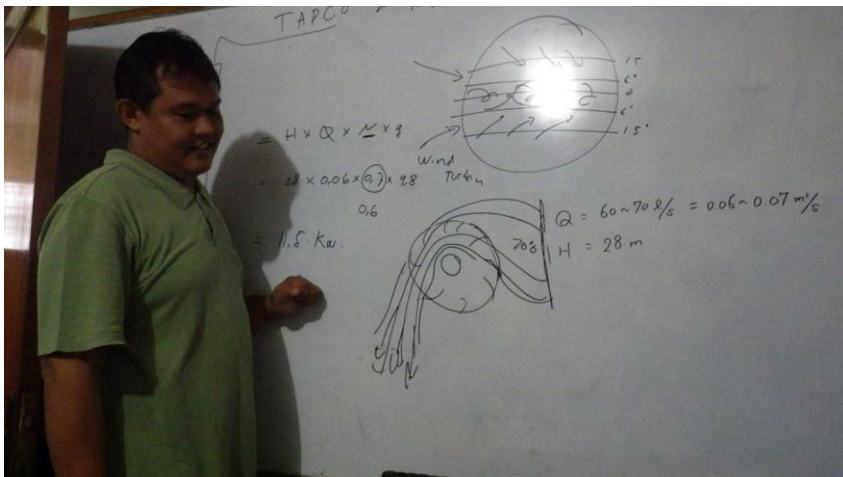
Bandung (バンドン, 西ジャワ)



20130622

問い

PT. Kramatraya Heru and Heri
 「インドネシアでだけ、バンドンでだけ、
 Xフローの技術が進んだんだ。なぜだかわかるかい？」



20130513 インタビュー

アソシエーション

**AHB** (Asosiasi Hydro Bandung)

- Mandiri Foundation, 1978
@Bandung, ITB students.
- 1999 – 設立(公式): 12人→84人
- 参加資格: MHPに関する「専門的な」仕事・技術を持っていること
(Professional Association)
- 仕事内容
 - ①ポテンシャル調査(インドネシア全域)
 - ②コンサルティング、設計
 - ③生産力強化(水力メーカー育成)
 - ④モデルPJ
 - ⑤導入支援
 - ⑥運営支援、事業化支援
 - ⑦小水力マニュアル作成
 - ⑧情報発信、地域教育
 - ⑨技術移転(ASEAN諸国)

**Didi Sagandi**

1954年、バンドン出身

ITB卒業(Art, Computer Technology)

「技術を学ぶことによるエンパワメント」
 「知識と活動のリンク」
 「一人のボスではなく、ネットワーク共同体」
 「協同で、地域コミュニティを強くする」

20130618 インタビュー



バンドンにおける小水力関連産業と雇用

Bandung: (employees estimated)

• PT. Heksa Prakarsa Teknik	- Turbines&construction	40 employees
• Cihanjuang Inti Teknik	- Turbines	45 employees
• PT Kramatraya	- Turbines	30 employees
• CV Reconersys	- controllers	10 employees
• Jafar	- controllers	3 employee
• WPU	-Consulting	25 employees
• PT entec	- consulting	23 employees
• Rekrasaya	-Implementation	25 employees
• IBEKA	-NGO	40 employees
• Several freelance consultants		40 employees
• Other manufacturers		20 employees
total employees (approximately)		300 employees

20130613 Gerhard Fischer氏より資料提供

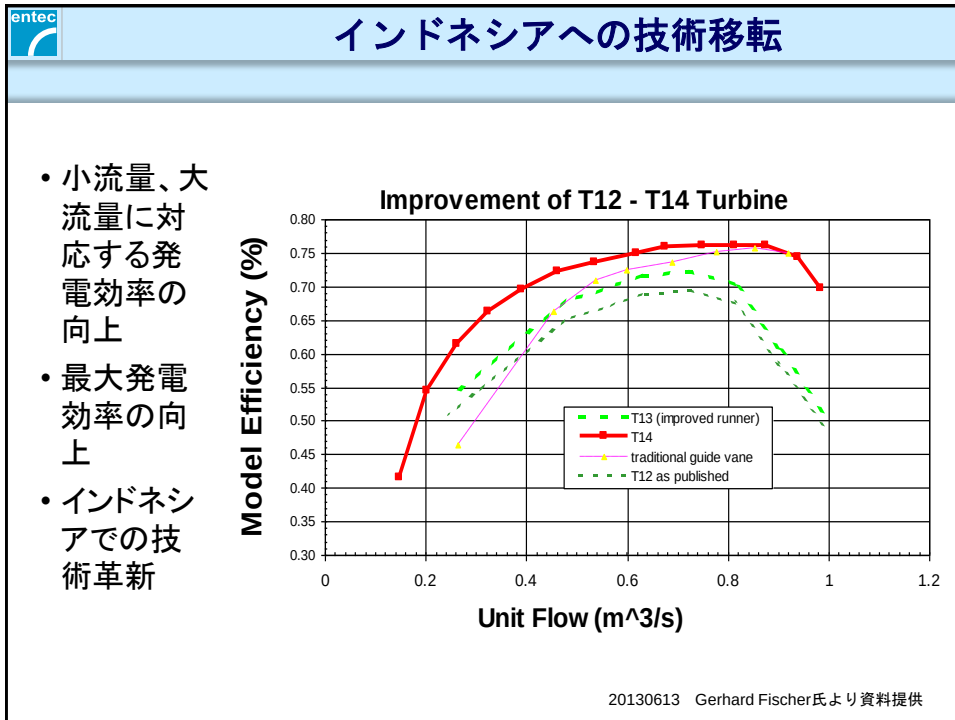
研究開発
技術開発

HYCOM/Entec Gerhard Fischer

スイス生まれ、ドイツ・シュトゥットガルト大学卒業
 インドネシア在住14年。技術移転を行う。



20130613, 20 インタビュー



小水力メーカー
→ 自然エネルギー総合ベンチャー



Pt Hexsa

- Ir. Kusetiadi Raharjo
- ITB卒業、スイスで2年技術研修
- Xフローの専門メーカー
- アジア、アフリカへの輸出実績多数
- ITB学生のアイデアに出資し、自然エネルギーベンチャー設立。
- 2006-2010年：185ユニット（年間約40ユニット製造）

20130614 インタビュー

クロスフロー



20130619 Heksa



20130619 Heksa



20130614 Heksa

小水力メーカー
→社会企業

PT. Chihanjuang Eddy permadi

1958年 Sumedong生まれ、Politeknik Mekanik Swiss ITB卒業
1984～88年 スイスコンタクトで技術研修@スイス・ドイツ
年間約40ユニット製造

「エネルギーは社会経済そのものを変革することが出来る。小水力は、社会の価値を高め、農業・農村の価値や経済を高めることに繋がる。Chihanjuangという企業で実践し、実例を示すことで、社会を革新したい」



20130621 インタビュー(通訳 Andika)



20130513 Cihanjuang



20130513 Cihanjuang



20130513 Cihanjuang



20130619 Cihanjuang



プロペラ



20130513 Cihanjuang



20130513 Cihanjuang



20130513 Cihanjuang

• 2001年、バンティック（Ginger Tea）の会社を併設。

「エネルギーを生産することで、価値が高いものを生み出せる。そのことを証明したかった。Ginger Teaのビジネスを始めることでつながりが生まれた。地域のお母さんが沢山集まるようになった。パッケージング等力のいらない仕事もある。家でも働ける。子どもを育てながら仕事も出来る。実は男性の工員の仕事づくりでもあった。小水力の仕事が集中するのは6-12月、その他の期間に、材料を集めたり収穫したり力仕事は男性がやる。ジンジャーの収穫は1-2月だからちょうどいい。こうして現在、この地域から90人が働いている。」

「国を説得したい。小水力エネルギーは、ただ電力を得るためだけに使うのではなく、地域に様々な産業を興すために活用してほしい。その地域のポテンシャルを伸ばすように活用すべき。エネルギーは多くの仕事を生み出す。その事を我々は実践し、示している。」



20130621 インタビュー（通訳 Andika）



20130614 Cihanjuang



NGO

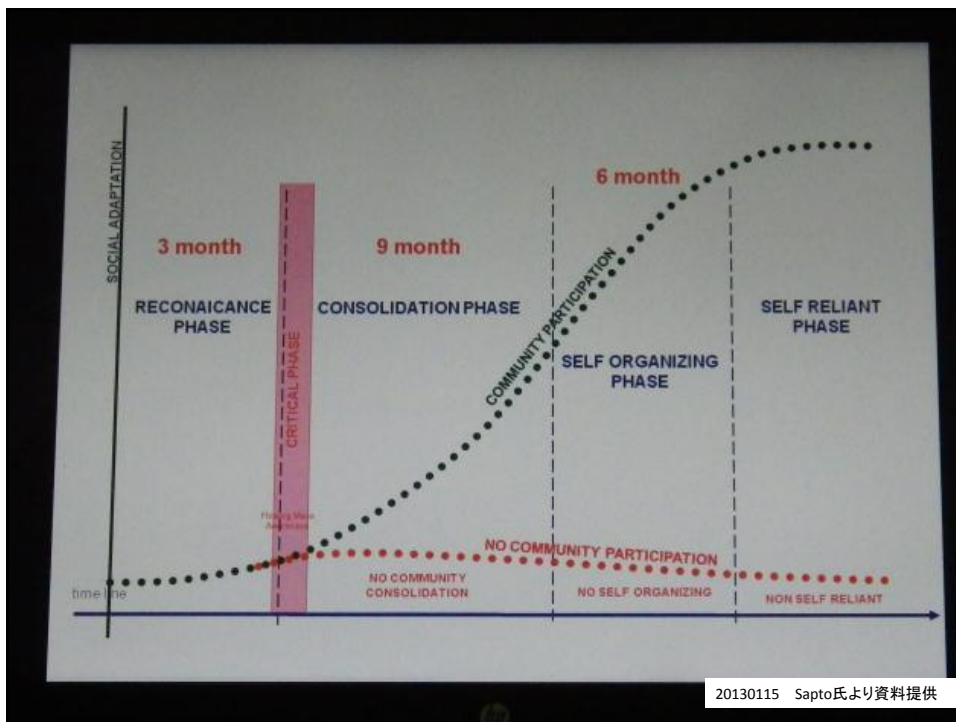
IBEKA

- Mandiri Foundation, 1978 @Bandung, ITB students.
- 1988- スイスコンタクトの支援で金属溶接・加工工場建設と技術移転
- 1991～1994- ドイツGTZ(当時)から小水力技術移転
- 1992- mixing appropriate technology and sociology to empower the marginal group
- 1996- NGO法人化
- 2002- PSK(小規模電力供給法)法策定に寄与: 小水力発電とPLNとの系統連係
- 2011- Magsaysay Award

Sapto Nugroho (IBEKA Managing Director)

1971年、中部ジャワ・スマラン出身

土工学(ディポネゴ大学)・農業経済社会学(ボゴール農業大学)



Cinta Maker MHP PJ



Adi Laksono (IBEKA Program Director)

1972年、ジャカルタ出身、中高時代はバリで過ごす。
農学(ボゴール農業大学)、Cinta Meker MHP PJコーディネーター



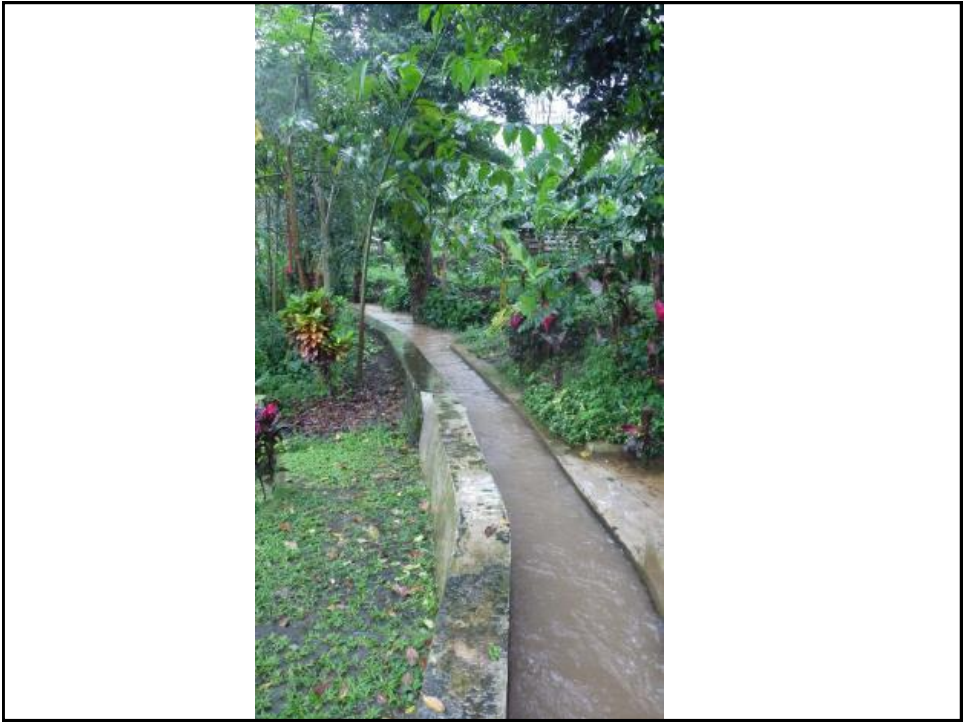
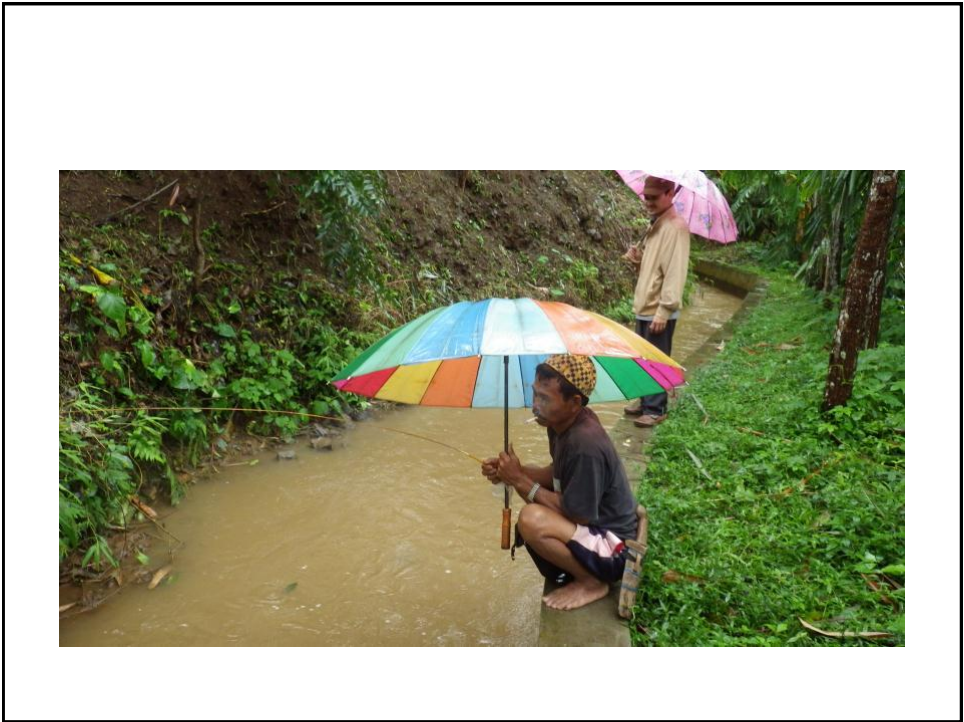
↓ Bayu Megantara (IBEKA Engineering & Construction)
1973年、バンドウン出身、レンバン在住。電機工学(バンドウン技術大学)

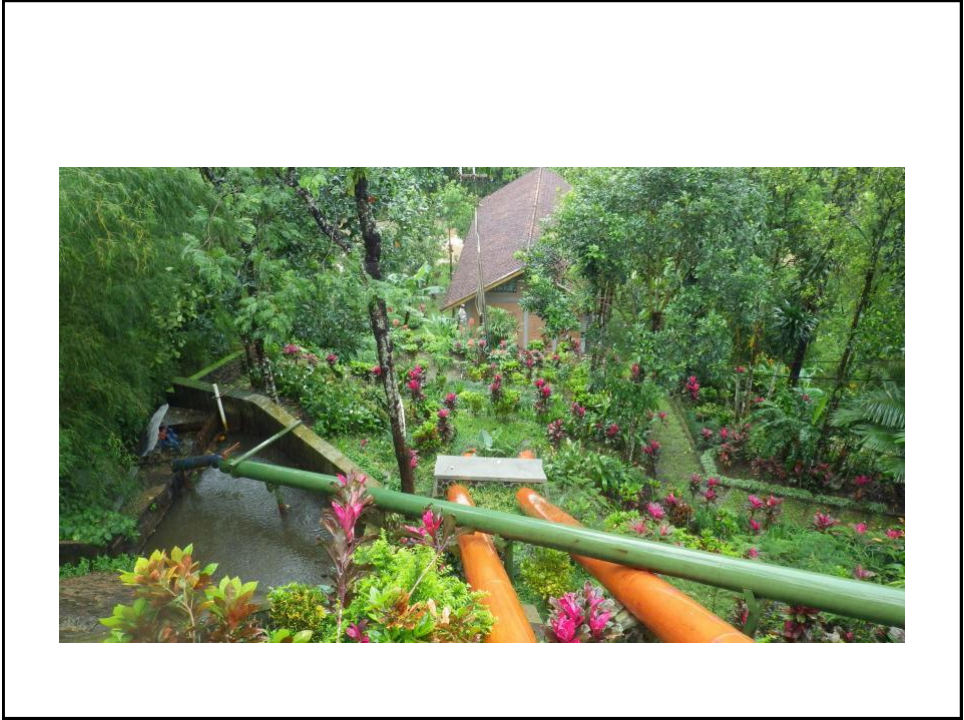


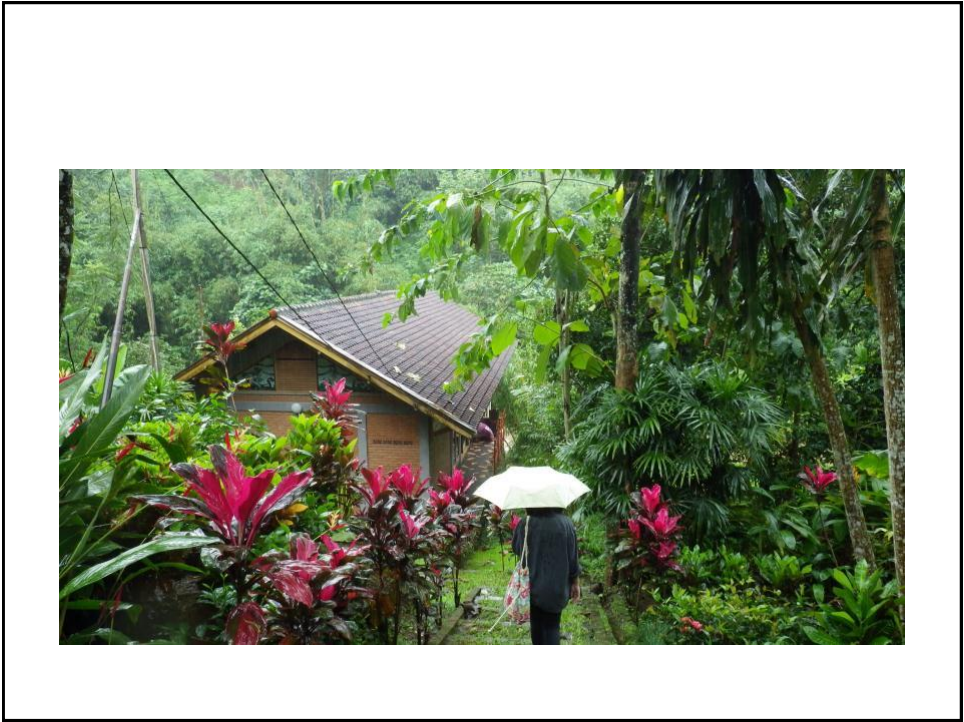
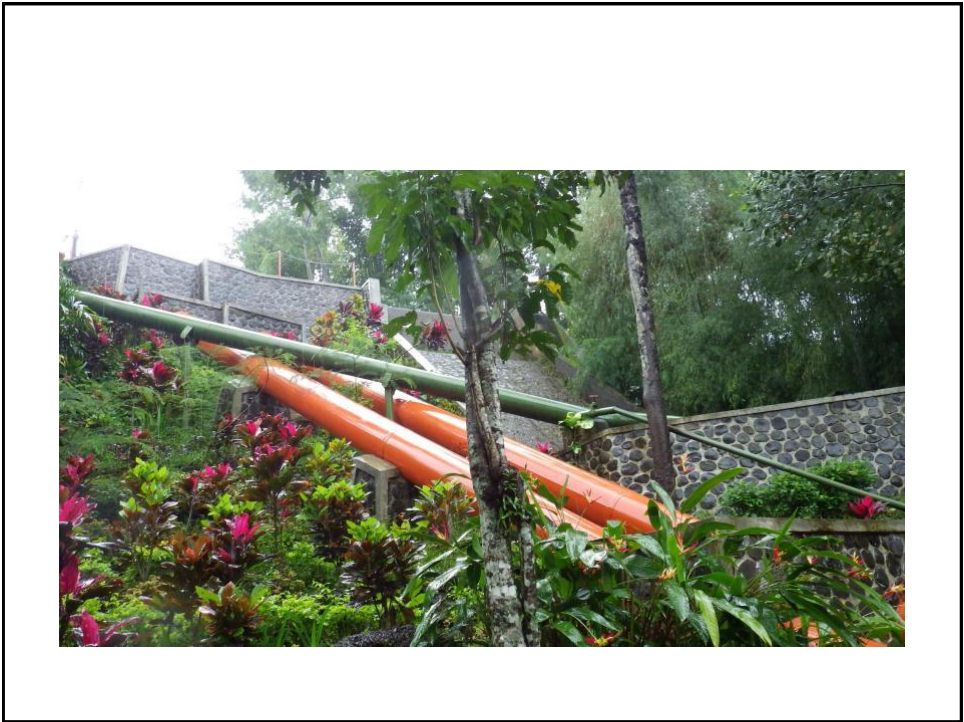
Ian (CM MHP オペレーター) ↑
1974年、Ciasem村生まれ。バンドウン市内の高校卒業後、open collegeで
電気技術を学ぶ。AIWA→ASTRA→IBEKAずっと電気の仕事。

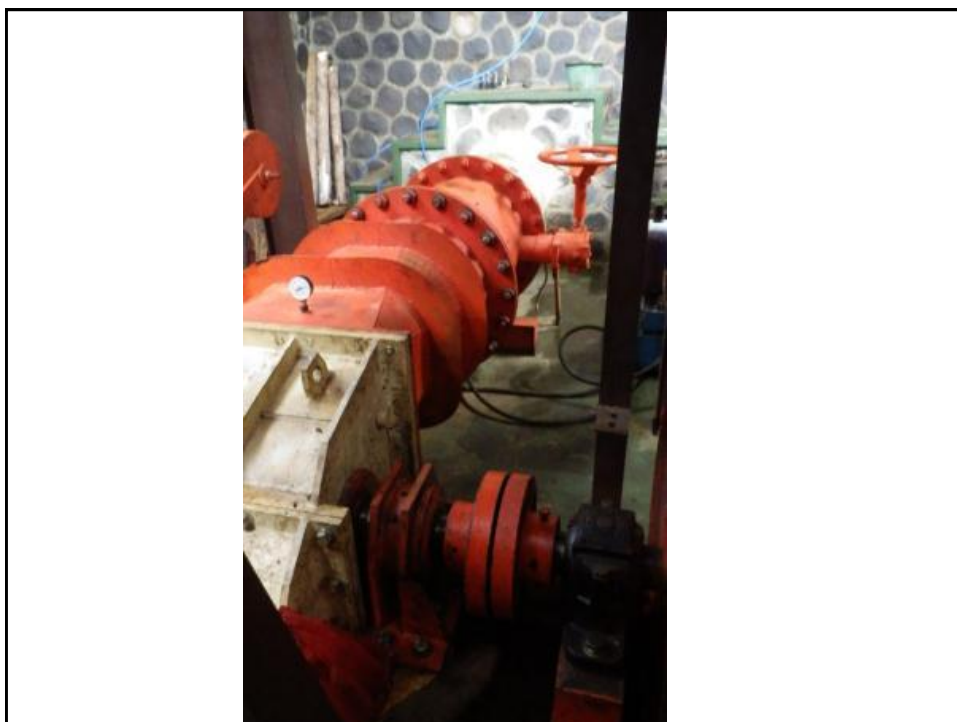


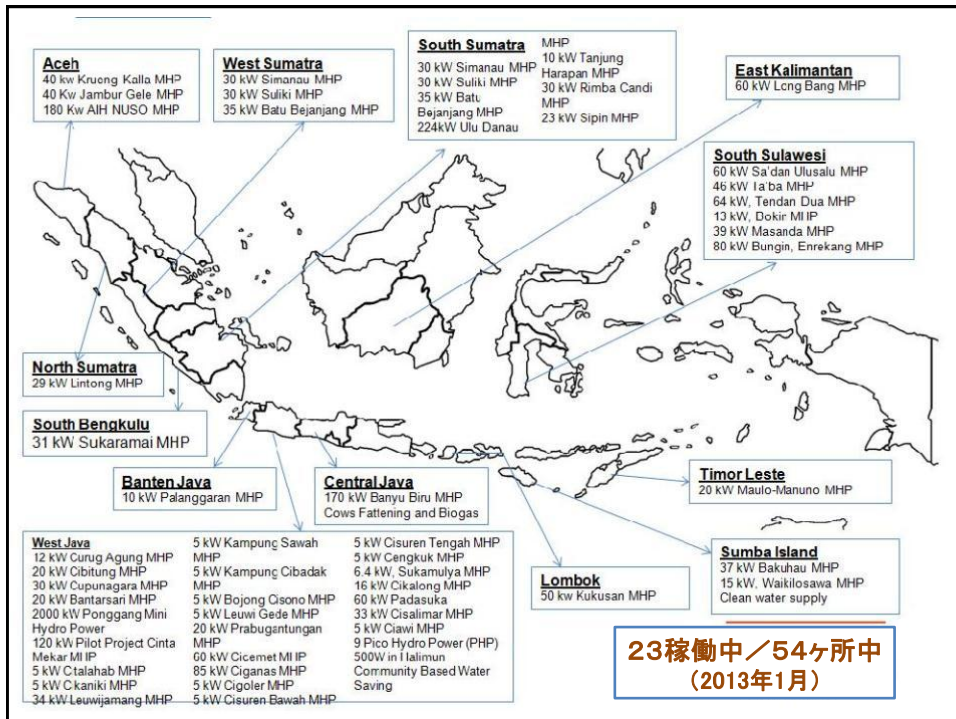




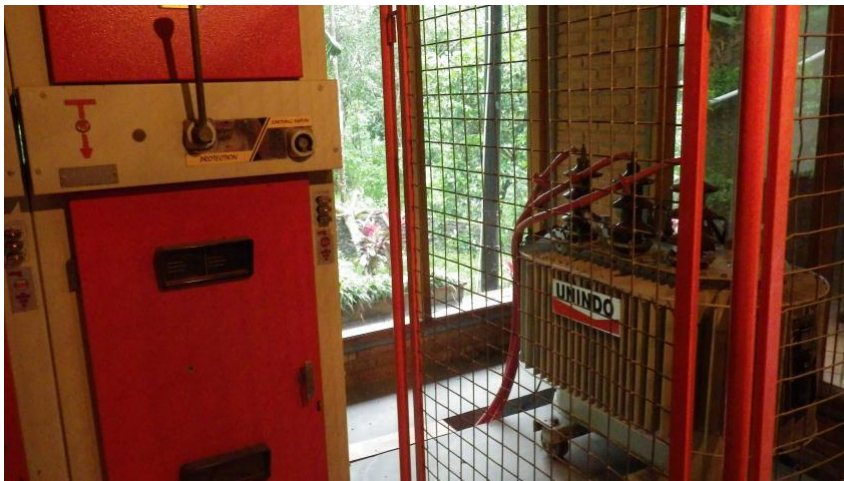


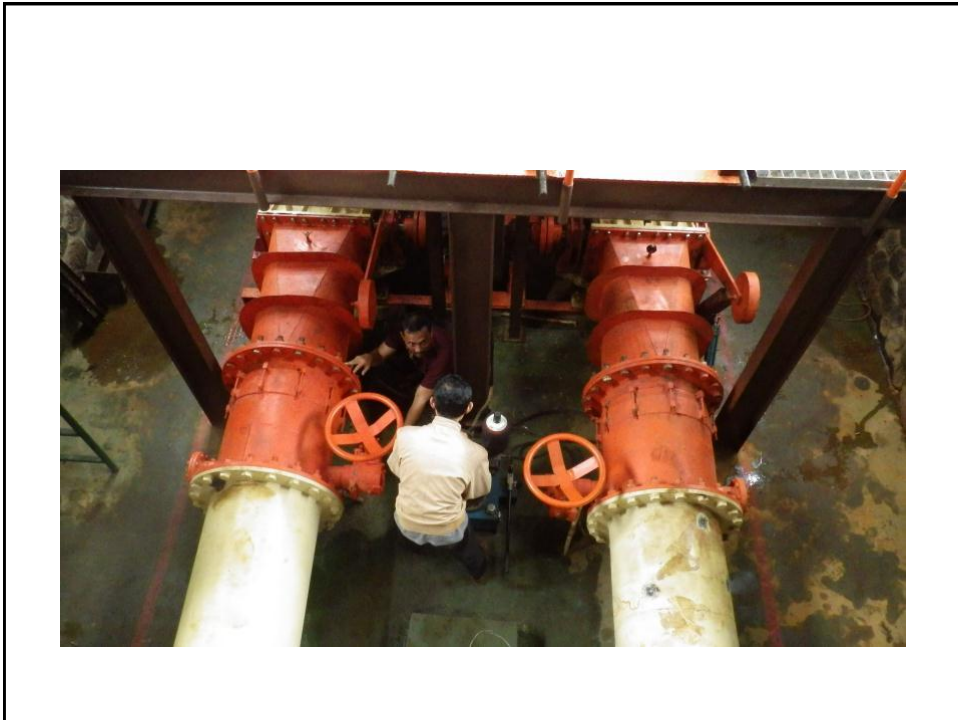






系統関係とメンテナンス





設備更新



インドネシアの小水力の課題

○ なぜインドネシアでは約半数の小水力発電所が稼働していないのか？

- 地域主体形成の問題: 地域の協同管理が機能していない。
地域資源管理と社会投資の仕組みづくり
=>「ローカル・コモンズ」の仕組みの構築が必要

「インドネシアの小水力の課題は日常の維持管理と定期的なメンテナンス。ゴミが詰まったり、木や石、砂を巻き込んでしまい止まると、止まったままになってしまう。コミュニティでの管理が上手く行かない。技術はオッケーでもここがネックになって安定的な導入が進まない」 (2013年6月13日 ITB Dr. Priyono)

インドネシアの小水力の課題

○ なぜインドネシアでは約半数の小水力発電所が稼働していないのか？

- 地域人材育成の課題: 特に技術人材育成が各サイト必要
(2013年1月19日 IBEKA Bayu氏)
- 河川工学的課題: 現場は最適か、流量をきちんと捉えているか、過大スペック
(2013年6月14日 Heksa Ir. Kuse氏)
- PLN(国営電力会社)と国家エネルギー政策との関係
- 2002 PSK(小規模電力供給法)法
- 全国規模でのポテンシャル評価、導入コスト削減の技術研究・法制度研究 (BPPT応用科学技術庁・Ir. Suryo氏等の研究)

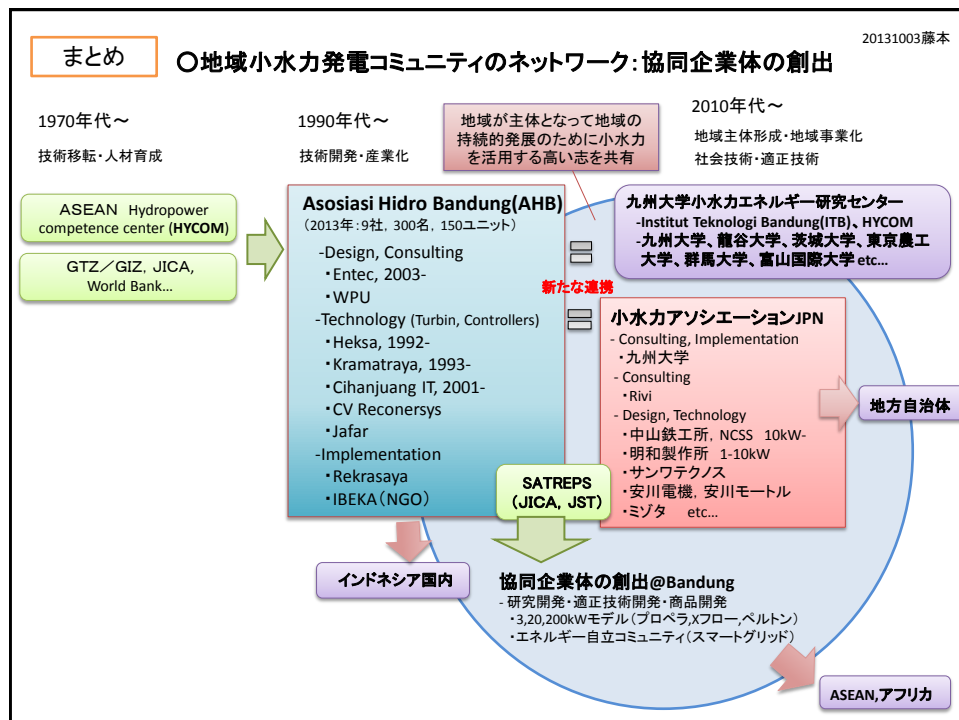
インドネシアの小水力の課題

○ なぜインドネシアでは約半数の小水力発電所が稼働していないのか？

「ローカル・マネジメント・キャパシティ」向上の課題

- ① 流域全体のマネジメント(森林・水源環境の保全)
- ② 運用、メンテナンスの技術・知識
- ③ 資金調達・運用、事務・法的処理、アドミニ、MHP経営
- ④ 小水力を活用したスモール・ソーシャル・ビジネス

AHB Faisai氏 and Ir.Sentanu氏 (2013年6月18日)



まとめ

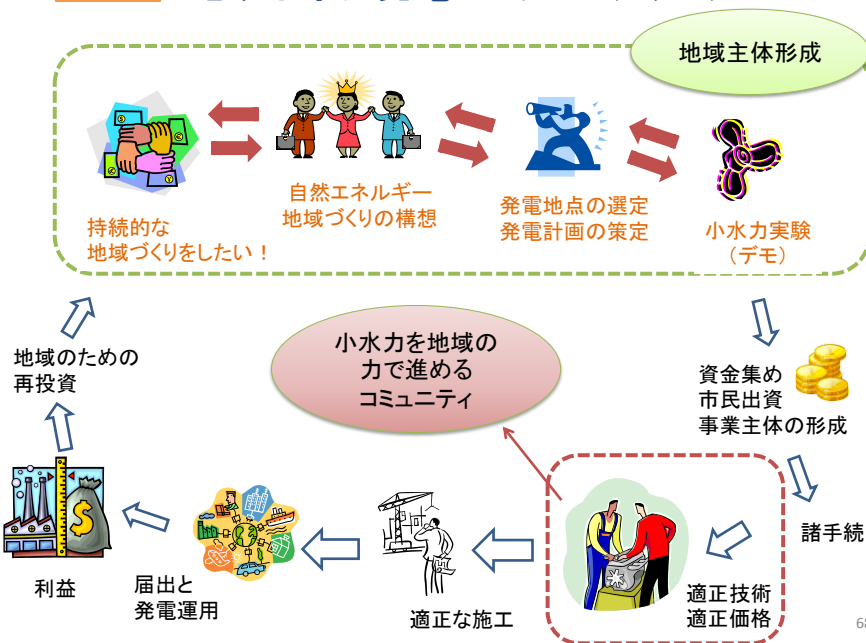
Learn, Build, Share... すべて自分たちで学び共有する



20130513 Karamatraya Heru氏

まとめ

地域小水力発電のミッシングリンク



68

藤本 穰彦
Fujimoto Tokihiko

博士(工学)
九州大学大学院工学研究院
環境社会部門 特任助教

〒819-0001
福岡市西区元岡744 W2-1008
Tel/Fax: 092-802-3438
Mail: fujimoto@civil.kyushu-u.ac.jp