

# 研究網介

小野田弘士 研究室 (環境・エネルギー研究科)

### 【学歴】

1997.4- 2001.3 早稲田大学理工学部機械工学科

### (大学3年時に永田勝也研究室に配属)

2001.4-2003.3 早稲田大学大学院理工学研究科機械工学専攻(修士課程)

2003.4-2006.3 早稲田大学大学院理工学研究科機械工学専攻(博士後期課程)、博士(工学)

### 【職歴】

2003.9- 2006.3 早稲田大学大学院理工学研究科·助手

2006.4-2008.3 早稲田大学環境総合研究センター・講師

2008.4-2014.3 早稲田大学環境総合研究センター・准教授

2014.4-2017.3 早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科・准教授

2016.9- 同 教務主任

2017.4- 現在 早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科・教授

環境総合研究センター・副所長

2003.8 株式会社早稲田環境研究所を創業(代表取締役)。

2011.4-2017.11 株式会社早稲田環境研究所 取締役(非常勤)。

### 【社会活動】

2019.2- 環境省·中央環境審議会 臨時委員

2019.4-2020.3 経済産業省・総合資源エネルギー調査会 臨時委員

2016.9- 廃棄物処理・リサイクルIoT導入促進協議会 副会長

2015.4- 内閣府·地域活性化伝道師

2010.4-2015.3 埼玉県環境エネルギー統括参与 他多数

### 【所属学会等】

日本機械学会、廃棄物資源循環学会、日本エネルギー学会、日本LCA学会、環境 科学会、環境情報科学センター

**IET Smart Cities Associate Editor** 

**ESRE Technical Program Committee** 

日本機械学会環境工学部門部門学術誌編集委員会 副委員長



小野田 弘士



# 専門分野~環境配慮エネルギー・循環システム~

# Resource

<u>資源循環・廃棄物処理</u> システム

自動車リサイクル部品の利 用促進システムの開発

資源循環システムのライフサイクルアセスメント

低炭素製品のリサイクルシス テムの構築と実証 DfE (Design for Environmennt)
[博士論文] LCA (Life Cycle Assessment)

各種工業製品の環境配慮設計・運用技術に 関する研究

易解体性定量評価手法の開発

環境負荷評価手法の開発

環境配慮型汎用ポンプの設計とそ の評価

特殊ICタグを用いたライフサイクル管理システムの開発とその応用による運用の高度化

次世代モビリティ **Mobility** 

超軽量小型モビリティULVの開発と 実証

**Smart Community** 

スマートコミュニティ

本庄スマートエネルギータウンプロジェクト

釜石市における自立型スマートコミュニティプロジェクト

# **Energy**

自立・分散型エネルギーシステム

自立・分散型エネルギーシステムの設 計支援ツールの開発

需給両面を考慮したエネルギーマネジ メントシステムの開発と実証

再生可能エネルギー利用技術・システム

再生可能エネルギー熱利用システムの開発と実証

熱分解による木質バイオマスの高度利用技術の開発

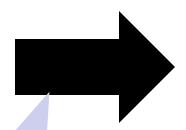
再生可能エネルギーの高度利用を 目的としたCHP・Power to Xの 開発

# 研究の"成長"的展開~知識産業化~



# システム工学・Life Cycle Approachによる技術・システム開発→社会実装

入口·供給



原料等の入口条件は変動することが前提。

事故が多発事業リスク

これまで

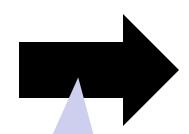
個々の技術・システムの最適化

技術・システム

- 資源循環·廃棄物処理
- ●自立・分散型エネルギー
- ●未利用資源のエネルギー利用
- ●次世代モビリティシステム

etc.

出口·需要



地域等において需要は あるか?

本研究のアプローチ

- ●需要側からみた技術・システム開発
  - \*動脈・静脈連携、産業間連携、地域連携を考慮。
- BAS (Best Available System) の実現を支援する評価手法の開発 \*LCA, LCC, Material & Energy Flow Analysis 等
- 社会実装に向けた戦略提案・実現

# 『アジア圏における安全・安心な資源循環システムの構築に関する包括的研究』

# **Resource Efficiency, Circular Economy**

早稲田大学重点領域研究機構 循環型環境経済共創システム研究所(2010年度~2013年度)

### LCA・LCCをベースとした手法開発とその応用

【手法開発】

- ·統合化指標ELPの開発
- ・環境効用ポテンシャル評価手法E2-PAの開発

### 【応用】

- ・資源循環システムのBAS評価手法の開発
- ·環境配慮設計DfEの定量評価手法の開発
- ・自動車リサイクルシステムの環境負荷評価
- ・ライフスタイルアセスメント手法の開発
- ・都市環境および企業評価への応用 等





### 循環型経済社会システムの形成

- ・溶融飛灰の山元還元に関する実証
- ・適正な国際資源循環システムの構築
- ・港湾を活用した静脈物流システムの構築 等

### 静脈施設の安全・安心

- ・事故・トラブル・ヒヤリハット事例DBの構築と応用
- ・安全設計解析手法の開発
- ・操業管理・操業診断システムの開発
- ·VR等を活用した五感体感教育システムの開発 等











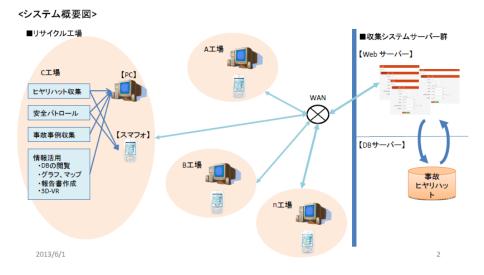
# ICT・IoTを用いた安全・安心対応システムの開発・実証H.ONODA

# 安全・安心を確保するためのマネジメントシステムの構築の重要性



事故・トラブル・ヒヤリハット事例データベース 検索・安全性評価ツール ver. 0.8

### 安全解析手法



事故・トラブル・ヒヤリハット 簡易入力ツール





操業診断・管理システム (写真:豊島事業場)



VR技術を活用した運転員教育支援システム

# 3D-VRによる事故再現動画の開発



- ≻人身事故も物損事故も再現可能
- ▶背景を現場の写真を活用することで現場感を演出
- ▶再現教育できていなかったものまで対応可能

# 航空写真測量による不法投棄現場(2016/10) H.ONODA



# ドローンによる空撮映像



2017年1月

# ある島での光景









# ハイブリッド自動車の輸出量増加と現地での排出状況 ~モンゴルの例~

モンゴル

2017年41千台の中古車が輸出されている。同国は中古車輸出のメイン輸出先であり、特にハイブリッド車が多く輸出されることで有名である。輸出される中古車のうち57%はハイブリッド車両であり、現地関税優遇、また極寒の地であるためエンジンがすぐにかかるハイブリッド車に人気が偏っている。首都のウランバートルに人口が集中していることから、中古車販売業者、中古部品業者共にウランバートルに集まっている。

# 【中古車輸出台数】 Mongolia 45,000 40,000 35,983 36,983 36,917 30,000 30,172 31,683 32,179 31,683 32,179 31,683 32,179 31,683 32,179 31,000 40,000 41,575 41

### 【中古車販売業者】



ハイブリッド車、4WDを中心に車両を 並べて営業するスタイルが一般的。 地方は道路整備もされていないため ランクルなどの4WDも人気。

### 【ハイブリッド車専門修理工場】



ハイブリッド車専門の修理工場。エンジン、ミッション交換だけではなく、ハイブリッドバッテリーの再生も行っている。(品質は未確認)

### 【中古部品販売業者】







### 【ザハ】

小規模の中古部品業者が集まる青空市場。1社 40ftコンテナ1本分の在庫を保有しており格安で 販売している。品質保証などはなく、購入者は自 己の責任で購入する。

### 【大手中古部品販売業者】

日本、香港などから部品として輸入し、日本同様、保管ラックにて管理している。

日本企業の進出もあり、(株)字野自工、(有)西川商会なども現地進出している。



【廃棄ハイブリッドバッテリー(ニッケル水素】 交換され廃棄となったバッテリー。写真のように特に適正処理されることなく野外にて積まれている状態。

輸入車であることもあり、回収ルートは特に 設けられていない。

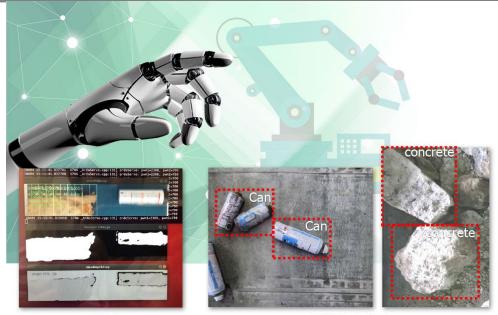
最近では豊通がニッケル水素BTの回収を 業者に依頼し、その業者が集めているという話も聞いた。しかし、モンゴル国外に輸出 しようとしたが、中国の越境で問題となりモンゴル国内に滞留したままである。

### 【自動車リサイクル】



ほとんど確立されてないが、必要部品をウランバートルで取り外された廃車ガラは、約200km離れたダルハンの工場に運ばれ鉄資源として売却されている。

\* 資料提供:ユーパーツ







# **需給両面からのエネルギーシステムの評価手法の開発**

# 供給

コジェネ、ボイラ、冷温水器等

実測データに基づく汎用性 のある熱源(空調・給湯 等)シミュレータの開発

- ·運用改善
- ·設備更新計画

## エネルギーの消費実態が不明確

# 民生・業務施設における エネルギーシステム

オフィス、病院、ホテル、福祉施設、商業施設、学校等

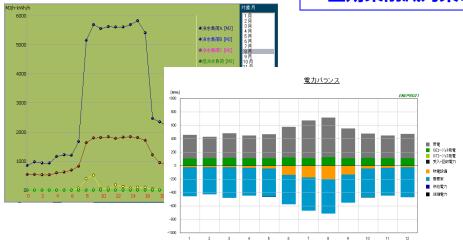
効率的な省エネルギー、節電、温 室効果削減対策の支援ツール

# 需要

- ・温熱環境・照明等のシミュレータの開発
- ·簡易BEMSの開発
- ·新技術(ex.輻射式空調等)の 導入評価



輻射式空調





本庄早稲田の『地の利』と早稲田大学の『知』を結集した産学官民連携型のまちづくりプロジェクトを展開。

### 本庄の『利』

災害の少なさ 恵まれた自然環境 充実した交通網 産学官連携 豊富な農産物 伝統・祭り・文化財 etc.

### 次世代スマートハウス群

共有インフラ化によるエネルギーシェアリングを想定した次世代型スマートハウス群



### エコポイントシステム

市民参加型のエコポイントシステム

### 次世代オフィス

エネルギーコントロール センターを含む地域 サービスプロバイダ機能 の拠点基地化

# 次世代モビリティシステム

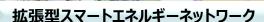
既成市街地と本街区との効率的な連携 を考慮した次世代モビリティシステム



本庄早稲田ゲート店

### 次世代商業施設

電力、都市ガス、再生可能&未利用エネルギーのベストミックス、建物間融通等による分散型エネルギーシステム



周辺施設との熱融通を考慮した自立・分散型エネルギーシステム

### 地域資源循環システム

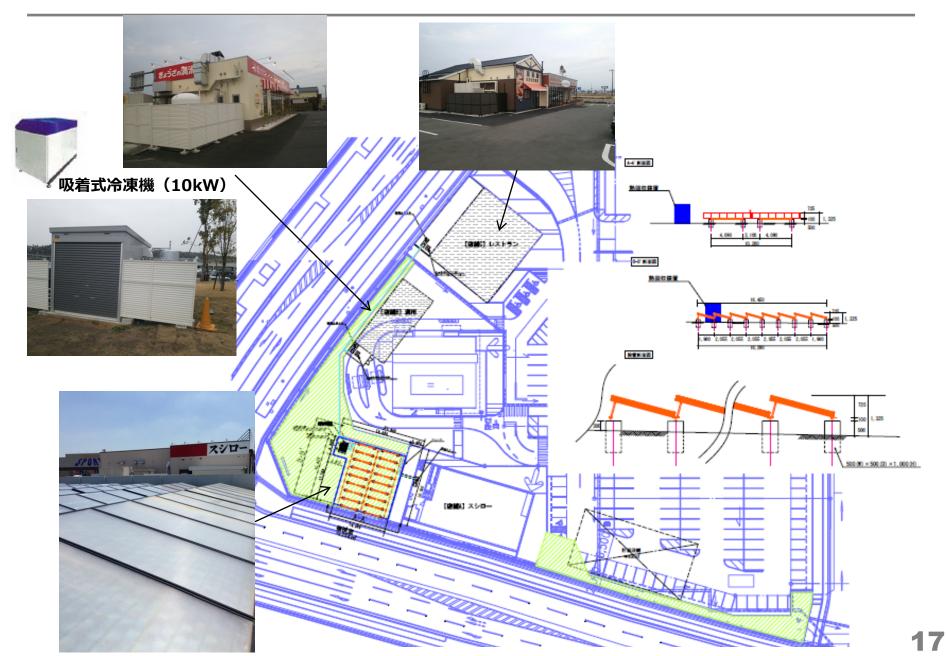
周辺地域との連携を前提とした地産地消型のバイオマス利活用システム

地区全体図



国内外の他都市へ展開可能なノウハウを蓄積・移転

# 太陽熱・地中熱を熱源とした地点熱供給プラントの概要



# 太陽熱・地中熱ハイブリットクーリングシステム

### H.ONODA

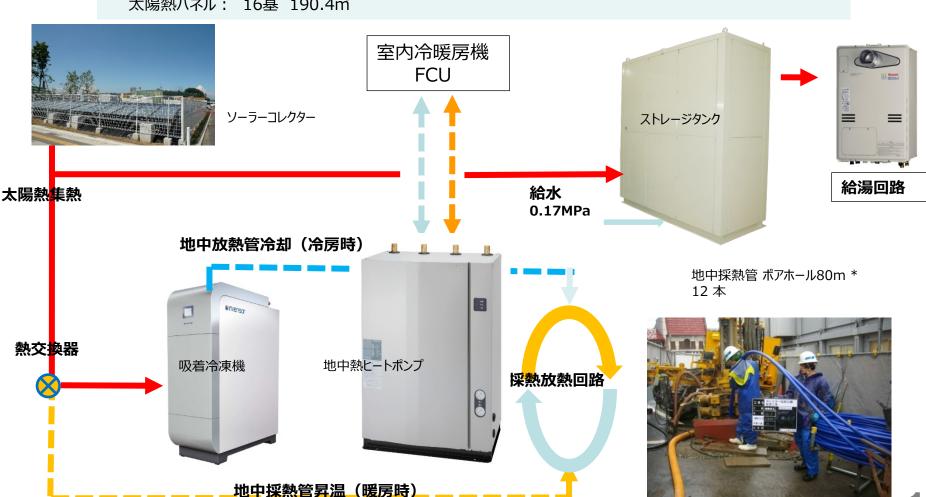
### 施設概要 設備概要

場 所: 埼玉県本庄市早稲田の杜 給湯設備: 太陽熱 + ガス給湯器

冷暖房設備 : GTH.P + 太陽熱 + 吸着冷凍機 途 : 3 店舗 給湯・冷暖房

店舗面積 : ≒300 ㎡ 地中熱HP : 30 KW × 4基 ボアホール : 80m 12本 蓄熱タンク : 1500 L × 3 基

太陽熱パネル: 16基 190.4㎡





天城屋・本庄スタジオ外観



輻射式空調

天城屋WEBサイト: http://www.amagiya.co.jp/

### 『本庄早稲田』でのこれまでの実績~社会実装~ **H.ONODA**

### 本庄スマートエネルギータウンプロジェクト(2011~)







食品系バイオマスのバイオガス化実証事業 (技術開発·実証·FS) →商用化

環境省・G水素プロジェクト (2004~2010)



太陽熱·地中熱複合利用型熱源(商用)



ZEHの評価



未利用木質バイオマスの高効 率エネルギー利用システム(技

術開発·実証·FS)





使用済み小型家電リサイク ルシステム(事業化支援)



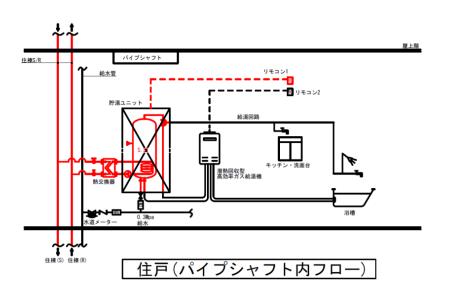
自動車リサイクル部品の普 及促進(事業化支援)

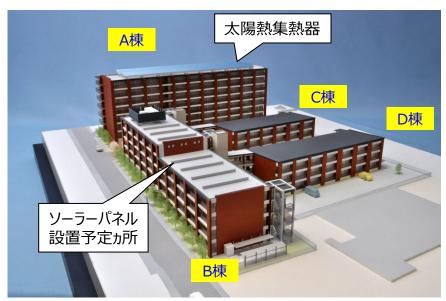
埼玉県・環エネとの環境・エネルギー分野に関する包括協定(2010~)

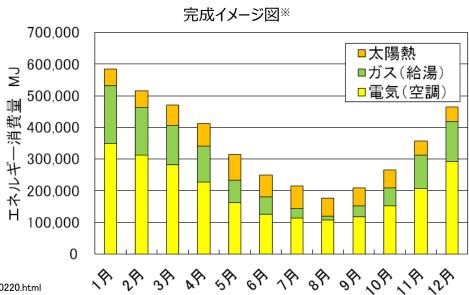
# 釜石市における復興公営住宅における太陽熱利用システムの導入 H.ONODA

環境省・平成24~26年度地球温暖化対策技術開発・実証研究事業「被災地における自立型スマートコミュニティ形成に関する実証研究」

- 公営住宅において電気および熱のエネルギー供給事業 を実施する国内初の事例となる。
- A棟に太陽熱集熱パネルを設置し、各戸へ予熱水供給を行う。また、B棟にPVを設置し、FITによる売電。
- 合わせて高圧一括受電により、熱・電気を各戸に供給するシステムを構築。
- 通常システムと比較してCO2削減率16.8%
- 投資回収年数は19年となる。







# 自立・分散型エネルギーシステム、面的利用、地域新電力・・・ H.ONODA



相模原市



唐津市

# 都市部(中心市街地等)

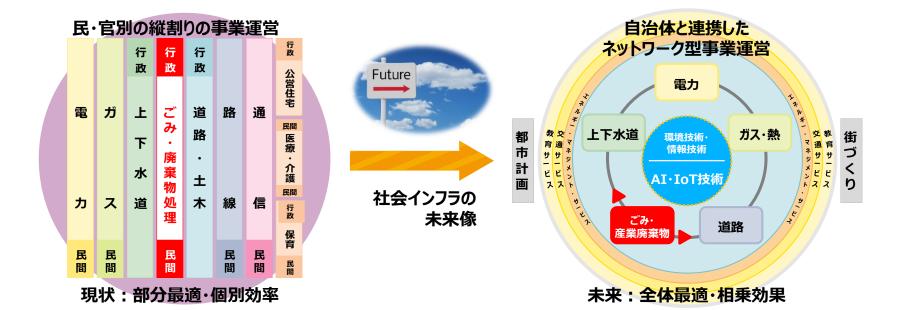
JR浜松駅を中心に、官公庁や商業施設などの様々な都市機能が集積



浜松市

- 「シュタットベルケ」とは、ドイツ各地で地域エネルギーと生活インフラの整備・運営を担う小規模の地域密着型事業体のこと。現在ドイツ全体で約900社存在し、ドイツの電力小売市場で約20%のシェアを維持している。
- シュタットベルケは、地域の公益最大化を目的としている。

出所: http://www.stadtwerke.jp/about/



出所:日本シュタットベルケネットワーク資料を基に一部加筆。

官と民の適切な役割分担は?

北海道・石狩市、再工ネ電力100%の企業団地整備へ。独自の送電線、蓄電池も設置。ESG重視企業の誘致目指す。2020年度にも電力供給へ(各紙)

2018-09-05 14:50:30



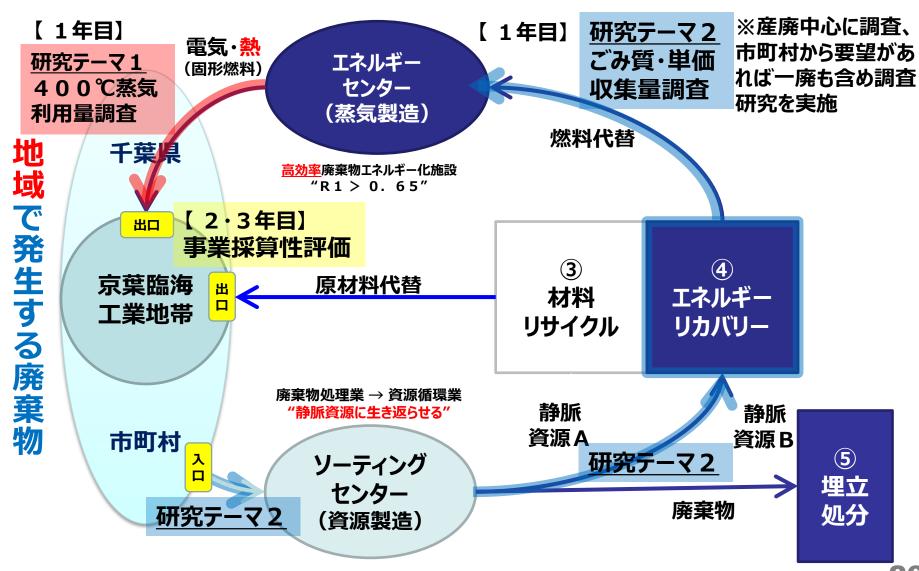
各紙の報道によると、北海道石狩市は再生可能エネルギー由来の電力を100%使用する企業団地を2020年度の開業を目指して整備する。団地で使用する電力は、市内の風力発電や太陽光発電、木質バイオマス発電から買い取り、団地内には独自の送電線や蓄電池の設置も検討するという。RE100署名企業をはじめ、企業活動で使用するエネルギーを全て再エネで賄う企業が増えており、データセンターやIT(情報技術)関連のESG先進企業の誘致を目指す。

ドイツ第二の都市で人口約180万人。港湾都市かつ工業都市。



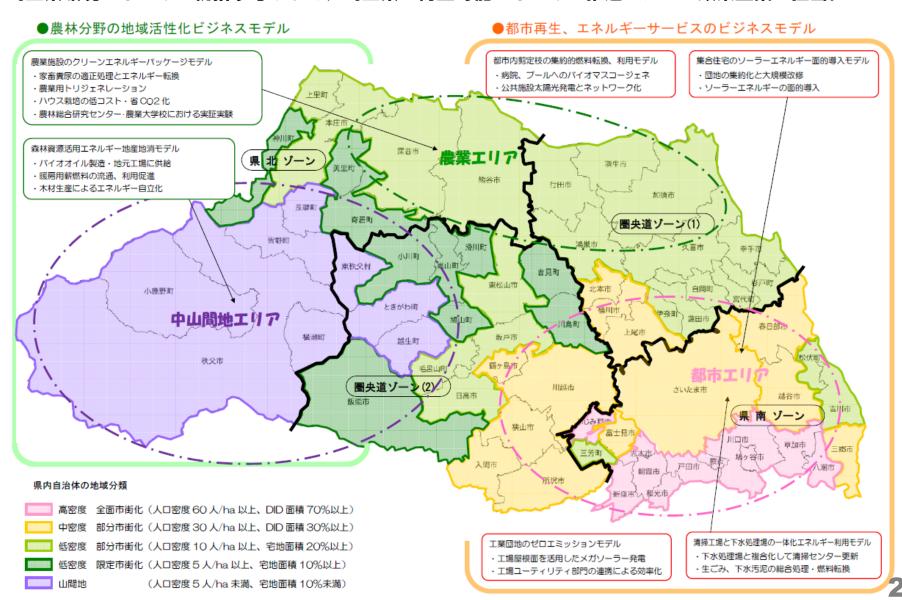
資料提供:瀬戸俊之

# 一般財団法人環境対策推進財団 温暖化防止に向けた廃棄物エネルギーの産業利用の可能性調査 — 蒸気供給・熱利用による高効率エネルギー利用 —



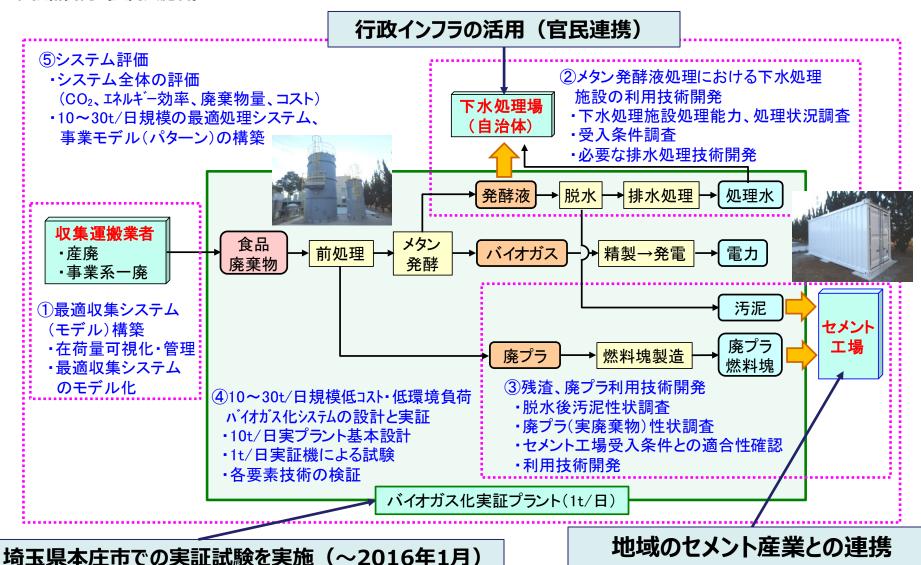
# 社会システムへの実装に向けた取り組み

埼玉県環境エネルギー統括参与として、埼玉県の再生可能エネルギー推進のための政策立案を担当。

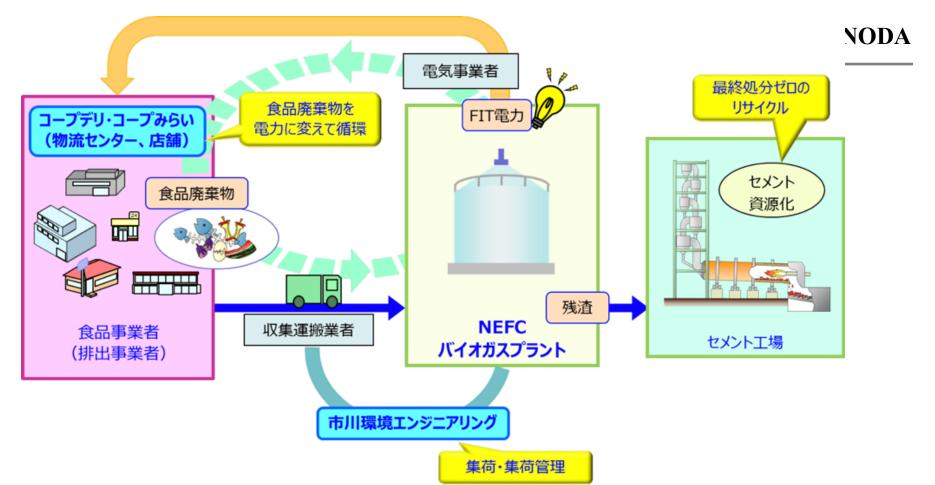


# 食品系バイオマスの官民連携型メタン発酵事業の構築 H.ONODA

平成25~27年度環境省CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業「食品系廃棄物の中規模バイオガス化システムの実用化技術開発(共同実施者)



28





出所:三菱マテリアルWEBサイトより:

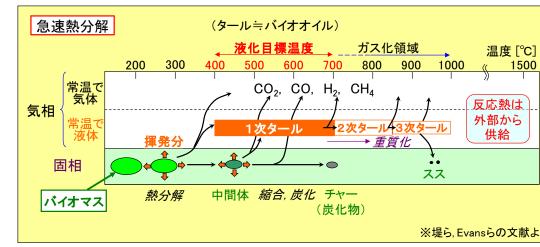
https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2019/19-1029.html

# 木質バイオマスの急速熱分解によるバイオオイル製造技術の開発

平成20·21年度環境省地球温暖化対策技術開発事業「中山間地域におけるバイオオイルの利活用ネットワーク構築のための技術開発」(技術開発代表者)

### バイオオイルとは?

- ●急速熱分解により得られる液状生成物
- ●性状:黒褐色の粘性液体、発熱量15~30MJ/kg
- ●海外ではパームやし空果房を原料として試験生産例有(マレーシア)。国内では基礎検討段階



ガス化	~70%	高効率だが、生成物(ガス)の輸送は困難	
液化(バイオエタノール)	< 30%	ガソリン代替燃料として有用だが低効率	
液化(バイオオイル)	50%~	高効率、生成物輸送容易 → 中小規模分散型製造に最適	



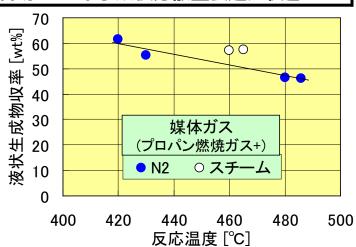
木質チップ



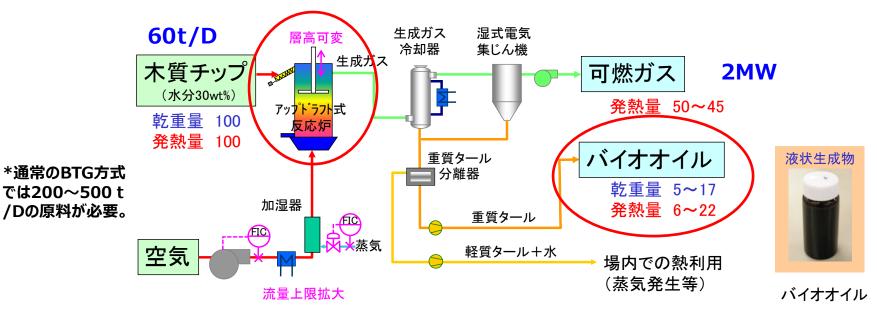
気流反応層 (パイロットスケール)



バイオオイル



# 木質バイオマスの可燃ガスとバイオオイルの併産プロセスの開発~



<sup>\*</sup>投入ガス量は基準条件を維持。

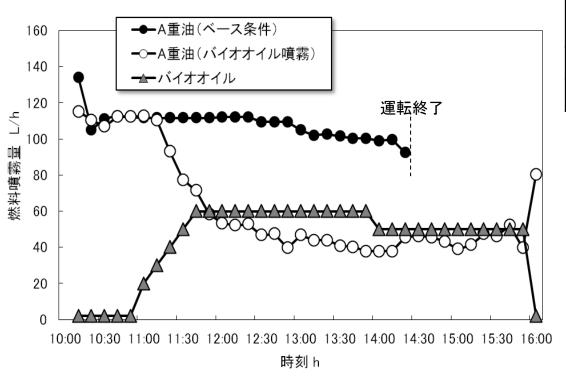
※ 乾重量・発熱量の数値は、投入と回収の比率を示す

### 層高による原料量およびバイオオイル・可燃ガス製造量(設計値)

	バイオマス	処理量		発熱量バランス		収率			
層高			バイオオイル 製造量	バイオマス	三は出って	n*/++/II	乾重量ベース	発熱	量ベース
			<b>桜</b>	N 11 XX	可燃がス┃バイオ	N 1331N	バイオオイル	可燃がス	バイオオイル
[%]	[湿t/d]	[乾t/d]	[乾t/d]	[GJ/d]	[GJ/d]	[GJ/d]	[%]	[%]	[%]
100	60	42	2.1	900	450	60	5	50	6
75	60	42	4.5	900	430	130	11	48	14
50	60	42	7.1	900	405	200	17	45	22

秩父市におけるし尿処理施設においてバイオオイルとA重油の混焼試験を実施し、その燃焼性とCO2削減効果を確認した。

- ・A重油に対するバイオオイルの混焼率30vol%以上を目標にしたところ、50vol%以上の混焼が可能であることを確認した。
- ・排ガス等への影響もないことを確認し、バイオオイルが代替燃料として有効であることを確認した。
- ・同施設における運転実態を反映し、CO2削減率を算定したところ約33.6%となった。



バイオオイル噴霧試験結果(焼却炉単独運転)

### 実証試験に用いた燃料の主な性状

燃料	低位発熱量 MJ/kg	рН
A重油	42.70	-
バイオオイル	29.72	3

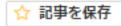


バイオオイル噴霧試験装置の外観

# 東日本大震災、COP21(パリ協定)、電力小売自由化

# 石炭火力発電所の新設に環境省「待った」 温室 効果ガス対策不足で

2015年11月18日掲載









環境省は、11月13日、秋田県秋田市および千葉県市原市に新設する石炭火力発 電所について、日本が定めた温室効果ガス削減目標と矛盾することを理由に、新設 を認めない趣旨の環境大臣意見を経済産業大臣に提出した。

対象になった秋田港発電所(仮称)建設計画(丸紅および関電エネルギーソリューション)は総出力約130万kWの石炭火力発電所を新設する事業。また、市原火力発電所建設計画は東燃ゼネラル石油千葉工場において、出力約100万kWの石炭火力発電所を新設する事業だ。

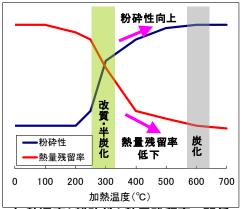
出所:環境ビジネスオンライン

# 木質バイオマスのトレファクションによる石炭との混焼率増加プロセスの開発

平成25·26年度環境省CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業「石炭火力における混焼率30%を実現する木質バイオマスの改質プロセスの実用化開発」(共同実施者)



### 木材バイオマスの組織形状 (出典:近畿大学井田民男)



加熱温度と粉砕性と熱量残留率の関係(固形燃料)

比較項目	木質チップ	改質炭の性質 (約300℃加熱)
繊維分 (セルロース)	大 木材の主成分は 繊維分	小 加熱することで繊維分が 分解
石炭ミル粉砕性	低	良
石炭火力 混焼率	5%程度	30~50%を目指す

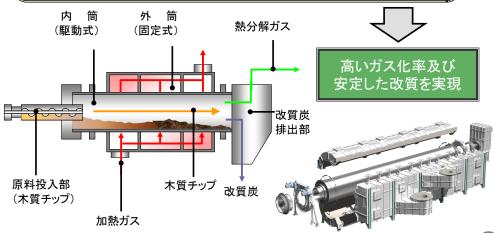
### ●改質試験における使用設備



(熱量残留率:約50~80%)

### ●間接加熱式ロータリキルンの特長

- ・キルン内部の構造がシンプルである「間接加熱式ロータリーキルン」を採用
- ・内筒を駆動・回転させ、木質チップを掻上げ・撹拌し、均一に加熱
- ・内筒の材質に耐熱性に優れる耐熱合金を使用し、高温で加熱



# ミャンマーのエネルギー事情の調査結果

### **H.ONODA**



(a) ミャンマーの各州の位置

ミャンマー全体での状況 (国会議員より)

- 電力は国が管理しているが赤字。
- 中国に頼る現状をなんとかしたい。

### カレン州の状況 (カレン州電気大臣, 自治大臣より)







- 電気は欲しいが石炭火力は反対運動のためNG。
- ソーラーおよびごみからの発電を検討。

モン州の状況(モン州知事, エネルギー・電気大臣, 自治大臣より)





- 他都市の送電も兼ねて行っているため電力不足。
- 産物である天然ゴム(木質?)からの発電を検討。
- ソーラーおよびごみからの発電を検討。

### エーヤワディー管区の状況

- 大量に余っている大量に余っているお設からの発電を検討。
- 沿岸部観光地用の太陽光発電がほしい。

### マグウェ管区の状況

土地柄太陽光発電に向いており検討。







- There are 3 male managers and 1 female manager of the village
- We interviewed the female manager about the general living condition in the village and had permission to take pictures in her shop and her house
- Prof. Ei ei Htwe arranged the survey venue and invited the respondents with the help of the female manager prior to our arrival

# ミャンマーの無電化地域におけるエネルギー需要の調査

# 超軽量小型モビリティULVの開発

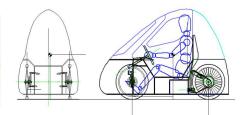


競技用車両

- ●ULVは、軽量化・省エネ性を追究しつつ、公道走行可能なモビリティとして開発。
- ●現在は、EVをベースとしつつ、地産地活の実現に向けた検討を中心に実施。















ベースモデル

FCV (2004) 初の公道走行達成 (新宿区)

走行性能改良 (本庄早稲田)

FCV (2005~2006) EV (2007~2008) 初の地産地活 (墨田区)

●地産地活

●軽量化・省エネ性 ●公道走行の実現

●現行モデル(EV)













EVモデル(墨田)



燃料電池モデル(本庄早稲田)



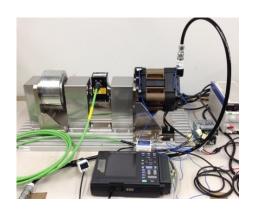
# 圧縮空気エンジン駆動型ULV



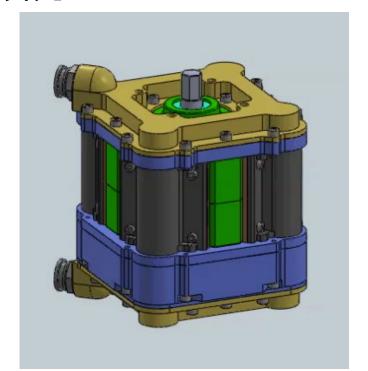
圧縮空気エンジン駆動型ULV および小型モビリティ用シャシーダイナモ

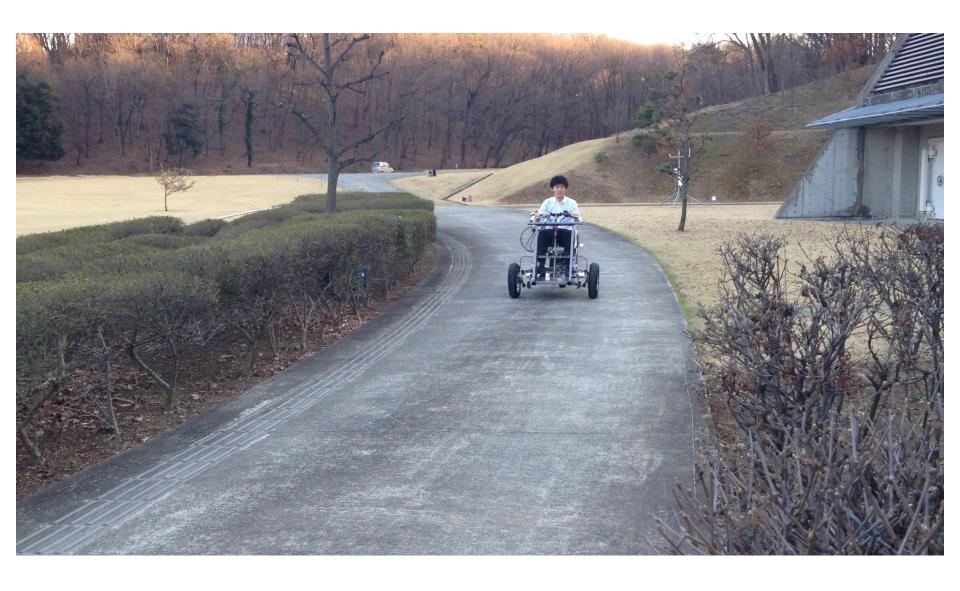


圧縮空気エンジン



圧縮空気エンジン性能評価 試験装置





# 自動運転用ULVの開発





部分自動運転ULVの開発および 実証(北九州市)



# マルチベネフィット型モビリティ

## **H.ONODA**





トヨタ自動車(2019年6月)

地域活性化 新産業の誘発的アプローチ 移動能力の社会資本化による コスト低減





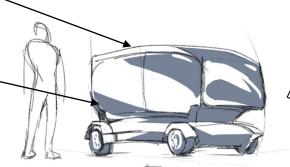


再エネ利活用



観光応用 地域産業創出

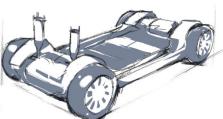




ごみ収集ユニット



地域の系における 限界費用減少へ

















目的

- ・ごみ収集の負荷の高いイベント内実証
- ・走行実証事例の蓄積

日時	2019年11/2(土)9:00~14:00 11/3(日) 14:00~17:00
実施場所	早稲田大学10号館屋上 最大6.2×25.9 m 91.1m2
参加者	一般来場者, 学生
提案/実施内容	ステレオカメラによる人間の検知と追走, マニュアル操作 (旋回のみ)
アンケート類	実施なし



通行許可部の上空写真

# 収集量

エコ容器類	燃えるごみ	PET
0.10	0.55	0.05

事故や,制御に反する突発的な動作は一度も見られなかった.

# 【特徴】

- ○現場・現物・現実→モノに触れる。
- ○社会実装→社会との接点
- O工学的な視点+学問統合型アプローチ
  - →環境・エネルギーにおける幅広い分野をカバー

小野田研究室 121号館509室

http://www.f.waseda.jp/onoda/

onoda@waseda.jp