

令和5年度海外視察調査報告会



「コペンハーゲンにおけるごみ焼却場の熱電供給」と 「バイエルンにおける熱利用拡大に係る技術開発」

令和6年7月30日

一般社団法人 **日本熱供給事業協会**
海外視察調査研究会
A班班長 黒田 祥之

目次

1. 視察先（A班）について
2. CopenHill～コペンハーゲンに山を
3. ZAE 研究内容紹介

視察行程

出国

コペンハーゲン

11/15(水)

- ①DBDH (デンマーク地域熱供給協会) 訪問
- ②Tårnby Forsyning訪問
- ③CopenHill (廃棄物発電所) 訪問

ベルリン

11/16(木)

- ④Vattenfall Heat Berlin訪問

ドレスデン

11/17(金)

- ⑤Sachsen Energie/DREWAG訪問

ミュンヘン

11/20(月)

- ⑥ZAE Bayern訪問

ウィーン

11/21(火)

- ⑦Freudenau Hydro Power Plant訪問
- ⑧Spittelau Waste Incineration Plant 訪問

帰国

訪問先	CopenHill (廃棄物発電所)	ZAE Bayern (研究機関)
訪問日時	2023年11月15日(水)14:15~16:35	2023年11月20日(月)9:20~11:40
場所	CopenHill 会議室	ZAE Bayern 会議室
説明者	ARC Flemming G. Nielsen (フレミング・G・ニールセン)	Dr.Andreas Hauer(Chairman of the Board取締役会長)

CopenHill概要

- 設立 : 2019年完成のごみ焼却施設。
- 規模 : コペンハーゲン及び周辺自治体による非営利運営で対象住民は64万人、年間54万トンのごみ処理。ごみ処理排熱利用の温熱、電力を15万世帯向けに供給。
- 特徴 : 屋上はスキー場やボルダリング・トレイルランニングコースを有し、迷惑施設を市民の憩いの場にした稀有な施設。

ZAE Bayern概要

- 設立 : 1991年
- 事業 : 再生可能エネルギーと効率化によるCO2排出量削減に重点を置いた研究活動
- 研究者 : 40-50名

CopenHill~コペンハーゲンに山を~

- CopenHillはごみ焼却施設ながら、迷惑施設からの脱却を図り、屋上には人口スキー場、ボルダリング、トレイルランニングコースを有し、レクリエーションセンターとしても稼働している。
- 海拔が低く、山のない、コペンハーゲンに山を、というコンセプトで世界的に活躍するデンマーク人建築家ビャルケ・インゲルス率いる、B.I.G建築事務所が担当した。
- 対象の住民は約64万人で年間54万トン程度のごみを処理している。また、ごみ処理のみではなく、約15万世帯にむけて温熱供給、電力供給を実施している。



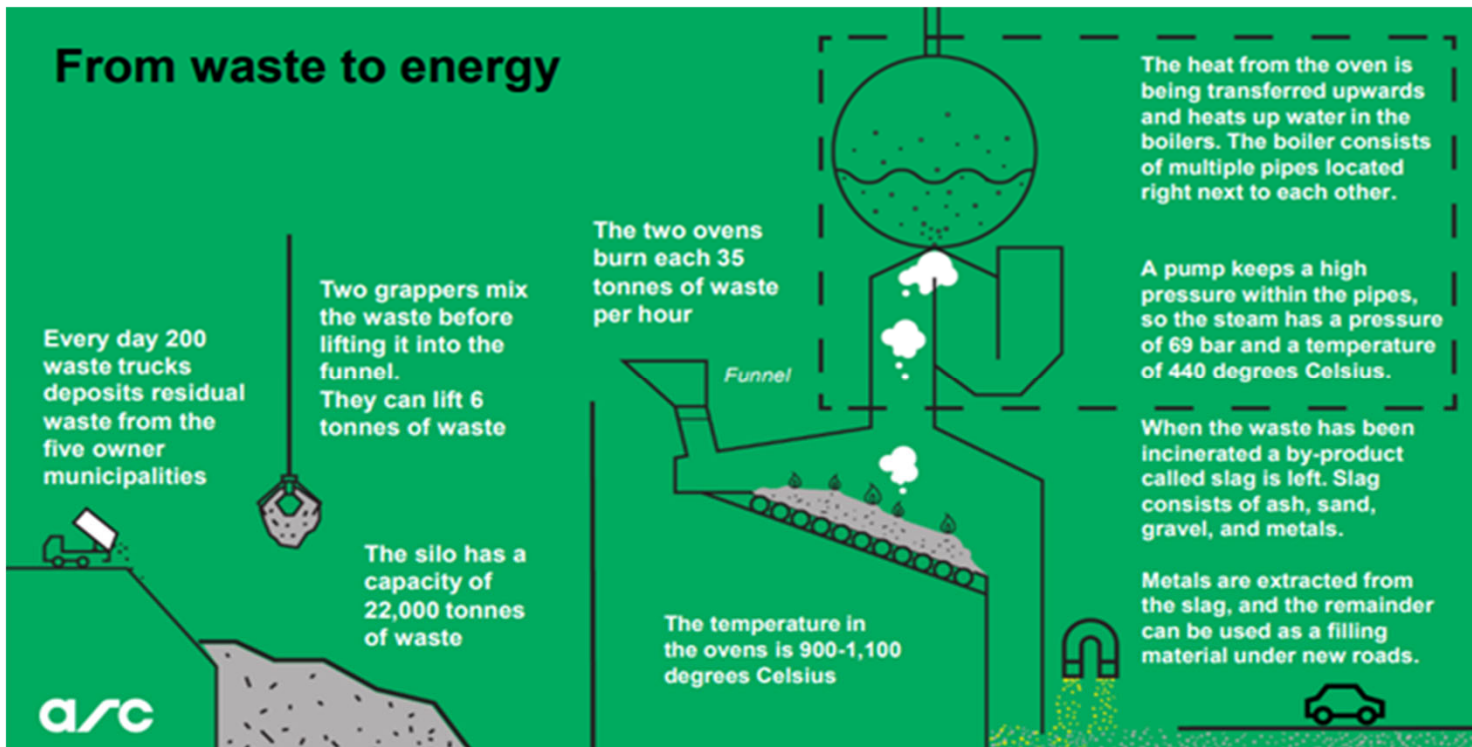
外観 (写真) (引用ARC HP : <https://a-r-c.dk/amager-bakke/>)



全容図 (引用HillsLife : <https://hillslife.jp/learning/2020/10/05/copen-hill-turns-a-power-plant-into-the-bedrock-for-social-life/>)

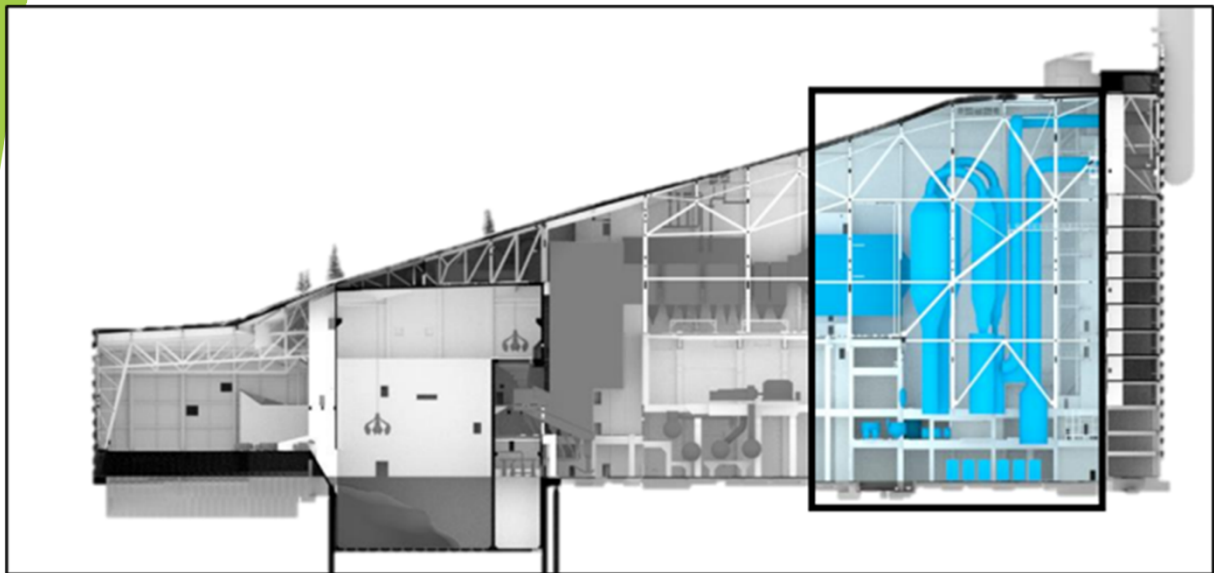
CopenHill~コペンハーゲンに山を~

- ごみ処理からエネルギーへの転換プロセスは200台/日のEVごみ回収トラックによるごみ運搬、35トン/毎時で焼却を行う能力がある。
- ごみ処理時の蒸気を活用し、70%を温水と温熱利用、30%を発電に利用して15万世帯に供給する。
- 国民の6割、特に都市部では98%程度の住民が地域熱供給の恩恵を受けるデンマークではごみ処理場の排熱・蒸気の有効活用は必須であり、効率的に配管接続されていることがよくわかる。



CopenHill~コペンハーゲンに山を~

- 環境先進国であるデンマークであるが故に環境対応も厳しく、排ガスの浄化に割かれるプラント割合も大きくなっている。
- EU基準におけるNOx やダイオキシン、埃粒子等の有害物質の基準値は欧州基準の1/10以下とかなり低くなっており、煙突から出る排ガスは周辺の空気よりも綺麗な水準であるとされる。
- 清掃工場から排出される二酸化炭素の削減にも積極的に取り組んでおり、化学物質を利用した二酸化炭素の回収についての実証実験施設を工場内に設置している。



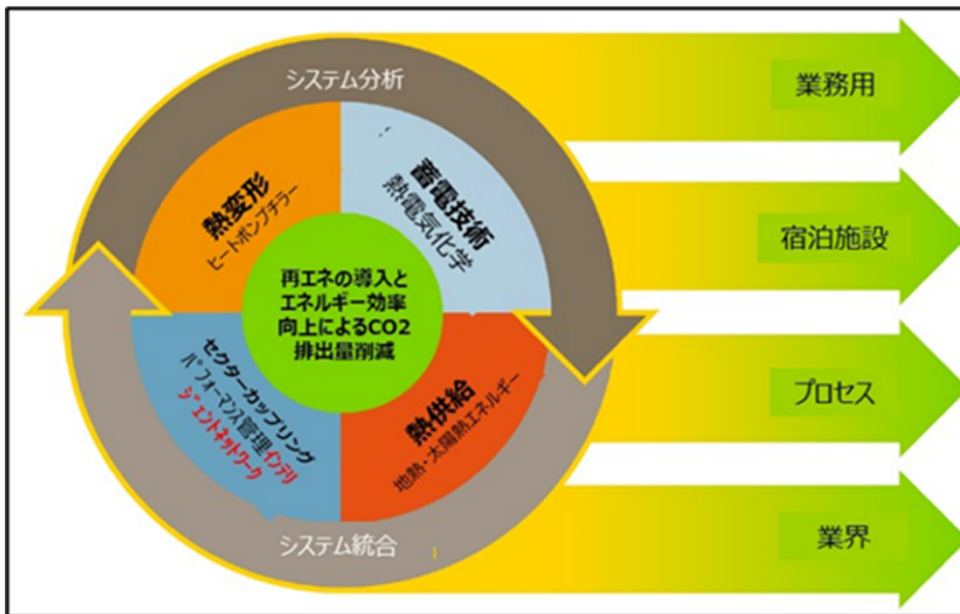
Parameter	Unit	EU Directive	Environmental approval	BREF-dokument	Our numbers
Dust particles	mg/m ³	10	5	2-5	0.82
Hydrochloric acid (HCl)	mg/m ³	10	5	2-6	0.58
Sulfur dioxide (SO ₂)	mg/m ³	50	30	5-20	1.16
NOx	mg/m ³	400	100	50-120	14.65
Mercury (Hg)	mg/m ³	0.05	0.025	0.005-0.020	0.0004
Sum of 9 metals	mg/m ³	0.5	0.25	0.01-0.03	0.009
Dioxins	ng/m ³	0.1	0.08	0.01-0.06	0.0015

引用ARCプレゼンテーション/排ガスのEU基準等との比較表

(引用ARC プレゼンテーション/青色：プラントにおける排ガス処理関連プラントが占める範囲)

ZAE Bayern 研究内容紹介

- ZAE Bayernは物理学、機械工学、化学、その他の分野を専門とする科学者やエンジニアが、応用志向の研究を行う一方で、材料研究などの基礎的な問題にも取り組み、様々な用途に対応している。
- ミュンヘン近郊の学術都市であるガルヒンクに約3,500m²の研究所スペースをもち、熱の輸送と貯蔵について研究し、各分野で実用に向けた研究を実施している。
- 世界銀行、IEA、日本ではヒートポンプ・蓄熱センターと協力関係あり。

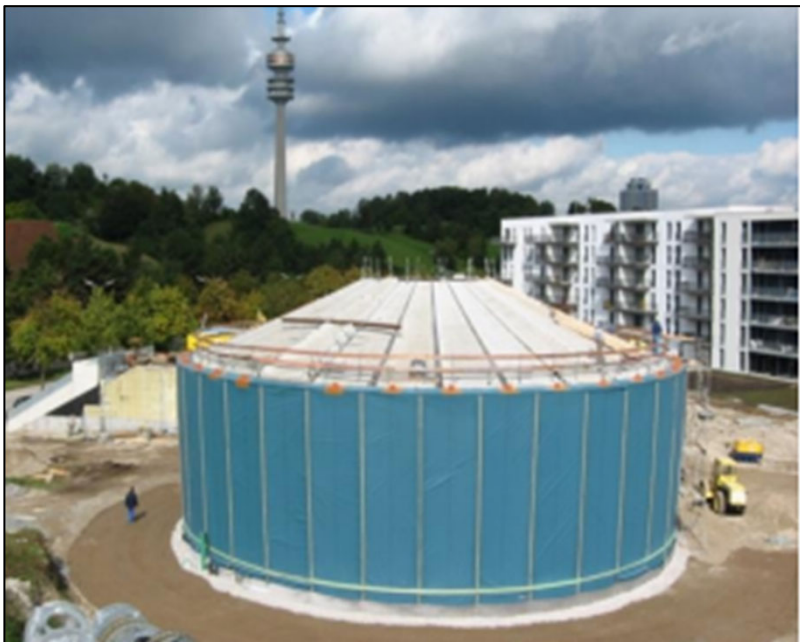


(引用ZAE Bayern プレゼンテーション)

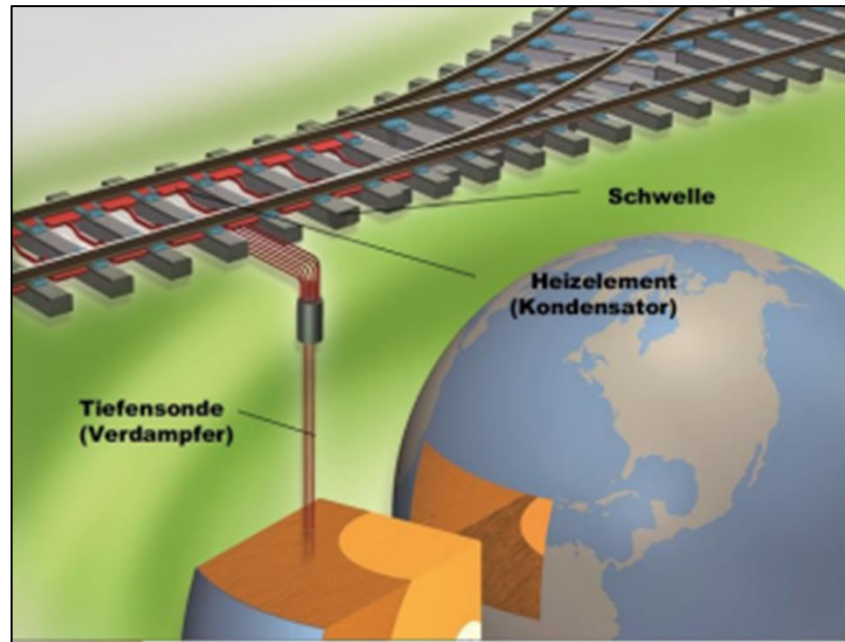


(ZAE Bayern 外観)

- 長期蓄熱槽：ミュンヘン北部で数キロ地下から100℃の熱を発見したことで、集合住宅（320世帯）で太陽熱を活用して蓄熱（80度の温水に蓄熱し、季節を超え、夏ためて冬利用）する街区を構築した事例。80度で蓄熱し、送り温度は56度、還り温度は30度の設定で主に冬季の暖房に活用される。
- 地中熱の利活用：地表に近いエリアで蓄熱を行い、CO2ヒートパイプを通じて、CO2を蒸気化して、冷たいレール（ポイント）に熱を運搬、利用。線路のポイント凍結防止などに役立っている。既にドイツ国内3箇所では実際の線路において、活用中。日本では同様の気象条件にさらされる北海道とも連携しているとのこと。



(引用ZAE Bayern プレゼンテーション)



(引用ZAE Bayern プレゼンテーション)

- 蓄熱運搬車：ゼオライトを蓄熱素材として利用し、ごみ処理施設の排熱を蓄熱、8km離れた工業地帯へ運搬し、乾燥過程に活用している。本件は一部日本の高砂熱学工業とも一部小型化等に向けた協業研究を行っている。同様の技術を活用してゼオライトを原料にして冷蔵庫や食洗器（乾燥時への熱利用）へも応用しており、コストも一般製品より少し高いレベルで実現可能とのこと。



(引用ZAE Bayern プレゼンテーション/ゼオライト蓄熱運搬車)



(引用ZAE Bayern プレゼンテーション/ゼオライト活用食洗器)

ご清聴ありがとうございました。

**一般社団法人 日本熱供給事業協会
海外視察調査研究会**

**A班 吉岡 正能
伊東 信之
山下 秀一
芳賀 智
黒田 祥之**