

公益財団法人 廃棄物・3R研究財団 年次報告会

共同研究事業

次世代静脈インフラの構築に向けた包括的研究

～DXによる廃棄物処理施設の効率化・共同化に向けて～

令和3年10月15日

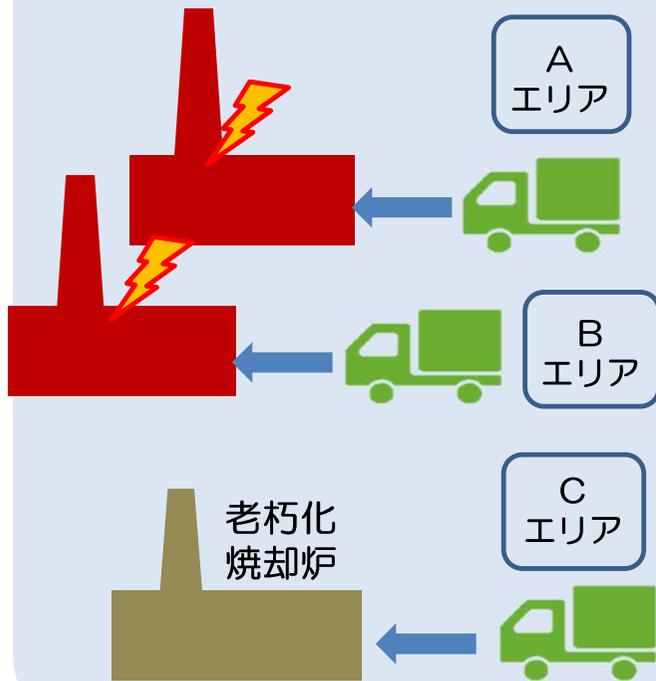


企画部 主任研究員 山口 純二

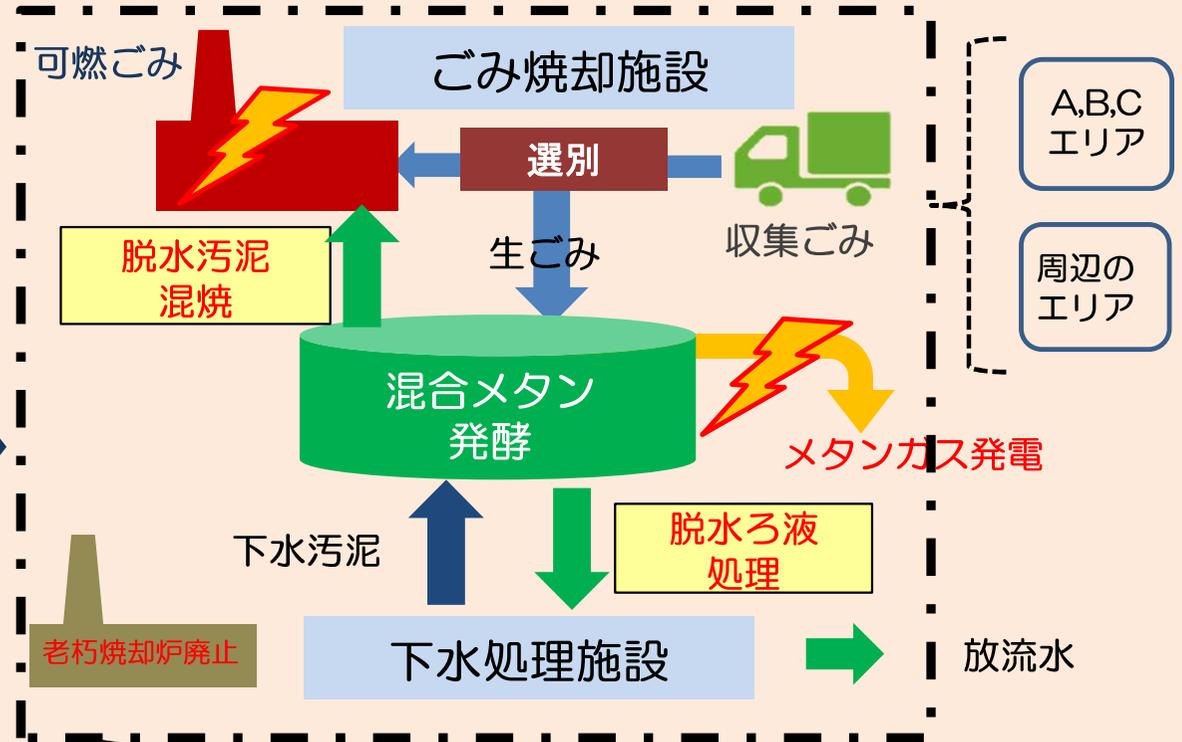
共同研究事業の背景

ごみ処理施設の課題

- (1) ごみ処理広域化
- (2) ごみ焼却施設集約化
- (3) 生ごみエネルギー回収
- (4) 高効率発電 と熱回収



MBTシステム(下水処理施設と連携した)



「脱水汚泥混焼」と「脱水ろ液処理」には「ごみ焼却施設と下水処理施設の連携」が1つの答えであると考えられた。

① 廃棄物処理施設と下水処理施設の連携可能性調査

- 1. GISを活用した施設連携可能性の可視化
- 2. GISによるマッピングに対しての考察

② 廃棄物処理施設の自動化、省力化について

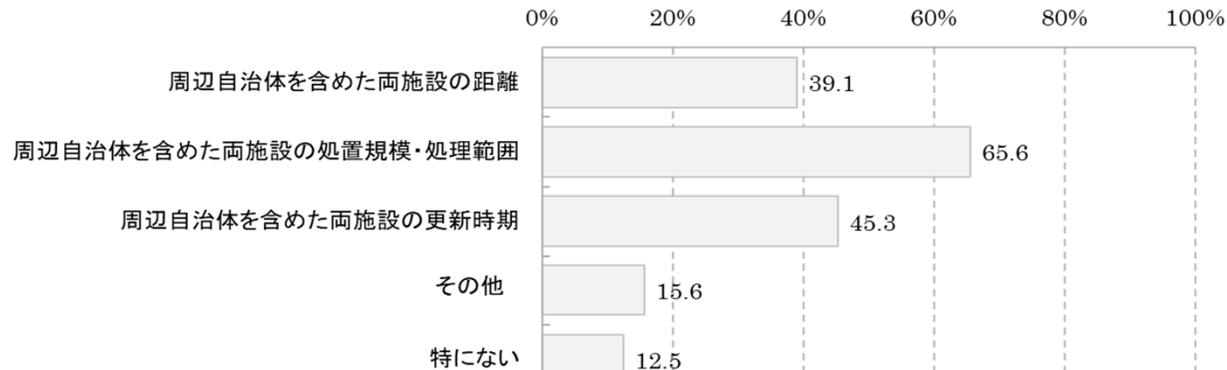
- 1. 自治体を対象とした一般廃棄物処理における自動化等技術の導入に関するアンケート調査と考察
- 2. 自治体ヒアリングへの調査
- 3. 一般廃棄物収集業者へのヒアリング調査
- 4. コンサルタントへのヒアリング調査
- 5. 自動化等のさらなる普及促進を図るために必要な方策の抽出

GISを活用した施設連携可能性の可視化

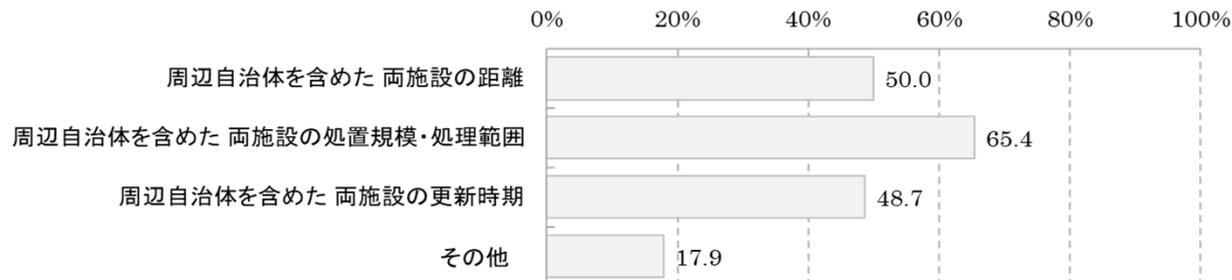
GISとは、Geographic Information System の略称で日本語では地理情報システムと訳されます。地理情報を、コンピューターの地図上に可視化して、情報の関係性、パターン、傾向をわかりやすいかたちで導き出すのがGISの大きな役割です。

【焼却】地図情報を利用して周辺のごみ焼却施設や下水処理施設の情報を表示することが出来ます。それによって計画策定の支援ができると考えています。GISを利用したツールがある場合、ごみ焼却施設と下水処理施設の連携に向けて、どのような情報が確認できると有効と考えられますか？(いくつでも)

(n=64)

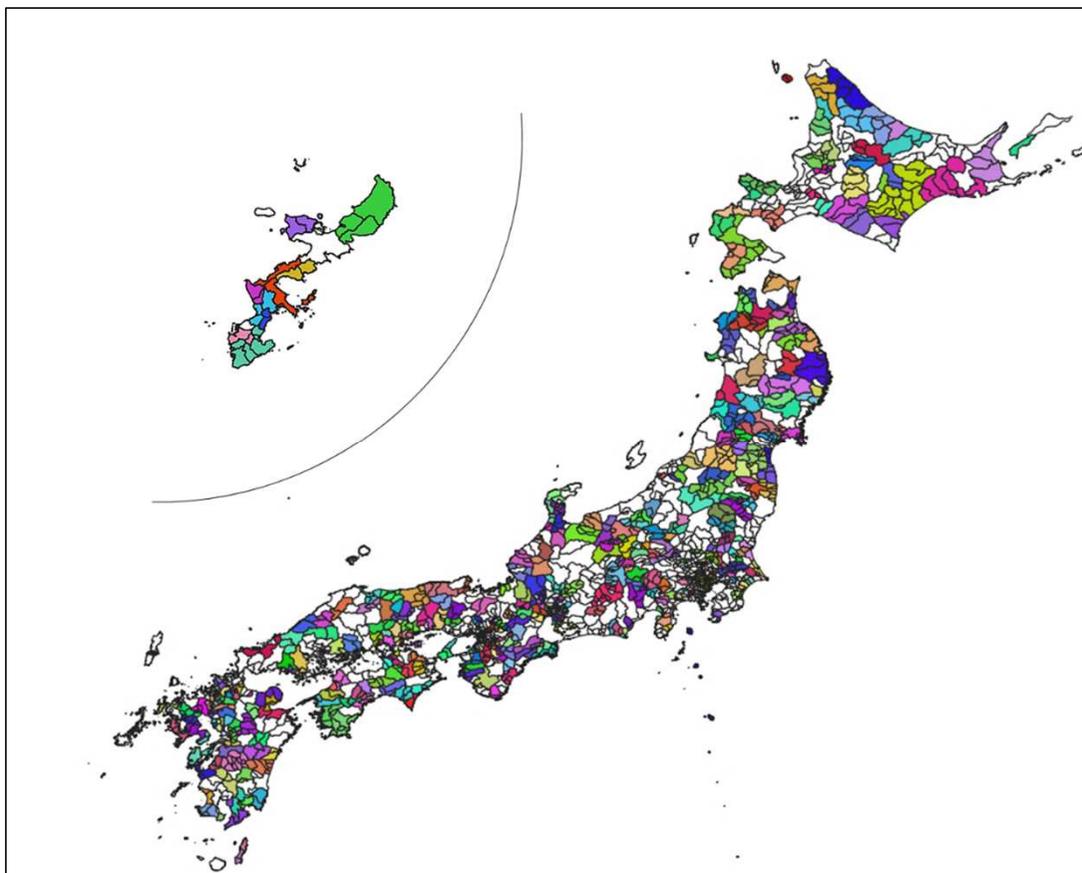


【下水】
(n=78)

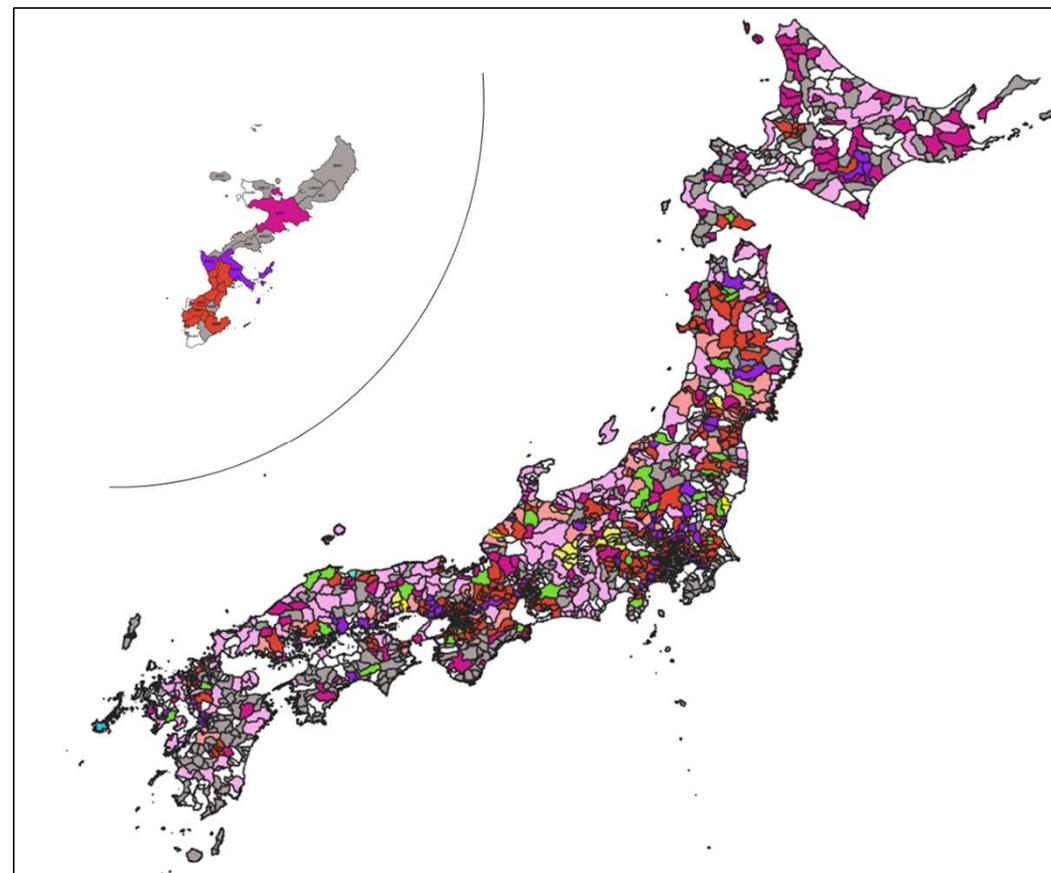


令和元年度に実施したアンケート結果において、両施設課の距離や処理規模・処理範囲等の物理的な情報を可視化することにニーズがあることが確認できた。

全国のごみ焼却施設と下水処理施設の管轄の可視化



全国のごみ焼却施設の管轄を可視化した結果



全国の下水処理施設の管轄を可視化した結果

* 参照したデータが最新版ではないため、一部の自治体で管轄が本図と異なる場合があります

各都道府県のごみ焼却施設と下水処理施設の管轄の可視化

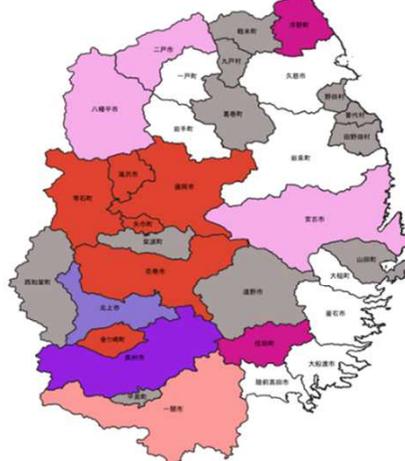
岩手県

ごみ焼却



- 一関地区広域行政組合
- 奥州金ヶ崎行政事務組合
- 岩手・玉山環境組合
- 岩手沿岸南部広域環境組合
- 岩手中部広域行政組合
- 久慈広域連合
- 宮古地区広域行政組合
- 盛岡・紫波地区環境施設組合
- 大船渡地区環境衛生組合
- 二戸地区広域行政事務組合
- 直営

下水



- 公共
- 公共・特環
- 特環
- 特公
- 流域・公共
- 流域・公共・特環
- 流域・特公
- 該当なし

茨城県

ごみ焼却



- さしま環境管理事務組合
- 茨城美野里環境組合
- 下妻地方広域事務組合
- 霞台厚生施設組合
- 鹿島地方事務組合
- 城北地方広域事務組合
- 常総地方広域市町村圏事務組合
- 新治地方広域事務組合
- 大洗、鉾田、水戸環境組合
- 筑西広域市町村圏事務組合
- 龍ヶ崎地方塵芥処理組合
- 直営

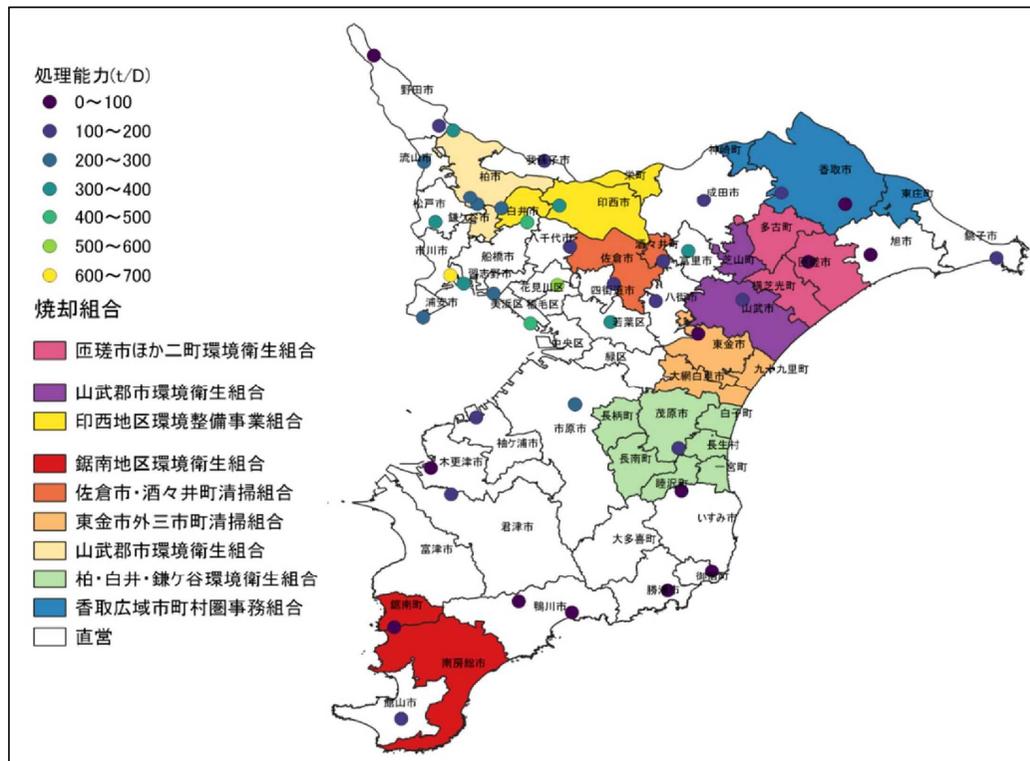
下水



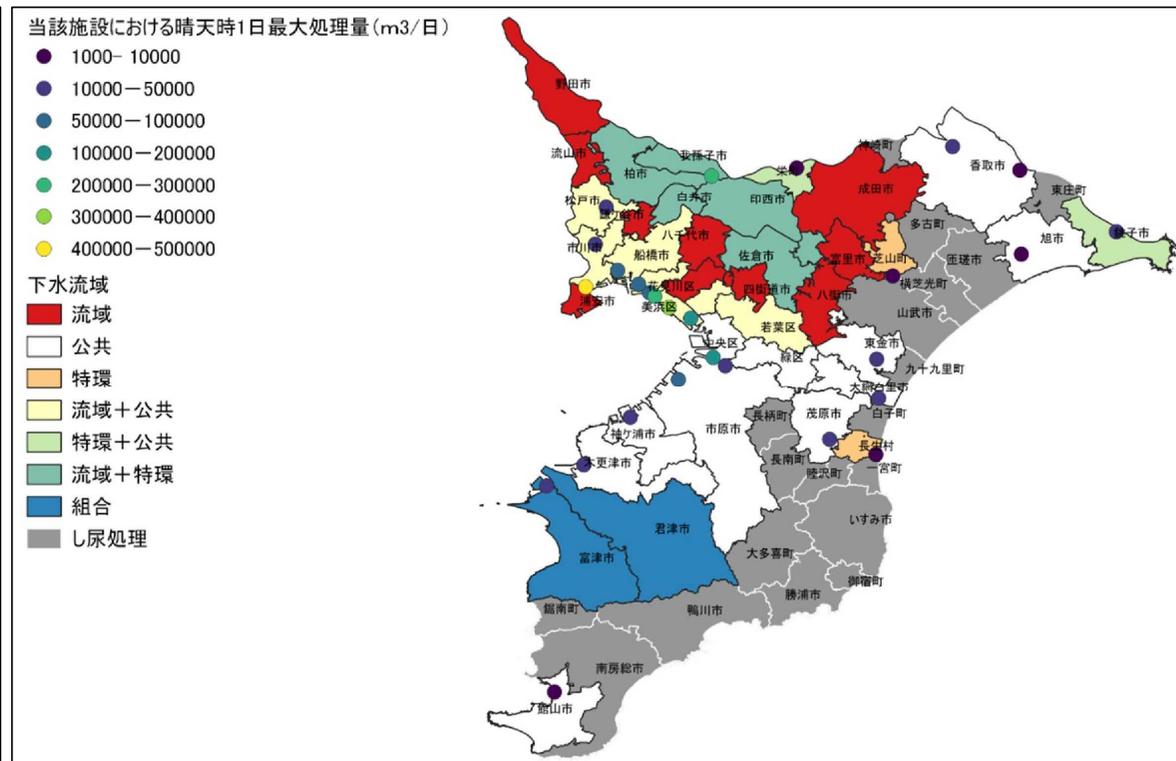
- 公共
- 公共・特環
- 公共・特公
- 特環
- 流域
- 流域・公共
- 流域・公共・特環
- 流域・公共・特公
- 流域・特環
- 組合
- 該当なし

* 参照したデータが最新版ではないため、一部の自治体で管轄が本図と異なる場合があります

各都道府県のごみ焼却施設と下水処理施設隣接場所の可視化



千葉県の焼却処理場の位置



千葉県の下水処理場の位置

* 参照したデータが最新版ではないため、一部の自治体で管轄が本図と異なる場合があります

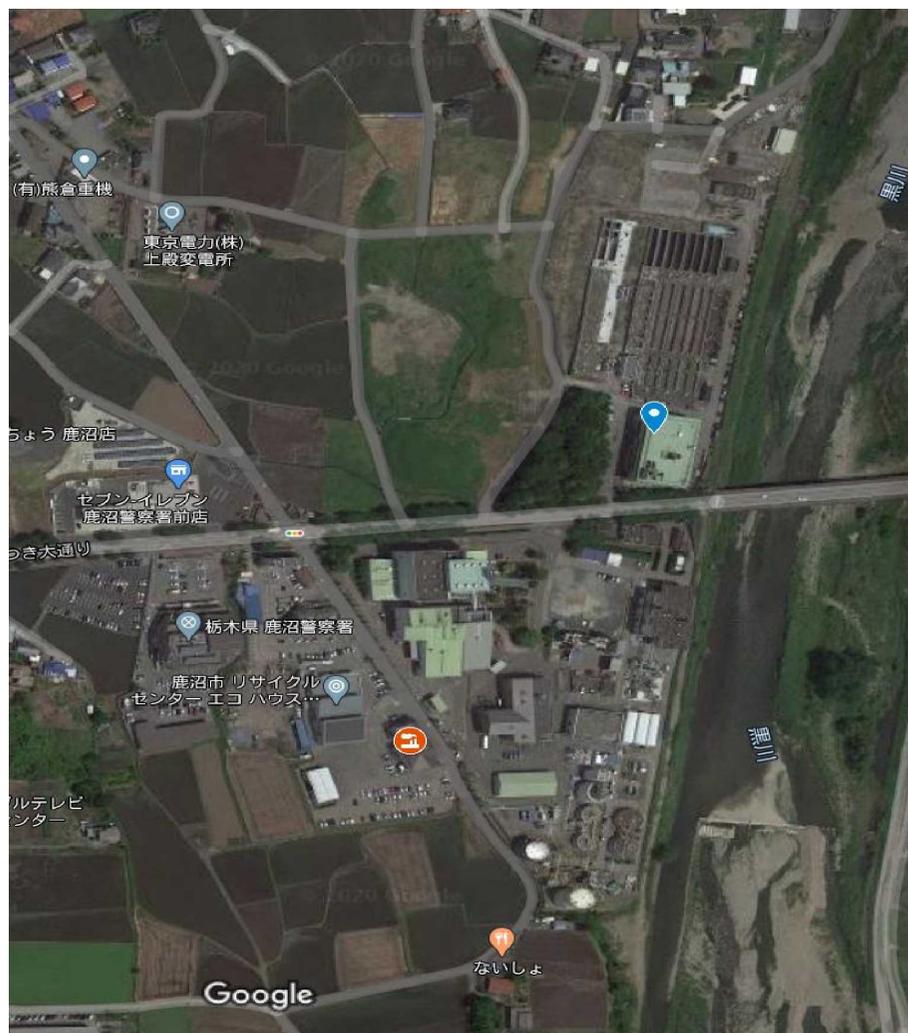
ごみ焼却施設と下水処理施設が隣接している場所のリスト化

関東地方のごみ焼却場と下水道処理施設が隣接している場所リスト

衛星写真番号	都道府県	場所の市区町村	焼却場名	組合	下水処理場名	流域公共	備考
7	茨城県	下妻市	ごみ処理施設「クリーンポート・きぬ」	組	きぬアクアステーション	流	
8	栃木県	鹿沼市	環境クリーンセンター(ごみ処理施設)		黒川終末処理場	公	
9	〃	宇都宮市	クリーンパーク茂原焼却ごみ処理施設		下水道資源化工場	公	中核市
10	〃	小山市	小山広域保健衛生組合北部清掃センター	組	小山水処理センター	公	
11	群馬県	前橋市	前橋市六供清掃工場		前橋水質浄化センター	公	中核市
12	埼玉県	本庄市	児玉郡市広域市町村圏組合立小山川クリーンセンター	組		流	
13	〃	桶川市	桶川市ごみ焼却施設		元荒川水循環センター	流	
14	千葉県	旭市	旭市クリーンセンター焼却施設		旭市浄化センター	公	
15	〃	習志野市	芝園清掃工場		津田沼浄化センター	公	
16	〃	袖ヶ浦市	袖ヶ浦市クリーンセンターごみ焼却施設		袖ヶ浦終末処理場	公	
17	東京都	江東区	東京二十三区清掃一部事務組合有明清掃工場	組	有明水再生センター	公	
18	〃	稲城市	クリーンセンター多摩川	組	南多摩水再生センター	流	
19	〃	日野市	日野市クリーンセンターごみ焼却施設		浅川水再生センター	流	
20	神奈川県	横浜市	資源循環局鶴見工場		北部第二水再生センター	公	政令市
21	〃	〃	資源循環局金沢工場		金沢水再生センター	公	

ごみ焼却施設と下水処理施設が隣接している場所の衛星写真

栃木県鹿沼市

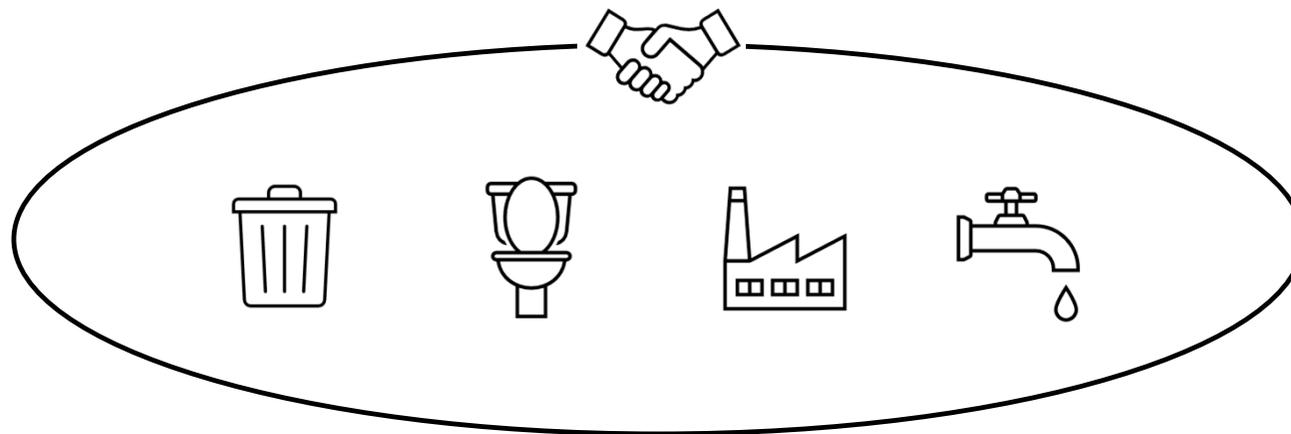


千葉県旭市



GISによるマッピングに対しての考察

- ①常に最新の情報データにすることが理想。そのため、ICTにより自動で最新のデータを取得し、GIS上で可視化できるような情報基盤を構築することを今後検討していく必要がある。
- ②全国にある様々な組合の構成が複雑であることも分かった。



GISを活用することにより、これからの静脈インフラをどのように構築していくかを検討しやすくなると考えられる。

自治体を対象とした一般廃棄物処理における自動化等技術の導入に関するアンケート調査

① A 市

・ ごみ処理施設におけるAI・IoT 技術開発が進んでいる動向は把握している。一方で、資源化施設におけるAI・IoT 技術はあまり進んでいない現状を感じる。これは、資源化施設の更新時期における公募の際に、先進的な技術に関する採点項目を設け、様々な企業からAI・IoT 技術について紹介していただいたが、印象が薄く感じた経験からきている。今後、先進的な技術に関しては、A市は積極的に取り込んでいきたいと考えている。

② B 市

・ (AI・IoT について)現状では、プラントメーカー任せ。次期計画には、積極的に取り組む意向あり。現在の課題は、中間処理施設における混雑(渋滞)。月曜日と金曜日に、持ち込みごみの搬入(自家用車)+ごみ収集車で渋滞が発生し、組合職員等が交通整理を行っている(渋滞は、周辺住民からの苦情にもつながってしまっている)。持ち込みごみを搬入する市民は、ごみ袋ひとつ分しか持ち込まないこともあり、ステーションに出してもらおう等の対応をとってほしい。

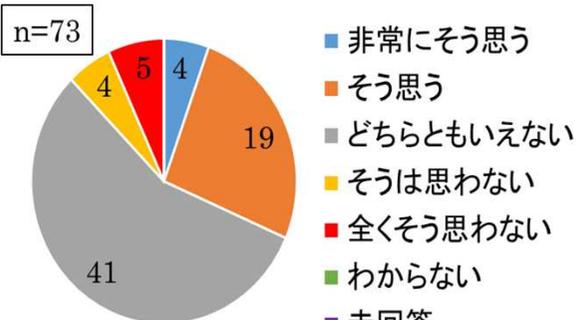
このヒアリング結果をふまえると、「資源化施設:ごみの資源化」と「プラットフォーム誘導・計量・集金」に対する省人化したい度合いの動向に対するアンケート調査結果に注目する必要があると考えた。

アンケートは100トン以上の焼却炉を持つ51の自治体に協力いただいた。

自治体アンケート1/3

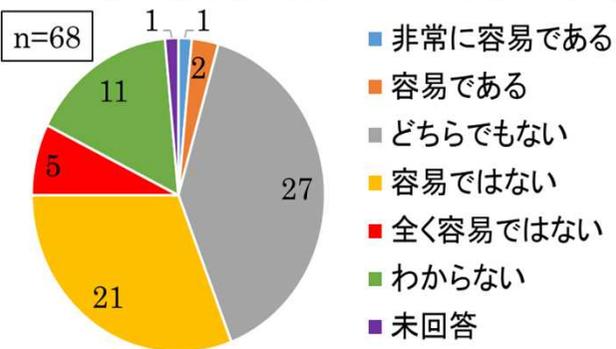
Q1

・貴自治体の「ごみ処理に関わる業務」において、人員を削減したいと思いますか？



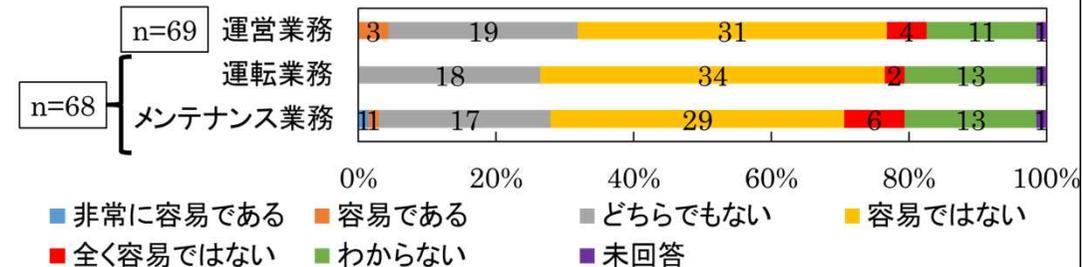
Q2

・ごみ収集・運搬業務に関わる人材の確保は、容易に行うことができますか？



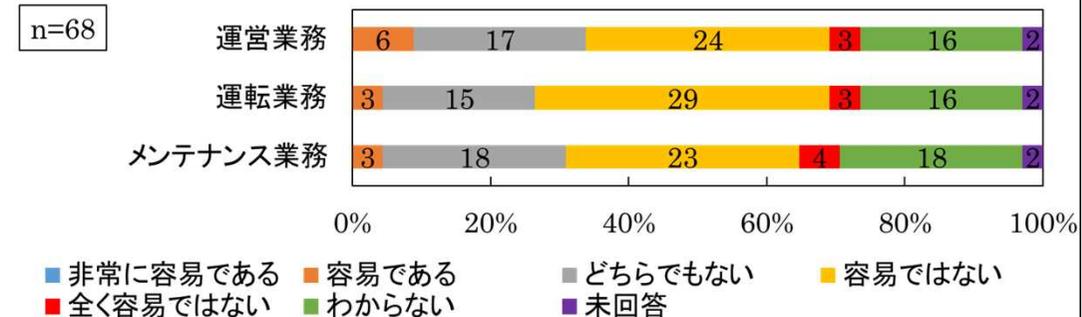
Q3

・ごみ焼却施設での業務に関わる人材の確保は、容易に行うことができますか？



Q4

・資源化施設での業務に関わる人材の確保は、容易に行うことができますか？

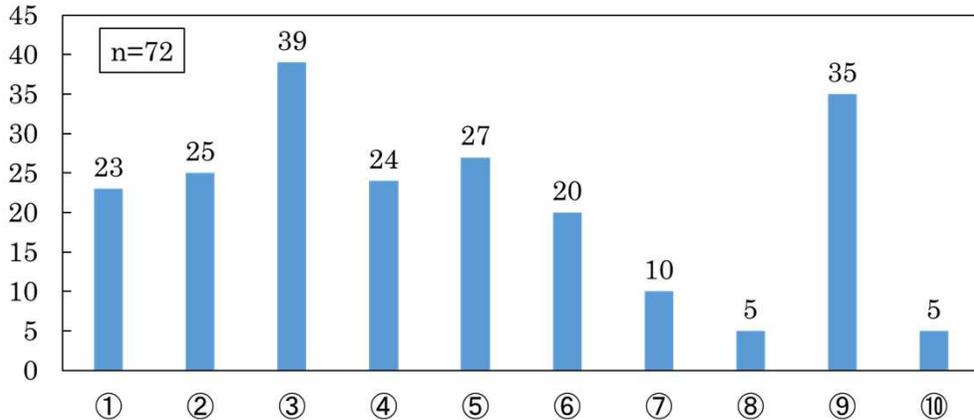


自治体アンケート2/3

その他の意見

Q5

・AI・IoT 技術の活用による省人化について、以下に示す不安を感じる項目の内、当てはまるものに○してください。(複数選択可)



①システムを信用できない。	⑥責任の所在が不明確になる。
②ごみ処理を止めてしまう可能性があるから。	⑦地元雇用に貢献できないから。
③安全安心運用には人がいた方が良い。	⑧現在の制度では省人化はできないと考えている。
④通信環境が信頼できない。(データが盗まれる、通信が途切れる等)	⑨現在の設備では省人化はできないと考えている。
⑤遠隔操作に不安がある。	⑩特になし

①緊急時の対応

- ・ AI・IoT関連施設が故障した際や、緊急時の対応等は人がいないと対応できないと考えている。
- ・ トラブルや事故発生時のデータの改ざんが容易になる。
- ・ 三陸はるか沖地震、東日本大震災の経験から、失われた機能の早期把握、安全保持、早期復旧にはそこに勤務する運転員や整備員の知恵や機転に頼らざるを得ない状況であったが、これを省人化後に同様にできるのか心配される。
- ・ ごみのカロリーは一定ではないため、規定外のカロリーのごみを受け入れた際にAIでは対応できない。

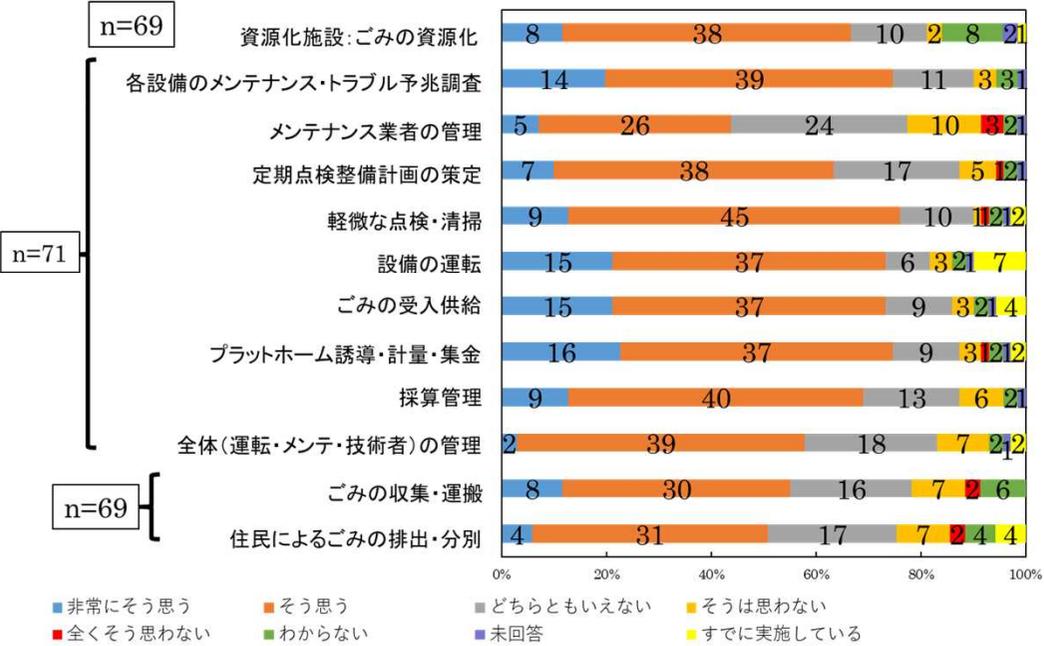
②維持管理費のコスト

- ・ 維持管理におけるコスト増加が懸念される。
- ・ 公共施設管理の経験上、省人化や省エネ化などにより減った費用を設備の整備費用に振り分けてもらえることはまずないことであり、少ない予算の中で各機器を正常な状態に保つことは難しい。こうした状況下において、AI・IoT技術が故障等により不足となる機能を補いながら安全に運転できるのか、また、正常に動く状態を保つために整備担当側への過度なプレッシャーにならないか不安がある。

自治体アンケート3/3

Q6

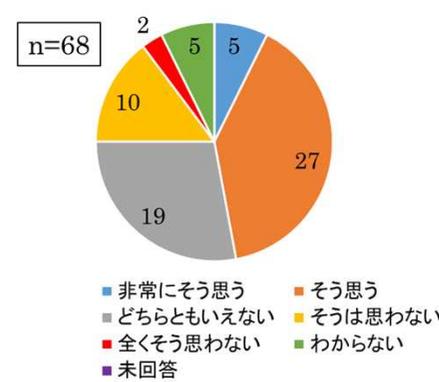
・貴自治体において、「住民によるごみの排出・分別→ごみ収集・運搬→ごみ焼却施設・資源化施設」というごみ処理の流れにおいて、どの業務で AI・IoT 技術を活用し、省人化したいと思いますか？業務ごとの省人化したい度合いを教えてください。



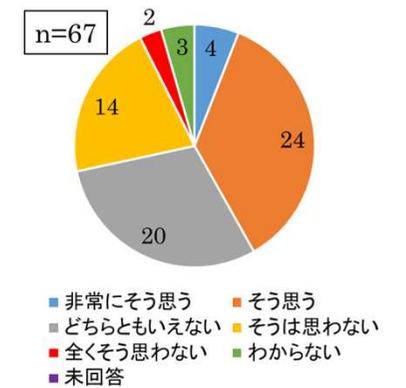
Q7

・ごみ収集・運搬に関して、以下のような情報を事前に把握することへのニーズを教えてください。

①ごみ処理施設に持ち込まれる時間単位レベルでのごみの量



②持ち込まれる搬入車両ごとのごみの質



ごみ焼却施設がDBOの場合、ごみピットに投入する前からごみ量・ごみ質の情報を把握したとしても、焼却炉の運転に関与しておらず、必要としないと回答した自治体もある。

自治体へのヒアリング調査

Q1.ごみ焼却施設や資源化施設の遠隔監視・操作を行うとなった場合に、懸念点がありますか。

A1.遠隔監視、操作についてある程度可能と思われるが、緊急時の対応もあり、最後の判断は現場のオペレーターが行う必要があると考える。

Q3.どの業務でAI・IoT技術を活用化したいと思いますか。また、特に自動化等技術の導入を進め、効率化を図りたい業務があれば教えてください。

A3.設備のトラブル予兆ができれば、修繕計画が立てられる。クレーン自動化は現状でも行っているが、反応が遅いので、ごみの受入れがある日中などはどうしても人の手が必要になる、これが早くでき、完全自動化ができればより良いと思う。

ヒアリング

Q2.AI・IoT技術の活用による省人化について、不安に感じることはありますか。

A2.AI・IoT技術が廃棄物処理施設の中で具体的にどのように設置され、どんな効果があるか、まだ十分確認されていないと感じている。施設の安全・安心を第一に考える中で、今後どう活用していくか検討する段階であり、現段階では省人化がどこまでできるのかといった疑問はある。

Q4.貴自治体のごみ処理に関わる人員の削減についてどのように考えていますか。

A4.本市の焼却工場は直営で操業しており、運転技術の進歩や、社会的な要請により適切に人員の見直しを行うことが必要であると考えている。

自動化等のさらなる普及促進を図るために必要な方策の抽出

★用語集(例)★

- ◆AI
「Artificial Intelligence（人工知能）」
- ◆IoT
「Internet of Things（モノのインターネット）」
- ◆ICT
「Information and Communication Technology（情報伝達技術）」
- ◆PID制御
P：Proportional（比例） I：Integral（積分） D：Differential（微分）により、設備機器の運転や停止など「操作量」を制御して目標値に近づける制御方法
- ◆P&ID
標準な専用記号で配管プロセスと他の機器や計測器との相互作用を示すダイアグラム。機械と電気の工種間調整に役立つ図
- ◆DCS
分散制御システム（Distributed Control System）の略称であり、大規模なプロセス制御対象に対し、複数のコントローラで協調・統合した制御をする装置

★ICTにより収集したビックデータの活用案★

- ◆生ごみ、廃プラの実排出量を早期に把握し、対応をやすくする。
- ◆災害時に出る廃棄物を、空いている他処理場に早期分散しやすくする。
- ◆収集したデータを基に、広域化・共同化・他施設との連携検討に使用する。
- ◆エネルギー効率を考えた運転、薬剤等の供給量を調整

DX活用事例 燃焼制御の自動化【AI】ビフォー

操作オペレーター1人当たりの労働時間は12H/d

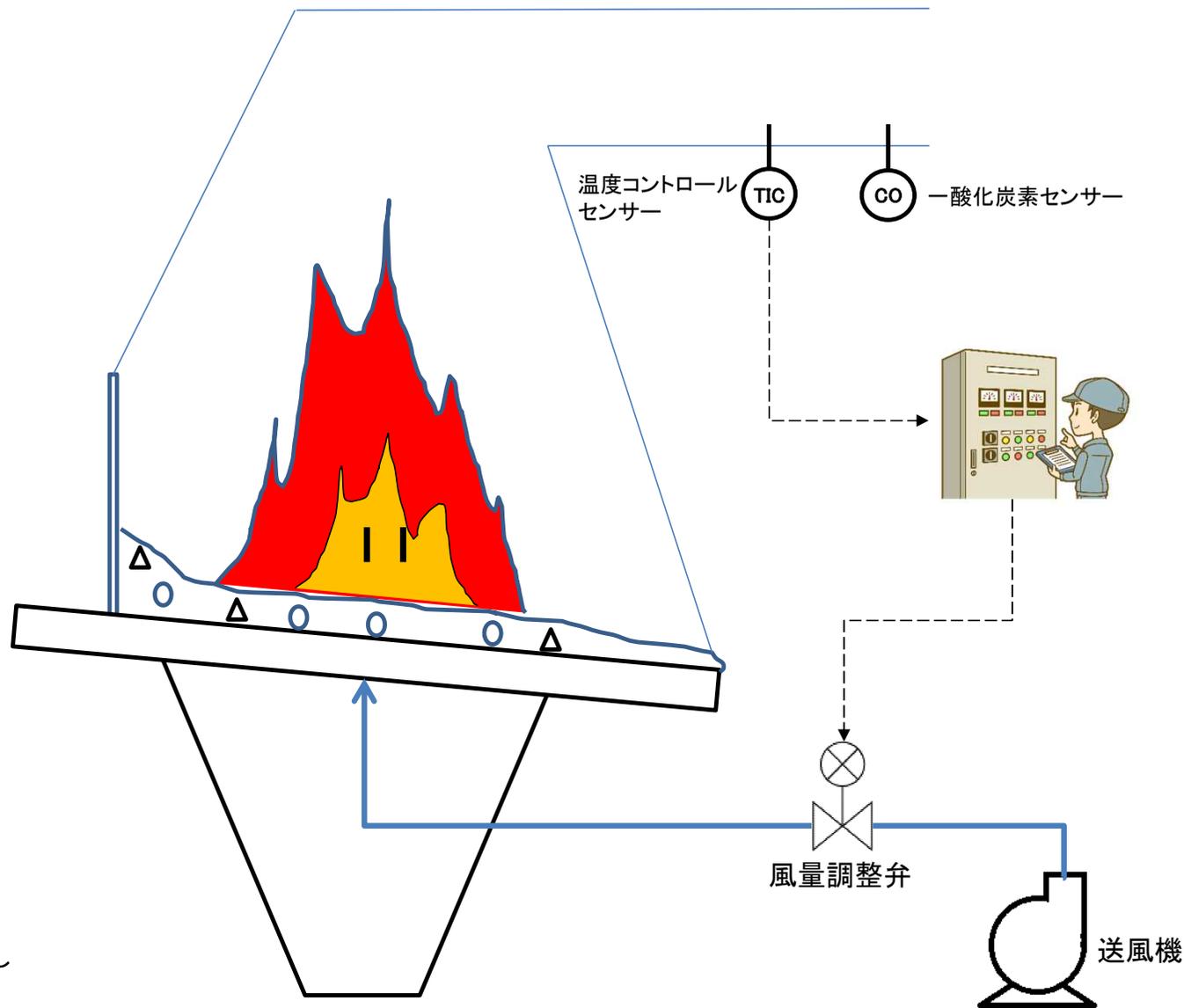
時間 個人	日勤	夜勤
A	1	—
B	1	—
C	—	1
D	—	1
小計	2	2

合計4人/日

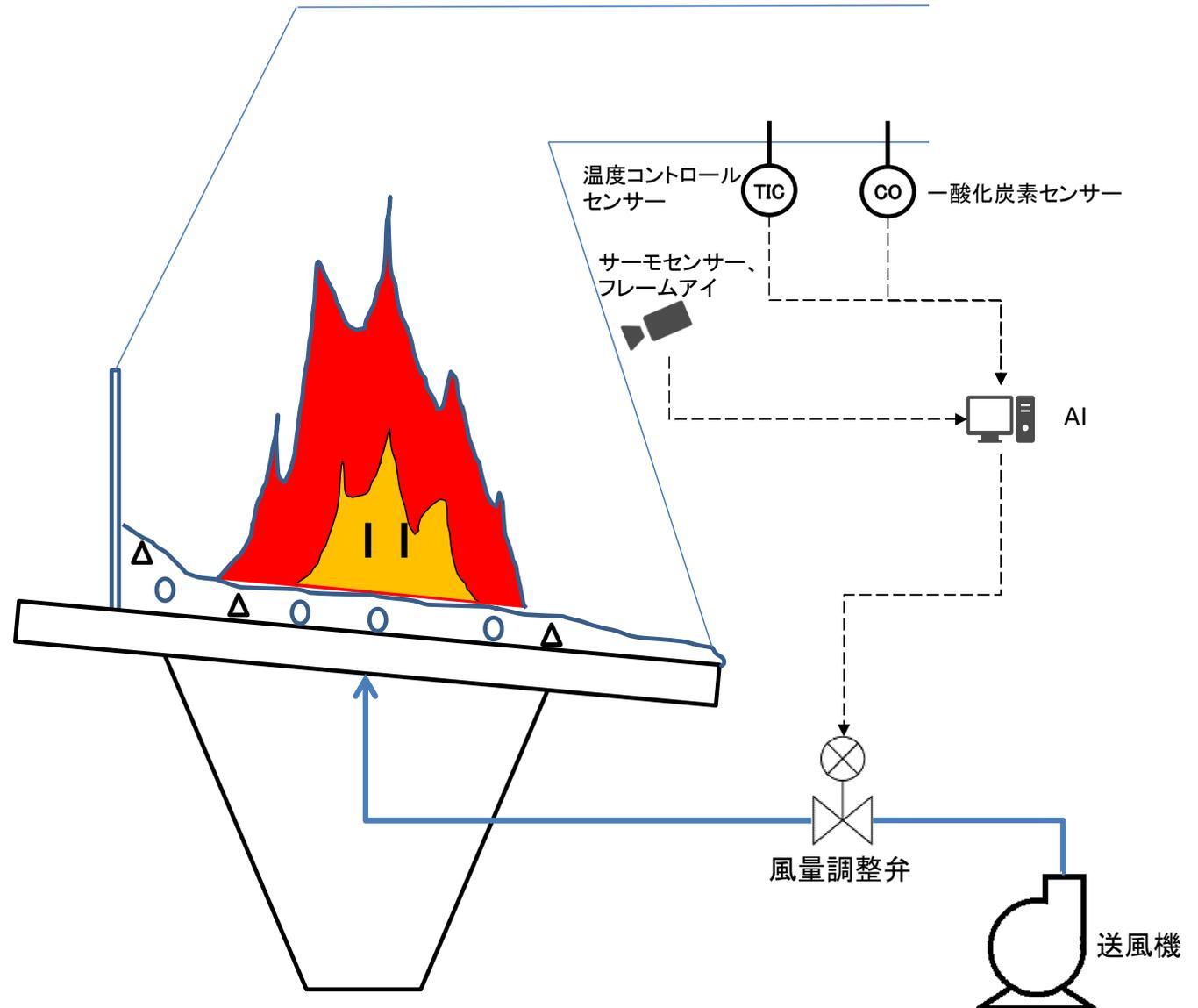
焼却炉の燃焼制御に、PID制御*1もしくはオペレーターが火炎の色や温度等を見て、風量調整を行っている。

*1

P: Proportional (比例) I: Integral (積分) D: Differential (微分)により、設備機器の運転や停止など「操作量」を制御して目標値に近づける制御方法



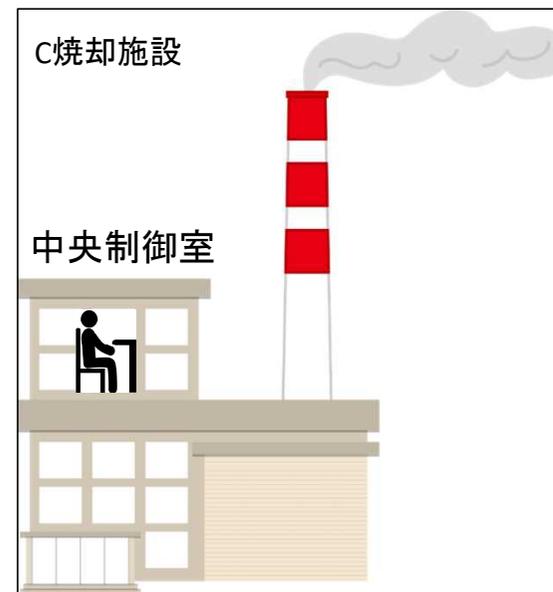
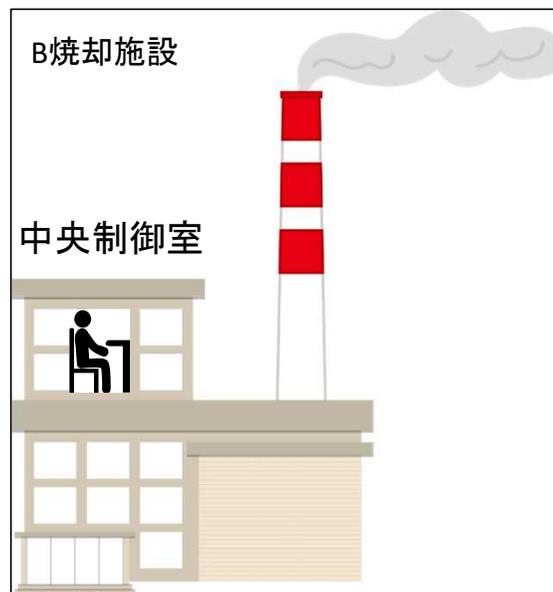
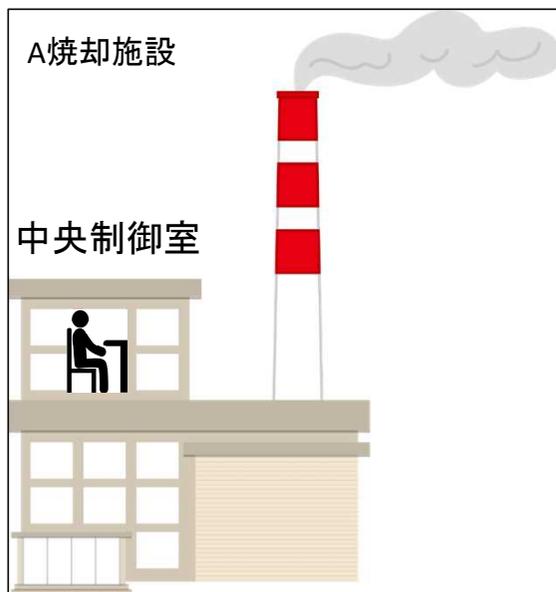
DX活用事例 燃焼制御の自動化【AI】アフター



火炎の視覚情報や温度、ガスの情報をAIに学習させて、风量調整を行なう。

DX活用事例 遠隔操作による設備の集約【ICT】ビフォー

焼却炉の運転管理は各施設ごとの、焼却施設中央制御室(メーター室)で行っている。



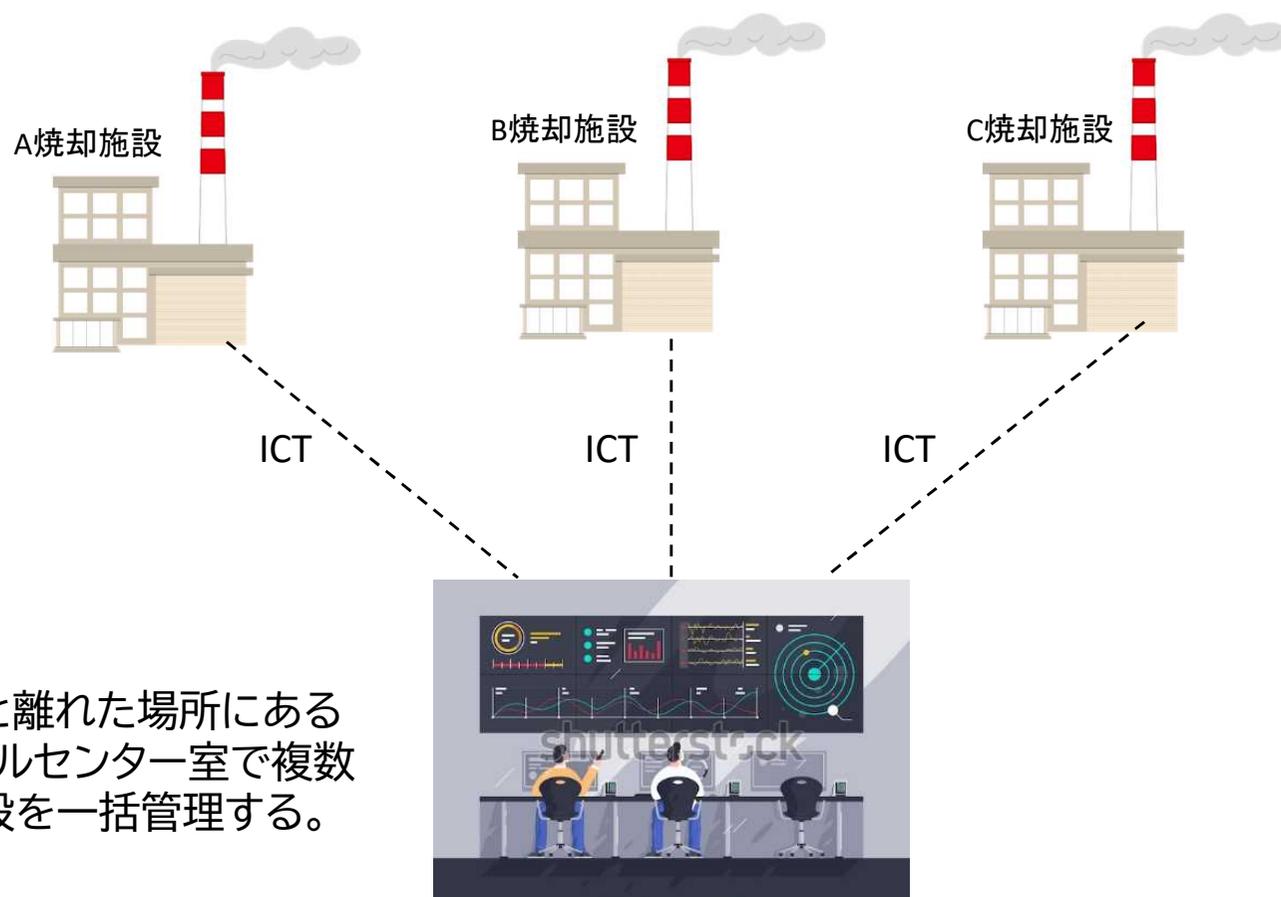
施設1か所
あたりの人数

時間 個人	日勤	夜勤
A	1	—
B	1	—
C	—	1
D	—	1
小計	2	2

合計4人/日

3か所だと $4 \times 3 = 12$ 人

DX活用事例 遠隔操作による設備の集約【ICT】アフター



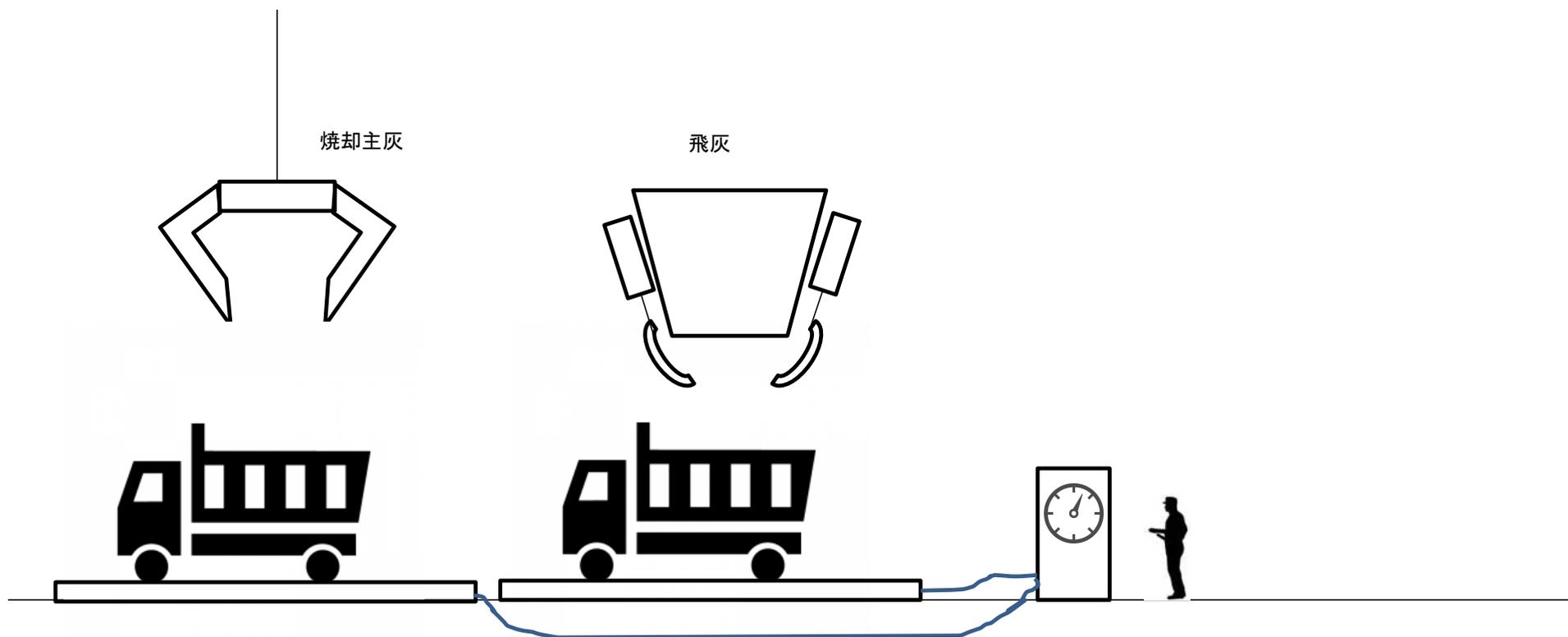
3施設をコントロールセンター1か所
で管理する場合の人数

時間 個人	日勤	夜勤
A	1	—
B	1	—
C	—	1
D	—	1
小計	2	2

合計4人/日

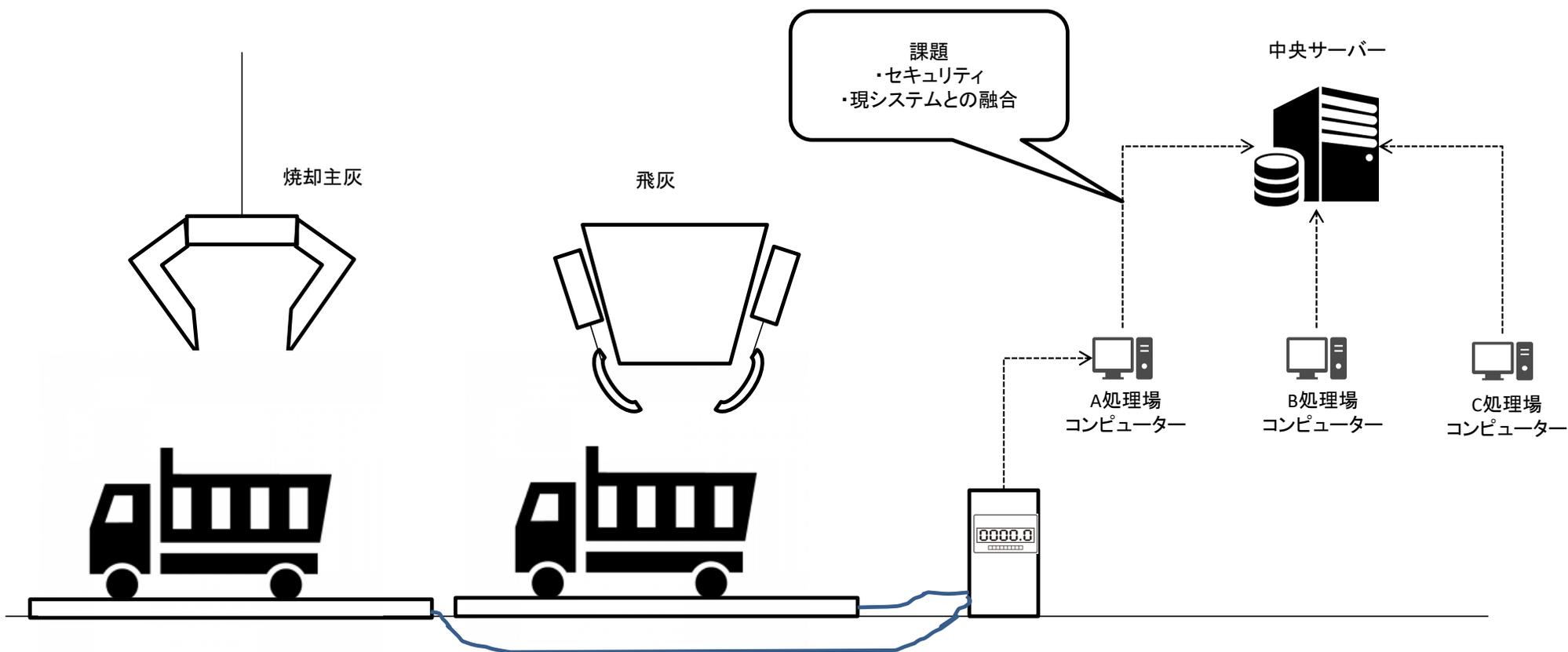
DX活用案 データ収集の自動化【ICT】ビフォー

現状は焼却灰の搬出量を手で計測、または自動でもデータは処理場内のコンピューターに留まっている。全国で搬出される灰の量を知るには、アンケートを紙やメールで回答してもらっている。そのため集計には時間がかかり、最新の貴重なデータが生かされていない。また、焼却主灰と飛灰は焼却場内では分けているが、埋め立て地では一緒にすることがあり、おのこの正確な灰量がわからない。



DX活用案 データー収集の自動化【ICT】アフター

各焼却処理場の焼却主灰、飛灰の搬出量をコンピューターで計測し、データを中央サーバーに集約する。



令和3年度の共同研究事業行動計画

◆メインテーマを次世代静脈インフラの構築に向けた包括的研究とし、3つのサブテーマに分けて研究を行う◆

人口減少と省CO2が大きな課題

廃棄物処理に係る労働人口減少に対応するため自動化が必要になると考えられる

省CO2は単独で行ってはいは頭打ちになる。連携による相乗効果が狙い

①廃棄物処理施設と下水処理施設の連携促進に関する研究

連携事例の現地調査及びヒアリング調査、分別機器の調査、行政がオブザーバー参加しての検討会の開催

②廃棄物処理施設の自動化等の考え方に関する研究

AI・IoT・ICT活用事例調査、それに関する自治体アンケート及びヒアリング調査

③廃棄物処理施設の脱炭素・省CO2に関する研究

CO2回収、抑制技術調査、熱回収調査

ご静聴ありがとうございました。

