

一般社団法人  
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2025

# 建設機械施工



Vol.77 No.6 June 2025 (通巻904号)

## 特集 地球温暖化・環境対策



大型洋上風力発電所の建設専用SEP船「BLUE WIND」

### 巻頭言 気候変動対策としての建設技術の役割

特集技術報文

- SEP船「BLUE WIND」を活用した洋上風力発電所の建設
- 建設現場の電動化に向けた取り組み
- 社会実装に向けた路面太陽光発電技術に関する構造の一検討
- 低炭素型地盤改良材の開発
- ゼロカーボンビル建設プロジェクトにおける脱炭素技術
- 木材の利用と環境配慮型コンクリート、生物多様性保全によるESG/SDGsへの取り組み 他

行政情報

- 道路の脱炭素化の取組推進に向けて
- 地球温暖化対策計画の改定

交流のひろば

- 東急電鉄の環境に対する取組み

すいそう

- 釣りは人生の源

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

Performance  Design

# SK160 **BLADE RUNNER**



## 大容量チルトアングルドーザ搭載

16トンクラス後方超小旋回ショベル

土砂を押し為の本格ドーザ装着機  
押す/均す/法面整形/吊り  
重量を生かした転圧とマルチに活躍

詳細はこちら



2020年燃費基準  
達成建設機械  
☆☆☆  
国土交通省  
燃費基準達成建設機械認定制度

コベルコ建機日本株式会社

本社 / 〒272-0002 千葉県市川市二俣新町17番地 ☎ 047-328-7111  
www.kobelco-kenki.co.jp

## ◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内

会費：年間 9,000円(不課税)

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同し、建設機械・建設施工にご関心のある方であればどなたでもご入会いただけます。

### ★個人会員の特典

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊800円＋消費税/送料別途)  
「建設機械施工」では、建設機械や建設施工に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入することができます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)でご参加いただけます。

この機会に是非ご入会下さい!!

## ◆一般社団法人 日本建設機械施工協会について

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された団体です。建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。

今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

### 一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

- 建設機械及び建設施工に関わる学術研究団体です。(特許法第30条に基づく指定及び日本学術会議協力学術研究団体)
- 建設機械に関する内外の規格の審議・制定を行っています。(国際標準専門委員会の国内審議団体(ISO/TC127, TC195, TC214)、日本工業規格(JIS)の建設機械部門原案作成団体、当協会団体規格「JCMAS」の審議・制定)
- 建設機械施工技術検定試験の実施機関に指定されています。(建設業法第27条)
- 災害発生時には会員企業とともに災害対処にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
- 付属機関として「施工技術総合研究所」を有しており、建設機械・施工技術に関する調査研究・技術開発にあたっています。また、高度な専門知識と豊富な技術開発経験に基づいて各種の性能試験・証明・評定等を実施しています。
- 北海道から九州まで全国に8つの支部を有し、地域に根ざした活動を展開しています。
- 外国人技能実習制度における建設機械施工職種の技能実習評価試験実施機関として承認されています。

#### ■会員構成

会員は日本建設機械施工協会の目的に賛同された、個人会員(建設機械や建設施工の関係者等や関心のある方)、団体会員(法人・団体等)ならびに支部団体会員で構成されており、協会の事業活動は主に会員の会費によって運営されています。

#### ■主な事業活動

- ・学術研究、技術開発、情報化施工、規格標準化等の各種委員会活動。
- ・建設機械施工技術検定試験・外国人技能評価試験の実施。
- ・各種技術図書・専門図書の発行。
- ・除雪機械展示会の開催。
- ・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。

#### ■主な出版図書

- ・建設機械施工(月刊誌)
- ・日本建設機械要覧
- ・建設機械等損料表
- ・橋梁架設工事の積算
- ・大口径岩盤削孔工法の積算
- ・よくわかる建設機械と損料
- ・ICTを活用した建設技術(情報化施工)
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説
- ・道路除雪オペレータの手引き

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

<https://jcmanet.or.jp/>

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

### 【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係  
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F  
TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3432-0289

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

令和 年 月 日

個人会員入会申込書	
ふりがな	生年月日
氏名	昭和 平成 年 月 日
勤務先名	
所属部課名	
勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____
自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____
機関誌の送付先	勤務先 自宅 (ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。)
その他 連絡事項	令和 年 月より入会

**【会費について】年間 9,000円(不課税)**

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
- 年度途中で入会される場合であっても、当該年度の会費として全額をお支払い頂きます。
- 会費には機関誌「建設機械施工」の費用(年間12冊)が含まれています。
- 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。  
また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

**【その他ご入会に際しての留意事項】**

- 個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。
- 会費額は総会の決定により変更されることがあります。○次の場合、会員の資格を喪失します:1.退会届が提出されたとき。2.後見開始又は保佐開始の審判を受けたとき。3.死亡し、又は失踪宣言を受けたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。○資格喪失時の権利及び義務:資格を喪失したときは、本協会に対する権利を失い、義務は免れます。ただし未履行の義務は免れることはできません。○退会の際は退会届を会長宛に提出しなければなりません。○拠出金の不返還:既納の会費及びその他の拠出金品は原則として返還いたしません。

**【個人情報の取扱について】**

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械施工協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。本協会のプライバシーポリシーは <https://jcmanet.or.jp/privacy/> をご覧下さい。

# 日本建設機械要覧 2025 年版

## 発売のご案内

本協会では、国内における建設機械の実態を網羅した『日本建設機械要覧』を1950年より3年ごとに刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要緒元、性能、特長等の技術的事項、データを網羅しております。購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと確信しております。



参考：写真はイメージです

### 発刊日

令和7年3月25日

### 体裁

・B5判、約1,280頁／写真、図面多数／表紙特製

### 価格（消費税10%を含む）

一般価格 53,900円（本体49,000円）

会員価格 45,100円（本体41,000円）

（注）送料1冊990円(税込)複数冊の場合別途

### 特典

「日本建設機械要覧 2025 年版」購入の方への特典として、当協会が運営する Web サイト（要覧クラブ）上において2001年版から2022年版までの全ての日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2025年版を含めると1998年から2024年までの建設機械データが活用いただけます。

## 2025 年版 内容

- ・ブルドーザおよびスクレーパ
- ・掘削機械
- ・積込機械
- ・運搬機械
- ・クレーン、インクラインおよびウインチ
- ・基礎工事機械
- ・せん孔機械およびブレーカ
- ・トンネル掘削機および設備機械
- ・骨材生産機械
- ・環境保全およびリサイクル機械
- ・コンクリート機械
- ・モータグレーダ、路盤機械および締固め機械
- ・舗装機械
- ・維持修繕・災害対策用機械および除雪機械
- ・作業船
- ・ICT 建機、建設ロボットと自動化
- ・高所作業車、エレベータ、リフトアップ工法、横引き工法および新建築生産システム
- ・空気圧縮機、送風機およびポンプ
- ・原動機および発電・変電設備等
- ・建設ロボット
- ・WJ工法、CSG工法、タイヤ、ワイヤロープ、燃料油、潤滑剤および作動油、検査機器

### 今後の予定

好評をいただきました2022年版につき「日本建設機械要覧 2025 年版」の電子版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2025年版	冊
-----------------	---

上記図書を申し込みいたします。 令和 7 年 月 日

会員種別	<input type="checkbox"/> 非会員 <input type="checkbox"/> 団体会員 <input type="checkbox"/> 個人会員 <input type="checkbox"/> その他( )		
官公庁名 会社名			
所属			
ご担当者氏名	TEL		
	FAX		
ご住所	〒		
書類の宛名の 希望	ご記入がなければ請求書・納品書・見積書は官公庁名・会社名となります。		
備考			

◆ 申し込み方法 ◆

- ①本部へ申し込み・・・FAX または E-mail ([toshohanbai@jcmanet.or.jp](mailto:toshohanbai@jcmanet.or.jp))  
支払方法・・・銀行振込
- ②支部へ申し込み・・・FAX のみ  
支払方法・・・銀行振込または現金書留

※ 関東・甲信・沖縄地区の方は本部へ、その他の地区は最寄りの支部へお申し込みください。

[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 2 階	TEL 03-3433-1501
		FAX 03-3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北 3 条西 2 丁目 さつげんビル 5 階	TEL 011-231-4428
		FAX 011-231-6630
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18 太陽生命仙台北本町ビル 5 階	TEL 022-222-3915
		FAX 022-222-3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1 興和ビル 9 階	TEL 025-280-0128
		FAX 025-280-0134
中部支部	〒460-0003 名古屋市中区錦 3-7-9 太陽生命名古屋第 2 ビル 7 階	TEL 052-962-2394
		FAX 052-962-2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4 谷町スリスリスビル 8 階	TEL 06-6941-8895
		FAX 06-6941-1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22 築地ビル 4 階	TEL 082-221-6841
		FAX 082-221-6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22 建設クワイビル 4 階	TEL 087-821-8074
		FAX 087-822-3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30 いわきビル 2 階	TEL 092-436-3322
		FAX 092-436-3323

記入いただいた個人情報、お申込み図書の配送・支払い確認などの連絡に利用いたします。

また、当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール(DM)送付に利用する場合があります。

(これらの目的以外での利用は致しません)当協会のプライバシーポリシー(個人情報保護法方針)は、ホームページ([https://jcmanet.or.jp/provacy\\_policy.htm](https://jcmanet.or.jp/provacy_policy.htm))でご覧いただけます。

# 日本建設機械要覧2025 電子書籍版

## 発売のご案内

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2025年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

このたびこの建設機械要覧に関して更に便利に活用いただくよう新たに次の2種類の電子書籍（PDF）版を発売いたしましたので、ここにご案内申し上げます。

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名	日本建設機械要覧2025 電子書籍版	建設機械スペック一覧表 電子書籍版
2	形態	電子書籍	電子書籍
3	閲覧	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス
4	内容	要覧全頁	spec一覧表
5	改訂	3年毎	3年毎
6	新機種情報	要覧クラブで対応	要覧クラブで対応
7	検索機能	1.単語検索	1.単語検索
8	附属機能 注) タブレット・スマートフォンは、一部機能が使えません。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・しおり</li> <li>・拡大・縮小</li> <li>・付箋機能</li> <li>・ペン機能</li> <li>・目次からのリンク</li> <li>・各章ごと目次からのリンク</li> <li>・索引からのリンク</li> <li>・メーカーHPへのリンク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・しおり</li> <li>・拡大・縮小</li> <li>・付箋機能</li> <li>・ペン機能</li> <li>・メーカーHPへのリンク</li> </ul>
9	予定販売価格 (円・税込)	会員	36,300
		非会員	42,900
10	利用期間	購入から3年間	購入から3年間
11	同時ログイン	3台	3台
12	認証方法	ID+パスワード	ID+パスワード
13	購入方法	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）

### 発売時期

2025年5月末 HP : <http://www.jcmanet.or.jp/>

様々な環境で閲覧できます。

タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセスできます。

### Webサイト 要覧クラブ

日本建設機械要覧2025およびスペック一覧表電子書籍版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版から、2022年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2025年版を含めると1998年から2024年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。



< 図書紹介 >

## 令和7年度版 建設機械等損料表

- 発売日 : 令和7年4月25日
- 体裁 : A4判 モノクロ 474ページ
- 定 価 : 一般価格 本体 8,800円 (税・送料別)  
          会員価格 本体 7,480円 (税・送料別)

### ■ 内容

令和7年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 第Ⅰ章 機械損料の構成と解説
- 第Ⅱ章 関連通達・告示等
- 第Ⅲ章 損料算定表の見方(要約版)
- 第Ⅳ章 建設機械等損料算定表
- 第Ⅴ章 船舶損料算定表
- 第Ⅵ章 ダム施工機械等損料算定表
- 第Ⅶ章 除雪用建設機械等損料算定表



書籍の表紙イメージ

一般社団法人 日本建設機械施工協会

# 論文投稿のご案内

日本建設機械施工協会では、学術論文の投稿を歓迎します。論文投稿の概要は、以下のとおりです。なお、詳しいことは、当協会ホームページ、論文投稿のご案内をご覧ください。

当協会ホームページ <https://jcmanet.or.jp/>

## ★投稿対象

建設機械、機械設備または建設施工の分野及びその他の関連分野並びにこれらの分野と連携する学際的、横断的な諸課題に関する分野を対象とする学術論文(原著論文)の原稿でありかつ下記の条件を満足するものとします。なお、施工報告や建設機械の開発報告も対象とします。

- (1) 理論的又は実証的な研究・技術成果、あるいはそれらを統合した知見を示すものであって、独創性があり、論文として完結した体裁を整えていること。
- (2) この分野にとって高い有用性を持ち、新しい知見をもたらす研究であること。
- (3) この分野の発展に大きく寄与する研究であること。
- (4) 将来のこの分野の発展に寄与する可能性のある萌芽的な研究であること。

## ★部門

- (1) 建設機械と機械設備並びにその高度化に資する技術部門
- (2) 建設施工と維持管理並びにその高度化に資する技術部門

## ★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

## ★原稿の受付

随時受け付けます。

## ★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

## ★連絡先

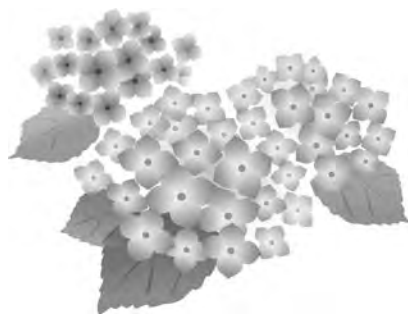
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289



## (一社) 日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (令和7年6月現在)

消費税 10%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	本部 送料
1	R7年05月	橋梁架設工事の積算 令和7年度版	12,100	10,285	990
2	R7年04月	令和7年度版 建設機械等損料表	9,680	8,228	700
3	R7年03月	日本建設機械要覧 2025年版	53,900	45,100	990
4	R6年12月	建設機械施工ハンドブック (改訂5版)	13,200	11,220	770
5	R6年05月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和6年度版	6,600	5,610	770
6	R6年05月	橋梁架設工事の積算 令和6年度版	12,100	10,285	990
7	R6年05月	よくわかる建設機械と損料 2024	7,260	6,171	770
8	R5年10月	道路除雪施工の手引 (第17版)	4,950	3,960	770
9	R4年03月	日本建設機械要覧 2022年版	53,900	45,100	990
10	R3年01月	情報化施工の基礎 ~i-Constructionの普及に向けて~	2,200	1,870	770
11	H30年08月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	770
12	H29年04月	ICTを活用した建設技術 (情報化施工)	1,320	1,122	770
13	H26年03月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD版】	2,200	1,980	770
14	H25年06月	機械除草安全作業の手引き	990	880	770
15	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300	2,970	770
16	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,300	2,970	770
17	H22年 7月	情報化施工の実務	2,200	1,870	770
18	H21年11月	情報化施工ガイドブック 2009	2,420	2,178	770
19	H20年 6月	写真でたどる建設機械 200年	3,080	2,618	770
20	H19年12月	除雪機械技術ハンドブック	3,300	2,970	770
21	H18年 2月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,520	2,992	770
22	H17年 9月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,100	990	770
23	H16年12月	除雪・防雪ハンドブック (除雪編)【CD-R】	5,500	4,950	770
24	H15年 7月	道路管理施設等設計指針 (案) 道路管理施設等設計要領 (案)【CD-R】	3,520	3,168	770
25	H15年 7月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,650	1,485	770
26	H15年 6月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル (案)	1,980	1,782	770
27	H15年 6月	機械設備点検整備共通仕様書 (案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領 (案)	1,980	1,782	770
28	H15年 6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550	495	770
29	H13年 2月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック (第3版)	6,600	5,940	770
30	H12年 3月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル (第2版)	2,750	2,475	770
31	H11年10月	機械工事施工ハンドブック 平成11年度版	8,360	8,360	770
32	H11年 5月	建設機械化の50年	4,400	3,960	770
33	H11年 4月	建設機械図鑑	2,750	2,475	770
34	H10年 3月	大型建設機械の分解輸送マニュアル【CD-R】	3,960	3,564	770
35	H6年 8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,470	7,623	770
36	H6年 4月	建設作業振動対策マニュアル	6,380	5,742	770
37	H3年 4月	最近の軟弱地盤工法と施工例【CD-R】	10,450	9,405	770
38	S60年 1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック【CD-R】	6,600	5,940	770
39		建設機械履歴簿	440	396	770
40	毎月 25日	建設機械施工	880	792	770

定期購読料 年12冊 10,032円 (税・送料込)

購入を希望される場合、当協会 HP <https://jcmnet.or.jp/> の出版図書欄の「出版図書のご購入について」から本部、または支部の購入方法に基づきお申込みください。

特集	<h1>地球温暖化・環境対策</h1>
グラビア	4 ドイツ・ミュンヘン国際建設機械見本市写真集
巻頭言	14 気候変動対策としての建設技術の役割 藤倉 良 法政大学 人間環境学部 教授
行政情報	15 道路の脱炭素化の取組推進に向けて 酒匂 一樹 国土交通省 道路局 環境安全・防災課 課長補佐
	20 地球温暖化対策計画の改定 2050年ネット・ゼロの実現に向けた直線的な経路に沿った新たな温室効果ガス削減目標 環境省 地球環境局総務課 脱炭素社会移行推進室
特集技術報文	26 SEP 船「BLUE WIND」を活用した洋上風力発電所の建設 坂本 憲哉 清水建設㈱ エンジニアリング事業本部 洋上風力プロジェクト推進室 SEP 運営部 部長
	34 建設現場の電動化に向けた取り組み バッテリー駆動式ショベルと ZERO EMISSION EV-LAB の紹介 金澤 智尚 日立建機㈱ 新事業創生ユニット ZEROエミッションビジネスモデル構築プロジェクト 主任, 博士(工学)
	38 作業船のCO <sub>2</sub> 削減対策 省エネ・自動化・添加剤等によるCO <sub>2</sub> 排出量削減対策 杉山 晃一 東亜建設工業㈱ 土木本部 機電部 担当部長
	43 建設時CO <sub>2</sub> 排出量予測システム「T-CARBON Navios」の開発 天石 文 大成建設㈱ サステナビリティ経営推進本部 カーボンニュートラル推進部 環境技術室 課長 竹尾 健一 大成建設㈱ サステナビリティ経営推進本部 カーボンニュートラル推進部 環境技術室 室長
	48 安藤ハザマ次世代エネルギープロジェクト 水素社会を見据えた分散型電源と統合エネマネによる広域的省CO <sub>2</sub> 中里 社一 ㈱安藤・間 技術研究所 先端技術開発部 次世代エネルギーグループ グループ長
	54 社会実装に向けた路面太陽光発電技術に関する構造の一検討 鍛冶 哲理 ㈱NIPPO 総合技術部 研究第一グループ 副主任研究員 平子 貴大 トヨタ自動車㈱ プラント・環境技術部 BR-TWC グループ 主任 永島 淳貴 トヨタ自動車㈱ プラント・環境技術部 建築計画室 設備G 主任
	59 バイオ炭インターロッキングブロックの開発 塚本 康誉 ㈱フジタ 技術センター 建築研究部 新見 龍男 ㈱トクヤマ セメント開発グループ 主幹 岩本 正人 ㈱トクヤマアートブロックLABO 取締役 製造部長
	65 低炭素型地盤改良材の開発 「パイプロジオ」「クリーンクリートジオ」「インフィルハードジオ」 諸富鉄之助 ㈱大林組 技術研究所 自然環境技術研究部 主任 三浦 俊彦 ㈱大林組 技術研究所 自然環境技術研究部 上級首席技師 照井 太一 ㈱大林組 土木本部生産技術本部 技術第二部 副部長
	71 独自株の微細藻類培養と完全循環型アクアポニックスを 掛け合わせた次世代型ハイブリッド農業システムの実証実験 藤井 亮 ㈱熊谷組 新事業開発本部 新事業企画推進部 新事業創出プロジェクト推進グループ 副部長
	76 集成材ダブルスキンを纏った都市型オフィス タクマビル新館(研修センター)を事例として 片山 暹 ㈱竹中工務店 木造・木質建築推進本部 主任 神田 泰宏 ㈱竹中工務店 大阪本店設計部 設計第7部門 部門長 久保 和民 ㈱竹中工務店 大阪本店設計部 構造第2部門構造1グループ 主任
	82 ゼロカーボンビル建設プロジェクトにおける脱炭素技術 豊村 裕 大成建設㈱ サステナビリティ総本部 サステナビリティ経営推進本部 カーボンニュートラル推進部 課長代理 敦賀谷 俊 大成建設㈱ 設計本部 建築設計第四部設計室 アーキテクト 光本 皓平 大成建設㈱ 設計本部 設備設計第三部設計室

	88	太陽光と水素を活用した「再エネ 100% 工場」の実証運用 長谷川 徹 五洋建設(株) 技術研究所 建築技術開発部
	93	木材の利用と環境配慮型コンクリート、 生物多様性保全による ESG/SDGs への取り組み 河野 政典 ㈱奥村組 技術本部 技術研究所 建築担当部長 長 千佳 ㈱奥村組 技術本部 環境ソリューション部 環境技術課長
交流のひろば	99	東急電鉄の環境に対する取り組み 田中 宏武 東急電鉄(株) 経営戦略部 総括課 森田 真実 東急電鉄(株) 経営戦略部 総括課 課長補佐 山下 達也 東急電鉄(株) 経営戦略部 総括課 課長補佐
ずいそう	105	釣りは人生の源 浅野 俊彦 東北グレーダー(株) 建設部工事課 課長
JCMA 報告	108	国際建設機械・建設資材製造機械・鉱業機械・建設車両・ 関連機器専門見本市 (bauma 2025) 第 66 回欧州建設機械施工視察団 視察報告 岩見 吉輝 (一社) 日本建設機械施工協会 業務執行理事 藤島 崇 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第 3 部 次長
部会報告	121	ISO/TC 127 ドイツ (ハンブルク市) 国際総会報告 標準部会
	128	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	129	建設工事受注額・建設機械受注額の推移 機関誌編集委員会
	130	行事一覧 (2025 年 4 月)
	134	編集後記 (田村・山本)

◇表紙写真説明◇

大型洋上風力発電所の建設専用 SEP 船「BLUE WIND」

写真提供：清水建設(株)

日本の洋上風力発電事業の推進に向けて、専用の施工船として国内初となる 2,500 トン吊クレーンを搭載した自航式 SEP 船を建造した。

当自航式 SEP 船は自走可能な推進システムを有し、作業時には波浪の影響を受けず、安定した作業環境を確保するため船体を海面上に持ち上げる (ハルアップ) ことが可能な構造となっている。これにより 12 MW 級以上の大型風車据え付けおよび基礎施工の両方が可能であり、2022 年 1 月の運用開始以降、国内外の洋上風力発電プロジェクトにおいて数多くの実績を重ねている。

2025 年(令和 7 年)6 月号 PR 目次  
【ア】  
ヴィルトゲン・ジャパン(株) 表紙 4

【カ】  
コベルコ建機日本(株) 表紙 2  
【ク】  
大和機工(株) 後付 4  
デンヨー(株) 後付 5

【マ】  
マシンケアテック(株) 後付 3  
マルマテクニカ(株) 後付 6  
三笠産業(株) 後付 1  
㈱三井三池製作所 表紙 3

【ヤ】  
山崎マシーナリー(株) 後付 2  
吉永機械(株) 後付 4

# ドイツ・ミュンヘン国際建設機械見本市写真集

bauma 2025 Messe Munchen GmbH ドイツ・ミュンヘン見本市会場

2025年4月7日～4月11日

第66回欧州建設機械施工視察団



KOMATSU (日本)



CATEPILLAR (アメリカ)



HITACHI (日本)



KOBELCO (日本)



SUMITOMO (日本)



KUBOTA (日本)



TAKEUCHI (日本)



GIKEN (日本)



TADANO (日本)



LIEBHERR (ドイツ)



VOLVO (スウェーデン)



BAUER (ドイツ)



BOMAG (ドイツ)



WIRTGEN (ドイツ)



DYNAPAC (ドイツ)



AMMANN (スイス)



MST (トルコ)



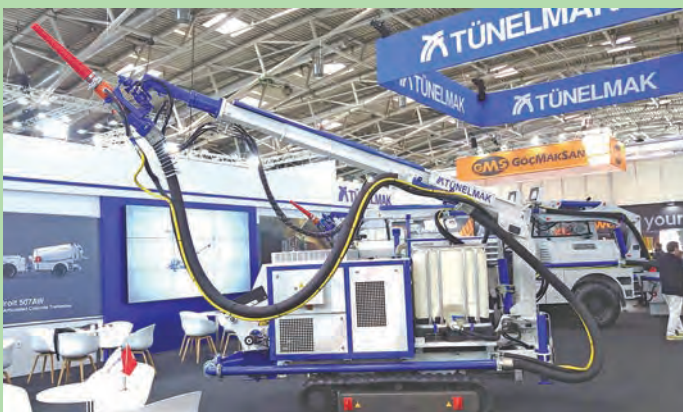
JOHN DEERE (アメリカ)



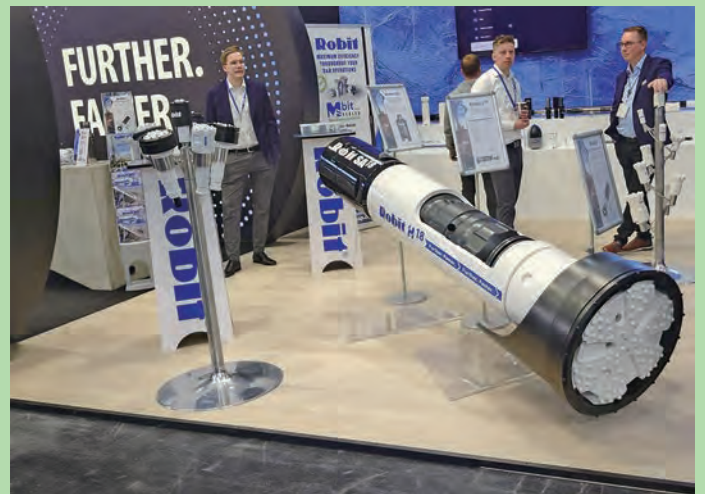
SOILMEC (イタリア)



EPIROC (ドイツ)



TUNELMAK (トルコ)



ROBIT (フィンランド)



SANY (中国)



FASSI (ドイツ)



BELL (ドイツ)



MECALAC (フランス)



EUROMACH (イタリア)



KAISER (リヒテンシュタイン)



WACKER NEUSON (ドイツ)



VENIERI (イタリア)



ZEPPELIN (ドイツ)



CARPENFER (イタリア)



STEELWRIST (スウェーデン)



SCHAFFER (ドイツ)



LEHNHOFF (ドイツ)



BERTI (イタリア)



BLEND (イタリア)



METAL GALANTE (イタリア)



DITCH WITCH (アメリカ)



BETONSTAR (トルコ)



GRAVIS Robotics (スイス)



SWE PAC (スウェーデン)



BROKK (スウェーデン)



GIPO (スイス)



OKADA (日本)



ROTAR (オランダ)



CATCH SHIFT (ポーランド)



DOKA (オーストリア)



ETRAMO (ベルギー)



OPTIMAS (ドイツ)



TOPCON (日本)



TRIMBLE (アメリカ)



HEXAGON (スイス)



HEMISPHERE (アメリカ)



SCANIA (スウェーデン)



TENSTAR (スウェーデン)



エントランスホール



ミュンヘン工科大 マルチ作業ロボット



エントランスホール



エントランスホール

## 巻頭言

# 気候変動対策としての建設技術の役割

藤 倉 良



気候変動対策には「緩和」と「適応」がある。

前者は大気中の温室効果ガスを削減する取り組みであり、後者は変化した気候に社会や自然を適応させる対策を指す。緩和と適応は気候変動対策の両輪であるが、1992年に気候変動枠組条約が採択された当時は、対策といえば主に緩和を意味していた。緩和こそが気候変動対策の本質であり、適応は緩和の手を抜くための言い訳にすぎないと考える人さえいた。

1997年に採択された京都議定書に基づき、日本は温室効果ガスを1990年比で6%削減する目標を掲げ、法制度を整備して取り組んだ。実際にはエネルギー起源の二酸化炭素排出量は約束期間(2008年～2012年)において6.7%増加してしまっただが、森林吸収や国際クレジットの購入などの「京都メカニズム」を活用することで、最終的には8.3%削減したとみなすことができ、公約を達成できた。

今も、気候変動対策といえば緩和に結びつけられる傾向が強いのではないだろうか。日本では、公害対策や廃棄物対策の経験もあり、環境対策といえば「環境から悪いものを取り除く」作業が連想されがちだからかもしれない。環境省が毎年度取りまとめて公表している地球温暖化対策関係予算案には1兆円を超える項目が記載されているが、すべて緩和の予算である。もちろん、かつては「低炭素社会」と呼ばれていた目標は「脱炭素社会」へと変わり、2050年のカーボンニュートラル達成に向けてその重要性は一層高まっている。緩和の取り組みは今後も不可欠である。

しかし、適応の重要性も忘れてはならない。

緩和と異なり、適応が分かりにくいのは、気候変動の影響があらゆる分野に及ぶため、「何が適応策なのか」が明確でないからである。気候変動適応法に基づき、2021年に閣議決定(2023年一部変更)された「気候変動適応計画」では、農業・林業・水産業、水環境・水資源、自然災害・沿岸域、自然生態系、健康、産業・経済活動、国民生活・都市生活の7分野にわたり、30の大項目・56の小項目について検討がなされ、140ページの文書が作成された。しかし、どこまでが既存の事業で、どこからが適応策なのかを判断することは容易ではない。

その一方で、異常気象が常態化し、被害が広がりと

つある。ゲリラ豪雨や線状降水帯といった、かつて馴染みのなかった異常気象に関する用語が頻繁に聞かれるようになった。米どころでは、高温による米の品質低下が懸念されている。冬の寒さで死滅していた熱帯由来の害虫が越冬するようになった。最近では2025年2月から3月にかけて岩手県大船渡市で平成以降最大規模の山火事が発生し、被害が広がった。海外に目を向けても、干ばつや山火事による大規模な被害が生じている一方で、乾燥地域での豪雨や洪水も増えている。これらの現象すべてが気候変動によるものか否かは明確ではないが、同様の被害が今後も拡大する可能性は高い。

インフラが脆弱な開発途上国は、異常気象の影響をより受けやすい。2022年6月から8月にかけてパキスタンで断続的に降り続いた豪雨は大洪水を引き起こし、同年11月までに1,739人が死亡、3,300万人が被災し、230万戸の家屋が損壊した。開発途上国は、先進国が引き起こしたとされる気候変動によって被った「損失と損害(ロス・アンド・ダメージ)」に対する経済的補償の要求を強めている。

その結果、2022年11月にエジプト・シャルムエルシェイクで開催された気候変動枠組条約締約国会議(COP27)では、損失と損害に対応するための基金設立が合意された。さらに、2024年11月にアゼルバイジャン・バクーで開催されたCOP29では、先進国が発展途上国向けに拠出する「気候資金」の増額が合意され、2035年までに年間3,000億ドル(約46兆4,000億円)へと引き上げられることとなった。

しかし、増加が懸念される災害に対処するためには、資金だけでは不十分であり、技術が欠かせないことは言うまでもない。

日本は台風、地震、火山噴火など、さまざまな自然災害を乗り越えてきた歴史を持つ。その過程で培われた防災や災害復旧の技術と経験の蓄積は日本の強みである。今こそ、日本が世界で、とりわけ開発途上地域でレジリエンス社会を実現するために貢献する機会はないだろうか。

行政情報

# 道路の脱炭素化の取組推進に向けて

酒 匂 一 樹

道路は、我が国の経済成長を支え安全安心な暮らしを確保する重要な社会基盤である一方、国内CO<sub>2</sub>排出量の18%を占めており、脱炭素に関わる役割と責任を積極的に果たしていく必要がある。本稿では、我が国の2050年カーボンニュートラルやGXに向けた動きを紹介するとともに、道路の脱炭素化に向けて、昨年末に国土交通省道路局より公表した、「道路分野の脱炭素化政策集」を取り上げ、道路分野で推進していく脱炭素化の取組を整理するとともに、今後の道路の脱炭素化の展開を紹介する。

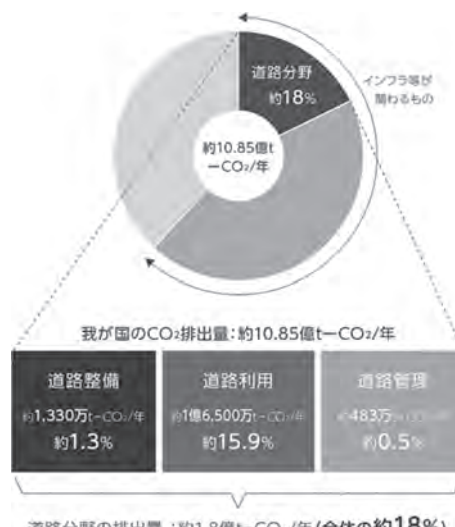
キーワード：カーボンニュートラル、脱炭素、道路

## 1. はじめに

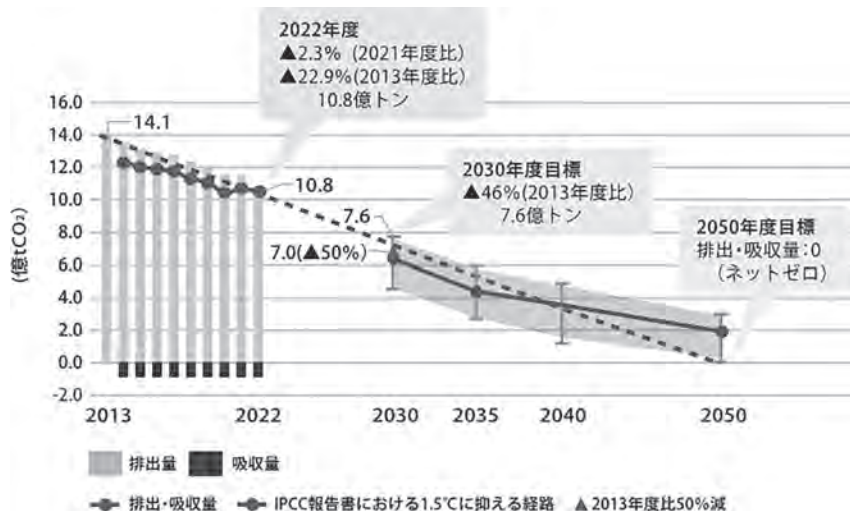
地球温暖化に伴う気候変動の影響により、自然災害の激甚化・頻発化等が懸念され、脱炭素社会の実現に向けた取組が世界各国で進められており、我が国においても、国全体の目標設定やその実現に向けた対策の強化が進められている（図—1）。

道路は、我が国の経済成長を支え安全安心な暮らしを確保する重要な社会基盤である一方、国内CO<sub>2</sub>排出量の18%を占めており、脱炭素に関わる役割と責任を積極的に果たしていく必要がある（図—2）。

本稿では、2050年カーボンニュートラルの実現に貢献し、道路の脱炭素化の取組を推進するため、2024年12月に策定・公表した「道路分野の脱炭素化政策



図—2 鉄道事業者のCO<sub>2</sub>排出量と調達電力の構成



図—1 2030年度目標及び2050年ネットゼロに対する進捗

集 Ver.1.0」(以下、政策集という)を踏まえ、今後道路分野で進めていくべき脱炭素の取組、取組を促進するための道路局の動き、今後の展開を述べる。

## 2. 我が国の動き

パリ協定(2015年12月採択、2016年11月発効)等により、国連に対し、次期NDC(国が決定する貢献)として2025年に2035年目標の提出が求められており、2025年2月、政府として新たに2035年、2040年の目標が設定された。

また、「GX推進法」等に基づき、脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の同時実現に向けたGXの取組が加速化しているが、生成AI等によるDXやGXの進展に伴う電力需要増加が見込まれる中のエネルギーを巡る不確実性の高まり、脱炭素エネルギー供給拠点の地域偏在性、海外諸国と比べて相対的に高い再エネコストなどが課題となっている。

こうした状況を踏まえ、2025年2月、地球温暖化対策計画及びエネルギー基本計画が改定され、また、2040年に向けた脱炭素化や産業政策の方向性を盛り込んだ新たな国家戦略であるGX2040ビジョンが策定された(図-3)。



図-3 脱炭素化・GX関係の政府計画見直し

## 3. 道路分野の脱炭素化政策集 Ver.1.0

パリ協定の1.5℃目標の達成に向け、我が国では2050年までのカーボンニュートラルの実現を目指し、政府一丸となってカーボンニュートラルに向けた取組を実施しているところである。このような流れを受けて、道路分野においても、脱炭素の取組を推進するため、政策集を2024年12月に策定した。2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、具体的には、4つの基本的な政策の柱に沿って、取組の目標やロードマップを設定し、脱炭素化の取組を計画的に推進する。

国の直轄道路では、脱炭素化目標として設定した、車両の電動車化率100%、道路照明のLED化率100%、再生エネルギー活用60%を達成することで、道路管理者の事業活動によるCO<sub>2</sub>排出量(Scope1とScope2)について、2030年度までに2013年度比で約7割削減することを目指す。また、高速道路会社や地方自治体等の道路管理者との協働により、道路分野全体のCO<sub>2</sub>排出量の削減を推進するとともに、その他の関係機関とも連携し、政府の削減目標達成に貢献する。なお、道路の建設・管理のために調達する工事等によるCO<sub>2</sub>排出(Scope3上流)の削減について、技術基準や調達の見直しなど脱炭素化に配慮した道路構造に転換するための検討を行うなどの取組も行う(図-4)。

また、「協働による2030重点プロジェクト」として、道路管理者の協働や関係者の連携により推進する施策をとりまとめた(図-5)。

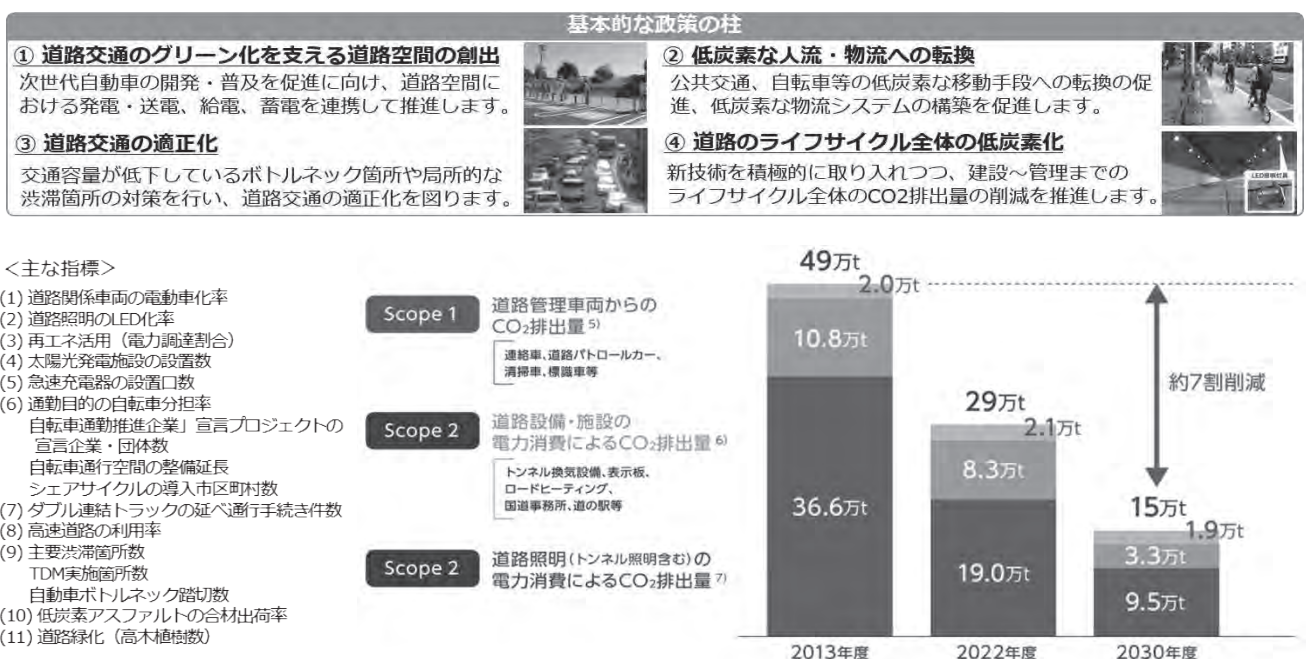


図-4 基本的な政策の柱(中央上)、主な指標(左下)、国直轄道路の2030年度削減目標(右下)



図一五 協働による2030重点プロジェクト

#### ① LEDの道路照明への導入（国+高速会社+自治体）

道路の日常管理における電力使用量のうち、道路照明が約7割を占めている。このため、従来の照明よりも消費電力を約56%削減できるLEDへの転換を促進する。また、LEDを標準化するための技術基準を改定、センサー照明など新技術の活用を進める。

#### ② 再生可能エネルギーの活用（国+高速会社）

道路の日常管理のエネルギー消費のうち電力使用が約8割を占める。このため、CO<sub>2</sub>排出量が石油火力発電に比べて約9割削減可能な再生可能エネルギーの活用について、電力調達時の入札要件とすることや道路空間への太陽光発電設備の設置により推進する。また、技術開発状況を踏まえ、ペロブスカイト太陽電池の活用を検討する。

#### ③ 低炭素な材料の導入促進（国+高速会社+自治体+民間企業）

アスファルト混合物の製造温度を30℃低減し、CO<sub>2</sub>排出量を7～18%削減可能な「低炭素アスファルト」の導入を高速道路会社や自治体と協働で推進する。国直轄道路では、製造プラントの整った地域から、早期開放が求められる修繕工事等で導入を推進する。また、セメント代替材料としての産業副産物（高炉スラグ等）の利用や「CO<sub>2</sub>固定化コンクリート」の活用にも取り組む。

#### ④ 自転車の利用促進（国+自治体+民間企業）

乗用車による移動の約4割が5km以下の短距離利用で1人乗りが中心となっている。このため、走行時にCO<sub>2</sub>を排出しない自転車利用への転換を促進する。また、電動アシスト自転車の普及への対応やDXによる

施策促進も行う。

#### ⑤ 渋滞対策の推進（国+高速会社+自治体+民間企業）

渋滞等により約4割の移動時間のロスが生じており、経済損失につながっている。また、渋滞はCO<sub>2</sub>の排出量を増加させ、渋滞等によるCO<sub>2</sub>排出量は、日本の総排出量の1.3%に相当するため、主要渋滞箇所の対策を行う。また、TDM（交通需要マネジメント）や自動車ボトルネック踏切への対策等の渋滞対策を推進する。

#### ⑥ ダブル連結トラックの導入促進（国+高速会社+民間企業）

1台で通常の大形トラック2台分の輸送や、走行時のCO<sub>2</sub>排出量の約4割削減が可能な「ダブル連結トラック」の導入を促進する。また、ダブル連結トラックの通行区間やSA・PAの優先駐車マスの拡充など、利用環境の整備を推進する。

今後、本政策集をたたき台として、政府計画（地球温暖化対策計画等）等を踏まえながら、道路管理者協働のもとでの脱炭素の取組をブラッシュアップしていく。

## 4. 今後の展開

道路分野において、脱炭素化・GXの観点で特に期待されているのは、次世代自動車普及に伴い必要になる給電施設や電力需要増に対応する再エネ発電施設の設置場所としての役割である。一方で、これらの施設を設置するにあたっては、道路構造上の基準等に適合する施設でなければならない。仮に基準が十分に整備できておらず、設置判断がつかない場合は、基準の整

備が必要である。その点では、EV 給電施設や再エネ発電施設特に太陽光発電施設については、道路区域に設置は可能であり、実際に設置が進められてはいるものの、全ての区域で設置判断が明確に行える基準となっているとは断言しがたい。

近年、民間企業を中心に、脱炭素に資する設備の技術開発が進展しており、例を挙げると、EV 給電施設で言えば非接触型の給電設備、太陽光発電施設で言えば路面に設置する太陽光発電設備、軽量で柔軟という特徴を有しこれまで設置が困難であった場所での導入ポテンシャルがある次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）などがある。これらの技術を最大限活用していくことによる、脱炭素化・GX 推進が期待されているところであり、道路分野の脱炭素化・GX への貢献という観点から、これら新しい技術の道路空間での活用可能性については積極的に検討が必要である（写真—1、2）。



千葉県柏市での実証試験（東京大学藤本研究室）  
写真—1 走行中給電

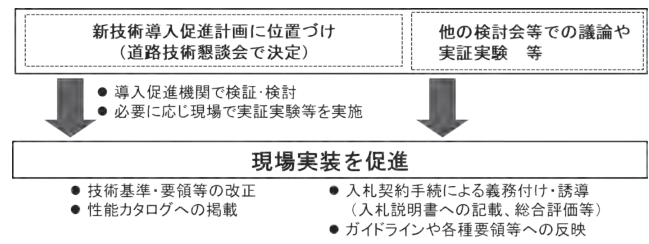


写真—2 路面太陽光発電（左）、ペロブスカイト太陽電池（右）

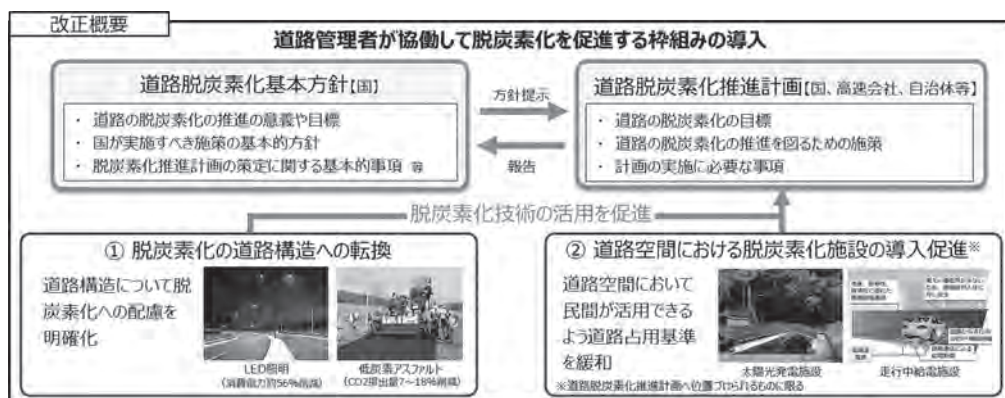
そこで、道路局では、道路分野における新技術の活用及び技術開発の促進、並びにそれらに資するデジタル化等の基盤整備に係る検討にあたって助言を行う「道路技術懇談会（座長：東北大学大学院教授 久田真氏）」にてご議論いただき策定する新技術導入促進計画において、「EV 普及に向けた給電インフラに関する技術（期間：R6-8d）」、「実装に向けた路面太陽光発電技術（期間：R7-9d）」を位置づけている。計画に位置づけられた技術については、リクワイヤメントの視点を示して民間企業より技術を公募し、実証実験を行った上で、適宜技術基準等に反映することとしており、前述した脱炭素技術のうち、上記2技術について、実証を行うこととしている（図—6）。

道路分野としては、道路整備・管理といった、道路管理者自らの事業活動によるCO<sub>2</sub>排出量削減をこれまで以上に推進していく必要がある。一部の道路管理者においては、自主的に計画を定めるなどして、道路の脱炭素化を進めてきたところではあるが、前述の政策集で掲げた「協働による2030重点プロジェクト」をはじめとする取組の実効性をさらに高めるため、国と高速道路会社や地方自治体等の道路管理者が協働して脱炭素化を促進する枠組みを導入するとともに、各道路管理者の脱炭素技術の活用を促進すること等を盛り込んだ、改正道路法が2025年4月に成立・公布された。

今後、改正道路法に基づき、国土交通大臣が道路の



図—6 道路における新技術導入の流れ



図—7 道路法改正概要（道路の脱炭素化）

脱炭素化の推進に関する基本的な方針である「道路脱炭素化基本方針」を策定し、各道路管理者は、道路脱炭素化基本方針に即して、その管理する道路の脱炭素化の推進に関する計画である「道路脱炭素化推進計画」を策定する。これらの取組により、道路の脱炭素化を推進する（図—7）。

## 5. おわりに

社会情勢の変化によって、道路の果たす役割も変化していかなければならないと考えている。これまで、道路の役割として、ネットワークの機能が最も注目されてきたところであるが、今後の道路の役割とし

て、脱炭素化・GXへの貢献といった新たな機能が発揮されるように、前述した政策集等を踏まえ取組を推進し、道路分野も2050年カーボンニュートラルにしっかり貢献していきたい。

J|C|M|A

### 【筆者紹介】

酒匂 一樹（さこう かずき）  
国土交通省  
道路局 環境安全・防災課  
課長補佐



## 行政情報

## 地球温暖化対策計画の改定

## 2050年ネット・ゼロの実現に向けた直線的な経路に沿った新たな温室効果ガス削減目標

環境省 地球環境局総務課 脱炭素社会移行推進室

政府は、本年2月18日に、新たな温室効果ガス削減目標を設定するとともに、その裏付けとなる地球温暖化対策計画を改定した。

削減目標については、2030年度に温室効果ガスを2013年度比で46%削減し、さらに50%の高みに向け挑戦を続けていくとの従来目標を堅持しつつ、2050年ネット・ゼロ（カーボンニュートラル）の実現に向けた直線的な経路にある野心的な目標として、2035年度に60%、2040年度に73%削減を目指す、新たな削減目標を設定した。

この目標の実現に向け、GX政策と協調して、地球温暖化対策計画に位置付けた対策・施策を推進し、排出削減と経済成長の両立を図りながら、2050年ネット・ゼロの実現に向けて弛まず着実に歩んでいくこととしている。

キーワード：気候変動、脱炭素、ネット・ゼロ（カーボンニュートラル）、地球温暖化対策計画、温室効果ガス削減、吸収源

## 1. 計画改定の背景及び経緯

## (1) 計画改定の背景

我が国は、2020年10月に「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル（ネット・ゼロ）を目指す」ことを宣言し、2021年4月に「2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指すし、さらに、50%の高みに向けて挑戦を続けていく」ことを表明した。これを受けて、2021年10月には、我が国の温室効果ガス削減目標の実現に向けた総合的な実施計画である「地球温暖化対策計画」及び、2050年ネット・ゼロ実現に向けた基本的考え方、ビジョン等を示す「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」を閣議決定するとともに、我が国の温室効果ガス削減目標である「日本のNDC（国が決定する貢献）」を国連に提出した。

このうち地球温暖化対策計画については、策定から3年を経過したことから、地球温暖化対策の推進に関する法律の規定等に従い、同計画に定められた目標及び施策等について検討を加える必要が生じた。

また、2023年11月～12月に開催された気候変動枠組条約第28回締約国会議（COP28）においては、パリ協定（2015年12月のパリにおけるCOP21で採

択され、2016年11月に発効した、全ての国が温室効果ガス排出削減等の気候変動の取組に参加する枠組み）の実施状況を検討し、世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をすること等の、パリ協定の長期目標の達成に向けた全体としての進捗を評価する仕組みである「グローバル・ストックテイク」について、初めての決定が採択された。決定文書には、パリ協定の1.5℃目標達成のための緊急的な行動の必要性、2025年までの世界全体の排出量のピークアウト、全ての部門・全ての温室効果ガスを対象とした排出削減目標の策定、各国ごとに異なる道筋を考慮した分野別貢献などが明記された。そのうえで、各国は、これらの成果を踏まえつつ、2025年2月までに、新たな「NDC（国が決定する貢献）」の提出を求められた。

## (2) 計画改定の経緯

このような状況も踏まえ、2024年6月から、産業界、学术界、地方公共団体、労働組合、NGO等を含む様々なステークホルダーの参画を得て開催した、環境省・経済産業省による合同審議会の場合において、新たな削減目標を含む地球温暖化対策計画の見直しに向けた検討を開始し、同年12月までに9回にわたって御議論いただいた。特に、12月に開催された3回においては、

新たな削減目標のあり方を中心に、合計約 10 時間にわたる集中的な議論がなされた。

その後、パブリックコメント、政府の地球温暖化対策推進本部における決定のプロセスを経て、2025 年 2 月 18 日に、新たな削減目標を含む地球温暖化対策計画の閣議決定に至った。政府では、地球温暖化対策計画の見直しの検討を、エネルギー基本計画及び GX2040 ビジョンの検討と一体的に進めてきたところであり、これらについても同日に閣議決定された。

## 2. 温室効果ガスの排出削減・吸収の量に関する目標

### (1) 新たな削減目標

前述のとおり、我が国は、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち、2050 年ネット・ゼロの実現を目指すとともに、2050 年目標と整合的で野心的な目標として、2030 年度に温室効果ガスを 2013 年度から 46% 削減することを目指し、さらに、50% の高みに向けて挑戦を続けていくことを表明し、改定前の地球温暖化対策計画にこの目標を位置付けている。

今般改定した地球温暖化対策計画では、この目標を堅持するとともに、世界全体での 1.5℃ 目標と整合的で、2050 年ネット・ゼロの実現に向けた直線的な経路にある野心的な目標として、2035 年度、2040 年度に、温室効果ガスを 2013 年度からそれぞれ 60%、73% 削減することを目指すこととする新たな削減目標を設定した (図一 1 参照)。

この 2035 年度及び 2040 年度における目標は、基準

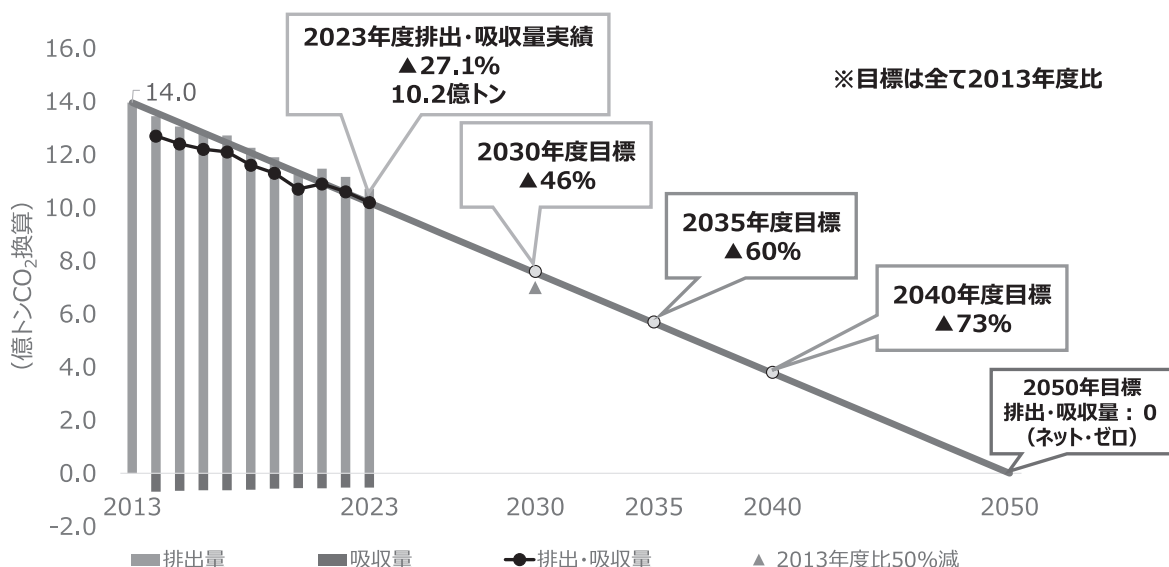
年である 2013 年度からのフォアキャスト及び長期的に目指している 2050 年ネット・ゼロからのバックキャストの両面から、2050 年ネット・ゼロ実現に向けた我が国の明確で直線的な経路を示すものである。2050 年ネット・ゼロを実現するために必要となる技術革新及びその社会実装並びに必要な資源の供給量及び価格等、様々な不確実性が非常に大きい中、その実現は容易ではないが、官民が、予見可能性を持って、排出削減と経済成長の同時実現に向けて取組を進めるため、野心的な目標として、この目標を設定した。

また、我が国においては、上述の温室効果ガス排出・吸収量全体の目標に加えて、温室効果ガス別及び吸収源等のその他の区分ごとの目標・目安も設定している (図一 2 参照)。

### (2) 我が国の温室効果ガス排出・吸収量の推移

なお、地球温暖化対策計画改定後の 2025 年 4 月 25 日には、2023 年度の我が国の温室効果ガス排出・吸収量を公表した。これによると、2023 年度の我が国の温室効果ガス排出・吸収量は約 10 億 1,700 万トンとなり、2013 年度比で 27.1% の減少、2022 年度比では 4.2% の減少で、過去最低値を記録した。

このように、目下、我が国の温室効果ガス排出・吸収量は、2050 年ネット・ゼロの実現に向け順調な減少傾向にあるが、その要因としてはエネルギー消費量の減少や電力の低炭素化に加え、産業部門における生産量の減少等も挙げられる。排出削減と経済成長の同時実現を図りつつ、2050 年ネット・ゼロの実現に向けた直線的な経路を弛まず着実に歩んでいくことは、決して容易なものではなく、全ての社会経済活動にお



図一 1 我が国の削減目標と 2050 年ネット・ゼロに向けた進捗

【単位：100万t-CO<sub>2</sub>、括弧内は2013年度比の削減率】

	2013年度実績	2030年度 (2013年度比) ※1	2040年度 (2013年度比) ※2
温室効果ガス排出量・吸収量	1,407	760 (▲46%※3)	380 (▲73%)
エネルギー起源CO <sub>2</sub>	1,235	677 (▲45%)	約360~370 (▲70~71%)
産業部門	463	289 (▲38%)	約180~200 (▲57~61%)
業務その他部門	235	115 (▲51%)	約40~50 (▲79~83%)
家庭部門	209	71 (▲66%)	約40~60 (▲71~81%)
運輸部門	224	146 (▲35%)	約40~80 (▲64~82%)
エネルギー転換部門	106	56 (▲47%)	約10~20 (▲81~91%)
非エネルギー起源CO <sub>2</sub>	82.2	70.0 (▲15%)	約59 (▲29%)
メタン (CH <sub>4</sub> )	32.7	29.1 (▲11%)	約25 (▲25%)
一酸化二窒素 (N <sub>2</sub> O)	19.9	16.5 (▲17%)	約14 (▲31%)
代替フロン等4ガス	37.2	20.9 (▲44%)	約11 (▲72%)
吸収源	-	▲47.7 (-)	▲約84 (-) ※4
二国間クレジット制度 (JCM)	-	官民連携で2030年度までの累積で1億t-CO <sub>2</sub> 程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。	官民連携で2040年度までの累積で2億t-CO <sub>2</sub> 程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。

※1 2030年度のエネルギー起源二酸化炭素の各部門は目安の値。  
 ※2 2040年度のエネルギー起源二酸化炭素及び各部門については、2040年度エネルギー需給見通しを作成する際に実施した複数のシナリオ分析に基づく2040年度の最終エネルギー消費量等を基に算出したもの。  
 ※3 さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく。  
 ※4 2040年度における吸収量は、地球温暖化対策計画第3章第2節3. (1)に記載する新たな森林吸収量の算定方法を適用した場合に見込まれる数値。

図一 温室効果ガス別の排出削減・吸収量の目標・目安

いて脱炭素を主要課題の一つとして位置付け、持続可能で強靱な社会経済システムへの転換を進めることが不可欠である。

### 3. 目標実現のための対策・施策等

前項で示した目標の実現に向けて、産業構造、インフラ、国民のライフスタイルといったあらゆる面での変革が必要である。政府、地方公共団体、企業、国民一人一人に至るまでの全ての主体の参加・連携を確保しつつ、徹底した省エネルギーの推進、再生可能エネルギーや原子力などの脱炭素電源の最大限の導入・利用、公共部門や地域の脱炭素化、脱炭素型ライフスタイルへの転換等の需要家側の取組など、あらゆる分野で、でき得る限りの取組を進めていく。

2035年度、2040年度目標の実現に向けては、既に利用可能な技術・設備の導入拡大を加速しつつ、2050年ネット・ゼロを実現するために必要となる技術革新及びその社会実装並びに必要な資源の供給量及び価格等について、不確実性が非常に大きいことを認識しつつ、「バックキャストिंग」の考え方も踏まえ、上述の2030年度目標の実現に向けた対策を継続・強化することはもとより、現状の制度や技術にとらわれず、創造的に対策の検討、導入及び実施を進める。対策については、実効性の高いフォローアップの実施を

通じ、不断に具体化を進めるとともに、実現可能性や費用対効果等も踏まえ柔軟な見直しを図る。

地球温暖化対策計画並びに同関連資料2及び3においては、目標の実現に向けた対策・施策を、ガス別・部門別に、体系的に位置付けており、以下では、それらの対策・施策の全体像を概観する(図一3参照)。

#### (1) エネルギー分野

エネルギー分野においては、化石エネルギーへの過度な依存からの脱却を目指し、需要サイドにおける徹底した省エネルギー、製造業の燃料転換などを進めるとともに、供給サイドにおいては、再生可能エネルギー、原子力などエネルギー安全保障に寄与し、脱炭素効果の高い電源を最大限活用することとしている。

特に、脱炭素電源の拡大に向けては、電源構成について、エネルギー安定供給と脱炭素を両立する観点から、再生可能エネルギーを主力電源として最大限活用するとともに、特定の電源や燃料源に過度に依存しないようバランスのとれた構成を目指していく。具体的には、再生可能エネルギーについて、S+3E(安全、安定供給、経済効率性、環境適合)を大前提に、主力電源化を徹底する。原子力発電については、安全性の確保を大前提に、必要な規模を持続的に活用していく。火力発電については、トランジション手段としてLNG火力の確保を燃料の確保と併せて進めるととも

- 削減目標達成に向け、エネルギー基本計画及びGX2040ビジョンと一体的に、主に次の対策・施策を実施。
- 対策・施策については、フォローアップの実施を通じて、不断に具体化を進めるとともに、柔軟な見直しを図る。

### 《エネルギー転換》

- 再エネ、原子力などの脱炭素効果の高い電源を最大限活用
- トランジション手段としてLNG火力を活用するとともに、水素・アンモニア、CCUS等を活用した火力の脱炭素化を進め、非効率な石炭火力のフェードアウトを促進
- 脱炭素化が難しい分野において水素等、CCUSの活用

### 《地域・暮らし》

- 地方創生に資する地域脱炭素の加速（地域脱炭素ロードマップ）  
→2030年度までに100以上の「脱炭素先行地域」を創出等
- 省エネ住宅や食品ロス削減など脱炭素型の暮らしへの転換
- 高断熱窓、高効率給湯器、電動商用車やペロブスカイト太陽電池等の導入支援や、国や地方公共団体の庁舎等への率先導入による需要創出
- Scope3排出量の算定方法の整備などバリューチェーン全体の脱炭素化の促進

### 《産業・業務・運輸等》

- 工場等での先端設備への更新支援、中小企業の省エネ支援
- 電力需要増が見込まれる中、半導体の省エネ性能向上、光電融合など最先端技術の開発・活用、データセンターの効率改善
- 自動車分野における製造から廃棄までのライフサイクルを通じたCO<sub>2</sub>排出削減、物流分野の脱炭素化、航空・海運分野での次世代燃料の活用

### 《横断的取組》

- 「成長志向型カーボンプライシング」の実現・実行
- 循環経済（サーキュラーエコノミー）への移行  
→再資源化事業等高度化法に基づく取組促進、「廃棄物処理×CCU」の早期実装、太陽光パネルのリサイクル促進等
- 森林、ブルーカーボンその他の吸収源確保に関する取組
- 日本の技術を活用した、世界の排出削減への貢献  
アジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）の枠組み等を基礎として、JCMや都市間連携等の協力を拡大

図一 地球温暖化対策計画（2025年2月18日閣議決定）に位置付ける主な対策・施策

に、水素・アンモニア、CCUS等を活用した火力の脱炭素化について、技術開発やコストなどを踏まえて時間軸や排出量にも留意し、事業者の予見可能性を確保しながら進めていく。また、非効率な石炭火力のフェードアウトを促進する。

加えて、電化が困難であるなど、脱炭素化が難しい分野における脱炭素化を推進するため、天然ガスなどへの燃料転換に加え、水素等（水素、アンモニア、合成燃料及び合成メタン）や二酸化炭素の回収・有効利用・貯留（CCUS）などを活用した対策を進めていく。

#### （2）産業・業務・運輸分野

産業・業務・運輸分野においては、各部門における徹底した省エネルギー化や、燃料転換・電化・非化石転換等の取組を位置付けている。

具体的には、分野横断的な取組として、産業界による自主行動計画の着実な実施と評価・検証、産業部門における、工場等での先端設備への更新支援や中小企業の省エネ支援、業務部門における、データセンターの効率改善や建築物の脱炭素化、運輸部門における、自動車のライフサイクルを通じたCO<sub>2</sub>排出削減、物流分野の脱炭素化や航空・海運分野での次世代燃料の活用等の対策を進めていく。

#### （3）地域・暮らし分野

地域・暮らし分野においては、地方創生に資する地

域脱炭素の取組の加速や、脱炭素型ライフスタイルへの転換等を位置付けている。

地域脱炭素については、2025年度までに、少なくとも100か所の地域で脱炭素先行地域を選定し、地方創生に資する脱炭素化の先行的な取組を2030年度までに実現するとともに、脱炭素の基盤となる重点対策を全国実施すること等により、地域・暮らしに密着した地方公共団体が主導する地域脱炭素の取組を更に加速化していく。

また、脱炭素型ライフスタイルへの転換については、新たな国民運動である「デコ活」（脱炭素につながる新しい豊かな暮らしを創る国民運動）の推進等を通じて、国民の地球温暖化対策に対する理解と協力への機運の醸成や消費者行動の活性化等につなげ、衣食住・職・移動・買物など、生活全般にわたる将来の暮らしの全体像を提案するとともに、ナッジ等の行動経済学の知見等を活用し、脱炭素につながる豊かな暮らし創りを後押しする。特に、断熱リフォーム等の住宅の省エネルギー化、高効率給湯器の普及、次世代自動車の社会実装等を重点的に後押ししていく。

#### （4）横断的取組

横断的取組としては、「成長志向型カーボンプライシング」の実現・実行、循環経済（サーキュラーエコノミー）への移行、GX市場の創造、次項で詳述する森林やブルーカーボンといった吸収源の確保や、世界

の排出削減への貢献等を位置付けている。

2023年5月に成立したGX推進法及び同法に基づくGX推進戦略において、排出量取引制度及び化石燃料賦課金を含む「成長志向型カーボンプライシング」を実現・実行することとしている。現在自主的な枠組みであるGXリーグにおいて試行的に実施している排出量取引制度については、2026年度より本格稼働することとしており、一定以上の排出を行う企業を制度の対象とし、業種特性及びトランジション期の取組等を考慮して策定された政府指針を踏まえた削減目標の設定、効率的な排出削減を求めていくこととなる。制度の本格稼働に向け、引き続き法制化や関連政省令の整備等に取り組んでいく。

循環経済については、気候変動の観点からは資源循環の取組を進めることで、製造業、貨物の運輸、工業プロセス、製品の使用、廃棄物等の部門由来の排出量の削減に貢献できることから、第五次循環基本計画に基づき関連する取組を促進する。

GX市場の創造については、カーボンフットプリント及び排出削減量に着目した指標を活用した環境価値の見える化などによるGX製品需要の創出、公共部門による率先したGX製品の調達等を推進する。

また、世界の排出削減への貢献については、これまでに築いてきた信頼関係やアジア・ゼロエミッション共同体(AZEC)の枠組み等を基礎として、二国間クレジット制度(JCM)や都市間連携等の相手国との協働に基づく協力を拡大するとともに、我が国の強みである技術力を活かして、脱炭素市場の創出・人材育成・制度構築等の更なる環境整備を進めること等により、環境性能の高い技術・製品等のビジネス主導の国際展開を促進し、アジア地域を始めとする世界の排出削減・吸収に最大限貢献していく。

#### 4. 吸収源対策

ここでは、前項で概観した対策・施策のうち、2050年ネット・ゼロの実現に不可欠な吸収源対策について、詳述する。

2050年ネット・ゼロ実現を目指すうえで、電化や水素等を活用した非化石転換では脱炭素化が困難な分野がなお残ることから、温室効果ガスの排出を完全にゼロにすることは現実的ではなく、ブルーカーボン、森林、バイオ炭、風化促進等の炭素除去(CDR)技術を活用した吸収源対策の実施が必要不可欠である。近年、自国が持つ自然環境等を活かしながら、吸収源由来のクレジットの取引を通じた新産業創出に向けた

取組事例も見られており、吸収源対策は、地域の自然状況や第一次産業を中心とする既存産業を活かしつつ、新たな産業創出の可能性がある取組と言える。我が国においても、前述のとおり2026年度からの排出権取引制度の本格稼働を控えており、CDR等の技術を活用して新たな吸収源対策の拡充やクレジット化を図っていくことが重要となっている。

我が国における現時点での吸収源対策としては、森林吸収源、農地土壌炭素吸収源、都市緑化、ブルーカーボン(海洋生態系によって吸収・固定される二酸化炭素由来の炭素)、CO<sub>2</sub>吸収型コンクリート等の対策があり、2023年度における吸収量の実績は、前年度とほぼ同量の合計約5,370万トン(2022年度は約5,380万トン)となり、我が国の温室効果ガス排出・吸収量の削減に大きく貢献している。

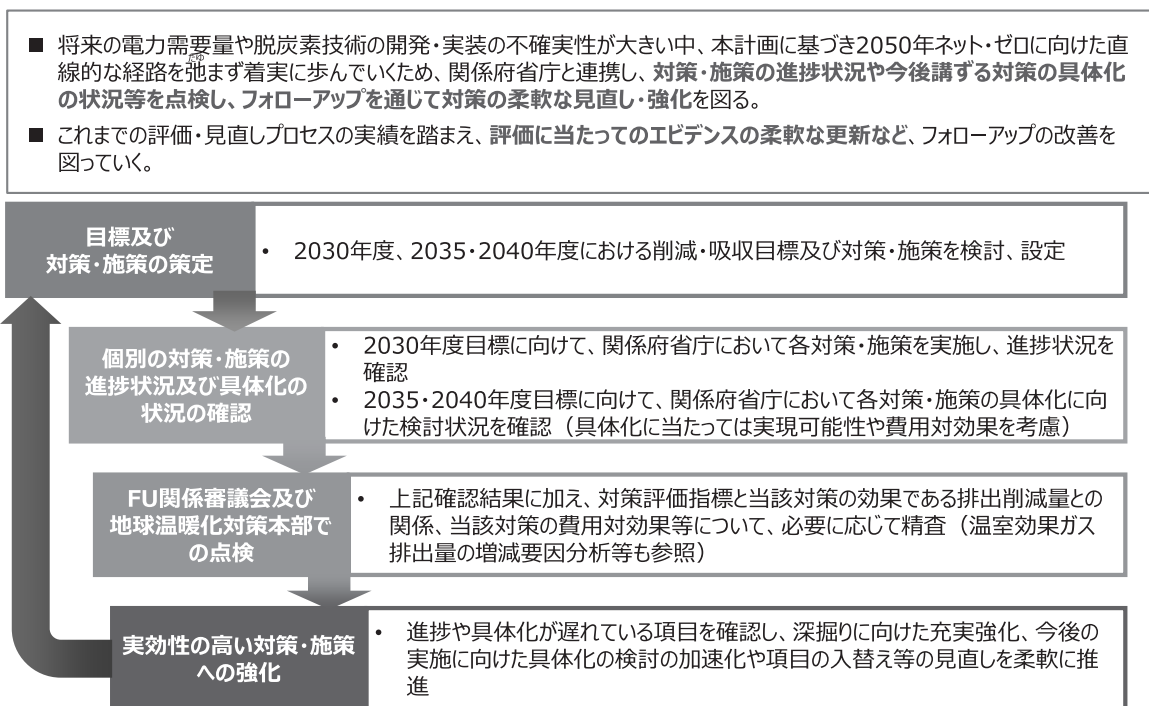
今後、新たな吸収源としての期待が大きい沖合のブルーカーボンについては、海藻を生産・育成することで、温室効果ガスを吸収し、深海に貯留・固定し、吸収量として算定・評価する取組の可能性の検討を、バイオ資源としての利用も図りつつ進めるため、漁業の利用実態を考慮した海域利用の在り方、大規模藻場造成・深海域への沈降等の技術開発、モニタリングによる海洋環境への影響等の把握などについて、関係省庁連携や官民連携による推進体制を構築し、検討を進めることとしている。

また、CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートについては、温室効果ガスの吸収・固定量の算定方法について、一部を除き確立していないことから、これらの算定方法を確立し、我が国の温室効果ガス排出・吸収目録(インベントリ)への反映を進めるとともに、技術開発、J-クレジット化の検討や公共調達の拡大等を進めていくこととしている。

#### 5. 進捗管理(フォローアップ)の強化

前述のとおり、将来の電力需要量や脱炭素技術の開発・実装の不確実性が大きい中、本計画に基づき、2050年ネット・ゼロの実現に向けた直線的な経路を弛まず着実に歩んでいくためには、地球温暖化対策計画のフォローアップを通じて対策の柔軟な見直し・強化を図り、創造的に地球温暖化対策を実施することが必要不可欠である。

そこで、毎年度、関係府省庁における審議会や地球温暖化対策推進本部(内閣総理大臣が本部長、全閣僚がメンバー)において、個別の対策・施策の進捗状況や今後講ずる対策の具体化の状況等のフォローアップ



図一 4 進捗管理（フォローアップ）の強化

を行うこととしている。この計画の継続的なフォローアップを通じて、進捗が遅れている項目の確認や、具体化ができていない項目の確認を行い、対策・施策の柔軟な見直し・強化・具体化を図ることで、より実効性の高い対策・施策への強化を図っていくこととしている（図一 4 参照）。

## 6. おわりに

気候変動は人類共通の待ったなしの課題であり、全ての国の取組が重要である。2025年1月に米国はパリ協定からの脱退を表明したが、我が国としては2050年ネット・ゼロの実現に向け順調な減少傾向にある我が国の温室効果ガス排出・吸収量の実績を世界に示しつつ、パリ協定の運用を通じて、1.5℃目標の達成に向けた世界全体の気候変動対策の野心を向上する議論に積極的に貢献していく。また、改定地球温暖化対策計画やGX2040ビジョン等に基づき、脱炭素と経済成長の同時実現に向け、揺らぐことなく気候変動対策に取り組んでいく。

新たな削減目標の実現のためには、政府・地方公共団体、企業、国民が目標を共有し、実現に向けて行動することが重要である。目標の実現に向けた対策・施策について、関係省庁が連携しながら推進するとともに、フォローアップを通じて柔軟な見直し・強化を図ることで、着実に実施していく。また、AZECや

JCM等の枠組みを活用しつつ、アジアを始めとする世界全体の排出削減にも積極的に貢献していく。

読者の皆様におかれても、地方公共団体、企業や国民といったそれぞれの立場から、2050年ネット・ゼロの実現に向けた取組への御協力をお願い申し上げます。

なお、前述のとおり、政府では、地球温暖化対策計画の見直しの検討を、エネルギー基本計画及びGX2040ビジョンの検討と一体的に進めてきたところであり、これらについても同日に閣議決定されている。エネルギー基本計画では、エネルギー政策についての今後の政策の方向性を提示するとともに、2040年度のエネルギー需給構造（再エネや原子力などの比率（電源構成）、エネルギー自給率など）等を位置付けている。また、GX2040ビジョンでは、脱炭素投資を促すため、2040年頃を目指すべきGX産業構造、GX産業立地政策の方向性を提示するとともに、カーボンプライシングの具体策などGX市場創造等を位置付けている。これらの文書についても、併せて参照されたい。

JCMA

【筆者紹介】  
環境省  
地球環境局総務課  
脱炭素社会移行推進室

# SEP 船「BLUE WIND」を活用した 洋上風力発電所の建設

坂本 憲 哉

清水建設㈱は、日本の洋上風力発電事業の推進に向けて、専用の施工船として自航式 SEP 船「BLUE WIND」を建造した。本船は、国内初となる 2,500 トン吊クレーンを搭載し、大型風車の設置を可能とするものである。本稿では、「BLUE WIND」(以下、当自航式 SEP 船)の開発背景、仕様、訓練運用、施工実績を紹介するとともに、洋上風力発電所建設における同船の有効性と今後の展望について述べる。

キーワード：洋上風力発電、自航式 SEP 船、BLUE WIND、施工技術、再生可能エネルギー

## 1. はじめに

政府は 2025 年 2 月 18 日に第 7 次エネルギー基本計画を閣議決定し、2040 年度までに再生可能エネルギーの比率を全体の 40～50%程度に引き上げる目標を掲げた。

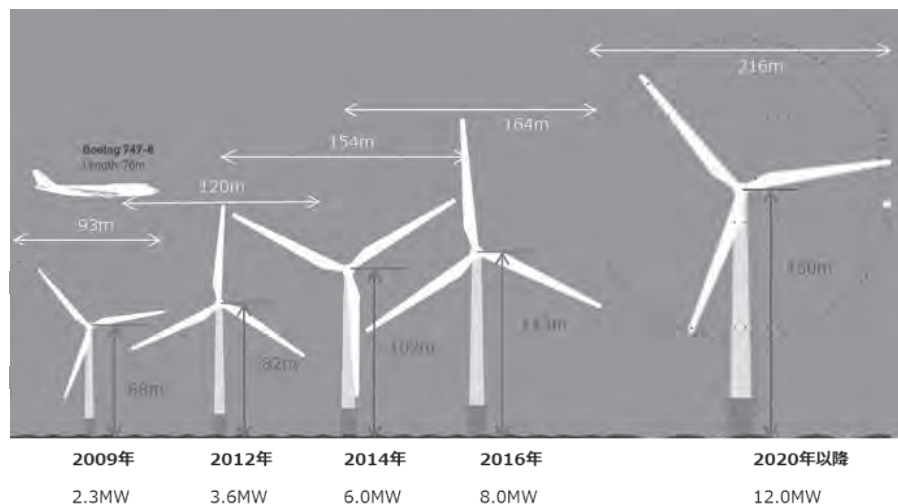
この計画では、太陽光発電の比率を全体の 23～29%程度、風力発電を 4～8%程度とする目標が示されている。洋上風力発電は、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた重要な役割を果たすと位置づけられており、特に洋上風力発電の導入拡大が期待されており、海外の洋上風力市場では、事業性の一層の向上を図るために、風車の急速な大型化が進んでいる。現在までは設備容量 8～10 MW クラスが主流であったが、洋上風力プロジェクトを推進する事業者の多く

が、既に 15 MW クラス以上の風車の据え付け施工が始まっており、我が国においても同サイズによる計画が進められている(図—1)。

## 2. 洋上風力向け SEP (Self Elevation Platform) 船の建造

洋上風力発電市場において、SEP (Self-Elevating Platform: 自己昇降式作業船) は風車の建設作業に欠かせない存在となっている。特に欧州諸国では、2010 年代以降に多数の SEP 船が建造され、現在も中型クラスの船舶が稼働を続けているが、風車の大型化や施工環境の多様化に対応するため、より高性能かつ大型の SEP 船の新造が進められている。

国際的には、Cadeler, DEME Offshore, Fred, Olsen



図—1 洋上風車の大型化の流れ

Windcarrier, Van Oord, Jan De Nul, Seaway7 といった欧州企業が多く、SEP 船を保有・運航しており、施工技術の蓄積と保有船の性能により、世界市場において優れた競争力を誇っている。なお、海外ではこれらの SEP 船を「WTIV (Wind Turbine Installation Vessel)」と呼称することが一般的であり、必ずしも自己昇降機能を有しないクレーン船も含まれる。また、ジャッキアップ構造を有する船舶については「ジャッキアップ・ベッセル (Jack-up Vessel)」という専門的な呼称が用いられることが多い。

このような国際的な潮流と国内の建設需要の高まりを受け、次世代の洋上風力発電施設の建設を支える新たな当自航式 SEP 船(写真—1)の建造に着手した。当自航式 SEP 船は、従来の SEP 船には見られなかった最新技術を多数搭載しており、2,500 トンという国内最大クラスの揚重能力を持つメインクレーンを中心に、各種機能が高度に統合された高性能作業船である。

本船は、自走可能な推進システムを有するだけでなく、レグ(昇降脚)とジャッキングシステムを用いて、作業時には船体を海面上に持ち上げる(ハルアップ)ことが可能な構造となっている。ハルアップ状態では、波浪の影響を受けず、安定した作業環境が確保されるため、風車の基礎施工や据え付けといった、ミリ単位の精度が求められる作業を安全かつ効率的に実施することができる。

設計においては、世界的な実績を有する GustoMSC 社のデザインが採用され、船体の安定性、揚重性能、海上での運用信頼性において高い水準を実現している。GustoMSC 社が手がけた自航式 SEP 船の設計は、従来の洋上風力発電施工の常識を覆し、作業の効率性と安全性を飛躍的に向上させている。加えて、この設計を採用しつつ、建造自体を日本国内で実施することで、国内の造船技術向上や雇用創出にも貢献した。さ



写真—1 自航式 SEP 船

らに、最新のダイナミックポジショニングシステム(DPS)や高精度なジャッキング制御技術の導入により、施工中の安全性と環境負荷の低減を両立させている。

現在、日本国内では、大手建設会社を中心に SEP 船の整備・導入が加速している。これまでに4隻の SEP 船が竣工し、さらに既存船を改造する形で2隻の追加導入が予定されている。これらの動きは、洋上風力発電施設建設の需要増加に対応する施工能力強化を目的としたものである。具体的には、五洋建設が保有する800トン吊り「CP-8001」(2019年建造)、PKY マリン(五洋建設・鹿島建設・寄神建設の3社共同出資)が保有する1,600トン吊り「CP-16001」(2023年建造)、清水建設の2,500トン吊り「BLUE WIND」(2022年建造)、大林組と東亜建設工業が共同保有する1,250トン吊り「柏鶴」(2023年建造)などが稼働している。

また、今後の導入予定としては、2014年建造の中古 SEP 船を改造した「JWFC SUNRISE (仮称)」がある。この船は戸田建設、熊谷組、西松建設、若築建設、岩田地崎建設、吉田組の6社が共同保有する予定であり、2025年3月に改造を完了、同年9月から本格稼働する見込みである。さらに、五洋建設は欧州大手の DEME Offshore と設立した Japan Offshore Marine (JOM) を通じ、DEME が保有する「Sea Challenger」のクレーン能力を1,600トンに増強し、日本国内での運用を予定している。

### 3. 当自航式 SEP 船の基本仕様

風車の大型化に伴い、以下の主要な設計条件を設定し、GustoMSC 社に基本設計の策定を依頼した。GustoMSC 社は NOV グループ傘下であり、世界中で建造中の洋上風力発電施設建設用 SEP 船の約80%を手掛けており、その実績と信頼性は非常に高く評価されている。

設計コンセプトは以下の通り。

- ① 8 MW 及び 12 MW 以上級の大型風車据え付けおよび基礎施工の両方に必要な能力を持つこと、さらにそれ以上の次世代大型風車への対応を視野に入れた能力の確保
- ② 日本船籍を前提とし、海外での操業も想定した外航船に準ずる仕様。国内外での運用に対応できる設計
- ③ 施工サイクルタイムの向上のため、推進システムを持った自航式の採用

### 4. 基本仕様

上記の設計条件を基に、次の基本仕様が決定された(図-2, 3)。

全長	142 m
全幅	50 m
総トン数	約 28,000 Tt
推進システム	5,000 馬力スラスタ x3 台 4,300 馬力スラスタ x3 台
Jacking System	ラック&ピニオン形式 (14,000 Tt/脚)
メインクレーン	1,250 Tt (伸長時: 揚程 158 m) 2,500 Tt (短縮時)
航行速度	11 ノット
DPS システム	DPS-B
デッキスペース	4,600 m <sup>2</sup>

対応水深	10 ~ 45 m (レグ長 90 m 時)
レグ長	90 m ※レグは 109 m まで延長可能
居住区	最大 130 名宿泊可能 ミーティングルーム 娯楽室, ジム 食堂, 医務室

#### (1) メインクレーン

当自航式 SEP 船の大きな特徴は、GustoMSC 社によって新たに開発された最大揚重能力 2,500 トンの設置型全旋回テレスコピック式クレーン(伸縮式ブーム)を搭載している点にある。このクレーンは、基礎施工に適したブームを格納したリトラクトモード(図-4)と、風車の据付工事に対応するためクレーン揚程を重視してブームを伸長したエクステンデッドモード(図-5)の二種類を使い分けることが可能である。伸長時には大型風車のタワーを一体で吊り上げるための

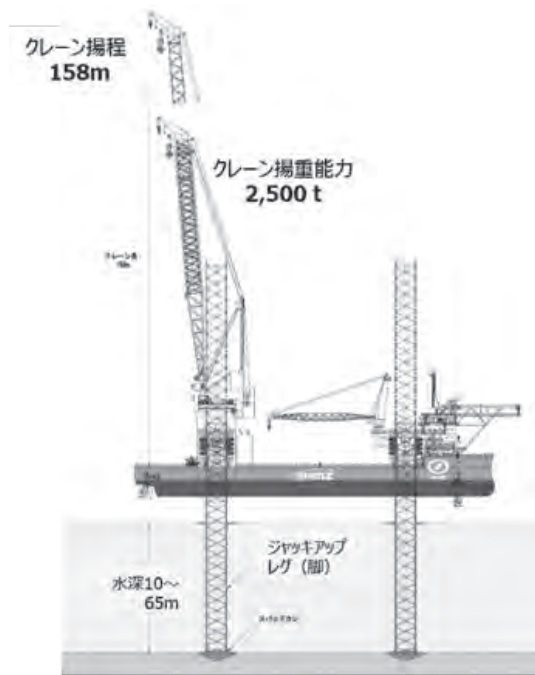


図-2 SEP 船の概要 (断面図)

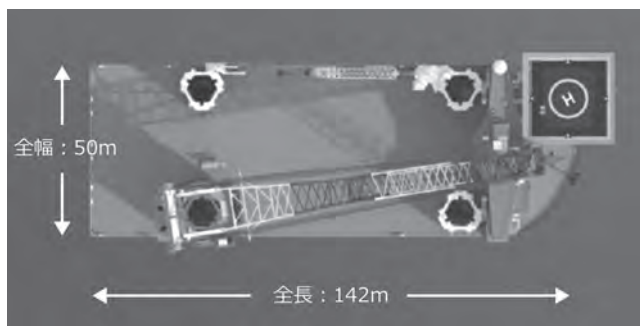


図-3 SEP 船の概要 (平面図)



図-4 基礎施工イメージ (リトラクトモード)



図-5 風車施工イメージ (エクステンデッドモード)

158 m の揚程を確保しつつ、基礎施工においては揚程を落としながらも 2,500 トンの大きな吊り能力を維持する設計となっている。

風車が大型化するにつれて、より重い基礎および高所へのナセル設置が求められる傾向にあるため、本クレーンはその両方のニーズに応えるべく設計された。ブームの伸縮は 30 分程度で変更可能であり、実案件においてもその機能を発揮している。

(2) タグラインシステム

ナセルやブレードといった風車部材据付の際には、海面上百数十メートル以上の高さで、ボルト孔を合わせる必要があり、吊荷の荷触れや方向制御が必要となる。船上のデッキ面積には限りがあり介錯ロープを使用しての制御は難しい。SEP 船では、タグラインシステムと呼ばれる荷ぶれ防止装置を用いるのが一般的であり当自航式 SEP 船のメインクレーンにもタグラインシステムが搭載されている。タグラインシステムには H と S と呼ばれる 2 種類のラインがあり、タグライン S はブームに固定された滑車を介して吊荷につながるが、タグライン H はガイドワイヤーを介して滑車がブームに沿って吊荷に追従するため水平方向にテンションを加えることができる。タグライン S と H がクレーン上に左右対称に据え付けられているため、最大 4 点での制御が可能となる。風車据え付けの際は、タグラインシステム操作者とクレーンオペレータの連携作業が重要となる (図-6)。

(3) 補助クレーン (Aux Crane)

当自航式 SEP 船にはメインクレーンとは別に、最大揚重能力 30 トンの補助クレーンが右舷船首側に搭載されている (写真-2)。稼働の際には、風車部材

のみでなく、その周辺機器として発電機、コンテナ、重機といった多数の資材を船のデッキ上に搭載する必要がある。メインクレーンはその大きさ故、旋回やブームの上げ下げに時間がかかるため、資機材の揚重作業を効率よく行うには補助クレーンが欠かせない。当自航式 SEP 船は右舷側に接岸を想定されているため、右舷側に補助クレーンを取り付けたが、他船では両舷に 2 台の補助クレーンを付けている例もみられる。メインクレーンの稼働を止めずに、その他の資機材搬入を平行して進めるためにも補助クレーンの活用が効率的な施工の鍵となる。

(4) ジャッキングユニット

当自航式 SEP 船の大きな特徴の一つに、海底へと突き刺さる 4 本のレグ (脚) を用いて船体を上下させることが可能なジャッキングシステムの搭載が挙げられる。このシステムには、ラック&ピニオン形式 (写真-3) が採用されており、鋼鉄製の歯が刻まれたレグに対し「ジャッキングユニット」と呼ばれる回転式ギアを噛み合わせ、その回転によってレグを正確に昇降させる構造となっている。



写真-2 30 トン吊 補助クレーン (Aux Crane)

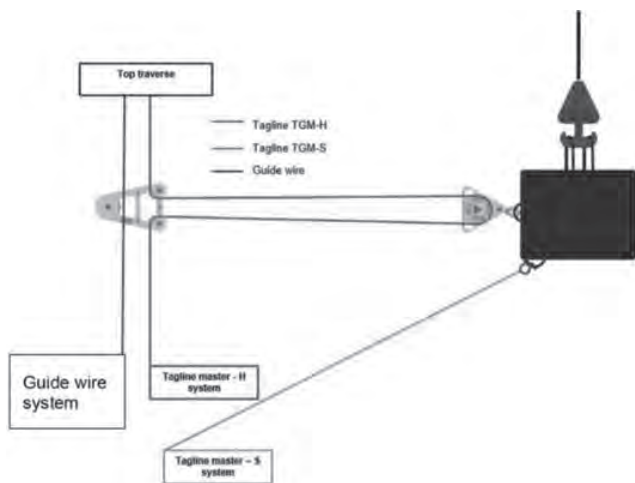


図-6 タグラインシステムの概要図



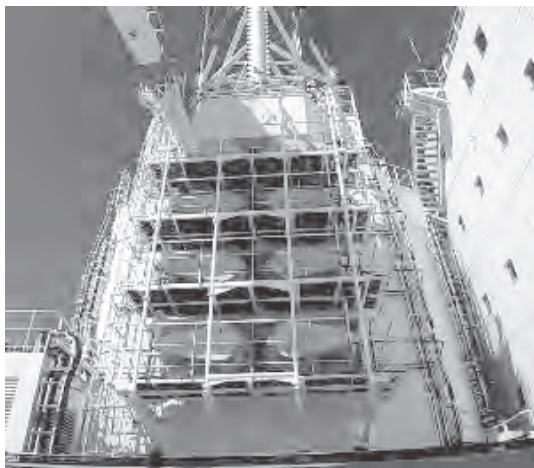
写真-3 ラック&ピニオン形式

当自航式SEP船では、1本のレグあたり24基、合計で96基のジャッキングユニットが搭載されており、これらを同時に駆動させることで、船体全体（総重量：約28,000トン）を波の影響を受けない高さまで安定して持ち上げることが可能となっている。この同時制御には極めて高い精度が求められ、各ユニットは連動制御されており、ミリ単位での船体水平維持が実現されている。また、駆動には高トルクに対応したモーターが使用されており、その動力はギアボックスを介して各ユニットへと伝達される。停止中には、モーターに内蔵された電磁式ブレーキ機構が作動し、船体の自重による不意の下降を防止するとともに、レグを所定の位置に安全に固定することができる（写真—4、図—7）。

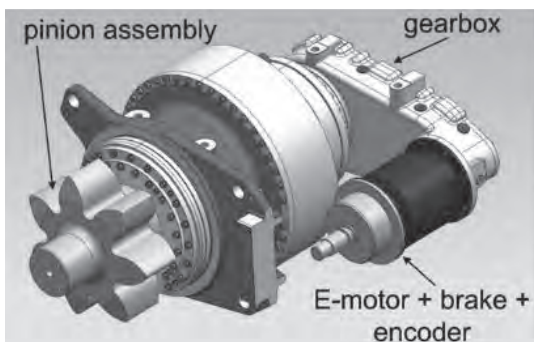
このように、ジャッキングシステムの高い制御性と信頼性により、洋上の厳しい気象・海象条件下においても、作業時の船体安定性が常に確保され、クレーン作業や設備据付といった高精度作業の信頼性が大幅に向上している。

(5) ポートランディング

洋上風力発電所建設工事においては、作業員の乗下



写真—4 ジャッキングユニット全景

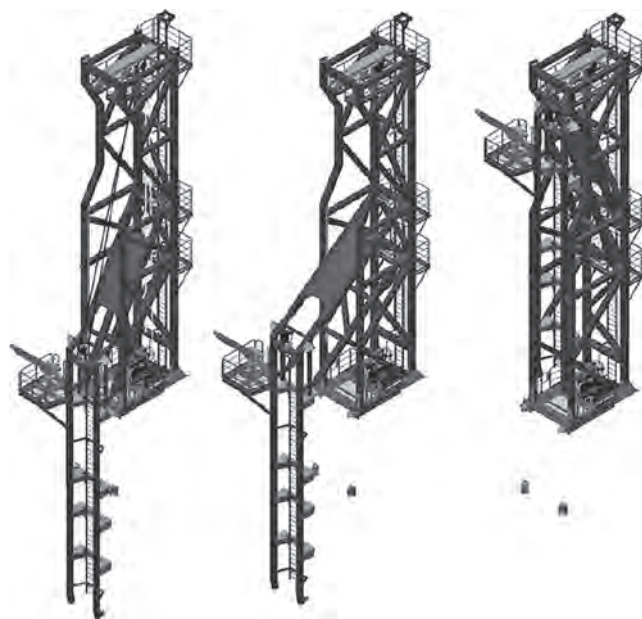


図—7 ジャッキングユニット概略図

船が安全かつ確実に行われることが求められる。特に、人員交代が予定通りに実施できない場合、労務管理上大きな問題となるだけでなく、作業の安全性や効率に直接的な影響を及ぼす。当自航式SEP船ではこの課題に対処するため、舷側にポートランディング設備を設置している（図—8）。これは、補助船からの乗降用に設計された鋼構造のプラットフォームであり、波浪の影響を受けにくい位置と構造により、乗員が安全に移動できるよう配慮されている。さらに、この設備は格納式となっており、航行中には水抵抗を最小限に抑える構造となっている。これにより、設備の破損リスクや航行性能への悪影響を避けることが可能であり、安全性と効率性を両立した設計が、安定した作業体制の確保に大きく貢献している。

(6) ギャングウェイ

風車建設工事中の乗員移動や物資搬入において、隣



図—8 ポートランディング（右から格納時、展開中、展開後）



写真—5 ギャングウェイ

接設備や岸壁との安全なアクセスが必要不可欠である。当自航式 SEP 船には、他船舶や洋上構造物へのアクセスを可能とする格納式ギャングウェイが装備されている（写真—5）。作業員はギャングウェイを通じて安全に移動が可能となり、クレーンやポートによる昇降に頼ることなく迅速なアクセスが確保されている。必要に応じて迅速に展開できるこの装置は、洋上作業の柔軟性を高めるとともに、安全性と作業効率の向上に大きく貢献している。

## 5. 習熟訓練

### (1) クレーンシミュレータートレーニング

自航式 SEP 船において 365 日 24 時間の運航体制を実現するためには交替人員も含めて約 50 名の船員が必要となる。一般商船に比べ圧倒的に経験者の少ない特殊な SEP 船運航に対して、実案件迄の限られた期間に当自航式 SEP 船の船員全員が十分な習熟期間を確保できるよう、早い段階から当自航式 SEP 船へ配乗する船員を確定し、忙しい現役船員の乗船・休暇スケジュールを考慮した綿密な習熟訓練日程を計画した。習熟訓練の例としては、

- ① 建造ヤード許可の下、メーカー FAT (Factory Acceptance Test) 立会
- ② 建造ヤードによる海上公試で 1 週間程度の航行立会
- ③ GustoMSC 社の技師や 2021 年に技術協力のアライアンスを締結した欧州 SEP 船運行会社の船長を当自航式 SEP 船へ講師として招聘
- ④ 引き渡し後の航海訓練、ジャッキング訓練やクレーン操作訓練、効率的な運航やメンテナンス等の習熟訓練

クレーンオペレータへの訓練は、実機操作訓練以外にも GustoMSC 社製のクレーンシミュレータを船内に配置し、実機訓練が出来ない期間にも有効な訓練機会を確保した。本シミュレーターはクレーン操作や各種アラームの対処方法に加え、様々な環境条件や風車サイズを設定でき、実案件に応じた実践的な訓練が可能である（写真—6）。

### (2) タグライントレーニング

洋上風力施工の特徴の一つであるタグラインシステムとメインクレーンの連携操作を実案件までに習熟するために海外からメーカー講師を招聘し、タグライン操作のトレーニングを実施した。メインクレーンを用いた風車部材模擬物の吊り上げ、港湾での積込作業といった訓練に加えて、タグラインシステムとの連携操



写真—6 クレーンシミュレーター



写真—7 タグライントレーニングの様子

作についてトレーニングの中で確認した（写真—7）。タグラインシステムは風車施工を行う上での鍵となる装置であり、施工のみに限らず、積込作業の際にも使用する。当自航式 SEP 船のメインクレーンの様なテレスコピックタイプにタグラインシステムが搭載されたケースは世界で初めてである。

## 6. 施工実績

当自航式 SEP 船は 2022 年 1 月の運用開始以降、国内外の洋上風力発電プロジェクトにおいて数多くの実績を重ねてきた。その高い性能と施工能力を活かした本船は、国内初の商用規模の大型風車建設を含む複数のプロジェクトに投入されており、計画通りの安全かつ高精度な施工に大きく寄与している。以下にその施工事例を紹介する。

### (1) 入善洋上風力発電所

入善町沖における着床式洋上風力発電プロジェクトでは、当自航式 SEP 船を活用し、基礎施工作業としてモノパイルの打設が行われた。この作業では、最大吊上能力が求められるため、メインクレーンをリトラクテッドモード(最大吊荷重 2,500 トン)で使用した。

モノパイルは船上でクレーンと専用の立て起こし装置を用いて立て起こされ、パイルグリッパーに荷重を預けた。その後、メインクレーンで油圧ハンマー装置を吊り上げ、モノパイル上部に設置し、打設作業を実施した。このプロジェクトでは、入善町沖約 900 メートルの海域に 3 MW の風車 3 基を建設した。基礎部分から風車本体の施工全てを当自航式 SEP 船が担当し、2023 年 2 月から 3 月にかけて風車基礎(全長約 60 メートル)の打設を行い、4 月から 6 月にかけて風車の据付を実施した(写真—8, 9)。入善沖洋上風力発電所は、2023 年 9 月 22 日より運転を開始している。

本発電所には、中国の明陽智能(ミンヤン)製の 3,000 kW 級風車が採用され、3 基の風車は出力制御に



写真—8 入善沖洋上風力 風車基礎打設



写真—9 入善沖洋上風力 風車据付

より最大出力 7,495 kW で運用されている。発電された電力はすべて「再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)」を通じて売電され、一般家庭約 3,600 世帯分の年間使用電力量に相当する。

### (2) 石狩湾新港洋上風力発電施設

石狩湾新港洋上風力発電所の建設において、当自航式 SEP 船は 2023 年 7 月から 9 月にかけて、8 MW 級の風力発電機 14 基の据付を担当した。本プロジェクトは、(株)グリーンパワーインベストメントが設立した特別目的会社「合同会社グリーンパワー石狩」により推進され、北海道石狩市および小樽市にまたがる海域に位置している。

施工にあたっては、風車の基礎構造としてジャケット式基礎が採用された。これは現地海域の自然条件や施工条件、風車の仕様を踏まえて最適化された構造であり、当自航式 SEP 船は風車据付部分の施工を担当した。

据付作業に際し、まず石狩湾新港内の作業ヤードで 3 分割されたタワーの組立や内部配線工事を行い、当自航式 SEP 船が風車部材を搭載して洋上の設置地点へと向かった。現場では 4 本のレグを海底に突き刺し、ジャッキングシステムにより船体を海面上約 10 メートルの高さまで持ち上げることで、波や風の影響を受けない安定した作業環境を確保した。その後、2,500 トン吊りのメインクレーンを駆使して、タワー、ナセル、ブレードの順に風車部材を精密に据付した。なお、石狩湾新港の海底地盤は粘土層で軟弱であり、ジャッキング作業には最大 28 時間を要するなど難航したが、一度ハルアップ(船体の持ち上げ)が完了すると、施工の安定性が確保された(写真—10)。

全 14 基の風車据付は予定通り完了し、発電所は 2024 年 1 月 1 日より商業運転を開始している。最大出力は 112 MW で、一般家庭約 8 万 3,000 世帯分の電力供給が可能である。なお本プロジェクトは、国内初



写真—10 石狩湾新港洋上風力 風車据付

の8 MW 大型風車を採用した商用洋上風力発電所として、今後の日本におけるモデルケースとなっている。

### (3) Greater Changhua Offshore Wind Farm Project

2024年10月初旬から12月初旬にかけて、当自航式SEP船は台湾のGreater Changhua Offshore Wind Farm Project(大彰化離岸風力発電計画)に参画した。このプロジェクトは、台湾彰化県沖合35～60 kmの海域において、総設備容量900 MWの洋上風力発電所を建設するもので、111基の8 MW級風力タービンの設置が計画されていた。当自航式SEP船は、このうち10基の風車据付を担当した。台湾の10月から11月にかけては、強風や高波といった厳しい気象条件が続き、洋上風力発電所の施工には非常に困難な時期である。他社の過去の実績では、月間3基程度の据付が平均的であり、施工スケジュールの遅延が懸念される状況であった。しかし、当自航式SEP船は2.0メートル以上の波浪でも風車の輸送が可能な高い耐候性を備えており、これを活かして厳しい施工環境下でも迅速かつ安全な風車据付を実現した。結果として、当初目標としていた6基の据付を大幅に上回る10基の風車を予定通り設置し、プロジェクトの進捗に大きく貢献した。

### (4) Yunlin Offshore Wind Farm

Yunlin Offshore Wind Farm(雲林離岸風力発電廠興建計画)は、台湾中部の雲林県沖合8～17 km、水深7～35 mの海域に位置する、発電容量640 MWの



写真—11 Yunlin Offshore Wind Farm 風車基礎打設

大規模な洋上風力発電プロジェクトである。本発電所は、8 MWの風力タービンを80基設置する計画で、2025年1月30日に商業運転を開始した。

本プロジェクトは、允能風力発電股份有限公司(Yunneng Wind Power Co., Ltd.)が事業主体となり、Skyborn Renewables GmbH, TotalEnergies SE, Electricity Generating Public Company Limited, 双日(株)など、複数の国際企業が共同で推進している。

当自航式SEP船も本プロジェクトに参画しており、2024年2月から200日以上にわたり、基礎工事に従事した。季節風の影響を受けやすく、波浪や潮流といった海象条件が厳しい中での施工となったが、想定を上回る15本のモノパイルを約2ヶ月の期間で打設する成果を上げた(写真—11)。このプロジェクトの成功により、台湾の再生可能エネルギー供給が大幅に増加し、年間約120万トンのCO<sub>2</sub>削減が見込まれている。

## 7. おわりに

当社としては、未経験の領域である「BLUE WIND」の運用に挑戦しながら、社内外の多くのプロフェッショナルの方々を支えられつつ、第一歩を踏み出すことができたと感じており、実際の施工を通じて得られる知見や経験は、当社の洋上風力施工技術の確立に向けた貴重な財産となっている。今後も、欧州等の先行事例との違い(気象・海象、地質、文化・風習)といった様々なギャップを着実に乗り越え、日本の海域に適した施工技術の確立を目指していく。これらの取り組みを通じて、「BLUE WIND」を最大限に活用し、洋上風力発電の普及に貢献することで、我が国が掲げる再生可能エネルギーの主力電源化の一助となることを願ってやまない。

J|C|M|A

#### [筆者紹介]

坂本 憲哉 (さかもと かずや)

清水建設(株)

エンジニアリング事業本部

洋上風力プロジェクト推進室 SEP 運営部

部長



# 建設現場の電動化に向けた取り組み

## バッテリー駆動式ショベルと ZERO EMISSION EV-LAB の紹介

金澤 智 尚

日立建機は 2050 年のカーボンニュートラル達成をめざし、カーボンニュートラル関連のビジネスモデルの構築に取り組んでいる。欧州や日本市場では、5t、8t、13t クラスの電動ショベルを展開しており、充電インフラの整備が普及の鍵と考えている。2024 年には、千葉県市川市に新たな研究拠点「ZERO EMISSION EV-LAB」を開設し、協創パートナーとの建設現場の電動建機の実証の場を設けた。オープンイノベーションを掲げ、電動建機のみならず、充電システムやエネルギーマネジメントを中心とした総合的なソリューションを開発し、持続可能な社会の実現をめざす。

キーワード：カーボンニュートラル、電動建機、充電インフラ、EV-LAB、オープンイノベーション

### 1. はじめに

日立建機グループでは 2050 年までに、バリューチェーン全体を通じてのカーボンニュートラル達成をめざしている。2023 年 10 月には、電動建機による「建設現場のカーボンニュートラル化」実現のため、「ゼロエミッションビジネスモデル構築プロジェクト」が組織化された。そこで本稿では、電動建機の取り組みの概要、課題、そして新たな研究拠点「ZERO EMISSION EV-LAB」におけるソリューション開発について紹介する<sup>1)</sup>。

### 2. 電動建機の市場動向

世界の電動建機の市場を見ると、2015 年 COP21 のパリ協定採択後、2019 年頃から各建設機械メーカーがバッテリー駆動式ショベルの機種数を増やしている。特に市場を牽引する 2 大市場、欧州と中国でその傾向は顕著である。その欧州での電動建機の普及状況を見ると、販売実績のほとんどはノルウェーに集中している。その要因の一つに、電動建機はまだまだ高額でありノルウェーでは政府からの補助金や安価な電気料金といった環境が整っていることがある。一方で、この様な普及条件が整わない地域では、市場規模としても発展途上である。したがって、電動建機の普及には、投資に対する補助金・税制優遇やエネルギー費用等の政策が大きく影響するといえる。

### 3. 電動建機の位置づけ

早くからバッテリー駆動式ショベルの開発に取り組んでおり、有線式電動ショベルやハイブリッド建機等も製品化している。現在は、温室効果ガスの削減に向けて先駆的な市場である欧州地域を中心に、バッテリー駆動式ショベルの開発・市場投入を進めている。これまでに、欧州ならびに日本国内の市場にて 5t、8t、13t クラスをラインアップしている（図—1）。機種毎に電動システムおよび充電仕様を最適化しており、AC 電源接続稼働（商用電源アシストモード）機能の全機種搭載が特徴である。本機能は、バッテリーの小容量化や、電力需要の高い時間帯に充電ケーブルを切り離して稼働することでピークシェーブへの貢献も期待できる。また、充電ケーブルを切り離して稼働する場合には、有線式電動ショベルで稼働範囲に制限があった懸念が解消される。

既に市場投入している 2 機種の子な特徴である（図—2）。ZX55U-6EB は、ミニショベルの特徴を最大限に生かせるよう、バッテリー・システム小型化で旋回半径を維持しつつ、商用電源の併用による長時間稼働を実現した。また、ZE85 は、稼働状況や消費電力等を遠隔管理するためのテレマティクスシステムを標準搭載しており、実稼働現場におけるバッテリー駆動式ショベルの効率的な運用等のノウハウ蓄積にも貢献している。いずれの製品も、エンジン機同等の作業性能と、現場での電力マネジメントを重視している。

機種名	ZX55U-6EB	ZE85	ZE135
外観			
定格出力(kW)※	27	42	74
システム電圧(V)	350	660	660
LiB容量(kWh)	39	100	200
充電仕様	CEE 400VAC(三相) 32A	CEE 400VAC(三相) 63A + CCS2	CEE 400VAC(三相) 63A + CCS2
AC電源接続稼働	可	可	可
Webページ	<a href="https://www.hitachicm.eu/machinery/excavators/mini-excavators/zx55u-6eb/">https://www.hitachicm.eu/machinery/excavators/mini-excavators/zx55u-6eb/</a>	<a href="https://www.kteg-company.com/ze85?locale=en">https://www.kteg-company.com/ze85? locale=en</a>	<a href="https://www.kteg-company.com/ze135? locale=en">https://www.kteg-company.com/ze135? locale=en</a>

**全機種にAC電源接続稼働(商用電源アシストモード)機能を搭載**

図一 電動建機ラインナップと主要な仕様<sup>2)</sup>

### ZX55U-6EB



- 後方超小旋回型ベース
- バッテリー/ 商用電源アシストモード 切替式
- 高出力車載充電器(CEE 32A, AC400V-3ph)

ミニショベルの特長を最大限に生かせるよう、バッテリー・システム小型化で旋回半径を維持、商用電源の併用による長時間稼働を実現。

### ZE85



- バッテリー/ 商用電源アシストモード 切替式
- 高出力車載充電器(CEE 63A, AC400V-3ph)
- CCS2 150kW急速充電対応
- 稼働状況や消費電力等を遠隔管理するためのテレマティクスシステムを標準搭載

実稼働現場におけるバッテリー駆動式ショベルの効率的な運用等のノウハウ蓄積にも貢献している。

**エンジン機同等の作業性能と、現場での電力マネジメントを重視**

図二 市場投入2機種的主要な特徴

#### 4. 開発・製品化と普及に向けた課題

現時点での電動建機は、エンジン・燃料タンク等からなる動力源をモータと大容量バッテリーに置換する形が主流である。一方で、現在のバッテリー技術および価格水準では、エンジン機と同等の稼働時間や、充電・給油によるダウンタイム、製品価格を達成するのは不可能である。したがって、製品価格に留まらない顧客ライフサイクルコストの低減、電力供給・充電インフラの確立、これらに伴うバリューチェーン、つまり製品周辺のビジネスモデルに生じる変化への対応等が必要となり、普及には、製品とインフラの両輪の対応が必要である。

電動建機製品に対しては、エンジン式ショベルと同等の生産性・制御性・安全性が確保されていることや、

静音性能等に高い評価を頂いている。また一般的な見解として、電動建機の活用によりトンネル工事などの閉環境において、エンジン機からの排ガスによる健康問題と比較して、良好な傾向を示した実証結果もある<sup>3)</sup>。他方では、バッテリー駆動式ショベルの主要な課題の一つとして、搭載されているバッテリーの大容量化や長時間の稼働が求められている。

電力マネジメントが、よりシビアになる16tと20tクラスの電動建機の実稼働現場(ノルウェー)の事例を挙げる(図三)。左側の図は、蓄電池を活用したバッテリー駆動式ショベルの事例で、夜間の普通充電と昼休み急速充電を組み合わせ稼働している。バッテリーで1日稼働するためにECOモード(出力を制限した状態)を使用、作業性に制約が生じる一方、ショベル操作自体に特別な配慮やノウハウは不要なことが

実地調査／中型ショベル稼働現場の実態(ノルウェー)

ZERON ZE210(NASTA社製)	ZERON ZE160(NASTA社製)
 <p>改革工事現場</p>  <p>牽引式蓄電池と配電盤</p>	 <p>公園水路工事現場</p>  <p>コンテナ移動の様子</p>
<p>【バッテリー稼働：夜間普通充電/昼休み急速充電】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● バッテリーで1日稼働、ECOモード使用、作業制約</li> <li>● ショベル操作自体に特別な配慮やノウハウ不要、がメリット</li> <li>● 急速充電には牽引式蓄電池(150kWh)を使用 車載大型バッテリーに加え、蓄電池も高コスト</li> </ul>	<p>【ケーブル駆動で稼働(実作業時)】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● バッテリー残量の心配がないため、POWERモード使用</li> <li>● ケーブル・コンテナ運用等にノウハウを要する</li> <li>● 小型バッテリーの採用と、パワーバンクが不要なことより、バッテリー駆動と比較して低コスト</li> </ul>
<p>電動建機の安定稼働には、充電・給電設備の配置や運用にも課題がある</p>	

図一三 欧州での稼働現場の実態 (NASTA：ノルウェー代理店)

メリットである。急速充電に必要な蓄電池のコストも課題である。

右側の図は、電源ケーブルを接続した状態で稼働している AC 電源接続稼働 (商用電源アシストモード) の事例である。ケーブルからの給電によりバッテリー残量の心配がないため、POWER モード (高出力状態) を使用し、エンジン機同等の作業性が確保可能である。一方で、電源ケーブルとこれを自動で巻き取り格納するコンテナの運用に一定のノウハウや慣れが必要である。このコンテナには、ケーブル損傷防止のため、電源ケーブルに一定のテンションをかける機能が内蔵されており、適切な場所への配置が必要である。この運用は、小型バッテリーの採用ができ、また蓄電池が不要なことより、バッテリー駆動と比較して低コストでの実現が可能となる。このように、電動建機を安定して稼働させるためには、充電・給電設備の配置や運用にも課題があるのが現状である。安全且つ高い作業性で、お客様に電動建機を使っていただくには、建機のみならず、周辺設備も含めた総合的なソリューション

が必要と考えている。

5. 建設現場のカーボンニュートラル化

「建設現場のカーボンニュートラル化」は、単に建設機械をエンジン機から電動機に変えるだけでは達成できない。系統電源の不足に対する電源容量アップ、効率的な継ぎ足し充電に向けた建機や蓄電池の Peak Shaver 化、数多くの課題がある。電動建機の先進国であるノルウェーやオランダでも、電力マネジメント、施工効率、安全性等、様々な面で発展途上の状況であり、これらの解決に「総合的なソリューションの実現」をめざす所存である。

それらの具体的な課題解決に向けて、ソリューションの開発・提供を3ステップで実現していく(図一四)。自社だけではなく、社外知見を得ながらオープンイノベーションを推進し、アジャイル手法で建設現場のカーボンニュートラル化に向けて、電動建機のビジネスモデル構築を推進している。

高品質な製品群の提供から現場運用最適化ソリューションの提供へ

<p>電動ショベルと充電インフラの確実な提供</p>  <p>電動ショベル</p> <p>充電インフラ (ESS*)</p>	<p>お客様ライフサイクルコスト低減に向けたサービスの提供</p> <p>運転支援</p> <p>充電支援</p>  <p>現場全体のエネルギーコスト低減・GHG*削減</p> <p>サーキュラーエコノミーの実現 ・バッテリー・アズ・ア・サービス (BaaS) ・バッテリーのリユース、リサイクル</p>	<p>エネルギー使用量の最小化と現場運用の最適化ソリューションの提供</p>  <p>オープンイノベーションによる革新的ソリューションの創出</p> <p>GHG削減目標の達成と機械稼働現場のネット・ゼロを実現</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

\* ESS: Energy Storage System (電力貯蔵システム)      \*GHG: Greenhouse Gas (温室効果ガス)

オープンイノベーションで推進してソリューション開発とビジネスモデル確立

図一四 建設現場のカーボンニュートラル化への段階的な取り組み



図一五 現場実証を通じた電動建機および周辺設備の実例

## 6. 新たな研究拠点

私たちは、「電動事業の新たなビジネスモデル」を構築するため、2024年5月、千葉縣市川市に新たな研究拠点を立ち上げた。研究拠点のコンセプトは、電動建機の先進国であるノルウェー、オスロ建設現場を再現し、協創パートナーとの「ソリューションモデルの開発」を目的としている。

新たなソリューションモデル開発を成功させるためには、電動建機のみではなく、インフラ・環境整備、サイト・エネルギーマネジメント、デジタルを活用しながら、最適な製品やソフトウェアなどの組み合わせを行っていく必要がある。研究拠点では、簡易なプロトタイプを制作し、協創パートナーと短サイクルで実証・アップデートを繰り返すアジャイル型の実証を進めていく。

また、幅広く外部の知見を活用するため、協創パートナーとのオープンイノベーションを重視する。本イノベーション活動では、電動建機という製品だけでなく、蓄電池や関連製品、それらの組み合わせによるソリューション創出が必要と考えており、自社にとどまらず、異業種も含め多くのパートナーとの連携が鍵と考える。

研究拠点の特徴の一つに、建設現場を再現したデモエリアがある。このエリアでは、5tから13tクラスまでのバッテリー駆動式ショベル、協創パートナーのEVトラックやEVクローラーキャリアなどの建設関連製品、可搬式蓄電池<sup>2)</sup>、などの資機材を配備しており、充電および稼働、電力シミュレーション、電動建機が稼働する現場のエネルギーの可視化や管理に関して実証を行っている。実際の資機材を見る・使う・体感することで、協創パートナーとより具体的なイメージをもって研究に取り組むことが可能となる。

研究拠点での活動と同時に、実現場での実証による価値検証も進めている。実証現場における活動の一例を示す(図一五)。実現場においては、現場ごとに、作業内容・電気設備・必要資機材・使用電力量などの環境が異なるが故に、各現場での実オペレーションプロセスの課題を洗い出し、ノウハウを蓄積している。

## 7. おわりに

本稿では、日立建機グループのゼロエミッションへの取り組み、特に電動建機と研究拠点についてご紹介した。私たちは、研究拠点を通して、電動建機のみならず蓄電池など周辺製品を対象に、協創パートナーと共に実証を行い、新しいソリューションを開発していく。研究拠点の活動を中心とした日立建機グループの「ZERO EMISSION」の多角的な取り組みを全世界へ発信し、持続可能な社会の実現に向けて貢献していきたい。

J|C|I|A

### 《参考文献》

- 1) 日立建機(株), 「ZERO EMISSION EV-LAB」, 2024年, <https://www.hitachicm.com/global/ja/corporate/ev-lab/>.
- 2) 日立建機(株), 「バッテリー駆動式ショベル3機種と可搬式充電設備を国内で販売開始」, 2024.9.12, <https://www.hitachicm.com/global/ja/news/press-releases/2024/24-09-12/>.
- 3) Adrianus Halim, Field Trials and Fire Safety of Battery Electric Vehicles in Underground Mines, IEEE Electrification Magazine, Vol. 12, Iss.1, pp. 56-65, 2024.2.29.

### 【筆者紹介】

金澤 智尚 (かなざわ ともしさ)  
日立建機(株)  
新事業創生ユニット  
ゼロエミッションビジネスモデル構築プロジェクト  
主任, 博士(工学)



# 作業船のCO<sub>2</sub>削減対策

## 省エネ・自動化・添加剤等によるCO<sub>2</sub>排出量削減対策

杉山 晃一

温暖化対策として、世界的に脱炭素化に向けた取り組みが加速する中、我が国は2050年にカーボンニュートラルを実現することを表明し、あらゆる分野でCO<sub>2</sub>排出量削減に向けた取り組みが進められている。国内の海上土木工事に使用される作業船では、動力用ディーゼルエンジンを搭載しており、陸上機械に比べ機関出力が大きく稼働中の作業船から排出されるCO<sub>2</sub>の削減は、喫緊の課題である。本稿では、作業船にて進められている「カーボンニュートラル」に向けた取り組み計画などを紹介する。

キーワード：作業船、省エネ対策、燃料添加剤、再生電力、電動化、自動自立化施工

### 1. はじめに

温暖化対策として、世界的に脱炭素化に向けた取り組みが加速する中、我が国は2050年にカーボンニュートラル（以下CN）を実現することを表明し、あらゆる分野でCO<sub>2</sub>排出量削減に向けた取り組みが進められている。

国内の海上土木工事に使用される作業船は、推進装置を持たないものも多いが、通常、動力用ディーゼルエンジンを搭載しており、自航船と同様、大気中に大量のCO<sub>2</sub>を放出している。

稼働中の作業船から排出されるCO<sub>2</sub>の削減は、喫緊の課題であり、様々な分野でCO<sub>2</sub>排出量削減に向けた取り組みが進められている。

### 2. 作業船のCN対応エンジンの動向

#### (1) 作業船で使用されるエンジンについて

作業船に搭載されるディーゼルエンジンは、使用用途により型式が異なる。例えば、大型船舶の推進用には定置式大型ディーゼルエンジンが使用されることが多く、作業用設備の動力用には大型の可搬式発電機

エネルギー用途	現 状				将来目標(想定)				該当作業船
	No.	機関	燃料	駆動系	2025年	2030年	2040年	2050年	
航行用推進	大型船	① 大型ディーゼルエンジン(主機)	A=重油	直駆動	現状の機関+低燃費運転、適正整備 → エコ燃料			アンモニア機関or水素機関	自航式作業船、曳船船
					△ ? ㎥低燃費運転等?	△100%(次世代バイオ)	△100%(ブルーグリーン水素・アンモニア燃料)	L N G機関+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン	
	現状の機関+低燃費運転、適正整備		L N G機関+L N G	L N G機関+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン					
小型船	② 小型ディーゼルエンジン(主機)	軽油	直駆動	現状の機関+低燃費運転、適正整備			F C船	交通船、揚子船、押船	
				△ ? ㎥低燃費運転等?	△25%	△100%(ブルーグリーン水素燃料)	△100%		
		③ 船外機	ガソリン	直駆動	現状の機関+エコ燃料		バッテリー+電動船外機		
作業用 作業機械の運転		④ 大型ディーゼルエンジン	A=重油	直駆動 油圧	現状の機関+エコ燃料、低燃費運転 → エコ燃料			アンモニア機関or水素機関	ポンプ 液渡船
					△ ? ㎥低燃費運転等?	△100%(次世代バイオ)	△100%(ブルーグリーン水素・アンモニア燃料)	L N G機関+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン	
					現状の機関+低燃費運転、適正整備		L N G機関+L N G	L N G機関+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン	
					△ ? ㎥低燃費運転等?	△25%	△100%	△100%	
					現状の機関+エコ燃料、低燃費運転 → エコ燃料			アンモニア機関or水素機関	
					△ ? ㎥低燃費運転等?	△100%(次世代バイオ)	△100%(ブルーグリーン水素・アンモニア燃料)	L N G機関+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン	
					現状の機関+低燃費運転、適正整備		L N G機関+L N G	L N G機関+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン	
△ ? ㎥低燃費運転等?	△25%	△100%	△100%						
		⑤ 定置式ディーゼル発電機	A=重油、軽油	電気→油圧 電気(モーター)	現状の機関+エコ燃料、低燃費運転 → エコ燃料		アンモニア機関or水素機関	ポンプ 液渡船、起重機船	
△ ? ㎥低燃費運転等?	△100%(次世代バイオ)	△100%(ブルーグリーン水素・アンモニア燃料)	L N G機関+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン						
		⑥ 可搬式発電機	軽油	電気→油圧 電気(モーター)	現状の機関+エコ燃料、低燃費運転 → エコ燃料		F C発電	CDM船、SCP船	
△ ? ㎥低燃費運転等?	△100%(次世代バイオ)	△100%(ブルーグリーン水素燃料)	L N G発電機+L N G	L N G発電機+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン					
		⑦ 建設搭載ディーゼルエンジン	軽油	油圧	現状の機関+エコ燃料		常時発電	起重機船、バックホウ液渡船、ダンプ液渡船、レミエ船、空気圧送船	
△ ? ㎥低燃費運転等?	△100%(次世代バイオ)	△40%~△100%(電圧降下による)	ハイブリッド機関+電動設備	F C機関					
船内用 電気機器の稼働 電灯、他		⑧ 定置式ディーゼル発電機(補助)	A=重油、軽油	電気	現状の機関+エコ燃料、低燃費運転 → エコ燃料			アンモニア機関or水素機関	全作業船
					△ ? ㎥低燃費運転等?	△100%(次世代バイオ)	△100%(ブルーグリーン水素・アンモニア燃料)	L N G機関+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン	
					現状の機関+低燃費運転、適正整備		L N G機関+L N G	L N G機関+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン	
		⑨ 可搬式発電機	軽油	電気	現状の機関+エコ燃料、低燃費運転 → エコ燃料		F C発電		
△ ? ㎥低燃費運転等?	△100%(次世代バイオ)	△100%(ブルーグリーン水素燃料)	L N G発電機+L N G	L N G発電機+CO <sub>2</sub> -to-FEメタン					
					現状の機関+エコ燃料		常時発電		
					△ ? ㎥低燃費運転等?	△32%	△100%		
					△ ? ㎥低燃費運転等?	△40%~△100%(電圧降下による)			

図一 作業船のCO<sub>2</sub>排出機関

が使用されることもある(図-1作業船の機関を参照)。

現状では、ディーゼルエンジンの燃料として、軽油または重油を使用することが一般的である。

(2) CN 対応機関への対応

国際海事機関 (IMO) は、国際海運における CO<sub>2</sub> 排出量削減を進めており、関連する業界で次世代燃料・推進システムの開発普及に向けた動きが活発化している。特にエンジンメーカーは、船用エンジンからの CO<sub>2</sub> 排出量削減を進めるため、次世代エンジンの開発に取り組んでいる。例えば、大型エンジンでは化石燃

料から水素・アンモニア燃料を使用する船用エンジンを開発することでカーボンニュートラル化を目指す動きがある。また、小型～中型のエンジンでは、燃料電池を動力として使用する機関の開発も進められている。

次世代エンジンへの転換時期を予想することは困難であるが、2030 年前後には本格的に次世代エンジンへの転換が進むのではないかと予想している。

3. 作業船の CN 化イメージ

作業船で使用されるエンジンの CN 化は、現在及び

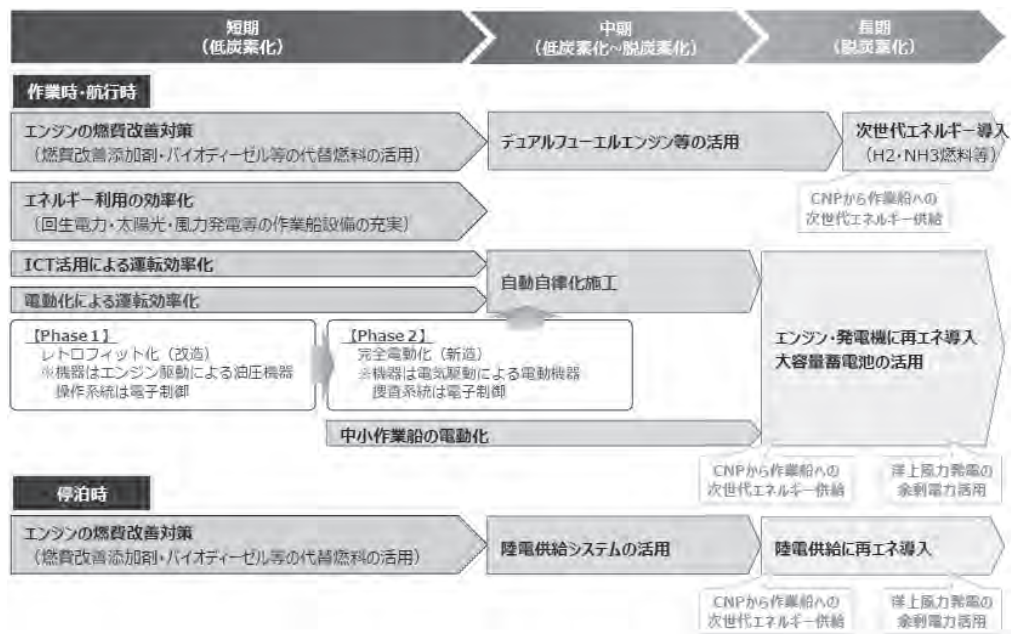


図-2 作業船の CN ロードマップ<sup>1)</sup>

表-1 CN 化のための課題と対策

	削減項目	課題	対策
燃料系	添加剤の使用	・添加剤の種類の選定 ・エンジンへの負担確認	・試行工事によるその有効性を確認
	代替燃料 ・バイオ燃料 ・GTL	・エンジンへの負担確認 ・NOx 排出確認 ・精製品質の確保 ・高価	・試行工事によるその有効性を確認 ・作業船への供給体制の構築
	デュアル燃料 ・LNG ・水素 ・再生エネルギー	・設備の増設 ・エンジンへの負担確認 ・高価	・作業船への供給体制の構築 ・安全に係る法設備
	新エネルギー ・水素 ・アンモニア燃料	・燃料タンク増設 ・安全設備対策 ・高価	・作業船への供給体制の構築 ・安全に係る法設備
蓄電池式	再生エネルギーの蓄電池	・蓄電池化への改造が必要 ・対応できない船種もある	・試行工事によるその有効性を確認
	水素燃料電池	・燃料タンク増設 ・安全設備対策 ・高価	・試行工事によるその有効性を確認 ・安全に係る法設備
施工能力改善	動力の電動化 自動・自立化	・削減効果の検証	・試行工事によるその有効性を確認
	ICT, AI, DX 活用	・削減効果の検証	・試行工事によるその有効性を確認

将来の技術動向を踏まえて検討を行う必要がある。  
作業船のCN化のロードマップを図一2に掲示する。

(1) CN化のための課題と対策

作業船のCO<sub>2</sub>排出量削減のためには、新技術の導入が不可欠である。作業船におけるCN化の課題と対策を表一1に記載する。

4. 作業船のCO<sub>2</sub>削減対策の取り組み事例

(1) 動力機関への燃料添加剤の使用について

エンジンの燃費改善対策として、燃料添加剤やバイオ燃料を活用する例が増えてきている。図一3に重油用燃料添加剤、図一4に軽油用燃料添加剤を使用した燃料改善効果の例を示す。この事例では約4～10%の改善効果が確認されている。燃料添加剤の使用については、使用条件やエンジンの負荷により効果にばらつきが見られるため、今後も様々な工種や作業船で効果を検証する必要がある。

(2) 設備の更新によるエネルギー効率の改善

旧式の設備を換装することで、エネルギー効率を改

善した事例もある。大型ポンプ浚渫船の例では、浚渫ポンプや浚渫ポンプ用エンジンの最新型への換装や、電動機のインバータ化によるエネルギー効率の改善等により、同負荷における燃料消費量を10%以上改善し、CO<sub>2</sub>排出量を削減した(写真一1, 2)。

(3) エネルギー効率の向上

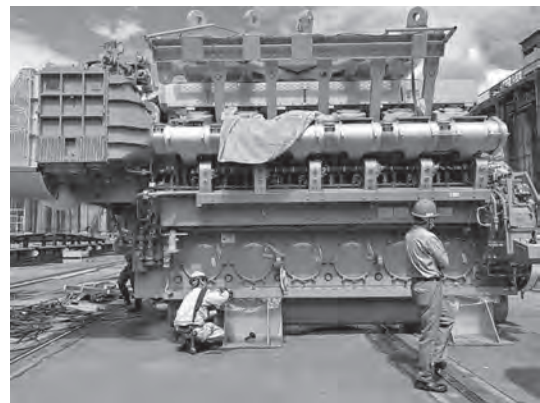
深層混合処理船で行われているエネルギー効率の改善事例を紹介する(写真一3, 図一5)。

①発電設備・統合制御装置

発電設備・統合制御装置は、複数の発電機を、適切に制御することで発電効率を向上させるシステムであ



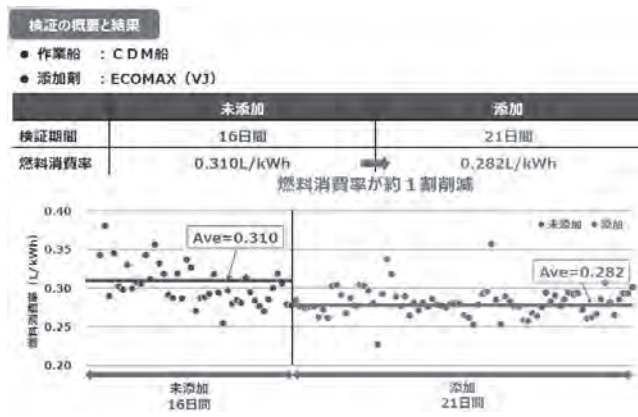
写真一1 ポンプ浚渫船



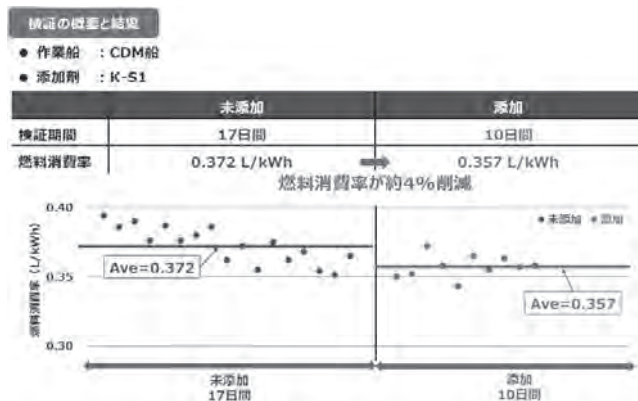
写真二 最新型ディーゼルエンジン



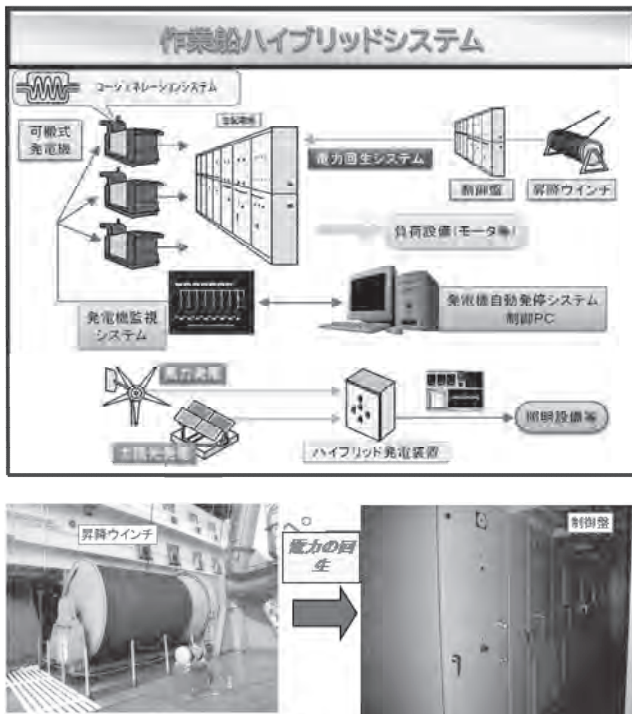
写真一3 環境配慮型深層混合処理船



図一3 重油用燃料添加剤の確認<sup>1)</sup>



図一4 軽油用燃料添加剤の確認<sup>1)</sup>



図一五 ハイブリッドシステム概念図

る。各々の発電機負荷を均一分担させるとともに、使用電力量をリアルタイムに把握し、必要最小限の発電機のみ運転させることで発電機使用台数を減らすことができ、発生するCO<sub>2</sub>排出量を削減することができる。

②昇降ウインチ電力回生システム

地盤改良機（深層混合処理機）を上昇・下降させる昇降ウインチのモータは、下降時は深層混合処理機の重さによって回されている状態となる。その際に昇降ウインチのモータは発電機と同じ働きをするので、電気が発生する。通常は、このときに発生する電気を熱変換して放熱しているが、本システムでは、発生する電気を発電機側に戻すこと（回生）でエネルギー効率を改善している。

③コージェネレーションシステム

排気される排熱を利用して温水をつくり、船内で使用する温水として有効利用している。

④太陽光+風力発電システム

主に居住区の照明設備用に太陽光発電や風力発電システムを使用している。船の向きが変わっても太陽光パネルを自動的に最適な向きに調整する太陽光追尾システムを導入している。

作業船の種類	CO <sub>2</sub> 削減手法
グラブ浚渫船	電力回生システム

**概要**  
 ●巻き下げ時に主巻モーターを発電機として得られる回生電力を利用して省エネ化をはかる浚渫船  
 ●電力との併用によるハイブリッド型や電動型等の導入に向けた検討を実施

**CO<sub>2</sub>削減効果**  
 ●グラブ巻き上げ時に発生するエネルギーを回生電力として蓄え、グラブ巻き上げ時にそれを利用して、燃料消費量を25%~30%低減できるとともにCO<sub>2</sub>などの排出ガスも大幅に削減  
 ●なお、国内での作業船の電動化は検討段階であり、早期の実用化を目指して実証等を実施



グラブ浚渫船



ハイブリッドシステム概念図

図一六 グラブ浚渫船による回生電力の利用<sup>2)</sup>

(4) グラブ浚渫船による回生電力の利用

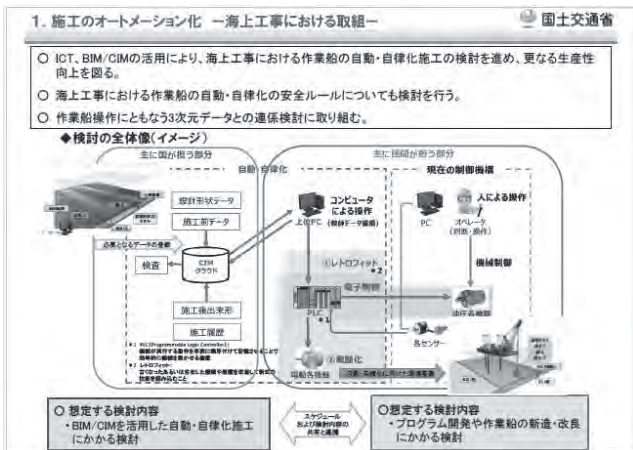
グラブ浚渫船で、省エネルギーと環境配慮を両立させた電力回生システムを紹介する（図一六）。

①ハイブリッド機能の導入

グラブバケットを巻き下げる際に発生する運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、キャパシタに蓄電する。蓄えられた電気エネルギーは、グラブバケットを巻き上げる際のディーゼルエンジンの動力を補助するために使用する。これにより、エンジンの負荷が軽減され、燃料消費量及び、CO<sub>2</sub>排出量を削減できる。

5. 海上工事における自動自立化施工

国土交通省が生産性向上を目指して取り組んでいる「i-Construction 2.0」では、施工、データ連携、施工管理の3つの分野で自動自立化を推進している（図一七）。作業船においてもAIによる施工計画の自動作成や1人のオペレーターによる複数の建機の操作などの取り組みが進展しており、今後生産性向上によるCO<sub>2</sub>削減も期待できると思われる。



図一七 海上工事施工の自動化イメージ<sup>3)</sup>

## 6. おわりに

2050年のCN実現に向けて、温室効果ガスの排出量を削減するため、あらゆる分野で様々な取り組みが進められている。ただし、CN実現に重要な役割を果たすと思われる次世代エンジンの供給時期や、新燃料の安定供給が確立する時期を予測するのは困難である。

新しい技術の採用を積極的に進めると同時に、作業船の省エネ対策や低炭素燃料の使用、作業効率の向上等、現状できる対策を進めることも重要であると考えている。

省エネ等の取り組みは、結果として設備の最適化を進めることになり、将来CN対応装置を導入する際のコスト縮減にもつながると考えている。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 日本埋立浚渫協会資料
- 2) 国土交通省「港湾工事における二酸化炭素排出量削減に向けた検討WG」
- 3) 国土交通省 i-Construction 2.0 建設現場のオートメーション化

### 【筆者紹介】

杉山 見一 (すぎやま こういち)  
東亜建設工業㈱  
土木本部 機電部  
担当部長



# 建設時 CO<sub>2</sub> 排出量予測システム 「T-CARBON Navios」の開発

天石 文・竹尾 健一

建物のライフサイクル CO<sub>2</sub> では、建設時の CO<sub>2</sub> はアップフロントカーボンと呼ばれ調達（建材製造）～施工段階が対象とされている。各段階の CO<sub>2</sub> 排出量を詳細に試算するためには、積算資料からの個々の資材数量の集計や施工計画に基づく重機の稼働台数の集計作業が必要となり、従来のこのような方法では膨大な労力が必要とされていた。そこで調達段階については、積算データを取り込みごく短時間で自動仕分け・集計し CO<sub>2</sub> 排出量を算出するロジックを、施工段階については、工事計画から重機の稼働台数・日を自動試算し、それに伴う燃料及び電気使用量から CO<sub>2</sub> 排出量を予測するロジックを検討した。本報では、これらを内包したシステム「T-CARBON Navios」について報告する。

キーワード：建築, CO<sub>2</sub> 排出量, CO<sub>2</sub> 削減, 調達段階, 自動集計, 施工段階, 建設機械

## 1. はじめに

昨今の脱炭素に向けた取り組みは、ゼネコン自身によるものだけでなく、発注者やステークホルダーなど、建築物を取り巻く多くの関係者からの要求事項となってきており、ゼネコン各社ではこれに対応すべく、GHG (CO<sub>2</sub>) 算定ツールの開発や低炭素コンクリートの開発などが行われている。脱炭素を検討する上では、まず計画建物のライフサイクルでの CO<sub>2</sub> 排出量（新築時資材製造（調達）～工事～運用（修繕・更新、消費エネルギーなど）～解体・廃棄における建物の一生涯で排出される CO<sub>2</sub> 量（図-1））を把握し、CO<sub>2</sub> 排出量の大きいものを中心に削減策を検討するが、まずは削減策に対してベースとなる CO<sub>2</sub> 排出量の算定が重要となる。これまで省エネルギー計算などを通じて運用中の消費エネルギー量の算定については計算方法

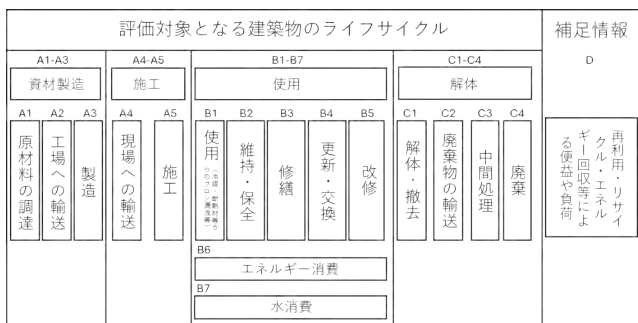
が確立されてきているが、その他の新築や修繕、更新における建材の製造段階での CO<sub>2</sub> 排出量や施工時の CO<sub>2</sub> 排出量については、これまでの（一社）日本建築学会発行の「建物の LCA 指針 - 温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール - 改定版」<sup>1)</sup> に付随の AIJ-LCA ツールに加えて、2022 年に（一社）不動産協会が会員企業向けに「Scope 3 算定を行う建築工事発注事業者のための『建設時 GHG 排出量算定マニュアル』」の策定、2024 年に（一財）住宅・建築 SDGs 推進センターに設置されたゼロカーボンビル (LCCO<sub>2</sub> ネットゼロ) 推進会議が、建築物ホールライフカーボン算定ツールとして「J-CAT」(Japan Carbon Assessment Tool for Building Lifecycle)<sup>2)</sup> を公開したところであり、建築物のライフサイクルでの GHG (CO<sub>2</sub>) 算定の推進、普及を目指しているところである。今回開発した「T-CARBON Navios」(以下、本システム) では、これらのツール同様に CO<sub>2</sub> 排出量を算出することに加えて、各種自動化による作業負荷の低減及び作業期間の大幅短縮のみならず、建物や工事計画の実態に即した計算を実現したので報告する。

## 2. システム概要

調達段階及び施工段階の CO<sub>2</sub> 排出量算定を詳細に行おうとする場合、次のような段階を踏むことになる。

### 【調達段階】

①積算内訳に含まれる建材や部材を数量単位別に仕分



※日本語訳はLCA小委員会による

図-1 ISO21930 に基づく建物ライフサイクルのプロセス分類<sup>1)</sup>

け、集計

②積算内訳の単位を該当する CO<sub>2</sub> 排出原単位の機能単位に一致するよう換算

③②に該当する CO<sub>2</sub> 排出原単位を乗じ CO<sub>2</sub> を算出

**【施工段階】**

①重機の出稼台数を作成し、重機種類ごとの稼働台数を算出

②重機ごとの燃費等の情報から燃料や電気の使用量を算出

③軽油、電気などの CO<sub>2</sub> 排出原単位を乗じて施工段階の CO<sub>2</sub> 排出量を算出

これに対して本システムのイメージを図-2に示す。本システムでは、調達段階の計算において積算資料をシステムに取り込むことで建材の仕分け・集計を自動化し、評価者の作業負荷低減及び作業期間の短縮を図っている。施工段階については、工事数量の入力によって工種別・機械別の燃料・電気使用量を算出できるようになっており、係数や金額から算出する方法と比べて、より実態に即した結果を得られるようになっている。続いて、調達段階及び施工段階の CO<sub>2</sub> 排出量算出方法について詳述する。

**3. 調達段階 CO<sub>2</sub> 排出量予測**

**(1) CO<sub>2</sub> 排出量算定**

**(a) 新築時**

本システムでは、上述したとおり調達段階の CO<sub>2</sub> 排出量算定において最も作業負荷のかかる積算資料からの建材仕分け・集計を自動化したところに大きな特徴がある。建材の投入データの元データとしては積算

資料 (Excel ファイル) を用いるが、その構成として、シートの所定の列に「(建材) 名称」, 「仕様・規格」, 「数量」, 「(数量) 単位」の記載を必要としている。これをシステムに取り込むと、ファイルのボリュームにもよるが、数十秒から数分で取り込みが完了し、同時に概算レベルでの建材仕分け及び数量集計, CO<sub>2</sub> 排出量算出が完了している。

本システムでは建材の仕分けを大区分、中区分、小区分の3つに分類している (図-3)。大区分では CO<sub>2</sub> への影響の特に大きな建材である「コンクリート」, 「鉄骨」, 「鉄筋」と、その他に工事の区分として「外装」, 「内装」, 「開口」などを設定している。中区分については、「PCa」, 「ACW」, 「SD」, 「ガラス」, 「石膏ボード」などの建材もしくは部材、小区分では中区分の建材に対する種類や厚み、サイズなどの詳細な仕様を設定できるようにしている。積算資料を取り込んだ後の最初の自動計算では中区分の設定までが行われた状態となっている。中区分までの設定の場合、例えば「AW」や「SD」などの建具に対して積算資料では「か所」といった単位が用いられるが、システム内では建材ごとに「か所」に対するデフォルトの面積を設定しているため、それに基づいた計算が行われる。より詳細に面積情報を反映させたい場合、サイズなどの情報は積算資料の「仕様・規格」の欄に記載されているため、その値を小区分において設定することがで

大区分	中区分	小区分	名称	規格・寸法	数量	単位
開口	SD	5m2	SDB048	2,000×2,400	1.0	か所
開口	SD	2m2	SD3047	900×2,400	1.0	か所
開口	SD	4m2	SDJ11	1,800×2,100	114.0	か所

図-3 建材の区分設計の例

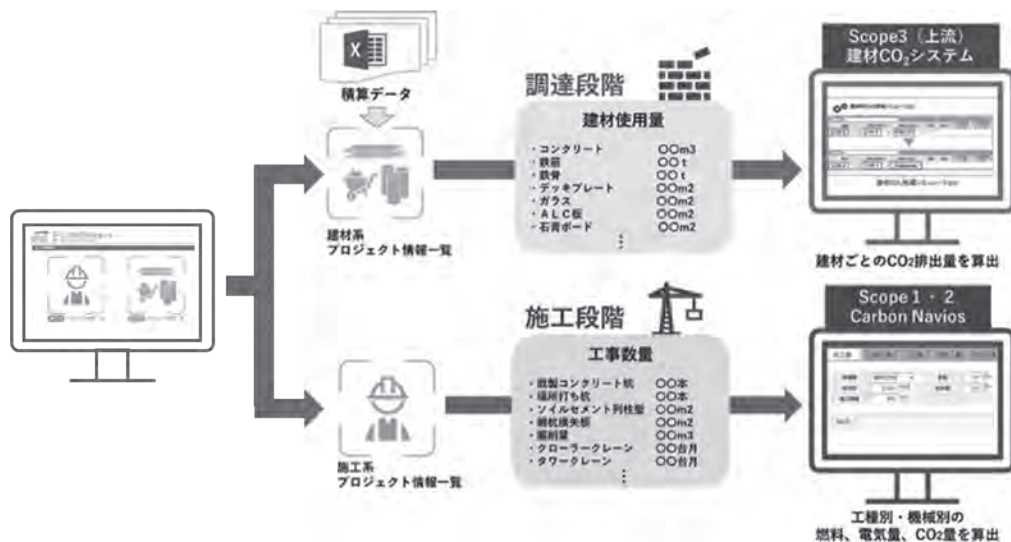


図-2 本システム全体イメージ

きる。その他、小区分ではコンクリートの種類（普通ポルトランドセメント使用生コン、高炉B種使用生コンなど）や鉄骨の電炉鋼の選択、仕上材ではOAフロアの種類や間仕切の仕様などを選択できるようになっている。

なお、本システムではCO<sub>2</sub>排出原単位として日本建築学会が発行している「建物のLCA指針-温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール-改定版」に付随するAIJ-LCA原単位データベース及びAIJ-LCAツールに掲載の複合原単位（一致する原単位のない建材に対して構成材ごとに原単位を連鎖、単位換算して建材単位に複合化して作られた原単位）を主に用いている。

(b) 修繕・更新時

修繕・更新時のCO<sub>2</sub>排出量は、新築時の建材数量に対して修繕率や更新回数の係数を乗じることで算出する。係数にはデフォルトでは主にBELCA（LC評価、長期修繕計画、診断、資産評価、ERのための建築物のライフサイクルマネジメント用データ集改訂版）の値などが用いられるように設定されているが、メーカーによってはそれ以上の耐久性を有するなど、

長寿命化も建材由来CO<sub>2</sub>排出削減策の1つであることから、修繕率、更新回数は手入力も可能となっている。

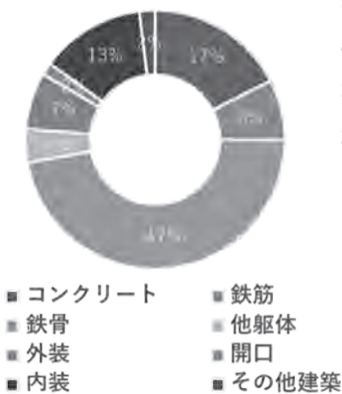
(c) アウトプット

CO<sub>2</sub>排出量算定結果のアウトプットのイメージ（一部）を図-4に示す。建材及び大区分ごとのCO<sub>2</sub>排出量を数値一覧とともに図のようにグラフ化することで、CO<sub>2</sub>排出量の多い建材の特定を容易にし、より効果的なCO<sub>2</sub>削減検討に貢献している。

(2) CO<sub>2</sub>削減シミュレーション

建物のCO<sub>2</sub>排出削減を検討するためには、ベースラインとして現状（CO<sub>2</sub>削減策未実施の原案）のCO<sub>2</sub>排出量を把握し、対策すべき、もしくは対策可能な建材を見定める必要があるが、その次の段階としてその対象建材をどのように対策すればよいのかの検討を行うことになる。CO<sub>2</sub>削減シミュレーション機能は、設計時の材料選定の際に建材の種類変更や、数量変更に伴うCO<sub>2</sub>削減量を瞬時に算出する機能である。例えば、図-5のように原案（標準案）として普通ポルトランドセメント Fc24 N/mm<sup>2</sup> を500 m<sup>3</sup> 使用するケースにおいて、削減案としてその一部を高炉セメン

区別別CO<sub>2</sub>排出量割合



品目別CO<sub>2</sub>排出量（主要躯体以外）（t-CO<sub>2</sub>）

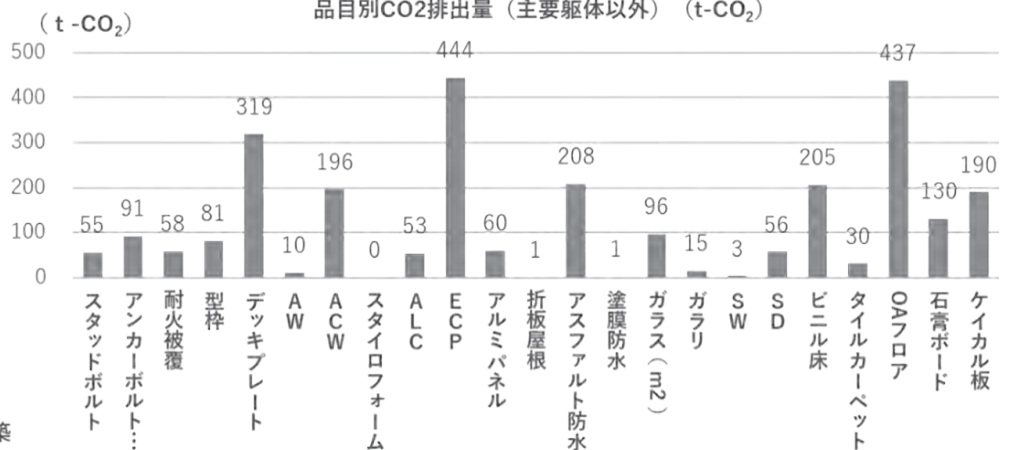


図-4 CO<sub>2</sub>排出量算定結果イメージ（抜粋）



図-5 CO<sub>2</sub>削減シミュレーションイメージ

トB種とした場合に、建材及び数量を設定するだけで各案におけるCO<sub>2</sub>排出量及び削減量を随時確認することができる。また木質建材を選択した際には、製造におけるCO<sub>2</sub>排出量に加えて木によるCO<sub>2</sub>貯蔵量(固定量)についても同時に計算される。CO<sub>2</sub>排出量計算における木のCO<sub>2</sub>貯蔵量の位置づけについては様々議論がされているところではあるが、近年、建材由来CO<sub>2</sub>削減の方策の1つとして木質建材の採用を検討するケースが増加してきており、参考値として算出できるようにしている。

#### 4. 施工時 CO<sub>2</sub> 排出量予測

##### (1) 施工段階 CO<sub>2</sub> 排出量算出ロジック

本システムのCO<sub>2</sub>排出量算出ロジック概要を図一6に示す。図中の①～③の算出手順は以下の通りである。

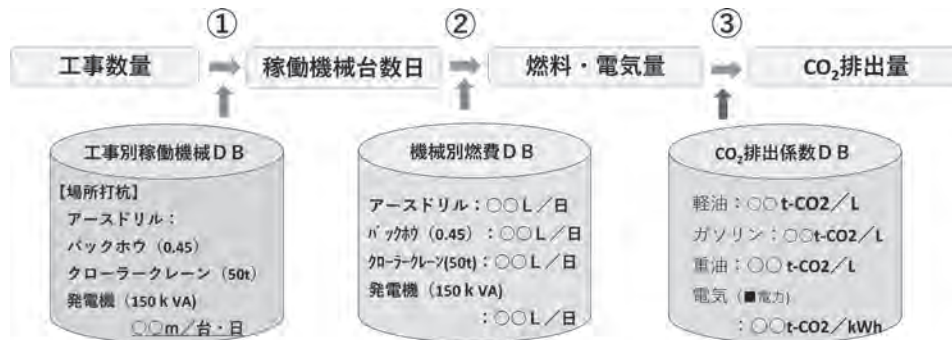
- ①入力された工事数量と工事別機械DBから得られた工事歩掛を基に稼働する機械の稼働量(台数・日)を求める。
  - ②機械別燃費DBより対応する機械の燃費を乗じることにより必要な燃料及び電気の使用量を算出する。
  - ③CO<sub>2</sub>排出係数を②に乗じることにより工事別機械・車両別のCO<sub>2</sub>排出量を算出することができる。
- 上記で求めた機械・車両別の稼働台数、燃料、電気

量、CO<sub>2</sub>排出量を算出したシステム画面を図一7に示す。以上のように、工事種類別の稼働機械・車両ごとにCO<sub>2</sub>排出量を算出して合計することにより、当該工事で排出されるCO<sub>2</sub>排出の全体量を把握することができる。

##### (2) 施工段階 CO<sub>2</sub> の分析と削減対策の立案

本システムから算出された数値は様々な種類のグラフで見える化され、その結果を分析することにより具体的なCO<sub>2</sub>削減対策を立案することができる。例えば図一8に示す工事別CO<sub>2</sub>排出量・割合よりCO<sub>2</sub>削減すべき工事を絞り込み、さらに図一9に示す稼働機械・車両別CO<sub>2</sub>排出量より削減効果が高い機械や車両を特定することができる。過去の実績より具体的なCO<sub>2</sub>削減対策は以下の5種類の対策に分類してリスト化されている。

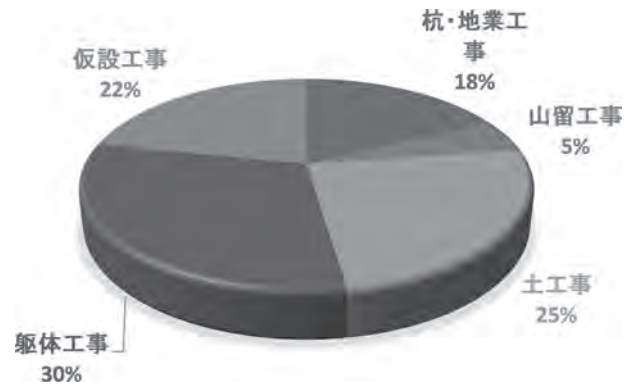
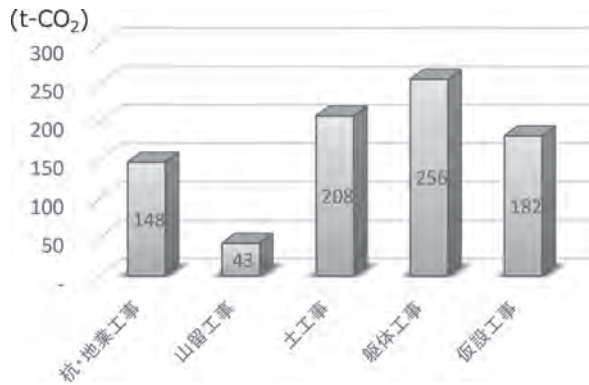
- ①台数系：掘削土の場内利用により排出台数の削減など
  - ②機械系：EVやハイブリッド重機の採用など
  - ③燃料系：バイオ燃料などの低炭素燃料の採用など
  - ④廃棄物：体積の減容化や巡回回収システムの採用など
  - ⑤運転系：エコドライブの実施など
  - ⑥電気：LED照明の採用や太陽光発電の設置など
- システム利用者は図一10に示すCO<sub>2</sub>削減対策リストから実施可能な対策を選択し、適用する機械・車両



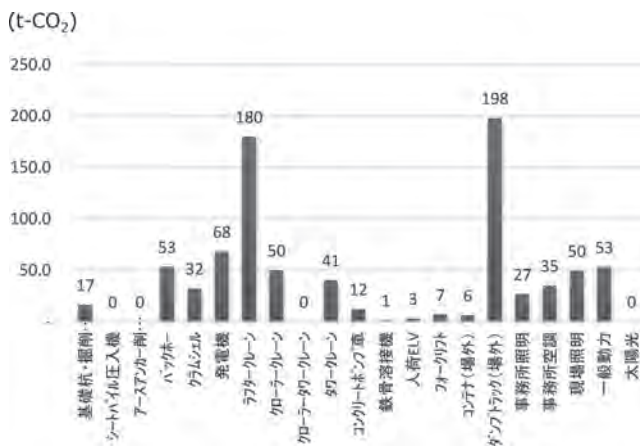
図一6 施工段階 CO<sub>2</sub> 排出量算出ロジック

重機・機器詳細						
No	工事細目	機械種類・規格	延台数・ 日車両台数	燃料使用量 (L)	電気使用量 (kWh)	排出量 (t-CO2)
1	場所打杭	基礎杭・掘削機械【加圧式アースドリル】	27	1,638.9	0.0	4.2
2	場所打杭	バックホウ【0.7m <sup>3</sup> 】	27	1,917.0	0.0	4.9
3	場所打杭	発電機【50~149kVA】	108	5,767.2	0.0	14.9
4	場所打杭	タンクトラック(場外)【10t】	849	5,094.0	0.0	13.1
5	場所打杭	クローラークレーン【50t】	27	1,579.5	0.0	4.1
6	地盤改良	基礎杭・掘削機械【加圧式アースカ】	2	121.4	0.0	0.3
7	地盤改良	バックホウ【0.7m <sup>3</sup> 】	2	142.0	0.0	0.4
8	地盤改良	発電機【150kVA以上】	4	466.4	0.0	1.2

図一7 工事別機械別の稼働台数、燃料・電気量、CO<sub>2</sub>排出量



図一8 工事別 CO<sub>2</sub> 排出量・割合



図一9 稼働機械・車両別 CO<sub>2</sub> 排出量

採用有無	削減対策	対象表示	削減・削減率	削減率 (%)	削減率 (%)
<input type="checkbox"/>	ハイブリッド車の採用	表示	0.4	100	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	低燃費型建機の採用 (Ry7%)	表示	3.1	100	0.6
<input checked="" type="checkbox"/>	低燃費型建機の採用 (37%/30-ト)	表示	2.6	100	0.5
<input type="checkbox"/>	コーラーからアブソーバに変更	表示	3.3	100	0.6
<input checked="" type="checkbox"/>	ハイブリッドフォークリフトの採用	表示	18.2	100	3.3

図一10 CO<sub>2</sub> 削減対策の選択と削減効果

CO<sub>2</sub> はわずか数年の短期間にまとめて排出され、その後に対策することができないことから、計画段階での十分な検討が望まれるところであり、本システムはその検討作業に対して短時間で必要な情報を提供することができるシステムとなっている。建物に対する CO<sub>2</sub> 削減の要求の高まりに呼応して、建材や重機、燃料、工法など建築を取り巻く様々な分野での技術向上が図られている。これらの技術を活用し、CO<sub>2</sub> 排出のより少ない建物を作り出していけるよう、その支援ツールとして、引き続き本システムの機能向上を図っていく。

JCMA

【参考文献】

- 1) (一社) 日本建築学会, 建物の LCA 指針-温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール-改定版, 丸善出版, 2024年3月
- 2) J-CAT ウェブページ ([https://ibecs.or.jp/zero-carbon\\_building/jcat/index.html](https://ibecs.or.jp/zero-carbon_building/jcat/index.html))
- 3) 建築物のライフサイクルマネジメント用データ集改訂委員会, LC 評価, 長期修繕計画, 診断, 資産評価, ER のための建築物のライフサイクルマネジメント用データ集 改訂版, (公社) ロングライフビル推進協会, 2020年3月
- 4) UCL, BPIE, UNEP CCC, IEA, Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025: Not just another brick in the wall, 2025年3月

ごとの CO<sub>2</sub> 削減量を確認しながら削減計画を立案することができる。

5. おわりに

建築に由来する CO<sub>2</sub> 排出量は、全 CO<sub>2</sub> 排出量のおよそ 37%<sup>4)</sup> に及びその削減は大きな課題となっている。運用時のエネルギー消費に伴う CO<sub>2</sub> 排出は、建物のライフサイクル全体では 6 割から 7 割と大きな位置を占めるが、数十年にわたって排出される積み重ねの結果であるため、将来の電力等の原単位の低下や省エネルギー機器の導入などにより改善される可能性を含んでいる。しかし、新築時の建材調達や施工由来の

【筆者紹介】



天石 文 (あまいし あや)  
大成建設㈱  
サステナビリティ経営推進本部  
カーボンニュートラル推進部 環境技術室  
課長



竹尾 健一 (たけお けんいち)  
大成建設㈱  
サステナビリティ経営推進本部  
カーボンニュートラル推進部 環境技術室  
室長

# 安藤ハザマ次世代エネルギープロジェクト

## 水素社会を見据えた分散型電源と統合エネマネによる広域的省 CO<sub>2</sub>

中 里 壮 一

安藤ハザマは、次世代型エネルギーマネジメントシステムを構築し2020年4月より本格運用を開始した。さらに2025年4月より自らCO<sub>2</sub>フリー水素の製造・供給システムを整備・運用開始した。遠隔敷地にある建物を含め3拠点全体のCO<sub>2</sub>削減を目的としたプロジェクトの概要を示す。

キーワード：カーボンニュートラル (CN)、水素、分散型電源、脱炭素、再生可能エネルギー、CO<sub>2</sub>削減、代替燃料

### 1. はじめに

安藤ハザマは、2013年4月にそれぞれ100年以上の歴史を持つ間組と安藤建設が合併して誕生した会社である。事業内容は、土木事業、建設事業、海外事業であり、ものづくりを通じて社会・お客様の発展に寄与することを目的とする総合建設会社である。また、戦後インフラ黎明期より黒部ダム（富山県）を代表とする世紀の大プロジェクトへ挑戦するなど、前身企業の創業以来、現状に満足することなく新しい価値を創造するために挑戦を続けている。

一方、日本は政府がエネルギー基本計画で示す通り、資源の海外依存による脆弱性や大規模災害対応などの課題を抱えている。さらに、パリ協定で約束した温室効果ガス排出量の削減に向けた実効性の高い対策は、喫緊の課題といえる。これらの課題解決には、次世代に向けた水素などの新しいエネルギーを利活用する現実的な方法を探り、最適解を追求する統合的なエネルギーマネジメント手法を実現することが重要であり、期待されている。

こうした背景を受け、先端の技術、蓄積してきた知識・経験・情報を結集し、次世代型エネルギーマネジメントシステムの構築・運用を目指すプロジェクトを2018年9月よりスタートさせ、2020年4月より本格運用を開始している（以降、第1フェーズ）。さらに、新エネルギーとして期待される水素を自ら製造し活用するシステムを2025年4月より本格運用を開始している（以降、第2フェーズ）本稿は、本プロジェクト（第1、2フェーズ）の概要と取組内容について紹介するものである。

### 2. プロジェクトの概要

本プロジェクトは、離れた敷地にある複数事業所（以下、複数遠隔建物）全体のエネルギーを統合・最適化する新たな広域的省CO<sub>2</sub>エネルギーマネジメントプロジェクトである。具体として3つのコンセプトにより構成される（図-1）。

1つめのコンセプトは、供給サイドの取組である。将来期待されているエネルギーキャリアの1つである水素の本格運用を見据えたコージェネレーション（CGS）群と大容量NAS電池（蓄電池）を組み合わせた省CO<sub>2</sub>分散型エネルギープラントを整備する。

2つめのコンセプトは、需要サイドの取組である。拠点となる技術研究所で既往技術とIoT環境制御、建物運用マネジメントを融合した省CO<sub>2</sub>技術を実践する。これにより、ネガワットの取組を行う。

3つめのコンセプトは、広域的エネルギー融通の取組である。需要サイドでは、複数遠隔建物全ての電力需要予測を行い、供給サイドではそれに基づき省CO<sub>2</sub>分散型エネルギーシステムの供給調整を行う。そして、得られた電力は広域電力グリッドの利活用により面的に融通する。これを実現するため、複数離隔建物全体でのエネルギー最適化を目的とした、統合エネルギーマネジメントシステムを構築する。以上を実施し、単一建物だけでなく、複数遠隔建物に及ぶ広域的な省CO<sub>2</sub>化を実現することを目指す。

また、本プロジェクトのプラント燃料は、2018年企画当時、2つのフェーズを見据えていた。まず、第1フェーズとしてCO<sub>2</sub>フリー由来の水素が経済的・安定的に入手できる世情を「水素社会」と定義し、運用

離れた敷地にある複数の遠隔建物（事業所）全体のエネルギーを統合・最適化することで、新たな広域的省CO<sub>2</sub>化を図ることで。

3つの省CO<sub>2</sub>技術（分散型電源、エネルギー融通、省エネルギー）を統合した新たな統合エネルギーマネジメントシステムを構築

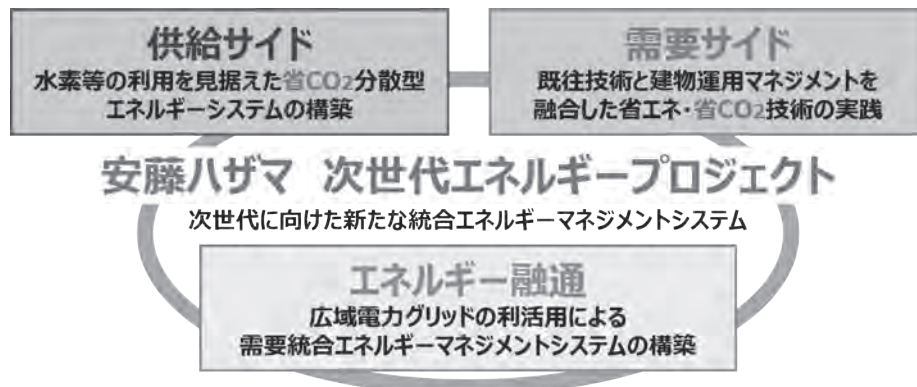


図-1 次世代エネルギープロジェクト（第1フェーズ）のコンセプト

開始時点は「水素社会に至るまでの過渡期」として、都市ガスによる運用としている。その後、第2フェーズとして、2030年水素社会到来の際は都市ガスにCO<sub>2</sub>フリー水素を加えて分散型エネルギープラント（電源）を運用し、さらなる省CO<sub>2</sub>化を目指すものである。

一方、2020年4月の本プロジェクト本格運用開始後に世情の変化が生じた。2020年10月に菅首相（当時）が宣言されたCN宣言によるCN対策の提案を求める要求の増加や、2022年2月に勃発したウクライナ侵攻により欧州諸国と同様に日本もロシア産化石燃料への依存度低減が喫緊の課題として顕在化した。これらの背景から、国内外で安定的に供給の可能性がある水素エネルギーが再評価された。これら歴史的転換の影響を受け、水素社会到来前に水素の利活用ノウハウを得る必要があると判断し、2023年度より新たな「第2フェーズ」として、CO<sub>2</sub>フリー水素製造・供給システムの整備に着手し、2025年4月より本格運用を開始した。

### 3. 第1フェーズの概要

#### (1) 目的

本プロジェクトは、広域に離れた敷地にある複数遠隔建物全体の省CO<sub>2</sub>化を目指すプロジェクトである。

また、その結果により旧一般電気事業者における発電電力の低炭素化に貢献するモデルを目指したいと考えている。背景として、従来から旧一般電気事業者は、需給バランスを維持するため電力需要の状況を監視し

ながら需給調整を実施し、また、太陽光・風力発電など再生可能エネルギーの拡大により不安定な供給量をカバーする必要も生じている。このような調整力を確保するために待機を課せられる供給設備は、CO<sub>2</sub>排出量の多い火力発電等により構成され、調整力の確保が低炭素化進展の負担となっている。

この背景から、本プロジェクトの分散化電源は技術研究所のみのエネルギー供給だけでなく、逆潮流によって離れた敷地にある2カ所の事業所に電力供給を行っている。本プロジェクトは、こうした低炭素化電力を広域に供給することや、旧一般電気事業者の調整力になるべく頼らない分散型エネルギーシステムを運用することで、旧一般電気事業者の低炭素化に貢献することを目指し、本モデルを波及させたいと志向している。

#### (2) 実証フィールド（図-2）

本プロジェクトは、自社施設（技術研究所、千葉工場、大型工事現場）の3拠点を対象として実証している。

##### ①技術研究所（茨城県つくば市）

技術研究所は、1992年に旧間組の研究所として開設され、現時点（2025年度）時点で33年を迎える。本施設は、茨城県つくば市に位置し、7万平方メートルを超える広大な敷地に、本館、9つの実験棟、屋外実験場など21棟の建屋によって構成されている。これまで建物群へ供給される電力は、小売電気事業者からの購入のみで賄われている。給湯器などへの燃料は、LPGタンクによる供給により賄われていた。

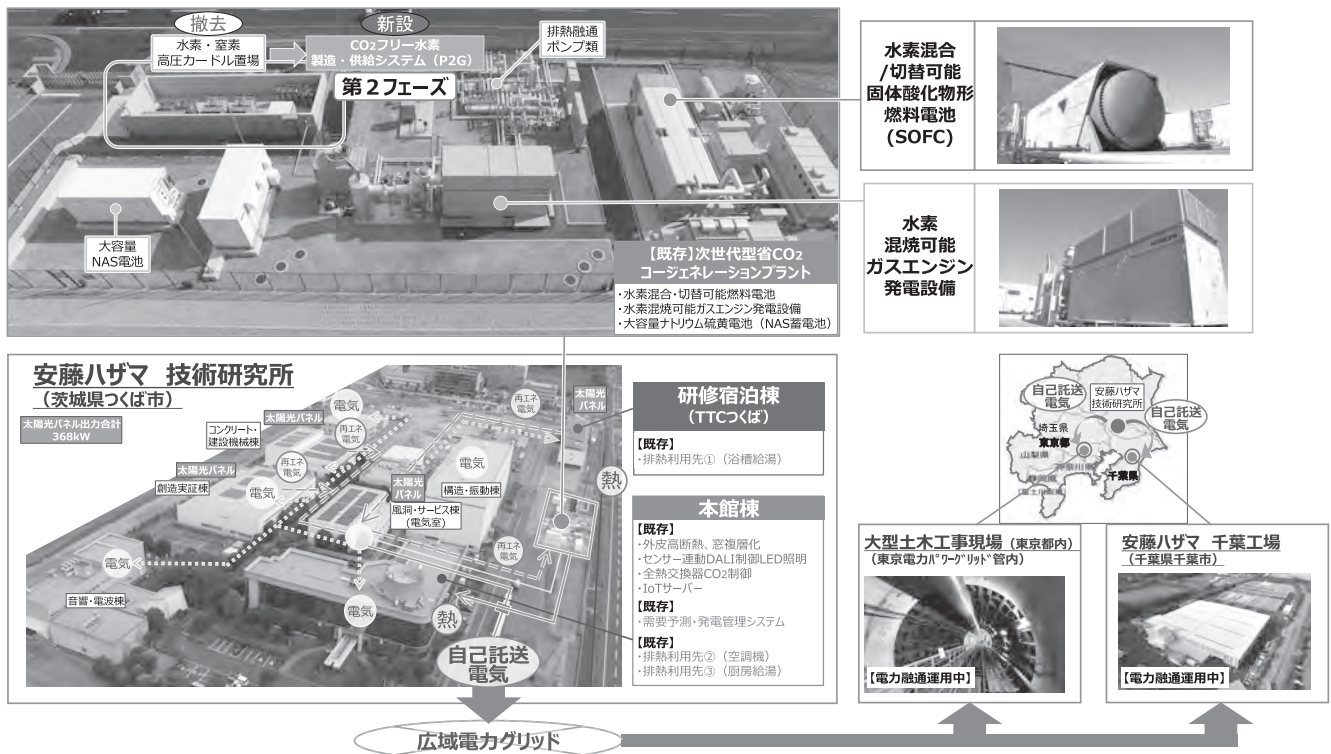


図-2 実証フィールド概要

## ②千葉 (PC) 工場 (千葉県千葉市)

千葉工場は、千葉県千葉市に位置するプレキャストコンクリート製造工場である。これまで建物へ供給される電力は、小売電気事業者からの購入のみで賄われていた。

## ③大型工事現場 (東京電力パワーグリッド管内)

大型工事現場では、数年間にわたって1 MW 程度の契約電力になる現場も複数ある。今回対象とした工事現場へ供給される電力は、これまで小売電気事業者からの購入のみで賄われていた。

### (3) 供給サイドの取組

供給サイドの取組として、将来において水素の本格運用を見据えたコージェネレーション (CGS) 群と蓄電池を組み合わせ、省CO<sub>2</sub>分散型エネルギープラントを整備した。このプラントは、技術研究所に水素切替可能燃料電池、水素混焼可能ガスエンジンのCGS群と大容量NAS電池 (蓄電池) から構成される。そして、オンサイトのエネルギー需要を賄うと同時に、余剰で発電する電力は自己託送制度を利用する。

具体として、CGSにより発電した電力は技術研究所で自家消費され、余剰分を千葉工場と大型工事現場へ自己託送する。また、得られる排熱は技術研究所敷地内の建物に温水として融通し、給湯利用 (大浴場用)、空調利用 (暖房温水、冷房 (吸着式冷凍機経由

後冷水化)、デシカント空調 (デシカ素子再生))、給湯利用 (厨房用) に利用している。

運用面では、技術研究所の熱需要が発生する時間は昼間のみであるため、ガスエンジンの運転は昼間のみとし、総合効率、CO<sub>2</sub>削減効果を高めた運用を行っている。また、ガスエンジンは定格50%出力以上で運用する仕様制限があるため、あらかじめ託送計画を調整している (3地点の電力需要の関係から技術研究所の電力負荷の立上がり後に起動する場合や、電力負荷立下りより前に停止するなど)。さらに、技術研究所の受電電力が一定値を超えた場合は、NAS電池から放電する制御 (受電一定制御) を実施し、契約電力の上昇を防止する制御を行っている。

また、第1フェーズでは、水素高圧カードルを整備していた。貯蔵量は、水素切替燃料電池および、水素混焼可能ガスエンジンに対し1時間混合供給可能な量である。本来であれば、CO<sub>2</sub>フリー水素を貯蔵することを希望していたが、当時外販されておらず、やむを得ず副生水素を貯蔵していた。

そこで、第2フェーズでは、これら高圧カードルは撤去し、そのスペースに水電解装置による水素製造・供給システムを整備した。詳細は、後述で示す。

### (4) 需要サイドの取組

需要サイドの取組として、ネガワット取組として既

往の省エネ技術・IoT技術・建物運用マネジメントを融合した省CO<sub>2</sub>を実践する。

拠点となる技術研究所内の本館棟では、既往の省エネ技術を組み合わせて導入した。導入技術は、建物外皮の高断熱化、既設HF蛍光灯をLED照明(DALI制御、センサー連動)へ更新、既設全熱交換器のCO<sub>2</sub>制御の実装である。省CO<sub>2</sub>分散型エネルギープラントにおいては、このプラントが設置してある技術研究所の消費電力量が縮減することで、その分を広域への電力融通(自己託送に電力供給)量を増やせることができる。従来、省CO<sub>2</sub>技術は、建物単体のみに寄与することが目的であった。対して、本プロジェクトでは、電力削減分が広域に融通する電力となることから、ネガワット(節電による余剰電力を発電電力と同等とする考え方)として位置づけている。

(5) 統合エネルギーマネジメントの構築 (図-3)

本プロジェクトは、供給サイドと需要サイドを統合する統合エネルギーマネジメントシステムを構築した。このシステムとは、自社施設(3拠点)の需要量予測を行い、供給サイドにおいて必要に応じた出力調整をすることにより、同時同量供給の調整を行うマネジメントである。これにより、広域を含めた全体のエネルギー利用が統合管理され、単一建物だけでなく、さらに複数遠隔建物の省CO<sub>2</sub>化を実現することが可能となる。

① 需要サイドのエネルギーマネジメント

需要サイドでは、様々な情報を基に電力需要予測を行う。例えば、気象情報は、空調設備のエネルギー消

費に関連する。また、会議室や宿泊予定は、人に起因する空調・照明などのエネルギー消費に関連する。そして、工場などの製造計画、大型工事現場の工事工程は、生産機器のエネルギー消費に関連する情報である。こうした情報は、広域需要群における需要予測として反映させる。

② 供給サイドのエネルギーマネジメント

供給サイドでは、電力需要予測データを基に、同時同量を実現する発電(供給)計画を作成し、省CO<sub>2</sub>分散型エネルギープラントの運転に反映させる。また、同システムから得られる排熱(熱)エネルギーは、技術研究所内で有効利用する。この制御を含め、省CO<sub>2</sub>分散型エネルギーシステムは、高効率運用できる制御を行う。

③ 広域電力グリッドの利活用

広域電力グリッドは、東京電力パワーグリッド(一般送配電事業者)の送配電ネットワークを利用する。加えて、発電した電気を同時に遠隔地の事業所へ送るいわゆる「自己託送制度」を利用する。一方、各事業所から得られた需要予測データを基に発電計画、需要計画を立案し、電力広域的運営推進機関(OCCTO:オクト)に報告する。この報告は、年、月、日、30分前の頻度で行う。したがって、技術研究所では需要予測精度やコスト検証等を含め日々の運用・改善を行う。

具体として、省CO<sub>2</sub>分散型エネルギープラントにより発電した電力は技術研究所で自家消費され、余剰分を千葉工場と大型工事現場へ電力融通(自己託送)する。託送量は3拠点の電力需要予測値と発電能力から自動的に計画立案され、技術研究所の負荷変動に応

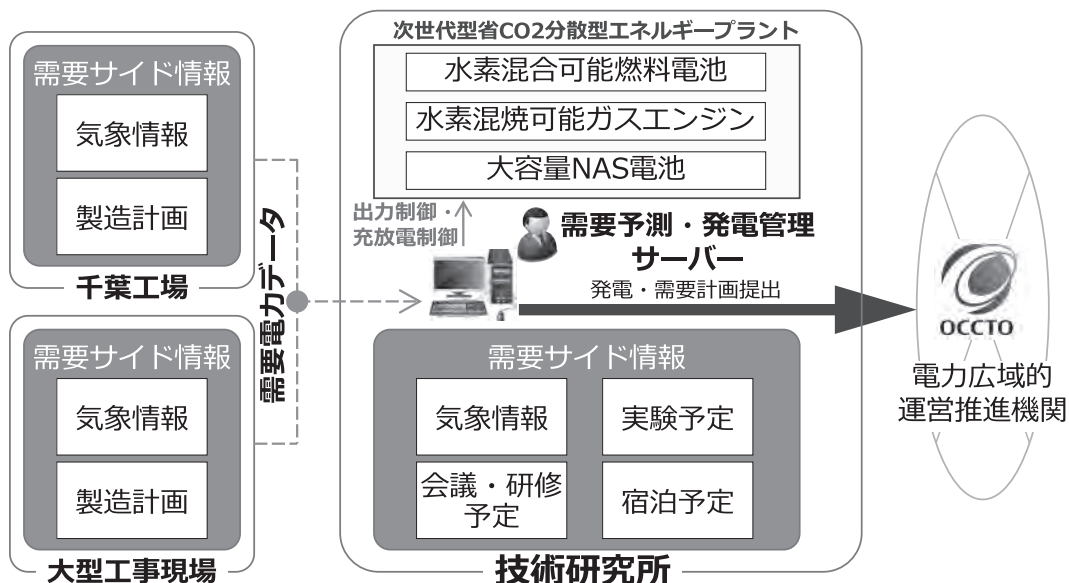


図-3 統合エネルギーマネジメントシステム概要

じ、各CGSと蓄電池の出力をリアルタイムに調整し30分毎の託送計画値を系統に逆潮流している。これにより、各地点の最大需要電力を低減し、小売電気事業者との契約電力を一定値に管理している。

(6) 系統電力断絶時におけるレジリエンスなシステムの構築

本プロジェクトの省CO<sub>2</sub>分散型エネルギープラントは、基本的に自家用発電機であるため、災害時における対応も具備している。

例えば、技術研究所商用系統が停電した場合、各発電機は安全に一旦停止し、各棟の受電遮断器（VCB）は開放される。その後、都市ガス及び水道が存続している場合は、本館棟および研修宿泊棟の遮断器を再投入し、ガスエンジンを手動でブラックアウトスタート（自立運転）し電力を供給する。こうして、本館棟および研修宿泊棟の電力使用を可能とする。また、ブラックアウトスタートの最大負荷は300kW程度であるため、系統停電時における空調使用は、本館棟のBCP拠点上の重要居室である講堂、研修宿泊棟を優先に行う。

主に、CGSの運転燃料は13A中圧の都市ガスを使用している。都市ガス中圧管は、阪神淡路大震災等での報告により一定の信頼性があると判断している。また、プラント設置面は、前面道路より2m程度高い位置にある。技術研究所エリアは、つくば市による浸水ハザードマップにおいて、洪水・浸水想定区域外であるが、昨今のゲリラ豪雨などにおいても、浸水の可能性は極めて少ないと判断している。

4. 第2フェーズの概要

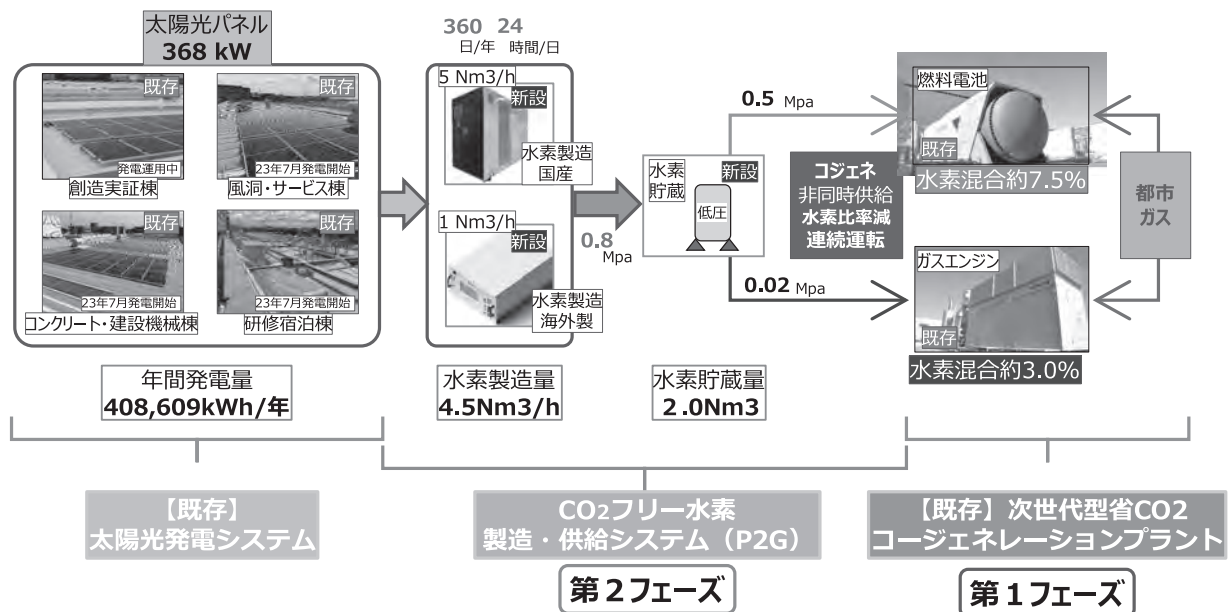
(1) 目的

第2フェーズでは、新たにP2GによるCO<sub>2</sub>フリー水素製造・供給システムを構築し第1フェーズの水素利用可能コージェネの「燃料」として供給する。この運用を実証することで、来るべき水素社会における分散型エネルギーシステムの在り方の先導を目指す。

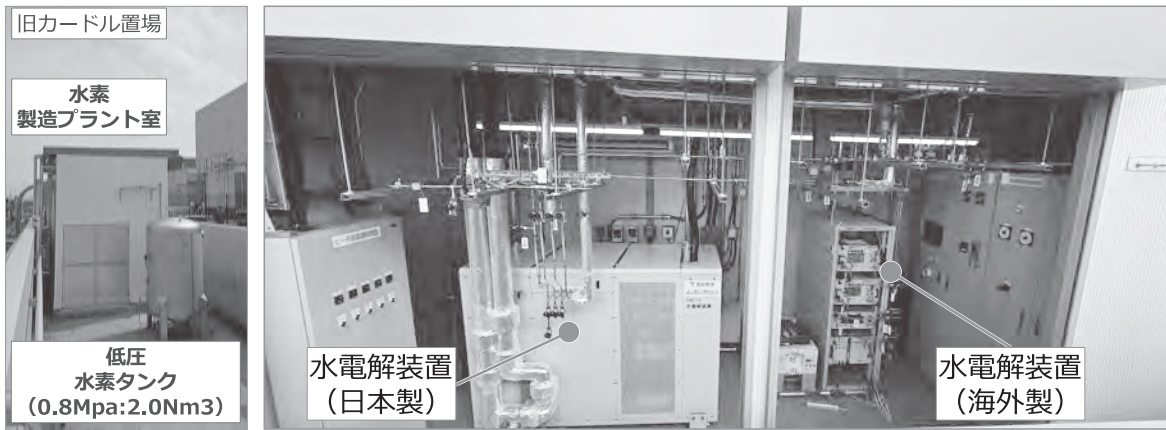
(2) 概要

本水素システムの概要を図一4、5に示す。まず、既存の太陽光発電システムを電源として、水電解装置により水素の製造を行う。また、この水電解装置は、海外製のAEM型と日本製のPEM型の異なる型式を採用した。水素製造の運用は、点検停止を除き、年間常時稼働を行う。また、太陽光発電設備と水電解装置は、相対で接続せず、構内電力網に接続する。これにより、常時運転可能とする。CO<sub>2</sub>フリー水素の認定においては、水素製造システムに要する電力を年間計量し、年間太陽発電量までの電力で製造した水素を認定するものとする。つまり、年間収支により判定を行う。

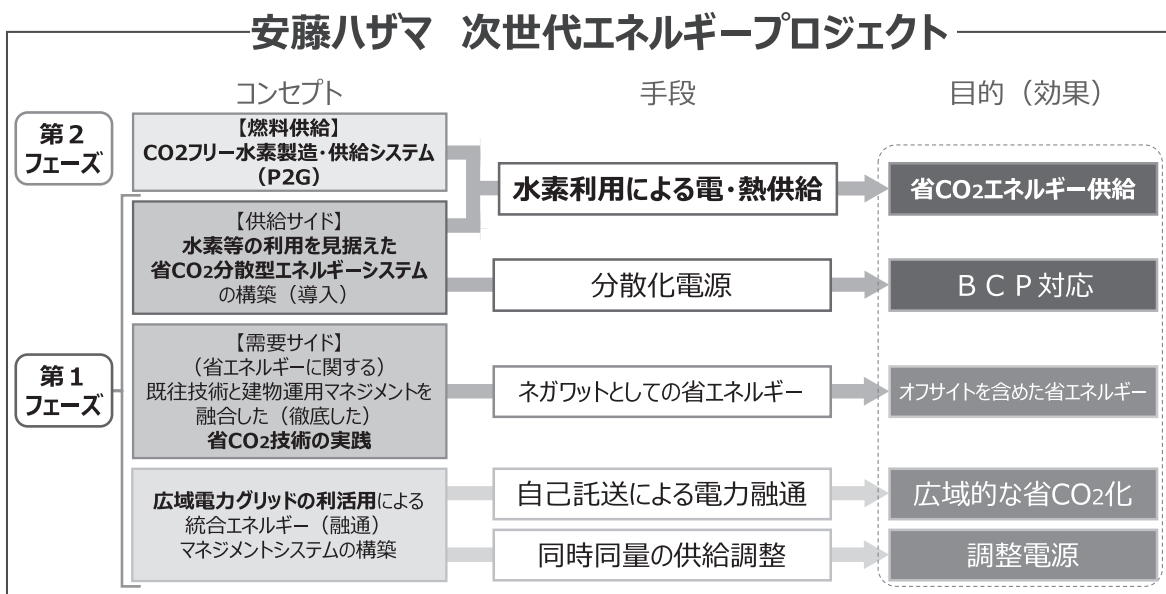
一方、既存の水素利用可能コージェネは、常時得られるCO<sub>2</sub>フリー水素と都市ガスを混合させた燃料として運用する。これら実証を通じて、AEM型、PEM型両機の運用を通じて得られる運用の安定性、水素変換効率など実機による検証を行う。



図一4 CO<sub>2</sub>フリー水素製造・供給システム概要



図一5 CO<sub>2</sub>フリー水素製造・供給システム全景



図一6 次世代エネルギープロジェクトの要旨

## 5. おわりに

本プロジェクト (第1・2フェーズ) の要旨を図一6に示す。本プロジェクトは、事業施設で行う次世代を志向したエネルギーマネジメント実証プロジェクトである。また、本プロジェクトは国土交通省サステナブル建築物等先導事業 (省CO<sub>2</sub>先導型) の採択プロジェクト (第1フェーズ:平成30年度, 第2フェーズ:令和5年度) である。

これまで建物側が各々省CO<sub>2</sub>化に苦慮してきた。近年における目覚ましい発展を遂げた情報ネットワーク技術や、新エネルギーを積極的に利活用することで、これまでの枠を超えた省CO<sub>2</sub>化が可能となりつ

つある。

本プロジェクトで得られる知見により、広域全体の省 (脱) CO<sub>2</sub>化への波及、サステナブル社会実現のための一助になればと期待するものである。

JICMA

#### [筆者紹介]

中里 壮一 (なかざと そういち)  
 ㈱安藤・間  
 技術研究所 先端技術開発部  
 次世代エネルギーグループ  
 グループ長



# 社会実装に向けた路面太陽光発電技術に関する構造の一検討

鍛 治 哲 理・平 子 貴 大・永 島 淳 貴

道路分野において、カーボンニュートラル社会への貢献が期待されている路面太陽光発電技術は、国内外で社会実装に向けて検証が行われている。筆者らは、室内評価試験および屋外試験施工による実証実験を通じて、路面太陽光発電の耐久性評価や構造検討を進めた結果、実路面へ適用できる可能性を確認した。しかし、現行の道路構造令または電気設備の技術基準では、路面太陽光発電の実装を想定した基準はない。そこで、路面太陽光発電技術に関する新たな技術基準の整備に期待し、これまでの検証内容を示すとともに、結果から得られた本技術に関する現状の課題について紹介する。

キーワード：舗装、再生可能エネルギー、路面太陽光発電、舗装構造、配線構造

## 1. はじめに

路面太陽光発電は、道路空間を利用した太陽光発電と交通供用が両立する舗装技術であり、カーボンニュートラル社会への貢献に期待する技術として、国内外で舗装構造や耐久性の検証が進められている。本技術は、太陽光発電施設としての発電性能や安全性と、舗装路面としてのすべり抵抗性や供用耐久性等の確保が必要である。そこで、筆者らは室内供試体を用いた屋内評価試験と屋外試験施工による実証試験を通じて、耐久性評価や構造検討による検証を進めてきた。本稿では、これまで実施してきた検証内容を示すとともに、結果から得られた本技術に関する現状の課題について紹介する。

## 2. 路面太陽光パネルの開発

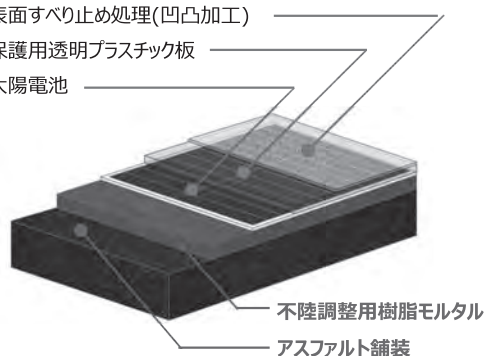
歩行者や車両が通行する路面は、交通荷重に伴うひずみやたわみ変形が発生する。そのため、屋根やメガソーラー等で使用されている一般的な太陽光パネルの構造を流用し路面に設置すると、荷重に伴う変形を許容できず、太陽光パネルが破損する可能性がある。そこで、筆者らは耐荷重性と変形追従性を有し、路面に設置可能な太陽光パネル（以下、路面太陽光パネル）の開発に着手した。路面太陽光パネルの仕様および舗装構造例を図一1に示す。路面太陽光パネルは、変形に追従するフィルム状の太陽電池と耐荷重性を有するプラスチック板を積層した構造としている。また、

### 路面太陽光パネル

最大出力：40W

寸法：940×940×10mm

- ① 表面すべり止め処理(凹凸加工)
- ② 保護用透明プラスチック板
- ③ 太陽電池



図一1 路面太陽光パネルの仕様および舗装構成例



写真一1 路面太陽光パネルの凹凸加工

プラスチック板の表面は、所要のすべり抵抗を確保させるため、透明な骨材を透明な樹脂で固定した凹凸加工を施している（写真一1）。

### 3. 凹凸加工による発電出力への影響

路面太陽光パネルの表面に凹凸加工を施したことで、太陽電池に当たる日射量が減少し、発電出力が低下することが予想されたため、ソーラーシミュレータを用いて光源角度ごとの発電出力を計測した。計測に用いた供試体は、太陽電池単体（無加工）と路面太陽光パネル（凹凸加工）の2種類である。計測結果を図-2に示す。光源角度が90～45°の範囲では太陽電池単体（無加工）の発電出力が高く、光源角度30～0°の範囲では路面太陽光パネル（凹凸加工）の発電出力が高い結果を示した。これは、凹凸加工によって光の反射が抑制され、入射角が30°以下の光を捕捉したためと考えられる（図-3）。また、ソーラーシミュレータでの計測結果と国立天文台が提供する太陽高度データの関係から1年間で発電する平均発電量を試算すると、路面太陽光パネルは太陽電池単体に比べ、平均発電量が増加することを確認した<sup>1)</sup>。このように、凹凸加工は、すべり止めとしての役割だけでなく、路面設置時の発電量低下を抑制できる可能性が確認できた。

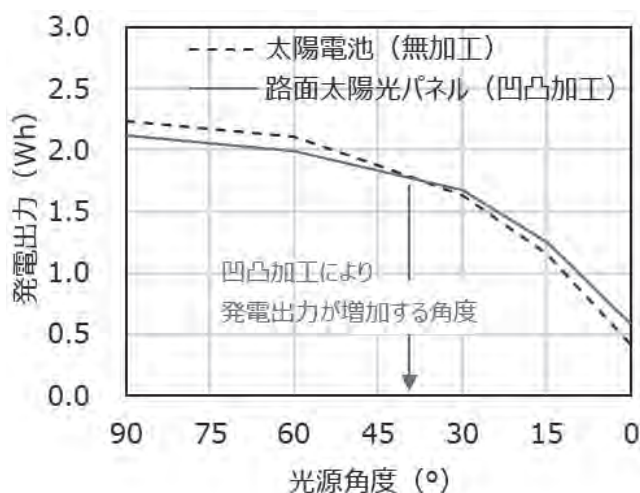


図-2 光源角度ごとの発電出力

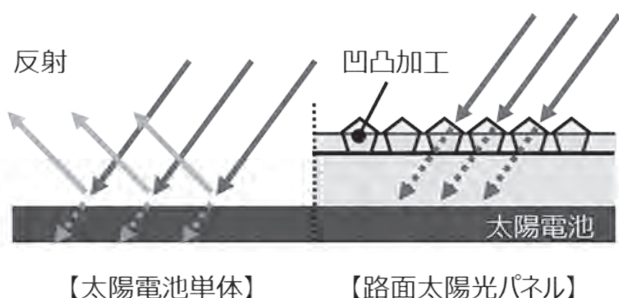


図-3 凹凸加工による光の反射抑制イメージ

### 4. ホイールトラッキング試験機を用いた耐久性試験

#### (1) 路面太陽光パネルの耐久性評価

夏季の路面温度および降雨を想定した水浸ホイールトラッキング試験の荷重条件を参考に、水浸状態での大型車両相当の輪荷重載荷試験を実施した。試験条件を表-1に、試験状況を写真-2に示す。供試体の構造は図-1と同様とし、荷重中は路面太陽光パネルの損傷と発電する電圧を計測している。荷重時間が18時間経過（通過輪数 約 45,000 輪）した時点で、路面太陽光パネルの剥がれや太陽電池の短絡等の損傷は発生しておらず、舗装路面として安全性を確保できることを確認した。

#### (2) 配線構造の耐久性評価

配線構造に交通荷重が作用することを想定し、ホイールトラッキング試験機を用いて大型車両相当の輪荷重載荷試験を実施した。試験条件を表-2に、供試体の構造を図-4に示す。試験に用いた供試体は、路面近傍にケーブルを配線する構造とし、ケーブルのかぶり厚を約13mmに設定した。荷重回数2万回ごとに荷重面（樹脂モルタル部）の損傷状況とケーブルの断線有無を確認した。荷重回数が100万回時点で、樹脂モルタルにひび割れ等の損傷および断線は発生しておらず、ケーブルを路面近傍へ埋設した構造が実用できる可能性を確認した。

表-1 試験条件（水浸載荷試験）

試験温度	60℃
養生条件	水浸
接地圧	0.63 MPa
荷重サイクル	42回 /min
荷重時間	18時間 (水浸 WT の3倍)

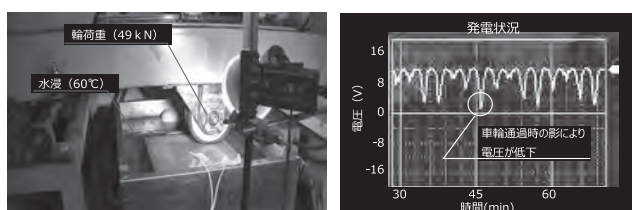
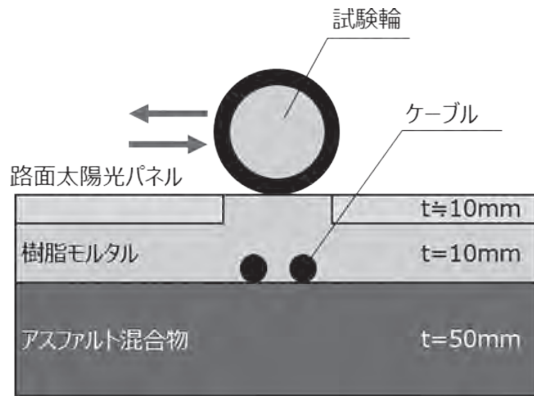


写真-2 試験状況（水浸載荷試験）

表一 2 試験条件 (載荷試験)

試験温度	20℃
養生条件	気中
接地圧	0.63 MPa
載荷サイクル	42回 /min
載荷回数	100万回



図一 4 供試体構造 (載荷試験)

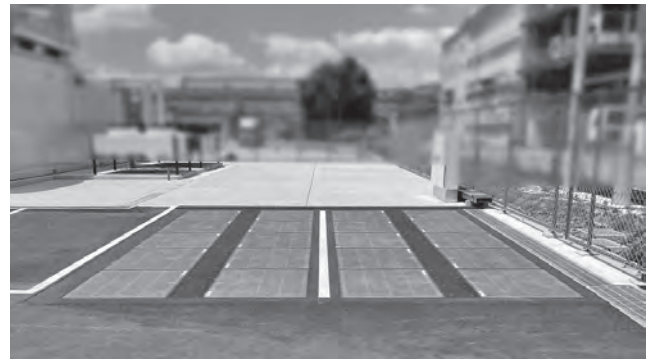
## 5. 屋外実証試験

### (1) 民間構内の駐車場

2021年3月にトヨタ本社工場の水素発電パーク内駐車場に路面太陽光発電を設置し、共同実験を行っている(写真一3)。路面で発電した電気は、隣接する工場施設の補助電力として系統接続しており<sup>2)</sup>、発電出力の経年変化を確認するため、日々の発電量を計測中である。2025年3月時点で、路面および発電状況は良好に保たれており、駐車場としても問題なく使用されている。

### (2) 民間構内道路(車道)

2022年2月にトヨタ本社技術本館前の車道に路面太陽光発電を設置し、共同実験を行っている(写真一4)。発電した電気は超小型モビリティ(C+pod)の充電施設の補助電力として系統接続している。また、トヨタ本社工場内での事例と同様に、発電出力の経年変化を確認するため、発電量を計測している。路面太陽光パネルを設置した車線の交通量は、約6,600台/月であり、供用8ヶ月時点で一部の樹脂モルタルに横断方向のひび割れを確認した。該当箇所の路面調査を実施したところ、路面太陽光パネルのひび割れや剥がれ、樹脂モルタルの段差等は発生しておらず、車両の走行性に問題がないことを確認した。しかし、樹脂モルタルに発生しひび割れは、舗装内の配線構造に起因していることを特定したため、現在は新たな構造に更



写真一 3 トヨタ本社工場 水素発電パーク内駐車場



写真一 4 トヨタ本社技術本館前車道

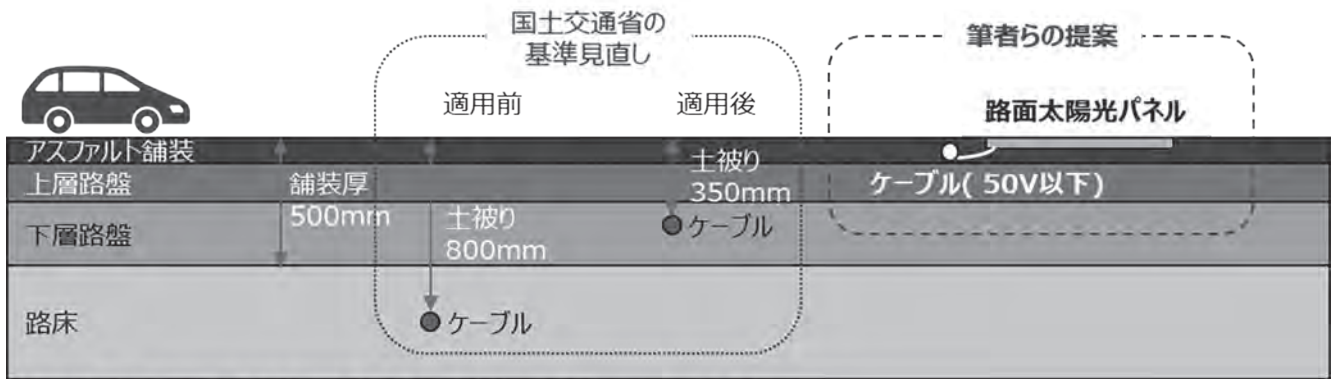


写真一 5 土木研究所 舗装走行実験場

新し、耐久性の検証を続けている。

### (3) 舗装走行実験場

2022年8月に公道車道向けの構造検証として、土木研究所舗装走行実験場で試験施工を行った(写真一5)。荷重車の輪荷重を許容する配線構造を選定するため、ケーブルの埋設方法を5種類に設定し、樹脂モルタルから下層の舗装構成は、既設工区のアスファルト舗装と同様とした。走行実験の結果、温暖な時期では路面太陽光パネルおよび配線構造に損傷の発生はなかったが、最低気温がマイナス5℃以下となった時期に、横断勾配下側の路面太陽光パネルに損傷が発生した。該当箇所を対象に開削調査を行ったところ、損傷部では配線構造内が滞水状況であったが、横断勾配上



※交通量の少ない生活道路（車道）※舗装厚500mmの場合を想定

図-5 電線等の埋設物に関する設置基準の見直しイメージ（国土交通省発行資料<sup>3)</sup>を参考に筆者らが加筆）

側の健全部では、滞水がないことを確認した。配線構造内に滞水した水分の凍結融解と、荷重車走行時の輪荷重が繰返し作用したことで、舗装に脆弱な部分が発生し、路面太陽光パネルの損傷に起因したと判断した。そのため、配線構造に水が浸入しにくく、輪荷重の負荷を受けにくい構造とするため、現在は配線構造を更新して耐久性の検証を続けている。

## 6. 社会実装に向けた構造

### (1) 舗装構造

舗装構造に関する技術基準は、国土交通省道路局「舗装の構造に関する技術基準」（以下、舗装基準）が該当する。舗装基準では、新技術や新材料の導入が想定されており、例えば、土木研究所舗装走行実験場等において大型車輪荷重相当の走行回数に応じた舗装構造としての適否が実物大で評価できる。そのため、筆者らは室内試験での耐久性評価のほか、公道車道を対象とした舗装走行実験場での試験施工および歩道と構内道路を対象とした民間構内での実証実験を通じて、構造評価を進めている。

### (2) 配線構造

舗装内に設置した配線構造に関する技術基準は、経済産業省「電気設備に関する技術基準」（以下、配線基準）が参考となる。しかし、舗装関連では、路面下約10cmに位置するロードヒーティングに関する内容のみであり、路面太陽光発電を対象とした配線方法については想定されていない。また、国土交通省「電線等の埋設物に関する設置基準」緩和<sup>3)</sup>では、無電柱化の低コスト手法として、電線および管路を浅い位置に埋設する方法が示されており、電線および管路の土被り350mm以上を確保する必要がある。これは、

電圧の高いケーブルが損傷した場合に歩行者等が感電する危険性があることや、舗装の供用性を確保することを考慮して設定したと思われる。

しかし、この基準を路面太陽光発電技術に適用すると、導入時のインシャルコストが増大することや舗装の連続性が損なわれることで早期に舗装体や太陽光パネルが破損し、舗装の供用性が低下することが懸念される。そのため、感電の危険性を低減した発電電圧を設定（例えば、許容接触電圧第3種50V以下<sup>4)</sup>）し、舗装の供用性に支障が発生しない配線構造を構築することで、電線および管路を浅い位置に埋設可能とすることが肝要と考える（図-5）。これが実現できれば、インシャルコストが低減されるだけでなく、舗装の連続性やメンテナンスの容易性が確保でき、社会実装が行いやすくなる。以上のことから、路面太陽光発電技術に応じた技術基準を新たに設定する必要があると考える。

## 7. おわりに

路面太陽光発電を社会実装するにあたり、既存の舗装基準で大きな課題はないと考えているが、配線基準については課題が残されていると考えている。配線基準では、埋設するケーブルが100V以上の系統接続を前提となっており、漏電時等の感電の危険性を考慮した設定としている。しかし、路面太陽光パネルの設計電圧を50V以下にすると、仮に埋設したケーブルが損傷した場合でも、歩行者等の感電の危険性を低減できるため、ケーブルの埋設深さを路面近傍の浅い位置に設定できると考えている。また、埋設深さが浅い位置になることで、路面太陽光パネル設置コストの縮減やメンテナンスの容易性が確保できることが期待される。

以上より、実証検証等を通じて、路面太陽光発電の

実装方法の検討が進展し、構造に関する新たな技術基準の整備を期待するとともに、引き続き、配線構造等に関する検証を進めていく考えである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 吉中 保, 鍛冶哲理, 太陽光発電舗装の電気特性等の検討と車両通行が可能な実証実験を通じた将来展望, 舗装, pp.24 ~ 29 (2020.2)
- 2) 平田茉安里, 鈴木一省, 太田勝也, 吉中 保, カーボンニュートラルの実現に向けた太陽光発電舗装の実証試験, 第34回日本道路会議 (2021)
- 3) 国土交通省, 「電線等の埋設物に関する設置基準」の緩和について (2016)
- 4) (社) 日本電気協会, 低圧電路地絡保護指針 (1995)

【筆者紹介】

鍛冶 哲理 (かじ てつり)  
 (株)NIPPO  
 総合技術部 研究第一グループ  
 副主任研究員



平子 貴大 (ひらこ たかひろ)  
 トヨタ自動車(株)  
 プラント・環境技術部 BR-TWCグループ  
 主任



永島 淳貴 (ながしま じゅんき)  
 トヨタ自動車(株)  
 プラント・環境技術部  
 建築計画室 設備G  
 主任



# バイオ炭インターロッキングブロックの開発

塚本 康 誉・新見 龍 男・岩本 正 人

建設業界において、コンクリートの利用に伴って発生する CO<sub>2</sub> 排出量削減のため、各種技術の開発が進められている。筆者らは、セメントなど材料由来の温室効果ガス排出量を実質ゼロとした環境配慮型の歩道用舗装材「バイオ炭インターロッキングブロック」を開発した。本製品は歩道用舗装材に必要な曲げ強度 3.0 N/mm<sup>2</sup> を確保しつつ、CO<sub>2</sub> の固定および産業副産物の有効利用を目的に、バイオ炭の一種である木質バイオマスガス化発電の副産物である炭を活用し、炭素を貯留することでカーボンニュートラルを実現した。

キーワード：カーボンニュートラル、バイオ炭、インターロッキングブロック

## 1. はじめに

日本政府は 2050 年までにカーボンニュートラル(以下、CN) 社会を実現することを宣言した。建設業界において、コンクリートの利用に伴って発生する CO<sub>2</sub> 排出量削減のため、各種技術の開発が進められている。コンクリート製品の CO<sub>2</sub> 排出量削減のために考えられる手法は大きく 3 種類に分けられる。

手法①：産業副産物をセメントの一部に置換した混合セメントを利用する手法

手法②：コンクリート製品に CO<sub>2</sub> を直接固定する手法

手法③：CO<sub>2</sub> が固定された材料を利用する手法

手法①では、高炉セメント B 種 (以下、BB) やフライアッシュセメント B 種等が、建設業界で広く用いられている。しかしながら、産業副産物自体に CO<sub>2</sub> 排出量が存在し、手法①単体では CN となるコンクリート製品を製造することは困難である。そのため、CN となるコンクリート製品を実現するためには、手法①に加え、手法②および手法③の併用が必要である。また、手法②では、コンクリート練混ぜ時に液化 CO<sub>2</sub> を噴射して CO<sub>2</sub> を固定する手法等があるが、CO<sub>2</sub> 固定量は少量である。そこで、筆者らは CO<sub>2</sub> を吸収・固定する手法として、手法③を用いたコンクリート製品の開発に取り組んだ。手法③の材料としては、スラッジ水に CO<sub>2</sub> を曝気し生成した軽質炭酸カルシウム<sup>1)</sup> や、樹木の生長過程で吸収した CO<sub>2</sub> を難分解性の炭素としたバイオ炭 (オガ炭)<sup>2)</sup> 等が報告されている。

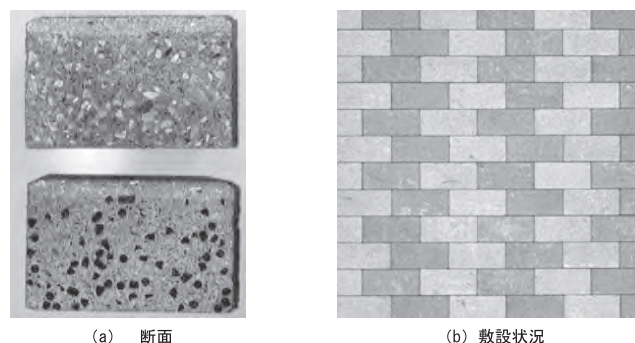
筆者らは、コンクリート製品の CN 化を目指し、炭

素貯留を行うことができる材料として、有効な適用先が模索されている木質バイオマスガス化発電で副生される炭 (以下、バイオ炭) を選定した。選定したバイオ炭は 30 ~ 80 wt.% 程度の炭素を含有している。このバイオ炭を用いることで CO<sub>2</sub> の固定と産業副産物の利用を併用したコンクリート製品の製造が可能であり、コンクリート二次製品であるインターロッキングブロック (以下、IL ブロック) に混合した製品を開発し、CN を実現した。写真-1 にバイオ炭 IL ブロックの断面と敷設状況を示す。本稿では、バイオ炭 IL ブロックの開発に伴い実施した実験結果の一部について報告する。

## 2. バイオ炭を用いた IL ブロック

### (1) 実験概要

表-1 に使用したバイオ炭の特性、写真-2 にバ



(上：バイオ炭無し、下：バイオ炭有り)

写真-1 バイオ炭 IL ブロック

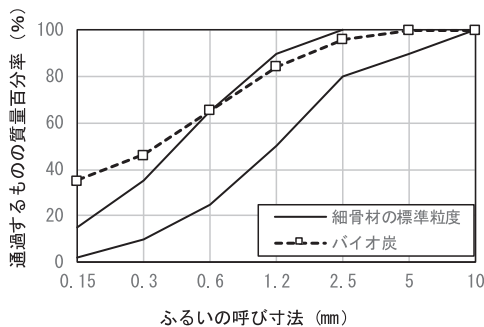
バイオ炭の外観、**図—1**にバイオ炭の粒度分布、**写真—3**に走査電子顕微鏡（SEM）写真を示す。本バイオ炭は150 μm以下の微粉が40%程度含まれた粉体である。また、粉体内部に多数の空隙が含まれており、かさ容積が0.30 g/ml程度と軽量である。このバイオ炭をILブロックに混合し曲げ強度への影響を確認した。

表—1 バイオ炭の特性

真密度	1.98 g/cm <sup>3</sup>
含水率	1.5 wt.%
かさ容積	0.30 g/ml



写真—2 バイオ炭粉体

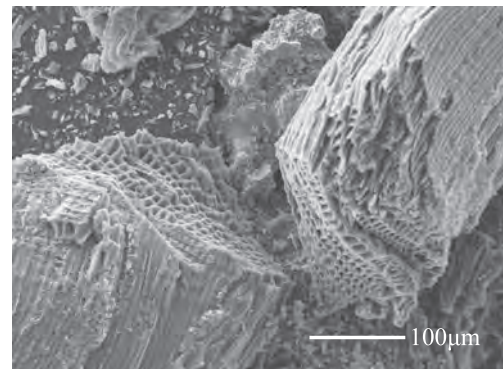


図—1 バイオ炭の粒度分布

**表—2**に使用材料、**表—3**に室内実験における調合表を示す。ベースは歩道用ILブロックの調合を用いた。練混ぜ方法および成形方法は従来品と同様とした。バイオ炭の最大混合量は（調合記号N200）、J-クレジット制度で認定された「方法論AG-004 (ver.1.6) バイオ炭の農地試用」に示されている炭素成形体のCO<sub>2</sub>固定量の算定式をもとに、CO<sub>2</sub>排出量がCNとなるような添加量とした。測定項目は材齢14日の曲げ強度とした。試験方法はJIS A 5363「プレキャストコンクリート製品—性能試験方法通則」に準拠した。

(2) 実験結果および考察

**図—2**に材齢14日の曲げ強度試験結果を示す。バイオ炭の使用量の増加に伴い、曲げ強度が低下する傾向を示した。また、バイオ炭を多量に混合した試験体で表面および層剥離が生じた。これは、バイオ炭は比表面積の大きい微粉を多く含んでおり、吸水量が増加し、セメントの水和が阻害されたためと考えられる。そこでILブロックの成型性を向上させるため、バイ



写真—3 SEM写真

表—2 使用材料（バイオ炭ILブロック）

記号	使用材料	備考
W	上水道水	—
NC	普通ポルトランドセメント	密度 3.16 g/cm <sup>3</sup>
Bi-P	バイオ炭	密度 1.98 g/cm <sup>3</sup>
S	山口県産砕砂	絶乾密度：2.59 g/cm <sup>3</sup> ，吸水率：1.85%，FM：2.80
G1	山口県産6号砕石	絶乾密度：2.69 g/cm <sup>3</sup> ，吸水率：0.69%，FM：6.01
G2	山口県産7号砕石	絶乾密度：2.70 g/cm <sup>3</sup> ，吸水率：0.65%，FM：4.90

表—3 室内実験（バイオ炭ILブロック）における調合表

調合記号	W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
		W	NC	Bi-P	S	G1	G2
N0	28	105	375	0	1,147	266	453
N50		110	393	50	1,064	262	446
N140		120	429	143	906	254	433
N200		135	482	200	779	242	412

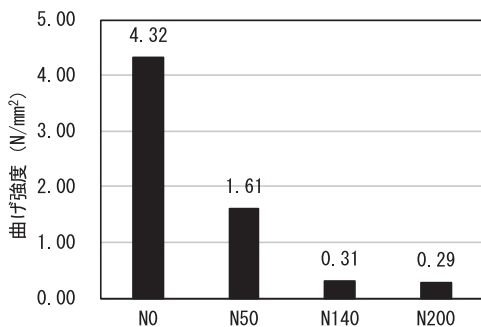


図-2 曲げ強度



写真-4 炭素成形体

オ炭を造粒した炭素成形体の適合性の検討を行った。

### 3. 炭素成形体を用いたILブロック

#### (1) 炭素成形体混合量が曲げ強度に及ぼす影響

(a) シリーズ1 (炭素成形体混合量 470 ~ 650 kg/m<sup>3</sup>)

##### ①実験概要

写真-4に炭素成形体を示す。バイオ炭粉体と結合材を混合し、加圧成型機を用いて平均粒子径4mm、長さ4~10mm程度の炭素成形体を造粒した。

表-4に使用材料、表-5に室内実験における調合表を示す。炭素成形体の密度はJIS A 1110「粗骨材の密度及び吸水率試験方法」に準拠して測定した。炭素成形体のCO<sub>2</sub>固定量は前述と同様の方法で算定し、結合材の使用量、CO<sub>2</sub>排出量および混合する炭素成形体の含水率を考慮して試算した。炭素成形体の混合量はILブロックのCO<sub>2</sub>排出量がCNとなるよう470, 530, 650 kg/m<sup>3</sup>とした。測定項目および試験方法は

2章と同様である。

##### ②実験結果および考察

写真-5に試験体の外観を示す。炭素成形体を混合したILブロックは、表面剥離および層剥離が生じにくく良好な成形性を有した。図-3に材齢14日の曲げ強度を示す。炭素成形体未使用のNC\_0は曲げ強度3.95 N/mm<sup>2</sup>となり、歩道用ILブロックに必要な曲げ強度3.0 N/mm<sup>2</sup>を満足した。炭素成形体を混合した試験体は、全調合で曲げ強度3.0 N/mm<sup>2</sup>以下となった。図-4に炭素成形体混合量と曲げ強度の関係を示す。炭素成形体混合量の増加に伴い、曲げ強度が低下する傾向を示した。試験結果の近似式から炭素成形体混合量300 kg/m<sup>3</sup>程度で曲げ強度3.0 N/mm<sup>2</sup>を満足する可能性が示唆された。

(b) シリーズ2 (炭素成形体混合量 290 kg/m<sup>3</sup>)

##### ①実験概要

表-6に使用材料、表-7に室内実験における調合表を示す。炭素成形体混合量が300 kg/m<sup>3</sup>程度で

表-4 使用材料 (炭素成形体ILブロック・シリーズ1)

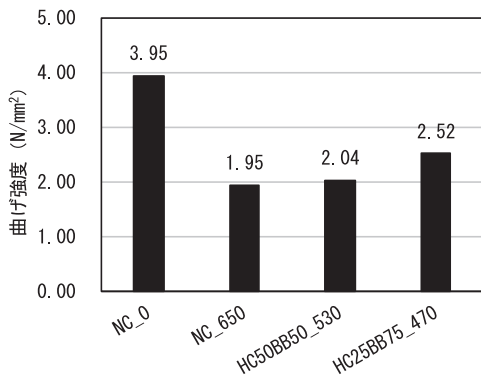
記号	使用材料	備考
W	上水道水	-
NC	普通ポルトランドセメント	密度: 3.16 g/cm <sup>3</sup>
HC	早強ポルトランドセメント	密度: 3.14 g/cm <sup>3</sup>
BB	高炉セメントB種	密度: 3.04 g/cm <sup>3</sup>
Bi-MD	炭素成形体	絶乾密度: 0.85 g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 69.3%, 含水率: 51.2%
S	山口県産砕砂	絶乾密度: 2.59 g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 1.85%, FM: 2.80
G1	山口県産6号砕石	絶乾密度: 2.69 g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 0.69%, FM: 6.01
G2	山口県産7号砕石	絶乾密度: 2.70 g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 0.65%, FM: 4.90

表-5 室内実験 (炭素成形体ILブロック・シリーズ1) における調合表

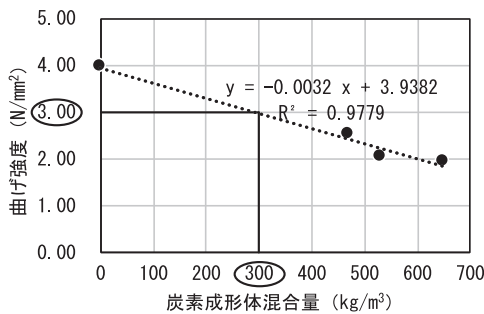
調合記号	W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )							
		W	NC	HC	BB	Bi-MD	S	G1	G2
NC_0	28	120	429	0	0	0	1,095	254	433
650						436	0	0	
HC50BB50_530			0	215	215	530	674	0	0
HC25BB75_470				107	322	470	794	0	0



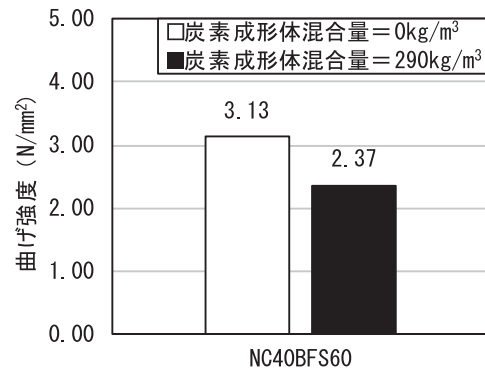
写真一5 試験体の外観



図一3 曲げ強度



図一4 炭素成形体混合量と曲げ強度の関係



図一5 曲げ強度

ILブロックがCNとなるよう、結合材は高炉スラグ微粉末（以下、BFS）を60 wt.%混合した高炉セメントC種相当とした。また、セメント種類は普通ポルトランドセメント（NC）とした。炭素成形体混合量は290 kg/m<sup>3</sup>とした。測定項目および試験方法は第2章と同様である。

②実験結果および考察

図一5に材齢14日の曲げ強度を示す。炭素成形体未使用の配合は歩道用ILブロックに必要な曲げ強度3.0 N/mm<sup>2</sup>を満足した。炭素成形体を290 kg/m<sup>3</sup>混合した試験体の曲げ強度は2.37 N/mm<sup>2</sup>となり、NCをベースセメントとした調合の場合歩道用ILブロックに必要な曲げ強度3.0 N/mm<sup>2</sup>を下回った。ただし、実機で製造したILブロック曲げ強度は、手作業で製作したILブロックの曲げ強度と比較して、成型時の圧力の違いから1.2～1.5倍程度大きくなることが予測される。そのため、炭素成形体混合量を300 kg/m<sup>3</sup>程度としたILブロックを実機で製造することで、曲げ強度3.0 N/mm<sup>2</sup>を満足すると考えられる。

表一6 使用材料（炭素成形体ILブロック・シリーズ2）

記号	使用材料	備考
W	上水道水	-
NC	普通ポルトランドセメント	密度：3.16 g/cm <sup>3</sup>
BFS	高炉スラグ微粉末	密度：2.91 g/cm <sup>3</sup>
Bi-MD	炭素成形体	絶乾密度：0.85 g/cm <sup>3</sup> ，吸水率：69.3%，含水率：51.2%
S	山口県産砕砂	絶乾密度：2.59 g/cm <sup>3</sup> ，吸水率：1.85%，FM：2.80
G1	山口県産6号砕石	絶乾密度：2.69 g/cm <sup>3</sup> ，吸水率：0.69%，FM：6.01
G2	山口県産7号砕石	絶乾密度：2.70 g/cm <sup>3</sup> ，吸水率：0.65%，FM：4.90

表一7 室内実験（炭素成形体ILブロック・シリーズ2）における調合表

調合記号	W/C (%)	単用量 (kg/m <sup>3</sup> )						
		W	NC	BFS	Bi-MD	S	G1	G2
NC40BFS60_0	28	120	176	257	0	1,094	254	432
NC40BFS60_290					290			

表一 8 使用材料 (実機における炭素成形体)

記号	使用材料	備考
W	地下水	-
EC	エコセメント	密度: 3.15 g/cm <sup>3</sup>
BFS	高炉スラグ微粉末	密度: 2.91 g/cm <sup>3</sup>
BB	高炉セメント B 種	密度: 3.04 g/cm <sup>3</sup>
Bi-MD	炭素成形体	絶乾密度: 0.85 g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 69.3%, 含水率: 51.2%
S	栃木県産砕砂	絶乾密度: 2.60 g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 1.37%, FM: 2.78
G1	栃木県産 6 号碎石	絶乾密度: 2.69 g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 0.69%, FM: 6.01
G2	栃木県産 7 号碎石	絶乾密度: 2.70 g/cm <sup>3</sup> , 吸水率: 0.65%, FM: 4.90

表一 9 実機における炭素成形体の混合量

調合名	炭素成形体の単位量 (kg/m <sup>3</sup> )
低炭素調合	0
カーボンニュートラル (CN) 調合	350

(2) 実機における炭素成形体 IL ブロックの性能検証

(a) 実験概要

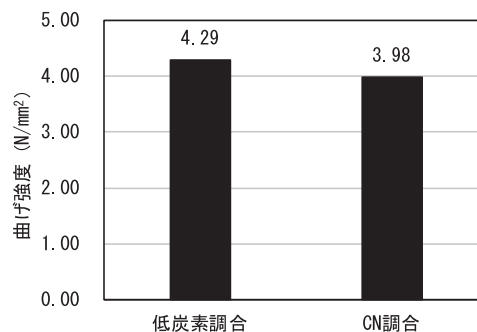
表一 8 に使用材料を示す。表一 9 に実機製造における調合の炭素成形体混合量を示す。炭素成形体は基層および表層の CO<sub>2</sub> 排出量を考慮し CN となるよう、350 kg/m<sup>3</sup> とした。練混ぜ方法および成形方法は従来品と同様とした。測定項目は材齢 14 日曲げ強度、吸上げ高さ、保水率、吸水した IL ブロックの表面温度とした。曲げ強度試験は第 2 章と同様とした。吸上げ高さ、保水率は JIS A 5371「プレキャスト無筋コンクリート製品 付属書 B 舗装・境界ブロック類」に準拠した。写真一 6 に吸水した IL ブロックの表面温度測定状況を示す。吸水した IL ブロックの表面温度は、乾いたコンクリート平板上に、20℃ の水中で 24 時間浸漬し保水した IL ブロックを 2 個並べ、周囲を発泡スチロール板で囲った後、IL ブロック表面から 30 cm の高さに設置した 250 w の赤外線ランプを用いて加熱し、表面温度を熱電対により測定した。

(b) 実験結果および考察

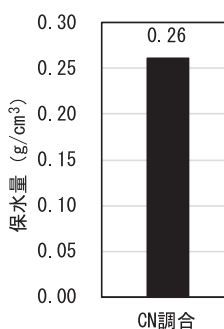
図一 6 に材齢 14 日の曲げ強度試験結果を示す。炭素成形体を混合した IL ブロックの曲げ強度は 3.98 N/mm<sup>2</sup> となり、歩道用舗装材に必要な曲げ強度 3.0 N/mm<sup>2</sup> を満足した。図一 7 に保水量を示す。保水量は 0.25 g/cm<sup>3</sup> となり、保水性 IL ブロックの JIS 推奨値である 0.15 g/cm<sup>3</sup> の 1.67 倍となった。図一 8 に吸上げ率を示す。吸上げ率は 91% となり、保水性ブロックの JIS 推奨値である 70% の 1.30 倍となった。図一 9 に吸水した IL ブロックの表面温度、図一 10 に材齢 6 時間の表面温度を示す。CN 調合の表面温度は、低



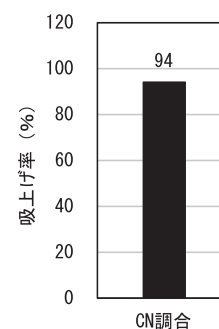
写真一 6 吸水した IL ブロックの表面温度測定状況



図一 6 曲げ強度



図一 7 保水量



図一 8 吸上げ率

炭素調合と比較して 180 分以降で小さくなる傾向を示した。また経過 6 時間で CN 調合と低炭素調合の温度差が最大となり、10℃ 程度低い値を示した。炭素成形

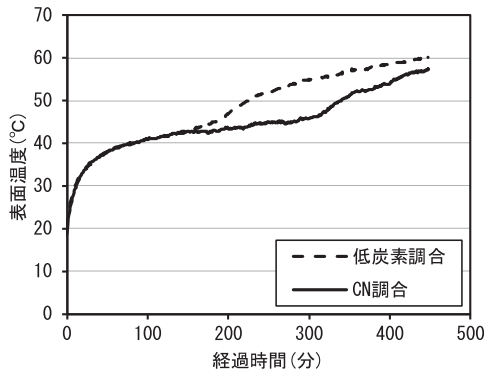


図-9 保水したILブロックの表面温度

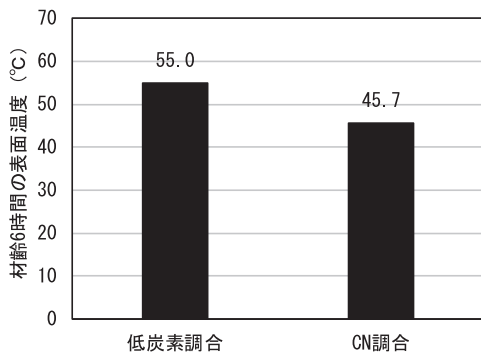


図-10 材齢6時間の表面温度

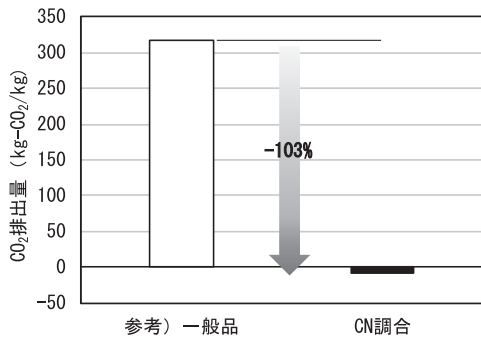


図-11 CO<sub>2</sub> 排出量

体を混合したILブロックは一般のブロックと比較して保水性が高く、高性能な保水性舗装として路面の温度を下げる事が出来る可能性が示唆された。図-11にCO<sub>2</sub>排出量を示す。一般品と比較して混合セメントと炭素成形体を用いることで、103%程度のCO<sub>2</sub>排出量の削減となった。

#### 4. おわりに

今回開発したバイオ炭ILブロックは、トクヤマグループの(株)トクヤマアートブロックLABOにて、製造可能であることを確認している。今後も、(株)フジタと(株)トクヤマおよび(株)トクヤマアートブロックLABOは、バイオ炭ILブロックの適用規模拡大に向けて、曲げ強度および保水性などの性能向上と安定供給体制の構築を進めていく。

JCM/A

#### 《参考文献》

- 1) 小林大己, 三森耀介, 小泉信一, 阿合延明, 向俊成, 閑田徹志: 二酸化炭素を吸着させた軽質炭酸カルシウムを用いたセメントペーストの分散挙動に関する実験的検討 (その1: 各種分散剤の分散効果に関する検討) - GI基金事業『CUCO』開発成果 -, 日本建築学会大会学術講演梗概集, PP149-150, 2024.8
- 2) 幸田圭司, 久保晶史, 山本信也, 田中博一: バイオ炭を混和した環境配慮型コンクリートの基礎物性, コンクリート工学年次論文集, Vol45, No.1, PP1222-1227, 2023.7

#### [筆者紹介]

塚本 康誉 (つかもと やすよし)  
 (株)フジタ  
 技術センター 建築研究部



新見 龍男 (しんみ たつお)  
 (株)トクヤマ  
 セメント開発グループ  
 主幹



岩本 正人 (いわもと まさひと)  
 (株)トクヤマアートブロックLABO  
 取締役  
 製造部長



# 低炭素型地盤改良材の開発

「バイプロジオ」「クリーンクリートジオ」「インフィルハードジオ」

諸 富 鉄之助・三 浦 俊 彦・照 井 太 一

(株)大林組は、2050年のカーボンニュートラルの目標達成に向け、地盤改良分野で使用できる低炭素型の材料3種類（土質改良材、地盤改良材、薬液注入工法用材料）を開発している。これらは副産物を利用することで、現在の汎用材料であるセメント、石灰、水ガラスと比べてCO<sub>2</sub>排出原単位を小さくしている。本報文では、強度や流動性等の品質および重金属安全性の調査を目的として実施した室内試験の結果と、これまでの適用実績およびCO<sub>2</sub>削減効果を紹介する。

キーワード：地盤改良、低炭素、副産物、セメント、薬液注入工法

## 1. はじめに

2050年のカーボンニュートラルの目標達成に向け、(株)大林組では重機・車両から排出する二酸化炭素量削減や、施工の改善、建設資材の低・脱炭素化等、様々な角度からの取り組みを実施している。地盤改良分野では、現在の汎用材料であるセメント、石灰、水ガラス等の材料が、工業プロセスで大量の二酸化炭素を排出する。これら材料の性能・品質を維持しながら、いかに二酸化炭素排出量の小さい材料で代替していくかが今後の重要な課題である。当社はその代替材料として副産物を利用する方法を検討している。

一方で副産物は、業種や地域によって品質が一定ではない特徴がある。また、重金属等の有害物質を含む場合もあり、固化に有用な成分が含有されているから

とあって、安易に地盤改良に利用することはできない。当社は副産物の成分変動や重金属含有の調査、そして改良土の環境安全性を丁寧に評価している。本報文では、副産物を有効利用した低炭素型の開発品として、「バイプロジオ」（以下、低炭素型土質改良材）、クリーンクリートジオ（CCG、以下、低炭素型地盤改良材）、インフィルハードジオ（以下、低炭素型薬液注入材）の3製品について紹介する（表—1）。

## 2. 低炭素型土質改良材

### (1) 材料の概要

発生土の改質や浅層改良といった粉体の改良材を使用する土質改良工事では、セメントや石灰が一般的に使用されている。これらの従来材料はCO<sub>2</sub>排出量原

表—1 各低炭素型地盤改良材の位置づけ

材料	セメント・石灰の代替			水ガラス系薬液の代替
	低炭素型土質改良材 (L)	低炭素型土質改良材 (C)	低炭素型地盤改良材	低炭素型薬液注入材
用途・目的	土のハンドリング性の改善	浅層改良	深層改良 ソイルセメント柱列壁工法	薬液注入工法
使用形態	粉体	粉体	セメントミルク状	コロイダルシリカを含む 2液タイプ
改良コンセプト	土の含水状態を改善する	土を固化させる	土を固化させる	土を固化させる
構成材料	スラグ等の様々な副産物	スラグ等の様々な副産物	スラグ、セメント等	天然由来副産物
強度	同等以上	同等以上	一般的な土質では 同等以上	同等以上
CO <sub>2</sub> 排出原単位	55%削減 (セメント系固化材比)	50%削減 (セメント系固化材比)	60%削減 (セメント系固化材比)	60%削減 (従来の薬液比)
重金属安全性	従来より六価クロムを低減	従来より六価クロムを低減	従来より六価クロムを低減	従来と同程度の安全性

単位が大きく、最も汎用的な高炉セメントB種のCO<sub>2</sub>排出量原単位は0.48 kg-CO<sub>2</sub>/kgである。また関東ロームのような土質の場合は、改良土からの六価クロム溶出量が基準値を超過する可能性がある。

低炭素型土質改良材は土質改良工事で使用できる低炭素型土質改良材である。土質改良には、固化によって強度を増加する目的と、含水性状を改善する目的の2ケースがある。低炭素型土質改良材は改良の目的に応じて表-1に示す2タイプの材料を展開しており、固化目的には低炭素型土質改良材C、含水改善目的には低炭素型土質改良材Lが高い効果を発揮する。どちらのタイプも原料として、高炉スラグ微粉末(以下、スラグ)等の様々な副産物を使用している。数多くある副産物の中から、強度発現や重金属安全性の点で高い効果を発揮するものを厳選している。副産物を使用しているため、材料のCO<sub>2</sub>排出原単位は小さく、低炭素型土質改良材Cが0.27 kg-CO<sub>2</sub>/kg、低炭素型土質改良材Lが0.24 kg-CO<sub>2</sub>/kgである。

(2) 室内試験

低炭素型土質改良材の強度特性について、浅層改良を想定した低炭素型土質改良材Cの配合試験結果を図-1に、盛土利用に向けた高含水比土砂の改質を想定した低炭素型土質改良材Lの配合試験結果を図-2に示す。いずれも比較対象であるセメント系固化材と比べて、同程度の強度が発現している。通常は副産物を多く含むと改良に必要な有効成分が少なくなるため、セメントと比べると強度が低下する傾向にある。一方で低炭素型土質改良材は、様々な土質に対して、上記の強度発現が可能になるよう、適切な原料選定・調合で材料設計されている。例えば、スラグの潜在水硬性やその他結晶鉱物の生成を十分に発揮できるように、Ca系助材の仕様や産地、配合量を限定する等し

ている。そのため、一般的には改良が困難と言われている関東ローム等の火山灰質粘性土であっても改良が可能である。

次に低炭素型土質改良材の六価クロム溶出特性について、各土質における改良土からの六価クロム溶出試験の結果を図-3に示す。すべての土質において、土壤溶出量基準値0.05 mg/Lを大きく下回っている。さらにセメント系固化材と比べても溶出量が小さく、高い環境安全性を有していることが分かる。この理由としては、単に六価クロムへの還元作用を持つスラグを多く含有する点のみならず、副産物であるCa系助材に六価クロム溶出量の小さい材料を選定している点もある。

(3) 適用事例

これまでに低炭素型土質改良材L、C合わせて4件の施工実績がある。適用条件の概要とCO<sub>2</sub>削減効果を表-2に示す。合計で15t以上のCO<sub>2</sub>を削減している。また使用状況を写真-1に示す。バックホウ

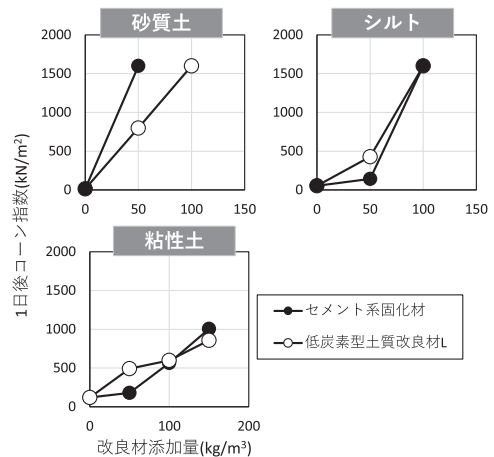


図-2 土質ごとの低炭素型土質改良材Lの発現強度

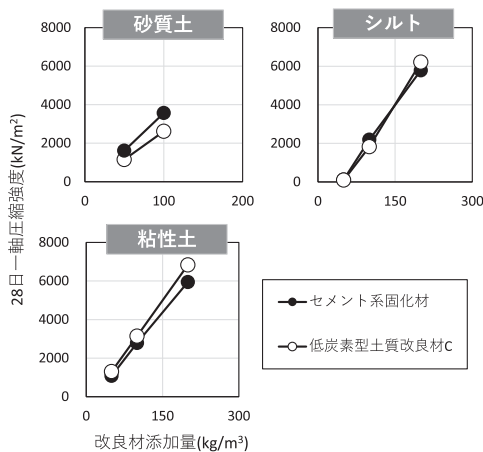


図-1 土質ごとの低炭素型土質改良材Cの発現強度

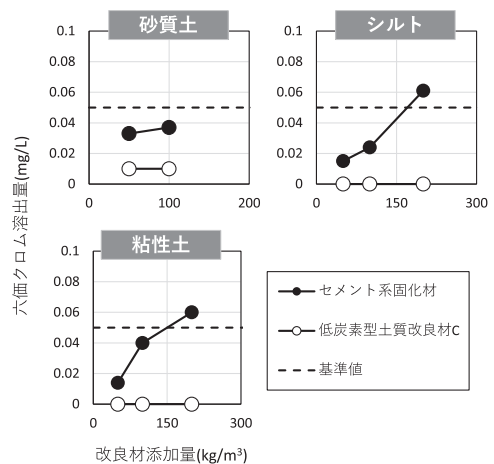


図-3 土質ごとの改良土からの六価クロム溶出量

表一 2 低炭素型土質改良材適用条件の概要とCO<sub>2</sub>削減効果

材料	用途	場所	使用量 (t)	CO <sub>2</sub> 削減率 (%)	CO <sub>2</sub> 削減量 (t-CO <sub>2</sub> )
低炭素型土質改良材 C	盛土利用に向けた発生土の強度増加	岐阜県	10	50	2.7
	埋め土利用に向けた発生土の強度増加	岐阜県	4	50	1.1
	重機用の仮設道路の改良	三重県	10	50	2.7
低炭素型土質改良材 L	高含水比土の運搬性状改善	和歌山県	36	72	8.7



写真一 1 低炭素型土質改良材 C の使用状況

等の汎用的な機械で施工でき、従来の材料と同じ要領で混合できるため、従来と同程度の施工性があることを確認している。

### 3. 低炭素型地盤改良材

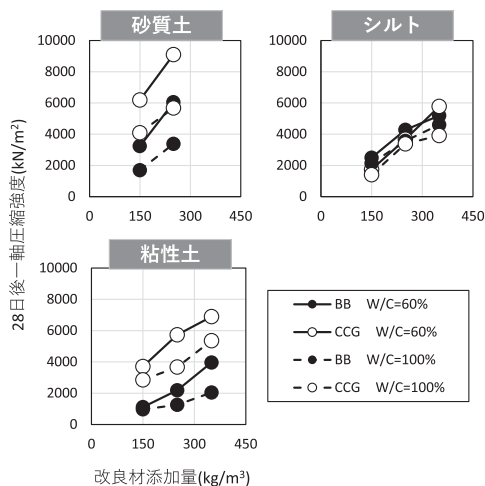
#### (1) 材料の概要

機械攪拌工法や高圧噴射攪拌工法等の地盤改良工事では、一般に地中へ圧送するためにスラリー状にした改良材を用いて改良する。改良材には高炉セメント B 種やセメント系固化材が使用される。2 節でも述べたように、これらは CO<sub>2</sub> 排出量原単位が大きい材料である。

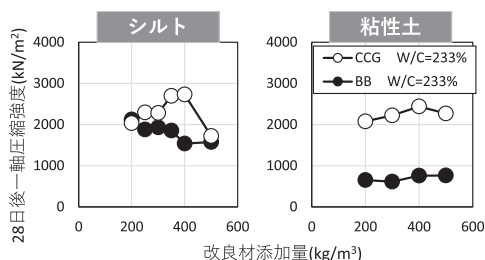
当社はセメントの一部を副産物であるスラグに置き換えた低炭素型のコンクリートを開発し、42 万 m<sup>3</sup> 以上の施工実績を有している<sup>1)</sup>。今回、低炭素型のコンクリートを地盤改良に応用した低炭素型地盤改良材を開発した。低炭素型地盤改良材はスラリー状で使用できるため、深層改良やソイルセメント柱列壁工法等に適用できる。高炉セメント B 種と比べてスラグの割合が多く、CO<sub>2</sub> 排出量原単位は 0.22 kg-CO<sub>2</sub>/kg である。

#### (2) 室内試験

低炭素型地盤改良材の強度特性について、機械攪拌工法を想定した強度試験の結果を図一 4 に、SMW 工法を想定した強度試験の結果を図一 5 に示す（グラフの凡例の BB は高炉セメント B 種、CCG は低炭素



図一 4 機械攪拌工法における土質ごとの低炭素型地盤改良材の発現強度

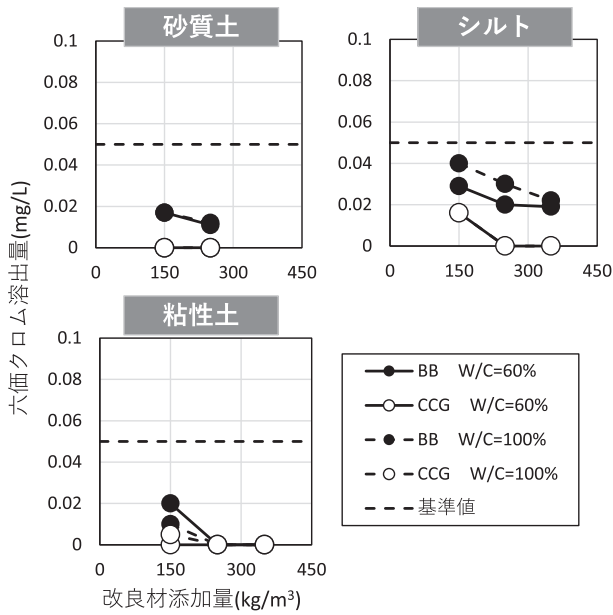


図一 5 SMW 工法における土質ごとの低炭素型地盤改良材の発現強度

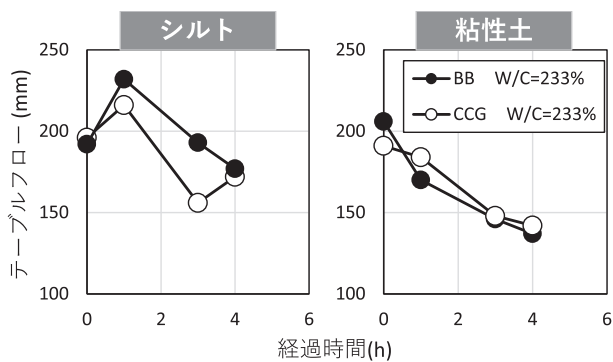
型地盤改良材を表す、以下同様)。一般的にはスラグを多く含有すると強度が低下する傾向が知られているが、土質や施工条件によっては、むしろスラグを多く含む方が、強度が大きくなる。具体的には、土質としては pH 緩衝力の小さい土、施工条件としてはソイルセメント中の土の割合が少なくなる条件（添加量が多い場合や SMW、高圧噴射攪拌工法など）等がある。そのような性能を利用して、低炭素型地盤改良材は、従来材料と同等以上の強度を発現する。

さらにスラグを多く含有するため、六価クロム溶出量も小さい。図一 6 に機械攪拌工法を想定して作製した改良土からの六価クロム溶出量を示す。従来材料である高炉セメント B 種でも土壌溶出量基準を満足するが、低炭素型地盤改良材の方が、より六価クロム溶出量が小さいため、溶出リスクが低いことがわかる。

ソイルセメント柱列壁工法では、芯材をソイルセメント中に建て込む場合があるため、ソイルセメントの



図一六 土質ごとの改良土からの六価クロム溶出量



図一七 土質ごとのソイルセメントの流動性

流動性が施工性に大きく影響する。例として、SMW工法を想定した配合で作製したソイルセメントのテーブルフロー試験の結果を図一七に示す。低炭素型地盤改良材を用いて作製したソイルセメントは、高炉セメントB種と同程度の流動性を有することがわかる。このように従来材と同様の施工性であるため、低炭素型地盤改良材を用いる場合でも特殊な機械は必要なく、従来の機械で施工が可能である。

(3) 適用事例

低炭素型地盤改良材はこれまでに3件の施工実績がある。適用条件の概要とCO<sub>2</sub>削減効果を表一三に示す。また流動化処理土用途および機械攪拌工法での施工状況を写真一2、3に示す。合計で12t以上のCO<sub>2</sub>を削減できており、さらに今後55,000 m<sup>3</sup>以上の地盤改良にも適用計画がある。適用件数を増やしていくことで、ますますCO<sub>2</sub>削減量を増加していきたい。

表一三 低炭素型地盤改良材適用条件の概要とCO<sub>2</sub>削減効果

用途	場所	使用量	CO <sub>2</sub> 削減率 (%)	CO <sub>2</sub> 削減量 (t-CO <sub>2</sub> )
流動化処理土	東京都	222 m <sup>3</sup>	62	3.2
	千葉県	28 m <sup>3</sup>	62	0.4
機械攪拌工法	大阪府	278 t	13	8.7

※流動化処理土用途の使用量には打設数量を記載



写真一 二 流動化処理土用途での施工状況



写真一 三 機械攪拌工法用途での施工状況

4. 低炭素型薬液注入材

(1) 材料の概要

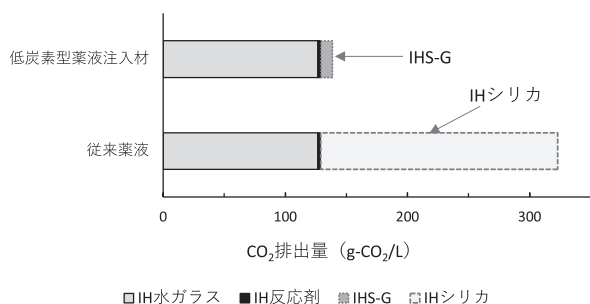
低炭素型薬液注入材は液状化防止等を目的とした薬液注入工法に使用する長期安定性を有する特殊シリカ系注入材である。従来薬液と同様に、主剤である水ガラス、反応剤、コロイダルシリカおよび水で構成される。従来はコロイダルシリカとしてIHシリカ(工場製)を使用していたが、低炭素型薬液注入材では天然由来の「IHシリカGタイプ」(以下、HIS-G)を使用する。地熱発電では、熱水が冷却されるとシリカが析出し、

表一四 低炭素型薬液注入材と従来薬液の配合例

		低炭素型薬液注入材	従来薬液
A 液	IH 水ガラス	100 L	100 L
	水	100 L	100 L
B 液	IH 反応剤	12 L	12 L
	水	172.2 L	172.2 L
C 液	IHS-G (天然由来コロイダルシリカ)	15.8 L	-
	IH シリカ (工場製コロイダルシリカ)	-	15.8 L

表一五 各材料の CO<sub>2</sub> 排出係数

材料	排出係数 (g-CO <sub>2</sub> /kg)	備考
IH 水ガラス	384	・参考文献 2), 3)
IH 反応剤	46.5	・参考文献 4)
IH シリカ	4,090	・参考文献 5)
IHS-G	200	・参考文献 6)



図一八 各材料の CO<sub>2</sub> 排出量の比較

それがパイプ内部や発電設備に付着することが発電効率の低下につながっている。これを回収することで発電効率が改善し、この回収したシリカを薬液に使用している。低炭素型薬液注入材の配合および従来薬液との比較は表一四に示す通りである。

表一五は各材料の CO<sub>2</sub> 排出係数である。これらを表一四に示す各材料の配合に乗じて CO<sub>2</sub> 排出量を合計すると、従来薬液では 323 g/L-CO<sub>2</sub> となるのに対し、低炭素型薬液注入材では 139 g/L-CO<sub>2</sub> となる。これより、製造過程における CO<sub>2</sub> 排出量を従来から約 60% 削減することができる (図一八)。

(2) 室内試験

表一六は低炭素型薬液注入材の材料特性を評価するために実施した改良土 (写真一四) の試験結果である。一軸圧縮強さは 200 ~ 300 kN/m<sup>2</sup> 程度で、材齢 300 日まで増加している。透水係数は粘性土と同等

表一六 改良土の試験結果一覧

	材料特性	試験結果	備考
1	一軸圧縮強さ (サンドゲル)	200 kN/m <sup>2</sup> 以上 (28 日) 280 kN/m <sup>2</sup> 以上 (300 日)	JIS A 1216
2	透水係数	1.0 × 10 <sup>-9</sup> ~ 10 <sup>-10</sup> m/sec	JGS 0311
3	pH 値	6 ~ 7	
4	液状化強度比	RL <sub>20.5%</sub> = 1.84	JGS 0541
5	変形特性	初期剛性率 G <sub>0</sub> = 201.2 MN/m <sup>2</sup> 最大減衰率 h <sub>max</sub> = 16.3%	JGS 0542
6	重金属等溶出量	全ての計量対象物が基準値を満足	環境省告示第 46 号
7	生物毒性	ラットにおける急性経口投与により LC <sub>50</sub> (カットオフ値 5,000 mg/kg) をクリア	OECD TG 423
		ヒメダカにおける 96 時間曝露により LD <sub>50</sub> (設定濃度 100 mg/L) をクリア	OECD TG 203



写真一四 IHS-G (左)、低炭素型薬液注入材を用いた改良土 (右)

表一七 低炭素型薬液注入材適用実績と CO<sub>2</sub> 削減効果

用途	場所	使用量 (m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> 削減率 (%)	CO <sub>2</sub> 削減量 (t-CO <sub>2</sub> )
薬液注入工法	三重県	5,083	57	935
	富山県	79	57	15
	富山県	49	57	9

で、十分な止水性を有している。pH は中性域で安定しており、周辺の地下水への影響はない。液状化強度比および変形特性は従来の薬注改良体と同等であり、設計指針類で規定されている地震動レベルに対する液状化抵抗特性および剛性を有している。また、重金属等溶出量および生物毒性も各ガイドラインの基準を満足しており、安全性および周辺環境への影響も問題ないことから、従来薬液と同様の品質および安全性を有する薬液注入材である。

(3) 適用事例

低炭素型薬液注入材は、構造物やタンクなどの基礎の耐震補強や液状化防止、港湾や河川構造物の吸出し防止など、長期安定性が必要となる薬液注入工事で使用でき、これまでに表一七に示す 3 件の施工実績がある。

## 5. おわりに

(株)大林組では、地盤改良分野において、特殊な施工機械を必要としない汎用性の高い低炭素型材料を開発し、施工実績を重ねていく。それとともに、副産物を積極的に工事に使用することで、低炭素型社会ならびに循環型経済の実現に向けて役割を果たしていく。



### 《参考文献》

- 1) 野島省吾他, 大林組の低炭素型コンクリート材料の開発と普及・展開, 土木施工, 104-107, 2023
- 2) M.Fawer, et al, Int. J. LCA 1999, 4 (4), 207-212
- 3) 環境省 HP, <https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc>
- 4) '90・'95・'00・'05年度版 3EID 対応 味の素グループ版「食品関連材料 CO<sub>2</sub> 排出係数データベース」
- 5) A.L.Rose, et al, J. Nanopart Res. 2010, 12, 2011-2028.
- 6) Geo40HP, <https://geo40.com/corporate-responsibility/our-beliefs-policy/>

### 【筆者紹介】

諸富 鉄之助 (もろとみ てつのすけ)  
 (株)大林組  
 技術研究所 自然環境技術研究部  
 主任



三浦 俊彦 (みうら としひこ)  
 (株)大林組  
 技術研究所 自然環境技術研究部  
 上級首席技師



照井 太一 (てるい たいち)  
 (株)大林組  
 土木本部生産技術本部 技術第二部  
 副部長



# 独自株の微細藻類培養と完全循環型アクアポニックスを 掛け合わせた次世代型ハイブリッド農業システムの実証実験

藤 井 亮

(株)熊谷組は、コア事業である建設事業の強化を図るとともに、さらなる成長領域として建設周辺事業を加え、持続可能な社会の実現に貢献する技術の開発を重点基盤とした収益の多様化に取り組んでいる。その一環として社内公募で選出された新事業創出分野の第1弾として、佐賀県佐賀市において独自株の微細藻類培養ならびに水耕栽培と陸上養殖を同一システムで水を循環させ同時に栽培・養殖する「アクアポニックス」を掛け合わせた次世代型ハイブリッド農業システムの開発・販売に向けた実証実験を進めており、その実証実験の概要ならびに使用機器を紹介する。

キーワード：カーボンニュートラル (CN)、サーキュラーエコノミー、脱炭素、温室効果ガス削減、GX (グリーントランスフォーメーション)

## 1. はじめに

本タイトルを読んで、「微細藻類培養」や「完全循環型アクアポニックス」という建設業界ではあまり聞きなれないワードが並んでおり、それらを掛け合わせたハイブリッド農業システムという文脈に辿り着いたところで「一体これから何の紹介が始まるのか？」という方も恐らく多いだろう。

最初に「微細藻類」というのは肉眼では捉えられない電子顕微鏡レベルの藻(も)の呼称であり、有名な微細藻類としては「クロレラ」をご存じの方も多いのではないかと。藻類のCO<sub>2</sub>固定量は陸上植物と同量(年間約1,000億t)とも言われているため、脱炭素社会を目指す現代において世界中から注目されているが、太陽をエネルギー源として光合成により生成物を創ることが可能なことから極めて高いバイオマス生産効率を持ち、節水率は農業や畜産より非常に高いためカーボンニュートラルの実現に貢献し、生産場所を選ばず、医療・美容・健康・飼料・燃料など様々な原料として利用可能であり、微細藻類を大量培養・商品開発・販売するビジネスは社会性が非常に高い。

次に「アクアポニックス」とは水産養殖の「Aquaculture」と、水耕栽培の「Hydroponics」からなる造語で、両者を掛け合わせた次世代の持続可能な循環型農業である。陸上養殖魚の排泄物をバクテリアが分解し、水耕栽培野菜の栄養として吸収した後、水質浄化された水

が再び陸上養殖の生簀へ循環する環境配慮型の生産システムであり、当ラボではトラウトサーモンとスペアミントの組み合わせにトライし、試験的に販売をスタートさせている。高温障害による農産物の影響や海水温の上昇による海水酸性化など気候変動の影響により、農産・水産ともに食糧生産の危機が高まりつつある中、その課題解決に向けたソリューション開発を進めているところである。本稿では、この「藻類×アクアポニックスプロジェクト」の実証実験の概要ならびに使用機器を紹介する。

## 2. 実証実験の概要

本プロジェクト実証実験のイメージは図1の通りである。使用機器等については後程説明するが、完全循環型の「アクアポニックス」システムに独自株の微細藻類を掛け合わせ、藻類培養液を液肥として水耕ベッドや育苗に利用したり、稚魚・成魚にサプリメントとして藻類乾燥体を給餌することで、産生物の成長促進や栄養分の向上につながるかどうか実証実験を重ねるとともに、魚の排せつ物等に含まれる無機態窒素を水耕栽培農産物の成長促進だけでなく、微細藻類培養における栄養源としても利用することで一般的なアクアポニックスとの差別化を図っている。



図-1 藻類×アクアポニックスプロジェクト実証実験イメージ

### 3. システム周辺概要

#### (1) 藻類培養機器

佐賀ラボラトリーでは、ガラスチューブ横型フォトバイオリアクター（写真-1）を使用し、独自藻類株の微細藻類大量培養の実証実験を行っている。このガラスチューブの内部において、太陽光を光源とした高密度大量培養を行っているが、閉鎖環境での培養が可能のため、微細藻類の大量培養において大きなリスクとなっている原生生物のコンタミネーションを防ぐことが出来るのが特徴と言える。

フォトバイオリアクターにはガラスチューブ横型以外にも、ガラスチューブ縦型、プレート型、樹脂バッグ型、タンク型など様々な形状があり、当ラボでは樹脂バッグ型（写真-2）を併用しながら培養に取り組んでいる。

#### (2) アクアポニックスシステム機器

アクアポニックスシステム（図-2）に使用する機器

は、陸上養殖を起点とすると①陸上養殖用生簀 ②泡沫分離槽 ③浄化槽 ④水耕栽培用ベッド ⑤沈殿・物理ろ過槽 ⑥生物ろ過槽 ⑦調整槽・チラー ⑧UV殺菌灯 という流れで水が循環し、①の生簀へとまた戻る完全閉鎖循環式として運用しており、当ラボではアクアポニックスシステム4基を使用している。

①陸上養殖用生簀 直径5m、使用水量20tの生簀を使用し、1生簀あたり500匹のトラウトサーモンを養殖している。生簀側面には緩衝材を使っており、魚が突進し側面に衝突した際の衝撃を吸収し、へい死率を低下させることが可能である。また、水中にナノバブル発生装置を設置することでDO（溶存酸素量）を上昇させ、水温がやや高い場合でもへい死に影響しないことが実証実験で分かっている。

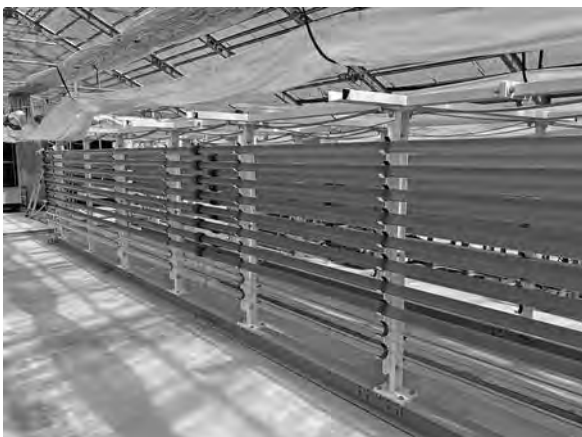


写真-1 藻類培養フォトバイオリアクター



写真-2 樹脂バッグ型藻類培養装置



図一 2 アクアポニックスシステム図

- ②泡沫分離槽 その名の通り泡の力で汚れを除去する機器であり、残餌等から発生する汚濁物質を気泡に吸着させ、循環水を浄水させることが可能である。
- ③浄化槽 魚の排せつ物や残餌による生簀内のアンモニア（アンモニアは生物にとって猛毒）をバクテリアの働きで分解させ、亜硝酸・硝酸へと無害化させることが可能であり、水耕栽培ベッドで栽培する植物に必要な養分へと変化させる。
- ④水耕栽培用ベッド 浄化槽で無害化され、養分を含む循環水を利用し栽培することが可能。
- ⑤沈殿・物理ろ過槽 固形物の沈殿、排せつ物や残餌を取り除き、後工程の生物ろ過槽の目詰まりを防止する機能を担っている。
- ⑥生物ろ過槽 浄化槽等で分解しきれなかったアンモニアをバクテリア（硝化細菌）が分解し、水中から除去して浄水させる。
- ⑦調整槽・チラー 調整槽は水量や水質を均一にする。チラーは連続で冷水を供給し、水温を適温に近づけることで、成長率や飼料効率の向上につながる。
- ⑧UV 殺菌灯 危険な細菌等による魚病対策として循環水を殺菌することで養殖魚のへい死率を低下させることが可能となる。

このシステムは基本的に汚れた水を外部排水しない完全循環型であるため、いわゆる掛け流し（外部排水する）方式に対して大幅な節水が可能となる。また、上下水道の使用において浄水、供給、下水処理などのエネルギー消費の削減につながるため、CO<sub>2</sub>排出量の抑制にもつながり、環境負荷を低減できる点が特徴となっている。さらには、このシステムによって、無農

薬・無化成肥料・無除草剤による安心・安全な農産物を持続的に生産することが可能となり、さらには陸上養殖魚の寄生虫リスクも低減され、安定生産が可能となるメリット等がある。

### (3) GHP（ガス空調）による空調管理

佐賀ラボラトリーは農業用ハウスを使用しており、夏場は外気温 35℃ 以上の猛暑日が続いたため、ハウス内の空調コントロールが重要ポイントとなった。実証実験エリアは 12.5 m × 84.4 m = 1,055 m<sup>2</sup> の面積があり、その高温対策について GHP（ガスヒートポンプエアコン：写真—3）を設置してピークカットすることにより、消費電力は EHP（電気モーターヒートポンプエアコン）と比較して約 1/10 に削減し、ハウス全体で見ても一定の節電効果を確認している。

また、冷気をハウスの隅々まで行き渡らせるために GHP 室内機にダクトチャンバーを取り付け、ポリダクトによる大規模な空調対策を講じ、ポリダクトに接触しない上部の位置に遮光率約 65% の遮光カーテンを設置することで、太陽光の遮光ならびに GHP 冷気保温により冷房負荷を低減させ、陸上養殖・水耕栽培の水温上昇抑制ならびに現地社員の作業環境の改善を実現し、一定の効果を確認している。

そして、暖房についても触れておきたい。農業用ハウスは重油主燃料とする温風暖房機を使用するのが一般的であるが、GHP を使用することで CO<sub>2</sub> の低減ならびにランニングコストのメリットを享受することが可能となる。例えば、加温時期：11 月～4 月、加温時間：19 時～6 時と仮定した場合、20℃ 設定運転では暖房機のみで CO<sub>2</sub>：40.4 t、RC 1,622 千円に対し、

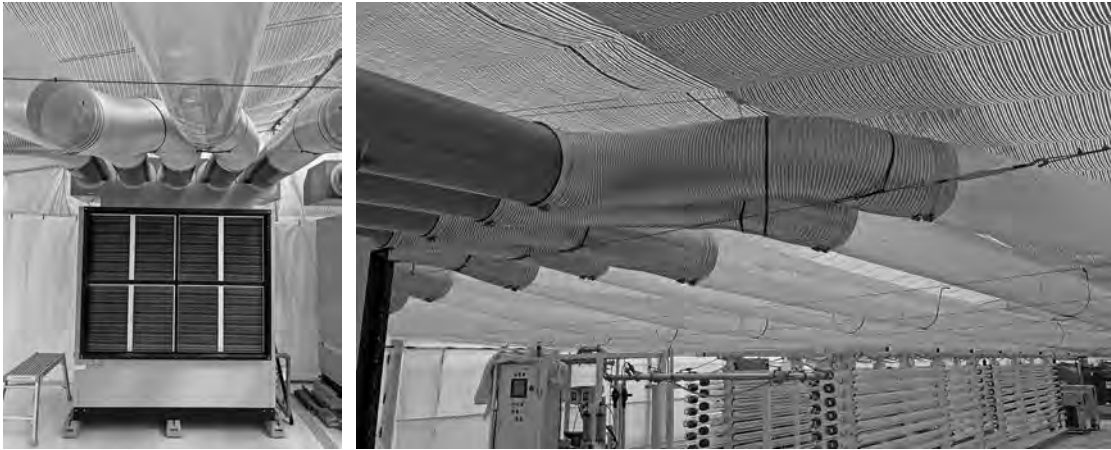


写真-3 GHP (ガスヒートポンプエアコン)

GHPのみだとCO<sub>2</sub>: 22.6 t, RC 1,520 千円, 24℃設定運転では暖房機のみでCO<sub>2</sub>: 61.7 t, RC 2,486 千円に対し, GHPのみだとCO<sub>2</sub>: 31.1 t, RC 1,905 千円と見込まれるため, 設定温度が高いほど重油温風暖房と比較してメリットが出るため, これらのソリューションによってカーボンニュートラルの取り組みを一層進めているところである。

#### (4) IoT 技術を利用したスマート一次産業化

アクアポニックスの栽培・養殖の環境については, 様々な環境数値を取得できる電極から光度, 水温, CO<sub>2</sub>といった生育環境データを取得し, インターネットに接続されているセンサーを通して, サーバー上に保管するIoTセンサーによってリアルタイムに見える化・データ管理し, 環境制御を可能にするシステムを導入しており, 時間を問わずいつでもどこでもリモート管理が実施可能である (図-3)。

特に陸上養殖では, 生簀内の水温やDOやTDS(総溶解固形物)の変化を読み取り, 対策することでへい

死率の減少につなげることが可能となり, 逆を言えば変化を見逃すとへい死魚の増加につながってしまうため, アラーム機能を効果的に利用することで効率的な管理作業を実施し, 労働時間の短縮等へつなげている。

#### 4. CCU の活用

ラボラトリーに隣接する佐賀市清掃工場(ごみ焼却施設)では, アミン系吸収液がCO<sub>2</sub>を低温で吸収し, 高温で放出する特性を利用して, ごみを焼却した際に発生する排ガスから高純度のCO<sub>2</sub>のみを連続的に分離回収する設備を設置しており, ごみ焼却施設における日本初CCU(Carbon dioxide Capture and Utilization)プラント(写真-4)を稼働している。佐賀市ならびに一般社団法人さが藻類バイオマス協議会のご協力のもと, このCCUから当ラボへパイプラインを敷設し, 微細藻類培養にCO<sub>2</sub>を供給することによって安定・大量生産の技術開発を進めている。

この清掃工場の排ガスから分離回収した二酸化炭素



図-3 IoT 環境データ管理システム画面



写真-4 佐賀市清掃工場 CCU

(CO<sub>2</sub>)については、バイオマスや再生品などの持続可能な原材料を使用して製品を製造する企業や団体を認証する国際的な認証制度の一つである「ISCC PLUS 認証 (マスバランス方式)」を取得しており、これにより佐賀市清掃工場由来のCO<sub>2</sub>が国際的にサステナブルCO<sub>2</sub>であることを示すことが可能となるが、清掃工場由来のCO<sub>2</sub>でISCC PLUS 認証を取得するのは、佐賀市清掃工場が世界初となっている。

このようにカーボンリサイクル・カーボンニュートラルの取り組みを進めながら、レッドバイオ領域（医療・健康食品・化粧品など）を最終ターゲットとした微細藻類ビジネスのマーケットイン戦略について検討を重ねている。

## 5. サークュラーエコノミーの取り組み

日本の養殖業は給餌に必要な魚粉の大半を輸入に頼っており、円安や物価高により魚餌の価格の高騰が課題となっている。また、完全循環型のアクアポニックスにおいては水温や水質の管理技術が難しいため、水温変化などが原因で養殖魚がへい死するケースも見受けられる。

これらの課題に対し、地元魚餌製造業者と連携し、ラボラトリーの未利用魚をアップサイクルして魚餌を製造し、自社の陸上養殖魚に給餌することにより、資源消費の最小化、廃棄物の発生抑止等を進め、SDGs 実現に向けた資源循環サイクルの構築と魚餌のコストダウンを図っている（写真-5）。

また、一般的な魚餌には魚粉が使用されており、魚を煮熟したあとに圧搾機で油と水を分離し、そのカス（フィッシュミール、魚粕）を乾燥させて粉碎したものであるため、水と油と一緒に栄養分まで出てしまう



写真-5 一般的な魚餌（左）とサーキュラーエコノミー餌（右）

が、独自の特許製法によって製造される魚餌は、圧縮せずに製造することにより、DHA や EPA、ビタミンなどの成分が一般的な魚餌と比較して約 10 倍多く含有しているため摂餌が良く、養殖魚の成長促進や残餌減少による水質汚染の防止効果が見込まれる。そして製造工程において、店舗や家庭から排出される使用済み天ぷら油など廃食用油をリサイクルして燃料に使用することで環境に配慮された取り組みへとつながっている。

## 6. おわりに

本プロジェクトは将来的に廃校や稼働中の工場内スペース等の利活用ニーズを持っている行政や企業を顧客と想定しており、IoT による環境管理や GHP による空調管理など様々なソリューションによって第一次産業をサラリーマン的労働へ変化・変革させることで、スマート農業・水産業を実現し、次世代の担い手の裾野が広がることによって新しい雇用が生まれ、地方創生へとつながる事業開発にもなりうると考えている。

また、世界中で直面している食料生産危機の解決や持続可能な社会の実現に向け、関連企業各社のソリューションを組み合わせ、ビジネス化・フランチャイズ化による収益モデルの構築を目指しており、本格ビジネス化へ向けたプロジェクト活動に引き続き取り組む所存である。

JICMA

### 【筆者紹介】

藤井 亮（ふじい りょう）

㈱熊谷組

新事業開発本部 新事業企画推進部

新事業創出プロジェクト推進グループ

副部長



# 集成材ダブルスキンを纏った都市型オフィス

## タクマビル新館（研修センター）を事例として

片山 遙・神田 泰宏・久保 和民

気候変動対策、脱炭素社会の実現、森林荒廃や林業衰退といった社会課題の解決に向けて建築物へ国産材を積極的に利用することが推進されている。2000年に建築基準法が改正されたことをきっかけに中高層建物にも適用できる耐火性能の高い木造技術の開発が進み、木造で中高層建物を建設することも可能となっている。近年は環境への意識が高い企業も増え、自社の建物を木造木質化することで持続可能な社会への実現へ貢献する事例も多く見られるようになってきた。本稿では構造材に耐火性能に優れた木質材料を使用することにより建物の木造化を実現し、内装も積極的に木質化することで、木の温もりに囲まれた温かみのある空間を実現した都市型オフィスの事例を紹介する。

キーワード：建築，木造木質，脱炭素社会，耐火建築物，耐火集成材，ダブルスキン，サーキュラーエコノミー，SDGs

### 1. はじめに

#### (1) 日本の森林資源

近年、環境保全や気候変動対策、脱炭素社会の実現、SDGsの達成といった潮流を受け、世界中で木造建築の注目度が拡大している。木材は製造時や加工時に消費するエネルギーが小さく地球環境に優しい持続可能な資源であり、日本は国土の2/3を占める森林を保有していることから木造建築に不可欠な森林資源が豊富にあると言える。木は二酸化炭素を吸収し酸素を排出するが、樹齢が50年を超えると二酸化炭素の吸収量が減少する。そのため、森林全体の二酸化炭素の吸収

量を増やすためには伐期を迎えた木は伐採して新たに植樹をし、森林資源を循環させる必要がある(図-1)。

さらに、日本国内の問題として森林荒廃・林業衰退が挙げられる。国内の森林は、第二次世界大戦やその後の復旧によって大量に伐採が進み、その後スギやヒノキを植林した結果、森林面積の4割が人工林となっている(図-2)。人の手によって植林されることのできる人工林は、人の手により管理する必要がある。成長した樹木を適切に伐採しなければ、下草や低木に日光が届かず成長が阻害され土砂災害等の被害を誘発する恐れがある。しかし、戦後施行された木材の輸入自由化により安い外国産木材が多く使用されるように

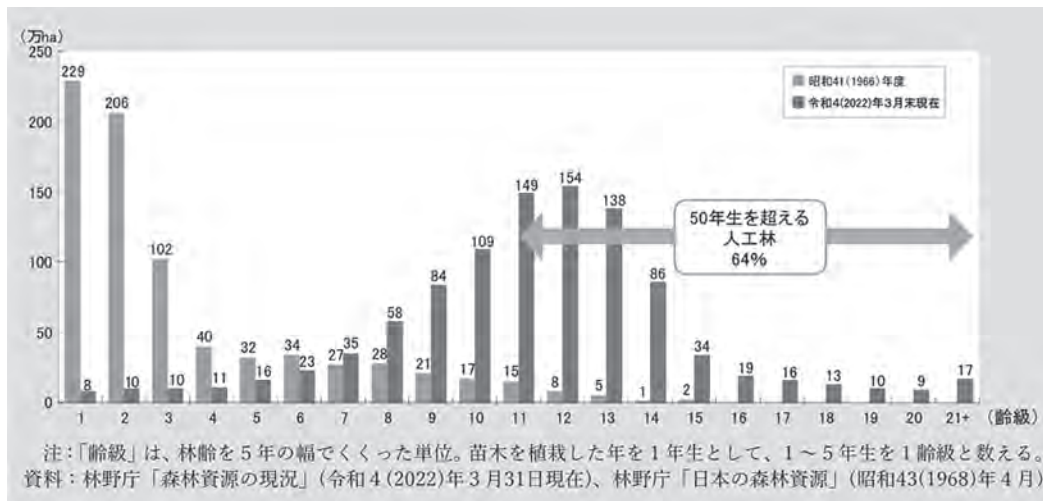


図-1 人工林の年齢構成の変化<sup>1)</sup>

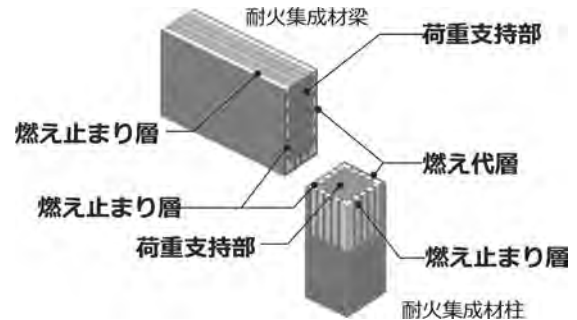


図一 2 国内の森林面積の内訳<sup>1)</sup>

なり国産材の需要が低迷したため、林業が衰退し山の手入れが進まず森林荒廃が深刻化しつつある。

### (2) 木造耐火建築物の実現

2000年の建築基準法改正以前までは、木造とすることができる建物は、火災により倒壊する可能性が低い小規模建物に限られていたが、必要な耐火性能を付加すれば木造でも高さや規模の制限を受けることなく建てることできるようになった。これを機に高い耐火性能を備えた木質材料である耐火集成材の開発が始まり、現在では多くの団体および企業が耐火集成材の技術を保有している。耐火集成材は断面構成によりいくつかの種類に分類されるが、「燃え止まり型」と呼ばれる耐火集成材は、建物の荷重を負担する荷重支持部の周りを、火災の熱を吸収する燃え止まり層および火災時に炭化し遮熱層を形成する燃え代層で被覆することで耐火性能を確保しており、木をあらわしとすることが可能である(図一3)。高い耐火性能が求められる建物でも、木造の柱や梁の表面を火災から守るための耐火被覆や仕上げ材で覆う必要がないため、木による温かみのある空間を実現できるようになった。



図一 3 燃え止まり型耐火集成材の断面構成

との繋がりが深い建築主が新たに研修施設をつくるにあたり、サステナブルな拠点となるように木造建築を採用した事例である。

## 2. タクマビル新館(研修センター)

### (1) 建物概要

本施設はボイラー・プラントメーカーの本社研修・事務所である(表一1、写真一1)。建築主が環境配慮事業を推進するという理念を広く発信していくことを目的とした建物であり、全国のプラントの監視機能

表一 1 建物概要

建物名称	タクマビル新館(研修センター)
所在地	兵庫県尼崎市
竣工年	2020年10月
主用途	事務所
所有者	(株)タクマ
設計者	(株)竹中工務店
施工者	(株)竹中工務店
木材利用量	393.0 m <sup>3</sup> (うち構造材 284 m <sup>3</sup> )
木材の炭素貯蔵量(CO <sub>2</sub> 換算)	285.0 t-CO <sub>2</sub>
建築面積	707.89 m <sup>2</sup>
延べ面積	3,334.35 m <sup>2</sup>
構造	鉄骨造+木造(基礎免震)
階数	地上6階建
高さ	33.6 m

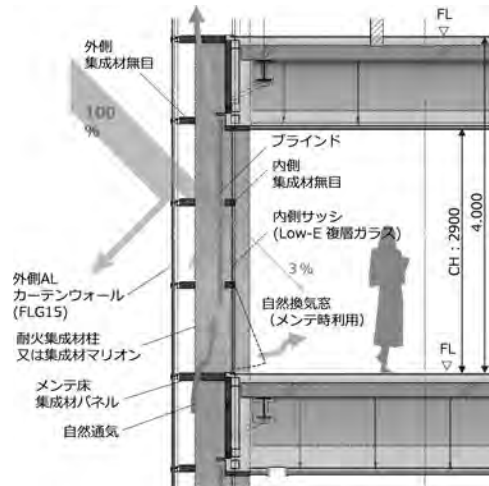
### (3) 中高層建物の木造木質化

木造技術の発展が進み、脱炭素のための森林資源の循環、森林・林業の再生といった課題を解決するために、建築物に国産材を積極的に利用していくことが求められる。現在、木造需要の大部分を占めている住宅市場が縮小する中で、構造材に木を使用する木造化や内装に木を使用する木質化がまだ進んでいない中高層建物に国産材を利用していくことを、国を挙げて推進する状況となっている。中でも木材を最も多く使用できる柱や梁といった構造材へ利用することが国内の木材利用の促進につながる。

企業も環境への意識の高まりから、自社の建物の木造木質化を検討する事例が増えてきている。本稿で紹介するのは、再生可能エネルギー分野や環境保全分野



写真一 建物外観



図一 4 ダブルスキンの概要

表一 2 使用した木材

	木質材料の種類	使用部位
①	燃え止まり型耐火集成材 <sup>※1</sup> (国産スギ, 国産カラマツ)	柱
②	高知・岡山・熊本産スギ CLT <sup>※2</sup> 高知・岡山・奈良産ヒノキ CLT	耐震パネル
③	オウシュウアカマツ集成材	マリオン
④	オウシュウアカマツ集成材	横無目
⑤	国産ヒノキ CLT	内装仕上げ

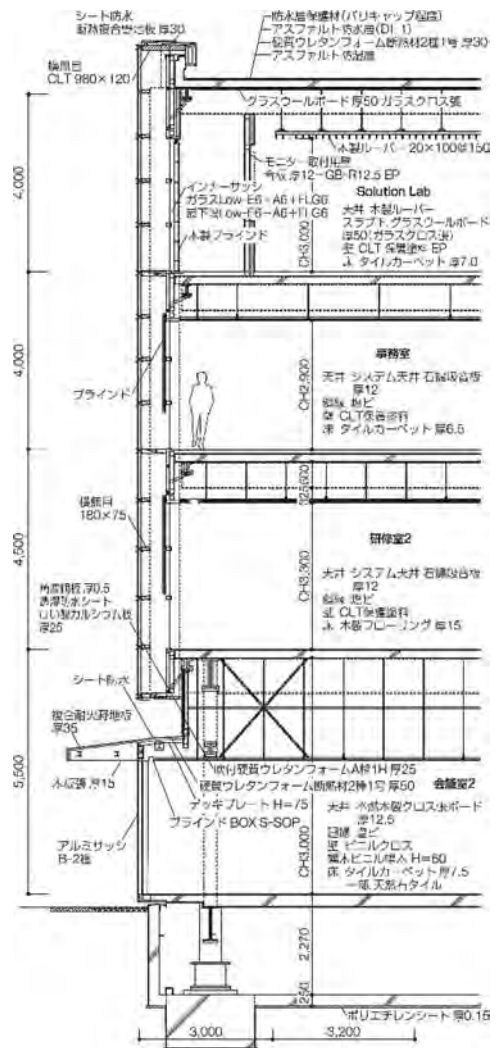
※1 集成材：小さく切った木材を接着剤で貼り合わせて一枚の板とした木質材料  
 ※2 CLT (Cross Laminated Timber：直交集成板)：丸太から伐り出された板を各層互いに繊維が直交するように積層接着された木質建材

や社員の研修機能を拡張することを契機に計画された。バイオマスプラント事業を通じた木の循環における林業復興・脱炭素等の社会貢献を推し進め、社会および地域や社員に広く発信するために木を積極的に採用した。木材は構造材、仕上材を合わせて 393.0 m<sup>3</sup> 使用しており、炭素を CO<sub>2</sub> 換算で 285.0 t 貯蔵することにより脱炭素社会への貢献も果たしている(表一2)。

(2) 設計上のポイント・工夫

(a) 集成材ダブルスキンカーテンウォールの採用

建築主の新たな価値・サービスの創造拠点としてのシンボル性に寄与させるため、図一4に示すようにダブルスキンの外側のみフロート板ガラスとして木質感を外部に強く表出したファサードとしている。また、ダブルスキン内の換気を軒下から屋上までの重力換気方式とするとともに、ダブルスキン内にブラインドを設けることで、Low-E 複層ガラスのシングルスキンの場合と比較して直達日射量は 97% 削減でき、熱負荷は 77% 低減する。熱負荷を低減しつつ十分な自然採光を取り込むことを可能としており、木架構の



図一 5 矩計図

表出と環境性能の向上を両立させた外装デザインを実現している。

(b) 防火に関する法規制のクリア

図一5にダブルスキンの矩計図を示す。内側のスキン層を法的な外壁ラインとし、耐火集成材柱、金属

耐火パネルで外壁およびスパンドレル部の耐火要件を満足している。延焼ラインを回避し、内部の防火区画をコア内で完結させることで防火設備を不要としている。コアはCLT耐震パネルや区画壁を覆うように厚さ90mmのCLTを仕上げとしている。このとき、天井を準不燃材とすることで内装制限の緩和規定を適用し、CLTを無処理のあらわしとしている。

(c) 構造計画

本建物は、耐火集成材柱+CLT耐震パネル+鉄骨架構+免震のハイブリッド構造とした(図-6)。CLTを主たる耐震要素としてコア周りに配置して地震力の半分以上を負担させるとともに、免震構造により上部構造に作用する地震力を低減し、耐火集成材柱と集成材マリオンで構成した透明感ある外観デザインを実現している。CLT耐震パネルは、CLTが本来持っている高い構造性能を余すところなく活用できるように、構造実験により性能を確認し、鉄骨部材とCLTの耐力バランスをコントロールして使用を決定した(図-7、写真-2)。また、縦マリオンおよび無目は入手が容易な小・中断面の集成材で構成し、金物が極力見えないよう接合方法を工夫した(図-8)。

(d) 木質構造部材の耐火性能の確保

本建物に用いているCLT耐震パネルは長期設計には剛性を考慮せず、火災時には鉄骨架構のみで倒壊を防ぐ計画とし、CLT耐震パネルの耐火被覆を不要としている。ただし、火災時にCLTが燃焼した際、CLTが接続する周辺の鉄骨が想定以上の加熱を受ける可能性が考えられた。そのため耐火実験を実施し、周辺鉄骨の耐火被覆(ロックウール)を増強している。

耐火集成材柱と鉄骨梁の仕口部については、鉄骨梁が加熱された際にガセットプレートや仕口内鉄骨を経



写真-2 構造実験 (CLT耐震パネル)

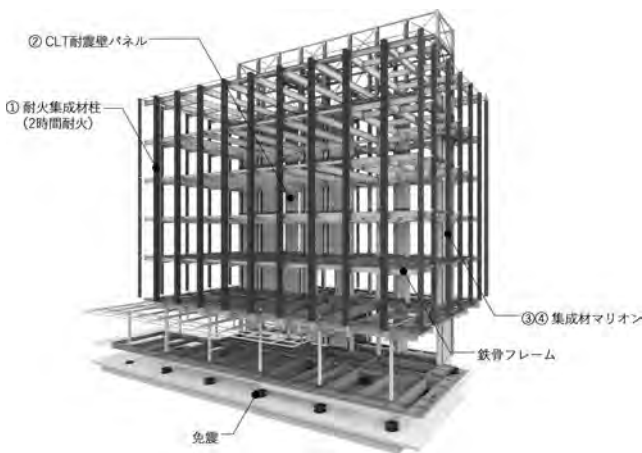


図-6 構造フレーム概要

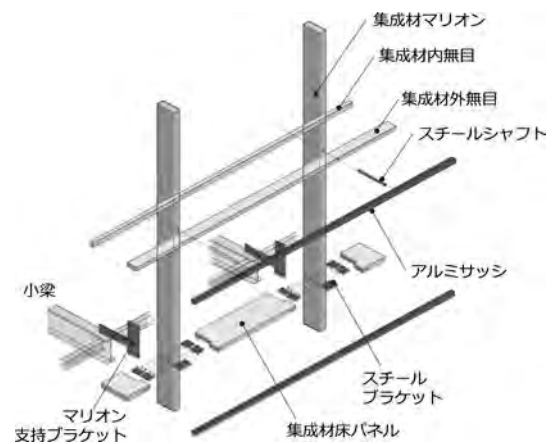


図-8 集成材マリオン概要

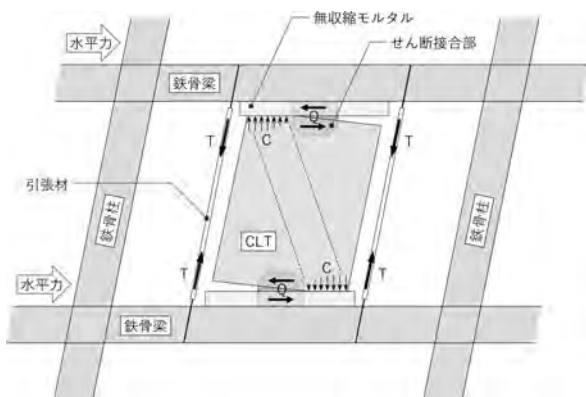


図-7 CLT耐震パネル概要

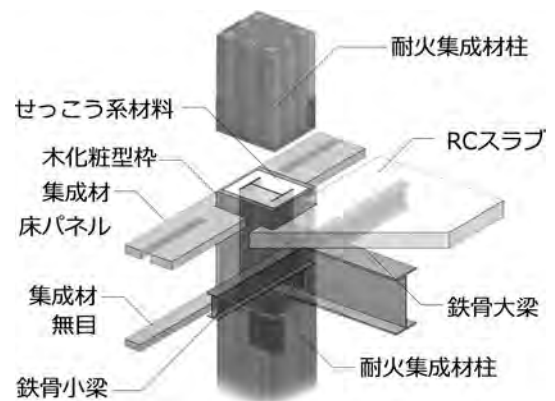


図-9 耐火集成材柱仕口部の構成

由する熱橋の影響により、耐火集成材柱の荷重支持部となる集成材の温度が上昇する可能性が考えられる。そのため、図一9に示すように柱梁仕口部熱容量の高いせっこう系材料を充填する仕様とし、耐火実験により温度上昇の抑制効果を確認している。

(3) 施工上のポイント・工夫

(a) 建方計画

木構造部材として、耐火集成材柱 45 本、CLT 耐震パネル 49 枚の建方を行った。図一10に建方計画図を示す。

現場での安全性向上と工程短縮のため、耐火集成材柱と仕口鉄骨の取付けおよびCLT耐震パネル接合部は工場にて取付けを行った。建方はまず南側コア部分の鉄骨組立を完了させ、その後、北側の耐火集成材柱・鉄骨梁の組立てを行った。CLT耐震パネルはコア部分のボルト・梁溶接を完了させてから取付けを行った。

(b) 養生計画

耐火集成材柱と一部のCLT耐震パネルは最終的に仕上材として木あらしになるため、施工中の養生計画を特に綿密に行い、傷・汚損・日焼けの3点に関して検討を重ねた。写真一3に耐火集成材柱の養生状況を示す。木材保護塗料を施工中の汚れを防止できるものに増強し、建方完了時は傷防止のために柱の四方をプラスチック製ベニヤ板で直接木に接着させないよう囲み、その上から火花と水の侵入を防ぐため防煙シートで養生した。さらに上部のデッキ溶接時には耐火シートにより入念に保護養生を行った。

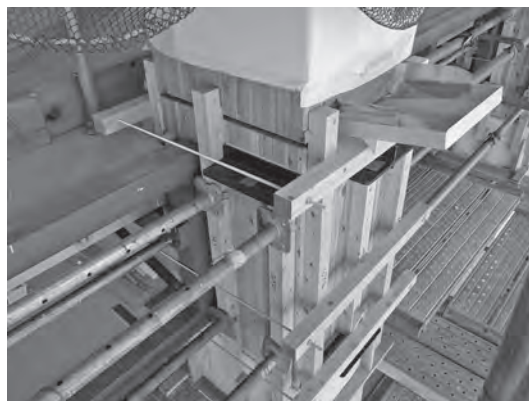
(c) 耐火集成材柱の仕口施工

北側の耐火集成材柱は外部から見て下から上まで1

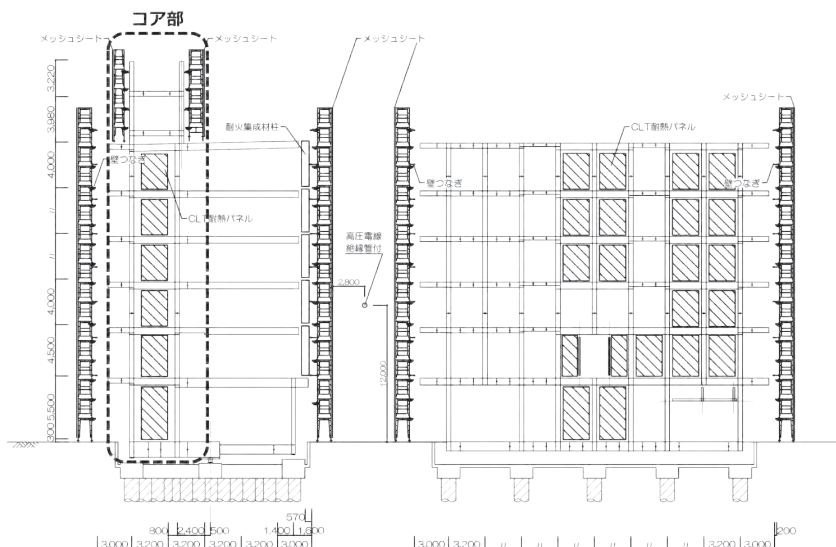
本の木に見えるデザインとなるよう、仕口部も耐火集成材柱の表面材と同種の集成材カバーによる仕上げとしている。前述の理由により仕口鉄骨の周囲にせっこう系材料を注入する必要があったため、この集成材カバーを型枠代わりに使用する計画とした(写真一4)。仕口鉄骨には梁のガセットプレートやカーテンウォール金物など、多くの鋼材が取り付けられており施工難易度



写真一3 耐火集成材柱の養生



写真一4 仕口部せっこう材料注入



図一10 耐火集成材柱・CLT耐震パネル建方計画図

は高かったが、隙間シール・保護養生などを入念に行い設計意図通りの外観を実現することができた。

#### (4) 維持管理上のポイント・工夫

本計画ではダブルスキン内に耐火集成材柱および屋外ガラスを支持する木部材を露出して配置している。ダブルスキン内部の温湿度環境の変化は苛烈なものとなるため、これらの木材の劣化が早まる可能性が考えられた。そこで本計画では、底部から頂部まで各床部に自然換気用のスリットを設け、底部および頂部を常時開放して外気を取り入れ通風を可能とし、ダブルスキン内部の空気を循環させ、急激な温湿度の変化を抑制することで木部材の劣化を軽減している（図-11）。竣工後約4年が経過しているが、軽微なひび割れが発生した以外の目立つ劣化は生じていない。なお、この自然換気機能は居室の外気冷房・外気暖房の役割も期待され、居室に積極的に外気を取り込むことによりオフィスの環境改善・建物のエネルギー消費量の低減にも寄与している。

また、CLT 壁面に面する室の天井を準不燃材とし

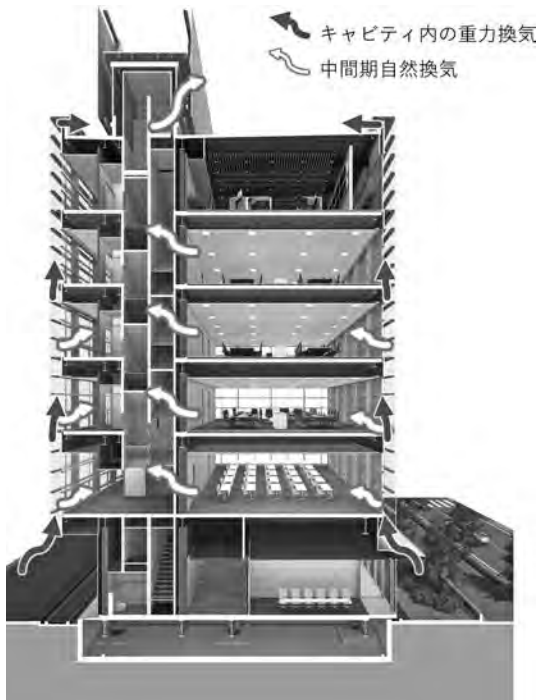


図-11 ダブルスキン換気システム

て内装制限の緩和措置を受けることで、CLT を不燃処理せずに用いている。これにより建物使用後のカスケード利用を容易とし、木材を建材としてより長期間にわたり活用できるよう配慮を行っている。

### 3. おわりに

気候変動対策、脱炭素社会の実現、森林荒廃や林業衰退といった社会課題の解決に向けて、国産材の利用拡大につながる中高層建物の木造木質化はさらに拡大すると予想される。本稿で紹介したタクマビル新館(研修センター)も含め、中高層木造建築の事例はこの10年程度で増加しており、設計・施工・竣工後の維持管理のノウハウも蓄積されつつある。今後はそれらを広く水平展開していくことで、さらなる中高層木造市場の発展につなげていきたいと考える。

JICMA

#### 《参考文献》

- 1) 林野庁「令和5年度森林・林業白書」  
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/r5hakusyo/attach/pdf/zenbun-38.pdf>

#### 【筆者紹介】



片山 遥 (かたやま はるか)  
㈱竹中工務店  
木造・木質建築推進本部  
主任



神田 泰宏 (かんだ やすひろ)  
㈱竹中工務店  
大阪本店設計部  
設計第7部門  
部門長



久保 和民 (くぼ かずひと)  
㈱竹中工務店  
大阪本店設計部  
構造第2部門構造1グループ  
主任

# ゼロカーボンビル建設プロジェクトにおける脱炭素技術

豊村 裕・敦賀谷 俊・光本 皓平

近年、建築分野においては欧米を中心に従来の建築物の運用段階に発生する CO<sub>2</sub> の削減だけでなく、建設から解体に至るまでの建築物のライフサイクル全体を通じた CO<sub>2</sub> の削減に向けた議論が展開されている。国内においては、産官学の連携により、ライフサイクルカーボンの評価手法を整備することを目的に「ゼロカーボンビル (LCCO<sub>2</sub> ネットゼロ) 推進会議」が 2022 年 12 月に設置され検討が開始されている。本誌においては、実際のプロジェクトにゼロカーボンビルを適用している技術事例や取り組みについて紹介する。

キーワード：大成建設グループ次世代技術研究所、ゼロカーボンビル、T-ZCB、建築物のライフサイクル CO<sub>2</sub>

## 1. はじめに

2022 年度の日本の温室効果ガス排出量のうちエネルギー起源 CO<sub>2</sub> が約 85% であり、そのうち建設業界が関与するオフィスなどの建築物や住宅からの排出である「業務その他部門」と「家庭部門」の CO<sub>2</sub> 排出量（電気・熱配分後）が約 30% を占めている。両部門においては、省エネルギーの推進や電力の排出原単位の改善などにより排出量は減少しているが、日本国の掲げる 2030 年温室効果ガス排出削減目標や 2050 年カーボンニュートラルに向けては、長期間ストックされる建築物や住宅における ZEB や ZEH のさらなる普及促進が必要であり、建設業界への期待・プレッシャーがさらに大きくなるものと考えられる。

一方で近年、2023 年の G7 気候・エネルギー・環境大臣会合コミュニケで示された、建物のライフサイクル全体の温室効果ガス排出量削減目標を推進することなど、建築物の使用段階だけでなく、建材の製造・調達、施工、建築物の使用段階、解体までを含めたライフサイクル全体での温室効果ガス排出量（ライフサイクルカーボン）の削減が求められている。我が国では、「ゼロカーボンビル (LCCO<sub>2</sub> ネットゼロ) 推進会議」が建築物ライフサイクルカーボン算定ツール (J-CAT) を開発するなど、算定方法の共通化などに向けた取り組みが進められている。

こうした取り組みに先立ち、ライフサイクルの CO<sub>2</sub> 排出量に着目し、独自の評価システムである T-ZCB（ゼロカーボンビル：以下、本システム）を構築し、

実プロジェクトにおいて実証を開始している。

## 2. 実プロジェクトにおけるゼロカーボンビルの実証

カーボンニュートラルの実現に貢献する様々な技術開発や実証試験などに取り組むため、埼玉県幸手市において大成建設グループ次世代技術研究所の建設に着手した。本研究所は、大成建設技術センター（神奈川県横浜市）、大成ロテック技術研究所（埼玉県鴻巣市）に続く第三の研究開発拠点として、2025 年度中に各施設を完成させて順次運用を開始するとともに、新設の管理研究棟で「ゼロカーボンビル」の実現を目指している（図-1、2）。



図-1 イメージパース全景



図一 2 イメージパース管理研究棟全景

### 3. 本システムの概要

非住宅建築物の脱炭素化を促進するため、ホールライフでのCO<sub>2</sub>排出量評価システムを開発した。建設資材の調達や施工から、建物竣工後の運用・修繕段階、解体に至るまでのCO<sub>2</sub>排出量に関してホールライフで実質ゼロとなる建築物をNet-ZCBと定義し、またCO<sub>2</sub>を削減する割合によりランク分けを行うことでZCBの到達度を定量化する。カーボンニュートラル社会を実現するために建設業界の目指すべき道筋として、本システムで評価する建築物を増やし、CO<sub>2</sub>削減状況と設計手法を体系化することで、ゼロカーボンビルの普及を促進する意図がある(図一3)。

### 4. 調達段階における導入技術

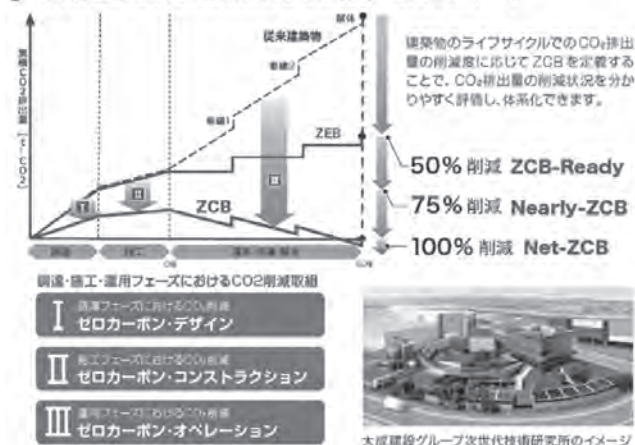
調達段階においては、建築、構造、設備の各分野において、独自技術を含む様々な低炭素化技術を採用し、標準建築物と比較し約10%のCO<sub>2</sub>排出量を削減している。主な低炭素化技術を下記に示す。

#### (1) 木質建築化

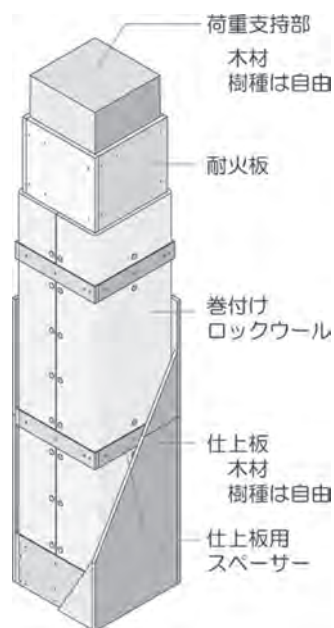
管理研究棟は、地上4階建てのうち、1～2階までが鉄筋コンクリート造、3～屋上階までが純木造の混構造を採用している。木造部分には開発した1時間耐火木質柱・梁を採用した。この1時間耐火木質柱・梁の耐火被覆に巻付けロックウールを採用することにより、従来の告示仕様耐火被覆材と比較し耐火被覆部のCO<sub>2</sub>排出量も低減している(図一4)。

また、床にはCLTを用いた大スパン床ユニットを採用することで、無柱空間を実現し、フレキシブルなオフィス空間を実現するとともにユニット化による高速施工を実現している。これらの木材は埼玉県秩父産

CO<sub>2</sub>排出量および削減効果を可視化 | T-ZCBチャート



図一 3 本システムチャート



図一 4 耐火柱の構成

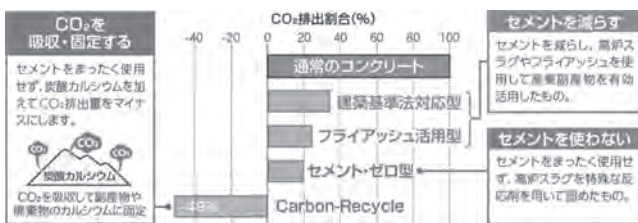
材を使用しており、埼玉県、(株)ウッディーコイケと3者で「埼玉県森林(もり)づくり協定」を締結し、伐採した森林に植林活動を行う予定であり、自然環境の保護とさらなるCO<sub>2</sub>削減を期待している(写真一1)。

#### (2) 環境配慮コンクリート・低炭素型鋼材の採用

鉄筋コンクリートのコンクリートおよび鉄筋、その他鉄骨部材には、環境配慮コンクリートと低炭素型鋼材を採用している。環境配慮コンクリートは、一般的なコンクリートに比べCO<sub>2</sub>排出量を削減しているコンクリートであり、建築基準法対応型、フライアッシュ活用型、セメント・ゼロ型、Carbon-Recycleの4つの種類があり、管理研究棟では、構造躯体に建築基準法対応型、一部の柱仕上材に3Dプリンタで成形したCarbon-Recycleを採用している(図一5, 6)。



写真一 大スパン床ユニット



図一五 環境配慮コンクリート



図一六 柱仕上材に3Dプリンタで成形した Carbon-Recycle



図一七 脱炭素化に向けたプロセスとゼロカーボンスチール・イニシアティブ

低炭素型鋼材は、電炉鋼材を採用することで従来の高炉鋼材と比較してCO<sub>2</sub>排出量を75%削減するとともに、電炉鋼メーカーとのイニシアチブにより製造時電力に再エネ電力等を活用することで、さらに脱炭素化を進めてCO<sub>2</sub>排出量95%削減を実現している(図一七)。

(3) 外装・内装材へのリサイクル建材の採用  
管理研究棟では外装・内装に様々なリサイクル建材

を採用することで低炭素化を図っている。主なリサイクル建材としては、リサイクルアルミ、リサイクルせっこうボードがある。

リサイクルアルミは、(株)LIXILが開発した原材料の70%にリサイクルアルミを使用した循環型低炭素アルミ型材「PremiAL R70」をビル建材(アルミ建具)として採用しており、一般的に外装で多く使用されるアルミ建具のCO<sub>2</sub>排出量の削減を行っている。

リサイクルせっこうボードは、吉野石膏(株)が開発した原料せっこうにリサイクルせっこうを100%使用し製造時のCO<sub>2</sub>排出量が少ないせっこうボード「タイガー R100」を採用した。内装材に多く使われているせっこうボードを低炭素化することで、内装材を起因とするCO<sub>2</sub>排出量を低減している。

(4) 設備機器の低炭素化

現在、建築設備分野では、メーカーからの調達品が多い特性上、オペレーショナルカーボン削減の低炭素化手法が中心である。また、省エネルギー・創エネルギーに資する高効率設備機器や太陽光パネルの導入はエンボディドカーボンの増加をもたらす側面があり、ホールライフカーボンを意識した設備機器の調達でゼロカーボンビル達成の鍵となる。

今回、研究管理棟に導入する建築設備機器のうち、配電盤、アルミ導体ケーブル、パッケージエアコンなど建築設備機器の調達時において、CO<sub>2</sub>排出量を削減する工夫を施した。各設備機器に対する施策概要と削減比率は以下の通りである。

- ・配電盤：筐体に前述の「低炭素型鋼材」鋼板を採用  
削減率：-18% (キュービクル式配電盤), -23% (動力盤・分電盤) (写真一2)
- ・アルミ導体ケーブル：地金製造に再生可能エネルギーを使用したアルミ導体ケーブルを採用  
削減率：-44% (図一8)
- ・パッケージエアコン：組立工場における再生可能エネルギー活用等による製造時CO<sub>2</sub>排出量の削減  
削減率：-100%相当 (図一9)

上記のほか、アルミ箔をラミネートした段ボール製の空調用ダクト(コルエアダクト)をはじめとする従来技術についても、CO<sub>2</sub>排出量低減の観点から採用した。

5. 施工段階における導入技術や取り組み

(1) ゼロカーボン・コンストラクション

工事中に発生するCO<sub>2</sub>排出量を「実質ゼロ」とする取り組みを、「ゼロカーボン・コンストラクション」



写真一 2 配電盤



図一 8 アルミ導体ケーブル



図一 9 パッケージエアコン室外機

と称して2021年から、実プロジェクトにおいて取り組みを進めてきた。

一般的に工事中のCO<sub>2</sub>排出は、燃料由来によるものと電力由来によるものに大別され、燃料については、場内で稼働する油圧ショベルやダンプトラック等の建設機械や、ラフタークレーンやコンクリートポンプ車等、現場を出入りする車両での燃料がCO<sub>2</sub>排出量のカウント対象となる。電力については、工事現場内で使用する仮設電源や、工事用仮設事務所で使用される電力使用に伴うものが対象となる。また、燃料・電力においてもまずは基本となるのが、「なるべく使用量を減らす」削減対策である。

## (2) 燃料由来 CO<sub>2</sub> の削減対策

建設重機オペレーターに対して省燃費運転講習会を実施し、急発進や空ぶかし等による無駄な操作を抑えることで燃費改善に努めている。また、掘削残土を場外へ運び処分するのではなく、盛土など場内で再利用することで掘削残土を運び出すダンプトラックの台数を減らし、燃料を使う行為そのものを減らす。さら



写真一 3 (株)タダノ製 25t電動ラフタークレーン

に建設重機を電動化／ハイブリッド化することで燃料使用量の削減を図っており、本プロジェクトにおいては(株)タダノ製の25t電動ラフタークレーン・電動タワークレーン・ハイブリッドコンクリートポンプ車・ハイブリッド式油圧ショベル等を採用している(写真一3)。

さらに、使用量を削減した燃料を低炭素または脱炭素化するために、軽油代替燃料を採用しており、B5(対軽油CO<sub>2</sub>削減率5%)・サステオ20(対軽油CO<sub>2</sub>削減率20%)・RD(対軽油CO<sub>2</sub>削減率100%)の3種燃料を建設機械や車両ごとの特性に応じ使い分けを行っている。

## (3) 電力使用量の削減

工事用仮設照明のLED化に加えて工事用仮設事務所を『ZEB』化し、仮設建物でありながらも本設建物と同様に省エネ性に配慮した事務所とした。適正な断熱性能を確保し、市場で容易に調達可能な汎用性の高い、高効率エアコンやLED照明を採用し、燃焼を伴うガス給湯器ではなく、電気温水器を利用した給湯設備とした。さらにサーキュラーエコノミーにも配慮したリユース品の太陽光パネルを設置し、仮設事務所において『ZEB』認証を取得した(写真一4)。

## (4) オフセットについて

施工時においてCO<sub>2</sub>削減に対して直接的な削減効果のある対策を取り入れても、削減しきれない残りのCO<sub>2</sub>排出量については、対象が短期間であり建物竣工時点で数量を確定することが可能で、建物として残らない仮設対応であることから、クレジット等を用いてオフセットすることで、施工時のCO<sub>2</sub>排出量を実質ゼロとすることとした。

燃料由来のCO<sub>2</sub>はJクレジットを用いてオフセッ



写真—4 仮設事務所全景



図—10 BELS 認証プレート・ラベル

トし、電力については保有の再生可能エネルギー由来電源から生み出されたトラッキング付非化石証書等の環境価値を使用することにより、ゼロカーボン・コンストラクションを実現する。

## 6. 運用段階における導入技術

### (1) 外装システム・自然換気・自然採光による CO<sub>2</sub> 削減対策

管理研究棟の外装はダブルスキン構造および日射遮蔽型 Low-E ペアガラスを採用することで、断熱性能を高め、室内の空調にかかるエネルギーを削減している。ダブルスキン上部には、換気用給気取り入れ口を接続しており、外気と比較しエネルギーの観点で有効と判断される場合、バイパス経路として利用できる。ダブルスキン内には木ブレースを配置しており、構造・視認性・日射遮蔽の観点で、最適な配置を導き出している。また、ハイサイドライト・トップライトを利用した自然換気・自然採光を積極的に行うことで換気や照明にかかるエネルギーを削減し、CO<sub>2</sub> 排出量の低減に寄与している。

### (2) BELS 認証『ZEB』の取得とさらなる創エネルギー設備の設置

管理研究棟は、建築物省エネルギー性能表示制度 BELS において、評価対象範囲における一次エネルギー消費量について標準建築物の基準値-115%を見込み、『ZEB』認証を取得した(図—10)。

運用段階の低炭素化に資する設備技術としては、開発の自動環境制御システムによる照明空調省エネルギー制御や、大容量の太陽光発電システム、ガラス一体型発電システム、大容量蓄電システムの導入が挙げられる。その他汎用的な技術として、超高効率ビルマルチ空調機、全熱交換器、CO<sub>2</sub> ヒートポンプ式給湯器、

高効率 LED などを採用している。

なお管理研究棟の基準 CO<sub>2</sub> 排出量のうち、オペレーショナルカーボンは 63%を占めているが、ゼロカーボンビルを達成するにあたっては、オペレーショナルカーボンをゼロとする『ZEB』に留まらず、削減しきれなかったエンボディドカーボンについても相殺する必要がある。本計画ではそれに対応したさらなる太陽光発電設備を計画しており、次節で述べるエネルギーマネジメントシステムと合わせ、有効活用する計画としている。

### (3) エネルギーマネジメントシステムの構築

将来的なゼロカーボンビルの達成のためには、設計値として算出されるオペレーショナルカーボンの削減量を、省エネルギー・創エネルギー設備のマネジメントを通して、運用時に適切に管理していく必要がある。

管理研究棟のエネルギーマネジメントシステムとしては、当社開発のクラウド型 BEMS を採用しており、運用段階でのエネルギー収支の見える化に加え、本社担当部署において運用状況を遠隔で管理、省エネアドバイスを提供する「エネルギーサポート」を行う。また、エネルギー収支を基に CO<sub>2</sub> 排出量の見える化にも対応し、ZCB に向けた達成状況の推移を管理することができる。

さらに、ゼロカーボンビル達成のために設置される大容量の太陽光発電設備利用の最大化を図るため、過去の運転実績データや気象情報などから翌日の需要電力量・発電電力量を予測し蓄電池の充放電制御を行う、需給一体型管理システムを採用している。

## 7. 修繕・解体段階における導入技術

(1) 修繕／改修段階における CO<sub>2</sub> 削減のポイント  
修繕／改修段階における CO<sub>2</sub> 削減のポイントとし

では、長寿命化建材の採用、メンテナンス点数の削減が必要となる。また、調達時と同様に低炭素化した建材や設備機器を採用することも修繕／改修段階で重要となってくる。そのため、本施設に採用しているリサイクル建材、アルミ導体ケーブル、段ボールダクトなど、修繕／改修段階においても新築時と同様にCO<sub>2</sub>削減に寄与している。

## (2) 解体段階におけるCO<sub>2</sub>削減のポイント

解体段階におけるCO<sub>2</sub>削減のポイントとしては、解体重機の低炭素化、廃材のゼロエミッション化、躯体等の再利用、フロン類の回収が必要となる。解体工事における現段階の算定においては現在の技術と同等でCO<sub>2</sub>排出量を算出しているが、実際には60年後となるため、将来的にはさらなるCO<sub>2</sub>削減施工が期待できる。また今後は、資源循環（サーキュラーエコノミー）も考慮した建材・設備機器の開発・設置計画などの考え方が益々重要になると考えられる。

## 8. おわりに

今後は、本プロジェクトの建設・運用で得られる知見を活かし、建物のライフサイクルにおけるCO<sub>2</sub>排

出量の把握・管理および削減に向けた様々な技術の導入を進めていくとともに、建物の新築・改修を検討するお客様に対し、ゼロカーボンビルの提案を積極的に行い、社会とお客様の環境課題解決に向けて取り組んでいく。

JCMA

### 【筆者紹介】

豊村 裕 (とよむら ゆう)

大成建設(株)

サステナビリティ総本部

サステナビリティ経営推進本部

カーボンニュートラル推進部

課長代理



敦賀谷 俊 (つるがや しゅん)

大成建設(株)

設計本部 建築設計第四部設計室

アーキテクト



光本 皓平 (みつもと こうへい)

大成建設(株)

設計本部 設備設計第三部設計室



# 太陽光と水素を活用した「再エネ 100% 工場」の実証運用

長谷川 徹

CN 推進活動の一環として、室蘭製作所新工場の建て替えにあたり、太陽光と水素を利用した「再エネ 100% 工場」を建設した。新工場は、従来の橋梁製作に加え、洋上風力建設の仮設鋼構造物の製作を行う。また、工場の運用を通し、水素発電に関するデータをモニタリングすることで、水素発電システムの導入効果や建物の消費電力量に合わせた制御方法等、水素利用に関する知見を得ている。再エネ 100% 工場の計画及び運用状況について報告する。

キーワード：カーボンニュートラル、再エネ 100%、水素、ZEB、水素発電、グリーン水素

## 1. はじめに

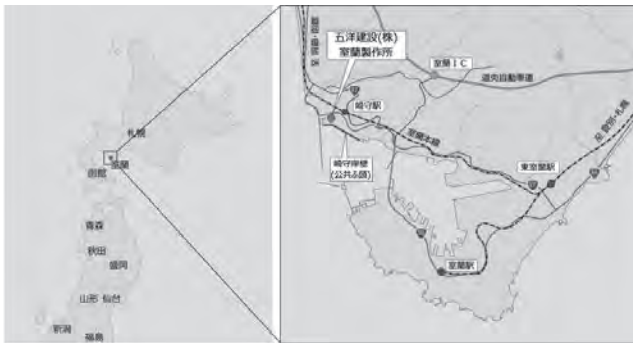
日本政府が発表した、2050 年カーボンニュートラル (CN) 宣言により、CN に対する取り組みが推進されている。本宣言を踏まえた、第 6 次エネルギー基本計画では、2030 年度には水素を新たな資源としてとらえ、社会実装を加速するとされ、水素に対する注目が高まっている。水素は CN に資する他、蓄エネに有効なことから、再生可能エネルギーの導入拡大や電力供給の安定化として寄与することが期待されている。

洋上風力発電の建設や建物の ZEB 化など、様々なグリーン分野に取り組んでいるが、その中で、札幌支店、室蘭製作所新工場の建て替えにあたり、太陽光発電設備と水素発電システムを組み合わせ、工場の動力、電灯の全ての電力を供給する「再エネ 100% 工場」を建設した。

新工場は、従来の橋梁製作に加え、洋上風力建設の仮設鋼構造物の製作を行う。また、工場の運用を通し、水素発電に関するデータをモニタリングすることで、水素発電システムの導入効果や建物の消費電力量に合



写真一 1 室蘭製作所全景



図一 1 室蘭製作所所在地



図一 2 室蘭製作所施設概要

わせた制御方法等、水素利用に関する知見を得ている。

本稿では、「太陽光と水素を利用した再エネ100%工場」である室蘭製作所新工場について報告する（写真一1、図一1、2）。

## 2. 水素を利用したシステムの計画

水素は化学的性質として、無色、無臭であり、元素の中で最も軽い分子である。発火点は524℃、液化温度は-253℃であり、基本的には気体として存在している。そして、水素を建物に利用する際の特徴として、以下の3つがあげられる。

- ①製造した水素をタンクなどで貯蔵し、そのまま運搬ができる
- ②製造から貯蔵（運搬）、利用の行程に様々な方法がある

製造方法には水を電気分解する方法やメタンから取り出す方法等がある。貯蔵方法には液体や気体、吸蔵合金等で貯蔵する方法等があり、利用方法も発電や燃焼、重機燃料として利用する方法等がある。

- ③太陽光発電等の再エネを利用して製造した水素（グリーン水素）を用いたエネルギーはCO<sub>2</sub>排出ゼロのエネルギーである

上記の特徴を考慮すると、水素は地域の特性や建物用途、敷地等に合わせて製造・貯蔵・利用方法を選択できるエネルギーであり、建物に付帯する太陽光発電設備と併設して利用すれば「地産地消型のエネルギー」となる。

水素の利点を活かしたシステムの一つとして、「太陽光発電設備と併設して水素を利用した地産地消型の電力供給システム」を実証運用することとした。

## 3. 建物概要とシステムの概要

### (1) 室蘭製作所新工場

室蘭製作所は、主に橋梁の製作を行ってきた。現在、取り組んでいる洋上風力発電事業の一環として、新たに洋上風力建設用の仮設鋼構造物の製作を担うため、施設を建て替え新工場を建設することにした。

室蘭製作所が立地する室蘭市は、カーボンニュートラル先進都市を目指し、参画している「室蘭市脱炭素創造協議会」や「室蘭洋上風力関連事業推進協議会」を設立している。また、地域に適した再生可能エネルギーの利用を重要視しており、洋上風力と水素の有効利用を見据えている。水素を利用し、洋上風力発電事業の一役を担う室蘭製作所新工場は、室蘭市のビジョンを推進するプロジェクトとして貢献している。

### (2) 建物概要

室蘭製作所新工場は、工場棟、事務所棟、水素棟の3棟で構成されている。鉄鋼部材の加工や塗装、組み立て作業を行う工場棟は、産業用設備として主に鉄鋼部材の加工設備の他、揚重設備のクレーン、建築設備の照明、換気設備が備わっている。製作の中で熱や蒸気を使用する工程がないことが特徴の一つである。事務所棟、そして水素製造と水素発電による電力供給を担う水素棟は、共に建築設備として、照明、空調、換気設備を備えており、いずれの建物もエネルギー供給源は電力である。建て替え前の室蘭製作所は電力以外に石油やガス等も使用していたが、CN社会実現のための実証運用を目的として、産業用設備を電気式に更



写真一 2 事務所棟外観

新し、エネルギー供給源を電力とする計画とした。

事務所棟は、降雪量は少ないが厳冬な地域である室蘭市の地域特性に合わせて、外皮の高断熱化や空調設備の高効率化、センサーによる運転制御等の技術を導入し、省エネ化を図っている。なお、事務所棟は太陽光発電の創エネ設備と併せて、BELS 認証の最高ランクの『ZEB』を取得している（写真—2）。

(3) 太陽光と水素を利用したシステムの概要

図—3 に室蘭製作所新工場の再生可能エネルギー 100% 利用計画、写真—3, 4 に水素棟の外観、内観、主要機器を示す。

電力供給は、太陽光発電と水素発電の 2 種類の電力を活用するシステムである。

主要機器は、能力 670 kW の太陽光発電設備を工場棟の屋根に設置し、水素発電設備の内、能力 3 Nm<sup>3</sup>/h の水電解装置と容量 300 Nm<sup>3</sup> の水素吸蔵合金、能力 30 kW の燃料電池を水素棟内に、容量 1,800 Nm<sup>3</sup> の水素タンクを水素棟の屋外に設置している。

電力の供給については、日中の消費電力に対し、太陽光発電をメインに電力を供給し、日没以降や曇天・雨天時等、太陽光発電の少ない時間帯に水素発電にて電力を供給している。

水素発電に使用する水素は、太陽光発電の電力を用いて水電解装置で製造されるグリーン水素を使用しており、日中に製造されたグリーン水素を水素吸蔵合金に貯蔵し、水素発電の時間帯に合わせて燃料電池へ供給して発電している。

また、水素は自然放電することがない長期貯蔵が可能なエネルギーであり、道内の工場から購入している副生水素を屋外水素タンクに貯蔵することで、グリー

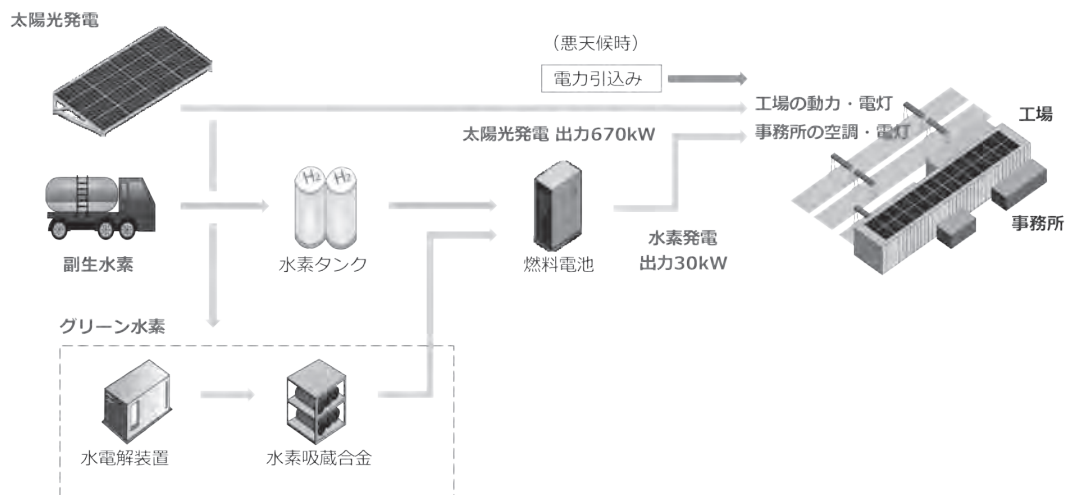
ン水素が不足しているときや BCP 対策用として利用可能なシステムとしている。



写真—3 水素棟外観



写真—4 水素棟内観



図—3 再生可能エネルギー 100% 利用計画

## 4. システム運用状況

### (1) 「再エネ 100% 工場」

図-4 に年間の太陽光発電量・消費電力量, 図-5 に年間のグリーン水素製造量を示す。

年間の電力の需給バランスは, 消費電力量約 700 MWh に対し, 太陽光発電量は, 実測した日射量による試算を含んで約 900 MWh と太陽光発電量の方が上回っており, 「再エネ 100%」を達成する量となっている。また, 年間のグリーン水素製造量は, 8,600 Nm<sup>3</sup> であり, 電力に換算すると 14,700 kWh の電力量に相当する。年間の太陽光発電量とグリーン水素製造量を把握することで, その地域の日射量や建物の消費電力量に合わせた太陽光発電設備及びグリーン水素を製造する水電解装置の能力を選定することができる。

### (2) 水素発電システム

今回, 導入した水素利用設備は, 導入実績が少ないこともあり, 運用しながら制御方法を調整する必要があった。運用とデータの計測を繰り返し, 水素棟の温

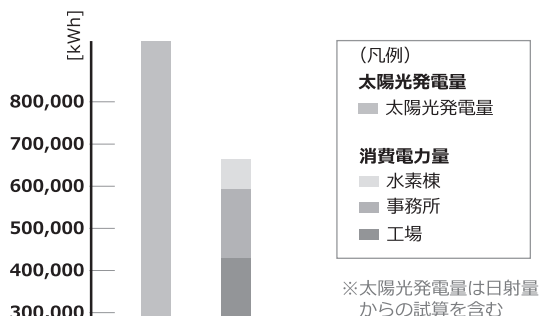


図-4 太陽光発電量と消費電力量 (2022年11月~2023年10月)

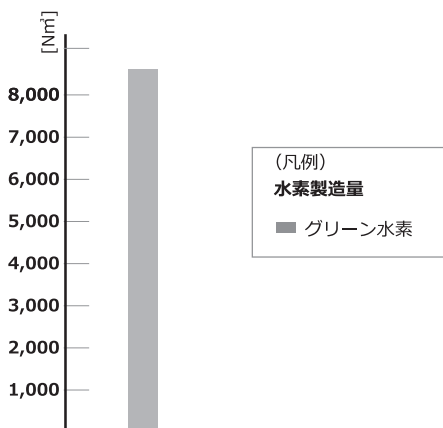


図-5 グリーン水素製造量 (2022年11月~2023年10月)

熱環境条件や水素の消費量, 水素発電設備の発停回数, 建物の消費電力量等に合わせて制御方法を調整した。数ヶ月のモニタリングに基づいたチューニングを行った結果, 各機器に求められる能力を発揮することができた。

具体的には, 水電解装置は, 太陽光発電からの電力供給により, 1日の間で約 10~14 時間稼働し, グリーン水素を 36~42 [Nm<sup>3</sup>] 製造する。製造したグリーン水素を用いて, 太陽光発電量が少なくなる, 16時以降に燃料電池を運転することで, 1日あたり約 50~60 [kWh] の水素発電による電力供給を行っている (図-6, 7)。

また, 夏期に, 消費電力に対し上回っている太陽光発電の電気を使って, より多くのグリーン水素を製造する事も可能である。

様々な方法で長期貯蔵及び運搬が可能であることや多様なエネルギーとして活用できることが, 他のエネルギーと異なった水素の特徴である。製造したグリーン水素を利用することで, 電力利用の他, 熱や燃料として利用する広域利用や季節間のエネルギーシフト, 地域へのエネルギー共有が可能となる。

地域での水素を利用する仕組みを構築することは, 水素利用の活性化につながると考えられ, 本施設の運用を通して, モニタリングデータを活用した制御方法のチューニングや水素の特徴を活かした利用方法の検討を行っており, 今後の水素利用に活かせる知見を得ることができている。

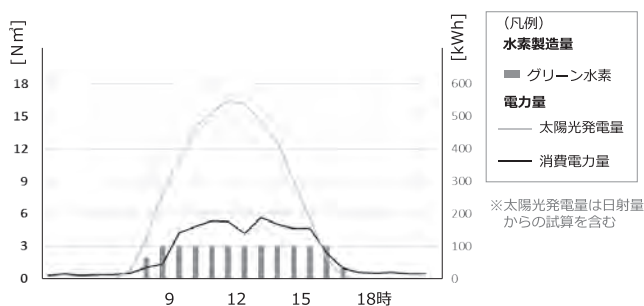


図-6 グリーン水素製造量 (1日あたり)

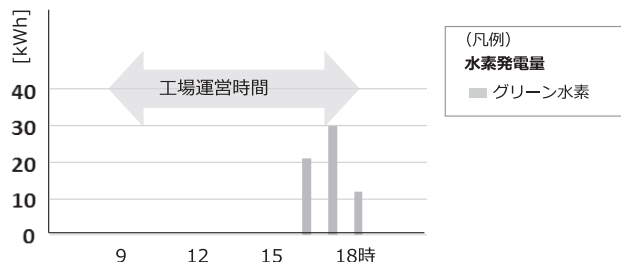


図-7 水素発電量 (1日あたり)

## 5. 地域や外部との技術共有

太陽光と水素を利用した発電システムは、多くの方から注目を受け、2024年10月の時点で1,000人以上の方が見学に訪れている。見学会を通して、水素に関する情報や技術の共有を図るほか、多くの人に「見て」「聞いて」「体験」してもらうことで、水素利用の活性化に貢献している。見学者の中には学校団体の参加もあり、本施設の運用は、単に水素の利用方法を共有するだけでなく、「なぜ水素を利用するのか」との問いを通して、地球温暖化を考える契機を提供し、また地域の活性化につながる取り組みとなっている。

## 6. おわりに

室蘭製作所新工場での取り組みを通して得られる実績やデータは、水素を利用したCN社会の実現に寄与するものと考えている。

実証運用から得られた知見を水素利用機器に関わる企業や水素利用に関心のある地域や団体と情報共有することは、水素利用設備の普及に寄与する。引き続き、システムの運用とともにモニタリングを継続し、十分な運用実績やデータを得ることで、機器仕様の改善や

水素発電設備の設計に活かせる知見を得ていきたい。

また、水素エネルギーは、熱利用が可能であり、電力化が困難とされている熱需要の脱炭素化においても、解決する手段の一つとしてポテンシャルを有している。

今後の実証運用として、水素エネルギーの熱利用や季節間のエネルギーシフト、地域への供給など、グリーン水素の多様な利用を検討しており、そのために水電解装置の増設を実施する予定である。水素利用技術の知見を整備し地域と連携することで、「再エネと水素を利用した地産地消型のグリーンエネルギー社会」の形成に繋がればと考えている。

室蘭製作所新工場での取り組みで、水素を利用したカーボンニュートラル実現に貢献していく所存である。

JCMIA

### 【筆者紹介】

長谷川 徹 (はせがわ とおる)  
五洋建設㈱  
技術研究所 建築技術開発部



# 木材の利用と環境配慮型コンクリート、 生物多様性保全による ESG/SDGs への取り組み

河野 政典・長 千佳

奥村組グループは、持続可能な社会の実現に向けて、確かな技術と誠実な事業運営を通じて成長し続ける企業でありたいと考えている。脱炭素化社会の実現に向けては、環境配慮型コンクリートの開発や、建築物の木造化・木質化の推進を図っており、この度、8階建て自社寮を木造ハイブリッドで構築し、環境配慮型コンクリートを採用した。また、生物多様性条約の目標に沿った希少植物の保全にも取り組んでおり、大学や植物園、地域のNPO等と協働して、地域の生物多様性増進を図るとともに、ビオトープを活用した環境教育なども行っている。本稿では、これらの取り組みについて報告する。

キーワード：木造ハイブリッド、環境配慮型コンクリート、生物多様性、希少植物、ミティゲーション

## 1. はじめに

私たちは、社会の持続的な発展に貢献するため、社会のニーズの変化を見据えて事業・サービスを展開するとともに、確かな技術と誠実な事業運営を通じて社会からの信頼に応え、安心を提供し、関係する全ての人と豊かさを分かち合いながら成長し続ける企業グループでありたいと考えている。このようなグループのビジョンは、2015年に国連サミットで採択されたSDGsが目指す「持続的な共生社会の実現」と目的が一致していることから、国連の理念に賛同し、SDGsに関連する課題の解決に取り組んでいる。本稿では、以下に記す二つの取り組みについて報告する。

一つ目は、脱炭素化社会の実現に向けた取り組みである。近年、CO<sub>2</sub>を固定化する木材の利用が着目され、建築においては低層だけではなく、中高層建物の木造建築事例も報告されている。そこで、建築物の木造化・木質化を推進するため、8階建て自社寮を木造とRCによるハイブリッド構造で建設した。また基礎地中梁のコンクリートには一般的なコンクリートに対してCO<sub>2</sub>の排出量を63%削減した環境配慮型コンクリートを適用した。

二つ目に紹介する希少植物の保全に関する取り組みは、建設工事と密接に関連している。環境アセスメントの対象となる建設工事においては、生物多様性への影響を最小限に抑えるための保全措置（ミティゲーション）が取られているが、今後は対象工事を限らず、生物多様性への配慮や保全活動等が一層重要視される

ことになる。そこで、技術研究所において、つくば市内の希少な水生植物（水草）を対象とした、代償ミティゲーションの現実性を高めるための研究を行っている。

## 2. 木造ハイブリッドの自社施設の建設

### (1) 建物概要

自社設計施工による8階建て自社寮の建物概要を表1に、建物外観を写真1に、木造ハイブリッドの断面構成と平面構成を図1、2に示す。建設地は荒川の浸水想定区域内にあるため、浸水に備え1～2階はRC造とし、寮室が中心の3階柱～8階は木造とした。地震時に発生する建物の変形を1・2階間に設けた免震層に集中させた免震構造を採用した。これにより、3～8階の木造階の耐震要素が少なく済み、木造での中層建築を実現した。また、3～8階は、木造とRCコアを組み合わせた平面ハイブリッド構造として計画した。

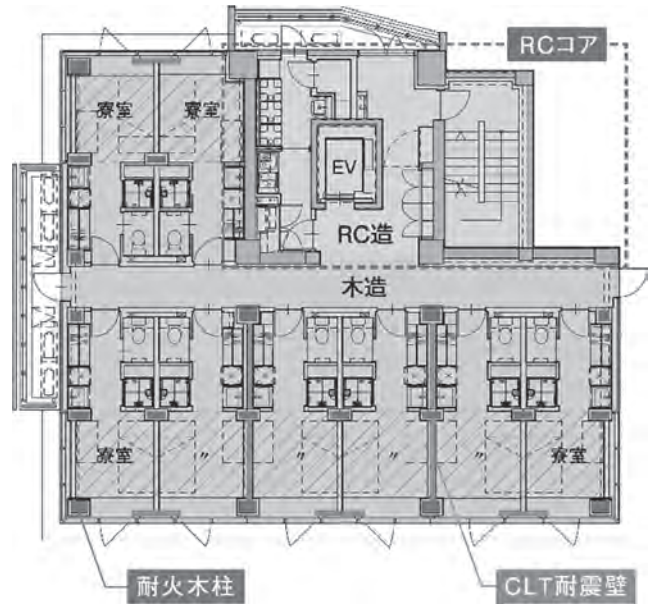
表1 建物概要

用途	寄宿舎（寮60室）
延床面積	1,793.61 m <sup>2</sup>
階数	地上8階建て
高さ	30.93 m
構造	1～3階床までRC造 3階柱～8階木造（一部RC造） 中間階免震構造（1・2階間免震層）
耐火種	耐火建築物
木材・木質材の使用量	208 m <sup>3</sup> （国産材）
工期	2023年11月～2025年2月

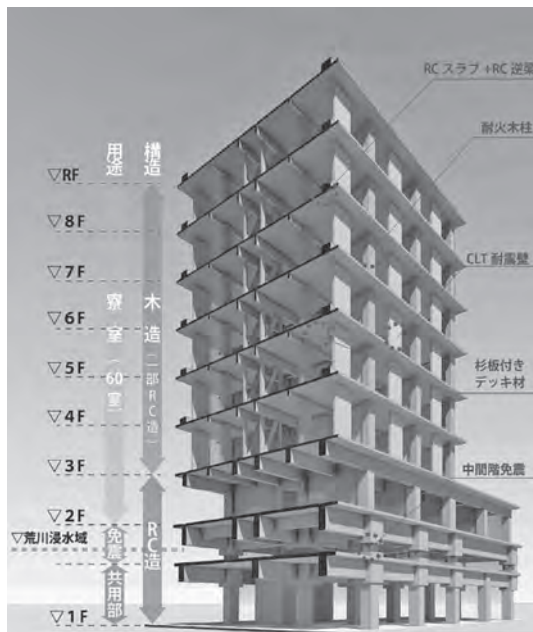


写真撮影：志摩大輔

写真一 建物外観



図一 木造ハイブリッドの平面構成



図一 木造ハイブリッドの断面構成



写真撮影：志摩大輔

写真二 木質化された寮室内の内観

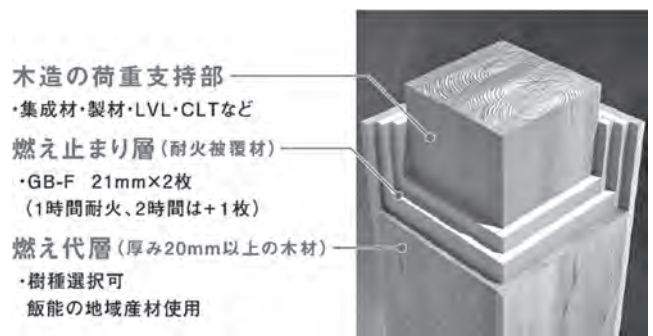
木材使用量は 208 m<sup>3</sup> で、全て国産材を使用した。木質化した寮室内の内観を写真二に示す。柱梁、壁、天井面の木造、木質化を図った。

(2) 木造・木質化

(a) 柱・梁部材

本建物は規模と用途から、耐火建築物として設計する必要があるため、柱・梁には被覆材の上に燃え代層として木を張った木質耐火部材を用いた。柱部材を写真三に示す。

本建物では木造階となる 3～4 階を 2 時間、5～8



写真一 木質耐火部材

木造の荷重支持部

・集成材・製材・LVL・CLT など

燃え止まり層 (耐火被覆材)

・GB-F 21mm×2枚  
(1時間耐火、2時間は+1枚)

燃え代層 (厚み20mm以上の木材)

・樹種選択可  
飯能の地域産材使用

階を 1 時間の耐火仕様とした。心材には東北地域のカラマツを、燃え代層には埼玉県飯能産西川材の杉を使用した。

(b) 耐震壁

長期荷重 (鉛直荷重) を負担する部材では耐火被覆が必要となるが、地震時の水平荷重のみを負担する場

合においては耐火被覆が不要となる。そこで、壁部材には長期荷重を負担しない耐震壁としてCLT（直交集成材）を採用し、構造の木そのものが内装となるようにした。CLT耐震壁は木部材の梁と接合しているが、CLTを組み込む構法は一般化されていないため、接合金具を開発し耐震性を検証した（写真—4）。また、今回の仕様ではCLTには耐火被覆は求められないが、CLTを接続している金具を通して木梁に熱が伝わり木梁が損傷する恐れがある。そのため、木梁とCLTの接合部に受熱対策を施した複数の接合パターンを用意し、耐火性能確認実験で問題のないことを確認した。CLTには四国地域の杉を使用した。

(c) 天井

スラブは、上下階の重量床衝撃音対策としての居住性の確保、および水平力を伝達するために必要な構造性能の確保からRC造とした。寮室内のスラブには写真—5に示す杉板付きデッキ材を採用したことで、天井面の木質化を図るとともに、支保工が不要になり工期を短縮した。杉板には南九州産材を使用した。

(d) 木造部材の建て方

建て方状況を写真—6に示す。柱・梁部材は、燃え止まり層である耐火被覆材をあらかじめ工場で取り付けた状態で現場に搬入し、鋼板挿入型ドリフトピンにより接合した。

CLT耐震壁は、スラブにあらかじめ埋め込んだ接合ボルトに、CLT脚部に取り付けたプレート（写真—4）を接合し、建て込みを行った。なお、CLT耐震壁は表面がそのまま室内の仕上げになるため、雨養生、日焼け保護の塗料を表面にあらかじめ工場で施した。

木部材の建て込み後、写真—5に示す杉板付きデッキ材を敷き込み、スラブコンクリートを打設した。

(3) 環境配慮型コンクリート（CELBIC）の使用

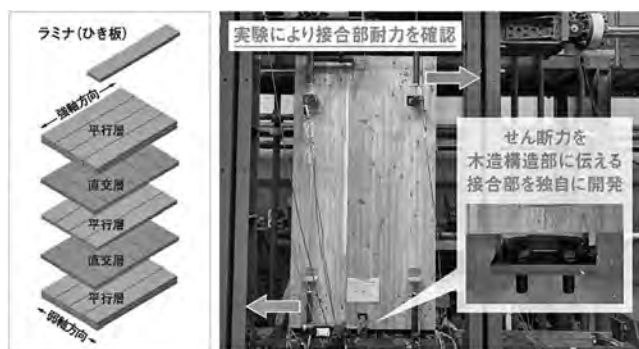
基礎・地中梁には環境配慮型コンクリートの「CELBIC」を使用した。「CELBIC」とは、セメント量の10～70%を高炉スラグ微粉末に置き換えたコンクリートで、今回は使用率（置き換え率）70%のCELBICを適用した。本使用率によるCO<sub>2</sub>の排出量は、普通ポルトランドセメントを用いた一般的なコンクリートに対して63%の削減となる。

適用したCELBICの概要を表—2に示す。設計基準強度が36 N/mm<sup>2</sup>で、打設が冬期のため、構造体強度補正値を6 N/mm<sup>2</sup>とし、調合管理強度を42 N/mm<sup>2</sup>とした。

水結合材比が35.5、36.0%と小さいため、施工性を考慮し、スランブは21 cmとした。スランブ試験と打設状況を写真—7に示す。基礎・地中梁に214 m<sup>3</sup>のCELBICを打設した。

(4) CO<sub>2</sub> 固定量および排出削減量

本建物の地上部は木造ハイブリッド構造で、木材の使用量は208 m<sup>3</sup>であった。木材使用によるCO<sub>2</sub>固定量は148 tで、これはスギ約293本分、テニスコート15面分のスギ人工林の炭素貯蔵量となる。



写真—4 CLT部材の耐震実験状況



写真—5 杉板付きデッキ材を使用した天井面



<柱・梁部材> <CLT耐震壁>

写真—6 木造部材の建て方状況

表—2 適用したCELBICの概要

適用部位	設計基準強度 [調合管理強度]	高炉スラグ 微粉末の使用率	水結合材比 A・B プラント	スランブ	空気量
基礎 地中梁	36 N/mm <sup>2</sup> [42 N/mm <sup>2</sup> ]	70%	A : 36.0% B : 35.5%	21 cm	4.5%



写真一七 CELBICのスランプ試験と打設状況

地下構造部の基礎地中梁はRC造となるが、コンクリートには、CO<sub>2</sub>の排出削減率が63%となるCELBICを214m<sup>3</sup>打設した。CELBICの使用によるCO<sub>2</sub>削減量は約45tと試算される。また、本建物には、場所打ち杭に高炉セメントB種（高炉スラグ微粉末の使用率40～45%）を用いたコンクリートを845m<sup>3</sup>打設しており、場所打ち杭を含め基礎構造物でのCO<sub>2</sub>の削減量は約148tとなる。

地上および地下構造とも脱炭素に貢献する建物で、また、地上部の木材についてはすべて国内産を使用しており、国内の森林資源循環にも寄与する建物でもある。

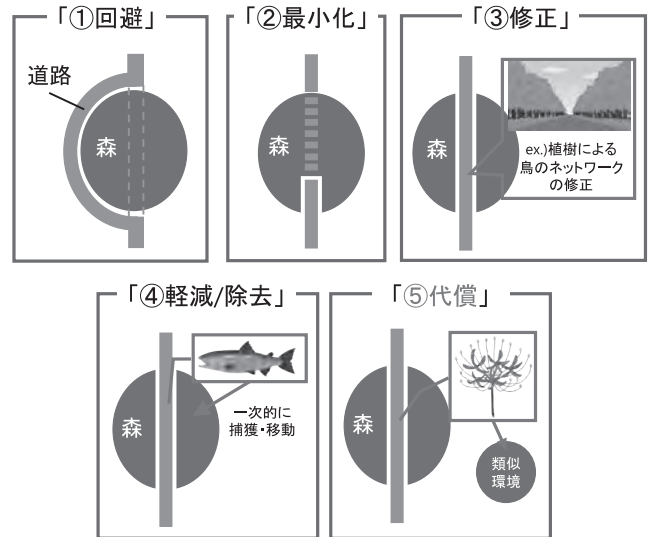
### 3. 希少植物の保全に関する取り組み

#### (1) 建設工事と生物多様性

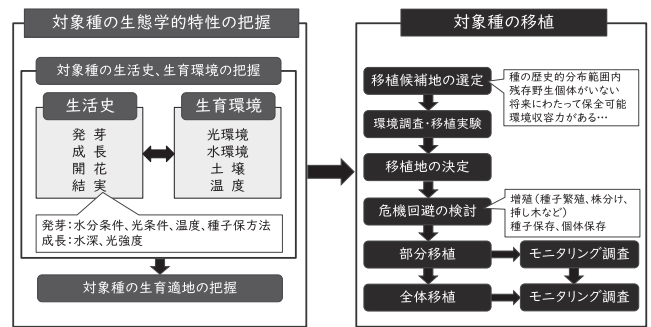
2024年10月～11月および2025年2月に、生物多様性条約第16回締約国会議（COP16）が開催された。この会議では、生態系保全の取り組み状況を評価する指標案等が採択された。指標案では、「30by30」の保全目標について、生物多様性が良好な状態で保たれている地域の割合等で評価することが定められた。

建設工事において、環境アセスメントの対象となる工事の場合には、事前に十分な調査が行われ、その結果を基に、工事による生物多様性への影響を最低限にするための保全措置（ミティゲーション、図一三）が取られているが、今後は環境アセスメントの対象に限らず、各種開発計画等における生物多様性への配慮や保全活動等が一層重要視されることになる。

植物を保全の対象とする場合、本来、種の保存を目的として実施される代償ミティゲーションにおいては、種の生育適地の条件の事前の確認が重要であり、さらには生物間相互作用を考慮した生態系全体の保全が重要である（図一四）。移植後に、発芽・生長・開花・結実等のサイクルが繰り返され、種が確実に保存されているかどうかを長期的なモニタリングにより把握し、保全プロセスについても説明責任を果たすことが求められている。



図一三 道路工事におけるミティゲーションの例



図一四 植物の移植に関する調査・実験の項目と手法

#### (2) 生物多様性保全の取り組み

水辺環境の生態系において、水草は生産者であり、魚類や水生昆虫等の動物の生息空間でもある。水草は、生息空間の構造が多様化し、それによって様々な動物の採餌、産卵、避難等の場が提供されるため、水草の多様性を確保することは、生物多様性の保全への貢献度が高いと言われている。水草の消滅は、水辺の埋め立て、河川・湖沼等の護岸工事、人間活動に伴う水質汚濁等に起因しており<sup>1)</sup>、その消滅は建設工事と深い関わりがある。

筆者らは、水生植物（水草）を対象として、種の生育に必要な事項の抽出により、代償措置の現実性を高めることを目指し、茨城県つくば市にある技術研究所内のビオトープ（写真一八）にて、令和3年度から水生植物の移植・保全を実施している。具体的には、つくば市内の希少な水草約10種類を保全するとともに、研究対象として図一五に示す3種類の湿地性植物について、種の生活史や生育環境を把握するための調査・実験を湿地帯にて行っている。自生地は開発等により失われる可能性が高い。この保全の取り組み


は、筑波大学、国立科学博物館筑波実験植物園、地域のNPO等のステークホルダーと協働して実施しており、地域の生物多様性増進のための取り組みでもある。

湿地帯への研究対象種の導入に当たっては、自生地から植生マット（1片 300×300 mm 程度）を採取し、移植した。図一6に、湿地帯の2021年10月から2024年9月までの状況を示す。移植後3カ月経った2021年10月では移植時と変化はないが、2022年4月から前年できた種子が湿地帯内で飛散して発芽し、2022年10月には湿地全体に広がっていることが確認できる。その後、2023年、2024年ともに対象種が継続して分布していることが確認できる。




写真一8 ビオトープ全景

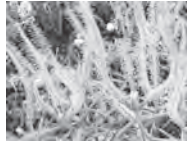
クロホシクサ	イトイヌノヒゲ	シロバナナガバノイシモチソウ
絶滅危惧Ⅱ類	レッドリスト(環境省) なし	絶滅危惧Ⅱ類
絶滅危惧ⅠB類	レッドリスト(茨城県) 絶滅危惧ⅠB類	絶滅危惧ⅠA類



サイトB



サイトA



図一5 研究対象種<sup>2), 3)</sup>

なお、湿地帯と自生地で定期的な植生調査を実施するとともに、水分計を設置して土壌水分の常時モニタリングも実施している。これらの結果の詳細は本報では割愛するが、得られたデータは、生息域外保全地の候補の選定や整備において非常に有効な資料となると考えている。対象種に限らず、様々な種で適用できるように情報を整理していきたいと考えている。

### (3) ビオトープを活用した環境教育

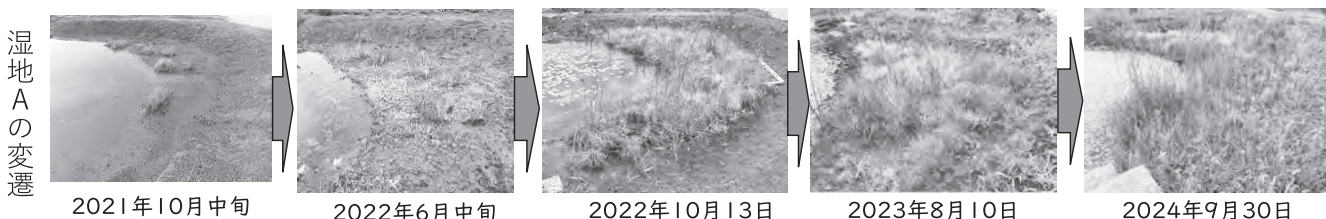
国民の約7割が企業に関連して生活している日本では、環境教育・環境保全に対する企業の参画は不可欠である<sup>4)</sup>。「生物多様性」は、建設業における環境保全対策を考える中で非常に重要なワードであり、その認知度は徐々に高まっている。

筆者らは、企業に設置されたビオトープを活用して、役職員を含めた技術研究所の見学者に対して、ビオトープでの取り組みや建設業と生物多様性の関わりについて説明することにより、事業分野における生物多様性の主流化に向けた環境教育・啓発活動を行っている(写真一9)。

また、地元小学生を対象とした見学会では、自分たちが住む地域に生息する希少な生物について知ってもらう取り組みを行っている(写真一10)。身近に希少な生物が生息していることを知ってもらい、生物多様



写真一9 職員に向けて



図一6 湿地帯の変遷



写真—10 地元の小学生に向けて

性の保全の重要性について説明するとともに、建設業が担う生物多様性や地球環境の保全とはどのようなものなのかを紹介している。

企業内のビオトープでは、地域と連携した保全活動や、観察会等のイベントが開催されている。ビオトープは造成後まだ新しいが、研究施設や地域のビオトープネットワークのハビタットとしての役割に加え、環境教育や生物多様性の保全の啓発の場として、今後は環境教育に効果的とされる五感体験が可能な仕掛けを増やしていきたいと考えている。

#### 4. おわりに

本稿で紹介した二件の取り組み事例は、SDGsの「目標11：住み続けられるまちづくりを」、 「目標13：気

候変動に具体的な対策を」、 「目標15：陸の豊かさも守ろう」などの達成への貢献につながると考えている。私たちは、2030年に向けたビジョンの実現に向けて、今後もESG/SDGsに関わる取り組みを強化するとともに、持続可能な社会の実現を目指していく。

JCM A

#### 《参考文献》

- 1) 角野康郎, 「絶滅危惧水草の保全：維持管理の重要性」, ワイルドライフ・フォーラム 16 巻 2 号, 2012
- 2) 環境省, 「環境省レッドリスト2020」, <http://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf>
- 3) 茨城県, 「茨城県版レッドデータブック（植物編）2012年改訂版」, [https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/shizen/tayousei/redbook/ibaraki\\_redbook.html](https://www.pref.ibaraki.jp/seikatsukankyo/shizen/tayousei/redbook/ibaraki_redbook.html)
- 4) 石原他, 企業が伝える生物多様性の恵み—環境教育の実践と可能性—, 経団連出版, 2014.10

#### 【筆者紹介】

河野 政典（こうの まさのり）  
 (株)奥村組  
 技術本部 技術研究所  
 建築担当部長



長 千佳（ちよう ちか）  
 (株)奥村組  
 技術本部 環境ソリューション部  
 環境技術課長





# 東急電鉄の環境に対する取組み

田中宏武・森田真英・山下達也

東急電鉄(株)では、東急(株)および連結子会社の環境目標として2022年に策定された「環境ビジョン2030」のもと、「鉄道による環境・社会課題の解決」を今後さらに進めていくべき戦略の柱の1つとして考え、鉄道事業が持つ特性を活かした環境への貢献や新たな価値の創造によって達成すべく、さまざまな取組みを進めている。本稿では、その内容について紹介する。

キーワード：鉄道、脱炭素、モーダルシフト、大口需要家、蓄電池、資源循環、木材活用

## 1. はじめに

現在、東京都西南部と神奈川県東部を事業エリアに、9路線、99駅、110.7kmの鉄軌道路線を運営しており、年間10.5億人のお客さまにご利用いただいている。

鉄道はエネルギー効率に優れ大量輸送が可能であるという特性を持つことから、1人を1km運ぶのに要するCO<sub>2</sub>排出量が航空機、自動車、バスなどと比較して少なく、環境にやさしい交通機関であると言える。一方で、鉄道事業は、運行管理、駅設備、車両、軌道、土木構造物、電気施設などの複数分野の設備が有機的に結合することで運営されているため、環境性能のさらなる向上には鉄道事業の特性を踏まえることが重要となる。

## 2. 環境ビジョン2030と東急電鉄の中期事業戦略

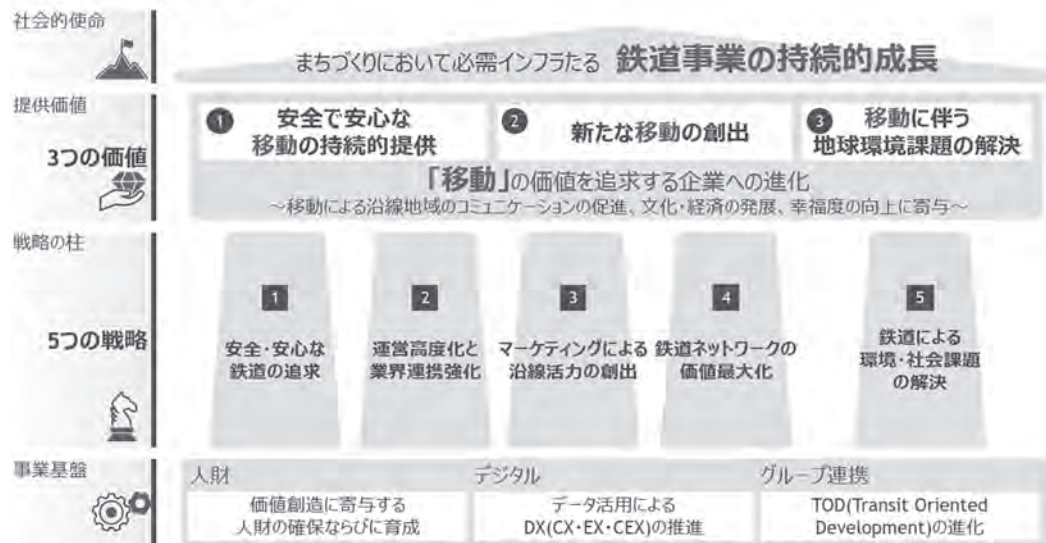
東急(株)は、2022年3月に「環境と調和する街」の実現を目指す「環境ビジョン2030」を策定した。“なにげない日々が、未来をうごかす”をコンセプトに、環境に良い行動が特別な負担感なく選択でき、誰もが持続可能な社会と地域環境の再生に貢献できるまちづくりを目指している。このビジョンでは、方針や目標達成に向けたアクションに加え、取組み目標として、脱炭素、循環型社会それぞれについて、グループ全体として2030年または2050年までに達成すべき具体的なチャレンジ目標を設定している(表-1)。

一方、2024年3月に、2024年度からの3年間を対象とした中期事業戦略を策定した。この戦略では“「移動」の価値を追求する企業への進化”を目標に掲げており、重点戦略の柱の1つとして「鉄道による環境・社会課題の解決」を位置付けている(図-1)。

表-1 取組み目標 (環境ビジョン2030)

脱炭素社会		循環型社会	
地球温暖化を1.5℃に抑える水準に向けた取組みとともに、街の脱炭素に貢献する		ゼロ・ウェイスト社会に向け、顧客接点の多い事業特性を生かして資源循環・循環経済の輪に加わり、輪を広げる	
<チャレンジ目標>		<チャレンジ目標>	
連結の事業活動		■ 2030年 廃棄物量 10% 削減 (収益原単位 2019年度比)	
2030年	CO <sub>2</sub> 排出量 46.2% 削減 (2019年度比)	■ 2030年 水使用量 10% 削減 (収益原単位 2019年度比)	
	再エネ比率 50%		
2050年	CO <sub>2</sub> 排出量 実質0		
	再エネ比率 100% (RE100)		

### 中期事業戦略の全体像



図一 2024 年度を始期とする中期事業戦略の全体像

### 3. 鉄道事業の3つの特性

鉄道事業による環境・社会課題の解決には、鉄道が持つ環境性能のさらなる向上と、環境優位性を活かした鉄道による移動需要の創出が考えられるが、その施策をさらに具体化していくにあたっては、鉄道事業の特性に着目することが必要であると考えている。具体的には以下の3つが挙げられる。

- ①「大口需要家」：鉄道事業者は大量の電気を使用する電力の大口需要家である。
- ②「大規模輸送」：鉄道は輸送規模が大きく、多くの

顧客接点を有する。

- ③「大規模設備」：鉄道事業者は多数の大規模設備を有する。

これら3つの特性を活かすことで、鉄道事業を営む事業者ならではの環境施策を立案し、実行している(図一2)。

### 4. 事業特性を活かした環境の取組み

本章では特性ごとの施策について紹介する。



図二 鉄道による環境・社会課題の解決に向けた戦略

(1) 「大口需要家」の面での取組み

(a) 再生可能エネルギー活用：再生可能エネルギー由来の電力100%にて運行

使用する電力の大部分は、列車運行や駅の運営にかかる電力である。2022年4月から、トラッキング付き非化石証書を活用し、全路線の電力を再生可能エネルギー由来の電力100%に置き換える日本初の取組みを実施した。これにより、一般家庭約58,000世帯分の排出量に相当する約16万t/年のCO<sub>2</sub>の排出を削減している。

本施策のみならず、使用電力そのものを低減させる省エネルギー化の取組みを継続するとともに、トラッキング付き非化石証書に代わり、単独で開発した再生可能エネルギー発電所からの電力調達を進める必要がある。さらに、蓄電池を活用した再生可能エネルギーの効率的な活用も併せて推進することで、これらの複数の手法を組み合わせたアプローチにより、使用電力についてのさらなる環境貢献を進めていく(図-3)。

(b) 省エネルギー化：新型車両への更新、LED灯などの省エネ設備の導入

運転用電力を削減するため、旧型車両から、より電力消費の少ない新造車両への更新を進めている。2018年には新型車両「2020系」を田園都市線に、「6020系」を大井町線にそれぞれ導入し、2019年には「3020系」

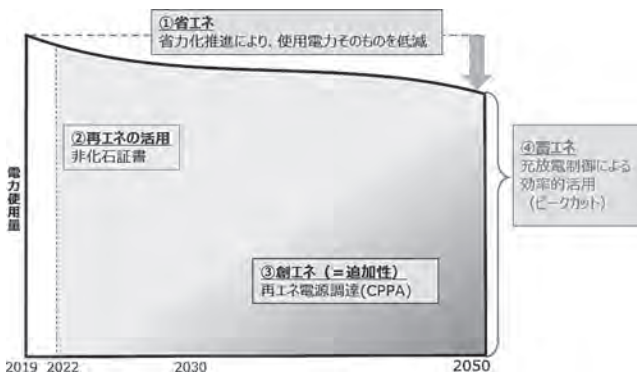


図-3 電力使用の取組みロードマップ



写真-1 (左) 3020系車両 (中) 6020系車両 (右) 2020系車両

を目黒線に導入した(写真-1)。これらの新型車両では、次世代半導体素子を用いた制御装置によるモーターの高効率駆動や、車内の全照明と前照灯、尾灯へのLED灯の採用により、使用電力を旧型車両「8500系」と比較し約50%削減している。

駅施設では、駅構内照明のLED化を推進している。2028年度には全駅において駅構内照明のLED化が完了する予定である。

地下駅では、列車の空調装置の排熱などが構内にこもりやすい一方で、列車通過時の風により隧道内の空気が大量に駅構内へ入り込んでくるため、構内の温度の維持などのために換気・空調設備が消費する電力量が大きく、駅全体の約80%を占める。そこで、機械に頼らず自然の力を換気に活かす取組みを進めている。渋谷駅では、世界発の大規模自然換気システム(図-4)を採用している。吹抜けを介して熱気を屋外に排出し屋外から冷気を地下に供給する対流式空調と、プラットフォームの床下や天井パネル裏側に冷却チューブを設置し冷水を循環させる放射冷房からなり、大幅な省エネルギー化を実現している。

(c) 省エネルギー化：エコ運転

設備の導入や更新といった設備投資によるものだけでなく、運用の工夫や改善による消費電力の削減にも取り組んでおり、その一例が列車の運転方法を工夫して省エネを行う「エコ運転」である。これまで一般的であった、スピードを一気に上げてから急減速する運転手法を工夫し、一定の速度に達したら加速を止め惰性で走る「惰行」を多くすることで、消費電力の多い「力行(加速)」の時間を減らして消費電力を削減している。これまでよりも駅間の所要時間は延びるが、勾配による自然な加速・減速や、ダイヤ上の余裕時分を活かすことで、ダイヤに遅れを出さずに終日・全列車でのエコ運転を可能としている。また、列車が車庫に

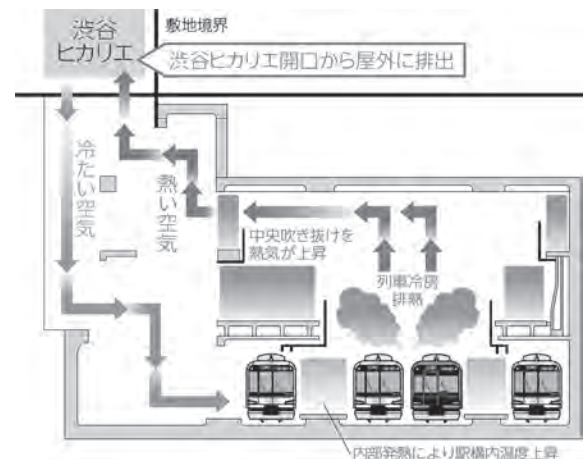


図-4 渋谷駅における大規模自然換気システム

停まっている際には、パンタグラフを降ろすことで待機電力を節約している。

#### (d) 省エネルギー化：駅舎補助電源

列車がブレーキをかける際、モーターを発電機として使用する「電力回生ブレーキ」を採用した車両では、回生ブレーキにより生じた電力を架線を介して他の車両が消費することで省エネルギー化を図ることができる。しかし、回生電力を消費する車両が近くを走行していない場合、余剰となった回生電力が架線電圧の不必要な上昇を招き、回生ブレーキが効かなくなる「回生失効」を生じさせるリスクとなる。

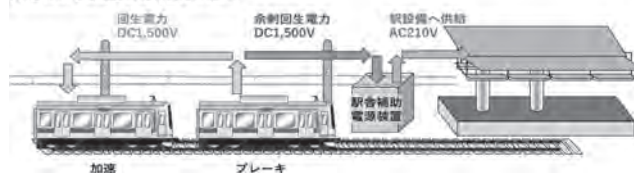
そこで、この余剰回生電力を有効活用するため、上り線と下り線の架線を接続して一体化する上下一括電方式を採用し、上下線を問わず最寄りの車両が回生電力を使用できるようにしてきたが、2025年1月には田園都市線で余剰回生電力の多い区間である南町田グランベリーパーク駅に駅舎補助電源装置（図一5）を設置し、供用を開始した。この装置は回生電力を駅用の電力に変換することができ、南町田グランベリーパーク駅の照明等に使用することを可能とした。これにより、年間約245 MWhの電力量削減につながると見込んでいる。

#### (e) 蓄エネルギー：大規模蓄電池

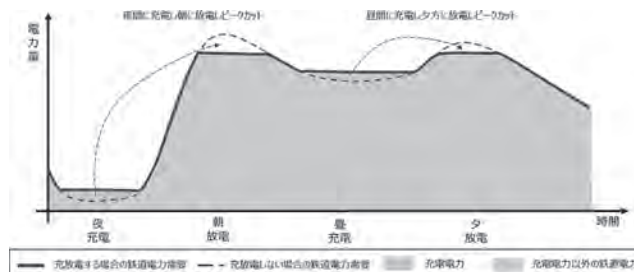
大規模災害などにより広域停電が発生した場合、駅間で列車が運行不能となってお客さまの閉じ込めや空調の停止が発生するリスク、駅が停電して照明が消えたりエスカレーターなどの機器が停止したりするリスクがある。この対策として2025年度に、田園都市線に電力を供給する市が尾変電所に大規模蓄電システム（出力：2.1 MW、容量：10 MWh）の導入を計画しており、これにより駅間に停止した列車に電力を供給して最寄り駅まで走行させたり、車内の空調や駅の照明、機器を活かしたりすることが可能となる見込みである。

この蓄電システムは環境面での活用も期待されており、早期の実現が見込まれるものとしてピークカットがある。電力需要は朝夕のラッシュ時間帯にピークとなる。広域停電などが発生していない平常時には、このピーク時間帯に蓄電システムを放電しピーク電力量を削減（ピークカット）し、逆に電力需要が少ない時間帯に充電する運用を行うことで電力消費量の平準化を図ることができる（図一6）。また、天候によって供給量が増減する太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、需要より発電量が多い場合に余剰電力が発生し、電力系統の安定化のための出力抑制が必要となる。この蓄電システムに余剰電力を充電することで、経

【駅舎補助電源装置の電力供給の流れ】



図一5 駅舎補助電源装置の電力供給の流れ



図一6 電力消費量平準化のイメージ

済産業省が掲げる再生可能エネルギーの主力電源化や電力系統の安定化への寄与を目指している。

## (2) 「大規模輸送」の面での取組み

### (a) モーダルシフトの推進

旅客や貨物が利用する輸送機関を、より環境性能の高い輸送機関に転換（シフト）させる「モーダルシフト」は、CO<sub>2</sub>排出量の削減効果が高い施策とされている。

前述の通り、鉄道は輸送量当たりのCO<sub>2</sub>排出量が少なく、自家用乗用車の約6分の1<sup>1)</sup>であると試算されている。他の交通機関から鉄道へのモーダルシフトが進展することは、移動による環境負荷の軽減につながることから、鉄道へのシフトが重要である。特に、再生可能エネルギー由来の電力100%で運行する鉄道を利用することにより、環境負荷を抑制することが可能である。鉄道利用により環境負荷低減を促進する取組みとして、東急全線RE100のPRポスターの継続的な掲示（図一7）、インターネットCMの配信などの取組みを実施している。

### (b) 顧客接点を活用した環境意識の向上・PR

鉄道沿線にお住まいのお客さまに、より環境に関心を持っていただくためのPR等の施策を進めている。そのためにはお客さまとの接点が必要になるが、大規模輸送を行う鉄道事業者は駅や周辺の商業施設、列車の車内をお客さまとの接点とすることができる。この特長を活かし、駅では掲示板の利用やイベントの開催、グループ商業施設のサイネージ、列車車内では中吊りなどの広告で、利用される方への多面的な訴求を行っている。

イベントの例として、田園都市線高津駅では生花の



図一七 東急線全線 RE100 を PR するポスター

廃棄ロスである「フラワーロス」の解決のため、市場に出回らず廃棄される生花を活用したフラワーカーペットを制作し、駅構内に設置した。

また、田園都市線南町田グランベリーパーク駅直結の商業施設「南町田グランベリーパーク」にて毎年開催される「Green Good MARKET」では、環境の取組みを紹介するだけでなく、間伐材や古材といった木材や鉄道施設で使用していた電線など、本来廃棄される資材を用いた体験型ワークショップも実施し、より実感しやすくなるようにした。

取組みは単独のものだけではなく、例として東京都環境局の認定事業である「DO! NUTS TOKYO」に協力している。これは市民・企業・行政・教育・NGOなどが脱炭素社会に向けたアクションを生み出すプラットフォームで、若者アンバサダーが推進した「未来のためのエネルギーを考えよう」をテーマとしたポスターを渋谷駅にある大型バナーや東急線全駅に掲出し、全路線再生可能エネルギー由来の電力100%で運行していることをPRした。

### (3) 「大規模設備」の面での取組み

#### (a) 資源循環

鉄道事業を構成する駅施設、車両、電気設備などには大量の資源が用いられており、無駄や浪費をなくし廃棄物を削減する「ゼロ・ウェイスト社会」の実現を目指す上では、その再利用（リユース）や再資源化（リサイクル）が重要になる。

駅施設では、2025年度に竣工した駒沢大学駅のリニューアル工事において、廃棄予定だった駅係員の使用済み制服をボード状のリサイクル素材に加工し駅係員宿泊室の什器として再利用したほか、トイレ洗面台や仕上げ材などには、かつて路面電車として走ってい



写真一 二 線路脇に敷設されている信号ケーブル

た旧玉川線の敷石の活用をした。

車両では、東急線を引退した車両の他社への譲渡を積極的に行っている。廃車・車両解体に比べ環境負荷が少なく、譲渡先の鉄道会社にとっても車両更新による電力使用量の削減が見込まれる。特に、交流モーターをVVVFインバーターで制御する「1000系」は旧来の直流モーター車と比較して消費電力が少なく、各地で活躍している。

電気設備では、ケーブルリサイクルの取組みを進めている。これまで、使用済みケーブルのうち細い電線ケーブルについては銅線と被覆材を分離することが困難であったため、一括で廃棄されていた（写真一 2）が、2025年4月より、東北大学、東急(株)、三菱マテリアルと共同で銅線と被覆材の剥離を実現する新たな湿式剥離法の開発を開始した。使用済みケーブルをモデルケーブルとして使用し、この技術により分離回収した銅線と被覆材を使用した再生ケーブルとしてリサイクルすることを目指している。

#### (b) 木材活用

駅を含むさまざまな施設や設備に木材活用のフィールドを広げ「木と人がめぐるまちづくり」を目指す取組み、「SOCIAL WOOD PROJECT」に取り組んでいる。コアとなる「木材活用」では、池上線において、木材を活用した駅リニューアル工事「木になるリニューアル」を進めており、これまで戸越銀座駅、旗の台駅、長原駅においてリニューアル工事が完成（写真一 3）し、新たに千鳥町駅のリニューアルに着手している。木材をふんだんに使用することで、鉄骨造に比べて建設時のCO<sub>2</sub>排出量の抑制、炭素の固定化に寄与しているほか、使用する木材には東京都多摩地区で生育・生産される「多摩産材」を活用することで“地産地消”となっている。また、既存の駅舎に利用され



写真—3 (左) 戸越銀座駅 (中) 旗の台駅 (右) 長原駅

撤去された古材は、資源の再循環の取組みとして、利用しやすい建材・インテリアグッズなどに加工している。

田園都市線で地下を走る渋谷駅～二子玉川駅間にある5駅（池尻大橋駅、三軒茶屋駅、駒沢大学駅、桜新町駅、用賀駅）では、リニューアルプロジェクトとして「Green UNDER GROUND」を進めている。老朽化した設備や内装を更新するだけでなく、脱炭素・循環型社会の貢献および地域に開かれた「サステナブルな地下駅」を目指している。本プロジェクトの第1弾である駒沢大学駅のリニューアル工事では、全国初となる耐火・構造技術を導入した木造建築物を西口の駅入口に建設し、「多摩産材」を出入口にあたる東口1階天井部分に使用している（写真—4）。

## 5. おわりに

本稿では、鉄道事業の3つの特性である「大口需要家」「大規模輸送」「大規模設備」を活かした環境の取組みを紹介した。鉄道は従来から、他の交通手段と比較して環境負荷の少ない移動手段として位置づけられてきたが、近年では脱炭素・循環型社会の実現に向けて求められる環境目標は一層高まっている。今後も取組みを継続していくとともに、さらなる取組みの深化と新たな価値創造を進め、鉄道事業による脱炭素・循環型社会の実現への貢献と環境・社会課題の解決を目指してまいりたい。

JCMA

### 《参考文献》

- 1) 国土交通省ホームページ「運輸部門における二酸化炭素排出量」

### 【筆者紹介】



田中 宏武 (たなか ひろむ)  
東急電鉄㈱  
経営戦略部 総括課



森田 真英 (もりた まさひで)  
東急電鉄㈱  
経営戦略部 総括課  
課長補佐



山下 達也 (やました たつや)  
東急電鉄㈱  
経営戦略部 総括課  
課長補佐



写真—4 木造4階建ての駒沢大学駅西口2ビル (左)



## 釣りは人生の源

浅野俊彦



「冬過ぎて 春来るらし 朝日さす 春日の山に 霞たなびく」

この歌は、日本最古の和歌集である万葉集に収録されている短歌です。

この歌から、作者が感じた季節「春」を読み取れるように、日本には昔々から、四季ごとの祭りや行事を行ないながら季節を感じ季節を楽しむという文化があります。また、移り行く季節に合わせての仕事や遊び（レジャー）があり、過去から現代…未来へと繋がる生活文化の礎となっています。

私の職種は、主に官庁発注工事の施工管理者・現場監督です。主に土木工事／道路・下水道工事に携わっています。

1年間のタイムスケジュールをみれば、春～夏に工事受注、夏～秋に準備・着工、秋～冬に施工・完成というスケジュールを過ごすことが大半であり、仕事での季節と時の流れを感じることは、工事の進捗を知ることにもなります。

現場監督の業務は、「社会に必要なものを作る」・「完成への達成感」と、仕事の魅力とやりがいが多い職種であります。

しかし、その反面…プレッシャーやストレスを抱えがちになりやすい業務でもある為、時に集中力や生産性、時に安全性をも低下させる場合もあると考えます。その為、定期的にストレス軽減・解消、リラックスを

することにより、業務の効率を向上させたり、業務上での冷静な判断を養うことにも繋がるほか、職場全体の雰囲気づくりやストレス管理においても重要な効果があります。

そんな私のストレス解消方法は「釣り」です。

私の釣り時間、釣りの季節・シーズンは365日一年中無休。

釣りがしたいから仕事をする…仕事をすれば釣りに行ける…と、少々あきれた考えにも思えますが、この思想でサラリーマン生活を30年近く過ごしていますから、いわばライフワーク、人生の源ともいえる趣味になっているのです。

釣りのことだけは年中暇なく脳裏から消えることはありません。

あの釣りも…この釣りもっ！と、ネットやSNS情報を見入りながらあれこれ妄想をふくらませるのも「釣り」の楽しさです。特に一般的に釣りの人気ターゲットとなる魚種の情報はリアルタイムかつアクティブに配信されていることが多く、私が好む淡水のワカサギ釣りや海水のハゼ、アジ、クロダイ（チヌ）釣り等の人気を博している魚種の情報は多く、釣行までのストーリーを楽しむことができます。

また、人気のある釣りの共通点としては、「安全で手軽に楽しめる」・「食べて美味しい」というターゲット（釣る魚）の人气が高く、安全な場所で手軽に楽しめて、最後は美味しく食べられることも魅力の一つと



写真一 地元宮城県の家



写真二 地元宮城県の家で大マダイ釣る

なります。

手軽に楽しめることの中には、短時間で、ふらっと立ち寄れる程度の気軽さと、短時間勝負でも十分に「釣り」を楽しむことができるスタイルです。手軽に楽しめる理由の中には、釣具がコンパクトにまとまることや、普段着のままでも釣りが楽しめる等々、楽しむ時は、普段、釣りをしない家族や友人、職場の仲間たちとのコミュニケーション時間としても最高です。

### 「海はチヌ釣り」

北は北海道・道南から南は沖縄まで日本全国に生存分布するチヌ（クロダイ）。

私が住む東北地方では、八十八夜も過ぎる頃から最盛期をむかえ、本格的な冬をむかえる初冬頃までが釣りシーズンとなります。

チヌは、古の時から食料として愛され、その後に、



写真—3 秋田県男鹿半島のチヌ



写真—4 新潟県笹川流れのチヌ

漁の一環にある「釣り」から、レジャーというジャンルの「釣り」に分類され今に愛され続けている魚です。

そんな今も愛されるチヌ釣りの魅力と言えば、「釣り方（フカセ・落とし込み・ダンゴ等）が沢山ある」、「引きの強さ」、「食べて美味しい」にくわえて、やはり1番は、意外にも身近な場所で釣れるということです。

全国津々浦々、1時間も歩いて行く釣場もあれば、ものの数分で到着する釣場もあります。その全てが同じ魚、チヌであるのだから、その魅力の奥深さは壮大であり、日々、終わりなき探求心だけが膨らむばかりです。

### 「淡水はワカサギ」

ワカサギ釣りと言えば、一般的に氷上のワカサギ釣り（氷の穴釣り）を脳裏に思い浮かべる方も少なくはないでしょうか？北は北海道から、東北地方、北関東地方、甲信越地方の「冬の風物詩」として、昔々から愛されている釣りです。

氷上のワカサギ釣りとは、釣りだけを楽しむのでは



写真—5 松原湖水上のワカサギ釣り



写真—6 福島県松原湖の氷上ワカサギ釣り

なく、観光地の風景として親しまれていたり、家族や友人、職場仲間とのレクリエーションの場としても親しまれてきたご当地ならではの釣りでもあります。

また、ワカサギは、寒の時期に味わえる旨味たっぷりの美味しい魚であり、天ぷら、唐揚げ、素焼き、佃煮、アヒージョ等々、食卓を彩る主役の食材でもあります。

私のワカサギ釣りの原点は氷上釣りから始まりました。始めた当時は、魚群探知機（以降、魚探）も持たずに氷の穴あけと仕掛け投入を繰り返し、数少ないアタリに大感激をおぼえた記憶が今でも鮮明に思い出されます。

そして時は経ち、ワカサギが釣れる喜びと楽しさや、釣れない時のジレンマを年輪のように重ね合わせながら、氷上にあけた穴直径15cmから覗く未知の世界へと、今もなお、夢中に歩み続けています。

### 「釣人は旅人」

年間釣行日数は約100日。

10分たらずで行ける釣場から、飛行機を乗り継ぎ、



写真一七 福島県楡原湖氷上はスノーモービルで移動する。非現実的空間は最高です



写真一八 仲間との楽しい釣り時間

半日もかけて行く釣場までと、年間釣行日数は約100日にもなります。その内の約40日は県外への釣行…「旅」となります。

旅を通じての楽しみは、現地の方々の交流を主に、食文化の違いや美味しい物探しが定番となりますが、職業から構造物や建造物を見ることも楽しみの一つです。

最近では、香川県坂出市櫃石島から頭上に見た「下津井瀬戸大橋」のスケールの大きさとインパクトの強さには驚きました。釣り人だから見られる位置・角度は、改めて日本の土木・建築技術の高さを再確認させられる景色であり、技術者としての誇りと宝を感じる一瞬でした。

「釣りは人生の源」。私の人生…Dream as if you'll live forever.Live as if you'll die today :「永遠の命があるつもりで夢を抱き、今日限りの命と思いながら生きる」と、終わりなき探求心と終わりなき旅がまだまだ続きます。



写真一九 下津井瀬戸大橋



写真一〇 岡山県下津井の釣り

# 国際建設機械・建設資材製造機械・鉱業機械・建設車両・関連機器専門見本市 (bauma 2025)

## 第 66 回欧州建設機械施工視察団 視察報告

岩見 吉輝, 藤島 崇

### 1. はじめに

当協会では、2025年4月7日～13日の期間でドイツのミュンヘンで開催された bauma 2025 およびバイエルン州交通局への訪問、地域の再開発プロジェクト視察を組合せた第66回欧州建設機械施工視察団を派遣した。視察団は、大手および中堅ゼネコン、道路サービス会社、当協会および施工技術総合研究所などから構成される9名と添乗員および現地の案内者で構成された。

本稿は、bauma 2025の概要、バイエルン州交通局訪問、その他視察結果について報告するものである。

### 2. bauma 2025 の概要

ドイツの bauma は、アメリカで開催される「CONEXPO」、

フランスで開催される「INTERMAT」とともに3年に1度開催されている世界最大の建設機械分野の専門見本市である。bauma 2025の概要は、以下のとおりである。なお、出展者数、来場者数は主催者発表のファイナルレポートによるものである。

bauma 2025 ファイナルレポートによれば、bauma 2025は3,601社の出展と約60万人の来場者が訪れており、CONEXPO 2023(約2,800社の出展と約14万人の来場者)、INTERMAT 2024(1,065社の出展と約13万人の来場者)と比べても大規模な見本市であることが解る。また、過去の来場者実績を見ると、bauma 2019は3,684社の出展と約63万人の来場者、bauma 2022は3,227社の出展と約50万人の来場者となっており、今回の bauma 2025はコロナ禍以前に開催された bauma 2019に匹敵する規模となっている。この他、ファイナルレポートでは、今回は、特にブラ

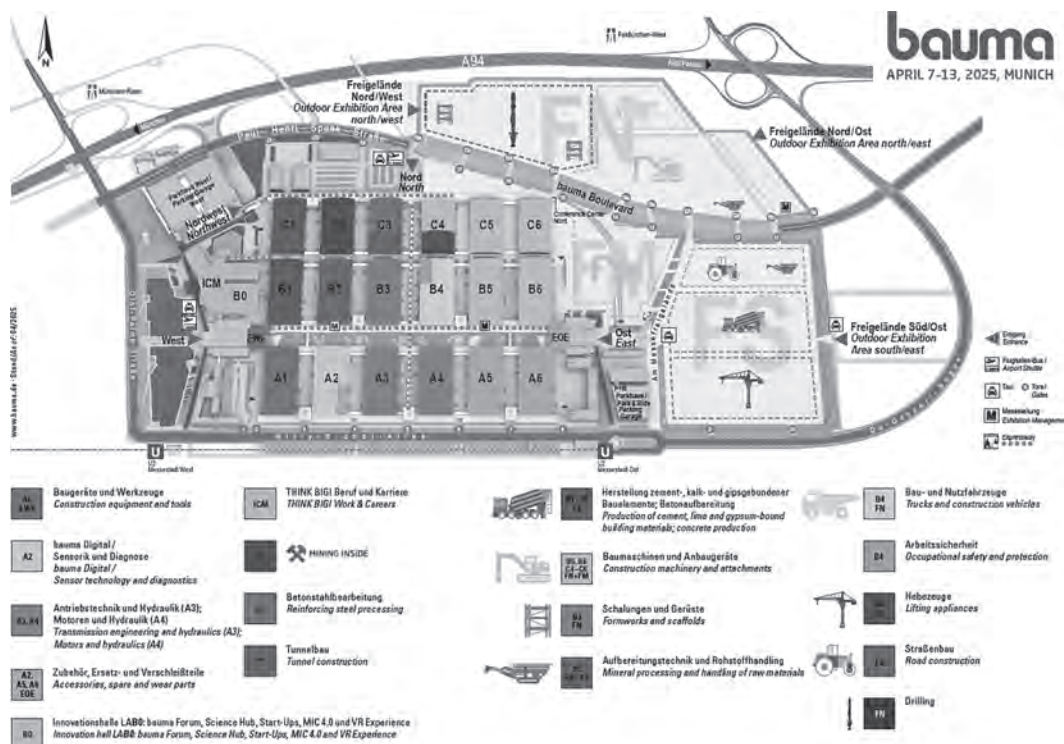


図-1 展示会場の概略図 (FN, FM, FS は屋外)



写真一 1 展示会場の全景（主催者 HP 掲載写真より）



写真一 2 展示会場（駐車場側入り口）での参加者集合写真

ジル、ポルトガル、ルーマニア、オランダ、トルコ、スペインからの来場者数が大幅に増加していることが報告されている。

会場の全体図を図一 1、全景を写真一 1 に示す。ドイツ・ミュンヘン見本市会場は、23 ホールを有しているが、屋内展示はそのうち ICM, B0, A1 ~ 6, B1 ~ 6, C1 ~ 6 の 20 ホールで行われた。また、屋外展示は FN, FM, FS の 3 ヶ所であり、大型建設機械や鉱業機械、建設車両、クレーン及び高所作業車、掘削機械等の展示やデモンストレーションが行われていた。

**【bauma 2025 の概要】**

開催時期：2025 年 4 月 7 日（月）～ 4 月 13 日（日）

開催場所：ドイツ・ミュンヘン見本市会場（Messe München）

主催：Messe München GmbH

後援：VDMA - ドイツ機械工業連盟

CECE - 欧州建設機械工業連合会

開催規模：614,000 m<sup>2</sup>

（屋内：200,000 m<sup>2</sup>，屋外 414,000 m<sup>2</sup>）

出展社数：57 ヶ国から 3,601 社

来場者数：200 ヶ国以上から約 60 万人

（参考：bauma 2025 ファイナルレポート）

**3. 主な展示内容と会場の様子**

今回の見本市での展示エリア別の分類を表一 1 に

示す（図一 1 の分類）。

展示会場内は、出展会社ごとに区画が定められており、多くの場合、主力製品の展示に加え商談ブースが設置されている。商談ブースは、パンフレットや技術紹介のスペースを確保する簡易な施設だけでなく、ラウンジやドリンクサービスが可能な仮設にしては立派な 2 階建ての建物を設置している出展者も多く、この見本市が商談の場として重要な役割を担っていることが感じられた。また、会場では、子供の姿をあちこちで見かけられたことが印象的であった。

本稿では、広大な展示会場で各社の出展内容を全て把握することは困難であるため、展示会場で見学できた範囲内で内容を紹介する。

**(1) バックホウやトラクターショベルなどの一般機械と環境対策・自動化技術**

建設機械に関しては、屋内および屋外に多くの展示がされていた。bauma 2025 のテーマの一つとしてカーボンニュートラルも掲げられており、各社の出展にも電動建機、ハイブリッド、水素エンジン、代替燃料対応等の機械が多数展示されていた。

屋内展示では C6 ホールは日本の KOMATSU（コマツ）が大半を占めており、残りをスウェーデンの VOLVO（ボルボ）が占めていた他、B6 ホールのほとんどをアメリカの CATERPILLAR（キャタピラー）社が占めていた。

表一 1 bauma 2025 の展示エリアの分類

建設機材・工具	センサー計測・診断技術	駆動装置と油圧，モーターと油圧	装置，予備・交換部品
鉄筋加工	トンネル工事	コンクリート製造関連	建設機械，装備品
型枠と足場	鉱物処理関連	トラック，建設車両	リフティング機械
道路施工機械	杭打・掘削機械		



写真—3 メガワット級急速充電車両  
(Dimaag-Ai, Inc. とKOMATSU 共同出展)



写真—5 水素エンジンのショベル (HITACHI)



写真—4 電動油圧ショベル (KOMATSU)



写真—6 電動ショベル CAT301 (CATERPILLAR)

KOMATSU 社の出展では、ミニショベルから 20t クラスの電動ショベルや電動のホイールローダが展示されており、移動式の蓄電および充電装置も併せて展示されるなど、電動建機での施工が現実的になってきていることが感じられた。

CATERPILLAR 社では、20t クラスのバッテリーで 8 時間の作業が可能な機械やミニショベルの電動機械も展示されていた。電動建機では、バッテリー駆動の他、有線での作業も選択できる仕様となっており、利用者の使い方に合わせた選択が可能となっている。ミニショベルの電動機械は、日本では未発売であり、欧州でも限定的な試験ユーザーにモニタ利用している段階であるとのこと。

自動化・自律化技術は、今回の bauma 2025 でも出展技術が数多く見られた。海外での自動運転の認識は、遠隔操作あるいは自律運転を組合せて使うことが一般的に用いられているようである。

CATERPILLAR 社の展示場の中心では、会場からリモートによる遠隔操作（アメリカの試験場、スペインのフィールド、ドイツの採石場）のデモ（ショベル（395）とブルドーザ（D6））が実施されており、体験

や説明の列に並ぶ多数の来場者が印象的であった。遠隔操作では MC（マシンコントロール）が標準装備されている。このことで画像の遅延の問題はないと言う。現状の利用場面としては、大規模な現場や鉱山などの地域での利用が多いとのことであったが、今後、振動ローラ、ホイールローダ、アーティキュレートトラックも遠隔操作が可能となる予定とのことである。その他、CATERPILLAR 社では、これまで海外の鉱山等でしか運用されていなかった自律運転技術の搭載を想定した 60t ダンプ（775）を初出展していた。ダンプトラックには、コストを抑えた新型のライダーセンサーやカメラが搭載されている他、自動運転を想定した電子制御になっている。

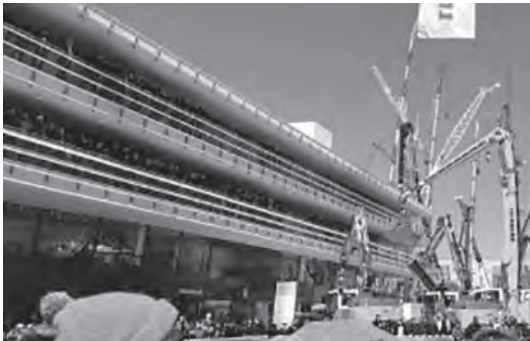
一方、屋外展示では実機を動かしながらの実演がメインとなっており、どのブースもデモを行う時間には多くの来場者を集めていた。特に、地元企業となる LIEBHERR（リープヘル）社の屋外展示場では自動化されたホイールローダの実演が実施されており、デモ実施時には関係者や来場者の注目を浴びており、今回の見本市において自動化技術が一つの大きなテーマとなっていることがうかがえる光景であった。



写真一七 屋内展示場内で遠隔操作体験をする来場者 (CATERPILLAR)



写真一八 電動・自動運転のダンプトラック大型電動ショベル (9400) (LIEBHERR)



写真一八 自律型ホイールローダ (上)・LIEBHERR 社の特設ブースからデモを見る来場者 (下) (LIEBHERR)



写真一九 大型ショベルの前で記念撮影する子供たち

KOMATSU (コマツ) の屋外展示場では、超大型の PC7000 が展示と共にデモンストレーションで動いており、多くの来場者が集まっていた。また、デモ実施後には、バケット内に入って記念撮影をするなどの子供たちを含めたファンサービスも実施されていることが印象的であった。

日立建機、コベルコ建機の屋外展示も大きな区画を占めており、大きな商談ブースを設けていた。両社とも、25t級以下の油圧ショベルのラインナップを多数出展していたが、ほとんどの機種に様々なアタッチメントが装備されていた。説明によると、日本ではアタッチメントを装着した機械は見かけない理由として、欧



写真二〇 大型ショベル (PC7000) のデモ実施時の状況 (KOMATSU)

州ではクレーンに関する構造および使用上のレギュレーションは大変厳しいが、油圧ショベルなどに装着するアタッチメントについてのレギュレーションは少



写真—12 マルチ回収装置を装着した油圧ショベル (HITACHI)



写真—14 電動式 (100t吊り) ホイールクレーン (TADANO)



写真—13 チェーンカッターを装着したショベル (KOBELCO)



写真—15 トンネルの自動運搬・積込みについて説明を受ける視察団 (Epiroc)

ないとのことであった。

## (2) クレーン、高所作業車、杭打機、掘削機、削孔機

屋外展示場のクレーンのゾーンでは、トラッククレーン、クローラクレーン、高所作業車、削孔機等が展示されており、日本のTADANOをはじめ、イタリアのMAGNI, MERLO, 中国のZOOMLION, スウェーデンのEPIROC, 等の様々なメーカーの機械を見ることができた。TADANOの展示場では1,250t吊りのクローラクレーンをはじめ、100t吊りの電動ホイールクレーンも展示されていた。

Epirocでは、オーストラリアで実施しているトンネル掘削ずりの自動運搬について説明を受けた。実際に、トンネル内に無人エリアを設定している施工会社もあるという。その現場では、積込み作業の部分は遠隔で操作し移動の部分を自動運転で行うなど、遠隔と自動を組合せたシステムを進めているとのことであった。

さらに、高所作業台車では来場者を作業台に乗せて見せるなども実施しており、20~30m程度まで上がっている作業台も見られた。ここでも、クレーンの先に様々なアタッチメントを装着している機械が展示されていることが印象的である。また、トラックに架設できるタイプのクレーン(日本のユニック付きトラックに似ている)でも桁違いの吊り荷重のもの等、様々なタイプの機械が展示されていた。

## (3) コンクリートポンプ車・プラント・ミキサー作業車

イタリアのBLEND社の移動式コンクリート製造プラントEシリーズは、別々のコンパートメントに保管した原材料を移動式車両に搭載して、現地の骨材を利用してコンクリートを製造する装置が展示されてい



写真—16 高所作業者の作業台に乗る来場者



写真—17 クレーン先端に壁面把持装置を装着した機械



写真—18 移動式コンクリートプラント (BLEND 社)



写真—19 バケツ付きミキサー車 (METALGALANTE)

た。様々な車両のサイズのラインナップ (小型車両では  $25 \text{ m}^3/\text{時間}$ , 大型の組立てタイプでは  $200 \text{ m}^3/\text{時間}$ ) があり, 少量・多量問わず混合することが可能であり, オンボードコンピュータによりセメントと骨材の計量や水と混和剤の投与量を制御しているため, 一人のオペレータで管理することができるとのことであった。現地の骨材をプラントまで移送せずに利用できる点で輸送に係わる費用や燃料消費を抑えることができるとの説明を受けた。がれき等の再生骨材を利用し, 現地でコンクリートを生産可能であることから, 震災現場等での活用も期待できそうである。

METALGALANTE 社の車両は, 少量のコンクリートを製造するシステムで, 骨材, 水, セメントの投入など全てオペレータが一人で実施できる装置となっている。

ここでも, 人がいないことを前提とした道具や装置が多数展示されていることが印象的である。

#### (4) 舗装機械

舗装機械のエリアでは, WIRTGEN, BOMAG, AMMANN, WACKERNEUSON が屋外エリアでのデモと展示を実施していた。AMMANN 社のデモでは, 遠隔操作式のローラやタンパのアタッチメントを装着したバックホウによる作業が行われていた。ここ



写真—20 タンパのアタッチメントを付けたバックホウ (AMMANN のデモ)



写真—21 遠隔操作の小型ローラ (AMMANN のデモ)

でも、人力による作業を極力なくすという姿勢が印象的である。

#### (5) 車両・アタッチメント

bauma 2025の会場では、どの機械にも様々なアタッチメントが装着されていることがとても印象的であった。時折、日本でなじみのあるノーマルバケットのバックホウやホイールショベルを見ると少し懐かしさを感じるほど、アタッチメントの数が多いことに驚かされた。

日本ではバックホウは掘削機として認識されている

が、bauma 2025では凡そ20tクラス以下のショベルには、チルトローテータはほとんどの機種に装備されており、その他に把持装置、ブラシ、タンパなど様々なアタッチメントを簡易に取り換えて使う、マルチツールのベース車両的に扱われているように感じた。その多くが、オペレータが運転席に搭乗したまま取り換えられる装置を装着していた。

さらに、アタッチメント化は油圧ショベルだけでなく、ホイールローダなど他の機械にも多くのアタッチメントが出展されていた。



写真—22 油圧ショベルに設置された様々なアタッチメント



写真—23 スキッドステアローダに設置されたグレーダのアタッチメント



写真—24 スキッドステアローダに設置されたドーザのアタッチメント

作業員の少ない現場での対応ができるよう、オペレータ1人で可能な限り全ての作業を行うという視点で、多種多様なアタッチメントが採用されているようだ。

**(6) 林業機械・解体機械他**

bauma 2025 で見られるアタッチメントとして数多いのが林業関係や解体の機械である。林業では伐採や粉砕、解体機ではブレーカやカッター、クラッシャー



写真-25 ホイールローダに設置されたグレーダのアタッチメント



写真-26 ホイールローダに設置された締固めのアタッチメント

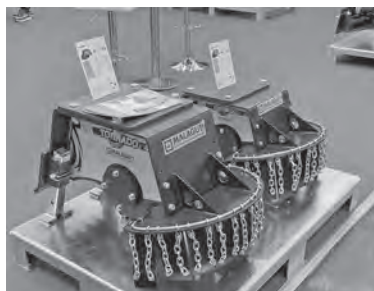


写真-27 林業用や解体用のアタッチメント

などである。

**(7) センサー類**

bauma 2025 はハードウェアが主な出展となっており、ソフトウェアやセンサー類は比較的少ない。その中でも、A2ホールは、レーザー計測機器、ポジショニング機器、無人航空機（ドローン）、マシンガイダンス（MG）・マシンコントロール（MC）機器などの展示となっており、アメリカの Trimble, Hemisphere, スイスの HEXAGON, 日本の TOPCON, ドイツの MOBA 等、ショベルやブルドーザ等のマシンコントロールやマシンガイダンスを扱うメーカーが出展していた。

HEXAGON 社では、バケット操作のターゲットとなる3次元マシンコントロールの他に機械の稼働領域の制限を3次元で設定できる機能が実現されている。また、今回の展示でも数多く見られている遠隔操作についてもラインナップに揃えるとのことで、今後、ヨーロッパでの市場に広まるのではと期待されているようである。この他、HEXAGON では、OxBlue と呼ばれる高精度な定点カメラによる AI 画像処理による作業分析が展示されていた。HEXAGON は工場内の生産管理で培った技術を土木や建築現場に活用することを模索しており、ムダや非効率な作業の解析、安全性評価での利用を想定しているとのこと。



写真-28 建設機械の稼働履歴から得られる地形データによる工程管理システム (TOPCON)



写真—29 現場映像による作業解析技術 (HEXAGON)

### (8) 作業台・足場・部品類

DOKA の屋外展示では、建築現場を想定して鉄筋の配置や組立てなどをロボットアームで実施するデモ、作業床の自動設置ロボットのデモが実施されていた。

KUBOTA の展示では、水素燃焼エンジン (83 kW) が展示されており、発動発電機など移動を伴わない機械の動力として実用化が進められているとの説明を受けた。

### (9) その他

上記以外にも多くの機械が展示されていたが、大型の作業機械や特殊な作業の専用装置だけでなく、人間の作業を補助する道具でも様々な機械が展示されていた。

### (10) その他

3日間で会場全てのブースを回るのは不可能であったが、全体を通して、「環境」、「省人化技術 (現場の人が少なくなっても施工できる技術)」、「デジタル化」が各機械、機器、技術の共通テーマであるように感じた。

前述の通り「環境」に関しては、電気自動車や代替燃料等を用いた車両において見る事ができた。また、機械本体の燃料消費だけでなく、骨材等の材料を現地で調達・製造することで、材料運搬に係わる燃料消費を削減すること等も環境負荷対策として意識されているようだ。

「省人化技術 (現場の人が少なくなっても施工できる技術)」に関しては、デジタル化や ICT 化は勿論のこと、それ以前にアタッチメントで対応することがもうほぼ前提となっているようだ。



写真—30 作業床を自動で配置するロボット



写真—31 鉄筋や窓枠を自動配置するロボットアーム (DOKA)



写真—32 大型バケットの展示と中に入って記念撮影する子供



写真—33 発動発電機に搭載予定の水素燃焼エンジン (83 kW) (KUBOTA)



写真—34 一輪車替わりのリモコン台車



写真—35 吸引式のブロック搬送装置



写真—36 小型の電動ローダ

今後の展開としては、遠隔操作技術への期待度が高いようである。また、自動化については、建設機械の作業の一部を自律化しているデモなどが見られたが、遠隔操作化と自動化の施工現場での運用面の棲み分け



写真—37 各社のオリジナルグッズ販売 (KOBELCO)



写真—38 会場内の中庭

のような整理はされておらず、建設機械メーカーとして提供可能な技術を見せているようだ。かなり広い施工現場あるいはトンネルのような閉鎖空間が想定されている。

技術面以外で最も印象的だったことは、子供の姿をあちこちで見かけたことである。来場者の中には子供連れで訪れている人も多いようだ。会場内の至る所で実施されている機械のデモンストレーションでは、子供たちが最前列に並んでいる他、後方で肩車されて見ている姿も目立った。課外授業らしき中学生の集団も多数見かけた。主催者側の意向としてオープンなイベントを意識しているとのことであった。

また、大手の建機メーカーのブースには会社のロゴが入った服や帽子等、各社のオリジナルグッズの販売所が設けられており、何処も盛況であった。さらに、各ブースでは夕刻になると軽い飲食が提供されており、各メーカーは顧客との契約および懇親の場としてそのまま利用されているようであった。

この他、会場の中庭には大きな広場があり、家族連れが休憩の場として利用している他、テラスが設置されたエリアでは、朝からアルコールを含めた飲み物も提供されており、多くの参加者で常にいっぱいであった。

#### 4. バイエルン州交通局訪問

今回の視察団では、地方自治体におけるDX・GXへの取り組み実態の調査を目的として、ドイツ連邦のバイエルン州交通局への訪問を企画した。

訪問先：Bavarian State Ministry of Housing,  
Building and Transport Department for  
Roads and Bridges  
(バイエルン州住宅・建築・運輸省一道路・橋梁局)

##### (1) バイエルン州の概要

バイエルン州は、ドイツ連邦の南部に位置し、ドイツ連邦を構成する16州のうち最も面積が大きい州である。バイエルン州の人口は1,344万人で、州都はミュンヘンで約150万人が生活している。

バイエルン州の交通局では、高速道路2,500kmを除いて、14,000kmの州道と、バイエルン州内の6,100kmの連邦道と、約15,000の橋と約60本のトンネルを管理している。

##### (2) バイエルン州の建設産業について

視察の冒頭に日本国内の建設業がおかれている背景を説明したところ、バイエルン州でも全く同じ状況であるとの意見をいただいた。バイエルン州交通局のGilbert Peiker氏によれば、ドイツでは2月に連邦政府の選挙が実施され、インフラのために5,000億ユーロの特別資金が承認された。すなわち、ドイツでも建設に関わる人が減少する一方で、管理・更新すべきインフラが増加しているとの認識が説明された。また、同席したドイツ機械工業連盟(VDMA)のLorenz PITUM氏も、建設産業において高齢化社会・建設業の職員不足にあり、自動化の必要性が高まっていると

の認識が説明された。

さらに、両氏とも、これらの対策としてデジタル化やロボット化といった対応策が必要と考えており、そのためにはすべてがデジタルで進められる環境整備が重要との意見を述べられていた。

その一環と思われるが、バイエルン州ではデジタル基盤の整備を進めている。実際に、バイエルン州政府ビル1階の市民オープンスペースにあるモニタでは、地域のマップ、気象データ、施設情報、エネルギーの利用状況などを基本データとして公開するなどシステムが展示されていた。

##### (3) バイエルン州におけるCN・DXの取り組み

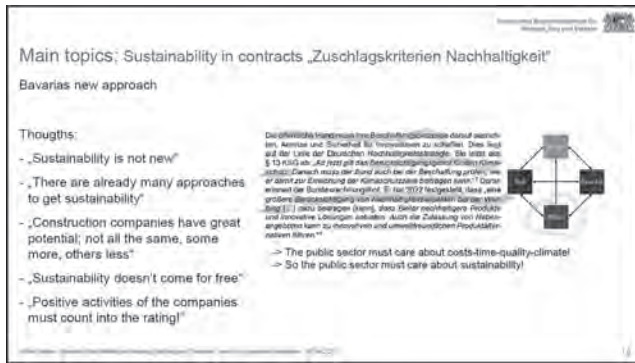
施工段階におけるCNに向けた方策として、バイエルン州では、持続可能性(Sustainability)をキーワードにした取り組みを進めている。そして、建設会社が持っているアイデア、ノウハウや技術を活用する仕組みとして、入札価格とそれ以外の評価項目(リサイクル建材の活用割合等)を設定した提案を受け付け、各項目の評価についての重み付けをした評価で契約者を



図一 2 バイエルン州の位置



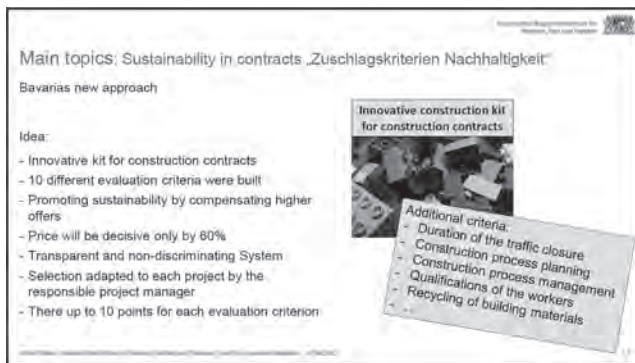
写真一 39 バイエルン州交通局訪問の状況



図一3 バイエルン州における施工段階での取り組み



写真一40 ミュンヘン中心部での改修作業（アタッチメントでブロックを設置している作業員）



図一4 バイエルン州における Sustainability に関する評価方針



写真一41 ミュンヘン郊外の住宅のリニューアル工事(電動のジブクレーン)

決定する方式について計画中である（日本の総合評価落札方式に似た発注方式と思われる）。現時点では、計画段階で、今後、取り入れる予定とのことであった。

また、DX化の取り組みとしては、BIMへの取り組みを始めている。BIMを用いた雪崩防止柵工事で実施計画を進めており、デジタルデータによる数量・コスト算出が必須となっている。また、BIMを活用できる環境整備の一つとしてECI等の新たな契約制度への移行も検討しているようである。

(4) 建設事業のCN・DXを進めるうえでの問題

バイエルン州では、農業の方がデジタル化が進んでいるが、建設関連のデジタル化はとても遅れているとのこと。建設業のデジタル化に向けては、センサー技術、判断技術（人工知能）、ロボティクスなど様々な要素技術が複合しており、簡単ではないと考えられている。

この他、バイエルン州での小規模の施工会社が多数存在し、地域のインフラを管理していく上では、これらの施工会社を守るという立場もあることや、建設プロジェクトの実施時には環境保護をはじめとして周辺住民へ配慮がとても重要視されていることなども日本と変わらないことが解った。

5. ミュンヘン市内

ミュンヘン市内では建物のリニューアル工事や石畳の改修工事などが実施されていた。石畳の改修工事ではブロックを吊るアタッチメントで実際に持ち上げられており、展示会で見た作業が実施されている。また、作業範囲に対して作業員が非常に少なく、待機している作業員が見られないのも印象的であった。

一方、郊外の住宅街でのリニューアル工事でも、2人の作業員しか現場にはおらず、電動のジブクレーンにて資材の搬入などの作業を実施していた。電動式クレーンのためとても静かであり、建物上部と下部の作業員が普段通りの会話でコミュニケーションが取れていた。さらに、朝の時間帯では、会話の無い時間は小鳥のさえずりが聞こえるほどであった。

6. おわりに

bauma 2025の視察期間中は、ドイツ国内やヨーロッパ各地から来場する人々で、会場周辺の道路は大渋滞

となっていた。さらに、地下鉄も車両に人があふれ、駅での停車時間が長くなり大幅な遅延が出ていた。

また、来場者が60万人との発表であり、毎日10万人前後が会場に出入りしていることとなる。当然、会場は何処も人だかりとなっており、人の中をかき分けながら会場を網羅することは至難の業である。

一方で、ある程度下調べをした状態で訪問企業やブースを絞ることも有効であるが、実際に展示会場を目の当たりにすると見知らぬ機械や装置が多数存在し、新たな発見やインスピレーションにつながったことも確かである。

bauma 2025 がこれほどの盛況の中で開催されており、多数の出展社と来場者が訪問し、多くの契約がなされていることは想像に難くないが、bauma 2025 が単なる建設業関係者向けの建設機械の展示ではなく、前述のように、子供たちあるいは建設業以外の人たちに、“カッコいい”仕事として認知してもらうためのイベントとなっていることが大変重要なポイントである。

最後に、日本企業も多く出展していたが、全てを回ることができず、本稿でも紹介できなかったことをこの場を借りてお詫び申し上げたい。しかしながら、こ

うして会場に足を運び、世界の技術を見ることの重要性を感じた3日間となった。また、本視察団に参加いただいた、五洋建設(株)、村本建設(株)、首都高メンテナンス西東京(株)の皆様からは、視察期間を通して様々なご意見をいただくことができ、bauma 2025 の展示機械への理解に加えて日本との違いなど、有意義な意見交換もできました。この場を借りてお礼申し上げます。

JCMMA

【筆者紹介】

岩見 吉輝 (いわみ よしてる)  
(一社)日本建設機械施工協会  
業務執行理事



藤島 崇 (ふじしま たかし)  
(一社)日本建設機械施工協会  
施工技術総合研究所 研究第3部  
次長



## 部 会 報 告

## ISO/TC 127 ドイツ（ハンブルク市）国際総会報告

標準部会

国際標準化機構 ISO 専門委員会 TC 127（土工機械）第 30 回総会が 2025 年 3 月にドイツ（ハンブルク市）で開催されたので詳細につき報告する。

1. 開催日：2025 年 3 月 16 日（議長諮問委員会：CAG），17～20 日（TC 127 総会）
2. 開催地：ドイツ ハンブルク市 JUFA Hotel Hamburg Hafencity 会議室（写真—1）
3. 出席者：対面出席者：44 名，Web 経由参加者：5 名（TC 127/SC 3 総会の例（写真—2,3））  
対面参加者内訳：ブラジル（ABNT）1 名，米国（ANSI）7 名（Web 1 名），フランス（AFNOR）0 名（Web 2 名），インド（BIS）2 名，英国（BSI）2 名，ドイツ（DIN）6 名，日本（JISC）7 名（Web 1 名），韓国（KATS）2 名，オーストラリア（SA）1 名，中国（SAC）11 名，スウェーデン（SIS）1 名，イタリア（UNI）3 名（Web 1 名），ISO 中央事務局 1 名



写真—1 会議場（JUFA Hotel Hamburg Hafencity）

## 4. 全体日程：下記の通り

3 月 16 日（日）		
午後	議長諮問グループ会議（CAG）	
	JUFA Hotel Hamburg Hafencity 会議室	
3 月 17 日（月）		
午前	ISO/TC 127 総会（前半）	同上
午後	ISO/TC 127/SC 1 総会	同上
3 月 18 日（火）		
午前	ISO/TC 127/SC 2 総会	同上
午後	ISO/TC 127/SC 3 総会	同上
3 月 19 日（水）		
	ISO/TC 127/SC 4 総会	同上
	ISO 中央事務局による OSD の紹介	同上
3 月 20 日（木）		
	ISO/TC 127 総会（後半）	同上

## 5. 会議概要

日本は ISO/TC 127 設立当初より P メンバー（積極的参加国）として国際会議に参加し，かつ SC 3 分科委員会の国際議長及び幹事国業務を引き受け，日本発の土工機械が世界市場で占めるシェアに応じた国際貢献を行っている。ISO/TC 127 総会は加盟各国持ち廻りで開催しており，今回は欧州開催の順番であったためドイツ工業会 VDMA が主催した。

日本からの対面会議参加者は，ISO/TC 127/SC 3 国際議長の岡氏（コマツ），ISO/TC 127/SC 3 国際委員会マネージャーの正田氏（協会標準部），SC 1 国内分科会委員長の大本氏（コベルコ建機），SC 2 国内分



写真—2 全体集合写真



写真—3 TC 127 総会風景



写真—4 日本派遣団（撮影者：高山氏）

科会委員長の坂井氏（キャタピラー・ジャパン）、SC 3 国内分科会委員長の後藤氏（コマツ）、SC 4 国内分科会委員長の高山氏（日立建機）、および日立建機の熊谷氏の計7名であった（写真—4）。

また、ISO/TC 127 日本国内委員会委員長の小塚氏が Web 会議経由で日本から参加した。

以下に、主な出席者が会議毎にまとめた報告を開催順序に沿って紹介する。

## 6. 議事

### 6.1 ISO/TC 127/CAG（議長諮問グループ会議）（3月16日（日）午後）

総会への準備を主目的として、TC 127 米国議長団が対面会議と Web 会議併用のハイブリッド会議で運営した（以下の全会議も同様）。親 TC・各 SC の国際議長・委員会マネージャー及び各国使節団の代表らが出席し、総会運営上の注意事項や、規格開発上注意が必要な案件を打合せた。主な議事は以下の通り。

#### 6.1.1 開会、委員自己紹介

TC 127 国際議長の Moughler 氏（米国）が開会を宣言し、各国首席代表らが自己紹介を行った。

#### 6.1.2 各 WG の状況

ISO/TC 127 及び傘下の各分科委員会傘下の各作業グループ会議の日程案が紹介された。

#### 6.1.3 ISO 規定の改訂状況

2025 年は ISO/IEC 専門業務用指針の改訂予定はないが、2026 年には全面改訂される予定。

#### 6.1.4 SG 1 WG コンビーナについて

TC 127 直下の SG 1 - オフロード作業機械調整グループ コンビーナ交代の意向の報告があった（6.2.2, 6.8.4.2 項参照）。

#### 6.1.5 CEN（欧州標準化委員会）動向

英国代表が、CEN の直近の動向を報告した。  
・現在 HAS コンサルタントから全 CEN 整合規格の

見直しを要望されている。TC 127 傘下には現時点で 13 の整合規格があるが、「HAS コンサルタント指摘の問題が解決しなければ、これらの規格の改訂は困難」と報告された。

#### 6.1.6 今後の WG に活動予定

Moughler 議長より、今後の TC 127 傘下の WG 活動予定の報告があった。

#### 6.1.7 直近のプロジェクトの課題

Moughler 議長より、「近年、ISO WG 会議の数は増える一方である」とのコメントがあった。

#### 6.1.8 新業務の候補、ISO/TC 127 の業務効率改善など

中国から「電動土工機械エネルギー貯蔵システム（RESS）の安全性及び電氣的性能要件について総会で審議したい」との申し入れがあった。これに対し TC 127 事務局が「資料を事務局が受領したのが本日で、各国に資料を事前配布できていないので、今回総会では提案の採否については審議できない。よって「その他」議案での一般審議としたい」と提案し、中国が受け入れた。

#### 6.1.9 次回総会の場所

CAG 会議では、次回開催地に立候補する国はなかった。

#### 6.1.10 その他

フランスより 2 件動議があった。

- ・「ISO 18758 - ロックドリルリグの安全要求は、TC 82 親委員会が主導するプロジェクトであり、TC 127 は今まで合同 WG の立場で活動に参加してきた。一方、ロックドリルは本来 TC 82 専用機械であり、適用範囲に土工機械を含むべきではないため、今回 TC 127 総会で TC 82/JWG1 と TC 127 との現在のジョイント関係の解消を進めたい」との意見。
- ・「ISO 15143 - 施工現場情報交換を開発中の ISO/TC 127/SC 3/WG 5 と、ドイツ業界団体 VDMA 傘下のグループである MiC4.0 間で連携締結する動きがあるが、当連携締結は不要である」との意見。
- ・上記 2 件の意見に対し、TC 127 事務局より、「いずれも現在正式投票期間中であり、投票期間中の各国間意見調整行為は ISO/IEC 専門業務用指針に抵触するため、総会で審議すべきではない。フランスはまず投票を通じて意見を提出し、投票終了後に担当専門委員会がその意見に対処すべきと考える」と指摘し、フランスが了承した。

#### 6.1.11 次回 CAG 開催日

次回親委員会総会時期との間隔を考慮し、2026 年 1 月または 2 月に Web 開催する予定とした。

## 6.2 ISO/TC 127 土工機械専門委員会 総会 前半 (3月17日 (月) 午前)

3月17日 (月) 午前に TC 127 総会の前半を開催した。総会運営上の注意事項などを紹介後、各国首席代表が自国の代表団を紹介し、議題案承認、決議起草委員会の選任、幹事国報告、ISO 中央事務局報告、親 TC 傘下の各業務項目及び作業グループ・特設グループの活動が報告され、各質疑が行われた。

### 6.2.1 CAG 報告

TC 127 委員会マネージャーの Seitz 氏 (米国) より、前日の CAG 会議での特記事項を報告した (6.1 項参照)。

### 6.2.2 親 TC 直属 WG 進捗状況報告

下記 WG 活動についての報告があった。

- ・ AHG 3: 中国からのブロックハンドラーの標準化提案を検討する有志プロジェクト: 2018 年の総会で中国から提案があった案件であり、コンビナーナの Nilsson 氏 (スウェーデン) が報告した (6.8.4.3 項参照)。
- ・ SG 1: オフロード作業機械調整グループ: Crowell 氏 (米国) が現コンビナーナの Roley 氏 (米国) の後任に就任予定であると報告 (6.8.4.2 項参照)。
- ・ WG 17 - 回生エネルギー貯蔵システム (RESS): コンビナーナの Spomer 氏 (米国) より、DTR 投票後案文を見直し、現在 DTR2 投票に向けた準備中であると報告。

### 6.2.3 連携報告

フランス代表より TC 195/SC 3 の連携報告があった。その他の連携報告の会場での審議は省略された。

以上を持って月曜日の TC127 総会 (前半) は終了した。

## 6.3 ISO/TC 127/SC 1 安全及び性能試験方法 分科委員会 (3月17日 (月) 午後)

英国の SC 1 国際議長の議事進行のもと開催された。議長挨拶に続き、各国出席者の確認、ISO 行動規範の確認、議事案承認 (SC 1 文書 N948)、決議起草委員会委員の指名、幹事国報告 (SC 1 委員会マネージャーが SC 1 幹事国報告書 (SC 1 文書 N946) の内容を報告)、前回報告書 (SC 1 文書 N928) の内容の報告が行われたのち、議事案に沿って討議が進められた。主要な項目について概要を紹介する。

### 6.3.1 WG 5, WG 6 コンビナーナの再指名

2024 年 12 月に行われた投票にて、WG 5 (運転員の視野) および WG 6 (エネルギー消費量試験方法) のコンビナーナとして Crowell 氏 (米国) の 2027 年までの 3 年間の再指名が承認された、と報告された。

### 6.3.2 TC 127/SC 1/WG 5 - ISO 5006 - 運転員の視野

前回 SC 1 分科委員会での決議に基づいて行われた、2022 年の定期見直し時に提出された規格改訂の必要性に関するコメントのレビュー結果について、報告書 (SC 1 文書 N950, N951, N952) に基づいて議論を行い、数年間の活動において進展がないことから、WG の解散を決議した (決議 SC 1/335)。

### 6.3.3 TC 127/SC 1/WG 6 - ISO/PWI TS 11152 - エネルギー消費量試験方法

報告書 (SC 1 文書 N944) に基づいて、活動が活発に行われているとの報告があった。ホイールローダーの燃費計測手順に関する議論が進んだことから、これを扱う第 3 部を予備作業項目 (PWI) として登録すること、また併せてホイールローダーの専門家を募集することが合意された (決議 SC 1/334)。

### 6.3.4 TC 127/SC 1/WG 15 - ISO 7457 - ホイール式機械の回転半径測定方法

前回 2023 年 10 月の SC 1 分科委員会会合以降に行われた定期見直しの 13 件のうち、ISO 7457: 1997 について規格改訂作業を行うこと (決議 SC 1/336)、WG 7 を設立し専門家募集を行うこと (決議 SC 1/337) を決議した。ただし、WG 番号については「WG 7 ではなく WG 15 を設立すること」と総会後に修正された (SC 1 文書 N955)。

## 6.4 ISO/TC 127/SC 2 安全・人間工学・通則 分科委員会 (3月18日 (火) 午前・午後)

米国の SC 2 国際議長および委員会マネージャーの議事進行のもと開催された。議長挨拶に続き、各国出席者の確認、議事案 (SC 2 文書 N1915) の承認、決議起草委員会指名、幹事国報告が行われたのち、議事案に沿って討議が進められ、個別の規格について以下の通り協議、決議された。

### 6.4.1 TC 127/SC 2/AG 1 - 運転員保護構造

SC 2 議長から、運転員保護構造の活動進捗状況が不明のため、AG 1 コンビナーナの Neva 氏 (米国) に対し、現在の活動進捗状況と今後の方針について、2025 年 4 月 30 日までに AG 1 の作業報告書を提出するよう依頼した (決議 SC 2/N1917-1)。

### 6.4.2 TC 127/SC 2/WG 15 - ISO 13649 - 火災防止

ISO 13649 が発行された事で業務完了となり、WG 15 の解散を決議した。

WG 15 コンビナーナの Neva 氏 (米国)、および専門家の長年の活動に感謝の意が示された (決議 SC 2/N1917-3)。

#### 6.4.3 TC 127/SC 2/WG 22 – ISO 17757 – 自律運転機械の安全性

SC 2 議長より、自律運転機械の要求事項等の確認に時間がかかっており進捗が停滞しているとの報告があった。

#### 6.4.4 TC 127/SC 2/WG 24 – 19014 – 機械制御系 (MCS) の安全性

以下の理由から、ISO 19014 第1部～第5部の業務を一旦取り下げるようになった。

- ・欧州整合規格として開発されていない
- ・自動キャンセル期限が2025年9月と迫っている
- ・今後、さらに2回目 DIS 投票と FDIS 投票を実施する必要がある
- ・EU 機械規則が2027年1月20日から開始される

業務を一旦取り下げた後に、OSD の新規文書作成機能を用いて、5つのパートの DIS 案文を3月31日までに提出することとなった (決議 SC 2/N 1917-4 ~ 13)。

#### 6.4.5 TC 127/SC 2/JWG 28 – ISO/NP 21815 – 衝突気付き及び回避

ISO 21815 第4部は DIS 投票が実施され、6月の WG 会議で投票結果とコメントについて協議予定。同第5部については、2月にデンバーで WG 会議を開催し、CD 意見照会の内容を協議した。協議内容を反映した案文にて DIS 投票を開始予定。

運転員能力補強 (Operator Augmentation) ISO/PWI 25366 は前回の WD 意見照会の内容について6月に WG 会議を開催予定、その後、協議内容を反映した WD 案文について9月の WG 会議で検討予定。

#### 6.4.6 TC 127/SC 2/WG 30 – ISO/FDIS 6683 – シートベルトの要求事項

FDIS 案文まで作成済であるが、その後 HAS コンサルタントより「EN または ISO/IE でない規格を引用しているのは不適切」との指摘があり、進捗が滞っていた。今回の総会で ISO 6683 はウィーン協定文書としての整合規格化を目指さないこととし、この決定を2025年3月31日までに ISO 中央事務局および CEN/TC 151 の事務局に報告することとなった (決議 SC 2/N1917-14)。

#### 6.4.7 TC 127/SC 2/JWG 31 – 合同 TC 127/SC 2 & TC 23/SC 15 – 運転席保護構造 – 材料性能要求事項

ISO 規格が発行された事で業務完了となり、WG 31 の解散を決議した。

WG 31 コンビナーの Neva 氏 (米国)、および専門家の長年の活動に感謝の意が示された (決議 SC 2/N1917-15)。

#### 6.4.8 TC 127/SC 2/WG 33 – ROPS 台上試験及び性能要求事項

プロジェクトが一度自動キャンセルされたことにより、CD 意見照会から再開する事となり、以下の予定で進めることとなった。CD 意見照会：4月30日、DIS：9月15日、FDIS：3月15日2026、追加の専門家登録も募集をかける (決議 SC 2/N1917-16)。

#### 6.4.9 TC 127/SC 2/WG 34 – 硬質プラスチック安全ガラス

前コンビナーの退職後、進捗が見られなかったが、新コンビナーが指名されて活動が再開した。新規業務提案を2025年4月15日までに TC 127/SC 2 委員長に提出し、3か月間の新規業務提案投票を行う (決議 SC 2/N1917-17)。

#### 6.4.10 TC 127/SC2 – ISO 13031 : 2016 FDAM – クリックアップラー 安全

FDAM 投票の結果、賛成多数で可決され、2025年2月5日に追補版が発行された。

#### 6.4.11 TC 127/SC2/WG 35 – ISO/NP 22543 – 機械接近通報装置

CD 意見照会コメント審議の WG 会議を ISO 国際会議後に開催予定しており、その協議内容を受け、二回目の CD 投票を開始予定。

### 6.5 ISO/TC 127/SC 3 機械特性・電気及び電子系・運用及び保全分科委員会 (3月18日 (火) 午後)

日本の SC 3 国際議長の議事進行のもと開催された。議長挨拶に続き、各国出席者の確認、ISO 行動規範の確認、議事案承認 (SC 3 文書 N1238)、決議起草委員会委員の指名、前回報告書の内容の確認、幹事国報告が行われたのち、議事案に沿って討議が進められた。主要な項目について概要を紹介する。

#### 6.5.1 TC 127/SC 3/WG 15 – ISO 6011 – 表示機器

ISO 6011 改訂版が2023年に発行されていることから、SC 3/WG 15 の解散を決議した (決議 326 : 2025)。

#### 6.5.2 TC 127/SC 3/WG 12 – ISO 6405-1, 2 – 操縦装置などの識別記号

Crowell 氏 (米国) から、バッテリーシステム用のシンボルを10個ほど提出することを米国で検討していると進捗報告があった。

#### 6.5.3 TC 127/SC 3/WG 13 – ISO/TR ISO 6750-2 – 取扱説明書 – 第2部 参考資料のリスト

Larsson 氏 (スウェーデン) から、「改訂を問う CIB が承認されたため、DTR 投票を実施予定である」と報告した。総会后、DTR 投票 (2025/04/08-2025/06/03) が開始した。

#### 6.5.4 TC 127/SC 3/WG 5 – ISO/TS ISO 15143-4 – 施工現場情報交換データ交換 – 第 4 部 地形 データ

Kittle 氏 (米国) から進捗を報告した。第 4 部地形データは発行済み。第 3 部テレマティクスデータ、第 5 部ロジスティクスデータを開発中。

#### 6.5.5 TC 127/SC 3/JWG 16 – ISO/PWI 23870 – 高 速相互接続 (HSI)

Moughler 氏 (米国) から、5 つの TC/SC (TC 22/SC 31, TC 23/SC 15, TC 23/SC 19, TC 82/SC 8, TC 127/SC 3) で構成される大規模な合同 WG で開発中であると進捗報告した。

#### 6.5.6 ISO/TC 23/SC 19/JWG 10 – 合同 ISO/TC 23/ SC 19/WG 10 – ISO/TC 127/SC 3 ISO 23285 – 極低電圧機駆動の標準化

Kittle 氏 (米国) から、2/26 に規格が発行されたことを報告した。

#### 6.5.7 ISO/TC 82/SC 8/JWG 3 – 合同 ISO/TC 82/SC 8 – ISO/TC 127/SC 3 WG – ISO/AWI TR 3502 – 高度な自動化と自律化のためのリファレン スフレームワークとアーキテクチャ

岡氏 (日本) から進捗報告した。現在、開発進行中で、鉱山向けの規格であることを強調するために表題が修正された。

#### 6.5.8 ISO/TC 82/SC 8/JWG 4 – ISO/TC 82/SC 8/ JWG 4 – 合同 ISO/TC 82/SC 8 – ISO/TC 127/ SC 3 WG – ISO/PWI 3510 – テレオペレーショ ン, 自律, 有人のマイニング機器の相互運用 性の仕様

岡氏 (日本) から進捗報告した。現在、PWI 段階で進行中。

#### 6.5.9 ISO/TC 23/SC 19/JWG12 – 合同 ISO/TC 127/ SC 3 – ISO/WD 24882 – サイバーセキュリ ティエンジニアリング

現在、整合規格化を目指し進行中である、と報告した。

#### 6.5.10 定期見直し投票報告

本総会にて以下 6 件の定期見直し投票を「確認」すると決議した。

- ISO 8927 : 1991 – アベイラビリティ – 用語 (決議 327 : 2025)
- ISO 12511 : 1997 – アワメータ (決議 328 : 2025)
- ISO 6750-1 : 2019 – 取扱説明書 - 第 1 部 - コンテンツ及びフォーマット (決議 329 : 2025)
- ISO 17215-1 : 2014 – 道路車両 - カメラ用ビデオ通信インターフェース (VCIC) - 第 1 部 - 一般情

報およびユースケース定義 (決議 330 : 2025)

- ISO 17215-2 : 2014 – 道路車両 - カメラ用ビデオ通信インターフェース (VCIC) - 第 2 部 - サービスディスクバリと制御 (決議 330 : 2025)
- ISO 17215-4 : 2014 – 道路車両 - カメラ用ビデオ通信インターフェース (VCIC) - 第 4 部 - 通信要件の実装 (決議 330 : 2025)

#### 6.6 ISO/TC 127/SC 4 商用名称・分類・格付け 分科 委員会 (3 月 19 日 (水) 午前)

SC 4 はイタリア標準化機関 UNI が幹事を務めており、9 年議長を務めた GAROFANI 氏から交代した新国際議長 GALASSI 氏および委員会マネージャー ROSSIGNOLO 氏が会議を運営した。新議長の挨拶に続き、各国使節団の紹介後、議事案 (SC 4 文書 N740) の承認、決議起草委員会指名、幹事国報告 ((SC 4 文書 N741) を用いて報告) が行われたのち、議事案に沿って討議が進められた。

#### 6.6.1 TC 127/SC 4/WG 6 – ISO 7334 – 自動化およ び自律化の分類および語彙

コンビーナから状況報告書 (SC 4 文書 N743) と FDIS 投票結果 (SC 4 文書 N745) をベースに報告した。2025 年 3 月末に初版が発行予定であることを踏まえ、発行後に WG 6 の解散が可能と報告し、新議長が参加メンバーに確認の結果、WG 6 の解散を決議した (決議 314/2025)。

【後記】ISO 7334 : 2025 は 2025 年 3 月 28 日に発行された。

#### 6.7 ISO 中央務局による OSD の説明会 (3 月 19 日 (水) 午前)

TC 127 テクニカルプログラムマネージャーの Ferrés 氏より、ISO における新たな標準開発手法「Online Standards Development (OSD)」の説明会が行われた。

#### 6.8 ISO/TC 127 土工機械専門委員会 総会 後半 (3 月 20 日 (木))

初日に引き続き、米国議長及び委員会マネージャーが議事進行了した。以下の通り報告し決議された。

#### 6.8.1 各 SC 分科委員会報告

前日までに開催した各分科委員会の決議及びその他事項が報告された。

## 6.8.2 今後の新業務の候補について、その他

### 6.8.2.1 電動土工機械のエネルギー貯蔵システム (RESS) の安全性及び電氣的性能要件

「その他」議題において、中国国家標準化管理委員会 (SAC) より「電動土工機械のエネルギー貯蔵システム (RESS) の安全性及び電氣的性能要件」の発表があった。当資料は会議直前に配布されたため、総会での「新規業務提案」の決議対象とはされなかった。質疑応答において、米国委員より「詳細な技術検討に敬意と謝意を表する一方、電動建機の課題については TC 127 内でも検討しており、昨年末に TC 127 と TC 82 間で設立した「合同タスクフォース (JTF)」を通じて進め方を検討すべきと考える」との発言があり、日本を含む多数の国が米国意見に同意した。後述の決議では、「TC 127 と TC 82 の合同タスクフォース (JTF) における審議のため、発表資料 (TC 127 文書 N 1170) を JTF へ提出するよう中国に要請する」とされた (決議 355 : 2025)。

### 6.8.2.2 ISO 総会開催形式の見直しについて

フランス代表より、「ISO/TC 127 総会は、従来各各 SC 分科委員会総会の開催日を固定し、開始から終了まで 4.5 日かける形を何年も踏襲しているが、各会議の開始時間を順次繰り上げられるようにすれば総会議日数を減らすことができ、参加者の負担も減るのではないか?」との提案があった。これに対し、TC 127 事務局より、「よい考えであるので、今後 TC 127 内の各 SC 国際議長や委員会マネージャーで継続検討したい。」との回答があった。

## 6.8.3 次回総会の開催予定

次回 TC 127 総会は、中国 (上海を予定) にて 2026 年第 3 四半期 (10 月) に開催予定。詳細日時は後日決定する (決議 357 : 2025)。

## 6.8.4 決議・謝辞

下記決議 6 件、および謝辞 2 件が決議された (TC 127 文書 N1171 参照)。

### 6.8.4.1 決議 352 : 2025 決議起草委員会のメンバー

英国, ブラジル, ドイツ, 中国, イタリア, 日本, フランスからの各 1 名および TC 127 委員会マネージャーの計 9 名が決議起草委員会に立候補し, 承認された。

### 6.8.4.2 決議 353 : 2025 TC 127/SG 1 コンビナーの指名

TC 127/SG 1 - オフロード作業機械調整グループ現コンビナーの Roley 氏 (米国) の退任に伴い, Crowell 氏 (米国) を新コンビナーとして 3 年の任期で指名する。

### 6.8.4.3 決議 354 : 2025 TC 127/AHG 3 の解散

TC 127/AHG 3 - ブロックハンドラーとホイールローダーの違いに関する調査の業務完了に伴い, TC 127/AHG 3 の解散を決定し, コンビナーの Nilsson 氏 (スウェーデン) の貢献に謝意を示した。

### 6.8.4.4 決議 355 : 2025 電動土工機械のエネルギー貯蔵システムの安全性及び電氣的性能要件

前述第 6.8.2.1 項参照

### 6.8.4.5 決議 356 : 2025 連携代表の募集

TC 127 委員会マネージャーに対し, 以下の委員会への連携代表を 3 月 31 日までに募集するよう指示した。

- ・ TC 23 (農業および林業用機械)
- ・ TC 23/SC 15 (林業用機械)
- ・ TC 23/SC 19 (農業用電子機器)

### 6.8.4.6 決議 357 : 2025 次回 TC127 総会

前述第 6.8.3 項参照

### 6.8.4.7 会議主催者 (DIN : ドイツ規格協会および VDMA : ドイツ機械工業連盟) への謝辞

### 6.8.4.8 ISO 中央事務局への謝辞

[筆者紹介]



大本 康隆 (おおもと やすたか)  
コベルコ建機株  
技術開発本部 知的財産部  
標準化・コンプライアンス管理グループ  
マネージャー



高山 剛 (たかやま つよし)  
日立建機株  
研究・開発本部 法規管理部  
部長



坂井 仁 (さかい ひとし)  
キャタピラージャパン (同)  
Product Compliance & Support  
リージョナルコンプライアンスマネージャー



正田 明平 (しょうだ みんぺい)  
(一社) 日本建設機械施工協会  
標準部 部長



後藤 優太 (ごとう ゆうた)  
(株)小松製作所  
開発本部 業務部  
規制・標準グループ



## 新機種紹介 機関誌編集委員会

### ▶ 〈02〉 掘削機械

24-〈02〉-09	コベルコ建機 油圧ショベル（後方超小旋回型） SK26SR-7, SK28SR-7	'24.10 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------------------	----------------------

2.6/2.8トンクラスの後方超小旋回型ミニショベルである。「SK28SR-7」は従来機「SK28SR-6」のフルモデルチェンジ機であり、掘削作業性やオペレーターの使いやすさ、快適さを向上するためエンジンの出力アップや動安定性の改善、各種装備の充実をはかっている。

「SK26SR-7」は「SK28SR-7」をベースに、オプションを装備しても3tダンプで輸送できるように新たに開発し、コンパクトさと使いやすさを両立している。

両機種共通の特長として、アイドリング中にエンジン回転数を自動的に低回転にする「オートデセル機能」を標準搭載し待機中の燃料消費を削減している。また、盗難などの被害予防のため、エンジン始動時のパスワード入力設定機能を追加したことに加え3.5インチカラーモニタの標準装備、エアコン吹き出し口の増設などインテリア装備を充実させている。さらにダイヤル式アクセルレバーや操作レバーレイアウトの見直し、新形状のドーザレバーの採用により操作性を向上している。エンジン冷却システム「iNDR（アイ・エヌ・ディー・アール）」を引き続き採用し、防塵・メンテナンス性・低騒音性を実現している。これまでオプションであった稼働機管理システム「MERiT」を標準搭載している。加えて、ワンタッチで格納できるクレーンフックを採用している（ハイリーチクレーン仕様）。

オプションとしてカメラで人を検知して機械を停止する衝突軽減装置「OmniEye®」を設定している。ドライブレコーダを装備するとともに人の形を検知するので識別用ベスト等の特別な装備は不要であり、リスク対策と作業効率を両立している。



写真1 コベルコ SK26SR-7 油圧ショベル（キャブ仕様）

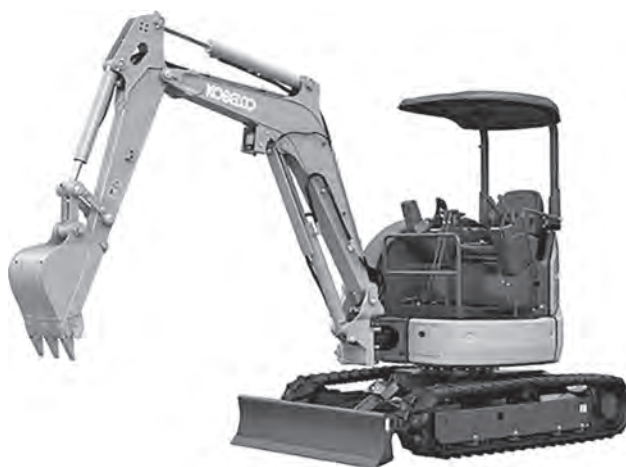


写真2 コベルコ SK28SR-7 油圧ショベル（キャノピ仕様）

表1 SK26SR-7/SK28SR-7の主な仕様

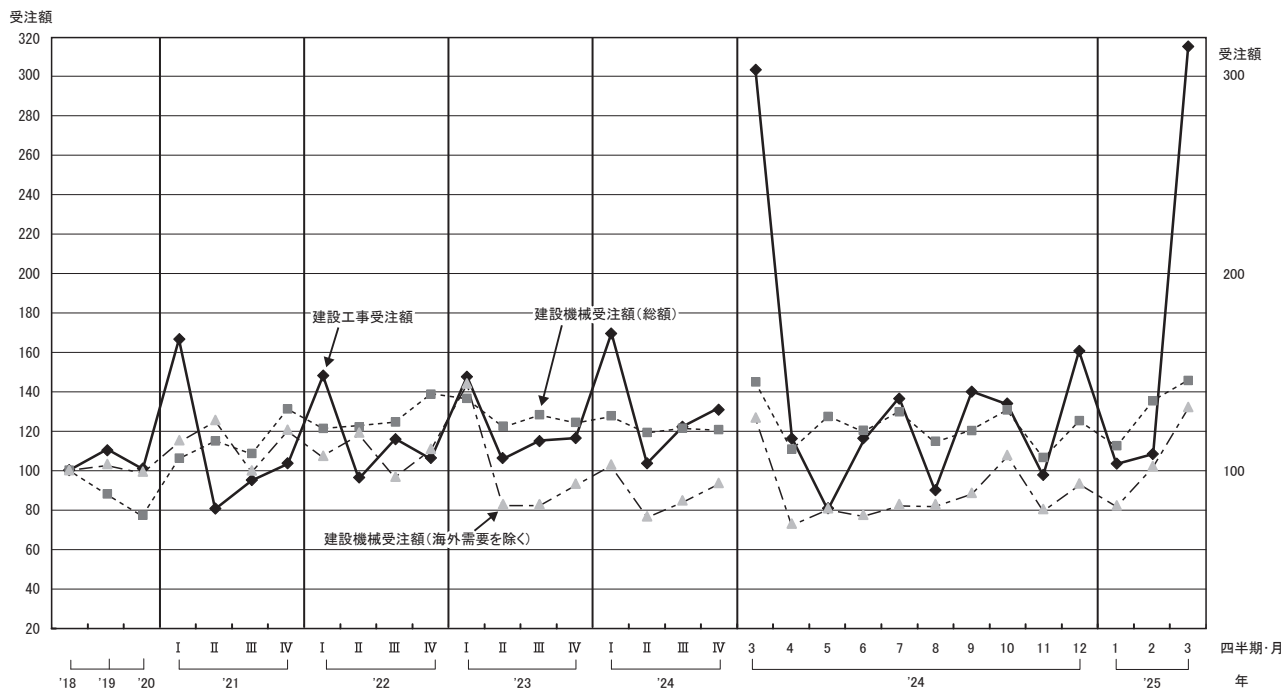
（キャノピ・ゴムクローラ仕様）	SK26SR-7	SK28SR-7
標準バケット容量（山積）（m <sup>3</sup> ）	0.07	
機械質量（t）	2.38	2.86
定格出力（kW/min <sup>-1</sup> ）	17.9/2,400（ファン付き）	
最大掘削半径（m）	4.77	4.84
最大掘削深さ（m）	2.54	2.59
最大掘削高さ（m）	4.25	4.48
最大ダンプ高さ（m）	2.85	3.09
旋回速度（min <sup>-1</sup> ）	7.9	8.2
走行速度 1速/2速（km/h）	2.6/4.4	2.1/3.8
登坂能力（%）	58	
標準シュー幅（m）	0.25	0.3
全長×全幅×全高（m）	4.19× 1.55×	4.51× 1.55×
	2.44	2.51
価格（税抜き）（百万円）	5.614	5.814

問合せ先：コベルコ建機コーポレートコミュニケーショングループ  
〒141-8626 東京都品川区北品川5丁目5番15号  
（大崎ブライトコア5F）

# 統計 機関誌編集委員会

## 建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2018年平均=100)  
 建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2018年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非 製 造 業							
2018年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2019年	156,917	114,317	24,063	90,253	29,957	5,319	7,308	109,091	47,829	171,724	150,510
2020年	143,170	97,457	19,848	77,610	35,447	5,225	4,175	91,725	51,443	171,740	141,261
2021年	157,839	111,240	22,528	88,713	38,056	4,671	3,874	106,034	51,806	192,900	137,853
2022年	165,482	119,900	33,041	86,862	33,436	5,252	6,898	114,984	50,496	207,841	130,901
2023年	172,094	121,790	31,098	90,690	40,060	5,360	4,883	117,929	54,164	217,576	161,186
2024年	187,396	132,025	33,408	98,615	42,398	5,500	7,476	126,223	61,174	235,561	167,675
2024年 3月	36,119	22,688	4,005	18,682	10,808	486	2,137	21,526	14,593	231,850	21,578
4月	13,894	10,066	2,641	7,425	3,122	443	263	9,326	4,568	233,782	10,214
5月	9,497	6,682	2,500	4,182	1,846	474	495	6,087	3,410	231,352	11,721
6月	13,725	9,632	2,221	7,410	2,638	460	995	9,394	4,332	229,504	15,537
7月	16,233	13,082	3,830	9,252	2,234	408	509	12,558	3,675	234,172	10,884
8月	10,745	7,213	1,676	5,537	2,389	649	494	6,982	3,764	232,972	12,542
9月	16,514	11,835	3,195	8,640	4,410	470	-200	10,698	5,816	232,437	17,302
10月	15,846	11,841	2,704	9,137	2,733	444	829	11,419	4,427	236,704	11,626
11月	11,564	8,959	2,356	6,603	1,812	422	372	8,371	3,193	234,464	13,818
12月	19,091	14,266	3,888	10,378	3,534	488	803	14,240	4,850	235,561	19,602
2025年 1月	12,259	8,279	2,122	6,157	2,879	375	726	8,349	3,910	235,097	12,905
2月	12,799	8,434	3,150	5,284	3,685	471	208	8,355	4,444	234,077	14,368
3月	37,390	26,169	4,898	21,271	9,848	477	896	25,046	12,344	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	18年	19年	20年	21年	22年	23年	24年	24年 3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	25年 1月	2月	3月
総 額	22,923	20,151	17,646	26,393	29,024	29,315	28,042	2,767	2,115	2,434	2,291	2,476	2,190	2,298	2,504	2,038	2,389	2,146	2,582	2,775
海 外 需 要	16,267	13,277	10,966	18,737	21,816	22,627	22,097	2,066	1,712	1,989	1,863	2,018	1,731	1,809	1,909	1,593	1,873	1,692	2,017	2,044
海外需要を除く	6,656	6,874	6,680	7,656	7,208	6,688	5,945	701	403	445	428	458	459	489	595	445	516	454	565	731

(注) 2018～2020年は年平均で、2021～2024年は四半期ごとの平均値で図示した。  
 2024年3月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査  
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

## 行事一覧

(2025年4月1～30日)

### 機械部会



#### ■基礎工用機械技術委員会・JCMAS「基礎工用機械作業エネルギー消費量試験方法」作成WG

月日：4月2日(水)(会議室, Web 併行開催)

出席者：濱口貴和リーダほか9名

議題：①国土交通省との打ち合わせを受けて今後のWGの進め方について議論 ②その他

#### ■機械整備技術委員会

月日：4月9日(水)(会議室, Web 併行開催)

出席者：小林一弘委員長ほか7名

議題：①バイオ燃料の情報(6年度に収集した内容)再確認とまとめ方について議論 ②各社持ち回りでのトピックス紹介の報告日程について討議 ③R7年度の見学会の候補地について討議

#### ■トンネル機械技術委員会・総会

月日：4月17日(木)(会議室, Web 併行開催)

出席者：浅沼廉樹委員長ほか会場参加者28名, Web参加者7名

議題：①R6年度活動報告：全体活動報告, R6年度WG活動の報告 ②R7年度活動計画の説明：全体計画説明, R7年度WG活動について, 見学会実施計画の説明 ③特別講演「施工技術総合研究所(CMI)のトンネル技術分野の取り組み, 活動紹介」CMI 研究第一部 藤田部長

#### ■トラクタ技術委員会

月日：4月18日(金)(会議室, Web 併行開催)

出席者：大場元樹委員長ほか9名

議題：①委員長交代の件(新旧委員長のご挨拶) ②「JCMASに基づく「エネルギー消費量試験方法」のISO化」進捗状況の情報共有：今までの経緯と今後の予定について ③各社トピックス：キャタピラージャパン「中型ホイールローダ 生産性・安全性向上に貢献する新機能の紹介」 ④JCMAS H 022「土工機械-エネルギー消費量試験方法-ホイールローダ」の見直しについて議論

#### ■コンクリート機械技術委員会

月日：4月21日(月)(会議室, Web 併行開催)

出席者：成澤翔委員長ほか12名

議題：①前回の議事録確認 ②技術発表：プツマイスタージャパン(株)「会社紹介と bauma 2025 出展の技術紹介」 ③R7年度活動計画について議論：6月実施予定の見学会について, 社外技術発表について議論 ④JIS, ISO 関連：JIS見直しの対応について議論

#### ■基礎工用機械技術委員会 見学会 吉野瀬川ダム, 水海川トンネル建設工事の見学

月日：4月23日(水), 24日(木)

参加者：越田健委員長ほか15名

見学内容：①吉野瀬川ダム：ダム本体工事の見学 ②水海川トンネル：導水路トンネル工事の見学

### 標準部会



#### ■ISO/TC 127 ドイツ国際総会の内部報告会

月日：4月14日(月)

出席者：岡ゆかり(コマツ) SC3 国際議長ほか8名

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①ドイツ国際総会参加者による総会決議の確認 ②機関誌投稿担当の確認ほか

#### ■ISO/TC 23/SC 19/JWG 12 24882 サイバーセキュリティ国際WG会議(ハイブリッド)

月日：4月14日(月)夜～16日(水)夜

出席者：米国 Flaughner コンビナー(Deere社)ほか15名(対面), 日本より小塚大輔委員長(コマツ)ほか12名

場所：ドイツ・フランクフルト市VDMA 会議室およびWeb上 (ISO Zoom)

議題：①ISO24882CD 投票コメント審議 ②次回WG：2025/5/20-22 ドイツベルリンにて開催予定

#### ■ISO/TC 195/SC 1 コンクリート機械委員会

月日：4月16日(水)

出席者：川上晃一委員長(日工)ほか15名

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①2025年度ISO/TC 195委員及びSC 1分科委員委嘱 ②(中国提案) PWI 5342「コンクリート機械-施工現場情報交換」状況確認 ③(日本提案) ISO 19711-2「トラックミキサー-第2部：安全要求」EN 12609 電動化対応 ④(日本担当) ISO

18650-2「コンクリートミキサー-第2部：練り混ぜ効率の試験要領」完了報告 ⑤(日本担当) DIS 18651「コンクリート用内部振動機-語彙及び商業仕様」進捗報告 ⑥TC 195/AG 1 会議報告 ⑦土木学会 ISO 対応特別委員会出席報告ほか

#### ■ISO/TC 214/WG 1 高所作業車 国際バーチャルWG会議

月日：4月23日(水)朝

出席者：米国 McGregor コンビナー(Skyjack社), 米国 Moss 事務局, ほか13名(他の協会内会議と重複したため, 日本は欠席)

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①ISO/AWI 25394「頭上障害物検知装置及び補助的防護装置」新業務提案投票コメント審議 ②ISO 21455「操縦装置-操作力, ストローク, 位置及び操作方法」改訂検討

#### ■ISO/TC 127 国内委員会総会

月日：4月23日(水)

出席者：小塚大輔(コマツ)委員長ほか32名

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①親TC 127, SC 1～SC 4 活動計画及び審議状況報告(TC 127 ドイツ・ハンブルク国際総会(3月開催)報告を含む) ②投票案件 ③その他(委員名簿の更新など)

#### ■ISO/TC 195/SC 2/WG 2 道路作業機械及び関連機器-路面清掃車 国内専門家会合

月日：4月23日(水)

出席者：和田悟知委員(豊和工業)ほか4名

場所：Web上 (WebEx)

議題：前回(2月19日)国際バーチャルWG会議での宿題事項・CD 25256 性能試験方法・CD 25333 環境効率-エネルギー消費試験方法の要求事項各対応検討

#### ■ISO/TC 195/WG 9 自走式道路建設機械-安全要求 国際バーチャルWG会議

月日：4月30日(水)夜

出席者：小倉公彦(JCMA 事務局)ほか13名

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①EN ISO 20500 シリーズのプロジェクト経過報告 ②HAS コンサルタントによる最終適合評価(LCA)の結果 ③ウィーン協定プロジェクトの今後に関する議論及び決定 ④ISO 20500-4 締固め機械の今後に関する議論 ⑤結論(合意内容のまとめ及びとるべき行動-EN のプロジェクト削除・

ISOのみでFDIS投票) ⑥次回会合-TC 195 国際会議(9月8日~11日 @ローマ)に併せて開催予定

### ■ISO/TC 127/WG 17 ISO/TR 5757 回生可能エネルギー貯蔵システムRESSの土工機械への適用 国際バーチャルWG会議

月日:4月30日(水)夜

出席者:米国Spomerコンピナー(Bobcat社),日本から小塚大輔委員長(コマツ)ほか12名

場所:Web上(ISO Zoom)

議題:①ISO/DTR 5757投票へのコメント審議 ②今後の予定:WG意見照会実施後,5月中旬にDTR2投票開始

## 建設業部会



### ■三役会

月日:4月11日(金)

出席者:坂下誠部課長ほか8名

議題:①2025年度建設業部会委員構成について(交代委員等報告) ②4/15クレーン安全情報委員会の予定報告 ③4/25機電交流企画委員会の予定報告 ④3/12建設業ICT安全WG後の報告 ⑤令和7年度建設業部会見学会候補先(NTTe-City Labo)について ⑥その他(令和6年度事業報告について)

### ■クレーン安全情報委員会

月日:4月15日(火)

出席者:古口光委員長ほか9名(内,Zoom参加1名)

議題:①令和7年度交代の委員体制について ②移動式クレーン運転士安全衛生教育更新講習『災害ゼロに向けて』2025年度改訂について ③6/20建設業ICT安全委員会との合同見学会(CSPI EXPO2025)開催について ④事故事例発表 ⑤その他

### ■機電交流企画委員会

月日:4月25日(金)

参加者:篠宮政幸委員長ほか7名(内,Zoom参加4名)

議題:①令和7年度機電職就活パンフ改訂作業について,改訂箇所の意見交換・検討 ②令和7年度若手現場見学会(品川駅構内京急八ツ山橋りょう架け替えほか)について ③その他

## レンタル業部会



### ■コンプライアンス分科会

月日:4月8日(火)(Web会議併用)

出席者:兼子分科会長ほか10名

議題:①部会長・分科会長挨拶 ②「レンタル機械のトラブルシューティングマニュアル作成」の進め方について ③R6年度レンタル業部会活動結果について ④各社からの報告事項・情報交換

## 各種委員会等



### ■機関誌編集委員会

月日:4月2日(水)

出席者:中野正則委員長ほか32名

議題:①令和7年7月号(第905号)計画の審議・検討 ②令和7年8月号(第906号)素案の審議・検討 ③令和7年9月号(第907号)編集方針の審議・検討 ④令和7年4月号~令和7年6月号(第902~904号)進捗状況報告・確認 ※通常委員会及びZoomにて実施

## 支部行事一覧

### 北海道支部



#### ■第1回広報部会広報委員会

月日:4月10日(木)

場所:北海道支部会議室

出席者:栗田五輪人広報委員長ほか3名  
内容:令和7年度建設機械優良運転員・整備員の被表彰候補者の選定等

#### ■第1回企画部会

月日:4月22日(火)

場所:札幌市,ANAクラウンプラザホテル札幌

出席者:柳原優登企画部会長ほか13名  
内容:①令和6年度事業報告(案)について ②令和6年度決算報告(案)について ③令和7年度事業計画について ④令和7年度収支予算について ⑤その他(第1回運営委員会及び第14回通常総会関係)

#### ■支部会計監査

月日:4月22日(火)

場所:北海道支部会議室

出席者:熊谷一男支部監査役ほか2名  
議題:令和6年度支部事業及び決算書の監査

#### ■第1回運営委員会

月日:4月24日(木)

場所:札幌市,ANAクラウンプラザホテル札幌

出席者:柳屋勝彦支部長ほか18名  
内容:①令和6年度事業報告(案)承認の件について ②令和6年度決算報

告(案)承認の件について ③令和7年度事業計画に関する件について ④令和7年度収支予算に関する件について ⑤令和7年度運営委員の補選に関する件について ⑥その他(第14回通常総会関係,感謝状贈呈者,優良運転員・整備員表彰)

## 東北支部



### ■第1回広報部会

月日:4月2日(水)

参加者:浅野公隆広報部会長ほか5名

内容:①「支部たより189号」の編集計画について ②原稿執筆依頼について ③表紙写真について ④本部機関誌「建設機械施工」令和8年2月号ざいそう原稿執筆者について ⑤その他

### ■EE東北'25第2回実行委員会作業部会(Web会議)

月日:4月15日(火)

出席者:東北技術事務所 佐藤英樹副所長ほか17名

内容:①EE東北'25開催概要 ②EE東北'25実施方針(案) ③EE東北'25予算(修正案) ④今後の予定

### ■第1回建設部会

月日:4月17日(木)

参加者:飯田英厚建設部会長ほか8名

内容:①令和7年度特殊現場見学会について ②次回の建設部会について ③その他

### ■EE東北'25第2回実行委員会(対面+Web会議)

月日:4月21日(月)

出席者:東北地方整備局 宮本健也企画部長ほか13名+Web参加12名

内容:①EE東北'25開催概要 ②EE東北'25実施方針(案) ③EE東北'25予算(修正案) ④今後の予定

### ■令和7年度東北土木技術人材育成協議会第1回ワーキング(Web)

月日:4月22日(火)

出席者:東北技術事務所 松芳健一総括技術情報管理官ほか11名

議題:①基礎技術講習会(インフラDX)【各県開催】の実施方針(案)について ②意見交換

### ■令和6年度支部監査

月日:4月23日(水)

場所:東北支部会議室

出席者:浅野博之支部監査役ほか1名

内容:令和6年度の事業及び決算の監査全般

## 北 陸 支 部

### ■令和7年度第1回広報委員会

月 日：4月17日（木）  
場 所：興和ビル10F 小会議室  
出席者：宮島広報委員長ほか6名  
内 容：①支部だより「あかしや通信」掲載記事について ②編集及び発刊スケジュールについて ③あかしや通信No.43の編集内容（案）について ④今後の予定

### ■令和6年度支部監査

月 日：4月23日（水）  
場 所：興和ビル10F 小会議室  
出席者：樋口支部監査役、二宮支部監査役、事務局2名  
内 容：①業務監査（支部業務全般にわたる適正、適法性についての監査） ②会計監査（貸借対照表、正味財産増減計算書及びこれらの付属明細書、財産目録の適正、適法性についての監査）

### ■令和7年度第1回企画部会

月 日：4月23日（水）  
場 所：書面審査（メールにて）  
内 容：①令和6年度事業報告について ②令和6年度決算報告について ③令和7年度優良建設機械運転員・整備員表彰について ④北陸支部第14回総会に向けての計画について

## 中 部 支 部

### ■令和7年木曾三川連合水防演習連絡調整会議

月 日：4月14日（月）  
場 所：Web会議  
参加者：永江豊事務局長  
内 容：演習本番に向けての調整会議

### ■支部会計監査

月 日：4月24日（木）  
監査役：中川義治氏、岡智明氏  
内 容：令和6年度業務及び会計監査

### ■DX・施工部会

月 日：4月25日（金）  
出席者：青木保孝ほか部会員11名  
議 題：部会活動及び出前講習会等の打合せ

## 関 西 支 部

### ■支部監査

月 日：4月21日（月）  
場 所：関西支部 会議室  
出席者：田口定一支部監査役、田中勝彦支部監査役

内 容：令和6年度決算報告及び関係書類に基づく監査の実施

### ■企画部会

月 日：4月23日（水）  
場 所：関西支部  
出席者：松本清志企画部会長以下5名  
議 題：①令和6年度事業報告（案）及び決算報告（案）の件 ②優良建設機械運転員等表彰の件 ③令和7年度本部会長表彰の件 ④会員の推移 ⑤総会後の講演会について ⑥その他

### ■建設用電気設備特別専門委員会(第504回)

月 日：4月23日（水）  
場 所：中央電気倶楽部 会議室  
議 題：1. 競争法コンプライアンス規定、プライバシーポリシー確認 2. 委員会総会：(1) 委員会申し合せ事項確認、(2) 2025年度委員会名簿確認、(3) 2024年度活動報告、(4) 2025年度役員選出、(5) 2025年度活動計画審議 3. 定例委員会：(1) 前回議事録確認、(2) JEM-TR236改正審議

### ■運営委員会

月 日：4月25日（金）  
場 所：大阪キャッスルホテル  
出席者：深川良一支部長以下26名  
議 題：①令和6年度事業報告（案）及び決算報告（案）の件 ②優良建設機械運転員等表彰の件 ③令和7年度会長表彰について ④支部総会後の講演について ⑤その他

## 中 国 支 部

### ■第1回部会長会議

月 日：4月14日（月）  
場 所：広島YMCA 会議室  
出席者：竹田幸詞事務局長ほか8名  
議 題：①運営委員会（春季）の議題について ②その他懸案事項

### ■支部会計監査

月 日：4月21日（月）  
場 所：中国支部事務室  
出席者：高倉寅喜支部監査役ほか2名  
内 容：令和6年度業務及び決算報告について関係書類に基づく監査の実施

### ■春季運営委員会

月 日：4月23日（水）  
場 所：広島YMCA 会議室  
参加者：河合研至支部長ほか22名  
議 題：①令和6年度事業報告に関する件 ②令和6年度決算報告に関する件 ③令和6年度支部監査に関する件 ④令和7年度建設の機械化施工優良技術者表彰について ⑤令和7年度運営委員（案）に関する件

### ■建設DX講習会

月 日：4月25日（金）  
場 所：広島YMCA 国際文化ホール  
参加者：161名  
講演内容：①i-Construction 2.0について(国土交通省大臣官房技術調査課施工企画室 課長補佐 中根亨氏) ②i-Construction 2.0オートメーション化を見据えた中国地方整備局の取り組み（中国地方整備局中国技術事務所 所長 前田文雄氏） ③ICT活用工事の課題と解決のヒント（(一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所研究第3部 次長 藤島崇氏） ④中国地方整備局のインフラDXとBIM/CIMの取り組み（中国地方整備局企画部 建設情報・施工高度化技術調整官 岸本孝文氏） ⑤橋梁点検業務におけるDX技術（点検支援技術）活用事例の紹介（復建調査設計(株)保全構造部保全技術課 上席主任エンジニア 小方義昭氏）

## 四 国 支 部

### ■R7四国支部会計及び業務監査

月 日：4月17日（木）  
場 所：支部事務局  
監査者：上林正幸支部監査役及び堀具王支部監査役  
内 容：1. 会計監査：(1) 経理事務全般、(2) 資産・負債・財産・収入及び支出の適正処理について、(3) 財務諸表・財産目録等の適正管理について 2. 業務監査：(1) 会員の入退会処理について、(2) 事業計画・事業報告・予算決算の適正処理について、(3) その他、職員の法定福利等関係書類の整理について

### ■R7第1回（春季）[企画・施工・技術] 合同部会幹事会

月 日：4月21日（月）  
場 所：建設クリエイティブビル（高松市）  
出席者：泉川企画部会長ほか19名  
内 容：①R6事業報告（案）について ②R6決算報告（案）について ③R7事業計画について ④R7予算書について ⑤R7団体会員、優良建設機械運転員・整備員表彰者について ⑥人事異動等に伴う役員等の変更について

## 九 州 支 部

### ■令和7年度DX・ICT実機体験会（JCMA・九州技術事務所共同開催）

月 日：4月22日（火）  
場 所：九州地方整備局九州技術事務所

出席者：93名

内容：①九州地方整備局の取組 ②DX、ICT導入のポイント（JCMA）③実機講習（JCMA 会員企業 10社）

■企画委員会

月日：4月23日（水）

場所：宝ビル 11F 1106 会議室

出席者：9名

議題：①令和7年度JCMA九州支部の主要行事予定について ②九州支部通常総会等について ③支部長表彰関係 ④第3回JCMA技術講習会報告 ⑤川内川総合水防演習への出展について ⑥令和7年度DX・ICT実機体験会報告 ⑦その他：R7年度の課題等

■令和6年度支部監査

月日：4月24日（木）

場所：九州支部

出席者：田浦峰星支部監査役、尾倉勝浩支部監査役

内容：令和6年度の業務監査及び会計監査



## 編集後記

寒暖の差が激しい5月となっています。夏の到来を感じる暑い日もあれば、寒々とした雨が降る日もあり、毎朝天気予報のチェックが欠かせません。3月の終わりに四国へ出張した折には、松山近くで季節外れの積雪に見舞われて、高速道路が積雪で通行止めとなりました。大船渡や今治では春先に大規模な山火事も発生しました。本稿執筆時点ですが、九州が沖縄よりも早く、例年より2週間程度も早く梅雨入りしたそうです。今年も、気候変動を実感するような事象が続いており、対策の重要性がより一層大きくなっていると感じます。

6月号の特集テーマは「地球温暖化・環境対策」です。地球温暖化防止に関する最新技術や素材について様々な分野より取り上げました。

巻頭言は、環境科学会で会長を務められた法政大学人間環境学部の藤倉良教授にお願い致しました。気候変動対策における「緩和」と「適応」について、ご執筆頂きました。省エ

ネに代表される「緩和」策については、日本は長い歴史と技術を有しており、今後とも継続した取り組みが求められる一方、「適応」策としての建設技術の可能性について触れて頂きました。

本号では、「適応」策に貢献する様々な技術について取り上げております。行政情報では、国土交通省と環境省の方々に、温暖化対策、脱炭素に関する行政の取り組みについて述べて頂きました。まさに巻頭言とアラインした内容であり、官学の密接な連携を感じた次第です。技術報文では、様々な分野の執筆者に、温室効果ガスの排出を低減する技術や建設資材について寄稿頂くことができました。これらの技術や資材が広く施工現場に普及し、温室効果ガスの排出を低減することによって、気候変動対策における「緩和」と「適応」へ大きく貢献することを確信しています。

最後になりますが、突然のご依頼にも関わらず快くお受けいただいた執筆者の皆様、関係者の皆様には心より御礼を申し上げます。

(田村・山本)

### 7月号「建設DXと生成AI特集」予告

・インフラDX大賞 ・国土交通省におけるBIM/CIM積算の取組 ・T-iROBO Rigid Dump及びT-digital Fieldを用いた建設現場のオートメーション化の試行 ・建設DXによる新しい無人重機施工への挑戦！ ・AI時代の建設DXと次世代プロダクト開発 ・統合検索プラットフォーム「TOYO ChatGPT」 ・土砂災害現場の二次災害リスク評価における大規模言語モデルとマルチモーダルAIの活用 ・生成AIによる非構造化データのナレッジ化と建設業務支援基盤構築 ・建設業に特化した「AIエージェント機能」を生成AIに実装 ・建設機械施工の自動化技術評価用ベンチマーク指標とその活用 ・無線ネットワークを用いた建機の効率的な遠隔制御に向けた超低遅延映像伝送技術 ・施工計画自動生成 AI開発向け学習用データの整備に関する検討 ・阪神港におけるドローンの活用実証実験 ・建設用3Dプリント埋設型枠を用いたコンクリート構造物の技術指針(案)の概要 ・協調安全実現に向けたリアルタイムデジタルツイン基盤の開発 ・OPERAを利用したチルトローテータ付油圧ショベルの自動運転実験

### 【年間定期購読ご希望の方】

- ①書店でのお申し込みが可能です。お近くの書店へお問い合わせください。
- ②協会本部へのお申し込みは「年間定期購読申込書」に必要事項をご記入のうえFAXをお送りください。

詳しくはHPをご覧ください。

年間定期購読料(12冊) 10,032円(税・送料込)

## 機関誌編集委員会

### 編集顧問

今岡 亮司 加納研之助  
後藤 勇 新開 節治  
関 克己 田中 康之  
田中 康順 中岡 智信  
渡邊 和夫 見波 潔

### 編集委員長

中野 正則 日本ファブテック(株)

### 編集委員

吉田 真人 国土交通省  
大津 太郎 農林水産省  
早矢仕 明 (独)鉄道・運輸機構  
岡本 直樹 (一社)日本機械土工協会  
丹 秀男 鹿島建設(株)  
田村 憲 大成建設(株)  
岩野 健 清水建設(株)  
桐山 茂雄 (株)大林組  
鈴木 秀之 (株)竹中工務店  
小林 茂樹 (株)熊谷組  
松本 清志 (株)奥村組  
京免 継彦 佐藤工業(株)  
加取 新 鉄建建設(株)  
副島 幸也 (株)安藤・間  
松澤 享 五洋建設(株)  
那須野陽平 東亜建設工業(株)  
佐藤 裕 日本国土開発(株)  
丑久保吾郎 (株)NIPPO  
室谷 泰輔 コマツ  
山本 茂太 キャタピラー ジャパン  
花川 和吉 日立建機(株)  
丹治 雅人 コベルコ建機(株)  
漆戸 秀行 住友建機(株)  
大竹 博文 (株)加藤製作所  
田島 良一 古河ロックドリル(株)  
鈴木 健之 施工技術総合研究所

### 事務局

(一社)日本建設機械施工協会

## 建設機械施工

第77巻第6号(2025年6月号)(通巻904号)

Vol.77 No.6 June 2025

2025(令和7)年6月20日印刷

2025(令和7)年6月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 金井道夫

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501; Fax (03) 3432-0289; <https://jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8	電話 (011) 231-4428
東北支 部 〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18	電話 (022) 222-3915
北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1	電話 (025) 280-0128
中部支 部 〒460-0003 名古屋市中区錦 3-7-9	電話 (052) 962-2394
関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30	電話 (092) 436-3322

本誌上への  
の広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町 2-21-5 井手口ビル 4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

# Mikasa

<http://www.mikasa.jp>

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

バイプロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

タンピングランマー

MT-55H



MVC-e60

NETIS No. KT-210039-A

超低騒音型 No.6760



MRH-603DS-SS

NETIS No. KT-190125-VE



MUV-Fe32



MT-e55

NETIS No. KT-210039-A

## 三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 〒101-0064 東京都千代田区神田猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL:06-6745-9631  
札幌営業所 TEL:011-892-6920  
仙台営業所 TEL:022-238-1521  
新潟出張所 TEL:080-1049-0634

北関東営業所 TEL:0276-74-6452  
長野出張所 TEL:080-1059-2116  
中部営業所 TEL:052-504-3434  
金沢出張所 TEL:080-1013-9542

中国営業所 TEL:082-875-8561  
四国出張所 TEL:087-868-5111  
九州営業所 TEL:092-431-5523  
南九州出張所 TEL:080-1013-9547

沖縄出張所 TEL:080-1013-9328



## 電動で挑む、持続可能な未来

L120H Electric は、効率的な作業と環境保護を両立させたいお客様のために設計された建設機械です。バッテリー駆動により静かな稼働が実現され、頻繁なメンテナンスの必要がなく、コスト削減とメンテナンスの手間を軽減します。高出力と低騒音を兼ね備え、さまざまな用途で優れたパフォーマンスを発揮します。クリーンでスマートな選択肢として、快適な作業環境を提供し、理想的なパートナーとなるでしょう。

▶日本初上陸!!  
(CSPI EXPO 2025 展示予定)

株式会社 ボルボ・グループ・ジャパン

本製品の詳細情報に関しては、下記へご連絡下さい。

正規ディーラー：山崎マシーナリー株式会社

〒438-0216 静岡県磐田市飛平松216-1

TEL:0538-66-1213



### L120H Electric

機械重量：19.7-21.0t  
バケット容量：3.0-3.9m<sup>3</sup>  
バッテリー：リチウムイオン  
充電環境：外部急速充電



# GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



## Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



## RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



## マシンケアテック株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23  
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884  
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

杭打工事用

# パイルキーパー

海上・河川等での杭打ち作業用、  
パイル保持装置

石狩湾新港洋上風力発電事業工事向け  
パイルキーパー

### 仕様

杭径 ..... 最大 φ2500mm  
 杭重量 ..... 最大 90ton  
 開閉 ..... 油圧駆動  
 前後スライド範囲 ..... ±900mm 油圧駆動  
 左右スライド範囲 ..... ±1000mm 油圧駆動

### 実績多数

海上工事、陸上工事、岸壁護岸工事、海上空港、  
ダム湖再生工事、導棒治具、リーダー付



洋上風力発電ジャケット基礎杭工事



## 吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 吉永ビル TEL:03-3634-5651  
 URL : [www.yoshinaga.co.jp](http://www.yoshinaga.co.jp)

建設機械用  
無線操作装置

# ダイワテレコン



ICT施工や自動制御に対応可能

## ダイワテレコン872

- 最大72点の操作点数を持ち、比例制御にも対応いたします。
- 指令機操作パネルはレイアウトフリーで用途に合わせた実装部品が選択可能。
- 特定省電力無線429MHz帯域および1200MHz帯域選択可能。
- 外部接続用ポート(オプション仕様)より、LAN通信制御が可能。

### 取付改造実績

油圧ショベル、ブルドーザ、振動ローラ  
クローラダンプ、鑿岩機、その他特殊専用機など

無線遠隔装置だけでは終わらない  
弊社では制作から取付改造工事までを完全サポート  
大型機対応屋内工場完備(100tクラスまで対応)



ハンディータイプ  
使いやすさを極めた高機能・高性能  
**ダイワテレコン810**

### 用途

インバータ制御機器  
エンジン制御  
油空圧比例制御

## DAIWA TELECON

### 大和機工株式会社

常滑工場 〒479-0002 愛知県常滑市久米字西仲根227番  
 TEL: 0569-84-8582(直通) FAX: 0569-84-8857  
 ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>  
 e-mail [mekatoro@daiwakiko.co.jp](mailto:mekatoro@daiwakiko.co.jp)

## 精密さとパワーで建設の現場を支える。

発電機・溶接機・コンプレッサは抜群の性能を誇るデンヨー製品で!



### 発電機

図書館内並の低騒音を実現!  
静音発電機マーリエ



50Hz-7m  
43dB

DCA-25MZ

### 溶接機

最大溶接電流500A&インバータ制御  
炭酸ガスエンジン溶接機



溶接電流 500A  
(炭酸ガス/ガウジンク/手溶接)

交流電源  
三相 25 kVA

DCW-500LSE

### コンプレッサ

アフタクーラ/アフタウォーマ内蔵  
電子制御で低燃費&低騒音



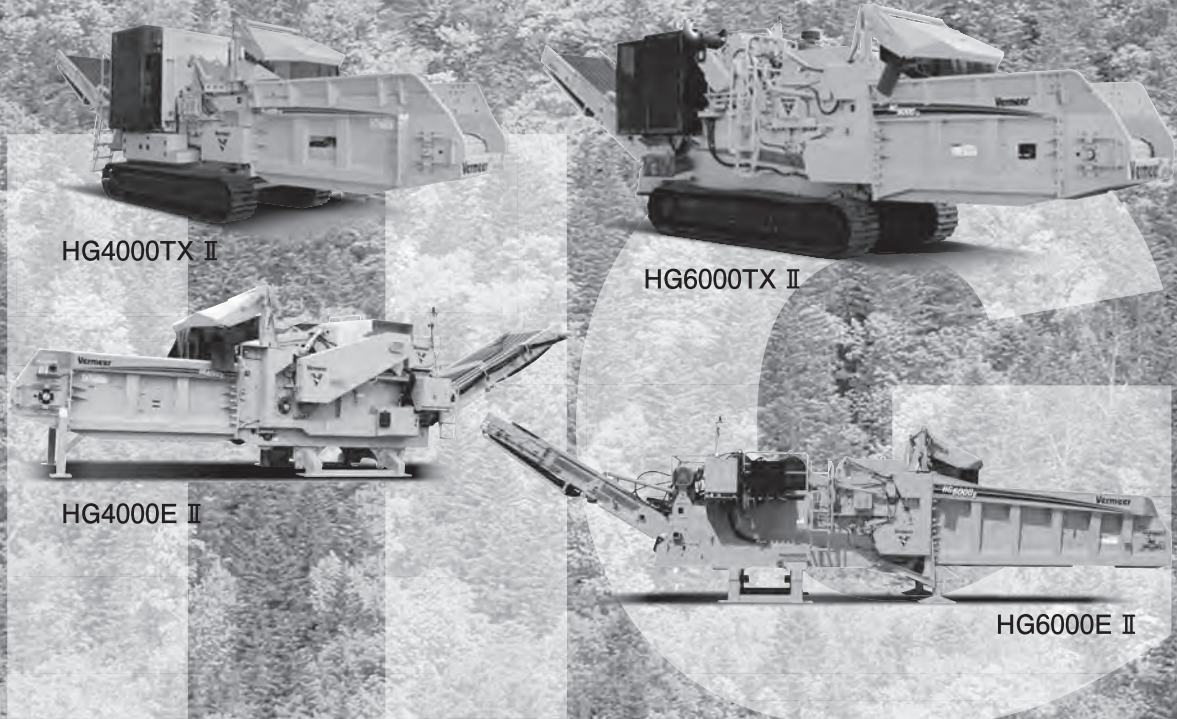
DIS-670LS-D

●技術で明日を築く  
**デンヨー株式会社**

本社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5  
TEL:03(6861)1122 FAX:03(6861)1182  
ホームページ：http://www.denyo.co.jp/

札幌営業所 011(862)1221 東京支店 03(6861)1122 大阪支店 06(6448)7131  
東北営業所第1課 019(647)4611 横浜営業所 045(774)0321 広島営業所 082(278)3350  
東北営業所第2課 022(254)7311 静岡営業所 054(261)3259 高松営業所 087(874)3301  
信越営業所 025(268)0791 名古屋営業所 052(856)7222 九州営業所 092(935)0700  
北関東営業所 027(360)4570 金沢営業所 076(269)1231

# マルマテクニカのホリゾントルグラインダー



1台の破碎機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



## 特長

- チップサイズは均一で、バイオマス発電向け燃料として実績が多数。
- 新車破碎機の在庫保有と新車の短納期体制で対応。
- 休車時間をなくすため、Vermeer 社破碎機部品の在庫を保有し、即納体制で対応。



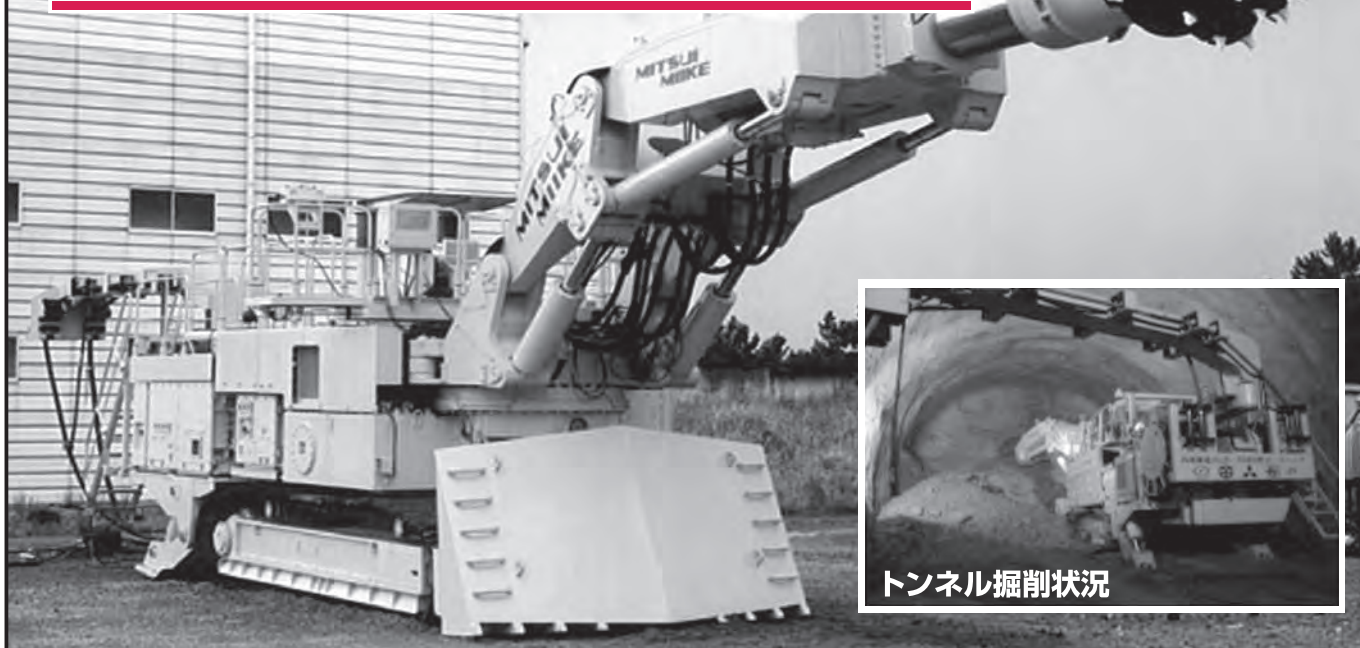
**マルマテクニカ株式会社**

URL <http://www.maruma.co.jp/>

本社・相模原事業所	〒252-0331	神奈川県相模原市南区大野台6-2-1	TEL.042(751)3091	FAX.042(756)4389	E-mail:s-sales@maruma.co.jp
厚木工場	〒243-0125	神奈川県厚木市小野651	TEL.046(250)2211	FAX.046(250)5055	E-mail:atsugi@maruma.co.jp
東京工場	〒156-0054	東京都世田谷区桜丘1-2-22	TEL.03(3429)2141	FAX.03(3420)3336	E-mail:tokyo@maruma.co.jp
名古屋事業所	〒485-0037	愛知県小牧市小針2-18	TEL.0568(77)3313	FAX.0568(72)5209	E-mail:n-sales@maruma.co.jp

全断面对应トンネル高速施工掘進機

# ロードヘッドSLB-350S



## 大断面トンネルの高速施工を目指して

### 特 徴

- 国内最大の350/350kW定出力型2速切換式電動機を搭載しており、軟岩トンネルはもとより、中硬岩トンネルにおいても十分な掘削能力を発揮します。
- 切削部には中折れブームを採用しており、ベンチ長は最大5mまで確保できます。又、中折れブームを取り外しての全断面掘削、及び上半掘削も可能です。
- 中折れブームの取り外し、及び低速掘削を行うことにより、機体安定性と掘削トルクが増加し、中硬岩トンネル掘削時において高い効果を発揮します。(硬岩用ドラム使用)
- 油圧式のスライドデッキを機体両サイドに装備しており、機体幅より各々1mの張り出しが可能であるため、下部掘削時等におけるオペレータの視界が大幅に改善されます。
- ディーゼルエンジンの搭載により、ロードヘッド単独での走行が可能です。<sup>※1,2</sup>

よって、機体移動に際し配線替えや別途発電機の準備が不要となり、作業時間が短縮されます。

※1 ディーゼルエンジンはオプション仕様となります。

※2 揺寄・コンベヤ仕様の場合、ディーゼルエンジンは搭載されません。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス



株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館  
TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : [sanki@mitsumiike.co.jp](mailto:sanki@mitsumiike.co.jp)

A WIRTGEN GROUP COMPANY

 **WIRTGEN**



# 信頼のインテリジェンス

▶ [www.wirtgen.com/milling](http://www.wirtgen.com/milling)

ヴィルトゲン新型路面切削機はデジタル化された切削システムで作業を効率化し、生産性を向上します。切削品質も最適化され、必要に応じて書面レポートを自動作成するオプションも実現します。経験豊富なユーザー様の情熱に傾聴し、効率的にデザインに取り入れて更なる革新を共に目指します。

ヴィルトゲン・ジャパン株式会社

東京都千代田区神田神保町2-20-6 • tel 03-5276-5201 • fax 03-5276-5202 • [www.wirtgen-group.com/japan](http://www.wirtgen-group.com/japan)

雑誌 03435-6



4910034350650  
00800

「建設機械施工」

定価 八八〇円 (本体八〇〇円 + 税10%)