

一般社団法人

日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2018

建設機械施工



Vol.70 No.8 August 2018 (通巻822号)

特集

地域交通, スマートシティ, 自動運転



普及が期待される新たな公共交通機関

巻頭言 超スマート社会Society5.0によるスマートシティ

技術報文

- 鉄道廃線敷を活用した新交通（BRT）の導入
- スマートにエネルギーマネジメントするマイクログリッド技術
- 首都高速道路のスマートインフラマネジメントシステムi-DREAMs®
- 都市交通の領域的整備に向けて
- 都市交通課題への交通シミュレーションの適用 他

交流の広場

交通空間の地下化が都市に価値を生む

行政情報

- 地域公共交通活性化再生法に基づく取組と課題
- コンパクト・プラス・ネットワークの取組に関する最近の動向
- 水素基本戦略の決定

投稿論文

ICTの活用による地盤改良工事の施工管理技術と施工機械のモータ電流値に基づくN値の推定
建設企業の海外展開

統計

一般社団法人 日本建設機械施工協会

効率化は、 3DMC

3Dマシンコントロールは、アームレバーの押し引きによる「1レバー操作」だけで、ブーム・バケットをシステムが自動制御。設計面に沿った整地作業が可能なので、熟練オペレータ並のスピードと品質の施工を行うことができます。



作業効率と安全性の向上は、同時開発する必要がありました。

安全は、 衝突軽減

衝突軽減システム「K-EYE_{PRO}」は、旋回や後方への走行時に死角エリアで人や障害物を検知した場合、ディスプレイ表示とアラームでのお知らせに加え、自動減速/自動停止。建機メーカー初※の新技术が事故抑制に貢献します。※自社調べ。



「平成 30 年度版 建設機械等損料表」を発売しました。

一般社団法人 日本建設機械施工協会(会長:田崎忠行)は、書籍「平成 30 年度版 建設機械等損料表」を下記の通り発売しました。

本書は建設工事で使用される各種の建設機械や建設設備等に関する機械損料諸数値(国土交通省の建設機械等損料算定表の内容に準拠)を掲載したものです。

工事費の積算や施工計画の立案、施工管理等、いろいろな場面において有効・有益な資料であり、広く活用頂ければ幸いです。

***** 記 *****

■発売日 : 平成 30 年 5 月 8 日

■体 裁 : A4判、モノクロ、約475ページ

■内 容

- 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
 - ・機械別燃料・電力消費率表を掲載
 - ・損料の算出例を掲載

■定価 本体(税別)

一般: 8,000円 会員: 6,800円

※送料は一般・会員とも700円

なお、複数冊ご購入の場合の送料はお問い合わせください。

***** 以上 *****

■参考

5 月 17 日発売の「よくわかる建設機械と損料2018」も併せてご活用ください。

(特長)

- ・損料用語・損料補正方法を平易な表現で解説
- ・関連通達・告示の位置付けと要旨を解説
- ・建設機械の概要・特徴を写真・図入りで紹介
- ・主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介

■書籍に関するお問い合わせ先

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会 (電話 03-3433-1501)



書籍の表紙イメージ

よくわかる建設機械と損料 2018

(平成30年度版 建設機械等損料表の解説書)

■発刊日:平成 30 年 5 月 12 日

■体裁:A4 判、一部カラー、約 320 ページ

■本体価格(税別・送料別)

一般:6,000 円 会員:5,100 円

■特長

★損料用語を平易な表現でわかりやすく解説

★換算値損料や損料補正值の計算例を紹介

★損料算定表の主な改正点を表にして紹介

★17 件の関連通達類の位置付けと要旨を解説

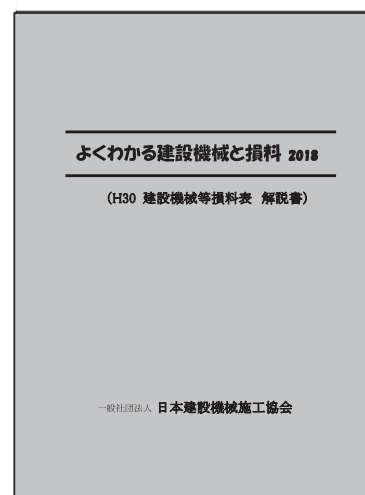
★建設機械器具のコード体系を大分類(下記 01～50)別に図示

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 01 ブルドーザ及びスクレーパ | 12 空気圧縮機及び送風機 |
| 02 掘削及び積込機 | 13 建設用ポンプ |
| 03 運搬機械 | 15 電気機器 |
| 04 クレーンその他の荷役機械 | 16 ウインチ類 |
| 05 基礎工事用機械 | 17 試験測定機器 |
| 06 せん孔機械及びトンネル工事用機械 | 18 鋼橋・PC橋架設用仮設備機器 |
| 07 モータグレーダ及び路盤用機械 | 20 その他の機器 |
| 08 締固め機械 | 30- 船舶及び機械器具等(作業船) |
| 09 コンクリート機械 | 40- ダム施工機械等 |
| 10 舗装機械 | 50 除雪用建設機械 |
| 11 道路維持用機械 | |

★大半の建設機械器具について概要・特徴を写真・図入りで紹介

★主要な建設機械についてはメーカ・型式名を表にして紹介

★索引でヒットしない機械について、その要因・対処方法を表にして紹介



一般社団法人 日本建設機械施工協会

関係部署にも回覧をお願いします

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成30年度版

∞ ∞ ∞ 改定・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 30 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成 30 年度版」を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成 30 年度版」を別冊（セット）で発刊致します。

つきましては、橋梁架設工事の設計積算業務に携わる関係各位に是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬具

◆内容

平成 30 年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 〈本編〉 第 1 章 積算の体系
第 2 章 鋼橋編
第 3 章 P C 橋編
第 4 章 橋梁補修
第 5 章 橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
- 〈別冊〉 橋梁補修補強工事 積算の手引き
(補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説)

◆改訂内容

平成 29 年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・架設機材複合損料の改訂
- ・送出し、降下作業ステップ図の追加
- ・架設用製作部材単価の改訂
- ・国交省基準の改定に伴う歩掛等の改訂

2. P C 橋編

- ・架設機械の複合損料改定
- ・床版水抜きパイプ設置工の歩掛を追加
- ・架設桁架設工法の既設構造物アンカー工歩掛を追加
- ・国交省基準の改定に伴う歩掛等の改訂

3. 橋梁補修編

- ・各足場タイプ別の作業日当り標準作業量の掲載
- ・チッピング工（ブラケット背面部）労務編成の改定
- ・検査路撤去・再設置歩掛の掲載
- ・外ケーブル補強工（鋼橋）の掲載
- ・国交省基準の改定に伴う歩掛等の改訂

別冊「橋梁補修補強工事 積算の手引き」

- ・施工パッケージを考慮した積算要領への改訂



● A 4 判／本編約 1,050 頁（カラー写真入り）
別冊約 200 頁 セット

●定価

一般価格：10,800 円（本体 10,000 円）
会員価格：9,180 円（本体 8,500 円）

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 送料は一般・会員とも
沖縄県以外 900 円
沖縄県 710 円（但し県内に限る）

※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせていただきます。

●発刊予定 平成 30 年 5 月 20 日

関係部署にも御回覧をお願いします。

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

平成30年度版

改訂・発刊のご案内

平成30年5月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

本協会では、平成28年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成28年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料算定表等が改正され、平成30年4月1日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した「大口径岩盤削孔工法の積算 平成30年度版」を発刊することと致しました。

つきましては、大口径岩盤削孔工事の設計積算業務に携わる関係各位の皆様には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。 敬具

◆ 内 容

平成30年度版の構成項目は以下のとおりです。

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 第1編 適用範囲 | 第2編 工法の概要 |
| 第3編 アースオーガ掘削工法の標準積算 | 第4編 パーカッション掘削工法の標準積算 |
| 第5編 ケーシング回転掘削工法の標準積算 | 第6編 建設機械等損料表 |

◆ 改訂内容

平成28年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

- ・国土交通省の歩掛・損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・オーガ、パーカッション、ケーシング回転掘削工法のイラストの刷新、施工機械諸元を最新情報に改訂
- ・工法概要、標準積算例により解りやすく解説
- ・施工条件に対応した新たな岩盤削孔技術事例の紹介
- ・施工実績の改定に伴う掘削工法の種類と選定資料の部分改訂

- A4判／約230頁（カラー写真入り）

- 価格

一般価格：6,480円（本体6,000円）

会員価格：5,508円（本体5,100円）

- ※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 700円

沖縄県 450円（但し県内に限る）

- ※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時に申込みの場合は別途とさせていただきます。

- 発刊予定 平成30年5月22日

（本の発送は、5月31日頃からはなります。）

大口径岩盤削孔工法の積算

一般社団法人 日本建設機械施工協会

消融雪設備 点検・整備ハンドブック

平成30年7月発行

本書は、消融雪設備の老朽化対策として平成28年3月に国土交通省が策定した「消融雪設備点検・整備標準要領（案）」の技術者向け解説書です。

■消融雪設備 点検・整備ハンドブック

本編

消融雪設備 点検整備ハンドブック本編

点検結果の評価区分及び良否判定例

付表

「必要箇所をコピーして活用」を想定

点検整備チェックシート

点検整備チェックシート解説

○箱枠内に「消融雪設備点検・整備標準要領（案）」を掲載し、【説明】として解説事項を箱枠外に掲載。

標準要領の目的理解を支援

○5段階状況写真等を利用した評価例と施設の状態解説、対処方法例を掲載。

的確な判定を支援

○「消融雪設備点検・整備標準要領（案）」に、実際の点検内容の解説等を追加掲載。

本書の購入者は、出版元ホームページからID、PASSでチェックシートのダウンロードが可能です

技術の継承・支援

○点検方法、判定方法および判定基準、不良時の措置方針を掲載。

若手技術者育成・支援

消融雪設備 点検・整備ハンドブック策定委員会

（一社）新潟県融雪技術協会

（一社）日本建設機械施工協会 北陸支部
北陸融雪技術協議会

〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 TEL (025) 282-1114/FAX (025) 281-1507

〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 TEL (025) 280-0128/FAX (025) 280-0134

〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 TEL (025) 281-8812/FAX (025) 281-8832

※ 裏面に注文書があります。

消融雪設備 点検・整備ハンドブック注文書

注文日：平成 年 月 日

官公庁・会社名			担当部署：
担当者			
電話番号	-	-	
FAX番号	-	-	
メールアドレス			
お届け先	住所	〒	
注文内容	会員 ・ 非会員 ← どちらかに○印をつけて、必要部数を記入してください。		
		会員	非会員
	必要部数	冊	冊
	価 格	10,000円/冊	12,000円/冊
	消費税	800円/冊	960円/冊
	送 料	700円/冊	700円/冊
	合 計		
備考	請求書の宛名等ご希望をお知らせください		

※ 送料(送料・手数料)は冊数が複数になる場合は、変更になります。

【申し込み先】(一社)日本建設機械施工協会 北陸支部 他 最寄の本部・支部。
 ※ 北陸支部については、北陸支部ホームページからご注文が可能です。
<http://www.niigata-inet.or.jp/jcmahoku/>

【内容問合せ先】(一社)日本建設機械施工協会 北陸支部
 TEL 025-280-0128
 FAX 025-280-0134

ICTを活用した建設技術 (情報化施工)

2017.3
発行!

国土交通省では、平成28年度より建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みとして、i-Construction(アイ・コンストラクション)を進めています。

具体的な取り組みとして、ICT(情報化施工)を建設現場に積極的に取り入れようとする「i-Construction」対応工事(ICT土工)では、①3次元起工測量、②3次元設計データの作成、③ICT建設機械による施工、④3次元出来形管理等の施工管理、⑤3次元データの電子納品の5項目について実施することになっています。

既に建設現場では、ICTを活用した建設技術(情報化施工)として工事が実施されています。

本書は、これから建設分野を目指す学生や初めてICTを活用した建設工事に携わる方々を対象に作成いたしました。

既刊の「情報化施工デジタルガイドブック」と併せてお読み頂ければ、より詳しくICTを活用した建設技術(情報化施工)がご理解頂けるものと思います。

主な内容

- 1 情報化施工のあらし
- 2 従来の設計・施工
- 3 情報化施工の測位
- 4 情報化施工技術
- 5 3次元設計データ
- 6 i-Construction
- 7 情報化施工の効果的活用
- 8 ICTを活用した建設技術の一般的な用語の解説



定 価

※送料別途

一般価格

1,296円(本体1,200円)

会員価格

1,080円(本体1,000円)

学生価格

(学校からの申込みに限る)

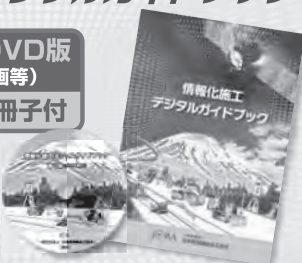
648円(本体600円)

実務者向け!! 情報化施工デジタルガイドブック

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

好評刊行中!



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3-5-8 機械振興会館

TEL (03) 3433-1501 FAX (03) 3432-0289

<http://www.jcmanet.or.jp>

JCMA 図書

検 索

ICTを活用した建設技術（情報化施工）

購入申込書

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

ICTを活用した建設技術
（情報化施工）

部



上記図書を申込みます。

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	TEL		
		FAX	
住 所	〒		
必 要 書 類	見積書()通	請求書()通	納品書()通
送料の取扱	()単価に送料を含む ()単価と送料を2段書きにする (該当に○) 【指定用紙がある場合は、申込書とともにご送付下さい】		

●お申込方法

FAXにて、当協会本部または最寄りの各支部あてにお申込み下さい。

(注)沖縄地区は、本部へお申込みください。

●お問合せ及びお申込先

支部名	住 所	TEL	FAX
本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	(03)3433-1501	(03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さっけんビル	(011)231-4428	(011)231-6630
東 北 支 部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル	(022)222-3915	(022)222-3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	(025)280-0128	(025)280-0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル5F	(052)962-2394	(052)962-2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	(06)6941-8845	(06)6941-1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	(082)221-6841	(082)221-6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	(087)821-8074	(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	(092)436-3322	(092)436-3323

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

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。



発 刊 日

平成28年3月末

体 裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。

（複数冊の場合別途）

特 典

2016年版日本建設機械要覧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、2004年版、2007年版、2010年版及び2013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2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

2016年版 内容目次

- ・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・災害対策機械および除雪機械
- ・作業船
- ・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、情報化機器
- ・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、検査機器等

今後の予定

「日本建設機械要覧」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 2016年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	TEL		
	FAX		
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他（ ）		
必 要 事 項	見積書（ ）通 ・ 請求書（ ）通 ・ 納品書（ ）通 （ ）単価に送料を含む、（ ）単価と送料を2段書きにする（該当に○） お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

- ①官公庁：FAX（本部、支部共）
- ②民 間：（本部へ申込）FAX
（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）
- ※北海道支部はFAXのみ

（注）関東・甲信・沖縄地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部あてにお申込み下さい。

〔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	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さつけんビル	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 太陽生命仙台本町ビル5F	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	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	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 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	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	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

ご記入いただいた個人情報は、お申込図書の配送・支払い確認等の連絡に利用します。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いたしません）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（http://www.jcmanet.or.jp/?page_id=422）でご覧いただけます。

当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記口欄にチェック印を付けてください。

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

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2016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)版を発売いたしますので、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2016 電子書籍(PDF)版		建設機械スペック一覧表、 電子書籍(PDF)版
2	形態	電子書籍(PDF)		電子書籍(PDF)
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。	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・目次からのリンク ・各章ごと目次からのリンク ・索引からのリンク ・メーカーHPへのリンク		・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・メーカーHPへのリンク
9	予定販売 価格 (円・税込)	会員	54,000 (3年間)	48,600 (3年間)
		非会員	64,800 (3年間)	59,400 (3年間)
10	利用期間	3年間		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

平成28年5月末 HP: <http://www.jcmanet.or.jp/>

Webサイト 要覧クラブ

2016年版日本建設機械要覧およびスペック一覧表電子書籍(PDF)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、2004年版、2007年版、2010年版及び2013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2016年版を含めると1998年から2015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。

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



今後の予定

更に高機能の「日本建設機械要覧」の検索システム版も作成し、より利便性の高い資料とすべく準備しております。御期待下さい。

お問合せ先: 業務部 鈴木英隆 TEL: 03-3433-1501 E-mail: suzuki@jcmanet.or.jp

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 <http://www.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

当協会機関誌に掲載します。

★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

◆ 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

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され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

★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864円/送料別途)。
「建設機械施工」では、建設施工や建設機械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・建設機械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)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 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年に設立された公益法人です。国土交通省および経済産業省の指導監督のもと、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…

- 建設機械及び建設機械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応にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
- 附属機関として「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。

■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(個人:建設施工や建設機械の関係者等)、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の実施。
- ・機関誌「建設機械施工」をはじめ各種技術図書・専門図書の発行。
- ・建設機械と施工技術展示会“CONET”の開催。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。 etc.

■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
- ・建設機械図鑑
- ・建設機械用語集
- ・地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル
- ・建設施工における地球温暖化対策の手引き
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説 etc.

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！

<http://www.jcmanet.or.jp>

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【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

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。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書		
ふりがな		生年月日
氏名 (自署)		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 (ご希望の送付先を○印で囲んで下さい。)	
その他 連絡事項	平成 年 月より入会	

【会費について】年間 9,000円

- 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 http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表（平成 30 年 8 月現在）

消費税 8%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H30 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2018	6,480	5,508	700
2	H30 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 30 年度版	6,480	5,508	700
3	H30 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 30 年度版	10,800	9,180	900
4	H30 年 5 月	平成 30 年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	700
5	H29 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 29 年度版	10,800	9,180	900
6	H29 年 4 月	平成 29 年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	700
7	H29 年 4 月	ICT を活用した建設技術（情報化施工）	1,296	1,080	700
8	H28 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,240	2,160	700
9	H28 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2016	6,480	5,508	700
10	H28 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 28 年度版	6,480	5,508	700
11	H28 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 28 年度版	10,800	9,180	900
12	H28 年 5 月	平成 28 年度版 建設機械等損料表*	8,640	7,344	900
13	H28 年 3 月	日本建設機械要覧 2016 年版	52,920	44,280	700
14	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	250
15	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	700
16	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック（改訂 4 版）	6,480	5,502	700
17	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャーの変遷	3,240		250
18	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャーの変遷【CD】	3,240		700
19	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	700
20	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	700
21	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	700
22	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		700
23	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	3,456	2,880	250
24	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）*	1,029		250
25	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）*	5,142		250
26	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	700
27	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		700
28	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)	1,944		700
29	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
30	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）	6,480	6,048	700
31	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）	2,675	2,366	700
32	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		700
33	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		700
34	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		700
35	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル*	3,888	3,456	250
36	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	700
37	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	700
38	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	700
39	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	700
40	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	700
41	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック*	6,480		250
42		建設機械履歴簿	411		250
43	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	700
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄の「ご購入方法」の「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項を記入してお申し込みください。

※については当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄を参照下さい。

特 集

巻頭言

行政情報

特集・
技術報文

地域交通，スマートシティ， 自動運転

4 超スマート社会 Society 5.0 によるスマートシティ

柏木 孝夫 東京工業大学 特命教授・名誉教授，先進エネルギー国際研究センター長

5 地域公共交通活性化再生法に基づく取組と課題

酒井 達朗 国土交通省 総合政策局 公共交通政策部 交通計画課 課長補佐

12 コンパクト・プラス・ネットワークの取組に関する最近の動向

国土交通省 都市局 都市計画課

17 水素基本戦略の決定

水素社会の実現に向けた取組と課題

田場 盛裕 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギーシステム課
水素・燃料電池戦略室 課長補佐

木村 祐輝 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギーシステム課
水素・燃料電池戦略室 係長

23 宇都宮市が取り組む LRT 整備事業の紹介

ネットワーク型コンパクトシティの実現に向けて

宇都宮市 建設部 LRT 整備課

29 気仙沼線・大船渡線の BRT による復旧

大口 豊 東日本旅客鉄道㈱ 執行役員，総合企画本部 復興企画部長

34 新潟市における BRT と新バスシステム

持続可能な公共交通体系の構築を目指して

小林 久剛 新潟市都市政策部 都市交通政策課 新交通推進室 室長

39 鉄道廃線敷を活用した新交通（BRT）の導入

茨城県日立市での導入事例の紹介

佐藤 祐一 日立市都市建設部 参事補（兼）新交通推進課長

田所 邦友 日立市都市建設部 新交通推進課 副参事

広瀬 悠介 日立市都市建設部 新交通推進課 主事

45 マイカー空席「見える化」による過疎地の交通課題解決

天塩～稚内「相乗り交通」取り組み

齊藤 啓輔 天塩町 副町長

菅原 英人 天塩町 総務課 地方創生係 商工観光課 主任（実務担当）

50 スマートにエネルギーマネジメントするマイクログリッド技術

沼田 茂生 清水建設㈱ 技術研究所 エネルギー技術センター センター所長

54 柏の葉スマートシティ概要と我々の取り組み

エリアエネルギー管理システムを活用した柏の葉スマートシティの街づくりプロジェクトに参画して

戸辺 昭彦 ㈱日立製作所 社会イノベーション事業推進本部 アーバン＆ソサエティ推進本部 本部主管

長井 卓也 ㈱日立製作所 社会イノベーション事業推進本部 アーバン＆ソサエティ推進本部 担当部長

62 首都高速道路のスマートインフラマネジメントシステム i-DREAMs[®]

維持管理の大幅な生産性向上を実現

長田 隆信 首都高速道路㈱ 保全・交通部 点検・補修推進室 点検推進課 担当課長

68 都市交通の領域的整備に向けて

モーダルシフト促進への技術開発とその評価

大野 寛之 ㈱自動車技術総合機構 交通安全環境研究所 交通システム研究部 主席研究員

	73	ラストマイル自動走行の実証評価（石川県輪島市） 加藤 晋 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 知能システム研究部門 首席研究員 兼 端末交通システム研究ラボ長
	78	群馬大学における次世代モビリティの研究 自動運転とスローモビリティの社会実装 太田 直哉 群馬大学次世代モビリティ社会実装研究センター センター長・教授
	84	都市交通課題への交通シミュレーションの適用 交通検討からスマートシティのマネジメント技術へ 永田 尚人 ㈱熊谷組 技術本部 執行役員 本部長
投稿論文	90	ICT の活用による地盤改良工事の施工管理技術と施工機械 のモータ電流値に基づく N 値の推定 稲積 真哉 芝浦工業大学 工学部土木工学科 准教授 足立 有史 ㈱安藤・間 木付 拓磨 ㈱安藤・間 土屋 潤一 計測ネットサービス㈱ 舟橋 宗毅 明石工業高等専門学校 専攻科 学生
交流の広場	101	交通空間の地下化が都市に価値を生む 田島 夏与 立教大学 経済学部 経済政策学科 教授, Ph.D.
ずいそう	105	ドイツ駐在の思い出 余喜多 仁 コマツ開発本部 車両第二開発センタ 油圧ショベル第二開発グループ
	107	福井川橋梁を訪ねて 松嶋 憲昭 ㈱富士ビー・エス 顧問
JCMA 報告	108	平成 30 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その 2）
部会報告	115	デンカ(株) 青海工場見学会報告 機械部会 基礎工事用機械技術委員会
統計	117	建設企業の海外展開 機関誌編集委員会
	121	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
	122	行事一覧（2018 年 6 月）
	132	編集後記（中川・岡田）

◇表紙写真説明◇

普及が期待される新たな公共交通機関

写真提供：(独)自動車技術総合機構 交通安全環境研究所

LRT（Light Rail Transit：写真上）はヨーロッパで普及が始まり、自動車社会のアメリカ合衆国でも広がりつつある。日本でも栃木県の宇都宮市～芳賀町間で新設工事が始まり、本格的な普及が期待されている。小型低速モビリティ（写真下）は、本格導入に向けて各地で公道での実験が進んでいる。人口が密集する都市部でも、過疎と高齢化が進む地方でも「ラストワンマイル」の移動手段として注目されている。

2018 年(平成 30 年)8 月号 PR 目次
【ア】朝日音響㈱……………後付 1
【カ】カヤバシステムマシナリー㈱ 後付 6

コベルコ建機㈱……………表紙 2
【サ】サイテックジャパン㈱……………表紙 4
【タ】デンヨー㈱……………後付 3

大和機工㈱……………表紙 3
【マ】マルマテックニカ㈱……………後付 5
三笠産業㈱……………後付 4

㈱三井三池製作所……………表紙 3
【ヤ】吉永機械㈱……………後付 2

巻頭言

超スマート社会 Society 5.0 による スマートシティ

柏 木 孝 夫



超スマート社会 Society 5.0 は、サイバー層と物理層を高度に融合させたシステムにより人類がゆとりと豊かさを実感出来る社会と定義している。人類史における狩猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く、人間中心のネットワーク社会を指すものであり、日本が目指すべき未来社会の姿として 2016～2020 年までの第 5 期科学技術基本計画において提唱された。

その要は、最先端の技術を駆使して “System of Systems” の構築を目指すことにある。

これは、特定のシステムの構築のみで多様な課題を解決するのではなく、大きなシステムの枠組みの中に個別のシステム分野が内包され、相互関連しあって相乗効果を発揮するという考え方で、各種インフラから AI、エネルギーまであらゆるものを包含する概念である。

特にエネルギーシステムの観点から考えると、IoT (モノのインターネット)、ビッグデータ、AI (人工知能) に代表されるサイバー層と燃料電池・蓄電池・太陽光や風力発電、EV (電気自動車) や次世代型家電などを高度に制御し、IoS (サービスのインターネット化) を実現することにある。これまで我が国は車両に代表されるように “One of the Systems” は得意であったが “System of Systems” については諸外国に遅れを取っていた。Society 5.0 により、その遅れを一気に取り戻す可能性があるものと期待されている。

“System of Systems” が具体化されたイメージとしては、都市づくり、まちづくりが分かりやすいと思われる。ビルから工場、一般住居などの各種建屋があり、それら建築群には太陽光発電、蓄電池、熱電供給を行うコージェネレーションなどの仕組みが導入され、さらにはクルマや鉄道などの交通網も含めて IoT

や IoS で結びつくことで、さまざまなサービスや機能を提供するということである。すなわち、利便性、融通性が担保され、そして環境にやさしく長期にわたって維持・継続が見込まれる暮らし方、その実現が Society 5.0 の目指すところである。

車の技術革新では AI による自動運転と同時に、電化や水素利用も進む。ただ水素はインフラ整備がネックなので、当面はプラグインハイブリッド (PHV) が普及する。そうすると、蓄電池を設置したパーキングビルで利用者が PHV から電気を売ることもできる。電力自由化の中で、パーキングビルも仮想発電所として IoT に入り込んでいくだろう。

ライフスタイルの安全性、多様性を充足させるためにも、IoT や AI などのサイバー層と、インフラ設備や乗り物の物理層を一体化させることで、人間中心の社会を構築する必要がある。たとえば、現在 E-モビリティの波が急激に進み、クルマ自体がセンサーの塊になると、そこに自動運転技術があいまって、いずれは運転せずとも寝ている間にクルマが目的地に運んでくれるという世界が実現するかもしれない。運転するクルマから運んでくれるクルマへ、今われわれは次の社会の姿が実現される、その大きな転換期を迎えようとしているわけである。これはまさに、サイバー層と物理層が融合した一例だといえるだろう。

このように後世につながるゆとりと豊かさのある暮らし方、それが “超スマート社会” である。世界は一樣にこの社会の実現を目指しているため、日本も日本の良さを生かした社会を構築していかななくてはならない。

——かしわぎ たかお 東京工業大学 特命教授・名誉教授、
先進エネルギー国際研究センター長——

行政情報

地域公共交通活性化再生法に基づく取組と課題

酒井 達朗

持続的に地域の移動手段の確保及び維持を図っていくためには、地域全体で主体的に取り組むことが重要である。このため、国においては、平成19年に地域公共交通活性化再生法を制定し、平成26年の改正等を経て、地方公共団体が主体となり、地域の関係者が一体となって、持続可能な地域公共交通ネットワークの形成を図っていくことを支援する枠組みを構築している。本稿では、地域公共交通活性化再生法の制定に至った経緯を振り返ると共に、現在地域公共交通が抱える課題やそれに対する今後の対応の方向性について、昨年6月に「地域公共交通の活性化及び再生の将来像を考える懇談会」においてとりまとめられた提言を踏まえて解説していきたい。

キーワード：地域公共交通、地域公共交通活性化再生法、コンパクト・プラス・ネットワーク

1. はじめに

地域公共交通は、地域住民や来訪者の移動手段であるのみならず、まちの賑わいの創出や国内外の観光客を含む地域内外の交流人口の増加などを通じ、様々な面から地域経済を支えているものである。

しかし、モータリゼーションの進行や都市のスプロール化に伴い、移動手段としての公共交通の位置づけは、特に地方都市や過疎地域などにおいて、顕著に低下してきている。鉄道・乗合バス事業者などの交通事業者が不採算路線から撤退するなど、輸送人員の減少やサービス水準の低下が見られ、そうしたサービス水準の低下がさらに利用減を招くという悪循環に陥る例が少なくない。

このような地域公共交通の状況に対処するべく、平成19年に「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律」（以下「地域公共交通活性化再生法」という。）が制定され、市町村が中心となって地域公共交通の活性化及び再生に取り組む枠組みが創設された。その後、平成26年に同法が一部改正され、まちづくりや観光振興などの地域戦略と連携しつつ、面的に地域公共交通ネットワークを再構築するための枠組を強化しており、各地で取組が進められている。

本稿では、地域公共交通活性化再生法の制定に至った経緯を振り返ると共に、現在地域公共交通が抱える課題やそれに対する今後の対応の方向性について、昨年6月に「地域公共交通の活性化及び再生の将来像を

考える懇談会」においてとりまとめられた提言を踏まえて解説していきたい。

2. 地域公共交通とまちづくりの連携の重要性

我が国では、少子化と高齢化が進行し、特に地方部において、今後急速に人口が減少していくことが予想されている。加えて、過去40年あまりの地方都市における人口の動向を見ると、人口増加とともに郊外部の開発が進展するなど、市街地の拡大が進んでおり、三大都市圏及び政令指定都市を除く県庁所在地においては、1970年から2010年までにDID面積¹は2倍以上に拡大している。

今後、このように拡散した市街地を抱えたまま人口が減少することとなれば、ますます市街地の低密度化が進み、その結果、市民の日常生活を支える都市機能の維持が困難となることで都市の衰退が進行してしまうおそれがある。

このような背景も踏まえ、国土交通省では2050年を見据えた長期的な国土づくりの理念を示す「国土のグランドデザイン2050」において、コンパクト・プラス・ネットワークの考え方を提示している。これは、

¹ 人口集中地区（DID）の設定に当たっては、国勢調査基本単位区及び基本単位区内に複数の調査区がある場合は調査区（以下「基本単位区等」という。）を基礎単位として、1）原則として人口密度が1平方キロメートル当たり4,000人以上の基本単位区等が市区町村の境域内で互いに隣接して、2）それらの隣接した地域の人口が国勢調査時に5,000人以上を有するこの地域を「人口集中地区（DID）」とした。

地域構造を「コンパクト」(機能集約) + 「ネットワーク」(拠点間連携) という考え方に基づいて捉え、国全体の生産性、機能性、居住性の向上を目指した取組を進めていくという考え方である。すなわち、人口減少が進む中、行政や医療・介護、福祉、商業、金融、エネルギー供給等生活に必要な各種サービスが効率的に提供できるよう、これらの機能を一定の地域に集約することで「まとまり」をつくり、交通や情報ネットワークによって「まとまり」同士を結ぶ「つながり」をつくることを意味している。

このようなコンパクト・プラス・ネットワークの考え方において、交通政策は、都市の集約化といった都市政策と同様に非常に重要なものと位置付けられるのである。

3. 地域公共交通活性化再生法の枠組

(1) 法制定までの経緯

先述したように、モータリゼーションの急速な進行等に伴い、公共交通機関の利用は地方部を中心に徐々に減少が見られ、こうした需要の減少を受けて、交通事業者のみの力では、多くの路線の維持が困難となっていた。また、制度面でも 1990 年代後半から 2000 年代前半の規制緩和の流れに沿って、交通分野においても需給調整規制が廃止されたことで、路線の廃止等についても届出制となり、交通事業者の経営判断に委

ねる形となった。

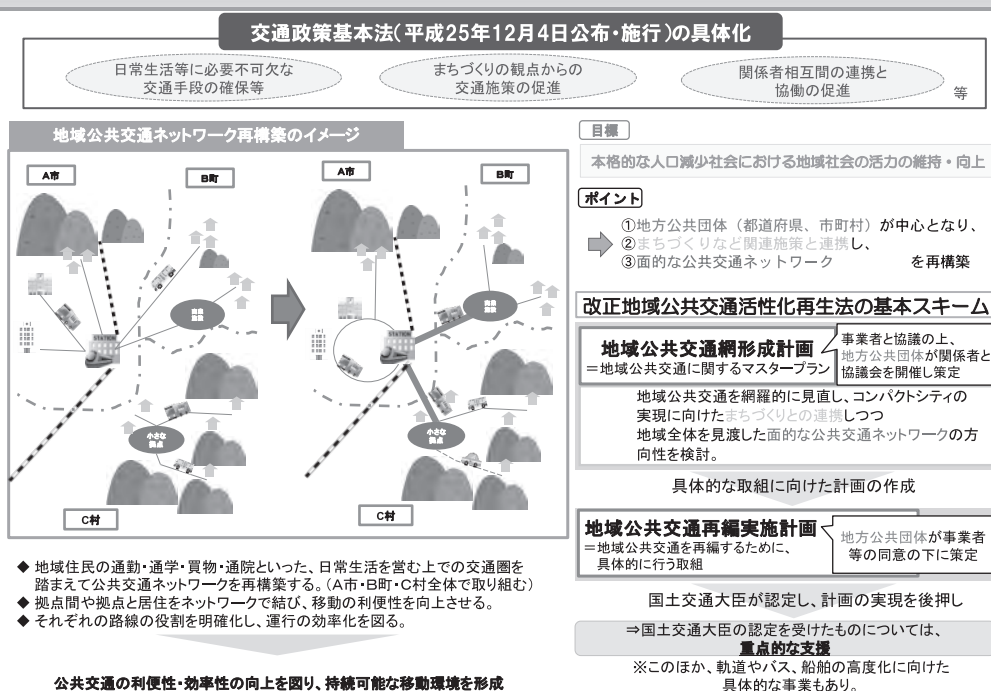
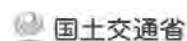
しかし、交通事業者のみの判断では、事業採算性は低くとも地域にとって必要な地域公共交通サービスを確保していくという観点から課題を生じることとなり、何らかの対応の必要に迫られた。その方策として、地域公共交通の問題を、地域の課題として捉え、地域が自ら主体的に取り組んでいくという制度設計が示されることとなった。

それが、「地方公共団体が先頭に立ち、地域の多様な関係者の協働の下、地域公共交通の活性化及び再生を図る取組を一体的に推進する」という理念の下に、平成 19 年に制定された、地域公共交通活性化再生法である。

(2) 法の理念

地域公共交通活性化再生法は、上記の制定経緯も踏まえ、民間事業者による事業運営に多くを依存してきた従来の枠組みから脱却し、総合行政を担う市町村が幅広い施策の中に地域公共交通を位置づけて取組を進めるための枠組みを定めた。制定当初は、「地域公共交通総合連携計画」による計画制度を中心とし、これにより、地方公共団体が中心となって地域公共交通の活性化及び再生に取り組む土壌の形成を図ることとした。こうした取組は、平成 26 年度までに作成された「地域公共交通総合連携計画」の数が 601 件に上るなど、一定の成果を挙げてきた。しかしながら、期待されて

改正地域公共交通活性化再生法(平成26年5月成立)の概要



図－1 改正地域公共交通活性化再生法（平成 26 年 5 月）の概要

いた広い視野で交通体系を捉え直す施策や、地域戦略と一体となった施策等が含まれる計画は少なく、例えば民間バスの廃止路線をコミュニティバスで代替するといった個別的・局所的な取組にとどまる計画が多くを占めるなど、制度として改善すべき問題点・課題が浮き彫りになった。こうした課題を克服するべく、平成26年に同法を一部改正し、地域が主体となって地域の公共交通ビジョン「地域公共交通網形成計画」を作成し、これを実現していくための新たな制度を創設した。主な改正のポイントは以下の3点である（図—1）。

- ・地域公共交通の活性化及び再生に向けた取組と、まちづくりや観光振興などの地域戦略との一体性の確保を求める。
- ・地域全体の公共交通をネットワークとして総合的に捉え、「面的」に再構築することを求める。
- ・計画の作成主体について、従来の市町村に都道府県を追加し、市域を跨ぐ広域での検討を可能とする。

さらに、作成したビジョンを実現するために必要な場合には、具体的な事業の細目を盛り込んだ「地域公共交通再編実施計画」を作成する制度が設けられ、国土交通大臣の認定を受けた場合には、支援策の拡充（要件緩和や補助率の嵩上げ）や関連事業に関する手続きの簡素化等が受けられることとした。

（3）地域公共交通網形成計画の策定状況

地域公共交通網形成計画は、平成30年5月末時点で既に418件作成されている。これは当初の予想を超えており、現在もその数は着実に増加している。計画の作成主体は政令指定都市から小規模な町村まで幅広く、また計画の内容も様々であるが、それぞれが置かれた状況を踏まえた「身の丈に合った」計画の作成を通じ、持続可能な地域公共交通ネットワーク形成に向けた取組が進められている。

この中には、交通ネットワークの広がりに応じて、複数市町が連携して作成した計画（例：滋賀県彦根市・愛荘町・豊郷町・甲良町・多賀町）や、県と市町が連携して作成した計画（例：佐賀県・唐津市・玄海町）も見られ、交通ネットワークを面的に広く捉えるという平成26年度の改正法の趣旨が反映された例と言える。

（4）地域公共交通再編実施計画の認定状況

地域公共交通再編実施計画については平成27年8月に認定を受けた岐阜市を皮切りに、これまで23件（平成30年5月末時点）を認定している。認定にあつ

ては、作成する地方公共団体からの相談に対応し、適宜意見交換を行いながら作業を進めるとともに、再編の効果を確保するため、公共交通機関の「面的」な再編がしっかり検討され織り込まれているか、また利便性と効率性の双方が向上すると見込まれるか、といった点を重視して、認定を行っている。

4. 地域公共交通活性化再生の将来像を考える懇談会の設置

（1）懇談会設置の経緯

地域公共交通活性化再生法の制定から平成28年で10年となることを踏まえ、これまでの10年間を振り返るとともに、今後10年を見据えた中長期的な視野から考えられる取組の方向性について、様々な観点から議論を行うことを目的として、平成28年6月に「地域公共交通の活性化及び再生の将来像を考える懇談会」を設置した。同懇談会では、平成29年7月に「地域公共交通の活性化及び再生の将来像を考える懇談会提言 ～次の10年に向かって何をなすべきか～」（以下「提言」という。）をとりまとめ、公表している（図—2）。

（2）活性化再生法制定からこれまでの10年

提言においては、この10年で、地域公共交通網形成計画や地域公共交通再編実施計画の策定を通じ、地域公共交通の課題に正面から取り組む地域が増えつつあり、地域公共交通活性化再生法の成果は着実に上がってきていることを評価している。しかし、その一方で、地方公共団体の中には地域交通の担当者が存在しないところもあるなど、体制の不備のため取組に着手すらできていない地域も未だ多く、地域間の格差が拡大している実情について、あわせて指摘している。

また、地方公共団体のみならず、交通事業者及び地域住民というそれぞれの主体についても、自らの地域公共交通の問題を十分認識していない、又は認識していても問題を解決する実行力が不足している、ということを指摘し、地域全体となって主体的な取組を進めべき地域公共交通の課題のひとつとしている。

各主体が課題をしっかりと認識し、地域全体の問題として捉え、地域の実情に合った交通体系の構築に協力して取り組んでいくことの必要性を強調している。

（3）地域公共交通のこれからの10年

地域公共交通は、域内外の人の移動を支える役割を持つため、地域経済を支える機能、交通渋滞や環境負

地域公共交通の活性化及び再生の将来像を考える懇談会 提言概要

今後10年を見据えた中長期的な視野から、地域公共交通の活性化・再生の取組の方向性について提言

活性化再生法制定からこれまでの10年とこれからの10年

- 2007年の法制定後、2014年の法改正を行った結果、網形成計画の策定等に正面から取り組む地域が増えつつある一方で、取組に着手もできていない地域もまだ多く、地域間の格差が拡大。
- 今後10年で人口動態の変化、技術革新の進展等が予想される中、まだまだやれることがあるという意識を持って、活性化再生法による地域主体で取り組むという枠組みの下、それぞれの地域の実情に応じた「あるべき姿」を目指して、地域公共交通に関わる各主体が期待される役割を果たすことが望まれる。

地域公共交通を活性化・再生するための今後の方向性 【別紙参照】

- ✓ 地域公共交通ネットワークの形成のあり方
～交通圏全体を見据えた再構築、地域の実情にあったネットワークの形成、効率性の高い地域内交通ネットワークの形成～
- ✓ 利便性の向上、需要の創出 ～情報提供の充実、施設・設備の改善、データに基づく運行改善、域内外の需要創出、サービス提供の多角化～
- ✓ 運転者不足、車両の老朽化、自動運転、高齢者の移動手段

各主体に期待される今後の取組

交通事業者の経営力の強化

- ◆ 経営の革新
地域単位の経営集約化の事例や、持株会社の下で地域を超えた複数の企業が経営統合する事例など、企画機能強化に繋がる体質改善を進めている事業者もあり、経営意識を改革し、企画機能の向上・維持・回復が必要。
交通事業者自身の生産性向上や、増収策も重要であり、乗降データ等に基づく路線やダイヤの見直し、スクールバス等の一本化、貨客混載の活用等が必要。
- ◆ 地方公共団体や住民との協働
- ◆ 地域内の需要の拡大
- ◆ 域外からの旅客の誘致
- ◆ 地域密着サービスによる多角化

地方公共団体の交通政策の実行力の向上

- 活性化再生法によって、地域の公共交通ネットワークの形成は、地方公共団体が主導することとなったが、一部の地方公共団体では、そもそも交通担当の部局が無いなど、地域公共交通に対する意識が充分でない事例も見受けられることから、地方公共団体が交通政策への取組を強化し、地域公共交通のビジョンを持って、協議会の運営も含め、地域公共交通の活性化の取組を牽引することが必要であり、実行力の向上も含め、以下のような取組が必要である。
- ◆ 担い手の充当・育成
 - ◆ 地域公共交通の必要性と実態の認識
 - ◆ 地域活性化を視野に入れた対策推進

地元住民の意識改革と主体的な参画

- ◆ 地元住民が地域公共交通の重要性について明確に認識
- ◆ 「乗って残す」必要があるという自覚をもって、自ら地域公共交通を積極的に利用
- ◆ 学校、企業、事業所でのMMの実施
- ◆ 利用者たる住民自らが「マイレール」「マイバス」意識を持って、地域内交通の企画・運営に参画

国→各主体の後押しと環境整備

- ◆ 交通事業者の経営力強化
近年のホールディング化、経営統合、公営交通の民営化などの事例を踏まえ、その効果等を検証した上で、今後の地域公共交通の担い手にふさわしい経営組織のあり方等について議論を深め、経営力の強化等を後押しするための施策について検討する。
 - ◆ 地方自治体の実行力の向上
大学との連携、本省や運輸局によるセミナー・研修の更なる充実やオンライン講座の実施など、地方公共団体の職員が必要な知識を習得しやすい環境づくりに取り組む。
 - ◆ 住民の理解の促進
地域公共交通の重要性について、住民に対する啓発活動を強化する。
- ◆ 自動運転の推進とその円滑な実装、貨客混載の促進、地方公共団体との連携強化、交通事業者と地方公共団体の間の協議の仲介、協議会の現場での積極的な支援、他部局・他省庁との積極的な連携

地域公共交通を活性化・再生するための今後の方向性

地域公共交通ネットワークの形成のあり方

- ◆ 交通圏全体を見据えた再構築
将来的な地域ビジョンを明確にしながら、交通圏全体を見据えた地域公共交通ネットワークの検証・再構築が必要。需要動向を見据えた上でふさわしい交通モードの選択を図ることが重要であるとともに、利便性と効率性のバランスを見つつ持続可能性の向上を図る必要。土地利用などコンパクトシティへの取組を支えつつ、誘導する必要。
- ◆ 地域の実情にあったネットワークの形成
路線が果たすべき役割を明確にし、地域の実情にあわせて路線の強化、需要に応じた運行形態、輸送力や運行頻度の設定やその他きめこまやかな地域内交通サービスの提供を行う必要。また、乗り継ぎ時の利便性とわかりやすさの確保が重要。
- ◆ 効率的で生産性の高い地域公共交通ネットワークの形成
重複する路線の設定のような非効率が生じないよう、ネットワーク全体での利便性と効率性の向上を図る必要。スクールバス等の一体化も必要。

公共交通の利便性の向上、需要の創出

- ◆ 情報提供の向上による利便性向上
経路検索等の全国網羅的な情報提供の実現とともに、地域の公共交通マップ等の地域の情報提供の充実を促進する必要。
- ◆ 施設・設備の改善による利便性向上
病院やスーパー、観光施設や「道の駅」等にバス停を設置したり、上屋やベンチを整備することにより、快適な待合環境を実現する必要。
- ◆ データの収集、共有、分析、活用
様々な手法を活用して旅客の移動データを収集、共有するとともに、データを活用して運行や経営の改善に役立てる必要。
- ◆ 地元需要の拡大
地域公共交通の潜在的な利用者や確実な需要が見込まれる層の取り込みが必要。
- ◆ 域外からの旅客の誘致
観光資源を活用した需要創出のため、公共交通を利用した観光ルートの情報提供が必要。
- ◆ 地域に密着したサービスの提供による多角化（「生活総合サービス」化）
旅客運送と併せて実施可能な様々なサービスを提供する「生活総合サービス」化や、貨客混載が重要。

運転者不足、車両の老朽化、自動運転、高齢者の移動手段

- ◆ 運転者確保のための取組
福利厚生面も含めた待遇改善、短時間勤務制度の導入、女性の活用など志望者・採用者増加に向けた取組のほか、限られた人的資源を有効に活用するための貨客混載やスクールバス等の一体化。
- ◆ 車両更新促進や新たな車両の開発普及のための取組
地方公共団体による車両の保有（上下分離）の促進、利用者のニーズに合致した新たな車両の開発・普及。
- ◆ 自動運転への対応
市街地や過疎地、観光地等の地域特性に応じた自動運転の実証実験を通じて、持続可能なビジネスモデルの検討。
- ◆ 高齢者の移動手段の確保
網形成計画を策定する際に高齢者の移動手段の確保に留意。

図一 「地域公共交通の活性化及び再生の将来像を考える懇談会」 提言概要

荷の緩和、地域住民の健康増進、都市機能の骨格を形成する機能などの分野横断的な機能を発揮することが可能であり、地域社会全体の活力の維持・向上のための重要な要素として捉えるべきものである。しかしながら、このような地域公共交通の役割は広く認識されているとはいいがたく、提言では、これからの10年の方向性として、地域主体で取り組むという枠組みの下、こうした地域公共交通の多面的な役割を踏まえ、地域の実情に応じた「あるべき姿」を目指し、「まだまだやれることはある」という発想で、各主体が役割を果たすことが重要である、と示している。

5. 提言内容

(1) 概要

3. において述べた認識を踏まえ、提言は、今後10年を見据えた望ましい地域公共交通のあり方とその課題として、有機的に結合した、使いやすい地域公共交通ネットワーク、新技術やICTを活用した便利で安定したサービス、関係者が相互に連携し主体的に参画する取組といったビジョンを掲げつつ、そのために解決すべき課題を整理し、「地域公共交通を活性化・再生するための今後の方向性」とその実現のために果たすべき「地域公共交通に関わる各主体の役割」の2本の柱でとりまとめている。以下にその概要を解説する。

(2) 地域公共交通を活性化・再生するための今後の方向性

(a) 地域公共交通ネットワークの形成のあり方

あるべき地域公共交通ネットワークの形成のためには、必要なネットワークの方向性を見据えた上で、その形成又は再構築のために何が必要かを地域全体で共有し、面的な検討と再構築を図る必要がある。

このため、提言では、まず、将来的な地域ビジョンを明確にしながら、交通圏全体を見据えた地域公共交通ネットワークの検証・再構築が必要であることを指摘している。

具体的には、

- ・需要動向を見据えた上で、ふさわしい交通モードの選択を図ることが重要であるとともに、利便性と効率性のバランスを見つつ、持続可能性の向上を図る
- ・都市機能の配置や土地利用等コンパクトシティへの取組を支えつつ誘導するという機能を果たすためにも、都市・交通の両面から望ましいコンパクト・プラス・ネットワークを実現することが必要であるとされている。

また、地域公共交通ネットワークは、地域の実情にあったネットワークである必要がある。そのため、路線が果たすべき役割を明確にし、地域の実情にあわせて路線の強化、需要に応じた運行形態、輸送力や運行頻度の設定、その他きめこまやかな地域内交通サービスの提供を行う必要性や、乗り継ぎ時の利便性（ダイヤの接続強化や運賃の通算化等）とわかりやすさ（動線の整理や案内表示等）の確保の重要性も合わせて指摘されている。

一方で、単に利便性が高いだけでなく、効率的で生産性の高い地域公共交通ネットワークの形成を図ることもネットワークの持続性を高める上で必須であるとされ、重複する路線設定のような非効率が生じないように、関係する主体間で情報を共有し、ネットワーク全体での利便性と効率性の向上を図る必要があるとしている。また、スクールバスや病院送迎バス等の、路線バスへの一本化や、逆にこれらのバスへの一般客の混乗等の手法により、運転者・車両等の限られた資源の有効活用と利便性の向上の双方を両立させることが望ましいことも指摘されている。

(b) 公共交通の利便性向上と需要創出

公共交通の利便性向上と更なる需要の創出も、需要の減少とサービス水準の低下という悪循環に陥りがちな地域公共交通の活性化と再生のために必要なものであり、提言で示された柱のひとつである。

利便性向上のためには、まずは公共交通機関に関する情報提供の促進や施設・設備の改善、データ活用を進めることが重要となる。情報提供面では、経路検索等の全国網羅的な情報提供の実現とともに、公共交通マップの作成・配布等の地域での情報提供を充実することが挙げられている。施設整備面では、病院やスーパー、観光施設や「道の駅」等へバス停を設置することや、上屋やベンチの整備で快適な待合環境を実現すること等が掲げられている。

併せて、様々な手法を活用した旅客の移動データの収集・共有、データを活用した運行や経営の改善といった取組が、それぞれの地域の実情に応じて必要となることが指摘されている。

需要の創出については、これまで公共交通を利用していなかった層を取り込むことで、人口減少が進む中でも需要を維持・創出する工夫が必要となってくる。そのため、提言においては、学生・高齢者といった確実な需要が見込まれる層に加え、今は地域公共交通を利用していなくても潜在的な需要が見込まれる層を取り込むことが必要であることが指摘されている。また、観光資源に着目し、公共交通を利用した観光ルー

トについて情報提供を行い、域外から旅行客を呼び込むことも重要な手法として指摘されている。さらには、通常の旅客運送に併せて、地域のニーズに応じ買い物・病院予約代行や高齢者の見守りサービス等、様々なサービスを提供する「生活総合サービス」化や、貨客混載について対応することの可能性が示されている。

(c) 新たな課題への対応

今後10年を見据える上で、社会経済情勢や技術革新による新たな課題が地域公共交通にも多大な影響を及ぼすと予測され、これら新たな課題への対応が地域公共交通の今後の取組の中でもうひとつの大きな柱となる。

新たな課題のひとつとしては、運転者確保が挙げられる。社会全体で人手不足が大きな課題となっている中、交通事業の労働環境は総じて厳しく、運転者不足は深刻な状態にある。このため、福利厚生面も含めた待遇改善、短時間勤務制度の導入、女性の活用など志望者・採用者増加に向けた取組の他、限られた人的資源を有効に活用するための貨客混載やスクールバス等の一体化が必要になってくると提言では指摘されている。

また、地域公共交通は、車両についても問題を抱えている。全国的に車両の老朽化が進み、都市部では15年以上、地方部では25～30年車齢の車両が使用されており、車両故障や火災事故の発生が懸念されている。これを解決するための取組として、提言では、地方公共団体による車両の保有(上下分離)の促進や、利用者のニーズに合致した新たな車両の開発・普及の促進が望まれるとしている。

交通分野における様々な技術革新も対応すべき課題のひとつである。特に、自動運転技術の進展は著しいが、市街地や過疎地、観光地等によって、その活用形態は異なると考えられるため、提言においては、地域特性に応じた自動運転の実証実験を通じて、持続可能なビジネスモデルを検討する必要について言及されている。

さらに、社会全体の課題として高齢化が進展していく中で、高齢者のニーズに即した移動手段の確保についても一層重要となってくる。高齢者の移動ニーズに合わせた公共交通の利用促進を図るだけでなく、公共交通を補完する移動手段の確保も必要であることも意識する必要があるとしている。

(3) 地域公共交通に関わる各主体の役割

地域公共交通が抱える課題を解決するため、制度面

では地域公共交通活性化再生法により、地域公共団体が中心となって各主体が連携する枠組みがすでに整備されている。この枠組みを活用し、真に有効な取組を行うためには、地域公共交通に関わる交通事業者、地方公共団体、地域住民が、それぞれの立場で公共交通への理解を深め、自らの役割を自覚し、その実行力を高めていくことが必要である。提言においても、各主体が果たすべき役割をとりまとめている。

(a) 交通事業者の経営力の強化

我が国においては、交通事業者が地域公共交通を支える極めて重要な役割を担ってきた経緯があるが、経営状態の悪化に伴う企画部門の縮小等で、経営力が減衰してしまっている事例も多く見受けられる。事業者には、経営力の強化を通じて、効率的で質の高いサービスを提供することにより、地域に密着した企業として活躍していくことが望まれている。

提言は、その実現のためには地域での経営の集約化や、外部からの経営人材の登用等を通じた企画機能の向上や、潜在需要の掘り起こし、域外からの旅客の誘致や地域に密着したサービスの提供による多角化等を進めて行くことが必要であると指摘している。

(b) 地方公共団体の実行力の向上

地域公共交通活性化再生法によって、地域の公共交通ネットワークの形成は、地方公共団体が主導することとなったが、一部の地方公共団体では、そもそも交通担当の部局が無い等、地域公共交通に対する意識が充分でない事例も見受けられる。

こうした現状を打開するため、提言では地方公共団体が担い手の充当・育成に力を入れることや、担当者が地域公共交通の重要性や実態について正しく認識できるように、対処の必要性等を周知することが重要であるとしている。また、地域公共交通を地域の活性化策として位置づけ、地方行政の重要な目的を果たす重要なツールであるとの認識を持って、対策に取り組むことが必要であると指摘している。

(c) 利用者となる地元住民の意識改革

地域公共交通の活性化・再生のためには、利用者たる住民が、地域公共交通は「乗らなければ無くなる」ものであり、「乗って残す」必要があるということを実感し、自分自身の問題であると認識すること、さらには主体的にその維持・改善の取組に参画することが重要である。

そのため提言においては、利用者たる住民自らが「マイレール」「マイバス」意識を持ち、利用の促進や運営への継続的な参画を進める重要性を説いているほか、協賛金や広告獲得等、運賃収入以外の多様な収入

源の開拓への参画についても言及している。

(d) 国の果たすべき役割

提言は国に対し、交通政策基本法の理念を踏まえつつ、関係者の取組の支援に取り組むとともに、課題解決に向けた制度面、環境面での施策を進めるよう求めている。

上述した交通事業者の経営力の強化を後押しするほか、自動運転技術の実装など新たな技術の円滑な活用や、貨客混載を通じた既存資源の有効活用と生産性の向上など、関係者の取組支援や環境整備等について取り組むべき課題が列挙されている。

また、各主体が公共交通への理解を深め、自らの役割を自覚しその実行力を高めていけるよう、情報提供の強化やマニュアルの充実、データの共有、人材育成の推進といった分野横断的な支援を強化することの重要性に加え、地域における取組への積極的参画、関係者間の連携が円滑に進むような側面支援の必要性についても言及している。

こうした指摘を受け、国としても、各主体や他省庁との連携強化や運用改善、予算による各主体に対する支援等、様々な角度から取組を進めて参りたい。

6. 今後の支援

民間事業者を中心とする従来の枠組から脱却し、地域が自らの地域公共交通の課題に主体的に取り組むという枠組みを提供した地域公共交通活性化再生法は、その後の各地における取組の進展を見る限り、構造の転換に概ね成功したと言ってよいと考える。今後は、本制度を十分に活用し、各地における取り組みをさらに推進していくことが肝要である。

そのためには、計画策定主体として主導権を握る地方公共団体をはじめ、交通事業者、利用者たる住民等の関係者がそれぞれの役割をしっかりと認識した上で、地域公共交通の計画策定やその運営に積極的に参加していくことが重要である。

既に述べたように、取組を進めている地域と、必要性に気づかず未着手のままとなっている地域との間の格差は確実に広がっている。手遅れにならないうちに早期着手するよう関係者を支援していくことも国の責務と考えており、今後一層、取組が進むよう、推進してまいりたい。

JICMA

[筆者紹介]

酒井 達朗 (さかい たつお)

国土交通省

総合政策局 公共交通政策部 交通計画課
課長補佐



行政情報

コンパクト・プラス・ネットワークの取組に関する最近の動向

国土交通省 都市局 都市計画課

市町村のコンパクト・プラス・ネットワークの形成に向けた取組を推進するため、平成26年8月に改正都市再生特別措置法の施行、及び立地適正化計画制度が創設され、既に161都市が立地適正化計画を公表している。本稿は、立地適正化計画制度創設の経緯や作成状況等を紹介するとともに、コンパクト・プラス・ネットワークに向けた最近の動向・取組についても併せて紹介する。

キーワード：コンパクト・プラス・ネットワーク、コンパクトシティ、立地適正化計画

1. はじめに

(1) 都市の現状と課題

多くの地方都市では、これまで郊外開発が進み市街地が拡散してきたが、今後は急速な人口減少が見込まれている。拡散した市街地のままで人口が減少し居住地の人口密度が低下すれば、一定の人口密度に支えられてきた医療・福祉・子育て支援・商業等の生活サービスの提供が将来困難になりかねない状況にある。また、大都市では、高齢者が急速に増加する中で医療・介護の需要が急増し、医療・福祉サービスの提供や地域の活力維持が満足にできなくなることが懸念される。さらに、人口減少・高齢者の増加という人口動態の変化に加え、大都市、地方都市を問わず多くの都市では、社会資本の老朽化が急速に進展し、維持管理費・更新費の増大が見込まれることから、その対応もあわせて求められている。

このような状況下で、高齢者や子育て世代にとって安心して暮らせる健康で快適な生活環境を実現するとともに、財政面・経済面においても持続可能な都市経営を推進するためには、医療・福祉・商業等の生活サービス機能や居住が集約したコンパクトな都市構造への転換を図っていくことが必要である。

(2) コンパクトシティ政策への転換までの経緯

高度経済成長期以降、日本の都市政策は、都市への急速な人口流入と無秩序な市街地の拡大に対応して、郊外部での計画的な市街地整備と開発圧力のコントロールに主眼が置かれてきた。こうした人口の増加を前提とした都市の拡大への対応から転換し、都市の内側に目を向け始める端緒となったのが、平成9年の都

市計画中央審議会基本政策部会の中間とりまとめ「今後の都市政策のあり方について」である。当時、地方の小規模の都市では既に人口減少が始まりつつある状況で、都市政策はこの頃から「人口の減少」を前提としたものに舵を切り始めたと言える。

その後、人口減少への対応の必要性が叫ばれる中で、平成15年の社会資本整備審議会の答申「都市再生ビジョン」には「市街地のコンパクト化」や「都市機能の集積」という言葉も使われるようになった。平成18年の大規模集客施設の立地制限などを措置した、いわゆる「まちづくり3法の見直し」や、平成24年の都市の集約化等により都市の低炭素化を図る、都市の低炭素化の促進に関する法律の制定を経て、「集約型都市構造」への転換に向けた議論が本格化し、平成26年8月に改正都市再生特別措置法が施行され「立地適正化計画制度」が創設された。これは、都市計画法を中心とした従来の土地利用に加えて、居住機能や都市機能の誘導によりコンパクトシティ形成に向けた取組を推進するものである。

(3) コンパクトシティのねらい

都市のコンパクト化は、居住や都市機能の集積による「密度の経済」の発揮を通じて、住民の生活利便性の維持・向上、地域経済の活性化等の具体的な行政目的を実現するための有効な政策手段である。コンパクトシティが形成されることで、例えば、

- ・居住を公共交通沿線や日常生活の拠点に緩やかに誘導し、人口集積を維持・増加させ居住と生活サービス施設との距離を短縮することにより、生活サービス施設の立地と経営を支え、住民の生活利

便性を維持する。

- ・訪問介護において、まちなかへの人口の集積と介護事務所の立地が進むことで、時間当たりのサービス提供件数が増加するとともに、移動に伴うコストが減少し、サービス提供の効率性及び事業者の生産性が向上する。
- ・拠点となる地区周辺の人口集積を高めることにより、当該拠点地区における商業等の売り上げが向上し、経済が活性化する。
- ・行政サービスの効率化が図られ、市民一人当たりの行政経費が縮減する。
- ・まちなかの土地利用が増進し、地価が維持され固定資産税収が確保される。
- ・高齢者の外出機会、市民の歩行量が増加し、健康な住民の増加や医療費の抑制が見込まれる。
- ・人口密度が高まることにより、一人当たりの二酸化炭素排出量が減少する。

といった効果が考えられる。

コンパクトシティの形成に向けた検討においては、これまで人口減少、財政事情の悪化等への対応として「守り」の側面を強調して説明されてきているが、「賢い」土地利用により人口密度を維持することで生産性向上等「稼ぐ力」の引き出しや「健康寿命延伸」等都市の課題解決に対して「攻め」の対応で貢献する施策であることに着目し、都市が抱える様々な課題の解決に向けて取り組んでいくことが重要である。

(4) コンパクトシティ政策の国における位置づけ

コンパクトシティ政策は、前述した多面的な効果が期待され、経済成長、財政健全化、地方創生、社会資本整備の重点化等、政府の多様な重要政策課題への処方箋として、下記のとおり政府の各種方針に位置づけられており、その効果を大きく期待されているところである。

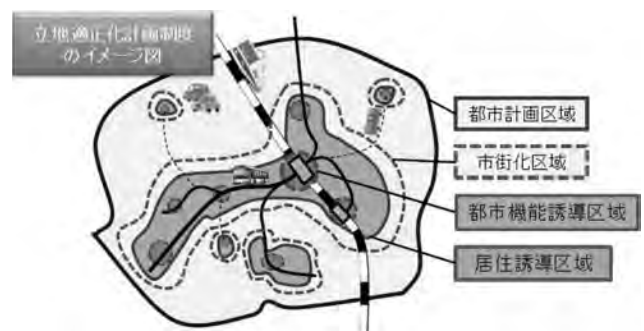
- 「経済財政運営と改革の基本方針 2018」（骨太方針）（平成 30 年 6 月 15 日閣議決定）
- 「未来投資戦略 2018」（成長戦略）（平成 30 年 6 月 15 日閣議決定）
- 「まち・ひと・しごと創生基本方針 2018」（平成 30 年 6 月 15 日閣議決定）
- 「第 4 次社会資本整備重点計画」（平成 27 年 9 月 18 日閣議決定）
- 「健康・医療戦略」（平成 26 年 7 月 22 日閣議決定、平成 29 年 2 月 17 日一部変更）
- 「国土形成計画（全国計画）」（平成 27 年 8 月 14 日閣議決定）

2. 立地適正化計画制度の創設

(1) 立地適正化計画制度について

立地適正化計画制度は、市町村の自主性に基づき設定された居住誘導区域や都市機能誘導区域について、国の税財政上の支援措置等を通じて、区域内における施設の整備、居住や都市機能の集約等を緩やかに誘導していくものである。計画の検討・実施過程を通じて、今後のまちづくりの方針、目指すべき都市の骨格構造、取り組むべき課題の整理、課題解決のための施策・誘導方針等について、総合的に検討されることが重要である。

そのため、立地適正化計画は、都市全体を見渡したマスタープランとして位置づけられる「市町村マスタープランの高度化版」であるとともに、将来の目指すべき都市像を実現する「戦略」としての意味合いをもつものである。



図—1 立地適正化計画制度のイメージ図

立地適正化計画制度が円滑に運用されるよう、国土交通省では「改正都市計画運用指針（平成 27 年 1 月）」、「立地適正化計画作成の手引き（平成 30 年 4 月）」及び「Q & A（平成 28 年 2 月）」、「まちづくりのための公的不動産（PRE）有効活用ガイドライン（平成 26 年 4 月）」、「健康・医療・福祉のまちづくりの推進ガイドライン（平成 26 年 8 月）」、「都市構造の評価に関するハンドブック（平成 26 年 8 月）」、「鉄道沿線まちづくりガイドライン（平成 27 年 12 月）」及び「まちづくりにおける健康増進効果を把握するための歩行量（歩数）調査のガイドライン（平成 29 年 3 月）」等の各種ガイドラインをとりまとめ、公表している。

(2) 立地適正化計画の作成状況

平成 30 年 3 月末時点において、全国で 407 都市が立地適正化計画の検討を進めており、うち 161 都市が平成 30 年 5 月 1 日までに計画を公表している（図—2 参照）。その他の都市においても、計画案のパブリッ

り得るものについて、モデルケース化を進めることとしている。これらの都市については、関係省庁と連携して重点的にコンサルティングを行い、取組内容やノウハウの収集・蓄積、情報提供等を進めている。

平成 29 年 5 月に開催された、第 8 回コンパクトシティ形成支援チーム会議にて、初めてコンパクト・プラス・ネットワークのモデル都市が 10 都市選定・公表し、そして今年 6 月、その第二弾として、新たに 11 都市を選定し、公表したところである(表—1 参照)。

これらモデル都市については、

- ・都市が抱える課題を十分分析し把握している
- ・持続可能な都市として目指す将来像が明確
- ・立地適正化計画をツールとして、どのような政策課題を解決しようとしているかが明確
- ・定量的な目標値、成果の設定がなされている
- ・適切な誘導区域の設定がされている
- ・都市部局だけでなく政策課題に応じた関係部局を動員して政策課題の解決に当たっている
- ・民間プレイヤーを巻き込んだ取組がなされている

などの観点から選定を行っている。各都市の取組等については、コンパクトシティ形成支援チームのホームページにおいて概要資料を掲載しているので、ご参照いただきたい。

(4) 取組成果の「見える化」

市町村が立地適正化計画を作成・実施するに当たって、目標設定や効果検証を行いやすくするために、コンパクトシティ形成に係る評価指標の開発・提示等、取組効果の「見える化」を進めている。すでに開発・提供した評価指標に加え、平成 29 年 3 月に、急激な高齢化の中にあってまちづくりの重要な指標となる住民の歩行量について、都市規模別等にその整理・分析を行うとともに、多様な調査手法等について整理した「まちづくりにおける健康増進効果を把握するための歩行量(歩数)調査のガイドライン」を公表し、市町村に提供している。

このような「見える化」により、国の行政機関においても、各市町村の取組の進捗状況や効果、課題等の確認・評価を行いやすくなり、支援チームとして、継続的にモニタリング・検証していくこととしている。

4. 都市のスポンジ化への対応

今後の取組として、「都市のスポンジ化」への対応について紹介する。

現在、多くの都市では、人口減少等の進行に伴い、

空き地や空き家が小さな穴が空くように発生する「都市のスポンジ化」という事象が生じている。この「都市のスポンジ化」という減少は、人口減少社会において典型的に生じる都市空間の変化であると考えられるが、立地適正化計画を通じて都市機能や居住の誘導・集約を図るべき区域において、多くの低未利用地が散在し活力が失われていては、当該エリアの価値が低下し、必要な投資を呼び込むことも困難となる。コンパクト・プラス・ネットワーク政策をより一層推進していくためにも、都市のスポンジ化への的確な対応が求められる。

このため、平成 29 年 2 月、社会資本整備審議会に新たに「都市計画基本問題小委員会」を設け、8 月に「都市のスポンジ化」への対応方策についてとりまとめた。さらに、その制度的アウトプットとして、平成 30 年 1 月に開会した第 196 回国会において、都市のスポンジ化対策を総合的に推進するための「都市再生特別措置法等の一部を改正する法律」が成立し、同年 7 月 15 日から施行されたところである。

(1) 要因と対策の方向性

スポンジ化は、人口減少・高齢化による土地利用ニーズの低下を背景としつつ、主に、

- ・地権者の利用動機が乏しい(土地等を相続したが、自身で使う予定もなく、「そのままでも困らない」ことから低未利用のまま放置するような場合)
- ・低未利用地が、「小さく」、「散在する」ため、使い勝手が悪い

といった要因によって、解消が図られないまま進行する。

このため、その対策には、

- ・行政から土地所有者等に能動的に働きかけを行い、関係者間のコーディネートと土地等の集約により、利用促進を図る(所有と利用の分離)
- ・地域コミュニティで考えて、身の回りの都市環境の改善等のために、公共空間を創出する(まずは使う)

といった視点のほか、さらなるスポンジ化の発生を予防する観点等から、

- ・官民連携で都市機能をマネジメントする
- といった視点が求められる。

(2) 改正の意図

今般の法改正は、上記のような視点に基づき、まちづくりの現場にスポンジ化対策のための新たなツールを提供するものであるが、同時に、現行の都市計画手

法の枠組を，人口減少社会により適応したものへとシフトさせることをも企図するものである。

現行の都市計画制度は，人口増加・都市拡大の時代背景の中で設計されたものであり，土地利用の面では，スプロールの防止と市街地における用途純化とを主たる目的として，個々の開発・建築行為を捉え，計画や基準に照らして規制的にコントロールを及ぼすことにより，その実現を図ろうとするものである。そこでは，高い開発圧力の下，土地利用計画に従って個々の開発・建築が規律され，永続的な土地利用形態によって，都市の空間が埋まっていくことが想定・志向されている。

一方，人口減少・都市縮退の時代においては，土地の過小利用によりもたらされる都市の低密度化をいかにコントロールするかが重要な政策課題となる。構造的な対策として，拠点となるべきエリアに居住や都市機能の誘導・集約を図り，ネットワークでつなぐ，コンパクト・プラス・ネットワークの形成促進を進めることが重要であるが，これに加え，個々の低未利用地がもたらす外部不経済を回避するとともにその有効利用を図り，特に拠点となるべきエリアの地域価値の維持・向上を図ることも併せて重要となる。ここで，既存制度による規制的アプローチは，利用の放棄や不作為に対して有効に機能するものでないことから，スポンジ化対策のためには，個々の土地利用を積極的に促していく，そのための能動的な働きかけを行うといった，ポジティブ・プランニングの手法が必要となる。そこでは，旺盛な開発・建築需要を前提とするのではなく，小さな更新・リノベーションを促し，それが面に広がってゆくことで，時間をかけて拠点となるべきエリアを再生していくという，いわばミクロな視点に立つことが必要となる。永続的な土地利用に期待・固執するのではなく，暫定的な土地利用形態を許容・積極評価する考え方も必要となる。

以上のような考えの下，下記のような，都市のスポンジ化対策のための新制度の創設・既存制度の改正を措置しているところである。

■改正事項

〈コーディネート・土地の集約〉

○低未利用地の利用に向けた行政の能動的な働きかけ（「低未利用土地権利設定等促進計画」制度）

○民間のまちづくりの担い手の活用

○土地区画整理事業の集約換地の特例

○低未利用地の利用と管理のための指針

〈身の回りの公共空間の創出〉

○公共空間（コモンズ）の共同管理（「立地誘導促進施設協定」制度）

○住民参加のまちづくりの公的位置付け（「都市計画協力団体」制度の創設）

〈都市機能のマネジメント〉

○官民連携による都市機能の確保（「都市施設等整備協定」制度の創設）

○誘導すべき施設（商業施設，医療施設等）の適正配置（休廃止届出制度の創設）

5. おわりに

国土交通省のホームページ*において市町村の「立地適正化計画の取組状況」などの立地適正化計画制度に関する情報を公開している。立地適正化計画の検討を進めている市町村におかれては，これらの情報等に配慮いただき，各市町村が抱える課題を解決し，持続可能なコンパクトなまちづくりの実現に資する立地適正化計画の作成に取り組んで頂きたいと考えている。

さらに，都市のスポンジ化対策に当たっては，行政による受動的なコーディネートや地域コミュニティによる主体的な公共空間創出など，各プレイヤーにおいて，従来型の「待ち」の姿勢からの転換が求められる。

全国の都市におけるコンパクト・プラス・ネットワークによる持続可能なまちづくりに向けた取組が，より進むよう，国土交通省としては，引き続き，積極的に支援を行って参りたい。

※国土交通省ホームページ（立地適正化計画制度）

http://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/compactcity_network.html

行政情報

水素基本戦略の決定

水素社会の実現に向けた取組と課題

田 場 盛 裕・木 村 祐 輝

2017年4月に開催された「第1回再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議」において、安倍総理から、世界に先駆けて水素社会を実現すべく、政府一体となって取り組むための基本戦略を年内に策定するよう指示がなされた。同指示を受け、関係府省庁は、産学官の有識者会議における議論等を経て戦略案を取りまとめ、2017年12月に開催された「第2回再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議」において、「水素基本戦略」が決定された。本報では、水素基本戦略が策定された経緯とともに、水素社会の実現に向けた課題と取組について紹介する。

キーワード：水素基本戦略、水素社会、国際水素サプライチェーン、再生可能エネルギー由来水素、水素利活用

1. はじめに

石油、石炭、天然ガスといった化石燃料は、我が国の近代化、更には戦後の高度成長を支え、巨大経済圏を形成し、先進国としての地位を築いてきた。一方で、元来化石燃料を始めとした天然資源に恵まれない我が国は、1970年代の二度の石油危機以来、国民生活と産業活動の血脈であるエネルギーを海外に依存する構造的脆弱性を抱え続けている。加えて、2017年11月のパリ協定の発効を受け、深刻化する地球温暖化問題に対し、我が国としての責任を一層果たしていくことが求められている。一方、我が国の温室効果ガス排出量は、東日本大震災後の原子力発電所の停止等の影響により、大幅に増加した。一次エネルギーのほぼ全てを海外の化石燃料に依存する我が国においては、エネルギー安全保障の確保と温室効果ガスの排出削減の課題を同時並行で解決していくことが必要である。

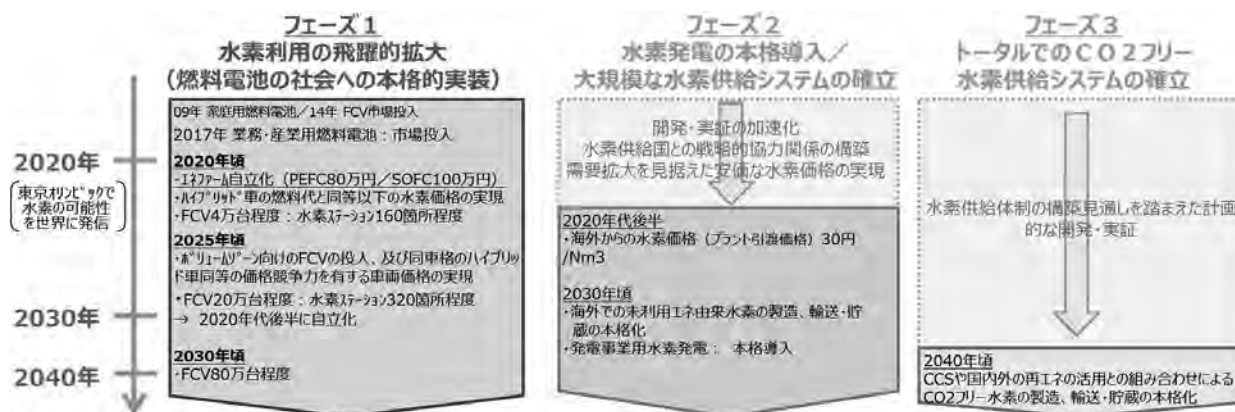
このため、我が国は、省エネルギーの促進や再生可能エネルギーの導入拡大、天然ガスや原子力の利用、国内での二酸化炭素回収・貯留（CCS）の実施検討など、あらゆる手段を講じてきているが、すべてを解決する単一的な解はなく、これらを総動員し、いわゆるエネルギー政策における“3E+S”の実現に取り組んでいくことが求められる。特に、温暖化が将来世代にもたらす負の影響のリスクは大きく、2050年、そして今世紀後半を見据えれば、従来の取組の延長では足りず、地球温暖化対策計画（2016年5月13日閣議決定）

において、「抜本的排出削減を可能とする革新的技術の開発・普及などイノベーションによる解決を最大限追求する」としているように、既存のエネルギー供給構造を変革し、新たなエネルギーシステムへの移行を図っていかなければならない。

水素は、炭素分を含まず、二酸化炭素（CO₂）を排出しないという環境特性はもちろんのこと、エネルギーキャリアとして再生可能エネルギー等を貯め、運び、利用することができる特性（貯蔵性、可搬性、柔軟性）を有する。水素技術を用いることで、例えば、島国であるがゆえにこれまで利用することができなかった海外の豊富な再生可能エネルギー資源や未利用エネルギー資源、CCS適地等を活用することが可能となる。まさに、エネルギー資源の乏しい我が国にとって、水素はエネルギー安全保障と温暖化対策の切り札となりうる。

2. 水素基本戦略策定に至る経緯

水素の利活用については、2014年4月に策定された第4次エネルギー基本計画では、「水素をエネルギーとして利用する“水素社会”についての包括的な検討を進めるべき時期に差し掛かっている」等の記載が盛り込まれた。更に、同年6月には産学官の有識者検討会議である水素・燃料電池戦略協議会において、水素社会実現に向けた官民の関係者の取組を示した「水素・燃料電池戦略ロードマップ」がとりまとめられた。



図一 水素社会実現に向けた3つのフェーズにおける取組の方向性 [資源エネルギー庁作成]

ロードマップでは、技術的課題の克服と経済性の確保に要する期間の長短に着目し、3つのフェーズ「フェーズ1：水素利用の飛躍的拡大（現在～）」、「フェーズ2：水素発電の本格導入／大規模な水素供給システムの確立（2020年代後半に実現）」、「フェーズ3：トータルでのCO₂フリー水素供給システムの確立（2040年頃に実現）」に分け、ステップ・バイ・ステップで水素社会の実現を目指すとした。ロードマップについては、その後の取組の進展を踏まえて2016年3月に改訂され、家庭用燃料電池（エネファーム）や燃料電池自動車（FCV：Fuel Cell Vehicle）／水素ステーションに係る自立化に向けた道筋や定量目標等が盛り込まれた（図一）。

2017年4月には第1回再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議が開催され、再生可能エネルギーの導入拡大及び水素社会の実現に向けた取組について議論が行われた。同会議においては、安倍総理から、世界に先駆けて水素社会を実現するため、政府一体となって取組を進めるための基本戦略を年内に策定するよう指示がなされた。これらの経緯を踏まえ、2017年12月に開催された第2回再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議において、水素利活用に係る世界初の国家戦略となる「水素基本戦略」を策定した。

3. 水素基本戦略の概要

基本戦略は、個別技術の導入・普及に係る既存のロードマップの内容を包括しつつ、水素をカーボンフリーなエネルギーの新たな選択肢として位置づけ、政府全体として施策を展開していくための方針である。基本戦略に基づき、エネルギー安全保障の確保と温室効果ガスの排出削減の課題を同時並行で解決するとともに、水素利用において世界をリードしていくため、国を挙げて水素利用に取り組み、世界に先駆けて水素社

会の実現を目指す。

具体的には、本戦略に基づき、ガソリンやLNGなどの従来エネルギーと同程度の水素製造コスト（20円 /Nm³）の実現に向け、供給と利用の両面での取組を進めていく。

供給面では、海外の安価な原料を活用するため、オーストラリアの褐炭等から水素を製造し、日本に輸送する国際水素サプライチェーンの開発プロジェクトを進める。また、地域における水素製造の先駆けとして、福島県浪江町で世界最大級のCO₂フリー水素製造プロジェクトが進行中であり、福島県産の水素を東京オリンピック・パラリンピックにおいても活用し、福島の復興の姿を発信する。

利用面では、運輸部門・発電部門を中心に大規模な水素利用を進める。FCVの普及拡大に向けては、技術開発、規制改革、水素ステーションの戦略的整備の取り組みを三位一体で進め、発電に関しては、神戸で世界初の水素発電の実証などにより、水素発電の商用化に向けた取組を進めていく。

4. 水素社会実現に向けた取組と課題

前項で述べた取組について、以下で詳細に紹介する。

(1) 国際水素サプライチェーンの構築

水素社会の実現には、水素の調達・供給コストの低減が不可欠である。水素コストの低減に向けた方策としては、海外の安価な未利用エネルギーとCCSを組み合わせる、又は安価な再生可能エネルギーから水素を大量調達するアプローチが有望であるため、水素の「製造、貯蔵・輸送、利用」まで一貫通した国際的なサプライチェーンの構築を目指す。

具体的には、2030年頃に商用規模のサプライチェーンを構築し、年間30万t程度の水素を調達すると

もに、30 円 /Nm³ 程度の水素コストの実現を目指す。その際には、FCV を中心としたモビリティにおける水素需要の拡大に加え、水素を大量消費する水素発電を導入することで、水素需要を飛躍的に増加させることが重要である。

2030 年以降は、供給面で国際水素サプライチェーンを拡大するとともに、利用面において産業分野等での利用を進めることで、更なるコスト低減を図り、既存のエネルギーとのコスト差を縮小していく。将来的に 20 円 /Nm³ 程度まで水素コストを低減し、環境価値も含め、既存のエネルギーコストと同等のコスト競争力を実現することを目指す。

国際的な水素サプライチェーンの実現には、上流側の取組として、安価な海外資源を確保すべく、民間ベースの取組に加えて政府間レベルでの関係構築を図るとともに、効率的な水素の輸送・貯蔵を可能とするエネルギーキャリア技術が必要となる。現在、国内の水素供給には圧縮水素や液化水素の形態が採用されているが、国際的なサプライチェーンの構築には、国内における輸送技術・インフラが確立している液化水素に加え、有機ハイドライド法によるメチルシクロヘキサン (MCH)、更にはアンモニアやメタンといったエネルギーキャリアの活用可能性がある。

(a) 液化水素サプライチェーン構築実証

液化水素は、①気体水素に比べて体積が約 1/800 となること、②気化することで、純度の高い水素の取り出しが容易であること、③ LNG と同様のインフラ構成であり、技術的に連続的であること等の特長を持つ。一方で、液化水素は LNG より更に低温 (−253℃) であるため、海上輸送、荷役・貯蔵に関する新規のインフラ整備が必要となり、技術開発を要する。

このため、2020 年度までの日豪間の液化水素サプライチェーン構築実証を通じて、基盤技術を確立し、商用化に向けた道筋を立てることとしている。同実証においては、安価な未利用エネルギーである褐炭から CO₂ フリー水素を取り出すガス化技術、CO₂ 分離・回収技術の確立を図る。

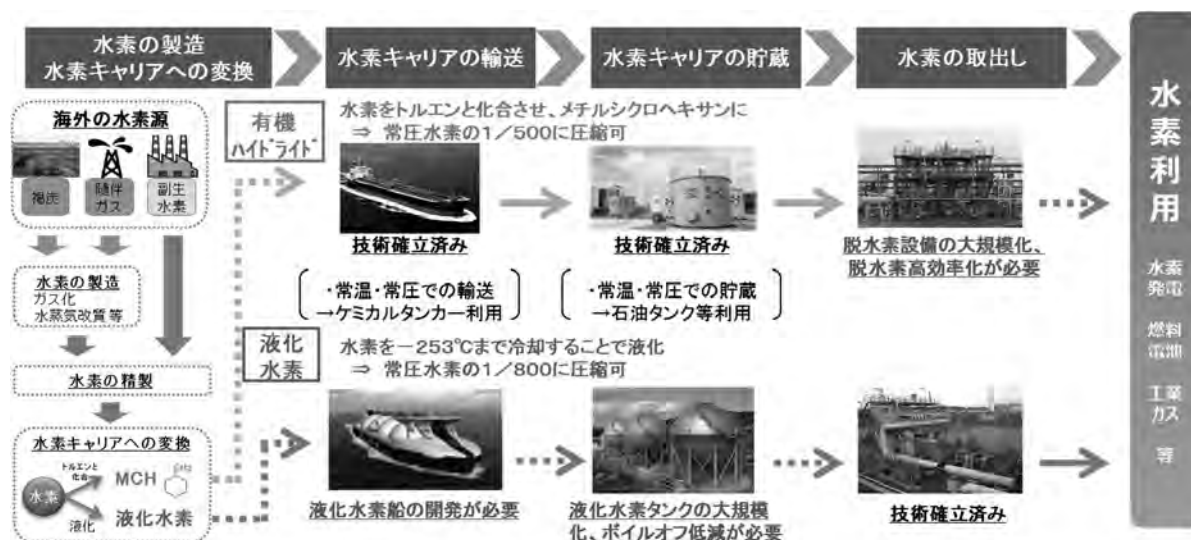
世界初の試みである液化水素の海上輸送については、液化水素運搬船の開発実証を行い、日豪間の液化水素サプライチェーンの構築実証に取り組む。液化水素運搬船に係る安全基準については、日豪共同で提案した暫定基準が 2016 年に国際海事機関 (IMO) にて採択されたところであり、上記実証の結果を踏まえ、将来的に商用船の国際基準を策定し、液化水素の安定的な輸送の確立を図る。

2030 年頃の商用化に向けて、2020 年初頭までに大容量の輸送・荷役・貯蔵技術の確立と受入関連施設の整備を進め、2020 年代半ばまでに商用化実証を行う。また、水素発電設備側においても、大容量の気化器、昇圧ポンプ、配管、継手などの付帯設備の開発・実証を進める。

(b) 有機ハイドライドサプライチェーンの開発

メチルシクロヘキサン (MCH) は、①体積が気体水素の約 1/500 となること、②常温常圧で液体であることから取り扱いが容易であり、長期貯蔵が可能であること、③タンカーやタンク等の既存の輸送・荷役インフラを活用可能であること等の特長を持つ。一方で、水素化、脱水素化に係る設備が必要であり、技術開発を要する。また、脱水素にはエネルギーを要するため、例えば発電時の排熱を脱水素化プロセスに組み込むなどの工夫が必要である。

このため、2020 年度までのブルネイとの有機ハイ



図一 有機ハイドライドと液化水素による水素供給チェーン [資源エネルギー庁作成]

ドライドサプライチェーン構築実証を通じて、基盤技術を確認し、商用化に向けた道筋を立てることとしている。この実証では、ブルネイの天然ガス液化プラントのプロセスにて発生するガスから製造した水素をMCHの形態で日本へ海上輸送し、気体の水素に戻して利用する技術の確認を図る。

なお2025年以降、国内の水素需要に応じた規模での商用サプライチェーン構築に向け、実証終了後より、商用化の計画、建設開始を目指す予定である。商用サプライチェーンの初期段階においては、供給する水素の価格低減のため、既存インフラを有効に活用しつつ、①水素化・脱水素化プラントや輸送用タンカーの大規模化、②コストダウンに資する技術開発の継続を進めていく（図－2）。

（2）再生可能エネルギー由来水素の利用拡大

IEA（International Energy Agency：国際エネルギー機関）等において、一部の国においては、将来の再生可能エネルギーの大量導入に伴い、年間を通じて供給過剰が発生し、大規模な出力制御が必要となることが予測されている。日本においても系統や調整力に係る問題は既に顕在化しているが、今後、再生可能エネルギー利用を拡大するためには、調整電源の確保のみならず、余剰電力を貯蔵する技術が必要となる。特に、蓄電池では対応の難しい季節を超えるような長周期の変動に対しては、再生可能エネルギー電気を水素としてエネルギーを貯蔵するPower-to-gas技術が国内外で注目されている。

他方で、電気分解を通じて水素を製造する場合には、原料である電気の調達コストが最終的な水素のコストの大きな要因となるため、安価に水素を製造するためには、例えば再生可能エネルギーの余剰に伴って生じる安価な電力が必要となる。また、水電解装置におけるエネルギー変換効率や耐久性など技術的な課題の克服に向けた技術開発や実証を進めていくことも必要である。このため、Power-to-Gasに向けた水素製造の高効率化等の研究開発や、再生可能エネルギーから水素を大規模に製造する実証を進めている。

（a）再生可能エネルギー由来水素大規模製造実証

福島新エネルギー社会構想（2016年9月閣議決定）では、世界最大級となる1万kWの水電解装置により再生可能エネルギーから大規模に水素を製造し、福島県内のみならず、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の際にも活用することを目指すことが盛り込まれた。

2017年8月には実証地が浪江町に決定し、同プロ

ジェクトが開始した。2018年6月に実証に向けた土地造成作業が完了し、2020年までにプラントの実証運転開始に向け、現在はプラント建設の準備が進められているところである。

（3）電力分野での水素利活用

水素発電は、天然ガス火力発電等と同様に、電力量価値に加え、調整力や供給力（容量）の価値の提供も可能と考えられるため、中長期的には再生可能エネルギーの導入拡大に必要な調整電源・バックアップ電源としての役割を果たしつつ、低炭素化を図るための有力な手段となり得る。また、水素を安定的かつ大量に消費する水素発電は、国際的なサプライチェーンの構築とセットで進めるべき最重要のアプリケーションである。

水素発電については、国際的な水素サプライチェーンとともに2030年頃の商用化を実現し、その段階で17円/kWhのコストを目指すことを掲げている。そのために必要となる水素調達量として、年間30万t程度を目安とする（発電容量で1GW程度に相当）。更に、将来的には環境価値も含め、既存のLNG火力発電と同等のコスト競争力の実現を目指す。そのために必要となる水素調達量として、年間500万～1,000万t程度を目安とする（発電容量で15～30GW程度に相当）。

実際の社会実装に当たっては、水素は天然ガス火力での混焼も可能であることから、導入初期は既設の天然ガス火力における混焼発電を中心に、小規模なコージェネレーションシステム等における水素混焼も含め、導入拡大を図っていく。

2018年1月から兵庫県神戸市のポートアイランドにおいて、水素をエネルギー源として電気と熱を街区供給する世界初の実証を開始。同年4月下旬に実施した実証試験において、水素燃料100%のガスタービン発電による熱電併給を世界で初めて達成した。

また、水素の燃焼特性に応じた燃焼器の開発も不可欠である。拡散燃焼方式や予混合燃焼方式など、従来の火力発電で実績のある燃焼器を水素混焼発電に転用するための研究開発や技術実証については、既に一定の取組が進められている。例えば、2018年1月には発電事業用規模のガスタービン燃焼器の実証事業として、水素混合割合30%において安定燃焼できることを確認したところである。

今後、これらの取組に加えNOxの低減や発電効率の向上といった技術課題に対応していくことも必要である。更に、将来的に水素専焼発電を実現するため

には、NO_x 値の低減、高い発電効率、高濃度な水素混焼などを同時に達成可能とする新たな燃焼技術の早期の実用化を目指している。

なお、水素発電の導入に当たっては、電力システム改革が進展する中での経済性確立に向けた制度設計等の検討も進めていく。また、水素発電が有する環境価値を顕在化し、評価・認定、取引可能にしていくことが重要であり、他の制度設計に係る議論を注視しつつ、省エネ法（エネルギーの使用の合理化等に関する法律（昭和 54 年法律第 49 号））における水素利用の位置づけを明確化する、あるいは高度化法（エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律（平成 21 年法律第 72 号））における非化石電源として水素発電を位置づけるといったことを含め、実態も踏まえながら検討を進めていく。

(4) モビリティでの水素利活用

モビリティにおける水素利用の中核は、FCV・水素ステーションの普及である。FCV については 2020 年までに 4 万台程度、2025 年までに 20 万台程度、2030 年までに 80 万台程度の普及を、水素ステーションについては 2020 年度までに 160 箇所、2025 年度までに 320 箇所の整備を目標とし、2020 年代後半までに水素ステーション事業の自立化を目指している（図—3）。

上記の目標達成に向けては、水素供給コストの低減（ガソリン等と同等のコスト競争力を実現）はもとより、FCV の量産化や低価格化、航続距離の更なる伸

長、2025 年頃のボリュームゾーン向けの車種の投入等に加え、安定収益の裏付けのあるステーション整備と整備・運営コストの低減を通じた自立的な水素販売ビジネスの展開が必須である。そのため、規制改革、技術開発、官民一体による水素ステーションの戦略的整備を三位一体で推進することが重要である。

(a) 規制改革

2017 年 6 月 9 日に閣議決定された規制改革実施計画においては、次世代自動車（燃料電池自動車）関連規制の見直し事項として計 37 項目が掲げられており、その中には「水素・燃料電池自動車関連規制に関する公開の場での検討」が盛り込まれている。本計画に基づき、安全確保を前提に水素・燃料電池自動車に関連する規制のあるべき姿を幅広く議論し、科学的知見に基づき規制見直しを進めるべく、2017 年 8 月に第 1 回目の「水素・燃料電池自動車関連規制に関する検討会」を開催した。

当該検討会は、現在（2018 年 6 月末）までに計 6 回開催しており、第 5 回までに各項目の詳細議論を一巡し、第 6 回では、「人」に関する項目についての検討を行ったところである。既に 37 項目のうち 11 項目については措置が完了しており、引き続き取組を継続していく。

また、本検討会においては、水素ステーションの無人化についても議論が行われている。平成 30 年 5 月 21 日に（一財）石油エネルギー技術センターが策定した「セルフ水素スタンドガイドライン」に従えば、セルフ充填が可能になったところであり、今後、セルフ充填で得られた知見や海外の実態等も踏まえて、無

全国：111箇所（開所100箇所） ※H30年7月3日現在



図—3 水素ステーションの整備状況 [資源エネルギー庁作成]

人化の議論を進めていく予定である。

(b) 技術開発

ロードマップでは、上記のFCV及び水素ステーションの目標が達成されることを前提として、水素ステーションの整備費・運営費を2020年頃までに導入初期(2014年)との比較で半減させ、2025年頃までには、現在日本よりもコストが低いと言われる欧米のステーションと遜色のない水準まで低減させることを掲げている。これまでの取組としては、経済産業省予算を通じ、従来よりも低コストな新型圧縮機や新型蓄圧容器の開発及び水素充填用ホースの使用可能回数の延長等に成功してきたところであり、今後もコストの低減に資する技術開発を推進していく。

(c) 官民一体による水素ステーションの戦略的整備
水素ステーションについては、経済産業省予算を通じ、2018年7月時点で100箇所が開所しており、11箇所が整備中である。

更に、今後のFCV本格普及に伴い、水素ステーションの本格整備を目的とした新会社の設立について民間11社(ステーション事業者、自動車メーカー、金融機関等)が合意し、平成30年2月20日に日本水素ステーションネットワーク合同会社(JHyM)が設立した。JHyMは事業期間を10年間とし、2021年度までの4年間(第I期)で合計80箇所の水素ステーションの整備を目指している。

(5) 家庭用燃料電池及び業務・産業用燃料電池の普及拡大

(a) 家庭用燃料電池(エネファーム)の普及拡大

エネファームについては、家庭における従来型のエネルギー利用よりも経済的に優位となることを目指し、2020年頃までに、PEFC(固体高分子形燃料電池)型標準機については80万円、SOFC(固体酸化物形燃料電池)型標準機については100万円の価格を実現(投資回収年数を7～8年に短縮)した上で、その後の自立的普及を図る。それ以降もユーザーメリットの向上に資する取組を進め、2030年頃までに投資回収年数を5年に短縮することを目指している。

なお、販売価格については、2018年7月時点ではPEFCが約95万円(発売当初2009年度:303万円)、SOFCが約120万円(発売当初2011年度:244万円)と着々と低減しており、また普及台数も2018年7月に25万台を突破した。

更なる低コスト化・普及拡大に向けては、更なる発電効率の向上(SOFC)、熱利用率の向上(PEFC)に

向けた技術開発を進めるとともに、集合住宅や寒冷地、更には欧州等の熱需要の大きい地域の市場など、優位性のある市場を開拓し、民生部門での低炭素化を促進する。また、余剰電力取引を通じて、高効率発電電力を他の需要家にも融通する取組を拡大していく。

(b) 業務・産業用燃料電池の普及拡大

業務・産業用燃料電池については、2017年度までに16台が市場投入された。今後の更なる普及拡大に向けては、低熱電比需要家への導入を進め、グリッドパリティの突破を早期に実現するためイニシャルコストの低減に資する技術開発を進めていく。また、最新鋭のガスタービンコンバインドサイクル(GTCC)を超える発電効率(60%超)の実現に向けた技術開発を進め、分散型電源による電力供給の可能性を更に切り開いていく。

5. 今後の取組について

水素は次世代のエネルギーとして国際的にも注目を集めており、欧米をはじめとする先進国のみならず、中国等のエネルギー需要の増大が続く新興国においても水素利用に向けた様々な取組が進められている。今後、各国で大きな注目を集める水素の利活用をグローバルな規模で推進していくためには、関係各国が歩調を合わせ一層連携していくことが重要である。

このため、経済産業省及び国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の主催の下、2018年10月23日には水素閣僚会議を開催する。水素閣僚会議は、来年のG20日本開催も視野に入れながら、各国の革新的な取組や最新の知見、国際連携の可能性を確認するとともに、グローバルな水素利活用に向けた政策の方向性を議論し、認識を共有するものである。これら国内外の取組を着実に進めながら、水素社会実現に向けて取組を加速していく。

J C M A

[筆者紹介]

田場 盛裕(たば もりひろ)
経済産業省 資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギーシステム課
水素・燃料電池戦略室
課長補佐

木村 祐輝(きむら ゆうき)
経済産業省 資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギーシステム課
水素・燃料電池戦略室
係長

宇都宮市が取り組む LRT 整備事業の紹介

ネットワーク型コンパクトシティの実現に向けて

宇都宮市 建設部 LRT 整備課

宇都宮市では、人口減少・少子超高齢化社会の中で持続的に発展していくために、「ネットワーク型コンパクトシティ」のまちづくりに取り組んでいる。

この報文では、ネットワーク型コンパクトシティを支える総合的な公共交通ネットワークの基軸となる LRT（次世代型路面電車システム）について紹介するものである。

キーワード：公共交通、都市計画、路面電車、LRT、コンパクトシティ

1. はじめに

宇都宮市は、栃木県の県庁所在地として東京から北に約 100 km の距離に位置する北関東の中核都市である。鉄道では、東北新幹線で東京から約 50 分と首都圏からのアクセスが容易な約 52 万人の人口を有する都市であり、近年は「餃子のまち」として全国区の知名度を誇るほか、本市を舞台とするアジア最高位のサイクルロードレースである「ジャパンカップサイクルロードレース」の開催も 26 回を数え「自転車のまち」としても自転車ファンを中心に知名度を高めてきている。さらに「カクテル」や「ジャズ」、「大谷」などの多くの観光資源を最大限に生かしながら交流人口の増加につなげているところである。

また、本市では、こうした地域資源とともに住み良さなどの都市の魅力を「住めば愉快だ宇都宮」というブランドメッセージにのせ積極的に全国に発信し、ブランド力の向上にも取り組んでいるところである。

2. 事業目的

宇都宮市では、少子・超高齢化社会や、地球温暖化などの環境問題に対応し、子どもから高齢者まで安心して便利に暮らせる魅力あるまちとして持続的に発展していくため、都市拠点や産業拠点などの地域特性に応じた拠点を定め、それらの拠点間を道路や公共交通で結ぶ「ネットワーク型コンパクトシティ」のまちづくりを推進している。

その実現に向けては「都市の骨格となる東西基幹公共交通」や「地域を面的にカバーする地域内交通」を

整備し、自動車と公共交通、タクシー、自転車など様々な交通手段が効率よく連携する、階層性のある「公共交通ネットワーク」の構築が必要であると考えており、南北方向の鉄道（JR 宇都宮線、東武宇都宮線など）とともに、将来の公共交通ネットワークの要となる東西方向の基幹公共交通として、「LRT」（Light Rail Transit、次世代型路面電車システム）の整備に向け取り組んでいる。

LRT は、高い輸送力とともに、定時性や速達性など、基幹公共交通にふさわしい機能を備えており、鉄道やバスなど他の交通との円滑な連携や、低床式車両の活用、軌道・停留場の改良により誰もが乗り降りしやすい工夫が図られるなど、優れた特徴を持つ交通システムである。

また、従来の路面電車と比べ高いデザイン性を備え、騒音や振動が少なく、乗り心地も快適であるとともに、二酸化炭素等を排出しないなど、次世代を見据えた、人と環境に優しい乗り物である。

3. 事業概要

(1) 検討の経緯

LRT 事業については、本市東部地域に立地する工業団地への通勤者の増加による慢性的な交通渋滞の社会問題化に伴い、県と本市の出資により設立された宇都宮市街地開発組合が新たな交通システムを検討したこと（平成 5 年度）が始まりである。その後、県と本市及び宇都宮都市圏の 3 市 6 町による「宇都宮都市圏都市交通マスタープラン」の策定（平成 7 年度）や、県と本市による「新交通システム導入基本計画策定調

査」の実施（平成13・14年度）、本市による「事業・運営手法と施設計画に関する調査」（平成19・20年度）などに取り組んできた。

こうした取組を踏まえ、平成25年3月には、宇都宮市として「東西基幹公共交通の実現に向けた基本方針」を策定したところである。

その内容については、

- ①東西基幹公共交通の導入システムをLRTとすること
- ②計画区間を「桜通り十文字付近～宇都宮テクノポリスセンター地区（約15km）」とすること
- ③公共が軌道や停留場等の施設・車両などを整備・保有し、民間等の営業主体が運行や日常の維持管理を担う「公設型上下分離方式」とすること
- ④計画区間の全体整備には一定期間を要することや、JR宇都宮駅西側と東側では公共交通の整備状況が大きく異なること、また、東部地域における慢性的な渋滞の緩和や公共交通空白・不便地域の解消等で早期に効果発現が期待できることから、JR宇都宮駅東側の区間（約12km）から優先的に整備に取り組むこと

などを明らかにしたものである。

また、同年10月には、隣接する芳賀町から「LRT事業をともに検討し、同時期での整備を目指したい」との要望書を受けたところであり、芳賀町域への延伸は更なる需要を見込めるとともに、県央地域の公共交通の利便性向上にも資することから、1市1町の合同プロジェクトとして、JR宇都宮駅東口から芳賀・高根沢工業団地付近までの約15kmの区間を優先整備区間として改めて設定した（図－1）。

(2) 事業化に向けて

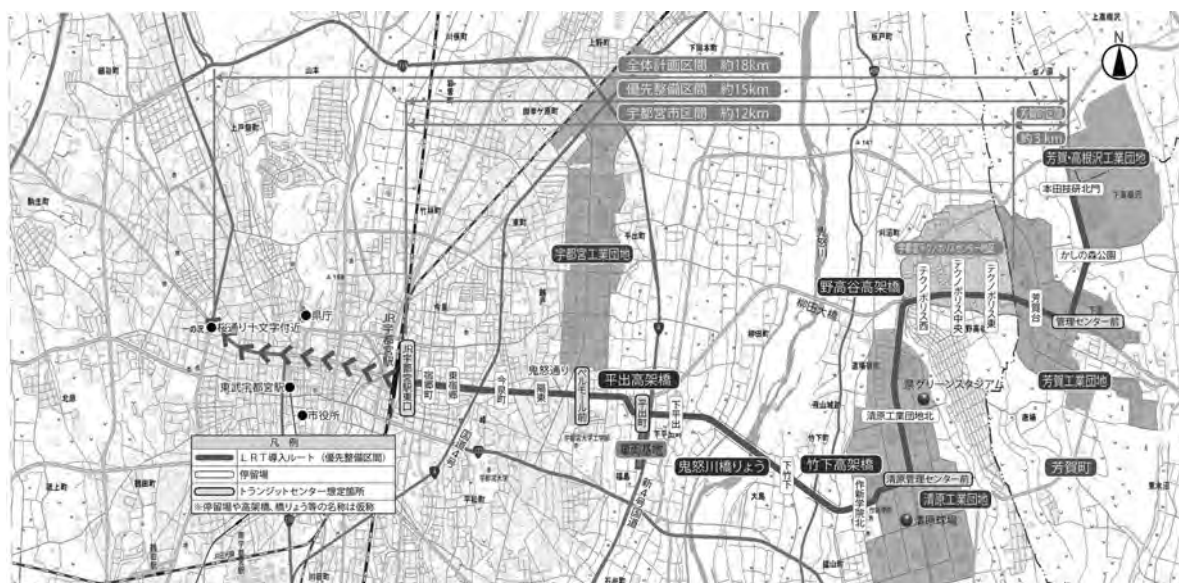
LRTの事業化に向けては、本市と芳賀町が共同で、有識者委員や、国・県・警察などの行政アドバイザー、周辺2市6町や地元公共交通事業者等のオブザーバーから構成する「芳賀・宇都宮基幹公共交通検討委員会」を設置し、具体的・専門的な検討を進めてきた。以下に具体例を示す。

需要予測については、LRT導入ルートの特徴から、より確実に利用が見込める通勤目的を中心に、沿線企業等へのヒアリング、沿線の工業団地等に勤務する従業員へのアンケート調査、更に「県央広域都市圏生活行動実態調査」（パーソントリップ調査）を実施し、段階的な精査に取り組んできた。これらに基づく需要予測を踏まえ、事業の採算性について試算したところ、採算性が確保できる結果となっている。

導入ルートや導入空間については、安全性や速達性、周辺交通への影響などを総合的に勘案し、道路管理者や交通管理者との協議を踏まえ、円滑な交通の確保に向けた検討を行ってきた。特に既存道路空間へのLRT導入については、LRT導入後の円滑な交通を確保するため、自動車交通に与える影響を十分に見極め、検討する必要があることから、道路ネットワーク全体における各路線の混雑度の検証、交差点の需要率の検証、ミクロ交通シミュレーションの三段階による検証に取り組み、一部の交差点の高架化や、交差点の改良などの対策を講じることで、LRT導入後も円滑な交通処理ができるものと評価した。

(3) 営業主体の確保

「公設型上下分離方式」に基づくLRTの営業主体



図－1 LRTの導入ルート

については、安全な運行や経営の継続性が確保されるとともに、本市や芳賀町のまちづくりに寄与し、地元に着目したサービスを提供できる組織が望ましい。

本市においては、市内・県内に軌道事業者がいないことから、これまで国内の軌道事業者を中心に「LRT 事業に係る事業参画意向調査」や「LRT 事業の運営を担う意向のある事業者募集」を実施してきた。その取組を通じ、当事業は開通すれば国内有数規模となり、開業に必要な「運転要員などの確保」や「開業前経費」などについて、民間事業者だけで対応するには課題が多いことが把握できたことから、平成 27 年 7 月に、本市と芳賀町が行政の信用力を生かし、営業主に必要資金調達や人材確保などに主体的に取り組む「官民連携による新会社の設立」を明らかにした。その後、地元経済界や公共交通事業者等から出資に対する協力の意向が確認できたことや、既存軌道事業者から運転士の養成を含めた技術協力の意向をいただけたことから、運営体制の構築が十分に可能であると判断し、同年 11 月 9 日に新会社として「宇都宮ライトレール(株)」を設立したところである(表-1)。

表-1 宇都宮ライトレール(株)の概要

商 号	宇都宮ライトレール(株)
事業目的	軌道法による運輸事業、車体・車内広告等の広告業など
設 立	平成 27 年 11 月 9 日
資 本 金	1 億 5 千万円
出資割合	行政 51% 民間 49%
出資団体	宇都宮市 (40.8%)、芳賀町 (10.2%) 宇都宮商工会議所 (1.0%)、とちぎライトレール 支援持株会 (22.8%)、芳賀町商工会 (0.2%)、関 東自動車(株) (10.0%)、東武鉄道(株) (4.0%)、東野 交通(株) (1.0%)、(株)足利銀行 (5.0%)、(株)栃木銀 行 (5.0%)

(4) 「公共交通網形成計画」の策定

芳賀・宇都宮東部地域における公共交通の充実・強化に向け、本市と芳賀町において、平成 27 年 11 月に「芳賀・宇都宮東部地域公共交通網形成計画」を策定した。

この計画では基幹公共交通としての LRT の導入(軌道運送高度化事業)とともに、当該地域のバスネットワーク再編や交通結節機能の強化、IC カードの導入などの事業を掲げており、これらの事業を着実に進めることで当該地域の公共交通空白・不便地域の解消や産業拠点の維持・向上などに効果的かつ重点的に取り組んでいくものである(図-2)。



図-2 将来公共交通ネットワークのイメージ

(5) 軌道事業の特許取得、工事施行認可申請

LRT 事業については、平成 28 年 5 月末に都市計画を決定したところであり、また、LRT の整備や運営に必要な軌道事業の特許を取得するため、本市と芳賀町、宇都宮ライトレール(株)の連名で国土交通大臣に「軌道運送高度化実施計画」の認定申請を行い、同年 9 月 26 日付けで認定されたところである。これにより、LRT 整備や運営に要する軌道事業の特許(「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律」第 10 条第 2 項に基づく軌道法の特例による「みなし特許」)を取得した。

さらに、平成 29 年 8 月 9 日には、着工に必要な法定手続きである「工事施行認可」を国土交通大臣に申請し、平成 30 年 3 月 20 日付けで認可されたところである。

また、栃木県に、都市計画決定に基づく「都市計画事業認可」を申請し、平成 30 年 3 月 22 日に認可されたところである。

「軌道運送高度化実施計画」の概要については(表-2)のとおりである。

LRT の整備効果としては、住民の日常生活における移動の利便性向上や公共交通空白・不便地域解消への貢献、環境負荷の軽減などが見込まれ、また、軌道敷設による地価下落抑制効果や沿線の利便性向上による企業の生産活動の向上、地域における雇用の増加などが想定され、ひいては自治体として税収増が期待でき、将来的に行政サービスの維持・向上にもつながるものと捉えている。

(6) 市民理解の促進

LRT の実現に当たっては、事業に対する市民の理解が重要であることから、本市では平成 22 年度よりパンフレットの全戸配布や説明会の実施、オープンハ

表―2 「軌道運送高度化実施計画」の概要

営業キロ	約 15 km（複線）
事業方式	公設型上下分離方式
営業主体（上） 整備主体（下）	宇都宮ライトレール(株) 宇都宮市、芳賀町
停留場数	19 カ所（100%バリアフリー）
トランジット センター想定箇所	5 カ所
導入車両	低床式車両 17 編成 （車両の長さ約 30 m、福井鉄道(株)の FUKURAM を参考に検討）
車両定員	155 人（最大輸送力 232 人）
概算事業費	約 458 億円（消費税含まず） （内訳）市区間 約 412 億円 町区間 約 46 億円
運転最高速度	全線 時速 40 km
需要予測	（平日）16,318 人／日 （休日）5,648 人／日
運転時間帯	午前 6 時台～午後 11 時台 （JR 宇都宮駅の新幹線の始発・終電に対応）
運行間隔	ピーク時 6 分間隔／時 オフピーク時 10 分間隔／時
所要時間 （起終点間）	普通電車（各停留場に停車） 約 44 分 快速電車（追い越し線により、一部停留場を通過） 約 37～38 分
運賃	初乗り 150～400 円（対距離制）
運賃収受方法	交通 IC カードシステムの導入

ウス（来場者がパネルや動画等の展示内容を自由に見学するとともに、常駐する職員からの説明を受けることができ、気軽に意見交換を行うことができる場）の開催、出前講座などに取り組み、検討の進捗に応じて適宜、新しい情報を提供しながら、本市が目指すまちづくりと交通のビジョン、LRT の必要性・役割などについて説明を行ってきたところである。

また、平成 29 年 8 月からは、LRT 沿線に立地する大型商業施設「ベルモール」内に設置した常設型情報発信拠点「交通未来都市うつのみやオープンスクエア」（写真―1）を中心に、VR（ヴァーチャル・リアリティ）

を用いた LRT の疑似体験など、様々な媒体を活用し、あらゆる機会を捉えながら、正確かつ最新の情報を切れ目なく発信しているところであり、今後とも、さらなる理解促進や事業への市民参画を図り、市民のマイレール意識の醸成につなげていく。

4. 平成 34 年の開業に向けて

（1）着工

平成 30 年 3 月には着工に必要な工事施行認可、都市計画事業認可を取得したことから、平成 30 年 5



写真―1 交通未来都市うつのみやオープンスクエア



写真―2 起工式の様子

月 28 日に、国内初の全線新設による LRT 事業の着工を市内・外に発信するとともに、関係者への感謝の意を込め、LRT の始点となる宇都宮駅東口において、国、県、市、町、周辺市町の関係者を招待し、起工式を行った（写真—2）。

平成 30 年 6 月 4 日には、道路上の中央分離帯の撤去工事に着手した（写真—3）ところであり、今後、施設の規模が大きい車両基地、施工に 3 湯水期を要する鬼怒川橋梁から先行して整備に取り組み、平成 34 年 3 月の開業を目指していく。



写真—3 中央分離帯の撤去

(2) トータルデザインの取組

トータルデザインとは、1つのコンセプトのもと、建物や車両などのデザインに統一感や整合性を持たせることにより、よりよい空間をつくり出すことができる手法であり、本市の LRT 事業においても、LRT が新たな都市の魅力を創出できるよう、トータルデザインに取り組んでいるところである。

その取組の根幹となるデザインコンセプトの設定に当たっては、前述の「芳賀・宇都宮基幹公共交通検討

委員会」の下部組織である LRT デザイン部会において、芳賀・宇都宮をイメージする気候・風土、地形、産業、歴史・文化などのさまざまな観点から、有識者や利用者代表を交えた専門的な検討を行い、「雷都を未来へ」と設定したところである（図—3）。

今後は、車両や停留場、トランジットセンターなどのデザインのつくり込みに取り組むとともに、まちづくりの担い手となる市民やバス、タクシー等の交通事業者など、多くの関係者とデザインコンセプトを共有し、それを展開していける方策を検討するなど、沿線のまちづくりと連携しながら、取組を進めていく。

(3) 導入車両

導入車両については、前述の「芳賀・宇都宮基幹公共交通検討委員会」の下部組織である LRT 車両部会において、その仕様などについて、具体的な検討を行ってきたところである。

本市の LRT 事業では、ピーク時 6 分間隔、オフピーク時 10 分間隔の運行を計画しており、特に、朝のピーク時の最大需要断面は約 1,800 人／時と予測していることから、定員 155 人（最大輸送力 232 人）、車両長 30 m 級の車両 17 編成を導入することとしている。

車両設計事業者の決定にあたっては、公募型プロポーザル方式による選定を行い、車両設計に取り組む事業者として、新潟トランスス(株)を選定したところである。

また、車両デザインについては、これまで路面電車の文化がなかった宇都宮市民・芳賀町民が LRT を身近に感じることができるよう、また、両地域の個性あるまちづくりのきっかけとなるよう、トータルデザイ

らいと みらい

雷都を未来へ

LRTによる未来のモビリティ都市の創造

芳賀・宇都宮は、豊かな風土を礎に交通の要衝として発展してきました。
日光連山と関東平野の境界という立地と、まちを南北に流れる川や用水は、台地と低地が織りなす地形をつくり、
土地を肥沃にし、物流や産業を支えてきたのです。
この風土を象徴するのが、夏の日、夕立を知らせる「雷」です。
「雷」とともに降る雨は、河川を豊かにし、「雷」は稲の実りをもたらす「恵みの象徴」として、
人々は「雷」を崇拝し、「雷様」と呼ぶようになりました。
古来、「雷」がこの地に恵みを与えてきたように、
LRTは、人々に利便性や快適性、そして交流、地域に活力や豊かさという恵みを与える役割を担います。
私たちは、このような意志と願いを込めて、雷の都、「雷都」を未来へ繋げます。

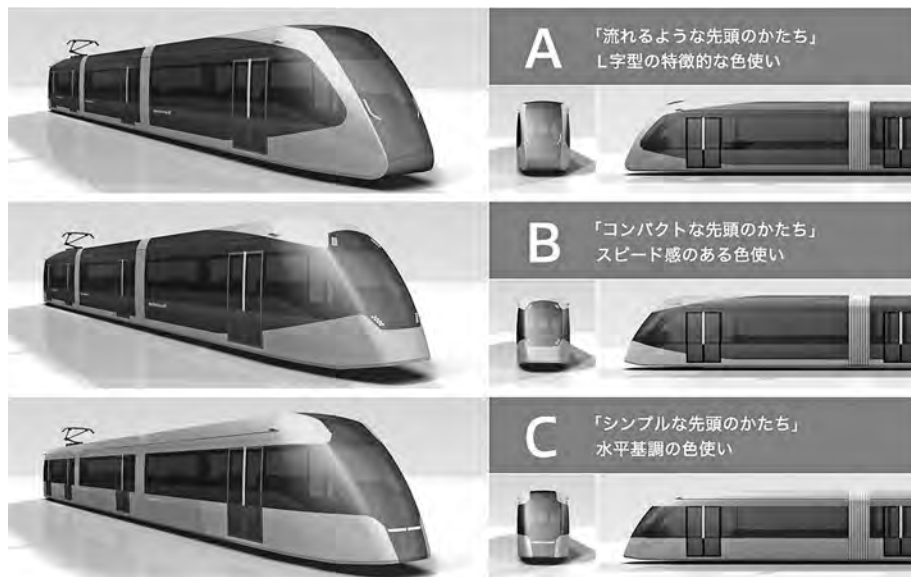
シンボルカラー

サブカラー

シンボルカラーは、明示性が高く、雷（稲光）や雷を受け豊穣をえた稲をイメージさせる「黄色」を用いることとする。

サブカラーは、シンボルカラーを引き立てる色彩として、黒から白までの無彩色を用いることとする。

図—3 デザインコンセプト



図ー4 車両デザイン案

ンのコンセプトを基に、複数の車両外観デザイン案を作製した上で、市民・町民へのアンケートなどを実施し、A案に決定した（図ー4）。

5. おわりに

国内のLRT導入事例としては富山市が有名だが、本市の取組はこれに次ぐものであり、追い越し線等の整備を含め、全線新設によるLRT整備は国内初とな

る。

本市のLRT整備は、中長期的な視点のもと、20年、30年先のまちを見据えたプロジェクトであり、将来にわたり本市が多くの人や企業から選ばれる都市となる上で欠かすことのできない事業であることから、今後とも、LRTの早期開業に向け、各種取組を全力で進めていく。

J C M A

気仙沼線・大船渡線の BRT による復旧

大口 豊

東日本大震災により甚大な被害を受けた気仙沼線・大船渡線については、早期に安全で利便性の高い輸送サービスを提供すべく、「BRT による仮復旧」を行ってきた。その後、復興を進めるうえでも、地域の基幹交通の方向を早く決めるべきという沿線自治体の意見も踏まえ、BRT により本格復旧を行うことを提案し、沿線の全自治体から同意を得て現在に至っている。本稿では BRT に関するこれまでの経過、今後の取組み等について述べていくこととしたい。

キーワード：東日本大震災、気仙沼線、大船渡線、復旧、BRT、地域交通

1. はじめに

東日本大震災により大きな被害を受けた沿岸線区の復旧については、線区ごとに開催される「復興調整会議（国土交通省東北運輸局主催）」において、国・自治体等の各関係機関との協議・調整や意見交換を継続的に行ってきた。その中で気仙沼線と大船渡線は、他の線区と比べ被害が極めて甚大かつ広範囲にわたり、鉄道での復旧については、将来発生しうる津波に対する安全の確保や、沿線まちづくりとの整合、道路・河川等との交差に関する調整、多額の復旧工事費の負担等課題が多く、復旧には長い期間を要することが見込まれた。

また、これらの線区の輸送量は、震災前の時点で当社発足時(1987年)の約4～6割程度に減少しており、復興によりまちの形も変化するなかで、鉄道が今後どの程度お客さまにご利用いただけるかということも課題であった。

以上のように、両線区の復旧には課題が多く、時間がかかることが想定されたため、早期に安全で利便性の高い輸送サービスを提供し、震災復興に貢献するという観点から、気仙沼線柳津～気仙沼間(55.3km)および大船渡線気仙沼～盛岡(43.7km)については BRT（バス高速輸送システム）による仮復旧を行うこととした。

仮復旧に関する沿線自治体の同意を得て、気仙沼線では 2012 年 8 月からの暫定的なサービス提供を経て同年 12 月から、大船渡線では震災から丸 2 年を前にした 2013 年 3 月から運行を開始した。

2. 当社 BRT の概要

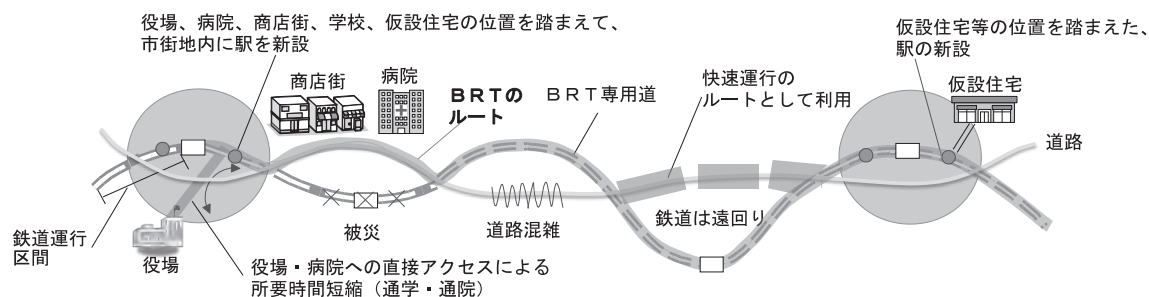
(1) BRT とは

BRT はバス・ラピッド・トランジット (Bus Rapid Transit) の略で、「連節バス、PTPS (公共車両優先システム)、バス専用道、バスレーン等を組み合わせることで、速達性・定時性の確保や輸送能力の増大が可能となる高次の機能を備えたバスシステム」(国土交通省「BRT の導入促進等に関する検討会(2013 年 10 月 24 日開催)」第 1 回資料より)のことを指す。諸外国においては大都市の交通輸送手段として取り入れられる事例が多いが、国内においては都市交通の他、地方交通においても鉄道敷を活用した事例が幾つかの路線で存在している。

当社が運行している BRT は、①鉄道敷を活用することにより速達性、定時性が確保できる、②まちづくりの各段階に合わせたルート設定、駅の増設等の柔軟な対応が可能である、③地震、津波発生時も可能などころまで自力走行でき、お客さまがより避難しやすくなる、④専用道と一般道の併用により、早期の運行開始が可能である、⑤フリークエンシーを高めることで利便性が向上するなど、様々な利点を有している(図 1)。

(2) 運行の枠組み

BRT の事業スキームについては、従来から担っていた地域の交通サービスを当社が責任を持って提供するという観点から、当社が道路運送法第 4 条に基づく一般乗合旅客自動車運送事業(いわゆる路線バス事業)



の許可を受け運行することとした。

しかしながら当社にはバス運行のノウハウがない点、また地域のバス事業者との共存を図っていく観点から、運行関係業務については当社グループ会社ではなく、地域のバス事業者へ委託する形態が適当であると考えた。

このスキームで運行開始するに当たっては、許認可に時間を要することが予想された。一方、沿線からは早期に振替輸送の改善を求める声が挙がっていた点、および一刻も早く地域交通を確保することにより、地域の復興に貢献していく必要があるという観点から、気仙沼線においては、沿線の高校の2学期の開始に合わせ2012年8月から鉄道の代行バスの位置づけで暫定的なサービスを先行して提供することとした。その後、手続きを完了して、同線では2012年12月から、大船渡線では2013年3月から、当社がバス事業者となり地元バス事業者へ委託する形態で運行を開始した。

なお、2015年6月には気仙沼線BRTの石巻・仙台方面への利便性・速達性向上を目的として、前谷地～柳津間を延伸している。

(3) 設備等の整備

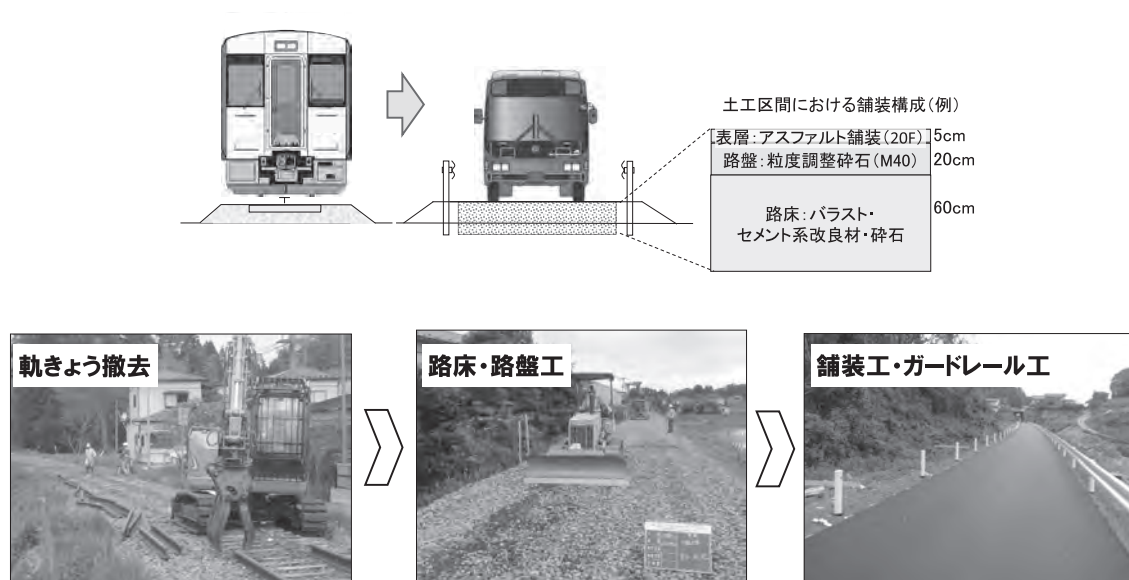
(a) 専用自動車道整備

整備区間の選定にあたっては、橋梁などが流失した箇所を避け、かつ整備効果を期待できる区間とし、2012年8月の気仙沼線の暫定的サービス提供開始時には、陸前階上駅～最知駅間の約2.1kmにおいて供用を開始した。

専用道の構造は、線路敷は元々単線区間であることから幅員4.0m(1車線)とし、土工区間においては、残存したレール、マクラギ、上バラストなどを撤去したうえで舗装を行っている。舗装構成は、路床として道床バラストとセメントの攪拌混合処理を行い、その上に碎石路盤とアスファルト舗装を施した(図一2)。

幅員4.0mを確保出来ない橋りょうについては、既存橋りょうの上部へのプレキャスト床版設置、桁切断・拡幅や新設等、現地の状況に応じて改良方法を選定した。

1車線のため、乗務員が目視で確認可能な距離に待避所を設け、トンネル等、待避所の設置が難しい区間については、合図信号機システムを設けることで、車両進入を制御することとした(写真一1)。なお、従



図一2 専用自動車道の舗装構成と舗装整備状況



写真一 専用道上の待避所



写真二 交差点（感应式信号機）

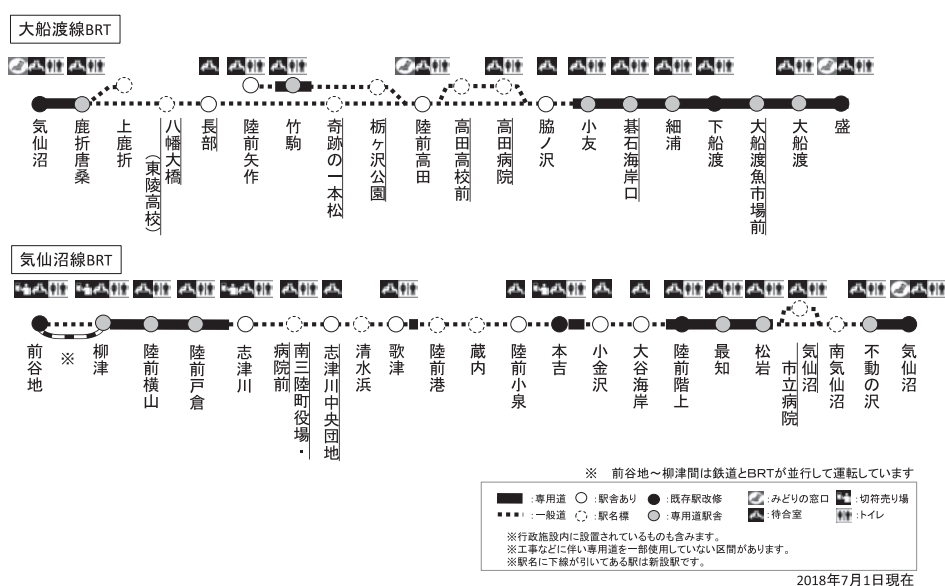
来の踏切は新たな交差点となるが、BRTの速達性確保及び鉄道の仮復旧という観点から、交通管理者にご協力頂き、交差道路の幅員や交通量に応じた交差道路側の一時停止あるいは感应式信号機の設置、現示サイクルの調整等により、基本的にはBRT車両の交差点停車なしでの走行が可能となっている（写真二）。また、専用自動車道の出入口には一般車両の誤進入防止のため、BRT車両から発信する電波により開閉す

るゲートを設置した。

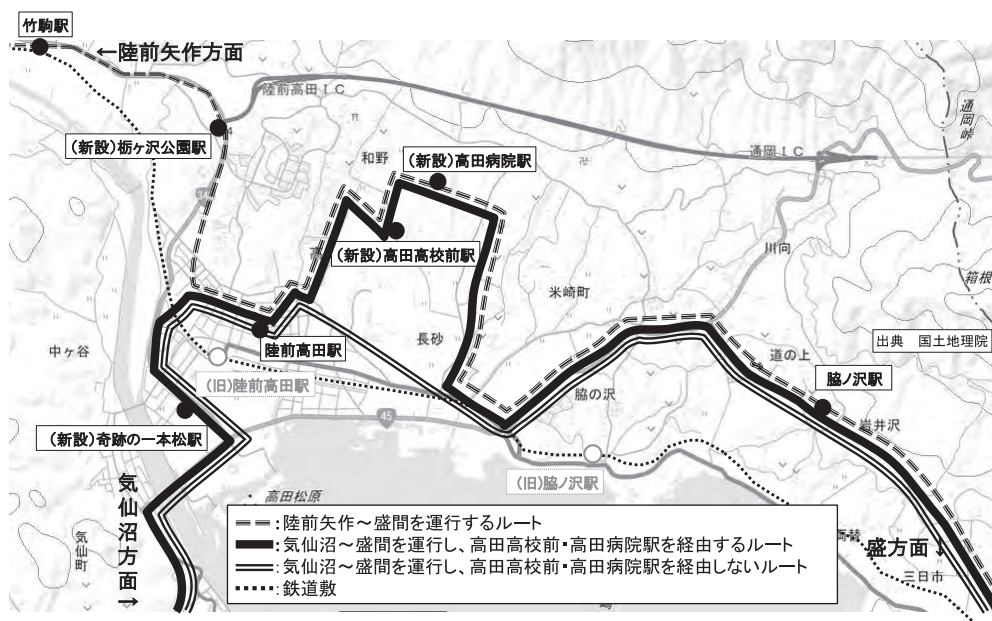
専用道の延伸については、一般道との接続を考慮しながら、工事可能な箇所から随時整備して供用していくようにし、2018年7月1日時点で、気仙沼線の専用道延長は35.5 km（柳津～気仙沼間の鉄道営業キロ55.3 kmに対する専用道整備率：約64%）、大船渡線の専用道延長は16.2 km（気仙沼～盛間の鉄道営業キロ43.7 kmに対する専用道整備率：約37%）となっている。また、気仙沼線においては、宮城県が進めるバック堤整備に合わせ、県と協力して橋りょう改築・復旧を進めているところであり、橋りょう前後の区間及びその他の計画区間を合わせ、最終的には専用道整備率を9割程度まで高めていく計画である。大船渡線についても、陸前高田市のまちづくり等と調整を行いながら、整備率を5割程度まで高めていくことを計画している。

（b）駅の整備・ルート変更

BRTは鉄道駅に停車することを基本としているが、地元自治体からのまちづくり上の要請に基づいて、駅の新設、移設を行ってきた（図一3）。震災後の仮設の役所や病院などに合わせて駅位置を変更あるいは新設しており、これまでに両線合わせて11駅を新設し供用している。最近の動きの一例を取り上げると、2018年4月1日には陸前高田市の新しいまちづくりにあわせて、中心市街地に新たに駅舎を建設した上で陸前高田駅を移設し、暫定的に新設していたまちなか陸前高田駅を廃止した。また、移設前の陸前高田駅付近に柝ヶ沢公園駅を新設した。さらに、本設の高田病院の開業にあわせ、新病院敷地内に高田病院駅を移設した。加えて、気仙沼～盛間を走行する便につい



図一3 施設の整備状況



図ー4 高田地区でのBRT 運行ルート

て、お客さまからの要望等を踏まえて、高田地区のいくつかの駅を経由せずに短絡ルートを走行させることで、速達性の高い便を設定するなどBRT の特性を活かした柔軟な駅の配置やルート設定を行ってきた（図ー4）。

また、鉄道線と接続する盛駅、気仙沼駅については、BRT の駅構内への乗入れを実施して対面乗継を可能にし、乗換時の利便性向上を図っている（写真ー3）。



写真ー3 盛駅における対面乗継

(c) 車両調達

BRT の事業者は当社であることから、車両は当社が自ら調達する必要があった。新車の調達にあたっては、当時は政府調達協定の手続きを行う必要があり、一定の期間を要したため、気仙沼線の暫定運行開始時には中古の大型バス 18 両を購入した。並行して政府調達協定の手続きに則り新車の調達を行い、気仙沼線と大船渡線の運行開始に合わせ大型のノンステップ型ハイブリッド車両を順次投入して、2013 年 6 月中に

は当初計画の新車の投入を完了した。

なお、車両には沿線地域のキャラクターを取り入れた様々なラッピングを施して、地域の皆様に親しみをもってもらえるよう工夫した。さらに、2014 年 4 月には、乗車することが目的となるような「乗って楽しい」車両として観光型 BRT や環境性能に優れた電気 BRT も導入している。

(d) 運行計画

利便性の高いサービスを地域の皆様に提供し、地域の復興を後押しするため、震災前の鉄道を大きく上回るフリークエンシーの確保とパターンダイヤ化を行った。気仙沼線本吉駅～気仙沼駅間においては、現在上下 65 本、日中 30 分間隔のダイヤを実現し、鉄道が運行されていた時の約 3 倍の本数を運行している。大船渡線においても、陸前高田駅～盛駅間において上下 53 本運行しており、約 2.8 倍の本数を提供している。

特に、沿線高校の朝通学時間帯には運転間隔を最小 9 分とするとともに続行便を運行している。さらに試験期間などには昼間帯でも続行便を設定するなどの柔軟な対応を行い、輸送力の確保を図っている。

(e) その他のサービス向上に向けた取組み

気仙沼線の暫定運行開始時から、ロケーションシステムを導入しており、駅待合室の案内ディスプレイや携帯電話で BRT の走行位置や遅れ時分などの情報を確認することができる。

また、2013 年 8 月からは BRT 専用の IC カード「odeca（オデカ）」のサービスを開始しており、2015 年 3 月からは、Suica をはじめとした交通系 IC カードも BRT でご利用いただける様になっている。

3. BRT による本格復旧

当初 BRT は仮復旧として運行してきたが、鉄道復旧に関する課題解決の見通しが立たない中、両線区の復旧方針をハイレベルで協議することを目的に気仙沼線・大船渡線沿線自治体首長会議が国土交通省の主催で開催された（第1回・2015年6月）。沿線自治体からは営業主体が復旧方法について考え方を示すべき、まちづくりとの関係からなるべく早く方向性を決めるべきとの意見を受けた。これを踏まえ、当社でも将来に向けた考え方についてどのように示せるか検討を進め、以下のような点を踏まえ、第2回会議（2015年7月）において、当社より「復興に貢献する持続可能な交通手段として、BRT を継続して運行させる」ことを提案した。

- ①道路整備の進捗とモータリゼーションの進行により、震災前の時点で、大船渡線・気仙沼線は地域の基幹交通としての鉄道特性を十分に発揮できる水準とは言い難い状況となっていた点
- ②新駅設置、復興の進捗に合わせた運行ルートや駅位置の変更、速達性・定時性・利便性の確保による機能の維持・向上といった事柄を実現し、地域の実情に合致した交通手段となっている点
- ③沿線自治体からの要望に基づく新駅設置、地域の拠点としての駅の活用、交流人口の拡大に向けた利便性向上、産業・観光振興による地域活性化等地域のニーズに柔軟に答え、地域交通としての役割を果たしていくことが可能である点
- ④延伸が図られる三陸道を利用した高速バスとの連携や、フィダー交通と連携した交通ネットワークの確保の観点から、両線の担ってきた機能の提供には、引き続き BRT が最もふさわしい交通手段である点

その後、各沿線自治体を中心とした地域の議論を経て、2016年3月までに全沿線自治体との間で、BRT を継続して運行すること（本格復旧）を受け入れることで合意した。合意に至る議論の中で、各自治体からは専用道整備による速達性・定時性の確保など地域交通活性化への貢献、交流人口の拡大に向けた取組み、産業や観光の振興による地域活性化等に関するご要望をいただいた。

今後も沿線各自治体等と協議を進め、ご利用されるお客さまにとって利便性の高いサービスを提供できるよう努めていく。

4. おわりに

これまで当社は地域の基幹となる公共交通が機能しない状態が長く続く地域に悪影響を与えることになるため、BRT の仮復旧により交通手段の確保を図ることとし、まちづくりの進捗に応じた交通手段の提供、多くのお客さまにご利用頂ける高い利便性の提供を実現してきた。

BRT による本格復旧という方向性が固まったが、今後も引き続き地域のニーズに柔軟にお応えし、また、路線バスやデマンド交通などの二次交通と有機的な連携を進めることで、より多くのお客さまにご利用いただける、地域に根差した交通手段として地元と共に育てていきたいと考えている。

J|C|MA

[筆者紹介]

大口 豊（おおぐち ゆたか）
東日本旅客鉄道㈱
執行役員、総合企画本部 復興企画部長



新潟市における BRT と新バスシステム

持続可能な公共交通体系の構築を目指して

小林 久 剛

本市のBRTは、従来のバスのイメージを一新する次世代バスシステムのことであり、連節バスを核とし、より早く、より正確な時間に、より多くの人を運べるシステムを目指している。また、新バスシステムとは、多くの路線がまちなかで重複していた区間を、BRTの導入により集約・効率化し、それにより生じた余力（車両や運転手）を郊外に投資し、郊外路線の増便や路線の新設を含めたバス路線の再編を行うことで、将来にわたって持続可能な公共交通体系の構築を目指すものである。

キーワード：BRT、次世代バスシステム、新バスシステム、バス路線再編、連節バス

1. はじめに

新潟市は、平成の大合併の中でも最大となる14市町村との合併を経て、平成19年4月1日に本州日本海側初の政令指定都市となった。

人口減少や高齢化の進展など全国的に同様な情勢を背景に、都市の活力を維持・発展させ、合併各地域の拠点間の連携を図り都市の一体化を理念とした「田園に包まれた多核連携型都市」として、新潟らしいコンパクトなまちづくりを目指しており、これは都心を中心とした放射状・環状の連携軸を強化することで、各地域との連携を高める都市の実現を図るものである。

この理念に即した都市を実現するためには、誰もが

利用可能な移動手段である公共交通を維持・拡充する必要があるが、過度なマイカー依存といった現状を背景に、バス利用者の減少によって路線の減便や廃止を繰り返す悪循環が長く続くなか、この悪循環からの転換を図り、将来にわたって持続可能なバス交通体系を構築することを目的としたBRT導入とバス路線再編について紹介する。

2. 総合交通計画「にいがた交通戦略プラン」

多核連携型都市の構築を目指し、本市における交通政策の基本理念と、短・中期的（平成20年度からの概ね10年間）に取り組む基本方針をとりまとめた「に



図一 都市内交通体系の基本概念図

いがた交通戦略プラン」では、①移動しやすい都心を形成する基幹公共交通軸の形成、②都心と郊外を結ぶ都心アクセスの強化、③各地域内を移動しやすくする生活交通の確保といった3つの柱を基本としている。

ここで位置付けられている基幹公共交通軸とは、JR 新潟駅を起点に、大型商業地「万代」、信濃川に架かる重要文化財「萬代橋」、港町の歴史が漂う中心街「古町」のほか、多数の主要施設が集積する「鳥屋野潟南部地区」などの主要拠点を結ぶ日の字型のルートとなっている（図—1）。

本市の公共交通は、JR と民間バス事業者1社で主なネットワークが構築されているが、この基幹公共交通軸においては、中量輸送公共交通をイメージした新たな交通システムの導入を目指し、まずは既存バスの機能を高めていくこととして、これまでに「オムニバスタウン事業（平成19～24年度）」などにより、バスICカードの導入支援をはじめ、循環バス路線の新設やバス停上屋整備など、バス利用環境の向上施策を進めてきた。

しかしながら、バス利用者数の減少は長く続き、このことが郊外路線の減便や廃止につながるという悪循環を繰り返すなか、高齢者をはじめとしたマイカーを運転し難い方々の移動手段を確保することは、引き続き喫緊に解消すべき課題となっていた。

なお、この原稿を執筆している時点においては、現行戦略プラン策定から概ね10年が経過するなか、これまでの取り組みの検証を行い、今後の10年間を見据えた新たなプランの策定に取り組んでいる。

3. BRT とバス路線再編

(1) 「新たな交通システム導入基本方針」

本市では、基幹公共交通軸への新たな交通システムの導入に向け、有識者からなる「新たな交通システム導入検討委員会」を平成22年度に設置し、ルートやシステム、導入シナリオなどの提言を基に「新たな交

通システム導入基本方針」を平成24年2月に策定した。

この基本方針では、BRT を「次世代型バスシステム」と定義し、早期のBRT導入を目指し、事業方式は公設民営方式とするほか、トータルデザインを取り入れるなど、この後実現化される方向性が明確にされた。

(2) 公設民営方式と事業者提案

基本方針で示された事業方式である公設民営方式は、市が車両・走行空間・BRT 駅・運行管理設備などを整備・所有し、民間バス会社が車両や施設等を用いて運行を担うものである（図—2）。

このなかで導入するBRTは、既存バス路線を包含する新たなネットワークの構築になることから、既存バス路線の運行事業者に第一提案権を付与して事業内容を公募した。

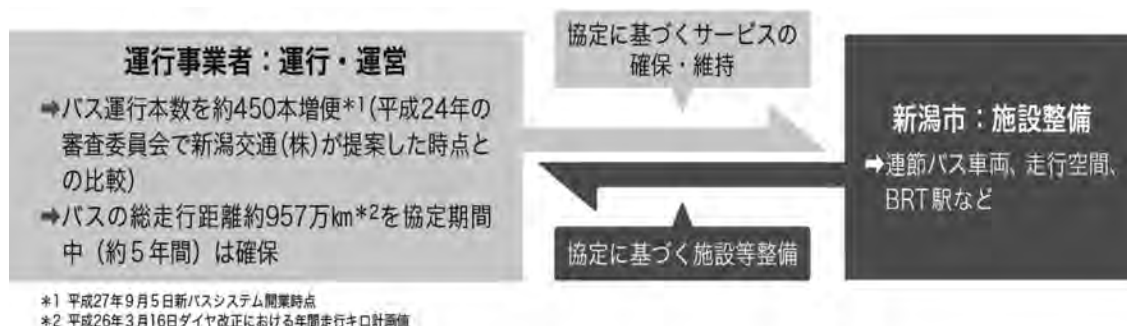
事業者からの提案は、BRT導入に伴う新しいバス路線網の考え方として、多くのバス路線が新潟駅と郊外を結ぶ長大路線であり、まちなかでは路線が重複して過剰な台数が走行している一方で、郊外では減便や廃止が続いている現状を踏まえ、バス路線を再編するとしたものであった。

具体的には、まちなかにおいてはBRTを幹線として位置づけ、BRT路線上に整備する交通結節点の機能を活かし、交通結節点で郊外バス路線からBRTに乗り継ぐことによって路線を集約・短距離化し、まちなかでの過剰な運行を効率化させ、余力となった運転手や車両を郊外路線の増便に充てることで、バスサービスの向上を図るものであった（図—3）。

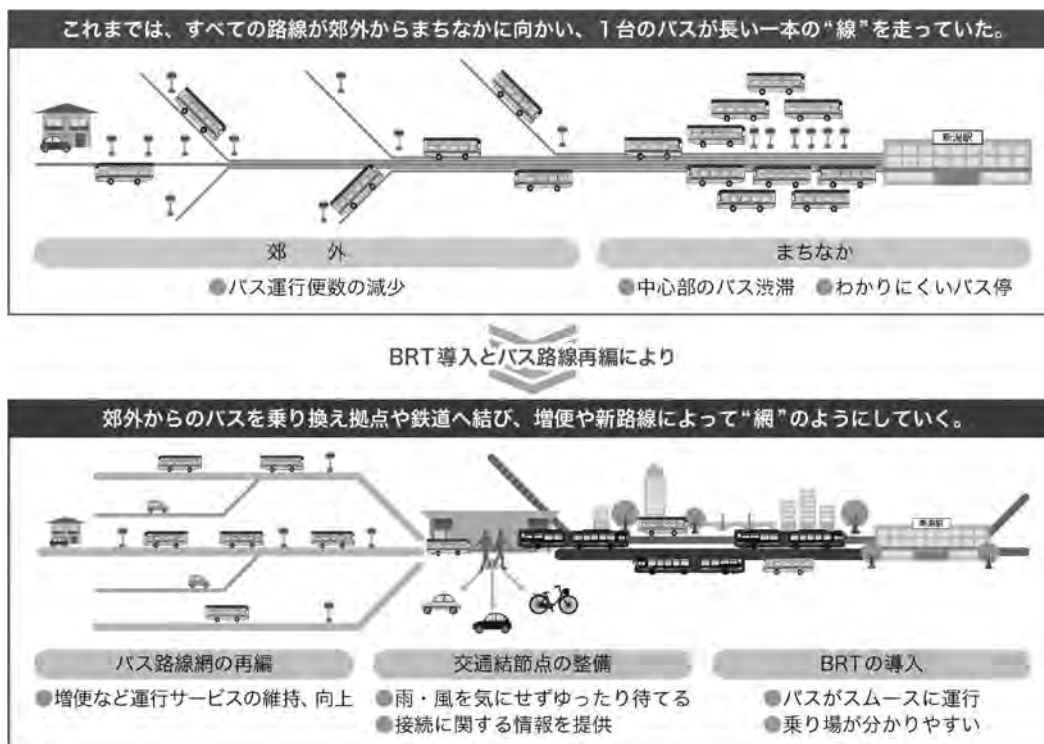
この提案によりBRTの事業者を新潟交通株式会社に決定するとともに、「新潟市BRT第1期導入計画」を平成25年2月に策定した。

(3) 「新潟市BRT第1期導入計画」

策定した導入計画では、BRT導入とバス路線再編をあわせて「新バスシステム」と名称づけ、早期の導入を目指すこととした。



図—2 公設民営方式の事業スキーム



図ー3 新バスシステムのねらい



図ー4 BRT第1期導入区間

BRTの運行区間については、まちなかの路線集約と既存のバス路線との関係から、新潟駅前から古町・本町、市役所を経由し青山までの約7kmとし、鉄道および郊外バスとの接続が可能となるよう、4か所の交通結節点を位置付けた。またBRT路線には輸送力の高い連節バスを導入し、まちなかの運行のさらなる効率化を図った(図ー4)。

BRT路線は、時刻表を気にせず利用できる運行頻度を確保することとして、朝夕ピーク時間は3分間隔、日中は10分間隔の運行とし、車両は当初、連節バス4台と一般バス20台でスタートさせ、その後連節バスを追加し、最終的に8台の導入を目指すこととした。

走行空間は、新潟駅から古町間の約2kmにおいて、現状が右折可能な交差点が少ない道路環境であること、また歩行者の道路横断による左折車両の滞留などを踏まえ、一般車両との交錯を回避してBRTの走行性・速達性を高めるため、道路中央部への専用走行路の設置を目指すこととした。

しかしながら、道路中央部への専用走行路の設置は本市では設置事例がなく、市民の不安や懸念もあったことから、既存の交通規制のなかで運行を開始し、運行開始以降に現地検証や交通の流れを確認しながら段階的に取り組むこととなった。

(4) 運行事業協定とバス路線再編

BRT・新バスシステムを進めるにあたり、市民やバス利用者からの理解を深めることが最重要と捉え、平成25年度は市報での連載のほか、市民向けの説明会などを繰り返し延べ119回開催し、5,048人から参加いただき、乗り換え負担の軽減や運行面などさまざまな意見を、施設の設計や情報案内の強化などに反映した。

これを経て平成26年4月に締結した「新バスシステム運行事業協定」では、便数など運行サービスを確保することを大きな目的とし、バス事業者が営業する総走行距離の維持や、バス事業者との役割分担などを明記することにより、事業開始に向けての取り組みを加速させていった。

本市で初めてとなる連節バスの導入にあたっては、外国社製であることなどを理由に市民からさまざまな意見をいただいたことから、他都市で運行している連節バス車両を試走させ、本市の道路環境下での状況を確認したことをはじめ、障がい者をはじめ市民が参加した試乗会での意見を、座席の向きやステップの高さ、手すりなど車内環境の仕様に取り入れた。さらには、国内の標準値に適合した車両幅や軸重を求めたほか、当時の国内で適用されていた最新の排出ガス規制である「ポスト新長期規制」に、連節バスとして初めて適合させることで、本市BRTの象徴的な車両となるよう設計・製造した。

バスを乗り継ぐ交通結節点については、乗り換えによる移動時間や利用者の負担軽減を考慮し、乗り換えのために横断歩道を渡ることのない歩行者導線を基本とし、風雨を防ぐための上屋や暴風壁、バスの位置情報や次発時刻を発信する情報案内システムなどを整備した。特に市役所ターミナルでは20座席を有する待合所を設置した（写真—1）。

また、青山結節点では隣接する大型小売店舗の協力により、店舗内のイートインスペースにバスインフォメーション施設を設置し、乗り継ぎ時間の有効活用が可能な環境を作ることができた。

BRT路線は名称「萬代橋ライン」として、平成27年9月5日の開業時においては309本／日（平日）を運行し、郊外バス路線の重複区間をBRTとの乗り継ぎにより解消することで、長期的に減便が続いていた状況から、郊外バス路線を中心に452本増便することができた（計画策定時である平成24年比）。

4. 開業以降の状況

新バスシステムの開業以降、路線が使いやすくなったという評価や連節バスに高い興味・関心を抱いていた一方で、開業直後は連節バスへの利用者の集中と運賃システムの不具合によって運行ダイヤに遅れが発生した。

運賃システムは早期に復旧したが、運行ダイヤへの対応はバス事業者と協議を重ね、当面はすべてのバス停に停車していた連節バスを、停車バス停を限定的にする快速運行とすることで利用者の集中を回避させ、さらに運行実態に適合したダイヤ改正を平成27年12月に行うことで、定時性の確保を図った。

また、郊外バス路線については開業時に大幅な増便が図られた一方で、まちなかを運行するBRTとの乗り継ぎが新たに必要となったことで、中心市街地である古町地区へ行きにくくなったという声を特に多くの高齢者からいただいた。

このことを受け、翌年3月のダイヤ改正では、増便した郊外バス本数を144本減らす代わりに、平日の朝夕ピーク時に集中する利用者への対応として運行していた、乗り換え無しで郊外とまちなかとを直行するダ



写真—1 連節バス「ツインくる」と市役所ターミナル

イレクト便について、主に高齢者の買い物や通院利用に対応するため、日中や土休日にも設定するなどの改善を行った。

このほか、日常的に運行する連節バスについても、懸念のあった本市の地域的な特性である積雪時の運行（写真—2）に特に問題がなかったことなどから、BRT 対しての批判的な意見も徐々に少なくなり、また公募による愛称「ツインくる」として子供たちに親しまれるなど、新バスシステムは幹線である BRT の高い定時性による運行の安定化とともに、利用者からの信頼性も高まりつつあると考えている。



写真—2 積雪時の連節バスの走行

新バスシステムの開業後1年間のバス利用者数については、開業前と比較して0.8%増加し、2年目においても1年目と比較して2.5%増加したことをはじめ、古町地区のバス停利用者数についても、開始から約半年経過した平成28年3月以降は前年の同月比較で前年並みの利用者数で推移し、さらに郊外部でのバス利用者数も前年を上回ってきていることから、これ

まで長く続いてきたバス利用者の減少による悪循環からの転換を図り、持続可能な公共交通体系を構築するための土台ができつつある。

5. 今後の取り組み

第1期導入区間において、さらなるバスの集約と効率化による機能向上を目指すなか、専用走行路の設置に向け、平成28年11月にBRT運行区間内の駅前通バス停において、市民から実際に設置状況を体験していただくとともに、周辺道路交通への影響を確認するため、路上バス停を設置する社会実験を行い、現在ではこの検証結果に基づき、関係機関とともに今後の交通量の変化やバス利用の視点などを踏まえ、実現に向けた検討を進めている。

これと併せ、本市の拠点性強化に向けた起点として整備を進めている新潟駅付近連続立体交差事業による高架下交通広場の供用を見据え、新潟駅南口から鳥屋野潟南部方面へのBRT第2期計画を進めるなど、基幹公共交通軸のさらなる強化を図るとともに、これに結び付くフィーダー線の整備によって、将来にわたって誰もが移動しやすい公共交通体系を持続させていきたいと考えている（図—5）。

JCMA

【筆者紹介】

小林 久剛（こばやし ひさよし）
新潟市都市政策部
都市交通政策課 新交通推進室
室長



図—5 今後の事業展開イメージ

鉄道廃線敷を活用した新交通（BRT）の導入

茨城県日立市での導入事例の紹介

佐藤 祐一・田所 邦友・広瀬 悠介

現代社会において、人口減少や少子高齢化、ライフスタイルの多様化が進む中、地域公共交通の確保・維持は非常に喫緊な課題となっている。

本報では、2005年3月に廃線となった地方鉄道「日立電鉄線」の廃線敷を活用し、従来の路線バスより定時性・速達性に優れ、鉄道より運行ルートや停留所などの設定に自由度が高い交通システムであるBRT（Bus Rapid Transit：バス高速輸送システム）を導入した日立市の事例を紹介するとともに、今後の課題について報告するものである。

キーワード：鉄道廃線数、BRT、バス専用道路、公共交通、公設民営方式

1. BRT 導入の目的と背景

日立市は、茨城県の北東部に位置し、東に太平洋を望み、西に阿武隈山系の山々が連なる豊かな自然に恵まれた人口約179万人の都市である。

鋁業、電気機械産業を中心に発展してきたものづくりのまちであり、JR常磐線の各駅を中心に形成されている市街地に大規模事業所が立地している。

都市構造上、海と山に挟まれた臨海部に人口と交通が集中しており、国道 6 号の旅行速度が県内最下位であるなど、慢性的な交通渋滞が課題となっている。

また、近年では、大規模事業所の分社化や人員配置転換等により、人口減少が加速している。

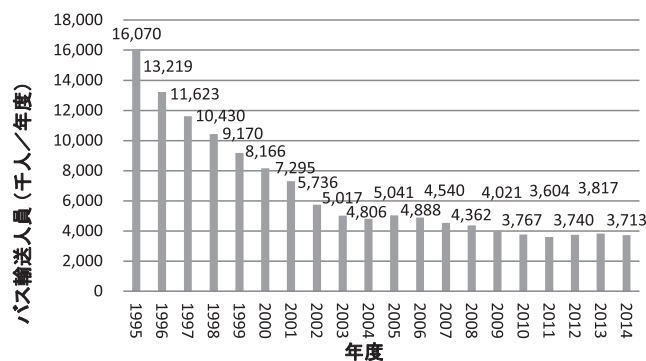
2005年3月までは、日立市中南部の臨海部と常陸太田市の中心市街地とを結ぶ全長18.1kmの地方鉄道「日立電鉄線」が運行（図—1）しており、長年通勤通学者の足として親しまれてきたが、利用者の減少及び鉄道施設の老朽化により経営が悪化し、廃線となっている。

また、路線バスについても、利用者の減少が顕著であり、図－２に示すように、1995年度から2014年度までの20年間で利用者が約1/4に減っている。

これは、人口減少や少子高齢化、モータリゼーションの進展、ライフスタイルの多様化など全国共通の要因だけではなく、南北の主要幹線道路で慢性的に発生する道路交通渋滞に伴い路線バスの利便性が損なわれているという日立市固有の要因も内在していると想定される。



図一1 日立電鉄線 路線略図



図一2 路線バス利用者の推移

そこで、地方鉄道の廃線を契機に、南北方向に新たな公共交通幹線軸を形成し、交通渋滞の軽減を図るとともに、今後の更なる高齢化を見据え、過度に自動車に依存しない歩いて暮らせるまちづくりを進めるため、BRTを導入することとした。

新たに導入する交通システムをBRTとした理由は、専用の走行空間を有することで、従来の路線バスより定時性や速達性に優れ、また、鉄道より整備費用が安く運行ルート設定や停留所設置などの自由度が高いという優位性を有しており、将来にわたって持続可能な交通手段であると考えられるためである。

2. 全体計画（表—1、図—3）

（1）専用道の法的位置付け

車両の走行空間を位置付ける法律には、道路法（第2条第1項）と道路運送法（第2条第8項）があるが、道路運送法では、交通事業者が基盤整備を行わなければならないと、また、一般の道路との平面交差が原則不可となることから、道路法に基づき整備を進めている。

なお、道路法上の道路は、一般交通の用に供する道路であるため、BRT車両以外の通行を制限する目的で、道路交通法（第4条）に基づく交通規制（路線バスを除く車両通行止め）を適用することとした。

（2）段階的整備計画

BRT導入の基本的枠組みを定めた新交通導入計画を策定した2011年当時は、専用走行空間を有するBRTの導入事例が少なく、整備手法や事業効果の検証が必要であったこと、また、市民の理解を深めるため早期に効果を発現する必要があったことなどから、全区間を同時に整備するのではなく、優先性や事業性などの観点からⅢ期に分け、段階的に整備を進めている。

なお、ルートについては、鉄道廃線敷の活用を基本としながら、生活利便施設等の都市機能及び居住機能

が集約する拠点を經由することとし、各期の整備着手時における社会状況や交通状況を踏まえ検討することとした。

（3）事業主体

BRTの運行は、利用者負担に基づく独立採算制が原則であるが、地方都市では、交通事業者の自主的な努力のみでは維持が困難な状況にあるため、公設民営方式を採用し、施設整備については行政が行い、交通事業者による効率的かつ経済的な運行と質の高いサービスの提供を可能とした。

（4）運行区間

鉄道廃線敷のうち、南北方向8.5kmの区間（旧久慈浜駅⇔旧鮎川駅）に専用走行空間を有するBRTを整備することとした。

また、鉄道運行時から要望が多かった日立駅までの延伸についても、新たに専用道を整備する方針で検討を進めている。

（5）横断構成

鉄道廃線敷の標準的な用地幅が7.5mであったため、4.0mの専用道と3.5mの歩道を整備することと

表—1 BRT全体計画概要

計画区間	日立おさかなセンター～JR日立駅
距離	約14km（うち専用道約13km）
標準幅員	7.5m（バス専用道路4m、歩道3.5m）
停留所配置	旧鉄道駅及び旧鉄道駅間に1箇所以上
交差点処理	専用道側に遮断機を設置
運行頻度（平日）	朝ピーク時：6分間隔 夕方ピーク時：12分間隔 オフピーク時：15分間隔
運行本数	平日77本／日（往復154本／日） 休日68本／日（往復136本／日）
運行時間帯	5時台～23時台
表定速度	20km／時（一般道15km／時）
整備方式	公設民営方式
法的位置付け	道路法（道路交通法の交通規制によるバス専用道路）



図—3 BRT概要図

した。

全線に歩道を併設することとした理由は、安心して通行できる歩行者空間を確保することにより、高齢者などの健康増進及び交流促進の効果が期待されるためである。

(6) サービスレベルの向上

鉄道時代より高いサービスレベルを確保するため、停留所については、旧鉄道駅に加え旧鉄道駅間に最低1箇所設けることとした。

また、通勤者等の早朝や深夜の利用、鉄道との乗り継ぎ利用を考慮した5時台から23時台の運行時間を設定するとともに、オフピーク時間帯でも15分間隔の運行頻度を確保することとした。

さらに、通勤通学先となる大規模事業所や学校、商業観光施設等への接続性を強化するため、一般道への乗入れを行うこととした。

3. 第Ⅰ期計画（表—2）

2013年3月に第Ⅰ期区間での運行を開始し、また、2018年3月には第Ⅱ期区間での暫定運行を開始した。第Ⅱ期区間については、JR大甕駅舎改築工事等の影響により、一部未整備区間があるため一般道を経由する暫定ルートでの運行を行っており、2019年春頃に本格ルートでの運行を予定している。

そのため、本稿では、整備が完了し、利用者の動向等が明らかになっている、第Ⅰ期区間に関して紹介する。

第Ⅰ期区間は、BRTの利便性等をPRするトライアル区間に位置づけており、JR横断構造物などの施

設整備が必要なく短期間で整備ができ、沿線に学校やリゾートホテルなどの施設があり短い区間でも一定の利用者が見込まれることから、JR大甕駅と道の駅「日立おさかなセンター」とを結ぶ3.2 kmの区間とした。

(1) 専用道の整備（写真—1）

第Ⅰ期区間3.2 kmのうち、1.3 kmに専用道を整備し、停留所を6箇所、視距確保が困難な場所2箇所に待避所を設けた。

また、トライアル区間であることから、より安全な歩行者空間を確保するため歩車道間に防護柵を設置し、物理的に歩車道を分離することとした。



写真—1 BRT専用道

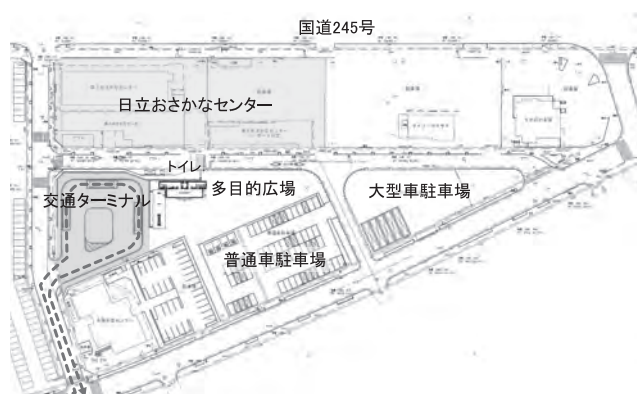
(2) 交通ターミナル、交通広場の整備（図—4, 5, 写真—2, 3）

起終点となる道の駅「日立おさかなセンター」には、新鮮な地魚を提供する飲食店等があり、道路利用者のための休憩施設としてだけではなく、それ自体が観光拠点となり、交流人口の拡大が期待される施設であった。

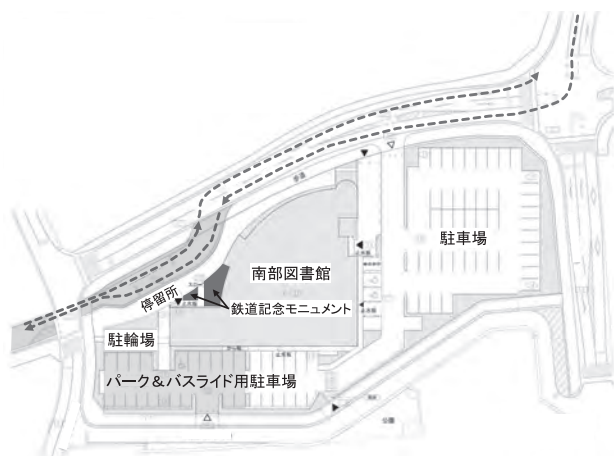
しかし、駐車場やイベントスペースが不足していたことから、バスターミナルの整備に併せて大型車も利用可能な駐車場やイベント開催が可能な多目的広場、

表—2 第Ⅰ期計画概要

運行区間	日立おさかなセンター～大甕駅
運行距離	3.2 km（うち専用道 1.3 km）
停留所配置	12箇所（専用道内 6箇所）
運行本数	平日 34本／日（往復 68本／日） 休日 25本／日（往復 50本／日）
運賃	190円～200円
整備内容	・バス専用道路 ・交通ターミナル（バスターミナル、多目的広場、駐車場 69台、トイレ等） ・交通広場（P & BR用駐車場 19台、駐輪場 48台、モニュメント） ・運行管理システム ・車両（2台） ・付帯施設（バスシェルター等）



図—4 交通ターミナル配置図



図一5 交通広場配置図



写真一2 交通広場（南部図書館）



写真一3 鉄道記念モニュメント

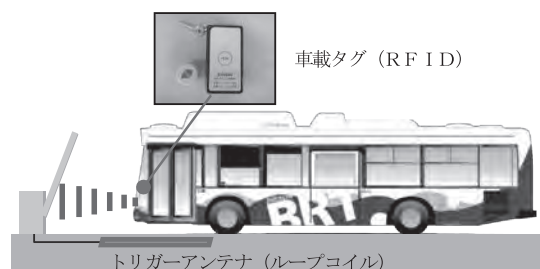
地域の観光情報の発信機能を備えたシェルターやトイレなどを整備し、地域の魅力づくりに努めた。

また、鉄道時代に車両基地があった旧久慈浜駅跡地には、鉄道の歴史を後世に残すため、車両のレリーフや路線図を配した鉄道記念モニュメントを建造したほか、実際のレールや転轍機を置き、縮小版のホームを再現した。

そのほか、車や自転車からBRTに乗り換えできるパーク&バスライド用の駐車場を設けた。

(3) 運行管理システムの導入（図一6）

車両の安全な運行及び利用者の利便性向上等を支援するため、一般車両の誤侵入防止と専用車両のスムーズな通行を実現するバースゲート制御機能、対向車の存在を知らせるすれ違い支援機能及び停留所への車両接近案内機能を備えたシステムを導入した。



- ①トリガーアンテナからの電波を受け、車載タグが発信波を発信
- ②車載タグからの電波を受信し、バースゲートが開く

図一6 運行管理システム概要図

(4) トータルデザインの採用（図一7）

従来の路線バスとの差別化を図り、BRTの新規性をPRするため、車両やバスシェルター、停留所サインなどの施設から、時刻表や関連グッズに至るまで、日立市の特徴である海と桜をモチーフとしたトータルデザインを採用した。

(5) サポーターズクラブの設置

第Ⅰ期区間は、東日本大震災による津波被害を受けた地域であり、BRTについては、単なる公共交通としてではなく、地域活性化策としても大きな期待が寄せられていた。

そこで、行政や交通事業者など供給側が中心となり進めてきたこれまでの公共交通の反省を活かし、地域住民が主体的にBRT及びBRTを活かしたまちづくりを計画段階から検討することとし、沿線住民や企業、高校、産業団体など、計22団体で構成するサポーターズクラブを設置した。

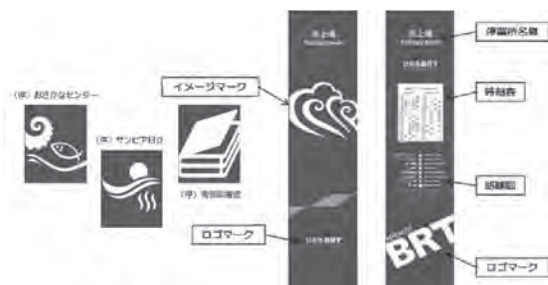
サポーターズクラブでは、車両や停留所のデザインをはじめ、バス停の位置や名称、運行ダイヤなどについて、検討を行ったほか、BRTを利用して地域へ訪れる方を増やすため、イベントでの名産品の販売や沿線マップの発行を行うなど、利用促進活動も行っている。



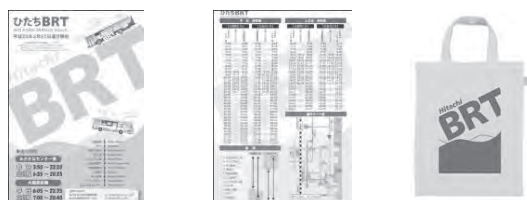
大型ハイブリッドバス（ブルーラピッド）



中型ディーゼルバス（サクララピッド）



停留所サイン



時刻表・関連グッズ

図ー7 トータルデザインされたデザイン群

4. 第Ⅰ期計画の効果及び課題

(1) 利用者数

2013年度の利用者数は、BRT運行前の鉄道代替バス利用者の約4倍に当たる約13.7万人であった。

また、2014年度が約14.3万人（前年比4.4%増）、2015年度が約15.3万人（前年比7.0%増）、2016年度が約15.7万人（前年比2.6%増）と、順調に利用者を増やしている。

(2) アンケート調査

2013年10月に実施した地域住民を対象としたBRT第Ⅰ期区間に関するアンケート調査において、80%を超える方が、時間通りの運行及び目的地への所要時間について、満足していると回答している。

その一方で、BRTを利用していない理由として最も多かったのが、主に車で移動しているからの35%であり、いかに自家用車からBRTへの転換を図っていくかが課題である。

(3) 考察

一定以上の利用者と評価を得られた要因としては、計画段階から地域のニーズを把握し、協働の取り組みを進めてきたことに加え、定時性・速達性を有するBRTが移動手段として信用と信頼を得られたことと評価している。

しかし、第Ⅰ期区間は運行距離が短く、主要幹線道路における交通渋滞の解消及び渋滞の解消による環境負荷の低減、あるいは、沿線地域の活性化などの効果については、検証に至っていない。

今後は、第Ⅱ・Ⅲ期計画の推進によりBRTの利便性向上を図るとともに、BRTを活かしたまちづくりを進めることでマイカー中心のライフスタイルからの脱却を図っていくことが求められている。

5. 今後の方針

現在は、2019年春頃の本格運行開始を目指し、第Ⅱ期計画であるJR大甕駅とJR常陸多賀駅を結ぶ約6.2kmの区間において、専用道約4.8kmの整備を進めている（図ー8）。



図ー8 大甕駅西口完成イメージ

第Ⅱ期区間は、住宅地を縦貫し、沿線に多くの企業や事業所が立地するなど交通需要が多いことなどから専用道の他に並走する一般道の新設、交通結節点となる大甕駅に自由通路や駅前広場を新設するなど、交通結節機能の強化を図っている。

また、利便性の向上を図るため、一般道への乗り入れを含め、複数の運行ルートを設定する予定であり、安全かつ円滑な専用車両の通行及び利用者への分かりやすい運行情報提供を可能とする運行管理システムの機能拡充を行っている。

さらに、誰でも健康で生き生きと暮らせる持続可能な都市の実現を目指し、コンパクトシティ・アンド・

ネットワークの考え方から、まちづくりと連携した公共交通ネットワークの再編や、BRT 沿線への都市機能や居住機能の集積を誘導する取り組みを検討している。

6. おわりに

BRT は、鉄道より整備費、維持費が安く、柔軟性もある交通システムであるため、地方都市における鉄道廃線敷の活用方法として有効であると考ええる。

ただし、将来にわたって持続可能な公共交通とするためには、地域住民等との協働体制を構築し、全線活用ありきではない、地域のニーズに合った運行ルートや停留所配置を検討するとともに、鉄道より高いサービスレベルを確保し、今まで公共交通を利用していなかった人の潜在的な需要を喚起することが重要である。

J C M A

【筆者紹介】

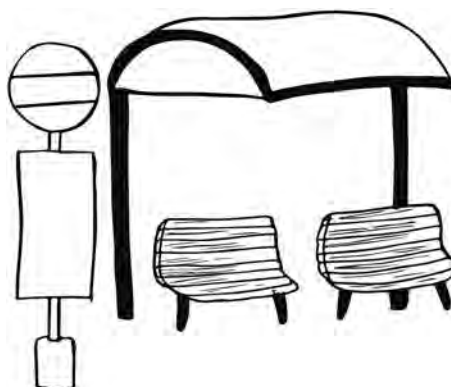
佐藤 祐一（さとう ゆういち）
日立市都市建設部
参事補（兼）新交通推進課長



田所 邦友（たどころ くにとも）
日立市都市建設部 新交通推進課
副参事



広瀬 悠介（ひろせ ゆうすけ）
日立市都市建設部 新交通推進課
主事



マイカー空席「見える化」による 過疎地の交通課題解決

天塩～稚内「相乗り交通」取り組み

齊 藤 啓 輔・菅 原 英 人

人口減少、少子高齢化、公共交通の脆弱化がトレンドとなっている過疎地において、生活インフラ拠点まで高齢者等の移動制約者のための新たな地域モビリティを ICT 活用によるマイカーの空席を可視化することで実施した全国初の中長距離コストシェア型ライドシェア（相乗り交通）による新たな地域モビリティ構築について紹介する。

キーワード：ライドシェア、地域モビリティ、シェアリングエコノミー、プラットフォーム

1. はじめに（取り組みの背景）

今後、人口減少社会に直面しつつあるわが国において、地域の持続可能性を維持し高めるためには、地域内及び地域間で人やモノの循環を生み出し、流動性を高めることが必要である。2015年に閣議決定された第二次国土形成計画では、対流促進型国土の形成が示され、地域内における生活機能の維持が求められている。人口と財政規模が縮小する地域での生活維持のための移動インフラとしての公共交通のあり方が問われている。地方部の中山間地や大都市圏から離れた人口低密度地域の多くは公共交通が空白または極めて不便な地区を抱えているが、そのような地域では、自家用乗用車を利用することができない高齢者などの移動制約者のモビリティをいかに確保するかが早急に求められている。北海道天塩町は、北海道の北西部に位置し、最北の稚内市から南に約70 kmに位置する人口約3,200人の酪農と漁業の町である（図—1）。国内4番目の

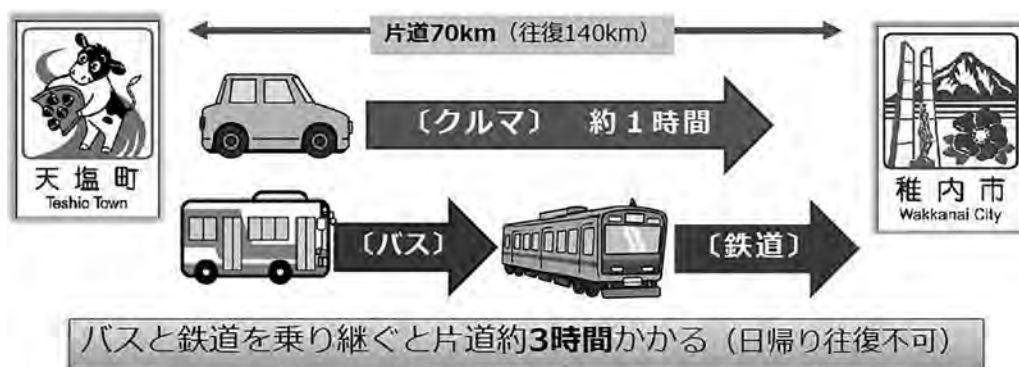
長流「天塩川」の河口に位置し、かつて明治後期から大正期にかけては、流域の豊富な森林資源の木材集積地として発展し、当該地域における中核都市の一つとなった（写真—1）。しかし、森林資源の減少と安価な輸入木材、ニシンの不漁から1955年を人口ピークに60年間で約3分の1に減少した。町内を通過していた鉄道（国鉄羽幌線）は1987年に廃止され、以降、移動するための町内から出発する公共交通機関は路線バスのみである。道路整備の進展とモータリゼーションの普及により今日では自家用車が多くの子民の移動手段となっている。しかし、自家用乗用車を単独で利用することができない高齢者など移動制約者にとって喫緊の課題となっていたのが、病院へ通うための移動であった。町内にも町立の病院が存在するが、内科と整形外科のみであり、一番近い総合病院のある稚内市まで、直行する公共交通機関は無く、路線バスと鉄道を乗り継いで片道約3時間を要し、日帰りすることが不可能であった。自家用車であれば、片道約1時間程



図—1 天塩町の位置 1



写真—1 最北の長流「天塩川」の河口に位置する天塩町



図一 2 天塩町と稚内市の移動手段模式図

度で移動することが可能である（図一 2）。取り組み開始前の住民アンケートでは、「自分が自動車の運転や利用ができなくなったら？」という質問に対して「非常に困る 57%」、「ある程度、困る 41%」と殆どの住民が自家用車による移動に依存し、それが自力で不可能になった場合の不安感を持っていることがうかがえた。

このような既存の公共交通機関による移動制約者のモビリティ確保が困難な場合、自治体の運営でコミュニティバスやデマンドバスを用いて補完しようとする取り組みが全国的に散見される。また、既存の公共交通事業者や国に対して既設路線網の存続維持、不便性を解消するための要望、陳情といった活動に終始することが少なくない。しかし、前者においては複数の利用がある時間帯が極めて少なく、乗合率を向上させることは現実的に困難であり、結果的に車両一人当たりの運行コストは上昇し個別輸送と等価になってしまう傾向にある。天塩町の場合においては、既存スキームによれば 70 km 先のインフラ拠点まで町が直行バスを運行させるということになるが、財政力の限られた小規模自治体にとって巨費を投じ、運行を持続させることは財政的に困難である。また、本来的に採算性や収益性が見込めない運行を交通事業者や自治体への補助金の追加や増額などで存続させること自体が今後の人口減少トレンドの中で現実的ではない。

こういった状況をもとに、既に住民が生活の足として日常的に移動させている「自家用車の空席を有効活用できないか」という切り口で着想に至った。

2. 相乗り交通のスキーム構築と運用指針

近年、シェアリングエコノミー（個人等が保有する活用可能な未利用・遊休資産等をインターネット上のプラットフォームを介し、他の個人等も利用可能とする経済活性化活動）により、地域の課題解決や活性化

のため国（総務省、内閣府）が導入及び普及推進を検討している。相乗り（ライドシェア）もこの中に含まれ、個人が所有する自家用車の遊休及び未利用の車両や空席を活用することで課題解決を図ろうとするものである。全国的な統計では、移動する車両の 97% が空席のある状態で移動しており、生産性の向上や環境問題の要素も内包している。一括りにライドシェアといっても「乗りたい人が、乗りたい車両を、乗りたい時、行きたい場所まで手配する『オンデマンド型』」と「ドライバーに予め、移動目的と予定があり、移動に要したガソリン代等の実費相当分を同乗者で折半するヒッチハイクのような『コストシェア型』」がある。天塩町においては、既に実際的な生活圏となっている稚内市までの移動に限定し、後者の仕組みを導入することとした。このことで、ライドシェア導入で論議の一つとなるタクシーなど既存旅客事業者の民業圧迫としない配慮（※ 1）を講じた。また、取り組みを開始するにあたっては自動車による運送における運用面で既存法制度において、どのような取り扱いの下で行うか協議検討を行った結果、既存法制度において公共交通が脆弱である過疎地において公共交通空白地域有償運送制度（道路運送法第 79 条）等に基づいた運用形態では運行業務を担う事業組織の設置など仕組みの構築、運行管理業務などの維持にコストや労力を著しく要すことでの人的・財政的負担に加え、实际的に利便性の高い仕組みを作ることが困難であると判断し、道路運送法の適用外（※ 2）による運用によるものとした。

3. 移動車両の可視化とマッチングの仕組み

総合病院など生活インフラ機能のある稚内市まで日常的に移動する自家用車の空席を利活用する仕組みを運用するために必要なプロセスとして、移動車両の可視化とマッチングであった。天塩町においては、イン



図-3 相乗りマッチングの概念図

天塩町 → 稚内市のドライブ	稚内市 → 天塩町のドライブ
2018-02-09 08:15:00 ♀ 北海道天塩郡天塩町 → 北海道稚内市 稚内(平日)に仕事で通勤しています。 とある 一人あたり 600 乗込人数/空き席 0/2 送迎と買い物 所要	2018-02-08 17:00:00 ♀ 北海道稚内市 → 北海道天塩郡天塩町 稚内(平日)に仕事で通勤しています。 とある 一人あたり 300 乗込人数/空き席 1/2 送迎と買い物 所要
2018-02-16 08:00:00 ♀ 北海道天塩郡天塩町 → 北海道稚内市 送迎と買い物 所要 一人あたり 300 乗込人数/空き席 2/2	2018-02-09 16:00:00 ♀ 北海道稚内市 → 北海道天塩郡天塩町 稚内(平日)に仕事で通勤しています。 とある 一人あたり 600 乗込人数/空き席 0/2 送迎と買い物 所要
2018-02-16 08:00:00 ♀ 北海道天塩郡天塩町 → 北海道稚内市 送迎と買い物 所要 一人あたり 400 乗込人数/空き席 2/2	2018-02-16 12:00:00 ♀ 北海道稚内市 → 北海道天塩郡天塩町 送迎と買い物 所要 一人あたり 400 乗込人数/空き席 2/2
2018-02-16 08:15:00 ♀ 北海道天塩郡天塩町 → 北海道稚内市 稚内(平日)に仕事で通勤しています。 一人あたり 300 乗込人数/空き席 2/2	2018-02-16 12:00:00 ♀ 北海道稚内市 → 北海道天塩郡天塩町 稚内(平日)に仕事で通勤しています。 一人あたり 300 乗込人数/空き席 2/2

図-4 可視化された天塩—稚内間を移動予定の車両

ターネット上で国内最大級の中長距離コストシェア型の相乗りマッチングサービスに特化して運営している事業者(N社)と提携し、当該プラットフォーム(WEBページ)に天塩—稚内間の特設ページを構築し、登録ドライバーが事前にドライブ予定を登録することで、移動予定のある車両を可視化する(図-3, 4)。次に、通院などで移動したい高齢者など移動制約者が、適宜、ドライブ予定から都合の合致する移動車両を選択し、相乗り申請を行う。ドライバーの承認が得られればマッチングが成立し実際に相乗りによる移動が行われる。ここで課題となったのは、デジタル・ディバイド(情報格差)である。自家用自動車を保有若しくは運転できない高齢者など移動制約者のほとんどはインターネットやスマートフォンなどの通信デバイス機器を使用または保有しておらず、また、当該目的のために購入、操作することが困難でありインターネット上に可視化された移動車両情報を自ら閲覧参照することが不可能であった。この点を解消するため、同乗を希望する町民が、町役場に電話または窓口にて担当スタッフが希望する日時・目的地などの移動内容を聞き、相応しいドライブ予定を参照・抽出し、担当者が代理でマッチングを行う仕組みを築いた。



写真-2 相乗りの様子

4. 運用(実証実験)の開始

2017年3月、天塩—稚内間相乗り交通の実証実験を開始した(写真-2)。開始に際して、町民ドライバーを募集し、登録説明会にて19名がドライバーとして登録した。ドライバー登録の条件として①70歳未満(年齢条件)②自動車任意保険に加入していること③インターネット利用が可能(スマートフォン、タブレット、パソコンの保有)を設定し、車検証・自動車任意保険加入証明書・運転免許証の確認を行った。一方、同乗利用者については、当初13名の町民が登録を行った。また、運用及び提供サービスについて国の産業競争力強化法による「グレースゾーン解消制度」を活用し、予め設定した実費の範囲内の金額を同乗者が負担することで相乗りさせる事業について照会し、国土交通省及び経済産業省から「旅客運送事業」(道路運送法第2条第3項)に該当せず、道路運送法上の許可または登録を要しないとの回答を受け適法性を公式に担保した。

5. 運用、実施から見てきた課題と対応

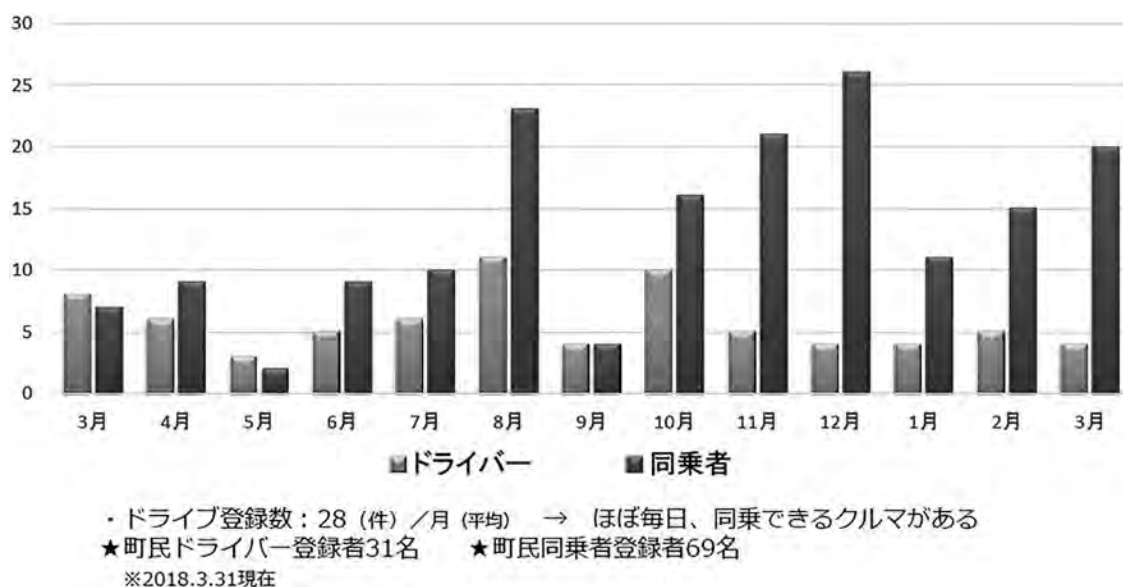
同乗者側の課題として認知の不足が挙げられた。全国的にも前例の無い取り組みであることから、「専用のバスやタクシーのようなもの」「病院に通院するためだけに利用できるもの」と誤解されることが散見され運用開始直後の利用頻度・人数は少なかった。取り組み内容を印刷したチラシを住民回覧、配布などにより周知を図っていたが、仕組みの認知、理解は容易でなかった。担当スタッフが老人クラブなど高齢者の集まる場に出向き直接説明を行ったり、相乗りツアーを企画実施し通院以外の目的でも利用できることを広報した。同乗する側の不安要因であった「知らない人」の運転するクルマに乗車することについては、ドライ

バーとの交流会を開催することで顔の見えるコミュニケーション機会をつくり軽減させた。これらの取り組みにより、開始当初 19 名だった同乗者登録者が 69 名に増加した。一方、ドライバー側の課題としては、実際にドライブ予定を登録し、相乗に対応するドライバーが、登録された全ドライバーのうちの少数に限られている。ドライバー参加が少ない要因として、実費相当分のみの料金収受が参加インセンティブとして低いこと、天塩一稚内間の約 70 km の中長距離の移動であるにもかかわらず、実際には計画性の低い突発的な移動傾向が高く、ドライブ予定の登録につながっていない。また、万が一事故などが発生した場合、ドライバーの加入する保険によって対処するため、心理的に不安や忌避を抱くということもある。今後、これら

の課題を解決に導くための方策を検討している。

6. 取り組みによる実績と効果

運用による実績（2017 年 3 月～2018 年 3 月）は、延べ同乗者利用が 173 名、成立ドライブ数は 119 件となった（図—5、6）。同乗利用者の約 8 割が 65 歳以上の高齢者であり、利用目的で一番多かったのが通院（46%）であった。このことにより、自家用自動車を運転及び保有できない高齢者等の移動制約者にとっての最大の不安であった通院のための移動が解消された。また従来、公共交通機関の乗り継ぎによって稚内まで行っていた際は片道約 3 時間、1,800 円～2,930 円（片道交通料金）と宿泊代を要した移動が片道 1 時



図—5 相乗り利用者数の推移（2017 年 3 月～2018 年 3 月）

期間	ドライブ件数	成立ドライブ数	ドライバー数(固有)	同乗者数(延べ)	同乗者数(固有)	配車アカウント 外の利用	通院	買い物	その他
2017/03	17	6	8	7	7	6	5	2	0
2017/04	32	7	6	9	9	1	4	4	1
2017/05	20	2	3	2	2	0	2		0
2017/06	27	7	5	9	6	0	5	2	2
2017/07	25	8	6	10	10	3	4		6
2017/08	31	12	11	23	20	4	5	2	16
2017/09	13	4	4	4	3	0	3	0	1
2017/10	37	9	10	16	15	4	6	0	10
2017/11	26	13	5	21	13	0	8	2	11
2017/12	25	17	4	26	17	2	13	8	5
2018/1	24	8	4	11	8	0	7	1	0
2018/2	28	12	5	15	14	2	4	3	8
2018/3	28	14	4	20	13	2	13	1	7
合計(人)	333	119	75	173	137	24	79	25	67
利用目的(割合)							46%	14%	39%

図—6 相乗り利用実績（月別）2017 年 3 月～2018 年 3 月

間 600 円～ 800 円（相乗り料金）となることで利便性が増し、移動制約者の金銭的負担が減った。同乗利用者からは「この仕組みがあるおかげで、町に住み続けることができる」という声が聞かれ、人口流出の抑制効果にも寄与したと推測される。また、取り組みの開始及び維持にかかる運営側の効用として、インターネット上の相乗りマッチングプラットフォームを無償で利用し、新規に専用機器や通信デバイスの購入設置などが一切不要であることから、低コストでの初期導入と運営が可能であった。相乗り交通による輸送実績をベースに従来型の公共交通機関（バス）を借り上げし、費用を町が賄った場合の試算では年間約 2,600 万円相当の費用に対して相乗りによる運用経費では、年間約 120 万円（広報周知，説明登録会開催のための経費）で約 2,500 万円の圧倒的な費用削減効果があった。

7. おわりに

海外では約 70 カ国以上で普及が拡大している相乗り（ライドシェア）であるが、わが国においては、既存の法制度による規制，安全性の担保，既存業界との競合の観点から，ライドシェアへの新たな法制度的枠組の議論，調整が進んでおらず，著しい普及が困難な状況下にある。しかし，今後，地域において一層の人口減少・少子高齢化により，これまで以上に限られた

財源と人，モノによる持続可能な自治体運営と生活インフラ基盤の存続を行っていくためには，ライドシェアをはじめとしたシェアリングエコノミーのフレームにより旧来より地域コミュニティ内にあった相互扶助の精神や仕組みを情報テクノロジーの活用により現代版にアレンジ，再構築することで再興し，課題を解決に導くことが望ましいと考えている。

J C M A

- （※ 1）天塩一稚内間（片道約 70 km）をタクシー利用した場合，概ね片道の料金は 25,000 円であり，同乗利用想定者が日常的に利用する実態は無く，相乗りによる輸送行為が競合対象とはならない
- （※ 2）「道路運送法における登録又は許可を要しない運送の態様について」（国土交通省自動車交通局旅客課長平成 18 年 9 月 29 日通達，平成 30 年 3 月 30 日改正通達）に準拠

【筆者紹介】

齊藤 啓輔（さいとう けいすけ）
天塩町
副町長



菅原 英人（すがわら ひでと）
天塩町
総務課 地方創生係 商工観光課
主任（実務担当）



スマートにエネルギーマネジメントする マイクログリッド技術

沼田 茂生

マイクログリッドは、熱電併給するコージェネレーションシステム（以下、CGS）や蓄電池などの分散型電源をネットワークし、情報通信技術（以下、ICT）を用いて特定エリア内での需要変化に合わせて最適制御することで、既存商用系統から独立可能な電力供給システムである。その制御戦略としてCGSを蓄電・蓄熱設備がアシストすることにより平常時にCGSを高効率で稼働させて、電力ピーク削減と一次エネルギー消費量最小化を同時に実現し、加えて商用系統の停電等の非常時にもCGSによる安定した自立運転を実現するエネルギーマネジメントシステム（以下、EMS）を開発した。

キーワード：マイクログリッド、分散型電源、コージェネレーション、蓄電池、エネルギーマネジメントシステム

1. はじめに

電力市場自由化や地球環境問題への対応を目指したエネルギーの有効利用の観点から、2000年代初頭、需要家側に再生可能エネルギー電源などの分散型電源を導入して、電力品質や電力供給信頼度の維持向上、環境負荷の低減、エネルギー効率・経済性の向上を目的とする「新電力供給システム」の議論が始まった。自立・分散型エネルギーシステムの一形態である、マイクログリッドの実証試験が国内外で進められた。その構築目的は、米国では既存電力系統の供給信頼度が低いため、主として需要家側における供給信頼度の向上対策として位置付けられた。欧州では風力発電、太陽光発電、CGSの導入割合が高まるにつれて既存電力系統との調和をとることが主たる目的であった。

わが国におけるマイクログリッドは分散型電源を中心とした小規模電力系統（ミニ電力会社）を意味しており、太陽光や風力を始めとする出力変動の大きな再生可能エネルギー電源が大量連系された場合でも、その影響を既存電力系統に与えないよう蓄電池やCGSなどの複数の分散型電源をネットワークし、ICTを用いて特定エリア内での需要変化に合わせて設備群を最適制御することで、既存商用系統から独立可能なオンサイト型の電力供給システムである¹⁾。

2003年度からNEDOによる委託事業「新エネルギー等地域集中実証研究」が進められ、例えば再生可能エネルギー電源のみで構成する八戸市「水の流れを電気

で返すプロジェクト」、回転機を含まないインバータ連携型の発電設備で構成された愛知県「日本国際博覧会プロジェクト」等の特徴を有するプロジェクトが2007年度まで実施された。

その後、再生可能エネルギーを始めとする多様な分散型エネルギー資源をネットワークして無駄なく使うことを目指すスマートコミュニティ構想が動き出し、国内では2010年から横浜市、愛知県豊田市、けいはんな学研都市、北九州市の4プロジェクトにて実証実験²⁾が進められた。

2. CGSを蓄電・蓄熱設備がアシストするマイクログリッド制御

(1) 当社のマイクログリッド開発

当社では、個別建物や都市再開発等、都市部に適用するマイクログリッド実用化を目的に、技術研究所の一つの実験棟を対象にマイクログリッド試験設備を構築した。自然エネルギーとして太陽光発電（最大出力10kW）、一定の出力運転を得意とするマイクロガスタービン（同27kW）、緩やかな需要変化に追従可能なガスエンジン（同22kW）、非常に速い変化にも追従可能な蓄電池（同20kW）を組み合わせた合計最大出力79kWのシステムの実証運転を2004年1月から開始した。各電源が有する応答速度に応じて電源を順序付けて、順番に、分担する周波数帯域を変動補償する分散型電源制御技術（つまり、CGSを蓄電・蓄熱

設備がアシスト)を開発・適用し、負荷追従運転を実現した。

2006年7月からは、この分散型電源制御技術を活用してガスエンジンCGS2基(発電容量合計440kW)を主要電源にした発電出力600kW級の実用規模の都市型マイクログリッドを構築し、所内エネルギーインフラとして実用運転し実験棟12棟に電力・熱の供給を開始した。図-1に、CGSを蓄電・蓄熱設備がアシストすることにより、平常時にはCGSを高効率で稼働させ、商用系統の停電時などの非常時にはCGSによる安定した自立運転を実現するシステムの代表的な構成設備を示す。

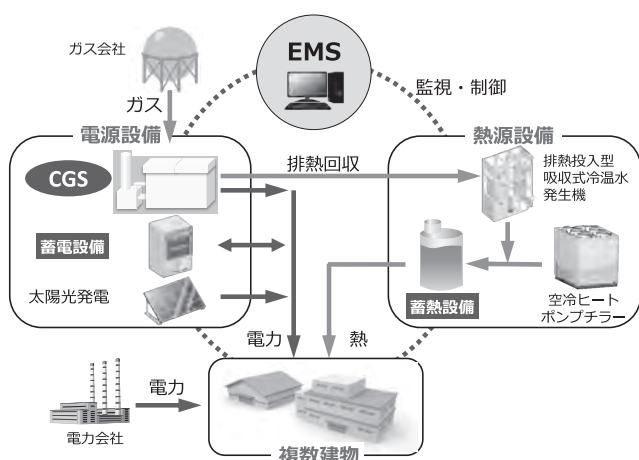


図-1 CGSを蓄電・蓄熱設備がアシストし、省エネ性・防災性を向上させるシステム構成

(2) 電力ピーク削減と省エネ性を向上させるエネルギーマネジメント

当社は建設業界で唯一、1970年代より建物内の電気設備、空調設備、給排水衛生設備などの安定的、効率的な稼働状況を常時監視する中央監視システムを自社開発してきた実績を持つ。この従来型監視システムをICT基盤として、マイクログリッド制御ならびに空調機や照明などの設備機器の動的制御によるデマンドレスポンスに準拠したピークシフト/カットを一体化して統合制御するEMSを開発し、2010年10月に技術研究所のエネルギーマネジメントを開始した。

その半年後、東日本大震災によって引き起こされた電力需給ひっ迫では、建物・街区など需要家側でのエネルギーマネジメント、特に「確実な節電」=電力ピーク対策の重要性が強く認識された。600kW級マイクログリッドによる電力ピーク削減が、2011年夏期の電力使用制限令への対策として大きな効果を発揮した³⁾。

翌2012年夏期には実験棟群12棟を対象に複数建物間で消費電力の情報を共有し使用電力の調整能力の低

い建物と協調することによって、全体での電力ピーク削減と同時に熱供給システムの効率向上による一次エネルギー消費量最小化を実現する電力・熱マネジメントが一定の成果を収めた。

2013年2月の新実験棟竣工に伴う電力・熱需要の増大による熱源設備の運用管理の複雑化が懸念された。これまではCGS排熱の有効活用を左右する蓄熱設備の運転管理を、建物管理者が経験を基に行っており、予想外れ、安全率を確保し過ぎ等、の理由で蓄熱量を使い切る運用が十分には実現できていなかった。2013年夏期に向けて電力ピーク対策ならびに一次エネルギー消費量最小化を同時に満足させるためには、電力・熱の需要予測と、予測された電力・熱の必要量をどの設備を稼働させて賄うか?を決定する「予測/計画」の自動運転ロジックが必要と判断し、図-1の各設備を制御対象とする自動運転ロジックをEMSに実装した。

2013年夏期の当社技術研究所のエネルギーマネジメント結果の電力プロファイルを図-2に示す。大型実験設備約800kWが午前/午後に稼働するため、フタコブ型を示している。9:00~11:30のピーク時間帯にはCGSと蓄電設備による創エネと、その後蓄電池枯渇後はCGSと設備機器(空調機、照明等)の目標値に対する電力自動抑制により、商用系統からの買電を目標値(1000kW)内に維持している。11:30~14:30もCGSは排熱回収を利用し冷熱製造する事前計画に従い運転している。14:30以降は午前中より電力需要が少ないためCGSのみで買電を目標値以下に抑えている。

2012年ならびに2013年の夏期三カ月間で、一日の電力ピークを最も削減できた状況を比較して図-3に示す。買電抑制すべき時間帯に熱源設備を可能な限り停止して電力消費を約120kW低減したことなどに

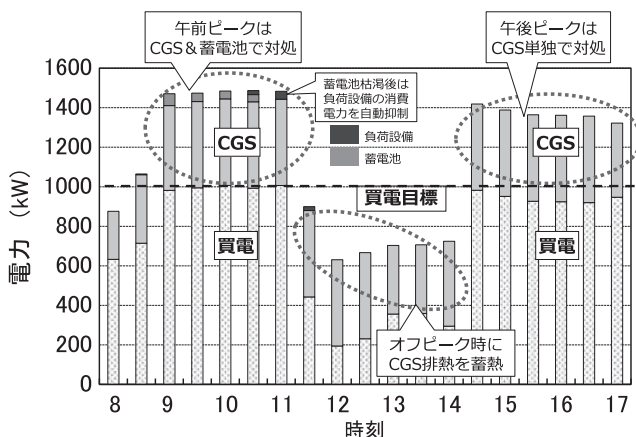
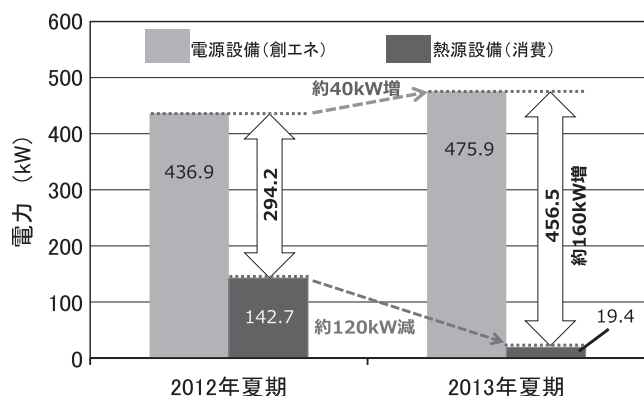


図-2 電力・熱マネジメントによる電力ピーク削減(2013年8月8日)



図ー3 予測／計画に基づく電源・熱源設備の運用による電力ピーク削減量の拡大

よって、2013年には前年に比べて160kW削減して買電削減456.5kWを創出した。さらに2013年夏期はCGS排熱利用の増加と、それに伴い排熱投入型吸収式冷温水発生機の高効率運転、そして蓄熱を余すことなく使い切る効率利用が可能になったことで、一次エネルギー消費量が2012年と比べて12%削減された。2013年は地域冷暖房施設の上位クラスに匹敵する総合エネルギー効率（熱供給システムの生産熱量を一次エネルギー消費量で除した値）1.31を達成した⁴⁾。

(3) 自立運転の安定化・低コスト化させるエネルギーマネジメント

都市型マイクログリッドのもう一つの重要機能は、災害時における万一の商用系統停電時のバックアップ電源として個別建物や街区を電力供給範囲とする自立電力供給機能である。商用系統の停電時にCGSのガスエンジン発電機をブラックアウトスタートさせる場合、発電定格容量の20～30%以上の急激な負荷投入を行うと、異常停止や電力品質の悪化を引き起こすことが知られている。安定的な自立運転を実現するには発電容量を5倍程度に増強せざるを得ず、平常時の経済的運用と齟齬をきたした。

当社技術研究所では2014年11月に最大消費電力1100kWの大型振動台を有する先端地震防災研究棟竣工が予定され、電力需要の大幅増加が想定された。電力ピーク対策として700kWガスエンジン発電機を新規導入し、技術開発方針を平常時の経済的運用に見合うCGS容量での大型負荷設備への自立電力供給とした。

先端地震防災研究棟に設置された大型振動台を利用して700kW発電機定格出力の約40%に相当する急激な負荷変動260kWを発生させて、蓄電設備（リチウムイオンキャパシタ；定格出力250kW、蓄電容量4.2kWh）の最大充放電出力を134kW（負荷変動の

約50%）に設定してアシストさせた。ガスエンジン発電機を供給範囲の電圧と周波数が安定的に確立できる出力変動の範囲内で稼働させることができ、周波数の最大変動幅は0.175Hzとなり、電力会社の管理基準（ 50 ± 0.2 Hz）内の電力品質を実現した⁴⁾。

3. 省エネ性・防災性に優れたスマートコミュニティ／シティの実現

2014年6月に「国土強靱化基本計画」が発表され、政策の柱としてCGSや再生可能エネルギー等の地域における自立・分散型エネルギーの導入促進や地域間におけるエネルギーの相互融通能力の強化などが位置付けられた。前章に記したマイクログリッド制御技術を適用して、2014年10月に東京都港区にてオフィス2棟と集合住宅1棟から構成される3街区連携のスマートコミュニティが実現⁵⁾された。中核となるオフィス棟にCGS25kW×4基が設置され、公道下に自営ライフラインを敷設することで、平常時はコミュニティEMSによる3街区合計の電力と熱需要に合わせた最適制御により優れた省エネ性能を発揮する。また非常時はCGSの自立電力供給により業務維持・生活継続することで、街区全体が防災拠点として機能させることができ、帰宅困難者の一時滞在スペースや防災備蓄倉庫などの地域の防災性能向上に大きく貢献する。この3街区連携の取組みは、省エネ性・防災性が評価されて国土交通省、関東経済産業局、港区などの行政機関と連携すると共に許認可を取得し市街地で初めてCGSによる「街区間の電力と熱エネルギーの面的利用」を行うスマートコミュニティ事例になった。

そして東京・日本橋地区にて2019年運用開始予定で進められている「（仮称）日本橋区町三丁目地区市街地再開発計画」では大型CGSによる地域への電気・熱供給事業が計画されている。新規開発ビルの地下に大型CGSを配置し、災害に強い中圧ガスを燃料にして広域停電が発生した場合でも継続的に既存オフィスや商業施設を含むエリアにピーク使用量の50%相当分の電力を供給する。CGSからの排熱利用により空調も稼働可能である。街区でのエネルギー地産地消の取組みにより、従来に比べCO₂排出量を約30%削減する都市型スマートシティ構築が目標に掲げられている。

また東京都は2017年6月に「低炭素」・「快適性」・「防災力」を兼ね備えたスマートエネルギー都市の実現を目指し、特に水素を活用したスマートエネルギーエリアの形成を推進する、と発表した。燃料電池CGS等

によりエネルギーマネジメントを実施しエネルギー効率の向上による省エネ実現と、災害時等にもエネルギー供給を維持する街区形成が促進されている。

4. おわりに

わが国は2016年11月に発効した「パリ協定」を着実に実施していくことを表明しており、温室効果ガス排出量を2030年度に26%削減(2013年度比)、2050年度に80%削減を目指す目標を掲げている。これに伴い2050年に向けた長期のエネルギー戦略を策定する「エネルギー基本計画」の見直しが進められている。徹底した省エネルギー社会の実現や、効率的で脱炭素化した分散型エネルギーシステムの成立の可能性を追求する方針が記されており、スマートコミュニティ／シティの構築はその具体的ソリューションの有力な一つである。

CGS導入ならびに電力自営線や熱導管、通信用光ファイバ敷設などのインフラ構築、それに加えてIoTやAI等の最新デジタル技術を活用したEMSの実用

化さらには街区での水素利用技術の実装など、スマートコミュニティ／シティ実現は建設業の総合力を発揮する重要な舞台である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 杉原英治, 辻穀一郎: 総論: 分散型電源を含む電力系統の動向と展望, 電気評論, 第93巻, 第4号, pp.7-10, 2008年4月
- 2) 次世代エネルギー・社会システム実証事業～総括と今後について～
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/pdf/018_04_00.pdf
- 3) 沼田茂生: 分散型電源と負荷制御を統合した建物使用エネルギーのマネジメント技術, 建築電力懇話会誌 建築とエネルギー, Vol.45, pp.36-40, 2012年3月
- 4) コージェネ大賞2017優秀事例集, 一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター, pp.29-30, 2018年2月
- 5) コージェネ大賞2017優秀事例集, 一般財団法人 コージェネレーション・エネルギー高度利用センター, pp.5-6, 2018年2月

【筆者紹介】

沼田 茂生 (ぬまた しげお)
清水建設
技術研究所 エネルギー技術センター
センター所長



柏の葉スマートシティ概要と我々の取り組み

エリアエネルギー管理システムを活用した柏の葉スマートシティの街づくりプロジェクトに参画して

戸 辺 昭 彦・長 井 卓 也

本報では、千葉県柏市で進められている柏の葉スマートシティの概要を述べる。次に柏の葉スマートシティに導入されたエリアエネルギー管理システム（AEMS）の概要と特徴及びその経緯を述べる。最後に、本システム導入を通して街づくりに参画した経験より得られた知見と我々が進めている社会イノベーション事業の関係につき報告する。

キーワード：都市開発、街作り、スマートシティ、社会イノベーション、エネルギー管理

1. はじめに

千葉県柏市の柏の葉スマートシティに我々は初期（計画）段階から参画させて頂いた。このプロジェクトを通じて、我々は種々の知見を得た。本論文では、柏の葉スマートシティの概要と我々の取り組みや知見について纏める。

2. 柏の葉スマートシティ概要と我々の取り組み

先ず（1）から（3）で、三井不動産㈱のニュースリリース（2014年4月24日及び2014年6月5日）を基にしながら、柏の葉スマートシティ概要を記述する。

（1）柏の葉エリア開発経緯

柏の葉エリアは柏市の都市計画に基づき、2000年より約273haの区画整理事業が開始されている。東京大学や千葉大学のキャンパス開設に続き、2005年につくばエクスプレスが開業、柏の葉キャンパス駅が開業し、利便性の向上とともに、柏の葉エリアは新たな時代を迎えることになった。

三井不動産グループは街づくりの計画段階から参画し、ハードとソフトの両面から様々な街づくり事業を展開している。2006年に大規模商業施設「ららぽーと柏の葉」を開業し、また同日、公民学が連携した街づくりの中核拠点として「柏の葉アーバンデザインセンター（UDCK）」を開設した。UDCKは、東京大学、千葉大学、柏市、三井不動産、柏商工会議所、田中地

域ふるさと協議会、首都圏新都市鉄道が構成団体となり、共同で運営、協働しながら街づくりの構想、計画、推進するシンクタンク機能も備えた組織である。2008年、環境共生、交通システム、空間デザイン、新産業・文化創造、国際教育環境などの、8つの街づくり方針を中心とした「柏の葉国際キャンパスタウン構想」が策定された。次世代のモデル都市として国内外から評価を得て、2011年には日本政府による「環境未来都市」「総合特区（地域活性化総合特別区域）」の対象地域として選定された。世界最先端の知と技術の結集によって課題解決型の街づくりとして、規制緩和をはじめとする政府の支援を受けて、スマートシティの開発ははじまった。

2014年7月、「ゲートスクエア」のグランドオープンによって、柏の葉スマートシティの地域一帯での運営が本格的にはじまり、柏の葉エリアの街づくりは新たなステージを迎え、今後さらにスマートシティの機能・エリアを拡張させてイノベーションを加速させていく。

■ 柏の葉エリアの主な街づくり動向年表

2000年 2月	東京大学柏キャンパス 開設
2000年 8月	柏北部中央地区一体型特定土地区画整理事業の認可
2001年 9月	三井不動産「柏ゴルフ倶楽部」を閉鎖（現在の柏の葉キャンパス駅周辺一体）
2003年 4月	千葉大学環境健康フィールド科学センター 開設（千葉大学柏の葉キャンパス）

2005 年 8 月	つくばエクスプレス 開業
2006 年 11 月	「ららぽーと柏の葉」オープン
2006 年 11 月	柏の葉アーバンデザインセンター (UDCK) 開設
2008 年 3 月	柏の葉国際キャンパスタウン構想を千葉県, 柏市, 東京大学, 千葉大学が策定
2009 年 3 月	「パークシティ柏の葉キャンパス一番街」全体竣工
2009 年 6 月	内閣府より ITS 実証実験モデル都市に選定
2009 年 11 月	ベンチャー支援組織「TX アントレプレナーパートナーズ」設立
2011 年 3 月	経団連より未来都市モデルプロジェクトに選定
2011 年 5 月	マルチ交通シェアリング 運用開始
2011 年 12 月	総合特区, 環境未来都市に認定
2012 年 4 月	食と農の体験型レジャー施設「オークビレッジ柏の葉」オープン (KCJ GROUP 運営)
2012 年 5 月	国際ビジネスコンテスト「アジア・アントレプレナーシップ・アワード」創設
2012 年 12 月	「パークシティ柏の葉キャンパス二番街」全体竣工
2013 年 2 月	健康状態の見える化サービス実証事業「柏の葉スマートヘルス」プロジェクトスタート
2013 年 3 月	「柏の葉スマートシティミュージアム」オープン
2013 年 3 月	柏の葉キャンパスカート／柏の葉地域ポイントプログラム運用開始
2014 年 4 月	東京大学 柏の葉キャンパス駅前サテライト 開設
2014 年 6 月	国内最大級の植物工場「柏の葉 第2 グリーンルーム」本格稼動
2014 年 7 月	「ゲートスクエア」グランドオープンに併せて柏の葉スマートシティ街開きイベント開催

(2) 柏の葉スマートシティ概要

柏の葉スマートシティは、第一ステージとして千葉県柏市・つくばエクスプレス「柏の葉キャンパス駅」周辺中核エリアである4つの街区を複合的に開発された街であり、特に148駅前街区のネーミングを「ゲートスクエア (GATE SQUARE)」とし、2014年7月にオープンした。

「ゲートスクエア」は、多彩な都市機能を集積させたスマートシティの玄関口となっている。ここでは、エネルギー、防災、交通、健康、疾病・介護予防、ビジネス環境、国際交流空間など、様々な都市機能の高度化を進めており、周辺街区も含めたスマートシティのマネジメント機能が集約されている。

街づくりのテーマは「環境共生」、「健康長寿」、「新産業創造」であり「世界の未来像を作る街」をめざしている。日立は「環境共生」プロジェクトから入った。2011年、東日本大震災もひとつの契機となり、人と地球に優しく、災害に強い街づくりとなっていく。その中で、日立が提供したソリューションが AEMS である。柏の葉キャンパス駅周辺の先行開発街区として集合住宅や商業施設が先に開業していたが、その中核機能を担う「ゲートスクエア」の誕生により、地域一帯 (約 12.7 ha) でのスマートシティ運営が本格的に始まった。約 2,000 戸の住宅に人々が住まい、約 1,000 人のワーカーがオフィスで働き、年間約 700 万人が商業エリアに集う、日本初の複合開発型スマートシティとして、この地から新たな価値・産業・イノベーションが創出されていく。

「ゲートスクエア」は2014年4月より各施設が順次開業し、ショップ&オフィス棟では、イノベーションオフィス「KOIL (コイル: Kashiwa-no-ha Open Innovation Lab)」と、飲食・ファッション・健康関連の店舗が集まる商業施設「ららぽーと柏の葉 北館」が4月より段階的にオープンしている (図-1)。また、ホテル&レジデンス棟では、最新型 HEMS (ホーム



図-1 「ゲートスクエア」の外観

エネルギー管理システム)を標準装備した賃貸住宅とシェア型の国際交流住宅からなる「パークアクシス柏の葉」, エリア一帯のエネルギーをマネジメントする「柏の葉スマートセンター」の入居・運用が4月から始まり, 7月には, 同じくホテル&レジデンス棟において, 中期滞在にも対応する天然温泉大浴場を備えた宿泊施設「三井ガーデンホテル柏の葉」と, 小規模ミーティングから国際会議まで対応する「柏の葉カンファレンスセンター」が開業し, 街区全体がグランドオープンした。さらに, 2014年1月には, 公民学連携による新しい社会モデルを創成する教育研究拠点「東京大学柏の葉駅前総合研究棟」が当エリアに開設された。

(a)「ゲートスクエア」の主な特長

①地域一帯のエネルギーを管理する「柏の葉スマートセンター」

「ゲートスクエア」を含む柏の葉キャンパス駅周辺一帯(約12.7ha)の各施設や電源設備をつなぐAEMS(エリアエネルギー管理システム)を構築。このエネルギー管理拠点として「柏の葉スマートセンター」を設置し, 街区を越えて電力を融通しあう日本初の本格的なスマートグリッドの運用をオープンと同時に開始。「柏の葉スマートセンター」では日々の電力使用状況を分析して光熱費の削減につなげる具体的な省エネ・アドバイスを提供。

②災害発生時にもビジネスと生活が継続できる防災対策

免震工法の採用^{*}とともに, 太陽光発電(発電出力: 約220kW), 大規模リチウム蓄電池(蓄電容量: 約3,800kWh, 出力: 約500kW), 非常用ガス発電機(発電出力: 約2,000kW)などを導入してエネルギー供給網を複線化。電力会社が停電しても「ゲートスクエア」全体で平時ピーク使用量の約6割の電力を継続供給することが可能。また「柏の葉スマートセンター」では災害情報を集約して, 非常時は地域のライフラインとなる設備に電力を優先供給するエネルギー制御を行う。さらにカンファレンスセンターを緊急避難所として利用するなど, 街全体の安全・安心を支える地域防災拠点でもある。(※ホテル&レジデンス棟は全体免震, ショップ&オフィス棟は一部免震)

③CO₂を約40~50%削減する快適な環境と多彩な交流空間

各施設において最先端の環境技術を数多く盛り込み, また緑や風の自然環境調整力を取り入れたパッシブデザインを採用。「ゲートスクエア」全体で約40%, 「KOIL」単体では約50%のCO₂排出量を削減^{*}するハーフカーボンビルである(※2005年度東京都平均

値比)。ゲートスクエアの中心部は各建物をつなげる「センタープラザ」を配置し, 水と緑を感じる空間で多彩な交流・創造を創出している。

④オープン・イノベーションを追求するオフィス「KOIL」

「KOIL」は, 創造力を生み出すイノベーションフロア(6階)とビジネス効率向上に寄与するオフィスフロア(4~5階)で構成されている。6階は, 多様な人との交流から新たなアイデアを生み出すコワーキングスペース, カフェ, 3Dプリンターやレーザーカッターといった電子工作ツールが配備された共用ファクトリー, イベントスペースとしても使えるスタジオルームなどを設け, ビジネスのあらゆるシーンを支えるフロア。国内および海外の起業家, 投資家, 行政, 専門家などが集まる多彩なネットワークングプログラムも展開するなど, 新たな価値創造を全方位でサポートしている。

またオフィスフロアには, 都心にはない解放感あふれるバルコニーがあり, 業務への集中力と密度の高いコミュニケーションを生み出す。イノベーションフロアのサービスや設備も一部利用可能で, 自由度の高いビジネス空間が整っている。

⑤街の賑わいと健康づくりの拠点となる「ららぽーと柏の葉(北館)」

駅前通を挟んで向かいの「ららぽーと柏の葉」とのブリッジ接続により, 一大商業エリアとなっている。館内にはショップやレストランだけでなく, 疾病予防・健康増進の観点から歯科・健康診断・料理教室・運動アドバイスなど健康に関する各種サービスをワンストップで提供する「街の健康すこやかステーション」を開設。

⑥スマートで国際性豊かな暮らしを叶える「パークアクシス柏の葉」

最新型の「柏の葉HEMS」(ホームエネルギー管理システム)を賃貸住宅に標準装備。エネルギー使用量の見える化はもちろん, AI機能(人工知能)の搭載により快適性を損なわずに省エネを実現する具体的なアドバイス提供や家電制御を実現。また, 最上階は, 国内外から集まる研究者や留学生などが空間をシェアして居住する「国際交流住宅」である。

⑦世界最先端のスマートシティを舞台とした会議, 研修, 滞在, 観光をプロデュース

「三井ガーデンホテル柏の葉」と「柏の葉カンファレンスセンター」の連携により, 宿泊機能と会議機能をあわせたプランを提供している。ホテルは短期宿泊のみならず中期滞在ニーズにも対応。カンファレンス

センターは20名程度から最大400名まで対応する大小様々な会議スペースを提供。

(3) 柏の葉エリアエネルギーマネジメントシステム (AEMS) の概要

柏の葉 AEMS は、千葉県柏市「柏の葉スマートシティ」において、環境共生都市・健康長寿都市・新産業創造都市をめざして街づくりを進めている三井不動産株式会社が太陽光発電や蓄電池などの分散電源エネルギーを街区間で相互に融通するスマートグリッドとして2014年7月より段階的に運用を開始した。自営の分散電源や送電線を使い、公道をまたいで街区間で電力相互融通を行う日本初のケースとなる。今般、本取り組みの実現に向けて電力制御技術を確立するとともに、経済産業省より災害時において「特定供給」によって既存の住宅街区に電力供給を行うことに対する許可を受けている。

(a) 柏の葉スマートシティにおける電力融通の概要

①平常時の電力ピークカット

各街区内の建物で電力会社の系統電力と太陽光発電や蓄電池などの分散電源を併用し、分散電源の電力を街区間で融通しあうことで街全体の電力ピークカットを実現する。

平日ではオフィスでの電力需要が高まり、契約電力を超えそうな場合に「ららぽーと柏の葉」(商業施設)から「ゲートスクエア」(オフィス・ホテルなど)に電気を供給し、休日では商業施設での電力需要が高まり、契約電力を超えそうな場合に「ゲートスクエア」から「ららぽーと柏の葉」に電気を供給する計画である。

開発計画時点でこれらの取り組みにより地域レベルで約26%の電力ピークカットを行い、省エネルギー・CO₂削減に貢献するとともに、両施設合計で電力料金削減など年間約1,000万円の経済的なメリットを見込んでいる。

②非常時の防災力強化

系統電力が停電した際は、地域に分散設置した発電・蓄電設備の電力を「特定供給」として住民生活の維持に必要な施設・設備にまで供給し、街の防災力を高めている。

具体的には、「ゲートスクエア」の発電・蓄電エネルギーを、「パークシティ柏の葉キャンパス一番街」(集合住宅)および「パークシティ柏の葉キャンパス二番街」(集合住宅)のエレベーター(各棟1基)、共用照明、集会場などの共用設備に供給している。

(b) 柏の葉エリアエネルギーマネジメントシステムの特長

①多様な電源を地域に分散設置

「ららぽーと柏の葉」には、ハーフメガソーラーとして太陽光発電(発電出力:約500kW, 設置済み)と大規模蓄電池(蓄電容量:約11,850kWh, 出力:約1,800kW)を設置、複合施設「ゲートスクエア」にも、太陽光発電(発電出力:約220kW)と蓄電池(蓄電容量:約3,800kWh, 出力:約500kW)を設置し、さらに非常時に稼働させるガス発電機(発電出力:約2,000kW)を設置している(図-2, 3)。

②系統電力と協調したモデル

街区間で分散電源の電力を融通する際に、電力会社の系統電力と混ざることがないように制御を行う「電力融通装置」を設置している。また、天候により発電出力が変動する太陽光発電を、大規模蓄電池と組み合わせることで電力量の安定性を確保することで、太陽光発電設備が電気事業法上の特定供給における「発電設備」として国内で初めて許可された。これらの仕組みにより、系統電力網に負担をかけずに区域内で分散電源の電力供給を行うことが可能となった。

③地域エネルギーマネジメントを実現

各施設や分散電源をICTネットワークでつなぐ柏の葉 AEMS を構築した。AEMS は各施設の発電量や蓄電量、電力使用量、地域の気象情報や災害情報などのデータを収集・分析して今後の電力需要や発電・蓄電量を予測し、地域における最適な電力供給計画を策定している。

④「柏の葉スマートセンター」の設置

AEMS による地域エネルギーマネジメントの拠点として、ゲートスクエア内に「柏の葉スマートセンター」がある。柏の葉スマートセンターでは、地域電力の監視や発電・蓄電設備の制御、電力融通量の調整などを行う。また、各施設のエネルギー利用傾向を分析し、省エネにつながるアドバイスを発信する「行動ナビゲーション」を行う。

(c) 電力融通における従来課題と柏の葉スマートシティの新規性

電気事業法上の「特定供給」はこれまで、自営発電設備を有する大規模工業団地などで敷地内の各施設に電気を供給する際に用いられてきた制度である。特定供給には経済産業大臣の許可が必要であり、その許可基準は、供給先となる場所の電力需要に対して50%以上を満たす発電設備の保有(自己電源保有比率)が条件となっている。このためスマートシティで電力供給を実現するためには、過大な設備投資が必要となる課題があった。また太陽光発電などの再生可能エネルギーは、気象条件による発電出力の不安定性から、こ

と組み合わせることで安定的な供給を確保できる場合に限り、一定量を供給能力として認められることとなった。柏の葉スマートシティでは、天候により発電出力が変動する太陽光発電を、蓄電池と組み合わせて使用し電力量を管理することにより、発電出力の安定性を確保することが可能となった。この有効性が評価され、審査基準改正後、国内で初めて特定供給の発電設備として太陽光発電設備が許可された。

④供給先と協定書を締結することで、電気事業法が定める「密接な関係」を構築

経済産業省との協議により、2012年12月、電気事業法に基づく経済産業大臣の処分に係る審査基準等の一部改正が行われた。改正前は特定供給の許可を行うに当たり、供給元と供給先が組合を設立して「密接な関係」を有することが要件の1つとされており、組合の構成員が原則として金銭による出資を行うことを求めている。改正ではこの要件を緩和し、組合の構成員による出資の有無にかかわらず、供給元である三井不動産株式会社が供給先であるマンション管理組合と電力供給に係る条件を明記した協定を締結することで特定供給の許可を受けることが可能となった。

これらの認定は、過大な設備投資負担を抑えてスマートグリッドを実現することにつながるため、全国の既存都市においても今後スマート化の取り組みが一層加速するものと考えられる。また分散電源を地域で有効活用してピークカット効果や防災機能を高める柏の葉スマートシティの取り組みは、環境に優しく災害に強い街づくりが求められる被災地や、急速な経済成長で新たな都市開発やエネルギー不足の課題が顕在化している新興国など、幅広い地域に展開可能なモデルとなりえる。

(4) 柏の葉エリアエネルギーマネジメントシステム (AEMS) 構築経緯と取り組み

我々が柏の葉スマートシティの開発プロジェクトに参画したのは、今から8年前の2010年である。当初から目標として掲げられたのが、現在の社会が抱えるさまざまな課題を解決し、あるべき未来につなげていく活動である。周知のとおり現在わが国は、少子高齢化、地方の衰退、環境・エネルギーなど多くの難題に直面している。新興国は言うに及ばず先進国においても類を見ない、まさに課題先進国である。裏を返せば、これから日本が取り組むチャレンジとその成果は、やがて同様の課題と向き合うことになる多くの国々に対しても示唆を与えるモデルとなる可能性がある。その

先行事例のひとつとなるのが柏の葉モデルなのである。

地域で暮らす人々、自治体、企業、大学・研究機関といった多様なステークホルダーが、この柏の葉モデルという旗のもとに集い、議論を重ねながら、いかなる課題解決の方策を打ち出し、その先にどんな街の姿を描き出していくのか。そして我々が、このプロジェクトの一員としてどんな役割を担っていくべきかということが課題であった。仮に今あるソリューションでは解決が困難だとしても、そこに課題がある限り、共に考え、共に汗をかくのが我々の使命。エネルギーや水など社会インフラ構築に深く関わってきた実績と知見から、さまざまなアイデアを出して、「マーケットイン」の姿勢でプロジェクトに臨むべきとなったことが、このプロジェクトにおける我々にとっての本当の意味での出発点となった。2011年3月11日の東日本大震災を契機に、数々の問題が明らかになった。「35階立てのマンションの最上階近くにお住まいの方々は、停電時エレベーターが動かず、外への非難ができなかった。(最上階に住んでいた方は、年配の方が多く、非常階段を使った非難が難しかった。)」さらに住民の声を聞くうちに、さまざまな課題を見つけることができた。「ショッピングセンターは独自に地下水をくみ上げるポンプを持っているにもかかわらず、誰もその設備の存在を知らず有効利用がなされなかった」「各ビルはそれぞれバックアップ電源を備えているが、相互に電力を融通しあうことができなかった」「ビルの防災センターを設置する予定であったオフィスビルの耐震・免震が十分ではなかった」など、足元を固めることの大切さを、あらためて思い知らされた。ただ、本当の課題が認識できたことは決して悪いことではない。安心・安全を阻害する具体的要因が明らかになったならば、必ず打ち手も見えてくるからだ。この課題解決へのアプローチこそが、社会イノベーションにつながっていくのである。

日本という国で生活している以上、我々は決して災害から逃れることができない。大震災を経験し、現地で多くの課題に気付いた時、この柏の葉スマートシティから変革を起こしていこうという機運が一気に形成されたのである。その課題を解決させるために、知恵を絞ったことで、街区を越えた地域全体で運用するエリアエネルギー管理システム (AEMS) 実現の背景となったのである。AEMSは、オフィスビルや商業施設、住居や公共施設などに個別設置された家庭エネルギー管理システム (HEMS)、ビルエネルギー管理システム (BEMS)、中央監視システムから収集した情報をもとに、電力のみならず水やガスなどの需給を

地域全体で“見える化”することで、エネルギーの一元管理や需要予測を実現する。さらに、蓄電池システムを中核とした分散電源関連設備と、系統電力に太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーを組み合わせた安定運用を支える基盤とする。こうした高機能な設備をつなぎ最大限に活用していくのが、柏の葉スマートシティにおける AEMS というわけだ。その実現に向けて日立は、システム構築と運用サポートおよびリチウムイオン蓄電池システム、受変電設備、大型マルチビジョンの設計・製作といった役割を担うことになった。この AEMS によって達成された最大の成果は、日本で初めて街区を越えた電力融通を実現したことにある。一見すると何が画期的なのか理解しづらい面があるかもしれないが、この仕組みを実現するまでには、乗り越えなければならない多くの壁が立ち上がったのである。住居棟、オフィスエリア、商業施設といった街区を越えて電力を融通するためには、柏の葉スマートシティとして独自の電力網を構築する必要があるが、そもそも各々電力会社から受電しているビル間で、需要者側が独自の送電線を敷設して融通を行うことは保安上許されていない。もちろん、この法制度にも理由がある。勝手に送電線を設けた場合、送電線を通る電力は制御できず、最悪の場合広域にわたる大規模障害を発生させてしまう危険性がある。そこで電力会社には、変電設備の配下に位置する加入者に対して木の枝のような送電線を敷設し、個別に配電を行う権限と責任が与えられていたわけだ。実際、世界で最も安定していると言われる日本の高品質な電力供給が、この仕組みによって支えられてきた。だが、先にも述べたように東日本大震災のような激甚災害が発生して系統電力が停止してしまった場合、需要家側ではどうにもならない状況に陥ることになる。そこで震災後に電力自由化、発送電分離といった議論が盛んに行われるようになり、電気事業法が一部緩和された。こうした法制度の改正や行政を含めた世の中の変化を先取りする形で、柏の葉スマートシティの AEMS は実現に至ったのである。

また、平常時に電力網が乱れてしまうような事態は絶対に起こしてはならない。そこに日立が持ち込んだのが、交流直流変換の仕組みである。これは 50 ヘルツの東日本と 60 ヘルツの西日本の間で電力融通を可能とするために、静岡県の大清水変電所などに設置されている周波数変換設備とほぼ同じ原理を採用したもの。柏の葉スマートシティの街区間で電力を融通する際に周波数を変換する必要はないのだが、交流—直流—交流と、いったん直流をはさむことで、2つのエリア間

での電氣的な影響を完全に排除することができる。

こうして AEMS のもとで実現された街区間の電力融通の仕組みにより、もし災害が発生した時は大きな効力を発揮することになる。例えば系統電力がストップした際に、オフィスエリアのエネルギー棟に設置されたリチウムイオン蓄電池システムから住居エリアの各マンションの避難誘導灯やエレベーターに、あるいは商業施設で地下水を汲み上げているポンプなどに向けて優先的に電力を送り、人々の生命の安全を守ることができるのである。実は、災害などの非常時だけでなく平常時にも AEMS は大きなメリットをもたらす。電力需要の一日の動きを追ってみると、自設備の電力ピークカットを蓄電池に蓄えていた電力で実現する。また蓄電池電力が余っている場合には、さらに他設備の電力ピークをカットするために利用する。これにより省エネや電力料金の削減を実現できる。先にも述べたように AEMS は、電力のみならず水やガスなどの需給についても地域全体での効率的な運用・監視を担い、エネルギー利用を最適化することが可能である。あらためて考えると、我々が現在の日本で豊かな生活ができてるのは、祖先がそれぞれの時代に暮しがどうあるべきかを模索し、築いてきた礎が受け継がれているからに他ならない。では、我々は子や孫の世代に、どんなものを残していくことができるか。単に経済的な合理性や高機能を追求するといったことだけでなく、今の人々の暮らしの維持や公共性にも配慮しながら、より良い答えを探し続けることが大切だ。劇的な革新ではなく、継続的な課題解決や改善、進化を支えていく基盤を提供することが、社会イノベーションの本質であると考えている。

本プロジェクトに参画して、我々が得た知見は以下である。

- (a) 街づくりには、テーマ（目的）と優先順位をまず決めることが大切。自分たちの出来ることを持ち寄ることが今まで多かったが街づくりには、その地域でのテーマと優先順位を決め、関係者で共有することが大切。その後、参加する組織、企業が何に貢献できるかを考えていくことが重要である。
- (b) 街づくりでは、その関係者（ステークホルダー）が方向感を決めていく公、民、学（地方政府、民間企業、住民、学術機関）で話し合う場が重要である。また、その地域で、住む、学ぶ、働く人々等：人間を中心に考えることが重要である。
- (c) シーズ先行の取り組みは、定着が難しい。（例え

ばAI、ビッグデータ等は、解決手段であって目的ではない。使うことが目的化しないようにすることが重要である。)

- (d) 新しいサービス、インフラを一度に適用することはできない。既存のものと新しいものを統一的に混在させながら適用していくことが重要である。
- (e) 課題解決には、新しい技術やシステムだけでなく既存の制度、規制の変更も必要。
これらに取り組むには、複数の関係部署（企業、自治体、行政機関等）間の協力、協創が重要である。

スマートシティ建設にあたっては、上記を踏まえることが大切と感じた。（単なるソリューション（やれること）の集合では街は作れないということを学んだ。）

3. おわりに

柏の葉プロジェクトは、2030年を目指して第2フェーズが開始されている。この過程において新たな課題、阻害要因が浮上してくると思われる。しかしこうした課題こそが地域社会のニーズそのものなのだ。我々は、「住民のひとり」となってこの街に暮らし、さまざまな課題をマーケットインで受け止めながら引き続き、解決に貢献し事業創生をして行く。このような活動の原点は、日立の創業者である小平浪平の示した創業の理念にある。以下に日立創業者 小平浪平の「新入社員に対する訓示」（1935年）を引用する。

「私の真意を申し上げますと云ふと、日本の機械工業を進展させて、さうして日本の隆々たる国運に副うて行きたい、是が私の希望であります。

詰り会社の仕事と云ふものは、決して唯単なる金儲ばかりやって居るのではないと云ふことは能く皆さんの頭に入れて戴きたいのであります。此一つを申上げて置きましたら、日立精神と云ふものはどういう風に醸成されて居るか云ふことは能くお分りになるだろうと思ふのであります。」

今後も我々は、さまざまな地域の住民や多くのステークホルダーと連携・協力しながら街の一員となり、「まずは課題を共有し、その上で我々に何ができるかを考える」という姿勢で我々のめざす社会イノベーション事業開拓に取り組んでいく所存である。

JCMA

《参考文献》

- ・三井不動産 ニュースリリース（2013年9月26日）
http://www.mitsufudosan.co.jp/corporate/news/2013/0926_02/
- ・三井不動産 ニュースリリース（2014年4月24日）
http://www.mitsufudosan.co.jp/corporate/news/2014/0424_02/
- ・三井不動産 ニュースリリース（2014年6月05日）
http://www.mitsufudosan.co.jp/corporate/news/2014/0605_03/download/20140605.pdf
- ・柏の葉スマートシティの絶え間ない実践から創造する世界に先駆けた課題解決の先進モデル
情報誌 Realitas〔リアリタス〕Vol.13〔2015年6月発行〕

【筆者紹介】

戸辺 昭彦（とべ あきひこ）
㈱日立製作所
社会イノベーション事業推進本部
アーバン&ソサエティ推進本部
本部主管



長井 卓也（ながい たくや）
㈱日立製作所
社会イノベーション事業推進本部
アーバン&ソサエティ推進本部
担当部長



首都高速道路のスマートインフラマネジメントシステム i-DREAMs[®]

維持管理の大幅な生産性向上を実現

長 田 隆 信

高齢化した膨大なインフラの確実な維持管理への要求に対し、それを担う技術者不足が大きな社会問題となっている。このため、ICT（情報通信技術）等を活用し、点検の効率化・高度化を図るとともに、適時・適切な補修・補強を可能とするインフラマネジメントシステムの構築が必要である。本稿では、運用を開始したシステムについて紹介する。

キーワード：GIS プラットフォーム、3次元点群データ、3D モデル、維持管理

1. はじめに

首都高速道路は、維持管理に手間のかかる高架橋やトンネル等の構造物の比率が95%と高いことに加え、総延長約320kmのうち50年以上を経過した路線が全体の約40%、30年以上を経過した路線が60%以上と構造物の高齢化が進んでいる。

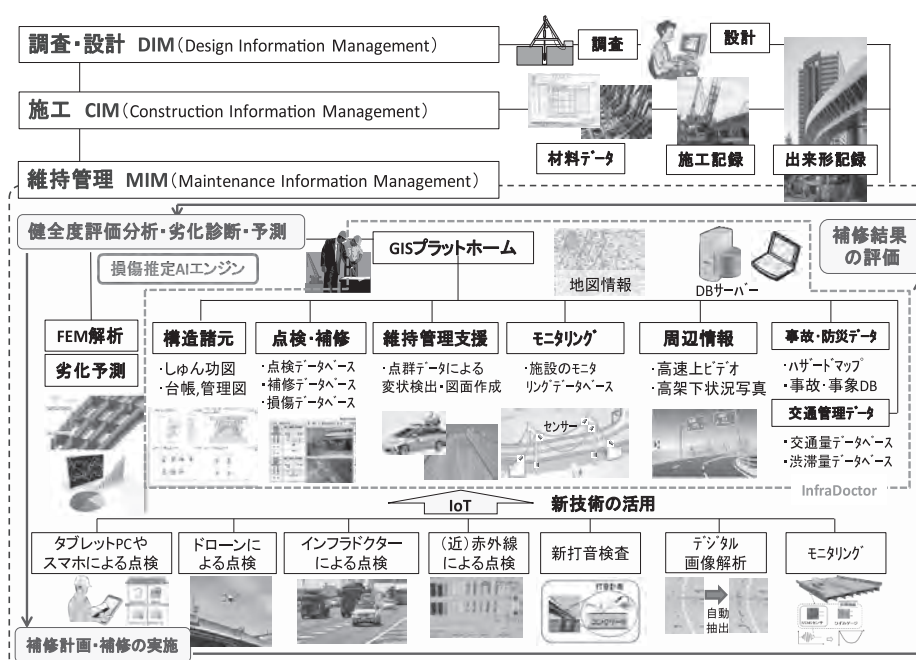
このように高度経済成長期以降に集中的に整備された社会インフラの高齢化が急速に進むなか、生産年齢人口の減少に伴い、インフラの維持管理などを担う技術者の数が減少することが懸念されている。

そこで、当社では、近年目覚ましい進歩をとげている

ICT（情報通信技術）等を積極的に活用し、維持管理の生産性の向上を図ることで持続可能なインフラを実現するスマートインフラマネジメントシステム（i-DREAMs：intelligence-Dynamic Revolution for Asset Management system）（以下「本システム」という）のビジョンを定め、2017年度より運用を開始しているところである。

2. インフラマネジメントシステム

当社では、ICT（情報通信技術）を活用し、さまざまな情報をIoT（Internet of Things）により有機的に連携し、課題の見える化、AI（人工知能）の活用、



図ー1 本システム全体概要図

複眼的な判断により、ライフサイクルコストを最適化し、持続可能なインフラを実現することが可能となるスマートインフラマネジメントシステムを開発した。

図-1に全体概要図を示す。

本システムは、調査・設計 (DIM)、建設 (CIM)、維持管理 (MIM) のプロセスにおいて様々な判断に資するデータを速やかに確認できる等、維持管理業務をトータルに支援するシステムである。また、点検データ、センシングデータや交通量等の環境条件データを含めて蓄積されたビッグデータからAIによる機械学習を通して損傷の推定をより効率化することで、適時適切なインフラの維持管理が可能となる。

さらに一連のプロセスで得られる情報を再度蓄積することで、維持管理サイクルのスパイラルアップに繋げることができる。

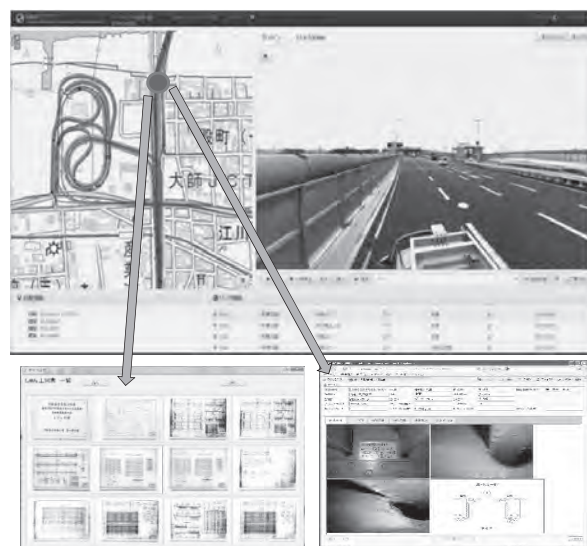
ここでは、CIM (Construction Information Modeling) を設計段階 (DIM)、施工段階 (CIM) に区分している。続いて、本システムの中核技術で、インフラの維持管理業務の生産性を飛躍的に向上させる InfraDoctor (インフラドクター：図-1の中央点線範囲) について紹介する。

3. InfraDoctor による維持管理

InfraDoctor は、図-2に示すようにGIS (地理情報システム) プラットフォームにて各種台帳を統合管理するとともに、3次元点群データの活用により維持管理計画作成を支援するシステムである。

(1) GIS プラットフォーム

従来、紙ベースのデータを電子化し、検索機能を追加したものに留まっていた維持管理システムを、図-3に示すように、GIS プラットフォーム上で統合することで、構造物の図面や点検・補修履歴のデータを同



図面データ 点検・補修データ
図-3 GIS プラットフォーム動作画面

時または瞬時に検索することが可能となった。

(2) 3次元点群データの取得

GIS プラットフォームには、図-4に示すMMS (Mobile Mapping System) 等で、図-5に示すような3次元点群データを取得し、連携させている。MMSは交通規制を行うことなく、一般車両と同じ速度で道路を走行しながら効率的にデータ収集することが可能である。



図-4 MMS (Mobile Mapping System)



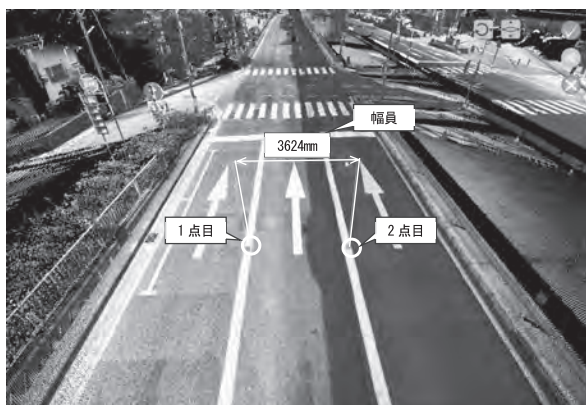
図-5 MMS で取得した点群データ



図-2 InfraDoctor システム概要図

(3) 3D 寸法計測

道路構造物の補修や補強の設計、点検や工事の施工計画の立案等の維持管理業務において、道路幅員や構造物の各種寸法を正確に把握することが求められる。点群データを構成する各点は、それぞれが測量と同じ精度を持っているため、これを利用することで正確に寸法を計測することができる。図一6、7に、道路幅員計測や高さ計測の事例を示す。これらの寸法計測機能を応用することで、図一8のような道路建築限界の確認もシステム上で行うことが可能となる。



図一6 3D 寸法計測（道路幅員）



図一7 3D 寸法計測（高さ）



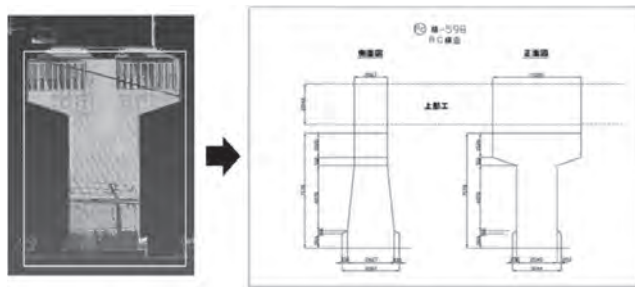
図一8 道路建築限界の確認

このように、従来では現場に赴き、目視による確認と簡易な測量を行っていた現場確認業務がシステム上で全て行うことが可能となり、従来手法と比べて1/10程度まで縮減することができる。

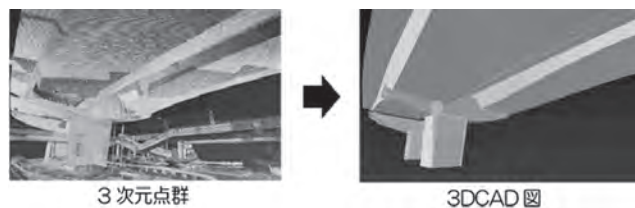
(4) 2D 及び 3D 図面の作成

3次元点群データから構造物の輪郭線、平面、曲面を自動抽出する機能を実装した。これにより、図面の無い構造物や、個別の図面はあるものの、統合された図面が無い構造物に対して、図一9や図一10に示すように2Dや3D図面を容易に作成することができるようになった。

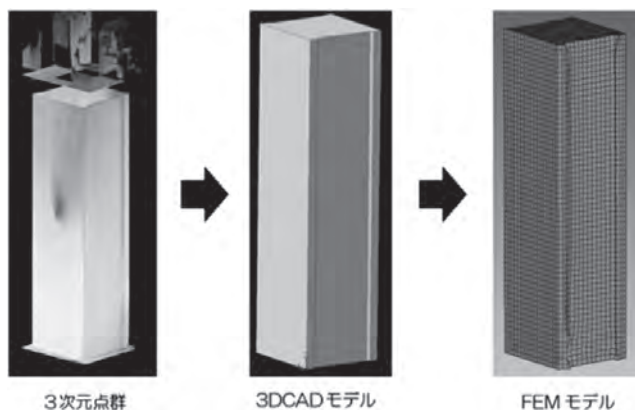
特に3D図面の作成が容易となったことから、図一11に示すようなFEM（Finite Element Method）モデルも簡単に作成でき、高度な解析技術と組み合わせることで、的確かつ効率的な構造物の劣化診断・予測へと繋げることができる。



図一9 2D 図面作成



図一10 3D 図面作成



図一11 FEM モデル作成

(5) 変状検出

点群データから構造物の基準面を作成し、その基準面から個々の点との差分を求めることで変状を検出する機能を実装した。これにより、コンクリートの浮き・剥離損傷等の早期発見やスクリーニング点検を実用化し、点検業務の高度化が図られる。図—12に、近接目視点検により発見されたコンクリート剥離箇所において、点群データをMMSにより取得し、どの程度までの変状が検出できるか検証を行った。その結果、コンクリートの剥離は、壁面から3～7mm程度突出している状況であったが、点群データから変状として検出することができ、有効性を確認できた。今後は、画像解析技術等との組み合わせることで、より高度な変状検出に繋げていきたいと考えている。

また、MMSから測定距離が一定で、精度の高く安定した点群や画像データが取得できる舗装を対象に、図—13に示すような損傷ランク判定から補修費算出までの自動化に向けて、システムの開発・検証を進めている。

特に、点群データを用いることで、わだち掘れ量や平坦性については、従来手法より精度よく効率的に算出できることに加え、局所的なポットホールも自動抽出することができる。また、画像診断技術を組み合わせることで、ひび割れも自動抽出することができ、これらの詳細なデータを蓄積・分析していくことで、ポット



3次元点群 構造物の基準面を作成 変状検出した構造物の画像

図—12 コンクリートの剥離の変状検出

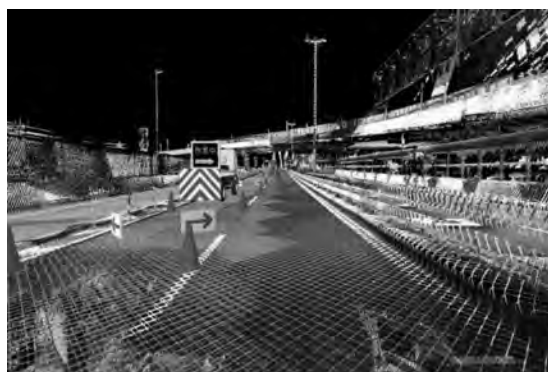


図—13 舗装マネジメントシステム (赤線部を自動化予定)

ホール等の局所的な損傷の劣化メカニズムの解明にも繋げることができる。

(6) 交通規制シミュレーション及び協議図作成

工事等により交通規制を行う際、3次元点群データ上で、パイロン等の規制資材を定められているルールに基づき半自動で配置し、図—14に示すシミュレーションを容易にできる機能を実装した。これにより、運転者の視点から、事前に適切な規制かチェックが可能である。



図—14 交通規制時のシミュレーション

また、このシミュレーションした3Dデジタルデータを、半自動で平面に投影した協議用規制図を効率的に作成できる。

(7) 点検車シミュレーション

これまで、橋梁点検車や高所作業車等の重機を使って構造物点検作業を行う際には、対象となる現場のしゅん功図や写真により事前検討を行ったうえで、現場にて現況に合わせながら作業を行ってきた。そこで、図—15に示すように、用いる重機の事前検討をシステム上で行えるよう橋梁点検車両等を予め3Dモデル化し、点群データ上で容易に動的シミュレーションを行う機能を実装した。これにより、最適な点検車



図—15 橋梁点検車シミュレーション

の選定、配置場所の確認、周辺構造物との干渉チェックを事前に行うことができる。

(8) 設計シミュレーション

既設構造物の補強設計を行う場合、対象構造物周辺の支障物の有無を含めた現場状況の確認を行い、測量したうえで補強図面の作成を行っていた。図—16に示すように、点群データをベースとして使用することで、システム上で既設構造物と補強部材の配置検討や現場での部材設置時の取り回し検討などが可能となる。



図—16 補強設計時の部材配置検討

(9) 点検新技術やモニタリング技術との連携

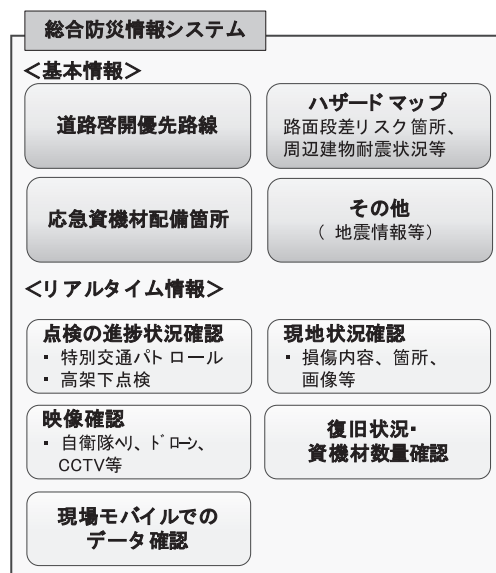
タブレット等による点検、ドローンやロボットを用いた点検、AIを用いた新打音検査、デジタル画像解析によるひび割れ自動抽出等、効率的に点検することができる新技術の開発も目覚ましく進んできている。これらの新技術や構造物に設置されたセンサーから得られるモニタリングデータをIoTを活用して統合していくことで、よりリアルタイムに近いデータとして、維持管理に繋げることが可能となる。

4. 総合防災情報システム

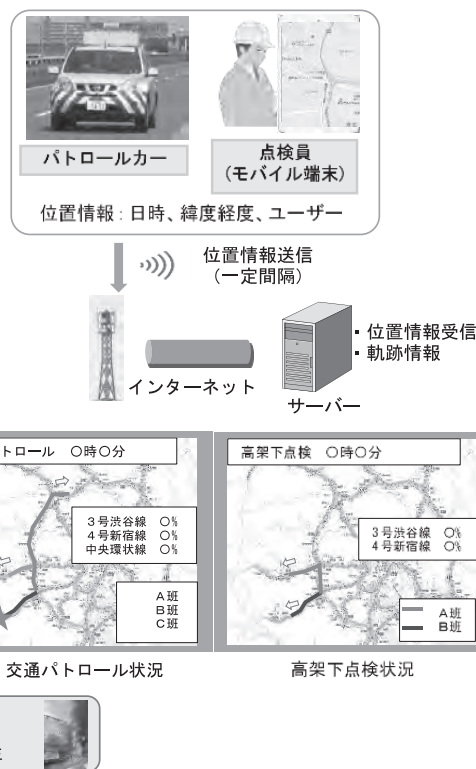
首都直下地震などに備え、災害時の情報収集や共有、配信に加えて、復旧計画を含めた速やかな道路啓開を可能にする総合防災情報システムを2018年度の運用開始を目指して本システムのプラットフォームに搭載すべく開発を進めている。

総合防災情報システムは、図—17に示すように道路啓開優先路線やハザードマップ等の基本情報と点検進捗や現場状況を確認できるリアルタイム情報で構成される。

リアルタイム情報としては、図—18に示すように、路線ごとの交通パトロールや高架下点検の進捗状況が確認できるとともに、発見された損傷の内容（位置、



図—17 総合防災情報システムの構成



図—18 交通パトロール等の進捗確認機能

状況、写真)、また復旧に至るまでの情報を搭載していく予定である。

5. 今後の展望

今後建設する構造物には、維持管理段階で得られた知見を反映し、より高耐久で維持管理性の優れた構造物としていく必要がある。そのためにも、設計から施工、維持管理に至るまでの段階で密な連携が図れるよ

うに、点群データを共通ツールとする等の仕組みを整備していくことが望まれる。例えば、完成時には確認が難しくなるコンクリートの配筋状況を、点群データを用いて施工管理し、鉄筋の詳細位置が分かるデータを維持管理へ引き継ぐことができれば、構造物の補修・補強を行う際の非常に有効な情報とすることができる。

6. おわりに

膨大なインフラの高齢化、技術者不足といった問題に対して、首都高速道路では維持管理業務の生産性の向上を図るために、スマートインフラマネジメントシステム (i-DREAMs) の運用を開始した。これにより、計画・設計段階から施工、維持管理段階までの全体のプロセスがシームレスにシステム上で繋がり、維持管理段階で得られた知見を設計にフィードバックする等の仕組みが出来上がった。また、MMS により高精細

な点群データを取得・活用等、現場作業の効率化を図ることで安全性の向上ならびに交通規制回数の減少に伴う社会的損失の削減にも繋げることができる。

本システムは、国内外を問わずインフラ構造物の維持管理に適用できる可能性を有しており、特に GIS と 3 次元点群データを活用する InfraDoctor の技術は、共通のコミュニケーションツールのひとつになるものと考えている。

今後も、本システム i-DREAMs の取り組み状況について、様々な機会を通じて報告していく予定である。

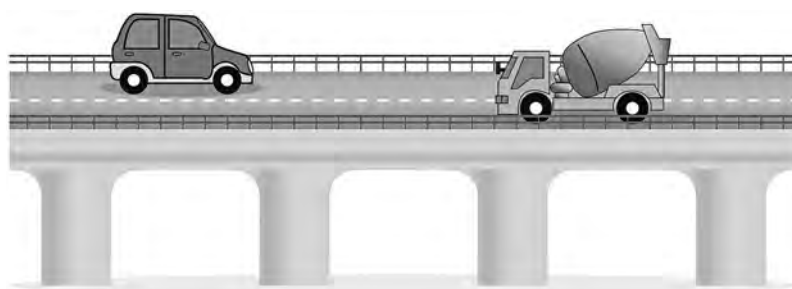
JCMA

【筆者紹介】

長田 隆信 (おさだ たかのぶ)

首都高速道路(株)

保全・交通部 点検・補修推進室 点検推進課
担当課長



都市交通の領域的整備に向けて

モダルシフト促進への技術開発とその評価

大野 寛之

高齢化と人口減少が進む中、公共交通の役割が見直されつつある。運転手不足解消に向けた自動運転技術の開発や、ドア・トゥ・ドアの利便性を目指した「ラストワンマイル」を埋める小型公共交通車両の開発も進んでいる。

交通需要の発生は都市構造とも関係することから、一つの地域での成功事例がそのまま他地域へ当てはまるとは限らない。それぞれの地域特性に応じ、街づくりと一体となった領域的な公共交通の整備が求められている。

キーワード：公共交通、バイモダル、スローモビリティ、自動運転

1. はじめに

高齢化の進展を伴う人口減少社会を迎え、交通に関する問題も、これまでとは異なる様相を呈するようになってきている。生産年齢人口の減少は社会全体の労働力不足をもたらし、運輸事業についても例外ではない。大型車の運転手不足も深刻で、公共交通事業者と物流業界共に、運転手の確保に努力している。中には、運転手不足が原因で、黒字路線でありながら路線の再編や便数の削減を余儀なくされているバス事業者さえ存在している¹⁾。その一方で、高齢者の運転による事故が増える中、運転免許を自主的に返納する高齢者も増加しており²⁾、その受け皿として公共交通の充実が必要だと考えられる。

近年、交通機器の分野では自動運転をはじめとする様々な技術開発が進み、地域の需要に応じた公共交通に適用可能な新たな交通システムが生まれつつある。それらの内のいくつかは、今月号の本誌に掲載されており本稿で詳述することは避けるが、一部重複する内容がある場合はご容赦頂きたい。

2. 都市の構造と地域交通

人口減少社会を迎え、都市の構造と公共交通のあり方について再考が迫られてきている。公共交通網の発達した大都市圏を除いては、多くの都市で自家用車の利用を前提とした郊外の住宅開発が進んできた。公共施設やショッピングセンターも、広い駐車場の確保が

可能な郊外へ移転する一方、利用者の少なくなった駅前が寂れる風景が多く見られた。広く拡散した都市構造は、一定の需要により支えられる公共交通機関には適さず、公共交通の衰退を招いてしまった。

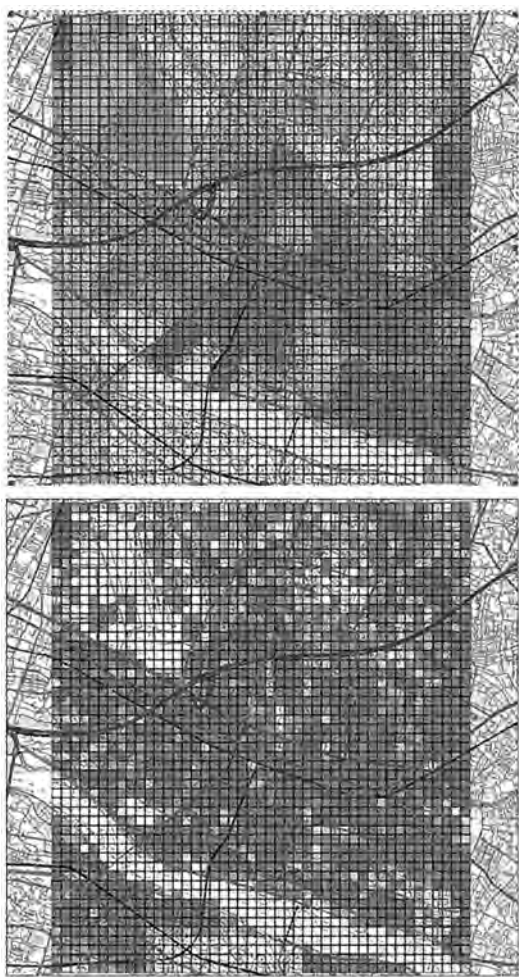
しかし、近年の高齢化と人口減少にともない、こうした拡散型の都市は維持が難しくなりつつある。そこで国としても都市のコンパクト化を進める施策を採るようになり、コンパクト化した都市の中で公共交通の果たす役割が再評価されつつある。

公共交通の需要は都市構造や住民の年齢構成によっても異なり、一つの都市で成功した事例がそのまま他の都市へ適用できるとは限らない。一つの例として、東京都武蔵野市でのコミュニティバス「ムーバス」の成功事例を皮切りに、全国に広まったコミュニティバスが挙げられる。多くの自治体で導入されたものの、経費ばかりがかかり利用の少ない、いわば「空気を運ぶ」状況の事例も見受けられた³⁾。また、隣接自治体の駅の方が利便性が高いにもかかわらず、そうした旅客の移動需要を無視して自治体をまたがる運行をせず、利用が伸びない事例もあった。

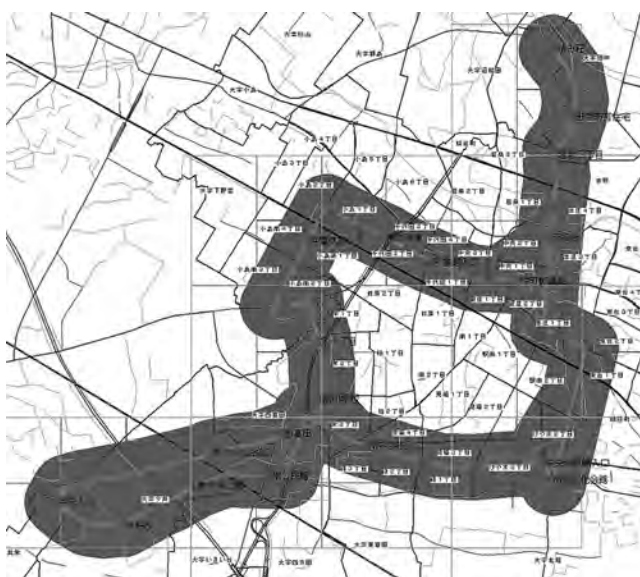
地域に応じた適切な公共交通を整備するためには、その地域の特性を把握することが不可欠である。その第一歩は交通需要の把握である。需要に応じた適切な交通手段が選択されることが重要である。需要の基礎となるものは人口の集中度合いであり、さらに細かく言えば、居住者の属性も需要に影響する。

近年は様々な GIS データが手に入ることから、大まかな需要予測は比較的容易に行うことができるよう

になってきている。図—1 および図—2 に交通安全環境研究所（以下、当研究所と表記）が開発した需要予測システムの画面を示す。



図—1 需要予測のための人口データ
(上：未加工データ，下：建物に人口割付)

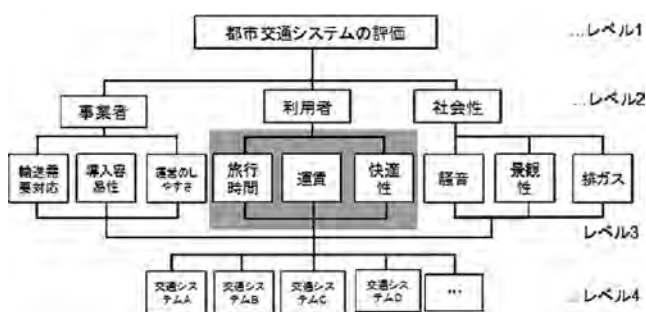


図—2 路線沿線の需要予測の計算画面

入手可能な人口データの位置情報は町丁字別であり、一つの字が広い面積である場合、本当はどこに人口が集中しているか分かりにくい場合もあり得る。そこで、建物データを利用して建物のある場所に人口を貼り付ける処理をする。こうすることで、農地や山林のエリアは人口データが空白となり、正確ではないものの、おおよその人口集中度合いを見ることができる（図—1）。このデータを基に適切なバス停配置や、路線設定後の周辺人口に基づいた需要予測が可能となる（図—2）。年齢階層で人口データを分ければ、子ども世代や高齢者等、対象を絞った需要予測も可能となる。

今日では、携帯電話の位置情報を利用することで、単なる居住人口に留まらず、利用者属性も含めた動的な人口分布状況を見ることも可能であるが、個人情報の保護と利用の観点から、その利用の可否は今後の課題である。

ある程度の需要予想がついた後、適切な交通システムの選択のため、当研究所では人口の年齢構成を考慮した階層的意志決定法（Analytic Hierarchy Process：以下 AHP と表記）の手法を導入した⁴⁾。例えば、高齢者は時間がかかっても座って移動できる交通手段を選ぶ傾向があればそれを数値として重み付けを行い、年齢別の交通選択行動を予測する。AHP に導入する階層構造には、導入コストやインフラ整備の容易性等の事業者の視点や、CO₂ 排出量のような社会的環境的視点も導入可能であり（図—3）、それぞれを重み付けした上で計算を行い、地域に適した交通機関の選択に適用することができる。



図—3 AHP における階層構造の例

公共交通の整備には計画段階から開業に至るまでにかなりの時間を要し、その間に人口の年齢構成も変化していく。過去においては右肩上がりの需要予測でも良かったかもしれないが、これからは将来の人口動態変化を考慮した上で整備することが重要である。そのためにはここに紹介したような計算手法が有効であると考えられる。

3. 新しい技術開発とその評価

近年の自動運転技術の開発は加速度的に進んでおり、自動車メーカーに留まらず大手IT企業の参入もあり、数年先にどのような技術が実用化しているかも予測が難しい状況にある。公共交通は旅客の安全の確保が重要であり、新技術の安全性評価は欠かすことができない。当研究所ではこれまでも様々な公共交通機関の安全性の評価を行ってきており、今後も利用者の安全の確保のための研究評価を続けていく。

自動運転による公共交通の開発事例としては、2005年の愛知万博で運行された磁気誘導方式によるIMTS (Intelligent Multimode Transit System: 写真—1) が挙げられる。



写真—1 愛知万博会場におけるIMTS車両

IMTSのコンセプトは軌道上に敷設された磁気マークを読み取って自動運転による隊列走行ができることに加え、運転手が乗れば単独のバスとしてマークのない道路上も運行可能なバイモダルシステムとなっている。なお、愛知万博ではIMTSの法律上の位置付けは鉄道として運行されており、バイモダルな運用はなされていない。

比較的に需要の多い路線では隊列走行を行い、末端交通では単独のバスとして運用するバイモダルシステムは、幹線と末端とで旅客が車両を乗り換える必要がない。自家用車と比べて公共交通が選択されにくい背景には乗り換え抵抗があるが、バイモダルシステムはその弱点を克服することができる。そのため、高

齢化の進展するこれからの地域交通手段として、こうしたシステムの活用が期待される。

運転手不足に悩む物流分野では隊列走行の技術開発が進んできており、先頭車両のみに運転手が乗った状態で後続車両が自動で追従して走行する実験が進められている(写真—2)。こうした技術が直ちに旅客輸送への適用ができるとは考えられないが、今後の技術開発に注視が必要である。



写真—2 自動運転によるトラックの隊列走行試験

大型のバス車両だけでなく、小型の車両が低速で移動するスローモビリティを公共交通に適用する研究も進められている。ベース車両にゴルフカートを利用したシステムや、多数の車輪を備えた小型電動バス車両(写真—3)が一部の地域で試験運用されている。これらの車両は最高速度を20 km/h未満とすることで、万一衝突した場合の衝撃を少なくし、簡素な車両構造を可能としている。



写真—3 小型電動バス後部の注意喚起の表示

一般車両とスローモビリティ車両が混在して走行する場合、渋滞の発生する懸念がある。そこで当研究所では交通流シミュレータを用いて、小型電動バスと一般乗用車が住宅地内の道路を走行する状況を再現した(図-4)。平日の日中を想定したシミュレーションでは、小型電動バスが停留所で旅客の取扱いをする間に一般乗用車が追い越すことと、住宅地には迂回可能な道路があることとで、大きな渋滞は発生しなかった。

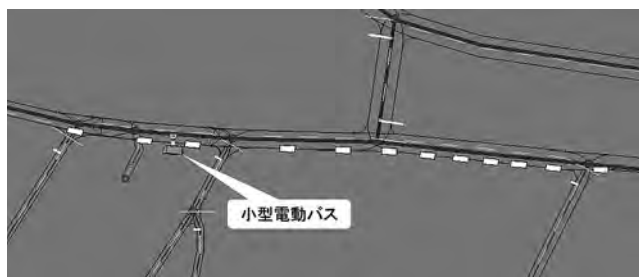


図-4 小型電動バスの走行シミュレーション

こうした小型のスローモビリティは低速であるが故に、異常時にはすぐに停止できる上、万一の衝突時にも衝撃が小さくすむことから、自動運転の技術開発とも相性が良い。開発にはIT企業も参入しており様々なタイプのものが開発され、各地で実証実験が進められている(写真-4)。自動運転であれば運転手確保の心配がなく、過疎や高齢化により労働力不足となっているような地域での、小規模な交通需要を満たすための有力なツールとなり得る。



写真-4 自動運転のスローモビリティ車両

ここに紹介してきた新しい公共交通システムや、既に実用化されているLRTやBRTも含めて、自家用車から公共交通へのモーダルシフトが環境改善にどの程度有効であるかの評価も欠かすことはできない⁵⁾。

例えば路線バスでは捌ききれないほど交通需要が多く、BRTあるいはLRTに転換する場合、どの程度

CO₂削減効果が見込めるか検討する場合を考える。単純に走行中の排出量だけを考えればLRTが有利であるが、LRTはインフラ建設時に多くの工事を要することから、それらも含めたライフサイクルにわたるCO₂排出量を推計する必要がある。さらには、新しい公共交通が導入された場合の、自動車から公共交通へ転換する旅客の比率も検討が必要であり、単純に製品としてのライフサイクルを考えるだけでなく、周辺も含め拡張したライフサイクルでのCO₂排出量を検討する必要がある(図-5)。

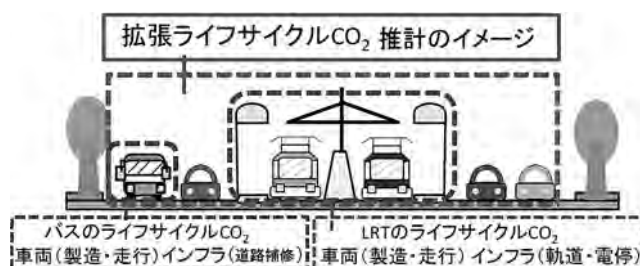


図-5 公共交通のライフサイクルCO₂検討の概念

本年より栃木県の宇都宮市～芳賀町の間では、既存路線のLRT化ではなくゼロからスタートする、完全に新設となるLRTの建設が始まっている。完成した後に、自動車からのモーダルシフトやそれに伴う渋滞の解消、CO₂排出量の削減効果が検証可能となり、今後の精度の高い予測評価にもつながることが期待される。

4. おわりに

上に述べてきたように、これまでの概念とは異なる新しい公共交通の手段が開発されてきており、とりわけ自動運転の技術は交通業界に新たなパラダイムシフトをもたらす可能性がある。動力源もエンジンから電気モータへ転換しつつあり、高効率化や環境負荷低減が期待されている。

また、公共交通機関が担う分野も、長距離・大量輸送に留まらず、個別輸送に近い分野まで進出し、利便性が高まる傾向にある。

加えてITの発達も、自動運転だけではなく、様々な分野で公共交通に影響を与えている。かつては居住地以外を訪問する場合、地理不案内で苦勞をすることが多かったが、今日では目的地までの公共交通利用ルートの情報を一瞬で手にすることができる。携帯電話保有者の位置情報は、通常時の旅客移動需要を把握することにも利用できる他、異常時のリアルタイムな

旅客行動も把握可能である。ただし、個人情報の取り扱いについては慎重さが求められる。

今後の技術開発いかんでは、かつて SF や夢物語でしかなかった世界が実現する可能性もある。星新一氏の SF 短編⁶⁾では、自動運転のベッド兼コンテナが主人公が眠っている間に移動して、列車にも自動で乗車して目的地の会社まで運ぶ世界が描かれている。自動運転のバイモーダルシステムの実現により、小説と同じような世界も夢ではなくなりつつある。

これからの技術開発に期待しつつ、公共交通の安全性の確保については気を引き締めて取り組んでいきたい。

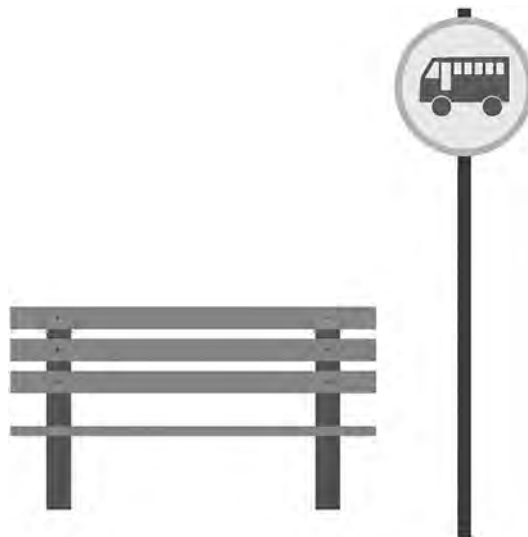
J C M A

《参考文献》

- 1) 西日本鉄道㈱ News Release 2018.2
- 2) 警察庁 改正道路交通法の施行状況【高齢運転者対策】 2018.6
- 3) 大野寛之 「地域の足」コミュニティバスの地理情報システム (GIS) を用いた評価 法政大学大学院紀要 2008
- 4) 工藤希他 都市交通シミュレータを用いた導入効果の評価方法. 一年齢階層別 AHP による長期的な経路選択の変化—交通安全環境研究所 2016
- 5) 大野寛之他 ライフサイクルを考慮した LRT 導入効果予測 鉄道技術協会誌 2017.9
- 6) 星新一 遠距離通勤時代 『ひとにぎりの未来 (新潮文庫)』

【筆者紹介】

大野 寛之 (おおの ひろゆき)
 (独)自動車技術総合機構
 交通安全環境研究所 交通システム研究部
 主席研究員



ラストマイル自動走行の実証評価（石川県輪島市）

加 藤 晋

日本では、近年、超高齢社会となり地方では過疎化が進んでおり、ドライバ等の人手不足も相まってバスや鉄道などの路線の縮小や廃止が行われ、また、高齢ドライバによる事故も増加している。そのため、高齢過疎地や交通弱者の移動手段の確保が課題となっており、人手不足解消やコスト削減などに対して自動運転技術の活用が期待されている。本稿では、自宅近くと最寄り駅間や地域内などの短中距離を補完する自動運転技術を活用した新たな交通手段であるラストマイル自動走行（端末交通システム）における2017年12月から開始した石川県輪島市での地域実証評価について、プロジェクト概要、実証技術や実証状況、今後の取り組み等を紹介する。

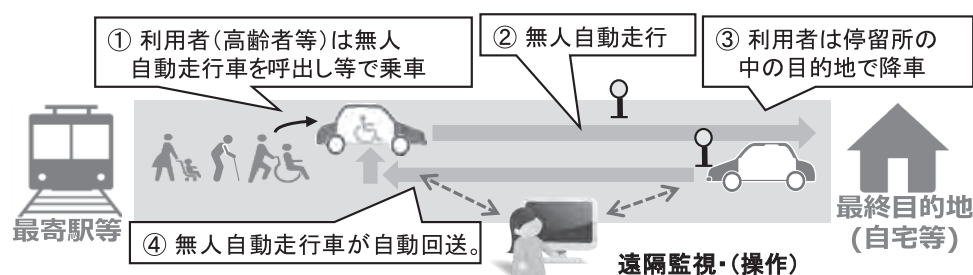
キーワード：自動運転、ラストマイル自動走行、遠隔型自動運転システム、端末交通システム、地域実証

1. はじめに

日本は、超高齢社会、地方の過疎化、人手不足等の課題先進国であり、交通分野においても、高齢過疎地や交通弱者等に対する移動手段の確保が課題となっている。一方、近年の自動運転の技術開発の進展により、これらの技術を活用した新たな移動サービス等に対する期待が高まっている。しかし、自動運転技術を用いた高度な自動走行の社会実装に向けては、技術開発と共に、社会制度や事業環境等の整備に課題が存在している。このような状況を踏まえ、経済産業省および国土交通省は、2016年度から「高度な自動走行システムの社会実装に向けた研究開発・実証事業」（2016年度の事業名称は「スマートモビリティシステム研究開発・実証事業」）を開始している。その中の1つである「専用空間における自動走行等を活用した端末交通システムの社会実装に向けた実証」のプロジェクト

を、国立研究開発法人 産業技術総合研究所（以後、産総研）が幹事機関として受託し、民間企業や大学等と共に研究開発と実証を進めている。

端末交通システムとは、基幹交通システム（鉄道やバスなど）と自宅や目的地との間、地域内といった短中距離を補完するラストマイルモビリティとも呼ばれる次世代の交通システムのことである（図—1）。本プロジェクトでは、公共的な利用を前提とし、地域の活性化などにつながる端末交通システムとして、自動走行技術を取り入れた運行管理システムなどの研究開発を行っている。なお、「『日本再興戦略』改訂2015」において「改革2020」プロジェクトとして位置づけられている、高齢者等の移動手段（専用空間における自動走行等を活用した端末交通システムを含む）については、この技術開発や実証等を通じて、2020年にショーケース化することを目指している。そのため、本プロジェクトでは、2018年度には実際に端末交通



図—1 端末交通システムのイメージ図

システムの導入が求められている地域の実環境で研究開発された端末交通システムの実証評価を行うこととし、開発や環境整備などを進めてきた。本稿では、端末交通システムの実証地域の1つとして選定された石川県輪島市における2017年12月から開始した実証評価について、プロジェクトの概要、実証技術や実証状況、今後の取り組み等を紹介する。

2. ラストマイル自動走行の実証評価プロジェクト

(1) プロジェクト概要

本プロジェクトでは、2020～2030年頃の実現が期待される自動走行等を活用した端末交通システムを対象として、安全性・社会受容性・経済性の観点や、国際動向等を踏まえつつ、必要な技術開発と実証を通じて、その社会実装に必要な技術や事業環境等を整備することを目的としている。端末交通システムについては、標準化等の協調領域が大きく、事業モデルが存在していないため、2020年以降の実用化に必要な技術開発と実証、社会受容性、事業面での検討を実施するものとし、社会実装にあたっての目指すところとして、以下の4つの柱を掲げて進めている。

①自動走行技術の確立

：無人自動走行、遠隔運行の安全性、信頼性等を実環境で実証

②事業性（ビジネスモデル）の明確化

：サービス事業の成立性、継続性の道筋を実地域モデルで実証

③社会システムの確立

：新たな交通システムとして法制度や責任、インフラの整備を実証

④社会受容性の確立

：実地域の利用価値と利害関係者（ステークホルダー）への高い受容性の実証

これらの4つは相互に関連しており、全体を見通したシステム構築とバランス調整が重要である。例えば、技術的には最先端のものであっても、コストや信頼性、耐久性に問題がある場合は事業性に支障が生じることになる。また、運用を想定した責任や法制度が明確になっていなかったり、利用者や運行事業者、地域の受容性が低いものであれば、新たな移動サービスとして成り立たないと考えられる。さらに、実地域における実証評価の事例を示すことは、このような端末交通システムのモデルとして、他の地域への社会実装の拡大に必須な情報となると考えられる。本プロジェクトで



写真—1 端末交通システムの車両イメージ
(左：スマートEカート、右：スマートバス)

は、端末交通システムの導入が想定される場所や事業性などを鑑みて、小型電動カートと小型バスという乗車人数の異なる自動運転車両の開発を進め、地域の利用実態に対応でき、コスト削減を見通せるようにしている。端末交通システムの自動運転車両としては、小型電動カートに応用したものを「スマートEカート」とし、小型バスに応用したものを「スマートバス」として車両をイメージしている(写真—1)。本プロジェクトは、このように技術の最先端ではなく、事業化の最先端を目指すものである。本プロジェクトの正式名称が長いこともあり、「ラストマイル自動走行の実証評価」プロジェクトと略している。

(2) 実証地域の公募と選定

端末交通システムを社会実装する計画に向けて、産総研では、2018年度中までに研究開発された端末交通システムの実証評価を行う地域の公募を、2016年11月7日から12月26日まで行った。短い公募期間であったにもかかわらず、北は北海道から南は沖縄まで、全国33の自治体等からの応募(提案としては44)があり、地域における移動手段の確保に対する関心の高さをあらためて実感することとなった。この中から、本プロジェクトに参画する企業や大学等のコンソーシアム内での厳正な審査と、外部有識者により審査プロセスの確認を行い、2017年3月14日に下記の選定地域を決定した。なお、選定の基準は、場所の適性、的確性、実行性、具体性、継続性、地域の受容性とし、短い事業期間で導入の規範モデルとなりうる事例地域として選定している。

ラストマイル自動走行の実証評価の選定地域

○小型電動カート応用：スマートEカート
(提案：23地域中、選定：3地域)

【過疎地モデル】福井県永平寺町(永平寺町, 福井県)：
廃線跡地利用

【市街地モデル】石川県輪島市(輪島商工会議所)：
電動カート実績あり

【観光地モデル】沖縄県北谷町（北谷町役場）：電動カート実績あり

○小型バス応用：スマートバス
（提案：21 地域中，選定：1 地域）

【コミュニティバス】茨城県日立市（日立市役所）：
廃線跡 BRT 路線の活用 (BRT: bus rapid transit, バス高速輸送システム)

※上記の記載は，【地域モデル名称】選定実証地域（応募主体）：地域の特徴を示している。

現在，自動運転技術を用いた移動サービスについては，世界各国で研究開発や実証が行われている。しかし，まだ，公道においての持続可能なサービス事業への移行例はほとんどなく，超高齢社会，過疎化，人手不足等の進む課題先進国での事業化に期待が向けられている。また，日本国内においても，現在，民間企業や大学，内閣府なども含めて，数多くの実証実験が行われている。これらの多くが上記の選定発表後に活発化しており，産総研での地域実証の公募に対する応募数の多さとして移動サービスへの期待を示されたことが1つの要因となったと考えられる。

3. 石川県輪島市でのラストマイル自動走行の実証評価

(1) 走路環境と端末交通システムの構成

石川県輪島市は，輪島商工会議所の応募により，小型電動カートを応用した実証評価を行う地域の一つとして選定している。輪島商工会議所では，かねてより次世代交通対策事業として，地域住民の生活の安全，安心を守ることや観光客の市内中心部での回遊性向上を図る新たな移動手段に，ゴルフ場などで使われている電動カートを活用した新交通システム WA-MO（ワーモ）を開発し，全国で初めて公道走行に必要なナンバーを2015年11月に取得して，現在も市内中心部をドライバによる運転で運行している実績を持っている。また，走路の一部区間（約1km）において，電磁誘導線等を用いた自動運転による公道走行を2016年11月から開始している。ただし，これは障害物停止や回避，先行車追従，発進等の対応はドライバの対応が必要であり，ドライバの乗車が必須となる自動運転レベル¹⁾では，レベル2程度にあたるものであった。これは，輪島商工会議所の描く次世代交通の運用方法として，ボランティアのドライバによる運用が含まれており，必ずしも完全自動運転である必要性はな

いたためでもある。輪島市は，このように公道での電動カートの走行実績があり，実際に他の一般車両と共存して運行していることから社会受容性が高いと見込まれることなどが，大きな選定理由となっている。

輪島市におけるラストマイル自動走行の実証評価は，実証環境の特徴から市街地モデルと分類し，生活施設や観光施設などを巡回する一般公道の走路において，他の一般車両や横断歩行者などとの共存空間における自動走行を，遠隔監視・操作システムを搭載した車両を用いて行う社会実験となると想定している。また，輪島市は，高齢化率が40%を超えており，交通弱者への安心な交通手段の確保と共に，観光客の需要促進（沿道施設の利用）による地域活性化も目標としている。実証実験の走行経路は，WA-MOの自動走行区間（電磁誘導線が埋設された約1km）を借用し，ラストマイル自動走行の実証評価用の走路としての改修を行って利用することとした（図—2）。この走路には信号機はなく，一時停止の交差点が3か所あり，10か所の横断歩道があり，5か所の停留所を設けた左折のみの周回路となっている。小型電動カートを用いたスマートEカートは，今回の実証では電磁誘導線を用いた自動運転時の最高速度を12km/hとしており，他の車両と比べて低速である。そのため，停留所のうち，1か所は交通量の多い道路での追従車両に配慮した退避所となっている。走路には，停留所や一時停止，加減速位置に差し掛かる前に制御用磁石が埋設されており，磁石の極配置によるパターンを車両のセンサーが読み取ることにより，停止や加減速，方向指示器の操作などを自動制御している。走路から100m程離れたところに，遠隔監視・操作室を設けている。

端末交通システムとしては，小型電動カートをベースとした自動走行車両と遠隔監視・操作装置で構成し



図—2 走行経路（約1kmの周回路：一般公道）

た(図-3)。電磁誘導線上を自動走行する車両の自動運転機能をベースに、障害物への自動ブレーキ機能や先行車への衝突回避と追従の機能を備えた自動走行車両と、遠隔地で車両の状態や車内外の映像を監視できる装置と遠隔操作を可能とするゲーム機用のステアリングコントローラを備えた遠隔制御装置を、通信装置で結ぶことで、遠隔型自動運転システム²⁾を構築している。遠隔型自動運転システムとは、自動車から遠隔に存在する運転者が電気通信技術を利用して監視し、必要に応じその運転操作を行うことができるシステムのことを指している。今回の構成では、電磁誘導線の埋設が必要となるが、メンテナンスや運用コストが低く、無人搬送車やゴルフカート等での長年の実績のある機能であることや走路逸脱時には確実に停止することが可能であることなどから、事業性や安全性が高いことを考慮して採用している。通信装置にはLTE(Long Term Evolution)ルータ、Wi-Fi無線LAN通信機、UHFデジタル無線機等を用いており、制御信号、映像信号、音声、位置等の送受信を可能とした。遠隔操作機能を装備した理由は主に2つあり、1つは電磁誘導線上に駐車車両などがあった場合の対応のためである。自動運転車両をさらに自律化し、自動で障害物回避を行わせる機能を装備することも技術的には可能であるが、センサ装置や制御装置のコスト増加、実交通下における走路の制約や他車両の挙動等による難しい走行制御が求められることなどから、遠隔ドライバーにこのような状態時には、遠隔運転操作を任せる仕様としている。ただし、遠隔ドライバーの運転操作も負担を軽減するようにある程度の自動化を図るものとしている。もう1つの理由は、現在の日本の道路交通法の下で、無人回送などの実証を公道において規制をかけないで行うには、遠隔ドライバーが責任を持つ遠隔型自動運転システムとしての車両の基準緩和を受け、

道路使用許可を受ける必要があるためである。今回の実証に用いた小型電動カートは4人乗りの軽自動車仕様のもので、乗車人数が少ない。このことから将来的に移動サービスとしての実運用では、ドライバーが搭乗しないことと共に無人回送ができるようにし、さらに少人数で多数の車両を運用できるようにすることでコスト削減を図ることが求められるためである。端末交通システムの構成は、導入する地域の環境や交通状況に合わせて、モジュール的に組み合わせることで必要機能を構成するものとし、コスト削減を図ることが可能と考える。

(2) 実証評価の開始と実証状況

輪島市においては、2017年12月18日に出発式を行い、遠隔監視・操作技術と自動走行技術を組み合わせた遠隔型自動走行の実証評価を開始した。実証実験にあたっては、12月1日に国土交通省 北陸信越運輸局より遠隔自動運転車両の基準緩和の認定を受けている。これは、遠隔自動運転車両は、車両外(遠隔)にドライバーの運転席にあたるものが存在することになるため、一般の車両とは異なり道路運送車両法によって規定されている保安基準を緩和の認定を受ける必要があるためである。また、本認定を基に警察庁が策定した「遠隔型自動運転システムの公道実証実験に係る道路使用許可の申請に対する取扱いの基準」における石川県警察本部による走行審査を12月12日に受け、公道実証実験に関する道路使用許可を12月15日に取得している。これにより、一般公道において規制をかけずに、自動運転のレベル4相当の機能を持った車両と遠隔型自動走行を組み合わせた実証評価を推進し、安全性や受容性の向上と自動運転による移動サービスの早期実現を目指している。

出発式では、電磁誘導線などによる自動走行や、センサによる自動ブレーキ機能、遠隔監視・操作システムによる遠隔ドライバーの操作による発進停止や、横断歩行者を優先するための一時停止と発進などの走行デモを行った。前日までの雪が路面に残った状態ではあったが、遠隔型自動走行のデモは問題なく終えることができた。また、一部の走路区間においては、保安要員を車外には配置するものの、車両内完全無人での自動走行デモを、全国に先駆けて行った(写真-2~4)。これは、事業性向上に資する無人回送を想定したもので、今後、自動運転機能や安全性、信頼性の向上を図り、車両内無人車両との遭遇に対する他の道路利用者の反応等を収集解析していく予定である。

これまでの実証評価において、いくつかの課題も明

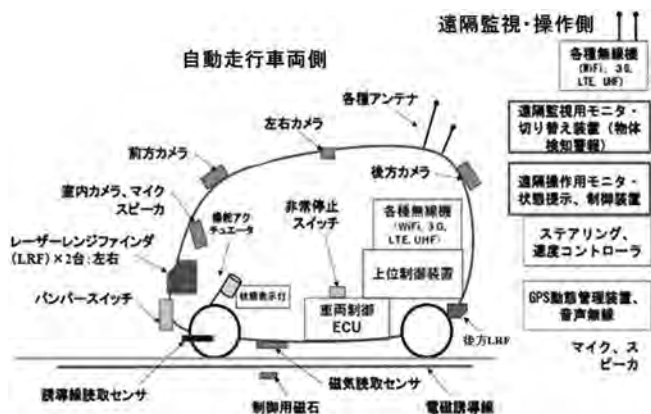


図-3 端末交通システムの装置構成例



写真—2 車両内完全無人での自動走行デモ



写真—3 遠隔監視・操作装置



写真—4 遠隔監視・操作の様子

らかになってきている。まず一つは、降雪時の雪や路肩に積み上げた排雪を、センサが障害物として誤検知するという問題である。今回、センサとしてレーザーレンジファインダーを用いたが、今後、カメラなども併用することで、誤検知を減らす予定である。また、自動運転車両が一時停止交差点からの発進時に、左からの右折車両と譲り合いが生じ、先行するタイミングが合わないという問題もあった。ドライバ同士では、アイコンタクトやライトでの意思表示ができるところではあるが、自動運転車両の場合に難しい問題である。外部への意思表示を示す機器などの導入が試されるところではあるが、電光掲示での提示には、法規性もあり検討が必要である。さらに、路上駐車車両への対応

も課題である。自車の走路に駐車車両がある場合には、遠隔操縦で行うことになるが、実走路においては、対向車の接近なども考慮する必要があり、難しい運転操作となる。また、対向車の走路に駐車車両がある場合には、駐車車両を追い抜く対向車が走路をはみ出して走行してくることもあり、そのタイミングによっては危険となることが想定される。電動カートを用いた低速な自動運転車両への追い越しは、何度も起きていることから、低速車両が走行することや自動運転車両に優先権を持たせることのルール化や走路に示すこと等の検討が、必要であると感じている。

4. おわりに

課題先進国である日本の超高齢社会、地方の過疎化、人手不足等により、交通分野で課題となっている高齢過疎地や交通弱者等に対する移動手段の確保に対し、自動運転技術を活用した移動サービスの実現による解決を目指したラストマイル自動走行の実証評価プロジェクトを紹介した。実地域での実証評価として、石川県輪島市における2017年12月から開始された実証技術や実証状況などの説明を行った。

今後は、さらに自動運転機能の向上を図り、遠隔監視・操縦者の負担を軽減することや、少人数の遠隔監視・操縦者での複数車両の運行を目指した遠隔型自動運転の拡張、利用者や事業者などの受容性の実証評価を行う予定である。

本実証評価を通じ、端末交通システムの社会実装が加速され、高齢化市街の活性化に資する交通弱者への安心な交通手段の確保や沿道施設の利用による観光客の需要促進につながることを期待している。

J C M A

《参考文献》

- 1) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議：官民 ITS 構想・ロードマップ 2017 ～多様な高度自動運転システムの社会実装に向けて～、P.5、2017
- 2) 国土交通省自動車局技術政策課：遠隔型自動運転システムを搭載した自動車の基準緩和認定制度の創設について、<http://www.mlit.go.jp/common/001229340.pdf>、2018

【筆者紹介】

加藤 晋 (かとう しん)
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
情報・人間工学領域 知能システム研究部門
首席研究員 兼 端末交通システム研究ラボ長



群馬大学における次世代モビリティの研究

自動運転とスローモビリティの社会実装

太田直哉

群馬大学の次世代モビリティ社会実装研究センターは次世代の交通手段を研究する組織である。現在その活動の中心となっているのは自動運転の研究とスローモビリティの研究である。自動運転の研究で特徴的なのは、レベル4と呼ばれる走行地域は限定されるが、人間のドライバーの関与しない完全な自動運転技術に特化していることである。またスローモビリティの研究では、企業と協力して実際に目的に適した車両を作成していることが強みとなっている。どちらの研究も技術や車両の開発だけを行うのではなく、それらを社会の中でどのように生かせば効果的かを検証する社会実験にも力を入れている。これらの活動を行うため、多業種の企業や行政との協力の下で研究を遂行している。当センターは共同研究を通じて様々な団体に使用していただける設備や実験コースを保持しているほか、企業・行政との協力関係を育み、維持していく枠組みとして、協議会や研究会を運営している。

キーワード：自動運転技術、スローモビリティ、産学官協力、社会実験、地域振興

1. はじめに

群馬大学には次世代の交通手段を研究し社会へ実践する組織として、次世代モビリティ社会実装研究センターが設置されている。その設立時期は平成28年12月であるが、本年5月には専用の試験路を備えた研究施設が完成し、活動を本格化させた。現在の当センターの活動で、大きな部分を占めているのが自動運転の研究と低速モビリティの研究である。本稿ではこれらの活動を紹介する。

まず最初に自動運転技術の研究について述べる。自動運転にはその程度によってレベルが規定されているが、それについて説明した後、群馬大学が目指すレベルと社会での運用方法、さらにそのような戦略を採る理由について説明する。また自動運転自動車の構造およびその車両を用いた社会での実験にも触れる。次にスローモビリティの研究について報告する。スローモビリティとは通常の自動車よりも歩行者に近いスピードの乗り物とそれを生かした交通のことを言う。群馬大学がスローモビリティの乗り物として地元のベンチャー企業とともに開発したバスは最高速が19 km/hである。このバスを用いた社会実験によって、特に高齢者の生活にとって、この交通手段が単に遅いバス以上の意味を持つことが分かった。このような社会での実践は群馬大学のみでは不可能で、多くの企業や

行政との協力関係により成り立っている。本稿の最後に企業や行政との共同研究で使われる設備と、協議会、研究会についても触れる。

2. 自動運転技術

(1) 群馬大学の研究戦略

現在、社会的に自動運転技術は大きな注目を浴びている。この技術は現在問題となりつつあるタクシーやバスの運転手の不足を解消する手段になり得ると考えられる。また地方では日常の足として自動車は不可欠であるが、高齢になっても運転をせざるを得ないことも社会問題となっている。自動運転技術はこれに対しても有効な解決策になる可能性がある。

自動運転にはその程度によって5つのレベルが設定されているが、群馬大学の自動運転技術の開発戦略は、レベル4に特化していることが特徴である。レベル4とは路線バスのように運用地域は限定されているが、その地域内では人間のドライバーが不必要な自動運転技術である。以下でまず自動運転のレベルについて説明し、その後群馬大学がなぜレベル4に特化した研究をしているのかについて解説する。

表1に示すように、レベル1、レベル2は人間のドライバーの補助であり、アクセル、ハンドル、ブレーキのいずれか一つ、あるいは複数の操作を機械が行う

表一 自動運転のレベル

レベル 0 ドライバーが常にすべての主制御系統（加速・操舵・制動）の操作を行う。
レベル 1 加速・操舵・制動のいずれか一つをシステムが支援する。 自動ブレーキ など。
レベル 2 加速・操舵・制動のうち、同時に複数の操作をシステムが支援する。 先行車追従+レーンキープ など。
レベル 3 加速・操舵・制動の全ての操作をシステムが操作する。 システムが要請した時、ドライバーが操作を代行。
レベル 4（地域限定完全自動運転：ドライバー不要） 動作条件（地域）を限定するが、加速・操舵・制動の全ての操作をシステムが操作する。
レベル 5（完全自動運転：ドライバー不要） 動作条件を限定せず、加速・操舵・制動の全ての操作をシステムが操作する。

が、走行の安全を確保し、危険があれば機械に代わって自動車を操作することはドライバーの責任である。一方レベル3では、アクセル、ハンドル、ブレーキの全てを機械が操作し、この自動運転の状態ではレベル2までと異なりドライバーは安全な走行を監視する必要は無い。しかし機械が運転を続行不可能と判断した時はドライバーが機械に代わって運転を行う。一方レベル4、レベル5では、人間のドライバーが不必要になる。先に述べたように、レベル4では運用条件（領域）が限られているが、レベル5ではそのような制限が無い完全に人間のドライバーに代わる自動運転である。

自動運転のレベルが高くなるに従って技術的困難度が増すので、技術の開発とそれを用いた車両の社会への導入でも、このレベルに従って段階的に行うという考えが一般的である。しかし我々はレベル1、レベル2は良いがレベル3は機能しないと考えている¹⁾。その理由は人間の特性による。人間は長時間運転に対する注意を払わないでいた後に、急に運転可能な意識の状態になることは基本的に困難であるからである。したがって技術開発としてはレベル4以上の完全な自動運転を最初から目指すべきである。一方技術の困難さという点から見れば、走行環境に関する情報を必要とせずどこにでも走行することができるレベル5は、近未来を考えた場合、実用的に実現するのは難しいと考えている。この理由によって我々はレベル4に特化した技術開発を行っている。

運用地域が限られるレベル4でも、ドライバーが居

ないことによる社会へのインパクトは大きい。この自動運転技術の典型的な適用例は路線バスであるが、ドライバーが居なくなれば大きな車両はなくなると考えられる。バスが大型である理由は、一人のドライバーに対して多くの乗客を運ぶ必要性からである。ドライバーのコストがなくなれば乗客の数に応じて小さな乗り物が必要なだけ来れば良い。また深夜など乗客が居ないのに走っているバスがあるが、これもなくなる。時刻表があるのはドライバーの労務管理をする必要性からであり、ドライバーが居なくなれば乗客がいない場合にはバスは走らないし、居る場合には深夜でも早朝でもボタンを押せばバスは来る。

なお以上では、我々の戦略をバス路線の自動運転化として説明したが、走行地域を限定すれば、その中であればタクシーの機能は実現可能である。

(2) 自動運転車両

群馬大学は乗用車（トヨタプリウス、アルファードなど）をはじめ、バスやトラックなどを含む合計18台の自動運転車両を保持しており、様々な社会環境での自動運転実験に対応できるようになっている。典型的な車両の例を写真一に示す。これらの中でも特



写真一 自動運転車両の一例（ベース車両はトヨタアルファード）



写真二 自動運転化された低速電動バス eCOM-10

微的な車両は写真—2に示す車両で、車体は後に述べるスローモビリティの研究で開発されたe-COM10と呼ばれる電動バスを自動運転化したものである。この車両本体も含めて群馬大学のオリジナルである。

写真—3は写真—1に示した自動運転車両のセンサー部分の写真である。屋根にはレーザで周囲の形状を計測するLIDAR、人工衛星からの電波で現在位置を計算するGNSS (GPS)、全方位の画像を撮影するカメラが付いている。バスなどの大型車両では屋根のLIDARだけでは死角を生じるため、車体の4つの側面に一つずつ障害物検出用LIDARが付いている。車両の現在位置の計算は屋上のLIDARにより計測された周囲環境形状の照合とGNSSの情報によっている。また障害物検出は屋上及び側面のすべてのLIDARを用いている。カメラは、現在のところ信号の色の判定のみに使用している。



写真—3 自動運転車両のセンサー（LIDAR, GNSS, カメラ）

自動運転を行うにはまず走行経路を手動で走行して周囲形状と位置情報が記録された地図を作る。その地図に車線情報や走行速度、止まれなどの標識情報、信号の位置情報などを付加する。その後、この地図の情報と走行中に得られるセンサ情報とを照合しながら走行する。

(3) 社会実験

現在まで北は札幌から南は福岡まで、多くの場所で自動運転車両のデモおよび走行実験を行ってきたが、長期にわたっての住民へのサービス実験として最初に行った実験は神戸市北区にある筑紫が丘ニュータウンでの社会実験である。筑紫が丘ニュータウンは高度成長期時代に盛んに作られたニュータウンの一つである。現在住民の高齢化が進み、最寄りのバス停から自宅までの交通手段、いわゆるラストマイルの交通手段が必要とされている。群馬大学では地元のバス会社やシンクタンク系の企業などと協力して、平成29年11

月から一ヶ月ほど、写真—1に示したミニバンを改造した自動運転車両を用いて、ラストマイルの交通手段を提供する社会実験を行った。そのコースを図—1に示す。この実験での群馬大学の役割は自動運転車両を提供することであるが、そこで特徴的なことは安全のために同乗する安全監視ドライバーが開発元の群馬大学の人間ではなく、地元のバス会社のドライバーが務めたことである。このために自動運転を監視するドライバーの教育カリキュラムと修了試験を開発した。この実験ではその試験に合格したドライバーのみで運行した。

また現在行っている社会実験で大きなものは、群馬県のJR前橋駅と上毛電鉄中央前橋駅を結ぶシャトル



図—1 神戸市北区、筑紫が丘ニュータウンでの実験コース



図—2 前橋市での実験コース



写真—4 前橋市での実験で使われる自動運転化された小型バス（日野ポンチョ）

バスを自動運転化する計画である。図—2に示すように、この路線は700 mほどの直線に近い路線であるが、この路線を自動運転化した小型バス（日野ポンチョ（写真—4））を用いて営業運行する。現在緑ナンバーの取得を終了して営業運転に向けた環境データの取得を行っている。今年の終わりには乗客を乗せた営業運転を行う予定であり、自動運転車両による営業運転は日本初の試みである。

3. スローモビリティ

(1) スローモビリティ研究の発祥

群馬大学でのスローモビリティの研究は、平成21年に設立された次世代EV研究会を発祥としている。この研究会の設立当時の趣旨では、地球環境問題の解決に貢献する二酸化炭素ガス排出の少ない交通手段を提供することに力点が置かれていたが、その後低速電動バスを開発し社会実験を行う過程から得られた知見をもとに、低速な交通手段が地域住民にもたらす文化的な効果にも注目して活動するようになった。次世代EV研究会は次世代モビリティ社会実装研究センター設立後にはその一部門として組み入れられ、電動車両（EV）だけに限らず環境負荷が少なく人間にやさしい低速の交通手段を研究する部門として現在に至っている。以下に記す内容の内、社会実験までは次世代EV研究会時代の活動である。

(2) 低速電動バスの開発

群馬大学では平成24年に一般道路を走行可能な低速電動バスとしてeCOM-8（愛称 MAYU（まゆ））を開発しているが、これは平成21年、科学技術振興機構（JST）社会技術研究開発センター（RISTEX）の研究開発領域「地域に根ざした脱温暖化・環境共生社



写真—5 スローモビリティのための電動バス eCOM-8

会」の援助を受けて構想された計画が実現したものである²⁾。

開発されたバスの外見を写真—5に示す。このバスは全長4405 mm、全幅1900 mm、全高2455 mmで、車内の車側両側に対面式の座席を備え、10人の乗客を運ぶことができる。窓の部分は開放されており、外気に触れながら走行する。雨天時には透明なビニールのシートを設置して雨滴の侵入を防ぐ。また車輪は片側4輪の計8輪で、車輪の中に備えられたモーター（インフォイルモーター）で駆動される。最高速は19 km/hで、一回の充電で40 kmの距離を走行することができる。バッテリーは交換式の構造を採っているため、充電済みのバッテリーに交換することで40 kmを超えて連続走行可能になっている。このバスの設計・製作は桐生市のベンチャー企業シンクトゥギャザーが行っているが、群馬県内の様々な機械メーカー約30社の部品が使われており、地域産業の活性化にも貢献している。

(3) 社会実験

平成24年に低速電動バス eCOM-8 が完成しナンバーを取得して一般公道での走行が可能になると、群馬県桐生市で走行実証実験が行われた。桐生市は関東平野北端に位置する人口約12万人の中規模地方都市で、織物産業で日本の近代化を支えた都市として知られている。現在では織物産業に関連する多くの歴史的建造物を生かした観光都市でもある。まずこの桐生市での観光の交通手段としてeCOM-8の有用性を検証した。

低速バスが一般車両に混じって公道を走行することになると、渋滞の原因になるなど一般車両の交通の障害になる懸念がある。そのためeCOM-8の完成に先立ち、低速の車両が桐生市の交通に与える影響を住民の協力の下で調査している。一般の小型バスを20

km/h で走らせてその障害の程度を計測したところ、後続車両が 10 台程度溜まった場合はバスを路側に停車させて後続車両を前に行かせることにより、後続車両のドライバーの感情も含めて大きな障害にならないことが分かっている。

桐生市の観光中の交通手段としての eCOM-8 の活用は概ね好評で、快適性を問うた全数 92 のアンケートによれば、82%が快適である、16%がどちらでもない、2%が快適ではないという結果になっている。快適ではないという回答の原因はモーターの音が意外と大きいなどであり、低速で開放された乗り物の特徴とは別の要因であった。一方快適であるという回答の意見では風の気持ちよさや景色の見えやすさなど、eCOM-8 の設計時に意図した特徴が効果を生んだ。

eCOM-8 はこの他、桐生周辺で路線バスが運行されていない比較的居住者が少なく高齢者が多い地域と桐生市中心を結ぶ交通手段として活用する実験も行った。その結果は単なる交通手段ではなく、地域住民の交流を促進する場としての機能も果たし、住民の安否確認の効果もあることが分かっている。ここで開発された eCOM-8 はシンクトゥギャザーによって継続生産され、現在桐生で 4 台が様々な用途に活用されている他、本原稿執筆時点で国内では 14 台、国外ではマレーシアで 3 台が運行されている。また車椅子用のリフターの付いた新型も開発されている。

(4) 低速電動バスの自動運転化

スローモビリティの実践車両として低速電動バス eCOM-8 が一定の成功を納めたので、シンクトゥギャザーによってその大型バージョンとして eCOM-10 が開発されている。車輪が片側 5 輪、合計 10 輪となり、乗客の定員も 10 名から 16 名に増加している。この車両は設計時から自動運転化されることが考慮されており、昨年の 10 月に完成した第 1 号車は群馬大学で自動運転化され、今年 3 月に富岡製糸場で有名な群馬県富岡市でデモ走行をした他、5 月には福岡県福岡市で行われたアジア太平洋地域 ITS フォーラムでもデモ走行を行っている（図—2）。

4. 企業と行政との協力

(1) 次世代モビリティ開発の施設と専用試験路

先にも書いたとおり次世代モビリティ社会実装研究センターは次世代の交通手段を開発し、社会で実践して行くことを目的としている。そのためには企業や行政との協力が不可欠であるので、そのための施設や設



写真—6 次世代モビリティ社会実装研究センターの外見と試験路

備を保持している。写真—6 に示すのが群馬県前橋市の群馬大学荒牧キャンパスにある施設である。建物には車両の改造・整備を行う車両整備設備（写真—7 (a)）、管制・遠隔操縦を行うための設備（写真—7 (b)）、人工知能の研究にも適した高速並列計算機や多量の実験データを蓄えられる記憶装置を備えたデータセンター（写真—7 (c)）、また円筒形のスクリーンに周囲 360 度の画像を投影でき、車両の周囲の環境が乗客の感情に与える影響を解析できるシミュレーション装置（写真—7 (d)）などが設置されているほか、共同研究先が研究室や実験室として使用できる部屋を多数備えている。また建物の前には車両の走行実験を行う専用試験路がある。試験路の面積は約 6000 m² で、信号や標識などの道路要素は可動式になっている。そのため試験内容に応じて最適な道路条件が整えられる。これらの設備は共同研究先など、群馬大学と関係がある団体ならば使用していただける共用研究施設となっている。

(2) 協議会・研究会

企業や行政との協力を推進するための枠組みとして、当センターが主体となって協議会と 3 つの研究会を運営している。協議会はその名前を次世代モビリティオープンイノベーション協議会と言い、群馬大学と協議会の会員および会員相互の交流の場を提供している。具体的な活動として年一回の総会を行う他、適宜群馬大学の次世代モビリティに関する情報を提供している。この協議会への参加は無料である。

研究会は群馬大学と会員、あるいは会員相互の更に密な情報交換および議論の場として設置されている。研究会には次世代モビリティの技術に焦点を当てた研究会である (1) 要素技術開発研究会、ビジネス展開を視点とした (2) 製造・生産システム研究会、社会ニーズや社会の課題に焦点を当てた (3) 社会実装連携研



(a) 車両整備設備



(b) 管制・遠隔操縦設備



(c) データセンター



(d) シミュレーション装置

写真ー7 次世代モビリティ社会実装研究センターの設備

究会の3つがあり、それぞれ1ヶ月ずつずらして3ヶ月に一度開催している。したがって、1ヶ月に1度はどれかの研究会が開催されることになる。この研究会への参加は有料（年50万円）であるが、研究会会員になれば全ての研究会に参加できる。これらの研究会により様々な交流が生まれ、新たな交通手段が早期に実現されることを期待している。

5. おわりに

本稿では、群馬大学の次世代の交通手段研究として、次世代モビリティ社会実装研究センターの活動を紹介した。センターの現在の活動としては自動運転の研究とスローモビリティの研究が大きな部分を占める。どちらの研究も技術を開発するだけに留まらず、多くの企業や行政との協力の下、その社会での実践まで行うことが大きな特徴となっている。今後はこれら

の研究をさらに進め、真に実用的で社会のインフラとなり得る交通システムを完成させるとともに、これら以外の先進的な交通手段の研究にも力を入れていきたいと考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 大前学, 清水浩, 橋本尚久 他, 自動車の自動運転システム利用時における操舵制御異常に対するドライバ反応時間の評価, 自動車技術会論文集, Vol.36, No.2, pp.157-162, 2005.
- 2) 小竹裕人, 関庸一, 天谷賢児 他, 低炭素移動手段として開発した低速電動バスの導入と地域コミュニティの活性化, 日本エネルギー学会誌, Vol.95, No.11, pp.980-986, 2016.

【筆者紹介】

太田 直哉 (おた なおや)
群馬大学次世代モビリティ社会実装研究センター
センター長・教授



都市交通課題への交通シミュレーションの適用

交通検討からスマートシティのマネジメント技術へ

永 田 尚 人

建設企業は、開発、保有する様々な技術やノウハウを活用して住宅施設、商業施設、物流・流通等の施設から道路、社会基盤施設に至るまで幅広い分野の建設事業に取り組むだけでなく、住民の多様化する価値観やニーズに対して、人・モノなどの流れを効率化・高度化するための新しい技術を取り入れた提案を行ってきている。本稿では、ソフト技術の代表的な取り組みとして、大規模都市開発等の事業を円滑に進めるための交通シミュレーションを活用した課題解決事例を紹介するとともに、首都直下地震等の大規模災害への対応をはじめとする社会課題解決に向けての評価ツールへの発展性についても報告する。

キーワード：交通マネジメント、シミュレーション、合意形成、ITS、社会課題

1. はじめに

慢性的に発生する渋滞対策や市民参加によるまちづくりなど、様々な場面で交通シミュレーションシステムが適用されている。特に渋滞対策においては、ITS（注1）やTDM（注2）などのシステムの導入、複雑な交通運用施策が検討、既に導入されているだけでなく、行政と地域住民との協働によって渋滞緩和を実現させていこうという動きも出てきている¹⁾。動的な交通シミュレーションは、旅行時間や渋滞長、交通状況のアニメーションなど誰にでもわかりやすい指標で評価でき、かつ車線運用や信号制御、イベント時の交通対策立案など様々な交通施策をモデル化して柔軟に対応できるため、交通マネジメントの評価に対して有益なツールであるといえる。

近年、市街地における大規模な建設工事に際しては、周辺住民の理解を得ながら建設計画から工事まで進めていくことが求められている。近隣住民の多様化する価値観やニーズの中では利害が広範囲に及ぶことから、円滑に建設事業を進めるためには、効率的な事業実施への要請と同時にコミュニケーションによる合意形成が課題となってきた。特に工事計画説明会の段階では、情報の透明性や関係する地域住民を尊重した丁寧な対応など、プロセスの公正さを重視した説明に交通シミュレーションが活用されてきている²⁾。

本稿では、大規模都市開発等の事業を円滑に進めるための交通シミュレーションを活用した課題解決事例を紹介するとともに、今後の社会課題解決に向けての評価への適用についても提案する。

2. 都市開発等における検討事例

(1) 大規模開発の交通シミュレーション

大規模都市開発計画に関して、街区レベルでのミクロなアプローチと大規模開発関連地区レベルでの検討に交通シミュレーションを活用した事例を紹介する。

(a) 東戸塚駅東口開発計画

ニューシティ東戸塚中央街区は、商業施設、高層住宅4棟などから構成されるニューシティ東戸塚の中心的な街区である。東戸塚駅東口開発は、民間による国内最大級の都市開発事業であり、1980年のJR横須賀線東戸塚駅の開業（旧国鉄への請願駅）から今日に至るまで約40年間、「ニューシティ東戸塚」の事業が進められ、超高層住宅4棟を含めた開発では住宅4,500戸、商業施設なども入れると約100棟もの建物が建設されている（写真—1）。

この開発の核となる商業施設は、百貨店、スーパーの2つの核店舗と専門店街からなり、多くの来店車両を駅前交通との調和を保ちつつ円滑に捌くことが、この地区での交通計画の重要な課題であった（写真—2）。

特に、商業施設の開店に伴う来店車両の左折入庫と左折出庫を実現するためには、中央街区の周辺街路の一方通行規制を従前から逆方向の一方通行規制に変更

（注1）ITS=Intelligent Transport Systems（高度道路交通システム）

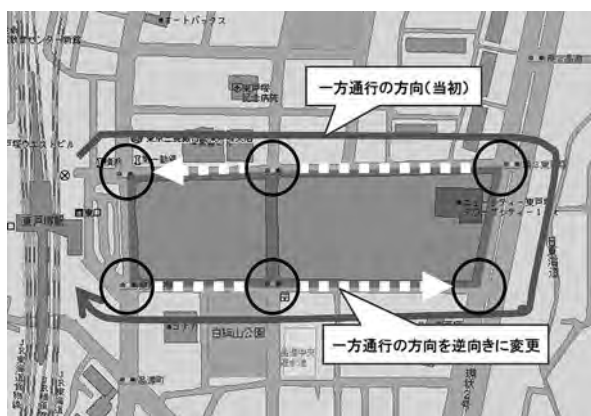
（注2）TDM=Transportation Demand Management（交通需要マネジメント）



写真—1 東戸塚駅東口開発完成鳥瞰写真



写真—2 オーロラシティ商業棟完成時



図—1 東戸塚中央街区の検討交差点と変更後の一方通行規制

する必要があったため、安全面を含めて十分な対策が求められた（図—1）。この交通規制の変更に関しては、交差点処理、交通の流れ、安全面等多角的な視点での検討のほか、自治体、警察、道路管理者等の関係機関との交通協議で要求された数多くの課題に対して

の検討を行った。この対応を円滑に進めるために、交通シミュレーション技術を駆使して街区周辺の交差点、道路への影響等の評価を行い、1999年9月に一方通行の変更が認められ、1ヶ月後の同年10月に商業施設が開店している。

（b）札幌駅南口開発計画

札幌駅南口開発は、札幌駅の高架化に伴う旧地上駅跡地の再開発事業により2003年に開業した。JRグループによる駅ビルとしては1997年開業の京都駅ビル、1999年開業の名古屋JRセントラルタワーズに次ぐ大規模再開発であり、北海道内最大となるショッピングエリアを形成している（写真—3）。



写真—3 札幌駅南口開発完成写真（引用：http://skysky7.com/001-01sapporo/01.html）

建設にあたっては周辺の道路混雑緩和のため、敷地内に自動車専用道路を設置するほか、付置義務約1,000台の駐車場、高架上屋上にも約300台の駐車場が整備されている。2011年には札幌駅周辺地域と大通・すすきの地区を地下で結んだ札幌駅前通地下歩行空間が開通している。

当該エリアは、札幌市内でも有数の交通混雑エリアであった。行政機関等による再開発協議会が行った交差点飽和度（交差点需要率）の検討では大きな問題は指摘されていなかったが、大規模開発による周辺道路交通への影響が懸念されていた。このため事業者サイドでは、当該エリアの交通状況を確認することを目的として、静的手法に追加して動的なシミュレーションシステムを活用した検討を実施した。

対象範囲は、図—2に示すように1,000m×600m、11信号交差点であり、商業施設利用の多い休日の午前10時から16時までの6時間を対象として実施している。

（c）検討結果

図—3は検討結果の一例であるが、現状の信号現示による検討結果を左図に、再開後の北5条手稲通



図—2 シミュレーションによる検討概要

りの渋滞対策のために、交通量に合わせた配分に基づき変更した信号現示を用いて再検証した結果を右図に示している。

左図（現状現示の場合）では、再開発により需要が増加するため、現状の信号現示を用いるとピーク時（16時～17時）に、旅行時間が大きくて増加する。右図（改良後現示の場合）では、北5条手稲通りの信号現示（スプリット）を見直した結果、対策前後と比較すると、東進旅行時間も西進旅行時間も、大幅に短縮することの可能性を示すことができた。

(2) ITS の導入効果測定

ITS のアプリケーションを効率的に地域へ展開し、IT 技術を適用した新たなまちづくりを行うためには、地域の交通課題の把握と各サービスの導入効果を事前に検討していく必要がある。各施策の合意形成と ITS メニューの導入妥当性の評価に対して、交通シミュレーションシステムは、ビジュアルで分かりやすくかつ高い分析能力により社会全体の便益向上に大きな力を発揮している。

ITS の各アプリケーションへの適用について、図—4、5 にその一例を示している。

●交通関連情報の提供・動的案内誘導

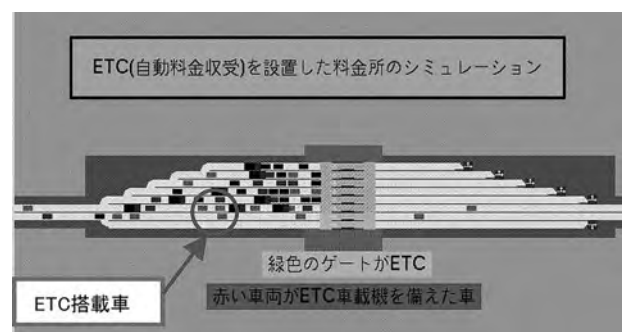
VICS のような交通情報を提供するシステムだけでなく、双方向通信を利用したより高度なサービスの導入効果などについても、周辺交通に与える影響を評価可能である。



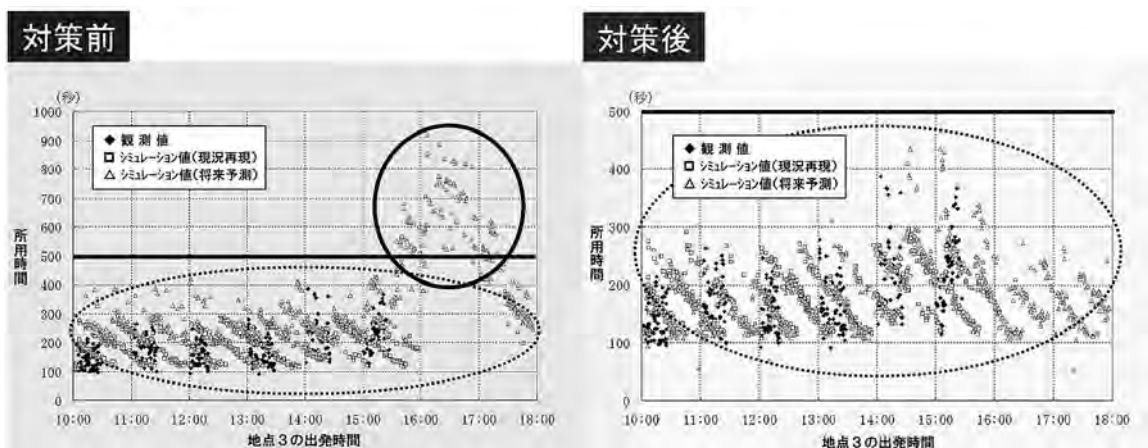
図—4 交通情報の提供効果の評価例

●自動料金収受システム（ETC）の導入効果測定

ETC を評価する場合には、ゲート単独での運用形態や性能評価だけでなく、道路システムとして道路形状や車線運用、車載器の普及率、インターチェンジを出た先の周辺街路網を含めた総合的な評価を実施してきている。



図—5 ETC の導入効果の評価例



図—3 シミュレーションによる検討結果

これまでの ITS は、自動車のもたらした負の遺産である渋滞、交通事故、環境問題の解決を目標として、VICS、ETC、路車協調システムである ITS スポットなどの社会システムが構築されてきた。

近年、ITS の基盤技術である情報通信技術の進化は目覚ましく、スマートフォンに代表される IT デバイスは社会を大きく変容させてきている。セカンドステージに入ったといわれている ITS は、エネルギーや高齢者対応も含めた地域や社会的な課題を解決することが求められており、ダイナミックな交通計画策定を可能とする動的交通シミュレーションシステムへのニーズが高まってきている¹⁾。

(3) 合意形成ツールとしての交通シミュレーション

市街地における建設工事に際しては、周辺住民の理解を得ながら建設計画から工事まで進めていく必要がある。近隣住民の多様化する価値観やニーズの中で円滑に建設事業を進めるためには、効率的に事業を実施するだけでなく、地域住民との円滑なコミュニケーションによる合意形成が求められてきている。特に、工事計画段階では、建設関連の大型車両走行に対する地域住民の安全確保が大きな争点となる場合が多いため、住民説明会においては合意形成を目的とした論点の明確化が重要となる²⁾。

道路建設のような社会資本整備の場合と異なり、写真—4 に示すような住宅地における大規模な建築工事では利害関係者は明確であるが、住民の関心は事業規模の大小ではなく建設によって受ける影響が直接的であるか間接的であるかによって相当変化する。本稿では、工事車両の安全性確保に対する合意形成ツールとしての交通シミュレーション評価とその特徴を紹介する。

本事例では、残土搬出ダンプトラック等の大型工事車両の多頻度運行による周辺道路や交差点の混雑回



図—6 当該地域での交通シミュレーション検討概要

避、搬入ルート沿線住民に及ぼす影響や迷惑の分散、現状の交通規制を解除する運行ルートの優位性等、を分析するために交通流シミュレーション解析による定量分析を行っている。図—6 に示すように、③ Y 交差点の右折待ちによる混雑回避、④ 商業施設出入口への入場待ちによる混雑回避、⑥ 右折が隘路となる K 交差点での混雑回避等を論点に、以下の 3 ケースに示す大型車両運行ルートについて検討を行った。

Case-1：大型商業施設横の道路を往復

Case-2：一方通行（計画地域を時計回り）

Case-3：一方通行（計画地域を反時計回り）

検討にあたっては、工程計画上「コンクリート工事」と「残土搬出工事」が同日に実施される状況を考慮した最大 270 台（45 台／時間）大型車両の運行を従前の一般交通量に付加して影響を分析し、Case-2 を採用している。

3. Society 5.0 実現に向けた社会課題解決への適用事例

Society 5.0 においては、わが国が積み上げてきた社会基盤を最大限に活用しつつ、IoT や AI などによる新たな社会サービス基盤を活用して都市の進化を支えていくことが求められている。都市を取り巻く様々な課題や活力ある社会を目指すために、官民でのデータの交流や市民参加等も含む新たな官民連携によって、快適性・経済性・安全性を兼ね備えた新しい都市の創造を目指すことが重要である。

新たな社会サービス基盤においては、都市全体を最適化し、都市交通やエネルギーなどの刻一刻と変化するデータを分野横断で分析・制御することで、少子高齢社会であっても持続可能な都市を実現するシステム構築が必要となる。一方で、この社会を実現するうえ



写真—4 地域との合意形成が求められた大規模建築工事事例

での課題は、交通渋滞による損失（全国年 12 兆円）、多頻度小口物流問題（トラック積載率 5 割未満）、大規模災害時の事業・経済継続及び帰宅困難者（首都直下地震で想定 650 万人）、食品廃棄ロス（国内年 632 万トン、世界食料援助量の約 2 倍）など多岐に及んでいる³⁾。本稿では、都市交通における新たな交通システムの導入や大規模災害に対象を絞り、課題解決に向けた交通シミュレーション技術適用の取組について報告する。

(1) スマートインフラへの取組み

先進諸国では、社会インフラや生活インフラは整備されているものの、それらの老朽化が課題となっており、建築物、道路等のインフラや設備の維持・更新をメインとした都市の再開発が進められている。

また、老朽化に加え、世界的なエネルギー不足問題、超高齢化社会、経済の再活性化などの課題が山積している。その課題を解決するものとして期待されているのが、スマートシティであり、交通課題を解決するのが第 2 世代の ITS 技術である。人々の移動に関するあらゆる情報がモニタリング機能を通して収集され、交通シミュレーション等を活用して施策評価を行い、その結果を可視化することで、市民に分かり易いかたちで交通状況をフィードバックするものである。

自動運転の普及は、渋滞と交通事故を大幅に減少させ、無人走行車が人々の生活に合わせて送迎し、人も荷物もスムーズかつ安全に目的地まで届けることを可能にする。

国土交通省では、2020 年度の社会実装に向け、自動走行する小型モビリティを用いた移動サービスの実証実験を進めている。第 2 章で紹介した東戸塚駅周辺地区は、街の成熟にあわせて上記の課題が顕在化しており、写真—5 に示すような自動運転車両導入等に向けた地域の交通マネジメント施策への交通シミュレーションの適用が求められるであろう。



写真—5 無人走行車両（DeNA ロボットシャトル）

(2) 首都直下地震を対象とした災害廃棄物輸送シミュレーション

経団連による行動計画では、「快適性」・「経済性」・「安全性」を兼ね備えた新しい都市の創造に向けて、建物や道路等を中心に、様々な都市インフラの稼働状態をモニタリングする機能を組み込むことを提言されている。その中で 2020 年を目途とした第一ステップでは、



図—7 首都直下地震における災害廃棄物処理のあり方検討結果（JAPIC）

東京圏で重要度が高いと考えられる「モビリティ分野（人流・交通・物流等）」と「防災分野」を先行モデル事業（重点分野）として選定されている³⁾。

首都直下地震に対する被害想定とその直後の対策は、すでに様々な検討が行われている一方、都市機能回復に向けた中長期的な計画や戦略、例えば災害によって発生する膨大な災害廃棄物の処理計画は、道路交通に多大な影響を与える重要課題であるため検討が必要とされる。

一般社団法人日本プロジェクト産業協議会（以下、JAPIC）防災委員会では、迅速な災害廃棄物処理を実現するには、有事はもとより平時からの官民の緊密な連携、現行法規の枠組みを越えた対応、広域処理を実現する円滑な輸送ネットワークの3点を事前策定することが急務であるとの提言を行っている。この検討では、東京23区の道路ネットワークを対象に広域的な動的交通シミュレーションを実施し、図7に示すような評価を行っている⁴⁾。

4. おわりに

本稿では、建設業におけるソフト技術の取り組み事例として、大規模都市開発等の事業を円滑に進めるための交通シミュレーションを活用した課題解決事例や首都直下地震等の大規模地震災害への交通シミュレーション技術を活用した社会課題解決に向けての評価事例について概説した。

Society 5.0を支えるIoT、AIなどの技術の進展は、人間の行動データ、交通データなどの情報を適切に収集・分析し産官学横断的に活用することで、スマートシティ構築や新しい交通ビジネスへの展開が可能になるものと考えられる。交通シミュレーション技術に関しても、センサ類から得られる大量データ等を基に高

精度の実証、予測精度向上、最適化を図ることができるようになると考えられ、「モビリティ分野」や「防災分野」等のさまざまな社会課題のより効率的な解決にも貢献することが可能になる。

課題先進国の我が国がレジリエンスな社会を実現するためには、IoTを活用する人間側の連携の仕組みも重要となる。さまざまな関係者がさまざまなレベルで連携を推進できるような仕組み作りの推進が求められている。

謝 辞

「首都直下地震を対象とした災害廃棄物輸送シミュレーション」の研究内容は、JAPIC 防災委員会（委員長関西大学特別任命教授河田恵昭氏）で実施してきた研究成果の一部を筆者の責任において記載したものである。河田委員長をはじめとする本研究にご協力頂いた委員会関係各位に対して心から謝意を表すものである。

JICMA

《参考文献》

- 1) 牧野浩志：ITSを活用した環境未来都市づくり柏 ITS スマートシティの挑戦，一般財団法人道路新産業開発機構 Traffic & Business，SUMMER 2012 No.100，pp.13-24，2012.
- 2) 永田尚人，矢沢成尚：工事関係車両に対する地域の安全確保プロセスに関する一考察，土木学会安全問題研究論文集 Vol. 4，2009.
- 3) Society 5.0 実現に向けた行動計画 ～WG 報告書集～：一般社団法人日本経済団体連合会，2017.
- 4) 首都直下地震における災害廃棄物処理のあり方について ―提言書―：一般社団法人日本プロジェクト産業協議会防災委員会，2017.

【筆者紹介】

永田 尚人（ながた ひさと）
 ㈱熊谷組
 技術本部 執行役員 本部長



|| 投稿論文 ||

ICT の活用による地盤改良工事の施工管理技術 と施工機械のモータ電流値に基づく N 値の推定

稲積 真哉¹・足立 有史²・木付 拓磨³・土屋 潤一⁴・舟橋 宗毅⁵

¹ 芝浦工業大学准教授 工学部土木工学科 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5)

E-mail: inazumi@shibaura-it.ac.jp

² 株式会社安藤・間 (〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20)

E-mail: adachi.yuji@ad-hzm.co.jp

³ 株式会社安藤・間 (〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20)

E-mail: kizuki.takuma@ad-hzm.co.jp

⁴ 計測ネットサービス株式会社 (〒114-0013 東京都北区東田端 2-1-3)

E-mail: tsuchiya@keisokunet.com

⁵ 明石工業高等専門学校学生 専攻科 (〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3)

E-mail: ac1713@s.akashi.ac.jp

地盤改良工事では地中に改良体を造成するため、施工状況や出来形を目視により確認・評価することが困難である。そこで、地盤改良工事の施工管理における改良体の施工情報をリアルタイムに記録、見える化し、評価するための施工情報可視化システムを開発している。また、従来の限られた地盤改良工事の事前調査では、地盤状況に応じた改良体の設計値に対する実際の施工仕様の妥当性やその見直しを迅速に判断することは困難であった。しかし、上記のシステム内に、事前に実施する標準貫入試験の結果と支持層や地盤性状を評価するために計測する施工機械が負荷として受けるアースオーガーのモータによる電流値との相関関係に基づいた N 値の推定式を有することで、限られた地盤調査から設定した施工仕様の妥当性の確認や追加対策の必要性の判断が容易となる。本研究では施工情報可視化システムの概要と事前調査としての標準貫入試験結果と施工管理で得られる電流値から N 値を推定する手法を検討する。

キーワード: *Ground Improvement Works, Information and Communication Technology, Visualization, Kinetic Measurement, Estimated N-value*

1. はじめに

現在、土木分野では基礎工、ダム工ならびにトンネル工等において、施工状況をリアルタイムにモニタリングして施工する技術が適用されている。また、土工や舗装工においても設計データや現場計測データを建設機械に入力して施工する技術が実用化されている¹⁾。一方、地盤改良工事においてもリモートセンシングや傾斜計のような種々のセンサ類や画像処理等で代表される Information and Communication Technology (ICT) や Information Technology (IT) が適用されつつある。すなわち、施工現場の省人化、施工管理の効率化ならびに生産性を向上させることを目的とした魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みである i-Construction が推進されている²⁾。しかし、地盤改良工事にて各種技術を有効に活用するまでには解決しなければならない課題が存在する。例え

ば、地盤改良工事は地中を対象とした工事のため、施工状況をリアルタイムに目視で確認・評価することが困難である。このため、改良体の品質や出来形、地盤状況ならびに支持層の変化をリアルタイムに評価し、施工にフィードバックする点に課題がある。

上記した課題を解決するため、一連の研究では地盤改良工事の施工管理において改良体施工時の掘削深度、掘削速度、スラリー量および電流値等の改良体の施工情報をリアルタイムに計測・記録し、地盤見える化、評価および共有することが可能な施工情報可視化システムを開発している。当該システムにより、今日まで課題であった目視が困難な地中にて改良体の各種施工情報をリアルタイムに判りやすく可視化し、現場関係者に共有できるため、地盤改良工事の施工管理の効率化を図ることが可能になる。現在、当該システムは実際の施工現場へも展開している状況である³⁾。

地盤改良工事の事前調査では、施工エリアに対して限られた本数でのみ実施されることが多い。そのため、事前調査位置から離れた施工箇所に対する支持層到達の確認、地盤性状から固化材量の調整ならびに施工順序等、設計時に対する施工時の妥当性や見直し確認を迅速に判断することが難しい。そこで、地盤性状や支持層評価のため、施工時に計測・記録する電流値と事前調査として実施する標準貫入試験結果に関する各々の相関関係からN値をリアルタイムに推定する機能を新たに施工情報可視化システムに追加する。なお、施工機械に取り付けられた攪拌翼を回転させるためには地盤の抵抗に応じて電流値を変化させることが不可欠であるため、電流値の変化は地盤を掘削する際に施工機械が受ける負荷を表現していると考えられる⁴⁾。上記機能の追加によって、施工中の地盤状況に合わせてリアルタイムに固化材量を調整することで改良体の強度は調整でき、かつ原地盤と固化材が確実に混合されることにより、品質の良い改良体を造成することが可能であると考えている。

本研究では、様々な地盤改良工事の施工管理に適用された計測技術やICTについて述べる。また、一連の研究で開発した施工情報可視化システムの概要とともに、地盤改良工事において施工管理に必要な電流値を計測することで、その電流値からN値をリアルタイムに推定する手法、N値の推定式、N値の推定結果および実現場への適用の可能性について述べる。

2. 地盤改良工事の施工管理例

現在における地盤改良工事の施工管理について、埋戻し工法の場合では原地盤と固化材の混合攪拌状態等、薬液注入工法の場合では薬液の注入量やエア量等、高圧噴射攪拌工法の場合では噴射圧力や噴射量等、各々工法に合わせた管理項目を計測機器を用いてリアルタイムに計測し、臨機応変に施工することが可能になるため、改良体の品質を確保することができる。また、地中の施工状況をリアルタイムに把握し、施工するシステムも開発されている。以下に、様々な地盤改良工事に導入されている施工管理事例について述べる。

2.1 埋戻し工法

埋戻し工法はセメント系固化材と混練水を用いて埋戻し処理を施すことで、ブロック状の均質な改良体を造成する地盤改良工事の一種である。ただし、改良体は地中に造成されるため、施工中に改良範囲や混合攪拌状態を目視で確認することができず、混合攪拌状態が管理基準値を正確に満たしているかの判定が困難であった。そこ

で、施工中に改良範囲や混合攪拌度合をモニタで監視できる施工管理装置が開発されている(図-1 参照)⁵⁾。図-1はポンプに設置した流動計にて使用混練水量を計測し、施工機械のバケットに設置した回転計および電気比抵抗計測センサーにて混合攪拌回数と混合攪拌の度合を計測し確認するものである。また、図-2は電気比抵抗計測の測定例を示しており⁵⁾、左側の電気比抵抗値をリアルタイムに計測した結果が施工機械のモニタに表示されるため改良体の攪拌混合度合や出来形を把握し易くなっている。計測位置は改良体平面形状に関して実施するものである。また、電気比抵抗値は電気比抵抗計測センサーによって改良体方向に毎秒5cm程度の速度で挿入し、改良体中の抵抗値の変化を計測間隔10cm毎に計測し、計測結果を電気信号によりロッド内ケーブルを通じて地上までリアルタイムに送信する仕組みである(図-3 参照)⁵⁾。電気比抵抗値の変化は大きなばらつきが確認された場合、土塊等の未攪拌の割合が多い状態であると推測し、埋戻し工法による地盤改良工事は攪拌混合された地盤の電気比抵抗値が小さくなる傾向にあることがわかっている⁶⁾。一般に混合攪拌度合が良いとされる判定基準は改良体強度および電気比抵抗の変動係数が管理目標値の30%以下⁷⁾であり、この状態であれば改良強度のばらつきは少ないものとされている。

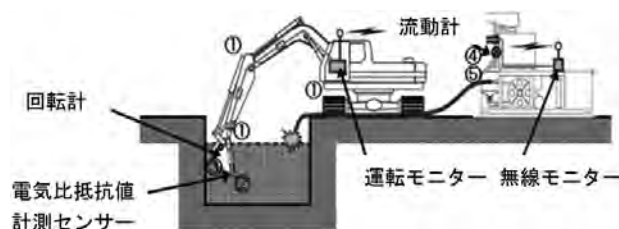


図-1 埋戻し工法における施工管理装置

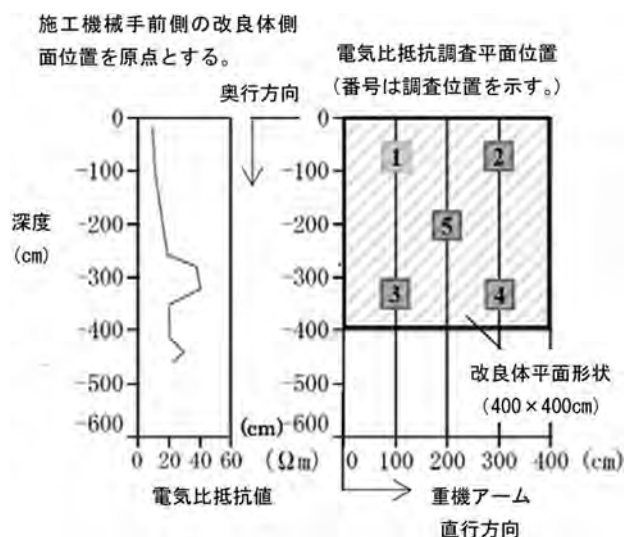


図-2 電気比抵抗値の測定例

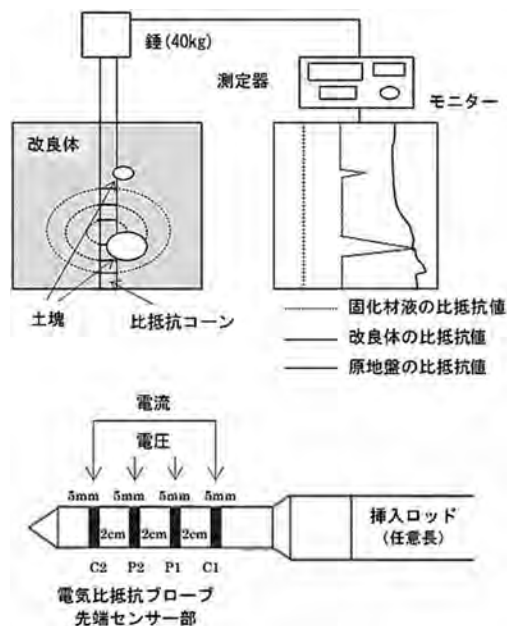


図-3 電気比抵抗計測装置（先端コーン貫入型センサー）

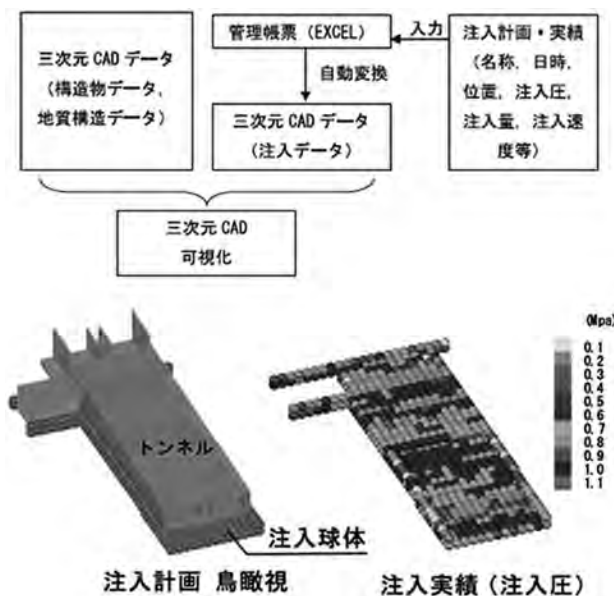


図-4 3次元注入管理・支援システム

2.2 薬液注入工法

薬液注入工法は地盤中に薬液を注入して、地盤の透水性を減少させたり、地盤の強化を図る地盤改良工法の一つである。この工法では注入に伴い、地盤の間隙水圧が上昇し易くなることがある。深度が浅い既設構造物直下の地盤の薬液注入工事を行う際は、躯体（既設構造物）が動かないように確認しながら作業を行う必要がある。したがって、躯体の動きは目地部の変形集中や注入材のリークの可能性があり、改良地盤の品質が低下する恐れもあるため、リアルタイムに施工状況を確認できるシステムが必要である。そこで、薬液注入工法の施工管理において重要な計測項目は掘削位置、注入状況および躯体の変状の把握である。掘削位置はボーリング試験機に挿入式の位置計測器を取り付け、削孔先端位置を計画線に合わせ実施する。注入状況は地表面上に圧力流量測定装置や間隙水圧計を設置することで、薬液を浸透注入できる適切な量を予め考慮して注入速度、注入圧ならびに間隙水圧を計測する。また、躯体の変状は躯体自身に傾斜計および変位計を設置し、躯体の傾斜角度、継目の目開き量ならびに目違い量を管理基準値を満たすように計測することで躯体の動きをモニタリングする。

上記した施工管理に重要な現場計測データを管理帳票に取り込むことで、3次元のCAD注入データおよび地質・構造物データとともに組み合わせた3次元注入管理・支援システムが開発されている（図-4 参照）⁸⁾。図-4において、左側は注入計画における構造物データと薬液の注入予定位置を鳥瞰図として表現している。右側は実施工における薬液の注入実績として注入圧を可視化している。以上より、注入圧のみならず施工中に得られる様々

なデータ（変状データ、地盤データおよびボーリングデータ）を鳥瞰図、平面図ならびに断面図等の形式でリアルタイムに可視化することができる。また、障害物のある地盤を対象とした場合においても、障害物の影となり注入されない箇所の見落とし防止、効率的な注入孔の配置、施工計画の立案ならびに現場の省力化につながるものとして実現場へ導入されている。

2.3 高圧噴射攪拌工法

高圧噴射攪拌工法はボーリングマシンを用いてセメントミルクとエアを混合、超高压で地中に噴射し原地盤と混合攪拌することで改良体を造成する地盤改良工事の一つである。特に、既存構造物を対象とした工事では、狭隘な箇所での施工や構造物を供用しつつ施工を行う場合も多く、地中を確認しながら既存構造物への影響の低減や改良体の品質管理の向上が求められる。また、通常の施工では噴射エネルギーのパラメータである固化材噴射量、噴射圧力および噴射時間（引上速度）が一定に固定されているため、改良地盤の同一が想定される場合は改良径を1ケースに設定する。しかし、地中では想定外の地盤状況である可能性もあるため、上記のパラメータを適切に調整することが望まれる。そこで、高圧噴射攪拌工法の施工管理においては改良体の出来形ならびに品質管理の向上を目的として、施工速度、回転速度、固化材の噴射圧力、噴射量ならびに空気量の管理項目をリアルタイムに制御し表示する専用管理装置が開発されている（図-5 参照）⁹⁾。図-5における装置モニターに表示された①～⑤の設定値と実測値により施工状況を把握し、上記の管理項目をリアルタイムに調整しながら施工すること

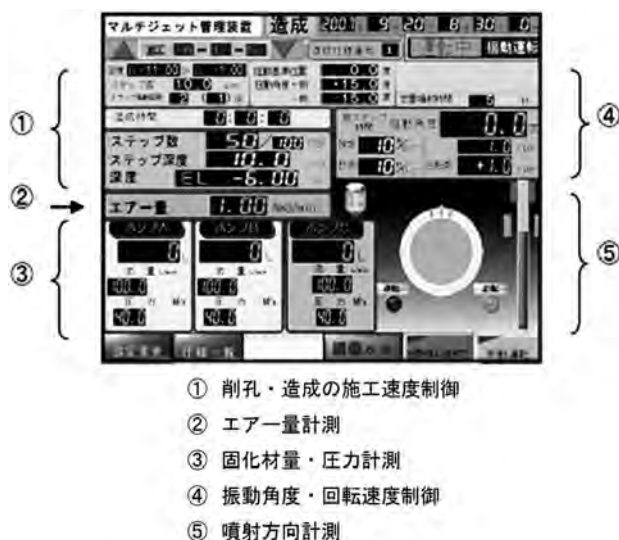


図-5 専用管理装置のモニター

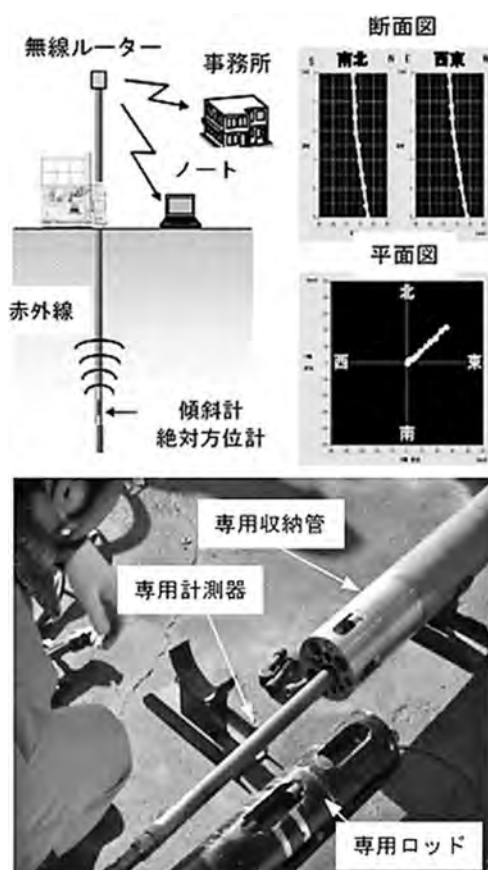


図-6 孔曲り専用計測装置

が可能である。また、施工深度が50 mを超える場合、掘削の鉛直精度を保てない可能性がある。そこで、図-6に示されるように掘削位置をリアルタイムに計測するための孔曲り専用計測装置も開発されている。これより、掘削1m毎に直交2方向の傾斜計と絶対方位計で計測し、掘削時の孔曲り形状をリアルタイムで確認することができる。先端位置の計測データは赤外線通信により無線化し、無線ルーターにより現場内事務所や関係者の

ノートPCに送信できるため、施工ロスのない効率的な計測管理が可能になる。

2.4 機械攪拌工法

機械攪拌工法は攪拌翼により原地盤とスラリーや粉体系の改良材を混合攪拌し、地中に改良体を造成する地盤改良工事の一種である。一般的に地盤沈下や液状化対策等に利用されている。しかし、地中を目視できないため施工状況の見える化を図りながら施工するシステムが必要であった。そこで、地盤改良工事の施工管理に情報化施工を組み合わせることで計画から維持管理に至る一連のプロセスにおける施工情報を見る化し、施工現場全体の最適化や品質管理の高度化を図る品質・出来形可視化システムが開発されている(図-7 参照)¹⁰⁾。なお、本節での見える化とは地盤内における施工が目視で確認できないといった条件があるため、施工中の改良体の位置や変位を、現場計測したデータに基づき地盤内に造成中の改良体を3次元的にモデル化しイメージし易くする意味を持つものである。また、図-7に示されたシステムは以下の1)～3)で構成されている。

- 1) 施工情報(深度、スラリー量、攪拌翼回転数および電流値等)を見る化するとともに、管理単位毎にオートで記録・保存する施工管理システム
- 2) 品質情報(改良体の形状、寸法、強度の計画値およびその実績値)、施工仕様、日時ならびに施工位置等の施工に関する情報を一元的に集約し、3次元表示する情報管理システム
- 3) 予め設計図書から取得した地盤改良工事の平面における杭芯位置にGPS情報を利用して施工機械を誘導・

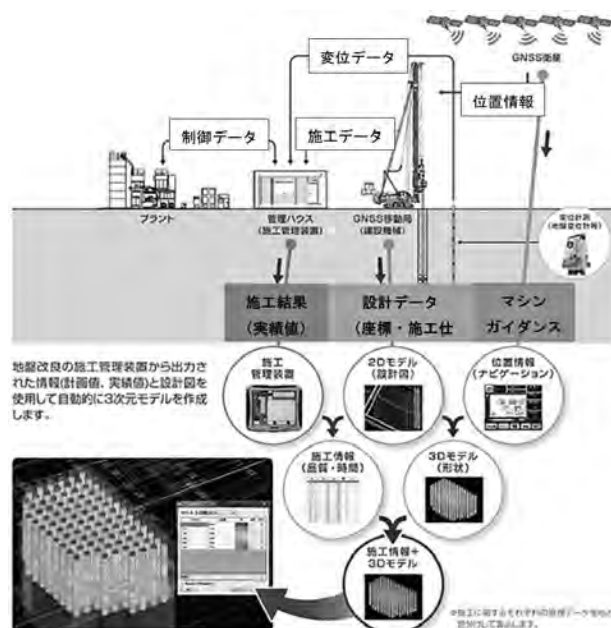


図-7 品質・出来形可視化システム

の後の出来形や品質確認等を目的に管理していた¹²⁾。しかし、上記の状況では効率が良くないため、目視にて地中を把握し、改良体の状況を確認しながら施工できるシステムが必須であった。そこで、施工情報可視化システムでは、施工管理における様々な施工情報(深度、電流値、速度、スラリー量および攪拌翼先端軌跡等)を動態計測により 0.5 秒毎に記録する。その後、電気信号によりリアルタイムに施工管理室へと送信し、計測データを 3 次元で見える化、図-11 のようにモニタに表示する。図-11 より、モニタ右側は改良体 1 本毎の施工情報(深度、電流値、速度、スラリー量ならびに攪拌翼先端軌跡等)を縦軸に施工深度・横軸に計測量としてグラフ表示する。また、グラフ中には予め現場毎に設定した上記の施工情報の上限値や許容範囲値が示してあり、それらの管理値を逸脱すると視覚的に認識することが可能になる。さらに、施工管理における全ての施工情報は図-8 の施工管理室内のメイン PC を経由し、構築されたインターネット環境(Cloud)を通じて工事関係者間でリアルタイムに共有することも可能である¹³⁾。

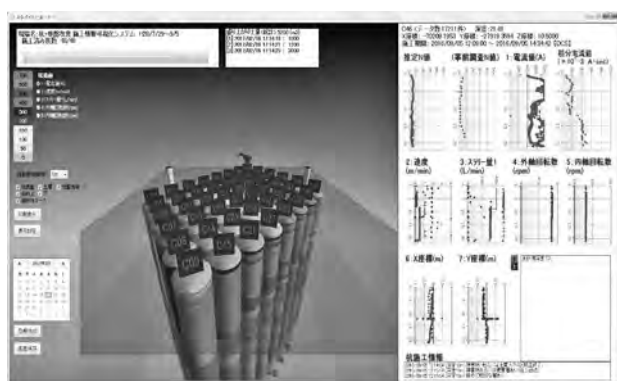


図-11 施工情報可視化システム

上記の機能により、予め設定した施工情報の上限値や許容範囲値に対する現状値を把握することができ、目杭による位置誘導と比較して高精度の改良体出来形および品質を確保することが可能となった。また、従来の数値情報のみでは把握することが困難であった改良体の施工状況から一変し、地中における改良体の施工情報をリアルタイムに計測し、3 次元的に見える化することが可能となるため、地中での改良体の施工状況をイメージとして確認することができる。

3.3 施工情報可視化システムの導入事例

地盤改良工事のうち、機械攪拌工法を使用した施工現場において施工情報可視化システムを導入した事例を述べる。施工する改良体については、改良長さが深度方向に 3 パターンあり、隣り合う改良体は長さが異なる。ま

た、設計基準強度についても海側と陸側で異なる事例である。そのため、改良体どうしをオーバーラップさせるため、施工開始前に行う杭芯セットの精度が要求されることもあり、改良体の出来形や品質管理値を 3 次元的に見える化するためのシステムを試験的に導入した。

改良体の天端高、杭径および改良深度の出来形については全施工本数で施工計画時に決定した天端高、杭径および改良深度の設計値を満たし、施工位置や改良体どうしの間隔、長さについても全施工本数で許容値以内での出来形を確保できている¹⁴⁾。また、施工中に発生する盛上り土量についても固化材吐出量の 70～80% 程度とされているが¹⁵⁾、本工事でも約 70% 程度の盛上り土量となることがわかり、適切な盛上り土量の管理を行うことができている。

4. 機械攪拌工法による支持層・地盤性状のリアルタイム評価

地盤改良工事における施工管理では支持層の位置や地盤性状を評価するため、随時各施工箇所にて電流値または積分電流値¹⁶⁾を計測する。本研究では地盤改良工事のうち、機械攪拌工法に対して各施工箇所計測する電流値と標準貫入試験の N 値に基づき、リアルタイムに N 値を推定する手法を提案するものである。当該地盤に応じた N 値の推定手法から導かれた推定式を施工情報可視化システムに入力することで、標準貫入試験の結果に頼らなくてもリアルタイムに N 値を推定することが可能になる。以下に、N 値の推定手法とその手法により立案した N 値の推定式について述べる。

4.1 施工機械の制御条件

本研究において事例として取り上げた施工機械(アースオーガー)の制御条件としては、表-1 のとおりトルクと回転速度がある。表-1 では出力量 90 kW のモータが 2 基あり、内翼と外翼の相対攪拌翼で構成されている。また、内翼と外翼のモータによるトルクや回転速度は異なる値である。そのうち、外翼回転速度は 4.84 rpm、内翼回転速度は 13.1 rpm と全施工本数において施工開始から施工が終了するまで一定値に管理されている。そこで、N 値の推定式立案の際、回転速度については考慮

表-1 施工機械の制御条件

施工機械 (アースオーガのモータ)			制御条件
出力 (kW)	攪拌翼	回転速度 (rpm)	トルク (kN・m)
90 × 2	内翼	13.1	131.94
	外翼	4.84	355.44

しないものとする。なお、本研究で使用した施工機械（アースオーガー）は、モータの電流値が最低 400 A および最大 800 A を出力するものである。

一方、表-1 には示していないものの掘削速度については掘削速度を一定に保持しながら施工するべきであるが、施工機械のオペレータが掘削箇所に応じて掘削速度を調整しながら施工していることが全施工本数で確認された事例である。例として図-12 は改良体番号 c50 における掘削速度の深度分布を示している。これより、電流値は掘削速度の影響を受けると考えられる。ただし、改良体番号 c50 を含め、図-13 に示す全ての改良体位置において掘削速度 1 ～ 1.5 m/min の範囲内で極力一定に保

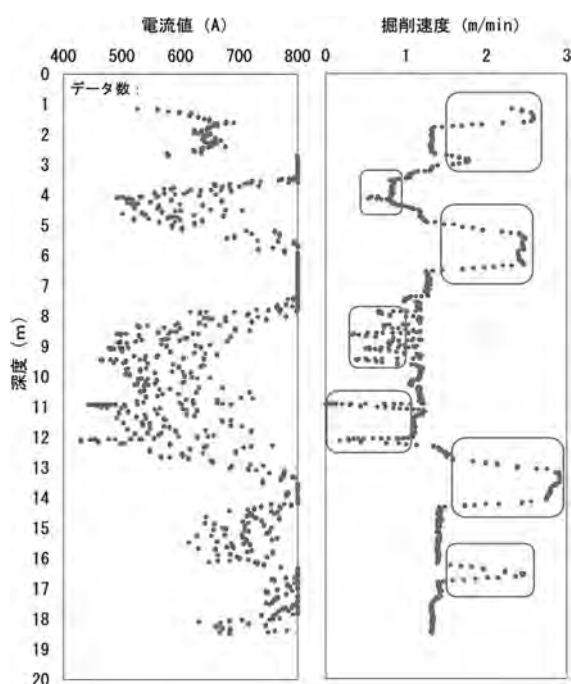


図-12 掘削速度の深度分布図例 (c50)

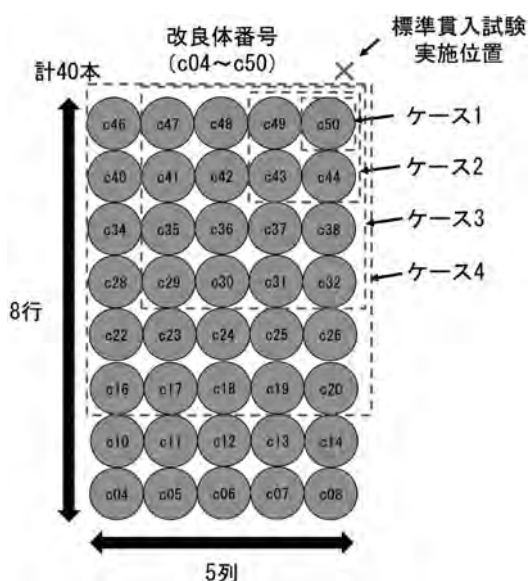


図-13 対象地盤の施工状況

ちながら施工している。また、深度 11 ～ 12 m 付近では大深度施工のためのロッドの継足しを行ったため、掘削速度が 0 m/min 付近に低下している箇所もある。以上より、N 値の推定式立案の際は、図-12 の橙色の枠で囲んだ箇所のように掘削速度が 1.5 m/min を超える箇所や 1 m/min よりも低下した箇所における電流値については除くものとする。

4.2 N 値の推定手法

本研究において事例検討する地盤改良工事では、図-13 に示されるように施工エリアに対して事前調査として 1 本のみの標準貫入試験の実施であった¹⁷⁾。また、施工する改良体の径は 2300 mm と大口径であり、改良体番号 c04 ～ c50 までの計 40 本を施工する工事である（図-13 参照）。図-14 は改良体番号 c50 を例として、標準貫入試験の結果と電流値の深度方向分布を示す。これより、対象地盤の改良範囲は TP+8.59 m ～ TP-7.62 m の長さ 16.21 m と大深度であり、粘土やシルトを主とした軟弱地盤である。ここで、本研究では図-14 のとおり施工開始から支持層に着底した箇所までの電流値を使用し、標準貫入試験で得られた N 値と改良体を施工する際に得られる電流値の相関関係を統計的处理によって分析する。

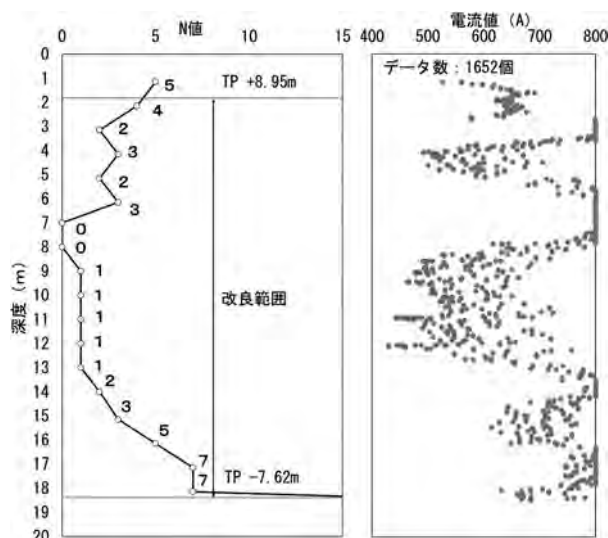


図-14 標準貫入試験結果と電流値の深度方向分布例 (c50)

以下では N 値の推定手順を示す。

- 1) 改良範囲に関する標準貫入試験の N 値は 0 ～ 7 まであり（図-14 参照）、シルトや粘土を主体とした土質区分である。また、電流値は 400 ～ 800 A の範囲かつ 0.5 秒間隔で計測している。電流値は貫入開始から支持層と想定される位置まで貫入攪拌を実施した場合のみの計測データを採用する。以上より、標準貫入試験の N

値を0, 1, 3, 5および7の5段階のステージに区別し、電流値と対応するように分類する。

- 2) 各N値のステージに対応付けた電流値に関するヒストグラムを作成する。作成例として改良体番号c50(図-13参照)のN値が0のステージにおけるヒストグラムを図-15に示す。なお、電流値の分布形は正規分布であると仮定する。

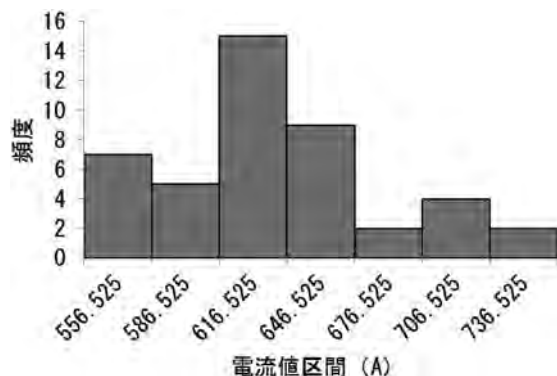


図-15 電流値のヒストグラム作成例 (c50, N値=0)

- 3) 各N値のステージに対応付けた電流値のヒストグラムに関して、電流値の平均と標準偏差を求める。さらに、各N値のステージから求めた電流値の平均と標準偏差および標準貫入試験のN値を用いてグラフ化する。

4.3 N値の推定式の立案結果

4.2で示したN値の推定手順に従い、N値の推定式を求めた結果を表-2に示す。表-2においてケース2以降はケース1の計測データを網羅した上で、ケース1と比較して周辺の改良体の計測データの影響を考慮した際の変化傾向を確認する。そこで、ケース1を含んだ周辺改良体の計測データをケース2からケース4へと増やすことで、推定式の構造(本研究では一次式として仮定の上、傾きと切片)が一定の値に収束することを考えるために計測データを平均化している。なお、表-2ではN値の推定式について独立変数 x を電流値、従属変数 y をN値として示している。図-16～図-19はN値の推定式の立案結果を図化しており、標準貫入試験の実施位置(図-13参照)に最も近い改良体である改良体番号c50の1本

表-2 N値の推定式の立案結果

	N値の推定式		
	N- σ (式(1))	N (式(2))	N+ σ (式(3))
ケース1	$y=0.028x-12.827$	$y=0.031x-16.511$	$y=0.035x-20.647$
ケース2	$y=0.016x-6.236$	$y=0.022x-11.129$	$y=0.031x-18.133$
ケース3	$y=0.023x-9.650$	$y=0.028x-14.255$	$y=0.033x-19.183$
ケース4	$y=0.027x-11.98$	$y=0.031x-16.15$	$y=0.035x-20.165$

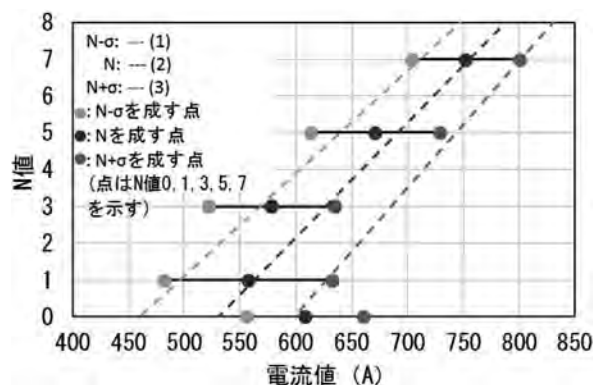


図-16 N値の推定式 (ケース1)

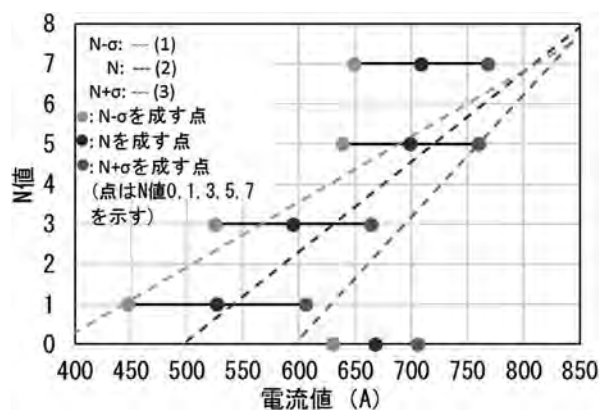


図-17 N値の推定式 (ケース2)

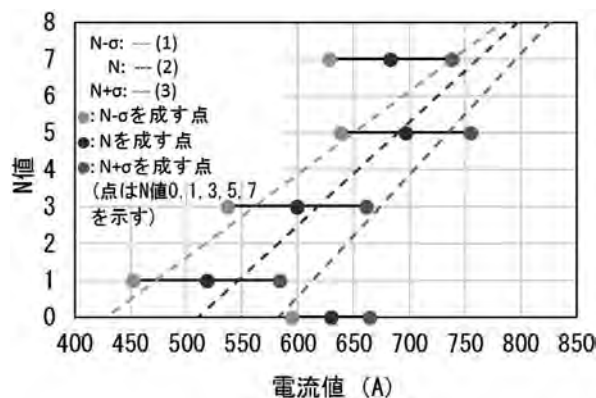


図-18 N値の推定式 (ケース3)

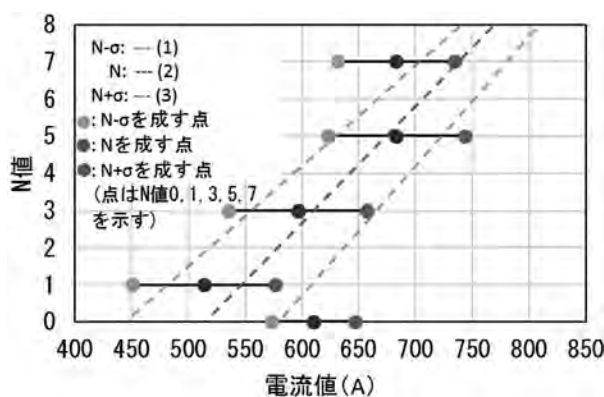


図-19 N値の推定式 (ケース4)

表-3 N 値の推定結果 (ケース 1)

N 値の推定式		電流値 (A)								
		400	450	500	550	600	650	700	750	800
ケース 1	N + σ (式(3))	-7	-5	-3	-1	0	2	4	6	7
	N(式(2))	-4	-3	-1	1	2	4	5	7	8
	N - σ (式(1))	-2	0	1	3	4	5	7	8	10

表-4 N 値の推定結果 (ケース 2)

N 値の推定式		電流値 (A)								
		400	450	500	550	600	650	700	750	800
ケース 2	N + σ (式(3))	-6	-4	-3	-1	0	2	4	5	7
	N(式(2))	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
	N - σ (式(1))	0	1	2	3	3	4	5	6	7

表-5 N 値の推定結果 (ケース 3)

N 値の推定式		電流値 (A)								
		400	450	500	550	600	650	700	750	800
ケース 3	N + σ (式(3))	-6	-4	-3	-1	1	2	4	6	7
	N(式(2))	-3	-2	0	1	3	4	5	7	8
	N - σ (式(1))	0	1	2	3	4	5	6	8	9

表-6 N 値の推定結果 (ケース 4)

N 値の推定式		電流値 (A)								
		400	450	500	550	600	650	700	750	800
ケース 4	N + σ (式(3))	-6	-4	-3	-1	1	3	4	6	8
	N(式(2))	-4	-2	-1	1	2	4	6	7	9
	N - σ (式(1))	-1	0	2	3	4	6	7	8	10

を対象としたケース 1, さらに周辺の改良体を含んだケース 2(2×2 本), ケース 3(4×4 本)およびケース 4(6×5 本)の範囲に区別して示している。また, 式(2)は施工において最も計測し得る可能性の高い電流値から N 値を推定する式として設定している。さらに, 式(1)と式(3)は式(2)を基準として電流値の正と負の方向に標準偏差の大きさを電流値を計測し得るであろう範囲として設定している。表-3～表-6 は, 図-16～図-19 から得られた電流値から推定される N 値を示している。

4.4 考察

ケース 2 およびケース 3 は改良体の施工本数をそれぞれ 4 および 16 本に増加させているため, ケース 1 における N 値の推定式を構成する傾きと切片の値に収束すると考えられるものの, 傾きと切片ともに値は収束せず減少する傾向である(表-2 参照)。特に, ケース 1 とケース 2 の式(1)を比較すると, 最大で傾きが 0.012, 切片が約 6.6 の減少が確認される。一方, ケース 4 では式(1)～式(3)において傾きと切片がケース 2 およびケース 3 の場合よりもケース 1 に収束する傾向がある。

ケース 1 において N 値が 0 に対応した電流値の範囲は 608 A を中心に 556～660 A の幅を有し(図-16 参照),

N 値として 0～5 の広範囲を推定する結果である(表-3 参照)。また, N 値が 1 に対応した電流値の範囲についても 557 A を中心に 482～632 A の幅を有し, N 値として 1～4 の範囲を推定する結果である。一方, ケース 2 において N 値が 0 に対応した電流値の範囲は 668 A を中心に 630～706 A の幅を有し(図-17 参照), N 値として 1～5 の範囲を推定する結果である(表-4 参照)。同様に, N 値が 1 に対応した電流値の範囲では 526 A を中心に 447～605 A の幅を有し, N 値として 1～3 の範囲を推定する結果であり, ケース 2 はケース 1(図-16 および表-3 参照)よりも約 50 A 大きくかつ正の方向に分布しているため, ケース 2 の N 値の推定式は傾きと切片が減少する傾向にある。なお, 図-16 では N 値が 7 に対応した電流値の範囲が 751 A を中心に 704～800 A の幅を有しており, また N 値が 5 に対応した電流値の範囲は 671 A を中心に 613～729 A の幅を有する。一方, 図-17～図-19 に共通して N 値が 5 および 7 に対応した電流値の取り得る範囲はほぼ同じであり, 式(2)を構成するプロットが 700 A 周辺に分布している。

図-16 および表-3 ではケース 1 において計測する電流値が 400～450 A の場合, 式(1)～式(3)において N 値が -7～-2 であるため, この範囲において N 値を推定することができない。ただし, 式(1)では電流値が 450 A よりも大きい計測結果である場合において N 値を推定することが可能である。また, ケース 2 における式(3)では電流値が 400～550 A の場合, 式(3)で N 値が -6～-1 となり N 値を推定することができない(図-16～図-19 および表-3～表-6 参照)。しかし, 電流値が 450 A 以上であれば式(1)を用いることで N 値を推定することが可能である。

表-2 に示されるようにケース 2 およびケース 3 における N 値の推定式の傾きと切片の値がケース 1 のように収束せず減少する傾向になった要因は, ケース 1 では標準貫入試験の位置から中心位置まで 1.63 m, 同様の条件でケース 2 では 3.25 m ならびにケース 3 では 6.51 m と離れており, 標準貫入試験での結果と比較して地中の層厚や土質構成が変動している可能性があると考えられる。

ケース 1～ケース 4 における N 値の推定式より, 標準貫入試験の位置から最も近い位置での改良体(改良体番号 c50)で施工する際の計測データのみを利用したケース 1 を実際の施工現場全体で一律に適用することは必ずしも正しいとはいえない。したがって, 標準貫入試験の位置から離れた各施工箇所においてはケース 1 のような標準貫入試験の位置から近い場所での計測データも考慮しつつ N 値の推定式を立案することが望ましく,

この立案手順であれば効率的な現場管理に即した評価手法になると考えられる。

5. おわりに

本研究では地中にて目視が困難な箇所で行われる地盤改良工事において、施工時に地盤状況や支持層の変化を確認するために必要なデータを計測し、計測データの見える化を図り、施工管理にフィードバックが容易な施工情報可視化システムを開発した。

また、標準貫入試験で得られる N 値と改良体の施工中に得られる電流値の相関関係に着目し、N 値の推定式を立案した。本研究で事例検討した施工エリアではケース 1 からケース 4 に検討領域を設定し、ケース毎に N 値の推定式を比較した。その結果として、ケース 1 からケース 4 へ検討領域内の改良体施工本数を増加させても、ケース 2～ケース 4 の推定式が標準貫入試験位置に近いケース 1 の推定式の構造に必ずしも収束しないことを確認した。したがって、いずれのケースを施工現場で適用していくかについては、他の施工現場における計測データも検討の視野に入れることで計測データを蓄積し、いずれの検討領域における N 値の推定式を適用するかを追究する必要がある。

電流値から N 値を推定する手法を確立していくことは、現場管理に応じた効率的な地盤性状、改良体の施工状況および新たな品質の評価・検討につながると考えられる。また、施工現場の地盤状況によっては、地盤の種類別に応じた N 値の推定式も立案することにつながると期待できる。

参考文献

- 1) 国土交通省:ICT を活用した施工技術 (情報化施工) の事例と課題, 国土交通省情報化施工推進会議資料, pp.1-5, 2008.
- 2) 国土交通省: i-Construction 建設現場の生産性向上の取り組みについて, i-Construction 委員会資料, pp.1-7, 2015.
- 3) 木付拓磨, 澤口宏, 今井正, 高植俊彰, 土屋潤一, 稲積真哉: 大口径・大深度深層混合処理工法の適用におけるリアルタイム管理システムの導入, 第 12 回地盤改良シンポジウム論文集, pp.451-454, 2016.
- 4) 日本建設業連合会: 杭の施工管理における支持層到達の確認方法, 既製コンクリート杭施工管理指針, pp.4-5, 2017.
- 5) 持田泰秀, 塚本政昭: セメント系固化材と現地土を用いた流動化処理地盤改良工法の開発 (その 1 施工及び管理方法), 日本建築学会技術報告集, 第 19 巻, 第 42 号, pp.485-490, 2013.
- 6) 持田泰秀, 酒井幸雄, 前田典彦, 岡田元宏: 電気比抵抗を用いた品質管理法 (その 2 地盤改良や流動化処理), 第 42 回地盤工学研究発表会発表論文集, pp.2047-2048, 2007.
- 7) 持田泰秀, 酒井幸雄, 前田典彦, 岡田元宏: 電気比抵抗と混合度合いの関係に関する研究, 第 43 回地盤工学研究発表会発表論文集, pp.643-644, 2008.
- 8) 深澤哲也, 鎗田哲也, 可能善晴: 供用中の沈埋トンネル直下地盤を対象とした液状化対策, 建設の施工企画, pp.26-30, 2012.
- 9) 手塚広明, 山内崇寛, 安井利彰: 新しい高圧噴射攪拌による地盤改良工法の開発, 地盤工学ジャーナル, Vol.8, No.2, pp.179-195, 2012.
- 10) ライト工業株式会社: ICT, CIM を適用した地盤改良の品質, 出来形可視化システム, pp.1-3, 2016.
- 11) 足立有史, 木付拓磨, 土屋潤一, 稲積真哉: ICT の導入による杭・地盤改良工事の見える化, 地盤工学会誌, Vol.66, No.1, pp.24-25, 2018.
- 12) 那須徹夫, 平川真吾, 吉田哲雄: 地盤改良工事を全自動で施工管理 ICT を導入した全自動施工管理制御システムの開発 Y-LINK, 第 385 号, 九州建設技術フォーラム「日本の新技術・新工法」, pp.14-15, 2017.
- 13) 木付拓磨, 高植俊彰, 土屋潤一, 稲積真哉: 深層混合処理工法におけるリアルタイム 3D 可視化システムの適用, 第 13 回地盤工学会関東支部発表会発表論文集, pp.1-2, 2016.
- 14) 木付拓磨, 澤口宏, 今井正, 高植俊彰, 土屋潤一, 稲積真哉: 大口径・大深度深層混合処理工法の適用におけるリアルタイム管理システムの導入, 材料, Vol.67, No.1, pp.93-98, 2018.
- 15) Cement Deep Mixing Method Association, "Cement based deep mixing process, Q&A collection", 2005.
- 16) 橋詰善光, 内田浩一, 木谷好伸: 埋込み杭工法の施工管理について, 第 37 回地盤工学研究発表会発表論文集, pp.1391-1392, 2002.
- 17) 舟橋宗毅, 木付拓磨, 足立有史, 土屋潤一, 石丸和宏, 稲積真哉: 地盤改良工事における電流値計測に基づく N 値の推定について, 第 52 回地盤工学研究発表会, pp.721-722, 2017.

(2018.3.26 受付, 2018.7.4 採用決定)

ESTIMATION OF N-VALUE BY CURRENT MEASUREMENT FOR VISUALIZATION OF INFORMATION IN GROUND IMPROVEMENT WORKS

Shinya INAZUMI¹, Yuji ADACHI², Takuma KIZUKI³,
Jun-ichi TSUCHIYA⁴ and Muneki FUNAHASHI⁵

¹ Associate Professor, Shibaura Institute of Technology

² Hazama Ando Corporation

³ Hazama Ando Corporation

⁴ Keisoku Net Service Company Limited

⁵ Undergraduate Student, Akashi College, National Institute of Technology

In the ground improvement work, it is difficult to visually check and evaluate the construction situation and the finished shape in order to construct a structure under the ground. Therefore, we have developed a construction information visualization system which visualizes, evaluates and records the construction information of the soil improvement body in construction control of ground improvement work in real time. In addition, it was difficult to quickly judge the validity of the actual construction specifications against the design values of the improvement body according to the ground condition and the review thereof, in advance in the limited investigation of ground improvement work. However, by having the N-value estimation formula based on the correlation between the current penetration test results and the current values by the earth auger motor which the measuring machine to be measured as the load to evaluate the support layer and the ground property, in the above system, it is easy to confirm the validity of the construction specifications set from the limited ground survey and judge the necessity of additional measures. In this manuscript, we estimate N-value from the developed system and standard penetration test results and current value and describe its possibility.

交流のひろば/agora—crosstalking—



交通空間の地下化が都市に 価値を生む

田 島 夏 与

近年のトンネル施工技術と自動車そのものの技術の進歩により、20世紀であれば高架で建設されていたような道路が地下に建設される事例が増えている。特に土地利用が高密度に集中する都心部においてその傾向が顕著であり、地表部での都市空間の利用に新たな可能性をもたらしている。2018年5月に地下化ルートが示された首都高速道路の日本橋付近区間と立地条件が類似した米国ボストンのビッグディッグ事業を例に、道路空間の地下化が地表の都市空間にもたらす価値を紹介する。

キーワード：道路空間、地下施工、ビッグディッグ

1. 2度の東京オリンピックと交通インフラ整備

1964年に行われた前回の東京オリンピック開催に向けては、東海道新幹線や首都高速道路、羽田空港国際線ターミナルに代表される多くの建設工事が行われた。これらの施設は、東京の都市としての成長を支え、現在にいたるまでその骨格を形作ってきた。2020年の東京オリンピックパラリンピック開催に向け、現在も様々な都市整備事業が進められているが、半世紀の間を空けて開催されるオリンピックに向けた建設事業を取り巻く環境には大きな違いがある。

高度経済成長期の1960年代、オリンピックを前に急いで整備された首都高速道路や鉄道の多くは、既存の道路や河川の上部空間に高架道路や高架鉄道・モノレール等の形で建設された。高度成長期に急激に値上がりした民有地の買収を手間と時間をかけて進めるよりも、既に公有の土地にある都市施設の上部空間を利用するほうが迅速かつ安価に建設を進めることができたためだ。さらに、河川や道路は既にネットワーク状に結ばれていることから、結節点を持った使いやすい交通ネットワークを作る上でも都合がよかったといわれている。その一方で、日本橋川の上空に首都高速道路を建設したことによって日本の商業、経済活動及び道路交通の中心地として歴史的にも重要な日本橋の水辺景観が失われるなど、地表部から見た都市空間には多くの禍根を残すことになった。

2020年オリンピックを前にした交通インフラの整備には、半世紀前とは異なるいくつかの特徴がある。その一つが、地下空間における道路の建設が増えていることである。

2018年5月22日には国土交通省、東京都、中央区、首都高速道路で構成する検討会によって首都高速都心環状線の日本橋付近の約1kmを地下化する具体的なルートが示された。この事業の着工はオリンピック後となる予定だが、これまで実現しなかった事業が次々と現実的になっているのは、大規模な地下施工を迅速に行うための技術の発展によるところが大きい。

本稿では、近年のトンネル施工技術やこれに伴う各種制度の活用によって道路や鉄道といった交通空間が地下に設けられる事例が増えていることを確認し、このことが地表部の都市空間に及ぼす変化と経済的価値について考えたい。

2. 20世紀には難しかった地下道路の建設

地下における交通事業には、トンネル施工技術が不可欠である。鉄道については1890年に開通したロンドンのCity & South London Railwayが世界初の地下鉄として実用化しており、20世紀前半のうちに世界中の多くの都市に普及した。今田（2011）は、「地下鉄という構造形式が既成の市街地に鉄道による交通手段を整備する上で適した構造であった」と言うことであり、これを可能にしたのはトンネル技術である」と評価している。

一方、1964年のオリンピックを前にした東京のように本格的な自動車交通の時代を迎えても、道路には地下鉄のような本格的な地下化の動きは見られなかった。例えば1960年代に首都高速道路が計画された際、

トンネル区間は隣接する皇居の警備上の理由から高架道路建設が認められなかった千代田区三宅坂や羽田空港の滑走路への影響が懸念されたわずかな区間に限られていた（NHK プロジェクト X 制作班 2005）。

米国北東部の主要都市ボストンでは、1955年に都心部を貫く形で建設された高架高速道路（I-93）が完成した。1980年代にこの道路を約2.5kmにわたって地下化することを中心とした大規模な土木プロジェクト「ビッグディグ」が計画され、1991年から2008年にかけて工事が行われたが、1950年代の当初計画の時点では地下ルートは議論もされなかったようである（石丸・田島、2002）。

今田（2011）は20世紀中に道路の大規模な地下化が進まなかった要因を「道路は鉄道に比べて規模が大きく、また、自動車からの排出ガスに対応するため大規模な換気設備、自動車火災に対応するための非常用設備を必要とし、莫大な費用とともに技術的に多くの問題があったため」と指摘している。

3. 技術進歩と地下道路建設

1970年代以降には道路交通による大気汚染などの環境問題が深刻化し、道路を計画・管理する際に配慮する必要が生じるようになった。ボストンのビッグディグは地表の環境や地域コミュニティのつながりを取り戻すために道路を地下化することに対する社会的・政治的な要求が高まったことにより実現した（石丸・田島、2002）。わが国においても、1990年代以降に計画された中央環状新宿線、品川線、横浜環状北線などは、当初からその大半が地下を通るルートで計画された。

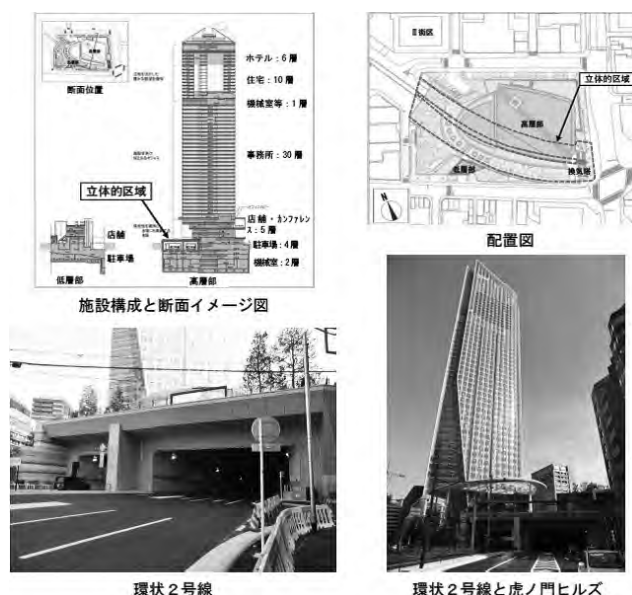
地下道路が多く計画されるようになった背景には、トンネル施工技術の進歩、特に大断面シールドを用いた施工技術の進歩があった。さらに、自動車の排出ガス規制の強化や対策技術が進んだことも、トンネル内の排気に伴う問題を軽減し、地下道路を計画する後押しをした。今田（2011）が指摘するように、「地下空間の利用が進めば、近接する構造物との限られた空間にトンネルを設ける必要性や、断面形状が変化する大規模な地下空間を設ける必要性が高くなる。必要性和技術の発展が相互に作用して、より望ましい基盤施設とそれを造る技術が発展」したといえるだろう。日本の都市部の高密度な都市空間から生まれた必要性が、他国に先駆けての技術的な発展を進めることとなった。さらに大口径シールドによる地下施工技術は、都心部における河川の調節池機能を地下に設ける「神田川・

環状七号線地下調節池」のような事業でも活用されている。東京都の地下は、従来の鉄道と上下水道、電力・ガス・通信施設に加え、道路・河川（洪水調節機能）を担うよう変化を遂げてきた。

4. 立体道路制度による後押し

1980年代のバブル期に都市部の地価が高騰したことは、法制度の面でも立体道路制度の創設を促した。これはそれまで地図上の平面区域として定義すると「天上天下にわたっていた道路の区域」を、道路法の改正で「道路の区域を上下方向に限定し立体的に定め（道路の立体的区域）」、さらに都市計画法の地区計画に「建築物の敷地として併せて利用すべき区域（重複利用区域）」と、「建築物の建築の限界の範囲（建築限界）」を定め、さらに建築基準法では「道路内の建築制限を緩和」することで道路区域の上下を他の用途に用いる道を開いた。

とりわけ地価が高く既存の建物が密集して用地の取得が困難な都心部において、立体道路制度の効果は顕著に現れている。戦後すぐに地上の道路として都市計画決定されたまま事業化に至らなかった東京都環状2号線の虎ノ門付近区間は、立体道路制度を活用することによって道路を地下に、上部空間を複合再開発ビル（虎ノ門ヒルズ）とする形で実現に至った（図—1）。今後とも、新たな路線の新設にあっては地下への建設が増えることが予想される。また、最近中央高速環状線の日本橋区間において計画が進められているように、老朽化や耐震面で問題のある既存の高架道



図—1 環状2号線と虎ノ門ヒルズ（出典：国土交通省立体道路制度事例集）

路の更新に合わせて地下化する計画も増えるだろう。

5. 道路の地下化が地表の都市空間に価値を生む

ここまで見てきたように、道路や鉄軌道といった交通空間の地下への移設により、地表部には新たな空間が生まれる。このことにより、新たに住宅や商業その他交流のための施設を建設することも可能になる。ここでは、先に述べたボストンのビッグディック事業地周辺を例に、道路の地下化が長い時間をかけ、また周辺の不動産や人口に影響を及ぼしながら地表の都市空間に生み出す価値を考えてみたい。写真—1は、2000年にボストン市の都市計画部局に当たるボストン再開発局（Boston Redevelopment Authority）で著者が撮影した街区模型である。BRAではすべての開発・建築許可申請に際して決まった材質・縮尺での模型の提出を義務づけていて、これにより計画中の建物等の完成後の街の様子を把握している。この写真の手前に見える帯状の緑地が、ビッグディックによって高架高速道路I-93が地下化され、地表に公園（ローズ・ケネディ・グリーンウェイ）が整備された約2.5kmの区間である。写真手前の港湾エリアと奥の都心地区（ボストン市役所や米国東北部の中心となる金融機関の集中する地区）を結ぶ重要なロケーションであることがわかる。

写真—2は2000年夏、供用中の高架高速道路の下で地下道路の建設が進行中の様子である。高架道路が存在した半世紀の間、背後の建物はその陰になっていたことがわかる。写真—3は2005年5月、地下道路が開通して高架高速道路が取り壊されて間もない時

期の同じ場所の様子である。公園はまだ姿を現していないが、背後の（正面が五角形の）建物ではリニューアルが始まり、囲いには大きな窓を備えた高級分譲マンションとして売り出す広告が張りだされている。写真—4は2010年頃、地表に新たに整備された公園側から同じ建物を撮影した様子である。五角形の建物のリニューアルが完成し、またその左後方には既存の住宅や商店を再開発して建設された新たなオフィスビルが見える。

I-93が高架道路として存在していた20世紀後半には、この道路に隣接する区画は渋滞や騒音、自動車からの大気汚染に悩まされる「望まれない立地」であった。写真—3、4でリニューアルされた建物も、工事前には眺望もなく、雑居商業ビルとして税務・会計事務所、診療所、小規模な飲食店が入居していた。リニューアル後には公園とその向こうの海への眺望が望



写真—2 2000年8月 高架道路を供用しつつ、地下トンネル工事が進められた。（著者撮影）



写真—1 ボストン再開発局の建築計画模型のビッグディック事業地周辺部分（2000年に著者撮影）



写真—3 2005年5月 高架道路が撤去され、地表部の工事が行われていた。隣接するビルでは高級マンションへのリノベーション工事が進んでいた。（著者撮影）



写真—4 2010年頃 地表部の公園整備が終わり公開された。背後では新たなオフィスビルの建設も進んだ。(出典：Copley Wolff Design Group)

める一等地として、上階は高級マンション、下階は高級レストランやブティックなどが入居するようになり、賃料も大幅に上昇したということである。ボストンにおいて、高架道路の地下化はこの近隣一体、ひいてはボストンの都市全体のイメージを一新する効果をあげ、商業地・住宅地としての価値を大きく向上させていることがわかる。

20世紀の後半に進んだモータリゼーションは、都市における土地利用を自動車中心のものに変えてきた。しかし、21世紀には地下施工と低排出・EV化など自動車そのものの技術進歩によって、再び都市の地表における土地利用が歩行者や景観を優先したものに回る例が増加している。高層の建物から地下街に至る

垂直方向での都市空間の広がりと合わせ、人にとって魅力的な都市空間を生む原動力となっていることに今後とも注目していきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 石丸浩司, 田島夏与 (2002) 「“The Big Dig”: 米国ボストンの都心における高速道路地下化プロジェクト」『土木学会誌』87 (10) pp. 44-47
- 2) 今田徹 (2011) 「都市トンネル技術の現状と技術開発」JICE REPORT, vol.19, pp. 67-73
http://www.jice.or.jp/cms/kokudo/pdf/tech/reports/19/jice_rpt19_09.pdf
- 3) NHK プロジェクト X 制作班編 (2005) 『プロジェクト X 挑戦者たち 次代への胎動 首都高速 東京五輪への空中作戦』X MDF 版
- 4) 国土交通省「立体道路事例集」
<http://www.mlit.go.jp/common/001128578.pdf>
- 5) 田島夏与 (2005) 「ビッグディグ・プロジェクトの社会経済的影響」『IATSS Review (国際交通安全学会誌)』30 (4) pp. 428-437
- 6) Copley Wolff Design Group 施工事例集 Rose Kennedy Greenway Wharf District Park
<http://copley-wolff.com/portfolio/46-portfolio/parks/297-rose-kennedy-greenway.html>
- 7) Tajima, Kayo (2003) “New Estimates of the Demand for Urban Green Space: Implications for Valuing the Environmental Benefits of Boston's Big Dig Project.” *Journal of Urban Affairs*, 22 (5) pp. 641-655

【筆者紹介】

田島 夏与 (たじま かよ)
立教大学 経済学部 経済政策学科
教授, Ph.D.



ずいそう

ドイツ駐在の思い出

余喜多 仁



2014年7月に、2度目のドイツ駐在を拝命しました。1度目は1999年から2004年の4年半、ドイツのライン河畔のデュッセルドルフという街にあるKomatsu Germany（以下KGと呼ぶ）という250t～800tの超大型鉱山ショベルを生産しているコマツの関係会社に担当技術者として赴任しました。当時は独身で比較的、自由気ままに駐在期間をすごしました。2度目も同じ会社に関発部門の副部長という立場で2014年から2017年の3年3ヶ月間赴任しました。正直、内示を受けたときは“またか”という気持ちもありましたが、赴任してみると、役職が前回と異なっており、私生活でも妻と3人の娘を帯同したことで前回とは異なる経験をさせていただきました。その仕事とプライベートの思い出を少し記したいと思います。

思い出の2機種（PC7000-6、PC4000-11）

1度目の駐在の時に机を並べたドイツ人の何人かが部下となり、上司にはドイツ人の部長がいるという組織でいくつかの開発プロジェクトを担当しました。その中で駐在中に完結したのが次の2つのプロジェクトです。

・PC7000-6

これまでにKGになかった機種で赴任したときにはドイツの工場の中で性能試験を実施している段階でした。その後、一号機をオーストラリアの鉱山に納入しドイツ人と様々な問題を解決しました。KGの社員は鉱山機械のプロです。鉱山機械は世界各地に配備されているため、彼らは抵抗なく現地に張り付いて問題解決に当たってくれます。英語も彼らの母国語とルーツが同じということもあり、我々日本人より比較的容易に習得できるようで、くせのあるオーストラリア英語も難なく理解していました。第一号機が客先で一年間稼働した頃、ミュンヘンで3年に一度開催される欧州最大の建機展BaumaにPC7000-6をもう一機製作し、出展することになりました。本機は、Bauma史上最大の機械となり、納入、展示に困難を伴いましたが、無事機械の搬入を終わり、展示は大盛況のうちに終わりました。ドイツ人の同僚とともに展示員を務め、来

場者の写真を何千枚と撮りました。来場したドイツの少年少女に“この車は何トンですか？”，“何馬力ですか？”と輝いた目で質問を受ける度、仕事にやりがいを感じ、うれしい気持ちになった事を今でも覚えています。

・PC4000-11

250t以上の鉱山ショベルで米国排ガス4次規制（Tier4）に適合したショベルを世界に先駆けて開発して市場投入しました。この車両もタイミングよく米国のラスベガスで開催される世界最大の鉱山機械の展示会MinExpoに展示することができました。展示員は担当しませんでした。KGからの調査団として訪問し会場を訪れることができました。世界初ということもあり本機は大きな注目を浴びました。この機会にアメリカの顧客への納入が決まり、展示車両はアメリカの鉱山で今も稼働しています。この車に搭載しているのは米国の会社のエンジンであるため米国人とも技術的交流を図りました。この機会にドイツ人、米国人の仕事の仕方の特徴を垣間見ることができました。簡単には言い尽くせませんが、じっくり計画を練って目標を定めたら猪突猛進でぶれずに進むドイツ人、色々なアイデアをフットワーク軽く提案し、時には納期が守られないこともある米国人、非常に細かいところまで綿密に計算し、多少の無理、無駄をいとわず納期最優先で仕事をするわれわれ日本人。それぞれのよいところを上手く持ち合えば、素晴らしい成果が出せるチームになると感じました。

私が感じた仕事面でのドイツ人の特徴は、次のようなものがあります。

・上司、部下の関係がフラットである

何でも話し合える関係で、こちらの指示に合理性がないと部下であっても従ってはもらえません。KGというのは本体のコマツが創業する前からの歴史がある会社で、ドイツ工業規格（DIN）に従って超大型ショベルを開発、生産してきた自負があるのでコマツの社内規格を持ち込む際は相当な議論が必要でした。

・小回りが利かない

前述しましたが、やり直しや計画変更を非常に嫌う傾向があります。かなり綿密に事前検討を行ってから仕事に着手するため、初動が遅く、一旦動き始めたら軌道修正はなかなか利きません。“走りながら考えろ”とか“PDCAを小刻みに回して”などのやり方はあまり好まれないようです。

・休むために働く

とにかく早く帰ります。よほどの事がなければ残業はやりません。5時をまわるとほとんど人がいなくなって一人で事務所に残るということも多々ありました。早く帰るためにはどうすればよいのかを考えさせられるよい機会になりました。また、病欠は医者診断書さえあれば年休とは別枠で有給で認められるため、全てのドイツ人は30日の年休を全て消化します。(ドイツの国民休日は日本より約10日少ない。) 必ずしもよいことばかりではありませんが、時短、働き方改革が問われる今、日本はドイツに学ぶところが多くあると思います。

ここからはプライベートで感じた事です。

前述のようにドイツ人は業後、休暇の時間を大切にします。今回、家族を帯同したことで家族ぐるみの付き合いもいくつかあり、1回目の駐在に比べてそのことを理解する機会に多く恵まれました。

・ドイツの幼稚園

せっかくの機会なのでと末の娘をドイツの現地幼稚園に入園させました。全くドイツ語も話せない状態で入園でしたが、2年後にはなんとかクラスの子と意思疎通ができるようになっていました。我が子の対応力にも驚かされましたが、ドイツの先生、子供たちが日本人の我が子に言葉の通じない状態でも上手に接してくださっていることに感心しました。また、ごくたまに迎えに行くと、父親の迎えの多さに驚かされます。(半数かそれ以上が男性です。) 男女平等社会という面で先を行っていると感じます。

・豊富な仕事以外の話題

ドイツ人のパーティーは長丁場で、仕事以外の話題

が豊富です。皆さん、自分の趣味を持っており、とりとめもない暮らしの話から休暇の思い出、予定と彼らの話は尽きることがありません。多くの場合、夫婦が一緒になって共通の話題で盛り上がることは素敵だと思いました。

・乗り物天国のドイツ

有名なアウトバーンが東西南北に張り巡らされ、全線無料、一部区間は速度制限なしと大変恵まれた環境にあります。それでいて渋滞が少なく100 km/hの平均速度で旅行の予定を立てることができます。家族が多いためもっぱら移動は車でした。ドイツ人は皆、運転が上手なこともあり、2017年の交通事故死者数は約3200人と少ないのも驚きです。自転車道も完全に歩道、車道と分離されており、サイクリングも快適です。このことも交通事故死者数が少ないことに関係しているように思います。交通など社会インフラでも学ばされることが多い国です。

このようにドイツは外国人の私にとって非常に住みやすい国で、2度の駐在を快適に過ごすことができ、非常によい経験をさせていただきました。この経験を今後の業務や働き方の改善などに活かして行きたいと思います。グローバル化が当たり前となった今、若い人には、是非機会があれば海外に出て経験を積んでいただきたいと思います。また、英語圏以外に行くことがあれば、片言でもよいので現地の言葉も少しでも覚えることをお勧めします。入ってくる情報がぐっと増えますし、現地の方とより親密になれます。本稿を執筆している今、巷はサッカーの2018年のワールドカップで盛り上がっています。2014年7月に赴任した時もドイツが優勝した回のワールドカップで、大変な盛り上がりだったのを思い出します。あの時と同じ、ライン川河畔のオープンテラスでの彼らの盛り上がり思いを馳せ、ドイツと日本チームの健闘を祈りながら筆を置きます。

——よざた じん コマツ開発本部

車両第二開発センタ 油圧ショベル第二開発グループ——

ずいそう

福井川橋梁を訪ねて

松嶋憲昭



長崎県のJR佐世保駅の構内に「日本最西端」の大きな木製看板があります。JRとしてはここが終点なのですが、線路はさらに西に向かって伸び、北松浦半島をまわって平戸市から佐賀県伊万里市に至る、第三セクターの松浦鉄道西九州線に続いています。この松浦鉄道の、たびら平戸口駅が本当の日本最西端です。松浦鉄道には他にも日本一があり、佐世保中央駅と中佐世保駅の距離はわずか200m。路面電車を除いた鉄道としては日本で最も短い駅間です。さらに、支間長20mの無筋コンクリート3連アーチ橋「福井川橋梁」もあります。この橋は、佐世保市の北、吉井駅と潜竜ヶ滝駅せんりゅうがたきの間にあり、北松炭田の石炭輸送のために昭和14年に造られた橋で、隣接する吉田橋梁、吉井川橋梁とともに国登録有形文化財になっています。

数年前、PC建設業協会の広報誌の取材で、この福井川橋梁を訪れました。福井川と県道をまたいでかかる橋梁は、黒ずんだ姿が異様でしたが、どっしりとしていて、ヨーロッパの古城のような風格がありました。橋脚の上に明かり窓のような小さな3つのアーチがあり、デザインも洒落ています。



橋の下に佐世保市教育委員会の説明板があり、「これらの橋梁はいずれもコンクリートアーチ橋で、資材不足から鉄筋の代わりに竹筋を用いたといわれている」との解説が載っていました。本当でしょうか？

竹を使ったという話の真偽を確かめるために、2006年に松浦鉄道と工学院大学が、電磁波の反射強度によって材質や位置を特定し、さらにコアも採取して調査を行ったのですが、竹は確認できませんでした。

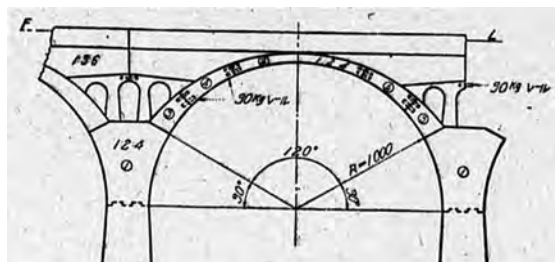
竹は、鉄の半分程度の引張強度を有しており、しかも入手が容易であるため、鉄が不足していた戦時中、

いろいろなところに使われていました。ただ、コンクリートのアルカリ性の水分を吸収すると組織が破壊されて強度が低下するため、竹の表面に吸水防止の塗料を塗るなどの対策を講じる必要があります。

戦局の悪化に伴い、鉄不足が深刻化してきたため、竹の使用の拡大が検討されたのですが、構造部材として本格的な使用にまでは至らなかったようです。昭和18年に発行された内務省土木試験所編の『時局下に於ける土木施工法』に、竹筋コンクリートの使用例が紹介されています。道路橋は、基礎が主で、短スパンの桁でも使用されたようですが、最大でも支間長4mと使用範囲は限られていたようです。

この『時局下に於ける土木施工法』に、福井川橋梁が「無筋コンクリート拱橋きょうきょう」と紹介されています。「拱橋」は、聞きなれない言葉ですが、「アーチ橋」のことです。鉄道省は昭和10年から鉄筋を使わないアーチ橋の建設をはじめ、昭和18年までに208径間を建設しています。支間長は10mが多いのですが、20mの橋もあり、福井川橋梁の他に、熊本県小国町の宮原線（廃線）幸野川橋梁、岩手県遠野市の釜石線宮守川橋梁があります。なお、幸野川橋梁は無筋なのですが、宮守川橋梁は工事中の収縮・熱応力を防ぐために、一部、鉄筋を用いています。

図のとおり、福井川橋梁のアーチ部分は3回に分けてコンクリートを打設しています。アーチ部分には引っ張り力が生じませんので鉄筋は必要ありませんが、打ち継ぎ部に短いレールを埋め込んで補強するようにしています。また、隣のアーチとの接続部も同じように補強しています。福井川橋梁に、もし竹が使われていたとしたら、このレールや型枠を固定するために使われた竹ではないでしょうか。



——まつしま のりあき (株)富士ビー・エス 顧問——

JCMA 報告

平成 30 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 2)

大賞部門 最優秀賞

建設機械の自動化による次世代建設生産システム (A⁴CSEL[®]: クワッドアクセル)

鹿島建設(株), (株)小松製作所

業績の概要

省人化, 生産性・安全性向上を同時に実現することを目的に自動化施工システム A⁴CSEL を開発した。本システムは, 汎用建設機械を自動化する技術, 及び熟練オペレータの操作データをベースに開発した運転制御技術で構成されている。自動化した振動ローラ, ブルドーザ, ダンプトラックの 3 機種を用いて, ダム工事や造成工事における, いわゆる土工事の基本作業である, 運搬・敷き均し・転圧という一連の作業を自動化し, これまでに 2 件のダム工事に導入した。

業績の特徴

A⁴CSEL は従来のリモコン等による建設機械の遠隔操作とは異なり, タブレット端末から作業を指示すると機械が自律的自動運転によって作業を行うため, 一人で多くの建設機械を同時に稼働させることを可能とするこれまでにない建設生産システムである。建設現場の省人化と生産性を飛躍的に向上させるとともに, 施工フィールド内の人員削減によって安全性向上を実現するという建設業の重要課題を抜本的に解決するポテンシャルを有する。汎用機械に市販の計測装置や制御装置を搭載して自動化することにより, 専用機械に比べ開発コストを抑制するとともに, 熟練者の運転技術を基にした自動運転によって, 現場状況の変化にも対応できる機能を持つなどの特徴を持っている。



自動ダンプトラック



自動ブルドーザ



自動振動ローラ



ロックフィルダム堤体工事での A⁴CSEL 稼働イメージ

大賞部門 優秀賞

地下埋設物可視化システム（Shimz AR Eye 埋設ビュー）の開発

清水建設(株), 岡本 修, (株)菱友システムズ

業績の概要

近年では工事に伴う埋設物の損傷事故防止が緊急の課題となっている。そこで、タブレット端末のカメラで映している風景画像に埋設物の平面図を重ねて投影することで、埋設物の存在や位置を可視化できる AR（拡張現実）技術を開発した。本システムにより、埋設物の情報を関係者全員が事前に共有し、見落としなどのミスを未然に防ぐことができる。さらに、建設分野での ICT、IoT の普及を推進し、建設現場の働き方改革にも貢献できる。また、埋設物だけでなく地上構造物の AR や CIM への展開、建設重機の動態管理技術として広い汎用性、発展性がある。

業績の特徴

本システムは、高精度の衛星測位法を導入し、埋設物に対する自分の位置をインターネット通信で常時補正しながら認識できる。また、埋設物の図面データはクラウドサーバに保存・管理され、必要時にタブレット端末にインターネットでダウンロードする。その埋設図面をタブレット端末のカメラ映像に重ねて投影し、可視化する。

本システムの特徴を以下にまとめる。

- ・ AR（拡張現実）表示により地下を可視化
- ・ 高精度衛星測位法の採用により測位精度 5 cm 以下を実現
- ・ 携帯する測位機器（アンテナ、受信機）は小型・軽量
- ・ 図面管理の一元化による省力化、システム補助による作業の省人化を実現



大賞部門 選考委員会賞

天井用車載型乾式研掃装置

(株奥村組

業績の概要

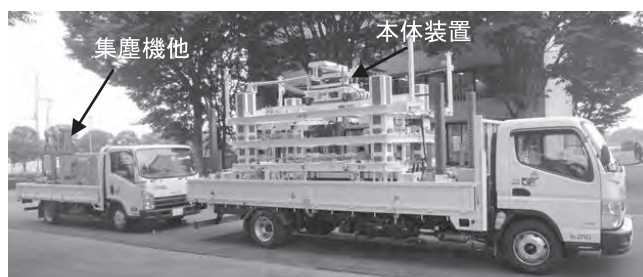
供用中の道路トンネル補修・補強工事でのコンクリート天井面の目荒らしや塗膜除去を行う研掃作業は、限られた時間内で、高所作業台車で吸引式ディスクサンダーを用いた上向き姿勢での人力作業となるため、作業の効率化や安全性の改善が求められている。

この研掃作業を機械化し、発生した粉塵の飛散を防止でき、地上から全ての操作が行える「天井用車載型乾式研掃装置」を開発した。本装置は、装置本体、集塵機、発電機、コンプレッサーから構成されている。装置本体には、研掃を行うケレン機、ケレン機を前後左右に移動させる架台および昇降させる多段式リフターからなり、ケレン機には2重の防止枠と吸引により粉塵の飛散が防止できる。

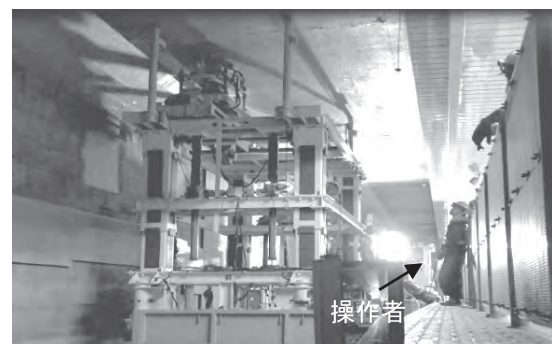
業績の特徴

本装置を、道路トンネルおよび地下鉄駅等の構築補修工事に適用した。これらの適用実績より、従来の人力施工に比して以下の効果を確認した。

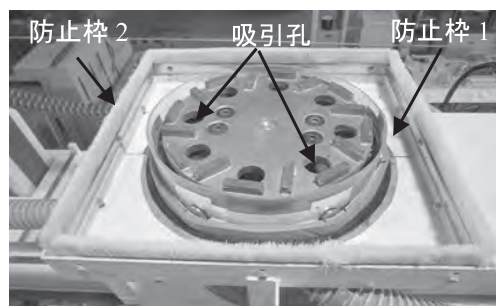
項 目	効 果
研掃作業の機械化	・施工能力が1.5～3倍向上し、作業の省力化が可能 ・研掃処理面の品質が均一化され、付着強度が向上 ・高所での作業がなくなり、安全性が向上
粉塵の飛散防止	・作業中に発生した粉塵が確実に吸引され、作業環境が改善
車載型の研掃装置	・作業の準備と撤収時間の短縮による実作業時間の増加



天井用車載型乾式研掃装置



機械施工



ケレン機



人力施工

大賞部門 選考委員会賞

大型風車組立リフトアップ工法「ウインドリフト」

(株)大林組, (株)巴技研

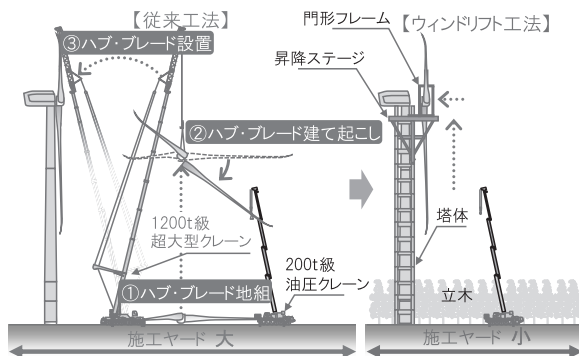
業績の概要

大型風車組立において台数に限りがある 1200t 級油圧クレーンを使用する従来工法では、広大な施工ヤードが必要になり、風の影響により工程遅延のリスクが高いことが課題であった。そのため、塔体に沿って上下する昇降ステージを利用して大型風車を組み立てる今までにない技術を用いた「ウインドリフト工法」を開発し、三種浜田風力発電所建設工事に適用した。

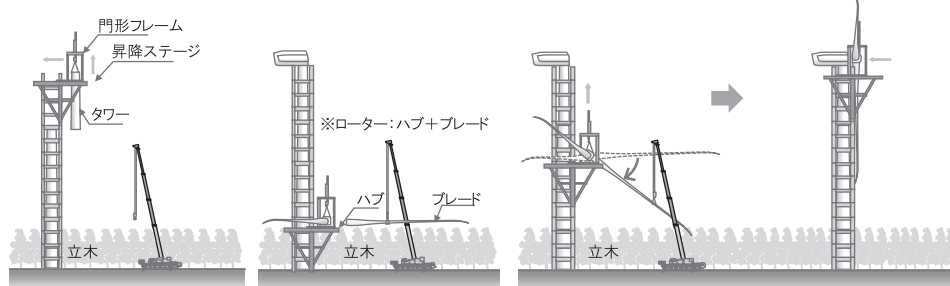
業績の特徴

超大型クレーンが不要で、ローターを立木上空で組立て、風の影響を受け難い「ウインドリフト工法」は、以下の特徴を持つ。

- ・超大型クレーンの調達リスクを回避
- ・施工ヤードの最小限化
- ・工程遅延リスク軽減



- | | |
|-------------|-----------------------------|
| ① ウインドリフト組立 | ・ボトムタワーとウインドリフトを同時に組立て |
| ② タワー取付 | ・タワーをリフトアップして取付け |
| ③ ナセル取付 | ・ナセルをリフトアップして取付け |
| ④ ローター組立 | ・立木上空の昇降ステージ上で水平にローターを組立て |
| ⑤ ローター取付 | ・ローターをリフトアップしながら徐々に建て起し、取付け |



鉄骨工事における情報化施工技術

戸田建設(株)

業績の概要

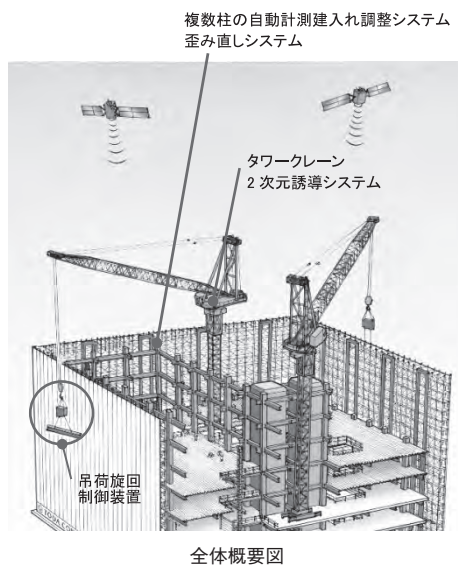
鉄骨工事の楊重から部材組立までの情報化技術を開発して施工した。

接合作業に必要な作業員の人工削減と高所作業の軽減につながる、接合作業に必要な作業員の人工削減と高所作業の軽減につながる、『複数柱の自動計測建入れ調整システム』『歪み直しシステム』『柱鉄骨と梁鉄骨梁の接続方法を工夫して、柱鉄骨と大梁鉄骨を簡単に仮固定する方法』やクレーンのジブ先端と基部に衛星測位システムのアンテナを設置。モバイルパソコンに表示された現場平面図上でリ

アルタイムで吊荷の位置を把握し、熟練したオペレーターでなくても、荷取位置と取付け位置を選択するだけでタワークレーンの能力を最大限に発揮できる『タワークレーンの2元自動誘導』、その他に、接合に係る取り付け位置決めにも有効な『吊荷旋回制御装置』を開発した。

業績の特徴

- ・作業人員は5割減する。
- ・柱2本・梁1本の取り付けにかかる時間を1/3に削減する。



全体概要図

【柱比較】

(在来柱7ピース) (自動建入れ調整システム10ピース) に対する作業時間測定

在来工法
25:40分/P

自動建入れ調整システム
14:40分/P

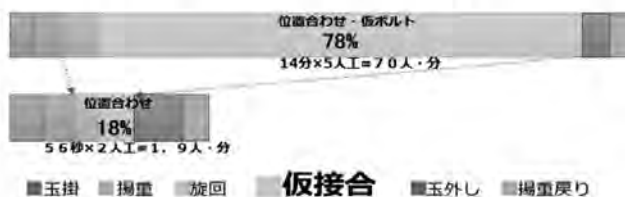


【梁比較】

(在来梁24ピース) (仮ボルト不要接合工法26ピース) に対する作業時間測定

在来工法
18.4分/P

仮ボルト不要接合工法
吊荷旋回制御装置
5.1分/P



YDN（やんちゃな土木ネットワーク）の取り組みについて

(株)山口土木

業績の概要

YDN（やんちゃな土木ネットワーク）では自社の技術向上させるべく、やる気のある中小土木建設業者が相互扶助的に新技術や新事業を自ら考え且つメンバーに発信し、常に現状に満足することなく、楽しみながら向上を目指し交流する「ネットワーク」である。

土木業界に革命を起こすことを目標とし、常に挑戦しインフラの新しいカタチを創造していく。

現場での困ったを解決するために積極的に異業種とも交流を持ち、今までの建設業界には無かった新技術を積極的に取り入れ現場での実証実験を行なっている。

また、国交省が推進しております i-Construction におい

ても発表される前から先行して市発注工事で実施している。

現場の生データを使った実例セミナーを日本全国で行い地場の中小企業の技術底上げに努め、また、自治体のアドバイザー、オブザーバーにもなっており現場データを提供して協力している。

無いものは自分たちで作ってしまおうと、誰でも簡単に操作できる i-Construction に対応したドローン自動航行アプリ「Drone-ize × YDN PRO」もソフトメーカと共同開発し NETIS 登録（KT-170084-A）も行った。

この様に業界の活性化と魅力を発信し、業界の新しいビジネスモデルを造りあげる。



i-Construction 対応ドローン自動航行アプリ「Drone-ize × YDN PRO」(NETIS 登録番号：KT-170084-A)



事業者向けのセミナー及び事例発表



行政の協議会にアドバイザー参加及び行政職員向けの現場見学会



大学、各種メーカー、異業種との合同合宿実験

地域賞部門 地域貢献賞

舗装工における 3 次元データによる出来形管理方法について (実証及び検証)

奥村組土木興業(株)

業績の概要

国土交通省では全ての建設生産プロセスで ICT 等を活用する「i-Construction」を推進し、生産性を 2025 年度までに 2 割向上させることを目指すとしている。このような中、当社は、地上型レーザースキャナ (TLS) を用いた出来形計測の 3 次元データの活用による簡易で効率的な「面的な出来形管理」の方法について、いち早く実証的な取り組みや検証を行い、任意の位置において即時かつ容易に舗装厚の出来形計測を行う方法を確立したものである。

業績の特徴

本方法は、目的とする簡易で効率的な「面的な出来形管

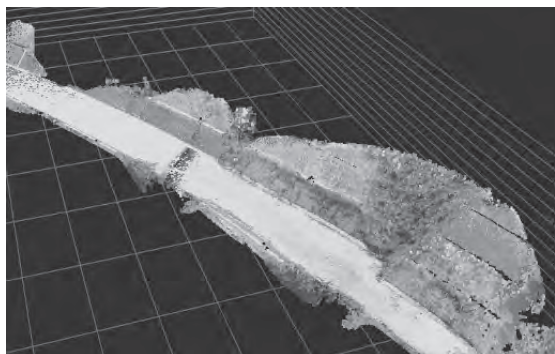
理」を実現しており、施工管理の効率化に大きな効果が期待できる。これは、豊富な現場経験と考察に基づいたものであるとともに、新たな開発を伴わず早期に実用化を図ることを基本として既存の機器やシステムの有効活用と適用性を見極める着眼点の良さに加えて、積極的な取り組み体制から生まれたものであり、高く評価されるものである。同時に、早期の開通が期待される島根県中央部の山陰道の舗装工事において、先進的、実用的な活用事例として、その生産性向上に大きく寄与することが期待できる。また、完成検査での出来形確認検査において検証を行ったところ、検測位置の自由度や計測値の即時確認など受発注者でその利便性の良さを確認したものである。



基層上面 TLS 測量「面計測」(計測間隔 40m)



自動追尾型 T S



点群処理・3次元データ作成



T S とタブレット P C による現地検査 (任意箇所)
「面管理」

部 会 報 告

デンカ(株) 青海工場見学会報告

機械部会 基礎工事用機械技術委員会

1. はじめに

JCMA 機械部会の基礎工事用機械技術委員会では、平成 29 年度現場見学会を 2018 年 6 月 13 日（水）に新潟県糸魚川市にあるデンカ青海工場で実施した。

参加者は 12 社 13 名であった。

2. 青海工場の概要

- ・工場名 デンカ(株) 青海工場
- ・場所 新潟県糸魚川市大字青海 2209
- ・工場用地 385 万 m²
- ・石灰石鉱区 埋蔵量 50 億トン（推定）
採掘 400 万トン／年
鉱区面積 120,000 アール
- ・電力設備 自家発電所 186,100 kW
外部受電能力 160,000 kW



写真—1 青海工場全景

3. 工場見学

(1) 工事概要説明

(a) 青海工場のあゆみ

青海工場は、1921 年の創業以来、デンカ(株)の主力生産拠点として、日本のカーバイド化学の先端を拓く数々の製品を製造してきた。化学企業が多く輸入原料に依存する中、青海工場は自社の石灰石原石山と自家発電所を所有し、自給自足に近い体制で原料から

エネルギーまでをまかなっている。

(b) 青海工場で生産される製品

石灰石はわが国で自給できる数少ない資源のひとつである。青海工場は、石灰石鉱山から採掘された石灰石を原料とし様々な製品を作り出している。

主な製造製品を、以下に示す。

- ・セメント…年間 240 万トン出荷され、主に建築・土木用として使用される。売上の 10%を占める。
- ・クロロプレン…特殊合成ゴムで、自動車部品として使用されており、天然ゴムや汎用ゴムをはるかにしのぐ耐久性を発揮する。デンカ社はクロロプレンゴムの世界シェア No.1 の生産量を有する。
- ・石灰窒素…農薬登録を受けている唯一の農薬肥料で、国内シェアの約 75%を占めている。
- ・特殊混和材…コンクリートに付加価値を付与する混和材で、ひび割れを抑制する膨張材、硬化時間を短くする急結材、強度を高める高強度材などがあり、中でもトンネル吹付け用の急結剤は国内シェア 90%以上を占める。
- ・ポパール…合成樹脂のひとつで、水に溶ける強い接着力を持つことから、主に接着剤として使用されている。
- ・ヒアルロン酸…ヒアルロン酸製剤として関節リュウマチに係る効能を有しており、化粧品原料にも使用されている。

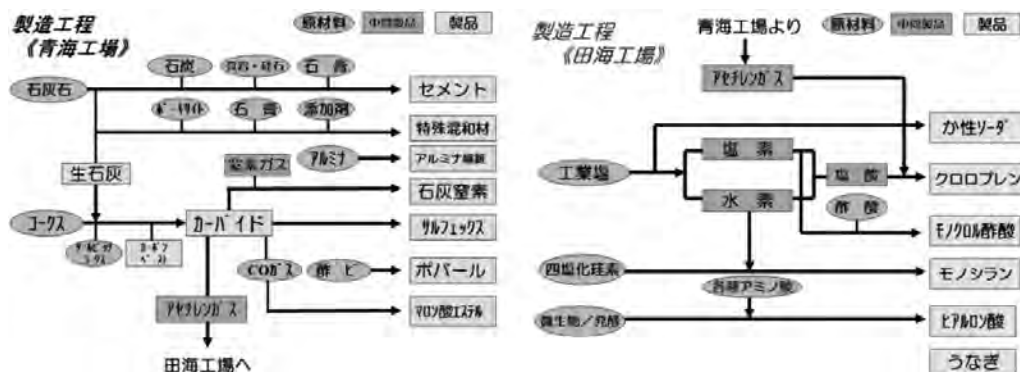
(2) 石灰石鉱区見学

石灰石原石山は、黒姫山に位置し、この石灰石は 3 億年前にハワイ諸島から移動して、山口県の秋芳鉱山、広島県の帝釈台、岡山県の白川阿哲鉱山と同時代の石灰石と言われている。

石灰石の埋蔵量は 50 億トンと推定されており、これを年間 400 トン採掘している。

毎日の作業の流れは、下記の通り。

- ・削孔…削孔機（古河ロックドリル(株)製）で削孔径φ 13 mm × 長 15 m を 3～4 本削孔する。
- ・装薬、発破…装薬の後に、定刻の昼 12 時に発破を行う。
- ・積込…発破により崩された石灰石は、超大型油圧



図ー1 製造工程



写真ー2 石灰石採掘状況

4. おわりに

建設会社からみるデンカ(株)の製品のセメントや山岳トンネルで使用する吹付コンクリート用急結剤は、なじみのある製品だが、それはデンカで製造されている製品のほんの一部であり、石灰石を原料とし多彩な製品を創り出す化学製品製造工場であった。

今回の現場説明、案内をして頂いたデンカ(株)職員各位には当委員会見学を快くお受け頂き、石灰石鉱山と青海工場内を拝見させて頂きましたことに心より厚く感謝し御礼申し上げます。

J C M A

ショベル EX3600 (20 m³) により超大型ダンプトラックに積込む。

- ・運搬…超大型ダンプトラック CAT793C (218 t 積み) により破碎場所まで運搬し、作業は昼夜間行われる。
- ・破碎、移動…クラッシャーで直径40 mm まで破碎し、ベルトコンベアにて製造プラントまで移動される。

[筆者紹介]

森山 茂 (もりやま しげる)

前田建設工業(株)

土木事業本部 機械部 機械技術グループ

シニアマネージャー

建設企業の海外展開

1. はじめに

わが国の建設企業や建設コンサルタントなどにより構成される建設産業は、60年以上前に戦後初の海外工事が行われて以来、世界140か国以上で事業展開してきている。

インフラシステム海外展開は、わが国の成長戦略の最重要施策の一つに位置づけられてきており、人口減少、少子高齢化が進行するわが国の成長戦略の柱であり、政府を挙げて取り組むこととしている。安部総理大臣は、「第21回国際交流会議 アジアの未来」において、「質の高いインフラパートナーシップ」を発表した。「質の高いインフラパートナーシップ」を通じてわが国政府は各国・国際機関と協働し、「質の高いインフラ投資」を推進していくこととしている。このため、機能を強化したアジア開発銀行（ADB）と連携し、今後5年間で総額約1,100億ドル（13兆円規模）の「質の高いインフラ投資」をアジア地域に提供していくこととしている。また、2016年5月に開催されたG7伊勢志摩サミットに際して発表された「質の高いインフラ輸出拡大イニシアティブ」では、今後5年間に約2,000億ドルのリスクマネーを供給するなど、本邦企業の受注獲得を支援するための措置をこうじることとしている。

このような状況の中、わが国建設企業の2017年度の海外建設受注実績の動向を、（一社）海外建設協会のホームページ（以下「海建協」という。）を用いて紹介する。この受注実績は、同協会会員企業50社が受注した海外建設工事（1件1,000万以上）をとりまとめたものである。なお、集計は会員各社間（海外法人を含む）及び自社の本邦と海外法人間の契約案件（元請・下請による重複分）は除外されており、また共同企業体（JV）による受注については各社の出資比率分を計上している。

2. 2017年度の海外受注について

（1）受注全体の動向

2017年度の海外建設受注実績は1兆8,510億円であり、2016年度の1兆5,464億円と比べ約3,046億円の増加となった。受注件数においても、1,958件となり2016年度の1,694件と比べ264件増加しており、受注件数、受注額ともに増加する結果となった（表—1参照）。

2015年度に大幅に減少したが、2016年度から2年連続で増加することとなった。この結果、2014年度に記録した受注額の1兆8,153億円を超え、過去最高の記録となった（図—1参照）。

資金源別にみると、発注者の自己資金案件は1兆4,905億円であった。ODA無償資金案件は462億円、有償資金案件は2,911億円となった。ODA全体（無償資金案件、有償資金案件の合計）は、3,373億円で、2016年度の1,015億円より2,358億円の増加となった。また、国際協力銀行（JABIC）融資案件その他（PPP）などは、2016年度受注がなかったが、2017年度は合計232億円の受注があった。世界銀行融資案件及びアジア開発銀行融資案件は、2016年度に引き続き受注しなかった。

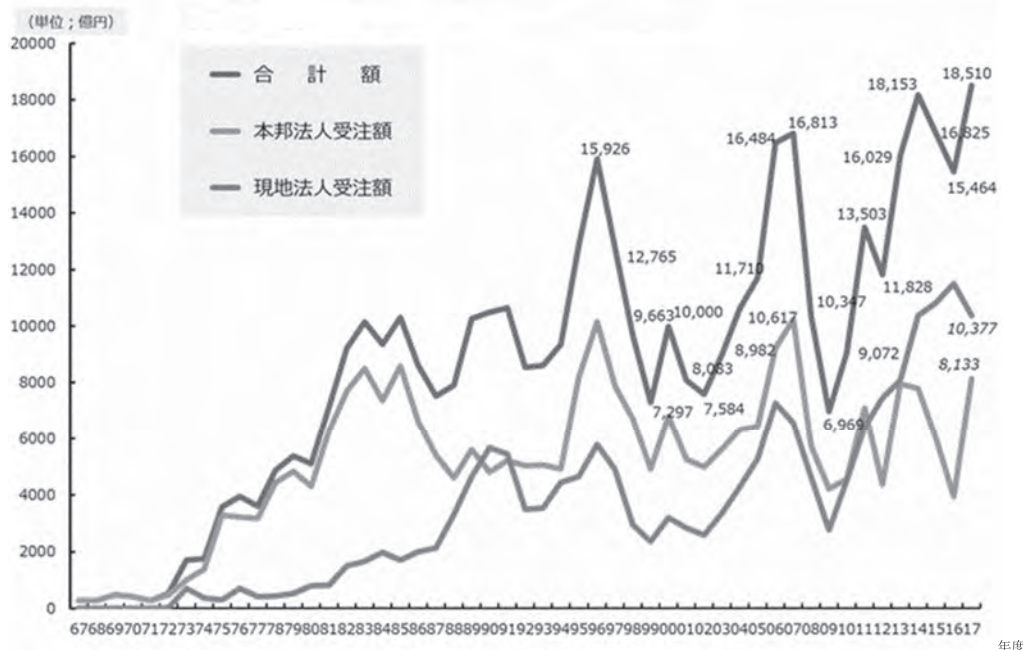
発注者別にみると、公共機関案件は7,136億円、民間案件1兆1,374億円となった。

契約形態別では、施工のみの案件は1兆490億円、設計施工案件は7,971億円、PM/CM案件は30億円、技術指導案件は2億円、その他案件は18億円となっている。2017年度は、ターンキー案件の受注はなかった。

表—1 2016、2017年度の海外建設受注額の対比「海建協調べ」

法人種別	2017年度		2016年度		対前年度比：増減件数・額	
	(件数)	(金額：億円) 構成比 (%)	(件数)	(金額：億円) 構成比 (%)	(件数)	(金額：億円) 2016年度比 (%)
本邦法人	478	8,133 (43.9%)	405	3,952 (25.6%)	73	4,181 (105.8%)
現地法人	1,480	10,377 (56.1%)	1,289	11,512 (74.4%)	191	-1,135 (-9.9%)
計	1,958	18,510 (100.0%)	1,694	15,464 (100.0%)	264 (15.6%)	3,046 (19.7%)

統 計



図一 海外建受注額の推移 (1967年度～2017年度) [海建協調べ]

(2) 本邦・現地法人海外受注状況

法人別にみると、本邦法人の受注は478件で8,133億円となり、2016年度に比し件数は73件増加し、金額も4,181億円増加した。

本邦法人の受注を地域別にみると、アジアは6,482億円、中東・北アフリカは73億円、アフリカは645億円、北米は77億円、中南米は322億円、欧州は13億円、東欧は212億円及び大洋州は309億円となった。

一方、現地法人の受注は、1,480件で1兆377億円となり、2016年度に比し件数は191件増加したが、金額は1,135億円の減少となった。

現地法人の受注を地域別にみると、アジアは4,580億円、北米は3,652億円、中南米は91億円、欧州は114億円、東欧は661億円及び大洋州は1,279億円となった。また、2017年度は中東・北アフリカ及びアフリカでの受注がなかった。

この結果、本邦法人と現地法人の比率は44:56で、2016年度(26:74)に比し本邦の比率が増加し、現法の比率は減少した(表一2参照)。

(3) 地域別の動向

地域別にみると、アジア地域における受注は1,417件で1兆1,062億円となり、2016年度に比し件数では209件増加、金額でも3,998億円増加した。同地域の受注を発注者別にみると、公共機関は3,518億円増加し5,023億円に、民間は480億円増加し6,039億円となった。

中東・北アフリカにおける受注は、17件で73億円となり2016年度に比し件数では1件減少し、金額でも74億円減少した。同地域の受注を発注者別にみると、公共機関は54億円減少し58億円に、民間は20億円減少し15億円となった。

表一2 2017年度本邦・現地法人別受注状況 [海建協調べ]

(単位: 億円)

地域別	本邦法人		現地法人	
	受注額	構成比	受注額	構成比
アジア	6,482	79.7%	4,580	44.1%
中東 北アフリカ	73	0.9%	0	0.0%
アフリカ (サブサハラ)	645	7.9%	0	0.0%
北米	77	0.9%	3,652	35.2%
中南米	322	4.0%	91	0.9%
欧州	13	0.2%	114	1.1%
東欧	212	2.6%	661	6.4%
大洋州	309	3.8%	1,279	12.3%
合計	8,133	100.0%	10,377	100.0%

アフリカにおける受注は、16件で645億円となり、2016年度に比し件数では1件減少したが金額は383億円増加した。同地域の受注を発注者別にみると、公共機関は386億円増加し644億円となり、民間は3億円減少し0.6億円となった。

北米における受注は、196件で3,729億円となり、2016年度に比し件数では4件増加したが金額は2,755億円減少した。同地域の受注を発注者別にみると、公共機関は396億円減少し973億円に、民間では2,359億円減少し2,756億円となった。

中南米における受注は、150件で414億円となり、2016年度に比し件数は34件増加し金額も75億円増加した。同地域の受注を発注者別にみると、公共機関は2016年度の受注がなかったが75億円に、

民間では2016年度と同じく339億円となった。

欧州における受注は、25件で127億円となり、2016年度に比し件数は8件減少したが、金額は41億円増加した。同地域の受注を発注者別にみると、公共機関の受注はなく、民間は42億円増加し127億円となった。

東欧における受注は、52件で873億円となり、2016年度に比し件数は同じであったが、金額は482億円増加した。同地域の受注を発注者別にみると、公共機関は2016年度の受注がなく208億円に、民間は、74億円増加し665億円となった。

大洋州における受注は、85件で1,588億円となり、2016年度に比し件数は27件増加し、金額でも898億円増加した。同地域の受注を発注者別にみると、公共機関は44億円減少し157億円となり、民間は941億円増加し1,431億円となった（表—3、図—2参照）。

3. おわりに

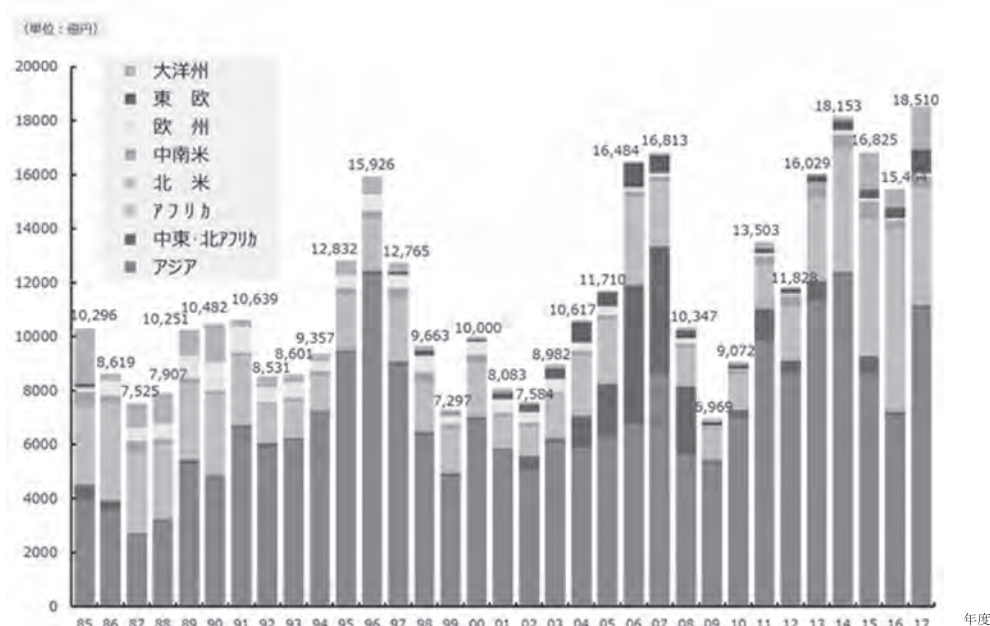
国内建設投資は、東京オリンピック・パラリンピック開催に係る関連施設工事大規模マンション建設工事等により、東京をはじめとする一部地域、またリニア新幹線建設工事、リニア新幹線建設による都市再開発等一部業種においては仕事量が増加することが予想されるものの、長期的に見れば人口の減少、少子高齢社会の進展等の要因も重なり、新規案件の工事量は減少していくと予測されている。

一方、海外の建設市場に目を向けると、新興国をはじめとして膨大なインフラ需要が存在する。特に、開削を要せず下水道の埋設を可能にする推進工法、電力不足の発展途上国等にとって重要な太陽光発電設置工事等、わが国の建設技術に関しては世界から関心を集めている。

表—3 2016、2017年度の地域別受注額の対比「海建協調べ」

（単位：億円）

地域	2017年度		2016年度		増減額
	件数	受注額	件数	受注額	
アジア	1,417	11,062 (59.7%)	1,208	7,064 (45.7%)	3,998 (56.6%)
中 東					
北アフリカ	17	73 (0.4%)	18	148 (1.0%)	▲75 (▲50.7%)
アフリカ	16	645 (3.5%)	17	262 (1.7%)	383 (146.0%)
北 米	196	3,729 (20.1%)	192	6,484 (41.9%)	▲2,755 (▲42.5%)
中南米	150	414 (2.2%)	116	339 (2.2%)	75 (22.1%)
欧州	25	127 (0.7%)	33	86 (0.6%)	41 (47.7%)
東欧	52	873 (4.7%)	52	391 (2.5%)	482 (123.1%)
大洋州	85	1,587 (85.6%)	58	690 (4.54%)	897 (130.0%)
総合計	1,958	18,510 (100.0%)	1,694	15,464 (100.0%)	3,046 (19.7%)



図—2 海外建設受注額の地域別推移 (1985年度～2017年度)「海建協調べ」

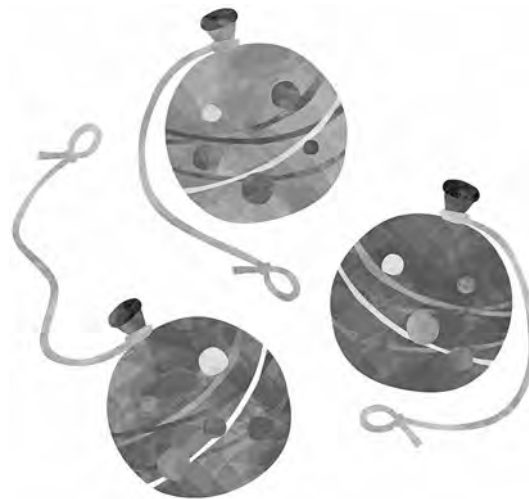
／ 統 計

海外建設市場への進出は、大きなチャンスであるとともに、政治・経済状況、取引慣行など、環境が異なるため様々なリスクを伴うことを忘れてはいけない。現地通貨の為替レートの変動に伴い生じる「為替リスク」、政治状況、経済状況等の現地国の状況に起因する「カントリーリスク」、この他にも法令、商習慣、文化の違いや当初契約の取り決めが曖昧であった等の理由による追加変更契約の長期化

リスク等がある。

今後、国内の建設市場が縮小していくことと予測されることから、海外建設市場へ進出していく企業が増えていくことが見込まれることから、これらの企業は、海外進出に伴うリスクを十分に考慮した上で、日本企業の高い技術・ノウハウを活かしてほしい。

(文責：清水)

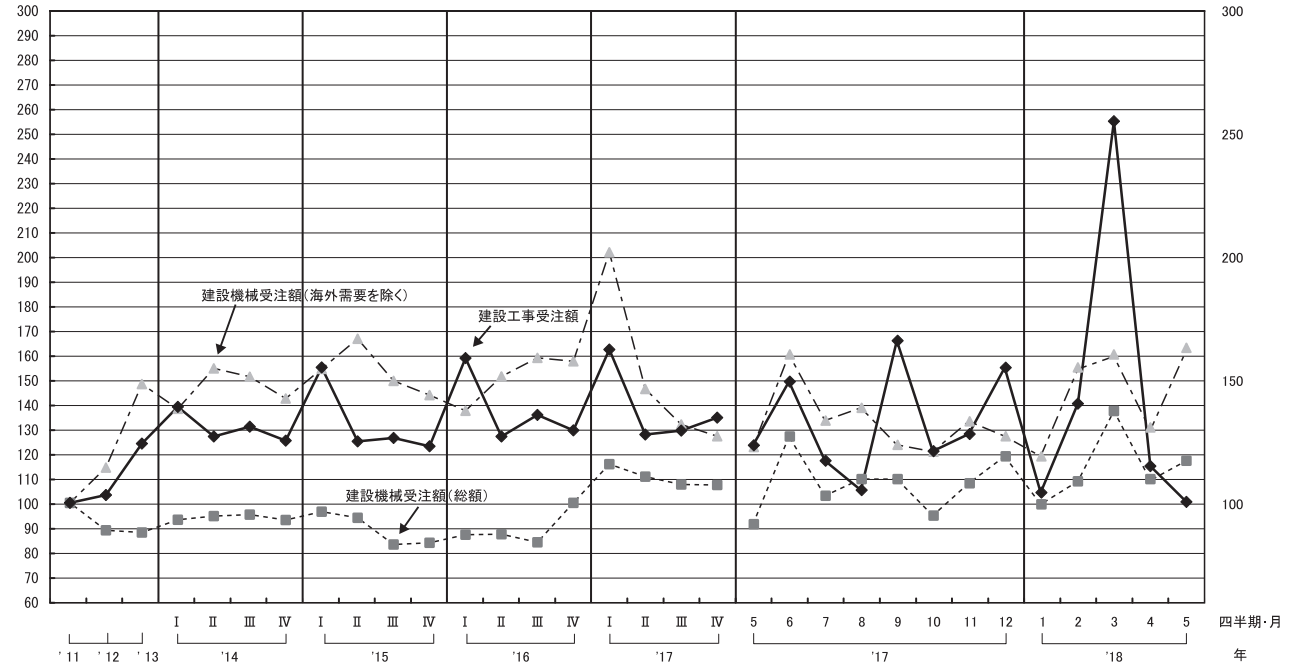


統計 機関誌編集委員会

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 2011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 2011年平均=100)

受注額



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							
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016 年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017 年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2017 年 5 月	10,970	7,014	1,613	5,401	3,075	364	517	6,896	4,074	158,899	9,766
6 月	13,289	8,796	1,424	7,371	3,779	510	205	8,527	4,761	159,386	12,772
7 月	10,407	7,374	1,477	5,898	2,471	402	160	7,487	2,920	161,416	9,378
8 月	9,339	6,346	1,566	4,780	2,543	341	110	6,715	2,624	161,441	10,088
9 月	14,762	10,547	1,941	8,606	2,752	640	823	10,104	4,658	161,902	13,482
10 月	10,757	6,941	1,246	5,695	2,719	815	282	6,898	3,859	163,724	9,897
11 月	11,379	8,357	1,883	6,474	2,018	423	582	7,580	3,800	163,423	12,380
12 月	13,789	10,120	2,613	7,507	3,265	- 4	407	10,202	3,586	165,446	14,276
2018 年 1 月	9,256	6,082	1,439	4,644	2,213	491	469	6,269	2,987	165,251	9,284
2 月	12,479	8,030	2,160	5,870	3,428	383	638	7,722	4,757	159,835	20,576
3 月	22,717	15,428	3,004	12,424	5,894	556	839	14,500	8,216	171,191	22,294
4 月	10,212	7,007	1,473	5,534	2,473	438	293	5,763	4,448	171,322	11,334
5 月	8,921	6,449	2,271	4,178	1,940	330	202	6,091	2,830	-	-

建設機械受注実績

(単位: 億円)

年 月	11 年	12 年	13 年	14 年	15 年	16 年	17 年	17 年 5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	18 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月
総 額	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	17,478	21,535	1,485	2,067	1,674	1,785	1,785	1,542	1,757	1,936	1,617	1,770	2,237	1,784	1,906
海 外 需 要	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	10,875	14,912	1,039	1,484	1,189	1,281	1,336	1,103	1,273	1,474	1,185	1,206	1,654	1,309	1,313
海外需要を除く	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	6,603	6,623	446	583	485	504	449	439	484	462	432	564	583	475	593

(注)) 2011 ~ 2013 年は年平均で、2014 ~ 2017 年は四半期ごとの平均値で図示した。

2017 年 5 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

(2018年6月1日～30日)

機械部会



■油脂技術委員会

月 日：6月1日(金)

出席者：豊岡司委員長ほか27名

議 題：①燃料エンジン油分科会…BDFについて直近の学会で報告された内容を要約して紹介 ②高効率作動油分科会…省エネ且つ信頼性の高い高効率作動油として規格制定の議論 ③規格普及促進分科会…1) オンファイル維持費用について、2) JAMA エンジンオイルセミナー2018の報告等 ④油脂技術委員会…1) 運営委員会の構成について議論、2) JCMAS 規格の改訂について ⑤日本建設機械要覧の見直しについて

■ダンプトラック技術委員会

月 日：6月5日(火)

出席者：田中哲委員長ほか5名

議 題：①トピックス…樹木粉砕機について ②日本建設機械要覧の見直しについて ③安全装置/システム…眠気検知システム等 ④ホームページ改訂について議論 ⑤協会よりの事務連絡

■基礎工事用機械技術委員会 デンカ㈱青海工場見学会

月 日：6月13日(水)

出席者：遠藤智委員長ほか12名

議 題：①石灰石採掘場と青海工場全容の見学 ②机上にて…1) デンカ青海工場の説明、2) 石灰石から各種製品への製造工程の説明等

■トラクタ技術委員会

月 日：6月15日(金)

出席者：椎名徹委員長ほか9名

議 題：①日本建設機械要覧の内容見直しについて ②製品トピックス紹介 ③次期燃費基準設定について ④その他

標準部会



■ISO/TC 127 土工機械委員会 SC 2/JWG 28 衝突気付き及び回避 国内有志会合

月 日：6月4日(月)

出席者：岡ゆかり主査(コマツ)ほか6名(+Web参加1名)

場 所：協会会議室

議 題：前回ベルリン国際WG会議結

果フォロー及び次回カルガリー国際WG会議対応…1) ISO 21815-1(土工機械-衝突気付き及び回避-第1部：性能要求事項及び試験) 案文検討、2) ISO 21815-3(同第3部：露天掘り鉱山で使用される機械の性能要求事項) 案文検討、3) 今後の方針確認

製造業部会



■製造業部会 幹事会

月 日：6月7日(木)

出席者：小林真人部会長代理ほか14名

議 題：①出席者の自己紹介と部会長、主査の交代について ②平成29年度事業報告・平成30年度事業計画 ③i-Construction システム学の状況説明 ④i-Construction の国交省、協会の取組みについて ⑤その他

建設業部会



■機電 i-Con 現場 WG

月 日：6月4日(月)

出席者：宮内良和主査ほか8名

議 題：①5/23 修正メ切の「i-Con 事例」のアンケート様式確認 ②5/23 修正メ切の「ICT 安全の事例」アンケート様式確認 ③アンケート依頼文の確認 ④建災防の会議の報告 ⑤その他

■クレーン安全情報 WG

月 日：6月19日(火)

出席者：久松栄一主査ほか9名

議 題：①クレーン休業姿勢 アンケート結果報告書の骨子検討 ②教本改訂に向けての検討 ③8/5 クレーン安全衛生教育の視察出席の確認 ④災害事例報告 ⑤その他

■三役会

月 日：6月26日(火)

出席者：植木陸央部会長ほか5名

議 題：①各WG報告・機電 i-Con 現場WGのアンケート配信について・クレーン安全情報WGの報告・機電交流企画WG第22回機電技術者意見交換会の実施に向けて ②現場見学会について・8/23～24 夏季現場見学会について・9/14 第1回若手現場見学会について ③その他

レンタル業部会



■コンプライアンス分科会

月 日：6月5日(火)

出席者：藤沼匡彦分科会長代理ほか8名

議 題：①平成29年度事業報告 ②レ

ンタル機器納入・引取時における諸問題について ③その他

■レンタル業部会

月 日：6月7日(木)

出席者：平清二郎部会長ほか17名

議 題：①部会長挨拶 ②平成29年度事業報告 ③分科会活動状況報告

④各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について ⑤その他

広報部会



■建設施工研修会

月 日：6月21日(木)

出席者：事務局 松本寛子ほか80名

議 題：【映画会】①フロート式プラスチックボードドレーン工法「PDF(ピーディーエフ)工法」②改良率セメントコラム工法「ALiCC(アリック)工法」③地盤切削 JES 工法 ④外環自動車道田尻工場の概要 ⑤斜材保護管点検ロボット「コロコロチェッカー」⑥自動追従台車「かもーん」⑦荒瀬ダム撤去 日本初の本格的コンクリートダム撤去工事 ⑧Grade Assist 機能付きショベルと標準仕様との施工比較 ⑨CAT アシストのご紹介 ⑩次世代油圧ショベル Technology Cat バイロード/Cat E-fence ⑪効率的なコンクリートのクーリング技術 注水併用エアクーリング工法 ⑫不整地運搬車(クローラーキャリア)の自動走行技術 ⑬沖縄西海岸道路 牧港高架橋鋼桁架設(施工記録) ⑭AR-Eye 埋設ビュー ⑮配筋アシストロボ ⑯i-Construction における3次元データ作成の流れ ⑰VERSATILE BOX 工法 都市部の矩形断面トンネルを非開削工法で施工 ⑱未来へつなぐ 武蔵野の森総合スポーツプラザ メインアリーナ棟 建設記録

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：6月6日(水)

出席者：見波潔委員長ほか13名

議 題：①平成30年9月号(第823号)の計画の審議・検討 ②平成30年10月号(第824号)の素案の審議・検討 ③平成30年11月号(第825号)の編集方針の審議・検討 ④平成30年6月号～平成30年8月号(第820～822号)の進捗状況報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：6月20日(水)

出席者：山名至考分科会長ほか3名
議 題：①主要建設資材価格の動向

②その他

■新機種調査分科会

月 日：6月27日（水）

出席者：江本平分科会長ほか3名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討

②新機種紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■第1回施工技術検定委員会

月 日：6月13日（水）

場 所：さつげんビル6階会議室

出席者：加藤信二施工技術検定委員長ほか33名

議 題：建設機械施工技術検定学科試験の実施要領と監督要領の打合せ

■北海道開発局 i-Construction 説明会

月 日：6月15日（金）

場 所：札幌第1合同庁舎2階講堂

主 催：北海道開発局

共 催：北海道支部

受講者：約400名

内 容：①北海道開発局における i-Construction の取組 ②ICTの全面的な活用の最新情報 ③ICT活用工事の実施内容と留意点

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月17日（日）

場 所：北広島市（星槎道都大学）

受検者：1級306名、2級732名（延872名）

■建設技術担い手育成プロジェクト（苫小牧工業高等専門学校出前授業（座学））

月 日：6月22日（金）

場 所：苫小牧工業高等専門学校

受講者：環境都市工学科5年生約44名

内 容：①従来の道路施工とICT施工（座学） ②行政が取組むICT活用工事（i-Construction）（座学）

講師等：鈴木勇治プロジェクトリーダー

■建設技術担い手育成プロジェクト（札幌工業高校出前授業）

月 日：6月27日（水）

場 所：札幌工業高校

受講者：土木科2年生約80名

内 容：①行政が取組むICT活用工事（i-Construction）（座学） ②3次元レーザスキャナー（実習） ③3次元測量（実習） ④ICT建機（実習） ⑤建設VR体験 ⑥UAV空中写真測量（実習）

講師等：鈴木勇治プロジェクトリーダーほか

■平成30年度除雪機械技術講習会（第1回）

月 日：6月28日（木）

場 所：旭川市（道北経済センター）

受講者：214名

内 容：①除雪計画 ②除雪の施工方法 ③冬の交通安全 ④除雪の安全施工 ⑤除雪機械の取り扱い

■建設技術担い手育成プロジェクト（苫小牧工業高等専門学校出前授業（実習））

月 日：6月29日（金）

場 所：苫小牧工業高等専門学校

受講者：環境都市工学科5年生約44名

内 容：①3次元レーザスキャナー（実習） ②3次元測量（実習） ③ICT建機（実習） ④建設VR体験 ⑤UAV空中写真測量（実習）

講師等：鈴木勇治プロジェクトリーダーほか

東北支部



■i-Construction（ICT活用工事）セミナー

内 容：①i-Construction 東北地方整備局の取組 ②ICT土工の手引 ③H30年度ICT活用工事 ④H30年度技術の出来形管理要領 ⑤ICT活用工事の要点（土工・舗装工）H29 ⑥点群処理、設計データ作成ソフトウェアの解説

①秋田会場

月 日：6月1日（金）

場 所：秋田市 秋田県市町村会館

受講者：54名

②仙台会場

月 日：6月19日（火）

場 所：仙台市 フォレスト仙台

受講者：121名

■橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算、及び建設機械等損料講習会

月 日：6月5日（火）

場 所：仙台市 ハーネル仙台

受講者：74名

内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と積算 ②建設機械等損料の積算 ③鋼橋架設の施工技術と積算 ④PC橋架設の施工技術と積算

■EE東北'18

月 日：6月6日（水）～7日（木）

場 所：仙台市 夢メッセみやぎ

キャッチコピー：「広げよう新技術 つなげよう未来へ」

来場者：16,300人

内 容：出展技術数：295社、889技術（うち

支部会員18社、75技術）、新技術プレゼンテーション：64題（うち支部会員5社）、UAV（ドローン）競技会：総合技術部門5チーム、一般参加部門10チーム

■「ゆきみらい2019 in 新庄」実行委員会

月 日：6月15日（金）

場 所：新庄市 新庄市民文化会館 小ホール

出席者：津田修一東北地方整備局長ほか21名（JCMA：渡辺和弘業務執行理事ほか2名出席）

内 容：①雪みらい2019 in 新庄事業内容（案）について ②実行委員会体制・予算（案）について

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月17日（日）

場 所：滝沢市 アピオ（岩手産業文化センター）

受検者：1級 296名

2級 945名

種別毎 1種 121名

2種 692名

3種 45名

4種 79名

5種 5名

6種 3名

1・2級 合計1,241名

■石巻工業高校 出前授業（座学）

月 日：6月26日（火）

場 所：石巻市 石巻工業高等学校

受講生：土木システム科2年生40名

出席者：鈴木勇治 情報化施工技術委員会委員長ほか1名

内 容：①ICTを活用した建設技術 ②国が進める建設業の施策 ③ICT施工の測位

■石巻工業高校 出前授業（実習）

月 日：6月27日（水）

場 所：石巻市 石巻工業高等学校

受講生：土木システム科2年生40名

出席者：岩田好正 情報化施工技術委員会副委員長ほか10名

内 容：①3次元レーザスキャナ デモンストラーション ②ICTバックホウ、建設VR実習 ③自動追尾TS、GNSSローバー実習

■チャレンジ型ICT活用工事説明会

月 日：6月28日（木）

場 所：東北地方整備局 会議室

出席者：亀井督悦 東北地方整備局 技術管理課長ほか14名

内 容：①チャレンジ型ICT活用工事の施行について ②意見交換

北 陸 支 部

■建設技術報告会第1回実行委員会

月 日：6月12日（火）
場 所：新潟国道事務所会議室
出席者：坪内昭雄普及部担当委員
議 題：①「建設技術報告会」実行委員会規約に確認 ②平成30年度実施計画について ③平成30年度予算について ④その他

■第1回普及部会

月 日：6月22日（金）
場 所：新潟県建設会館
出席者：柴澤一嘉普及部会長ほか8名
議 題：①平成29年度支部事業報告及び平成30年度事業計画について ②除雪機械管理施工技術講習会について ③ICT戦略推進研究会 講習会・研修等の計画について ④平成30年度現場見学会開催について ⑤平成30年度建設技術報告会について ⑥その他

中 部 支 部

■i-Construction 中部ブロック推進本部第3回会議

月 日：6月7日（木）
場 所：KKR名古屋
出席者：所輝雄支部長、永江豊事務局長出席
内 容：i-Constructionの取り組み状況・活動方針等の報告

■広報部会

月 日：6月8日（金）
出席者：濱地仁ほか3名
議 題：平成30年度の部会活動及び「中部支部ニュース」第37号について

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月17日（日）
場 所：愛知学院大学日進キャンパス
受験者：1級304名、2級630名

■平成30年度大規模津波防災総合訓練第1回部会

月 日：6月26日（火）
出席者：原一儀災害対策部会長
内 容：11月3日実施の大規模津波防災総合訓練打合せ

■愛知県ブロック前期災害対策用機械操作訓練

月 日：6月27日（水）～28日（木）
出席者：会員企業16社18人出席
内 容：無線操縦バックホウ、排水ポンプ車、照明車等の災害対策機械の操作訓練

関 西 支 部

■建設業部会、リース・レンタル業部会合同幹事会

月 日：6月4日（月）
場 所：関西支部 会議室
出席者：的場建設業部会長、山本リース・レンタル業部会長以下5名
議 題：合同見学会の開催について

■平成30年度1・2級建設機械施工技術検定試験（学科）試験監督者打合せ

月 日：6月5日（火）
場 所：関西支部 会議室
議 題：①学科試験監督要領について ②その他留意事項

■平成30年度1・2級建設機械施工技術検定試験（学科）

月 日：6月17日（日）
場 所：大阪工業大学 大宮キャンパス
受験者：1級539名、2級919名（1種67名、2種893名、3種1名、4種56名、5種14名、6種8名）

■「損料・橋梁・大口径」積算技術講習会

月 日：6月28日（木）
場 所：大阪府立男女共同参画・青少年センター
参加者：32名
内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と積算 ②建設機械等損料の積算 ③鋼橋架設の施工技術と積算 ④PC橋架設の施工技術と積算

中 国 支 部

■第2回施工技術部会

月 日：6月7日（木）
場 所：中国支部事務所
出席者：齊藤実部会長ほか7名
議 題：①平成30年度部会事業実施計画について ②i-Con（情報化施工）関係行事（案）について ③平成30年度道路除雪講習会（案）の企画について ④その他懸案事項

■平成30年度1級・2級建設機械施工技術検定（学科）試験

月 日：6月17日（日）
場 所：広島工業大学
受験者：1級127名、2級366名

■「建設機械等損料・橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算」講習会

月 日：6月20日（水）
場 所：広島 YMCA 会議室
参加者：11名
内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と積算…（一社）日本建設機械施工協会

大口径岩盤削孔委員会委員 渡辺元二氏 ②建設機械等損料の積算…（一社）日本建設機械施工協会中国支部企画部会幹事 大石静夫氏 ③PC橋架設の施工技術と積算…（一社）日本建設機械施工協会橋梁架設工事委員会委員 石田真将氏 ④鋼橋架設の施工技術と積算…（一社）日本建設機械施工協会橋梁架設工事委員会委員 山川隆治氏

■第1回広報部会

月 日：6月22日（金）
場 所：中国支部事務所
出席者：錦織豊部会長ほか3名
議 題：①平成30年度広報部会の活動計画（案）について ②広報誌（CMnavi）49号の編集について ③支部ホームページの管理について ④その他懸案事項

四 国 支 部

■協賛事業「四国建設広報協議会 WG」

月 日：6月6日（水）
場 所：高松サンポート合同庁舎南103 中会議室（高松市）
出席者：協議会を構成する27の団体・組織のうち21団体・組織から23名が出席。JCMA 四国支部からは山下事務局長が出席
内 容：①平成29年度収支報告と監査 ②建設フェア四国2018 in 高松について ③その他

■平成30年度建設機械施工技術検定【学科】試験

月 日：6月17日（日）
場 所：英明高等学校（高松市）
受験者：1級：246名、2級：432名、計678名

■共催事業「ドローン操作訓練」

月 日：6月19日（火）
場 所：国営讃岐まんのう公園（多目的広場）
共催者：（一社）建設コンサルタンツ協会 四国支部、（一社）四国クリエイト協会、（一社）日本建設機械施工協会 四国支部、（一社）日本補償コンサルタント協会 四国支部、（株）建設マネジメント四国
参加者：共催団体から9社47名、ドローン14機 JCMA 四国支部会員会社から4社8名参加、支部からは事務局長が参加
内 容：公園休園日を利用して、災害発生時に迅速に対応するため、各社所有のドローンを用いて訓練を実施

九州支部



■ i-Construction 講習会

月 日：6月8日（金）

場 所：久留米リサーチ・パーク 2F 研修室 A

出席者：81 名

議 題：①国土交通省の取組み ②熊本震災と i-Construction ③ 3 次元設計データの作成と点群処理について ④最新の ICT 技術

■平成 30 年度建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月17日（日）

場 所：1 級 九州大学伊都キャンパス（福岡市）、2 級 豊国学園高等学校（北九州市）

受験者：1 級 539 名、2 級 1,177 名

■企画委員会

月 日：6月20日（水）

出席者：原尻克己企画委員長ほか 10 名

議 題：① i-Construction 関連講演会について ②建設機械施工技術検定試験

（学科試験）について ③平成 29 年度決算結果について ④支部団体会員の入会について ⑤その他

■橋梁架設・大口径岩盤削孔の積算及び建設機械等損料講習会

月 日：6月27日（水）

場 所：福岡建設会館

受講者：33 名

内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と積算 ②建設機械等損料の積算 ③鋼橋架設の施工技術と積算 ④ PC 橋架設の施工技術と積算



“建設機械施工” バックナンバー紹介（抜粋）

平成 28 年 7 月号（第 797 号）



コンクリート工事、コンクリート構造 特集

- ◆巻頭言 プレキャスト技術による耐久性の向上
- ◆技術報文
 - ・場所打ち UFC による PC 道路橋 デンカ小滝川橋
 - ・外ケーブルを合理化配置した有ヒンジ橋の多径間連続化技術 涼徳橋上部工連続化工事
 - ・プレキャスト工法を活用したサッカー専用スタジアムの設計施工
 - ・火災時におけるコンクリートの爆裂評価方法
 - ・場所打ち函渠における品質確保の取組み 丹波綾部道路瑞穂 IC 函渠他工事における SEC 工法、ND-WALL 工法の事例
 - ・設計基準強度 300 N/mm² の超高強度プレキャスト RC 長柱の開発と適用
 - ・スラグ骨材を用いた舗装用コンクリートの特性
 - ・後施工六角ナット定着型せん断補強鉄筋による耐震補強工法
 - ・電子制御式コンクリートミキサー車の紹介
 - ・中性子遮蔽コンクリートの技術改良 普通コンクリートの 1.7 倍の中性子の遮蔽性能を有するコンクリートの生産性を向上
- ◆投稿論文
 - ・環境に優しく豪雨と地震に強い新しい補強土壁工法の研究開発
- ◆CMI 報告 油圧ショベルの省エネ施工 省エネ効果の検証試験
- ◆部会報告 除雪機械の変遷（その 20） 小形除雪車（2）
- ◆統計 建設企業の海外展開

平成 28 年 8 月号（第 798 号）



i-Construction 特集

- ◆巻頭言 イノベーションを取り込むための建設生産システム革命
- ◆行政情報
 - ・i-Construction ICT 土工の全面展開に向けた技術基準の紹介
- ◆技術報文
 - ・IoT で建設現場の生産性向上 ソリューションを一元管理するクラウド型プラットフォーム「KomConnect」
 - ・ドローンを用いた空撮測量の実工事への適用
 - ・MMS 点群データを活用したインフラマネジメント InfraDoctor によるスマートインフラマネジメント
 - ・重力式コンクリートダム取水塔施工での 4D モデル・3D 模型の活用

- ・無線発信機を活用した作業所内の高所作業車・作業所員の位置把握システム
- ・掘進中にシールド機外周部の介在砂層をリアルタイム探査 比抵抗センサーを用いた介在砂層探査技術
- ・VR による安全管理 ゴーグル型ディスプレイによる安全の可視化
- ・ブルドーザーマシンコントロールシステムの最新技術の紹介 マストレスタイプ MC システム 3D-MC^{MAX}
- ・複雑な地形形状における覆工設置工事への 3 次元地形データの適用
- ◆投稿論文
 - ・無人化施工による破碎・解体作業時における触知覚情報の必要性和実態 ～媒体を通じた人の触知覚の実態～
- ◆交流の広場
 - ・ICT を活用した精密農業の取り組み 農業における IoT を実現する新たな取り組み
- ◆CMI 報告
 - ・情報化施工研修会の取り組みと i-Construction へ対応した研修会に向けて
- ◆部会報告 除雪機械の変遷（その 21） 小形除雪車（3）

平成 28 年 9 月号（第 799 号）



道路 特集

- ◆巻頭言 道路事業の今後と課題
- ◆行政情報
 - ・「凸部、狹窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定
 - ・大規模災害時における道路交通情報提供の役割と高度化
- ◆技術報文
 - ・コンクリート床版上面補強工法の確立 PCM 舗装施工機械開発
 - ・供用中の二層式高速道路高架橋における上下層拡幅工事
 - ・路面滞水処理作業における新規機械の開発 自走式路面乾燥機の開発
 - ・舗装工事における CIM の試行 CIM 導入による効果と課題
 - ・道路用ボラードの利用状況とテロ対策用ボラードの性能評価
 - ・日本の高速道路における移動式防護柵の初導入 常盤自動車道における試行導入結果
 - ・センサー技術を活用した道路用機械の安全対策技術の開発
 - ・新たな視線誘導灯の開発 帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果
 - ・グレーダ開発の変遷史
 - ・次世代型路床安定処理機械の開発 ディープスタビライザの品質・安全性向上への取り組み
 - ・除雪作業の安全性向上に関する検討
 - ・ペイロードマネジメントによる過積載の防止と生産性の確保
- ◆交流の広場
 - ・地中レーダの原理・特徴と適切に活用するための留意点
- ◆JCMA 報告
 - ・平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その 2）
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷（その 1）黎明期～昭和 12 年
- ◆CMI 報告 吹付けノズルマンの技能評価試験
- ◆統計 平成 28 年度 建設投資見通し

平成 28 年 10 月号 (第 800 号)



800 号記念、維持管理・リニューアル 特集

◆グラビア

- ・「建設機械施工」誌 表紙の変遷
- ・「建設機械施工 (旧誌名: 建設の機械化)」誌創刊第 2 号, 第 3 号

◆巻頭言

- ・インフラ整備への地域住民の協働参画と ICRT の積極的な活用
～地方の道をだれがいかんかに守っていくか～

◆記憶に残る工事

1. 黒四の工事と建設機械
2. 名神高速道路 山科工事の土工実績と今後の問題点
3. 東海道新幹線の工事について
4. 青函トンネルの概要について
5. 福島原子力発電所建設の工事概要
6. 新東京国際空港の大土工工事

◆行政情報

- ・「国土交通省インフラ長寿命化計画 (行動計画)」の概要, インフラ老朽化対策の主な取り組み等

◆技術報文

- ・多機能橋梁常設足場の開発 耐用年数 100 年の長寿命化を目指して
- ・高速道路における大規模更新・大規模修繕工事
高速道路リニューアル事業の本格始動
- ・首都高速道路における更新事業の取り組み
- ・移動式たわみ測定装置の紹介
舗装の構造的な健全度を点検する技術の開発
- ・調整池法面改修工事に係るフェーシング機械
定張力ウインチを搭載した自走式ウインチの開発

◆交流の広場

- ・ドローン等を活用したセキュリティサービスと新たな脅威への対応

◆CMI 報告

- ・災害復旧支援に向けた応急橋の開発 (続報)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その 2) 昭和 13 年～31 年

平成 28 年 11 月号 (第 801 号)



土工 特集

- ◆巻頭言 ICT 導入による建設施工の生産性向上に向けて

◆行政情報

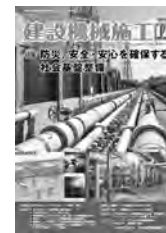
- ・CM 方式を活用した震災復興事業の現状報告

◆技術報文

- ・「機械の声を聞く」i-Construction を含有した総合的建機ソリューションの提供 Cat Connect Solution の提案

- ・i-Construction における重機 ICT コミュニケーション
ライカ アイコン テレマティックス
- ・加速度応答システムの適用性評価
- ・マシンコントロール機能を搭載した油圧ショベルの開発
ICT 油圧ショベル「ZX200X-5B」
- ・セミオートマシンコントロールシステムを搭載した油圧ショベル
の開発 施工効率向上を実現する Cat[®] グレードアシスト
- ・UAV 搭載レーザ計測システムの開発
- ・土工用建設ロボットの開発における新たな挑戦
無人化施工機械から地盤探査ロボット開発の概要紹介
- ・大分川ダム建設工事
- ・大規模土工における ICT 施工と CIM 化への対応
陸前高田市震災復興事業での取り組み
- ・シェル型浸透固化処理工法 新しい注入形態
- ・ジオシンセティックス補強土構造物による災害復旧対策
剛壁面補強土工法 (RRR (スリーアール) 工法) による強化復旧対策
- ・近頃の土工技術 デジタルアースムービング
- ◆交流の広場
- ・海洋探査技術の現状 水中音響計測技術の応用例紹介
- ◆CMI 報告
- ・補強土壁工法の新技術 帯状ジオシンセティックス補強土壁の紹介
- ◆部会報告
- ・アスファルトプラントの変遷 (その 3) 昭和 32 年～36 年
- ◆統計 平成 28 年度 主要建設資材需要見通し

平成 28 年 12 月号 (第 802 号)



防災、安全・安心を確保する社会基盤整備 特集

◆行政情報

- ・次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入
取り組みの紹介と災害調査・応急復旧ロボット分野の検証概要

◆技術報文

- ・凍土方式による陸側遮水壁の造成
凍結管の削孔・建て込み, 凍結設備の設置工事
- ・工事を支える二つの『見える化』
山田宮古道路—山田北道路改良工事
- ・早期復興に應えるために取り組んだ現場運営の紹介
国道 45 号吉浜道路工事の事例
- ・東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強
- ・締固めによる木曽三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介
砂圧入式静的締固め工法 (SAVE-SP 工法)
- ・災害対応ロボット電波を使用した遠隔操縦ロボット用災害対策車
両システムの開発 遠隔操縦ロボットシステム ASAM

◆投稿論文 振動ローラの機械仕様に関する研究

◆交流の広場 防災・災害把握へのドローンの利用

◆JCMA 報告

- ・平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 3)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その 4) 昭和 37 年～42 年

◆統計

- ・インフラシステムの海外展開の動向
- ・平成 28 年 建設業の業況

平成 29 年 1 月号 (第 803 号)



建設機械 特集

- ◆巻頭言 変化に対応できる生き物が生き残る
- ◆行政情報
 - ・国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向
- ◆技術報文
 - ・新型振動ローラの紹介 SW654 シリーズ
 - ・最新型ホイールローダ 950MZ
 - ・新型 50 t 吊ラフテレーンクレーン Rf シリーズラフター SL-500Rf PREMIUM
 - ・2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9 t 吊クローラクレーン開発 CC985S-1 の特長
 - ・ガソリン /LPG エンジン式小型フォークリフト FOZE 0.9 ～ 3.5 トン
 - ・リチウムイオンバッテリーを搭載した新型ハイブリッド油圧ショベル SK200H-10
 - ・フォークリフト用燃料電池システムの開発と今後の取り組み
 - ・新型高所作業車の開発 スカイボーイ AT-170TG-2, AT-220TG-2
 - ・全回転チュービング装置 RT シリーズ 大口径低空頭・軽量型 RT-250L の紹介
 - ・新世代 350 t 吊クローラクレーンの開発 SCX3500-3
 - ・搭乗式スクレーパの開発 HBS-2000「RHINOS」(ライノス)
 - ・大型自航式ポンプ浚渫船 CASSIOPEIA V
 - ・鉄道クレーン車 KRC810N
 - ・油圧ショベル PC138US/PC128US-11
 - ・ショベル系の開発と変遷史
- ◆交流の広場
 - ・安全の責任について考える ～技術者の身に着けるべきグローバルな安全感覚～
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷 (その 5) 昭和 43 年～50 年
- ◆統計 建設機械産業の現状と今後の予測について

平成 29 年 2 月号 (第 804 号)



大深度地下、地下構造物 特集

- ◆巻頭言 トンネル工事の効率化のために
- ◆技術報文
 - ・地下鉄建設技術と工事用機械 90 年の歴史を概観する
 - ・倉敷国家石油ガス備蓄基地 LPG 岩盤貯槽建設工事 プロパン 40 万 t を貯蔵する水封式岩盤貯槽
 - ・非開削工法による海底ケーブル陸揚管路敷設 リードドリル工法

- ・地下ダム工事における SMW 工法の精度管理システム !! リアルタイムによる施工管理システム
- ・本体兼用鋼製連壁の地下トンネル築造工事
- ・3 連揺動型掘進機による地下通路の施工実績 日比谷連絡通路工事 R-SWING® 工法
- ・国内最大のシールドマシン 東京外環 (関越～東名) 事業に使用
- ・縮径トンネル掘削機の開発 トンネル掘削機外径の縮小・復元が可能な縮径 TBM
- ・海外のケーブル埋設用掘削機械の実態調査と掘削試験
- ・情報化施工を活用した大口径・大深度立坑における効率的な水中掘削技術 自動化オープンケーソン工法による大口径・大深度オープンケーソンの施工
- ・大型埋設物を切り回し地下鉄直上に短期間で通路を築造 東京メトロ東西線・パレスホテル東京 地下通路
- ・大水深構造物の点検用水中調査ロボット
- ・トンネル等屋内工事現場における位置把握システムの開発 屋内空間でのヒト・モノの位置をリアルタイムに把握
- ◆投稿論文
 - ・振動ローラの加速度計測を利用した地盤剛性値の算出について
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷 (その 6) 昭和 51 年～58 年
- ◆統計 建設業における労働災害の発生状況

平成 29 年 3 月号 (第 805 号)



地球温暖化対策、環境対策 特集

- ◆巻頭言 自動車及び建設機械の排ガス浄化・低燃費化施策
- ◆技術報文
 - ・二酸化炭素 (CO₂) 排出量を 6 割削減できる高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの実工事への適用 ECM(エネルギー・CO₂ ミニマム)セメント・コンクリートシステム
 - ・CO₂ 排出量削減に向けた IoT 技術の活用事例 IoT 技術で取得した建設機械稼働データの分析 KenkiNavi
 - ・水素社会を実現する具体的提言 産業廃棄物処理の現場から水素社会を実現する技術
 - ・土木機械設備における LCA 適用の考え方に関する一考察
 - ・山岳トンネル工事のエネルギーマネジメントシステム TUNNEL EYE
 - ・自動粉じん低減システム 粉じん見張り番
 - ・帯電ミストによる浮遊粉塵除去システムの開発 マイクロ EC ミスト®
 - ・グラブ浚渫の効率化と精度向上を実現したトータルシステム 浚渫施工管理システムに三次元データを導入したグラブ浚渫トータル施工システム
 - ・凝集効果が長期間持続する凝集剤による濁水処理方法の紹介 徐放性凝集剤「J フロック」
 - ・自然由来ヒ素汚染土壌の分離浄化処理工法の開発
 - ・高性能ボーリングマシンの低騒音化・自動化 再生可能エネルギー熱の普及に向けた取組み
 - ・トンネル工事の発破に伴う低周波音の低減装置 サイレンスチューブ
 - ・おもりをを用いた工事振動低減工法の概要 地盤環境振動低減工法 GMD 工法
- ◆交流の広場
 - ・VR による BIM と建築環境シミュレーションの同時可視化システム

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷（その7）

平成 29 年 4 月号（第 806 号）



建設業の海外展開，海外における建設施工 特集

◆巻頭言 建設業のインフラ海外展開

◆行政情報

- ・建設業の海外展開と ODA

◆技術報文

- ・ラックフェン国際港アクセス道路・橋梁工事
ベトナム国内最大の海上橋
- ・既設営業線直下での圧気併用開放型矩形シールド機による施工
シンガポール地下鉄トムソン線マリーナベイ新駅
- ・シンガポール MRT
トムソン－イーストコーストライン T207 工区
- ・台北市における大深度圧入ケーソンの施工実績
台湾・大安電力シールド工事
- ・スマラン総合水資源・洪水管理事業ジャティバランダム建設工事
JICA Loan IP-534
- ・ケニア モンバサ港コンテナターミナル開発工事
JICA Loan Agreement No. KE-P25
- ・シンガポール・チュアスフィンガーワンコンテナターミナル埋立工事
大型自航式ポンプ浚渫船〈CASSIOPEIA V〉による埋立浚渫工事
- ・シンガポール・トゥアス地区でのグラブ浚渫
トゥアスコンテナターミナル建設プロジェクト
- ・ソロモン諸島ホニアラ港施設改善計画工事

◆交流の広場

- ・日本企業による水ビジネスの海外展開

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷（その8）

平成 29 年 5 月号（第 807 号）



解体とリサイクル，廃棄物処理 特集

◆巻頭言 建設系廃棄物のリサイクルの今後の展望

◆技術報文

- ・環境負荷を大幅に削減した解体工法を本格適用
シミズ・クールカット工法
- ・最新の超大型建物解体機 SK2200D
- ・各種技術を駆使したダム撤去工事
- ・解体コンクリートの現場内有効利用の多様化
ガラダム工法の適用範囲・施工法の拡充
- ・大規模土工事における岩塊の有効活用と搬送設備のリユース
東松島市野蒜北部丘陵地区震災復興事業における取組み
- ・震災コンクリートがらを利用した海水練りコンクリートの製造・施工

- ・産業用ロボットを応用した建設廃棄物選別システム
- ・植物廃材を活用した「バイオマスガス発電」
- ・汚染土壌対策 戦略的な土地活用を支援する「サステナブルレメディエーション」に基づく評価ツールの開発 SGRT-T
- ・新東名高速道路における建設時の重金属含有土対策
- ・簡易破碎方式によるベントナイト混合土を用いた遮水層の効率的施工技術
T-Combination クレイライナー工法による現地発生土の有効利用
- ・港湾内放射性汚染物質の被覆・封じ込め
1F 港湾内海底土被覆工事の概要
- ・放射能汚染土の分級減容化と再生利用に関する検討

◆交流の広場 新幹線地震対策技術の進化を振り返る

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷（その9）

◆統計 平成 29 年度 公共事業関係予算

平成 29 年 6 月号（第 808 号）



都市環境，都市基盤整備，自然再生等 特集

◆グラビア 時代の建層（ときのけんそう）

◆巻頭言 育てる

◆技術報文

- ・整備新幹線の軌道・電気工事用機械
- ・地下水流動を妨げずに事業継続できる汚染地下水の拡散防止技術
原位置で多様な複合汚染地下水に対応可能なマルチバリア工法
- ・硬質粘土塊を対象とした自然由来砒素の浄化技術
- ・微生物を利用した水銀汚染土壌の浄化技術
- ・礫間接触酸化槽と植生浮島を適用した小規模閉鎖性湖沼の水質浄化事例
- ・集中豪雨時の道路冠水対策・河川氾濫対策
樹脂製雨水貯留浸透槽の道路下への適用「セキスイ アクアロード」の開発
- ・多発する集中豪雨に対応した高機能雨水貯留施設の開発
ハイブリッド雨水貯留システム
- ・建設工事における生物多様性保全および環境創造技術
- ・敷地の潜在的な力を引き出す自然再生による「六花の森」プロジェクト
- ・「再生の杜」ビオトープ竣工後 10 年目の生物生息状況
都市域における生物多様性向上を目指して
- ・転炉系製鋼スラグ資材を用いた海域環境造成技術の開発
- ・樹木対応型壁面緑化システムの開発
パーティカルフォレスト®
- ・時代の建層（ときのけんそう）
建設残土を利用した，時代を積み重ねる都市更新の提案

◆交流の広場

- ・セメント製造工程を活用した車載リチウムイオン電池のリサイクル技術

◆CMI 報告 ブルドーザの燃費評価値から実作業燃費への換算

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷（その10）

◆統計 主要建設資材価格の動向

平成 29 年 7 月号 (第 809 号)



基礎工、地盤改良 特集

- ◆巻頭言 大規模災害で発生する災害廃棄物対策にむけて
- ◆技術報文
 - ・高機能、施工の省力化、省資材化を達成した防潮堤の開発
ハイブリッド防潮堤の開発施工事例
 - ・ニューマチックケーソンによる深さ 70 m 大深度立坑築造工事
 - ・狭隘空間でも施工可能な場所打ち杭工法の概要と施工事例
超低空頭場所打ち杭工法 C-JET18
 - ・地中障害物撤去の新技術・新工法の開発 A-CR 工法
 - ・都市高速道路における ASR 劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工
阪神高速道路 西船場ジャンクション改築事業における事例紹介
 - ・空頭制限 2.0 m 以下で施工可能な小口径鋼管杭工法の開発
ST マイクロパイル工法
 - ・地盤改良体方式斜め土留め工法の適用事例
富山新港火力発電所 LNG1 号機新設工事
 - ・廃棄物最終処分場の減容化技術の開発と施工事例
リフューズプレス工法
 - ・大口径相対攪拌工法の概要と施工事例 KS・S・MIX 工法
 - ・地盤改良分野の ICT 活用技術 ジェットグラウト施工管理システム、GNSS ステアリングシステム、3D-ViMa システム
 - ・大口径掘削杭工法対応のアースドリル開発 SDX612
 - ・三点式杭打機フェニックスシリーズ「DH758-160M」の紹介
 - ・低空頭、狭隘地で活躍する軽量小型の地中連続壁掘削機の開発
MPD-TMX 工法
 - ・地盤改良工事を全自動で施工管理
ICT を導入した全自動施工管理制御システムの開発 Y-LINK
 - ・木造住宅の耐震性 ビッグフレーム構法とマルチバランス構法
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 1)
- ◆部会報告 ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

平成 29 年 8 月号 (第 810 号)



歴史的遺産・建造物の修復 特集

- ◆グラビア
 - ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ
過去、現在そして未来へ
- ◆巻頭言 歴史遺産感動の 3 要素
- ◆技術報文
 - ・魅せる素屋根の技術と見せる保存修理
近代ニッポンを支えた世界遺産 旧富岡製糸場
 - ・伝統建築における設計施工一貫 BIM
薬師寺食堂(じきどう)復興事業
 - ・熊本城の櫓を鉄の腕で支える
飯田丸五階櫓倒壊防止緊急対策工事
 - ・経年が 100 年を超える鉄道土木建造物の維持管理

- ・国重要文化財の永代橋、清洲橋の長寿命化
- ・大規模シェル構造ラジアルゲート建設への取り組み
大河津可動堰改築ゲート設備工事
- ・新橋駅の改良とレンガアーチの補強・保存
- ・狭山池の改修とその技術の変遷
- ・歴史的鋼橋の補修補強工事
土木遺産である晩翠橋の補修補強工事の紹介
- ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ
過去、現在そして未来へ
- ・歴史的建造物の移動(曳家)、免震化(レトロフィット)工事
- ・消えた建設機械遺産群 わが国の建設機械の始祖

◆交流の広場 博物館明治村

◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 2)

◆CMI 報告 放置車両等を移動する道路啓開機材の開発検討

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷(その 11)
- ・ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

◆統計 建設企業の海外展開

平成 29 年 9 月号 (第 811 号)



維持管理・老朽化対策・リニューアル 特集

- ◆巻頭言 社会インフラの老朽化、これは JAPAN IN RUINS ですか
- ◆行政情報
 - ・ダム再生 既設ダムの有効活用
 - ・道路の老朽化対策の取り組み
- ◆技術報文
 - ・車線供用下での東名高速道路リニューアル事業の施工
用宗高架橋(下り線)の床版取替え工事
 - ・PC ゲルバー橋の連続化 首都高速 1 号羽田線 勝島地区橋梁
 - ・短工期を実現した天井板撤去の取組み
神戸長田トンネル天井板撤去工事
 - ・走行型高速 3D トンネル点検システム MIMM-R(ミーム・アール)
画像・レーザー・レーダー技術による点検・調査・診断支援技術
 - ・武蔵水路「安全・安心な施設へのリニューアル」
水路改築工事におけるプレキャスト工法の施工実績
 - ・福岡空港における高強度 PRC 版による老朽化対策
 - ・港湾構造物の維持管理への ICT の活用
無線操作式ボートを用いた港湾構造物の点検・診断システム
 - ・鉄道構造物の維持管理と検査・診断技術
 - ・鉄道構造物の延命化・リニューアル技術
 - ・高強度かつ高耐久性のセメント系繊維補強材料
タフショットクリート®
 - ・産業遺産である老朽化した水力発電所の改修と立坑掘削時における地山の変位と対策
 - ・歴史的建造物(レンガ建屋)の曳家工法による保存
蔵上浄水場第 1 高区配水池改良工事
 - ・船場センタービル外壁改修工事
大規模商業施設における外壁改修
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 3)
- ◆CMI 報告
 - ・構造物の耐衝撃性評価に関する試験・研究
鋼製台車とレールを用いた衝突試験装置の紹介
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷(その 12)
- ◆統計 平成 29 年度 建設投資見通し

平成 29 年 10 月号 (第 812 号)



建築 特集

◆巻頭言 人工技能研究のすすめ

◆行政情報

- ・「適正な施工確保のための技術者制度検討会」とりまとめ
- ・建築物省エネ法の概要

◆技術報文

- ・ホール舞台スノコ天井リフトアップ工事
- ・既存建物の不快な床振動を低減する制振技術 SPADA (スパーダ) - Floor
- ・VR 技術を活用した教育システムの開発と運用 施工技術者向け VR 教育システム
- ・地上躯体に適用可能な中品質再生骨材を用いたコンクリートの実用化
- ・外側耐震補強構法『KG 構法』の新たな展開 完全外部施工方法の開発
- ・杭頭接合部の耐震性能向上および施工の省力化技術 鋼板補強型杭頭接合工法 TO-SPCap 工法の開発
- ・スマートデバイスを活用した『杭施工記録システム』の開発 「KOC Co チェックシステム」アプリケーションの紹介
- ・ロボット溶接による建築現場溶接施工法の開発と適用
- ・自律型清掃ロボットを開発 T-iROBO® Cleaner
- ・建物の安全性即時診断システム 1ヶ所の地震計で地震後即時に建物の安全性を自動診断
- ・ハイブリッド架構による耐火木造建築の技術開発

◆交流の広場

- ・デザイン思考でデジタル活用 労働安全分野への適用

◆JCMA 報告

- ・平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 4)

◆部会報告 ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

平成 29 年 11 月号 (第 813 号)



防災、安全／安心を確保する社会基盤整備 特集

◆巻頭言 社会資本整備を考える

◆行政情報

- ・Lアラート：防災情報共有システムの現状

◆技術報文

- ・平成 28 年熊本地震における阿蘇大橋地区斜面防災対策工事での分解組立型バックホウの活用
- ・国内初大型ニューマチックケーソン 2 函同時設け施工
- ・サイフォンと水中ポンプの機能を併用した排水システムの開発 ハイブリッド・山辰サイフォン排水システム
- ・熱赤外線サーモグラフィによる斜面調査

- ・地下鉄トンネル覆工のはく離・浮きの可視化による検出システムの検討

- ・無排泥粘土遮水壁工法の開発 エコクレイウォールⅡ工法

- ・老朽化した狭小導水路トンネルリニューアルの機械化施工

- ・超音波振動を併用した薬液注入工法 UVG 工法

- ・石積み擁壁耐震補強工事における鉄道営業線近接施工

◆交流の広場

- ・非常食の循環システム付き宅配ロッカー「イーバルボックス」ソリューションによる、ローリングストック実現にむけて

◆JCMA 報告

- ・平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 5)

◆部会報告

- ・ISO/TC 127 土工機械広島総会及び ISO/TC 127/SC 3/WG 12ISO 6405 土工機械—操縦装置などの識別記号 国際 WG 会議報告

◆統計 平成 29 年 建設業の業況

平成 29 年 12 月号 (第 814 号)



先進建設技術 特集

◆巻頭言

- ・建設産業がけん引する「第 4 次産業革命」 具体化への期待

◆行政情報

- ・i-Construction 推進の取組み状況 普及促進事業の進捗
- ・国土交通省における CIM の導入・推進

◆技術報文

- ・ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジにおける災害対応建設ロボット
- ・総合的な i-Construction による緊急災害対応 阿蘇大橋地区斜面防災対策工事における無人化施工
- ・油圧ショベル用遠隔操縦装置の開発 災害現場への適応性を向上させた新型簡易遠隔操縦装置ロボ QS
- ・自律移動ロボットによる盛土締固め度及び水分量測定の自動化
- ・次世代建設生産システムの現場適用と生産性向上への展望 ロックフィルダムへの適用紹介とインフラ無線システム
- ・大水深対応型水中作業ロボットの開発 DEEP CRAWLER
- ・ドリル NAVI における新機能の開発
- ・AI を活用したコンクリート表層品質評価システムの開発
- ・建設機械の改造が不要で着脱可能な装置による無人化施工技術の開発 熊本城崩落石撤去へ汎用遠隔操縦装置「サロゲート」の適用事例
- ・次世代型ビーコンを利用した屋内作業員の可視化による現場管理システムの開発 EXBeacon プラットフォーム現場管理システム
- ・IoT を活用した建設機械用アタッチメントの稼働管理システム (TO-MS) の開発 AI で故障予知・稼働監視を実現、未来型アフターサービスの提供によるランニングコストの低減
- ・移動体多点計測技術 (MMS) を用いた出来形管理に向けた基礎的研究

◆交流の広場

- ・パワーアシストスーツを活用した作業者の負担軽減

◆部会報告

- ・ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 国際ジョイント作業グループ会議報告

編集後記

梅雨が明けてから非常に厳しい暑さが続いております。読者の皆様はいかがお過ごしでしょうか？

7月には、西日本全体が広域で豪雨災害に見舞われました。年々極端化する気象現象とその猛威に懸念が増しています。異常気象現象は、世界的にみれば、台風や竜巻の巨大化、温暖化による海水面の上昇、大規模な干ばつ、集中豪雨などを引き起こし、ゆくゆくは難民の増加、また食料不足や水不足などの発生により内戦や戦争にまで発展するのではないかと懸念されており、私どもも引き続き注視する必要がある問題だと思います。

さて、8月号のテーマは「地域交通、スマートシティ、自動運転」です。

本号の巻頭言は、東京工業大学の柏木先生にお願いしました。

「超スマート社会 Society 5.0 によるスマートシティ」と題し、「技術革新の著しいIoT、ビッグデータ、AI層のサイバー層と燃料電池・蓄電池・太陽光や風力発電、EVや次世代型家電などを高度に制御し、IoT（サービスのインターネット化）を実現する社会について」ご提言を賜りました。

技術報文は、エネルギー管理のシステム、新交通システムの構築、自動運転車システムの開発を中心にご執筆いただきました。

日本は今後も少子高齢化社会、また、全国的には過疎化が進行していくといわれている中で、社会システムが徐々にかつ確実に変化していくことに気づかされます。また、このようなインフラの変化は社会全体にかかるコストの軽減につながります。コストとは、主にエネルギーと人件費です。無人化運転は人件費の抑制につながりますし、新交通システムや街のコンパクト化はエネルギーの削減につながります。

一方で、東京など都市では人口の過密化が進んでいます。今後ますます建物の省エネ、すなわちエネルギー管理の課題解決が重要となっていくものと思われます。

こう鑑みますと、私たちは今、時代の大きな転換点（パラダイムシフト）に位置しているものと痛感します。今月号の各技術報文から、読者の皆様にはその変化を感じ取っていただければ幸いと存じます。

最後になりますが、ご多忙の中、快く執筆を引き受けてくださった皆様と仲介の労をとって下さった皆様に厚く御礼申し上げます。ありがとうございました。

（中川・岡田）

9月号「維持管理・長寿命化・リニューアル特集」予告

・Society5.0の具現化により水害の犠牲者ゼロを目指す河川情報最前線
・インフラ維持管理のデータサイエンス/AI活用
・GNSSと維持管理
・社会インフラ維持管理の情報プラットフォーム化
・スマートインフラセンサネットワークの構築
・コンクリートポンプ車を活用したインフラ点検ロボットの開発
・光ファイバセンサによる維持管理のためのモニタリング技術
・コッター式継手をを用いた橋梁用プレキャストPC床版の開発
・速硬軽量無収縮モルタルを利用した鋼板巻き立て工法
・築60年を超える既設ダムリニューアル工事
・高欄の更新技術
・壁やスラブのせん断補強を効率的に行うTプレート工法
・炭素繊維複合パネルを用いたコンクリート構造物の補修・補強工法
・プレキャストを利用した老朽化橋梁のリニューアル技術

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX

年間購読料（12冊） 9,252円（税・送料込）

建設機械施工

第70巻第8号（2018年8月号）（通巻822号）

Vol.70 No.8 August 2018

2018（平成30）年8月20日印刷

2018（平成30）年8月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 田崎忠行

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；<http://www.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 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10

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

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
田中 康順	塚原 重美
中岡 智信	中島 英輔
渡邊 和夫	

編集委員長

見波 潔	村本建設(株)
------	---------

編集委員

林 利行	国土交通省
山口 康広	農林水産省
中村 弘	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
三輪 敏明	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
鈴木 貴博	日本国土開発(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO
中川 明	コマツ
山本 茂太	キャタピラージャパン
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
安藤 正紀	(株)加藤製作所
川井 成人	古河ロックドリル(株)
山下純一郎	(株)前田製作所
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテル-タ リンソーサー 離操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ボーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現！

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押しスイッチ
装着可能

自由度の高い
多様なオーダー対応

ボタン配置自在／最大32点

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

優れた
耐塵・防雨性能

送信機はIP65相当

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8操作標準型
RC-5808N

●8操作8リレー
●軽量コンパクト
受信機

セットで
15万円
(税抜価格)

12操作標準型
RC-5812N

●12操作12リレー
●照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17万円
(税抜価格)

16ボタン
モデル

16操作標準型
RC-5816N

●16操作16リレー
●同じ外形で
16個のボタンを
コンパクトに配置

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-6016N

●16操作16リレー
最大25リレーまで
対応可能

セットで
20万円
(税抜価格)

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)



微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8616N

●16操作16リレー
最大32リレー迄
対応可能

セットで
22万円
(税抜価格)

モデルチェンジ！ 内部設計を一新！
全ての互換を優先しました。

N/U/Gシリーズ

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能

送信機はIP65相当

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

特殊スイッチ

オーダー対応例

裏面
スイッチ

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティサテル-タ

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
RC-7126N

セットで 45万円～
(税抜価格)

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

3ノッチジョイスティック型

RC-7132N

セットで 90万円～
(税抜価格)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

●操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル

新型ジョイスティック

3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップケーブルレス

Nシリーズ

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

●8操作
8リレー

セットで
12万円
(税抜価格)

コンパクトという選択肢!!

チップ部品採用で
ポケットサイズ化

トコトン機能を絞って
コストダウン

アルカリ乾電池なら
連続使用60時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

従来機と
信号互換あり!

受信機は既設のままで送信機のみ取替も可

ケーブルレスミニ

N/Rシリーズ

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

●2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10万円
(税抜価格)

特許! テルハには
ゼロ線電源*で
電気配線工事 不要!!
更に、おんぶ! だっこ金具*で
取付簡単!! (*オプション)

取付例

ポケットサイズの本格派!

標準型
RC-4303N/R

セットで
10万円
(税抜価格)

データケーブルレス

N/R/U/G
シリーズ

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応

●機器間の信号伝送に!
●多量の有線配線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 20.5万円 (税抜価格)
TC-1308N (微弱電波) 22万円 (税抜価格)

送信機
(外部接続入力型)

写真
は
Uシリーズ

7100型
6300型
5700型
3200型

受信機

工次次第で用途は無限!

無線式火薬庫警報装置

標準付属品付
セットで
40万円
(税抜価格)

●長距離伝送
到達距離約2km～(6km)

●受信機から
電話回線接続機能

●高信頼性
異常判定アルゴリズム

●音声メッセージで
異常箇所を連絡 (受信側)

●大音量警鳴音発生
110dB/m

ER-2000R (受信機) ET-2000R (送信機)

2km～(6km)

発破番 ES-2000R

音声 一般電話へ
自動転送!

音声 音声メッセージ

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索

離操作

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N

●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能

●見易くなった電池残量告知ランプ付

セットで
22万円
(税抜価格)

価格もサイズも
ハンディ並み!

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

軽量コンパクト
ショルダータイプ

MAXサテル-タ

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U

●多機能多操作
(比例制御対応も可)

セットで
95万円
(税抜価格)

全押しボタン
装着タイプ

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線変速ジョイスティック
2本装着例

常 に 半 歩、先 を 走 る

朝日音響株式会社

〒771-1311 徳島県板野郡上板町引野東原43-1

FAX: 088-694-5544 (代) TEL: 088-694-2411 (代)

http://www.asahionkyo.co.jp/

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

〒771-1311 徳島県板野郡上板町引野東原43-1

FAX: 088-694-5544 (代) TEL: 088-694-2411 (代)

http://www.asahionkyo.co.jp/

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

〒771-1311 徳島県板野郡上板町引野東原43-1

FAX: 088-694-5544 (代) TEL: 088-694-2411 (代)

http://www.asahionkyo.co.jp/

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

朝日音響株式会社

本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

- コストパフォーマンスに優れる。
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルなので運搬能力に対して安価である。
- 安全性に優れる
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。
- 環境に優しい。
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。
- 大型機材の運搬も可能
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651
URL <http://www.yoshinaga.co.jp>

建設機械施工 広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告等を好評掲載しています。

■職業別 購読者

建設機械施工／建設機械メーカー／商社／官公庁・学校／サービス会社／研究機関／電力・機械等

■掲載広告種目

穿孔機械／運搬機械／工事用機械／クレーン／締固機械／舗装機械／切削機／原動機／空気圧縮機／積込機械／骨材機械／計測機／コンクリート機械等

広告掲載・広告原稿デザイン——お問い合わせ・お申し込み

 **サンタナアートワークス**

広告営業部：田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はメール、FAXでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。
※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お名前： 所属：

所 属：

会社名(校名)：

資料送付先：

電 話： FAX：

E-mail：

広告掲載 メーカー名	製品名

FAX 送信先 サンタナアートワークス 建設機械施工係 **FAX 03-3664-0138**

www.denyo.co.jp

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!



DCA-25MZ

GAW-155ES

DIS-8

DIS-80LBE



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

札幌営業所 011(862)1221
東北営業所第1課 019(647)4611
東北営業所第2課 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570

東京支店 03(6861)1122
横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259
名古屋営業所 052(856)7222
金沢営業所 076(269)1231

大阪支店 06(6448)7131
 広島営業所 082(278)3350
 高松営業所 087(874)3301
 九州営業所 092(935)0700

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

NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー

MT-55H

NETIS No. TH-100005-VE



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



MLP-1212A



FX-40G/FU-162



MCD-318HS-SGK

低騒音指定番号6190

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)

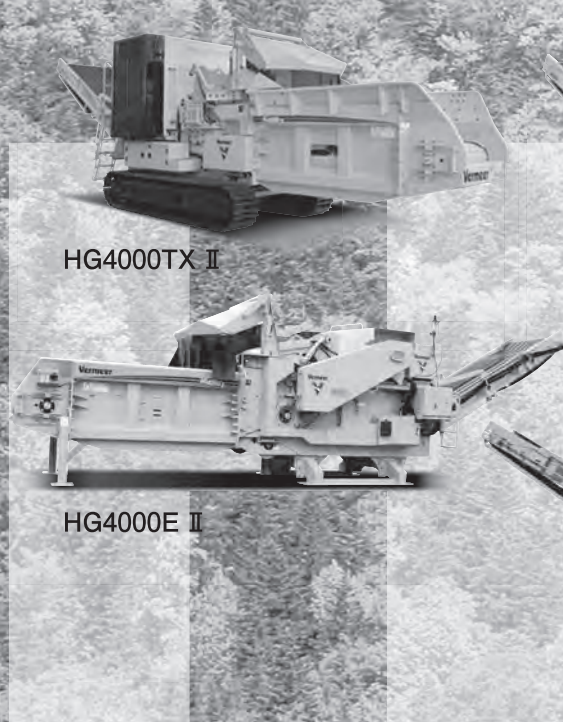
大阪支店 TEL: 06-6745-9631
札幌営業所 TEL: 011-892-6920
仙台営業所 TEL: 022-238-1521
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
長野出張所 TEL: 080-1013-9542
中部営業所 TEL: 052-451-7191
金沢出張所 TEL: 080-1013-9538

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: 080-1013-9558

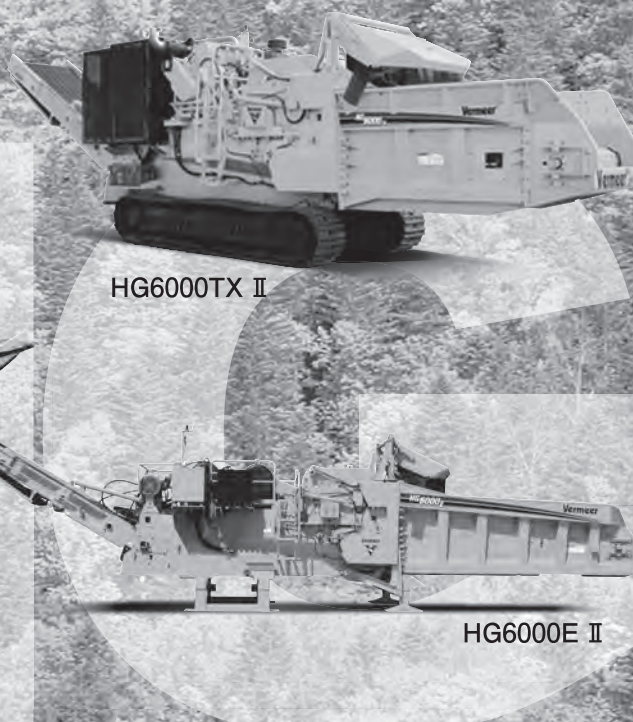
沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328

マルマテクニカのホリゾンタルグラインダー



HG4000TX II

HG4000E II



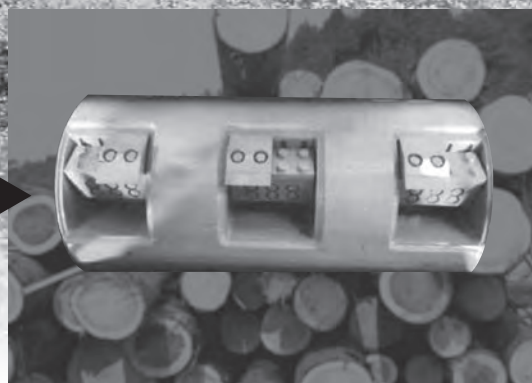
HG6000TX II

HG6000E II

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。



破碎部のみの載せ替えが可能!!
様々な用途に1台で対応が可能



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

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



カッター出力 330kW
総質量 120ton



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本 社 ・ 営 業
カスタマーサービス相模事業所
大 阪 支 店
西 部 支 店
三 重 工 場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒252-0328 神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出長常町1129番地11

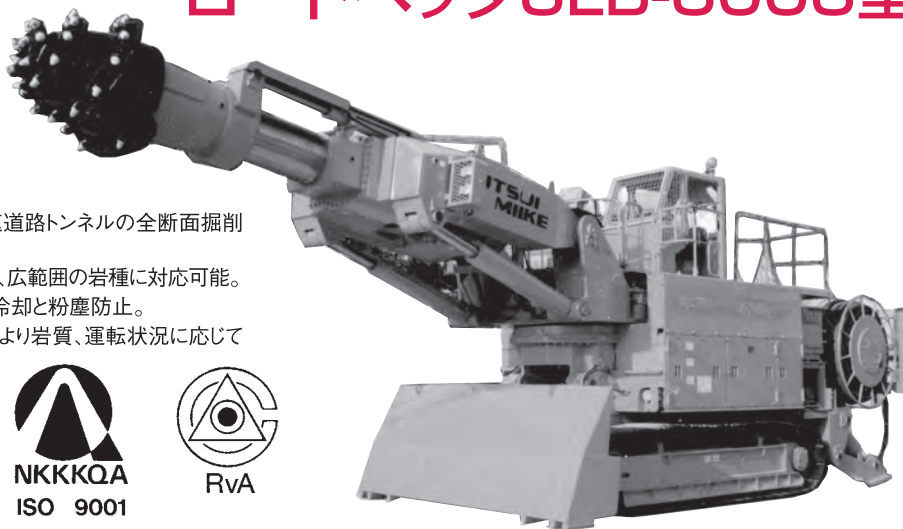
TEL. 03-5733-9444
TEL. 042-767-2586
TEL. 06-6387-3371
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッダSLB-300S型

特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面对掘削が可能。
2. 300kW・2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式/パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。



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

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH。**
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は**油圧バルブ**用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイムタイマー付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

本社工場 〒474-0071 愛知県大府市梶田町 1-171
TEL 0562-47-2167 (直通) FAX 0562-45-0005
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>
e-mail mgclub@daiwakiko.co.jp
営業所 東京、大阪、他



i-Construction を全力サポート

サイテックジャパンは、「サイトテクノロジー(現場技術)」のコンセプトのもと、既に世界各国各地域で100社以上が情報化施工の専門企業として活躍している TRIMBLE のグローバル販売・サービスネットワークの一員です。日本国内にサービス・ネットワークを展開し、TRIMBLE と世界の SITECH と協力を行い、皆様の i-Construction・iCT 情報化施工を全力でサポートいたします。

Trimble Earthworks

最新マシン・コントロール
マシン・ガイダンスシステム

2018年8月28日～30日
【幕張メッセ】

**建設・測量生産性向上展
CSPI-EXPO**
に出展いたします。
(小間番号 B51)



サイテックジャパン株式会社

〒144-0035 東京都大田区南蒲田 2-16-2
テクノポート三井生命ビル
03-5710-2594
info@sitechjp.com

Trimble Earthworks
SITECH-JAPAN.COM



雜誌 03435-8



4910034350889
00800