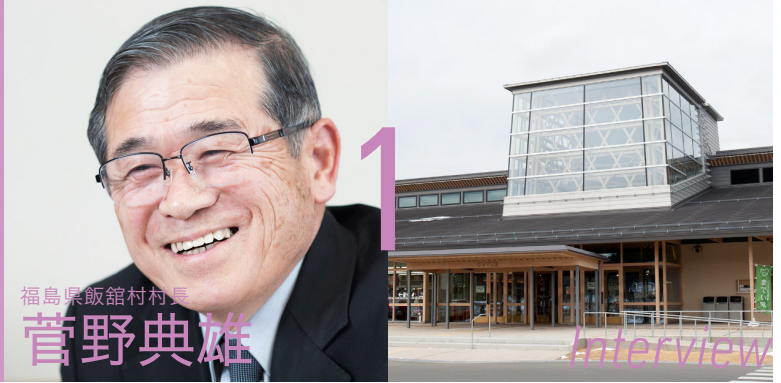


## Contents

### 02-03 インタビュー

## 東日本大震災から8年 福島県飯館村の新たな 村づくり——復興地からの「視点」

聞き手 作家/エッセイスト 茶木 環  
東電タウンプランニング 濱崎裕衣



### 06-08 インタビュー

## 宇宙の社会インフラに係る 今後の展望

聞き手 東京大学教授 企画 みずほ総研 東急電鉄  
布施孝志 文責 梅村恭平 小里好臣



### 04-05 Projects

東急グループが描く渋谷のまちづくりビジョン Greater SHIBUYA 構想 太田雅文

### 11 Reports

第5回イブニングセミナー

高森惇史

### 09 Projects

宇宙拠点建設への自動/遠隔建設システムの適用 三浦悟

### 12 Topics

産学共働若手勉強会

金子雄一郎

### 10 Projects

月面基地建設のための「液体を使わない建設資材の現地生産技術」 柳原好孝

## お知らせ

### 2019年度総会

総会

●日 時 4月24日(水) 18:00より

●場 所 東海大学校友会館(霞が関ビル35階)

後日、皆様に正式な開催通知を差し上げますので、ご出欠の可否はそのあとにいただきます。

### “AI時代”のエンジニア・研究者の役割とは? ～産学の若手によるディスカッション～(仮)

活動報告会

4月24日の総会後、活動報告会を開催します。今回は産学共働若手勉強会のメンバー4人が、AIに対する疑問や可能性、エンジニアや研究者の役割などについて、パネルディスカッション形式で討論を行います。

## Information

### ●発表者

田中皓介(東京理科大) 青山恵里(日本大学大学院博士後期課程)

北野喜正(東京急行電鉄(株)) 梅村恭平(みずほ総合研究所(株))

### ●進行

金子雄一郎(日本大学理工学部土木工学科、産学共働若手勉強会主査)

活動報告会後には懇親会を開催します。

### 春の見学会

春の見学会

虎の門地区の再開発を中心に5月に実施を予定しています。詳しい情報についてはHP (<http://www.keikaku-kotsu.org/>) をご覧ください。

## ◎復興地からの「視点」

**東**日本大震災に伴う福島原発事故により、全村避難を余儀なくされた飯舘村は2017年3月31日で一部帰還困難区域を除き、6年ぶりに避難指示が解除されました。震災から8年、飯舘村はどのような方法で村の再生を目指しているのか、今号では「視点」特別版として菅野典雄村長に語っていただきました。(取材は2019年1月15日)

## 被害者として居続けているだけではない

一昨年3月に避難解除された村に人々が戻り始め、今、村内の住民は1,000人弱です。村外で暮らす人々を含む「村民」で取り組んでいるのは「新しい村づくり」です。震災以降、飯舘村の再生に取り組む中で「復興」という言葉を多く使ってきましたが、「復興」を「元に戻る」という捉え方が多い中、飯舘村はもう元には戻らないのですから、今は復興という言葉は使わないようにしています。

飯舘村はいまだかつてない災害に見舞われ、約6,000人の村民はそれまでの日常生活を断ち切られました。けれども、村自体が消滅したわけではない。たとえ村の外で暮らそうと皆、飯舘村の村民であり、繋がりを維持するために村から車で1時間圏内への避難を提言し、結果、村民の90%が要望通りに避難することができました。したがって避難後



村の入り口にある看板

# Interview: Norio Kanno

## 東日本大震災から8年 福島県飯舘村の新たな村づくり

福島県飯舘村村長  
**菅野典雄**

作家/エッセイスト 東電タウンプランニング  
**茶木 環** 濱崎裕衣  
(広報部会長) (広報部会員)

は、離れた村民同士のコミュニケーションや情報共有ができる「村民の声ネットワークシステム」の構築や、村から村民への情報発信のための広報活動、一時帰宅のための送迎バスの運行、住民登録していなくとも「住民」と認め一定の公共サービスが受けられる「ふるさと住民票」制度の導入、村の診療所の早期再開などの取り組みを行ってきました。

賠償などを含めて村民にはそれぞれ個々の事情や感情があり、差異が生じているということは理解していますが、この先へと進んでいくためには、「新しい村づくり」を目指して、「心のシェア」を第一に考えていただきたいと考えています。また、これから「新しい村づくり」において、物事をどういうふうにか考えるかという中では、バランス感覚、柔軟性、多様性が重要だと思います。「不便を楽しむのもよし」というような発想も必要で、この村にしかない「までいライフ=飯舘流スローライフ」(「までい」とは「大切に」「丁寧に」の意味。「真手」が語源)をテーマに前向きに村をつくっていく考えです。多様性という意味では村外からの新たな移住・定住・交流を進めており、移

住者には雇用や住居の支援も実施しています。

また、3月11日を「あたりまえをありがたいと思う日」に設定しました。現在、なんともない生活やちょっとした心遣いなどのエピソードを全国的に募集しています。これまでとは異なり、ちょっと違う視点で考えながら前に進んでいく。これは「被害者としていつまでも居続けているだけではない」という村のメッセージでもあるんです。

### これからの村づくりには村民の自立が不可欠

東北地方のひとつの小さな自治体である飯舘村が、震災後は東電や国と直接交渉を続けてきました。国と直接交渉して分かったことは、どんなに大きな相手でも熱意を持って向かえば、人によっては理解し協力してくれるということです。一方で、村民に向けては様々な会合を行いましたが、住民の不安は最高潮に達していて、私自身も度々、パッシングされました。どんなに非難されようとも、私自身としては、村と村民の将来を見据えて、除染、賠償、避難





“前を向いてしっかり復興の状況を発信していけば、10年後も20年後も忘れられない村になると思います——菅野,,

問題ではなく、思いを持った人に通ってもらいたい。例えば、昨年の中学3年生は22人全員が村内の中学に通ってくれました。避難先から往復に2時間半もかかるし、福島市内の中学校にいた方が受験の塾にも通えるので、かなり減ってしまうかと思っていたんですが、飯館中学校の卒業証書を皆でもらおうと話し合ったと聞き、涙が出ましたね。子どもたちさえも自立的な意識をすごく持っています。

被災地だからといって支援をしてもらうだけではなく、これからは村民に少しずつ自助努力や自己負担を求めていくことになります。「優しさ」のほかに「厳しさ」も必要なんです。他の災害と異なり、村内のほとんどは見た目が以前のままですから、大丈夫だと思って戻る方もいるし、もうだめだと言う方もいる。どちらも正しい判断だと思います。自分で選んでいくしかないし、「自分で選んだのだから、頑張っていこう」という気持ちになることが大切です。

#### 柔軟性を持って前を向いて進んでいく

村内に復興拠点をつくりました。いいたて村の道の駅“までい館”は主要県道沿いに開設しました。飯館村は主要産業が農業であり、中でもここは村内では一等地の農地でしたので、通常

でしたら私は間違いなくリコールとなるでしょう。けれども、県道を通る人たちに対して、福島県と飯館村が再生に向けて頑張っていることを積極的に見せていくことが必要だと考えました。この道の駅の敷地には「座右の銘」の散歩道ができる予定です。希望者は自分の名前と座右の銘が彫られた石が散歩道に並べられます。こうして村の現在の状況をできるだけ発信して風化させないというねらいもあります。飯館村は「忘れないでください」とは言わない。前を向いてしっかり復興の状況を発信していけば、10年後も20年後も忘れられない村になると思います。

これからはもう一度足元を見つめて、ないものねだりをするのではなく、あるものを探して活かしていくしかない。その上で、小さな自治体だからできることをやっていきたいです。たとえば、村では小学校6年生全員を北海道や沖縄に連れて行っていますが、このようなことは大きな自治体では難しいですよ。今も村外にいる人たちに戻ってきてもらうよう最大の努力はしていますし、村の入り口には「おかえりなさい」という看板を設置して、さらに村民を迎える思いを伝えていきます。よく村の住民数の目標を聞かれますが、それは村を出た住民に対してプレッシャーになってしまうので、一切考えていません。1,000人でもそれ以下の500人でも頑張っている町村は他にもあるんですよ。そういう柔軟性を持ちながら、前向きな新しい発想で村づくりをしていきたいですね。

した村民のフォロー、復興プラン、学校・教育など多岐にわたって考える必要があります、その中で、「何がどう問題なのか」を皆さんにできるだけ分かりやすく明示してきました。

これからの村づくりを担う人を育てる意味では学校教育が非常に重要です。今、生徒は認定こども園や一貫教育を実施している小学校・中学校合わせて約110人。このうち村内から通っている人は10人程で(現在は25人程)、あとは避難先からスクールバスとタクシーを利用した通学です。単純に生徒数を増やせばいいという



道の駅

## Projects:

## 会員企業百景

# 東急グループが描く渋谷のまちづくりビジョン Greater SHIBUYA 構想——クリエイティブなエンタテインメントシティに向けて

## 東京急行電鉄株式会社

都市創造本部渋谷開発事業部 副事業部長

太田雅文

(現 株式会社東急設計コンサルタント)

今、渋谷駅周辺では、超高層ビルや鉄道をはじめとした都市基盤整備の建設工事が佳境で、さながら「工事の街」との様相を呈しています。きっかけとなったのは、運輸政策審議会答申18号(2000年)にあった13号線(副都心線)と東横線との相互直通運転でした。明治通りを南下してきた13号線に東横線を接続すべく、かつて高架橋で渋谷駅に入っていた部分を代官山駅から地下へと切り替えたことが、渋谷駅全体の再構築へと繋がっていったのです。おりしも20世紀に入った当時盛んに議論されていた官民連携型まちづくりの枠組み「都市再生」政策の後押しもあり、駅周辺の高度利用も進められることとなりました。本稿では、渋谷における東急グループのビジョンについて概観してみたいと思います。

### ■渋谷の歴史と戦略コンセプト

渋谷の起源はいくつかの鉄道が集まる交通結節点でした。1934年に駅に隣接する東急東横店が開業、意義は東急沿線に住む人々に対し、日常的には地元では手に入らない買回り品を揃え、合わせて屋上の遊戯施設で一日家族が楽しめるようにしていた、いわば東急にとって「沿線の渋

谷」という位置づけでした(写真1)。1964年、前の東京五輪時に始まったNHKの内幸町からの移転をきっかけに、パルコ、ハンズ、109等街中に多くの個性ある商業施設が開業、回遊性が向上、「若者の街」として盛り上がってきます。

東急は、若者による活気も良いが、街の発展のためには、より所得の高い大人やオフィスワーカーが集まることも重要と考え、Bunkamura、マークシティ、セルリアンといった施設を開業してきています。今の渋谷は、2016年のリオ五輪閉会式でフィーチャーされたことに始まり、カウントダウン(写真2)、ハロウィンといったイベントで多くの外国人が集まるようになるいわば「世界のSHIBUYA」となっています。渋谷の街固有の資質、クリエイティブ(スタートアップ起業が多い) & エンタ

テインメント(ライブハウスが多い)を生かし、世界と沿線のバランスを取ることが東急の渋谷戦略の基本コンセプトです。

### ■駅周辺の整備・開発

東横線の地下化により生じた跡地空間をいかに活かしてターミナル全体の再構築を行うかの議論が始まったのは20世紀初頭、学識経験者も入れた官・民・地域連携型の委員会が組織化されました。鉄道路線間の乗り換え利便性・わかりやすさを向上すべく埼京線と銀座線のホームを移設、広場や雨水貯留槽(容量4,000m<sup>3</sup>)の新設等地下空間の有効活用を図るべく渋谷川も移設、駅南で川と並列する線路跡地も一体的な河川空間として活用すべく土地区画整理の手法を用いて駅前の河川用地と交換、その他駅前広場、デッキ、自



写真1 渋谷(1960年)



写真2 カウントダウン：2017.12.31～2018.1.1





提供：渋谷駅前エリアマネジメント協議会

図1 渋谷駅周辺開発(都市再生特区)

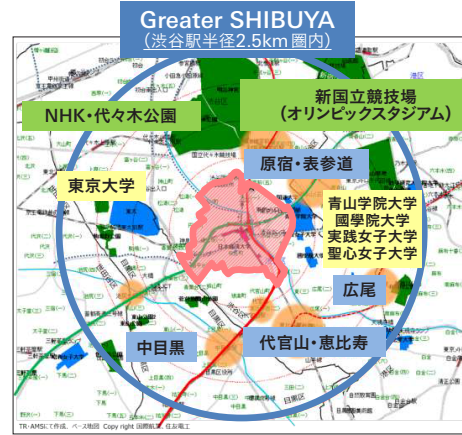


図3 Greater SHIBUYA 構想

由通路、駐車場等都市基盤についての方向性が決められ、2005年には渋谷駅を中心とした約700mの範囲が都市再生緊急整備地域に指定されました。

駅周辺の大型開発案件には都市再生の特區制度が適用されました(図1)。公共貢献のポイントは「アーバンコア」、即ち、駅が谷底に位置する坂の街で地下空間やデッキの整備が進められることもあり、その上下移動を克服するための縦動線を建物内で提供することで、2012年にヒカリエ、2018年にストリーム、今年秋には駅前のスクランブルスクエア東棟が開業します。もちろん前述の渋谷固有資質を活かすべく、ヒカリエではシアターオーブや8Fのクリエイティブ活動支援施設、ストリームではホールやホテル、スクランブルスクエアでは展望施設(図2)や「QWS」

という産学連携・交流施設が提供されてきて、駅周辺地域の位置づけは高まりつつあります。

### ■ Greater SHIBUYA 構想

一方、東急が目指す渋谷の将来像は、必ずしも駅の周りだけでなく、街全体が盛り上がり発展することで、この観点から、昨年4月公表の中期経営計画に「Greater SHIBUYA 構想」を盛り込みました。渋谷の特徴は、たとえば新宿と比較してコンパクトで(「新宿」と名がつく駅は9つありますが「渋谷」は1つです)、周辺に存在感のある、青山、原宿、恵比寿、代官山といった街により囲まれていることにあります。この特色を生かして隣の街との回遊性を高めるべく、駅から街に向かうシンボリックな「軸」を作ることが効果的かと思われ(図3)。たとえば、ストリ

ームの開発は渋谷川の再生(写真3)がセットとなりました。元々、ほとんど水が流れていなかった川に、落合下水処理場からの処理水を壁面から流すことにより、「川」としての存在感を復活、東横線線路跡地の遊歩道化やブリッジや100BANACH、ログロード代官山の開発も進めています。原宿に向かうキャットストリーの入口にはクリエイティブワーカートの拠点でもあるキャスト(写真4)を一昨年開業しました。これからも、渋谷が単なる「副都心」ではなく、郊外に延びる鉄道沿線地域とも連携しながら、独自のアイデンティティで東京を牽引する構造へと導くべく、ソフト・ハード両面で多様な施策を展開していきますので、どうぞご期待ください。

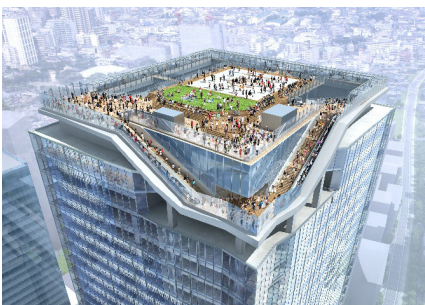


図2 渋谷スクランブルスクエア東棟展望施設：渋谷スカイ (SHIBUYA SKY)



写真3 渋谷川の再生



写真4 渋谷キャスト

## Interview

宇宙の社会インフラに係る  
今後の展望

## ● 川崎一義

宇宙航空研究開発機構 (JAXA)  
宇宙探査イノベーションハブ副ハブ長

聞き手

## ● 布施孝志

東京大学  
大学院工学系研究科  
社会基盤学専攻教授

企画・文責 梅村恭平 (広報部会員)  
みずほ総研

小里好臣 (広報部会員)  
東急電鉄



川崎一義 宇宙航空研究開発機構 宇宙探査イノベーションハブ副ハブ長

近年、民間企業によるロケット開発や月旅行の構想等、宇宙開発に関するニュースを目にする機会が増えてきました。月での観光や生活を考えた場合、当然ながらインフラの整備が必要となり、そこでは現在の(地球上の)社会インフラにまつわる技術を活用する機会もあるものと思われます。本号では、宇宙開発の経緯や現状、そして今後の宇宙開発と社会インフラ業界の関わりについて、宇宙航空研究開発機構・宇宙探査イノベーションハブの川崎副ハブ長に、布施孝志教授(東京大学)がお話を伺いました。(本文中は敬称略)

## 宇宙開発の現状

**布施** 世界における宇宙開発の変遷や動向、また、その中で現状がどのような位置にあるのか教えていただけますでしょうか。

**川崎** 今年で「アポロ11号」が月に降りてからちょうど50年が経ちます。当時は50年後の今頃には月面基地ができていることが予想されましたが、そこまで至っていないと

いうのが現状です。

今の宇宙開発は、低軌道と言われる高度400キロぐらいの高さまで人を送り込むことに関しては、ある程度の技術が確立されています。次のフェーズとして、低軌道を超えて月や火星に行こうという話がようやく出始め、世界中で盛り上がっているという状況です。Tesla CEOのイーロン・マスクやAmazon.com CEOのジェフ・ベゾスが、自分のお金でロケットを造り、火星や月を目指しています。

50年前や、私がJAXAに入った30年前とはかなり状況は変わっていて、国が民間と手を組んで一緒にやることが増えてきました。民間がやりたいことの中で国が何をやるかという、都市計画に近い議論が始まっているところですよ。

日本の宇宙関連の予算はNASAの10分の1と言われていますが、その中で日本はこれまで一生懸命頑張ってきているとは思いますが、ロケットを自前で持っており、技術はありますが、有人開発については政策として進めてきませんでした。近年は中

国やUAE等も宇宙開発に参入し、世界中の国々が月や火星を目指した開発を始めている中で、日本の技術的なポテンシャルを活かせないかと考えています。

**布施** 宇宙自体の捉え方はアポロの時代から変化しているのでしょうか。

**川崎** アポロの時代、宇宙は未踏の地ですから、ある意味冒険で、命懸けでとにかく行ってみようという発想でした。その後、宇宙ステーションに「人が滞在する」ことに焦点があたり、そのための技術がある程度確立しました。

目下、一番の課題はロケットのコストですが、民間企業が大幅なコストダウンに取り組んでいます。これが実現すると月での生活等が近づく可能性があります。私が所属する「宇宙探査イノベーションハブ」も、今から月のことを考えておかないと乗り遅れるのではないかとという危機感もあり、月面に行った後の技術開発をオールジャパンで備えようという考えで取組を進めています。当組織は、もともと社会の役に立つことを強化するため、様々な人を集める



ハブとなってイノベーションを起こそうという発想で立ち上がった組織です。月のように地面、重力がある世界での宇宙開発は、JAXAではあまり取り組んでいませんでしたが、土木、鉄道、資源等様々な技術において、日本は強みを持っています。これらの分野の方々と協業することでイノベーションを起こせるのではないかと期待がありました。

社会の役に立つという観点では、私たちはよく「デュアルユース」という言葉を使っています。デュアルユースというと通常は軍事と民生を指して使いますが、私たちは宇宙と地球上を指して使っています。宇宙での活用を想定した技術を、地球上でも事業化・社会実装する、それらを同時に進めようとしています。

**布施** 各国間での協力体制についても教えていただけますでしょうか。

**川崎** 宇宙ステーションはもともと国際協力で、アメリカ、カナダ、ヨーロッパ、日本で始めました。おそらく今後、中国や新興国と一緒にやるのではないかと思います。基本的に宇宙に携わる人達は国境をあまり意識しておらず、地球規模の意識で一緒にやっています。

### 宇宙探査イノベーションハブについて

**布施** 宇宙探査イノベーションハブの研究分野について教えていただけますでしょうか。

**川崎** 研究分野は「探る」、「住む」、「作る」、「建てる」です。

「探る」は月の資源を探ることを指します。地中の水を探る、土中から水を取り出す技術が必要です。水探査のセンサー技術というのは地球上においても、最近だと降雪状況の監視や、

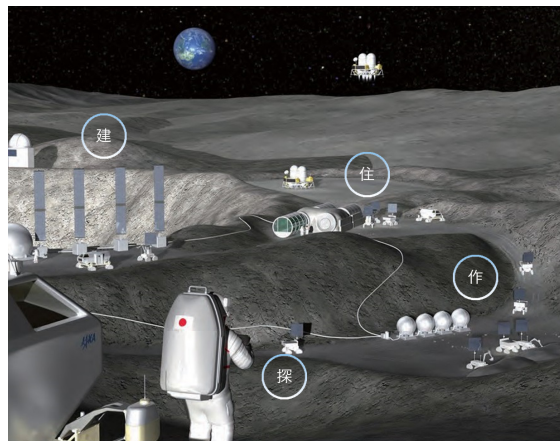
水を取り出す真空乾燥という技術とマッチします。

次に「作る」に関してです。鉄脈が無い月においては、質の悪い原料から有益な物質、金属、資材になるものを作り出す技術が必要です。水を使わないコンクリートや東急建設さんからご提案があったCO<sub>2</sub>を出さない建材等が例としてあり

ます。これらは宇宙だけでなく、砂漠等の地球上の過酷な環境でも活用できるものと見込んでいます。

「住む」に関しては食糧の問題が大きく、地球上ではレタス等の植物工場が非常に進んでいるので、それを宇宙に持っていくことを考えています。もう少しカロリーが採れるじゃがいもや稲の水耕栽培の技術開発を一緒に進めています。これもそのまま地球上でも応用できるはずですが、

最後に「建てる」についてですが、無人化施工技術によって、人が行く前に地球上でコントロールして月面基地を作ってしまうという発想で研究しています。これは鹿島建設さんが応募してくれました。彼らがやっているク



月での無人による有人拠点建設のイメージ図

ワッドアクセルという技術と私たちの理念には非常に近いものがあります。月の場合は通信が届いて戻ってくるまで最低3秒かかりますが、そういう中での遠隔施工技術がもしできると、地球上の通信環境の悪い中でも遠隔施工が可能になります。

### 既存技術の宇宙での活用

**布施** いわゆる社会インフラ関連の技術で宇宙開発に応用できるようなものがあれば教えていただけますでしょうか。

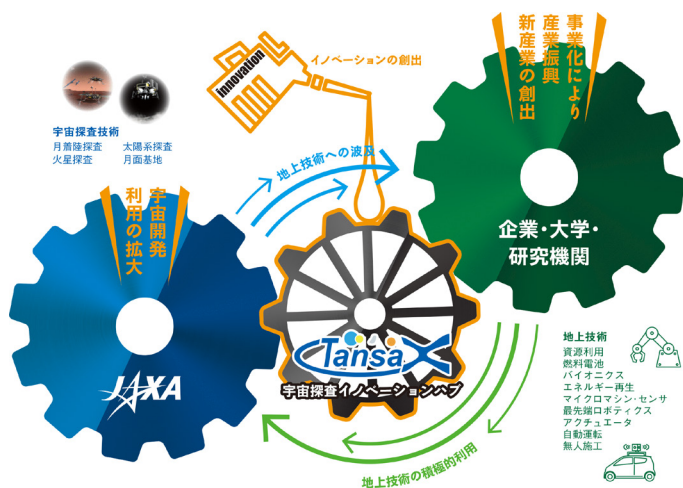
**川崎** 全て使えると思っています(笑)。安定性や耐放射線、熱環境、耐震動性等、宇宙で使う環境からの制約はいくつかありますが、原則はどの技術も使えると思っています。

具体的に思いつくのは、例えば月から地球に戻る時の輸送手段としてリニアモーターカーの技術が使えるのではと思っています。地球上の6分の1の重力ですので、秒速2kmぐらいまで速度が上がれば月から地球に帰れます。それは真空中でリニアモーターカーを走らせれば可能なので、所謂マストライダーに応用できないかと思っています。

あとはトンネルを掘る技術も無人化施工でできれば、月面基地づくり



布施孝志 東京大学教授



宇宙と地上のイノベーションを同時に起こす

で活かせると思います。無人シールドのようなものです。ただ、水がない中で掘る方法を検討する必要がありますが、実現すれば非常に面白いと思います。

**布施** 遠隔施工等、「作る」面ではもうかなりメドが立っている印象も受けます。

**川崎** 月面拠点ができるのは早くても2030年の中ごろではないでしょうか。それも最初は小さなモジュールを数個置くようなものだと思います。その先に、1,000人規模の基地を作りたいと思っています。

そこで、いままでと違うのは、水や植物をはじめ、月の上には地球上にあるものが全然ありません。植物で言うと、窒素、炭素、リン酸、カリウムが植物の四大要素と言われますが、それがほとんどありません。そのため、地球上から持って行ったものをコアにしてつくっていく、そして全てをリサイクルして将来の都市に活かすような発想が必要だと思っています。

**布施** 地球上では地震等の自然災害がありますが、月における脅威には何があるのでしょうか。

**川崎** 月では地震はほとんどありませんが、隕石はたくさん飛んできます。思っているより、小さな隕石が

たくさん当たるので、居住空間に穴が空くことが懸念されます。隔壁等で居住空間を守ることが必要になります。

**布施** ライフラインを考えると、地球上だと水や

電気がありますが、宇宙だと通信も非常に重要かと思います。隕石以外で脅威や課題は考えられますか。

**川崎** 電力の確保は問題です。原子力を使えば解決しますが、宇宙空間にロケットで原子炉を上げることは現実的ではありません。太陽光がない状態では電気が得られず、また気温がマイナス180度ぐらいまで下がるため、保温のエネルギーが必要になります。今考えているのは、燃料電池等エネルギーを別の形態で保存して電気を起こす方法です。

通信は、太陽フレアで壊れるかもしれないので、部品の耐性を高める必要があります。また、GPSが無いので位置決定方法は問題になります。

### 今後のインフラ業界との連携について

**布施** 当会会員の多くは社会インフラ関連の事業に従事されています。会員に期待することを改めて教えてください。

**川崎** 都市づくりについて教えていただきたいというのが本音です。都市計画は100年スパンで物事を考えるように思いますが、JAXAをはじめ宇宙機関はそうした物の見方が下手です。ロ

ケットをつくるために10年かけるものの、それを使って何をやるかというのはあまり考えていません。これからは将来の都市のあるべき姿を描き、そのために必要な技術を開発していくアプローチが必要だと思っています。

月面の基地をつくらうと思うと、あらゆる地球上の技術が必要です。皆様は宇宙機関が持っていない技術・知見をたくさんお持ちです。「私たちがだったら、月面基地はこういう順番で作る」、「まずインフラだったら、これから作る」といったご意見を、ホームページ (<http://www.ihub-tansa.jaxa.jp/>) で「意見募集」を随時行っていますので、ぜひいただければと思います。また、JAXAと計画・交通研究会で何かしらのコラボができればとも思っています。

**布施** 本日のお話の中で、宇宙開発に関しては全世界が一緒に努力しており、本当の意味でのグローバル化が進んでいるというお話が印象に残りました。また、デュアルユースの考え方で宇宙開発を手がけることによって、地球上での生活も豊かになり、技術が長期的に発展し、宇宙への今後の展望がより開けてくるという、大変興味深いお話をお伺いすることができました。どうもありがとうございました。



左から、梅村部会員、布施教授、川崎副ハブ長、小里部会員



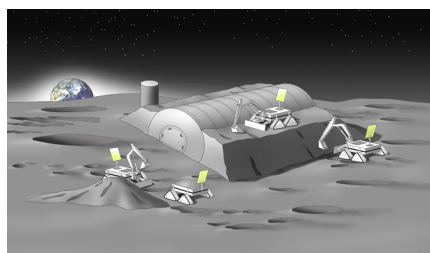
## 宇宙拠点建設への自動/遠隔 建設システムの適用

——地上と宇宙をつなぐ建設技術

鹿島建設株式会社  
技術研究所  
三浦 悟

地上において、人が立ち入れない場所での作業では、カメラ画像などを基に、安全な位置から遠隔操縦して建設機械を動かす「無人化施工システム」が活用されているように、宇宙でも同様に人間が現場に常駐して作業することが難しいため、月や火星での有人拠点の建設は、地上や宇宙ステーションからの遠隔操縦によって行われることが想定されています。宇宙拠点建設に無人化施工システムを適用する場合には多くの課題がありますが、その一つとして、操縦地点と建設地点間の通信遅れによって生ずる作業効率の低下への対応が上げられています。

この問題の解決に向けて、通信時間遅れを考慮した遠隔制御技術や、鹿島が施工の安全性と生産性の向上を目的として開発を進めている自動化施工システムを組み合わせることにより、効率的で正確に月面拠点を建設する施工システムを実現するため、JAXA・宇宙探査イノベーションハブと共同で研究開発を実施しています。



月面拠点建設想像図

## 自動化施工システムA<sup>4</sup>CSEL

A<sup>4</sup>CSEL (クラウドアクセラ: Automated/Autonomous/Advanced/Accelerated Construction system for Safety, Efficiency and Liability) は、人が作業データを送ると、自動化された建設機械が定型的な作業や繰り返し作業を自動で行うことで、必要最小限の人員で多数の機械を同時に稼働させることを開発コンセプトとして、建設機械の自動化を核としたこれまでにない全く新しい建設生産システムです。これまでに、開発した自動化建設機械を用いて、3つのダム工事において自動化施工を実施しています。



A<sup>4</sup>CSELの開発コンセプト



ダム工事での自動化施工状況

## JAXA・宇宙探査イノベーションハブとの共同研究「遠隔操作と自動制御の協調による遠隔施工システムの開発」

月面構造物の遠隔施工を行うことを可能とし、また地上では生産性や安全性の一層の向上につながる新しい施工システムを実現することを課題として、地上で実績のある無人化施工システムでの遠隔操縦技術や、A<sup>4</sup>CSELを構成する自動化建機を適用するために必要な、以下の3つの機能の開発と実証—地上でできないことは月面でもできない—を進めています。

### [1] 遅延補償付き操作支援機能

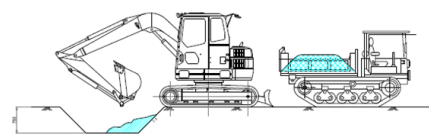
地上の無人化施工システムの問題として、遠隔操縦での作業効率の低さが指摘され、その原因の一つとして、無線操縦での通信遅れによる操作レスポンスの悪さが上げられています。これまでの検討で、「操作」と「機械動作」に0.5秒以上のズレが生ずると、人は思うように運転ができなくなると言われ、そのズレ以下にする努力がなされてきました。しかし、月—地球間では桁違いの3~8秒の通信遅延が生じます。そこで、建機の操作性や安定性を損なわず、遠隔操作を可能にするために通信遅れを考慮し建設機械の位置や状態を予測することによって操作支援を行う機能が必須となります。

### [2] 周囲環境に応じた動作判断機能

月ではGPSが使えません。このため、周辺画像や地形から自己位置を推定する技術の開発を進めています。また、自動化作業の効率を上げるために必要な、作業環境計測とそれに適合した作業・動作を可能とする自律制御技術の検討を進めています。

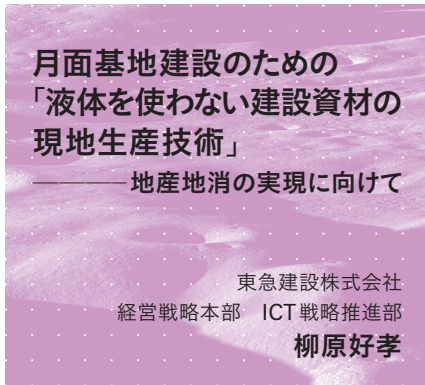
### [3] 複数建機の協調作業機能

月面拠点を建設するためには複数の機械を同時に稼働させなければなりません。例えば、掘削土砂の積込み—搬送作業では、掘削機械、積込み機械、搬送機械が協調して作業することや、相互の接触や衝突を自律的に回避する機能が必要となります。



月面拠点建設の自動化—実証実験例

宇宙での拠点建設を実現するとともに、地球上でも生産性や安全性のより高い自動化施工システムを実現させることを目指し、活動しています。



東急建設では、月面基地建設に関する技術開発として、1992年に発表した「ルナー・テキスタイル工法(月面基地を土のうで作られた構造物で守る：図1)」の基本構想に基づき、2010～2011年度に実施のJAXA月面ロボットチャレンジの研究テーマ「ルナー・テキスタイル構築ロボットシステム」、2016年度に実施のJAXA宇宙探査イノベーションハブの研究テ

ーマ「液体を使わない建設資材生産技術の研究」などの研究開発を進めてきました。

これら一連の研究は、全て月面上を覆っている「レゴリス」と呼ばれる砂を利用し、地球上からは必要最小限の材料のみを運搬するだけで、月面上に土木構造物を構築する技術です。

まず、最初に取り組んだ「ルナー・テキスタイル構築ロボットシステム(図2)」では「ルナー・テキスタイル工法」を支える施工技術として、月面上で稼働する建設ロボットシステムの要素技術の研究開発を実施しました。具体的には土のう製造・敷設する月面用の建設ロボット(図3)のモデル検証、土のう壁の性能について実証実験を行っています。

次に着手した「液体を使わない建

設資材生産技術の研究」では、東京都市大学末政研究室、日東製網(株)と共同で、月面ロボットチャレンジで出た課題である土のうの充てん性、素材の質量の軽減に焦点を当て、土のう袋を使用しないレンガ状の成形物の製造に関する研究を進めました。

これまでの成果としては、特殊な繊維素材をレゴリス(模擬砂)内に混入し、「水などの液体を使わずに」建設資材を製造するための遠心成型技術(図4)の検討やジオテキスタイル技術等を用いた砂を締固めする方法の検証を行い(図5)、固化の可能性確認を実施しました。

東急建設は、これからも社会ニーズを的確に捉え、新たな分野での研究開発に積極的に挑戦し続けたいと考えています。

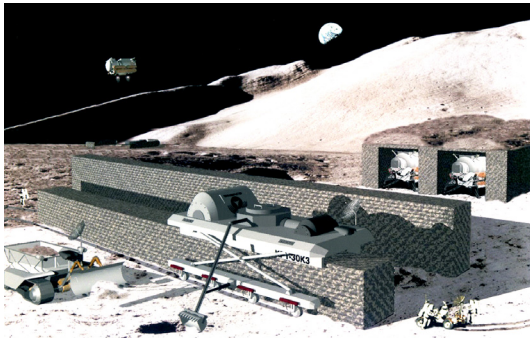


図1 ルナー・テキスタイル工法(基本構想)

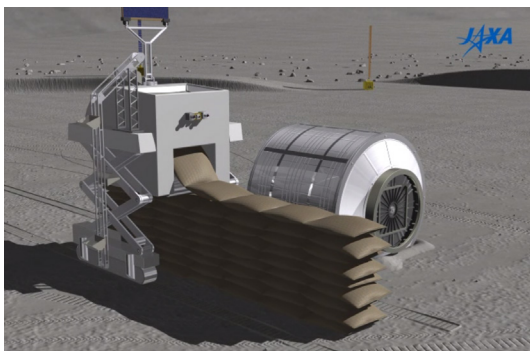


図2 ルナー・テキスタイル構築ロボットシステム

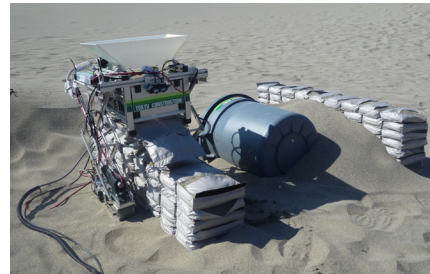


図3 建設ロボット

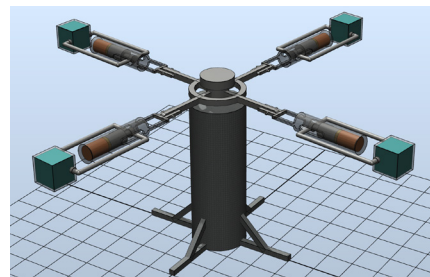


図4 遠心成型機のイメージ

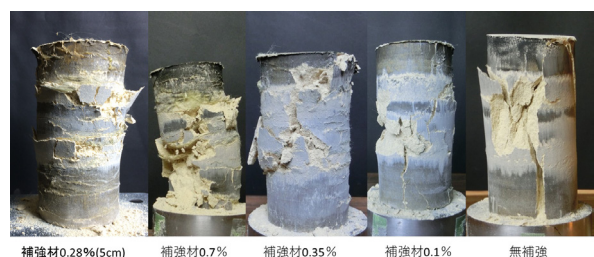


図5 一軸圧縮試験結果



Reports: 行事報告

第5回イブニングセミナー

「蓄電池の科学 — 電池の固体化を目指して—」(東京工業大学)

2019年2月14日、第5回イブニングセミナーでは、東京工業大学 菅野了次 科学技術創成研究院教授をお招きしました。

菅野教授は電池の固体化に向けた物質探索研究を一貫して行っており、全固体電池を開発されました。全固体電池は耐久性、容量、作動可能温度といった諸点でリチウム電池より優れているという特徴があります。講演は、そういった固体電池とリチウム電池の特徴の違いも含め、蓄電池の歴史や、全固体化に向けて

の技術開発について、お話ししていただきました。

本セミナーのテーマである「イノベーション」の視点から、どのようにして全固体電池を開発したのかについて、菅野教授は「結局は気づくかどうか」と仰いました。そして、その「気づき」は、トライアンドエラーの繰り返しの中で蓄積される大量のデータと、自己の経験に基づくものであるというお話が印象的でした。

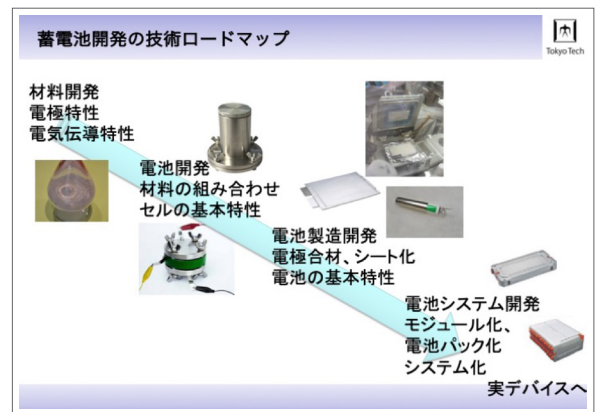
全固体電池のデバイス化について、「電池は使うデバイスと結びつ

ている」というご発言があり、電池を使う側のアイデアがデバイス化の重要な要素であることがわかりました。また、全固体電池のデバイス化には様々な段階があるため、メーカー等の協力が不可欠であるが、そのサポーターを見つけることが難しいとのことご発言もありました。このように、イノベーションを形にするためには、多様な主体が協力する必要があり、かつその環境づくりも重要であるということを感じました。

みずほ総合研究所(株) 高森淳史



菅野了次教授



一般社団法人 計画・交通研究会

Association for Planning and Transportation Studies

〒100-6005 東京都千代田区霞が関3-2-5 霞が関ビル5F-28 TEL 03-4334-8157 FAX 03-4334-8158

E-Mail: jimukyoku@keikaku-kotsu.org Homepage: http://www.keikaku-kotsu.org/

理事会

- 代表理事・会長 家田 仁
理事・副会長 屋井 鉄雄
理事・副会長 清水 英範
理事・幹事長 寺部慎太郎
理事・事務局長 高橋 祐治

経営委員会

- 委員 岩倉 成志・大嶋 匡博
城石 典明・水野 高信
廻 洋子

企画委員会

- 委員 王尾 英明・大串 葉子
小野寺 博・加藤 浩徳
真田 純子・下大藺 浩
高瀬 健三・寺村 隆男

企画委員会・広報部会

- 部会長 茶木 環
副部会長 羽藤 英二
幹事長 遠藤 秀彰
部会員 梅村 恭平(本号編集担当)
小里 好臣(本号編集担当)
伊藤 香織・越野 晴秀
小林 香咲・齋藤 功次
篠崎 弘明・白根 哲也
田中 啓之・濱崎 裕衣
福田 大輔

HP管理グループ

- 鳩山紀一郎(グループ長)
柳沼 秀樹

デザイン/レイアウト

- 新目 忍

## News Letters:

## 活動報告

## 産学共働若手勉強会

## 「自動運転車の今を知る」合宿やAIをテーマとした自主勉強会など

産学共働若手勉強会は、主に20～30代の若手研究者とエンジニアが相互の交流を深めることを目的に、一昨年活動を開始しました。メンバーは土木計画をはじめ構造や地震、水理の研究者、企業はゼネコン、鉄道、デベロッパー、シンクタンク、コンサルタントと多彩で、最新のテーマについて勉強会を開いたり、プロジェクト現場を見たり、ときにはお酒を酌み交わしながら議論するなど、お互いに刺激を受けながら楽しく活動しています。

このうち自主勉強会では、AI(特に深層学習)の土木分野への適用、日欧における長大連結トラックとトラック隊列走行の現状と課題、画像処理や機械学習を応用した橋梁の維持管理技術など、時宜を得たテーマを取り上げました。いずれもメンバーが企画し、講演者も若手というフレッシュな顔ぶれで行っています(講演者の2名は、その後若手勉強会に加入)。また、現場見学会では、自動化技術を装備した建設機械のデモンストレ

ーションや堤体完成間近(昨年8月時点)のハツ場ダム、都心部での大規模再開発など、最新の技術や話題の施設を見学しました。

さらに昨年は、念願であった(?)1泊2日の合宿も行いました。テーマは「自動運転車の今を知る」。1日目は、自ら自動運転自動車を開発している金沢大学菅沼研究室を訪問し、まずは実際に乗車(校内で)。その後、自動運転車に関する研究状況や開発したシステムの構成、公道での実証実験、解決すべき課題など、丁寧な説明を受けました。メンバーの関心はとても高く、活発な質疑が行われました。2日目は、ゴルフ場などで使われている電動カートを改造し、全国で初めて公道走行に必要なナンバーを取得した輪島商工会議所を訪問。商工会議所という民間組織が、行政協議等の様々な困難を経て市街地走行を実現(一部区間では自動運転を実施)したプロセスを伺い、一同大変勉強になった様子でした。

このように勉強会では、様々な機

会を通じて若手同士が議論、交流を深めておりますが、共通の関心事項の一つであるAI(人工知能)について、本年4月の総会後の講演会の時間をお借りして若手メンバーから意見発信をさせていただく予定です。

最後になりましたが、勉強会の活動には本研究会から多大なご支援をいただいております。また、会員企業の各位にも、若手実務者の推薦やプロジェクト現場の見学など、様々な場面でご協力をいただいております。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

※メンバーは随時募集しております。興味をお持ちの方は、お気軽に事務局までご連絡ください。

日本大学 金子雄一郎  
(産学共働若手勉強会主査)

4月24日開催の通常総会終了後に、産学共働若手勉強会の発足後初めて当会会員の前で活動報告を行いますので、ぜひご参加ください。



自動運転自動車の試乗(金沢大学菅沼研究室)



完成間近のハツ場ダムの堤体を前にして



輪島商工会議所の電動カート「WA-MO」