

特集

日本発・樹木から生まれた夢の新素材
セルロースナノファイバーの可能性

azbil MIND

バルブメンテナンス体制強化とIoT技術活用サービスの提供で、
国内全域の工場・プラントの安全と安定操業を支援

azbil FIELD

- ・京和ガス株式会社
- ・リョービミラサカ株式会社
- ・公立大学法人 静岡文化芸術大学

Keyword AtoZ

コージェネ／トリジェネ



Significa ficar de Bem com a vida
É sorrir muito

日本発・樹木から生まれた夢の新素材

セルロースナノファイバーの可能性

鉄、ガラス、ゴム、プラスチック、炭素繊維……。これまでに人類は様々な素材を発見し、使いこなしてきた。新しい素材は既存のテクノロジーを大きく進化させ、また、全く新たなテクノロジーを生み出し、科学の発展を支えてきた。そして今、日本発の夢の新素材として注目されているのが、樹木を原料に生み出される「セルロースナノファイバー」だ。その基礎研究の第一人者である東京大学大学院農学生命科学研究科・磯貝明教授に、あらためてセルロースナノファイバーの特徴と素材としての可能性について聞いた。

樹木セルロースの
階層構造



樹木

樹木はセルロースナノファイバーによって基本骨格を成す植物細胞の集合体。

木材繊維を
取り出す

単繊維(パルプ)

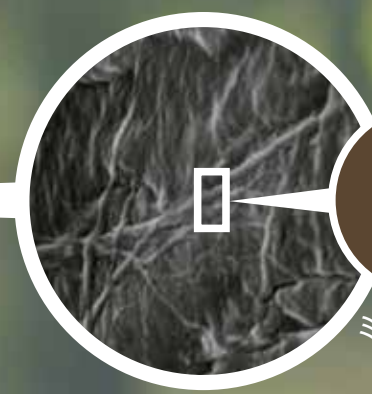
幅:20~30μm
長さ:1~3mm



粉碎された植物細胞がパルプ。髪の毛の太さの繊維で構成される組織で、紙の原料になる。

繊維の表面を
拡大すると…

単繊維表面



1本の単繊維の表面を拡大すると、さらに細い繊維の束、セルロースマイクロフィブリルで構成されていることが分かる。



TEMPO触媒酸化*1
水中解繊処理
(木材繊維をほぐす)

セルロースナノファイバー(CNF)

幅 3 nm
長さ 2~3 μm



水中、常温・常圧下で行う化学反応「TEMPO触媒酸化」で、セルロースマイクロフィブリルをセルロースナノファイバー1本1本にほぐすことができる。

鉄の1/5の軽さで、強度は5倍の植物由来素材



髪の毛の1万分の1の
極細植物繊維

セルロースとは炭水化物の一種で、植物細胞の細胞壁や植物繊維の主成分。地球上で最も多い炭水化物といわれている。草も大きな樹木も、このセルロースを柱と

する細胞壁が無数の層を形成することで支えられている。セルロースナノファイバー(Cellulose Nano Fiber)とは、木材パルプなどから得られるセルロースをナノメートル(nm = 1mmの100万分の1)まで微細化した繊維のこと。頭文字を取って「CNF」と表記されることも多い。セルロ

ースナノファイバーの幅は3~100nm。髪の毛の1万分の1程度の極細の繊維で、鉄の約5分の1という軽さながら、強度は鉄の5倍もある。さらに、鉄のような温度変化による伸縮がほぼなく、寸法安定性が高いなど素材として優れた物性を有している。このセルロースナノファイバーは高機

能な夢の素材として様々な用途への応用が期待されている。

日本は国土の約7割を森林が占める先進国では珍しい森林大国。この豊富な森林資源から生まれるエコな素材、セルロースナノファイバーの開発は、日本の産業の国際競争力強化と、衰退してしまった地域

の林業の再生を促すものとして、日本再興戦略に位置付けられている。

セルロースナノファイバーが次世代素材として注目されるきっかけを生んだのが東京大学大学院農学生命科学研究科の磯貝明教授だ。セルロースナノファイバーの存在は古くから知られていたが、それらが束状になった物質であるセルロースマイクロフィブリルから繊維1本1本をほぐす効果的な方法は確立されていなかった。磯貝教授が率いる研究室はこのセルロースマイクロフィ

ブリルを、触媒を利用してセルロースナノファイバー素材に変換することに成功した。「もともと私たちはセルロースなど炭水化物、植物から生まれた再生可能な資源を、石油系の化石資源に替えて有効利用できないかと研究をしていました。しかし、セルロースをほぐしてセルロースナノファイバーを取り出すためには、石油由来の有機溶剤を使った有機化学反応を行う必要があり、環境負荷の高いこの工程は改善したいと考えていました」

*1 有機化合物のTEMPO(2,2,6,6-テトラメチルピペリジン-1-オキシルの略称)を触媒とする酸化反応。



磯貝 明 教授

東京大学大学院農学生命科学研究科
生物材料科学専攻

1954年静岡県生まれ。東京大学農学部卒業。農学博士。博士論文のタイトルは「非水系溶剤を用いたセルロースの誘導体化」。東京大学農学部助手、東京大学大学院農学生命科学研究科助教授を経て、2003年から同研究科教授。2015年、共同でマルクス・ヴァーレンベリ賞を受賞。



体の中の生体反応と 同じ化学反応で生成する

「有機化学反応を行うには有機溶剤や薬品、洗浄液を使う必要があります。また、この工程では高温にして調製するため、かなりのエネルギーも必要でした。そんな中、1995年にオランダの研究グループが触媒によって、水中、常温常圧で、選択的な化学構造の変換、つまりある素材だけを取り出すことに成功しました。この化学反応は私たちの体の中で酵素が行っている生体反応に近く、とても自然で環境負荷の低い画期的な方法でした。彼らは水に溶けるデンプンについて研究を行ったのに対し、私たちは1996年からセルロースやカニ・エビの甲羅の主成分であるキチンなど水に溶けない物質にこの化学反応を応用して研究を進めました」

それからしばらくは低空飛行が続いたと

磯貝教授は続ける。ブレイクスルーにはある在学生の存在があった。当時ミュージシャン志望の4年生で、のちに研究者となる齋藤継之さんだ。将来は音楽の道に進むから研究テーマは何でもいいという彼に、磯貝教授は触媒酸化反応の前後でセルロースの性質がどう変わるかという研究を手伝ってもらうことにして、地道に知見を積み上げていった。その間、2002年に京都大学で当時木質科学研究所にいた矢野浩之教授がセルロースナノファイバーの素材としての有用性について発表し、セルロース研究は一気に脚光を浴びるようになった。そしてブレイクスルーは突然起きた。「木材をパルプ化し、漂白したセルロースを触媒酸化させるのですが、前後で性質は変わりませんでした。しかし、この触媒酸化したセルロースを水に入れて家庭用ミキサーで攪拌したところ、だんだん膨らんできて最終的には透明なゲル状の物質に

変化しました。これをよく調べたところナノファイバー1本1本になっていることが分かったのです」

齋藤さんは音楽以上に研究に打ち込むようになり、フランス国立科学研究センター植物高分子研究所の西山義春博士の元に



シャーレに入っているのは木材パルプ。これをTEMPO触媒酸化すると繊維がナノ分解され、中央奥の透明なゲル状になる。

留学。西山博士のナノ分散技術と齋藤さんが習得した電子顕微鏡の技術などを組み合わせ、セルロースを低エネルギーで高効率にほぐすTEMPO触媒酸化法を確立した。この方法によって生成されたセルロースナノファイバーは、もととなる樹木の種類や産地などに関係なくおよそ3nmの均一幅であり、均質性に優れ、極めて安定した素材であることが分かった。2006年にこの研究成果をまとめた論文が発表されると、セルロースナノファイバーの存在は世界でさらに広く知られるようになった。



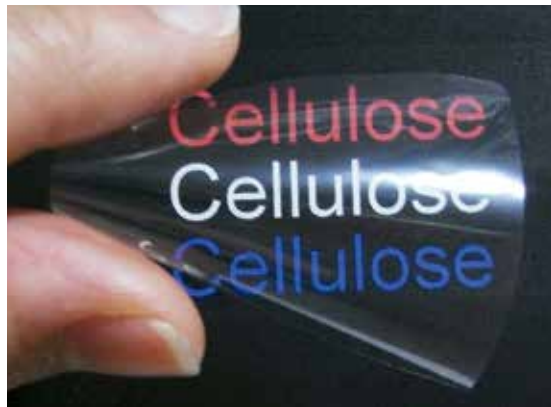
珍しい特徴に着目し 産業界が動き出す

TEMPO触媒酸化法によって生み出されたゲルは、セルロースナノファイバーの幅が光の波長よりも小さい約3nmで均一であることから光が反射せず、軽くて強い繊維を無数に含んでいながら透明である。磯貝教授をはじめとする研究チームは、ユニークな素材ができたと喜んだ。「この面白い素材は産業界もきっと喜んでくれるだろうと、企業へ活用法と一緒に研究開発しませんかと回ってみたのですが、予想以上に反応は薄かったですね。学術的に面白いからといって、産業界で興味を持ってもらえるわけではありませんでした。しかし、そんな中でも化粧品を中心とした化学メーカー、製紙会社、印刷会社、衣

料品メーカー、産業用薬剤の化学メーカーなどが、ほぼ即決に近い形で共同研究に賛同してくれたのです」

日本企業は投資に踏み出すためのハードルは高いが、実用化に向けていざ動き出すと、驚くべきスピードで研究を進めていくと磯貝教授は話す。その例がバイオマス利用を目指す化学メーカーの研究だ。この会社はセルロースナノファイバーの酸

素を通さない性質、酸素バリア性にいち早く着目した。「セルロースナノファイバーで酸素を通さない透明なフィルムを作ることができます。酸素を通さないということは物質の酸化や腐敗を防ぐことができるので、このフィルムで包装材を作ると食品や医薬品をより長く高品質に保つことができます。さらに、包装材は再利用せずに焼却処理しますが、セルロースナノファイバーで作った包装材の場合はもともと樹木が育つ過程で光合成によりCO₂を吸収しているので、焼却によるCO₂排出量が相殺されます。つまり、大気中のCO₂増減に影響を与えないカーボン・ニュートラルだと見なすことができます。包装材として有望だということで経済産業省のプロジェクトに採択され、化学メーカー、製紙会社、印刷会社、当研究室



セルロースナノファイバーでこのようなフィルムを作ることができる。透明で酸素を通さないフィルムは様々な用途への利用が期待されている。

でタッグを組んで研究に当たっています。技術を社会にどう役立てるかという観点における企業のセンスは素晴らしい。商品化のアイデアの部分は企業側に任せ、私たち大学側は繊維の形状をより詳細に分析するなどもっぱら基礎研究に力を入れて、プロジェクトをサポートしています」

製紙会社は独自製品の開発にも取り組み、セルロースナノファイバーをおむつに応用した。TEMPO触媒酸化法により化学処理されることで、セルロースナノファイバー表面に金属イオンや金属ナノ粒子を高密度に付着させることが容易になる。この特徴を活かし、抗菌・消臭効果のある金属イオンを大量に付着させたシートを開発。従来品に比べ3倍以上の消臭力を持つ大人用おむつとして販売している。

TEMPO触媒酸化セルロースナノファイバーの特徴

3nmの超極細均一幅

どこの樹木を材料にしても同質の素材となり、工業製品として使いやすい。

環境適合性

森林資源を材料にするので使用や廃棄によってCO₂を増やさず、森林の育成とCO₂吸収に貢献。

安全性

植物由来であり、生体反応と同じ化学反応で生成するので安全性が高い。

高チンソ性

粘度が下がったり、戻ったりする性質に優れ、物質を均一に分散させるのに効果的。

高透明性

光を反射しないので、透明なフィルムを作るのに適している。

高吸着性

物質を吸着する働きが強く、ほかの素材と組み合わせやすい。有害物質の吸着にも有効。

鋼鉄の5倍の高強度

重量は鉄の5分の1と軽いにもかかわらず、強度は5倍もある。

低環境負荷

有機溶剤を使わない低エネルギーの反応で生成できる。

酸素バリア性

酸素を完全にシャットアウトする。

セルロースナノファイバーは“シーズ発明” その種を産業に育てるには相応の時間を要する



生成技術と成果物を 海外が高く評価

もう一つ TEMPO 触媒酸化法で生成されたセルロースナノファイバーを利用した商品にボールペンがある。インクにセルロースナノファイバーが配合されているという。磯貝教授は、TEMPO 触媒酸化処理したセルロースナノファイバーが入った小さな容器を振りながら解説する。



は、しばらく振るとトロッと緩くなります。これを放置するとまた元に戻るのですが、このような粘度が変化する性質を“チキン性がある”と表現します。チキン性を応用した身近な製品がペンキなどの塗料です。ペンキはよくかき混ぜることで粘度が下がって塗りやすくなり、壁や天井などにも簡単に均一に塗ることができます。さらに、塗られたペンキは粘度が上がり、垂れることなく乾燥します。セルロースナノファイバーは非常に優れたチキン性を持つので、

塗料や化粧品に配合することできれいに塗ることが可能になります。このボールペンはセルロースナノファイバーをインクに配合することで、とても滑らかな書き味を実現しています」

実際にこのボールペンを使ってみると、滑らかに筆が運んで書き心地がいい。曲線を速書きしてもかすれやインクだまりができず、きれいな線を描くことができる。おむつやボールペンのような日用品にも、セルロースナノファイバーの特性が活かされる余地があるとは驚きだ。

ここまでの話で既に、TEMPO 触媒酸化で得られるセルロースナノファイバーの特徴を数多く挙げた。軽くて高強度、高酸素バリア性、高透明性、高チキン性に加え、植物由来で自然な化学反応で作られていることから安全性が高い点も見逃せない。強度と軽さが求められる乗り物のボディや建築物の構造材のほか、酸素をシャットアウトする食品や医薬品などの包装材、高い安全性が求められる食品や化粧品など、様々な分野での活用が期待されている。そしてもう一つの重要なポイントが、森林資源を有効利用できるということだ。地球温暖化防止に向けて CO₂ 排出量削減が火急の課題となっている今、セルロース



再生利用可能なバイオマス資源である樹木から得た木材パルプをTEMPO触媒酸化したセルロースナノファイバーは、低環境負荷で作られた植物由来素材。様々な分野で利用でき、使用後に焼却処分してもCO₂の増減には影響しない。森林の健全な育成を促すことで、未来の低炭素・循環型社会の構築に寄与する。

ナノファイバーの環境適合性は非常に魅力的な特徴となっているのだ。

2015 年、磯貝教授や前出の齋藤さん（現・東大大学院農学生命科学研究科准教授）、西山博士は共に、アジアで初めてマルクス・ヴァーレンベリ賞を受賞した。同賞は森林・木材科学分野におけるノーベル賞とも呼ばれる権威ある賞で、磯貝教授らの研究が革新的なものと評価された形だ。



本格普及に向けて CNFならではの用途を

セルロースナノファイバーの認知度が上がるのを喜ぶ一方で、磯貝教授は実用化を過度に期待する風潮を冷静に見ている。「TEMPO 触媒酸化の論文発表から 10 年以上がたちますが、商品として世に出た

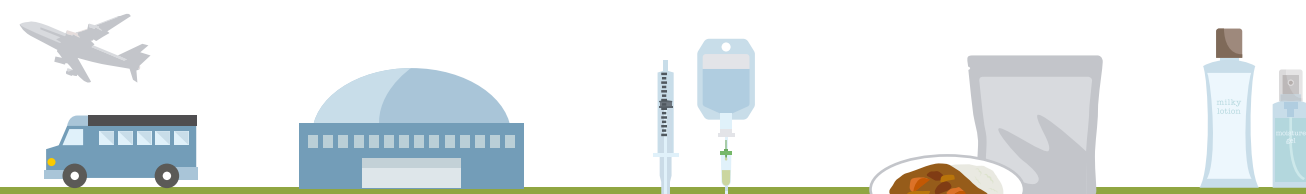
のはまだおむつとボールペンだけ。随分と時間がかかっているように見えるかもしれませんが、この種の技術は実用化にとて大きなハードルがあるので仕方のないことなのです。発明はニーズ発明とシーズ発明に分けることができます。ニーズ発明は iPS 細胞や LED などのように、『こんなものができればこんな画期的なことを実現できる』と市場の要望から生まれた発明で、実用化の推進力は非常に強い。それに対し、種を意味するシーズ発明は『こんなものができてしまいましたが、何かに利用できますか?』と実用化の道を一から模索するのでとても時間がかかるのです。日本には光触媒やカーボンナノチューブなどのシーズ発明がありますが、いずれも実用化への道のりは長い。現在、先端素材として広く活用されつつある炭素繊維は、発

明から 50 年もかかってようやく飛行機への実用化にこぎ着けました。安全に利用するためには非常に地道な研究が必要で、とりわけ高度な安全性や品質が求められる先端産業においては時間がかかります。産業の発展には重要ですが、焦らずに長い目で見える姿勢が大切だと思います」

現在、セルロースナノファイバーは品質も価格も様々な 100 種類以上が出回っているが、TEMPO 触媒酸化のものは 3 万円/kg とまだ高価だ。既存の代替素材として普及するには、コスト 2 分の 1、機能 3 倍が目安となるため、数千円/kg の炭素繊維と比べてもコスト低減が不可欠だ。「代替ではなく、その素材でしか実現できない用途をキラーアプリケーションと呼びます。セルロースナノファイバーの普及のカギは、医療や航空宇宙など付加価値の高い先端分野でキラーアプリケーションとして実用化できるか。私はその実用化を基礎研究の立場から支え、低炭素社会の実現に貢献していきたいと思います」

実用化には具体的にどの

セルロースナノファイバーの用途として期待される分野



乗り物

自動車や飛行機のボディや構造体に使用することで強度を高めるとともに、軽量化によって燃費を向上できる。

建築物

鉄骨や鉄筋などの鉄に代わる躯体(くたい)の材料として期待される。また、高品質な塗料の実現にも寄与する可能性あり。

医療

酸素バリア性を活かした医薬品の包装材のほか、安全性の高い素材として治療器具や消費材との親和性が高い。

食べ物

内容物の酸化や腐敗などの劣化を防ぐ包装材を作ることができる。食品の長期保存に貢献する。

化粧品

適度に粘度を保つ増粘剤として活用でき、物質を均一に分散させる力を活かして高品質な化粧品を実現できる。



“森のノーベル賞”と称されるマルクス・ヴァーレンベリ賞を受賞。ストックホルムでの授賞式に出席した。

大規模地震に備えた遠隔一括遮断の仕組みを構築 安全・安心なガス供給体制が大きく前進

京和ガスでは大規模震災の発生に備え、供給エリア内のガス供給において、本社側から各地区に設置された地区ガバナを遠隔操作し、ガスの供給を停止する仕組みを実現しました。平常時の機器状態・流量のモニタリングと併せて、災害発生時の遠隔遮断で利用する商用電話回線については、有事の際に想定される回線の混雑による不通を回避し、セキュリティの確保を行うシステムを構築。ガス供給にかかわる安全・安心を担保し、お客さまに「信頼」という価値を提供しています。



ガス供給に関する安全・安心の強化には “プラスアルファ”の施策が必要

1972年に千葉県流山市において設立された京和ガス株式会社は、千葉県西北部を中心とした地域に都市ガスを供給する京葉ガスグループの会社です。同社は京葉ガス株式会社からガスの供給を受け、流山市のほぼ全域、および柏市の北側一部エリアの計約5万戸に都市ガスを供給し、地域の人々の快適な暮らしや産業活動を支えています。2005年のつくばエクスプレス開通以降は、同社の供給エリア内が都心と短時間で結ばれることになり、大規模な住宅開発が進められ、人口が急増。京和ガスの顧客戸数も年率約5%という勢いで増加を続けています。

2017年4月には、ガスの小売り全面自由化がスタート。京和ガスでは2016年の初めごろから、新規参入組も含めたガス事業者間の競争激化を見据え、ビジネス上の差別化をいかに図っていくかという課題についての検討を進めてきました。

「差別化ポイントの一つとして掲げたのが、東日本大震災を契機に要請が高まっていた、ガス供給にかかわる安全・安心といった側面での取り組みです。競合他社にはない『信頼』という独自の価値の提供を目指しました」（石上氏）

「当社では、ガス供給設備に関する定期保安検査の実施や、ガス漏れなどの緊急時に備えた24時間の保安体制の整備に加え、導管の耐震化なども東日本大震災以前から積極的に進めていました。ただ、さらなる安全・安心を推し進めるには、プラスアルファの施策が必要でした」（中村氏）

平常時の地区ガバナ監視に加え 同一システムで遠隔遮断も実現

そこで、大規模地震など有事の際に、本社側からの指令で供給エリア内32カ所に設置された地区ガバナ*¹のガス供給を停止させる遠隔遮断システムの構築に着手しました。複数のベンダーの提案について比較検討を行った結果、同社がパートナーに選定したのがazbilグループとして提案を

行っていたアズビル株式会社とアズビル金門株式会社でした。「長年にわたりガス関連機器を供給し、常に身近で対応してくれていたアズビル金門と、計装システムで大手ガス事業者にも実績のあるアズビルが組み、納得のいく提案でした。さらに、こちらが知りたい具体的な仕様に対して、常に的確な説明を行ってくれました」（石上氏）「既存の地区ガバナ遠隔監視の仕組みも、12～13年前にアズビル金門（当時：株式会社金門製作所）が構築したものでした。同社なら、既存設備を有効利用しつつ、短期間かつ低コストで新しい遠隔監視／遮断システムへの移行が期待できると考えたのです」（中村氏）

京和ガスがazbilグループの採用を決めたのが2016年6月。その後、同年10月には本社側の遠隔監視／遮断システムを構築。続いて、32カ所の地区ガバナに対して遠隔監視／遮断システムへの切替え工事を実施していきました。既設で運用していたアズビルのインテリジェント



地区ガバナに設置されたFOMA対応遠隔データコレクタ DCX350と遮断制御ユニットSES51Z。



緊急遮断弁SSVは二重化システムとなっており、通常はメイン側が動作しているが、故障時などはサブ側がバックアップを行う。銀色の筒状の機器は負圧ユニット。緊急遮断弁SSVと組み合わせることにより外部電気信号による遮断が可能となる。

地震センサ SES60やガス検知器などから情報を収集し、無線で本社のセンターに送信するFOMA対応遠隔データコレクタ DCX350を各ガバナへ新たに設置。さらに、遮断制御ユニットSES51Zを導入することで、平常時のガバナ運用状況、ガス流量などのモニタリングに加え、地震発生時の緊急時にはセンターからの指令によりガス供給を停止することができるようになりました。約3カ月間という短期間ですべての地区ガバナが新システムの下で運用を開始。実際にセンターからメイン系統ではないサブ側のガバナへ一括遮断指令を出し、すべてのガバナが遮断したことを確認する試験を経て、12月末に新システムが本格稼働を開始しました。

セキュリティを確保した商用回線を利用 災害時における無線通信の混雑を回避

こうした施策により、大地震などの災害が発生した場合も、本社側の遠隔監視／遮断システムの操作で速やかにガス供給を停止する仕組みを整えることができました。防災無線ではなく、商用電話回線を安全に



本社に設置された遠隔監視／遮断システム。画面上には32カ所の地区ガバナと6カ所の地震センサの状態に加え、ガス圧力、ガス漏れ発生の有無などが併せて表示される（左）。また、執務室内には大型ディスプレイも設置されており、有事の際には、大型ディスプレイに表示される情報と併せて、あらかじめ用意されているホワイトボードで刻々と変わる状況を記録し、災害および保安点検状況を社員が共有できる形となっている（右）。

使うためにアズビルの遮断制御ユニットがセンターとの間で通信の信頼性を確認してから通信を開始します。これにより商用回線を防災用に使うことが可能となり、セキュリティを確保した遠隔監視／遮断システムを実現しています。さらに大規模地震が発生した際には震災モードという状態に移行し、地区ガバナとセンター間の通信を確保。

災害時に発生が懸念される通信回線の混雑を回避します。震災モードは、6カ所に設置された地震センサのうち、2カ所の地震センサで所定のSI値*²を超える揺れを検知した場合に作動します。センターでは地震の被害規模などを精査して、万一、ガス供給の停止が必要だという判断に至れば、各ガバナに対して遮断指令を出します。「想定外でしたが、本格稼働前に少し大きな地震が発生しました。地震センサが検知した揺れが基準値を超え、震災モードに実際に移行したこと、そしてその動作状況も確認することができました」（染谷氏）

京和ガスが、大手ガス事業者が導入している遠隔遮断システムと同等のものを導入するという先進的な取り組みを行ったとして、大きな注目を集めています。「私たちの規模のガス会社でも大手ガス事業者並みの取り組みができたということは非常に画期的です。これからさらに安全・安心の取り組みや利便性について、お客さまからも要請が強まるでしょう。これからもazbilグループには、機器やシステムの提供にとどまらず、我々がその機能を最大限に

使いこなすための教育や技術支援なども含め、大いに期待しています」（石上氏）



京和ガス株式会社

所在地：千葉県流山市江戸川台東1-254
設立：1972年2月1日
事業内容：都市ガス・LPガスの供給、ガス工事の設計・施工、ガス機器の販売などにかかわる事業、太陽光発電事業



常務取締役
石上 隆 氏



供給部
保安グループ
マネージャー
中村 明倫 氏



供給部
保安グループ
係長
染谷 祥之 氏

用語解説

*1：地区ガバナ
ガスの消費量の増減に合わせてガスの圧力を自動的にコントロールする機能を持つガバナ（整圧器）により、工場から高い圧力で送出された都市ガスを安全な圧力に変換して需要家に供給するための設備。

*2：SI(Spectral Intensity)値
米国のハウスナー（G. W. Housner）によって提唱され、地震によって一般的な建物にどの程度の被害が生じるかを数値化したもの。

※ SESは、アズビル株式会社の商標です。

※ 「FOMA」は、株式会社NTTドコモの日本または他の国における登録商標または商標です。

パドロック(南京錠)の活用で物理的に電源が入らない環境を作り作業者の安全を担保 現場コミュニケーションと作業安全意識が向上

リョービグループの一員として、アルミダイカスト製品の製造を担うリョービミラサカでは、複数部署の現場作業者が同一の製造設備内に立ち入って作業する際の安全を確保する手段として、鍵をかけて物理的に操作できないようにするロックアウトを採用。電源が入らないように製造機械のスイッチをパドロック(南京錠)でロックするという、シンプルながらも確実な方法により、作業者の安全性を高めることができました。併せて、作業者自身の作業安全にかかわる意識が向上するという成果も得られています。



製造現場における作業安全の確保を最重要テーマに据えて取組みを推進

世界的なダイカスト*¹メーカーとして知られ、パワーツールや建築用品、印刷機器などの分野にも事業を拡大するリョービ株式会社。そのグループ会社として、アルミダイカスト製品の製造を担うのがリョービミラサカ株式会社です。同社では、金型のメンテナンスから^{ちゅうそう}鋳造、加工、組立まで一貫した生産体制を確立し、高付加価値の製品を市場に供給。自動車用のシリンダーブロックやトランスミッションケースをはじめ、二輪車、農機具などの構成部品として広く利用されています。

ダイカスト製品は精密な金型に、溶かしたアルミニウムなどの合金を高圧・高圧で注入し、鋳造機で瞬時に成形することで製造されます。リョービミラサカでは、500トンから最大3,500トンまでの各クラスの鋳造機41台を稼働させ、多様化する市場ニーズに応えています。

「当社では過去25年にわたりTPM*²活動を

実践し、工場現場の改善の取組みを全社を挙げて推進してきました。最重要テーマに据えているのが作業安全です。ダイカストの鋳造機では『挟まれ』という宿命ともいえるべき災害があり、また、複数部署の現場作業者が同じ製造設備にかかわっている当社工場では、労働災害や事故のリスクを極小化するための施策や教育に注力しています」(卜部氏)

「リョービグループとして相互安全点検活動で各社工場の安全パトロールを実施するとともに、リョービミラサカの社内にも安全衛生委員会を設置し、現場で発生する重大なヒヤリ・ハット事案を確実に捉え、社内への情報共有を図りながら、改善策の立案に努めています。また、現場で発生し得る様々な危険を作業者が肌で実感できるような疑似体験訓練も随時実施しています」(木村氏)

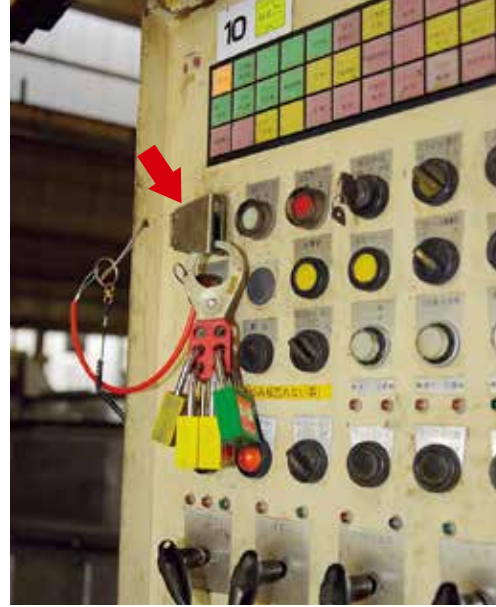
ロックアウトを導入することで危険な現場での作業安全性を強化

リョービミラサカでは以前から、作業者が製造設備内に入って機械の点検整備などを行う際に、機械や装置の停止後に警告用の

タグ(札)を掲げるタグアウトによって安全性を確保する方法を取ってきました。

「しかし、特に危険性の高い鋳造機内での作業については、タグアウトによる対策では十分とはいえません。電源スイッチやバルブなどで動力源を遮断した上でパドロック(南京錠)などを用いて施錠し、設備に触れられない状態にして確実に安全性を担保できるロックアウトの採用が不可欠だと考え、具体的な製品の採用に向けて検討することになりました」(卜部氏)

検討を進めた結果、リョービミラサカが採用したのが、アズビルトレーディング株式会社の提供する英国Reece Safety Products Ltd製のロックアウト製品でした。「Reece Safety Products社のパドロックは、ディンプルキーが採用されており、鍵穴に対して表裏を気にせず挿し込むことができます。鋳造機が設置されている工場内は場所によってはやや暗いところもあるため、作業中に鍵の表裏を見て確認しなくても抜き差しができるなど、作業者の負担軽減に大きなメリットが期待できました」(中野氏)



鋳造機の操作盤電源スイッチ部分に取り付けられた金属板カバーとパドロック(南京錠)。ロックアウト用掛け金を用いることで、6人までのパドロックを使用することができ、すべての作業者が鋳造機内から退去してパドロックが取り外されるまで、動力を再開することができない。これにより各作業者の安全が確保される。この鋳造機では、鋳造課が3人、金型課もしくは工務課が1人の計4人が作業を行っているということも一目で分かる。

また、Reece Safety Products社製のパドロックは、カラーバリエーションも豊富です。所属部署ごとに異なる色を割り当て、管理上で役立つことも採用の重要なポイントでした。

保守中の機械の再起動を確実に防止 現場作業者の大きな安心につながる

2015年11月末に、リョービミラサカへ製品が納入され、その後、テスト運用を開始。実際に利用した現場作業者の声を集めながら、手順やルールなどを固めていきました。準備期間を経て、2016年4月には、鋳造課の146人に黄色の錠、金型課や工務課など鋳造課以外の部署112人に緑の錠を個別に割り当て、ロックアウトの本格運用を開始しました。対象となる社員はパドロックとキーを常に身に着け、現場作業で必要なときはすぐにロックできるようにしています。

具体的な運用として、作業者が鋳造機内に入って作業する際には、まず操作盤で機械の電源を切る。キースイッチを抜く。スイッチを覆う金属板のカバーを下ろしてパドロックでロックするという手順を踏み、電源が入らないように物理的に鍵をかけます。解除はロックされたパドロックを所有する作業者のキーでしか行えないため、ほかの作業者が誤ってロックを解除することはありません。

「鋳造機内の金型のメンテナンスを行う



鋳造課をはじめ金型課や工務課などの作業者全員にロックアウト用のパドロック(南京錠)／キーが配布され、各人はそれを常時携帯して作業に当たっている。パドロックは9色から選ぶことが可能で、運用に合わせて使い分けることができる。

金型課や、鋳造設備の点検整備を行う工務課などの作業にとって、従来のタグアウトでは作業中に機械が動き出すのではないかという不安がありました。実際に、そうした不安が^{みっしょく}払拭されたという声が作業者から寄せられています」(中野氏)

一方、安全を管理する上での重要なコミュニケーションツールとしてもロックアウトを活用しています。

「鋳造課のメンバーが管理する鋳造機に緑色のパドロックがかかっていた場合、自分の作業スペースに他部署である金型課か工務課の人が作業しているというのが一目で分かります。金型課だと鋳造機の中にいる、工務課だと鋳造機の周辺で作業しているかもしれないということが分かり、少し広くものを見て対応しなければならないと判断します。自分の課だけの判断だけではなく、関連部署と連携を取りながら作業を進めるようになりました」(木村氏)

また鋳造工程だけでなく、加工工程など、工場内のほかの部分にもロックアウトを導入すべきだという意見が、現場から上がっています。

「非効率的な面もあるロックアウトの導入拡大を求める意見は、安全確保のための取り組みによって、作業者一人ひとりの作業安全に対する意識が確実に醸成されていることの証しだと捉えています。導入当初は作業が増えるので面倒だという意見が多ありましたが、今ではロックアウトがないと不安に感じるまでになりました」(中野氏)

「今後はロックアウトの適用範囲のさらなる拡大を目指しつつ、社員の安全意識をより向上させるための教育にも注力していきたいと考えています。そうした面も含めて、

アズビルトレーディングをはじめazbilグループには、より幅広い領域での支援を期待しています」(卜部氏)



リョービミラサカ株式会社

所在地：広島県三次市三良坂町皆瀬10075-1
設立：1966年5月30日
事業内容：アルミダイカスト製品の製造



代表取締役社長
うらべ 一人 氏



製造部
次長
木村 剛 氏



総務部
安全環境担当課長
中野 新市 氏

用語解説

***1：ダイカスト**
鋳造法の一つ。金型に溶融したアルミニウム合金などの金属を高圧で注入することにより、高い寸法精度の鋳物を短時間に大量に生産する鋳造方法、またその製品。

***2：TPM(Total Productive Maintenance)**
製品の不良やロス、設備の故障・災害の原因を除去するため、社員全員参加による現場環境の改善や、設備に関する知識を高める企業体制を構築するための活動。公益社団法人日本プラントメンテナンス協会によって1971年に提唱された。

公立大学法人 静岡文化芸術大学

最新の統合化セキュリティシステムの導入で 大学の安全性確保、利便性向上、施設管理の効率化を実現

静岡文化芸術大学では、2000年の開学以来運用を続けてきた入退室管理システムが老朽化し、機密度の高い教員研究室への入退室管理、および教員の在室状況表示などにおいて課題が浮上していました。新たなシステムへの更新を実施し、入退室情報に連動して教員の在室状況を把握する仕組みに加え、FeliCa規格の非接触ICカード導入によりセキュリティ面だけではなく多目的な利便性が向上。さらに、設備を含めた建物全体を一括で管理する体制の充実を図りました。



入退室管理・在室表示において 老朽化と運用をめぐる課題が浮上

2000年に公設民営方式の私立大学として、静岡県浜松市に開学した公立大学法人 静岡文化芸術大学。現在では、文化政策学部、デザイン学部および大学院を擁する公立大学法人として教育・研究活動を展開。地域、国際、世代など様々な観点で「開かれた大学」を目指し、地域と文化に貢献

する人材輩出に向けた取組みに注力しています。「当大学の理念は、時代の要請に応える『実務型の人材育成』です。純粋なアーティストを育てるというよりは、アーティストのマネジメントに携わる人材や、企業のデザイナーとして商業デザインの分野を担う人材の育成を念頭に置いた教育を行っています」（鈴木氏）

一般に大学内にある教員の研究室などでは、研究資料といった機密性の高い情報が管理されているため、入退室に関する十分なセキュリティ対策を施すことが求められます。静岡文化芸術大学では、2000年の校舎竣工時から、北棟の高層階に並ぶ教員研究室の出入り口に電気錠を設置し、教員が磁気カードを使って施錠／解錠を行っていました。「しかし、12～13年にわたって運用する中で老朽化が目立ち始めてきました。磁気カードをカードリーダーに通す操作の繰り返しでカードが摩耗するため、読み取りエラーが頻発しており、加えて、身分証となる教職員証も入退室カードと兼用していたため、摩耗で

表面が見えなくなり多くのカードの再発行を行っていました」（村木氏）

一方で、校舎の学生ホール、西エントランスなどには各教員の在室状況を示す出退表示LEDランプがあり、現在の教員の在室状況を学生などが確認できる設備も整えていました。「出退表示LEDランプ上での在室状況表示については、教員が入室／退室のたびに、内線電話を操作して表示を切り替えていました。しかし、操作を忘れるなど、正しい状況が反映されていないこともあり、課題となっていたのです」（鈴木氏）



教員の在室情報は、学内ネットワークに接続されたパソコンからも参照可能。教員間で相互の所在確認を行う手段として広く活用されている。

24時間365日の遠隔監視と 建物を知り尽くした保守体制に信頼

こうした課題を解消するために、入退室管理の仕組みをリニューアルすべく2012年から検討を開始。既存の入退室管理システムでは、最終退室時の施錠に連動して執務室の照明と空調がオフされる仕組みや、火災発生時には施錠されている扉が自動で解錠するパニックオープンの制御などを空調・照明・防災の各システムと連携して行っていました。新システムにおいても、これらの機能が継承できることを基本要件として検討を重ねた結果、静岡文化芸術大学の建物全体について空調をはじめとした設備全般の管理を行う中央監視システムを導入しているアズビル株式会社に新たな入退室管理システムの構築を依頼することを決定しました。「開学以来、アズビルの総合ビル管理サービス BOSS-24™を導入しており、遠隔にあるアズビルのBOSSセンターから当大学設備の監視を24時間365日行っています。緊急時にはアズビルの社員がすぐに駆けつけてくれ、その対応には大変満足しており、大きな信頼を寄せています。設備全般にわたってアズビルの保守体制が機能していることに

在室状況表示の精度が向上 PCからの在室状況確認も可能に

に加え、当大学の建物全体を知り尽くしたアズビルに今回の取組みを任せることは自然な流れであり、安心感がありました」（村木氏）
設備としては、電気錠の入退室カードを従来の磁気カードに代えて、今後、汎用的な活用が見込めるFeliCa規格の非接触ICカードを採用。学内100力以上のカードリーダーを入れ替え、新たに導入したsavic-net™FX2 セキュリティシステムで管理。



中央監視室に設置されたsavic-net FX2 セキュリティの監視画面。アズビルのBOSSセンターに接続され、遠隔監視も併せて行われている。

※ savic-net、savic-net FX、BOSS-24は、アズビル株式会社の商標です。
※ FeliCaは、ソニー株式会社の登録商標です。 FeliCaは、ソニー株式会社が開発した非接触ICカードの技術方式です。



教員は研究室入り口でICカードをリーダーにかざして施錠／解錠を行う。また、カードリーダーの液晶パネルで「学内（講義中）」「外出」などを選択することで、エントランスに設置された出退表示液晶ディスプレイの情報が自動で切り替わる。

空調・照明・防災各システムと連動するという仕組みを構築しました。また教員の在室表示は、従来のプラスチック製ネームプレート式の出退表示LEDランプを撤去して、60インチの大型液晶ディスプレイを導入。savic-net FX2セキュリティから得た教員の入退出情報に基づいて、在室状況を表示するという仕組みへと移行しました。
実際の工事を進めるにあたっては、セキュリティという性質上、旧システムと新システムを並行して稼働させながら実施。2014年4月に、新たな仕組みへ全面切替えを完了しました。

のために出退表示LEDランプまで出向いて確認することもなくなり大変便利になりました」（村木氏）
「今回のシステム更新でアズビルは、旧システムの配線など、使えるものは有効活用して工事期間を短縮し、コストを抑えた対応をしてくれました。校舎自体も建設されて15年以上が経過し、様々な設備に老朽化が見られますが、今後もアズビルには、高度な知見とノウハウに基づいて、設備の更新や延命措置にかかわる効果的な提案を継続的に行っていってくれることを大いに期待しています」（鈴木氏）



公立大学法人 静岡文化芸術大学

所在地：静岡県浜松市中区中央2-1-1
開学：2000年4月
設置学部・研究科：文化政策学部／デザイン学部(大学)、文化政策研究科／デザイン研究科(大学院)



財務室
室長
鈴木 一志 氏



財務室
室長代理
村木 剛 氏

バルブメンテナンス体制強化とIoT技術活用サービスの提供で、国内全域の工場・プラントの安全と安定操業を支援

アズビル株式会社は、お客さまの工場・プラントにおけるバルブメンテナンス体制強化を目指し、全国5カ所にバルブメンテナンスセンターを設置し、人員、機材を相互補完できる体制を構築しました。これにより、地域横断的にスピーディなバルブメンテナンスを提供することが可能となり、IoT技術を活用したバルブの診断サービスの提供と併せて、お客さまの工場・プラントの安全と安定操業を支援します。

バルブの製造・保全実績を基に 高品質のメンテナンスサービス を提供

azbilグループは、「人を中心としたオートメーション」の理念の下、計測と制御の技術を基盤とした製品やサービスを展開しています。主要事業の一つとしてお客さまの工場やプラントにおいて安全かつ安定した操業を確保し、生産品質や効率性の向上を担っているのがアドバンスオート

メーション事業です。アズビルが提供する機器類は石油、化学をはじめとする様々な製造現場で導入されています。その一つであるバルブは、製造に用いられる液体や気体の流量・圧力をコントロールする役割を担っていることから、製造される製品の品質維持と安定供給のために不可欠な機器です。

通常、プラントでは安定操業や機能保全などを目的に、2年、4年などの一定周期で製造ラインを全面停止し、定期修理

（定修）と呼ばれる大規模な設備の修理・修繕が行われています。バルブについても定修時に取り外して、各パーツに分解し、清掃や部品の交換などの作業を伴う開放点検を実施します。アズビルでは長年にわたるバルブの製造やメンテナンスの中で培われたバルブに対する知見と技術力を基に、自社製バルブはもちろんのこと、他社製バルブに対しても高い品質でのメンテナンスを提供。メーカーごとに点検を依頼する煩雑さの解消につながるため、お客さまの利便性の向上にも寄与しています。

五つのメンテナンスセンターで 国内全域をカバーする 柔軟な体制を構築

アズビルは、コンビナートが広がる各地域に事業所を配置し、お客さまに近い場所でバルブをはじめとした納入機器のメンテナンスや保守を行っています。エチレンセンター^{*1}の定修に合わせて周辺のプラントも定修を行うことや、定修に要する時間を短縮したいというお客さまのニーズを背景に、バルブの点検や整備作業が集中する傾向にあります。こうした環境をふまえ、アズビルでは、比較的規模の大きな工業地帯にある鹿島、千葉、四日市、水島、香春



お客さまのプラントから預かったバルブをパーツごとに分解し、内部の清掃や摩耗・劣化具合に応じて修繕や部品の交換、塗装を施す。バルブは新品同様の状態になり、再びお客さまのプラントへ戻される。



整備が完成したバルブは、専用試験機を用いて各種の機能検査を行う（耐圧、気密試験・漏洩試験・作動試験等）。

の5カ所の事業所内にバルブメンテナンスセンターを設置し、特定地区にメンテナンス作業が重なった際は、各地域の技術者が該当地域へ技術支援に行くなど、人員や作業場所・機材を相互補完できる体制を構築しました。各センターには、バルブの引取り保守作業が集中した際のセンター間の負荷調整や技術指導を行うオペレーションディレクターが配置されており、国内全域をカバーする地域横断的なソリューション型サービスを通じて、安定したメンテナンスを提供しています。

五つのセンターの中で最も規模が大きく、かつハブとしての役割を果たしているのが岡山県倉敷市にある水島営業所内のメンテナンスセンターです。同センターは近隣的大型コンビナートから依頼される多種多様なバルブのメンテナンスを通じて、多くのノウハウを蓄積しています。

2014年2月、水島営業所の移転を機にメンテナンスセンターの規模を拡大し、バルブ整備における動線の見直しや作業手順の効率化を進め、整備に要する期間の短縮とさらなるメンテナンス品質の向上を実現しました。

さらにこの拠点は、azbilグループ全体のバルブメンテナンス事業にかかわる技術者を育成する場としての役割も担いま

す。国内外から多くの技術者が訪れ、大量のバルブを短期間で処理する管理方法やマニュアルに置き換えることが難しい整備スキルを実践形式で学んでいます。加えて、技術者が保有するメンテナンス技術の評価・可視化する仕組みを作り、さらなる技術力向上も支援。今後は、社内資格制度を設け、ある一定の基準に達した技術者を高スキル技術者として認定していきます。

メンテナンス技術とIoTの融合で バルブの診断サービスを実現

バルブは外側から目視で確認しただけでは内部の摩耗や劣化の状態を把握することができないため、ある一定の期間が経過することによって点検するタイムベースメンテナンスが一般的ですが、近年、分解せずにバルブのコンディションを把握し、状況に応じてメンテナンスを実施するコンディションベースメンテナンス（CBM）という効率性の高い方法にも注目が集まっています。

このCBMを可能にしたのが、バルブの開閉のコントロールだけでなく、稼働中のバルブの状態を計測するアズビルのスマート・バルブ・ポジションと、そこで収集したデータを診断・解析する調節弁メンテナンスサ

ポートシステムPLUG-IN Valstaff™（プラグインバルスタッフ）です。IoT（Internet of Things）を基盤としたこのシステムは、一台一台のバルブをリアルタイムで状況把握するため、正常時とは異なる動きをしているバルブを容易に発見することが可能です。

昨今では、多くのプラントにおいて、経年化した設備が増え、経験豊富な保全人員も減少している中、熟練の技能をいかに伝承・補完し、安全で安定的な操業と生産性の向上を確保するかが大きな課題となっています。その観点からも、スマート・バルブ・ポジションとPLUG-IN Valstaffは熟練の技術を補完し、保全作業員の負荷を軽減するツールとして活用することができます。今後は、海外のバルブメンテナンスセンターにおいてもスマート・バルブ・ポジションを活用したバルブの診断サービスを導入していく予定です。

アズビルは、スピーディかつ高品質なメンテナンスと、先進技術を用いたバルブの診断サービスによる付加価値の高いサービスを提供し、今後もお客さまの円滑なプラント運営を支援します。

***1:エチレンセンター**
石油化学製品の原料であるエチレンを生成し、石油化学プラントに供給する施設。各社による共同運営により、統合が進められている。

バルブの芯（センター）を正確に保ちながら作業を行うため、バルブは整備用レールに固定して点検を行う。整備用レールを2本から4本に増設し、整備効率の高い作業動線確保した。

※Valstaffはアズビル株式会社の商標です。

AZ to

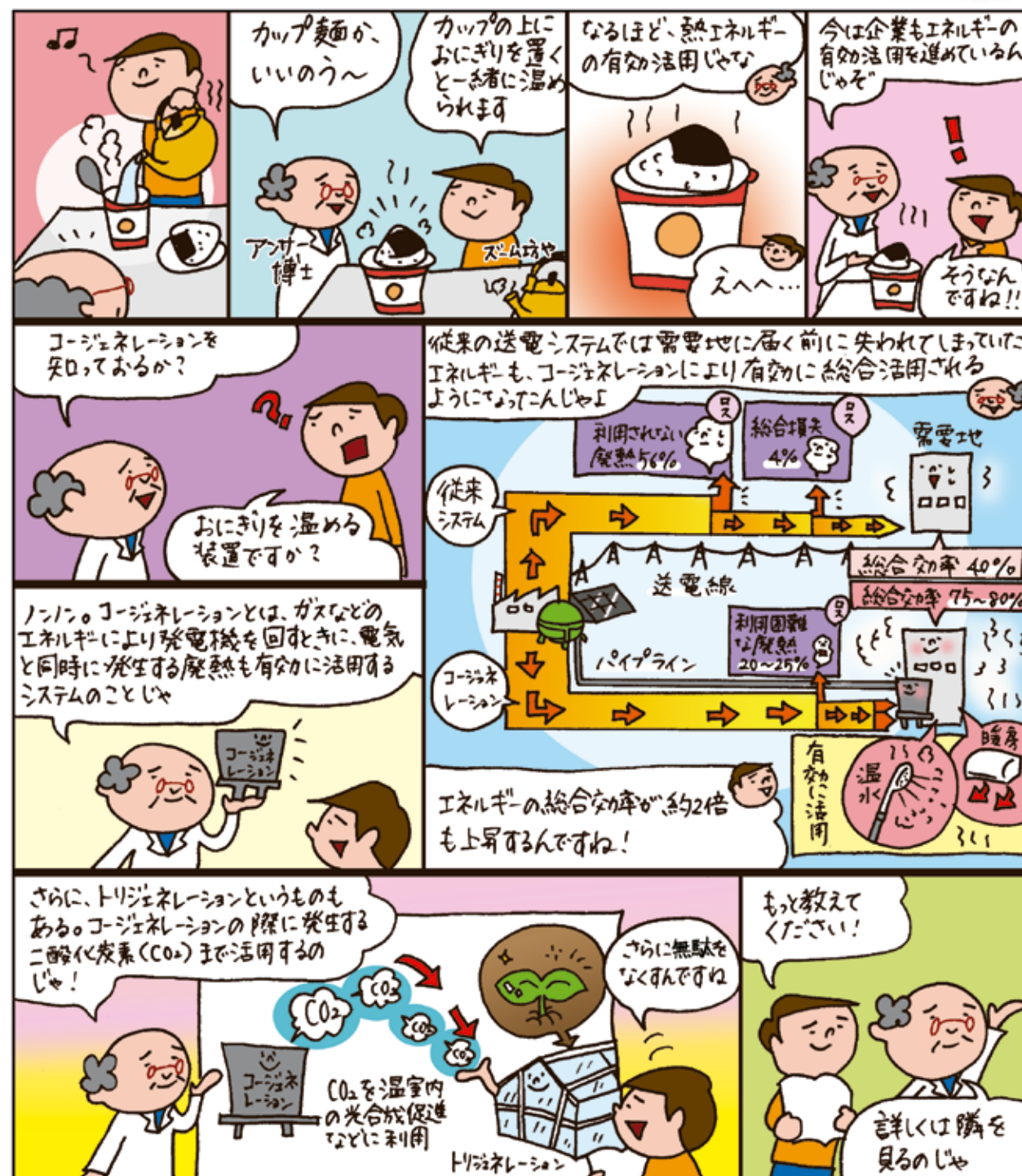
Vol.30

知って、
なるほど!
Keyword

Keyword [Cogeneration/Tri-generation]

コージェネ／トリジェネ

天然ガスや石油などのエネルギー資源から電気と熱、さらには二酸化炭素という、二つないしは三つのエネルギーを同時に取り出す技術。エネルギーの有効利用に貢献する。



マンガ：湯島ひよ／ad-manga.com

1種類のエネルギーから電気と熱を取り出して利用

限りあるエネルギー資源をいかに有効活用するか——。そうした地球規模の重要課題の解決策の一つとして、広く普及しているのが、コージェネレーション(Cogeneration、コージェネ)という技術です。

私たちの生活を支える電気エネルギーは、火力発電所では天然ガスや石油などの資源を使ってつくられています。一次エネルギーと呼ばれる資源がもともと持っているエネルギーに対し、電気として利用できるのは一部となっています。また、電気は長い送電線を通して送られるため、私たちの元に届けられるまでにエネルギーが失われており、発電のために用いられる一次エネルギーのうち、私たちが実際に使えているのは約40%にとどまっています。電気にならなかったエネルギーはどこへ行くのかという、その多くは熱エネルギーとして消失しているのです。

コージェネは、消失してしまうはずの熱エネルギーを有効活用する仕組みです。エネルギーを消費する場所で発電と熱を供給できるという特長があり、建物の設備として導入されています。コージェネの利用に適している建物は一日を通じて空調や給湯などの熱需要があり、日常的に電気と熱の両方を有効的に活用できる施設です。例えば、24時間利用されている病院やホテルなどが挙げられます。電気と熱の発生原動機には、ディーゼルエンジンやガスタービン、ガスエンジンが用いられ、一次エネルギーに対するエネルギー効率を約75~80%にまで高めることが可能です。

コージェネの歴史は古く、19世紀後半にドイツのポストシュラッセ発電所から市庁舎へ蒸気を供給したのが始まりとされています。その後、特に欧米で様々な関連技術の開発が進んだことを背景に広く普及しました。日本では、第二次オイルショックなどを契機として、1979年から工場

などの産業分野で導入され始め、1981年には国立競技場で都市ガスによるコージェネを採用、民生分野でも活用がスタートしました。

現在も、コージェネのさらなる発展に向けた取組みは続いています。コージェネの機器自体の機能・性能を向上させて、さらに発電効率を良くするための開発が進められているほか、コージェネが作り出す電気や熱のエネルギーを無駄なく利用するための制御や運用方法の研究も日進月歩で進んでいます。

近年、コージェネはエネルギーを安定的に供給する方法としても注目されています。2011年の東日本大震災の発生に起因した電力需要逼迫をきっかけに省エネルギーと電気の安定供給のニーズが高まっています。こうした中で、日ごろから電気と熱を併用できるというコージェネ本来の機能に加え、防災やBCP^{※1}対策に用いて万が一の際に電源を確保する手段としても、コージェネを導入する例が増えているのです。

さらに、夏場などの電力需要のピーク時にコージェネを稼働させることで、電力会社から需要家に供給する電力系統の電力負荷の平準化にも役立つと考えられています。国も補助金制度を設けるなど、コージェネシステムの普及を推進しています。

排ガスから得られる二酸化炭素を植物工場などで有効利用

コージェネは電気と熱の二つのエネルギーを有効活用する仕組みですが、さらに発電の際に生じる排ガスから得られる二酸化炭素(CO₂)をも有効活用する技術がトリジェネレーション(Tri-generation、トリジェネ)です。接頭辞である“Tri”は「三つの」を意味し、電気、熱、CO₂の三つを表しています。

現在、CO₂の使い道には農業用と工業用があります。農業用ではCO₂が植物の光合成を促す働きがあることから、温室栽培や植物工場で利用されており、工業用では建築材料の製造やメタノールの製造などCO₂が利用される生産プロセスのほか、工業廃水の中和に用いられています。CO₂を有効活用することができれば、CO₂排出量削減の一助にもなるため、これからは様々な活用方法が模索されていくことでしょう。

私たちの社会にとって最も切実なテーマである地球環境の保全、省エネルギーの推進を支える技術として、コージェネ／トリジェネに大きな期待が寄せられています。

※1:BCP(Business Continuity Planning)
企業が災害などの緊急事態に遭遇した場合、中核となる事業の継続・早期復旧を図るため、平常時に行うべき活動や緊急時の手段などを取り決めておく計画。





日本の
“ローカル”線

箱根登山鉄道

HAKONETOZAN TETSUDO

小涌谷駅
KOWAKIDANIEKI

彫刻の森駅
CHOKOKUNOMORIEKI

標高差500mを克服する登山鉄道 咲き誇る紫陽花が車窓を彩る

日本有数の温泉地であり、箱根駅伝でも有名な箱根。ここを走る箱根登山鉄道は日本唯一の登山鉄道である。小田原から強羅までを結ぶ鉄道で、小田原と箱根湯本の間は小田急電鉄が乗り入れており、都心から直通のロマンスカーが多くの観光客を運んでいる。箱根湯本と強羅の間は2～3両編成の小型の電車が最大80パーミル(1km走るとに80m標高が上がる)という急坂を上り下りしており、これはケーブルカーなどを除く普通の鉄道としては日本最急勾配である。ちなみに小田原と強羅の標高差は500m以上ある。

山深い車窓にはスイッチバックや急カーブなど登山鉄道らしい景色が続く。また車両も、写真の2000形サン・モリッツ号のほか、開業当時から走っているモハ1形から2014年にデビューした最新のアレグラ号まで種類が豊富。鉄道ファン



ならずとも思わずカメラを向けたくなるだろう。

さらにこの時季は、沿線に植えられたたくさんの紫陽花が車窓を彩ってくれる。電車に触れるほど近くに咲く色とりどりの花は、見事の一言。6月中旬から見ごろを迎えるが、標高の低い所から高い所へと順に咲いていくので、7月下旬ごろまで長い期間楽しむことができる。



今年は6月17日から7月9日まで夜間のライトアップが行われ、一部期間中に臨時列車「夜のあじさい号」も走る。途中で徐行や停車してくれるので紫陽花をたっぷり楽しめる。

azbil

<http://www.azbil.com/jp/>

2012年4月1日、株式会社 山武は
アズビル株式会社へ
社名を変更いたしました。

国内

- アズビル
- アズビルレーディング
- アズビル山武フレンドリー
- アズビル セキュリティフライデー
- アズビル金門 ●アズビル京都
- アズビルTACO ●アズビル太信
- テムテック研究所

海外

- アズビル韓国 ●アズビル台湾 ●アズビル金門台湾
- アズビルベトナム ●アズビルインド
- アズビルタイランド ●アズビルプロダクションタイランド
- アズビルフィリピン ●アズビルマレーシア
- アズビルシンガポール ●アズビル・ペルカ・インドネシア
- アズビルサウジアラビア ●アズビル機器(大連)
- アズビル情報技術センター(大連)
- 山武環境制御技術(北京)
- アズビルコントロールソリューション(上海)
- 上海アズビル制御機器 ●上海山武自動機器
- アズビル香港 ●中節能建築能源管理
- アズビル北米R&D ●アズビルノースアメリカ
- アズビルポルトガル ●アズビルブラジル
- アズビルヨーロッパ ●アズビルテルスター

〈販売店〉

2017 Vol. 3

azbil グループ PR 誌 azbil (アズビル)

azbil 6月発行号 (通算 Vol. 3 No. 48) 国際標準逐次刊行物番号 ISSN 1881-9680



azbilグループは環境に配慮した取組みを推進しています。
本誌からの無断転載・複製はご遠慮ください。