

ぼうだより

Vol.512

技術がいと

2022 Winter

●技術レポート

造船向け大組立溶接ロボットシステムの
納入事例



2 年頭のご挨拶

7 技術レポート

造船向け大組立溶接ロボットシステムの納入事例

12 神溶会コーナー

Mail from Indonesia

13 営業部ニュース

溶接ご法度集-22 各種溶接材料編 (4)

15 神溶会コーナー | サポーターリレー

1- 北海道地区

2- 中国地区

17 ほっとひといき | 世界につながる一冊を - KOBELCO 書房 -

「多文化社会」を読み解く

19 解説コーナー | 試験・調査報告

EBSD 法による結晶解析技術の活用例

23 知恵袋コーナー | 用語解説

溶接ロボットの動作範囲

●年頭のご挨拶

謹んで新年のご挨拶を申し上げます。
平素は、神鋼溶接材料ならびに溶接ロボットシステムの販売に
多大なるご高配を賜り、誠にありがとうございます。



(株) 神戸製鋼所 執行役員 溶接事業部門長
山本 明

皆様、新年あけましておめでとうございます。

コロナパンデミックもようやく峠を越えたように思われましたが、忘年会や新年会などは中止のままでした。いつも通りの年末年始になるにはもう一年は待たないとならないようです。それでも、初詣は、ソーシャルディスタンスを意識しつつ、行くことができました。ウィズコロナの状況は変わりそうありませんが、今年は少しずつ活動も活発化しそうです。海外との往来も緩和されて経済が上向く年となることを期待したいです。

昨年を振り返ると、ウィズコロナにも慣れ、テレワークなどの新たな働き方も定着したように思います。一方でカーボンニュートラルやデジタルトランスフォーメーションへの取組みが加速した一年でした。この動きは今後、社会・産業構造の変化へと繋がり、取り残されると企業の存続さえ危うくなるものと思われます。また、社会・産業構造の変化にともない、溶接の生産性向上、自動化への提案のニーズがますます高まるものと思います。この動きをビジネスチャンスと捉え、果敢に挑戦していきたいと考えております。

本年、神溶会は70周年を迎えます。これも諸先輩の功績ならびに神溶会会員各社のたゆみない努力の賜物と感謝申し上げます。今後も皆様から数多くの情報提供、ご提案をいただき、「世界で最も信頼される溶接ソリューション企業になる」ことを目指し、メーカとして、技術・商品開発、製品・サービスの提供、開発を加速させて参ります。

コロナパンデミックもいつまでも続くものではありません。早々の終息と、皆様が健康でより良い2022年になりますよう祈念申し上げます。



神溶会会長 | (株) 神戸製鋼所 溶接事業部門 マーケティングセンター 国内営業部長
広崎 成一

神溶会会員の皆様、新年明けましておめでとうございます。

新春は穏やかに迎えられたこととお慶び申し上げます。

さて、本年9月に神溶会は70周年を迎えます。「縁と月日」と申しますが、神溶会会員の皆様と当社は、さまざまな道のりと月日を経て出会い、溶接事業を通じて、共にものづくり産業の進歩発展に貢献していくパートナーとして、今日まで長く良きご縁をいただけたものと深く感謝しております。私自身振り返りますと、神溶会の皆様とのお付き合いは、社会人人生の大半を占めるものとなりました。右も左も分からない大阪第二販売室での新入社員時代、神溶会の諸先輩から現場同行時や有馬保養所での研修などにおいて、「溶接材料営業とは」「マージンとは」といった溶接材料商売のいろはを、厳しくもあり温かく指導していただきました。幼い子供が意識することなく親や兄弟から言葉や習慣を覚えるように、会員各社の若手社員の方々が、神溶会活動で学び、遊ぶことで、気が付けば溶接業界と自社の溶接事業の一翼を担っている。この組織はそういう存在でありたいと思うとともに、溶接業界人の育成機関としての機能こそ、企業体ではない神溶会が持つ、最も大きな役目の一つではないかと信じております。

2022年度の神溶会活動は5月に神戸で行う70周年記念全国総会を皮切りに、キャンペーン、地区総会、溶接サポーター活動などと本会の主軸となる関連行事を、コロナの沈静化を祈りつつ、工夫して開催したく考えております。全国総会においては皆様と共に、70年の歴史と伝統を振り返りながら、意を新たに今後発展に向け歩んで参りたく思います。

神戸では会員の皆様とお会いできることを当社社員一同、心から楽しみにしております。

本年も会員各社様のご指導ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

●年頭のご挨拶

謹んで新年のご挨拶を申し上げます。
平素は、神鋼溶接材料ならびに溶接ロボットシステムの販売に
多大なるご高配を賜り、誠にありがとうございます。

マーケティングセンター 国内営業部

東日本営業室長
藤原 一成



平素は、当社溶接材料・溶接システムの販売に格段のご高配を賜り誠にありがとうございます。また、日頃から神溶会活動に対するご支援、ご協力に改めて感謝申し上げます。

昨年を振り返ってみますと、新型コロナウイルスの終息には至らず、公私ともに一年の大半が何らかの規制下での活動を強いられたのではないのでしょうか。かく言う私も、外食を控え、家飲みで終始し、在宅勤務も随分と実施しました。外部とのリアルな接点が減ると、かえって目に見えないストレスが溜まっていったようにも感じています。そうした中でも、米大リーグで大活躍した大谷翔平選手のリアル二刀流には、随分ワクワクさせてもらいました。特大ホームランに興奮し、100マイルの剛速球に吸い込まれてしまいました。残念ながらホームラン王、ペーブルース以来の「二桁勝利&二桁本塁打」は次回に持ち越しとなりましたが、MVPに輝き、暗い世相の中で明るいニュースになりました。リアル二刀流は無謀だと多くの野球専門家に言われていましたが、この驚異的な活躍は、大谷選手の才能はもちろんではありますが、強い意志とひた向きの努力の賜物と思います。周囲に流されない強い意志と、十分な準備と努力により道は開けると、改めて感じさせられました。

世の中は目まぐるしく変化しております。コロナ禍で沈黙した2年間を反動にして大きなステップとなるよう、神溶会活動においても、先入観にとらわれず、ワクワク感や感動を提供できるよう、十分な準備と柔軟な発想で取り組んで行きたいと思います。本年も従来同様に神溶会活動へのご理解・ご協力をよろしくお願い申し上げます。

中日本営業室長
木村 憲一郎



早いもので、昨年1月に中日本営業室に着任し、ちょうど1年が経ちました。着任当初から新型コロナウイルスの影響により、賀詞交歓会や秋の地区総会といった東海神溶会の行事を中止とさせていただいたこともあり、残念ながら皆様との交流の機会が限られてしまいました。改めまして今後とも、よろしくお願い申し上げます。さて、この一年を振り返りますと、何と云いましても新型コロナの影響により活動が制限された一年でした。そうした中、昨今の鉄源価格とこれに伴う副資材の高騰により、溶接材料におきましても値上げに踏み切らざるを得ず、5月出荷分に続いて10月出荷分と、一年に2度に渡る値上げを実施させていただきました。あらためてこのたびの値上活動へのご理解とご協力に心より感謝申し上げます。我々を取り巻く経済環境は、いまだ半導体不足や関連部品の入手困難が続くなど、不透明感が続き予断を許さない日々が続いておりますが、自動車業界における挽回生産や増産計画が打ち出されております。また、建築鉄骨においても鋼材需要量は緩やかながらも増加傾向にあり、全体としては、コロナ前の景況感に戻りつつあることも伺えます。最近では新規コロナ感染者数も激減し、日常生活も平常に戻りつつあり、第6波などリバウンドの可能性もございますが、この約2年間、思うような神溶会活動ができなかったこともあり、今年こそは各行事やイベントの開催を実現し、神溶会の皆様との交流を深め、互いに成長できることを楽しみにしております。本年、神溶会は70周年を迎えます。東海神溶会としましても独自キャンペーンを設け、皆様とともに溶接材料・溶接システムの拡販・提案や、CS活動を通じた「ソリューション営業」を積極的に展開していく所存です。最後になりますが、会員各社様のご発展と皆様のご健勝を祈念し挨拶に代えさせていただきます。



西日本営業室長
塩路 政司

皆様方には日頃より神鋼溶接材料並びに、溶接ロボットシステムの販売に、大変ご尽力を賜り、厚くお礼申し上げます。さらにはサポーター活動をはじめとする神溶会活動にもご参画いただき、重なお礼申し上げます。

昨年も、新型コロナウイルスが経済に大きな影響を与えました。西日本営業室管轄の皆様にも大きく影響が出たと思います。さらには米・中国需要に伴う、鉄鉱石の価格急騰により、鋼材を皮切りに、ほとんどの工業製品が値上げになり、景気回復を遅らせる要因の一つになっています。今後、アフターコロナ・ウィズコロナの時代を迎える上で、景気を鈍化させないためには何が求められるか、それに対してどのような対策を実施するかが、課題になっています。今年は少しずつ景気回復が見込まれそうですが、特に関西圏では、2025年の大阪・関西万博に向けて開発が進み、IoT、自動運転、ドローン、AI（人工知能）をキーワードに変化が起こると推測されます。我々西日本営業室としまして、景気回復の波に乗り遅れないように、関西神溶会会員の皆様と一緒に一歩ずつ前に進んで参りたいと思いますので、よろしくお願い致します。

さて、私事ですが、この10月に広島より関西へ赴任し3ヶ月が経ちました。生まれ育った関西で関係各社の皆様と仕事ができる幸せを感じながら、関西、北陸、沖縄の皆様とともに、共存共栄できるように活動をして行きたいと思っています。今年の干支は壬寅で、厳しい冬を越えて、芽吹き始め、新しい成長の礎となると言われています。まさにアフターコロナ・ウィズコロナの象徴の年になるようにと願いつつ、会員各社様方におかれましても、健康には十分注意をして、日々活動していただければ、幸いです。



東日本営業室 北海道営業所 所長
辻 高弥

北海道では例年、冬期に溶接材料の需要が低下する傾向にありますが、昨冬ほど需要が急落した年は、近年ありませんでした。大型建築案件の端境期に加え、コロナ禍による鉄骨案件の中止・延期が重なり、溶接材料需要は前年同時期から約1割も減少。ユーザの中には長期休業や工場清掃などで冬を乗り切った、とのお話も伺いました。ただ春以降は、前年から続く日ハム新球場に加え、札幌市内再開案件の始動などで稼働が回復しました。目下、鋼材価格の高騰や長納期化が懸念されますが、案件は豊富であり、今年はさらなる回復に期待したいところです。

昨年は北海道でも2度の緊急事態宣言が発出され、厳しい状況にもかかわらず、溶接材料の価格改定にご協力を賜り、深く感謝申し上げます。また、コロナ禍における対応として、リモート会議による顧客や神溶会各社との面談・講習会に加え、月例会もリモート開催を開始しました。リモートと対面は一長一短があり、今後も効果的に活用したいと思いますが、溶接サポーター講習については感染状況を見極めつつ、集合形式での再開を検討しています。溶接サポーター認定という目標に向け、緊張感を持って挑戦することは、営業スキルの向上だけでなく、大きな自信と成長を実感できる経験となります。コロナ禍の2年間は開催を見送ってきましたが、新人・若手営業マンに対する教育機会を求めるご要望も、益々多くなっております。技術営業力は神溶会70年の歴史を支える根幹であり、更なる向上と発展を目指して開催して参りますので、是非、積極的なご参画をよろしくお願い致します。

北海道庁の敷地内には、東京2020五輪マラソンの目印となった緑色の破線が、レガシーとして路面に残されており、ここを歩くたびに選手たちの頑張りを思い出します。今年、神溶会では70周年記念行事を企画しており、後世に受け継ぐレガシーとなるよう尽力して参りますので、本年も神溶会活動へのご理解、ご協力をお願い申し上げます。

●年頭のご挨拶

謹んで新年のご挨拶を申し上げます。
平素は、神鋼溶接材料ならびに溶接ロボットシステムの販売に
多大なるご高配を賜り、誠にありがとうございます。



東日本営業室 東北営業所 所長
渡邊 宙史

昨年に引き続き、本年も賀詞交歓会が中止となり、この「ぼうだより」が最初の新年のご挨拶の場となりました。新型コロナウイルスの広がりには小康状態となっておりますが、いまだアフターコロナにおける安心安全な立食での会合の形式が定まっていないのが現状です。去年の干支は辛丑で「痛みを伴う衰退と新たな始まり」とされ、本年の干支は壬寅で「厳しい冬を越えて芽吹き始め、新しい成長の礎」とされているようです。そもそも干支は、未来に起きる出来事を知るために生み出された暦のシステムと言われているそうですが、この未来予想のとおりに、今年はコロナが落ちつき、新たな時代の幕開けになることを願うばかりです。

さて、去年は2回の価格改定を実施させていただきました。東北神溶会の皆様には、大変ご足労をおかけしてしまいましたが、皆様とともに各ユーザー様に丁寧に説明しながら、なんとか理解を得ることができました。この価格改定は、従来の鉄鉱石や原料炭といった原材料の価格高騰だけでなく、鋼材や線材の世界的な需要増による市況高騰が原因となっており、日本国内の経済状況とは必ずしも即さない中での価格改定となりました。鋼材や線材の世界市況の動向が国内の溶接材料価格に影響を及ぼすというこの流れは、今後も継続すると思われるため、引き続き皆様のご協力を仰ぎながら、ユーザー様への浸透を図っていききたいと思います。

今年は東北管内の大型工場の建設や青森駅前、仙台駅前の再開発が本格化し、首都圏の再開発と併せ、多くの鉄骨ファブリーケータが高稼働になると予想されます。自動車や建設機械についても、半導体などの供給不足という懸念はあるものの、輸出向けを中心に総じて生産量が増加する見込みです。そのため、東北神溶会の皆様との連携をより強化し、溶接材料の安定供給に努めるとともに、この活況の恩恵を皆様とともに享受していきたいと思っておりますので、今年も神戸製鋼所ならびに東北神溶会をよろしくお願い申し上げます。



西日本営業室 中国営業所 所長
澤田 啓太郎

中国神溶会の皆様および神溶会の皆様、新年明けましておめでとうございます。

昨年12月より中国営業所長を拝命致しました澤田です。まだ赴任して1カ月余りで、ご挨拶できていない方々も多く、ぼうだよりの紙面を借りてご挨拶させていただくとともに、できるだけ早く皆様の所へ足を運び、お話を伺わせていただきたいと思いますと思っております。どうぞよろしくお願い申し上げます。

一昨年からの新型コロナウイルスの影響で溶接材料需要は大きく落ち込み、非常に厳しい状況が続いておりましたが、昨年前半を底に全般的には回復基調であり、今年は本格回復に向け大きな期待が持てる新年を迎えていると感じております。また、このような需要の山谷がある時期だからこそ、お客様から求められるニーズは大きく変化していくと思います。足元のニーズ、少し先に求められるニーズ、全く違う視点でのご要望など、高い感度を持ちながら一つ一つ丁寧に伺わせていただきたいと思います。

神溶会は今年9月に70周年を迎えることになります。私事ですが、前任地では神溶会の全国事務局の業務も担ってございましたため、会員の皆様や諸先輩方々がこれまで培ってこられた神溶会の歴史の重みを肌で感じております。新型コロナウイルスの状況を様子見ながらではありますが、5月に開催予定の70周年記念式典で、皆様と喜びを分かち合い、感謝の気持ちをお伝えできますことを楽しみにしております。

「伝統」「繁栄」「改革」の神溶会の旗の下、コロナ禍を乗り越え、明るく元気な神溶会活動をしていきたいと思っておりますので、ご支援・ご協力賜りますようお願い申し上げます。



西日本営業室 四国営業所 所長
宇治原 宏昭

昨年12月に四国営業所長を拝命しました宇治原です。関東から四国への異動にて、お客様の業種も大きく異なる中に飛び込むこととなりました。四国神溶会の皆様とともにWIN-WINの関係づくりを目指して参りますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。

さて一昨年から続くコロナ禍により昨年も営業活動、特に対面での接触には制限が多かったこともあり、神溶会の皆様との情報共有を図る機会も限られておりました。一方で、定例会や講習会のリモート開催などを始め、ウィズコロナに向けて新たにチャレンジを行った一年でもありました。

昨年はまた、原材料である鉄源、鉄鋼製品の高騰により年2回の値上げをお願いする形となり、皆様には大変ご負担をおかけした1年でした。鉄鋼原料市況はいまだ予断を許さない状況である一方、急激な高騰に対してコストアップの負担が大きく、受け止める側のお客様が厳しいことも十分に理解できます。

さて、造船を取り巻く環境はここに来て大きく変化してきております。コロナからの回復による海運市況は急激に上向いてきており、各社とも新規受注船における資材の確保に力を入れていらっしゃると思います。今後の溶接材料需要の増加に期待したいところです。他にも建築分野では主に関東、関西案件の本格稼働、建設機械や自動車においては輸出向けを中心とした生産台数の回復が見込まれます。我々は溶接材料メーカーとして供給責任を果たすべく引き続き丁寧かつ細やかなデリバリーに努めるとともに、自動化を含めた新たな提案活動などにも力を入れて参ります。

2022年は神溶会70周年の記念行事を始め、発展の年、活動の年として前向きに捉え行動していきたいと考えております。新しい時代に何ができるか、自身に与えられたミッションは何か、を考えつつ、皆様とより深い結びつきを目指してまいります。



西日本営業室 九州営業所 所長
伊藤 崇明

2020年初頭からの新型コロナ感染拡大に伴い、生活スタイルや働き方が大きく様変わりし、昨年は良くも悪くもそうした様式がすっかり定着した1年となりました。在宅勤務やリモート会議は、もはや通常の業務スタイルとなり、顧客との重要な価格交渉でさえ、画面越しに行うケースも増えました。対面で会う機会が大幅に減り、営業としてのストレスが限界に近づいていた昨秋、ようやく感染収束の兆しが見え始め、徐々に平常時に戻りつつ(?)あるように思います。本年は70周年キャンペーンが控えておりますが、早速、事前説明会や個別勉強会などで、会員の皆様への訪問を再開させていただければと考えています。

九州地区の業種別動向ですが、建築鉄骨では、大型案件を抱えるHグレードは好調に推移していますが、中小ファブは二極化の傾向となっています。大手から仕事を請けている中小は好調も、コラムやボルトなどの納期が軒並み長期化しており、新規案件が浮上しても材料の手配が間に合わないため、受注を見合わせるケースも散見されます。自動車は世界的な半導体不足の影響を受け、特に昨年後半は各社とも大幅な減産となりました。今年に入り生産が戻る予定とのことですが、不透明な状況が続くと思われます。造船は昨年から明らかな受注回復局面となっており、線表を伸ばすお客様も増えていますが、得意の船種以外の船を受注せざるを得ないケースや、鋼材価格の高騰に比べて船価の回復が鈍いことから、なかなか収益改善に繋がっていないのが実状です。さらなる受注回復が期待される所です。

昨年、エンゼルスの大谷選手が見事MVPを獲得しました。投手・野手両面での実績はもちろんのこと、大谷選手の持つパーソナリティ、すなわち野球に取組む姿勢や周囲への気配りなども評価されていると聞いています。我々も初心を忘れることなく、神溶会の皆様とのパートナーシップをさらに強固なものとし、進むべき道をしっかり示しながら共に歩んでいきたいと思っております。引き続き神溶会会員各社のご支援・ご協力のほどよろしくお願い申し上げます。

造船向け大組立溶接ロボットシステムの納入事例

武富 康宏

(株) 神戸製鋼所 溶接事業部門 技術センター 溶接システム部

1. はじめに

当社は「世界で最も信頼される溶接ソリューション企業」を目指して、造船業の生産性向上・合理化のための溶接ロボットシステムの提案を行っています。2016年に大組立溶接ロボットシステムの上市をし、2017年4月に本誌でもご紹介しました。

2021年5月に海事産業の基盤強化のための海上運送法などの一部を改正する法律が成立し、造船業の製造体制の高度化が求められており、溶接ロボットシステムによる生産性向上はこれに寄与するものと考えています。

本稿では開発、上市をした新たな造船向け大組立溶接ロボットシステムの紹介をします。

2. 造船向け大組立

溶接ロボットシステムに関して

2.1 ブロック建造法に関して

今日の大型船舶は、船体をいくつかのブロックに分け、あらかじめ溶接のしやすい工場内やブロック置き場でブロックを製造し、できあがったブロックをドック

クあるいは船台上に運び接合し建造する方法が主流となっています。

大組立工程では、このブロックを製造しています。ブロックを製造する際、外板とトランス、カラープレートと溶接する工程があり、大組立溶接ロボットシステムは、この工程の自動化のために開発されました。(図1、2、3)

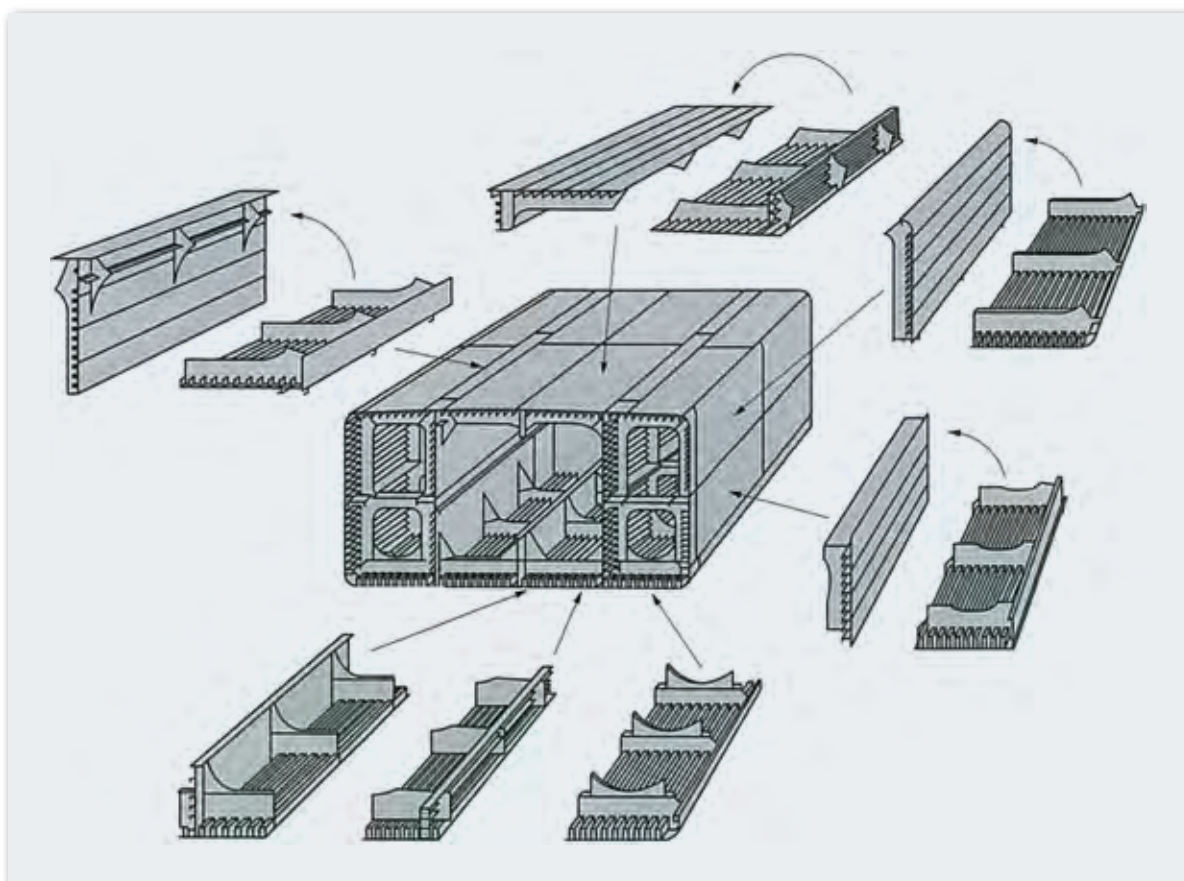


図1 ブロック構造



図2 ロボット溶接箇所

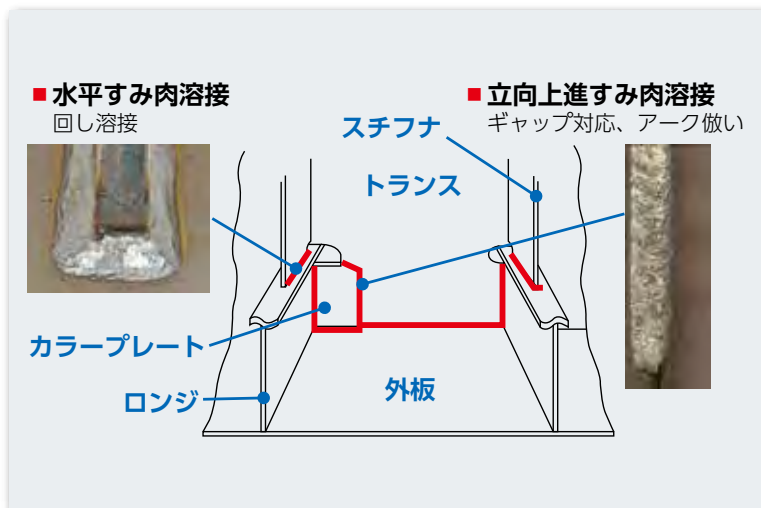


図3 大組立工程の溶接部位

2.2 大組立溶接ロボットシステム

大組立溶接ロボットシステムは、小型溶接ロボット **ARCMAN™** A30Sを搭載したロボットキャリアと当該キャリアを吊り下げたクレーン式移動装置で構成されます。ロボットキャリアには操作盤が搭載されており、自動位置決めや退避動作を1ボタンで実施できます。(図4、5、6)

【操作手順】

- ①クレーン式移動装置は手動で操作し、個々のキャリアを所定のブロックに着床させます。
- ②個々のキャリアで位置決め操作をします。トランスとの距離を一定にし、ロンジ間の中央位置にな

る位置決めを自動で行います。

- ③事前に2.3項で紹介している教示ソフトウェアで作成した教示プログラムを呼び出し、自動運転を起動します。
 - ④溶接前に溶接ワイヤによるセンシングで位置補正を行い、溶接を開始します。
 - ⑤溶接完了後、キャリアを位置決め姿勢から退避姿勢にした後、クレーンでキャリアを持ち上げ、次の溶接部位へ移動させ、①に続きます。
- ※キャリアには、旋回装置を設けており、0度あるいは180度の向きに手動で位置決めすることができます。

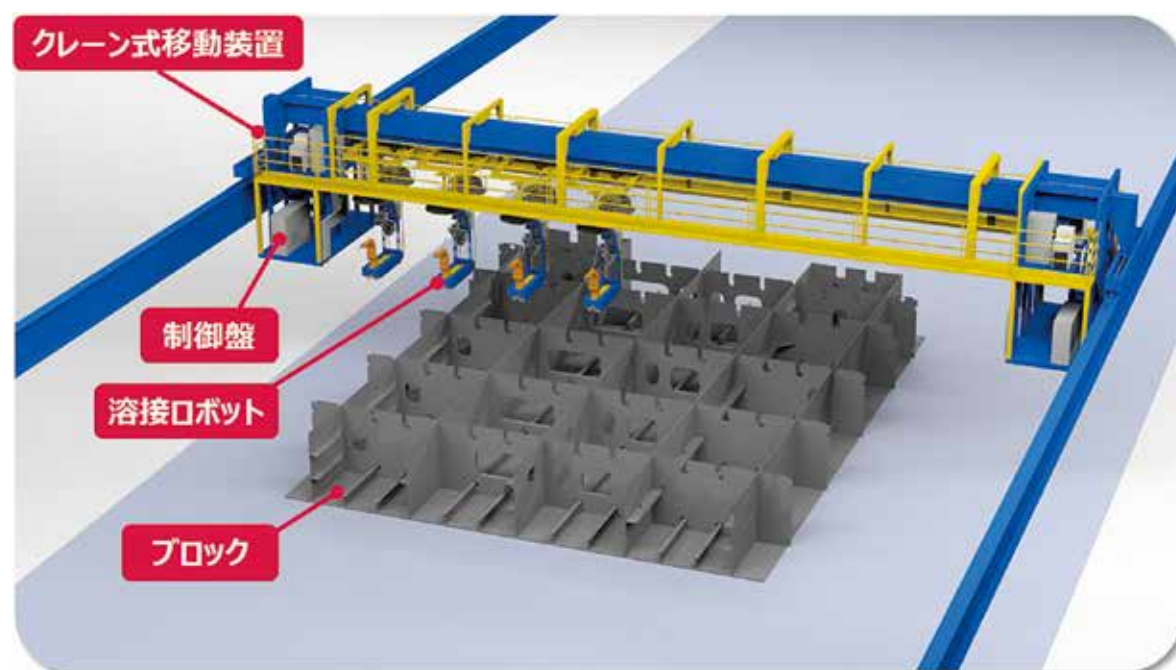


図4 大組立溶接ロボットシステム全体イメージ



図5 大組立溶接ロボットシステム全景



図6 大組立溶接ロボットシステム 溶接状況

この度、2016年に上市をしたキャリアよりも小型軽量化したキャリアを開発しました。

比較図を図7に示します。左が2016年上市タイプ、右が開発した小型タイプです。小型タイプの特長を下記に記します。

- ①キャリア全長を短くすることで、トランス間距離がより小さい船体にも対応できます。
- ②キャリア本体の質量を低減させ、クレーン負荷を低減させています。
- ③キャリア昇降時のケーブル処理を見直し、シンプルかつ軽量なスプリングバランサ方式を採用して

います。

※本システムでは図3のスチフナの溶接は対象から除外しています。

2.3 教示ソフトウェア

本システムでは、対象となるカラープレート形状などの条件を設定後、対話式入力ソフトを使用し各部寸法を入力し、教示プログラムを生成しています。生成した教示プログラムをロボットへ伝送することで、ロボットに所定の自動溶接をさせることができます。(図8)

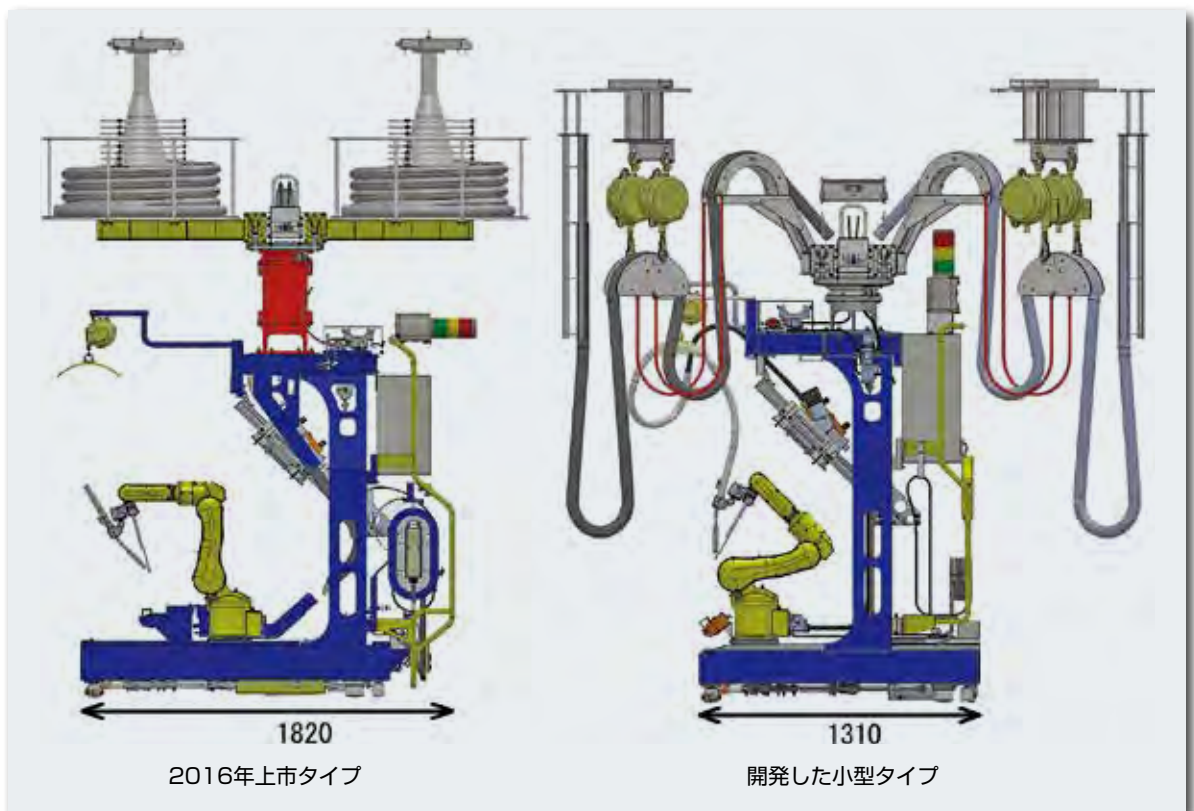


図7 キャリー比較図

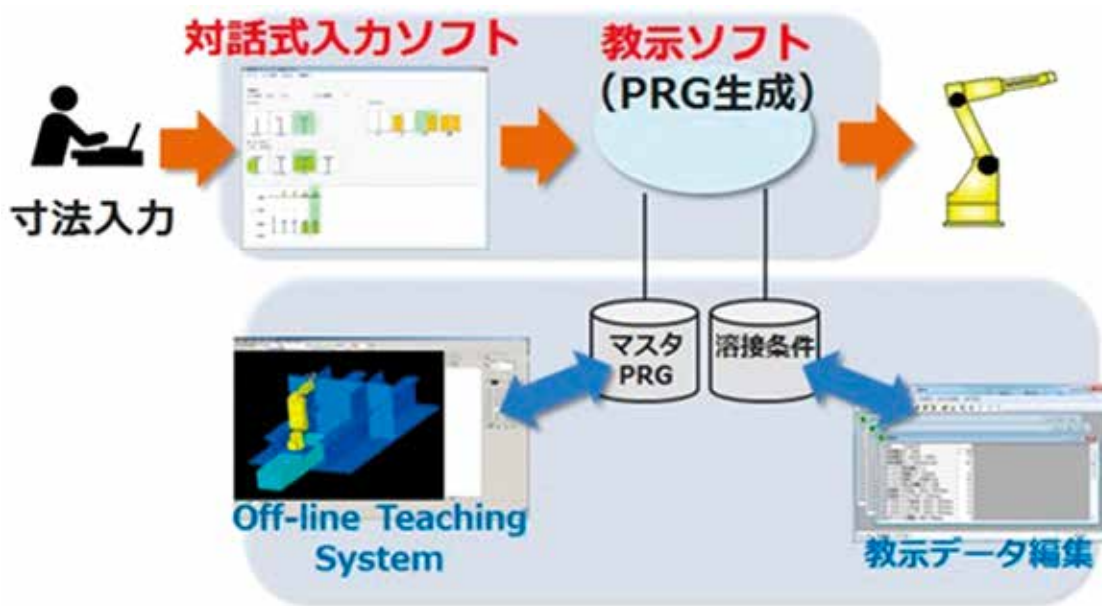


図8 教示ソフトウェア構成

2.4 溶接施工

大組立工程では、図3に示すように、水平すみ肉施工と立向上進溶接の両方の施工を行う必要があります。当社には、全姿勢溶接にバランスの良い **FAMILIARC™ DW-100**と立向上進溶接に特化した **FAMILIARC™ DW-100V**などをラインナップしていますが、大組立工程専用ワイヤとして、高能率な立向上進溶接と水平すみ肉溶接での美しいビード外観を両立させた **FAMILIARC™ DW-100R**を開発し、溶接施工面における改善に努めています。(図9、10)

2.5 ロボット機能

大組立工程では、スペースのない中に溶接トーチを入れ込み溶接する必要があります。プログラムの設定間違いなど誤操作でブロック部品と溶接トーチとが接触することが想定されます。本システムでは、溶接前のワイヤカット時に行うタッチセンシングの結果を利用して、トーチ先端のずれ量を計算しずれ量が所定量より大きくなった場合、アラームを出して注意喚起する機能を有しており、日々のメンテナンスに活用いただいています。



図9 溶接ビード（水平すみ肉部）



図10 溶接ビード（立向溶接部）

3. さらなる合理化に向けて

当社では、教示データ生成において、3D-CADデータを利用するソフトウェアも用意しています。本ソフトウェアを使用することで、3D-CADデータを読み込み、ブロックの溶接線を自動で抽出、ロボット教示プログラムの生成を行うことができます。その後、部材形状および溶接姿勢に対応する溶接条件を割り当て、教示プログラムが完成されます。

また、生産支援ソフトウェア（AP-SUPPORT™）を使用することで、溶接電流、電圧、速度などの溶接条件を記録したり、稼働情報、発生エラー情報なども記録することができるようになります。また、これらの情報をもとに稼働レポートを自動出力することができます。AP-SUPPORT™に開発中の生産監視カメラ機能を追加することで、稼働中のロボットの画像を保存することができます。また、AP-SUPPORT™ソフト上のエラー履歴から当該エラーが発生した動画を表示することができ、トラブル発生時の状況を画像で確認できるようになります。（図11）

4. おわりに

本稿では、大組立工程の自動化に寄与するロボット溶接システムの新しいラインナップを紹介しました。

神戸製鋼グループでは、船舶建造の各工程において、パネルラインの片面板継溶接装置（FCB™/RF™）、大組立前の部品を製缶する小組立ロボットシステム、本稿で紹介した大組立溶接ロボットシステムに加え、外業・総組で使用する立向溶接装置SEGARC™やエレクトロスラグ溶接装置 **SES**LA™ を、横向溶接用に石松をラインナップしています。

今後も溶接総合メーカーとして、造船ブロックの各工程において溶接材料、溶接施工から溶接装置を包含した溶接ソリューションの開発に取り組んで参ります。

参考文献

- 1) 定廣健次:技術レポート (Vol.58 2017-2) 造船向け大組立ロボット溶接システム
- 2) 神戸製鋼所溶接事業部門ホームページ 産業別製品紹介 造船

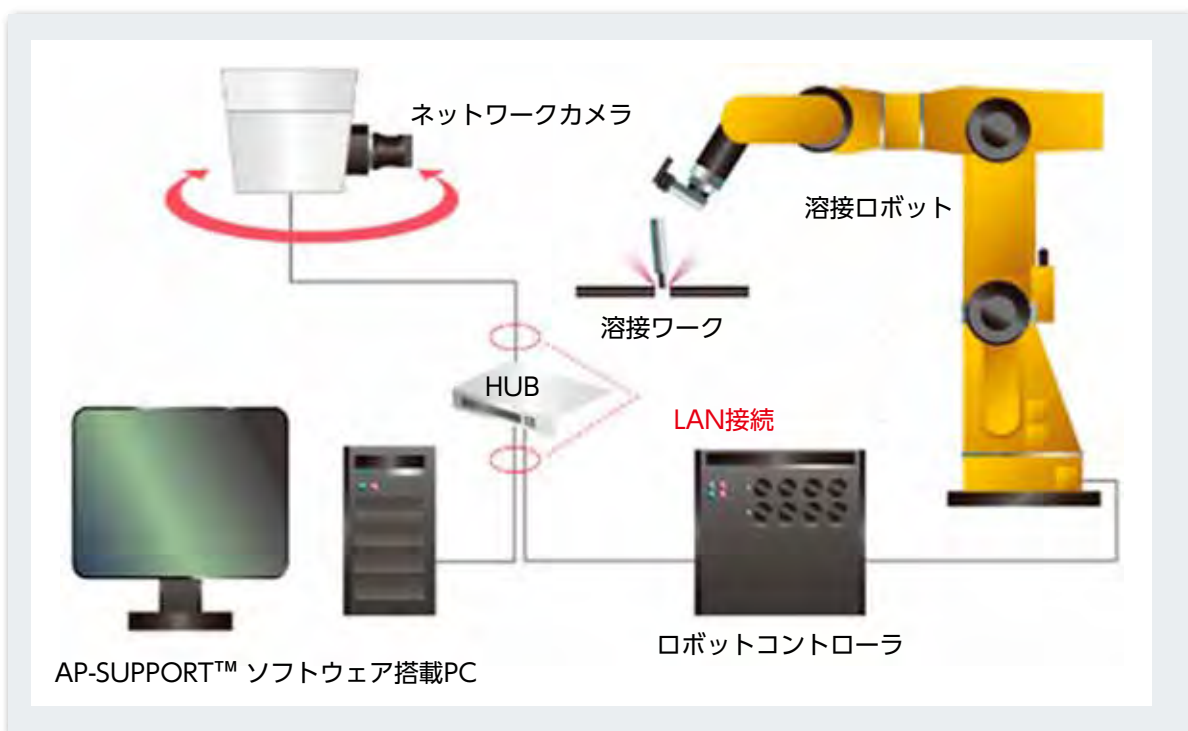


図11 AP-SUPPORT™および生産監視カメラシステム概要図



●神溶会コーナー

Mail from Indonesia 『Apa kabar? (お元気ですか?)』

Kobelco Welding Asia Pacific Pte. Ltd. Indonesia Representative Office 中井 康格

読者の皆様、こんにちは。インドネシア・ジャカルタのKOBELCO WELDING ASIA PACIFIC PTE. LTD. INDONESIA REP. OFFICE (KWAPIRO) に、2020年11月に着任した中井です。IROは2013年にシンガポールKWAPが設立した駐在員事務所で、ここインドネシアは溶接事業部門の提携先INTIWIが40年以上に渡ってKOBELCOの電弧棒を生産・販売する東南アジア有数の市場です。

さていまだに、世界共通の課題である新型コロナの感染拡大防止策について、当地の事情をお伝え致します。2021年7月には、もともと脆弱な医療体制が逼迫し在尼邦人が何人も亡くなるなど日本でニュースになったことを覚えていらっしゃる方も多いのではと思いますが、幸いにも関係者一同、無事にしております。そのような厳しい環境ですが、赴任当時驚いたのは、首都ジャカルタでは、エレベータのセンサー式ボタン、レストランメニューのアプリ化や座席制限など、当時の日本と比較して早い段階で「非接触・ソーシャルディスタンス」の環境を整えていたことでした。もちろん、現在でも市中ではさまざまな対策がとられています。

インドネシアの人々は、「jam karet : ゴムの時間」= ゴムのように伸びたり縮んだりする時間 = 柔軟な時間感覚 = 当てにならない予定 = 予定は未定、で表現される



エレベータの非接触ボタンや立ち位置指定



レストランの着席を制限する×印



メニューも印刷媒体を使わない二次元コード

のんびりした時間感覚の国民性で、緩和すると一気に緩んだり、朝令暮改のルール施行や運用との不一致が日常的にあつたりと、感染拡大防止策の実行が難しいことは否めません。ただ、一方では、その時に必要なものを躊躇なく取り入れる柔軟性、早い決断と実行があることもまた事実で、ワクチン接種やPCR検査の証明を登録して公共の場の入出場認証を行うアプリを即時投入するなど、コロナ禍においても、この国のダイナミックな動きを肌で感じる日々です。

私は、アメリカ、シンガポールに次いで3度目の海外駐在となります。質と量に求められるものは地球上どこでも変わらないことを実感してきましたが、加えて当地では将来へ向かう熱量と最先端を活用して飛び級する可能性への追求があります。課題は多いですが、高品質な溶接・十分な量と、「その先」に応えられるよう取り組んで参ります。

この原稿を執筆している間にも新型コロナの状況は刻一刻と変化していますが、皆様が、安全に過ごされつつ、少しでも早く安心して暮らせる日々が戻ることを願っております。

今回よりサブマージアーク溶接のご法度に入ります。

サブマージアーク溶接は、あらかじめ溶接線にフラックスを散布し、その中にソリッドワイヤを供給し母材とワイヤ間にアークを発生させる溶接法です。（ご法度100の図1をご覧ください。）太径ワイヤを用いての大電流溶接や、複数のワイヤを一度に溶接する多電極溶接により、高能率な溶接が可能です。一方、フラックスを散布するため、溶接姿勢は下向や横向に限定され、また複雑な溶接線には適用できないため直線で長い溶接線に適用されています。サブマージアーク溶接は、主に建築、造船、化工機、造管などで適用されています。

サブマージアーク溶接は「潜弧溶接」とも呼ばれ、溶接中アークがフラックスの中に潜り直接見えないことから、アークを見ながら溶接の状態を確認できません。そのため開先精度や施工条件に注意が必要です。

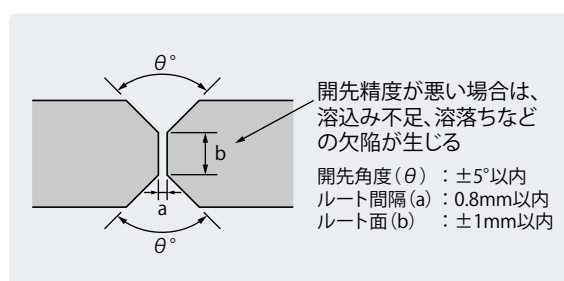
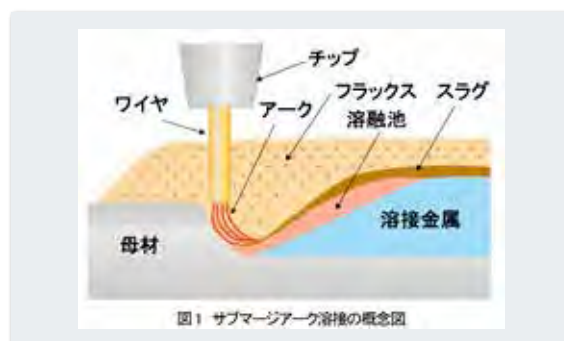
ご法度100
**いい加減な開先精度で
溶接するのはご法度！**

サブマージアーク溶接は、粒状のフラックスをアークにかぶせる格好になるため、溶接の状態が見えません。したがって、予備試験で開先と溶接条件を確認しておく必要があります。また、開先精度も極めて重要です。

とくに溶込みについては、マクロ試験などで確かめておくことが重要です。

*コベルコ溶接テクノ(株)では、
試験体加工・機械試験・マクロ試験を受託しています。

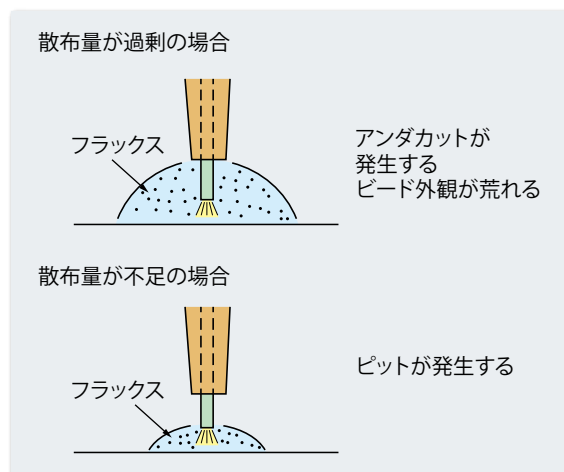
コベルコ溶接テクノ
ホームページ、お問い合わせはこちらから
⇒ <https://www.kobelco-kwts.co.jp/>



ご法度101
**必要以上にフラックスを
散布するのはご法度！**

フラックスの種類によって多少異なりますが、フラックスの散布量が過剰になると、ビード外観が荒れたり、アンダカットが発生したりします。

フラックスは、被覆アーク棒の時と同様に脱酸材としての役割もあるため、不足するのもよくありません。しかし、実際には散布しすぎのケースが見受けられます。適正なフラックス量は、フラックスの粒子の間からアークがかすかに見える程度と言われています。



ご法度¹⁰²

フラックスの粒度・粒径を無視するのはご法度！

溶融フラックスには数種類の粒度（メッシュサイズ）・粒径があり、使用する電流により使い分けられています。

大電流に対して粒度の粗い（粒径の大きい）フラックスを使用すると、ビード外観が悪くなります。逆に、細かい粒度（粒径の小さい）のフラックスを低電流で使用するとガス抜けが悪くなり、ビードに凹みができやすくなります。

小電流には粗いフラックスを、大電流には細かいフラックスを使うのが原則です。同様にワイヤについても、溶接電流、電圧、速度が同じでもワイヤ径が変わるとビード形状、溶込み深さは変わるので、使用電流域で適当なワイヤ径を選ぶ必要があります。

標準的なフラックス粒度・粒径、ワイヤ径と使用電流範囲は以下の示すとおりです。

溶融フラックス粒度・粒径と使用電流範囲

粒度 メッシュサイズ	粒 径	適正電流
8 × 48	300 μ m～2.36mm	600A以下
12 × 65	212 μ m～1.40mm	600A以下
12 × 150	106 μ m～1.40mm	500～800A
20 × 200	75 μ m～850 μ m	600～1000A
20 × D	0 μ m～850 μ m	800A以上

* 75 μ m未満は下限を0 μ mと表記しています。

ワイヤ径と使用電流範囲

使用電流域	ワイヤ径
2.4mm以下	400A以下
3.2mm	300～500A
4.0mm	350～800A
4.8mm	500～1100A
6.4mm	700～1600A

* 溶接電流の適正条件は使用する溶接機によって異なりますので、確認して設定してください。

神戸製鋼のサブマージアーク溶接材料は神鋼溶接総合カタログよりご確認ください。

<https://www.kobelco.co.jp/welding/catalog/>

ご法度¹⁰³

サブマージアーク溶接を厚板専用と考えるのはご法度！

サブマージアーク溶接は、比較的太径のワイヤを用い、かつ大電流で溶接する方法です。一般には高能率（高溶着）溶接法といわれています。

そのため、用途としては造船、橋梁や压力容器などの厚板の溶接が多いのですが、比較的薄い板の高速溶接にも適用されています。

コンテナ、家電、ポンペなどで、溶接速度は1.0～2.0m/分で溶接されています。一般の溶接は300mm/分程度なので、いかに高速溶接かがわかりますね。



コベルコ溶接テクノ(株) CS 推進部・営業部
<https://www.kobelco-kwts.co.jp/>

原田 和幸

※溶接110番・119番および用語解説バックナンバーは、以下URLよりお入りください。

ぼうだより 技術がいどライブラリー <http://www.boudayori-gijutsugaido.com/library/>



サポーターリレー(北海道地区)

こんにちは、(株)神戸製鋼所 北海道営業所の新井です。

2020年1月に日本で最初のコロナ感染者が報告されて以来、すでに2年が経過しようとしております。その間、感染拡大防止のため、対面でのサポーターを含む神溶会活動は中止・延期を余儀なくされ、現在はリモート開催を含む北海道神溶会月例会や、個別に小人数での溶接講習会といった活動をメインに行っている状況となっております。

《これまでの取り組み》

北海道神溶会では、2年に1度のペースで溶接サポーター講習会を実施しております。例年、約10名前後の新規サポーター取得者が誕生しており、現在112名の方が資格を保有しております。

例年、札幌会場でのみの開催としておりましたが、至近時では「札幌から距離のある道東地区でも溶接サポーターを受講したい」とのご要望をいただき、2019年2月には釧路地区でも開催いたしました。コロナ禍の影響で、足もとでは開催できておりませんが、各社様より「若手の営業マンに受講させたい」などのお声をいただいております。ここ数年で入社され実務経験を経て、改めて溶接に関する知識を習得したいというニーズが多いようです。神溶会70周年キャンペーン中に、開催を企画しておりますので、奮ってご参加いただければと思います。



サポーター講習会(座学)



サポーター講習会(実技)

《出張講習会》

現在、複数の会社様が一カ所にご集いただくのを避けるため、個別出張講習会も行っております。溶接の基礎に関する座学や、環境が整えば溶接体験会なども開催しております。自社で取扱っている溶接材料に関して、その特長や、選定方法を改めて学びたいという要望が多いように感じます。



出張実技講習会



また、VR機器(ナップ溶接トレーニング)の体験会も実施しており、作業服や防具なしで溶接体験ができるため、「手軽に溶接できて良い経験になった」などの評価をいただいております。

《北海道神溶会イベント》

北海道神溶会では、さまざまな現場見学会も、過去に行ってまいりました。

写真は札幌競馬場と石狩LNG基地の建設現場です。月例会メンバーとデリバリー担当者を中心にご参加いただき、普段立ち入ることのできない現場で、工事や構造物の解説をお聞きするなど、非常に有意義で印象に残るイベントとなりました。

2031年春開業を目指し、新幹線延伸計画が進められており、札幌駅周辺ではさまざまな大型再開発案件が計画されております。今後も、今まで同様に楽しんでいただける見学会などの企画も合わせて行っていきたいと考えております。



2013年 JRA札幌競馬場



2014年 石狩LNG基地

神溶会は70周年を迎えます。節目の年として、溶接サポーターの方々とともに地域に根差した活動を企画・開催していきたいと考えておりますので、引き続き神溶会活動へのご理解とご協力を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。



2015年 カーリング体験

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門

東日本営業室 北海道営業所 新井 達規

サポーターリレー(中国地区)

こんにちは。(株)神戸製鋼所 中国営業所の圖師と申します。

今回は、我々が日々働いている中国営業所のご紹介と、中国地区の溶接サポーター開催状況、また神溶会70周年キャンペーンの事前取組みとして、地区独自で開催している「出前講習会」についてご紹介させていただきます。

○営業所紹介

前回「ぼうだより」で中国営業所を紹介したのは2014年1月号になりますが、その際は広島市中心街の八丁堀にある「日本生命広島第二ビル」に入居しており、その後2019年7月に広島駅北口の「GRANODE広島」に移転しました。【写真：事務所外観】



事務所外観

広島駅から徒歩数分であることから、カーシェアや高速バスの発着場が最寄りにあることから、通勤や出張での移動には非常に便利な環境です。その広島駅では現在、駅ビルの再開発が進んでおり、完成すると地上20階の商業ビルとなる予定です。また、住民の交通手段として欠かせない路面電車が駅2階部分に乗り入れ、JRに接続することが計画されています。他にも、市街地ではJリーグで活躍するサンフレッチェ広島のホームスタジアムの建設や、八丁堀地区の再開発案件が控えるなど、国内外から訪れる観光客の需要に対応すべく工事が各所で進んでおります。

現在、営業所のメンバーは営業担当5名、溶接材料、溶接ロボットシステムのデリバリー担当3名の計8名です。また、グループ会社であるコベルコ溶接ソリューションの2名も同フロアに在籍しています。西は山口県、東は岡山県までが当営業所の担当エリアとなっており、コロナ禍で在宅勤務が多い中でも明るく、皆で助け合いながら日々営業活動を行っております。



集合写真

○溶接サポーターの実施状況

中国地区は全国の中でも、鉄骨、自動車、造船、建機など、多様な産業が盛んな地域でもあるため、本活動に力を入れて取り組んでいます。現在のサポーター取得者

数は384名であり、神溶会会員の皆様に積極的に参画いただいております。至近では2020年2月に開催し、座学編として溶接基礎知識や当社製品知識を、実技編として手棒・半自動の溶接体験やワイヤセッティング方法などを学んでいただき、見事18名全員が合格されました。受講後には「社員が溶接基礎を学ぶ良い機会となった」「客先で商品PRする際に溶接体験が役に立った」などのお声も頂戴し、我々にとっても有意義な活動となりました。ここ2年程はコロナウィルスの影響により、溶接サポーター、各種エキスパートサポーターとも開催ができておりませんが、コロナの状況を鑑み、再び開催に向けて取り組んで参ります。



溶接サポーターの様子

○神溶会70周年キャンペーンに向けた活動

来年度に控える神溶会70周年キャンペーンに向け、2021年2月より中国神溶会の独自企画として「出前講習会」を開催しております。「鉄骨・製缶」業種をテーマに、溶接基礎知識や、弊社溶接材料・溶接ロボットシステムの商品知識向上と、PRポイントの浸透を目指し実施しています。また講習会后、ご担当のユーザについて情報交換を行っており、業種別の溶接知識向上のみならず、その後の拡販活動も見据えた取り組みとなっています。コロナ禍で講習会などの機会が少なくなっている中、少人数で密にならずに勉強できる良い機会と好評いただいております。オンラインでの開催にも対応しておりますので、ご要望ございましたら、ぜひお声がけください。

今後も各種溶接サポーターや出前講習会を通じ、神溶会会員の皆様の溶接知識、商品知識向上、並びに新規拡販に向けて活動を行って参りますので、引き続き神溶会活動へのご支援、ご協力のほどよろしくお願い申し上げます。



出前講習会のテキスト

(株)神戸製鋼所 溶接事業部門

西日本営業室 中国営業所 圖師 祐太郎



世界につながる一冊を — KOBELCO 書房 —

Vol.4 「多文化社会」を読み解く

少子高齢化とグローバル化が進展する中、日本でも移民の受け入れがさかんに議論されている。異なる国籍や文化を持った多様な人たちが共生・共存できる社会を「多文化社会」と呼ぶが、それを実現させるのは決して簡単なことではない。そのことは、社内組織や地域コミュニティなどの小さい集団の中で、皆さん自身もすでに経験しつつあることではないだろうか。

読書は「他文化」そして「多文化」への扉である。今号は、あるべき「多文化社会」の在り方を示し、具体的な未来の姿を想像させてくれるような選書をご紹介します。

移民たちの「いま」を知る



『アンダーコロナの移民たち ——日本社会の脆弱性があらわれた場所』

鈴木 江理子／編著(明石書店／2021/6/5)

移民たちがコロナ禍において直面している困難は、日本人以上に深刻だ。彼らは雇用環境が元々脆弱で、就職差別にも遭遇することもある。学びやつながりの困難を抱える人も多い。移民と接する機会の多い現場における最新情報を、本書では、雇用、労働、差別、学び、セーフティネット、支援など各分野の専門家や実践家たちが伝えてくれる。

ポスト・コロナの社会においては、感染拡大の防止に加えて、「弱者」を生み出さないという視点を欠いてはならない。少し先の未来のために私たちが考えねばならないことを、外国人労働者の貧困・人権問題を通じて考えさせてくれる一冊だ。

“移民”といえば、最近、ニュースで目にするようになった「技能実習生」というキーワードに注目している読者もおられるだろう。現行の技能実習生の制度は1993年に制度化されたもので、外国人の技能実習生が、出身国において修得が難しい技能などを学んで習熟することを目的とするものだ。

しかし、その理想とは裏腹に、近年は実際の運用上において、実習生の権利や自由の剥奪が起き得ることも問題視されている。たとえば、彼らの多くは渡航準備費用を工面する時点での債務を負って日本にやってくる。企業や事業主などの実習実施先と雇用関係を結び、その多くは最低賃金水準の条件で就労することになる。来日の際に家族を帯同することはできず、孤独に陥りやすく、困りごとを相談できる相手も限られている。

特に、コロナ禍以降の技能実習生は、勤務先事業の減産や停止の影響に直撃されることになった。しかも制度上、技能実習生は転職や副業ができないため、状況が長期化すれば、事態は悪化するばかりだ。渡航制限の影響で、帰国もできない。仕方なく日本国内に留まっても日本語が十分わからないため、コロナウイルス関連情報にアクセスできない。ことばを学びたくても、地域の日本語教室は感染拡大に伴って活動を休止している……。

ここで改めて、コロナ禍約2年間の国内ニュースを思い返してみたい。「容易に貧困状態に落ち込んでしまう」。「相談窓口や支援者とうまく繋がることができない」。これらの状況は、日本人についても近年しばしば語られるようになったエピソードなのである。

「弱者」が抱える問題は、いつも社会を映す鏡のようなものだ。特に技能実習生の抱える困難は、彼ら自身に責任があるというよりも、



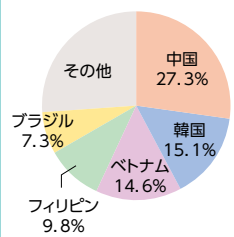
技能実習制度自体の脆弱性に強く起因するものだといえる。これらの脆弱性は、社会状況の風向きによっては「移民」、「弱者」だけの問題ではなく、いつか「私自身」を含むコミュニティにも影響を及ぼすかもしれない。決して他人事ではないのだ。

本書には技能実習生だけでなく、移民労働者、留学生、家族に伴われて来日する幼い子どもなど、多くの事例が記されている。思うに、私たち日本人には、彼らが単に異国の地で暮らす苦労を想像こそすれ、リアルに踏み込んで知る機会がごく限られている。そこに、最初の断絶があるのではないだろうか。

私たちはこの先、国籍や民族に関わらず、同じ地域に暮らす生活者同士として、移民の人々とともに未来を生きていくことになる。だからこそ、まずは移民の人々の視点を借りて「日本社会の脆弱性」を自覚することからはじめてみよう。

One more!

日本で暮らす在留外国人の人々



在留外国人の国籍・出身地域
(令和2年10月9日/出入国在留管理庁)

出入国在留管理庁が作成した報道資料によれば、令和2年6月末時点における日本国内の在留外国人数は、約288万人。地域的には、東京都の約56万人に次いで愛知県、大阪府、神奈川県、埼玉県の順に在留外国人が多いという。

彼らの在留カードや特別永住者証明書上に記載された国籍・地域の数は、なんと196(無国籍を除く)にものぼる。日本はすでに、私たちの想像をはるかに超えて、多国籍の人々が隣人として暮らす国なのだ。

身近な「多言語」へのアプローチ 『今そこにある 多言語なニッポン』

柿原 武史、上村 圭介、長谷川 由起子／編(くろしお出版／2020/6/17)

日本は、もはや「日本人が日本語を話す国」ではない。多様な人々が暮らすニッポンは、現時点ですでに「多言語」の国だといえる。本書では、イスラム横丁、LINEスタンプ、小学校の教育現場など、さまざまなことばが使われている「多言語な」現場を、ことばの教育に携わる筆者らが実際に訪ね歩いて、具体的な現場を紹介してくれる。

日本人として日本語を使うだけで生活しては、なかなか特段に意識することのない「多言語なニッポン」。本書に記される多くの事例によって、実際に日本で話されているさまざまな言語のことを知り、その話し手たちを身近に感じることができるだろう。

何といっても、象徴的なのは本書の表紙である。店舗の立ち並ぶ街角の看板を撮影した一枚の写真の中に、いったい何種類の言語が混じって記載されているだろうか。これが、まぎれもなく「今そこにある」街を切り取った風景だということに、私たちは、自分の国を「多言語の国」だとは未だ意識していないところがある。

たとえば英語は「世界共通語」などとも呼ばれ、母語の異なる人どうしで意思の疎通を図る「共通の」道具として重要視されてきた。だが残念ながら、義務教育で英語を履修した日本人でも、英語が得意な人とそうでない人の間で語学力に大きな開きがある。英語が母語でない者同士にとって、英語はそれほど万能でも便利でもないのが現実だ。

だとすると、日本国内で「共通語」として最も多くの人に都合がいいのは、実は日本語だということになる。分かりやすいのは、日本語学校に通う学生同士の関係性だ。本書では、学生たちが日本語能力の

差を乗り越えながら、LINEスタンプを「共通ツール」として楽しく繋がり合う様子が紹介されている。

なお、LINEスタンプには外国語に平仮名のふりがなが付いた「多言語スタンプ」というものも登場しているという。ふりがなを頼りに、こちらは日本語話者が相手の話す他言語を発音して学べる仕組みだ。LINEスタンプは、文化も言葉も異なる相手に気軽にアプローチできる、ほどよい入り口となっている。

本書中には、他にも行政や観光業界による比較的大規模な取り組みから友達同士の気軽なやり取りまで、実に数多くの「多言語」環境が紹介されている。これらはいずれも「母語の異なる人と、いかにコミュニケーションするか」についての試行錯誤と工夫の事例でもある。さて、あなたなら、隣人に対してどんなふうに歩み寄ることができるだろうか。



「日本人らしさ」って何ですか？ 『まんが アフリカ少年が日本で育った結果』

星野 ルネ／著(毎日新聞出版／2018/8/20)

著者・星野ルネ氏は、カメルーン生まれの関西育ち。まだ4歳になる前に母親に伴われて来日して以降は、ずっと兵庫県姫路市で育ったという。どうやら、そんなルネさんの生い立ちは、人々の共感や耳目を集めるらしい……？ ルネさんが日本で暮らす中で出会った人や、巻き起こした事件を描く、スピード感のあるまんが連作だ。

アフリカ少年の笑いあり涙ありドタバタの成長日記は、楽しく、また私たち日本人が思う“あたりまえ”をどんどん覆していくような読後感。「そもそも、日本人らしさって何だっけ?」と、もう一度自分に問い直したくなる、爽やかな魅力のある一冊だ。

4歳になる前、母親の結婚に伴われて来日したルネさんには、カメルーンで過ごした幼児期の記憶はほぼ残っていない。だから、たとえ外見がカメルーン人そのものでも、ルネさんの里帰りはカルチャーショックの連続だ。

一方、日本でもルネさんの外見から数々の誤解が生まれ、珍事件が巻き起こる。「日本国内なのに英語で話しかけられる(が、ルネさんは英語がとても苦手だそう)」、「お箸を使うだけで感動される」、「関西弁に驚かれる」。日本で暮らすうえで言葉や習慣の苦労はなくても、大小の面倒ごとがあるのだろうなと想像される反面、それらの事件をおおらかに描く筆致は嫌味がなくて明るく、どのエピソードも面白い。

中でもルネさんが、両親から受けた日本式・カメルーン式ふたつの家庭教育について紹介するまんがを「らしさの原料」と題していることはとても印象深い。

2つの国をルーツに持つルネさんは、時と場合によって「日本人より日本人らしい」、あるいは「やっぱりカメルーン人だな」と、たびたび他人から言われることもあるという。では、実際のところはどうか？ 「アフリカ少年を日本で育てた結果」について、ルネさんはこう答える。「自分らしくなる！でも答えはたくさんあるんだ！」。

生まれた国、育った国、両親の文化背景と性格、学校教育、職業経験、出会った人々……。すべての原料が積み重なって「らしさ」になるとすれば、国と国、文化と文化の間を移動し続ける現代人が「〇〇人らしい」と国籍で他人をひとくくりに語ることが、実は、とっくの昔にできなくなっているのかもしれない。

「自分らしくなる」。その言葉は、外国籍の人に限らず、日本人コミュニティの中にいる私たちの呪縛さえ解き放ってくれる、胸を打つような鮮やかな表現だ。さて、あなたの「らしさの原料」は何だったのだろうか。いまいちど振り返ってみるのも悪くない。

(文：石田祥子)



EBSD法による結晶解析技術の活用例

1. はじめに

金属の性質を特長づける結晶構造や結晶方位は、これまでさまざまな手法で調査されてきました。その中に、EBSD法（Electron BackScattered Diffraction pattern）と呼ばれる技術があり、ここ20年ほどの間に広く活用されるようになりました。今回は、まず金属における結晶構造や結晶方位について概説し、その後、EBSD法による結晶解析技術およびその活用事例について紹介します。

2. 金属材料の構成

2-1. 結晶および結晶構造とは

原子、イオンあるいは分子が規則的に並び、積み重なった固体を結晶と呼びます。我々が普段手にしている金属のほとんどは、金属原子の結晶が複数集まってできた多結晶体です。この多結晶体を構成する1つ1つの結晶を結晶粒と呼び、その結晶の構造を、結晶構造といいます。

2-2. 相とは

純鉄の場合、固体の状態であっても温度や圧力によって図1に示す体心立方晶または面心立方晶の2種類の結晶構造をとることができます。鉄において、図1左の体心立方晶を取るものをフェライト相と呼び、図1右の面心立方晶を取るものをオーステナイト相と呼びます。水を例にあげると、同じ物質でも水蒸気、水、氷のように異なる相（気相、液相、固相）として扱うのと同様に、結晶構造の異なる2種類の固体の鉄も、それぞれを異なった相として扱います。

このオーステナイト相およびフェライト相は、鋼にも存在し、鋼の特長に大きく影響します。例えば、オーステナイト系ステンレス鋼の溶接の際に発生する高温割れは、凝固過程において、P、Sなどの低融点化合物がオーステナイト粒界や柱状晶粒界に偏析するために生じやすいのですが、オーステナイト相中にフェライト相が数%存在するように溶接材料や溶接条件を調整すると、高温割れを抑制できます。この理由の1つは、フェライト相はオーステナイト相に比べ、PやSなどの有害元素を結晶内に多く取り込み、偏析を軽減させるためといわれています。

なお、鋼のような合金の場合、温度や圧力のみならず、成分の変化で相が変化することがあります。

2-3. 結晶方位とは

結晶の向きを結晶方位といい、結晶粒と結晶粒の境界のことを結晶粒界といいます。図2に結晶方位と結晶粒界の模式図を示します。ここでは、結晶粒それぞれの結晶方位を格子の図形で示しています。一般的には、結晶粒間の方位の差が 15° 以上となるような粒界を大傾角粒界、それ以下を小傾角粒界といいます。

結晶構造、結晶粒のサイズ、結晶方位、相は、いずれも金属の性質に大きく影響します。そのため、材料を調査するうえで、結晶解析技術はとても重要です。

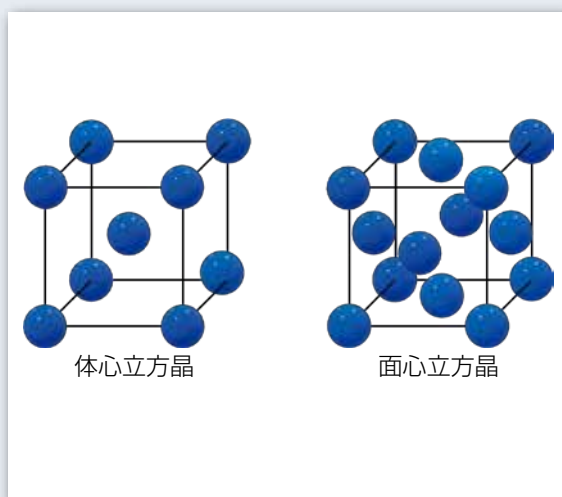


図1 結晶構造の模式図

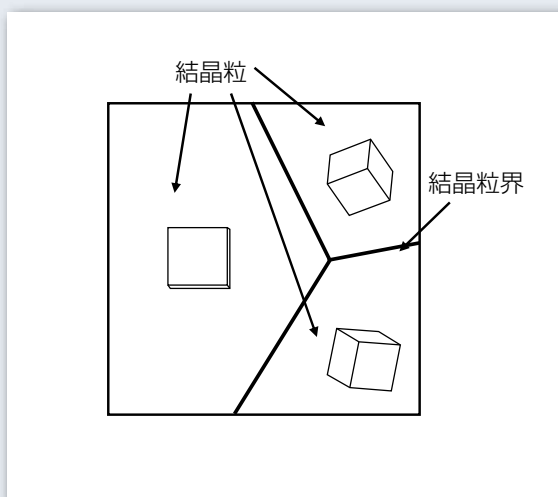


図2 結晶方位・結晶粒界の模式図

3. EBSD法の原理と特長

3-1. EBSD法の原理

EBSD法には電子顕微鏡とそれに付属する専用の装置が必要です（写真1）。電子顕微鏡とは光の代わりに電子線を当てて観察や分析を行う顕微鏡で、電子線を観察試料の表面に当てた時に、放出される信号を解析するものです（図3）。

EBSD法の仕組みを図4に示します。試料を傾けて電

子線を当てると、電子線は試料の表面で反射や回折し、特性X線や二次電子のほか、後方散乱電子（BackScattered Electron）と呼ばれる電子が放出されます。この電子をスクリーンに投影すると、電子線を当てた位置の結晶構造と向きに由来した模様（これを菊池パターンと呼びます）が映し出されます。この測定を分析範囲で1点ずつ行い、その解析結果を並べて2次元のマッピング画像を描くという仕組みです。



写真1 電子顕微鏡の外観

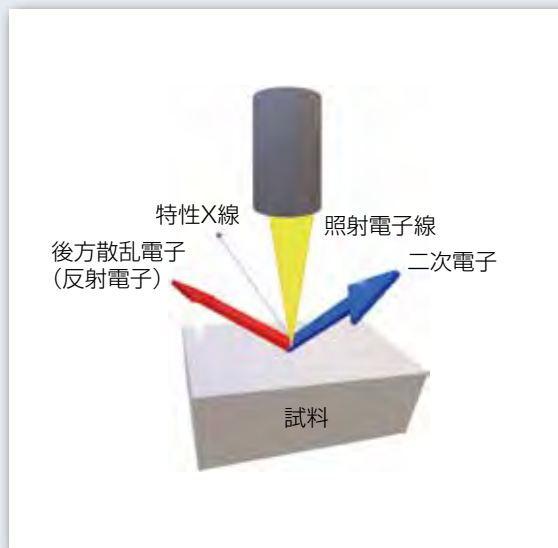


図3 試料表面から得られる信号の一例



図4 EBSD法の仕組み

EBSD法による結晶解析技術の活用例

3-2 EBSD法と他の結晶解析技術の比較

EBSD法の特長について、他の結晶解析技術と比較しながら述べます。結晶解析技術にはEBSD以外にもさまざまなものがありますが、解析の手法ごとに、得られる情報の違いや長所・短所があります（表1）。

例えばX線回折法は、分析範囲の平均化された情報を解析するので、結晶の2次元的な分布情報は得られません。また、TEM電子回折では、分析範囲はごく局所であるため、広い範囲の情報を得ることは困難です。

その中でEBSD法は、材料の特長を調査するうえで重要な、結晶構造や方位、相の情報を、ある程度広い領域で、どのように分布しているのかまで捉えることができます。これが、結晶解析にEBSD法を使用する利点です。

もちろん、X線回折、TEM電子回折にも、ほかの解析技術にない利点があり、目的に応じた使い分けが重要です。

4. EBSD法により取得できる情報

EBSD法により取得できる情報のうち、結晶方位、大きさの解析と相の解析について、実際のマップを用いてご紹介します。

① 結晶方位、大きさ、分布

図5は9Cr鋼母材を分析した結果です。図5の左はIQ（Image Quality）マップといい、各測定点から得られた菊池パターンの鮮明度（強度や鋭さ）を示しており、明るくなるほど鮮明度が高く、反対に暗い個所は鮮明度が低いことを示します。そして、図5中央が結晶方位の違いを色の違いで示したマップです。色と方位の対応は、結晶方位マップの右下に示す3角形の図（逆極点スケールといいます）で示しています。

表1 EBSD法と他の結晶解析技術との比較

手 法	分析範囲	得られる情報（代表的なもの）	備 考
EBSD	数 $\mu\text{m}^2 \sim$ mm 2	結晶方位の2次元分布 結晶相の2次元分布	ある程度広い領域の結晶情報の2次元分布を得ることができる
X線 回折	数百 $\mu\text{m}^2 \sim$ 数十mm 2	分析領域内に存在する結晶の種類 および相の同定 歪み量 転位密度	分析領域が広いので、バルク時の平均的な情報を得るのに適している
TEM* 電子回折	数nm $^2 \sim$ 数 μm^2	個々の結晶の種類および相の同定	分析領域がごく狭小であるため、微細な試料や、局部測定に適している

*透過型電子顕微鏡（Transmission Electron Microscope）

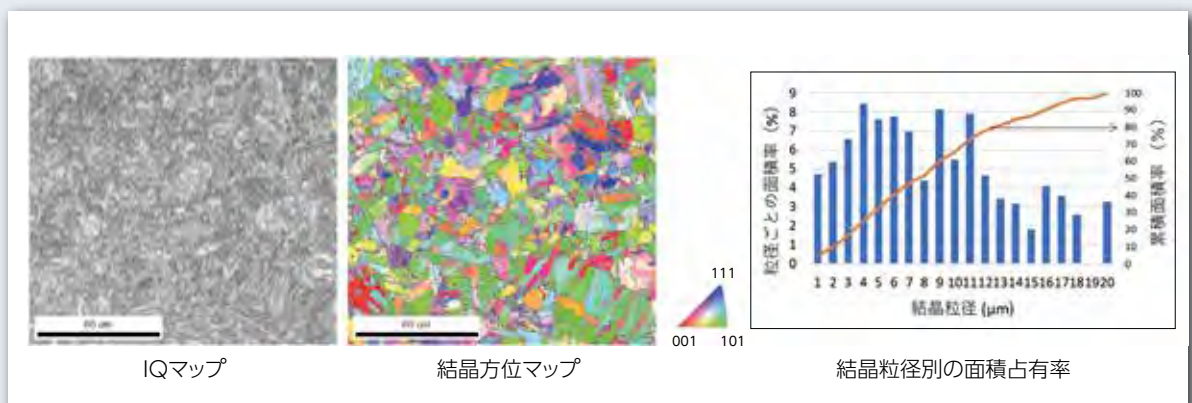


図5 9Cr鋼のEBSD解析結果

結晶方位とその方向の揃い具合は、金属の強度や加工性に影響します。図5の結晶方位マップを見ると、黄緑色で示される向きの結晶粒が多く見られますが、赤や紫など、全く異なる色で示される方位の結晶粒もあり、全体的にはランダムな方位を向いています。

また、結晶粒の大きさは、金属のじん性に大きく影響します。一般的には、結晶粒が小さいほど、衝撃に対して強くなります（結晶粒微細化効果）。

結晶の大きさを、結晶粒径と呼びます。図5の結晶方位マップで得られたデータについて、結晶粒径を個々の結晶粒の面積から円相当の直径として算出し、粒径ごとの面積率とまとめたものが図5の右のグラフです。ここでは、15°以上の方位差を持つ境界を結晶粒界と定義して、結晶粒径を算出しています。

これを見ると、分析範囲の結晶粒は最大でも直径20 μm 程度であること、直径12 μm 以下の結晶粒の面積率が約80%と多いことが分かります。

このように、EBSD法では結晶粒径ごとの面積率や大きさの分布、数量などを定量的に示すことができます。

② 結晶の相とその分布

図6にオーステナイト系ステンレス鋼の溶接金属（YS308）を対象にEBSD法で相解析した結果を示します。図6右が相マップで、薄オレンジ色はオーステナイト相に、緑色はフェライト相に該当します。

先述のとおり、溶接時の高温割れを抑制するため、溶接金属中にフェライト相（厳密には、高温からの冷却時に液相から晶出するフェライトで、 δ フェライトと呼びます）が適宜存在するように成分設計されています。相マップを用いることで、その分布状況の確認や、相の割

合の定量評価を行うことができます。

なお、フェライト量を評価する方法としては、エッチングによる方法（点算法）やフェライトスコープによる測定などがあります。2019年10月号で紹介していますので、ご参照ください。

5. 最後に

今回は、「EBSD法による結晶解析技術の活用例」について、実際の解析結果を交えて紹介しました。本稿で述べたように、材料の性質を理解する上で、結晶解析技術はとても重要です。当社では、EBSD以外にも、X線回折や電子顕微鏡など、目的に応じて装置や手法を使い分け結晶解析に対応しておりますので、ご相談いただければ幸いです。

<参考文献>

- 1) 牧正志：鉄鋼の組織制御
- 2) 渡辺義見 他：図でよくわかる機械材料学，コロナ社
- 3) 本間弘之：溶接割れとその防止 3 溶接高温割れ，溶接学会誌，Vol.57，No.7（1998）
- 4) 鈴木清一：EBSD読本，TSLソリューションズ
- 5) 松原英一郎 他：金属材料組織学，朝倉書店
- 6) 鈴木清一：EBSD法，溶接学会誌，Vol.85，No.8（2016）

コベルコ溶接テクノ（株） 技術調査部
笠井 一輝

コベルコ溶接テクノ（株）ウェブサイト
<https://www.kobelco-kwts.co.jp/>

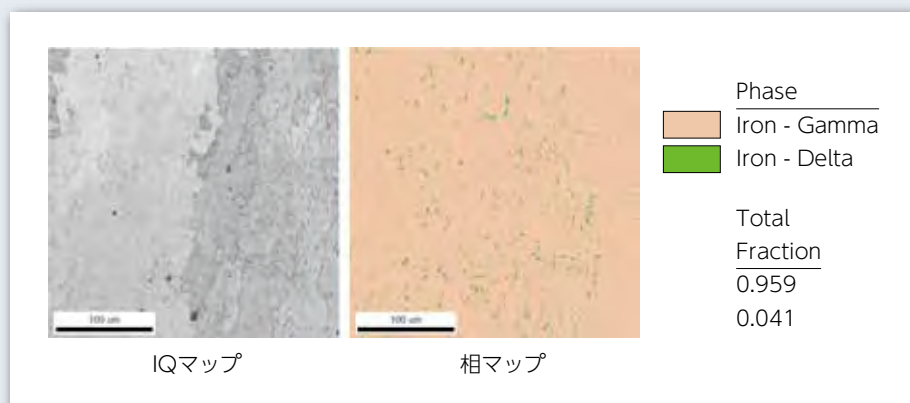


図6 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属のIQマップと相解析結果

溶接ロボットの動作範囲

昨今の溶接においてはロボットを利用した施工が多く見受けられます。溶接という過酷な作業をロボットで行うことで自動化、溶接品質の均一化、作業効率の向上などさまざまなメリットが得られます。ただ、そのメリットを最大限得るには、ロボットの仕様を把握しておく必要があります。

溶接には、さまざまな形態のロボットが使用されていますが、当社では6軸で構成された垂直多関節ロボットをラインナップしています。当社ロボットカタログ^[1]をご覧くださいと、ロボット動作範囲を示した図をご覧ください。

図1には、溶接ロボット (**ARCMAN™ A60**) の動作範囲を示しています(図2参照、アーク点距離:500mm、トーチ角度:45°)。動作範囲は3パターン示されており、その違いは溶接姿勢にのっとりします。溶接ロボットが正面手前に水平すみ肉溶接を行う場合、図の桃色で示した領域がトーチ先端の到達可能な領域になります。垂直下向きに溶接を行う場合は水色で示した領域、正面奥側に水平すみ肉溶接を行う場合は黄土色で示した領域に到達可能となります。このように、どの向きで溶

接を施工するかも動作範囲は変わるので、溶接システム導入時は、ロボットだけでなくワークサイズや施工条件も鑑みる必要があります。

溶接ロボット単体で使用される場合は、動作範囲は図示されている範囲となりますが、ロボットの移動装置も導入すれば、ロボット自体を任意の位置まで移動させることができ、動作範囲を拡張することができます。また、ワークを載せるポジションを導入すると、ワークの位置もしくは角度を変えることができるので、ロボット動作範囲までワークを移動させることも可能です。

ロボットを用いた溶接システムを導入する際は、機能はもちろん、安全面も配慮しなければなりません。図3は上から見たロボットの動作範囲(危険領域)を示しています。運転中、この領域に作業者は侵入してはならず、また、侵入できないように安全防護柵が必要になります。動作範囲と防護柵の間には万が一の場合に作業者が避難できるよう退避距離も必要です。図3で示している危険領域と安全防護柵の間の距離が退避距離となります(500mm以上^[2])。

その他、安全防護方策としてロボット各軸の動作角度を制限することもあります。動作角度の制限はソフト上から設定可能で、比較的容易な方策といえます。

以上のように、ロボット機能を十分理解し、安全面も考慮された上で、溶接ロボット並びにシステムを最大限にご活用ください。

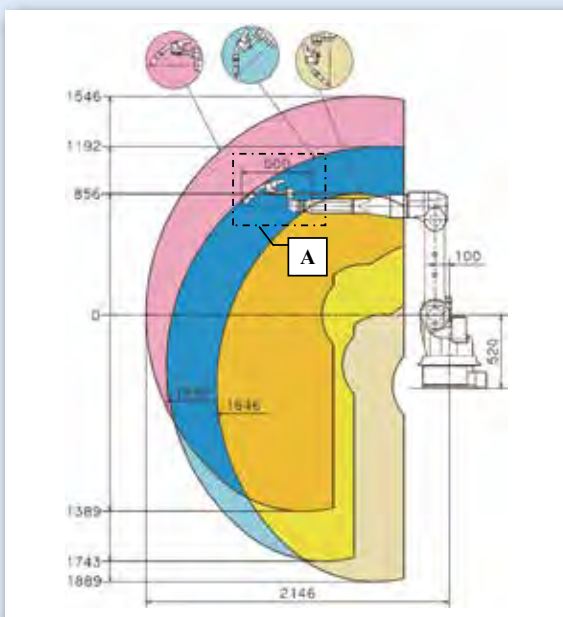


図1 **ARCMAN™ A60**動作範囲

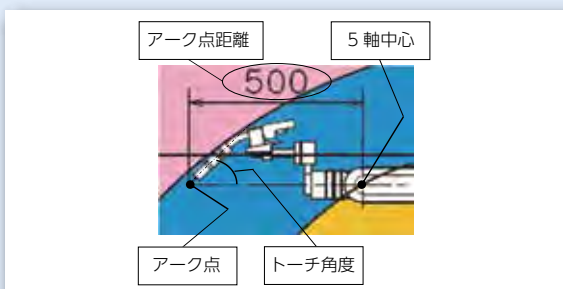


図2 A拡大図(アーク点距離)



図3 危険領域と安全防護柵設置領域

＜参考文献＞

- [1] マニピュレータ KOBELCO神戸製鋼HP
<https://www.kobelco.co.jp/welding/system/manipulator/index.html>
- [2] JIS B 9711 機械類の安全性—人体部位が押しつぶされることを回避するための最小すきま
 JIS B 9718 機械類の安全性—危険区域に上肢及び下肢が到達することを防止するための安全距離

(株) 神戸製鋼所 溶接事業部門
 技術センター 溶接システム部 西田 正樹

表紙のことば 日本の風景 出雲崎の街並



北国街道沿いに、4kmにもおよぶ妻入りの街並み —新潟県出雲崎町

江戸時代、徳川幕府の天領・出雲崎は、北前船の寄港や佐渡金山の荷揚げで繁栄し、廻船問屋街、旅籠が立ち並び、様々な業種が集まった北国街道の随一の宿場町として栄えました。小高い丘と日本海に挟まれた平地の少ない出雲崎は、当時越後随一の人口密度を誇り、多くの人が居住できるように、また、当時は間口の広さに税金をかけられていたことから、間口が狭く奥行き長い妻入り家屋が軒を連ねました。国土交通省の「歴史国道」にも選定されています。

多くの人に慕われた禅宗の僧侶、良寛の出生地としても知られ、松尾芭蕉の奥の細道にも登場しました。

