

携して開催し、2022年7月13日～16日に東京ビッグサイトで国際ウエルディングショー、7月17日～22日に近くのグラウンドニコウ東京台場にてIIW年次大会を連動して実施することで調整中である。国際ウエルディングショーはドイツエッセンショーを凌駕する世界的なショーとすることを最終目標とし最先端の技術発信や裾野を広げるための取り組み等を計画することとしている。ブランドバリューを高める戦略は広報やショーだけではない。70周年記念式典で第1回認定式を行う「日本溶接協会マイスター制度」の目的は、優良な溶接講師の顕彰と育成であるが、もう一つの目的は優れた溶接技能を持つ者が社会に認められ尊敬される仕掛けをつくることで溶接技能者のステータスを高め、ひいては当協会のブランドバリュー向上にもつながると考えている。

#### (2) 基金による教育支援制度の拡充

当協会は一般社団法人であるため、寄付を集め、基金を運用して奨学金などの教育支援制度を充実させることは非常に困難である。そこで、公益財団法人である溶接接合工学振興会と協議を行い、溶接接合工学振興会が新しい事業として寄付を募り基金を設け溶接教育への支援を行うことで合意した。当協会は溶接教育支援の実行に関して溶接接合工学振興会と密接に協議をしながら溶接接合

工学振興会の教育支援事業に協力することとした。2018年10月より溶工振は事務所を溶接会館7階に移転している。

#### (3) 溶接のイメージアップとブランドバリューの向上

溶接のイメージは、社会ではどのようにとらえられているだろうか。残念ながら3Kイメージは払拭できておらず、特殊技能であることや給与レベルが他の技能職より高いことは正しく理解されていない。ましてや女性のできる職業とは思われていないケースが多い。社会が持つ溶接のイメージは、実態よりはるかに低いため正しい情報発信によるイメージ作りが重要である。

優れた溶接技能を有する人が社会から尊敬され、女性が普通に溶接職を選べるようなイメージ戦略が必要となっている。また、企業視線で見れば日本溶接協会の会員会社なら信用できると社会から認識されるようになれば会員企業であることのメリットは大きい。溶接のイメージアップには広報活動が必要であり、ツールの作成には全国鐵構工業協会や鉄骨建設業協会など関連団体との協力が不可欠となる。また、当協会からの広報発信には、産報出版(株)との連携強化やその他メディアとの連携も必要である。

## 4 産業動向と溶接技術の変遷

ここ10年間のわが国産業界の動向を振り返ると、2008年秋のいわゆるリーマンショックを契機に発生した世界同時不況にともない、生産が急速に減少した後、2009年春以降持ち直してきたものの、その水準は依然低く、雇用情勢も総じて厳しい状況が続いた。世界同時不況は、わが国製造業に大きな影響を与えたが、同時に、わが国ものづくり産業にとってグローバルな規模で進んでいる変化、すなわち、先進国市場の成熟化とアジアをはじめとする新興国市場の拡大や、韓国や中国をはじめとするアジア諸国におけるものづくりの競争力の向上など、今世紀以降進展していたわが国ものづくり産業を取り巻く環境変化が明確に

示されてきた。

以来、この10年の産業界の動きでもっとも顕著なのは、第四次産業革命の進展にともない、AIやロボット、IoTなどの技術を社会実装していくことが可能となったことであろう。わが国製造現場には品質力、現場のカイゼン力の裏付けともなる良質なデータの蓄積があることから、これをいかに戦略的に活用し、今後の変革に適応するかが重要となる時代となってきている。

このような環境下で、わが国に溶接界においては、自動車分野での高いポテンシャル（溶接プロセス面、構造材料面とも）に新たな溶接技術開発が啓発されることが多く見られた。一方で、溶接

関連機器・材料の生産動向についてはここ10年は下降傾向にあり、溶接の大手ユーザーの一つである建築鉄骨界では2020年開催の東京オリンピック需要でその関連材料・機器の生産量が増加するとの期待もあったが、若干の歯止めはかかったものの、一時的なもので、依然として低調傾向にあることは否めない。

ここでは、この10年の溶接関連機器・材料の生産動向と、技術の変遷について述べる。

## 4.1 産業の動向と生産活動

溶接界におけるこの10年間の生産活動の指標となる「最近10年間の溶接関係生産活動推移」を表4.1～4.4に示す。

溶接における景況推移を見る上で、その指針となるのが溶接材料の生産推移である。2009年から2018年の10年間の動きを見ると、2009年は溶接材料生産量が25万7,569tで、2014年は同10.2%増の26万6,405tとなり回復が見込まれたが、2015

表 4.1 最近10年間の溶接材料生産推移

単位：t

種 類		暦 年									
		2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
被覆アーク溶接棒	軟鋼用 イルミナイト系 ライムチタニア系 高セルロース系 高酸化チタン系 低水素系 鉄粉酸化チタン系 鉄粉低水素系 鉄粉酸化鉄系 特殊系 小計	20,816	25,138	25,824	24,845	26,075	25,627	22,936	21,273	22,388	20,167
	特殊鋼用 50kg級高抗張力鋼 60kg級以上高抗張力鋼 耐熱鋼 低温用鋼 ステンレス鋼 小計	9,681	10,204	9,308	9,366	9,561	10,441	9,164	6,991	7,907	6,866
	その他用 硬化肉盛用 鋳鉄用 銅および銅合金用 小計	448	515	528	525	457	497	457	404	423	442
	中 計	30,945	35,857	35,660	34,736	36,093	36,565	32,557	28,668	30,718	27,475
サブマージ溶接用	ワイヤ ソリッド (除くステンレス) ステンレスソリッド フラックス入り 小計	16,810	17,301	17,316	15,040	14,931	14,931	14,407	13,026	14,566	14,354
	フラックス 溶融型 焼結型 小計	24,075	25,559	25,373	21,138	20,235	22,505	19,378	16,174	18,356	18,592
	中 計	40,885	42,860	42,689	36,178	35,166	40,926	33,785	29,200	32,922	32,946
ガスシールド溶接用	ワイヤ 軟鋼および50kg級HT 60kg級以上HT ステンレス鋼用 その他 小計	83,291	88,621	89,670	91,496	89,731	97,917	98,233	92,644	96,669	98,042
	ワイヤ 軟鋼用その他 ステンレス鋼用 小計	2,058	1,947	2,347	2,266	2,132	2,602	2,446	2,459	2,469	2,493
	入りワイヤ CO <sub>2</sub> 用 軟鋼用その他 ステンレス鋼用 小計	100,361	109,014	105,388	95,869	78,563	88,370	91,651	85,888	88,907	85,640
	セルフシールド用 小計	185,710	199,582	197,405	189,631	170,426	188,889	192,330	180,991	188,045	186,175
	中 計	185,710	199,582	197,405	189,631	170,426	188,889	192,330	180,991	188,045	186,175
その他	29	28	31	35	24	25	22	17	8	4	
合 計	257,569	278,327	275,785	260,580	241,709	266,405	258,694	238,876	251,693	246,600	

注：統計様式変更のため、1996年より小計、中計のみの記載。

一般社団法人日本溶接材料工業会

年は再び2.9%減の25万8,694t、2016年は同7.7%減の23万8,876tとここ10年では最低となった。翌2017年は再び上昇に転じるものの、2018年は同2.0%減の24万6,600tとなった。

溶接材料の構成比を見ると、2009年時には被覆アーク溶接棒が12.0%、サブマージ溶接用が15.9%、ガスシールド溶接用が72.1%であったが、この10年で2018年は被覆アーク溶接棒が11.1%、サブマージ溶接用が13.4%、ガスシールド溶接用

が75.5%となっており、被覆アーク溶接棒の構成比率が年々下がり、逆にガスシールド溶接用、中でもソリッドワイヤが溶接材料生産全体の底上げを担っている状況が続いている。

溶接機については、2009年の生産実績はアーク溶接機とスポット溶接機の合計で5万3,128台となっており、続く2010年は6万6,415台と増加。2011年からは溶接機の買い替え需要ならびにデジタル溶接機の市場への浸透が高まり、前年比

表 4.2 最近 10 年間の電気溶接機生産推移

単位：台、(100万円)

暦年	機種	アーク溶接機			抵抗溶接機	合計
		標準自動	その他	小計		
2009(平成21)年		21,624 (7,770)	28,466 (12,333)	50,090 (20,103)	3,038 (4,335)	53,128 (24,438)
2010(平成22)年		30,927 (10,542)	30,428 (8,829)	61,355 (19,371)	5,060 (4,503)	66,415 (23,874)
2011(平成23)年		42,962 (12,366)	44,787 (11,851)	87,749 (24,217)	5,990 (5,584)	93,739 (29,801)
2012(平成24)年		44,247 (12,952)	42,066 (12,690)	86,313 (25,642)	6,736 (6,635)	93,049 (32,277)
2013(平成25)年		40,242 (11,729)	42,006 (13,410)	82,248 (25,139)	6,226 (5,595)	88,474 (30,734)
2014(平成26)年		52,204 (15,179)	48,449 (15,635)	100,653 (30,814)	4,880 (6,997)	105,533 (37,811)
2015(平成27)年		52,920 (17,303)	47,303 (15,361)	100,223 (32,664)	4,729 (6,232)	104,952 (38,896)
2016(平成28)年		33,300 (9,113)	30,125 (10,470)	63,425 (19,583)	5,325 (5,939)	68,750 (25,522)
2017(平成29)年		30,327 (8,672)	29,435 (9,858)	59,762 (18,530)	6,924 (5,593)	66,686 (24,123)
2018(平成30)年		19,864 (7,414)	32,250 (11,253)	52,114 (18,667)	6,896 (5,677)	59,010 (24,344)

経済産業省

表 4.3 最近 10 年間の溶接ロボット出荷推移

単位：上段：台、下段：100万円

暦年	種別	アーク溶接ロボット			スポット溶接ロボット		
		国内	輸出	出荷計	国内	輸出	出荷計
2009年		1,796	4,274	6,070	1,154	3,780	4,934
		12,865	11,432	24,297	6,731	12,173	18,904
2010年		2,239	11,598	13,837	1,419	7,059	8,478
		12,928	24,130	37,059	6,271	23,330	29,600
2011年		2,682	15,480	18,162	2,300	14,116	16,416
		15,045	33,882	48,927	9,582	42,181	51,762
2012年		3,268	15,172	18,440	3,249	12,082	15,331
		16,197	30,979	47,176	13,250	38,752	52,001
2013年		2,971	14,365	17,336	2,528	12,303	14,831
		16,359	28,129	44,488	9,483	40,531	50,013
2014年		3,497	17,945	21,442	3,471	17,259	20,730
		18,860	33,478	52,338	12,774	55,652	68,425
2015年		3,560	16,254	19,814	2,819	18,883	21,702
		21,522	31,286	52,808	11,204	62,309	73,514
2016年		3,694	14,535	18,229	4,750	17,309	22,059
		24,284	27,539	51,823	17,460	55,338	72,798
2017年		3,939	17,527	21,466	3,985	23,403	27,388
		24,841	32,026	56,867	14,331	70,238	84,569
2018年		4,944	18,586	23,530	4,535	18,028	22,563
		27,221	35,958	63,179	15,176	58,304	73,480

日本ロボット工業会

表 4.4 レーザ・光応用生産装置国内生産規模推移

単位：100万円

製品	年度	2009年度 生産実績	2010年度 生産実績	2011年度 生産実績	2012年度 生産実績	2013年度 生産実績	2014年度 生産実績	2015年度 生産実績	2016年度 生産実績	2017年度 生産実績	2018年度 生産見込
レーザ・ 光 応用 生 産 装 置	炭酸ガスレーザ	39,993	69,537	80,019	55,653	63,317	68,599	62,696	47,125	52,682	46,971
	固体レーザ	32,430	41,792	31,245	26,194	28,527	29,404	32,820	34,298	38,695	42,303
	エキシマレーザ	104,315	159,398	147,718	104,794	112,742	111,096	120,776	147,831	140,687	169,737
	ファイバーレーザ				3,991	13,292	32,753	38,830	52,824	55,679	62,128
	半導体レーザ				2,357	2,409	2,548	2,213	3,519	3,449	3,681
	ランプ・ LD露光機						183,376	211,210	274,573	350,630	383,589
	3Dプリンター					561	2,710	3,459	2,270	3,091	2,756
	小計	178,557	273,776	263,021	192,989	220,287	430,486	472,004	562,440	644,913	711,165
	レーザ発振器	32,577	57,989	62,816	53,825	58,001	68,237	72,470	65,958	70,928	71,871

光産業技術振興協会

41.1%増の9万3,739台となった。この傾向は翌年以降も続き、2014年にはここ10年で最高の10万5,533台となった。ところが2016年には一転して同34.5%減の6万8,750台と大きく落ち込む結果となった。これは、国内需要というよりもデジタル溶接機をはじめとして海外生産拠点への移管が進んだことがマイナスの要因の一つとして考えられる。以降、2018年まで6万台前後の低水準が続いている。

溶接ロボットについてみると、アーク溶接ロボットおよびスポット溶接ロボットの出荷実績では、2009年時点ではアーク溶接ロボットが6,070台、スポット溶接ロボットが4,934台といずれもここ20年での最低を記録した。2010年になると一転してアーク溶接用で1万3,837台、スポット溶接用で8,478台と約2倍の増加となった。これは輸出の好調に支えられたもので、以降、増加傾向が続き、輸出の好調に加え、わが国では労働人口の減少により省人化や生産性向上に向けてのロボット需要の高まりを受けて2018年ではアーク溶接ロボットは過去最高の2万3,530台、スポット溶接ロボットは2万2,563台となった。

20数年前より、熱加工用レーザの溶接への応用が進んだことはわが国ものづくり界にとっては顕著な傾向であった。従来の炭酸ガスレーザ、YAGレーザ、エキシマレーザに加え、2012年からはファイバーレーザおよび半導体レーザが市場に登場し、特にファイバーレーザは年々伸張し、2012年度（39億9,100万円）比で2018年度は約15倍の生産規模（621億2,800万円）となっている。また、3Dプリンターは、2013年度の市場規模が5億6,100万円であったのが2015年になるとその注目度の高さから34億5,900万円となり、2016年

度以降はやや落ち着いてきた感があるものの、2018年度は約27億円規模の市場となった。レーザ・光応用生産装置全体では2012年度以降に上記装置が市場に登場してきたことで、2009年度時は1,785億5,700万円規模であったのが2018年度には7,111億6,500万円規模に拡大した。

## 4.2 溶接技術の動向

ここ10年の溶接市場に登場してきた溶接技術の動向についてみてみる。

2009年時は、溶接機の技術開発動向としては、厚板から薄板また、溶接材質においてもアルミニウムやステンレスといった幅広い対象物をターゲットとした技術開発が展開されていた。また、溶接機とロボットさらに周辺機器を一体としたソリューションの提案が各メーカーから競って行われるようになった。特にこの時期は革新的な技術の発信については一段落した感があったが、デジタル制御技術の進歩にともなって溶接電源の性能向上、さらには溶接ロボットや溶接トーチなどの周辺機器との組み合わせよって溶接機器の総合力による提案が盛んに行われていた。また、レーザに関しては、国産の発振器が市場に登場してきたこと、高出力ファイバーレーザの発振器が販売されるようになったことが特筆される。また、高出力半導体レーザのビーム品質がランプ励起YAGレーザの領域に達し、これまでのYAGレーザが半導体レーザに置き換わる端緒となった時期である。溶接ロボットに関しては、ロボットの知能化がキーワードであり、ロボット操作の一元化や電子マニュアルの内蔵や工場内のサーバーへのLAN接続を可能とし、現場で使える情報ターミナルの一つとして活用可能となり、生産現場の情



報管理に大きく貢献する時代となった。いわゆる今でいう生産現場でのIoT化の幕開けである。さらに、FSW（摩擦攪拌接合）のアプリケーションも鉄道車両や自動車を中心に発展し、さらに船舶、航空宇宙、半導体機器、民生機器などへと拡大した。その適用材料も従来のアルミニウム合金から、チタン合金、ステンレス鋼、マグネシウム合金などへの適用を狙った技術開発も盛んになってきた頃である。

2015年、16年頃には、溶接機関連では低スパッタ・低ヒュームをキーワードとして、例えば専用ソリッドワイヤを使用して高能率・高品質に建築鉄骨を溶接する炭酸ガスパルスアーク溶接法や、自動車の軽量化を狙った980MPa以上の高強度鋼板の溶接材料が登場したり、溶接時間を大幅に低減できる厚板高能率溶接システムなどが市場に投入された年である。また、レーザではファイバレーザが全盛で、溶接モニタリングシステムやシームトラッキングシステム、大出力に対応したビーム伝送部品や加工光学系、ハンディレーザ溶接の適用など応用が拡がりを見せるなど、レーザ技術がより身近になるような発展の傾向を見せた。一方で、金属3Dプリンターが注目を集め出したのもこの頃である。従来の切削技術だけでは不可能な複雑形状の構造物や一体形の構造物設計することができるなどメリットがあり、特に焼結能力が飛躍的で成形物の品質を向上させている。当時は量産対応はまだ難しいものの、一品物の製造、少量多品種生産用金型の製作に利用されている。需要は自動車や航空機、医療機器、金型などの特殊仕様部品の製造に利用されている。チタンやインコネル、銅など粉末金属材料の多様化も進んでいる。海外市場を中心に拡大が見られた。

2013年には、自動車をはじめとする輸送機器の軽量化を通して、エネルギーを節約し、CO<sub>2</sub>排出量を削減することを目的に、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構/ISMA（新構造材料技術研究組合）プロジェクト）が開始され、2018年3月末でプロジェクト第Ⅱ期が終了し、軽量化に資する中高炭素鋼の超ハイテン材やアルミ

ニウム、マグネシウム、CFRPなどの材料開発を行い、これらの開発材料とともに既存材料も含めて、適材適所に採用するマルチマテリアル構造に対する接合技術開発を行った。具体的には、超ハイテン材同士、鋼板/非鉄金属、金属/樹脂・CFRPなどをつなぐ接合技術の開発が展開された。接合プロセスには様々なエネルギー源やメカニズムを用いた手法が開発・実用化され、溶融接合を始め、ろう接、固相接合/界面溶着、接着プロセス、機械的締結に関する接合技術が注目された。

2019年には、溶接機においては高能率化、自動化、品質、IoTおよびVR・ARのキーワードに基づく技術開発が多く見られた。高能率化という点では大電流の溶接プロセスの開発が目立ち、自動化では工場や建屋ではない例えば建築現場での技術開発が市場に提案された。また、品質では送給制御用溶接用ワイヤ、溶接部の塗装性に富んだ技術が注目を集めてきている。IoT化については造船現場を中心に、様々なパラメータの測定とIoTとの連携など、溶接機メーカーとユーザーがお互いに生産性が工場するIoTの構築を図ってきている。さらには、溶接界に止まらずすべての産業分野で課題となっている労働者の高齢化や技術者不足、加えて教える側が減ることで長年培われてきた技術の衰退や消滅が危ぶまれている中、VR（バーチャルリアリティ）技術を用いた技能の伝承が数多く研究されており、バーチャル溶接シミュレータなどの適用による訓練が現場でも一般化しつつある。

また、3D金属プリンターは研究開発用途で大手企業を中心に採用は進んでいるものの、金型もしくは部品構造用途まではなかなか進んでいない状況にある。そのため市場は小規模で成長も鈍いことから日本メーカーで海外市場に注力するところもみられる。今後は企業内の研究開発用途に止まらず、アカデミック利用や防衛関連など産学連携による幅広い分野間での研究開発を促すことが日本市場拡大に必要となってくるであろう。