

# 日本のお家芸である産業用ロボットを用いたものづくり —少量多品種のためのロボット活用のすすめ—

高丸工業株式会社  
代表取締役 高丸 正

## 1 はじめに

未だロボットを導入していない少量多品種、あるいは一品モノの製缶作業を業としている中小企業へ溶接ロボットの営業に行くと、必ず聞かれる事がある。「ロボットで溶接するのと、人が溶接をするのではどちらが早いのか？」 近年、産業用ロボットの知識を全く持ち合わせていないものづくり企業は皆無になったと言っても過言ではない。したがって産業用ロボットは教示作業が必要である事は常識として知られている。つまりこの質問には「ロボットの教示作業にかかる時間と、ロボットが溶接する時間をたして、人が溶接をする時間より早くならなければロボット導入の意味が無い。一品モノなんて人が溶接した方が早いに決まっている」と言う考えが前提としてあるのである。この質問の考えは一見もっともであると思えるが、本当にロボットの教示作業にかかる時間と、ロボットが溶接する時間をたして、人が溶接をする時間より早くならなければロボットを導入する意味が無いのであろうか？

## 2 ロボットは少量多品種生産に本当に向かないのか？

私自身、30年ほど前にワードプロセッサを初めて使った時に同じ事を口にした。「ワープロで文章を書くのと、手書きで書くのではどちらが早いのか？」 また、CADを導入する時も同じ事を言った「CADで製図するより手書きの方が絶対早いぞ！」しかし今日、手書きの図面を見る事は珍しい事となり、報告書や見積書に至っては手書きの物を見る事すらなくなった。なぜこうなったのであろうか？ 理由は御承知の通り、コンピュータを活用して作成した文章や図面はデジタルデータとなって残り、複数の人と共有が出来るため、そのデータを上手に活用する事でフォーマット化や規格化が進み、その作業にかかった時間以上のさまざまな効果があると言う事に気が付いたからである。産業用ロボットも同じである。

「少量多品種だから、(一品生産だから)ロボット化の効果が少ない(無い)」という意見もよく聞く。しかし、そもそも産業用ロボットは、自動機械による大量生産の効率化に対し、機械化が進まない少量多品種生産のために、「教示作業を行う事により、動きを自由に変える事が出来る装置」として開発された。つまり産業用ロボットは少量多品種のための生産設備なのである。にもかかわらず、現在でも少量多品種の生産にロボットを活用している例は極わずかであり、ほとんどが大量生産用の簡易の自動機として使用されており、それらのロボットの中には、生産が始まると廃棄処分になるまで教示作業をやり直すことすらないものもある。つまりロボットをロボットとして使っていないのである。

ロボットでもものづくりを行うとそれなりに作業のデータ化が出来る。しかし残念ながら現状のロボットではそのデータを共有、編集、検索等を行う機能が希薄であると言わざるを得ない。だがそれも時間の問題であろう。そう言った機能をロボットメーカーが用意するまで導入を控えるのは得策ではないと思う。当社がOA化を進めた時はPCメーカー間で文章が読めない事もあったし、CADもソフトウェアメーカー間でデータの互換性が無かったが、決して早すぎたとは思わない。自然と苦勞して作ったデータを再利用するようになり、それなりに標準化が進んだ。むしろ現在の便利で使いやすくなったCADを使うようになってからの方がデータの有り難さが薄れ、再利用する比率が下がっているように感じる。結局は使用者の気づきや組織としての方針などが重要な要点となるのである。

### 3 作業の手順を規格化する事で一品生産にも対応

この様な環境の中、自らの並々ならぬ努力で少量多品種の生産にロボットを活用して、大きな効果を出している企業もある。それぞれ製作している物や作業は違うが、いずれの会社もロボットで作業しやすい様に製造物の設計変更まで行い、規格化を徹底的に進めてロボットの稼働率を上げている。また、この場合の規格化とは単純に製品形状の規格化ではなく、作業手順そのものの規格化であり、そういった考えを根本に据えて実行している企業が大きな効果を生み出しているのである。石川県の溶断、溶接メーカは「溶接ロボットは溶接技能者ではなく、エンジニアに使わせる」と言う考えで一品モノのロボット化に取り組んでいた。大阪府の医療機器メーカは「新興国の競合会社が真似の出来ないものづくりを目指す」と社長自らが公言して実施していた。何れもその結果、人手では不可能と思われる様な作業をロボットで実施するまでに発展し、以前と業務の様子が大きく、もちろん良い方向に変化している。

一方、ロボットと同様に「プログラムを作るのに手間がかかり、少量多品種の生産には向かない」と、過去に言われていた機械装置がある。30年ほど前から普及が始まったNC工作機械である。当時の加工業の技能者たちは汎用機械を研ぎ澄まされた五感で操り、1/1000 mmの精度で加工を行っていた。そして「NC工作機械はプログラムの作成がネックだ。だから一度プログラムを作ると何度もそのプログラムが使える大量生産の部品の加工には向くが、その都度プログラムを作らなければならない一品モノの加工は汎用機の方が向いている。即ち大量生産を行っている大手企業にはNCは有益であるが、中小企業には不向きである」と言っていたのである。ところが今日では汎用機で加工をしている工作所が一体どれだけ残っているものであろうか？ NC工作機械はいつの間にか中小企業にも広く普及し、既に加工屋で汎用機を見る事も少なくなった。そしてそういった中小企業は大量生産の加工を行っているのではなく、一品モノの加工に対し、一度しか使わないプログラムを作成し、NC工作機械で加工しているのである。

では中小企業にNC工作機械が普及した理由は何なのであろうか？ コンピュータやCADの普及、操作性の向上、価格の低下など等、さまざまな理由があると思うが、技能者の減少が一番の理由ではないかと感じている。日本の中小製造業の多くは戦後の成長期に創業された事業所が多い。即ち現在社歴が50年~60年で、30年ほど前と言うと、社歴が20年~30年で、1回目の世代交代の時期であった。腕のいい職人さんが会社を興し、その技能の良さで社員の統制をはかりながら順調に事業を進めてきたが、永遠に一線で作業し続けることはできない。いよいよ世代交代をする時期に若手の腕の良い職人さんに会社を譲れば同様の手段で社内の統制はとれるかもしれないが、創業者の会社に対する思い入れは当然のことながら非常に強く、また金融機関への連帯保証の問題なども有り、なかなか身内以外への事業継承は実現していない。一方、創業者の身内に創業者と同等の腕の良い技能者がいれば問題もないであろうが、まずはあり得ない。

この悩ましい世代交代の時期に、次期後継者の技能の補助としてNC工作機械を初めて導入した企業が多かったと考察している。そしてたとえ導入の理由が何であれ、実際にNC工作機械を使いだすと、そのさまざまなメリットを体で理解する事となり、2台目3台目の導入につながり、機械加工業者全体への普及となったのだと考えている。そしてさらにそれから30年経った今、3代目となる世代交代の時期に差し掛かっている。そういった中小企業から「少量多品種なのだがロボット化を進めたい。なんとかならないか？」といった相談が増えてきた。

#### 4 作業手順の具体例

初めてロボットを導入してうまくいかないケースの中で目につくのは、「今までの手順どおりにやっているのにうまくいかない。ロボットの能力が低いぞ!」という意見である。ワープロで文章を作る手順と、手書きで文章を作る手順は同じではない。同様に CAD で製図する手順と、手書きで製図する手順も違う。人手でものづくりを行っている手順を、そのままロボットの手順に置き換えようとする考えが適切ではないのである。手書きで文章を作る時は頭の中で完全に文章を作り、それを文字にする。一方、ワープロでの作業は伝えたい事や言葉をどんどん文字化して、あとで文章に整える。CAD での製図も縮尺や配置は後で整える事が出来る。ロボットを導入する上でも作業手順を積極的に変えるべきだと思う。下図 1 は箱物のワークをロボットで溶接するにあたり、工程を分けると内部も溶接できると指導したものであるが、最低限この様な手順変更は必要である。

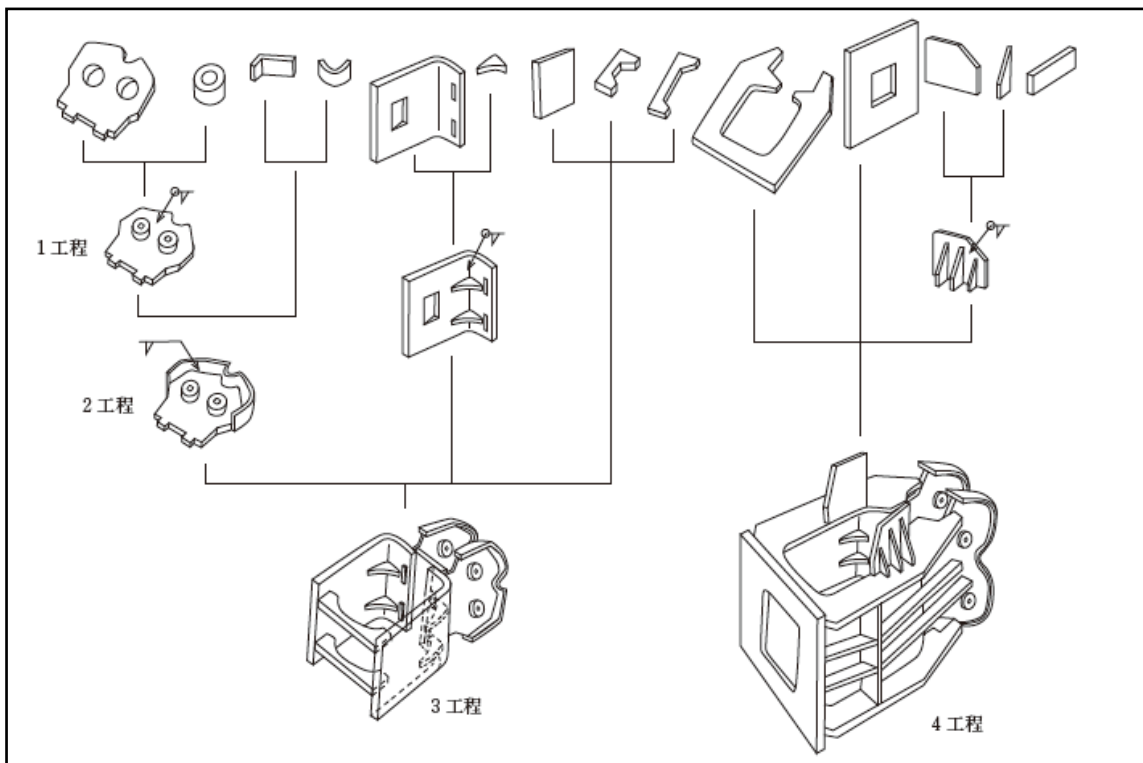


図 1



図 2



図 3

また上図 2、図 3 は岡山県の鋳物部品メーカーにおける、グラインダー作業のロボット化の

例であるが、当初は図 2 の写真にある作業者の代わりに、ロボットにグラインダーを持たせる考えであった。しかし製品の重量が 15kg と重たく、工程間の搬送についても問題となっていたため、図 3 の様にロボットでワークを持ち、グラインダーと搬送の両作業をロボット化する事により効果を増大させた。

これらの手順の変更はワークの形状変更を伴わない工夫の範囲であるが、既に自動車部品等は、ロボットで製造する事を前提とした形状になっていると言っても過言ではない。ロボット導入後も日々この様な工夫をし続ける事が重要であり、その積み重ねが大きな効果を生み出すのである。

## 5 ARTC (尼崎ロボットテクニカルセンター) でのロボット人材育成

ロボット導入におけるこれらの問題点を解決しても尚、ロボット導入に踏み切れない企業の抱える最大の問題点は「当社にはロボットを扱える人材が無い」である。

当社は 8 年前、国の補助金を活用して ARTC (尼崎ロボットテクニカルセンター) を立ち上げた。(図 4 参照)



図 4 ARTC (尼崎ロボットテクニカルセンター)

ここでは産業用ロボットとはどんなものか？何が出来るか？どの様に扱うのか？などについて、7 メーカーのロボットを実際に動作させ、ユーザー自身で比較判断ができるようにした。これは当社が 25 年前に CAD を導入する時にどのメーカーを選定するかで悩み、全ての CAD をショールームにおいていた OA 機器商社の世話で、候補に挙げていた CAD を設計者全員で実際に使わせて頂き、彼らの意見をまとめて機種を選定した経緯を真似ている。「ロボット業界はパソコン業界の後追いをしている。つまりパソコン業界の歴史はロボット業界の未来である。即ちパソコン業界の歴史をロボット業界に置き換えて実施して行く事がロボット業界で成功するための手段である」これは私の持論であり、当社の事業計画の骨子である。そして今のロボット業界をパソコン業界の歴史と比較すると、その販売方法、データの互換性の問題、アプリケーションの種類等から推測するに、ちょうど当社が CAD を導入した頃と同じレベルであると判断して ARTC 設立の計画を立てた。また丁度そのころ、各地でパソコン教室が開かれていた。この歴史にも倣い、ARTC では 5 年前から産業用ロボットの教育事業も取り行っている。毎週、産業用ロボット安全特別教育を実施し、その他に操作教育や導入前の委託テスト等、ビフォーサービスも行っている。しかし、当社自身がそうであった様に中小企業における教育とは、「忙しい時は暇がない。暇な時は金がない」が常である。この問題の解決はパソコンの操作教育を小中学校で行うようになっている事を真似、工業高校で教育すべきであると考え、同じく 5 年前から地元の行

政機関、外郭団体、金融機関等の支援を受けて実施している。既に106名の学生に（図5、図6参照）受講していただいたが、彼らが社会に出て第一線で働きだす時を心待ちにしていると共に、各工業高校の本来の授業で取り組んで頂けるようになる事を強く希望する。

参考に受講した高校生の講習の様子と産業用ロボットに対する考えをまとめたアンケート結果を、図7、図8に示す。ロボットに興味を持っている高校生が非常に多い事が一目瞭然である。

(2) 業種別 会社数・人数

		会社数 (校数)	人数
製造業	金属加工	36	120
	産業機器	53	151
	電気・エネルギー	17	141
	化学製品	13	79
	薬品、化粧品	7	21
	鉄鋼	9	41
	食品	14	48
	その他	9	56
	計	158	657
サービス業	商社	6	14
	人材派遣業	10	21
	銀行	1	2
	コンサルタント	1	1
	計	18	38
学生	大学生	8	33
	高校生・中学生	19	73
	計	27	106
その他		12	12
	合計	215	813

図5

(3) 年齢構成別人数

～20	123
21～30	228
31～40	267
41～50	149
51～60	42
61～	4
合計	813

図6



図7



研修番号1・2 ロボット研修【尼崎ロボットテクニカルセンター アンケート集計】

	問1	問2	問5	問6	問7	問8	問9
	研修が技術・技能の習得や知識の向上に役立ちましたか	就職してから実際の現場で生かせそうですか	カリキュラムの充実度について	カリキュラムの理解度について	研修の実施に当たって、開催日数は…	設備、ノウハウ、講師陣は…	総合的に判断して満足していますか
	5	3	5	5	3	5	5
	5	4	4	5	3	4	5
	5	5	5	5	1	5	5
	4	3	5	4	2	5	5
	5	5	5	5	3	5	5
	5	5	5	5	3	5	5
	5	5	4	5	5	5	5
	4	3	4	3	4	4	4
	5	4	4	4	3	5	5
	5	4	5	5	3	5	5
	5	5	5	5	3	5	5
	5	3	4	4	4	4	4
平均	4.8	4.1	4.6	4.6	3.1	4.8	4.8
%	96	77	90	90	—	94	96
回答選状態	5. とても役に立った 4. まあまあ役に立った 3. どちらとも言えない 2. あまり役に立たなかった 1. 全く役に立たなかった	5. 本意に生かせる 4. まあまあ生かせる 3. どちらとも言えない 2. あまり生かせる 1. 全く生かせる	5. とても充実していた 4. まあまあ充実していた 3. どちらとも言えない 2. あまり充実していない 1. 全く充実していない	5. 理解できた 4. まあまあ理解できた 3. どちらとも言えない 2. あまり理解できない 1. 全く理解できない	5. 長い 4. 少し長い 3. ちょうど良い 2. 少し短い 1. 短い	5. とても良い 4. まあまあ良い 3. どちらとも言えない 2. あまり良くない 1. 全く良くない	5. 大変満足 4. まあまあ満足 3. どちらとも言えない 2. あまり満足していない 1. 満足していない

問3の回答  
 ・ロボットを使う現場に行ったときに基本がわかっていたほうが便利だから  
 ・難しいことをロボットができること  
 ・稼働する現場でロボットがあれば学んだ知識が生かせると思っています  
 ・これからはロボットをつかった現場が多いと思うので、ロボットについての知識や技術は現場で生かせると思っています  
 ・実際の現場でロボットがあると思うので、そのロボットを動かせる点で有利だと思います

問10の回答  
 ・楽しくロボットについて学ぶことができたのがよかった  
 ・先生がたのおしえがいていねいで、すごくわかりやすく楽しく学べたので満足しました  
 ・ロボットを長く操作出来た点  
 ・おしえてくれる人がわかりやすくおしえてくれたのでうまくロボットを動かせた  
 ・講師の人たちは、みんなとてもいいに教えてくれましたし、いろいろな会社のロボットを操作する経験は就職にとても役立ったと思います  
 ・講師の人達がとても優しい人ばかりで、設備も整ったことがないものばかりだったので、触ることができてとても満足しました  
 ・せつめいがよかった  
 ・先生方の教え方

問12の回答  
 ・産学が繋がったけれど、ロボットの操作は楽しかった  
 ・ロボットは危険な物だと思っても安全にやることが出来たので満足しました  
 ・色々なロボットの仕組みができてとてもよかったです  
 ・将来、ロボットがある所に就職したいと思っています  
 ・初日の産学は聞いてるだけだったので理解するのが大変だったけど、技術の方は覚えていけると思います  
 ・長かったけど、中々よかったです  
 ・あまりできる体験ではないので、こんご生かしていかたいと思います  
 ・講師の人たちは、みんなやさしくてロボットの操作は楽しかったです  
 ・最初はいい機会だから行ってみようかなと思いましたが、今は参加して本當によかったなと思います  
 ・5日間ありがとうございました。この知識は無駄にしないよう、活用したいと思っています  
 ・やはりようほうとはいいように歩いていけない  
 ・楽しいかったです  
 ・色んなロボットの仕組みができてとてもよかったです  
 ・ただロボットを学ぶことは失敗だった  
 ・将来、ロボットがある所に就職したいと思っています  
 ・少し長い期間がけどけっこう楽しかったです  
 ・ロボットはなかなか怖い  
 ・講師の人たちは、みんなやさしくてロボットの操作は楽しかったです  
 ・最初はいい機会だから行ってみようかなと思いましたが、今は参加して本當によかったなと思います  
 ・5日間ありがとうございました。この知識は無駄にしないよう、活用したいと思っています

## 6 おわりに

15年ほど前まで、当社はロボットメーカーの下請けをしていた。ロボットシステムメーカーとして自立するために事業計画を作成している中で 図9の資料を見つけた

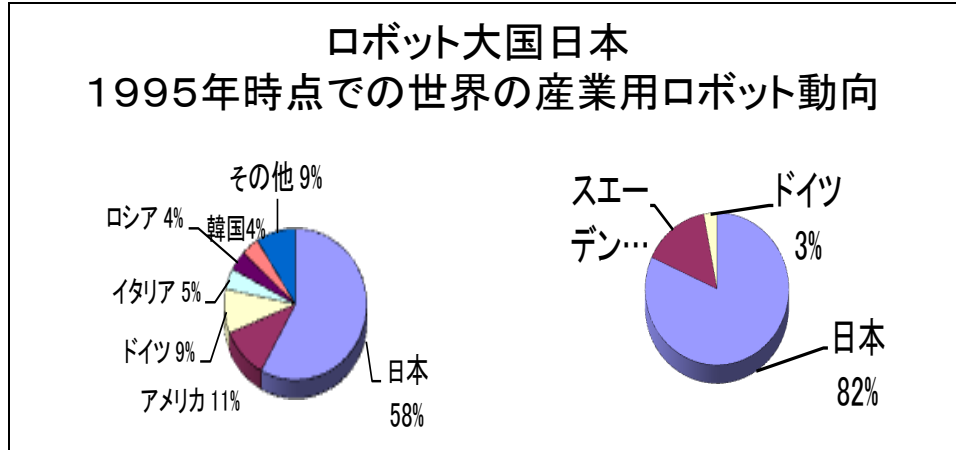


図9

この資料における右はロボットの生産台数のグラフであり、左はロボットの稼働台数のグラフである。特に左のグラフに着目し、なぜ日本だけにロボットが普及しているのか興味を持った。20年が経過しても明確な答えは出ていないが、おそらく文化の差であると考察している。よく言われている事であるが、欧米人はロボットを忌み嫌う傾向があるのは確かである。1990年ごろアメリカで産業用ロボットを導入すると労働組合がストをするという話をよく聞いた。一方、同時期の日本で、ロボットに「太郎君」とか「花子ちゃん」という名札が掛かっている現場をよく見かけた。また、日本のテレビアニメのロボットと言えば、鉄腕アトム、鉄人28号など「正義の見方」であるが、ハリウッドに出てくるロボットの代表はターミネーターであろう。「人が人を作るのは神への冒瀆である」という宗教的発想も潜在意識として存在しているのかも知れない。この際、このような文化の違いも、ものづくりの現場で上手に利用し、グローバルな競争に挑むべきだと考える。実際、1990年頃、日本のものづくり企業は世界一と言われ、日米経済摩擦にまで発展していたが、当時は日本のロボットの稼働台数は世界の80%を占め、日本だけがロボットを使っていたと言っても過言ではなかった。

しかし、我が国はそんなロボット大国ではあるが、現在でもその約90%以上のロボットが大企業に導入されており、日本の全企業の90%以上を占める中小企業には、わずか10%未満しか導入されていない。(図10参照、日本ロボット工業会 マニピュレータ、ロボットに関する企業実態調査報告書)

今後、日本のものづくり企業がグローバルな競争に打ち勝って行く為には我々中小企業も含め、全てのものづくり企業で、諸外国が嫌がるロボットを積極的に活用し、徹底的に合理化と品質向上に取り組み、人手では不可能と思われる様なものづくりに取り組んでゆく事が、大きなアドバンテージとなると考える。そしてそのために取り組むべき事は、詳細なる技術的検討に、気合と根性、思いきりと当社への相談だと思う。

需要部門	平成 16 年 国内出荷額 (百万円)	中小企業向 出荷額 (百万円)	中小企業向 出荷比率 (%)	出荷金額 (輸出分除く) →		
				0	100 200 300 400 500 600 700	
製造業	鉄鋼	1,163	746	64.1%	■ 中小企業向け □ 大企業向け	
	非鉄金属	370	157	42.5%		
	金属製品	7,127	3,977	55.8%		
	ボイラ・原動機	48	15	31.3%		
	土木建設機械	2,049	614	30.0%		
	金属加工機械	408	120	29.3%		
	その他の一般機械	5,768	239	4.1%		
	コンピュータ	13,495	847	6.3%		
	民生用電気機械	2,537	894	35.2%		
	産業用電気機械	10,576	145	1.4%		
	情報通信機械	20,368	1,578	7.7%		
	ビデオ機器	3,523	1,333	37.8%		
	電子部品・デバイス	62,259	427	0.7%		
	その他の電気機械	22,377	254	1.1%		
	精密・光学	2,506	236	9.4%		
	船舶・修理	804	43	5.3%		
	鉄道・車両	262	11	4.1%		
	自動車	26,957	957	3.5%		
	自動車部品	49,968	4,642	9.3%		
	航空機	36	11	30.0%		
	オートバイ	131	11	8.2%		
	自転車	107	64	59.6%		
	産業車両	468	31	6.5%		
	その他輸送用機器	238	8	3.1%		
	食料品・飲料・たばこ	2,874	664	23.1%		
	織物・衣服・皮革製品	27	18	66.7%		
	木材・木製品・コルク製品	63	63	100.0%		
	紙・紙製品、印刷・出版業	1,705	271	15.9%		
	化学品・化学製品	1,353	103	7.6%		
	石油製品・石炭製品	0	0	0.0%		
	ゴム製品	157	0	0.0%		
	プラスチック製品	11,867	1,893	16.0%		
窯業・土石製品	633	190	30.0%			
EMS企業(サブコントラクタ)	1,053	1	0.1%			
その他製造業	17,079	548	3.2%			
非製造業	農業・林業・漁業	50	30	60.0%		
	鉱業	0	0	0.0%		
	電気・ガス・水道業	337	0	0.0%		
	建設業	346	0	0.0%		
	運輸・倉庫・通信業	93	0	0.0%		
	研究開発業	161	0	0.0%		
	教育	183	0	0.0%		
その他非製造業	686	0	0.4%			
合計	272,210	21,141	7.8%	※中小企業…資本金 3 億円以下、または従業員 300 名以下のいずれかに該当する		

図 10