

# ベトナム・ハイフォン市の裾野産業育成に向けた クリーナープロダクション導入可能性に関する基礎的研究

吉村 英俊、田辺 晃、宮下 量久

## 1. はじめに

我が国は、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指しており、そのため、経済成長著しいアジア大洋州の国々において、温室効果ガス排出削減プロジェクトを発掘・形成し、持続可能な発展に向けた動きを加速させる必要があると考え、さまざまな取り組みを進めている。

一方、ベトナムでは2011年に国家気候変動戦略が策定され、再生可能エネルギーの開発、工業・建設及び交通分野の省エネ、農業分野の効率化、廃棄物の処理やエネルギー利用が重点分野として掲げられた。さらに温室効果ガスの排出削減を進めつつ、経済発展を維持するため、2012年にグリーン成長戦略を策定し、2010年比で温室効果ガスを2020年までに20%削減、2030年までに30%削減、その後2050年までに年間1～2%削減するという目標を掲げている。この目標達成のため、エネルギーの有効利用、燃料構成の見直し、クリーナープロダクションの採用と拡大など、17の解決策を提示している。

この戦略は地方（省、直轄都市）にも下りてくる予定であり、これを受け、ベトナム第3の都市・ハイフォン市も先導的役割を果たすべく、姉妹都市であり、かつアジアの環境分野においてさまざまな技術移転の実績を有する北九州市に支援を求めた。

このような状況のもと、北九州市はハイフォン市の低炭素都市計画づくりの支援と、エネルギー分野、交通分野、廃棄物分野、カットバ島保全にかかわるCO<sub>2</sub>排出削減事業案の抽出をJCM大規模案件形成可能性調査事業（後述）を活用して行うこととした。

本研究は、エネルギー分野の一端を担うものである。ベトナムにおける電力・エネルギー消費量は年々増加しており、価格の上昇と相まって、事業者の省エネ需要は高まっている。このエネルギー分野は、エネルギー消費量の大きい工場などへのクリーナープロダクションの導入、大規模事業所の省エネ、道路照明のLED化からなる。クリーナープロダクションの導入は、鑄造工場、食品加工工場、製紙工場、セメント工場などを対象とし、工場の診断や関連データの収集等により、省エネ、原材料使用量の削減、排ガス処理の適正化などを検討する。大規模事業所においては、オフィスビルや商業施設、病院などを想定して、診断とエネルギー消費データの収集により、省エネの可能性と分散型電源の導入可能性を検討する。道路照明のLED化は、太陽光発電とのパッケージ化や、ITを活用したインフラの維持管理などについても併せて検討する。

なお実施にあたって、本学はエネルギー分野における裾野産業分野のクリーナープロダクションを担当し、その導入可能性について検討することとなった。以下、検討の経緯を示す。

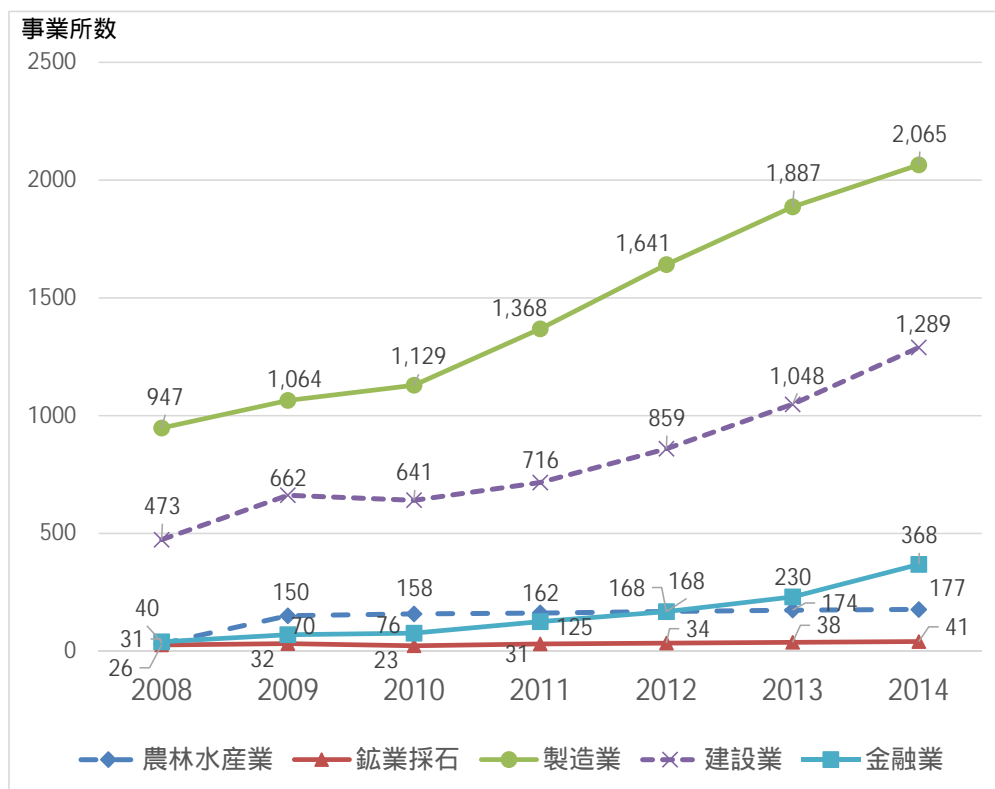
## 2. 裾野産業育成の意義とターゲティング

### (1) 産業構造

図1は、ハイフォン市の2008年から2014年までの業種別事業所数の推移を表しており、各業種の事業所数はリーマンショック後の2008年から増加傾向にある。

ハイフォン市においては、製造業の事業所が最も多く、2008年からの6年間で1,118の事業所が増え、2014年には2,065社にのぼる。製造業の事業所数はハイフォン市の全事業数(13,242社)のうち約2割を占めており、ハイフォン市はベトナム<sup>1)</sup>の中でも製造業が集積している都市といえる。

また次いで建設業の事業所が多く、2014年にはすでに1,289社が立地している。なお、ハイフォン市の鉱業採石業、製造業、建設業を合算した第2次産業の事業数占有率は約3割である。



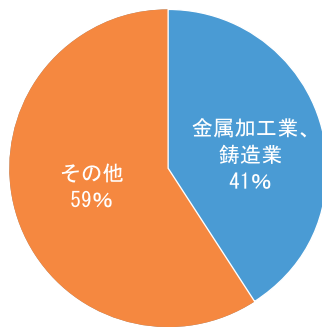
注記：上記の業種に分類できない「その他」は割愛している

出所：ハイフォン市産業貿易局

図1 ハイフォン市の業種別事業所数の推移

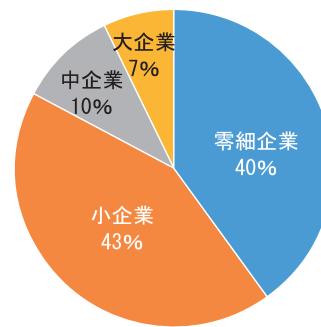
さらに製造業のうち、金属加工業・鋳造業の事業所が41%占めており、ハイフォン市はベトナムのなかでも金属加工業・鋳造業がとくに集積していることが分かる(図2)。近年、中国企業の人件費の高騰や東アジア情勢の緊迫化が進むなか、ハイフォン市の金属加工業・鋳造業は海外からの受注を増やしている。とくに鋳造業が集積する地区(例えば、Thuy Nguyen 郡 My Dong 地区)では、生産の拡大を図るため工場を新設・増築する企業が相次いでいる。

図3は、ハイフォン市における金属加工業・鋳造業のうち、工業出荷額を企業規模別<sup>2)</sup>にまとめたものである。2013年の金属加工業・鋳造業の工業出荷額は758億円に及んでいる。その内訳は、零細企業303億円(40%)、小企業326億円(43%)、中企業76億円(10%)、大企業53億円(7%)となっており、中小・零細企業がハイフォン市の全工業出荷額の93%を占めている。



出所：ハイフォン市産業貿易局

図2 製造業に占める金属加工業・鋳造業の事業所数の割合（2013）



出所：ハイフォン市産業貿易局

図3 金属加工業・鋳造業における規模別の工業出荷額の割合（2013）

以上より、ハイフォン市の産業振興において、集積が進み、かつ生産が拡大している「中小・零細規模の金属加工業・鋳造業」、いわば裾野産業を重点的に育成していくことが重要であることが分かる。

## （2）これまでの取り組みと育成の考え方

ハイフォン市では他の新興国同様、外資系企業の誘致を主たる戦術としており、そのため大小さまざまな工場団地を整備し、優遇措置を講じている。また、ハイフォン市においては、南部のバリアブントウと並んで、ベトナムにおける日系企業誘致の特別地域に指定されており、従来からあった野村ハイフォン工業団地の企業に加え、ブリヂストン、富士ゼロックス、京セラミタ、信越化学など、わが国を代表する企業の工場が昨今立地している。

これら誘致企業においては、原材料や副資材、部品などを地場企業から調達したいところであるが、多くの地場企業においては、旧式の生産設備を使った低品位なモノしか作ることができない。また設計や管理、保全を掌る人材も十分に供給できる状況にない。このため、本国から原材料や部品などを輸入するしかなく、地場企業においてはビジネスチャンスが多くあるにもかかわらず、活かせていないのが現状である。

ハイフォン市の行政当局は、こういった状況を理解しているものの、予算、人材、ノウハウの不足により、十分にアクションが取られていないのが実状である。

北九州市では2011年4月からJICA草の根技術協力事業を活用して、ハイフォン市裾野産業の工場管理力向上を人材育成と工場診断の両面から支援してきた<sup>3)</sup>。また2014年10月からは、これら支援活動をハイフォン市が独自にできるようにするために、産業振興のノウハウの移転を進めている。

このように生産性向上に向けた取り組みは、ハイフォン市と北九州市が連携するなかで着実に進展しているが、それだけでは不十分である。前項でも述べたとおり、環境に配慮した成長が必要であり、食品加工や鉄鋼業などの環境負荷が大きな産業や、経営資源が乏しいために環境保全まで手が回らない中小・零細企業に対して、処置を講じなければならない。生産性向上と環境保全を両立するクリーナープロダクションの推進が急がれる。

### (3) ターゲティング

中小・零細規模の金属加工業・鋳造業のクリーナープロダクションを進めるにあたって、環境保全、とくにCO<sub>2</sub>削減の観点から、ターゲットとする工程及び生産設備を特定する必要がある。特定するために留意すべき要素は次のとおりである。

- ・CO<sub>2</sub>の削減が期待できる。
- ・省エネが期待できる。
- ・地元企業にニーズがある。
- ・ハイフォン市の産業政策に合致する。
- ・わが国の企業に技術的アドバンテージがある。

検討の結果、鋳造工場の溶解炉が工場全体の電気使用量の9割を占めていること、前述のとおり、ハイフォン市の鋳造工場は増産傾向にあり、当局としても産業の高度化を図りたいと考えていること、さらにわが国には世界トップクラスの高効率の電気炉メーカー<sup>4)</sup>があることから、「鋳造工場に日本製の高効率の電気炉を導入して、CO<sub>2</sub>の削減、省エネ、生産性向上、品質改善を図る」ことにした。

## 3. ハイフォン市鋳造業の現状

### (1) Thuy Nguyen 郡 My Dong 地区

ハイフォン市はベトナム最大の鋳造工場集積地域であり、とくにMy Dong（ミドン）地区は“鋳物村”と呼ばれ、100年以上の歴史を有している。大多数の工場は、上下水道関連製品やポンプ部品など、比較的平易なものを生産しており、自動車などに使用される高品位な部品を生産する工場はない。せいぜい工業用ミシンの部品止まりである。

現在約140の工場が立地し、そのうち120工場が「石炭炉」を使用しており、電気炉を使用している工場は20工場に過ぎない。このため、石炭炉を使用している企業においては、品質及び生産性向上、コストダウンを図るため、電気炉を導入したい、また電気炉を導入しないと生き残れないと考えている。一方、「電気炉」の大半は中国製であり、安価であるが、故障が多く、電気を多量に消費し、寿命も8年程度と短い。このため、高性能・長寿命の日本製の電気炉を導入したいと思っているが、高価なため断念してきた。なお昨今、中国メーカーが頻繁に売り込みにきている。

また前述のとおり、これまで中国で鋳造品を委託生産してきた日系企業が、新たな委託工場を当地に探しに来るなど、生産量は増加傾向にあり、工場の増築や新設がなされている。



図4 My Dong地区の現状



写真1 造型作業



写真2 注湯前の鑄型



写真3 部品例  
(ポンプ・モータ・ケーシング)



写真4 電気炉(中国製)



写真5 石炭炉(ベトナム製)

## (2) 主要工場の生産実態

まず、My Dong地区の鑄造工場の生産実態の全様を把握するために、2014年8月中旬～下旬、アンケート調査を行った。その結果、現在使用している電気炉のほとんどは「中国製」「容量1.5トﾝ」「溶解原単位1,000kWh/トﾝ」であることが分かった。

表1 アンケート調査結果による My Dong 地区 鋳造工場の生産実態

	設立年	資本金	従業員	生産量	運転	炉種類	大きさ	台数	製造国	導入年	原単位	電気代 コスト代
Thanh Phuong	2001	1.8BVND	120	270	night	Electricity	1500kg	4/2	China	2008/2012	1.0 kWh/kg	23,000USD
Thinh Hung	2000	1.8BVND	100	120	day	Electricity	1500kg	2	China	2012	1.56 kWh/kg	9,485USD
Anh Minh	2007	3.0BVND	115	300	day	Electricity	1500kg	2/2	China	2012/2013	1.0 kWh/kg	25,000USD
Duyen Hai	1955	6.0MUSD	250	30	night	Electricity	500kg	2/2	China/Russia	2002	0.9 kWh/kg	11,000USD
Phuong Thanh	2000	2.0BVND	60	110	day	Electricity	1000kg	2	China	2011	1.0 kWh/kg	8,500USD
Truong Tho	2006	1.9BVND	50	140	day	Electricity	1500kg	2	China	2012	1.0 kWh/kg	10,800USD
Truong Thuan	2003	10.0BVND	45	150	day	Electricity (Coke)	1500kg	2 (1)	China	2011	0.8 kWh/kg	未回答
Trung Anh	2005	4.8BVND	55	150	day	Coke	1000mm	2	Vietnam	2011	0.3 kg/kg	6,900USD
Phuong My	2004	1.9BVND	60	140	day	Coke	1000mm	2	Vietnam	2012	0.25 kg/kg	6,333USD
Thanh Son	2003	2.6BVND	40	100	day	Coke	950mm	2	Vietnam	2013	0.33 kg/kg	6,200USD
Truong Manh	2006	6.0BUSD	60	120	day	Coke	1000mm	2	Vietnam	2013	0.33 kg/kg	6,700USD
An Phat	2005	1.8BVND	30	100	day	Coke	1000mm	2	Vietnam	2014	0.3 kg/kg	5,600USD
Duc Thuan	未回答	未回答	未回答	110	未回答	Coke	1000mm	未回答	Vietnam	2014	0.3 kg/kg	6,000USD
Truong Anh	2004	1.9BUSD	50	110	day	Coke	1000mm	未回答	Vietnam	未回答	0.33 kg/kg	6,800USD
Tien Manh	2008	1.8BVNB	30	80	day	Coke	900mm	2	Vietnam	2012	0.34 kg/kg	5,200USD
Duc Dan	2008	1.8BVND	30	70	day	Coke	900mm	2	Vietnam	未回答	0.33 kg/kg	4,400USD

次に回答があった16社のうち、日本製電気炉の導入に関心がある5社(Thanh Phuong, Thinh Hung, Duyen Hai, Trung Anh, An Phat)と、現在石炭炉を使用している有望企業(Phuong My, Thanh Son, Truong Manh)、当地で最も生産量が多い企業(Anh Minh)の計9社に対して、2014年8月下旬、ヒアリング調査を行った。

調査の結果、次のようなことが分かった。

- ・石炭炉では、低品位のものしか作れない、品質が安定しない、材料費が高い、将来の環境規制に対応できないなどの問題点を抱えており、以前より電気炉を導入したいと考えていた。
- ・仕事量は将来的に増えると予測され、新たな顧客(とくに外国企業)を獲得するためには電気炉が必要である。
- ・電気炉をできるだけ早い時期に導入したい。ただし、日本製の電気炉は高品質だが、高価である。補助金などのサポートがなければ、これまでどおり中国製を導入することになる。

### (3) 鋳造工場の課題とニーズ

鋳物企業においては、生き残っていくためには建設用資材などの低品位な鋳物品からの脱却、生産性の向上による生産能力の拡大、中国製品に負けないコストダウン、ますます厳格化される環境規制への適応などに取り組まなければならないという共通認識を抱いており、そのためには「電気炉の導入」が不可欠であると考えている。

いくらかの企業においては、すでに中国製の電気炉を導入しているが、省電力やランニング

コスト、メンテナンスなどにおいて満足していない。電気炉に限らず、日本製の生産設備に対しての評価は高く、可能ならば導入したいと考えている。

ここで日本製の電気炉と中国製の電気炉を比較した場合、日本製の電気炉には①電気代が削減できる、②安全である、③故障しない、④メンテナンスが容易である、⑤寿命が長いといったメリットがある反面、価格が高い（3～5倍）<sup>5)</sup>といった致命傷ともいえるべきデメリットがある。電気代が削減されることで、この価格差はいずれ回収できると分かっているにもかかわらず、その初期投資額はあまりに大きい。また現地の金融機関の貸出金利が高く、融資による資金調達が難しいことも導入を阻害している。

こういった状況にあって、この鋳物企業の日本製電気炉を導入したいという潜在ニーズを顕在化させるためには、補助金の提供が不可欠になる。

#### 4. クリーナープロダクション導入の可能性

##### (1) JCM設備補助事業<sup>6)</sup>

JCM (Joint Crediting Mechanism) とは、二国間オフセット・クレジット制度であり、途上国へのわが国の優れた温室効果ガス削減技術・製品・サービス・インフラ等の普及や緩和活動を加速し、途上国の持続可能な発展に貢献するものである。またCDM (Clean Development Mechanism、クリーン開発メカニズム)<sup>7)</sup>を補完し、地球規模での温室ガス排出削減・吸収行動を促進することにより、国連機構変動枠組条約の達成に貢献するものである。実施にあたっては、温室効果ガス排出削減・吸収への貢献を、MRV (Measurement, Reporting and Verification、測定・報告・検証) 方法論を適用し、定量的に評価し、わが国の削減目標の達成に活用する。

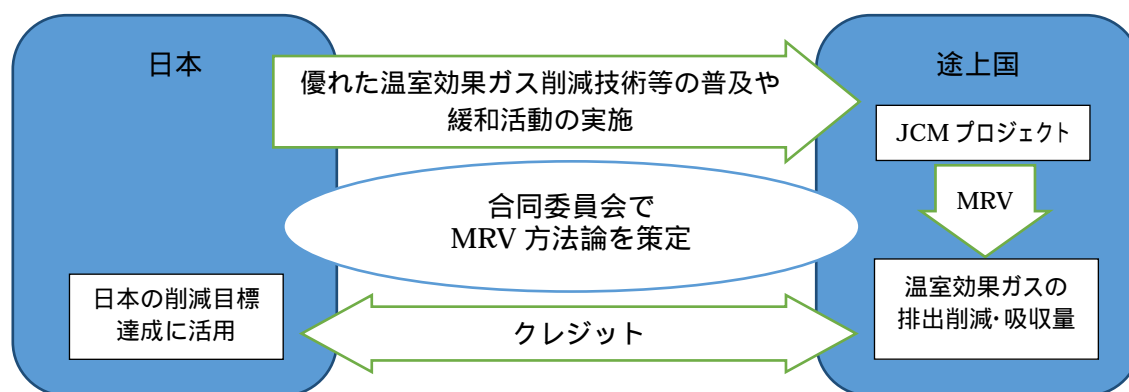


図5 JCMスキーム

このJCMを推進するための支援制度の一つに、JCM設備補助事業<sup>8)</sup>がある。これはCO<sub>2</sub>排出削減事業の設備・機器等の導入にあたり、初期投資費用の最大1/2を補助するというものである。

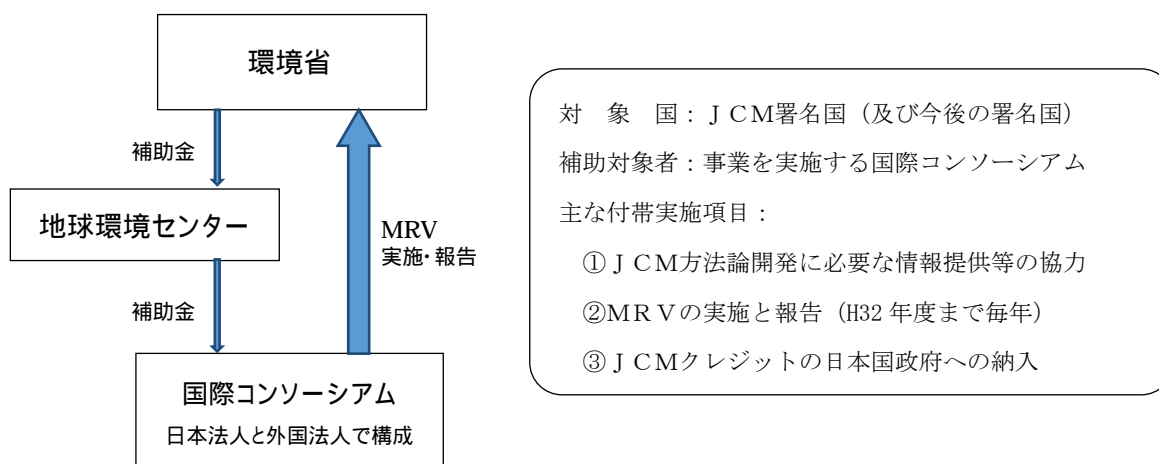


図6 JCM設備補助事業

その他、環境省においては、JCMプロジェクトの投資計画、MRV方法論の開発、潜在的なJCMプロジェクトの発掘等を支援するJCM案件組成調査（PS）やJCM実現可能性調査（FS）、JCM大規模案件形成可能性調査がある。また経済省においても、CO<sub>2</sub>排出削減効果の定量化（見える化）や低炭素技術・製品等の省エネ効果等の有効性の実証を支援したり、排出削減量を計測する人材の育成などを行っている。

## （2）日本製電気炉の特徴

現在わが国には、電気炉メーカーが3社存在する。これら3社の日本製電気炉の特徴のひとつに電気の消費量が少ないことが挙げられる。中国製の電気炉の溶解原単位1,000kWh/トに対して、日本製電気炉の溶解原単位は550kWh/トであり、電気代を約1/2に削減することができる。また中国製の電気炉が電気系統に不具合が多かったり、湯が漏れるといった故障が多いのに対して、日本製の電気炉は故障が少ない。また炉壁材の交換頻度も少なく、交換用の治工具も標準で備わっているなど、メンテナンス性にも優れている。さらに中国製の電気炉の寿命が8～10年であるのに対して、日本製の電気炉は30年間使用できるなど、メリットは多い。しかし、中国製の電気炉の価格が約10～18万USDであるのに対して、日本製の電気炉は50～60万USDとかなり高額であり、導入の極めて大きなネックになっている。

CO<sub>2</sub>の削減の視点からみたとき、石炭炉からの転換による排出量の削減効果は、1年間に1,000トと大きく、日本製電気炉の導入費用を5,000万円とした時、CO<sub>2</sub>を1,000ト削減するのに5万円の費用がかかることになる。一方、中国製電気炉からの転換においても、年間400トのCO<sub>2</sub>を削減することができ、その費用対効果は12万円である（表2）。



表2 日本製電気炉導入によるCO<sub>2</sub>削減効果

	CO <sub>2</sub> 削減可能量 (ト/年)	導入費用 (万円)	費用対効果 (万円/ト)
石炭炉からの転換	1,000	5,000	5
中国製電気炉からの転換	400	5,000	12

(3) 日本製電気炉の導入効果と事業性評価

日本製電気炉を導入したときの電気代または原材料費（石炭）の削減効果と事業性評価を次の5つのケースに対して実施した。

表3 事業性評価のシミュレーション・ケース

ケース	内容	溶解時間帯
1	中国製電気炉から日本製電気炉へ取替え	現在「昼間」から将来「昼間」
2		現在「昼間」から将来「夜間」*
3		現在「夜間」から将来「夜間」
4	石炭炉から日本製電気炉へ取替え**	現在「昼間」から将来「昼間」
5		現在「夜間」から将来「夜間」

\*現在昼間溶解しているが、日本製電気炉導入後は夜間溶解するもの。

\*\*石炭炉からの転換の場合は、原材料費（石炭）の削減になる。

日本製電気炉を導入したときに得られる電気代または原材料費の削減金額<sup>9)</sup>は、表4のとおりである。例えば、ケース2で1ヵ月に150トを溶解する場合、現在中国製の電気炉を使用して昼間溶解している企業が、日本製の電気炉を導入して夜間溶解するならば、1年間に66,240USDの電気代を削減することができる。同様にケース5は、現在石炭炉を使用して昼間溶解している企業が、日本製の電気炉を導入して夜間に1ヵ月150トを溶解する場合であり、1年間に62,280USDの原材料費の削減が可能である。

表4 1年間の電気代または原材料費の削減効果（USD）

ケース	1ヵ月の溶解量			
	100ト	150ト	200ト	300ト
1	28,440	42,660	56,880	85,320
2	44,160	66,240	88,352	132,480
3	17,880	26,820	35,760	53,640
4	25,800	38,700	51,600	77,400
5	41,520	62,280	83,040	124,560

以上の効果をもとに、投資回収期間と日本製電気炉の寿命（30年間）期間内の期末資金残高（千USD）を計算した（表5）。前述のケース2の場合、3年で回収することができ、5年後の期末資金残高は約20万USD、10年後は約59万USD、30年後は208万USDになる。同様にケース5の場合、初期投資を3年で回収することができ、5年後の期末資金残高は約18万USD、10年後は約55万USD、30年後は196万USDになる。

シミュレーションの結果、JCM設備補助金を得て、設備費の1/2を賄うことができるならば、電気代の削減効果により、3～5年で資金を回収することができる。また日本製電気炉の寿命である30年後には、日本円で1～2億円の現金が手元に残る。

今後数値を精査していかなければならないが、現地の鑄造企業にとって、日本製電気炉の導入は魅力的な事業（投資）であるといえる。

表5 投資回収期間と期末資金残高（千USD）

ケース	回収期間	期末の資金残高				
		3年後	5年後	10年後	20年後	30年後
1	4年	▲8	86	357	870	1,390
2	3年	61	201	587	1,330	2,080
3	5年	▲56	6	197	550	910
4	4年	▲20	66	317	790	1,270
5	3年	49	181	547	1,250	1,960

《計算の前提条件》

①日本製電気炉について

- ・導入費用（JCM補助金1/2適用）：500千USD×1/2=250千USD
- ・減価償却費：定額法、償却期間（寿命）30年、最終年残存簿価0  
250千USD/30年=8.3千USD

②中国製電気炉について

- ・導入費用：100千USD
- ・買替費用：中国製電気炉の寿命を8年とし、8年毎に炉本体のみ買替える  
価格30千USD、毎年2%上昇
- ・減価償却費：償却期間（寿命）8年、100千USD/8年=12.5千USD

③その他

- ・為替変動なし
- ・導入時、借入金なし
- ・電気炉の容量：1.5トン
- ・1カ月の溶解量：150トン（=1.5トン×4チャージ×25日/月）

## 5. 残された課題と今後の取り組み

### (1) 国際コンソーシアムの形成

JCM設備補助事業を実施するためには、国際コンソーシアムを構成する各主体を特定する必要がある。とくに補助対象者となる代表事業者である日本法人の決定が重要であり、この日本法人に関する要件は次のとおりである。

- ・設備の購入・設置・試運転において、責を負うこと。
- ・実際の購入・設置・試運転は、国際コンソーシアム内の共同実施者が発注または実施してもよいが、それらが共同実施者において適切に行われるように管理すること（例えば、試運転に日本法人が立ち会うなど）。
- ・共同実施者における交付規程違反等に係る返還義務は、日本法人が負うこと。例えば、法定耐用年数より前に設備が稼働できなくなった場合、その分の補助金返還は環境省から日本法人に対して求める。
- ・経理その他の事務についての一元的窓口となること。

このような要件があることから、電気炉メーカーが比較的小規模で、このような実務の経験があまりない場合は、商社が代表事業者になることが多い。

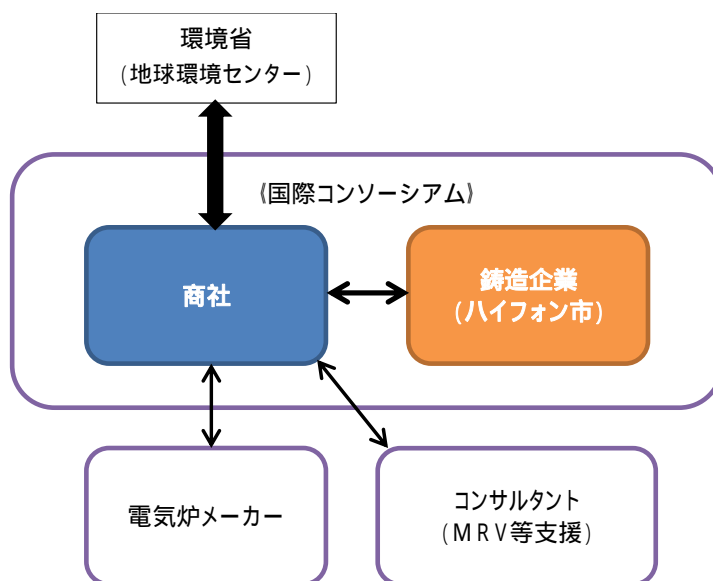


図7 国際コンソーシアム構成（案）

### (2) 国家省エネ重点プログラムの活用

前項のシミュレーションによれば、JCM補助金を活用できたならば、投資を3～4年で回収できる。しかし、それでも初期投資費用25万USDは、中小企業にとって大きな負担であり、他の補助制度の活用が期待される。

ベトナムには、省エネを推進するための独自の支援プログラムがある。これは「国家省エネ重点プログラム」と呼ばれ、投資額の30%（上限70億VND）以内を補助するものである。そ

の他、開発銀行が提供する低利子融資もある。ちなみに当プログラムを活用することができるならば、中国製電気炉と同一価格で日本製電気炉を導入することができる。

企業が補助金を獲得するためには、所属する地方自治体の省エネセンター（Energy Conservation and Cleaner Production Center、以下ECC）がエネルギー診断を行い、診断結果にもとづいて企業が対策案を検討しなければならない。ECCが検討結果を適切であると判断するならば、ECCが国の所管省庁へ補助金を申請し、審査を仰ぐことになる。

なお、当プログラムの活用にあたっては、同一事業への補助金の二重支給といった懸念もあるが、補助金の支給元の国が日本とベトナムで異なるため、その恐れはないと判断している。

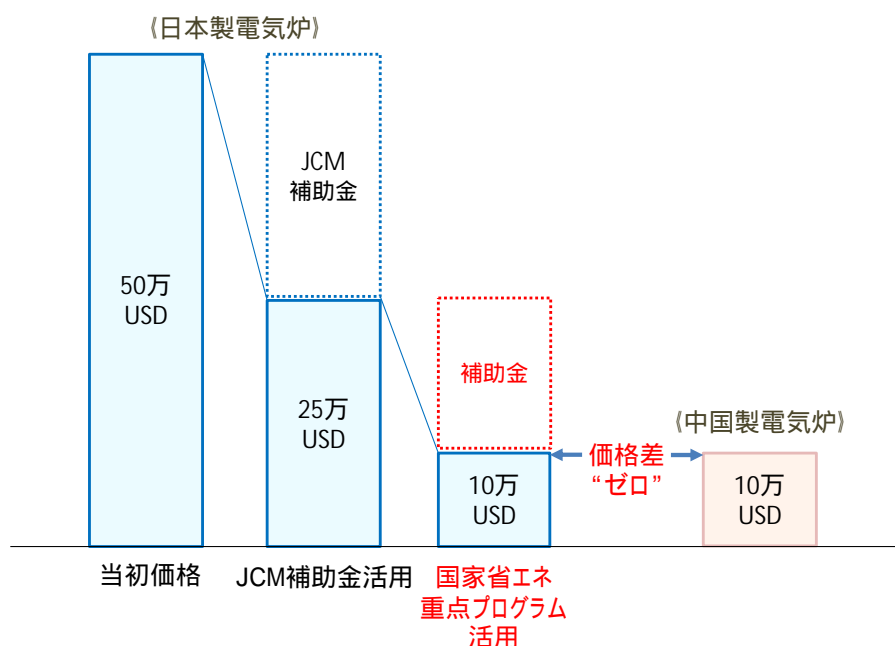


図8 国家省エネ重点プログラムの活用

### (3) 鑄造企業への総合的支援

当地の現在の鑄物技術は中国の30～40年前であり、技能伝承により引き継がれている。多くの経営者及び管理者は、学校で金属材料学や機械工作法を体系的に勉強していない。また鑄造を教授する学校もハイフォン地域にはない。このような状況では、高価な生産設備を導入したとしても、生産性の向上や品質の改善を図ることに限界がある。

また自動車や電気製品など、日系企業をはじめとする外資系企業の立地が盛んに行われており、ハイフォン地域を取り巻くビジネス環境は活気に満ちている。鑄造企業へのニーズも高く、販路の開拓が期待されている。

このような状況から、専門家による技術指導や販路開拓など、総合的な支援を計画的に実施していく必要がある。また将来的にはハイフォン市（My Dong 地区）が、ASEANの鑄造のメッカになることも決して不可能ではない。

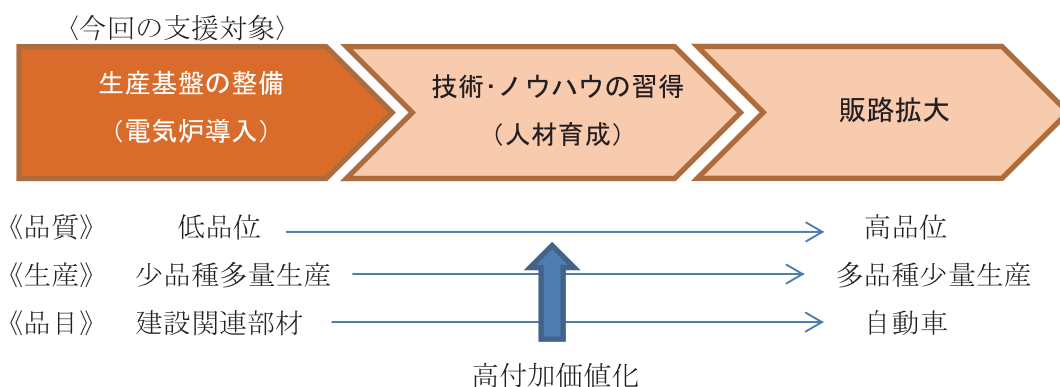


図9 総合的支援の考え方

#### (4) 推進体制の整備

今回の電気炉の導入が一過性のもので終わるのではなく、永続的に行われる必要がある。そのためにはハイフォン地域の産業支援機関や大学など、産学官が連携した体制を整備し、生産性向上と環境保全の両面から、地域企業のクリーナープロダクションを推進していく必要がある。

具体的には、ハイフォン市のECCを中核機関とし、生産性向上を担うハイフォン工業職業短期大学 (HPIVC) と環境教育を担うハイフォン大学 (HPU) が連携したクリーナープロダクション推進プラットフォームを構築する。さらにクリーナープロダクションを推進する高度な人材の養成が必要であり、北九州市立大学国際環境工学部や一般社団法人エネルギーマネジメント協会の知見を活かした研修を北九州市で行う。なおこれは、北九州市が目指す「アジアの環境関連人材育成拠点の形成」とも合致する。

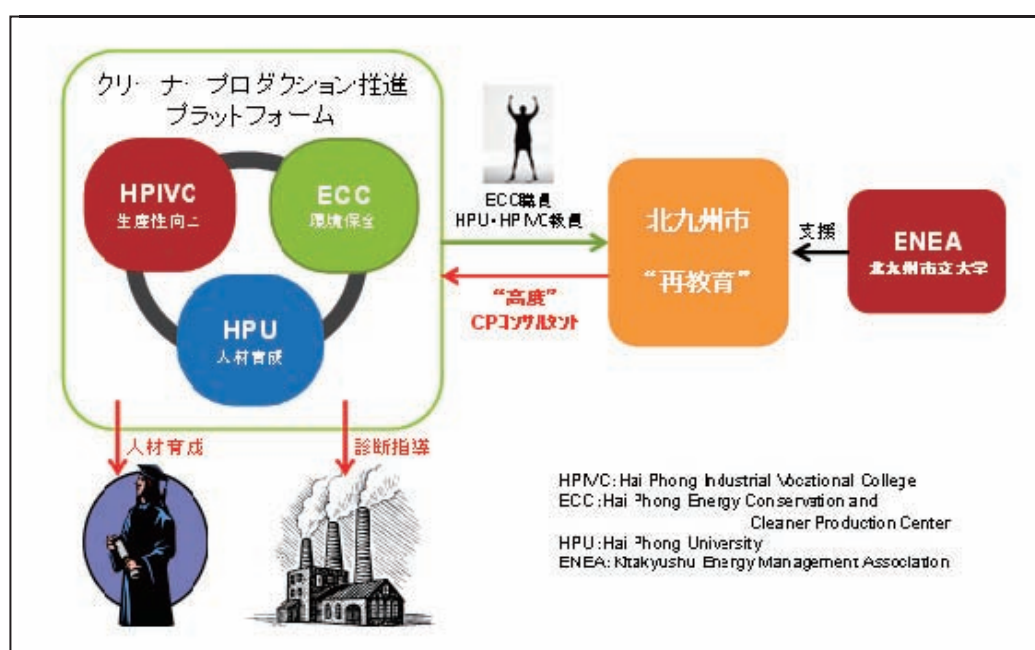


図10 クリーナープロダクション推進体制と人材育成

## 6. おわりに

2014年4月に検討を始めた本プロジェクトは、これまで多くの苦難を乗り越え、今補助金申請に向け、わが国そしてハイフォン市の関係者が一丸となって邁進しているところである。日本製電気炉の導入がきっかけとなり、当地がASEANの鋳造のメッカとなるよう、また我が国にとってかけがえのないパートナーとなるよう、今後とも誠意努力するつもりである。

最後に検討にあたり、多大なるご尽力を賜りました北九州市アジア低炭素化センター、(株)NTTデータ経営研究所、電気炉メーカー及び商社、ハイフォン市外務局・商工局・省エネセンター、そしてMy Dong地区の鋳造企業の皆様方に心からお礼を申し上げる次第である。

### 注

- 1) ベトナム全体では、製造業は8.9% (2009) を占有する。
- 2) ベトナムにおける零細企業、小企業、中企業、大企業の定義

	資本金	従業員数
零細企業	-	10人未満
小企業	農林水産業、製造業、建設業: \$1,000,000未満	10人以上200人未満
	貿易・サービス: \$500,000未満	10人以上50人未満
中企業	農林水産業、製造業、建設業: \$1,000,000以上 \$4,600,000未満	200人以上300人未満
	貿易・サービス: \$500,000以上 \$2,300,000未満	50人以上100人未満
大企業	農林水産業、製造業、建設業: \$4,600,000以上	300人以上
	貿易・サービス: \$2,300,000以上	100人以上

- 3) 吉村英俊 (2014)
- 4) 富士電機株式会社 (本社：東京都品川区、資本金：47,586百万円、従業員数：25,524名)  
北芝電機株式会社 (本社：福島県福島市、資本金：1,148百万円、従業員数：767名)  
株式会社タイチク (本社：兵庫県伊丹市、資本金：20百万円、従業員数：90名)
- 5) 中国製電気炉 (1.5トンの) の価格：10～15万USD  
(炉本体3万USD、冷却設備等付帯設備1万USD、受電設備6～11万USD)  
日本製電気炉 (1.5トンの) の価格：50万USD  
(炉本体 (付帯設備込) 40万USD、受電設備10万USD)  
なお、価格はあくまで目安である。
- 6) 日本国政府 (2013)
- 7) CDMとは、先進国が開発途上国において技術・資金等の支援を行い、温室効果ガス排出量の削減または吸収量を増加する事業を実施した結果、削減できた排出量の一定量を支援元の国の温室効果ガス排出量の削減分の一部に充当することができる制度である。京都議定書の第12条に規定されており、温室効果ガスの削減を補完する京都メカニズム (柔軟性措置) の1つである。(以上、ウィキペディア)

8) 公益財団法人地球環境センター (2014)

9) 電気代・原材料費及びCO<sub>2</sub>削減効果

「中国製・電気炉」から「日本製・電気炉」へ転換した場合

溶解原単位：U

日本製・電気炉の溶解原単位 (U<sub>j</sub>) : 0.6 kWh/kg

中国製・電気炉の溶解原単位 (U<sub>c</sub>) : 1.0 kWh/kg

溶解量：P

電力使用量：V

日本製・電気炉を使用した場合 (V<sub>j</sub>) : 0.6・P

中国製・電気炉を使用した場合 (V<sub>c</sub>) : 1.0・P

電気代：C

昼間 (11:30~17:00、C<sub>d</sub>) : 0.0592USD/kWh

夜間 (23:00~5:00、C<sub>n</sub>) : 0.0373USD/kWh

電気代削減効果：

ケース1 : C<sub>d</sub> (V<sub>c</sub> - V<sub>j</sub>) = 0.0592 (1.0・P - 0.6・P) = 0.0237・P [USD]

ケース2 : C<sub>d</sub>・V<sub>c</sub> - C<sub>n</sub>・V<sub>j</sub> = 0.0592 × 1.0・P - 0.0373 × 0.6・P = 0.0368・P [USD]

ケース3 : C<sub>n</sub> (V<sub>c</sub> - V<sub>j</sub>) = 0.0373 (1.0・P - 0.6・P) = 0.0149・P [USD]

CO<sub>2</sub>排出量削減効果：

CO<sub>2</sub> : 0.385 × 10<sup>-3</sup> ton/kWh (1.0・P - 0.6・P) = 0.154 × 10<sup>-3</sup>・P

「石炭炉」から「日本製・電気炉」へ転換した場合

溶解原単位：U

日本製・電気炉の溶解原単位 (U<sub>j</sub>) : 0.6 kWh/kg

石炭炉の溶解原単位 (U<sub>s</sub>) : 0.3 kg/kg = 2.45 kWh/kg

(= 0.3 kg/kg × 29.4 MJ/kg × 0.2778 kWh/MJ)

溶解量：P

電力使用量：V

日本製・電気炉を使用した場合 (V<sub>j</sub>) : 0.6・P

石炭炉を使用した場合 (V<sub>s</sub>) : 2.45・P

電気代：C

昼間 (11:30~17:00、C<sub>d</sub>) : 0.0592USD/kWh

夜間 (23:00~5:00、C<sub>n</sub>) : 0.0373USD/kWh

コークス代：S

調査5社の平均：190USD/ト

原材料費削減効果：

ケース4 : 190 × 0.3・P - 0.0592 × 600・P = 21.5・P [USD]

ケース5 : 190 × 0.3・P - 0.0373 × 600・P = 34.6・P [USD]

CO<sub>2</sub>排出量削減効果：

CO<sub>2</sub> : 0.385 × 10<sup>-3</sup> ton/kWh (2.45・P - 0.6・P) = 0.712 × 10<sup>-3</sup>・P

## 参考文献

- 1) 吉村英俊「海外地方都市との連携ー北九州市によるベトナム・ハイフォン市の裾野産業の育成を事例にー」日本都市学会年報 47 号、pp325-332、2014. 5
- 2) 日本国政府「二国間オフセット・クレジット制度 (Joint Crediting mechanism (JCM)) の最新動向」2014. 8
- 3) 公益財団法人地球環境センター「JCM設備補助事業の概要について～平成 26 年度二国間クレジット制度を利用したプロジェクト設備補助事業公募説明会～」2014