

ベトナム社会主義共和国

サイゴンハイテクパークトレーニングセンター

ベトナム国
サイゴンハイテクパークトレーニング
センターを拠点としたロボット生
産システムの普及・実証事業
業務完了報告書

平成 29 年 12 月

(2017 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

国内
JR(先)
17-180

株式会社トヨタカ

目次

巻頭写真	iii
巻頭写真（つづき）	iv
略語表	v
地図	vi
図表番号	vii
案件概要	ix
要約	x
1. 事業の背景	1
(1) ベトナム社会主義共和国（以下、ベトナム国）における開発課題の現状及びニーズの確認	1
① ベトナム国の政治・経済概況	1
② 対象分野における開発課題	6
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	11
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	12
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	13
2. 普及・実証事業の概要	16
(1) 事業の目的	16
(2) 期待される成果	16
(3) 事業の実施方法・作業工程	19
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）	20
(5) 事業実施体制	23
(6) 事業実施国政府機関の概要	26
3. 普及・実証事業の実績	27
(1) 活動項目毎の結果	27
(2) 事業目的の達成状況	32
(3) 企業向け自動化トレーニングの概要	32
① 目的	32
② 概要	32
③ 詳細	33
(4) 生産自動化に関するアンケート調査	45
(5) 自動化シミュレーション	48
(6) アカデミックセミナー	51
(7) 普及セミナー	56
(8) 開発課題解決の観点から見た貢献	60

(8) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献.....	61
① 地元経済界への貢献.....	61
② 雇用への貢献.....	62
② 豊橋技術科学大学との連携.....	62
(9) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について.....	62
(10) 今後の課題と対応策.....	62
4. 本事業実施後のビジネス展開計画.....	64
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定.....	64
① マーケット分析.....	64
② ビジネス展開の仕組み.....	74
③ 要員計画・人材育成計画.....	75
④ ビジネス展開可能性の評価.....	75
⑤ 売上・利益計画.....	76
⑥ 収支計画書.....	77
(2) 想定されるリスクと対応.....	77
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果.....	78
(4) 本事業から得られた教訓と提言.....	78
① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓.....	78
② JICA や政府関係機関に向けた提言.....	79
参考文献.....	80

巻頭写真

	
<p>C/P 機関であるサイゴンハイテクパーク トレーニングセンター (2016年7月)</p>	<p>ロボットを導入している現地企業 (2016年7月)</p>
	
<p>自動化設備の導入を検討している現地企業 (2016年10月)</p>	<p>カットライ港に到着した機材の立ち合い検査 (2016年12月)</p>
	
<p>C/P のトレーニングルームに設置した機材一式 (2017年1月)</p>	<p>マスタートレーナーの育成 (メカトロニクス) (2017年1月～3月)</p>

巻頭写真 (つづき)



マスタートレーナーの育成 (産業用ロボット)
(2017年1~3月)



マスタートレーナーによる企業トレーニング
(2017年5月)



ホーチミンでのアカデミックセミナー
(2017年9月)



ホーチミンでの普及セミナー
(2017年9月)



ハノイでの普及セミナー
(2017年9月)



企業マッチング会
(2017年9月)

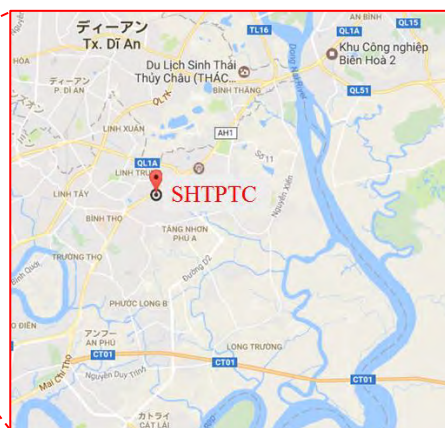
略語表

略語	英語	日本語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence française de Développement	フランス開発庁
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BMZ	Bundesministerium Für Wirtschaftliche Zusammenarbeit	ドイツ連邦経済協力開発省
CNC	Computer Numeric Control	コンピュータ数値制御
C/P	Counterpart	カウンターパート
EDCF	Economic Development Cooperation Fund	経済協力基金（韓国）
FDI	Foreign Direct Investment	海外直接投資
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IT	Information Technology	情報技術
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KMC	Kaihatsu Management Consulting, Inc.	株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
MT	Master Trainer	マスタートレーナー
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PLC	Programmable Logic Controller	プログラマブルロジックコントローラ
SEDP	Socio-Economic Development Plan	社会経済開発計画
SEDS	Socio-Economic Development Strategy	社会経済開発戦略
SHTP	Saigon Hi-Tech Park	サイゴンハイテクパーク
SHTPTC	Saigon Hi-Tech Park Training Center	サイゴンハイテクパークトレーニングセンター
TYK	TOYOOKA	株式会社トヨオカ

地図



カウンターパート：SHTPTC
 所在地：Lot T2-3, D1 道路、サイゴンハイテクパーク、Tan Phu 区、9 地区、ホーチミン市



(出典)

- http://www2m.biglobe.ne.jp/ZenTech/world/infomation/q041_map_vietnam.htm
- Google マップ

図表番号

図番号	タイトル	ページ
1.1	経済成長の推移	2
1.2	一人当たり GDP の推移	3
1.3	FDI の推移	3
1.4	産業別名目 GDP 成長率および名目 GDP 額	4
1.5	製造業従事者数の推移	5
1.6	産業別従事者割合	5
1.7	労働生産性（2016 年）	8
1.8	労働生産性（2020 年）	9
1.9	労働生産性伸び率と賃金上昇率との比較	9
1.10	機材構成	14
2.1	実施体制	24
3.1	自動化による労働生産性向上プロセス	61
3.2	自動化システム	64
4.1	経済発展と産業用ロボット台数との相関	66
4.2	顧客ピラミッド	72
4.3	メーカー別産業用ロボットシェア	72
4.4	ビジネス体制	75
4.5	今後の事業化による開発効果	78

表番号	タイトル	ページ
1.1	FDI 認可額（上位 3 業種、業種別）	4
1.2	地域別最低賃金の推移（100 万ドン、%）	6
1.3	外務省対ベトナム国開発協力方針概要	7
1.4	産業開発・人材育成分野援助方針概要	7
1.5	労働生産性	8
1.6	労働生産性の比較（2016 年）	8
1.7	労働生産性比較（2020 年）	9
1.8	製造業賃金	10
1.9	製造業分野の賃金上昇率	10
1.10	経営上の問題点	10
1.11	自動化・省力化の推進	10
1.12	産業開発および人材育成に関連する戦略など	11
1.13	連携可能性を有する実施中 ODA 事業一覧と事業連携案	12
1.14	主な海外ドナー実施プロジェクト一覧	13
1.15	機材の仕様	14
2.1	期待される成果と活動内容	16
2.2	作業計画の予定と実績状況	20
2.3	MT 候補	21
2.4	業務分担	24
2.5	SHTPTC に関する情報	26
3.1	活動結果	27
3.2	事業目的の達成状況	32

表番号	タイトル	ページ
4.1	産業用ロボットの稼働台数	65
4.2	購買力平価 GDP	65
4.3	自動化教育を行っているホーチミン市および周辺地域の主な教育機関	69
4.4	売上・利益計画	77
4.5	収支計画書	77

ベトナム社会主義共和国

サイゴンハイテクパークトレーニングセンターを拠点としたロボット生産システムの普及・実証事業
株式会社トヨオカ（愛知県）

ベトナムの開発ニーズ

- 安価な労働力を基軸とした「来料加工型」の産業構造から効率性・生産性・国際競争力を重視した工業団地の推進
- 部材や最終製品に要求される精度の高い製造・加工技術の導入と定着
- ロボットシステムを活用できる高度産業人材育成
- 自動化・省力化の推進（産業用ロボットの導入等）

普及・実証事業の内容

- カウンターパート機関（C/P）における企業向けロボット生産システム研修を行うマスタートレーナー（MT）の育成
- MTが政府や企業などから派遣された委員（技術系社員及び管理職等）に対してロボット生産システム研修を実施
- 企業への自動化コンサルティングと「ロボット生産システム」のパイロット運用を通じて、産業用ロボットの有用性を実証
- 普及セミナーやアカデミックセミナーを開催し製品・技術のプロモーションを図る

トヨオカの技術・製品



製品・技術名

以下の3つのコンポーネントからなる。

- ・ 不二越製産業用ロボット（MZ-07）
- ・ 自動化装置システム（TOYO-VT2000）
- ・ 実習教材（MM3000-FVT）

実施機関

相手国実施機関：サイゴンハイテクパークトレーニングセンター（SHTPTC）

事業期間：2016年6月から2018年2月

事業サイト：ホーチミン

ベトナム側に見込まれる成果

- C/Pがロボット生産システムに関するスキルと知識を身に付け、ベトナムの産業自動化に必要なとされる人材を継続的に育成する環境が整えられる。
- 企業の技術者がC/Pにおいて実践的なロボットシステム研修を受けられる。
- ロボット生産システムを理解した企業が労働生産性を改善し収益を高める。
- 大学や教育訓練機関の教職員、研究者がC/Pにおいて理論と実践的なロボット生産システムを学ぶことができる。

トヨオカの成果

現状

- ビジネスパートナーと合併事業を検討している
- 本事業期間中に自動化装置など15件の引き合いがあった
- C/Pから育成したMT6名を無償でトヨオカの技術者として営業やソリューション提案時に使ってもらいたいとのオファーを受けている

今後

- ベトナムでの事業体制が構築される
- 産業用ロボット生産システムや関連機材の販売、コンサルティングなどの事業が開始される
- 海外事業の展開に伴い社内が活性化し、従業員のモチベーションがアップする
- ベトナムを拠点として周辺諸国へ事業展開する

要約

I. 提案事業の概要											
案件名	サイゴンハイテクパークトレーニングセンターを拠点としたロボット生産システムの普及・実証事業 (Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for Robot Manufacturing System on Saigon High-tech Park Training Center in Vietnam)										
事業実施地	ベトナム国ホーチミン市（サイゴンハイテクパークトレーニングセンター）、ハノイ市（ハノイ工業大学）										
相手国政府関係機関	サイゴンハイテクパークトレーニングセンター（SHTPTC）										
事業実施期間	2016年6月～2018年2月（1年8か月）										
契約金額	99,912,960円（税込）										
事業の目的	ロボット生産システムを活用した「ロボット産業システム研修」の現地適合性を高めるための活動を行うとともに、その普及方法を検討する。										
事業の実施方針	<p>カウンターパート機関である SHTPTC とともに、マスタートレーナー育成、民間企業のエンジニアに対する自動化トレーニング、普及セミナーやアカデミックセミナーを通じた普及活動などを実施する。</p> <p>主な活動と期待される成果は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>主な活動</th> <th>期待される成果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MT の育成</td> <td>SHTPTC において、企業向けロボット生産システム研修を行うマスタートレーナー（MT）が育成される</td> </tr> <tr> <td>ロボット生産システム研修</td> <td>SHTPTC において、企業から派遣されたエンジニアに対してロボット生産システム研修が実施される</td> </tr> <tr> <td>ロボット生産システムの導入</td> <td>企業への自動化コンサルティングと「ロボット生産システム」のパイロット運用を通じて、産業用ロボットの有用性が実証される</td> </tr> <tr> <td>普及セミナー アカデミックセミナー</td> <td>企業向け普及セミナーや教育・研究機関向けアカデミックセミナーを通じてロボット生産システムの理解が促進される。</td> </tr> </tbody> </table>	主な活動	期待される成果	MT の育成	SHTPTC において、企業向けロボット生産システム研修を行うマスタートレーナー（MT）が育成される	ロボット生産システム研修	SHTPTC において、企業から派遣されたエンジニアに対してロボット生産システム研修が実施される	ロボット生産システムの導入	企業への自動化コンサルティングと「ロボット生産システム」のパイロット運用を通じて、産業用ロボットの有用性が実証される	普及セミナー アカデミックセミナー	企業向け普及セミナーや教育・研究機関向けアカデミックセミナーを通じてロボット生産システムの理解が促進される。
主な活動	期待される成果										
MT の育成	SHTPTC において、企業向けロボット生産システム研修を行うマスタートレーナー（MT）が育成される										
ロボット生産システム研修	SHTPTC において、企業から派遣されたエンジニアに対してロボット生産システム研修が実施される										
ロボット生産システムの導入	企業への自動化コンサルティングと「ロボット生産システム」のパイロット運用を通じて、産業用ロボットの有用性が実証される										
普及セミナー アカデミックセミナー	企業向け普及セミナーや教育・研究機関向けアカデミックセミナーを通じてロボット生産システムの理解が促進される。										

実績	<p>(1)機材設置：2017年1月13日に SHTPTC へ搬入した。</p> <p>(2)MT 育成：2017年1月から4月までMT 候補6名に対してメカトロニクスと産業用ロボットに関するトレーニングを実施した。各 MT 候補のトレーニングへの出席状況、受講態度、理解度など総合的に評価した結果、6名全員を MT として承認した。</p> <p>(3)MT による企業エンジニア向け研修実施：2017年5月16日から18日まで MT による企業エンジニア向け研修を実施した。MT6名が役割分担し、メカトロニクスや産業用ロボットに関するトレーニングを実施した。</p> <p>(4)企業2社に対する自動化シミュレーション：2017年7月から8月にかけて MT が民間企業2社の生産工程の一部を自動化した場合の改善効果に関し実機を用いてシミュレーションした。それぞれ改善効果が測定できた。</p> <p>(5)アカデミックセミナーと普及セミナー開催：アカデミックセミナー（9月）と普及セミナー（7月と9月）をそれぞれハノイとホーチミンで実施した。アカデミックセミナーは教育研究機関、普及セミナーは企業向けの内容であり、それぞれ多くの参加者があり、関心の高さを感じるとともに、トヨタカ社（TYK）のビジネスプロモーションにも効果的であった。</p> <p>(6) ビジネス展開計画策定：ベトナム国企業や日系企業にヒアリングした結果、人件費上昇と労働生産性向上への対応が喫緊の課題であるという企業が多かった。また、教育機関においても実践的な自動化教材の更新や新規導入を希望していた。</p>
ビジネス展開にかかわる今後の課題	<ul style="list-style-type: none"> • 自動化による費用対効果を定量的に明らかにし、かつ競合他社と比べ初期投資でコストメリットがあることが示せるような提案力強化 • 信頼でき、技術力のあるビジネスパートナーの確保 • 営業人材と現地システムインテグレータ（SIer）の育成
本事業後の展開	<p>TYK 独資で現地法人を設立する。設立時点で日本人管理者1名を配置し、顧客とローカルメーカーとの間でコンサルティング契約や自動化装置の納品に関する業務の仲介を行う。当面の製品製造と販売、アフターサービスは現地パートナーに委託するが、取引のスケールアップに対応して TYK 現地法人の関与の度合いを増やし、長期的には営業・マーケティング、研究開発、設計、部品調達、製造、納品、アフターサービスまでを包括した組織体制を構築する。</p>
II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社トヨタカ

	(注) 豊岡グループ社 6 社 (株豊岡工業製作所、豊岡エンジニアリング株、(株豊岡販売、(株豊岡オリジナル、(株テックトヨオカ、(株トヨオカ物産) の本社機構である。海外事業は、プロジェクトベースでグループ各社からの出向者で構成されている。
企業所在地	愛知県岡崎市
設立年月日	平成 24 年 6 月 18 日
業種	製造、サービス
主要事業・製品	自動化システム設計・施工
資本金	780 万円 (グループ 6 社合計 : 1 億 1,327 万円)
売上高 (平成 28 年度)	364 万円 (グループ 7 社合計 : 13 億 8,220 万円)
従業員数	3 名 (グループ 7 社合計 : 60 名)

1. 事業の背景

(1) ベトナム社会主義共和国（以下、ベトナム国）における開発課題の現状及びニーズの確認

① ベトナム国の政治・経済概況

①-1 政治概況

ベトナム国は1976年に南北が統一されたが、当時は、社会主義工業化政策や経済政策¹の失敗、さらに同国のカンボジア侵攻による国際社会からの援助停止などにより経済が疲弊していた。かかる状況から自国経済を立て直すために、1986年の第6回党大会にて市場経済システムの導入と対外開放化を柱としたドイモイ（刷新）政策が採択された。それ以降今日まで、共産党一党独裁を堅持しつつも市場経済化を推し進めている。政治的には、共産党一党体制の下、共産党書記長、国家主席、首相の3人を中心とした集団指導による国家運営が行われている。

①-2 我が国とベトナム国の政治的関係

我が国はベトナム国への政府開発援助（Official Development Assistance: ODA）を1959年に開始して以来、同国に対するトップドナー²として、総額2兆円を超える支援をしてきた。2006年には日越間で「アジアの平和と繁栄のための戦略的なパートナーシップに向けて³」と題する共同声明に両首相が署名したほか、2009年の「戦略的パートナーシップに関する共同声明⁴」では、両国の関係をより強化・深化することが合意された。最近では、2015年に「日本・ベトナム戦略的パートナーシップ対話」が東京で開催され、両国の安全保障政策、地域情勢などについて意見を交換したほか、国連PKO、海上安全保障分野、ASEANなどにおける協力についても議論された。

①-3 ベトナム国における経済の概況

①-3-1 マクロ経済情勢

1986年のドイモイ政策導入後、急激な物価上昇⁵と為替レート⁶の大幅な切り下げなどに

¹ 1979年に導入された「新経済政策」は、国営企業の経営主導権拡大など自由化をある程度導入したが、物価の高騰やインフレをもたらした。経済の立て直しを図るために、1985年に「85年経済改革」を実施するが、通貨改革による混乱などからインフレをさらに悪化させ、国家財政赤字総額も前年比2.2倍となった（山崎、1991）。

² 2014年度の実績は、円借款が1,124.14億円、無償資金協力が14.81億円、技術協力が76.67億円（ベトナム社会主義共和国（Socialist Republic of Viet Nam）基礎データ（外務省、2016））

³ 共同共同声明では、戦略的なパートナーとして日越関係を拡大することが表明された。具体的には、ベトナム国の投資環境改善および日本からの投資促進、日越経済連携協定正式交渉の立ち上げ、日越科学技術協力協定に基づく科学技術分野の協力促進などが合意された（外務省、2006）。

⁴ 共同共同声明では、南北高速道路、南北高速鉄道、ホアラック・ハイテクパークなどの円借款プロジェクト実現へ向けた協力、日越協力委員会の毎年開催、日本企業による対ベトナム国投資促進およびベトナム国の投資環境改善推進、などが合意された（外務省、2009）。

⁵ 物価上昇率の推移：454%（1986年）、360%（1987年）、374%（1988年）、96%（1989年）、36%（1990年）（IMF、2016）

⁶ ドンの対ドル為替レートの推移（旧東京銀行月報各号）：80（1985/11/1）、368（1987/12/1）、3,200

より 1987 年には実質 GDP 成長率が 2% 台まで落ちた。1990 年以降は物価や為替レートが安定し、1995 年から 1996 年にかけては GDP 成長率 9% 台を記録した。それ以降、1997 年に発生したアジア通貨危機や 2009 年のリーマンショックにより一時的に GDP 成長率は落ちたものの、2010 年から 2016 年の GDP の平均成長率は 5.9% に達している。このように近年のベトナム国は、国内の経済政策の路線変更および世界規模での経済危機に晒されながらも GDP を拡大してきた（図 1.1）。

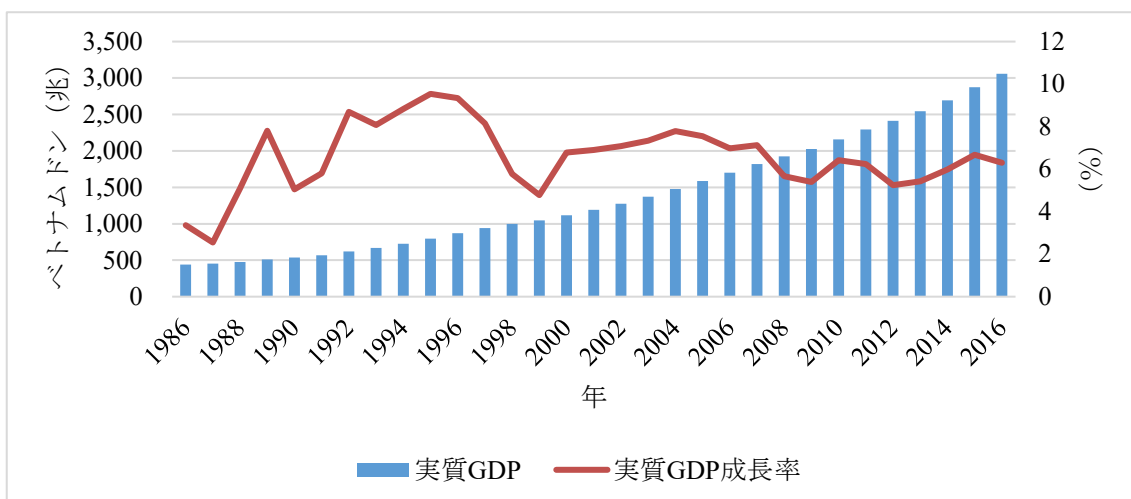


図 1.1 経済成長の推移

出所：JETRO（2016b）、IMF（2016）より調査団作成

一人当たり GDP（米ドル換算）は、2010 年に 1,297 米ドルに達し世界銀行とアジア開発銀行（Asia Development Bank: ADB）から中所得国と正式認定された⁷。図 1.2 が示すとおり、2016 年現在の一人当たり GDP は 2,100 米ドルまで伸長している。2000 年から 2016 年までの GDP 平均成長率は 11% である。

(1988/12/26)、4,700 (1989/3/14)、4,300 (1990/3/31)

⁷ 世界銀行の定義による分類は以下のとおり：低所得国（1,025 米ドル以下）、下位中所得国（1,026—4,035 米ドル）、上位中所得国（4,036—12,475 米ドル）、高所得国（12,476 米ドル以上）。ベトナム国は、2008 年に 1,154 米ドルに達しており、中所得国の認定条件を満たしていた。

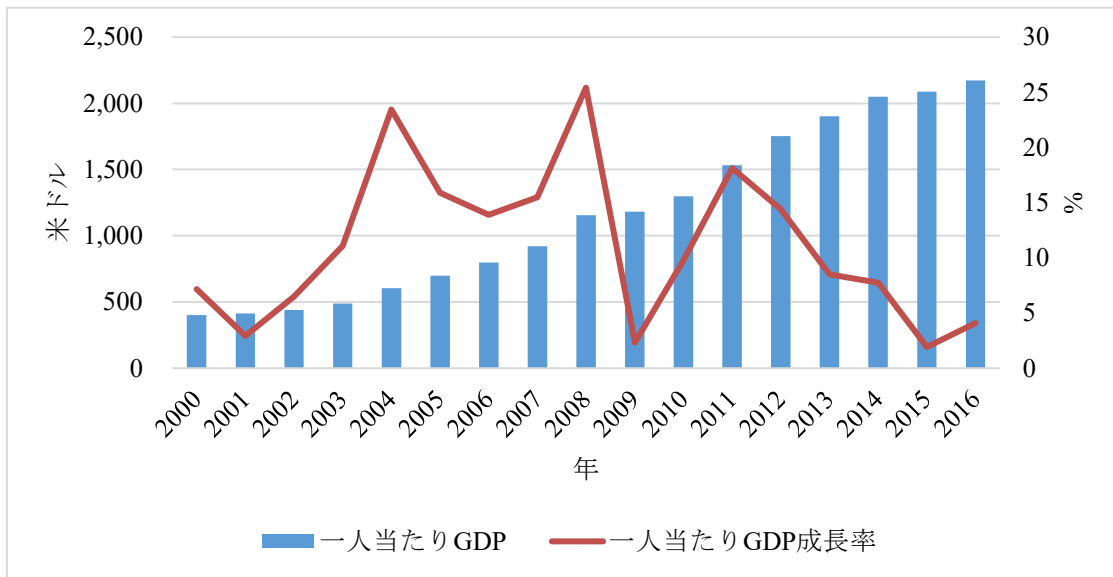


図 1.2 一人当たり GDP の推移

出所：JETRO（2016b）、IMF（2016）より調査団作成

ドイモイ政策導入時、海外直接投資（Foreign Direct Investment: FDI）は4万米ドルであったが、1996年には23億米ドルまで伸長した。1997年から2000年まではFDIが減少したが、2001年より再び増加に転じ、2007年のWTO正式加盟に伴い67億米ドルまで急伸した。その後、一時的にFDIが減少するがWTO加盟時に記録した67億ドルを下回ることはなく、2015年時点では118億米ドルに達している（図1.3）。

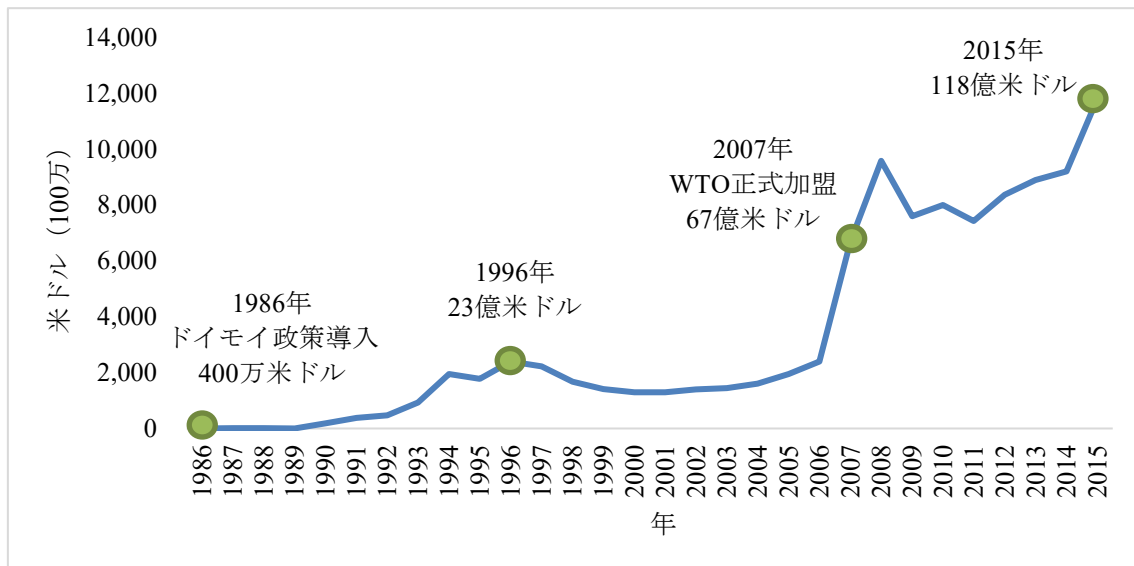


図 1.3 FDI の推移

出所：同上

①-3-2 産業構造

2010年から2015年にかけて工業・建設業とサービス業は平均5%以上の名目GDP成長率を記録している（図1.4）。同期間中、GDP額では工業・建設業が700兆ベトナムドン、サービス業が868兆ベトナムドン伸長している。一方、農林水産業のGDP平均成長率は3.3%であり、GDP額も315兆ベトナムドン増加したに過ぎない。

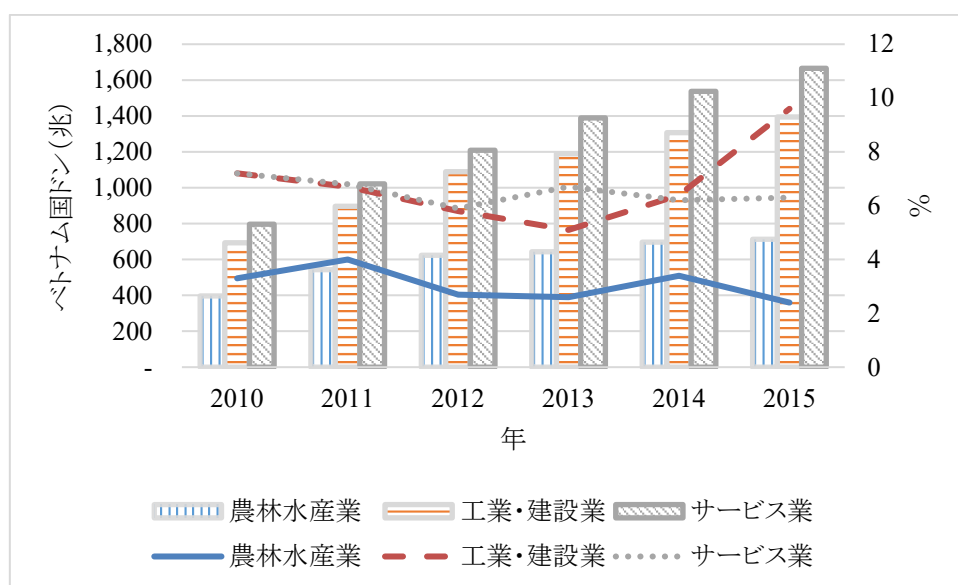


図 1.4 産業別名目 GDP 成長率および名目 GDP 額

出所：JETRO（2016）より調査団作成

ベトナム国における FDI 認可額をみると、新規および拡張ともに「製造・加工」業への投資額が最も大きい（表 1.1）。

表 1.1 FDI 認可額（上位 3 業種、業種別）（単位：100 万ドル）

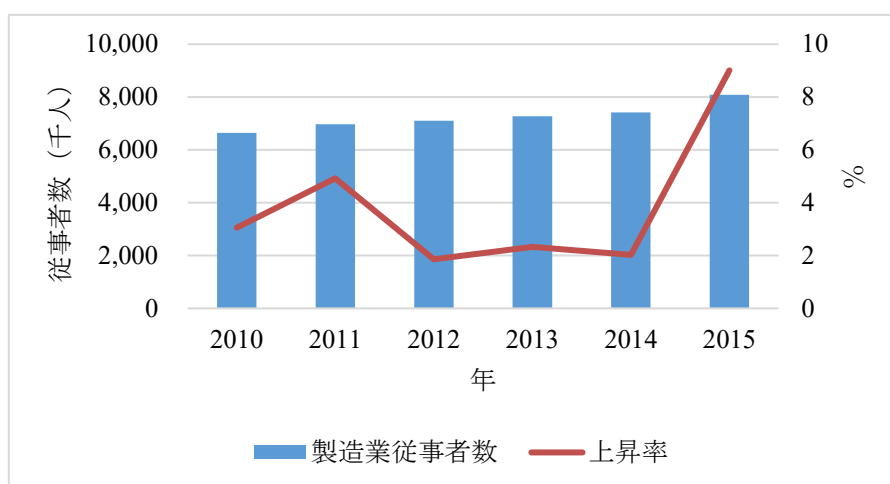
新規					
2013 年		2014 年		2015 年	
製造・加工	10,087	製造・加工	11,298	製造・加工	9,466
公共インフラ	2,027	不動産	2,531	公共インフラ	2,860
不動産	757	建設業	964	不動産	2,146
拡張					
2013 年		2014 年		2015 年	
製造・加工	7,054.3	製造・加工	4,207.3	製造・加工	6,962.5
小売流通・販売	194.8	不動産	302.1	不動産	248.3
不動産	194.5	ホテル・飲食	357.1	小売流通・販売	168.4

出所：JETRO（2016b）より調査団作成

日本銀行の国際収支統計（2016）によると、2015年の我が国の対ベトナム国 FDI は、製造業が 1,443 億円、非製造業が 203 億円である。投資額の上位 5 業種は、石油（420 億円）、

輸送機器器具（203 億円）、電気機械器具（189 億円）、金融保険業（161 億円）、化学・医薬（130 億円）であり、金融保険業以外はすべて製造業である。

図 1.5 のとおりベトナム国の製造業従事者数は毎年増加しており、2015 年時点では 802 万 5,000 人である。2012 年から 2014 年の従事者数上昇率は 2% 台であるが、2015 年には 9% 台まで急伸している。



注：2015 年は推定値

図 1.5 製造業従事者数の推移

出所：General Statistics Office of Viet Nam より調査団作成

同国では 44% の労働者が農林水産業に従事しており、製造業従事者の割合はそれに次ぐ 15% である（図 1.6）。

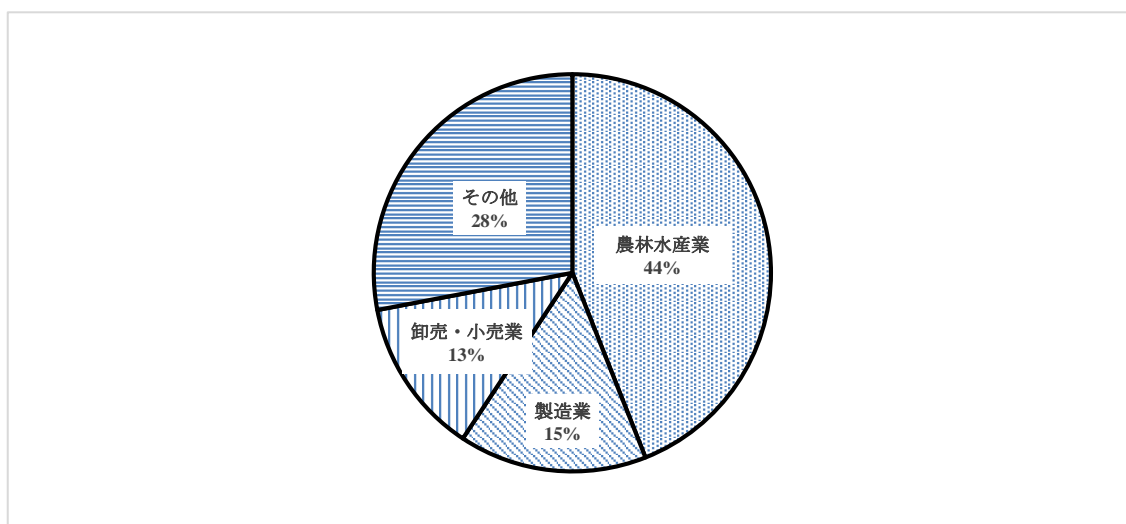


図 1.6 産業別従事者割合

出所：General Statistics Office of Viet Nam より調査団作成

ベトナム国全域⁸において月額最低賃金が5年間で約1.6倍上昇している(表1.2)。同国の賃金評議会⁹は、2017年の最低賃金(月額)を7.1%引き上げることを選定した。JETROの通商引報(2016年8月17日版)では、「ベトナム国政府の基本的なスタンスは、最低賃金を労働者の最低生活水準まで引き上げることになり、物価上昇率を大きく上回る最低賃金上昇は当面続くとみられる」と指摘されている。

表 1.2 地域別最低賃金の推移(100万ドン、%)

		2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
インフレ率(全国)		9.1	6.6	4.1	0.6	1.72
地域1	最低賃金	235	270	310	350	375
	上昇率	17.5	14.9	14.8	12.9	7.1
地域2	最低賃金	210	240	275	310	332
	上昇率	18.0	14.3	14.6	12.7	7.1
地域3	最低賃金	180	210	240	270	290
	上昇率	16.1	16.7	14.3	12.5	7.4
地域4	最低賃金	165	190	215	240	258
	上昇率	17.9	15.2	13.2	11.6	7.5

注1: 2017年インフレ率は2016年1~6月実績を基に算出

注2: 上昇率は前年比

出所: JETRO(2016a、2016c)より調査団作成

② 対象分野における開発課題

②-1 我が国の対ベトナム国開発協力方針

ベトナム国の「社会経済開発10ヵ年戦略(2011~2020)」(Socio-Economic Development Strategy: SEDS)および「社会経済開発5ヵ年計画(2016~2020)」(Socio-Economic Development Plan: SEDP)では、「2020年までの工業国家¹⁰の達成」が目標とされている。我が国の対ベトナム国開発協力方針(2012年12月)は、それを念頭に、重点分野として、「成長と競争力強化」、「脆弱性への対応」、「ガバナンス強化」の3点が掲げられている。開発協力方

⁸ ベトナム国では、同国全域を地域1、地域2、地域3、地域4に分け、それぞれ異なる月額最低賃金を適用している。例えば、地域1はハノイ市やホーチミン市、ハイフォン市などの都市部であり最低賃金が他地域よりも高めに設定されている。詳細な地域区分はJETRO(2016b)を参照。

⁹ 政府代表の労働・傷病兵・社会省、雇用者代表のベトナム国商工会議所、労働者代表の労働総連で構成され、同国の月額最低賃金を定める組織。

¹⁰ 同国では以下を工業国化の指標としている。①一人当たりGDP5,000米ドル以上(2010年基準)、②GDPに占める製造業の割合20%以上、③GDPに占める農業の割合10%以下、④全労働者に占める農業労働者の割合20-30%、⑤都市化率20-30%、⑥一人当たり発電量3000kw以上、⑦人間開発指標0.7以上、⑧ジニ係数0.32-0.38、⑨訓練を受けた労働者の割合55%以上、⑩きれいな水を使える人口の割合100%(坂田、2016)。

針の概要は表 1.3 のとおりである。

表 1.3 外務省対ベトナム国開発協力方針概要

基本方針 (大目標)	2020 年までの工業国 化の達成に向けた支 援	「社会経済開発 10 カ年戦略 (2011~2020)」および 「社会経済開発 5 カ年計画 (2011~2015)」で掲げら れた 2020 年までの工業国化の達成に向けた支援
重点分野 (中目標)	1. 成長と競争力強化	<ul style="list-style-type: none"> 市場経済制度の改善、財政・金融改革等の市場経済 システムの強化、産業開発・人材育成支援 幹線交通および都市交通網の整備、エネルギーの安 定供給及び省エネルギーの推進等
	2. 脆弱性への対応	<ul style="list-style-type: none"> 環境問題 (都市環境、自然環境)、災害・気候変動 等の脅威への対応支援 保健医療、社会保障・社会的弱者支援などの分野に おける体制整備、農村・地方開発支援
	3. ガバナンス強化	<ul style="list-style-type: none"> 司法・行政機能強化のための取組支援
留意事項	ドナー間の援助協調	<ul style="list-style-type: none"> ドナー間の枠組みを積極的に活用

出所：外務省 (2012, 2015)

②-2 産業開発・人材育成分野における開発課題

我が国の対ベトナム国開発協力方針のうち、産業開発・人材育成分野は、表 1.4 のとおり、重点分野「成長と競争力強化」と開発課題「産業競争力強化・人材育成」に示されている。この中では、「2020 年までの工業国化を達成するためには、付加価値の高い高度産業構造への転換が不可欠であり、そのためには産業開発支援と高度産業人材の育成が必要である」と指摘されている。

表 1.4 産業開発・人材育成分野援助方針概要

産業開発・人材育成分野			
重点分野	開発課題	産業開発	高度産業人材育成
成長と競争力強化	1-2. 産業競争力強化・人材育成	<ol style="list-style-type: none"> 政策立案・実施体制の強化 金融アクセスの改善 産業人材 (経営者・技術者・技能者) の育成 技術・経営ノウハウの指導 	<ol style="list-style-type: none"> 工学系高度人材の育成能力を強化 産学連携機能の強化 日本語 IT 人材の育成 現地高等教育機関の教育訓練・研究能力の向上

出所：同上

②-3 製造業分野の経営上の開発課題

工業国化を目指しているベトナム国の開発課題は労働生産性の向上である。ベトナム国の労働生産性はカンボジアやミャンマーと比べて高いものの、ラオスよりも低く、その他の ASEAN 諸国よりも低いのが現状である (表 1.5)。

表 1.5 労働生産性 (GDP constant 2011 international \$ in PPP)

年	Lower-middle income					Low income	Upper-middle income			High income
	ベトナム	ラオス	ミャンマー	フィリピン	インドネシア	カンボジア	タイ	マレーシア	中国	日本
2011	7,990	8,761	1,882	14,175	19,561	4,639	21,519	49,043	18,225	70,267
2012	8,242	9,222	4,481	14,919	20,361	5,057	22,863	49,726	19,573	71,502
2013	8,556	9,785	4,790	15,713	21,253	5,385	23,804	49,871	20,930	72,144
2014	8,936	10,305	5,138	16,283	21,945	5,670	23,863	51,695	22,408	71,434
2015	9,422	10,793	5,503	16,933	22,622	5,941	24,431	52,960	23,866	72,110
2016	9,909	11,368	5,883	17,591	23,434	6,246	25,115	54,386	25,327	73,080
2017	10,394	11,934	6,285	18,321	24,331	6,577	25,931	56,081	26,833	73,658
2018	10,915	12,510	6,691	19,085	25,319	6,942	26,754	57,826	28,479	74,628
2019	11,471	13,140	7,104	19,890	26,418	7,324	27,607	59,690	30,310	75,727
2020	12,063	13,802	7,547	20,740	27,603	7,724	28,474	61,699	32,275	76,650

出所：Key Indicators of Labour Market (KILM), ILO より調査団作成

例えば 2016 年時点のベトナム国の労働生産性は、ミャンマーの約 1.7 倍、カンボジアの約 1.6 倍であるが、ラオスの 0.9 倍、フィリピンの 0.6 倍、インドネシアの半分以下など同じ所得区分に属する周辺国と比べて低い（表 1.6、図 1.7）。

表 1.6 労働生産性の比較 (2016 年、単位：GDP constant 2011 international \$ in PPP)

所得区分	Lower-middle income					Low income	Upper-middle income			High income
国	ベトナム	ラオス	ミャンマー	フィリピン	インドネシア	カンボジア	タイ	マレーシア	中国	日本
2016年	9,909	11,368	5,883	17,591	23,434	6,246	25,115	54,386	25,327	73,080
比較	1.00	0.87	1.68	0.56	0.42	1.59	0.39	0.18	0.39	0.14

出所：同上

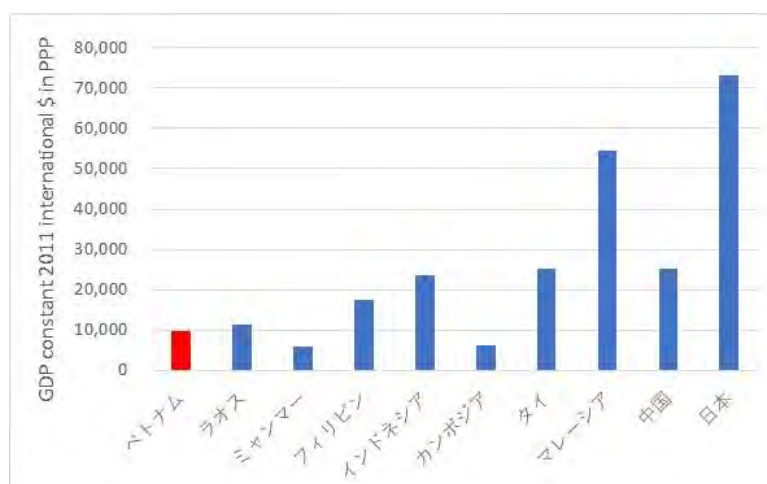


図 1.7 労働生産性 (2016 年)

出所：同上

2020 年においてベトナム国の労働生産性は 2016 年と比べて 21.7%成長すると推計されているが、依然としてミャンマーやカンボジアを除き周辺国より低い状況に変わらない（表 1.7、図 1.8）。

表 1.7 労働生産性比較（2020年、単位：GDP constant 2011 international \$ in PPP）

所得区分	Lower-middle income					Low income	Upper-middle income		High income	
国	ベトナム	ラオス	ミャンマー	フィリピン	インドネシア	カンボジア	タイ	マレーシア	中国	日本
2020年	12,063	13,802	7,547	20,740	27,603	7,724	28,474	61,699	32,275	76,650
比較	1.00	0.87	1.60	0.58	0.44	1.56	0.42	0.20	0.37	0.16

出所：同上

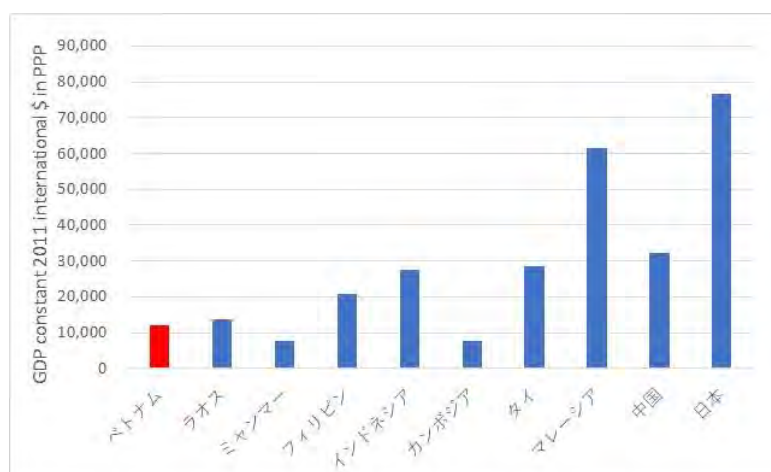


図 1.8 労働生産性（2020年）

出所：同上

ベトナム国の労働生産性の伸び率は年間 5%ほどであるが、製造業分野の賃金上昇率は10%前後であり、労働生産性の伸び率は賃金上昇率より遥かに低くなっている（図 1.9）。



図 1.9 労働生産性伸び率と賃金上昇率との比較

出所：Key Indicators of Labour Market (KILM), ILO、JETRO「2016年度 アジア・オセアニア進出日系企業実態調査」より調査団作成

製造業作業員の人件費は、インドネシア、フィリピン、タイなどと比べるとまだ低いが、

製造業エンジニアの人件費は、フィリピンを上回っている（表 1.8）。製造業分野の賃金上昇率は周辺国と比べても高い（表 1.9）。

表 1.8 製造業賃金（2016 年度実質年間負担額）（単位：米ドル）

製造業賃金	ベトナム	ラオス	ミャンマー	フィリピン	インドネシア	カンボジア	タイ
製造業・作業員	4,025	2,325	2,167	4,056	5,131	2,376	6,152
製造業・エンジニア	6,651	5,621	3,860	6,025	7,653	5,492	11,180

（注）一人あたり社員に対する負担総額（基本給、諸手当、社会保障、残業、賞与などの年間合計、退職金除く）。

出所：JETRO「2016 年度 アジア・オセアニア進出日系企業実態調査」より調査団作成

表 1.9 製造業分野の賃金上昇率（単位：％）

製造業	ベトナム	ラオス	ミャンマー	フィリピン	インドネシア	カンボジア	タイ
2015－2016年	10.3	6.9	8.8	5.3	10.9	9.3	4.1
2016－2017年	8.4	6.0	9.4	4.8	9.4	8.2	4.2

出所：同上

経営上の問題点として従業員の賃金上昇をあげる日系企業の割合は 75.5%であり、周辺国と比べて高い（表 1.10）。今後も労働生産性上昇率を遙かに上回る賃金上昇が続けば、外国直接投資獲得や産業の国際競争力への悪影響が懸念される。

表 1.10 経営上の問題点（単位：％）

経営上の問題点	ベトナム	ラオス	ミャンマー	フィリピン	インドネシア	カンボジア	タイ
従業員の賃金上昇	75.5	44.4	75.3	44.7	82.2	69.7	59.3

出所：同上

生産コスト上昇に対して「自動化・省力化の推進」を対応策としている日系企業の割合は 22.1%であり、周辺国と比べて高い（表 1.11）。

表 1.11 自動化・省力化の推進（単位：％）

コスト上昇に対する対応策	ベトナム	ラオス	ミャンマー	フィリピン	インドネシア	カンボジア	タイ
自動化・省力化の推進	22.1	-	3.3	21.7	22.9	14.7	17.2

出所：同上

こうしたことから、賃金上昇の悪影響を減らすためにベトナム国政府と企業は労働生産性の向上により焦点をあてる必要があるといえる。

③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

③-1 ベトナム国の主な産業開発・人材育成関連計画・政策

上述したベトナム国の SEDS（2011～2020 年）では、2020 年までに工業国化を果たすため、安価な労働力を基軸とした現状の経済モデルから脱することと、経済成長の中核として効率性・生産性の向上と競争力強化に向けた集中的な投資が必要であるとされている。また、近代的工業国家に向け「国家の近代化・工業化に資する教育、訓練、科学技術」の重要性にも注目している。

他方、2016 年 4 月に発表された SEDP（2016～2020 年）では、同国の持つ工業国化指標¹¹が計画どおり達成されていないことが指摘されている。例えば、工業国化の 1 つの指標として、2020 年までに一人当たり GDP5,000 米ドル¹²を目標としていたが、現時点では 2,100 米ドルに過ぎない。かかる状況を踏まえ、SEDP では、2020 年の一人当たり GDP の目標を 3,300～3,500 米ドルへ下方修正した。

産業開発および人材育成に関連するベトナム国の開発戦略、計画、マスタープラン、政府決議を表 1.12 にまとめた。

表 1.12 産業開発および人材育成に関連する戦略など

名称	目標
科学技術開発戦略 2011-2020	<ul style="list-style-type: none"> 2020 年までに科学技術分野で ASEAN および世界の先進的・近代的レベルに到達し、ハイテク産品が GDP の約 45%の割合に達する ハイテク製造工程を操作、管理できるエンジニアの数を 5,000 人に増やす
人材育成戦略 2011-2020	<ul style="list-style-type: none"> ベトナム国人材の国際競争力を先進国レベルまで向上させる
人材育成マスタープラン 2011-2020	<ul style="list-style-type: none"> 労働市場において訓練を受けた人材の割合の急速な増加 全分野において質と効果を高めるための総合的な人材育成 上記を実現するための質の高い教員の育成
ハイテク産業開発に関する計画	<ul style="list-style-type: none"> 2015 年までに GDP に占めるハイテク製品生産額の割合を 35%まで拡大（2020 年までに 45%） ハイテク製品生産企業を 200 社まで増加（2020 年までに 500 社） 2020 年までに技術指導者 500 人、専門家・エンジニアを 2 万人育成
ハイフォン市 科学技術発展促進計画 2016 年～2020 年 ¹³	<ul style="list-style-type: none"> 設備投資の年間成長率 20～25% 2020 年までに工業生産に占めるハイテク分野の生産割合 40%
2010 年 7 月 19 日付け政府決議 No:49/QĐ-TTg	<ul style="list-style-type: none"> ハイテク分野優先開発技術にロボット製造技術をリストアップ 3 軸以上の産業用ロボットを開発促進ハイテク製品にリストアップ
2011 年 7 月 7 日付け政府決議 No: 826/QĐ-LĐTBXH	<ul style="list-style-type: none"> 2011 年から 2015 年の間に国家予算の重点投資対象とする職種と職業訓練機関を選定 重点投資対象の職種にメカトロニクスや自動化設備の修理を選定

出所：外務省（2014）より調査団作成

¹¹ 脚注 14 参照。

¹² 工業関連の GDP に限らない。

¹³ ハイフォン人民委員会傘下の NPO である HSTHA（ハイフォン人材育成科学委員会）によれば、本計画に基づきハイフォン政府が基金を創設し、自動化システムの導入を目指す企業へ低金利で融資をしているとのこと。

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

④-1 産業開発・人材育成関連分野における ODA 事業の概要

ベトナム国の 2020 年の工業国化を支援するために策定された「産業開発・人材育成プログラム」のもと、我が国は同国の産業開発および産業人材育成事業を支援している。例えば、アセアン工学系高等教育ネットワークプロジェクトや、ハノイ工業大学指導員育成強化プロジェクトなどがそれに当たる。これらのプロジェクトは本事業と機材提供および研修実施などの面で連携が可能である。連携が想定される主な ODA 事業と事業連携案は表 1.13 のとおりである。

表 1.13 連携可能性を有する実施中 ODA 事業一覧と事業連携案

案件名	スキーム	概要	想定される事業連携案
ベトナム国日本人材協力センタービジネス人材育成・拠点機能強化プロジェクト	技協/ 2016.9 ~2021.12	ハノイ市、ホーチミン市その周辺の工業地域での研修を通じたビジネス人材の育成と、日越間の経済拠点としてのベトナム国日本人材協力センター確立が目的である。現地日系企業のニーズに沿ったビジネス人材の育成を図り、日越間の経済関係を強化することが狙いである。	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット分野教育教材提供 ・ロボット研修実施 ・コンサルティング業務
アセアン工学系高等教育ネットワークプロジェクトフェーズ3	技協/ 2013.3 ~2018.3	海外直接投資などによる産業の拡充・多角化に対応するため、域内を跨る教育機関高度産業人材の育成と産学連携を促進することを目的としている。	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット分野教育教材提供 ・ロボット研修実施 ・コンサルティング業務
ハノイ工業大学指導員育成機能強化プロジェクト	有償資金協力/ 2013.6 ~2017.3	ベトナム国全体の産業人材育成能力を強化するために、ハノイ工業大学の持つ人材育成ノウハウを他の職業訓練機関へ技術移転することを目的としている。これを果たすために、同大学の指導員能力向上のための研修制度と体制の整備をすることになっている。	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット分野教育教材提供 ・R&Dセンター向け機材提供
ドンナイ省におけるものづくり人材育成事業	草の根無償/ 2014.6 ~2017.3	ベトナム国に進出する我が国中小企業が必要とする人材を育成するため、関西地域が有する裾野産業（製造業）のものづくりの知見を活かすことが狙いである。	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット分野教育教材提供 ・ロボット研修実施 ・コンサルティング業務
ホーチミン市職業訓練短期大学におけるモノづくり人材育成支援事業	草の根無償/ 2013.8 ~2016.7	ホーチミン市職業訓練短期大学機械科に「ものづくり教育プログラム」を設け、同短期大学生の日系企業就職率を高めることが目的である。「現場リーダー」となりうる若手人材の育成を通じてベトナム国の工業化にも貢献する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット分野教育教材提供 ・ロボット研修実施 ・コンサルティング業務
職業能力開発制度アドバイザー	個別案件（専門家）/ 2015.8~2017.7	製造業における裾野産業振興を目的とした産業人材育成のため、中央職業能力開発協会と連携し、フライス盤、旋盤、情報配線施工、機械検査の4種類の日本式技能検定を実施している。	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボット研修実施 ・自動化の技能検定化

出所：JICA（2016）より調査団作成

④-2 他ドナーの支援概要

ベトナム国の産業人材育成分野における主なドナーはドイツ連邦経済協力開発省（Bundesministerium Für Wirtschaftliche Zusammenarbeit: BMZ）およびアジア開発銀行（Asian Development Bank: ADB）である。他にも韓国、スイス、フランスなどさまざまなドナーが産業開発および産業人材育成プロジェクトを実施している。本事業に関連する他ドナーの主なプロジェクトは表 1.14 のとおりである。

表 1.14 主な他ドナー実施プロジェクト一覧（直近3年以内に終了したプロジェクト）

ドナー	プロジェクト名	期間
ADB (Japan Special Fund)	Skills Enhancement Project	2011-2015
BMZ	Establishment of Vocational Training Center of High Quality	2012-2015
BMZ	Private VT Institute	2012-2015
BMZ	Vocational Training Program	2010-2014
KOICA	Five Vietnam-Korea Vocational Colleges Establishment Project	2008-2013
EDCF	Qui Khon Vocational College Project	2008-2013
France: AFD	Development of Three High-Performance VET Institutions	2011-2014

出所：JICA（2012）

主な他ドナーの最新動向¹⁴は以下のとおりである。

- ・ ADB：労働・傷病兵・社会省（MORISA）と商工省（MOIT）を C/P とし、職業訓練学校への機材整備を含めたローン案件を検討中
- ・ 韓国国際協力団（Korea International Cooperation Agency: KOICA）職業訓練学校での自動車整備士育成など韓国式の技能検定分野のプロジェクトを実施中

（2）普及・実証を図る製品・技術の概要

提案製品（図 1.10）は、以下の3つの機材から構成される。

- ① 不二越製小型産業用ロボット"MZ-07"
- ② 豊岡エンジニアリング製「メインフレーム」"TOYO-VT2000"
- ③ 新興技術研究所製メカトロニクス実習機材"MM-3000-FVT"

¹⁴ JICA 専門家からの聞き取りによる。

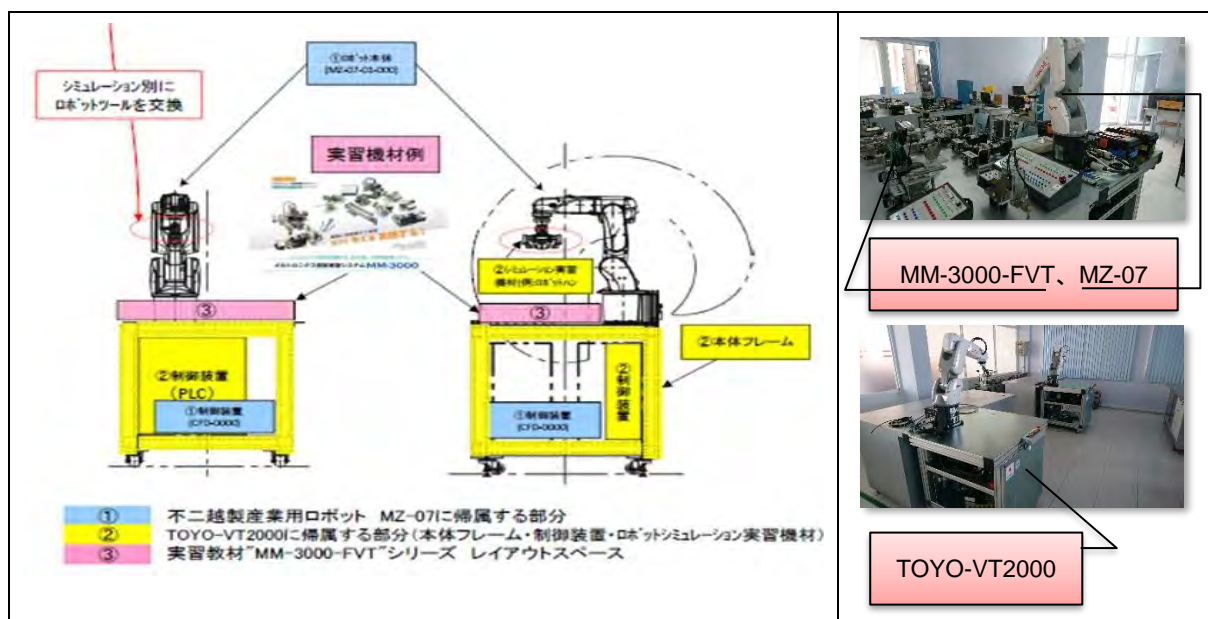


図 1.10 機材構成

これらの機材はメーカーが異なり個別の製品であるが、組み合わせることで生産自動化に必要な技術者の育成、工場の製造工程自動化の実証などができるように設計されている。上記3つの機材の主な仕様は以下のとおりである(表 1.15)。

表 1.15 機材の仕様

名称	産業用ロボット (MZ-07)	メインフレーム (TOYO-VT2000)	メカトロニクス実習機材 (MM-3000-FVT)
電源	3相 AC200-230V 単相 AC200-230V	3相 AC200-230V 単相 AC200-230V	単相 220V
重量	30kg/台	80kg/台	約 160kg (4セット総量)
特長	<ul style="list-style-type: none"> 本体とコントローラーが小型で、かつ新興国での使用を考慮し日本とは異なる電源環境にも対応可能 ロボット言語を使用しなくても制御可能 	<ul style="list-style-type: none"> テーブル部に産業用ロボットを固定し、メカトロニクス実習機材をレイアウトできるように設計 フレーム内部には電源やコンプレッサーなどの動力装置や制御装置が収納されており、制御信号はMZ-0、およびMM3000-FVTに直接接続可能 	<ul style="list-style-type: none"> ロボットと協調して作業を行う機械装置のレプリカ(ベルトコンベアや部品供給装置のようなロボット作業をサポートする装置) 様々な組み合わせができるよう設計されており、多様なロボットシステムの構築が可能
サイズ	幅・奥行・高さ：900mm×900mm×最大 190mm (ロボット最高伸長時)		
価格	<ul style="list-style-type: none"> 1台(1式)当たりの製造原価：10,261,852円 通常販売価格：12,480,000円/1式 (標準：画像カメラ及び豊橋技科大の専用プログラムは含まず) 		

出所：調査団作成

競合他社製品と比べ提案製品の比較優位性は以下のとおりである。

- 産業用ロボットはベトナム国内の工場、オフィス、家庭で一般的な200V 単相電源で動かすことができる（他社ロボット製品の多くは工業用3相電源が必要）。
- 産業用ロボットにかかる技術移転のために、ロボット単体でデモンストレーションやロボット工学の理論教育を行うことができる。
- メカトロニクス実習機材（コンベア、各種アクチュエーター¹⁵、インデックステーブル¹⁶およびそれらを動作させるモーターやシリンダー、その運動特性を変換するメカニズムや動作を検出するセンサーなどの機器）を使って実践的トレーニングを実施できる。
- ロボット本体と周辺装置の架台への取付はマグネットを用いるため、機器の組合せやレイアウトは自由であり、かつ1時間程度で構築できる（他社の教材はボルト取付が多く分解できないので実習内容が単一化される）。

¹⁵ 電気エネルギーを運動に変換する装置

¹⁶ 回転する台

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

ロボット生産システムを活用した「ロボット産業システム研修」現地適合性を高めるための活動を行うとともに、その普及方法を検討する。事業目的は以下の3点である。

- C/Pであるサイゴンハイテクパーク・トレーニングセンター（SHTPTC）の技術者をロボット生産システムのマスタートレーナー（MT）として育成するとともに、SHTPTCの研修実施にかかる能力を強化する。
- MTが企業、教育訓練機関などから派遣された技術者や教育・研究者を対象とした自動化トレーニングを実施することで、ベトナム国産業の高度化や工業国化を支える人材の育成に寄与する。
- 産業自動化に向けたロボット生産システムの有用性を企業や教育訓練機関に広く啓蒙することで、生産現場や教育現場における導入が促進される。

(2) 期待される成果

期待される成果と活動内容は以下のとおりである。

表 2.1 期待される成果と活動内容

成果	活動計画
成果 1. SHTPTCにおいて、企業向けロボット生産システム研修を行う人材マスタートレーナー（MT）が育成される 指標：試験に合格する人が6名育成される	1-1 SHTPTCと事業実施にかかる詳細協議を行う（協議事項案） <ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業の全体スケジュール ・ 免税手続き（93号適用） ・ 費用負担の確認 ・ ホーチミン市における企業のロボット導入にかかる資金補助制度の有無と内容 ・ 設置場所の動力源（電力・エアコンプレッサー）設備の条件 ・ トレーニングセンターでの保管場所と保管方法（重機の準備） ・ 施錠や警備方法 ・ MT候補の選定条件（専門性、育成期間、育成方法など） ・ トレーニング参加企業の選定数、選定方法、選定基準 ・ トレーニング参加者に対して労災加入の確認方法 ・ 普及セミナー招待企業の選定数、選定方法、選定基準 ・ アカデミックセミナーに招待する大学と職業訓練校の選定数、選定方法、選定基準
	1-2 「ロボット生産システム装置」（機材）4機を製造・調達し、輸送する <ul style="list-style-type: none"> ・ C/Pが免税手続きを行う
	1-3 機材を現地に据え付け、動力源などの設備を整える <ul style="list-style-type: none"> ・ 機材を現地に据え付け、稼働や保管管理など確認 ・ TYKがトレーニングセンターに機材4台とエアコンプレッサー4台を設置し、稼働確認

成果	活動計画
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 出入り口や窓は施錠可能であることと鍵の管理について確認 ・ ガードマンによる巡回警備の状況を確認 <hr/> <p>1-4 「ロボット生産システム」の研修を実施するマスタートレーナー（MT）を選抜し、当該MTを育成するための準備をする</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ C/Pが「ロボット生産システム」の研修を実施するMT候補8名選抜 ・ カリキュラムやテキストの作成 ・ テキスト印刷 ・ 理解度試験作成 <hr/> <p>1-5 MTを育成するための講義を実施する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 講義内容：自動化技術、制御技術、ロボット技術、ロボット周辺技術、プログラミング技術、自動制御技術知識、効果的なセミナー方法など ・ 期間：各項目8日間 <hr/> <p>1-6 育成に参加したMTを対象に理解度試験を実施し、育成結果を評価する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 育成に参加したMTを対象に理解度試験を実施し、育成結果を評価 ・ テスト結果によりMT候補8名の中から最低6名を選抜
<p>成果2. SHTPTCにおいて、政府や企業などから派遣された要員（技術系社員及び管理職等）に対してロボット生産システム研修が実施される</p> <p>指標：25社50名が訓練に参加する（日系企業に限定しない）</p>	<p>2-1 企業に対して自動化スキルや能力にかかる要望を調査する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ C/Pが30社（予備5社）をリストアップ ・ アンケート用紙の作成 ・ C/Pと調査団が30社に対して要望調査を行う（うちヒアリング10社程度） ・ ロボットニーズがあると考えられる産業セクター毎の課題分析 <hr/> <p>2-2 MTがロボット生産システム研修のプログラムを作成し機材を調整する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MTが研修プログラムを作成（研修事項（案）：自動化技術、制御技術、ロボット技術、ロボット周辺技術、プログラミング技術、自動制御技術） ・ MTが機材を準備 <hr/> <p>2-3 企業に対して研修への参加者を募集し、選定する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ テキストを印刷 ・ 理解度テストを作成 ・ MTが予行演習をし、トヨオカと熊谷氏が確認する <hr/> <p>2-4 MTが企業向けの研修を実施する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 期間：4日×4回（2月・4月） <hr/> <p>2-5 研修参加者の理解度を評価する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 研修参加者の理解度を評価 ・ MTと調査団が評価 <hr/> <p>2-6 SHTPTCによる今後の研修アクションプラン作成を支援する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 上記分析評価結果を基に研修の年間計画を検討
<p>成果3. 企業への自動化コンサルティングと「ロボット生産システム」のパイロット</p>	<p>3-1 自動化に関わるコンサルティングと「ロボット生産システム」導入対象とするモデル企業を2社選定する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ TYKがトレーニングに参加した上記25社の中から2社を選抜

成果	活動計画
<p>ト運用を通じて、産業用ロボットの有用性が実証される</p> <p>指標：自動化の有用性指標（自動化前との比較による生産個数、歩留まり率、不良数など）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 条件：シミュレーションができる生産ラインをもっている、自動化により解決できる具体的課題を有している、企業側が機材を運搬するなど
	<p>3-2 対象2社に自動化に関わるコンサルティングを行う</p> <ul style="list-style-type: none"> TYK が具体的なラインを確認し、生産自動化に関するコンサルティングを行う 企業にとっての採算性分析を行う
	<p>3-3 対象2社に機材を設置する</p> <ul style="list-style-type: none"> 設置に必要な架台などを製造（だれが負担するか要検討） ロボット輸送（実証用機材のうち2台を移設する） TYK が実装し、プログラミングを行う
	<p>3-4 機材を運用し、生産効率の向上や品質の安定、不良品の減少など様々な観点から有用性を実証する</p> <ul style="list-style-type: none"> TYK が以下の指標に基づいて、数値を測り分析 指標案：生産個数（自動化前との比較）、歩留率、不良数など
<p>成果4. 政府や企業には普及セミナーを通じて、教育・研究機関の関係者にはアカデミックセミナーを通じてロボット生産システムの理解が促進される。また、これらの研修を通じてトヨオカのベトナム国における事業計画が策定される</p> <p>指標：200社、計400名ほどの企業経営者や工場長が参加、大学や教育訓練機関の教職員、研究者、計50名ほどが参加</p>	<p>4-1 普及セミナー内容にかかる要望を調査する</p> <ul style="list-style-type: none"> C/P やその他協力機関と共に企業200社（ハノイ：100、HCM：100）リストアップ C/P と協力し大学、職業訓練校、計25校程度リストアップ リストアップした企業、大学、職業訓練校に対して普及セミナー内容にかかる要望調査（電話、メール、訪問など）
	<p>4-2 要望調査の結果を基に普及セミナーおよびアカデミックセミナーのプログラムを作成する</p> <ul style="list-style-type: none"> 要望調査の結果を基に普及セミナーやアカデミックセミナーのプログラム作成 ハノイ工業大学と技術的に協力し、普及セミナーをハノイ工業大学の教室で実施することを検討
	<p>4-3 SHTPTC と普及セミナー実施にかかる協議をする</p> <ul style="list-style-type: none"> C/P やベトナム国内の協力機関（VJCC など）や協力企業（ビジネスパートナーなど）などと普及セミナー実施にかかる協議（協議事項） 招待する企業や大学、職業訓練校の条件やセミナー日程 セミナー資料の印刷、ハノイへの陸上輸送など ハノイにおけるロボットの保管場所など セミナー資料のベトナム国語への翻訳料の負担など
	<p>4-4 普及セミナー資料を作成する</p> <ul style="list-style-type: none"> 外部人材と補強が普及セミナープログラムや資料を作成 豊橋技術科学大学がアカデミックセミナーのプログラムや資料を作成 セミナー資料をベトナム国語に翻訳 セミナー参加者の満足度を測るためのアンケート票作成 C/P と再委託先がセミナー参加企業へ案内状（書面やメール）送付
	<p>4-5 政府や企業を対象に普及セミナーを実施する</p> <ul style="list-style-type: none"> 企業経営者や工場長を対象に生産自動化にかかる機材（産業用

成果	活動計画
	ロボット、周辺装置など)の概要や特長、自動化のメリット、費用対効果、TYKのコンサルティングサービス内容などに関する普及セミナー実施 ・ 陸上輸送 ・ 期間：2時間×2回（ハノイ、ホーチミン） ・ ハノイ：ハノイ工業大学の教室またはタンロン工業団地（TYKが調整する） ・ HCM：C/Pの講堂
	4-6 普及セミナー参加者に対するアンケート調査を通じてセミナーの成果を評価する ・ KMCがセミナー参加者に対するアンケート調査を通じてセミナーの満足度調査を実施する
	4-7 教育・研究機関を対象にアカデミックセミナーを実施する ・ 教育訓練機関を対象に「Kinect」（マイクロソフト社製ゲーム機用カメラ）を用いたロボットのビジョンコントロールプログラムについての解説と実習に関するアカデミックセミナー実施 ・ 期間：2時間程度×2回 ・ 場所：C/Pの講堂 ・ KMCがセミナー参加者に対するアンケート調査を通じてセミナーの満足度調査を実施する
	4-8 普及セミナー、アカデミックセミナー、研修などの結果を基にTYKの事業計画案を作成する ・ 外部人材が法規制、現地製造可能性、マーケット調査、ビジネスパートナー、商社、代理店などの調査を行う ・ 今後の事業計画を作成

上述の主な活動、実施者、対象者をまとめると以下のとおりである。

主な活動	実施者	対象者
MTの育成	TYKを中心とした業務従事者	SHTPTCのトレーナー6人
ロボット生産システム研修プログラム	MTと補助としてTYK	SHTP、ホーチミン市及び近郊に所在する企業25社50人
ロボット生産システムの導入	TYK	SHTP、ホーチミン市及び近郊に所在する企業2社
普及セミナー	MTとTYKを中心とした業務従事者	企業200社400人
アカデミックセミナー	MTと豊橋技術科学大学を中心としたTYK	大学、職業訓練校、計25校50人

（3）事業の実施方法・作業工程

作業工程の予定と実績状況は以下のとおりである（表2.2）。機材の免税手続きに想定以上に日数を要し、当初の予定より2カ月ほど遅れて2016年12月中旬にSHTPTCに搬入された。6名のMT育成は予定通り2017年1～4月に行った。育成したMTが5月16日から

18 日まで企業のエンジニアに対してメカトロニクスや産業用ロボットに関するトレーニングを実施した。

表 2.2 作業計画の予定と実績状況

活動計画	2016年度												2017年度											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
1-1 SHIPTCと事業実施にかかる詳細協議を行う		■																						
1-2 「ロボット生産システム設置」(機材)4機を製造・調達し、輸送する				■																				
1-3 機材を現地に据え付け、動力源などの設備を整える					■																			
1-4 「ロボット生産システム」の研修を実施するマスタートレーナー(MT)を選抜し、当該MTを育成するための準備をする				■																				
1-5 MTを育成するための講義を実施する																								
1-6 育成に参加したMTを対象に理解度試験を実施し、育成結果を評価する																								
2-1 企業に対して自動化スキルや能力にかかる要望を調査する																								
2-2 ロボット生産システム研修プログラムと機材を準備する																								
2-3 SHIPTCとTYKが選定した企業に対して研修を案内する																								
2-4 MTが企業向けの研修を実施する																								
2-5 研修参加者の理解度を評価する																								
2-6 SHIPTCによる今後の研修アクションプラン作成を支援する																								
3-1 自動化に関わるコンサルティングと「ロボット生産システム」導入対象とする企業を2社選定する																								
3-2 対象2社に自動化に関わるコンサルティングを行う																								
3-3 対象2社に機材を設置する																								
3-4 機材を運用し、生産効率の向上や品質の安定、不良品の減少など様々な観点から有用性を実証する																								
4-1 普及・アカデミックセミナー内容にかかる要望を調査する																								
4-3 SHIPTC、ハノイ工業大学とセミナー実施にかかる協議をする																								
4-2 要望調査の結果を基に普及・アカデミックセミナーのプログラムを作成する																								
4-4 普及・アカデミックセミナー資料を作成する																								
4-5 企業や政府機関を対象に普及セミナーを実施する																								
4-6 普及セミナー参加者に対するアンケート調査を通じてセミナーの成果を評価する																								
4-7 教育・研究機関を対象にアカデミックセミナーを実施する																								
4-8 普及セミナー、アカデミックセミナー、研修などの結果を基にTYKの事業計画案を作成する																								
報告書作成、精算報告書作成、提出																								
報告書等提出時期(△と報告書名により表示)																								
月報		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△					
進捗報告書																								
業務完了報告書(案)																								
業務完了報告書																								

凡例
 現地作業(予定)
 現地作業(実績)
 国内作業(予定)
 国内作業(実績)

出所：調査団作成

(4) 投入(要員、機材、事業実施国側投入、その他)

SHIPTCの投入資源(人材、機材、予算、トレーニングルーム)は以下のとおりである。

①人材(10名)


No.	名前	専門(学歴)	役職	担当業務
1	Tran Cong Tuan	自動化(修士)	本事業のチームリーダー	事業管理・実施 マスタートレーナー候補
2	Do Tan Khoa	自動化(修士)	本事業の副チームリーダー	事業管理・実施 マスタートレーナー候補

No.	名前	専門 (学歴)	役職	担当業務
3	Ngo Thi Hieu Thao	会計 (学士)	本事業のスタッフ	事業実施
4	Nguyen Van Thai	企業経営 (学士)	同上	事業実施
5	Nguyen The Hoang	IT (エンジニア)	同上	事業実施
6	Nguyen Long Hai	工業電気 (エン ジニア)	同上	事業実施
7	Phan Van Duc	自動化 (博士)	SHTP-Microsoft セン ター副センター長	マスタートレーナー候補
8	Nguyen Hong Phuc	自動化 (修士)	研究応用部研究員	マスタートレーナー候補
9	Tran Nguyen Hai	自動化 (修士)	研究応用部研究員	マスタートレーナー候補
10	Bui Kim Thanh	工業電気 (学士)	研究応用部研究員	マスタートレーナー候補

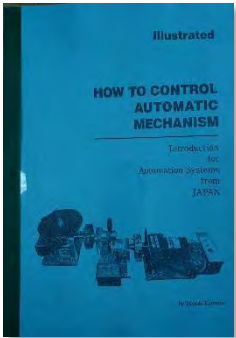
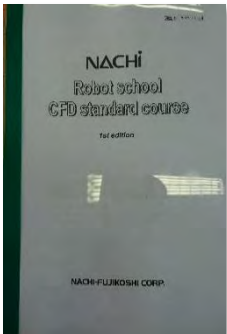
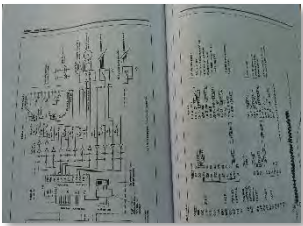
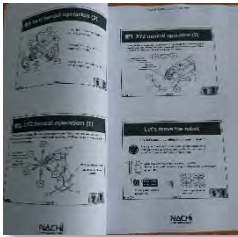
MT 候補は、自動化に関する専門性や訓練意欲などに基づき SHTPTC 職員の中から選抜した。選抜した MT 候補は当初 8 名であったが、そのうち Dr. Nguyen Minh Thanh (SHTPTC 所長) が病氣療養のためトレーニングに参加できなくなった。また、もう 1 名 Mr. Alex Kg Hoang (Business Development and Corporate Relation Division 主任) が一身上の都合で SHTPTC を退職したため、トレーニングを実施する MT 候補は以下のとおり 6 名となった(表 2.3)。

表 2.3 MT 候補

No.	写真	氏名 (英語名)	所属・部門	専門 (学位)
1		Do Tan Khoa	SHTPTC・研究 応用室室長	自動化 (修士)
2		Phan Van Duc	SHTP-Microsoft センター副セン ター長	自動化 (博士)
3		Nguyen Hong Phuc	SHTPTC・研究 応用室研究員	自動化 (修士)
4		Tran Nguyen Hai	SHTPTC・研究 応用室研究員	自動化 (修士)
5		Bui Kim Thanh	SHTPTC・研究 応用室研究員	工業電気 (学士)

6		Tran Cong Tuan	SHTPTC・総務 部部長	自動化（修士）
---	---	----------------	------------------	---------

使用したテキストは以下のとおりである。

メカトロニクス用テキスト	産業ロボット用テキスト
	
	

②機材

機材	台数
3D 印刷設備（パソコン付き）	1 台
CNC 旋盤（パソコン付き）	1 台
パラレル・ロボット・システム（パソコン付き）	1 台
モーター制御用の PLC システム	2 台 (パソコン 2 台含む)
PLC 実習システム	6 セット
温度管理の PLC システムとパソコン	1 セット
三菱製 PLC とパソコン	2 セット
日本側団員専用事務スペース内の家具	机と椅子 1 セット、ソ ファー 1 セット、パソ コン 1 台、収納棚
受講者専用の収納タンス	3 台
展示用のケース	1 台
教員専用の机・椅子・パソコン	1 セット
会議用の机と椅子	机 1 台、椅子 6 脚
ベトナム国製のロボットアーム	2 台

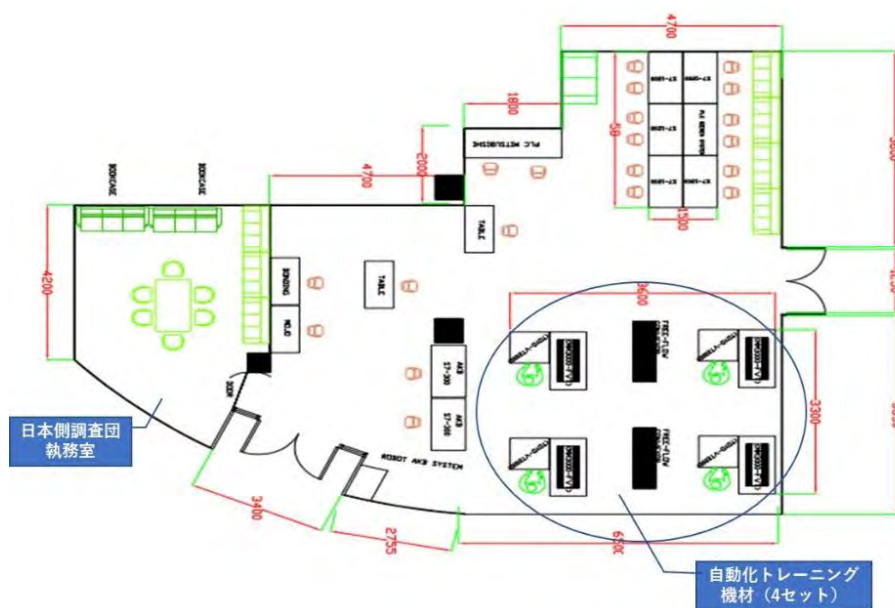
コントローラー	2台
パソコン	2台
プロジェクター、スクリーン、パソコン	各1台

③投入予算

費目	予算額	
	ドン	円換算
プロジェクトチームの人的費	585,000,000	2,925,000
電気関連工事費	120,000,000	600,000
内装工事費	120,000,000	600,000
監視カメラ	10,000,000	50,000
実習機	140,000,000	700,000
合計	975,000,000	4,875,000

(注) 1ベトナムドン=0.005円

④ トレーニングルームのレイアウト



(5) 事業実施体制

実施体制は以下のとおりである (図 2.1)。

- 提案企業：トヨタカ
- C/P：サイゴンハイテクパークトレーニングセンター
- 外部人材：渡邊、福田、かいはつマネジメント・コンサルティング (KMC)、豊橋技術科学大学

- 補強：日本教育企画、新興技術研究所
- 現地再委託先：日心有限会社

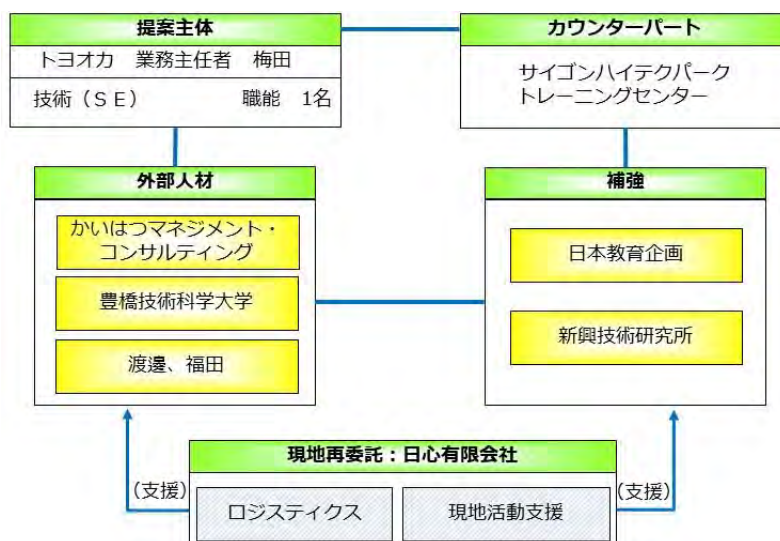


図 2.1 実施体制

出所：調査団作成

各実施主体の業務分担は以下のとおりである（表 2.4）。

表 2.4 業務分担

担当業務	氏名	所属	実施事項
業務主任	梅田 拓哉	TYK	<ul style="list-style-type: none"> • C/P との実施協議 • ロボット生産システム装置の製造・調達、輸送、現地での設置、C/P に対する同装置の運用・維持管理指導 • C/P によるアクションプラン作成支援 • 普及セミナー内容に関する要望調査 • 普及セミナー実施 • 生産現場における実証とプロモーション
技術管理	チャンフートゥン		
技術指導支援	渡邊 芳樹	個人	<ul style="list-style-type: none"> • 日本国内での TOYO-VT2000 と機材を組み合わせた試運転 • 現地での機材設置と運転確認 • MT 育成補助 • MT による企業研修補助
マーケティング	福田 復彦	個人	<ul style="list-style-type: none"> • 調査計画作成 • 情報収集事項リストアップ • ヒアリングやアンケート事項設定 • アンケート票作成 • 現地再委託による以下の調査の進捗管理と成果物の品質管理 ✓ 産業ロボットの市場調査

担当業務	氏名	所属	実施事項
			<ul style="list-style-type: none"> ✓ 自動化ライン改善ニーズ調査 ✓ ビジネス環境調査（政策、法制度、経済状況、産業構造など） • 分析、需要予測 • TYKの事業計画案策定
チーフアドバイザー	岡部 寛	KMC	<ul style="list-style-type: none"> • 業務主任との作業工程検討、作業スケジュール作成 • 業務進捗管理 • 各作業工程における要員配置計画作成 • 成果物の品質管理
モニタリング・評価、報告書作成	青津 暢		<ul style="list-style-type: none"> • 企業、政府、教育訓練機関を対象としたトレーニングやセミナー内容に関する要望調査スキームの設計、調査実施、結果とりまとめ、アンケート票作成 • MT育成のモニタリング・評価スキームの設計、実施、分析、モニタリング・評価フォーマット作成、 • 企業トレーニングや各種セミナー参加者に対する満足度調査スキームの設計、調査、分析、アンケート票作成 • 現地再委託先の調査進捗管理や成果物の品質管理補助
業務調整、モニタリング・評価補助	高梨 直季		<ul style="list-style-type: none"> • 企業、政府、教育訓練機関を対象としたトレーニングやセミナー内容に関する要望調査スキームの設計、アンケート票作成と調査実施にかかる補助 • 企業トレーニングや各種セミナー参加者に対する満足度調査とアンケート票作成にかかる補助 • 市場調査計画作成補助 • ニーズ調査アンケート票作成、ニーズ分析、需要予測にかかる補助 • 現地再委託先の調査進捗管理補助 • 精算業務
プログラム開発 セミナー実施	内山 直樹	豊橋技術科学大学	<ul style="list-style-type: none"> • アカデミックセミナープログラムと資料の作成 • アカデミックセミナー実施
プログラム開発 セミナー実施補助	佐野 滋則		
セミナー実施支援	グエンハイホア		
MT育成 セミナー実施	熊谷 英樹	日本教育企画	<ul style="list-style-type: none"> • MT育成にかかるカリキュラム作成、訓練実施 • MT選抜理解度テスト作成 • 企業向け研修教材作成指導、研修実施指導 • 普及セミナープログラムと資料の作成


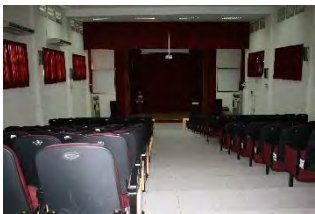
担当業務	氏名	所属	実施事項
			<ul style="list-style-type: none"> 生産現場における実証とプロモーション補助
機材設置	及川 拓哉	新興技術研究所	<ul style="list-style-type: none"> 機材の設置・稼働確認 MT 育成にかかるカリキュラム作成、訓練実施 MT 選抜理解度テスト作成
企業研修、セミナー、MT 育成	Thanh 所長、他職員 (MT 含む)	SHTPTC	<ul style="list-style-type: none"> 業務全体の進捗管理 機材の免税手続き 機材設置場所の確保、動力源の確保、維持管理 MT 候補選抜 MT 理解度試験の実施と分析補助 MT による企業研修プログラム作成と実施 企業研修、普及セミナー、アカデミックセミナー場所の提供または提供依頼、事前協議や開催案内などの準備 今後の研修アクションプランの作成 企業を対象とした自動化コンサルティング参加 提案製品を使った研修の有用性の検証

出所：調査団作成

(6) 事業実施国政府機関の概要

SHTPTC に関する情報は以下のとおりである (表 2.5)。

表 2.5 SHTPTC に関する情報

<p>基礎情報</p>  <p>(SHTPTC)</p>  <p>(講堂)</p>	<p>SHTPTC は、サイゴンハイテクパーク (SHTP) 内にある。SHTP は、2002 年 10 月 24 日の首相決定 146/QĐ-TTg により設立された国営工業団地で、入居は政令で定める「ハイテク」分野に該当する企業に限定される。ホーチミン市北東部に位置し、中心部から車で 15 分ほど、広さは 913 ヘクタール (東京ドーム 194 個分) である。SHTP の職員数は 350 名 (2016 年 5 月現在) である。</p> <p>SHTPTC が設立されたのは 2005 年である。SHTPTC 職員数は 47 名 (2016 年 5 月現在) である。当センターの役割は、ホーチミン市とベトナム国の経済活性化のために先端産業が必要とする高度人材を育成することである。以下が主な事業内容である。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 入居企業の社員研修用の施設・設備貸与：短期集中コースが中心であり、たとえば、インテル設立時に 5,000 人の新入社員に対し、本施設で生産管理、英語、チームワークなどの研修を実施した。 ② テナント内外の企業の研修の要望に応じて、大学教員を講師として招聘しセミナーや研修を実施している。企業向け研修では、経営知識、オートメーションに関する研修を実施したことがある。 ③ 企業との共同研究・開発：マイクロソフト社と共同でソフトウェア開発にかかる技術者の育成や製品の共同開発をしている。両者で開発した製品が販売に至った場合、SHTPTC にも利益配分されることもあり、企業との提携に積極的である。
---	--

	④ 本事業で育成する MT は SHTPTC 所属の正規職員であり、大学でオートメーションを専攻するなど専門知識を有している。
選定理由	ハイテク分野の指導的な産業人材育成機関であり、これまでにオートメーション研修を実施した経験もある。C/P 側から提案企業に強い働きかけがあり、トレーニング施設、必要人員、機材の維持管理費用、セミナー施設などすべて無償で提供するという覚書を締結するに至った。また、本事業終了後もトレーニングを継続することを確約しており、本事業後のビジネス展開でも連携できる。

出所：SHTPTC からの聞き取り情報を基に調査団作成

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

活動計画毎の結果は以下のとおりである（表 3.1）。

表 3.1 活動結果

活動成果・指標	活動計画	活動結果
成果 1. SHTPTC において、企業向けロボット生産システム研修を行う人材マスタートレーナー (MT) が育成される 指標: MT が 6 名育成される	1-1 SHTPTC と企業実施にかかる詳細協議を行う	<ul style="list-style-type: none"> 2016 年 7 月 (第 1 回目)、本事業の全体スケジュールのほか、MT 候補の選定、MT トレーニング事項、機材の輸送と搬入手続き、企業アンケート方法などについて協議した。 2016 年 10 月 (第 2 回目)、免税手続き進捗確認のほか、企業アンケート内容の一部修正と再実施などについて協議した。 2016 年 11 月 (第 3 回)、SHTPTC と免税手続きの進捗状況、SHTPTC までの搬入方法などについて協議し、合意を得た。
	1-2 「ロボット生産システム装置」(機材) 4 機を製造・調達し、輸送する	<ul style="list-style-type: none"> 2016 年 12 月 9 日: ホーチミンに機材が到着した。 同 12 月 12 日: 港にて税関、財務局、通関業者、SHTPTC、TYK の梅田、KMC の青津が機材を確認した。 同 12 月 13 日: 港から SHTPTC へ輸送し、トレーニングルームへ搬入した。
	1-3 機材を現地に据え付け、動力源などの設備を整える	<ul style="list-style-type: none"> 2017 年 1 月 9 日と 10 日に機材のセットアップと動作確認を行った。
	1-4 「ロボット生産	<ul style="list-style-type: none"> MT 候補 8 名選抜したが、選抜後に 1 名が一身

活動成果・指標	活動計画	活動結果
	システム」の研修を実施するマスタートレーナー（MT）を選抜し、当該 MT を育成するための準備をする	上の都合で退職することになり、もう 1 名は病 気療養となったため、6 名でのスタートとなっ た。 • メカトロニクス教材と産業用ロボット教材を 用意した。
	1-5 MT を育成する ための講義を実施す る	• 2017 年 1 月から 4 月まで外部人材の渡邊が産 業用ロボット、日本教育企画の熊谷と及川がメ カトロニクスに関するトレーニングを実施し た。
	1-6 育成に参加し た MT を対象に理解 度試験を実施し、育 成結果を評価する	各トレーニングの終了日に MT 候補 6 名の理解度 を評価した。出席状況、受講態度、理解度の観点 から総合的に評価し、6 名全員が MT になること を承認した。
成果 2. SHTPTC において育成 した MT によって企業 エンジニアを対象とし たロボット生産システ ム研修が実施される 指標:25 社 50 名が訓練 に参加する（日系企業 に限定しない）	2-1 企業に対して 自動化スキルや能力 にかかる要望を調査 する	企業アンケートやヒアリング調査を実施した。 760 社にアンケートを送付し、104 社から回答 を得た。
	2-2 ロボット生産 システム研修プログ ラムと機材を準備す る	4 月中旬から 5 月初めにかけて MT がトレーニ ング用テキストの草案を作成し、それを日本側で確 認しコメントしながら完成させた。
	2-3 SHTPTC と TYK が選定した企 業に対して研修を案 内する	SHTPTC と TYK がリストアップした企業、政府 機関などに案内状やメールで案内しベトナム国 企業や政府機関、TYK が日系企業やリストアッ プ 5 月初めに案内状を送付した。
	2-4 MT が企業向け の研修を実施する	2017 年 5 月 16 日から 18 日にかけて MT が主体 となり実施した。参加者に対してアンケートを実 施し、満足度や理解度を確認した。
	2-5 研修参加者の 理解度を評価する	
	2-6 SHTPTC によ る今後の研修アクシ ョンプラン作成を支 援する	本事業後に SHTPTC 内に日・越トレーニングセン ター（VJTC）を立ち上げる予定である。VJTC で は供与された機材と育成した MT を用いて企業向 けトレーニング実施する。VJTC にはメカトロニ クス指導支援として JICA シニアボランティアが

活動成果・指標	活動計画	活動結果
		派遣される予定であり、TYK も VJTC の設立パートナーとしてかかわっていくことになった。
<p>成果 3. 企業への自動化コンサルティングと「ロボット生産システム」のパイロット運用を通じて、産業用ロボットの有用性が実証される</p> <p>指標：自動化の有用性 指標（自動化前との比較による生産個数、歩留まり率、不良数など）</p>	<p>3-1 自動化に関わるコンサルティングと「ロボット生産システム」導入対象とする企業を 2 社選定する</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 日系企業（Nidec Tosok Akiba）：ユーザーと納入条件及を確認。 • ローカル企業：ローカル企業の選定は MT 主導で行なった。決定プロセスは以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ ソリューション先を選定するというテーマで、MT が自らの経験やコネクションが及ぶ範囲で数社を対象先候補として選出した。 ▶ 候補企業には MT が実地調査を実施。その調査に ワタナベロボットサービス・渡邊代表（元 TYK のロボットエンジニア）が同行した。 ▶ MT、TYK のエンジニアが持ち帰った結果を、SHTPTC 内で TYK 梅田氏、トゥン氏、日本教育企画の熊谷氏も交えて検討し、ソリューション先を決定した。
	<p>3-2 対象 2 社に自動化に関わるコンサルティングを行う</p>	<p>2017 年 7 月から 8 月にかけて選定した 2 社の生産工程上の課題に対して自動化シミュレーションを実施した。各企業における実証結果は以下のとおり。</p>
	<p>3-3 対象 2 社に機材を設置する</p>	<p>企業①（UYEN PHAT Ltd. Trade and Supply）：ロボットを活用してガラスを自動切断し、正確性と安全性を確認した。その結果、安全性が確保できたほか綺麗に切断ができた。作業人数が 2/3 となり省人化を実現した。</p>
	<p>3-4 機材を運用し、生産効率の向上や品質の安定、不良品の減少など様々な観点から有用性を実証する</p>	<p>企業②（Nidec Tosok Akiba Vietnam）：10 個の製品を固定してバリ取り出来る治具を設計した。2 台の治具を製作したので、合計 20 個の製品のバリ取りが出来ることを確認した。結果として、1 セットの治具とロボットを組み合わせて、製品の 1 個当たりのバリ取り作業が 7~8 秒から 6.7 秒に短縮した。バリ取りの正確性が確保でき、不良品率が 1/20 になった。作業員の安全が確保できることを確認した。</p>

活動成果・指標	活動計画	活動結果
<p>成果 4. 普及セミナーやアカデミックセミナーを通じてロボット生産システムの理解が促進される</p> <p>指標：200社、計400名ほどの企業経営者や工場長が参加（普及セミナー）、大学や教育訓練機関の教職員、研究者、計50名ほどが参加（アカデミックセミナー）</p>	<p>4-1 普及セミナーとアカデミックセミナー内容にかかる要望を調査する</p>	<p>2017年5月と7月に民間企業や教育研究機関を訪問し、自動化ニーズや自動化教材ニーズをヒアリングしたほか、セミナー参加希望の有無とセミナー内容に関する要望を確認した。</p>
	<p>4-2 SHTPTC、ハノイ工業大学とセミナー実施にかかる協議をする</p>	<p>2017年5月にSHTPTCと7月に試験的に実施することになった普及セミナーのプログラム内容や日程など協議した。ハノイ工業大学とは7月に9月実施予定のアカデミックセミナーと普及セミナーの内容、日程、ホーチミンからはハノイ工業大学へ輸送するロボット機材の搬入の段取りなど協議した。</p>
	<p>4-3 普及セミナー資料を作成する</p>	<p>2017年6月に7月実施の普及セミナー用資料を作成した。セミナーの構成は、TYKによる自動化実例紹介と自動化メリットの説明、KMCによるベトナム国における産業自動化推進の必要性をマクロ的な観点から説明する内容にした。また、7月に実施した内容を踏まえ、9月実施の普及セミナーに向けてプレゼン資料をブラッシュアップした。</p>
	<p>4-4 アカデミックセミナー資料を作成する</p>	<p>2017年8月から9月にかけて、豊橋技術科学大学の内山教授が9月実施のアカデミックセミナー用資料を作成した。セミナーは午前と午後に分かれており、午前中は座学、午後は機材を用いた実習形式とした。</p>
	<p>4-5 企業や政府機関を対象に普及セミナーを実施する</p>	<p>2017年7月にハノイ（25社30名）、ハイフォン（10社15名）、ホーチミン（27社32名）で実施した。また、9月にもホーチミン（46社82名）とハノイ（23社31名）で実施した。合計131社190名が参加した。</p>
	<p>4-6 普及セミナー参加者に対するアンケート調査を通じてセミナーの成果を評価する</p>	<p>2017年9月にホーチミンとハノイ、それぞれ一日ずつ実施した。同セミナーではホーチミン、ハノイ合わせて69社（113名）が参加した。セミナーに参加した89%の参加者がセミナー内容を理解していると回答した。生産自動化設備導入ニーズについて聞いたところ「今後数年以内に購入」と</p>

活動成果・指標	活動計画	活動結果
		<p>回答した参加者が 30 名中 13 名おり、アンケート回答者の半分近くの企業関係者が生産自動化設備の導入を検討しているなど、生産自動化設備のニーズの存在を確認できた。また、同日に日系企業と現地企業とのマッチング会を実施したところ、ホーチミンでは 3 社、ハノイでは 1 社からの引き合いを受けた。</p>
	<p>4-7 教育・研究機関を対象にアカデミックセミナーを実施し、アンケート調査を通じてセミナーの成果を評価する</p>	<p>2017 年 9 月にホーチミンとハノイ、それぞれ二日間実施した。ホーチミンでは二日間で 17 機関 31 名、ハノイでは二日間で 10 機関 22 名、計 53 名の教職員、研究者が参加した。事例紹介のみに留まらない実践的な内容を含んだ講義は参加者の興味・関心を惹き、講義内容に対して、ホーチミンでは「良い」、「やや良い」という意見が 100%を占め、ハノイでも 96%を占める結果となった。自動化教材ニーズに関し、既に導入している研究・教育機関もあるが、「今後数年以内に購入」と回答した参加者が、ホーチミンとハノイを合わせて 24 名いるなど、教育・研究目的でのロボット導入ニーズはあるといえる。また、「どちらともいえない」と回答した参加者は 21 名であり、「今後数年以内に購入」と回答した参加者とほぼ同数であることから、潜在的なニーズもあるといえる。</p>
	<p>4-8 本事業結果に基づき TYK の事業計画案を作成する</p>	<p>TYK の強みであるロボットを使用して一定品質の製品を多種多様に生産する S1er として市場に参入する。その中でもバリ取り装置を中心に売り込みを図る。バリ取り作業は、典型的な 3K 作業といわれ、工場労働者が最も嫌う作業の一つであり、自動化ニーズが高い作業である。短期的には、バリ取り装置の販売、中・長期的には、それ以外の機器の販売、教育教材システム販売、FA システム販売やコンサルテーションなど、ローカル企業の開拓も行っていく。</p>

出所：調査団作成

(2) 事業目的の達成状況

事業目的とその達成状況は以下のとおりである（表 3.2）。

表 3.2 事業目的の達成状況

事業目的	達成状況
C/P である SHTPTC の技術者をロボット生産システムの MT として育成するとともに、SHTPTC の研修実施にかかる能力を強化する	<ul style="list-style-type: none"> • 機材を現地設置した • 2017 年 1 月から 4 月にかけて MT6 名を育成した • MT 候補の出席状況、受講態度、理解度など総合的に評価し、6 名全員を MT として承認した
MT が企業、教育訓練機関などから派遣された技術者や教育・研究者を対象とした自動化トレーニングを実施することで、ベトナム国産業の高度化や工業国化を支える人材の育成に寄与する	<ul style="list-style-type: none"> • 5 月 16 日から 18 日にかけて MT が主体となり企業のエンジニアに対してトレーニングを実施した • 参加者へのアンケート調査の結果、満足度と理解度が高かった
産業自動化に向けたロボット生産システムの有用性を企業や教育訓練機関に広く啓蒙することで、生産現場や教育現場における導入が促進される	<ul style="list-style-type: none"> • 自動化教材ニーズに関し、既に導入している研究・教育機関もあるが、「今後数年以内に購入」と回答した参加者が、ホーチミンとハノイを合わせて 24 名いるなど、教育・研究目的でのロボット導入ニーズはあるといえる。 • バリ取り装置に関し 8 社から引き合いがあり、その他装置や FA 化に関しても 7 社から引き合いがある。本事業後も引き続き対応し、成約につなげていく。

(3) 企業向け自動化トレーニングの概要

① 目的

自動化トレーニングの主な目的は以下の 2 点である。

- 現地企業技術者への自動化技術の移転
- MT の研修運営・実施能力の向上

② 概要

自動化トレーニングにはホーチミン市内の民間企業、教育機関の技術者が参加した。オープニングセレモニーおよびトレーニングの概要は以下のとおりである。

【日時】2017 年 5 月 16 日（火）～18 日（木）

【場所】SHTPTC

【主催】TYK および SHTPTC

【プログラム構成】

日程	時間	内容	講師	参加人数
5月16日 (火)	09:00~11:10	オープニングセレモニー	梅田	150名
	13:00~16:00	セッション① メカトロニクスの基本理論	Mr. Tuan	23名
5月17日 (水)	08:00~11:00	セッション② メカトロニクスの設計と応用	Mr. Khoa	35名
	13:00~16:00	セッション③ PLCの基本とプログラミング技術	Mr. Hai Mr. Phuc	32名
5月18日 (木)	08:00~11:00	セッション④ ロボットシステムの基本理論	Mr. Thai	33名
	13:00~16:00	セッション⑤ ロボットシステムのプログラミング	Mc. Duc	31名

③ 詳細

③-1：オープニングセレモニー（5月16日（火）9:00~11:10）

ホーチミン市内の民間企業（日系企業含む）、教育機関（大学、職業訓練校）、現地政府機関、JICA、JETRO、現地メディアなどがオープニングセレモニーに参加した。本セレモニーでは、本プロジェクトを紹介する動画上映、提案企業による自動化導入効果に関するプレゼンテーション、日系企業によるロボットの紹介などがなされた。

		
提案企業による自動化導入 プレゼンテーション	自動化導入プレゼンテーションに 集中する聴衆	セレモニー後にテレビ取材を 受ける梅田氏

③-2：セッション（1）メカトロニクスの基本理論（5月16日（火）13:00~16:00 講師：Mr. Tuan、参加人数：23名）

セッション（1）は、受講者がメカトロニクスの基本理論・構成を理解することを目標とした。前半部分では、メカトロニクスを構成する各機材¹⁷の基本動作と操作方法、機材の組

¹⁷ ベルトコンベア、ピック&プレイス、ターンテーブル、減速ギア、クランクなど。

み合わせ方などを取り上げた。後半部分では、受講者 25 名を 4 グループに分け、MT が各グループで個別指導に当たった。MT 指導の下、受講者はベルトコンベアの基本性能や動きについて学ぶとともに複数の機材を組み合わせて生産現場の再現などを行った。

		
メカトロニクスの基本動作と操作方法を教える MT	受講者に機材の組み合わせ方を指導する MT	受講者からの質問に答える MT

③-3：セッション (2) メカトロニクスの設計と応用 (5 月 17 日 (水) 08:00~11:00 講師：Mr. Khoa、参加人数：35 名)

セッション (2) は、受講者がメカトロニクスを構成する各機材とモーター、シリンダー、センサーの組み合わせ方法と制御方法を理解することを目的とした。前半部分では、メカトロニクスの各機材とモーター (電気制御)、シリンダー (空気制御)、センサー (ワーク確認¹⁸) の組み合わせ方法が紹介された。受講者を 4 グループに分け、2 グループはベルトコンベアを、残り 2 グループはターンテーブルをモーター、シリンダー、センサーと組み合わせ、その動きを確認した。後半部分では、受講者が主体となってメカトロニクスの各機材を構築し、I/O ボックス¹⁹を通して動作制御を行った。




		
センサー制御方法の確認	動作確認	ベルトコンベアとターンテーブルの組み合わせ

¹⁸ ワークとは、機械加工分野における加工対象物を指す。たとえば、ベルトコンベアの上を流れている物体もワークと呼ばれる。

¹⁹ 各機材に入出力の命令を出す機械。

③-4:セッション (3) PLC の基本とプログラミング技術 (5月17日 (水) 13:00~16:00 講師: Mr. Hai、Mr. Phuc、参加人数: 32名)

セッション (3) は、受講者が PLC の基本理論と使用方法 (プログラミング含む) を理解することを目的とした。本セッションでは手動部分を PLC でプログラミング化し、メカトロニクスの各機材を自動操作する方法を紹介した。前半部分では、受講者は PLC の基本理論と使い方について座学を受けた。MT は PLC を用いた自動操作のデモンストレーションを受講者へ披露した。後半部分では、受講者が既存プログラムを使用して PLC で各機材の動作を確認した。また、受講者自身でプログラムを作成し各機材を自動操作した。

		
<p>PLC へのプログラミング 入力を実演する MT</p>	<p>PLC にプログラミングを 入力する受講生</p>	<p>安全性、開始時間の厳守に ついて話す梅田氏</p>

③-5:セッション (4) ロボットシステムの基本理論 (5月18日 (木) 09:00~12:00 講師: Mr. Thai、参加人数: 33名)

セッション (4) は、受講者がロボットに関する基本理論と基本操作を理解することを目的とした。MT はロボット起動前の周囲確認や周囲への注意喚起の徹底など、ロボットを取り扱う際の安全性の配慮についても受講者に伝えた。本セッションは前日までのセッションと異なり、座学と実習を交互に何度も繰り返すことで段階ごとに理論が学べるように設計された。前半部分では、受講者はロボットの基本理論と動かし方について座学を受けた。座学後、主に MT がプログラムを入力し、ティーチングペンダント²⁰を用いてロボットを動かした。後半部分では、主に受講者がロボットを動かし、前半で入力したプログラムに追加プログラムを入力した。

²⁰ ロボットに制御盤を通じて命令を発信する操作盤。

		
安全性の配慮について受講者に伝える MT	ロボットの基本操作を教えている MT	MT に質問する受講生

③-6：セッション (5) ロボットシステムのプログラミング (5月18日(木) 13:00~16:00
講師：Mr. Duc、参加人数：31名)

セッション (5) は、これまでに学んだメカトロニクス、PLC、ロボットの3要素を組み合わせた動きを受講者自身が組み立てることを目的とした。セッション (3) で入力したプログラムへ新しいプログラムを追加することで、3要素を有機的に組み合わせることに成功した。各グループはメカトロニクスの各機材とセンサーを PLC で自動制御し、プログラミングしたロボットを用いてベルトコンベアやターンテーブル上にあるワークを移動させた。

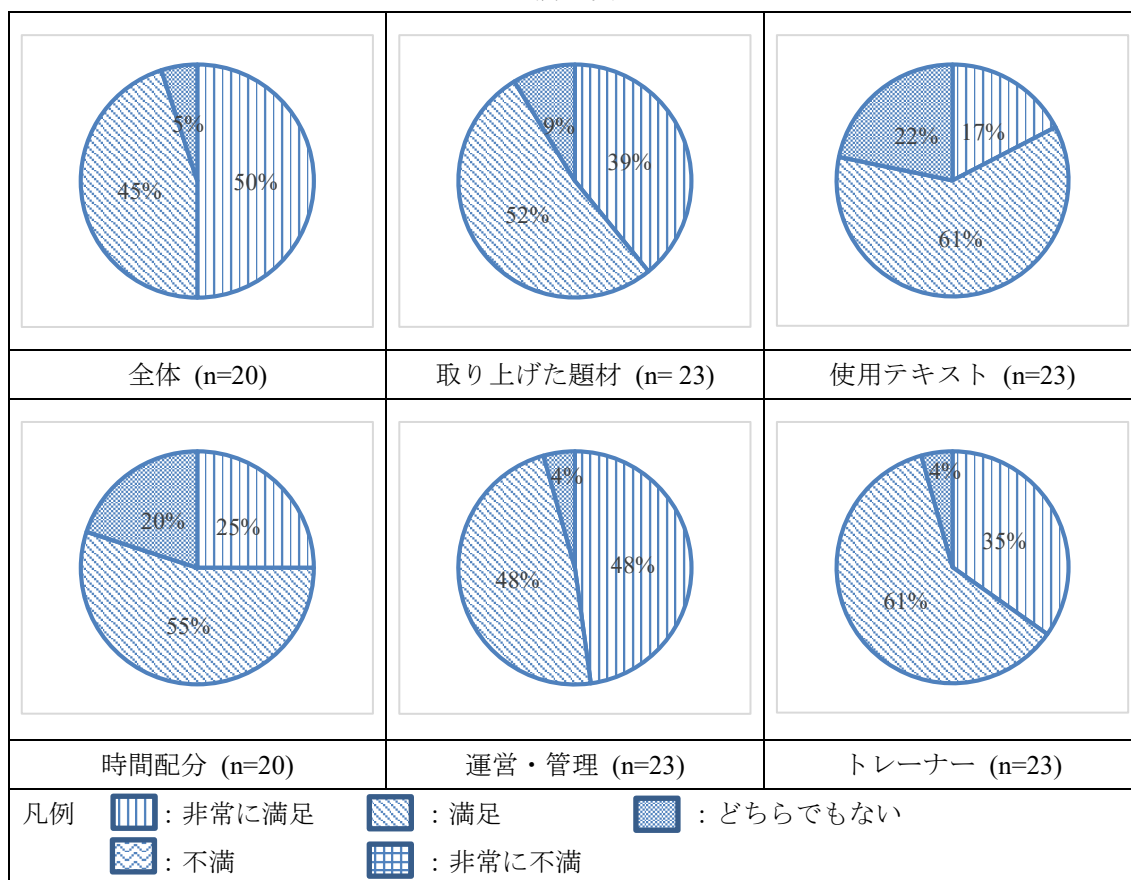
		
MT からプログラミングを学ぶ受講生	ロボットを動かす受講生	ロボットとベルトコンベアの組み合わせ

③-7：各セッションの満足度・理解度

各セッション終了後に、全受講者を対象とした満足度・理解度調査を実施した。理解度・満足度調査の結果は以下のとおりである。

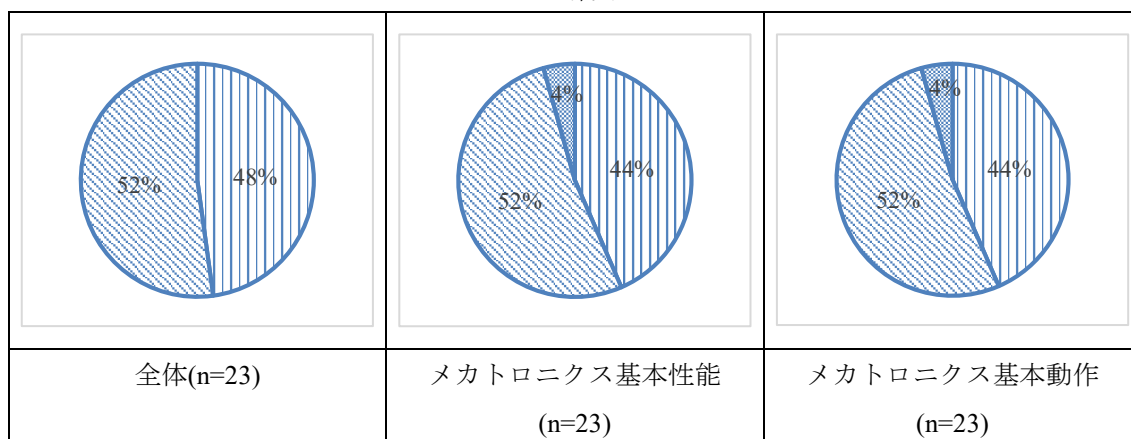
【セッション (1) メカトロニクスの基本理論】

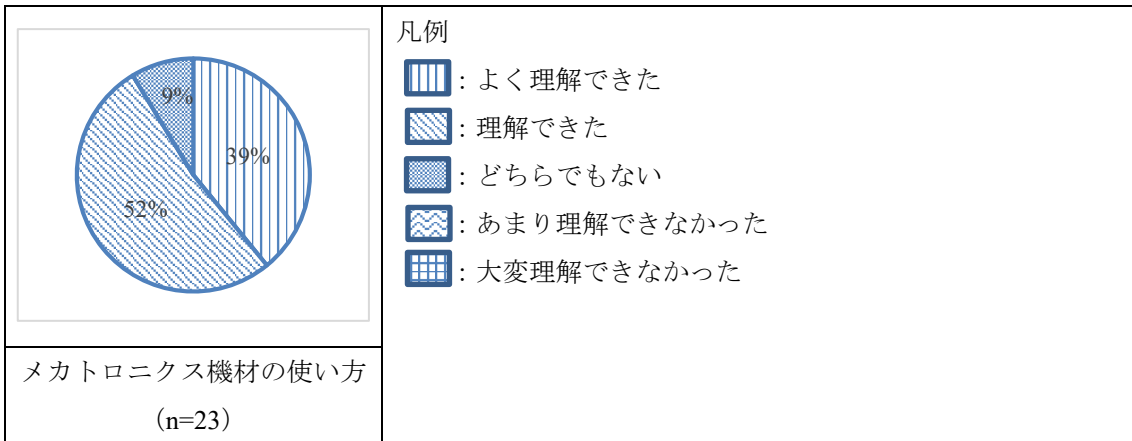
<満足度>



- 95%の受講者が、セッション①に対して「非常に満足」もしくは「満足」と回答している。
- 時間配分（講義時間、休憩時間）の満足度は他項目の満足度より若干低くなっている。
- 使用テキストの満足度も他項目の満足度より若干低くなっている。

<理解度>

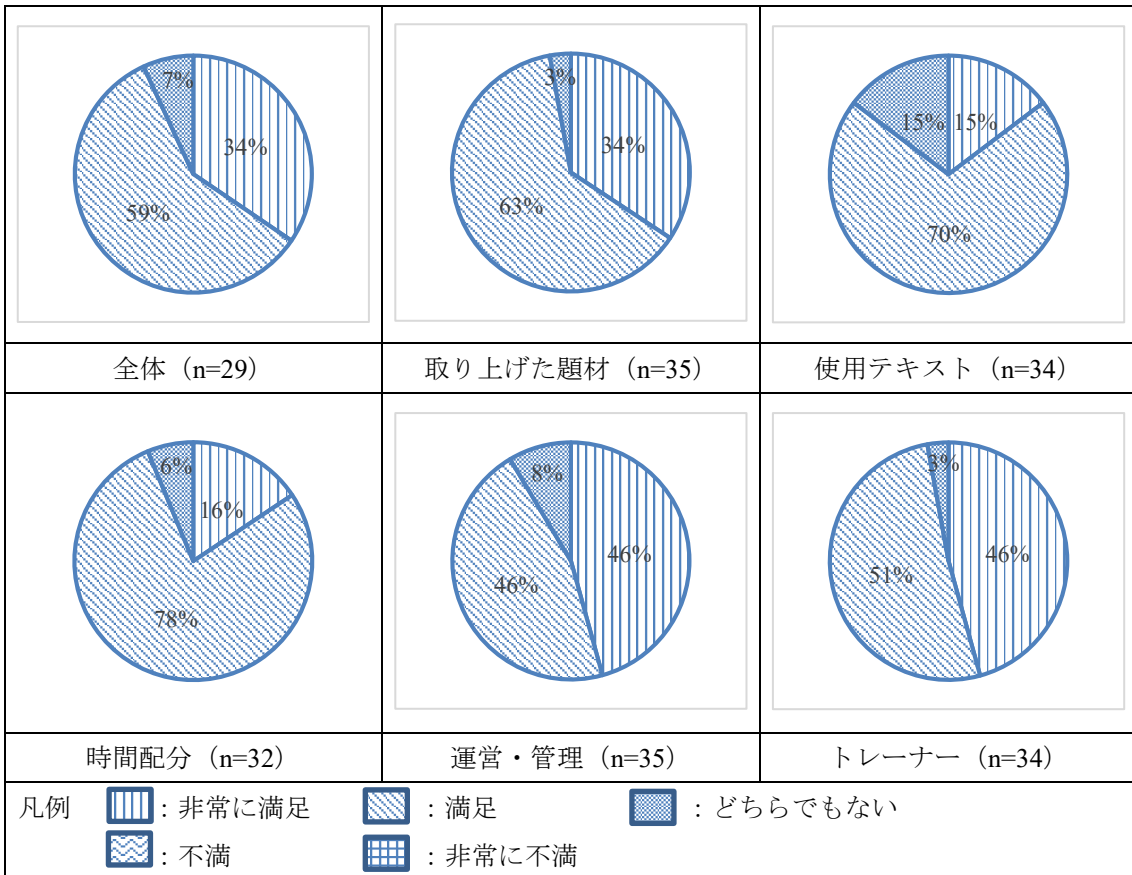




- 48%の受講者がセッション（1）に対して「よく理解できた」、52%が「理解できた」と回答している
- メカトロニクスの基本性能と動作に関し 96%の受講者が理解したと回答した。
- メカトロニクス機材の使い方については、「どちらでもない」を選んだ受講者が 9%であり、基本性能・動作の理解度と比較すると若干低めである。

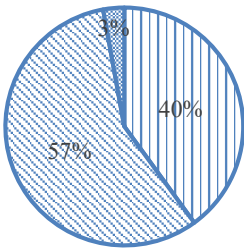
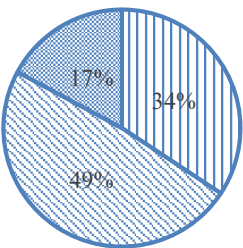
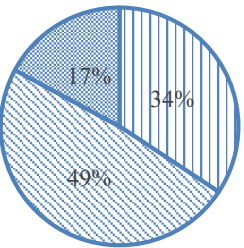
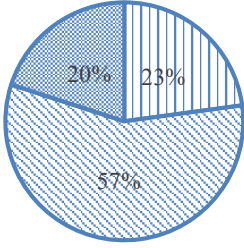
【セッション（2）メカトロニクスの設計と応用】

<満足度>



- セッション (2) に関し 34%の受講者が「非常に満足」、59%が「満足」と回答している。
- セッション (1) と同様に、使用テキストおよび時間配分に対する満足度が他項目と比べると若干低い。
- 使用テキストに対する満足度は 85%にとどまった。

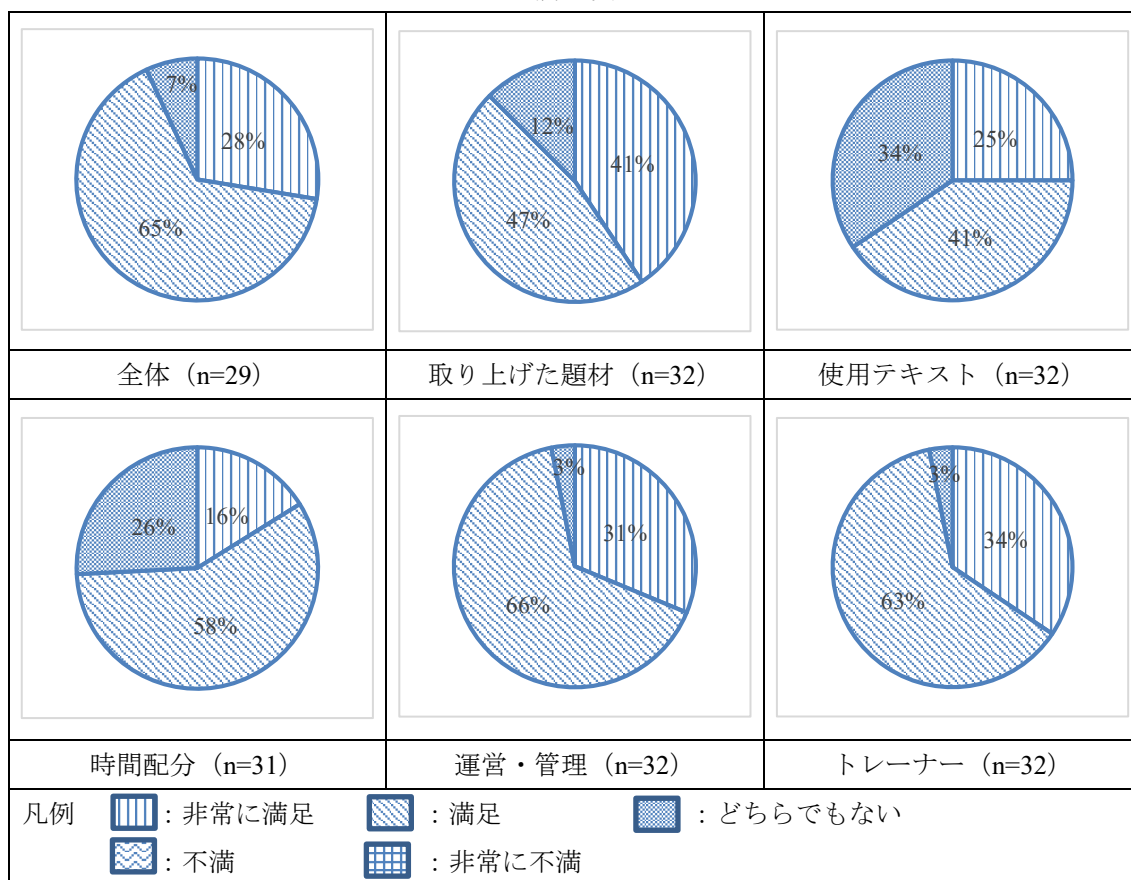
<理解度>

		
<p>全体 (n=35)</p>	<p>アクチュエーター、センサーなどの基本性能 (n=35)</p>	<p>メカトロニクス機材の組み合わせ方 (n=35)</p>
	<p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none"> : 既知 : よく理解できた : 理解できた : どちらでもない : あまり理解できなかった : 理解できなかった 	
<p>メカトロニクス機材の使い方 (n=35)</p>		

- 40%の受講者が「よく理解できた」、57%が「理解できた」と回答している。
- アクチュエーター、センサーの基本性能およびメカトロニクス機材の組み合わせ方については、両方とも 34%の受講者が「よく理解できた」、49%が「理解できた」と回答している。セッション (1) のメカトロニクスの基本性能・動作の理解度と比較すると、若干低い。
- 「メカトロニクス機材の使い方」の理解度が他項目と比べると低く、「どちらでもない」が 20%であった。

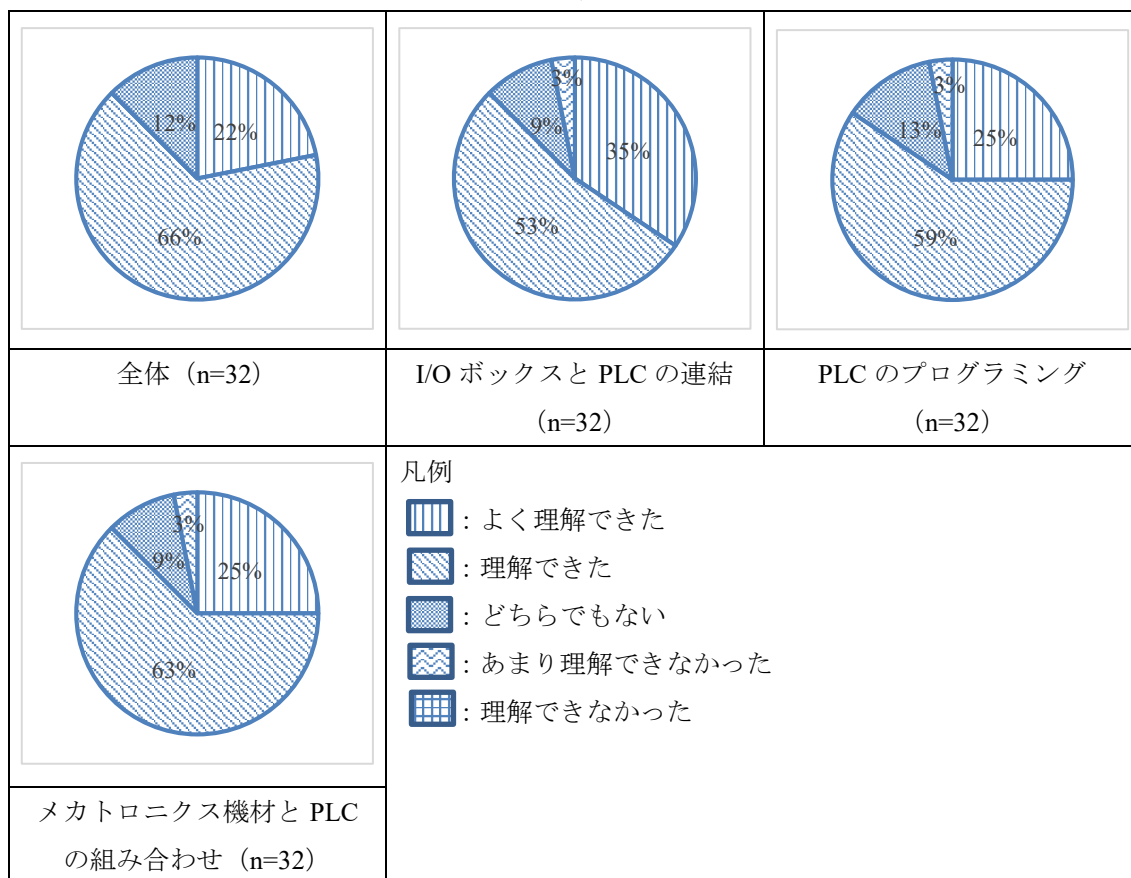
【セッション (3) : PLC の基本とプログラミング技術】

<満足度>



- 28%が「非常に満足」、65%が「満足」と回答している。他方、7%の受講者が「どちらでもない」を回答しており、セッション (1) と (2) のメカトロニクス講義と比べると同項目の割合が増えている。
- 他セッションと同様に、使用テキストと時間配分に対する満足度が他項目と比べて低い。
- 使用テキストに関しては34%の受講者が「どちらでもない」と回答しており、他セッションと比べてテキストの満足度が低い。

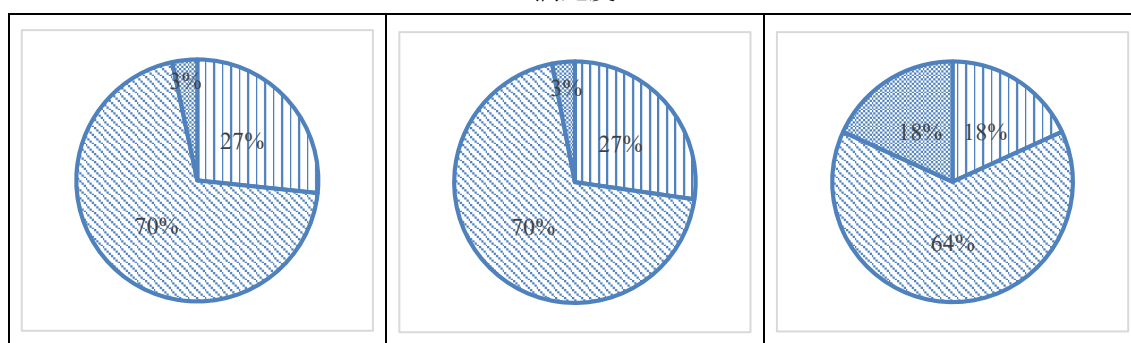
<理解度>



- セッション (3) の理解度は 90% を下回っている。
- 「I/O ボックスと PLC の連結」、「PLC のプログラミング」「メカトロニクス機材と PLC の組み合わせ」ではそれぞれ 3% の受講者が「あまり理解できなかった」と回答した。
- PLC のプログラミングに関し、「どちらでもない」「あまり理解できなかった」の回答率が 15% を超えている。

【セッション (4) : ロボットシステムの基本理論】

<満足度>



全体 (n=30)	取り上げた題材 (n=33)	使用テキスト (n=33)
時間配分 (n=31)	運営・管理 (n=33)	トレーナー (n=33)
凡例 : 非常に満足 : 満足 : どちらでもない : 不満 : 非常に不満		

- 97%の受講者がセッション (4) に対して、「非常に満足」もしくは「満足」と回答している。
- 他セッションと同様に、使用テキストおよび時間配分に対する満足度が他項目と比べると低い。

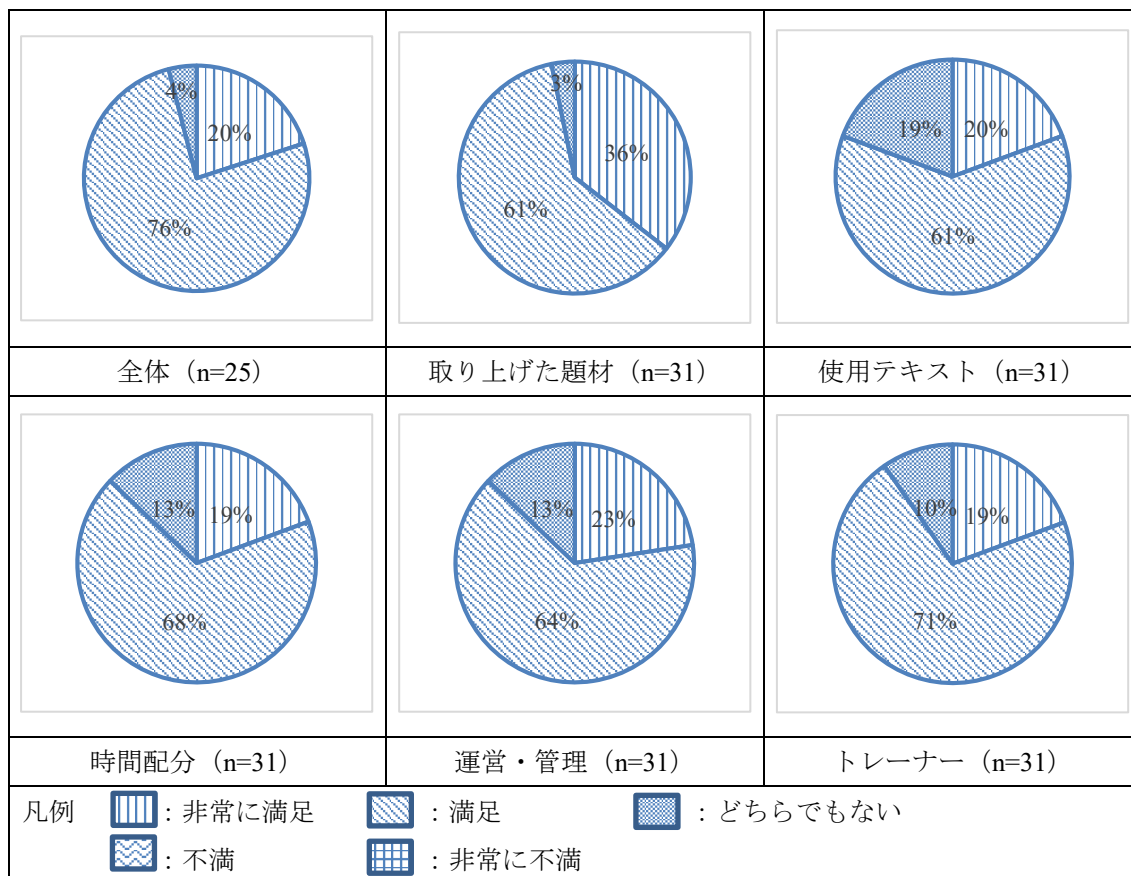
<理解度>

全体 (n=33)	安全装置の機能 (n=33)	安全な操作方法 (n=33)
		凡例 : よく理解できた : 理解できた : どちらでもない : あまり理解できなかった : 理解できなかった
ロボットと操作盤の選択 (n=33)	ロボット操作盤の器機設定方法 (n=33)	

- 21%が「よく理解できた」、76%が「理解できた」と回答している。
- 安全な操作方法について、受講者全員が理解できたと回答している。
- 他の項目についても、90%以上の受講者が理解できたと回答している。「どちらでもない」を選択した受講者はすべての項目で10%未満である。

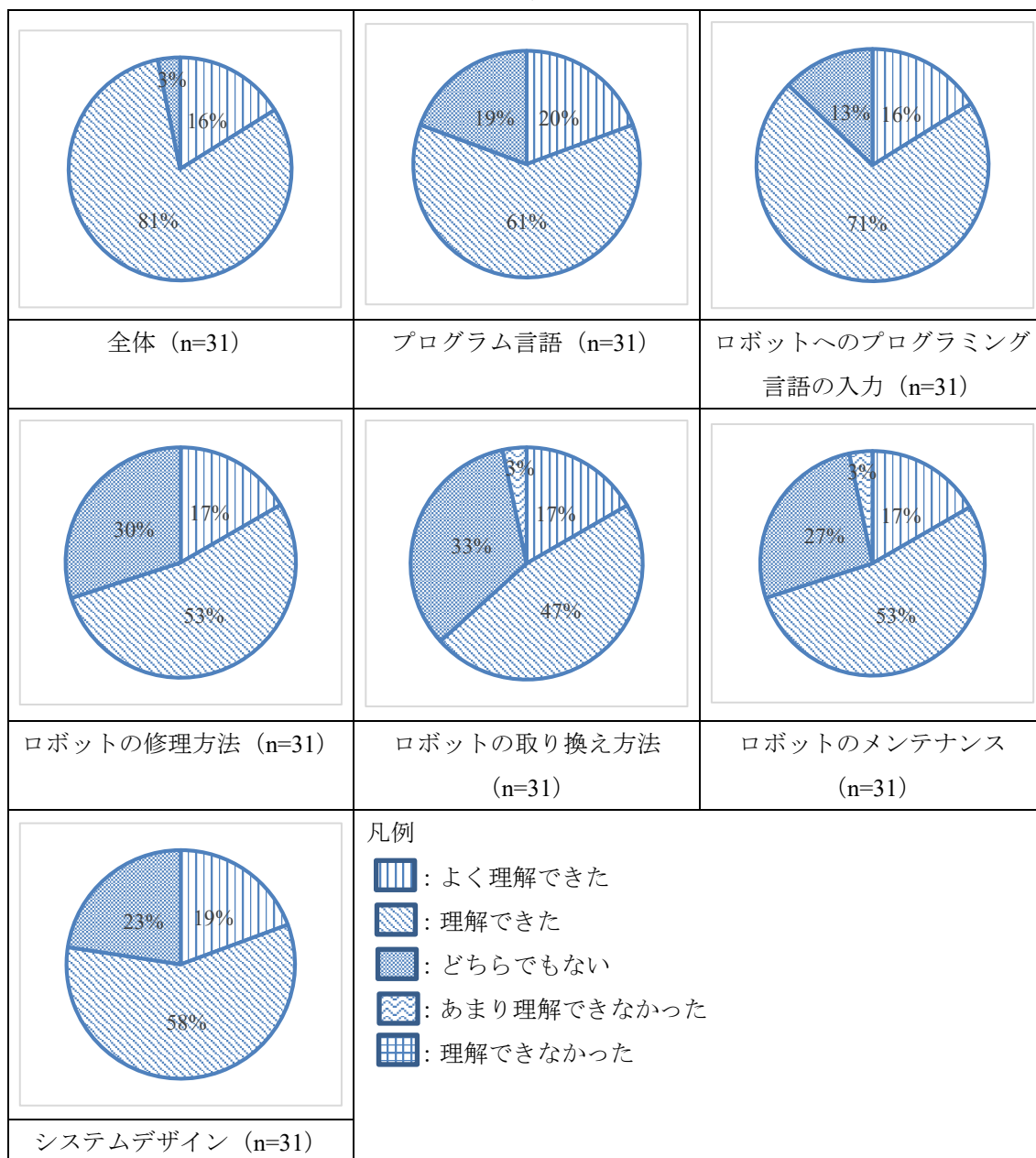
【セッション (5) : ロボットシステムのプログラミング】

<満足度>



- 20%の受講者が「非常に満足」、76%が「満足」と回答している。
- 他セッションと同様に使用テキストに対する満足度が他項目よりも若干低い。19%の受講者が「どちらでもない」と回答している。

<理解度>



- 16%の受講者が「よく理解できた」、81%が「理解できた」と回答している。
- 「ロボットの修理方法」および「ロボットの取り換え方法」については、両項目ともに「どちらでもない」の回答が30%を超えている。
- 「ロボットの取り換え方法」と「ロボットのメンテナンス方法」では、3%の受講者が「あまり理解できなかった」と回答している。

③-8: アンケート結果のまとめと今後の課題

<満足度>

- ほとんどのセッションにおいて、受講者は高い満足度を示した。PLC セッションのみ満足度が90%を下回っているため、今後 PLC セッションを改善していきたい。
- MT に対する満足度はすべてのセッションで90%以上の受講者が「非常に満足」もしくは「満足」と回答しており、MT の評価は高かった。
- 「使用テキスト」の満足度はすべてのセッションで低い。テキストの質を高める必要がある。

<理解度>

- ほとんどのセッションにおいて、受講者は高い理解度を示した。
- PLC セッションとロボットセッション（2 回目）の個別項目の理解度が他セッションと比較して低い。教え方を改善していきたい。

<教訓>

- PLC セッションとロボットセッションの個別項目の理解度を向上させるために、受講者が機材に触れる回数を増やす。当初は20名前後での受講者を想定したが、初日以外は30名を超える受講者が集まったため、各受講者が機材に触れる回数が総じて少なかった。機材に触れる回数が少ないことが低い理解度につながったと考えられるため、今後は16～20名と受講者数を制限してトレーニングを実施する。
- ホワイトボードが小さかったり、受講者の座る席が十分に確保できていなかったりと、受講者の集中力を持続させることが難しい環境であった。集中の切れた数名の受講者はスマートフォンをトレーニング中に使用していた。受講者がトレーニングに集中できるようにトレーニング環境を整えたい。

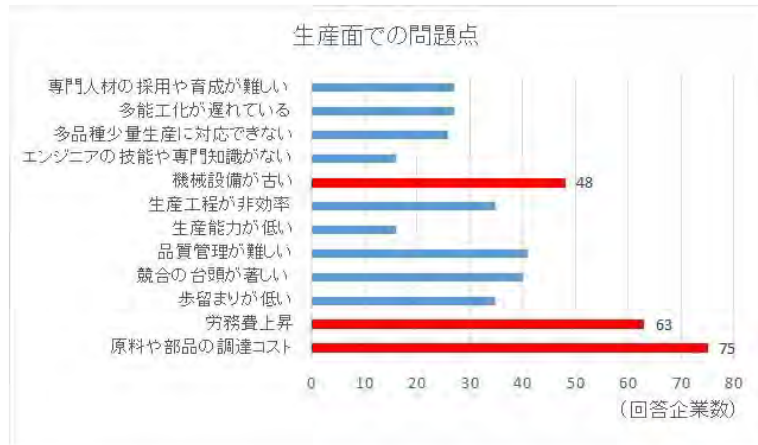
（４）生産自動化に関するアンケート調査

ベトナム国企業に対して生産自動化に関するアンケート調査を実施した。調査内容と結果は以下のとおりである。

調査目的	<ul style="list-style-type: none"> • ベトナム国企業の生産自動化にかかる課題やニーズの把握 • 自動化トレーニングや自動化セミナーへの参加希望の確認
調査対象	ホーチミンやホーチミンに隣接する省内のベトナム国企業（製造業）
調査時期	2016年10月から2017年1月
回収状況	760社にアンケート票を送付し、104社より有効回答を得た

【生産面での問題点】

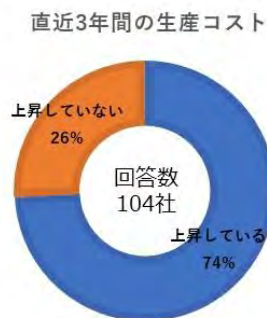
生産面での問題点のうち、「原料や部品の調達コスト」の上昇が最も多く、次いで「労務費上昇」、「機械設備が古い」など生産コストの上昇や生産設備の老朽化に課題を抱えている企業が多い。



(注) 選択肢からの複数回答

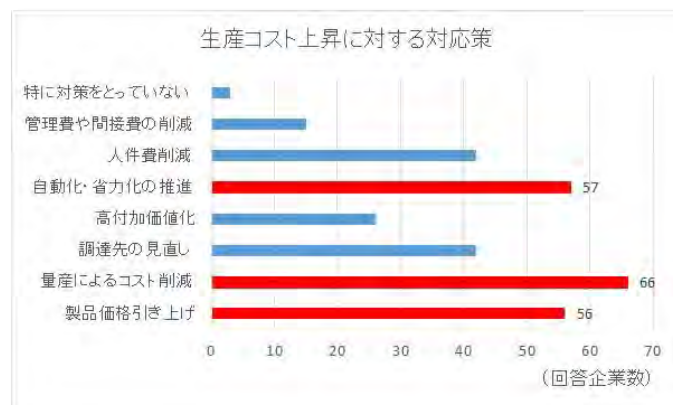
【生産コストの状況傾向】

直近3年間における生産コストの傾向に関し、74%の企業が上昇していると回答した。



【生産コスト上昇に対する対応策】

生産コストの上昇に対し、「量産によるコスト削減」のほか、「自動化・省力化」や「製品価格引き上げ」対策をとっている企業が多い。



(注) 選択肢からの複数回答

【ロボットや自動化設備導入実績】

回答した企業の55%がロボットや自動化設備の導入実績がある。

ロボットや自動化設備導入実績



【自動化設備導入の主な理由】

自動化設備導入理由のうち、「生産性向上」が最も多く、次いで「生産増強」、「品質安定」、「人件費削減」を挙げている。生産の量的・質的改善のために導入している企業が多い。



(注) 選択肢からの複数回答

【自動化投資計画の有無】

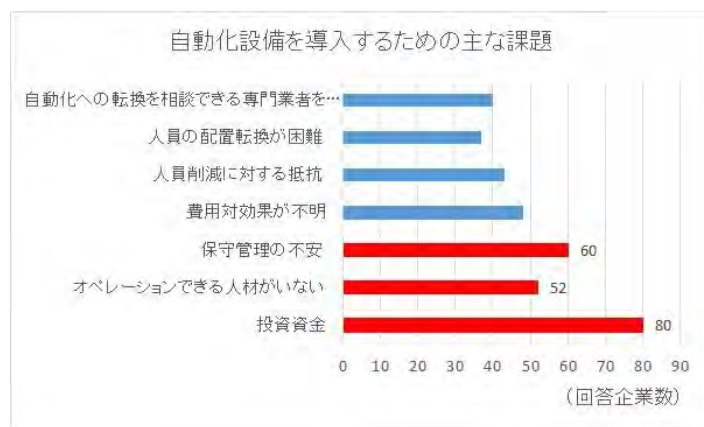
多くの企業（92%）で今後1～2年の間に自動化設備投資計画を作る予定である。生産自動化のニーズが今後ますます顕在化してくると思われる。

今後1～2年の間に自動化設備投資計画をつくる予定



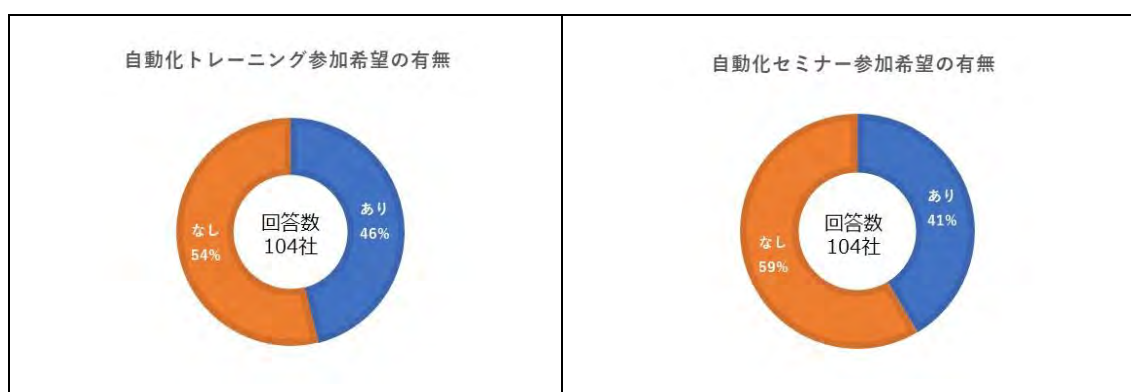
【自動化設備導入にかかる課題】

自動化設備導入において「投資資金」が一番の課題となっている。また、「保守管理の不安」や「オペレーションできる人材がない」など人材育成も導入に向けた大きな課題である。



(注) 選択肢からの複数回答


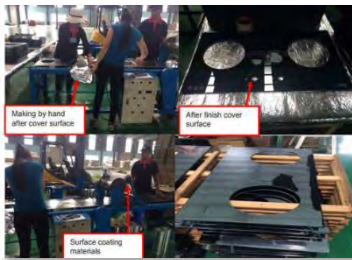
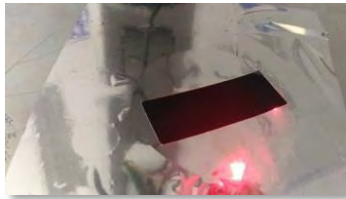

自動化トレーニングや自動化セミナーへの参加希望は以下のとおりである。トレーニング参加企業希望 46%、セミナー参加希望 41%と高い割合ではないが、参加を希望しないと回答した企業のうちトレーニングやセミナーの具体的な内容次第で前向きに検討するという企業もある。



(5) 自動化シミュレーション


2017年7月から8月にかけて自動化シミュレーション実証を行う民間企業2社を選定し、育成した MT が実機を用いて当該企業がかかえる生産工程上の課題に対する改善効果を確認した。シミュレーション結果については以下のとおりである。



<企業①>

企業名	UYEN PHAT Ltd. Trade and Supply
住所	ホーチミン市内
資本金	30,000,000,000 VND
従業員数	約 400 名
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> • ガスコンロのカバー、フレーム、部品の製造。ガスコンロ、電気オーブン、換気扇の組み立て • ガスコンロ、換気扇の OEM 事業 • 強化ガラスの販売 • 金属製品・部品の表面処理 • プレス金型の製作
生産工程の課題	<p>ガスコンロのバルブ部品の加工工程：手作業で各加工・組立作業を行っている。</p> <p>ポイント溶接：ポイント溶接の加工時間が非常に長い</p> <p>強化ガラスの切断、接着工程：手間と加工時間がかかる。安全ではない。効率が良くない。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;">ポイント溶接</p> <div style="display: flex; justify-content: center; margin-top: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;">強化ガラスの切断、接着</p>
改善要望事項	強化ガラスの切断、接着工程
実験内容	<p>目的：ロボットを活用してガラスを自動切断し、正確性と安全性を確認する。</p> <p>内容：①レーザーカッターの切断工程の設計、②レーザーカッターでの切断</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div> <p style="text-align: center;">レーザーカッターでの切断結果</p>

改善効果と課題	<p>改善効果：安全性が確保できた。綺麗に切断ができた。作業人数が 2/3 となり省人化を実現した。</p> <p>今後の課題：①切断の際に煙が出る、②レーザーカッターの 1 種類の発振器は 1 種類のガラスフィルムしか切断できない。</p>
---------	---

<企業②>

企業名	Nidec Tosok Akiba Vietnam
住所	ホーチミン市内
従業員数	約 500 名
事業内容	ギアボックスの中のバルブ、金型部品、電子設備の自動ロック製造
生産工程の課題	<ul style="list-style-type: none"> 部品铸造後にバリが発生しており、手作業でのバリ取り作業は非常に時間がかかる。バリ取り工程で 4 名の従業員が必要としている。 研磨の手作業の後に検査をして基準に合格していない製品に対してもう一度研磨をする必要があり、非効率である。 
改善要望事項	<p>バリ取り作業に 4 名の従業員が必要。製品 1 個あたりのバリ取り作業に 7~8 秒かかる。製品の寸法の正確性が確保できない。バリ取り作業によって金属の粉末が空中に飛び、従業員の健康に悪影響を及ぼすことが懸念される。</p> <ul style="list-style-type: none"> バリ取り作業のスピード向上 バリ取りの正確性の改善 省人化の実現
実験内容	<p>10 個の製品を固定してバリ取り出来る治具を設計した。2 台の治具を製作したので、合計 20 個の製品のバリ取りが出来ることを確認した。</p> 

改善効果	<ul style="list-style-type: none"> • 1セットの治具とロボットを組み合わせ、製品の1個当たりのバリ取り作業は7~8秒から6.7秒に短縮した。 • バリ取りの正確性が確保でき、不良品率が1/20になった。 • 作業員の安全が確保できることを確認した。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="523 712 906 817">1個の製品あたりのバリ取り作業が6.7秒に短縮</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p data-bbox="938 712 1329 817">バリ取りした後の製品の寸法は正確にできている</p> </div> </div>
------	--

(6) アカデミックセミナー

アカデミックセミナーの主な目的は以下の2点である。

- 最先端ロボット技術（ロボットの自律制御）の紹介
- 教材用ロボットの現地ニーズの把握

アカデミックセミナーにはホーチミン近郊、ハノイ市内の教育機関（大学、職業訓練校）が参加した。セミナーの概要は以下のとおりである。

日程	時間	内容	講師	参加人数	場所
9月13日(水)	09:00~12:00	Kinect を用いたロボットの自律制御に関する講義	内山教授(補助として HOA、田中)	18名	C/P
	13:00~16:00	ロボットを使用した実践演習			
9月14日(木)	09:00~12:00	Kinect を用いたロボットの自律制御に関する講義	内山教授(補助として HOA、田中)	12名	
	13:00~16:00	ロボットを使用した実践演習			
9月20日(水)	09:00~12:00	Kinect を用いたロボットの自律制御に関する講義	内山教授(補助として HOA、田中)	13名	ハノイ工業大学
	13:00~16:00	ロボットを使用した実践演習			
9月21日(木)	09:00~12:00	Kinect を用いたロボットの自律制御に関する講義	内山教授(補助として HOA、田中)	16名	
	13:00~16:00	ロボットを使用した実践演習			

■ 講義の様子①：09：00～12：00【Kinectを用いたロボットの自律制御に関する講義】（ホーチミンとハノイの内容は共通）

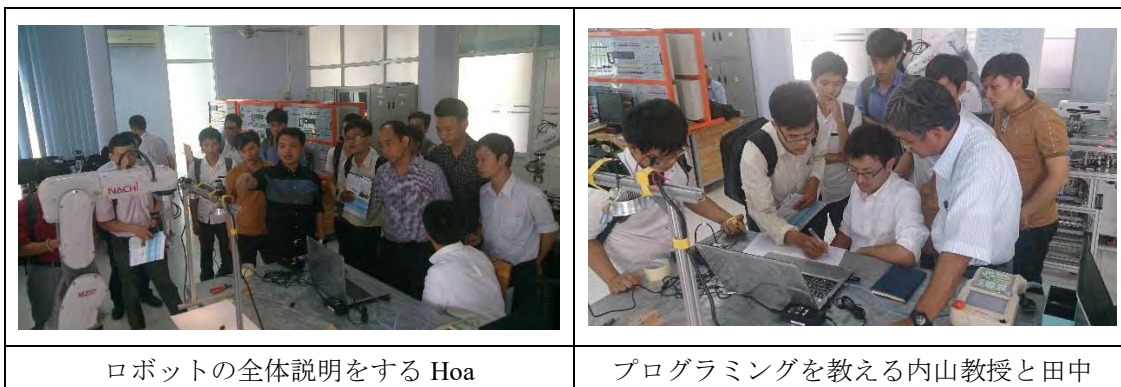
豊橋技術科学大学の内山教授、発表助手の HOA と田中が、安価な画像認識ソフトである Kinect²¹を用いたロボットの自律制御に関する講義を教育機関（大学、職業訓練校）向けに実施した。同講義では、画像認識ソフトを用いたロボットの活用事例の紹介から、プログラミング方法まで言及した。事例紹介のみに留まらない実践的な内容を含んだ講義は参加者の興味・関心を惹き、後述のとおり講義内容に対して、ホーチミンでは「良い」、「やや良い」という意見が 100%を占め、ハノイでも 96%を占める結果となった。参加者からは色彩の判別方法や物体をつかむ際のロボットアームの動きに関するプログラミングなど、具体的かつ実践的な質問が相次いだ。



■ 講義の様子②：13：00～16：00【ロボットを使用した実践演習】（ホーチミンとハノイの内容は共通）

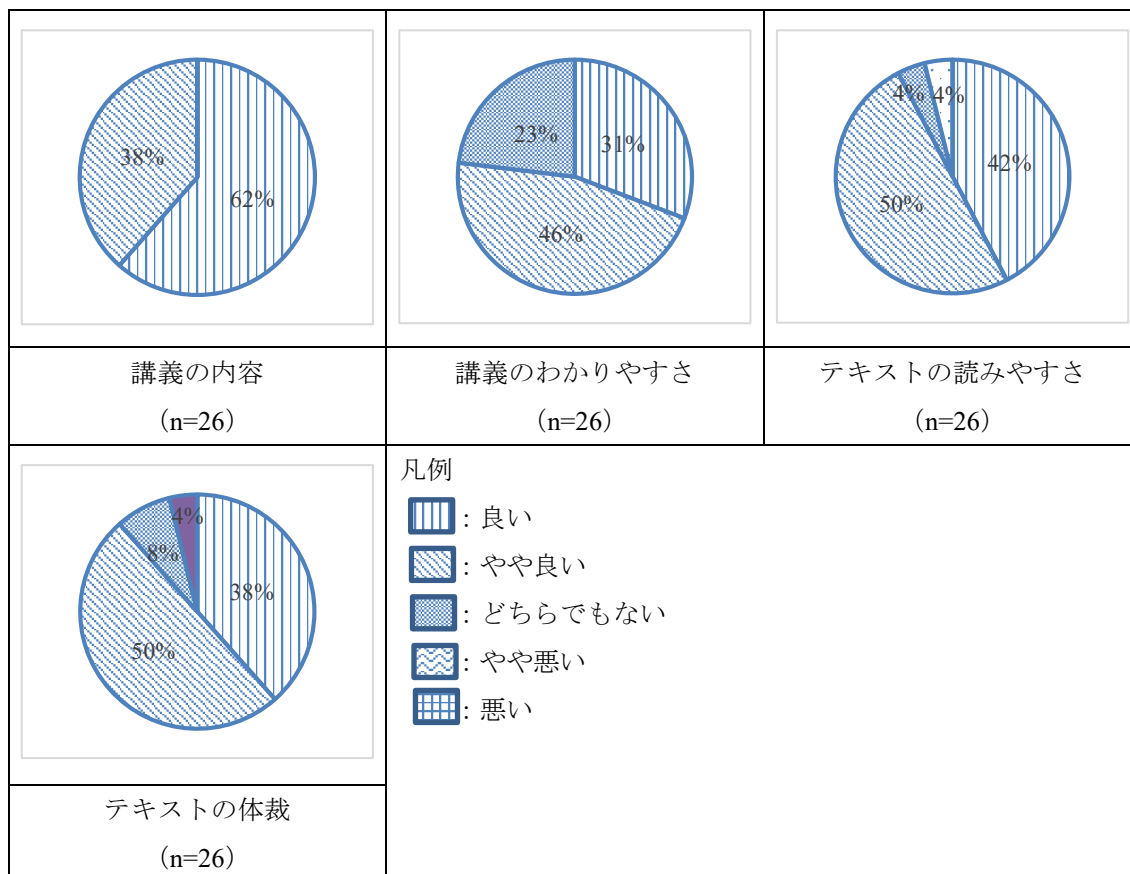
参加者は、Kinect を通じて得た画像データを基に形状の定まらないカシューナッツをロボットアームでつかむプログラミングを実施した。内山教授、HOA、田中と適宜コミュニケーションを取りながらプログラミングに取り組んだが、プログラミングの経験がある参加者と経験がない参加者に理解の差があり、Kinect のプログラミングを実際に入力していたのは一部の参加者のみであった。他方、ほとんどの参加者が Kinect を用いた画像認識プログラムがどのように動作するかを目視で確認することができ、最先端技術を参加者全員に紹介するという目的は達成された。

²¹ マイクロソフト社の画像認識機材。



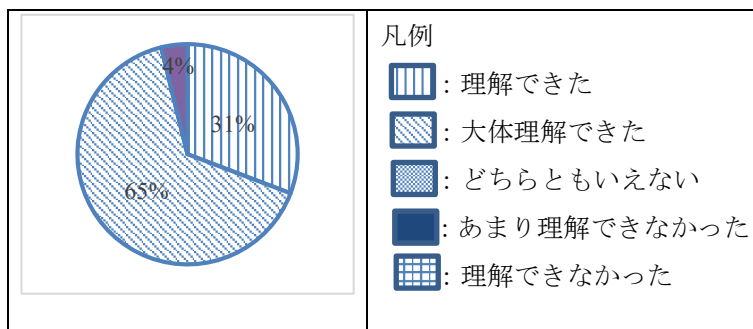
■ アンケート結果

<ホーチミン>



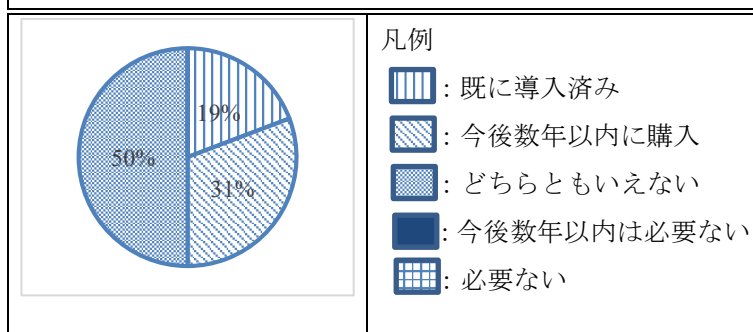
- 62%の参加者が講義内容については「良い」と、38%が「やや良い」と回答している。
- 講義のわかりやすさについては77%が「良い」もしくは「やや良い」と回答しており、ポジティブな回答がほとんどであった。
- テキストの「読みやすさ」と「体裁」については「やや悪い」と回答した受講者が各4%いた。

- 講義の理解度については31%の参加者が「理解できた」、65%の参加者が「大体理解できた」と回答するなど、合計で96%の参加者が講義内容を理解していた。他方26名中1名の参加者が「あまり理解できなかった」と回答した。



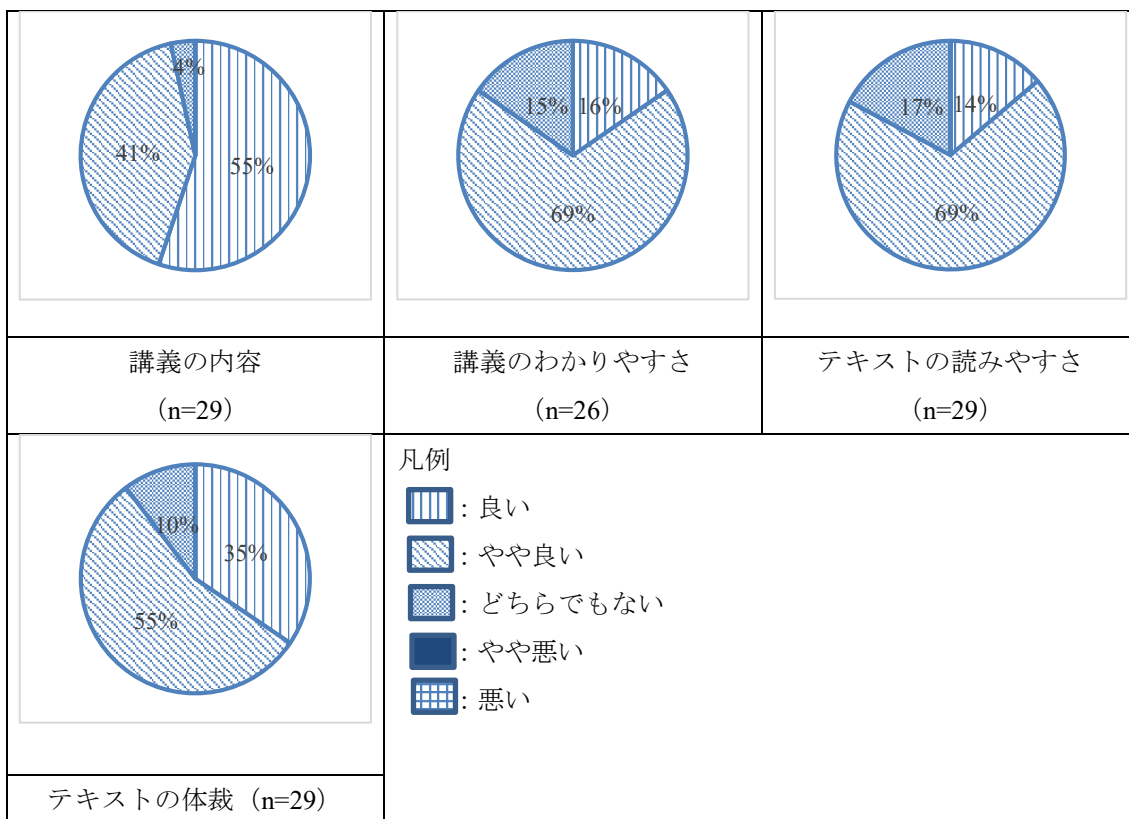
講義の理解度 (n=26)

- 生産自動化を学ぶためもしくは研究するためのロボット導入ニーズについては、参加者の31%が「今後数年以内に購入する」と回答した。また、50%の参加者が「どちらともいえない」と回答した。



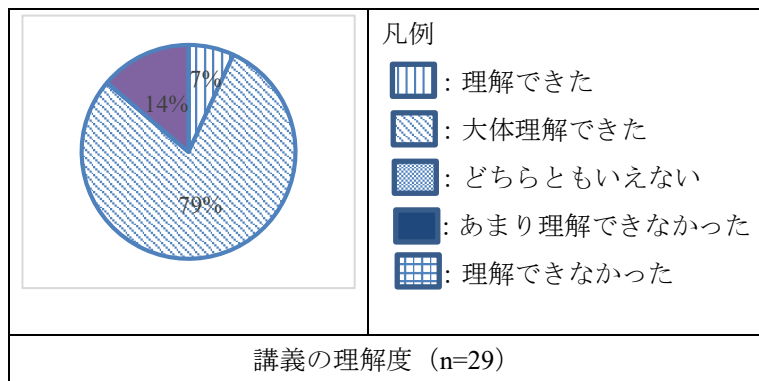
生産自動化を学ぶ、研究するためのロボット導入ニーズ (n=26)

<ハノイ>

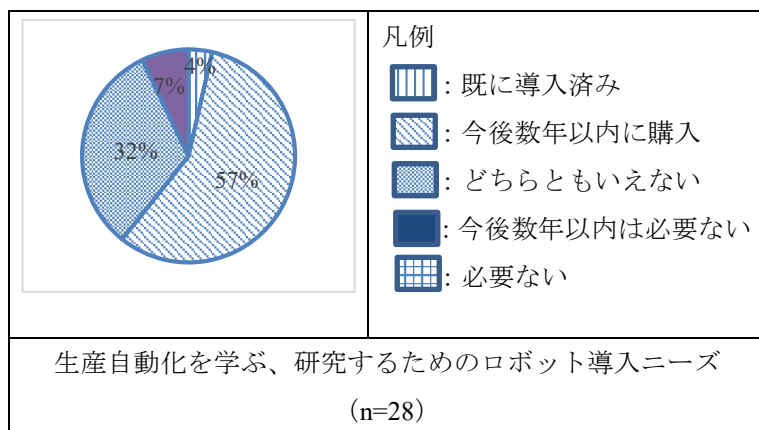


- 55%の参加者が講義内容については「良い」と、41%が「やや良い」と回答しているが、「どちらでもない」と回答している参加者も4%いた。
- 講義のわかりやすさについては84%が「良い」もしくは「やや良い」と回答しており、「どちらともいえない」が15%であった。
- テキストかの「読みやすさ」と「体裁」については、がそれぞれ17%と10%の参加者が「どちらともいえない」と回答していた。他方、ホーチミンのセミナーとは異なり、「やや悪い」、「悪い」とネガティブな回答をした参加者はいなかった。

- 講義の理解度については2%の参加者が「理解できた」、79%の参加者が「大体理解できた」と回答するなど、合計で81%の参加者が講義内容を理解していたと回答した。他方、29名中4名の参加者が「あまり理解できなかった」と回答するなど、ホーチミンと比べると講義に対する理解度は低かった。



- 生産自動化を学ぶためもしくは研究するためのロボット導入ニーズについては、参加者の57%が「今後数年以内に購入する」と回答し、32%の参加者が「どちらともいえない」と回答した。ホーチミンと比べると、「今後数年以内に購入する」と回答した参加者が多く、ハノイの方が同目的でのロボット導入ニーズは比較的高い。



■ アンケート結果のまとめ

<講義>

- ホーチミンとハノイのアカデミックセミナーの講義内容に関する参加者の評価（内容、わかりやすさ、理解度）は概ね高かった。他方、テキストの読みやすさや体裁に関して

は、講義内容と比較するとネガティブな評価が少数ながら存在していた。

<生産自動化を学ぶためもしくは研究するためのロボット導入ニーズ>

- 既に導入している研究・教育機関もあるが、「今後数年以内に購入」と回答した参加者が、ホーチミンとハノイを合わせて 54 人中 24 人いるなど、教育・研究目的でのロボット導入ニーズはあるといえる。また、「どちらともいえない」と回答した参加者は 54 人中 21 人であり、「今後数年以内に購入」と回答した参加者とほぼ同数であることから、潜在的なニーズもあることがうかがえる。

(7) 普及セミナー

普及セミナー（9月）の主な目的は以下の3点である。

- ベトナム国での FA・ロボット普及の必要性・有用性の確認と共有
- FA・ロボット導入に役立つ情報の提供
- 日系企業と現地企業のビジネスマッチング会の実施

普及セミナーにはホーチミン・ハノイ近辺の企業の経営者・経営幹部、FA・ロボットの販売・普及に携わる現地・日系企業および日系企業、公的機関が参加した。セミナーの概要は以下のとおりである。

【プログラム構成】（ホーチミン、SHTPTC 講堂）

日程	時間	内容	講師	参加人数
2017 年 9 月 15 日	09:00~09:10	主催者・来賓挨拶	JICA 田島氏	46 社 : 82 人
	09:10~09:40	FA に関する最先端技術の紹介と SHTPTC でのセミナー結果	内山教授	
	09:40~10:00	経済成長と企業マネジメントに貢献する FA 技術の紹介と応用	青津	
	10:00~10:30	FA 技術紹介とベトナム国企業における日本 FA 技術の応用	梅田	
	10:30~11:00	JICA プロジェクトによるベトナム国の FA 高度人材育成と成果活用	SHTPTC (Mr. Khoa)	
	11:00~12:30	TOYO-VT2000 ロボットシステムを用いた FA ソリューションのデモンストレーション、ビジネスマッチング会	TYK	

【プログラム構成】（ハノイ、ハノイ工業大学会議室）

日程	時間	内容	講師	参加人数
2017年9月22日	09:00~09:10	主催者・来賓挨拶	HaUI、JICA 石川氏	23社：31人
	09:10~09:40	経済成長と企業マネジメントに貢献するFA技術の紹介と応用	岡部	
	09:40~10:10	FA技術紹介とベトナム国企業における日本FA技術の応用	梅田	
	10:10~11:00	JICAプロジェクトによるベトナム国のFA高度人材育成と成果活用	SHTPTC (Mr. Hai)	
	11:00~12:30	TOYO-VT2000ロボットシステムを用いたFAソリューションのデモンストレーション、ビジネスマッチング	TYK	

普及セミナーではホーチミン、ハノイ合わせて69社（113名）が参加した。ホーチミンの普及セミナーでは、9月13日（火）、14日（水）に実施したアカデミックセミナーの結果も豊橋技術科学大学の内山が紹介した。その後、ホーチミンではKMCの青津が、ハノイでは岡部が「経済成長と企業マネジメントに貢献するFA技術の紹介と応用」について発表した。ベトナム国の2020年の工業国家に向けた産業育成という開発課題にも触れつつ、FA技術のベトナム国での導入の必要性について言及した。TYKの梅田は、「FA技術紹介とベトナム国企業における日本FA技術の応用」を題目とし、FA・ロボット導入の必要性を経営好循環のキーワードとして「Health, Productivity, Profit, Status (HPPS)」の観点から参加者に訴えた。最後に、ホーチミンではSHTPTCのMr. Khoaが、ハノイでは同じくMr. Haiが「JICAプロジェクトによるベトナム国のFA高度人材育成と成果活用」として、SHTPTCが本プロジェクトで取り組んだトレーニングやセミナーについて紹介した。

それぞれの発表が終わった後、場所を移動してロボットのデモンストレーションと日系企業と現地企業とのマッチング会が行われた。ロボットのデモンストレーションはSHTPTCのMTが担当した。ホーチミンでは、SHTPTCのデモンストレーションと共に画像認識ソフトを利用したロボットの自律制御に関するデモンストレーションも実施したが、ハノイでは輸送機材の関係で実施しなかった。日系企業と現地企業とのマッチング会はTYKが主導した。ホーチミンでは3社、ハノイでは1社からの引き合いを受けた。

<ホーチミン>

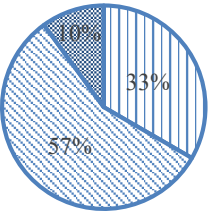
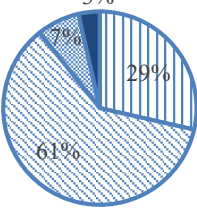
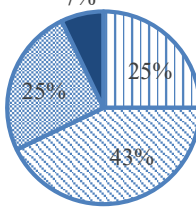
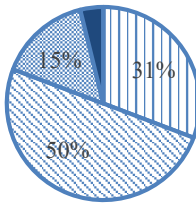





	
<p>ほぼ満席の普及セミナー</p>	<p>ロボットに興味を示す参加者</p>
	
<p>マッチング会で名刺交換する参加者</p>	<p>MT によるデモンストレーション</p>

<ハノイ>

	
<p>満席の普及セミナー</p>	<p>デモンストレーション兼マッチング会</p>

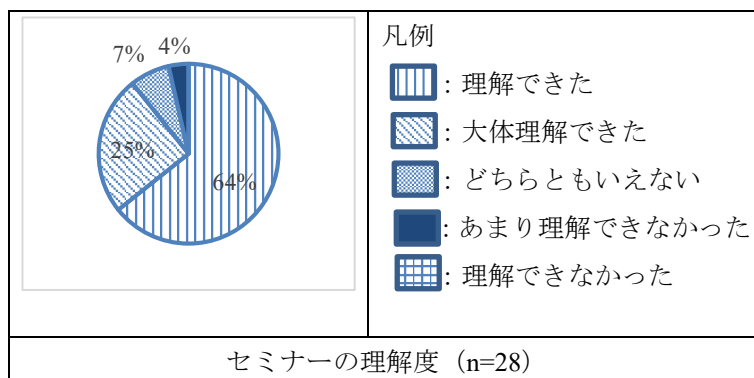
■ アンケート結果

<ハノイ>

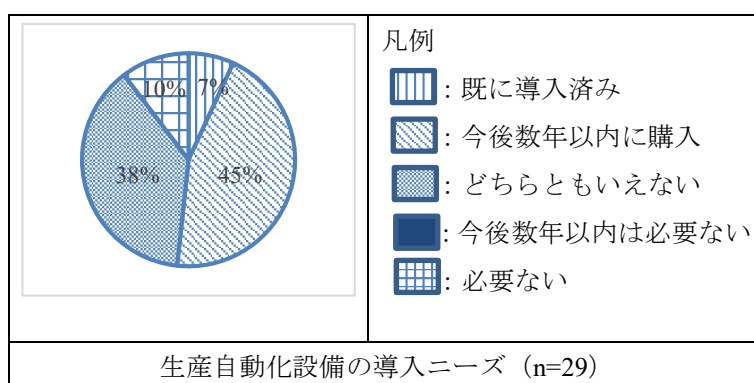
		
<p>セミナーの内容 (n=30)</p>	<p>セミナーのわかりやすさ (n=28)</p>	<p>配布資料の読みやすさ (n=28)</p>
	<p>凡例</p> <ul style="list-style-type: none">  : 良い  : やや良い  : どちらでもない  : やや悪い  : 悪い 	
<p>配布資料の体裁 (n=26)</p>		

- 57%の参加者がセミナー内容については「良い」、33%が「やや良い」と回答しているが、「どちらでもない」と回答している参加者も4%いた。
- セミナーのわかりやすさについては90%が「良い」もしくは「やや良い」と回答しており、「どちらともいえない」が7%、「やや悪い」が3%いた。
- 配布資料の「読みやすさ」については、「どちらでもない」が25%、「やや悪い」が7%であった。
- 配布資料の「体裁」については、「どちらでもない」が15%、「やや悪い」が4%であった。配布資料に関してはセミナー内容の評価と比較して、ネガティブな意見が目立った。

- セミナーの理解度については 64%の参加者が「理解できた」、25%の参加者が「大体理解できた」と回答した。合計で 89%の参加者がセミナー内容を理解していたと回答した。他方、4%の参加者が「あまり理解できなかった」と回答した。



- 生産自動化設備の導入ニーズについて、参加者の 45%が「今後数年以内に購入する」と回答し、38%の参加者が「どちらともいえない」と回答した。一方、10%の参加者が「必要ない」と回答した。



■ アンケート結果のまとめ

<セミナー>

- セミナーに対する参加者の評価（内容、わかりやすさ）は概ね高かったが、参加者 30 人のうち 1 人が、「（セミナー内容を）あまり理解できなかった」と回答した。セミナーでは生産自動化の必要性について主に言及したが、全員がその必要性を理解したわけではない。テキストの読みやすさや体裁に関しては、アカデミックセミナーと同様にネガティブな評価が少数ながら存在していた。

<生産自動化設備の導入ニーズ>

- 「今後数年以内に購入」と回答した参加者が 30 人中 13 人おり、アンケート回答者の半分近くの企業関係者が生産自動化設備の導入を検討しているなど、生産自動化設備のニーズがあることを確認できた。他方、30 人のうち 3 人は生産自動化設備の導入について「必要ない」と回答した。

(8) 開発課題解決の観点から見た貢献

2020年までの工業国化を目指しているベトナム国の開発課題は、第1章で述べたとおり、

産業競争力強化、高度産業人材育成、製造業分野の労働生産性の向上である。産業競争力強化と労働生産性の向上のためには、高度産業人材育成と労働集約的な生産構造から近代的な生産設備（例えば、自動化装置や自動化生産ライン）による資本集約的な生産構造への転換が不可欠である。

生産自動化は生産工程を改善し、省人化と少人化を経て労働生産性の向上へとつなげる第一歩である（図 3.1）。自動化は、作業の効率化、危険作業からの解放、高精度な加工、品質の安定化など、用途に応じてさまざまな効果をもたらすことができる。

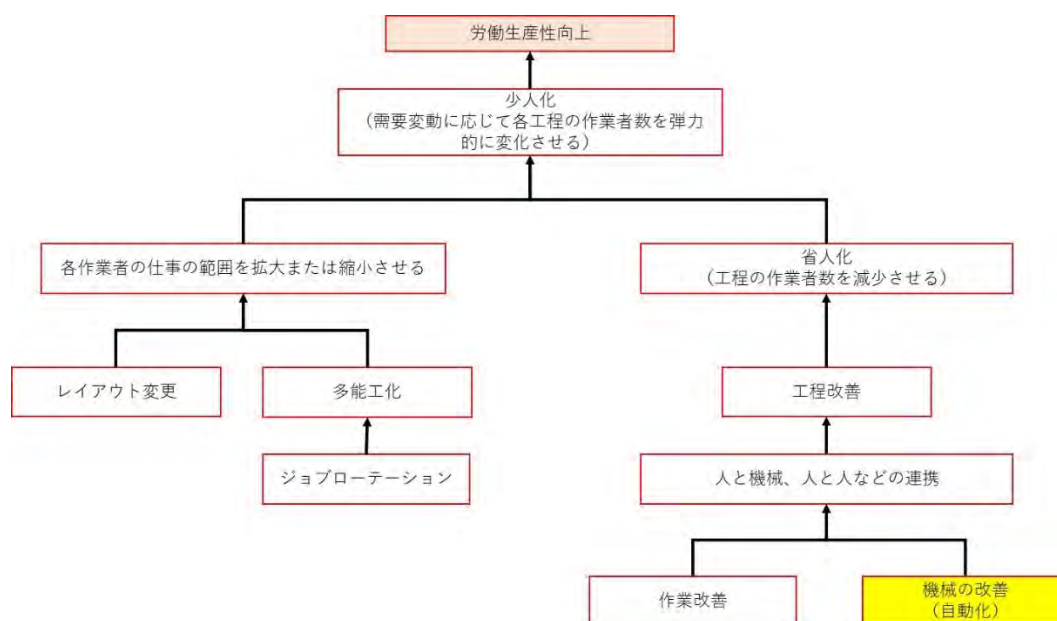


図 3.1 自動化による労働生産性向上プロセス

出所：藤本隆宏「改善活動と IE (Industrial Engineering)」より調査団作成

TYK は本事業を通じて生産自動化の普及に必要な SIer 育成にかかるトレーニング機材を C/P に設置し、高度産業人材育成を担うマスタートレーナーを育成した。また、大学・研究機関向けに生産自動化に関するアカデミックセミナーや企業向けに生産自動化を啓蒙するセミナーをハノイとホーチミンで開催し、生産自動化の有用性と生産構造の転換を訴えた。

高度産業人材を育成する基盤を創り、本事業後も継続して人材育成できる体制を整えたことにより、今後は C/P において研修を継続して実施することでベトナム国の工業国化に向けて貢献できる。

(8) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

① 地元経済界への貢献

本事業の成果としてベトナム国でのロボットシステムの受注が増加することで、それに必要な装置や部品、鋼材などを地元企業から購入することになり、地元関連産業への経済的

波及効果が期待できる。ベトナム国での国産化を開始しても制御装置に必要な高度な部品は地元企業から購入する。鋼材もベトナム国の日系商社が日本から輸入したものを使用するので地域経済の活性化に繋がる。

② 雇用への貢献

TYK は、ベトナム国やその他 ASEAN 諸国の顧客開拓により、現在の従業員数 60 名を 5 年後には 70 名体制にしたいと考えている。現在在籍のベトナム人技術者 2 名の他にさらに 1~2 名増員する計画である。TYK の従業員は 2 名のベトナム人を除き、多くは地元岡崎市やその周辺市町村の出身者である。したがって、TYK の海外進出は地元の被雇用者数の増加にも繋がる。また、海外展開が軌道に乗ることで地元製造業への部品発注が増加するとともに、金属材料、モーター、シリンダーなどの機械部品の需要増に繋がる。その結果地元の製造業、商業、流通業などの産業連関効果により関連企業における新規雇用の増加が期待される。

② 豊橋技術科学大学との連携

本事業では豊橋技術科学大学が画像認識情報によるロボットシステムの自律制御について教育訓練機関の教員や研究者を対象としたアカデミックセミナーを実施した。本事業後も同大学と連携し、現地での産業用ロボットニーズを踏まえた新たな技術開発を行うことで地域の産学連携が促進される。

(9) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

TYK が C/P に確認した結果、提供機材の維持・修繕費として年間 2000US ドルの予算化が可能であり、また必要に応じて臨時予算を申請することも可能である。専門性の高い修理は三菱電機 (PLC) や Nachi-Fujikoshi(ロボット)に依頼することになるが、現地での技術・修理窓口の連絡先は確認している。

C/P は本事業後、日・越トレーニングセンター (VJTC) を設立し、供与された機材と学んだ教授法に基づいて MT による企業向け訓練を行う計画である。VJTC 設立において TYK は C/P よりパートナーとしての立場を期待されている。VJTC 設立支援として、TYK は日系企業に対して教育訓練プログラムに関する紹介等の営業活動や訓練カリキュラム作成支援などを行う考えである。VJTC は将来、企業の FA に関するニーズ調査とソリューションを提供する実践的な組織ともなりえる。

(10) 今後の課題と対応策

今後 C/P が自立的な活動を継続するためには、特に以下の 2 点が課題である。

- 供与した機材と教授したプログラムを用いた教育訓練を継続するためのビジネスパートナーと顧客の開拓

- 研修に必要な自動化技術と研修コンテンツの継続的なアップデート

これらの課題に対し、今後設立される VJTC への TYK の協力は極めて有効である。TYK の関連会社に対して VJTC への参加あるいは協力を申し入れていく。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① マーケット分析

政治（政策）・経済・社会・競合の観点からビジネス環境を分析する。

①-1 政治（政策）

社会経済開発戦略 2011-2020（Socio-Economic Development Strategy : SEDS）では安価な労働力を基軸とした現状の経済モデルから脱し、経済成長の中核として効率性・生産性の向上と競争力強化に向けた集中的な投資の必要性が強調されているほか、近代的工業国家²²となるためには「国家の近代化・工業化に資する教育、訓練、科学技術」が必要であるとうたわれている。また、2011年5月6日にハイテク産業開発に関する決定が首相承認され、2016年から2020年までの目標が以下のとおり設定されている。

【2016-2020年】

- ✓ 2020年までにハイテク製品を含む工業製品の生産高の割合をGDPの45%にし、そのうち25%は当該工業製品の輸出が占める。
- ✓ ハイテク工業製品を生産する企業を500社育成する。

「科学技術開発戦略 2011-2020」では、「2020年までにベトナム国が科学技術の分野でASEANおよび世界の先進的・近代的レベルに到達し、ハイテク製品がGDPの約45%に達することに貢献する」ことを掲げている。また、具体的目標として「ハイテク製造工程を操作、管理できるエンジニアの数を5,000人に増やす」とされている。

産業用ロボットや自動化機械を組み込んだ生産自動化システムは、自動車や工作機械の製造、精密機械部品や電子部品の設計・製造、食品加工など様々な用途に適用可能である。SIerであるTYKが提供できる産業用ロボットシステムと自動化ソリューションは労働生産性の向上や産業の高度化に寄与する製品・技術である。今後も賃金上昇が続くと予想され、かつベトナム国政府も産業の高度化による工業国化とハイテク分野の産業人材育成を重点政策として取り組んでいることから、産業用ロボットや自動化システムの市場規模は拡大すると推測され、TYKの事業機会は大いにあると評価できる。

①-2 経済

経済の発展段階に応じて生産自動化は進展する。生産自動化の進展は産業用ロボットの稼働台数で把握できる。ベトナム国でも他のASEAN諸国と同様に産業用ロボットの稼働台数は増加してきている（表4.1）。

²² 世界銀行によると、近代工業国とは、国内総生産のうち、農業の割合が10%未満などとされている。

表 4.1 産業用ロボットの稼働台数 (単位：台数)

非公開							
-----	--	--	--	--	--	--	--

上記各国の経済発展 (表 4.2) と産業用ロボットの稼働台数 (表 4.1) は正の相関がある²³ (図 4.1)。

表 4.2 購買力平価 GDP (単位：10 億米ドル)

国	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
インドネシア	1,475	1,610	1,764	1,861	2,004	2,172	2,345
タイ	726	786	816	816	888	914	998
マレーシア	461	504	538	534	581	625	671
フィリピン	398	436	463	472	514	544	591
ベトナム	282	310	334	355	382	414	444

出所：“World Economic Outlook Database”, IMF より調査団作成

非公開							
-----	--	--	--	--	--	--	--

²³ 国際比較のため経済変数は購買力平価基準に基づく GDP を用いている。購買力平価により各国の物価水準の差を修正し、より実質的な比較ができる。

非公開

図 4.1 経済発展と産業用ロボット台数との相関

非公開

非公開

①-3 社会

第3章で述べた企業アンケートの結果、ベトナム国企業と日系企業において生産自動化に関する要望は高く、生産性向上や品質向上のための「自動化技術」や「産業用ロボット」

に関する実践的な研修が望まれている。

JICA ベトナム国事務所が 2014 年に実施した「JICA ベトナム国人材育成に関する日系企業ニーズ調査」によると、外部委託による研修を実施している企業数は、有効回答企業 118 社のうち半数の 59 社であり、委託した研修内容は、「人材開発」がもっとも多く、次いで「生産管理」となっている。この調査で企業からヒアリングした結果では、外部委託研修には、一般知識のみならず、業務内容に即した実践的な内容を期待しており、生産現場における技術者の育成に関して、現状の事業活動において技術者が必要と回答した企業割合は 80%、将来的にも 89%の企業が生産現場における技術者を必要としている（有効回答 115 社）。当該技術者に期待する要件としては、「5S 等の基本的労働倫理」、「技能の実務経験」、「特定技術（プラスチック・金属の成型や鋳造、電気制御など）」などが多く、特定技術関連では「メカトロニクスに関する技術」、「CNC 機械、設備オペレーション」なども含まれている。このように生産自動化に関する要望は高く、生産自動化技術における「生産設備を管理する技術者」や「メカトロニクス技術者」育成や、製品競争力向上の対応策としての「自動化・省力化の技術」や「産業用ロボットの導入」に関する実践的な研修が必要とされている。

非公開

²⁴ このほか職業訓練校においても教材用ロボットニーズがある。

表 4.3 自動化教育を行っているホーチミン市および周辺地域の主な教育機関

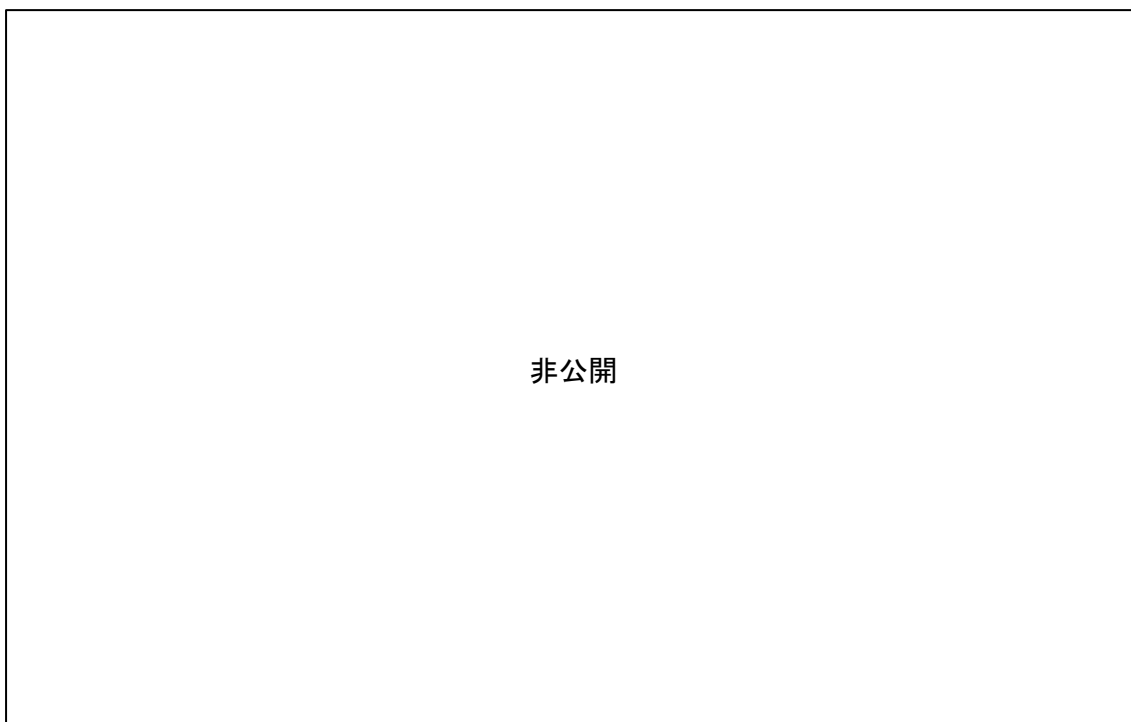
非公開

No.	教育機関名	教育教材の現状	販売見込み
		非公開	

No.	教育機関名	教育教材の現状	販売見込み
		<p style="text-align: center;">非公開</p> <div data-bbox="678 504 1424 836" style="border: 1px solid black; width: 333px; height: 208px; margin: 0 auto;"></div>	

出所：調査団作成

①-4 市場規模



①-5 競合

ベトナム国における産業用ロボットのメーカー別市場シェアは以下のとおりである（図 4.3）。

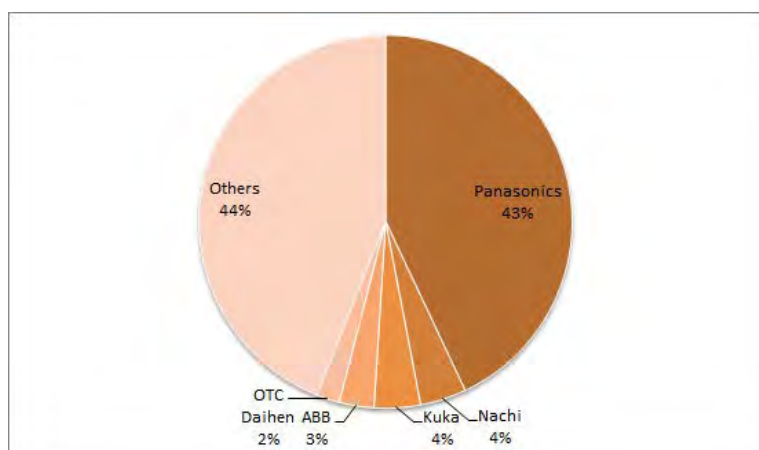


図 4.3 メーカー別産業用ロボットシェア（2010 年）

出所：“Vietnam Educational and Industrial Robotic Market Research”, Dr. Uyen Nguyen and Dr. Dinh Ba Hung Anh

TYK が採用する不二越製の Nachi ロボットの市場シェアは 2010 年時点で 4%あり、市場からある程度認知されているといえる。ロボットの導入分野の多くが溶接分野であり、アー

²⁵ 表 4.1 で示している 2020 年の推計台数から 2016 年の推計台数を差し引いた値を新規需要としている。

ク溶接²⁶分野では OTC Daihen が Panasonic を猛追している。また、OTC Daihen と不二越はロボット動作をコントロールする制御装置などの主要装置を相互 OEM している関係にあり、OTC Daihen の溶接ロボットで培われたティーチング技術やプログラムなどのソフトを不二越ロボットに転用する事は可能である。

上図 4.3 のうち、ABB 以外の各外国製品は現地販売代理店が営業活動を行っている。ABB 社の本社はスイスにあり、世界のおよそ 100 カ国に 14 万 5,000 人の従業員を擁する電力技術とオートメーション技術のリーディングカンパニーである²⁷。ベトナム国には 1998 年に進出し、現在の従業員は 750 名ほどである。ベトナム国本社はハノイにあり、ダナン、ホーチミンに支社がある。産業用ロボットに関わる人員は 7 名でハノイとホーチミンに営業要員とエンジニアをそれぞれ配置し、産業界や教育界に対して積極的な営業を行っている²⁸。ABB 社が他の販売代理店と異なるのはロボットエンジニアも配置している点であり、それにより顧客からの要望に対してより技術的な観点から提案できると共に故障対応などに対する安心感が強みとなっている。主に溶接分野、教育分野、食品加工分野での販売が多いとのことである。教育分野に対しては 1 台 2 万 5,000 ドルで実習教育用ロボットを販売しており（教材用ソフトは除くロボット単体のみ）、ホーチミン市技術教育大学などへの販売実績がある。産業用ロボット以外での教育分野の取り組みではハノイ工科大学への奨学金提供、ホーチミン市 Ton Duc Thang 大学 電気電子学部に対する低電圧機器の提供、ホーチミン工科大学へのシミュレーションソフトの提供実績がある。

産業用ロボットの製造販売は既にメーカー間の競争が始まっており、経済成長を背景に今後のシェア争いは激化する見通しである。ベトナム国市場で日系ロボットメーカーは溶接分野で高いシェアを占めているが、営業体制は欧州メーカーの後塵を拝している状況である。さらに欧州メーカーは日系メーカーとの競争を考慮し、顧客に低価格を提示している。また有望な顧客については SIer 業務支援も行っている。日本でも産業用ロボット普及の草創期にはロボットメーカー自身が SIer として顧客と直接取引をするケースがよく見られたが、市場成長と共に SIer も増えるため、その業務の比重は低下する傾向にある。

今回複数のロボットメーカーとコンタクトしたが共通する課題は「SIer 育成」であったが、SIer の実態を定量的に示す資料が現時点で存在しない。また、TYK が発掘・接触を試みた結果、SIer らしい企業は見つからなかった。ベトナム国内でも PLC のハード・プログラムを供給できるメーカーはあっても、機械装置とロボットと組み合わせてシステムとして対応できる SI 事業者はまだない。

²⁶ 溶接方法の一つで、空気（気体）中の放電現象（アーク放電）を利用し、同じ金属同士をつなぎ合わせる溶接法

²⁷ ABB グループは以下の 5 つの分野を基幹事業として、世界 100 カ国に展開している：①低電圧機器事業、②オートメーション・モーション事業、③プロセスオートメーション事業、④パワープロダクト事業、⑤パワーシステム事業。このうち、②の事業が産業用ロボット販売と関係しており、工業生産性とエネルギーの効率化を向上させる製品およびソリューションを提供している。

²⁸ ハノイ拠点における産業用ロボット部門には営業要員 1 名、エンジニア 2 名配置。ホーチミンには営業要員 2 名、エンジニア 2 名配置。

ベトナム国の SIer 市場で TYK は経験や技術の点で優位な立場にあると期待される。TYK がベトナム国で SIer 事業を行う場合の有利性は、競合がほとんどない点と顧客の立場からは日本側からしっかりとしたバックアップが期待できる点である。

しかしながら、製造コストと導入後のメンテナンスに関しては大きな課題がある。人件費が高騰しつつあるとはいえ大都市圏でのワーカーの労務コストは 500US ドル程度である。省力化・自動化にかかる設備投資の費用対効果において労務コストとの代替効果が基準となるため、ロボットや工作機械以外の周辺装置の製作とシステムの立ち上げを日本からの輸出と出張で行うと割高となり、訴求しづらい。また、メンテナンスもリードタイムや派遣コストの問題で、ローカル、外資問わずほとんどの企業が現地での製造とサービス対応を求めている。TYK が現地で優位性を発揮するためには、現地での生産・供給・サービスの体制を構築することが前提となる。

② ビジネス展開の仕組み

非公開

非公開

図 4.4 ビジネス体制

TYK は日本で Nachi-Fujikoshi だけでなく、ファナック、安川電機、デンソー、川崎重工、三菱電機等、複数のロボットメーカーと取引がある。

できるだけ早く自社で市場開拓できる能力をつけ、商社等は補完として位置づけていく。ただし当面は日系商社主導で開拓済みの日系 EPE (Export Processing Enterprise)²⁹企業を中心に売り込みを図る。また、長年親しくしている組み立て下請け企業のビジネスネットワークを活用すると共に、日本商工会に入会し日系加工企業の伝手を使って直接売り込みを図りたい。

アフターサービスに関しては、基本的に現地の組み立て下請け企業に任せることになるが、補完的な存在として本事業の現地再委託先とも協議中である。

③ 要員計画・人材育成計画

C/P である SHTPTC では本事業後に VJTC を同組織内に立ち上げ、将来的には独立した組織にする構想を持っている。VJTC の立ち上げと運営に関し、TYK も協力する考えである。C/P からは、VJTC での協力と共に、育成した MT6 名を無償³⁰で TYK の技術者として営業やソリューション提案時に使ってもらいたいとのオファーを受けている。当面 TYK から 1 名を駐在員として派遣し、MT6 名の力を借りながら営業展開していくことも考えている。

④ ビジネス展開可能性の評価

非公開

²⁹ 輸出加工型企业 (外国製品の輸入関税および VAT (消費税) の免税対象)

³⁰ MT はサイゴンハイテクパークトレーニングセンターから給与を得ているため



⑤ 売上・利益計画



--

表 4.4 売上・利益計画

非公開

⑥ 収支計画書

非公開

表 4.5 収支計画書（単位：千円）

非公開

(2) 想定されるリスクと対応

リスク	対応策
法制度	・ 現地合弁企業設立に関する法律と手続き、営業や販売に関する許認可や規制、関税、税法（法人税・所得税）、労働法などベトナム国の法制度やビジネスに詳しいコンサルタント、法律・会計事務所などから支援を得る
英語とベトナム国語の二言語で作成した契約書の内容相違	・ ベトナム国企業と日系企業との契約書ではベトナム国語に英語を併記するのが通常である。その文面に2つの契約書の内容、解釈に齟齬があった場合は英文の方を優先するという「契約言語」条項を規定しておく。それ

	により仮にベトナム国内で裁判となった場合でもベトナム国の裁判所はその条項を認めてくれる
為替差損	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地通貨の保有を最小限とし日本円を保有する ・ 取引口座は邦銀現地支店に開設する
顧客からの代金回収の困難	<ul style="list-style-type: none"> ・ 売掛金の確実な回収のために訪問による企業の確認や、必要に応じて信用調査機関などを利用して取引先の資産・財務状況などを確認する ・ 顧客の経営状況によっては商社経由の販売とし代金回収の安全性を確保する
ビジネスパートナーのチェック不足	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経営方針、実績、顧客層、人脈、政府機関とのパイプ、資金力などを業務提携契約前に確認し、客観的に評価する

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

TYK の事業化によるベトナム国の主な開発課題に対する開発効果は以下のとおりである(図 4.5)。高度産業人材育成、実用的教育教材の普及、労働生産性向上、産業高度化という主な開発課題に対し、TYK が SHTPTC と協力して SIer 育成トレーニングを実施するとともに、自ら自動化教材の販売と SIer 事業を行うことで、短期的には SIer 育成(年間想定 1000 名)、中期的には労働生産性向上(想定 5%アップ)、長期的には自動化システムを導入する企業数が増加(年間想定 100 社)し、産業高度化に貢献することが期待できる。

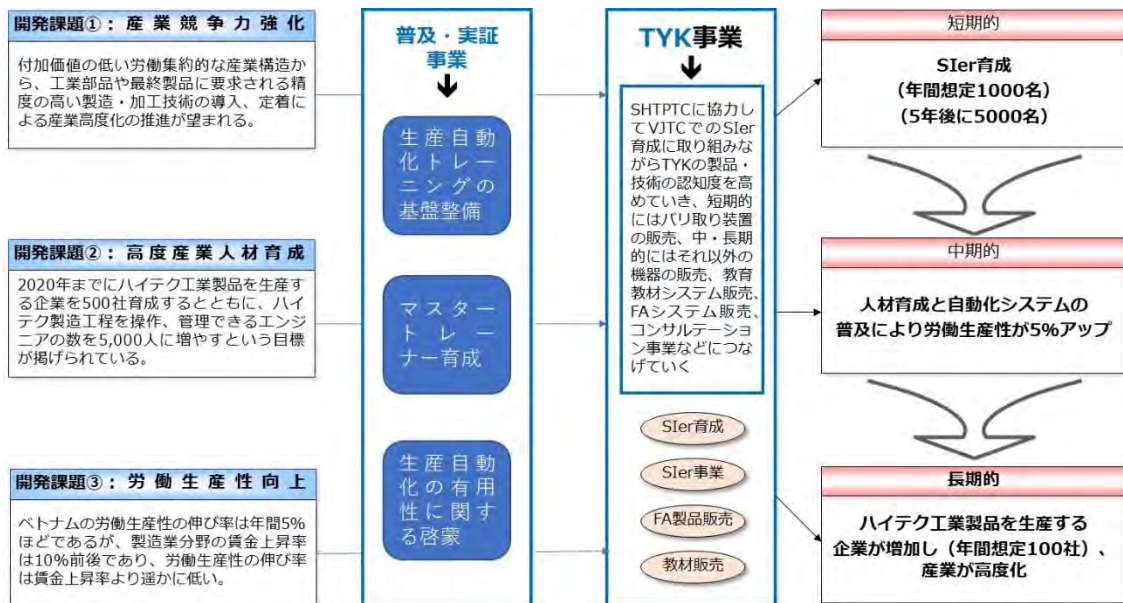


図 4.5 今後の事業化による開発効果

(4) 本事業から得られた教訓と提言

① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

- ・ 機材の免税手続きを進めるために必要な「93号法令の決定書」発行の遅延、現地の機材設置業者決定の遅延など当初計画と比べ、ベトナム国側の対応が遅れたケースが見

受けられた。現地側での対応が予定より遅れる可能性があるため、時間的余裕を持った計画にする必要がある。

- ベトナム人は短期的な費用を重視する傾向にあるため、初期投資額の大小に関心が強い。したがって、市場参入を図る製品はコア部分以外できるだけ現地生産し、現地で組み立てることで製造原価を下げ、製品単価を日本よりも大幅に安くすることが望まれる。
- ベトナム国でのビジネス展開は官・民の人脈、特に許認可が必要な事業の場合、官人脈が重要である。本事業等を通じてカウンターパートと強い信頼関係を構築することが望まれる。
- 市場が未成熟な場合、直接潜在顧客にプロモーションすることも重要だが、自社事業に関連すると思われる公的機関の施策実施に協力する形や、自社事業と補完関係にある企業との協業を積極的に図ることで、間接的に自社の製品・技術が認知されていくような地道な取り組みも望まれる。

② JICA や政府関係機関に向けた提言

ベトナム国政府が目指す 2020 年までの近代的工業化のためには生産自動化の推進が不可欠である。生産自動化により労働生産性向上、製品の付加価値向上、製品の国際競争力強化を図ることができる。また、生産工程の自動化により従業員を付加価値の高い業務（研究・開発、流通、販売、アフターサービス）にシフトさせることができ、利益率を高めることができる。企業の生産自動化を促すために JICA やベトナム国政府において以下の公的支援が望まれる。

- 自動化投資にかかる減税／補助金／低利融資、またはそれらのポリシーミックス
- ベトナム国における、産業高度化に必要な裾野企業の強化、あるいは産業自動化の促進のための政策策定や実行のための技術協力
- ロボット Sler 育成のための実践的教育教材の供与
- ロボット Sler 育成のための専門家、シニアボランティアの派遣

参考文献

<引用文献・参考文献>

- 外務省 (2015a) 『産業人材育成協力イニシアティブ~アジアとともに成長するために~』
- (2015b) 『対ベトナム社会主義共和国 事業展開計画』
- (2014) 『ベトナム国産業用ロボット普及のための案件化調査 報告書』
- (2012) 『対ベトナム国開発協力方針』
- 国際協力機構 (JICA) (2012) 『ベトナム国人材育成分野情報収集・確認調査ファイナルレポート』
- 坂田正三 (2016) 『ベトナム国共産党第12回党大会：2016-2020年経済政策の方向性』
IDE-JETRO
- 白石昌也 (2014) 「日本・ベトナム国間の「戦略的パートナーシップ」その経緯と展望」
『アジア太平洋討究』2014.3 No.23、アジア太平洋研究センター
- 日本貿易振興機構 (JETRO) (2016a) 『2016年度 アジア・オセアニア日系企業活動実態調査』
- (2016b) 『ベトナム国一般概況～数字で見るベトナム国経済～』
- 山崎勝 (1991) 「ベトナム国における社会主義国家建設と「ドイモイ」政策の歴史」『創大アジア研究』1991.3 No.12、創価大学
- IFR(International Foundation of Robotics) (2014) *World Robotics Industrial Robots*. IFR
- The National Assembly of the Socialist Republic of Viet Nam (2016) *Resolution on Five-Year Socio-Economic Development Plan from 2016-2020*.

<Web サイト>

- 外務省ホームページ「ベトナム社会主義共和国 (Socialist Republic of Viet Nam) 基礎データ」 (<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/vietnam/data.html>) 2016年5月18日
- 「アジアにおける平和と繁栄のための戦略的パートナーシップに関する日本ベトナム国共同声明」 (http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/vietnam/visit/0904_ks.html) 2009年4月20日
- 「日本ベトナム国共同声明「アジアの平和と繁栄のための戦略的なパートナーシップに向けて」 (仮訳)」 (http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/vietnam/visit/0610_sci.html) 2006年10月19日
- 国際協力機構 (JICA) ホームページ「実施中プロジェクト一覧」 (<https://www.jica.go.jp/vietnam/office/activities/jissi.html>) 2016年12月27日 (JICA, 2016)
- 日本銀行ホームページ「(2)直接投資フロー 2015年 (年次改定値反映済)」 (https://www.boj.or.jp/statistics/br/bop_06/index.htm/) 2016年4月8日

日本貿易振興機構（JETRO）ホームページ「世界のビジネスニュース（通商弘報）」
(<https://www.jetro.go.jp/biznews/2016/08/4537951d137fb78d.html>) 2016年8月17日
(2016c)

General Statistics Office of Viet Nam ホームページ「Population and Employment」
(https://www.gso.gov.vn/Default_en.aspx?tabid=766) 2016年12月30日

IMF(International Monetary Fund)ホームページ「World Economic Outlook Database」
(<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/02/weodata/index.aspx>)2016年12月30日

VIETJO ホームページ「政府、「2020年までのハイテク産業開発計画」を発表」
(<http://www.viet-jo.com/news/social/110607105009.html>) 2011年6月8日