

文部科学省 特別経費事業
広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業
平成25年度報告書

国立大学法人 大阪大学

接合科学研究所・言語文化研究科・外国語学部・工学研究科
広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター



目 次

1. はじめに	1
2. 事業概要	2
3. 接合科学に関する広域アジアでの研究者・大学間グローバルネットワークの構築（ネットワーク形成事業）	4
3-1 ネットワーク形成事業の目的	
3-2 学術交流協定の締結状況	
3-3 協定締結先大学との交流活動	
3-3-1 セミナー・ワークショップの開催、研究者交流活動など	
3-3-2 国際共同研究等の実施について	
3-4 大学間グローバルネットワーク構築に係る来年度の方針	
3-5 小括	
4. 極限環境に適合可能なグローバル接合技術基盤の構築（ものづくり事業）	15
4-1 ものづくり事業の目的	
4-2 水中レーザー加工技術の概要と開発スケジュール	
4-3 大気環境下のレーザー溶接基本技術開発	
4-3-1 高輝度・高出力レーザー -最近のレーザー発振器の動向-	
4-3-2 高輝度・高出力ファイバーレーザー溶接現象の解明	
4-4 水中における大気環境確保技術の開発	
4-4-1 文献調査	
4-4-2 特許調査	
4-4-3 水中における大気環境確保技術の開発	
4-5 小括	
5. 海外日系企業でのカップリング・インターンシップ（CIS）（ひとづくり事業）	34
5-1 ひとづくり事業の目的	
5-2 ひとづくり事業としてのCIS	
5-2-1 企画の趣旨と特徴	
5-2-2 初年度の活動を終えて	
5-3 2013年度各国CIS実施報告	
5-3-1 CIS（インドネシア）実施報告	
5-3-2 CIS（ベトナム）実施報告	
5-3-3 CIS（タイ）実施報告	

- 5-4 アジア発グローバル・リーダー育成プログラムの構築に向けて
-CISの課題と展望-
 - 5-4-1 グローバル人材育成と大学・企業
 - 5-4-2 課題と展望
- 5-5 小括

(添付資料1～8)

- 6. 来年度にむけた本事業の展開概要…………… 74

(付録1～3)

謝 辞

1. はじめに

円安が長期化する現状において、我が国の企業が強い国際産業競争力を維持・発展するには、広域アジア（極東ロシア・東南アジア・インド・中東）における現地企業の役割はさらに重要性を増している。また、同地域は世界的にも油田、ガス田、レアメタルなどエネルギー・資源の宝庫でもあり、それらの精製・生産・搬送に係る設備の現地生産・整備の点においても高い生産技術力を有する日系製造企業の役割は大きい。特に、新興国で生産される廉価な製品との差別化を図るべく、日系製造企業は常に、ものづくり技術の高付加価値化と高品質化を追求し続けている。そのため、これら製造業における生産性や品質を下支えする基盤技術の一つである接合・溶接技術の更なる高度化は強く求められ、なかでも海水中での接合加工技術は、メタンハイドレードやシェールガスなどの資源確保に向けた海洋構造物の開発・建造のほか、原子力発電所の補修や廃炉解体作業においても重要なコア技術であり、その基盤創設のための基礎的学術研究の意義は極めて大きい。また、昨今では本国からの技術供与ではなく、現地環境やニーズに適した製品や技術を現地企業でいち早く効率的に開発する必要があり、そのためには現地の優れた大学や研究機関との連携や共同研究も重要となる。他方、世界的な競争と共生が進む現代社会において、日系企業による広域アジアを中心とする海外への事業展開が加速するなか、英語力に加えて、現地でのコミュニケーション能力や協調性、さらには異文化理解力などに富むグローバル人材の育成・確保の重要性が高まっている。その基礎となる学生の高等教育における国際化が強く求められる状況において、広い視野に立って培われる教養と高い専門性、そして多様性を兼ね備えた国際化学生の育成が学問の府である大学の今日における一つの使命といえる。

このような社会的背景のもと、大阪大学では、接合科学に関する我が国唯一の共同利用・共同研究拠点である接合科学研究所と、我が国唯一の25世界言語の教育・研究資源を有する言語文化研究科・外国語学部との有機的な文理融合連携を通じて、上述したような国際化の加速に伴う様々な課題解決を図るべく、平成25年度より文部科学省特別経費プロジェクト「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」を5か年計画で開始した。具体的には、①同地域におけるトップレベルの大学・研究機関と接合技術・材料科学に関する大学間・研究者間グローバルネットワークを構築し、国際共同連携研究を展開する（ネットワーク形成事業）、②先進的接合加工技術として、海水中レーザ加工プロセスの基盤技術を構築する（ものづくり事業）、③同地域の日系製造業における体験型研修を通じ、専門性の習得と多言語異文化の理解、高いコミュニケーション能力と自己啓発力を有する国際化学生の育成活動を実施する（ひとづくり事業）といった3つの基本課題を遂行する。特に、ひとづくり事業においては、日系企業での「文系+理系/日本+広域アジア」のペア学生活動によるカップリング・インターンシップ（CIS）なる新たな概念に基づく我が国初の実践型ものづくりグローバル人材育成研修を試行し、異文化・多言語に通じた多様性の素を有する学生の育成を目指す。

本報告書では、上記の3課題に関する取り組み内容と初年度での事業成果、ならびに次年度以降の事業活動計画について述べる。

2. 事業概要

文部科学省特別経費プロジェクト「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」は、接合科学に関する我が国唯一の共同利用・共同研究拠点である接合科学研究所と、我が国唯一の25世界言語の教育・研究資源を有する言語文化研究科・外国語学部との有機的な文理融合連携のもと、広域アジア地域の優れた大学や研究機関との連携や接合・溶接技術の更なる高度化、異文化・多言語に通じた多様性の素を有する学生の育成を主たる目的として平成25年度から5か年計画で開始した事業である。本事業は、先に述べたように①ネットワーク形成事業、②ものづくり事業、③ひとづくり事業から成っており、以下にそれぞれの本年度の主な取り組み内容とその事業成果について述べる。

ネットワーク形成事業として、CIS対象の3か国、タイ（カセサート大学）、インドネシア（インドネシア大学）、ベトナム（ハノイ工科大学）において、各大学と学術交流協定を締結し、研究紹介・セミナーをそれぞれ開催した。また平成26年度での国際共同研究やCIS実施に向けて、新たに広域アジアの6大学・研究機関と学術交流協定の締結及び研究紹介・セミナーの開催を進めると共に、既に協定締結済みの大学から研究者を招聘し、5月に日タイ及び日台の2国間ワークショップを開催し、11月には日印の2国間ワークショップ、1月には日比の2国間ワークショップを接合科学研究所において開催した。本年度は、当初計画を超える大学・研究機関との学術交流協定の締結、ならびに2国間ワークショップ・セミナーの開催を通じて、接合・材料科学に関する大学・研究者間ネットワークの拡充を図った。

ものづくり事業として、極限環境に適合可能な先進的接合技術の基盤構築に関して、深海でも外部環境の影響を完全に遮断できる気中空間形成によるファイバーレーザー接合加工技術を開発すべく、本年度は水中での高速水膜形成過程に関して調査・解析を行った。また、当該技術の実用化を念頭に、国内最大級の大型水槽タワーを有する民間企業（株スギノマシン）との間で共同研究契約を締結した。さらに、当該企業と共同でレーザー加工用ヘッドの設計・製作を行い、空洞形成ノズルの要素試験を行い、水中での気中空間形成に向けた水膜形成に関する知見を得た。

ひとづくり事業として、上記の3か国でCIS活動を実施した。具体的には、8月にインドネシア（インドネシア大学／コマツインドネシア）、9月にベトナム（ハノイ工科大学／フジキンバクニン）、さらに10月-11月にはタイ（カセサート大学／タイコウベウエルディング）にて各々の現地日系企業で約2週間にわたりインターンシップならびに各大学と共同で成果報告会を実施した。各国受け入れ企業からは文理融合、2か国の学生融合型のインターンシップによる実践的取り組みに対して高い評価を得た。

以上のように、本年度は事業初年度として順調に事業をスタートさせ、当初の計画を超える成果も得られた。2014年1月30日には「拠点開設記念シンポジウム、広域アジア発ものづくり技術グローバル人材育成～研究者ネットワークとカップリング・インターンシップ～」と題したシンポジウムを開催し、約100名の参加者に対し事業紹介、活動報告を行い、他機関・企業からもグローバル

人材育成への多様な取り組みが紹介された。シンポジウムの開催報告、また本事業の活動内容と成果についてはそれぞれ官庁通信社発行の「文教速報」、「文教ニュース」、更に産報出版発行の「溶接ニュース」やアジア各国に配布されている同「ウェルディングプロムナード」で紹介された。

来年度以降も、ネットワーク形成事業としては、接合・材料科学に関する大学・研究者間ネットワークの拡充を図りながら、国際共同研究および国際連携研究事業の立案にも着手する。またものづくり事業においては、極限環境に適合可能な先進的水中レーザ接合技術の基盤構築に向けて、本年度作製した空洞形成ノズルの性能評価を進めるとともに、より深い水域での気中空隙形成実験を進めていく。ひとづくり事業については、広域アジア各国の国際情勢が当該事業の実施に大きく影響することを経験したことから、CIS 実施国を臨機応変に対応しながら確実に事業を遂行し、専門性と言語文化理解力に通じる多様性に富む「ものづくりグローバル人材」の礎となる学生の育成活動を実施・支援する計画である。

なお、本事業では年2回、関係部局から各代表者参加の下、広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター運営委員会を開催し、進捗、成果、課題の共有化を図った。本年度の当該運営委員会での報告・協議事項に関しては、未巻の付録として記載する。

3. 接合科学に関するグローバルネットワークの構築（ネットワーク形成事業）

3-1 ネットワーク形成事業の目的

世界企業が集積する生産拠点として、また天然資源を持つ地域として多くの注目を集める広域アジア地域において、日系製造企業が国際競争力をさらに向上するには高い生産技術力の確保は必須であり、その基盤技術の一つとなる接合技術・材料科学に関する教育・研究の高度化は重要な課題となっている。こうした背景のもと、広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業では活動の一つの柱として、接合科学研究所を軸とした広域アジア地域におけるトップレベルの大学・研究機関のグローバルネットワークの構築を行う。更に、長期的には共同で同地域における接合・材料科学に関する同地域固有の課題解決や新たなニーズ発掘に取り組むなど相互発展を目指す。

具体的には、学術交流協定の締結を基礎に接合技術・材料科学に関する広域アジアでの研究者・大学間グローバルネットワークを構築し、国際共同連携研究拠点を形成するとともに、国際共同連携研究を展開することで国・地域を越えた人的交流および研究交流の促進を目指す。また、このようなネットワーク形成や教育・研究環境の改善は、アジアで活動する日系製造企業にとっても現地のニーズや環境に適合した製品や技術をいち早く効率的に開発する際などに有益な波及効果が期待できる。

3-2 学術交流協定の締結状況

大学間グローバルネットワーク構築のために、接合科学研究所では各大学と交流活動の基礎となる学術交流協定の締結を行っている。学術交流協定が締結されることにより 2 国間ワークショップやシンポジウムの開催、また教員・研究者の派遣や受け入れなど活動の具体化が可能となる。

平成 24 年度までに「文部科学省からの国立大学改革強化推進補助金、大阪大学未来戦略推進事業・東アジア接合研究連携拠点ネットワーク形成事業」によって同研究所が広域アジア地域の大学・研究機関と締結した学術交流協定数は合計で 11 部局に上った。この活動を基盤に平成 25 年度から広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業の一環として、表 3-1 に示す 6 機関・7 部局との間で新たに学術交流協定を締結した。なお、タイのモンクット王トンブリ工科大学の KINGWELD 溶接コンサルティングセンターと工学部とも学術交流協定を締結予定であったが、タイの政情不安により渡航不可となったことから 2014 年 6 月へ延期された。

学術交流協定の締結内容は各大学・機関により若干異なるが、1) 教員や研究者の交流、2) 関連分野に関する共同研究の推進、3) 関連分野に関するワークショップやシンポジウムの共同開催、4) 博士課程学生の育成や短期派遣、5) 短期インターン学生の交流、などが主な内容である。

表 3-1 平成 25 年度に接合科学研究所と締結された学術交流協定

	国名	調印日	学術交流協定締結先大学・研究機関
1	タイ	2013/11/21	タイ国立科学技術開発庁 (NSTDA)
2		2013/9/10	カセサート大学、工学部
3	中国	2013/7/11	香港城址大学、科学工学部
4	ベトナム	2014/1/10	ベトナム国家大学ハノイ校-科学技術大学、 機械工学・自動化学部
5		2013/7/24	ハノイ工科大学、機械工学部溶接工学・金属技術学科
6	フィリピン	2014/1/14	デ・ラ・サール大学、工学部
7		2014/1/14	デ・ラ・サール大学、理学部

2013 年 7 月には香港城址大学科学工学部との調印式が香港で行われ、香港城址大学から学部長 Prof. Jian Lu 他 4 名の教員、職員が、また接合科学研究所からは片山聖二所長他 3 名の教員が参加した。調印式後には、科学工学部や大学の主な施設、最新機器等について見学を行い、今後の交流活動の参考とした。



図 3-1 香港城址大学学術交流協定締結と施設見学風景

同年 7 月にはハノイ工科大学機械工学部溶接工学・金属技術学科との調印式がハノイで行われ、ハノイ工科大学から学科長 Prof. Bui Van Hanh 他 4 名の教員、職員が、また接合科学研究所からは近藤勝義副所長他 2 名の教員が参加した。調印式後には今後の共同研究の可能性について協議が行われ、本協議は後述するハノイ工科大学と接合科学研究所との国際共同研究に結びつく結果となった。



図 3-2 ハノイ工科大学学術交流協定調印式

同年 9 月にはタイのカセサート大学工学部との調印式が接合科学研究所で行われ、カセサート大学からは工学部長代理として工学部事務局長 Dr. Peerayuth Charnsethikul と他 3 名の教員、職員が、また同研究所からは片山聖二所長他 3 名の教員が参加した。カセサート大学からは調印式後の協議においてタイにおける新規鉄道インフラ整備に係る鉄道溶接技術開発に関して支援要請などがあった。



図 3-3 カセサート大学学術交流協定調印式

同年 11 月にはタイ国立科学技術開発庁 (NSTDA) との調印式が接合科学研究所で行われ、NSTDA からは同庁傘下のタイ国立金属材料技術センター (MTEC) センター長 Dr. Werasak Udomkichdech 他 3 名の研究者が、また同研究所からは片山聖二所長他 3 名の教員が参加した。MTEC と同研究所では以前より学術交流協定を締結し共同研究活動を実施していたが、今回 NSTDA との協定締結が実現したことにより、MTEC を含む NSTDA 傘下の研究センターも視野に入れたより広範な交流活動が可能となった。



図 3-4 NSTDA との学術交流協定調印式

2014年1月にはベトナム国家大学ハノイ校-科学技術大学、機械工学・自動化学部との調印式がハノイで行われ、ベトナム国家大学からは学科長 Dr. Pham Manh Thang 他3名の教員が、接合科学研究所からは近藤勝義副所長他3名の教員が参加した。調印式後には共同ワークショップが開催され、双方の研究活動について具体的な研究成果の発表が行われた。詳細については後述する。



図 3-5 ベトナム国家大学-科学技術大学学術交流協定調印式

同年1月にはフィリピンのデ・ラ・サール大学工学部と理学部との調印式が接合科学研究所で行われ、デ・ラ・サール大学からは同研究所の招聘により工学部長 Prof. Rosemary R. Seva、理学部長 Prof. Alrene A. Pascasio 他1名の教員が、同研究所からは片山聖二所長他3名、更に大阪大学工学部から1名の教員が参加した。大阪大学では既にデ・ラ・サール大学にサテライトオフィスを設置しており接合科学研究所と同2部局との学術交流協定締結により、更に活発な研究・人材交流が期待される。調印式後にはワークショップが開催され、デ・ラ・サール大学、同研究所、また大阪大学工学部からの研究紹介が行われた。詳細は後述する。



図 3-6 デ・ラ・サール大学との学術交流協定調印式

尚、本年度新たに学術交流協定を締結した上記 6 機関 7 部局のうち、カセサート大学、ハノイ工科大学、ベトナム国家大学、デ・ラ・サール大学 2 部局の 5 箇所、更にこれまで既に学術交流協定を締結済みのマレーシア・マラヤ大学とインド工科大学ハイデラバード校については、各部局を拠点として双方の教員、研究者がより活発に交流を行えるよう、現地オフィスと接合科学研究所とパートナー校の名前が記載された看板を設置した。今後も学術交流協定を締結する部局にはオフィスと看板の設置を依頼し、双方の教員、研究者にとって交流しやすい環境作りを目指していく。



図 3-7
マラヤ大学拠点看板設置の様子



図 3-8
ハノイ工科大学拠点看板設置の様子

3-3 協定締結先大学との交流活動

3-3-1 セミナー・ワークショップの開催、研究者交流活動など

接合科学研究所では具体的な国際共同研究へ繋げる第一歩として、パートナー大学・研究機関と研究に係る情報共有を目的としたセミナーやワークショップの開催を行った。セミナーやワークショップでは、主に双方機関の教員・研究者（学生の場合もあるが少数）から関連する具体的な研究活動が紹介され、国際共同研究の可能性が検討された。平成25年度中開催されたワークショップ、セミナーは表3-2の通りである。

表3-2 平成25年度セミナー・ワークショップ開催一覧

	共同開催機関	開催場所	日程
1	タイ モンクット王北バンコク工科大学	接合科学研究所	2013/5/13-14
2	国立台湾大学	接合科学研究所	2013/5/23-24
3	タイ国立科学技術開発庁 (NSTDA/MTEC)	タイ	2013/10/3
4	香港城址大学	香港	2013/10/25
5	インド国立溶接研究所、インド工科大学ハイデラバード校	接合科学研究所	2013/11/11
6	ベトナム国家大学ハノイ校-科学技術大学	ベトナム	2014/1/10
7	フィリピン デ・ラ・サル大学	接合科学研究所	2014/1/14

2013年5月、接合科学研究所にてモンクット王北バンコク工科大学と共同で“JWRI-KMUTNB Workshop 2013”と題したワークショップが開催され、同研究所からの招聘により5名の教員がタイから参加し、同研究所からは教員、学生合わせて10名程が参加した。本ワークショップにおいてモンクット王北バンコク工科大学からは“Welding Test of Different Skin Plate and Diaphragm Thickness with Water-Cooled Copper Shoes for Box Column Production” (Bandit Sukwsawat, Prin Sayjai, Kakuta Tsuneo)、“Carbon Steels Pipe Repair by Welding with Temper Bead Technique in lieu to Post Weld Heat Treatment” (Manoon Lertvijitpun)など主に溶接、接合に関する6件の研究発表が行われた。また同研究所からは“Dynamically Visualizations of Welding Arcs” (Manabu Tanaka)や“Impact Strength of Joints Soldered by Laser Process” (Hiroshi Nishikawa)など5件の発表が行われた。またワークショップ後にはこれらの研究発表を基に今後の連携課題について協議が行われた。



図3-9 モンクット王北バンコク工科大学とのワークショップと発表風景

同年5月、接合科学研究所にて開催された国立台湾大学とのワークショップ、“1st JAPAN-TAIWAN workshop on Materials Design and Joining”には国立台湾大学から5名の教員と13名の学生が参加した。ワークショップでは国立台湾大学から“New Issues Relating to Interfacial Reactions Arising From Low Solder Volume In 3D Packaging”(Cheng-Heng R. Kao)など主に材料科学分野に関連した17件の発表が行われた。また、接合科学研究所からは“Synthesis and Assembly of Nanocomposite Particles for Solid Oxide Fuel Cells”(Hiroya Abe, Akira Kondo, Makio Naito)など11件の発表があり、双方の研究内容が共有された。なお、国立台湾大学からは学生1名が同研究所に派遣され、研究活動を行うなどの人的交流も行われている。



図3-10 国立台湾大学とのワークショップと施設見学

同年10月にはバンコクにてタイ国立金属材料研究センター(MTEC)と共同でワークショップが開催され30名が参加し、双方の活発な研究活動について情報共有が行われた。MTECからは“Reliability of Stainless Steel Welds based on Aspects of Metallurgical and Mechanical Aspects”(Ekkarut Viyanit)など5件の発表があり、接合科学研究所からは“Three Dimensional Printing Technologies as Nano Materials Integration Joining”(Soshu Kirihara)など4件の発表があった。MTECからは接合科学研究所への研究者短期派遣も検討されており、今後も引き続き活発な研究交流が期待される。

さらに、同年10月には香港城址大学と香港にて“Joint Workshop on Materials Research”と題したワークショップが開催され、香港城址大学からは14名の教員や学生、接合科学研究所からは4名の教員が参加した。ワークショップでは“Improving properties of bulk metallic glasses through structure control and surface modification”(C. H. Shek)や“Solid-state processing for atomic/nano-scale metal matrix composites”(Katsuyoshi Kondoh)など材料科学に関する研究が発表され、双方の情報共有が行われた。また、香港城址大学とはこの他短期学生交流を目的とした「インターンシップ協定」を締結し、接合科学研究所における学生の短期インターンシップ実施が検討されている。



図 3-11 香港城址大学での発表風景

同年 11 月には接合科学研究所にて、インド工科大学ハイデラバード校とインド国立溶接研究所と共同で“JWRI-INDO workshop 2013”が開催された。インド両機関からは 4 名の教員・研究員が参加し“Some Observations in Twin-Wire Welding with Dissimilar Arcs” (Abhay Sharma) など主に溶接に関連する 4 件の発表が行われた。また接合科学研究所からは 9 名が参加し、“A Promising New Technology for Smart Arc Welding” (Manabu Tanaka) など 4 件の研究発表が行われた。



図 3-12 インド工科大学ハイデラバード校、
インド国立溶接研究所とのワークショップ

2014年1月にはベトナムにてベトナム国家大学ハノイ校-科学技術大学と“VNU-JWRI Workshop 2014”が開催され、両校の研究活動が共有された。ベトナム国家大学ハノイ校-科学技術大学からは4名の教員と15名の学生が参加し、主に材料科学、機械工学に関する発表が行われた。また、接合科学研究所からは4名の教員が参加し、材料科学や溶接技術に関する3件の発表が行われ、双方の研究活動の共有が実現された。



図 3-13 ベトナム国家大学-科学技術大学とのワークショップと施設見学

同年1月には接合科学研究所においてフィリピンのデ・ラ・サール大学工学部と理学部との調印式が行われ、続いてワークショップが開催された。デ・ラ・サール大学からは理学部と工学部から合計3名の教員が参加し“Issues in Designing Interfaces for Visually Impaired Users” (Rosemary R. Seva)、“The tetrahedron Lie Algebra and a Family of Q-polynomial Distance-regular Graphs” (Alrene A. Pascasio)など情報工学から数学理論に渡る広範な発表が行われた。また接合科学研究所、大阪大学工学研究科からは“Laser Direct Joining of Metal and Plastic” (Yousuke Kawahito)など溶接・接合、材料科学に関する4件の発表が行われた。工学研究科からは大学院生約15名も出席し、盛大なワークショップとなった。



図 3-14 デ・ラ・サール大学とのワークショップと施設見学

この他、接合科学研究所ではインターンシップ協定の締結を基に、同研究所における学生の短期受け入れも実施予定である。本年度は、香港城址大学とインターンシップ協定が締結され、8月に1名の学生をインターンシップ生として研究所に受け入れた。さらに平成26年度以降も不定期的に2-3ヶ月程度の短期間で学生が接合科学研究所に派遣される予定である。これまで接合科学研究所では、教員または博士以上の研究者の交流が主となっていたが、各大学との学術交流協定の締結により、今後は学生を含めたより若い研究者の相互交流も視野に入れた活動が可能となり、研究機関として、グローバルに活躍する若手研究者の育成にも貢献できるものと考えている。

3-3-2 国際共同研究等の実施について

本年度は上述した学術交流協定の締結やワークショップ等の開催を通し各大学・機関との情報共有を活発に行った結果、それぞれ、タイのモンクット王トンプリ工科大学、ベトナムのハノイ工科大学、そしてマレーシアのマラヤ大学との間で合計3件の国際共同研究活動が開始された。国際共同研究では、研究課題に対して主に接合科学研究所からパートナー大学への技術移転や機材・設備提供（環境の提供）に関する協力が行われる。また各大学・研究機関からは地域特有の課題や対策を含んだ研究課題の共有が行われ、研究者間での活発な交流の下、研究が進められる。国際共同研究の実施は、各国大学の研究能力強化を促進するものであり、長期的には各国の有能な研究者との交流を通して日本の大学機関の研究活動の拡大と発展に大きく貢献するものと考えている。

モンクット王トンプリ工科大学との共同研究は「被覆アーク溶接棒のアーク現象に関する研究」をテーマに行われており、モンクット王トンプリ工科大学、接合科学研究所の他、タイコウベウエルディング社が参加した産学連携による研究体制となっている。尚、タイコウベウエルディング社は、後述するカップリング・インターンシップ（CIS）のタイCIS受け入れ企業であり、CIS活動を通して共同研究協議が実現したものである。本共同研究は1年間の計画で、企業からはテスト用被覆アーク溶接棒の提供と研究資金の補助が行われる。モンクット王トンプリ工科大学では主に高速度カメラによるアーク現象の観察などが行われ、接合科学研究所では画像解析によるアーク現象の解析が実施される。

ベトナムのハノイ工科大学とは国際協力機構（JICA）が実施している「アセアン工学系高等教育ネットワーク（AUN/SEED-Net）」事業からの支援を受け、「プラズマアーク溶接による船舶の排気バルブ修理に係る研究」が行われる。本研究は2年計画の研究であり、ハノイ工科大学と接合科学研究所、またベトナムの造船企業が共同で実施する産学連携による研究である。ハノイ工科大学が主体となって技術開発を実施し、接合科学研究所は技術指導など補助的な役割として参加する。AUN/SEED-Net 事業からの資金支援に加え企業からも研究資金協力が行われ、本研究によって確立された技術はベトナムの船舶産業発展のために活かされることが期待されている。

更に、マレーシアのマラヤ大学とは1年間の計画で「複合シートの摩擦攪拌溶接（FSW）に関する研究」をテーマに共同研究が開始された。マラヤ大学と接

合科学研究所が共同で複合シートの溶接状況について調査を行う研究である。マラヤ大学では特に接合部の構造や強度についての調査を行い、接合科学研究所と共同で接合部の解析を実施する。FSWの機材については接合科学研究所の設備を利用予定である。本研究では最終的に共同論文の執筆を計画している。

グローバルネットワークの構築活動を通じた国際共同研究の実施は本事業の成果として目指すところであるが、研究の実施には資金獲得が必要であり、今後も双方が多様なスキームを利用して模索する必要がある。国際共同研究を継続して発展させるためには産学連携による企業からの研究資金支援の他、JICAのAUN/SEED-Net事業などの活用が有効と言える。AUN/SEED-Netはアセアン地域における工学系大学の研究能力、高等教育能力の強化を目的とした事業であり、アセアン諸国のメンバー大学と日本のメンバー大学、また各国企業なども巻き込んだネットワーク構築への支援を行っているものである。本年度はハノイ工科大学との共同研究1件のみがAUN/SEED-Netの支援を利用した共同研究として開始したが、来年度以降は他の国際共同研究においても活用を検討している。尚、接合科学研究所ではこの他、AUN/SEED-Netの教員短期派遣事業で、ハノイ工科大学から教員1名を受け入れる予定である。

3-4 大学間グローバルネットワーク構築に係る来年度の方針

平成26年度は、既に学術交流協定を締結した各国大学・研究機関を中心にワークショップの開催と人的交流を更に活発化すると共に、国際共同研究の発展・深化を目指した取り組みを予定している。そのため、今後は広域アジア域内における横方向の交流展開を重要な取り組みとして位置づけ、接合科学研究所を軸とした域内での接合・材料科学に係る連携強化を促進する。また、広域アジア地域におけるネットワーク基盤を強固にするため、域内の新規大学・研究機関の開拓と学術交流協定の締結にも並行して取り組む。更に、これまで、同研究所の施設・設備を利用した実験、研究を希望する声が多く聞かれたことから、今後は各国大学・研究機関との双方向交流の活発化を目指す。

3-5 小括

本年の活動においては、学術交流協定締結済みの各パートナー大学・研究機関からも積極的に人的・研究交流のアプローチを受け、双方の理解を順調に深めることが出来たと考えている。広域アジア地域の各機関との密接な交流により、溶接技術・材料科学に関する現地ニーズが徐々に明らかになるとともに、現地での研究環境の未整備、資金不足による研究活動の停滞、またそれによって有能な研究者の活躍が制限されていることなど、実質的な各国固有の課題も見えてきた。そうした状況に対して、接合科学研究所としては引き続き積極的な双方向交流を行い、接合・材料科学の分野において当研究所を国際連携拠点とした横断的ネットワークの構築を図ることで各大学・研究機関のみならず、現地日系企業における有益な活動基盤が整うものと確信している。

4. 極限環境に適合可能なグローバル接合技術基盤の構築（ものづくり事業）

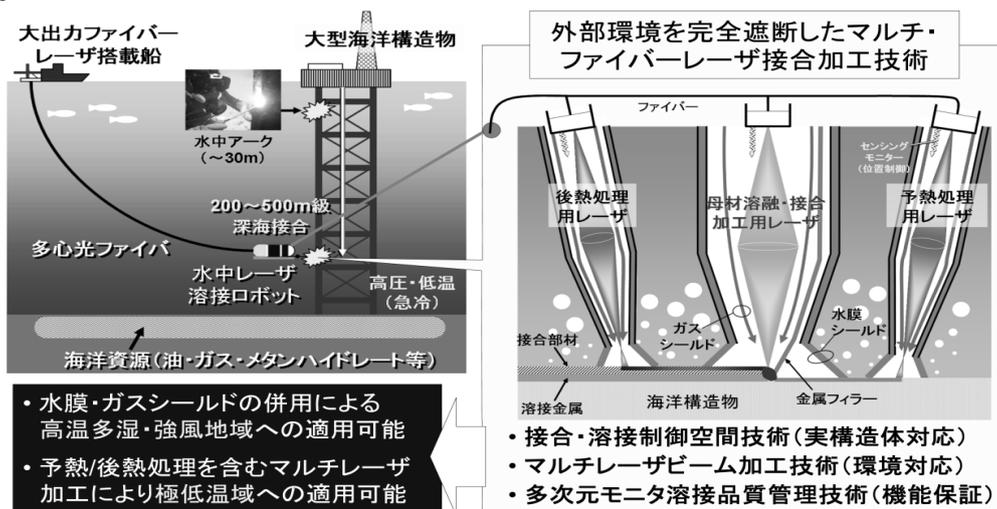
4-1 ものづくり事業の目的

広域アジア（極東ロシア・東南アジア・インド・西アジア）は、輸送機器や電子部品などに係る日系製造企業の集積地であり、昨今の超円高の長期化に伴う現地企業の役割は重要性を増す中、製造業における生産性や品質を下支えする接合・溶接技術の高度化が強く求められている。また、同地域は、油田、ガス田、レアメタルなど資源の宝庫であり、これらの精製・生産・搬送に係る設備の現地生産や補修においても、接合・溶接技術は必要不可欠である。しかしながら、対象とする広域アジアでは、高温多湿、極寒冷、強風など日本とは、顕著に異なる多様な極限環境・気象変動が混在しており、同域での日系企業の持続的発展には、上記の外部環境変化に適合可能な高度接合技術基盤の早期実用化が不可欠である。特に、深海対応接合技術は我が国においてもメタンハイドレードなどの資源確保に向けた海洋構造物の開発や原子力発電所の補修、廃炉解体作業において必要不可欠であり、その学術基盤を創設する意義は極めて大きい。

以上のようなことから、外部環境変化に影響されない、いかなる環境でも対応可能な革新的な接合法・材料開発を行う。

4-2 水中レーザー加工技術の概要と開発スケジュール

海洋資源の探索・開発を進めるための海洋構造物の建造・補修を支援するため、図 4-1 のような海水中での接合・溶接技術の確立を目的として、高圧・低温・水流など複雑・多様な環境変化を含む深海対応接合技術の研究などに取り組む。



以下に、本研究開発の目標スケジュールをまとめて示す。

- 平成 25 年度 ・ 大気環境下のレーザ溶接基本技術開発
 ・ 水中における大気環境確保技術の開発（水深 50 cm）
- 平成 26 年度 ・ レーザ加工ヘッドの水没実験（水深 1 m）
- 平成 27 年度 ・ レーザ加工ヘッドのコンパクト化（水深 10 m）
- 平成 28 年度 ・ プロトタイプレーザ加工ヘッド開発（水深 10 m・耐圧 50 m）
- 平成 29 年度 ・ 大型水槽を利用したフィールドテスト

4-3 大気環境下のレーザ溶接基本技術開発

4-3-1 高輝度・高出力レーザ -最近のレーザ発振器の動向-

従来のレーザ溶接に使用される主なレーザ熱源としては、炭酸ガスレーザおよび YAG (Yttrium Aluminum Garnet) レーザが挙げられる。炭酸ガスレーザは、波長 9.4 μm から 10.6 μm の波長を有し、ビーム品質 BPP (Beam Parameter Product) が 3mm*mrad から 15 mm*mrad と優れ、波長 9.4 μm の場合、低パワーのパルス照射では、100 μm 程度のスポット径に集光でき、高パワーで連続照射では、約 0.6 mm 程度に集光され、高パワー密度が実現できる。また、大出力化も進み、45 kW の大出力レーザ発振器が製造された。しかしながら、波長が 10 μm 帯であるため、ファイバ材料である石英ではレーザが吸収され、ファイバ伝送できない。そのため、装置のサイズやレーザ光の取り回しなど、生産現場での自由度・柔軟性に制限がある。さらに、大出力レーザ溶接で Ar シールドガスを使用すると、Ar プラズマが発生し、逆制動放射過程により入射レーザ光が減衰し、浅い溶込みしか得られなくなるなどの課題がある¹⁾。一方、YAG レーザでは、波長が 1.064 μm であり、ファイバ伝送が可能で、自動化やロボット化に対応しやすく生産技術的に優れたレーザ熱源である。しかしながら、ビーム品質 BPP が 25 mm*mrad から 100 mm*mrad と集光性があまり良くなく、高出力で使用する際は 0.6 mm 前後のスポット径に集光されることが多い。また、発振効率は、炭酸ガスレーザが 10 %以下であり、YAG レーザはさらに悪く 2 %程度と欠点がある²⁾。

そこで、新しいレーザ光源として半導体レーザが登場した。波長は 0.8 μm から 1.03 μm の近赤外域であり、ファイバ伝送可能で、発振効率が 20 %から 35 %と良いので、電源装置や冷却装置が小型化でき、加工システム自身も小型化が容易である。また、大出力化により、最大 10 kW のものまで市販されている³⁾。しかしながら、ビーム品質は、スロー角とファスト角の異方性をもち、BPP が 300 mm*mrad と悪く、薄板の溶接やブレイジングに用いられている⁴⁾。また、最近では、ファイバ伝送タイプも市販化され、kW 級の出力で 0.2 mm のファイバで伝送可能となり、ビーム品質も大幅に改善され、20 mm*mrad が登場しており、注目すべきレーザ光源のひとつである。

そして最近、最も注目されているレーザは、高輝度・高出力レーザ（ファイバーレーザおよびディスクレーザ）である。波長は YAG レーザに近い 1.03 μm および 1.07 μm あり、光ファイバ伝送が可能である。ファイバーレーザのビー

ム品質は、2 mm*mrاد から 12 mm*mrاد と炭酸ガスレーザーと同等以上に優れ、ディスクレーザーもまた 8 mm*mrاد から 12 mm*mrاد と高ビーム品質となっている。最近では、ファイバーレーザーは 100 kW（市販されたレーザーの最大出力は 50 kW）の大出力化を達成している。また、ディスクレーザーは 16 kW まで開発が進んでおり、レーザー光を集光したスポットでは超高パワー密度を実現できる。また、発振効率もファイバーレーザーが 21 %、ディスクレーザーが 22 % と良く、レーザー溶接用熱源として適している⁴⁻⁶⁾。

以上に述べた最近のレーザー発振器の動向についてまとめたものを表 4-1 に示す。

表 4-1 最近のレーザー発振器の動向

レーザー種類	波長 [μm]	ビーム品質 [mm·mrad]	変換効率 [%]	大出力化最大[kW] (市販[kW])	伝送法	出力安定性 [%]	発振器寸法 (床[m]@10kW)
Disk	1.03	8-12	21(実測)	16(16)	fiber	<2	3 × 1.5
Fiber	1.07	2-12	22(実測)	100(50)	fiber	<2	2 × 1
CO2	9.4-10.6	3-15	10	45(16)	mirror	<10	5 × 1.5
YAG	1.06	25-100	2	10(4)	fiber	<5	6 × 1
LD	0.8-1.03	20-100(※300)	20-35	10(10)	fiber(※direct)	<2	1 × 1

4-3-2 高輝度・高出力ファイバーレーザー溶接現象の解明

一般的な鋼材であるステンレス鋼 SUS304 に対して、レーザーパワー6 kW、供試材表面をディスクレーザービームの焦点位置とし、シールドガスにアルゴンを用いた状態で、溶接速度を 25 mm/s から 250 mm/s まで増加させて、レーザー溶接を行った。得られた典型的な溶接ビードの表面外観および断面形状を図 4-2 に示す。

Laser power: 6 kW, Defocus position: ±0 mm, Incident angle: 0°, Shielding gas Ar					
Welding speed	25 mm/s	50 mm/s	100 mm/s	150 mm/s	250 mm/s
Weld bead appearance 3 mm					
Cross Section weld metal 3 mm 1 mm					
Penetration depth	7.1 mm	6.1 mm	4.7 mm	3.2 mm	2.6 mm

図 4-2 高輝度・高出力ファイバーレーザーを用いた溶込み

溶込み形状は、溶接速度 50 mm/s 以下では、従来のレーザー溶接時に得られるようなワインカップ状を呈していた。一方、溶接速度が 150 mm/s 以上では溶込み形状はワインカップ状とは異なり、ビード表面の幅が狭い矩形となっていた。

溶接欠陥ポロシティに関しては、溶接速度 50 mm/s 以下では溶接部金属部に存在が確認されたが、速度 100 mm/s 以上では溶接部では確認されなかった。

余盛については、溶接速度 100 mm/s 以下で形成されていたが、150 mm/s 以上ではアンダーフィルとなっていた。

溶込み深さについては、1つのビードあたり3断面を測定し、その平均値を求めた。溶接速度の減少に伴い溶込み深さは増加し、溶接速度 25 mm/s で最大の溶込み深さ 7.6 mm が得られた。

よって、本溶接条件下では、良好な溶込みと溶接欠陥が溶接速度を変えることで発生することがわかった。

溶接速度によって溶接欠陥ポロシティやアンダーフィルの異なる溶接部が得られた要因を溶接現象から検討するため、溶接部の相違が顕著であった溶接速度 25 mm/s から 150 mm/s についてレーザー溶接中の熔融池の表面、レーザー誘起プルームおよび X 線透視による熔融池内部のキーホール挙動について高速度観察を行った。各溶接速度における観察結果を図 4-3 に示す。最も深い溶込みが得られたが、溶接金属部にポロシティが生じていた溶接速度 25 mm/s では、レーザー誘起プルームは供試材表面で青白い光を発しているものや、レーザー光軸上に沿って立つ黄色気味の橙色のもの、およびレーザー光軸上に限らず幅広い方向に向きを変えながら噴き上がるものなど様々な挙動が確認された。なお少量であるがスパッタも発生していた。X 線透視像ではキーホール口から真下に向かってキーホールが伸びている様子が確認された。キーホールは供試材表面から 4 mm 下の位置までキーホール径 0.6 mm の円柱形をしており、4 mm 以下では先端に向かって細くなっていた。また、キーホール先端からは断続的に気泡が発生し、湯流れを受けて熔融池内を移動した後、凝固界面にトラップされてポロシティとして残存する様子が確認された。ただし、キーホールの先端部以外から気泡が発生している様子は確認されなかった。

溶込み断面観察からポロシティやアンダーフィルが見られず、良好な溶接部の得られた溶接速度 100 mm/s では、レーザー誘起プルームは、溶接速度 25 mm/s や 50 mm/s の場合に比べてレーザー光軸上に沿って立つ黄色気味の橙色のプルームが明確に観察された。X 線透視像によるキーホール形状については、溶接速度 25 mm/s および 50 mm/s ではキーホール口からキーホールが先端まで真直ぐに伸びていたのに対して、溶接速度 100 mm/s ではキーホールはやや斜めになり、先端がキーホール口の位置よりも後方に移動していた。特に、キーホール先端近傍 1 mm 程の部分では特に大きく後方に曲がっている様子が確認された。

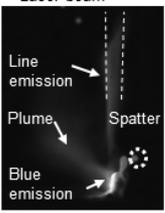
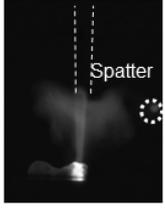
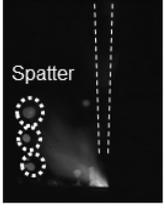
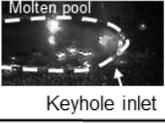
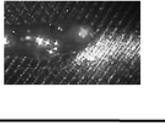
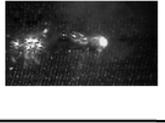
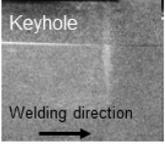
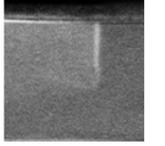
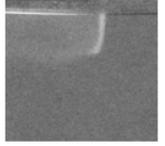
Laser power: 6 kW, Defocus position: ± 0 mm, Incident angle: 0°, Shielding gas Ar				
Welding speed	25 mm/s	50 mm/s	100 mm/s	150 mm/s
Laser-induced plume 3 mm				
Molten pool on top surface 2 mm				
X-ray transmission 3 mm				

図 4-3 高輝度・高出力ファイバーレーザ溶接現象の高速度観察結果

ここで、キーホール先端が湾曲する原因について考察する。CO₂ レーザと異なり、本研究で用いたディスクレーザは波長が 1030 nm であるため、レーザ光はプラズマ吸収しない。そこでレーザ光の吸収はフレネル吸収が支配的であると考える。レーザ貫通溶接において、キーホール内に照射されたレーザ光はキーホール前壁で反射および吸収され、キーホール前壁でのレーザ光の吸収率は 60% ~ 80% 程度だと言われている⁷⁾。またシミュレーションモデルを用いた考察もなされており、部分溶込み溶接ではレーザ光の大部分がキーホール前壁およびキーホール底で吸収されると考えられる⁸⁾。高速溶接では、キーホール前壁が完全に熔融する前にレーザが前方に移動すると考えられるため、レーザ光はキーホール前壁面に集中する。キーホール前壁面に照射されたレーザ光はフレネル反射し、キーホール底後方に集中し、キーホール先端が大きく後方に曲がると考えられる。一方、低速溶接では、レーザのスポットがキーホール中心に来るため、レーザ光はキーホール内を直進する。したがって低速溶接では、キーホールがキーホール口から真下に向かって伸びていると考えられる。その模式図を図 4-4 に示す。

一方、アンダーフィルが生じていた溶接速度 150 mm/s では、レーザ誘起プルームの明確な相違点として供試材表面のレーザ照射位置から斜め後方へ噴き上がっている様子が確認された。これは、溶接速度が高速であるため、キーホール前壁が完全に熔融する前にレーザが前方に移動し、レーザ光はキーホール口付近の前壁面に集中し、後方に向かって金属蒸気が噴出するためと考えられる。その模式図を図 4-5 に示す。一方、低速溶接ではキーホール前壁および底で金属蒸気が発生するため垂直なプルームが観察されたと考えられる。

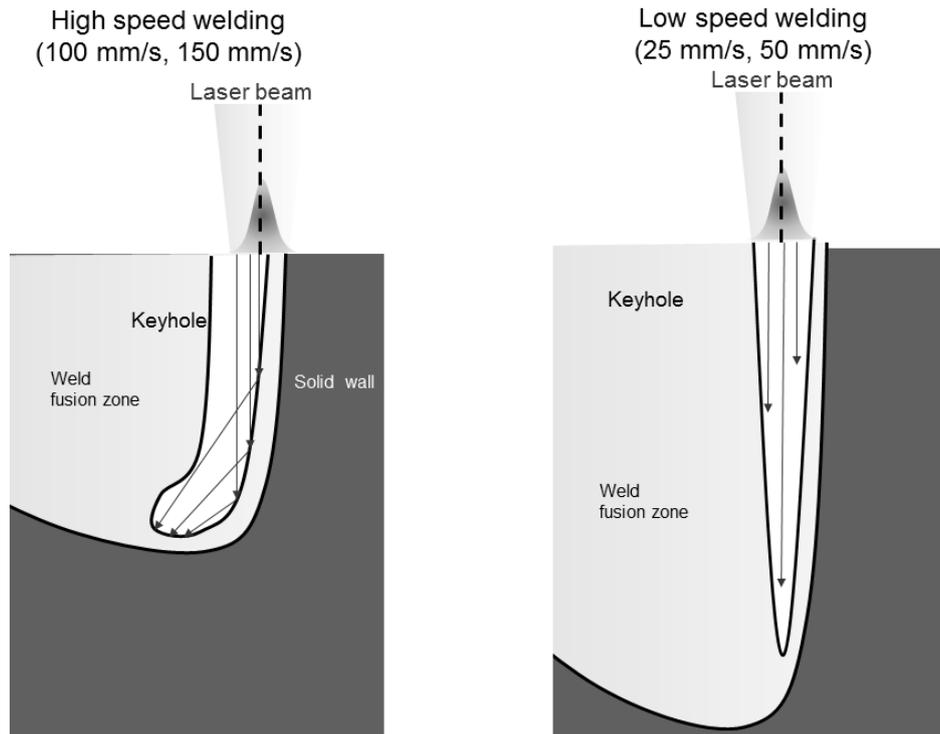


図 4-4 溶接速度によるキーホール形状への影響

溶接速度 150 mm/s では、キーホール口の後方では融液が供試材表面から 1 mm 程度持ち上げられ、それがレーザ誘起プルームの流れに沿う方向に引きちぎられるようにして、スパッタとして飛散している様子が多数確認された。また、溶融池の表面でのキーホール口は溶接方向に長い楕円状になっており、X 線透視像によるキーホール形状については、溶接速度 100 mm/s の場合と同様に、やや傾いて、キーホール先端 1 mm 程の部分が大きく後方に曲がっている様子が確認された。

以上の結果から、溶接速度の変化に伴ってプルーム挙動やキーホール形状が大きく変化することが確認できた。

続いて、溶融池内部の湯流れの詳細を明らかにするために、2 組の X 線透視撮像系を用いた高速度観察による溶融池内部の湯流れの 3 次元可視化を行った。通常、溶融池の内部の湯流れの様子は、X 線透過観察装置を用いても明瞭には観察できない。これは液体金属同士では密度差がほとんどなく、X 線透過率に差が出ないためである。そこで、湯流れ状態を可視化するためのトレーサとして、直径 0.5 mm の超硬合金球を埋め込んだ供試材に対してメルトラン溶接を行った。図 4-6 に二組の X 線透視撮像系を用いた典型的な観察結果、およびこれら 2 組の動画から作成されたトレーサの軌跡を示す。

供試材表面から下に 2 mm の位置に埋め込んだトレーサは、まず溶融池内に取り込まれてすぐにキーホール傍を通過した後、溶融池の下方へ向かい、キーホール先端付近からは溶融池の底部を沿うように後方へと移動するという挙動が示された。その後、トレーサは凝固界面にトラップされたと見てとれる。

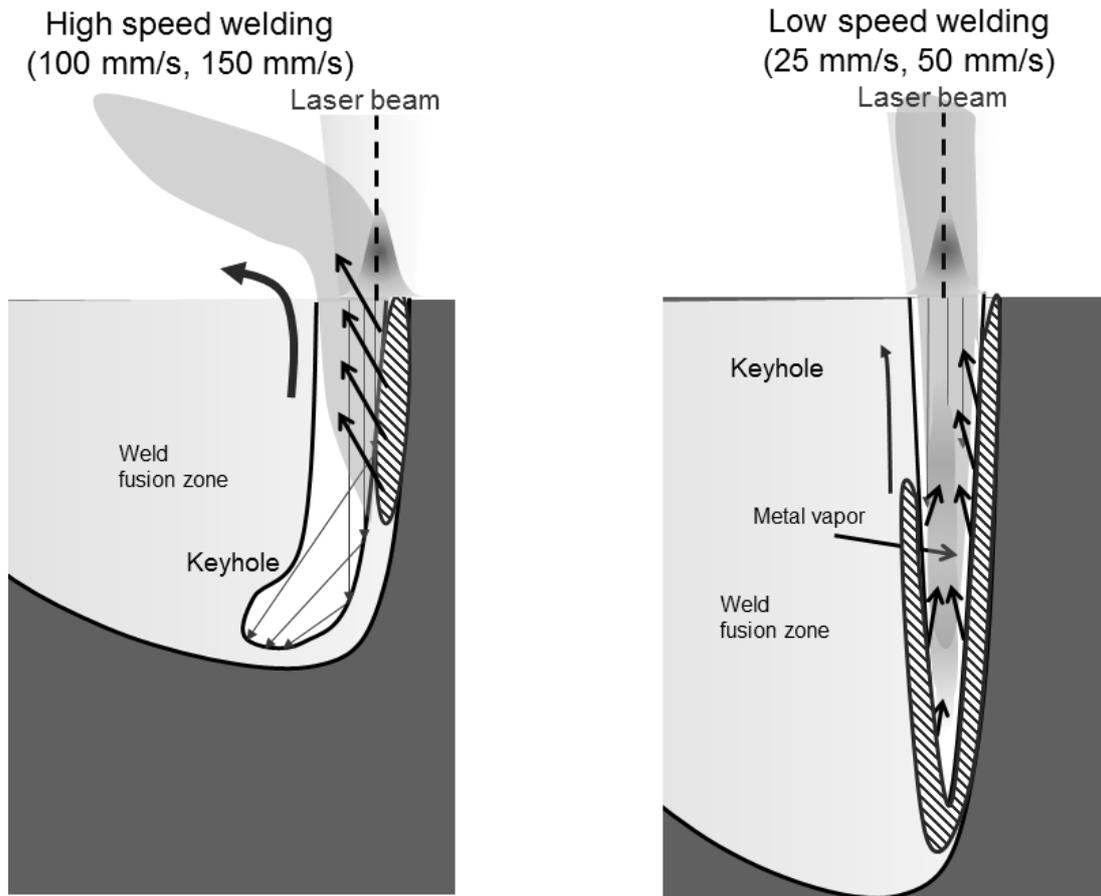


図 4-5 キーホールと金属蒸気の関係

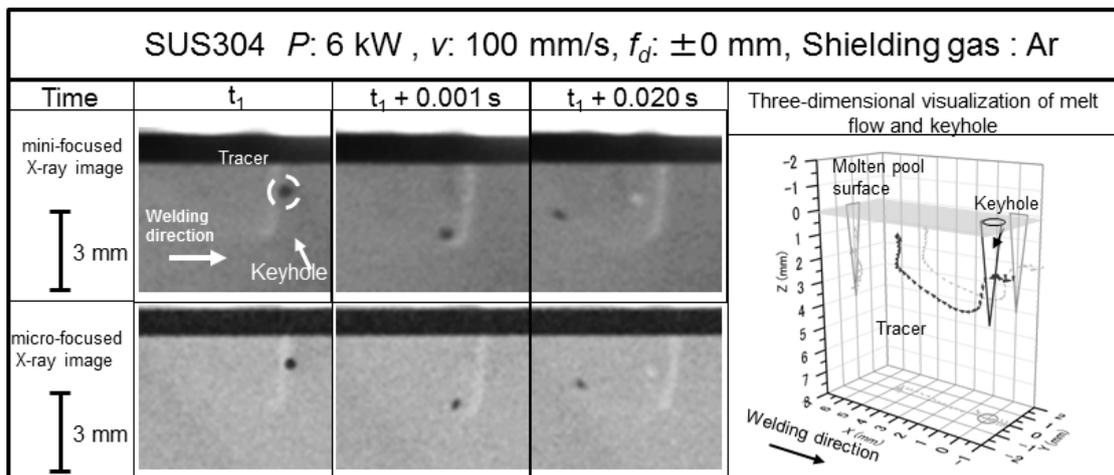


図 4-6 二組の X 線透視撮像系を用いた典型的な 3 次元観察結果

続いて、異なるトレーサの埋め込み位置による結果を図 4-7 に示す。供試材表面から 1 mm の位置にトレーサを埋め込んだ場合、トレーサがキーホール口付

近を通過した後、キーホールに沿って供試材表面に押し上げられ、表面から約 1 mm ほど持ち上がったのち、融液にトラップされる様子が確認できた。一方、供試材表面から 2 mm および 3 mm の位置に埋めこんだトレーサは、キーホール先端付近に接近した後、熔融池の底部を沿うように後方へと移動するという挙動が示された。どの埋め込み位置においても、溶接方向に垂直方向への流れは確認できなかった。これらの観察結果から、湯流れは一定方向の流れではなく、キーホール口付近と熔融池の底部で強い流れが存在することが確認できた。

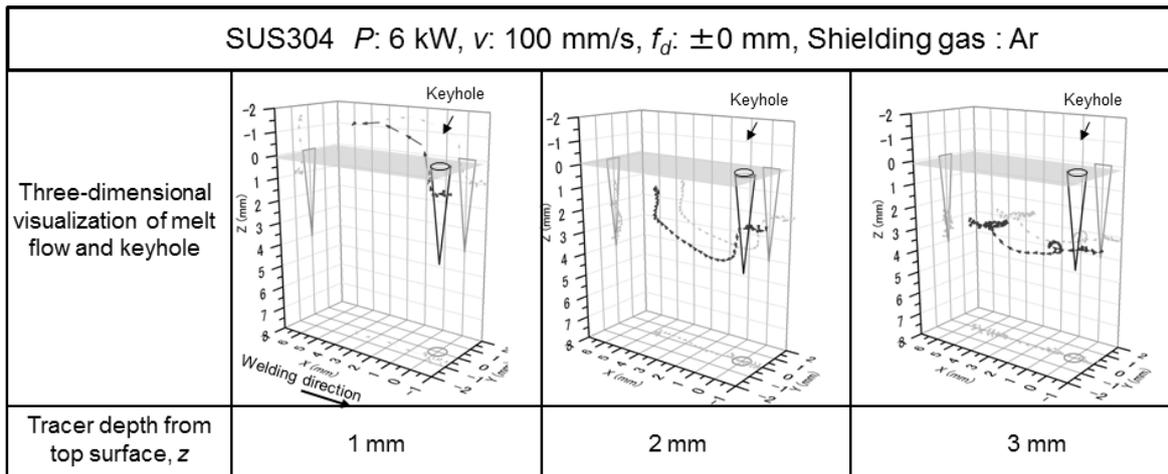


図 4-7 熔融池の各深さにおける 3 次元 X 線透視観察結果

続いて、熔融池内部の湯流れを詳細に理解するために、溶接速度 100 mm/s におけるトレーサ軌跡を同一グラフ上にまとめたものを図 4-8 に示す。図 4-8 が示すようにキーホール口付近の上向きの強い流れによって供試材表面に押し上げられたトレーサは後方に流れた後、再び供試材内部に潜り込む様子が確認できる。このことからキーホール口付近を起点とした反時計回りの湯流れが熔融池上部に存在していると言える。

一方、キーホール先端付近のトレーサは熔融池の底部を沿うように熔融池後方に流れたのち、凝固界面にトラップされるものと、上方に移動し再びキーホールに近づくものがあった。このことから、熔融池底部には、キーホール先端付近を起点とした後ろ向きの流れが存在していることが確認できる。加えて、アーク溶接におけるマランゴニ対流のような、溶接方向に垂直の方向 (Y 軸) での流れはほとんど確認できなかった。これは、レーザ溶接では溶接部の幅が狭く、観察できるような大きな流れが存在しないためだと考えられる。

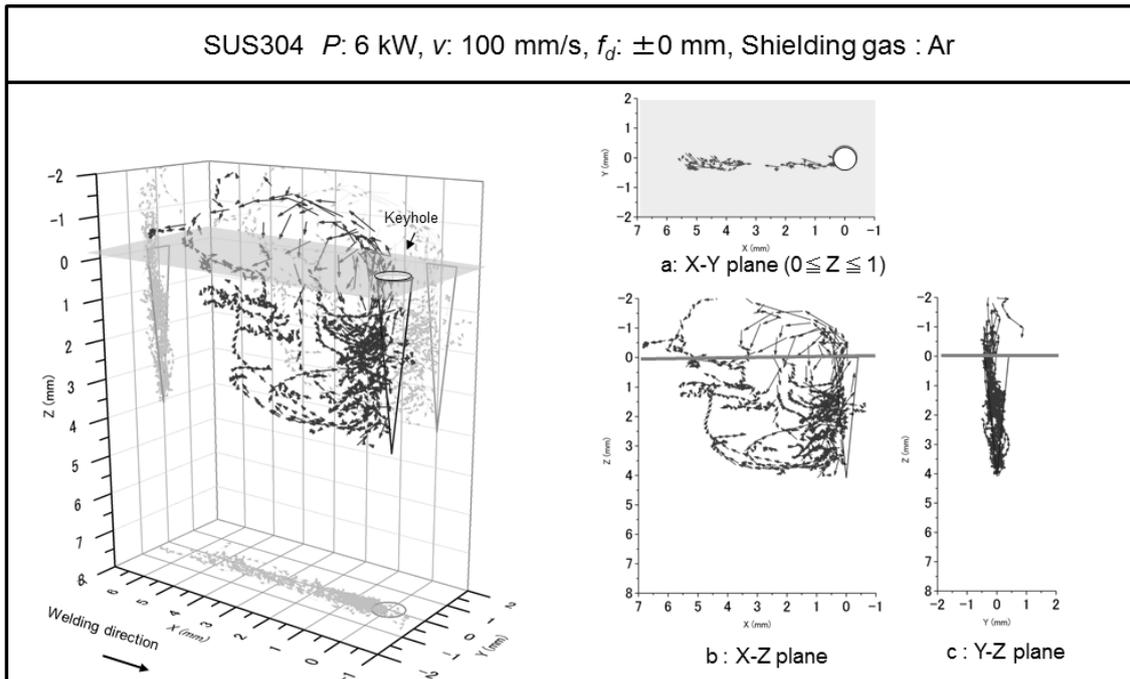


図 4-8 溶融池内部の 3 次元的な湯流れの様子

以上、溶融池内部の観察結果から、溶融池上部にはキーホール口付近を起点とした流れが確認された。この流れは従来から報告されているキーホールからの金属蒸気の噴出に伴うせん断力による流れであると考えられる。また、キーホール先端付近には溶融池後方向への流れが確認された。キーホール先端付近の流れの主要因は以下の原因が考えられる。

- ・ キーホール前壁で溶融した金属の湧き出し
- ・ マランゴニ対流（表面張力対流）
- ・ キーホール内で蒸発した金属の反跳力

まず、キーホール前壁で溶融した金属の湧き出しについて考察する。キーホール前壁ではレーザー光を吸収した金属が溶融している。キーホールが前方向にすすむにつれてキーホール前壁で溶融した金属は、キーホールと固体壁面に挟まれるためキーホール前面から後方の溶融池に流出する。融液の流出経路は 3 種類考えられる。その模式図を図 4-9 (a) に示す。キーホール上部から流出する場合 (①)、試料表面から融液が湧き上がり溶融池後方に流れると考えられるが、高速度カメラによる表面観察では確認できなかった。キーホール側面から流出する場合 (②)、キーホール側面と側面の固体壁面の間から融液が流出する。X 線透過観察からはキーホール側面から後方へ向かう一様な強い流れは確認できなかった。キーホール先端付近から流出する場合 (③)、キーホール先端と底部の固体壁面の間から融液が流出する。キーホール先端付近には、後方への強い流れが確認された。キーホール先端付近の強い湯流れは、キーホール前壁の融液の流出による流れの可能性が考えられる。

続いて、マランゴニ対流について考察する。アーク溶接時の湯流れ・対流については種々検討されおり、通常、電磁力と表面張力の影響が大きいことが報告されている^{9,10}。レーザ溶接では、アーク溶接と異なり大きな電流は流れないため、大きな電磁力は発生しない。レーザ溶接時の表面張力による湯流れについて計算した結果によると、融液は表面張力の温度勾配が負の場合表面近傍においてキーホール口から後方周囲へ流れ、正の場合、逆にキーホール口に吸いこまれるように流れることが示され、熔融部の周囲や底部での流速は遅いことが報告されている¹¹。このような結果は、今回のレーザ溶接において熔融池底部で観測された速い流れとは一致しない。このことから、レーザ溶接時には表面張力による対流はあまり顕著でないものと考えられる。

次に、キーホール内で蒸発した金属の反跳力について考察する。本研究で用いたディスクレーザは波長が $1.03 \mu\text{m}$ であるため、レーザ光はプラズマ吸収しない。そこでレーザ光の吸収はフレネル吸収が支配的であると考えられる。キーホール内に侵入したレーザ光はキーホール壁面で吸収され、金属蒸気を発生させる。その模式図を図 4-9 (b) に示す。蒸発した金属の反跳力により、キーホール壁面の融液に下向きの力が発生する。キーホール壁面で発生した下向きの流れは、固体壁面によってキーホール先端付近に集約することにより、キーホール先端付近の強い湯流れが観察されたと考えられる。

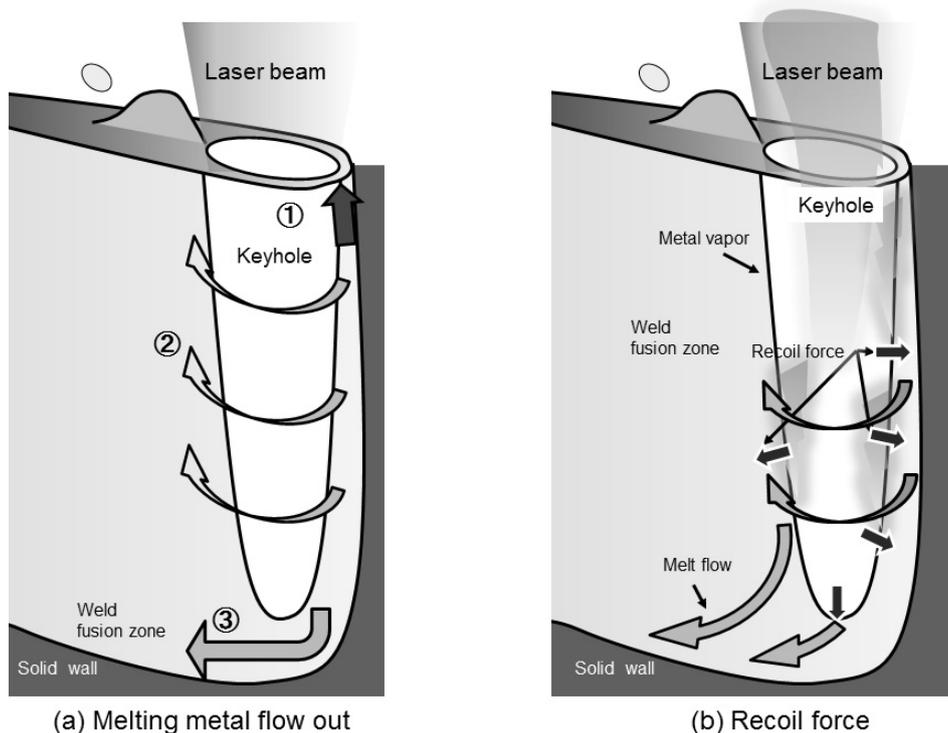


図 4-9 キーホール周辺部の湯流れと蒸発反力の模式図

以下の考察から、キーホール先端付近の湯流れは、キーホール前壁で熔融した金属の湧き出し、もしくはキーホール内で蒸発した金属の反跳力によるものであろうと考えられる。

最後に、一般に、鋼の TIG 溶接では熱伝導よりも対流によるエネルギー輸送が支配的になることはよく知られている¹²⁾。熱伝導と対流のどちらが支配的な機構として働いているかを示す指標としてペクレ数 Pe がある。ペクレ数は対流によって運ばれる熱量の大きさと熱伝導の大きさの比を示す無次元数であり、次式(1)となる。定性的にはペクレ数が 10 以上になると対流の寄与率が大きくなるとされている。

$$Pe = \rho C_p U L_0 / K \quad (1)$$

ただし、

C_p : 定圧比熱, ρ : 流体密度, L_0 : 代表長さ, U : 代表速度, K : 熱伝導率

SUS304 における各種物性値 (C_p : 6.45×10^2 J/kgK, ρ : 8×10^3 kg/m³, K : 28 J/msK) を用い、代表長さ L_0 をレーザー溶接時におけるビード幅 1 mm とし、ペクレ数が 10 以上になる速度領域を求めると、 $U \geq 12$ mm/s となる。これまでに観察されている SUS304 に対するレーザー溶接時における対流の速度は場所によっても異なるが、約 200~800 mm/s であり、レーザー溶接では熔融池におけるエネルギー輸送に関して対流熱輸送が支配的であると考えられる。よって、レーザー溶接における溶込み深さ、溶込み形状および熔融池形状に関して、湯流れによる対流熱輸送の影響は無視できないといえる。そこで、湯流れが熔融池形状に与える影響を考察する。キーホール先端では、レーザー光が集中しやすく入熱量が多い。低速溶接では熔融池下部の湯流れが強いため、キーホール先端で暖められた融液は熔融池下部を循環しやすい。そのため、熔融池下部では常に対流熱輸送が発生し、高温になりやすい。したがって、溶接速度 25 mm/s における熔融池形状は図 4-10 のようになると考えられる。

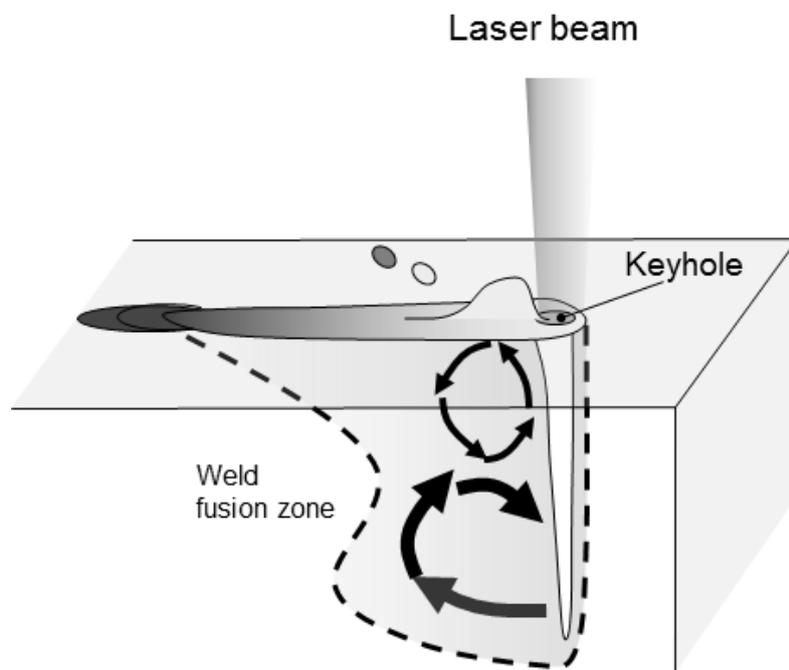


図 4-10 湯流れと熔融池形状の模式図

4-4 水中における大気環境確保技術の開発

4-4-1 文献調査

水中における大気環境確保技術について、主要なジャーナルの文献調査を行い、13 件文献を選出した。内容についてまとめると、大気環境確保に必須となる水膜に関する知見および条件、水中レーザー加工の可能性と有効性（工期短縮と工事従事者の安全）と応用展開（原子力等）について報告されていた。下記に主な 4 件を示す。

表 4-2 文献調査結果

No	文献	概要
1	<p>Title: Underwater Welding-Present Status and Future Scope</p> <p>Author: J. D. Majumdar</p> <p>Journal: Journal of Naval Architecture and Marine Engineering, 3 (2006), 39-48</p>	<p>水中溶接は経済的な技術であることが述べられ、水による高圧や冷却、ドライバーの危険などの問題点を指摘している。また、現在の水中溶接技術をまとめると、水中溶接は Wet welding と Dry welding に分類され、従来の水中溶接としては Shielded Metal Arc Welding (SMAW)、Flux Cored Arc Welding (FCAW)、Tungsten Inert Gas Welding (TIG、GTAW) が挙げられる。さらに、先進水中溶接として Fiction Welding (FRW)、レーザー溶接などがあり、溶接法を簡単に紹介している。これまでの結果を踏まえて、良い水中溶接方法とその適用やこれからの研究方向についても言及されている。</p>
2	<p>Title: Effect of underwater local cavity welding method condition on diffusible hydrogen content in deposited metal</p> <p>Author: D. Fydrych, G. Rogalski,</p> <p>Journal: Welding International, 27-3(2013), 196-202</p>	<p>部分空洞溶接は水中溶接として可能性が大きく、大気溶接とほぼ似ている溶接性が期待できる。また、文献検索と予備実験結果を用いて様々な溶接条件における溶接特性についてもことが報告されている。</p> <p>具体的な一例を挙げると、アーク電圧、水中塩分、溶接速度、溶接電流が増加すると拡散性水素の量も増加すること。一方、フリーワイヤ長さ、保護ガスの流量、ゴムバンドの回線の数が増加すると拡散性水素の量は減少すること。溶接条件によって拡散性水素の量は 4.73~17.49 mL/100gFe であることが報告されている。</p>
3	<p>Title: Enhancement of Surface Properties of Metal Materials by Underwater Laser Processing</p>	<p>水中レーザークラディングや水中レーザーピーニングに関する文献である。具体的には、Ar ガスを用いて部分空洞を保ち、レーザークラディングを行い Corrosion-resistant cladding (CRC) layer をつくれることが報告されている。また、レー</p>

	<p>Author: Y. Sano, N. Mukai, Y. Makino, M. Tamura, M. Obata, M. Yoda, S. Shima, H. kato</p> <p>Journal: The Review of Laser Engineering, (2008), 1195-1198</p>	<p>ザピーニングした SUS304 試料が、曲げ試験で評価して、ピーニングをしてない試料より非常に優秀な結果が確認された。水中レーザ溶接とレーザピーニング技術は応力腐食割れや疲労割れの予防が可能で、リモート加工が可能な優れる特性がある。また、レーザ微量分析、レーザクリーニングなども開発されている。</p>
4	<p>Title: Development of Underwater Laser Cladding and Underwater Laser Seal Welding Techniques for Reactor Components</p> <p>Author: T. Hino, M. Tamura, Y. Tanaka, W. Kouno, Y. Makino, S. Kawano, K. Matsunaga</p> <p>Journal: Journal of Power and Energy Systems, 29(2009), 51-59</p>	<p>原子炉内部の応力腐食割れ(SCC)を修理するため水中溶接技術開発の文献である。割れ部の修理のため Alloy600 を用いてノズルと PWR 原子炉容器の安全端を溶接し、その上に耐食性向上のため Cr 含量が高い Alloy690 を利用してクラッド溶接を行った。特に ERNiCrFe-7 と ERNiCrFe-7A の金属ワイヤを用いて Alloy600 上にクラッド溶接を実施した結果、両方高温割れやポロシティがない良好なクラッド溶接ビードが得られたことが報告されている。また、SUS304L 母材に ERNiCrFe-7A を直接にクラッド溶接した場合は多量の割れが生成し、Y309L を用いてバリア層としてクラッド溶接を行った後 ERNiCrFe-7A クラッド溶接した場合は割れない溶接ビードが得られた。さらに、SCC の漏れ止め溶接として多重層クラッド溶接を行った結果良好なクラッド層が得られた。</p>

4-4-2 特許調査

水中における大気環境確保技術に関する特許調査を行った。調査方法は、特許電子図書館 (<http://www2.ipdl.inpit.go.jp>) において、キーワード(レーザ、溶接、水中)で簡易検索を実施し、明細書を読み、38 件を選定した。内容についてまとめると、電力や重工業の企業からの出願が目立ち、原子力に関する水中レーザ切断や接合および水中構造物に関するものであった。下記に主な 4 件を示す。

表 4-3 特許調査結果

No	公開番号, 発明の名称	課題と解決手段
1	公開番号 : 特許公開 2005-81368	【課題】表面に開口部がある亀裂を有する水中構造物に対して、レーザ補修溶接の施工が

	<p>出願人： 東京電力株式会社 外3名</p> <p>発明者： 杉山 慎太郎 外7名</p> <p>発明の名称： 水中レーザー補修溶接装置及び水中レーザー補修溶接方法</p>	<p>可能で、且つ亀裂の表面開口部を封止することにある。</p> <p>【解決手段】 レーザ発振器及びシールドガス供給源に接続され、溶接ワイヤの供給源と供給系、レーザー光を集光する光学系を有する水中溶接ヘッドを備えて水中構造物の被溶接部を補修溶接する水中レーザー補修溶接装置において、水中溶接ヘッド3の先端に取付けられたノズル20部に、レーザー光の照射とシールドガスを水中構造物の被溶接部34に向けて供給するノズル中央穴21と、このノズル中央穴21とは別に溶接の進行方向に向けてシールドガスを噴出する先行穴22とを具備する構成とする。</p>
2	<p>公開番号： 特許公開 2004-209515</p> <p>出願人： 株式会社東芝</p> <p>発明者： 牧野 吉延 外6名</p> <p>発明の名称： ジェットポンプ計測配管の水中レーザー溶接補修方法およびレーザー溶接装置</p>	<p>【課題】 ジェットポンプ計測配管の原子炉内での補修を、低コストかつ短納期で多数のプラントにて行なう。</p> <p>【解決手段】 原子炉内の炉水中に配設されたジェットポンプに固着されたジェットポンプ計測配管3の水中溶接補修方法であって、ジェットポンプ計測配管3を、その破断部や亀裂等の損傷部の軸方向両側にて放電加工により切断し、この損傷部を含む配管の一部を除去する工程と、このジェットポンプ計測配管3の両切断端部を溶接用スリーブ8内にそれぞれ挿入させる工程と、これら挿入部に対応する溶接用スリーブ8の外周面に、シールドガスを供給して炉水を排除しつつレーザー光を周方向に照射することにより、この溶接用スリーブ8とジェットポンプ計測配管挿入部とを周方向にレーザー溶接する工程と、を具備している。</p>
3	<p>公開番号： 特許公開 2000-280087</p> <p>出願人： 株式会社日立製作所</p> <p>発明者： 山下 善弘 外2名</p>	<p>【課題】 水中レーザー溶接を、特に水中での水排除容器等を使用しないで、確実にドライスポットを形成することにより、大気中と同等に容易に実施する。</p> <p>【解決手段】 レーザトーチ12はケーシング13と支持板14によりカプセルを形成して水中にてガスシールドノズル1より供給されるシールドガスと水シールドノズル2から吹</p>

	発明の名称： 水中レーザー溶接装置及び 水中レーザー溶接方法	き出す円錐状の水カーテン10により形成されるドライスポット中にてレーザー溶接を実施する水中レーザー溶接装置。
4	公開番号： 特許公開 2000-176673 出願人： 石川島播磨重工業株式会社 発明者： 大脇 桂 外4名 発明の名称： 水中レーザー溶接モニター用 レーザ照射器	【課題】 高温に耐えるレーザー照射器を提供する。 【解決手段】 配管10の一端にレーザーを導く光ファイバ12を接続し、この一端近傍に冷却ガスを供給するラインの接続口13を有し、先端14よりレーザーを出射し冷却ガスを排出する。

4-4-3 水中における大気環境確保技術の開発

(a) 水中の空洞形成ための予備実験

文献調査や特許調査の内容を踏まえ、空洞形成予備実験を行った。水中にレーザーを透過させた場合、ランベルト・ベールの法則に従い、レーザー光が水に吸収される。特に、レーザー光の波長によっては、レーザー光は大きく減衰する。また水中の不純物の存在や気泡がある場合は、レーザー光は散乱される。よって、水中でのレーザー光の空間伝送は難しいと知られている。

本研究で使用するレーザー発振器は、ディスクレーザーである。レーザー波長は1030 nmであり、水での吸収係数は、0.01/mm程度である。吸収係数の式： $\log_{10}(I/I_0) = -\alpha L$ より、スタンドオフL=10 mmで減衰率20%、100 mmで90%の減衰率の計算となり、水中でのレーザー透過距離が長いとレーザー光が加工面に届かない。

(I_0 ：入射レーザー強度、 I ：透過レーザー強度、 α ：吸収係数、 L ：透過距離)投入エネルギーをロスなく加工対象に伝送し、効率良く加工を行うには、レーザーの集光経路に吸収・散乱する水を除去するために水中に空洞部を形成することは有効である。

空洞形成を行う一つの方法として、放物形状(凸レンズ)に水を噴射すると、放射状に水膜が広がり、ドーム型の空洞が形成される現象がある(図4-11参照)。この現象から着想し、図4-12に示す噴水などに使用されるパラソル型ノズルに加圧水を供給して水膜を作り、水中に沈めた場合に空洞状況を調査し、空洞形成を確認した。具体的には、パラソルノズルに気中で加圧水を20 L/min供給した場合、図4-13に示すように水膜が形成されるが、水膜ドームの大きさが脈動するように変化した。

この現象は次のようにして発生する。まずドーム内の空気が水膜に巻き込まれると、空気が水中に拡散する。それと同時にドーム内の空洞体積が縮小し、

水槽の水がドーム内に吸い上げられる。ドーム内に保持する水量に水膜の表面張力が耐えられなくなると水膜の一部が破れ、ドーム内に空気を取り込まれて再び大きなドームが形成される。

先の述べた一連の空気の入りにより、水膜は脈動する。水流が空気を巻き込み排出されるため、水中での水膜による空洞形成を行う際は、連続して空気を供給し続ける必要がある。

次に、パラソルノズルを水中に沈めると、空気が瞬時に加圧水流により拡散し、空洞形成はされなかった。加圧水流量を 3 L/min 程度に絞った場合のみ、ノズル下にわずかに空洞形成がされたのが確認できた (図 4-14 参照)。また、ノズル対面側から、空気を微量に供給した場合は、加圧水流量が少なければ、図 4-14 と同様に空洞がわずかに形成されるが、供給空気量を多くすると、空気の浮力により水膜が崩壊して、水膜ドームによる空洞は形成されなかった。

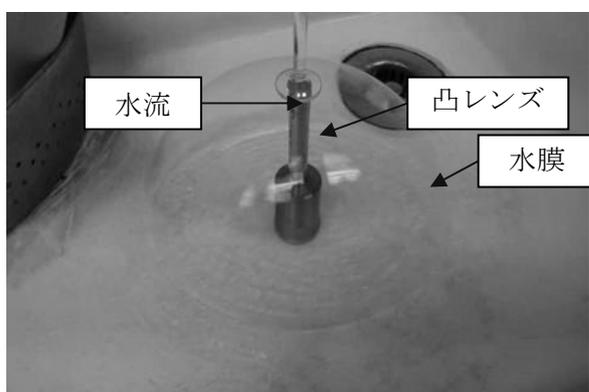


図 4-11 ドーム型の水膜が形成される現象



図 4-12 パラソル型ノズル

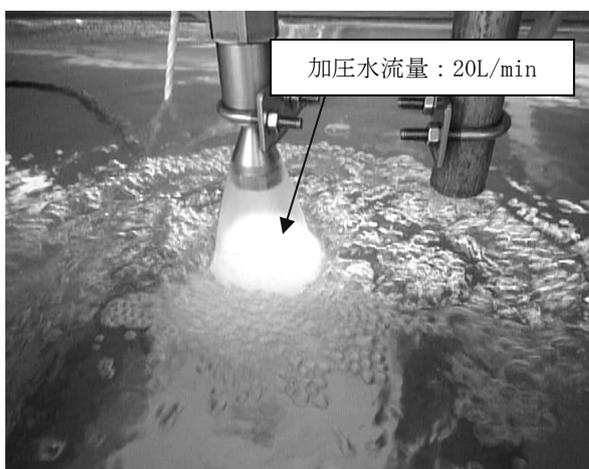


図 4-13 パラソルノズルに加圧水を供給 (気中)



図 4-14 パラソルノズルの空洞形成 (水中)

空洞形成予備試験の結果より、水膜ドームにより空洞形成を行う場合は、空気の浮力に負けない適切な加圧水流量及び水膜強度 (水圧) が必要と推定する。しかしながら、実験を通じて、加圧水膜は空気を巻き込み、周囲の水中へ放出

されるため、空洞内へ連続的に空気を供給する必要があることが判明した。また、水深が深い場合は、水圧に供給空気が押し戻され、空洞形成ができないことが予想される。その場合は、加圧水膜により供給空気を巻き込み放出することにより、供給空気が連続的に消費・補充されて、空洞形成が促されるものと考ええる。

以上の予備実験結果から、水量と水圧を上げ、ワークとノズルの距離を極短くして、水膜強度を維持することが効果的であることがわかった。

今後、加圧水膜による空洞形成は、深海用の空洞形成アタッチメントとして、検討を行うことにした。

(b) 大気環境確保のための空洞形成実験

水中レーザに必要となる空洞形成ノズルの設計上検討すべき諸条件として、レーザ接合、切断、焼入れ、はつり、ピーニングなどのレーザ加工方法に応じて、シールドガスの噴射やヒュームの回収、ドロスの排出などの加工支援機能が必要になる。また、加工対象となるワーク形状やワーク厚みに対する形状対応機能や、水深（圧力）に対する防水性能、海水に対する防食、空洞形成維持力などの環境対応機能を考慮する必要がある。

これらの諸条件と前記の空洞形成予備試験の結果を踏まえ、今後の水中レーザ試験に使用する空洞形成ノズルとして、噴射型ノズル、吸引型ノズル、加圧水型ノズルの3タイプ（図4-15参照）を製作し、それぞれ空洞形成実験を実施し、水中における空洞形成の有効性を確認した。

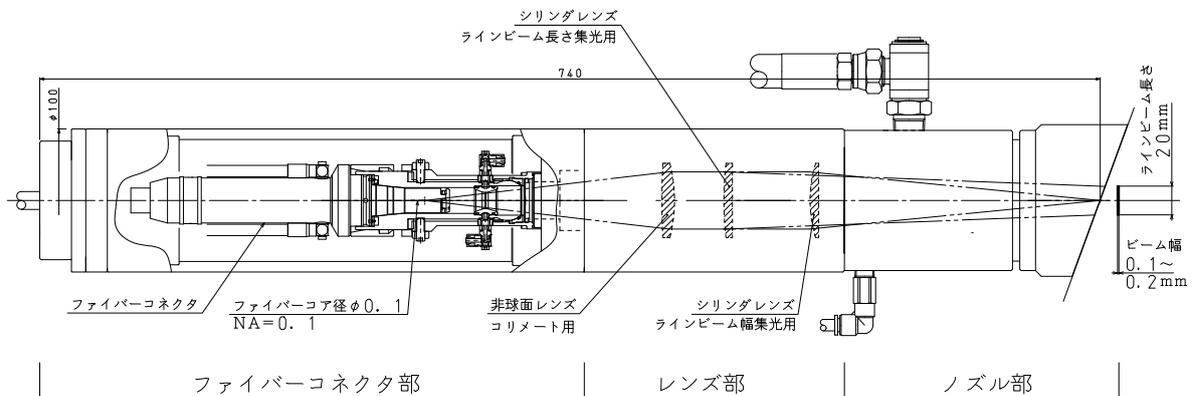


図 4-15 試作ノズルとレーザ加工ヘッド

4-5 小括

極限環境に適合可能な先進的接合技術の基盤構築に関して、深海でも外部環境の影響を完全に遮断できる気中空間形成によるファイバーレーザー接合加工技術を開発すべく、本年度は水中での高速水膜形成過程に関して調査・解析を行った。

具体的には、水中（加圧遮蔽空間）でのレーザー加工技術（切断性能・溶接性能確保）確立に向けての課題を抽出すべく、大気圧環境下における溶接現象、特に熔融池の挙動に関して、基礎研究を行った。

さらには、極限環境に適合可能な先進的接合技術基盤構築に関して、深海において外部環境を完全遮断したファイバーレーザー接合加工技術を開発すべく、実験室レベルでの水槽内（深水～0.5m）において高速・高圧水流によるドーム型保護水膜の形成条件に関する実験的検討を行い、外部環境となる「水」の遮断（シールド）による空間制御技術に関する基礎的研究とその有効性を確認した。外部水圧が空洞部気圧に勝る場合に、高圧水流による保護水膜が外部水圧を遮断し、空洞維持に有効であることがわかった。

その他、大気環境確に必須となる水膜に関する知見および条件、水中レーザー加工の可能性と有効性（工期短縮と工事従事者の安全）と応用展開（原子力等）について文献調査を実施した。特許検索からは、電力や重工業の企業からの出願が目立ち、原子力に関する水中レーザー切断や接合および水中構造物に関するものが確認された。

参考文献

- 1) 宮本勇：「レーザ溶接の基礎」，第 26 回レーザ熱加工研究会論文集（1991） pp. 1-17.
- 2) 片山聖二：「レーザプロセスの基礎とその知能化」，平成 12 年度溶接工学夏季大学教材(2000) pp. 115-144.
- 3) 江嶋亮：「高出力半導体レーザ装置の現状とその応用」，LMP シンポジウム 2008 「最新の高出力レーザの現状とその応用」（2008） pp. 59-66.
- 4) 辻正和：「パイプラインに要求される変形性能と材料特性」溶接学会全国大会講演概要 第 83 集（2008） pp. F38-F42.
- 5) 門屋輝慶：「高出力ディスクレーザ」レーザ加工学会誌 vol.14-2（2007） pp. 14-19.
- 6) 川人洋介，阿部洋平，大西輝政，水谷正海，片山聖二：「高輝度・高効率レーザによるステンレス鋼の溶接特性」溶接学会全国大会講演概要 第 85 集（2009） pp. 126-127.
- 7) R´emy Fabbro, Sonia Slimani, Fr´ederic Coste and Francis Briand : "Study of keyhole behaviour for full penetration Nd-Yag CW laser welding", J. Phys. D: Appl. Phys. 38 (2005) pp.1881-1887.
- 8) Xiangzhong Jin, Yuanyong Cheng, Licheng Zeng, Yufeng Zou, and Honggui Zhang: " Multiple Reflections and Fresnel Absorption of Gaussian Laser Beam in an Actual 3D Keyhole during Deep-Penetration Laser Welding", International Journal of Optics, Volume 2012 (2012) Article ID 361818 8 pages.
- 9) C. P. Heiple and J. R. Roper: "Effect of Selenium on GTAW Fusion Zone Geometry", Welding Journal, 60-81, (1987), 143s-145s.
- 10) 松縄朗：「アーク溶接におけるマランゴニ効果」まてりあ, 34-4, (1995) pp. 412-419.
- 11) T. Fuhdrich, P. Berger and H. Huegel : "Marangoni Effect in Deep Penetration Laser Welding of Steel", Proc. of ICALEO'99, Vol. 87, Part 2, (1999), E166 - E175.
- 12) 石崎敬三, 荒木信男, 村井英夫:アーク溶接現象に関する界面張力理論 第 9 章 —静止アーク下での中央および周辺溶込み—, 溶接学会誌 vol. 34 (1965) pp. 146-153.

5. 海外日系企業でのカップリング・インターンシップ (CIS) (人づくり事業)

5-1 ひとつづくり事業の目的

急速な経済成長を続け、世界の成長センターと言われるアジアの国々と共に成長を目指す日本は、広域アジアの多様な言語・文化と、専門知識に通じ、現地でリーダーシップを発揮できるグローバル人材（研究者、技術者、管理者）の育成が急務である。

とりわけアジアに事業展開を図る日本企業の多くが製造業であり、そのものづくりの力で存在感を発揮することを目指している。そのような企業にとって、必要とするのは“ものづくりの知識、経験を有し、海外で躍動できる資質を有する人材”である。

本事業では、このような気概と資質を持った学生の育成を目指している。

5-2 ひとつづくり事業としての CIS

5-2-1 企画の趣旨と特徴

大阪大学は日本の総合大学において唯一、外国語学部を有する大学であり、25 専攻語の教育、研究資源を有している。当プロジェクトはこの理系及び文系の力を結集して、モノづくりを通じた課題解決能力、コミュニケーション能力を備えた人材育成を図るものであり、カップリング・インターンシップ (CIS) と命名した。本事業の活動がユニークなものであるのは、単に大阪大学の理系及び文系の学生をカップリングしただけでなく、広域アジアの国々をも組み入れた日本+広域アジアの学生のカップリングを同時に実施していることである。まさに“ダブルカップリング”と言える複雑な構図のプログラムを実現した、文字通り我が国初の実践型ものづくりグローバル人材育成システムである。

5-2-2 初年度の活動を終えて

初年度ということで、まずは企画作りから始めた。一番苦勞したのが、2 週間という短期間のインターンシップの中で、如何に参加学生が十分に学習及び体験できる研修プログラムを作るかということであった。そこで三つの基本方針を設定した。

一つ目はインターンシップ期間中に学生は多くの困難に遭遇する。その困難を克服するために、学生をして如何に前向きに努力するよう仕向けるかが課題であった。つまり、学生が自身で自分の長所・短所を認識できることである。それに気づけば、学生は短所を修正する努力と同時に、長所を生かして自分のグループに貢献できることを知る。そしてそれが如何に楽しく、有意義であるかを実感できる場を提供することに腐心した。これが学生が CIS に前向きな姿勢で臨める施策だと考えた。

二つ目は如何に学生が素早く融合できる環境を築くかということであった。

国籍、研究分野が全く異なる初対面の学生同士を一つの方向に導いていくにはどうすればよいか問われた。

最後に企業活動というものを、全く経験していない学生が、短期間の実習で受け入れ企業に一つでも提言ができるほどの知識や経験を積むためには、どのようなプログラムを組めばよいか大きな課題であった。

上述の三つの課題解決のために、以下の方針を打ち出した。移動日を除けば実質 12 日間という短期間のプログラムであったが、敢えて最初の 2 日間は事前研修による“学ぶ視点の明確化”そしてインターンシップの前半、後半にそれぞれ一度現地の文化体験による学生同士の融合促進の場を設けた。また、企業実習は全体の半分である 5 日間に押さえた。ここでは学生は文字通り様々な新しい体験をすることとなった。終盤は実習内容に関する整理と報告書の作成 (2 日間) を経て、最終日に企業に報告する。これらの内容を CIS の基本形として定めた。

短期間で効率的なプログラムを実践すべく、CIS 期間中は学生、教員が互いの接触時間を最大限にするために、行き着いた方法は合宿形式つまり同一宿舎で寝食を共にすることであった。

初年度はインドネシア、ベトナム、タイの 3 か国で予定通り CIS を実施した。多くの課題に直面したが、毎回修正を加えながら取り組んだ結果、着実に改善が進んだと感じている。

学生諸君の前向きな姿勢と努力、そして実習を受け入れて頂いた企業の大変好意的で、行き届いた準備と運営のお蔭で、有意義な CIS を実施できた。

5-3 平成 25 年度各国 CIS 実施報告

5-3-1 CIS (インドネシア) 実施報告

日 程 : 2013 年 8 月 18 日 (日) ~ 8 月 31 日 (土) 14 日間

場 所 : コマツインドネシア (企業実習)
インドネシア大学 (事前研修)

参加者 : 大阪大学 工学研究科 2 名 外国語学部 2 名
インドネシア大学 工学部 2 名 人文学部 2 名

引率者 : 横江・原・藤原 (以上、言語文化研究科)、勝又 (接合科学研究所、28 ~ 31 日)、田中 (接合科学研究所、20、21 日のみ)、
Mr. Winarto、Mr. Anondho (インドネシア大学工学部)、
Ms. ETTY、Ms. Nur (インドネシア大学人文学部、19、20 日のみ)

- 内 容：事前研修 ・日本企業に関する知識（講義）
・学生による自国の紹介（日本、インドネシア）
・学生の決意表明（CIS を通じて学びたいこと）
企業実習（コマツインドネシア、添付資料 2. 実習日程及び内容）
・会社概況、経営方針、主な経営活動の説明
・課題研修（技術課題解決の提言）

A. 総論

インドネシアにおける CIS 実施の結果は以下の通りである。

（1）学生の取り組み姿勢

日程が過密で内容の濃いインターンシップであった。8 名の学生は研修開始後の大変早い時期から親しい関係を築いた。そして規定の実習時間外にも意見交換や知識の共有等のために活動を行った。言語面でのコミュニケーションギャップに関しても、苦勞をしながら助け合い、根気よく克服の努力を重ねた。従ってコマツインドネシアへの最終報告内容に関しても、会社幹部から御褒めの言葉を頂いた。

（2）コマツインドネシアの対応

コマツインドネシアの対応も大変好意的で、配慮の行き届いたものであった。責任者の日本人、窓口役を務めていただいたインドネシア人のスタッフとともに、常に対応が十分であるかを確認頂いた。また、社長への挨拶、副社長をはじめ会社幹部との意見交換の実施等においても、こちらが恐縮するほどの丁寧に対応していただいた。

B. インターンシップ日程

2013 年 8 月 18 日（日）より 8 月 31 日（土）までの 14 日間の日程で行った。詳細は以下の通りである。（添付資料 1：全体日程）

（1）事前研修

期間：2 日間

場所：インドネシア大学工学部 [ジャカルタ南隣のデポック地区]

内容：講義 ・日本企業の経営理念
・日本企業のものづくりの強さの原点、
・日本企業のビジネスマナー
・企業の社会的責任、
・日本企業の経営活動（5S、QC サークル）（以上、横江教員）
・溶接技術などについての講義（田中教員）

日本／インドネシア双方の学生による自国の紹介と相手国との関係の歴史についての発表（参加学生）

インターンシップを受けるにあたっての決意表明（参加学生）

(2) 日系企業での実習

期間：7日間

場所：コマツインドネシア [ジャカルタ北部]

内容：会社の概況、経営理念、組織、日々の活動の説明

会社の経営課題の把握と提言

- ・直面する具体的な技術課題の研究と対策の提言
- ・経営全般及び異文化、異分野コミュニケーションの課題と提言

(3) 文化体験

期間：2日間

内容：大学や企業以外の場所に行き、インドネシアの歴史や文化・社会を知る機会をもった。

両大学の学生が相談し行き先を決め、体調に応じて自由参加。

25日(日)の夜は外国語学部の在ジャカルタ・インドネシア語専攻同窓会のメンバーと懇親会。

C. 企業実習の概要 (添付資料2：企業実習スケジュール)

期間の実習(8日間)ではあったが、敢えて課題設定とその研究、そして解決策の提言を行うという内容の濃いプログラムに取り組んだ。学生は2グループに分かれて別々の課題に取り組み、与えられた技術課題に従い、現状分析、課題の重要ポイントの把握、仮説の設定と提言作業を日程に従い実践した。この工程をコマツインドネシアの社員より実態の説明、現場確認等細かくご指導頂いた。

上記の活動を学生は言語を含めたコミュニケーションギャップに苦勞しながら、根気よく実践した。その中から個々の新しい発見、会社に関する印象深い事柄、企業の経営課題などについても取り組んだ。技術課題に関しては主に工学系、経営課題などに関しては言語文化系の学生が中心になり、グループ内の討議により意見交換を行って推進した。

成果発表会では、両グループとも技術課題に関しては工学系、経営課題等に関しては言語文化系の学生が行い、全員が発表の機会と責任を持って対応した。

D. 取り組みの成果

プログラムの実施によって得られた成果は以下の通りである。

(1) 学生同士の融合

短期間のプログラムなので最初の課題は大阪大学、インドネシア大学の学生の融合であった。そのために相手への自国の紹介と両国の関係の歴史の説明をプログラムの最初に設定した。また、事前研修の時点から2グループに分ける等の工夫を行った。両国の学生は引率教員の危惧等が全く不要なくらい、思いのほか早く融合し、和気あいあいの中でスタートが切れた。

(2) 学生の参画意識

インドネシア大学の学生は本プログラムへの参画意欲は非常に高く、インターンシップ期間を通じて常に積極的に活動した。企業実習の場が在インドネシア企業であったために、インドネシア語が主に話された。従って大阪大学の学生の理解が十分でないことがあったが、インドネシア大学の学生が大阪大学の学生に真剣に説明し、理解の補助を行った。

(3) コミュニケーション能力

当初言語の壁にぶつかり、対応に関しても臆病であった大阪大学の工学研究科の学生も、上記の状況及び外国語学部の学生の支援を受け、英語の潜在能力、ジェスチャー、イラスト等により、早急にコミュニケーション能力を高めていった。一方、工学研究科の学生はその関連知識を他のメンバーに教える等の努力を行い、相互支援の輪が出来上がっていった。この過程と結果が真に CIS の目指すところであり、今回は多くの成果を上げることができたと評価できる。その意味で大阪大学とインドネシア大学の学生が同一ホテルに滞在し、実習場面以外でも相互交流の機会を作ったいわゆる「合宿方式」が大変有効であった。

(4) コミュニケーション手段としての言語

コミュニケーション手段としての言語について、将来の在り方のヒントを与えてくれたと思う。この課題は長くて地道な努力が必要であり、学生は今回の体験を生かして方針を定めて、各自が取り組みを始めるのが良い。その意味ではコマツインドネシアの日本人出向者の考え方と努力は大変参考になると考える。

E. 課題と対策

プログラム実施における課題と対策は以下の通りである。

(1) 日程

観光旅行ではない海外での生活は、大阪大学の学生、特に工学研究科の学生には慣れない体験であった。また、現地への到着時刻も夜遅くなり、翌日からすぐにインターンシップを開始したので、疲労が残ることになった。体調を考慮して休日は自由行動としたことは適切な対応であったが、十分な休息を取らずに体調を崩した学生もいた。休息日の設定を工夫する、あるいは体調を崩さないように気を付ける実習期間の過ごし方の指導が必要である。

インドネシア大学とコマツインドネシアのあるジャカルタとその近郊は、渋滞が激しく移動が長時間となった。宿泊先をできるだけ近い所を選んだが、その影響は避けられなかった。その分も考慮して、余裕を持った日程を組む必要がある。

(2) 事前研修

大阪大学の学生は事前に日本で5回実施した。しかし、インドネシア大学に関しては参加学生の選抜が遅く、事前研修をインターンシップの中の日程の一部として対応せざるを得なかった。従って当初大阪大学の学生が、内容の説明及び見解を述べる等を行う予定であった。しかし、内容の理解が不十分であったので、急遽横江教員による講義に切り替えた。そのために、インドネシア大学の学生には有効であったが、大阪大学の学生には内容が重複する結果となった。今後は現地の大学の参加学生の選抜を早めて、事前研修を2カ月程度前に実施すべきと考える。また進行もQ&Aのような双方向型にするのが良い。

(3) 企業実習

企業実習の内容については、事前に企業と十分な打ち合わせが重要である。今回コマツインドネシアでは課題解決型の実習計画を組んでいただき、大変な手間をかけて対応頂いた。大変感謝すべきであると考え。ただし、実習直前に内容が変更になり、結果的には言語文化系学生には少し難しい内容であった。

(4) 現地大学との協業

本プログラムは今年度が初めてでもあり、大阪大学がほとんどの準備及び推進を行った。それでも、たとえば現地での事前研修では、主に工学部から場所、設備、昼食などの提供があり、協力しようとする意思が十分感じられた。今後インドネシア大学と十分な事前連絡や話し合いを密にすれば、一方的なものではなく、双方の協力体制の確立が可能と思われる。次年度以降の対象国の拡大を考えると、現地大学に更に協力頂くことが、ひいては現地連携大学の意識を高めることにもつながると考える。また、参加学生の自立心を高めるためにも、何らかの役割分担をさせる検討も必要である。



図 5-1 コマツインドネシア玄関前にて



図 5-2 インドネシア大学での事前研修



図 5-3 品質データの見方を学ぶ



図 5-4 製造現場体験



図 5-5 コマツインドネシア内での報告会



図 5-6 コマツインドネシアの大型建機と

5-3-2 CIS (ベトナム) 実施報告書

日 程：2013年9月18日（水）～9月29日（日） 12日間

場 所：フジキン（バクニン）株式会社（企業実習）
ハノイ工科大学（事前研修）

参加者：大阪大学 工学研究科 2名 外国語学部 2名
ハノイ工科大学 工学部大学院 4名

引率者：清水、横江（以上、言語文化研究科）、勝又（接合科学研究所）、
西川（接合科学研究所、26、28日のみ）、
藤原（言語文化研究科、27、28日のみ）

- 内 容：事前研修
- ・日本企業に関する知識（講義）
 - ・コミュニケーションについて（実技）
 - ・学生による自国の紹介（日本、ベトナム）
 - ・学生の決意表明（CIS を通じて学びたいこと）
- 企業実習（フジキン バクニン）
- ・会社概況、経営方針、日々の活動、企業戦略の説明
 - ・兄弟会社、部品仕入先会社訪問
 - ・課題研修（学んだこと、企業への提言）

A. 総論

ベトナムにおける CIS 実施の結果は以下の通りである。

（1）日程

企業実習が最終報告会を含めて 5 日間、報告書作成日が 1 日、さらに日程も少し変則的であった等の理由により、インターンシップ全体の日程は合計 12 日間となり、期間が短いと感じた。

（2）言語能力

ハノイ工科大学の学生は 4 名とも大学院生であったが、ベトナム語以外での言語ではコミュニケーションができなかった。一方フジキンでの実習は日本語で進行した。従って引率教員（清水）及び外国語学部（ベトナム専攻）の学生に通訳の負担が集中し、コミュニケーションの実態が当初の目標とはかなり異なったものになってしまった。

（3）学生同士の融合

概ね（2）のような状況であったが、時間が経過するにつれて言語上のコミュニケーションの課題は残ったものの、グループ討議では双方の学生が時間をかけながらも、積極的に意見交換をするに至った。特に報告書の作成は夜を徹して行う等、最後は充実感のある形でインターンシップを終えることができた。

（4）フジキン（バクニン）の対応

フジキン（バクニン）の対応は配慮の行き届いたものであった。兄弟会社や材料仕入先会社での実習も実施、異なった日系企業の経営にも触れることができた。日本人幹部に実習中常に同行いただいた。また、フジキングループ 2 社では社長様自ら長時間私どものために時間をかけて対応いただいた。

（5）コミュニケーション能力

コミュニケーション方法という点においてインドネシアでは見えなかった新たな課題が明らかとなった。これらの対応を着実にいき、来年度の CIS の改善につなげたい。

B. インターンシップ日程

2013年9月18日(水)から9月29日(日)までの12日間の日程で行った。
詳細は以下の通りである。(添付資料3. 全体日程)

(1) 事前研修 (添付資料4. 事前研修日程)

期間: 2日間

場所: ハノイ工科大学

内容: 講義 ・日本企業の経営理念
・日本企業のものづくりの強さの原点
・日本企業のビジネスマナー
・企業の社会的責任、
・日本企業の経営活動 (5S、QC サークル) (以上、横江教員)
グループ討議

(例題を学生に提示、その解決方法をグループ別に討議)

コミュニケーション基礎知識とコミュニケーション技法の実践

日本、ベトナム双方の学生による自国、両国関係の歴史の紹介

学生によるインターンシップを受けるにあつての決意表明

(2) 日系企業での実習

期間: 5日間

場所: フジキン (バクニン)

内容: 会社概況、経営理念、マーケティングの基本、企業・社員の日々の活動
の講義
実業の世界の実体験 (会議、ものづくり体験)
兄弟会社及び部品仕入先会社での実習

(3) 文化体験 (21日、22日)

期間: 2日間

内容: 大学や企業以外の場所に行き、ベトナムの歴史、文化及び社会を考える。
両大学の学生が相談して行き先を決める

C. 企業実習の概要 (添付資料5. 企業実習スケジュール)

短期間 (報告会を含めて5日間) に、経営方針の説明、企業における日々の活動の勉強、会議見学など充実した実習内容で実施された。企業実習は参加学生全員同行動であったが、討議、報告書の作成はグループごとに実施したことで、より理解が深まった。また企業実習の期間中、日本人幹部に常に行動を共にしていただき、ロスのない効率的な実習ができた。

実習成果発表会は、AとBのそれぞれのグループ別に全員が発表した。両グループ共内容別に役割分担を決めて、効率的に実施できた。ただ、最後にグループ全員の意見統合があればもっと良かった (報告書作成の時間的問題による)。

ベトナムのフジキングループは、言語に関してはベトナム人社員に日本語を習得させる方針をとっているため、日本人、ベトナム人の間は日本語で仕事が

進められている。理由は定期的に交代する日本人がベトナム語を習得する非効率性、将来的にベトナム人に管理・運営を任せることを目的としていることからベトナム幹部社員の日本とのコミュニケーション能力向上を考慮したと説明があった。

D. 取り組みの成果

プログラムの実施によって得られた成果は以下の通りである。

(1) 日系企業の活動実態

今般の企業実習を通じて、日系製造業の活動の多くの部分を直接見ることができた。学生は初めての体験であり、その実態に考えることも多く、大変勉強になった。ベトナムの発展に貢献することの本当の意味とその実態、更に両国の社員が一つの目標に向かって相協力して仕事に取り組む姿を自分の眼で見ることができた。

(2) 日系企業間の経営の違い

企業実習受け入れ先であるフジキン（バクニン）の計らいで兄弟会社フジキン（ベトナム）、部品購入先である（株）ヤマザキをも訪問することができた。そして異なった会社、異なった経営、異なった企業文化に触れることができ、ベトナム日系企業の幅広い理解に役立った。

(3) 文理融合型取り組み

今般の実習は経営、日系企業という視点からの問いかけが多かった。故に文理融合型の取り組むことができ、専攻や国家の背景が異なる学生全員にとって、取り組み易く、論議も絞り込んで行うことができた。

(4) 事前研修の効果

事前研修はインドネシアの経験から、修正を行ったのが功を奏したと言える。現地事前研修の内容の徹底と大阪大学の学生に国や企業の調査などについて役割分担を行い、学生自身が講義を行った。また研修の中にグループ討議を盛り込む等、参加型研修を取り入れたので、学生の参加意識も高まり早い融合の一助になった。

E. 課題と対策

プログラム実施における課題と対策は以下の通りである。

(1) 日程

日本出発が水曜日となり、木、金曜日に事前研修、その後すぐに週末に入った。一方、企業実習の開始から報告会まで6日間連続の実習になり、学生は終盤かなり疲れていた。週末出発、週末帰国が最も効率の良い日程だと言える。

今般は実習受け入れ企業の都合で、標準の日程が組めず、また全体日程も12日間と標準より少なかった。更にフジキンでの説明が日本語中心であったこと、

ハノイ工科大学の学生の英語能力の問題もあり、日程の進行に長い時間を要した。全日程を14日で運用できるよう企業との調整を行うことが必要である。また今回は日程的な問題から最終報告会の準備を1日に設定したため、学生は発表資料の作成とそのための論議に徹夜で対応したが、発表資料の準備が不十分であったり、発表を中断するなどして予定時間内に報告会を終了できなかつたりした。不十分なことが判明したので、今後は最低2日間とることを基本に調整する。

(2) 学生の選抜

今般の実習はハノイ工科大学からの参加学生は、4名共工学部大学院生であった。そして4名共英語が話せないために、コミュニケーションの面で大きな問題に直面した。また日本語学科の学生が参加できなかったことが、対応をより難しくした。現実には清水教員とベトナム語学科の学生に負担がかかった。これは将来両大学の学生が現地の日系企業で仕事をする際に、通訳を介して会話を行うのと同じことであり、本事業では目指すべき姿ではないと考える。双方の大学から工学部と外国語学部学生の双方が参加する意義と必要性が改めて確認された。更にレベルをどの程度に定めるかは難しい問題であるが、参加学生の英語力にも最低条件を付けるのが良いと考える。

今回ハノイ工科大学の学生の年齢は26歳～31歳と、大阪大学の学生とはかなりの開きがあり、また仕事を持っている学生もいた。年齢差が大きいのは功罪あるが、より親密な関係を作り、インターンシップの成果を上げるには、互いの年齢は近いほうが良い。上限は25歳程度と考える。更に学生の公私両面での日程の都合を十分精査して、選抜すべきである。今般ハノイ工科大学の1名の学生が、インターンシップ途中で私的な都合で脱落した。加えて学生の選抜時には、CISへの参加意欲、学ぶ姿勢なども考慮すべきだと考える。

(3) 事前研修

学生は企業実習の内容を事前によく理解し、自分の求める実習を効果的に行うために、事前に勉強しておくべきである。そして実習の中で活発な質疑ができるように、質問項目を準備しておくことが大切である。今般の実習では質疑応答が少なかったのが残念であった。

(4) 企業実習

今回は日本人幹部からの話が中心であった。従って日本人幹部から見たベトナムの国や人、及び自社に関する話が多かった。ベトナム人社員の生の声を聞く機会があれば、学生特にハノイ工科大学の学生の日系企業に対する理解や印象も違っていただかもしれない。学生にとっては限られた時間で、初めて見る実業の世界、更に実習企業に関する理解は難しい。従って学生同士が自由時間を活用して論議をし、考え方を固めていくことが大切だと考える。今回もかなり指導したが、まだ不十分と言わざるを得ない。

(5) その他

CISは外国語学部の学生が、通訳の役目を果たすことが多い。より制度の高い通訳をするために、事前に現地での事前研修資料等を現地語に翻訳しておく等の工夫をすれば、大変有効である。また通訳の際に安心感もある。

引率教員の人数は再考の余地がある。今年度は初年度でもあり、丁寧に、安全に実施した。来年度は対象国数も増加することを考慮すれば、効率的な運営により、少人数で実施する方法を検討する必要がある。



図 5-7 フジキン（バクニン）正面玄関前



図 5-8 ハノイ工科大学での事前研修



図 5-9 事前研修でのグループ討議



図 5-10 毎朝の報告会に出席



図 5-11 組み立て作業体験



図 5-12 最終報告会

5-3-3 CIS (タイ) 実施報告

日 程 : 2013 年 10 月 27 日 (日) ~11 月 8 日 (金) 13 日間

場 所 : タイコウベウエルディング株式会社 (TKW) (企業実習)
カセサート大学 (事前研修、最終報告会)

参加者 : 大阪大学 工学研究科 2 名、 外国語学部 2 名
カセサート大学 工学部大学院 2 名 日本語学科 2 名

引率者 : 村上、横江 (言語文化研究科、10 月 28 日~11 月 7 日)
藤原 (言語文化研究科、10 月 28 日~30 日)
田中 (接合科学研究所、10 月 29 日、11 月 2 日)
菅 (接合科学研究所、10 月 29 日、11 月 2 日)
勝又 (接合科学研究所、11 月 4 日~7 日)
近藤 (接合科学研究所、11 月 7 日)

内 容 : 事前研修 ・ 日本企業に関する知識 (講義)、
・ 接合に関する技術 (講義)
・ 学生による実習企業への質問事項の討議・まとめ (討議)
企業実習 ・ 会社概況、経営方針、主な経営活動の説明
・ 現場実習
(各部門の役割と連携の重要性説明と実作業体験)

A. 総論

タイにおける CIS 実施の結果は以下の通りである。

(1) インターンシップの日程

インターンシップの全日程は 13 日間 (移動日を含む) と標準より 1 日短い日程であったが、各活動のバランスが良い日程であった。企業実習の日数を 1 日増やせば更によかった。なお参加学生 8 名全員が体調を崩すことなく全日程を消化した。

(2) TKW の受け入れ態勢と準備

準備は大変素晴らしく感心した。副工場長が中心になり、実習の 3 か月前から日々の日程を詳細に作成し、準備を頂いた。また各職場への指示も徹底しており、各職場共懇切丁寧に仕事の内容を説明して頂いた。更に実習の最初と最後の Q&A には、社長様をはじめ会社の幹部が顔を揃えて対応頂いた。本当に時間と手間をかけた心温まる対応であった。

今年実習を受け入れて頂いた日系企業は 3 社とも行き届いた対応をして頂いた。日系企業の誠実さと徹底した対応力を感じた。

(3) 言語上のコミュニケーション

言語に関するコミュニケーションについては、全員英語は一定レベルにあった。また両大学の外国語学部の学生の日本語及びタイ語のレベルは高く、両大学の工学部の学生への通訳も支障なくこなしたため、工学部の学生の実習内容の理解も深まったと思う。更に実習に関する個人別感想発表では、8人中5名が日本語とタイ語、3名が英語と日本語、及び英語とタイ語で行い全員言語の障壁を克服することに努力をした。同時に両方の大学から外国語学部の学生を参加させることは、大変重要であると考えます。

(4) 報告書作成期間

最終報告書作成期間を2日間に設定したが、全体の構成を考慮すると妥当な日数であると考えます。今後2日を標準としたい。

(5) カセサート大学の厚い支援

カセサート大学のご協力に感謝したい。ノンタワット前学部長が窓口として、学内を取り仕切って頂き、事前準備の段階から上手く連携ができた。また期間中も関連教員への連絡、部屋・食事の手配等、十分な配慮が感じられた。

B. インターンシップ日程 (添付資料6-1、6-2: 全体日程)

2013年10月27日(日)から11月8日(金)までの13日間の日程で行った。詳細は以下の通りである。

(1) 事前研修 (添付資料7: 事前研修日程)

期間: 2日間

場所: カセサート大学

内容: 講義

- ・ 日本企業の経営理念
- ・ 日本企業のものづくりの強さの原点
- ・ 日本企業のビジネスマナー
- ・ 企業の社会的責任
- ・ 日本企業の経営活動 (5S, QC サークル)
(以上、横江教員が担当、大阪大学の学生が補佐)
- ・ 接合に関する技術について (田中教員)

学生による自国の紹介 (日本、タイ)

学生による実習企業への質問事項のグループ別検討とまとめ

大阪大学接合研学生による神戸製鋼の紹介

(2) 日系企業での実習

期間: 4日間

場所: タイコウベウエルディング株式会社

内容: 会社概況、経営理念及び主な経営活動

最終報告会課題の内容に関する TKW の方針と現状についての Q&A

各部門の役割と現場実習 (現場での仕事内容の説明と実作業体験)

学生による実習の感想発表（個別・全員）
職場毎の朝のラジオ体操及び打ち合わせに参加
兄弟会社（コベルコ建機）訪問（社長の講話及び工場見学）

（3）タイ文化体験

期間：2日間

内容：タイ仏教のシンボル寺院、バンコク下町訪問等、タイの代表的な文化体験

外国語学部の在バンコク・タイ語専攻同窓会メンバーとの懇親会
大阪大学バンコク教育研究センター所長との懇親会

C. 企業実習の概要（添付資料8：企業実習スケジュール）

企業実習の概要については以下の通りである。

（1）TKWの手間を惜しまぬ対応

副工場長（ナショナルスタッフ=現地スタッフ）が、総責任者として陣頭指揮を取って頂いた。そして短期間（報告会を含めて5日間）の実習であったが、詳細までよく検討された計画と正確な時間運営により、大変内容が濃い実習を行うことができた。

各職場での実習では、学生に理解を徹底するために2グループに分けて運営して頂き、TKWには通常の2倍の手間をかけて頂いた。各グループは別々の課題を設定しており、その対応の面からも大変効果的であった。

（2）事前の課題設定

学生には事前に課題を提示し、その視点から実習を進めるよう指導した。それに応じて企業とのQ&Aの時間を増やす等の対応をお願いすることになったが、即時対応頂いた。

（3）2度の実習報告

実習報告はTKWのご要望もあり、2度実施した。最初は実習最終日に一人毎に感想を述べた。2度目は2日間の最終報告会のためのグループ討議を踏まえて、CIS最終日にグループごとに実施した。

D. 取り組みの成果

プログラムの実施によって得られた成果は以下の通りである。

（1）両大学の学生の融合

タイにおいても両大学の学生の迅速な融和が、最大の課題であろうと考えていた。しかし実際はCIS初日の事前研修当初から、こちらの期待以上に早く融和したため、最初からリラックスした雰囲気でのスタートが切れた。そのための対応としてグループ別座席の配置、相互の学生による自国の紹介、大阪大学学生による日本企業に関する知識（事前研修の資料による）の説明、神戸製鋼に関する情報の提供を、カセサート大学学生に対して行った。双方の大学の学生

の親密な関係の構築は、合宿方式の導入が貢献している。この方式で運営する限り今後も大きな問題にはならないと判断している。

(2) 事前の課題設定

事前に企業実習での課題を学生に提示したため、実習中も常に課題を念頭に企業との Q&A に臨めた。学生の質問能力が高まれば、更に効率的になると考える。最終報告会の課題を、A グループ「現地化の実態と課題」、B グループ「コミュニケーションの実態と課題」に設定した。互いに補完的な課題であり、互いの意見交換を踏まえて、更に深く討議ができたこともあり、内容的にも興味深いものになった。

(3) 最終報告会への教員の参加

最終報告会には TKW から長谷川社長、ニパットパン工場長、スラチャイ副工場長の 3 名、カセサート大学からノントワット前工学部長（カセサート大学の CIS 総責任者）、チャワリット副工学部長、ワラリー日本語学科准教授の 3 名、（タンヤ工学部長は昼食時にご臨席）、大阪大学から近藤教員、勝又教員、村上教員、横江教員の 4 名が出席した。3 者の代表すべてが最終報告会に参加するのは初めてである。これは日系企業と大学との繋がりを推進するためにも有効である。今後は 3 者が出席することを方針としたい。

(4) 最終報告会の発表

グループごとに全員が各々の担当分野に関して発表した。なお 言語は日本語・タイ語の両方で発表し、パワーポイントは英語で作成した。従って出席者は全員が内容を十分理解したうえで、全員参加型の発表会が実現した。

E. 課題と対策

プログラム実施における課題と対策は以下の通りである。

(1) 事前の課題設定による企業実習成果の確保

短期間の CIS で効果を上げるには、事前に具体的な課題を設定し、それをベースに事前研修や企業実習を実施するのが有効である。今年度はタイで実施したが、その効果は顕著であった。タイでは B グループが途中で課題を少し変更したが、新しい課題も従来のものと大きく変わらなかったため、問題ないと判断し、了承した。

(2) 企業情報の収集

現在の CIS は事前研修、企業実習及び報告・提言の 3 本柱から成り立っている。企業実習がその中心であるが、その成果を企業への報告・提言の形で示すことになり、それが大変重要な位置づけになっている。しかし現在の運営方法では、企業への報告・提言に必要な情報を十分収集できない。従って、社員へのインタビュー時間の増加と各部署幹部社員とのコミュニケーションの増加を対策として検討している。

(3) 企業情報の事前収集と企業実習でのインタビュー時間の確保

5日間の実習で得る情報は不十分な恐れがある。事前にすり合わせを行い、必要な情報を入手するのが良い。今回も事前打ち合わせを行ったが、課題の設定が遅く、十分機能しなかった。

企業実習中のカリキュラムについては、事前にかなり深く打ち合わせを行った。しかし内容がものづくりの現場を見たり、説明を聞くことが多かった。今後は様々な部門、立場の社員の方々と設定している課題に関する話を聞く機会を増やすのが良いと考えられる。

(4) CIS 標準日程に沿った推進

移動を含めて14日間。事前研修2日間、企業実習5日間、報告書作成2日間、報告会1日間、文化体験(休日)2日間の方針通りの運営を心がける。特に企業実習5日間の確保に注力する。

(5) 日報作成及び実習内容の復習時間の確保

計画では毎日実習の最後に、その日学んだことを整理する時間を1時間設けていたが、他の項目に入れ替わったり、学生のホテルで時間の束縛のない形で協議を行いたいとの意見を取り入れた等の理由で、実施しなかった。しかしその日、その場でするほうが、学生の理解度及び疑問点の解消に、効果があると思われる。従って企業での日報作成時間を1時間/日程度確保する手配の確認等は学生自身が行うことも検討したい。

(6) CIS 運営に関する学生の自主性と責任感の醸成

CIS 期間中プログラム進行のための諸準備(使用機器の確認、椅子や机の整備、書類の配布等)を学生が自主的に行うことで“学ぶ心”の教育の場を自らの手で整える必要がある。更にホテルや交通手段の事前手配及び CIS 期間中の手配の確認等も学生自身が行うことを検討したい。

(7) 現地連携大学との連携の強化

ホテル、交通手段、事前研修中の昼食の手配等を現地連携大学に委ねる(大阪大学学生との協力)。更に企業実習の参観も要望したい。



図 5-13 タイコウベウエルディング玄関前



図 5-14 カセサート大学での事前研修



図 5-15 実習冒頭のオリエンテーション



図 5-16 朝礼に参加



図 5-17 品質管理について学ぶ



図 5-18 実習修了後、海辺のレストランにて

5-4 アジア発グローバル・リーダー育成プログラムの構築に向けて ——CIS の課題と展望——

5-4-1 グローバル人材育成と大学・企業

大学設置基準が改正され、平成 23 年度より「社会的及び職業的自立を図るために必要な能力を培うための体制」を整えることが大学に義務付けられるようになった。これを受け、各大学は学生たちの就業支援に向けた教育プログラムの開発に取り組んでいる。キャリアセンターを新設する大学、就職支援センターの教員や職員数を増やしその機能を拡充させる大学、「キャリア UP セミナー」や「キャリア形成論」などを正課の教育科目として設置する大学など、その対応はさまざまである。また、インターンシップ制度を導入し、インターンシップと組み合わせた総合的なキャリア教育の開発を行っている大学もある。インターンシップそれ自体は、1996 年の就職協定廃止に伴い、90 年代後半より加速度的に国内に普及していった社会的背景がある。インターンシップは時代のニ

ーズを反映したものとして社会学的な研究対象ともなってきた¹。

こうした流れにあって、平成 25 年度に新たにスタートした大阪大学の海外派遣型「カップリング・インターンシップ」は、就業支援として学生たちに「職業体験」を積ませるだけでなく、グローバル化が進む社会や企業に順応するための能力開発を含む点、また特にグローバル展開が急速に進む「ものづくり」の分野で活躍し得る人材の育成を目的とする点で、他に類のない極めて独創的なプログラムになっている。

5-1 から 5-3 で詳しく見てきたように、カップリング・インターンシップは、文理融合（工学専攻と言語文化専攻）と異文化融合（日本文化とアジア文化）を同時に推し進めることにより、ダイバーシティに富んだ労働環境で活躍するための人材育成を目指すものである。3 つの日系企業（コマツ・インドネシア、フジキン・ベトナム、タイ神戸製鋼）において、引率者の一人として大阪大学の学生 4 名と現地大学の学生 4 名とともに工場を見学し、社員に対するインタビューや最終成果報告会におけるプレゼンテーションの指導を行うなどした。またその過程で、社員の方々が互いの言語や文化を尊重し、コミュニケーションを重ねながらも、日々生起する複雑な状況を前に葛藤を抱えていることも知るに至った。興味深いことに、個々の対面的な環境で業務が進行する現場において、たとえば時間をめぐる認識の違いは、一国の文化や宗教の違いに還元されず、その個人の問題や認識の違いとして捉えられる傾向にあるようであった。つまり、個人の行動を規定する文化や宗教といったものがたとえあるにせよ、その概念のみによって時間厳守か否かなど個人によって異なる行動を説明することはできないとの認識が共有されているようであった。これは、文化や宗教に対する認識を高めることがグローバルな展開をする企業にとって重要な課題であると説く「カルチュラル・コンピテンス（異文化対応力）」論の想定を超える、現場の問題認識であるといえる。すなわち、「異文化理解の促進」では解決されない、ダイバーシティに富んだ労働環境をどのように包括的にマネジメントするかという問題こそが、グローバル展開する企業にとっての切実な課題となっている。もちろん、国によって異なる文化があるのみならず、例えば経理部と IT 部には異なる「文化」があり、それを知ることが職場の問題の原因とそれを解決する方法を知る手段になるという説明が、現場において一定の説得力を持ち得ることもあるだろう。また、出勤が遅れた理由として、守護者である精霊と自己との関係が悪化し、そのために体調が思わしくなく出社が遅れたのだと説明する者や、夢の啓示に従ったのだと説明する者に関しては、文化や

¹ たとえばインターンシップの類型論として、代表的なところでは「現場体験型」「特定課題体験型」「専門業務体験型」の三類型論や、「プラクティカム」「フィールドスタディ」「シャドイング」「サマーインターンシップ」の四類型論などのモデルがある。また、インターンシップの普及を企業の社会貢献活動（CSR）との関連から説明した研究もある。学生にとってのメリットを分析する研究からは、社会人経験を積むことで企業の人間関係や業務内容に対する「ワクチン効果」が生じるという視点、厳しさを覚悟する「コミットメント効果」、社会に出たときに必要となる能力を悟らせる「セルフスクリーニング効果」がある等の視点がこれまでに出示されてきた。

宗教の視点の導入が理解の一助になるかもしれない。しかし、そのような場合もあるにせよ、グローバル展開をする企業の実際の現場ではむしろ、「文化」というある意味何でも入ってしまうようなカテゴリーによっては説明も対策も立てられない、多様な個々をどのように包括的にマネジメントしていくかということが課題になっているように感じられた。そうであるならば、グローバル人材育成を目的とする本教育プログラムも、このことを念頭に進めていく必要があるだろう。

5-4-2 課題と展望

平成 26 年度は、インドネシア、ベトナム、タイの 3 か国に加え、インド、フィリピン、カタール、マレーシアの全 7 か国でカップリング・インターンシップを実施する予定となっている。「カップリング」は、「文系」「理系」「日本文化」「アジア文化」と一括りにすることで成立する概念であるが、これらの言葉で分けられる人びとが実際にはステレオタイプ的な記述を時に裏切るような多様な「個」として存在すること、そしてそのような多様な個が働く集積体として企業の職場が成り立っているのだということを感じられるようなインターンシップ・プログラムを構築していくことにしたい。そのため、「個」を深く知るためのプログラム上のいくつかの工夫を現時点で考えている。

まず、インターン同士の関係においては、平成 25 年度に実施した「合宿方式」「夕食前のフォーマルな討論」「夕食後のインフォーマルな討論」に加え、インターンとして学生選抜が終了した時点より Facebook や Twitter、LINE、Skype を利用した学生同士の交流を促すことにしたい。現地における研修は 2 週間のみであり、そこで初めて言葉を交わしラポールを一から築くよりも、よりスムーズなコミュニケーションが現地で成立し得るであろうし、「コミュニケーション能力の向上」を図るといふ本プログラムの目的と照らしても、企業実習よりも前に是非とも学生同士の交流を進めておくべきと考える。

企業の人びととの関係においては、特定部署に 5 日間配属というかたちをとらず、できるだけ多くの部署や工場を回り、とはいえ受動的な「見学」に終わらないために自らの視点に基づいた「インタビュー項目」の用意を促し、状況に応じて修正したり臨機応変に質問事項を変えさせたりしながら、フォーマルなインタビューとインフォーマルなインタビューの双方を実施するようにしたい。そして、同じ部署でも様々な考えを持つ人員から成り立っていること、それが「文化の違い」や「立場の違い」では説明しきれないことなどを体感できるプログラムを検討する。

また、「問題解決能力の向上」という観点からいえば、自ら課題を見出し、大小さまざまな問題のなかから「今回ターゲットとすべき課題」を抽出し設定し、それに対する仮説を立て、検証し、情報を得ていくなかで修正を加え、場合によっては課題設定それ自体を変更し、究極的な解決法とまでは言えないまでも何らかの解決策を具体的に提示するまでの作業を行わせることにしたい。当初立てていた課題を変更することは、課題を解決できなかったというネガティブな意味合いを持つのではなく、インタビューを重ねることでより多くの情

報を得て、そのことにより成長した自分が、よりクリアーな課題設定を行うことが可能になったのだとポジティブに理解すべきだと考える。昨年度の学生を見ていると、このようなポジティブな認識を持つことが難しいようであった。平成26年度においては、課題の再設定は自己成長の証として前向きに捉えられるよう、学生たちを積極的にサポートしていくことにしたい。大切なのは、設定した課題に対応した結果を導き出すことであり、さらに言うならば、その結果にいかにして至ったかというプロセスを論理的に他者に示す能力であると考ええる。

教育プログラムとしては、「見る視点の明確化」を図るために大阪大学の教員が課題を与えるが、これはあくまでも学生たちに対して見るべき方向を明示し、企業研修に取り組みやすくするという意図でなされるものである。実際には、自らの問題意識に基づき自分の課題を見出し、設定し、チームのほかのメンバーにそれを提示し、共有し、交渉し、調整し、修正を加え合いながら協働してインターンシップに取り組んでいく必要がある。そしてこうした試みにおいてこそ、学生たちの「コミュニケーション能力の向上」と「問題解決能力の向上」の双方が実現されるのではないかと考えている。

5-5 小括

カップリング・インターンシップは平成26年度が2年目に当たり、3年目の平成27年度は全10か国のアジア諸国で実施することを目指している。5年目には国際シンポジウムを主催する予定であり、そのための準備もインターンシップの実施に向けた業務と並行して進めていく必要がある。本プロジェクトは、アジア諸国にすべからず適用できるような、ひとつのインターンシップ・プログラムの開発を目的とするというよりはむしろ、日本を含むアジア文化の多様性、地域文化の多様性、地域言語の多様性、個の多様性、企業の多様性など、さまざまな多様性を考慮に入れたプログラムをそれぞれに開発していくことを目指している。またその過程で、教育上の、あるいは現地大学・企業との交渉をする際の、いかなる相違工夫を凝らす必要があったかという、ダイバーシティ・マネジメントの「術」を集積することを目的としている。そういった「術」こそが、アジア発グローバル・リーダー育成に相応しい教育を考える上で重要な要素となるためである。

このような大阪大学の冒険的プロジェクトに賛同してくださる日系企業のご協力とご指導のもと、引き続きカップリング・インターンシップをアジア各国で実施させていただき、アジア発グローバル人材として活躍し得る人材の輩出（実施面）と、知と術の集積（研究面）に向けて尽力していくことにしたい。

参考文献

- 1) 手嶋「大学におけるインターンシップの再検討」『東邦学誌』2010, pp. 1-9
- 2) 堀田「採用時点におけるミスマッチを軽減する採用のあり方」『日本労働研究雑誌』2007, pp. 60-75。
- 3) ベルリッツ・ジャパン編『グローバル人材の新しい教科書 カルチュラル・コンピテンスを伸ばせ!』日本経済新聞社、2013年。
- 4) 藤原久仁子「宗教と世界観」波平恵美子編『文化人類学』医学書院、pp. 129-155。

(添付資料1：インドネシア CIS 全体日程)

Schedule of Internship (Indonesia) 2013

- Aug. 18 (Sun) Students from Osaka University arrive at Jakarta
- 19 (Mon) Advance trainings at University of Indonesia
- 20 (Tue) Same
- 21 (Wed) Practical training at Komatsu Indonesia
- 22 (Thu) Same
- 23 (Fri) Same
- 24 (sat) Study culture of Indonesia
- 25 (Sun) Study culture of Indonesia and dinner with alumni of Osaka University
- 26 (Mon) Practical training at Komatsu Indonesia
- 27 (Tue) Same
- 28 (Wed) Same
- 29 (Thu) Follow-up training (preparing for the workshop)
- 30 (Fri) Workshop and International exchange party
- 31 (Sat) Students from Osaka University leave Jakarta

Schedule for Coupled Internship form Osaka University & University of Indonesia

Place: Foundry

DATE	TIME	ACTIVITY	MENTOR	PLACE
August 18 Sunday		Airport to Hotel	Mr. Mizukami	Hotel
August 19 Monday		Internship in University of Indonesia		
August 20 Tuesday		Internship in University of Indonesia		
August 21 Wednesday	7.00-7.15	Exercise		
	7.15-7.45	KI Plant Introduction (Company Profile)	MD Team	PPC Meeting Room
	7.45-09.00	Basic safety	EHS Team	PPC Meeting Room
	09.00-9.50	Organization Structure	HRD Team	PPC Meeting Room
	10.00-11.00	Komatsu Way	HRD Team	PPC Meeting Room
	11.00-12.00	Presentation about Komatsu Equipment Model and Function	TC Team	PPC Meeting Room
	12.00-13.00	Lunch		MO Canteen
	13.00-14.00	KI plant tour	MD Team	KI Area in Casing
	14.00-16.00	Introduction Foundry Plant and its knowledge	Foundry Engineering	Foundry meeting room
August 22, Thursday	7.00-7.15	Exercise		
	7.15-9.50	Foundry knowledge, learning foundry process production	Foundry Engineering	Foundry meeting room
	10.00-12.00	Learning material about clean metal using effectively deoxidization in melting process (Arc	Foundry Engineering	Foundry Meeting Room

		Furnace)			
	12.00-13.00	Lunch		Guided by Foundry Team	Foundry meeting room
	13.00-15.00	Looking proses production directly		Foundry Engineering	Foundry Plant
	15.00-16.00	Discussion		Foundry Engineering	Foundry meeting room
August 23, Friday	7.00-7.15	Exercise			
	7.15-9.15	learning material about "to reduce segregation on thicker casting by using optimization of Deoxidizer Process in Arc Furnace		Foundry Engineering	Foundry meeting room
	9.15-12.00	Discussion, investigation, observation		Foundry Engineering	Foundry meeting room, Foundry plant
	12.00-13.00	Lunch		Guided by Foundry Team	Foundry meeting room
	13.00-16.00	Discussion, analyses, prepare make presentation (1)			Foundry meeting room
August 26, Monday	7.00-7.15	Exercise			
	Morning	Review all material, analysis, genba, observation		Foundry Engineering	
	Afternoon	Prepare make presentation (2)			Foundry meeting room
August 27, Tuesday	7.00-7.15	Exercise			
	Morning	Prepare make presentation (3)			
	Afternoon				
August 28, Wednesday	7.00-7.15	Exercise			
	7.15-9.50	Preparation trial presentation		Foundry Engineering	Foundry meeting room

	10.00–12.00	Trial Presentation and discussion in front of Foundry Team, MD, HRD	Presenter	PPC Meeting Room
	12.00–13.00	Lunch		MO canteen
	13.00–16.00	Discussion, revise if any revision	Foundry Engineering	Foundry meeting room
August 29, Thursday	7.00–7.15	Exercise		
	Morning	Trial Presentation in front Foundry Team	Foundry Engineering	Foundry meeting room
	Afternoon	Revision and discussion		
August 30, Friday	7.00–7.15	Exercise		
	Morning	Preparation for presentation		
	12.00–13.00	Lunch	MO canteen	
	13.00–14.30	Presentation group A (foundry) in front of BOD	Presenter	Conference room, 3th floor
	14.30–16.00	Presentation Group B (fabrication) in front of BOD	Presenter	
	16.00–17.00	Farewell		Main Office

Place: Fabrication

Date	Time	Activity	Mentor	Place
August 18 Sunday		Airport Hotel	Mr. Mizukami	Hotel
August 19 Monday		Internship in University of Indonesia		
August 20 Tuesday		Internship in University of Indonesia		
August 21 Wednesday	7.00–7.15	Exercise		
	7.15–7.45	Company Knowledge	MD Team	PPC Meeting Room
	7.45–9.00	Basic safety	EHS Team	PPC Meeting Room
	9.00–9.50	Organization Structure	HRD Team	PPC Meeting Room
	10.00–11.00	Komatsu Way	HRD Team	PPC Meeting Room
	11.00–12.00	Presentation about Komatsu Equipment Model and Function	TC Team	PPC Meeting Room
	12.00–13.00	Lunch at canteen		MO Canteen
	13.00–14.00	KI Plant Tour (All Plant in Cakung Cilincing)	MD Team	KI Area in Casing
	14.00–16.00	Introduction Fabrication Plant and its knowledge	Fabrication Team	Fabrication meeting room and plant
	August 22 Thursday	7.00–7.15	Exercise	
	7.15–9.00	Introduction Welding Machine	Fabrication Team	Fabrication Training Room
	9.00–12.00	Demo welding machine	Fabrication Team	Fabrication Plant
	12.00–13.00	Lunch		Fabrication Meeting Room

	13.00–16.00	Discussion and genba (if necessary) and preparation for practice in Friday	Fabrication Team	Fabrication Training Room
August 23 Friday	7.00–7.15	Exercise		
	7.15–12.00	Looking directly welding process with different power, participants investigation, writing, learning	Fabrication Team	Fabrication Plant
	12.00–13.00	Lunch		Fabrication meeting room
	13.00–16.00	Looking directly welding process with different power, participants investigation, writing, learning	Fabrication Team	Fabrication Plant
August 26 Monday	7.00–7.15	Exercise		
	Morning Afternoon	Genba, looking directly, taking data discussion and analysis	Fabrication Team	Fabrication Plant
August 27 Tuesday	7.00–7.15	Exercise		
	All day	Review all material, prepare make presentation (1), discussion	Fabrication Team	Fabrication plant, fabrication meeting room
August 28 Wednesday	7.00–7.15	Exercise		
	7.15–9.50	Prepare make presentation (2), discussion prepare presentation		
	12.00–13.00	Lunch		Fabrication Meeting Room
	13.00–15.00	Trial Presentation in front of Fabrication Team, MD, HRD		PPC Meeting Room
	15.00–16.00	Discussion, revision		Fabrication Meeting Room

August 29 Thursday	7.00-7.15	Exercise			
	Morning	Prepare make presentation (3), revise if any revision.			
August 30 Friday	Afternoon	Trial Presentation in front of Fabrication Team	Fabrication Team	Fabrication Meeting Room	
	7.00-7.15	Exercise			
	Morning	Prepare presentation in front of BOD	Fabrication Team	Fabrication Meeting Room	
	12.00-13.00	Lunch		MO Canteen	
	13.00-14.30	Presentation Group A (Foundry) in front of BOD			
	14.30-16.00	Presentation Group B (Fabrication) in front of BOD			Conference Room, 3th floor
	16.00-17.00	Farewell			Main office

(添付資料3 : CIS ベトナム全体日程)

ベトナム カップリング・インターンシップ日程

- | | |
|---------|----------------|
| 9/18(水) | 大阪⇒ハノイ |
| /19(木) | 事前研修 |
| /20(金) | 事前研修 |
| /21(土) | 異文化交流 |
| /22(日) | 異文化交流 |
| /23(月) | フジキン (ベトナム) 実習 |
| /24(火) | フジキン (ベトナム) 実習 |
| /25(水) | フジキン (ベトナム) 実習 |
| /26(木) | フジキン (ベトナム) 実習 |
| /27(金) | 報告書作成 |
| /28(土) | 報告会 |
| /29(日) | ハノイ⇒大阪 |

(添付資料4：CIS ベトナム事前研修日程)

ベトナム CIS 現地事前研修スケジュール (敬称略) 2013年9月19日、20日

日程	午前 (9:00~12:00)		午後 (13:00~16:00)		担当者
	担当者		担当者		
9月19日	各自自己紹介		学生全員		横江、阪大学生
	アイスブレイキング (10分)		勝又		
	コミュニケーションとは (エクササイズ・ゲーム) (40分)		勝又		
	ベトナムの国紹介		HUST 学生 1 名		
	日本の国紹介		阪大学生 2 名		
9月20日	フジキン社の紹介		阪大学生 2 名		横江
	日系企業に関する講義 No. 4-6 阪大学生が各担当項目について英語で 生へ説明。 横江が適宜フォローする。		ハノイ工科大学工学部見学 製造業に関するトピックについてディス カッション (トピック例：製造工程自動化のためのロ ボット導入について)		

(添付資料5：CIS ベトナム企業実習スケジュール)

フジキンバクニン社企業実習概略スケジュール

DATE/ TIME	23/9/13	24/9/13	25/9/13	26/9/13
7:00		ホテル→Fujikin Vietnam (FV)		
8:00	ホテル→Fujikin Bac Ninh (FBC)		ホテル→FBC	ホテル→FBC
9:00	①ご挨拶 ②今回のスケジュール説明 ③事前のデイスカッション	FV 工場見学	ベトナム進出企業に関する説明	①SQC, IEの説明 ②5S、報告・連絡・相談(ぼうれんそう)
10:00	Fujikin Carp Group 説明			
11:00	①FBCの工場見学 ②工場見学後のデイスカッション	工場見学後のデイスカッション		
12:00	昼食(12:30～13:15)	昼食(12:30～13:15)	昼食	昼食
13:00	①社長の川端社長からのご挨拶・説明 ②社長・社員を交えてのデイスカッション	Fujikin Vietnam→FBC 継手(V-LOK)組立作業	FBC→他社 他社の工場見学	以下のデイスカッション ①日本企業の将来について ②外国で操業し、何を残すのか?何を教授するのか?
17:00	工場見学後のデイスカッション	作業後のデイスカッション	工場見学後のデイスカッション	川端社長からの話
18:00	FV→ホテル 着替え・その他	FBC→ホテル 着替え・その他	他社→ホテル 着替え・その他	FBC→ホテル 着替え・その他

(添付資料6－1：CIS タイ全体日程 日本語)

タイ カップリング・インターンシップ日程

1日目	10/27 (日)	大阪発、バンコク着
2日目	10/28 (月)	事前研修 (カセサート大学)
3日目	10/29 (火)	事前研修 (カセサート大学)
4日目	10/30 (水)	企業実習 (タイコウベウエルディング社)
5日目	10/31 (木)	企業実習 (タイコウベウエルディング社)
6日目	11/ 1 (金)	企業実習 (タイコウベウエルディング社)
7日目	11/ 2 (土)	企業実習 (タイコウベウエルディング社)
8日目	11/ 3 (日)	タイ文化体験
9日目	11/ 4 (月)	報告書作成
10日目	11/ 5 (火)	報告書作成
11日目	11/ 6 (水)	タイ文化体験
12日目	11/ 7 (木)	最終報告会
13日目	11/ 8 (金)	バンコク発、大阪着

(添付資料 6-2 : CIS タイ 全体日程 英語)

Itinerary for Coupling Internship in Thailand Oct. 27-Nov. 8						
OU=Osaka University KU=Kasetsart University						
as of Oct. 18, 2013						
Date	Time	Activity	Place	Hotel	Note	The Night KU students stay at Hotel
27-Oct SUN	8:15	Meeting at Kansai International Airport	4F Terminal 1, Counter 29-30 (Tour Counter), in front of "BTM Ticket Counter"	Lotus Skhumvit Hotel 1 Sukhumvit 33, Bangkok 10110 Tel: +66 (0) 2610 0111	Only OU students stay at Hotel	x
	10:05	Departure: CX-503 Kansai International Airport (Transfer at Hong Kong)				
	16:20	Arrival: CX-751 Swannaboom Airport				
	8:00	Depart from Hotel				
28-Oct MON	9:00-12:00	Preparatory Training: Self introduction, Introduction of Thailand (1 KU student), Introduction of Japan (1 OU student), Introduction of TKW (1 OU student), About Japanese Corporation (No. 1, 2)	Kasetsart University	Lotus Skhumvit Hotel 1 Sukhumvit 33, Bangkok 10110 Tel: +66 (0) 2610 0111	*KU students join to stay at hotel (Please bring stuff to stay at the Hotel to the Preparatory Training)	☉
	13:00-16:00	Preparatory Training: Philanthropy/Philosophy of Japanese companies, Corporate social responsibility, Business manner (No. 3,4,5,6)				
	18:30	Dinner				

3-Nov	SUN	Day off	To be confirmed (Cultural Exchange)	Around or inside BKK	Lotus Skhumvit Hotel 1 Sukhumvit 33, Bangkok 10110 Tel: +66 (0) 2610 0111	○
			Review the practice at TKW	Hotel		
4-Nov	MON	9:00-17:00	Making a report (group presentation)	Hotel	Lotus Skhumvit Hotel 1 Sukhumvit 33, Bangkok 10110 Tel: +66 (0) 2610 0111	○
		18:30	Dinner			
5-Nov	TUE	9:00-17:00	Making a report (group presentation)	Hotel	Lotus Skhumvit Hotel 1 Sukhumvit 33, Bangkok 10110 Tel: +66 (0) 2610 0111	○
		18:30	Dinner			
6-Nov	WED	Day off	To be confirmed (Cultural Exchange)	Around or inside BKK	Lotus Skhumvit Hotel 1 Sukhumvit 33, Bangkok 10110 Tel: +66 (0) 2610 0111	○
			Prepare for the final presentation	Hotel		
7-Nov	THU	8:00	Depart from Hotel			*KU students check-out hotel
		10:00-14:00	Final presentation	Kasetsart University	Lotus Skhumvit Hotel 1 Sukhumvit 33, Bangkok 10110 Tel: +66 (0) 2610 0111	x
		18:30	Dinner			*KU students will be dismissed at 14:00 after final presentation
8-Nov	FRI	11:50	Departure: CX-750 Suwannaboom Airport (Transfer at Hong Kong)			
		21:00	Arrival: CX-502 Kansai International Airport			
		Phone Number: Prof. Yokoe: +81 90-5895-6977				

(添付資料 7 : CIS タイ事前研修日程)

Thailand CIS Pre-Training Schedule (28 Oct, 29 Oct)

Date	Morning (9:00~12:00)	Presenter	Afternoon (13:00~16:00)	Presenter
28-Oct	Self-Introduction	All students	Lecture about Japanese Corporates No.3, 4, 5, 6	Mr. Ishizaka, Mr. Yamasaki, Prof. Yokoe
	Introduction of Thailand	1 KU student		
	Introduction of Japan	1 OU student		
	Introduction of TKW	1 OU student		
	About Japanese Corporation (No.1, 2)	Mr. Araragi, Ms. Hashiguchi, Prof. Yokoe		
29-Oct	Basic knowledge for Joining and Welding		Group discussion (interview questions for TKW)	all
			Speech of your determination to participating CIS and practice at TKW	all students

(添付資料 8 : CIS タイ 企業実習スケジュール)

การอบรมในโครงการความร่วมมือระหว่างประเทศไทย-ญี่ปุ่น		
期間 : 10 月 30 日 ~ 11 月 2 日		
参加者		
1) 大阪大学 มหาวิทยาลัยโอซาก้า 6-8 名 学生 4 名 [ศาสตราจารย์ 2-4 ท่าน และนักศึกษา 4 ท่าน]		
2) คาเซ็ตโตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นักศึกษา 4 ท่าน		
วันที่日付	ทีม A ทุ่ม Ms.Hashiguchi/Mr.Yamasaki/Ms.Thitipom/Mr.Nitiwat	ทีม B ทุ่ม Mr.Araragi/Mr.Ishizaka/Mr.Thiti/Ms.Pornpan
30-Oct	เวลา時間 9:00	การประชุมเปิดการอบรม オリエンテーション
ศาสตราจารย์ Mr. Yokoe		- คณะผู้บริหารให้การต้อนรับ - แนะนำตัวทำความรู้จัก - วัตถุประสงค์การอบรม - วัตถุประสงค์การอบรม - แผนการอบรมและตารางเวลา - กิจกรรมและทักษะที่คาดหวัง
Ms.Fujiwara	10:00	10:00 12:00 13:00 13:30 14:30 15:30 16:30
Mr.Suga	12:00	พักกลางวัน
	13:00	ความปลอดภัยเบื้องต้น
	13:30	เยี่ยมชมโรงงานและสายการผลิต
	14:30	QCC presentation
Total		5S + 7waste presentation
11 persons	15:30	ทำรายงานประจำวัน (ถ้ามี) 日報作成 (有る場合)
	16:30	เลิกงาน 終了
31-Oct	7:20	การออกกำลังกายตอนเช้า สโตรetch 体操
	7:25	การประชุมเข้าก่อนเริ่มสายงานผลิต 朝会
	7:30	เริ่มงานประจำวัน สายงานผลิต 現場実習開始
ศาสตราจารย์ Mr. Yokoe		สวมเสื้อคลุม TKW 被覆棒
Mr.Murakami		สวมเสื้อคลุม TKW 被覆棒
	12:00	พักกลางวัน 昼食
	13:00	สายงานผลิต (ต่อ) 現場実習 (続き)
Total		สวมเสื้อคลุม TKW 被覆棒
10 persons		สวมเสื้อคลุม TKW 被覆棒
	15:30	ทำรายงานประจำวัน (ถ้ามี) 日報作成 (有る場合)
	16:30	เลิกงาน 作業終了

1-Nov	7:20	การออกกำลังกายตอนเช้า สโตรเล็ทซ์体操
	7:25	การประชุมเข้ก่อนเริ่มสายงานผลิต 朝会
	7:30	เริ่มงานประจำวัน 実習開始
ศาสตราจารย์ Mr. Yokoe		ระบบคลังวัตถุดิบและสินค้า 材料 & 製品の在庫管理システム -วัตถุดิบ: ลวด, ฟลักซ์ การตรวจรับและการจัดเก็บ 線材、フラックスの受入検査&保管 -สินค้า: ผลิตภัณ์ต่างๆ การตรวจปล่อยและการจัดเก็บ 完成品：出荷検査&保管
Mr. Murakami	9:00	งานวิจัยและพัฒนา 研究開発 -ด้านผลิตภัณ์ 製品 -ด้านการผลิต 製造
Total	11:30	รับประทานอาหารกลางวัน 昼食
10 persons	12:00	ออกเดินทางจาก ไทย-โกเบ เวลดีง ส TKCM TKCMへ出発
	14:00	เยี่ยมชมโรงงาน TKCM TKCM工場見学 -สายงานการผลิต 製造ライン見学 -การใช้ผลิตภัณ์ที่ลวดเชื่อม 製品が実際に使われる状態 เสร็จสิ้นการเยี่ยมชมโรงงาน 工場見学終了
	16:00	การออกกำลังกายตอนเช้า สโตรเล็ทซ์体操
2-Nov	7:20	การประชุมเข้ก่อนเริ่มสายงานผลิต 朝会
	7:25	เริ่มงานประจำวัน การควบคุมคุณภาพ 実習開始 品質管理
	7:30	การตรวจสอบวัตถุดิบ 受入検査 溶接性テスト การตรวจสอบการรับวัสดุบรรจุภัณ์ 包装材料受入検査 การตรวจสอบในกระบวนการ 中間検査 การวัดค่าแรงดึงขาดของลวด (Tensile strength) ワイヤ引張り強度 การตรวจสอบผลิตภัณ์ 製品検査 การตรวจความชื้นในฟลักซ์ผิวเคลือบ フラックスの湿度検査 การทดสอบการเชื่อม (ดูและสังเกตการณ์) 溶接性テスト
ศาสตราจารย์ Mr. Yokoe		การตรวจสอบวัตถุดิบ 受入検査
Mr. Murakami		การตรวจสอบการรับวัสดุบรรจุภัณ์ 包装材料受入検査
Mr. Tanaka		การตรวจสอบในกระบวนการ 中間検査
Mr. Suga		การวัดค่าแรงดึงขาดของลวด (Tensile strength) ワイヤ引張り強度
		การตรวจสอบผลิตภัณ์ 製品検査
Total		การตรวจความชื้นในฟลักซ์ผิวเคลือบ フラックスの湿度検査
12 persons		การทดสอบการเชื่อม (ดูและสังเกตการณ์) 溶接性テスト
	12:00	พักกลางวัน 昼食

6. 来年度にむけた本事業の展開概要

広域アジア地域の優れた大学や研究機関との連携や接合・溶接技術の更なる高度化、異文化・多言語に通じた多様性の素を有する学生の育成を主たる目的として平成 25 年度から 5 か年計画で開始した事業であり、来年度以降も①ネットワーク形成事業、②ものづくり事業、③ひとつづくり事業を 3 つの基本課題として本事業を遂行していく予定である。以下に各事業毎の来年度以降の展開概要を述べる。

ネットワーク形成事業では、本年度の活動を受け、来年度は広域アジア地域内での接合・材料科学分野における横断的交流の実現と拡大を目指す。具体的には、2 国間ワークショップの他、タイ・バンコクでの多国間ワークショップの開催を計画しており、これまで主となっていた 2 国間交流を域内横断的交流へと発展させる。また、同時に新規大学・研究機関の開拓も進め、域内でのネットワーク強化を図る。国際共同連携研究については接合科学研究所が持つ研究におけるノウハウと施設・設備、また企業とのネットワークを活用し、研究の質の向上と展開を目指すと同時に、優れた研究者や学生の大阪大学への招へい・短期留学を促すことでグローバルキャンパスの構築に貢献する。本年度開始した 3 つの国際共同連携研究を含め、今後開始される同研究については、長期的な課題の発掘と取り組みを視野に置き、域内における横断的ネットワークとシンクロした多国間共同研究へと拡大することが期待される。

また、繰り返しとなるが、活発な交流活動、国際共同連携研究の継続と発展には予算獲得が不可欠であり、接合科学研究所では JICA 事業である AUN/SEED-Net など、多様なスキーム活用に対する提案も重要な活動と位置づけ、引き続き、国際的競争資金の獲得を行う。

ものづくり事業では、深海という極限環境におけるレーザ加工の技術基盤を確立することと並行し、水中レーザ加工の基礎的性質を明らかにして、応用技術の創出も模索していく。水中レーザ接合技術に限定せず、水中レーザ焼入れや水中レーザ切断などの加工技術も視野に入れた研究開発を実施する。小型試験水槽を用いた水深 1 m 程度でのファイバーレーザ接合加工実験を通じて、平成 25 年度で確立した高速・高圧水膜による遮断効果をはじめとする本加工プロセス因子の適正条件の検証を行うと共に、加工部位の品質安定性に及ぼす水圧の影響を解析する。

ひとつづくり事業では、平成 26 年度は CIS 実施国数の拡大と研修内容の充実といった量の拡大と質の向上を両立する人材育成プログラムを検討する。実施国については現在 7 か国で具体的な準備に着手しており、可能ならば更なる上積みを目指したい。また、質の向上に関しては初年度で実施した 3 か国に関して、参加学生をはじめ、多くの方々から頂いた意見や要望を踏まえ、一つずつ改善を加え、より充実した事業に育てて行きたい。特に平成 26 年度は事前研修の充実により、学生が実施国及び企業に関するより豊富な情報を習得できるように制度を改善する。また、企業実習課題の事前設定と準備を徹底し、実習の更なる進化を図る。そして報告書作成に関しては、事前に設定した課題を中心に、学生間での意見交換を十分に行なえる時間を確保すると共に、報告会では参加

学生全員が連携して発表し、最後まで参画意識を維持できるように配慮する。

このようにして平成26年度のひとづくり事業では国籍、研究分野が異なる学生同士が、互いに助け合い、目的を成就するという文理、異文化、異言語融合を体験できる環境整備に努める。

広域アジアものづくり技術人材高度化拠点研究センター運営委員会 委員名簿
(2014年3月31日現在)

委員号	氏名	所属
センター長 (1号委員)	片山聖二教授	接合科学研究所
副センター長 (2号委員)	大内 一教授	言語文化研究科
3号委員	横江好一特任教授	言語文化研究科
	藤原久仁子特任助教	言語文化研究科
	勝又美穂子特任准教授	接合科学研究所
4号委員	岡田 新教授	言語文化研究科
	東 明彦教授	言語文化研究科
	村上忠良准教授	言語文化研究科
	中田一博教授	接合科学研究所
	近藤勝義教授	接合科学研究所
	西川 宏准教授	接合科学研究所
	川人洋介准教授	接合科学研究所
5号委員	平田好則教授	工学研究科
	廣瀬明夫教授	工学研究科
6号委員	菅 哲男客員教授	接合科学研究所

広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター運営委員会議事

日時：2013年9月17日（火）13：00～

場所：接合科学研究所 実験・研究棟2階会議室

■センター長、副センター長、委員の紹介

■「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」概要説明

I. 報告事項

1. CIS事業の活動概要と流れについて

2. CISの進捗状況について

平成25年度実施先：

- ① 8月18日～8月31日 インドネシア（コマツインドネシア・インドネシア大学）
- ② 9月18日～9月29日 ベトナム（フジキンベトナム・ハノイ工科大学）
- ③ 10月27日～11月8日 タイ（タイコウベウエルディング・カセサート大学）

3. CIS予算執行状況について

- ・言語文化研究科
- ・接合科学研究所

4. 来年度以降のCISについて

- ・来年度以降の実施国について検討・準備状況

5. 接合研グローバルネットワーク構築進捗について

6. 接合研水中レーザ加工研究進捗、計画概要

II. 審議事項

1. 来年度以降のCIS実施手続きについて

- ・協定締結の有無など、CIS実施方法に係る手続きについて

2. 工学研究科への連絡、情報共有体制などについて（学生募集方法含む）

3. 年度末成果報告書について

4. シンポジウム開催について

5. 次回開催日程について

以上

広域アジアものづくり技術・人材高度化研究センター運営委員会議事

日時：2014年3月17日（月）13：30～

場所：接合科学研究所 実験・研究棟2階特別会議室

I. 報告事項

1. 拠点開設記念シンポジウムについて
2. 平成25年度広域アジア事業予算執行状況について
 - ・言語文化研究科
 - ・接合科学研究所
3. 平成25年度CIS実施について
4. 平成26年度CIS関連開講科目について
5. 平成25年度接合研グローバルネットワーク構築について
 - ・学術協定締結結果
 - ・ワークショップなど開催結果
6. 平成25年度水中レーザ加工研究報告と平成26年度実施計画について
7. 「国立大学機能強化」に係る中期計画の変更について

II. 審議事項

1. 平成26年度広域アジア事業予算
 - ・全体
 - ・言語文化研究科
 - ・接合科学研究所
2. 平成26年度CIS実施について
 - a) 平成26年度CIS実施国と実施計画
 - b) 平成26年度CIS運営方針概略
 - c) CIS学生募集に係る確認
 - d) 準備について
 - e) 費用負担について
 - f) 協定書(MOU)、及び企業との秘密保持文書について
 - g) CIS実施に伴う保険について
3. 平成26年度接合研グローバルネットワーク構築計画
4. 平成25年度成果報告書について

以上

謝 辞

「広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業」は、文部科学省・特別経費事業として国立大学法人大阪大学において平成 25 年度より開始しており、当該事業の実施において文部科学省研究振興局学術機関課ならびに同省高等教育局国立大学法人支援課より多大なご支援ならびにご協力を頂戴しました。

また、平成 25 年度の事業遂行にあたり、関連地域での情報の収集・提供、現地カップリング・インターンシップの受入れ、国際共同連携研究の実施、拠点開設記念シンポジウムでの講演発表などの様々な活動において、多くの企業・機関の皆様より多大なご支援ならびにご指導を賜りました。特に、独立行政法人国際協力機構（JICA）の関係各位にはご多用の折、多大なご尽力とご協力を頂戴致しました。

末巻にはなりますが、この場を借りまして心から謝意を表しますと共に、今後とも変わらぬご支援ならびにご指導を賜りますよう、宜しくお願い申し上げます。

平成 26 年 5 月吉日

国立大学法人大阪大学

広域アジアものづくり技術・人材高度化拠点形成事業

関係者一同