

東京工業大学
南アジア超短期派遣プログラム
インド工科大学マドラス校
(インド：チェンナイ、バンガロール)

報告書

目次	2
第1章 研修の概要	
1. 研修の目的	3
2. 研修の日程と参加学生の紹介	
【研修の日程】	3
【参加学生】	4
第2章 チェンナイ	
1. チェンナイ市	4
2. インド工科大学マドラス校	
【大学の概要】	5
【大学内での研修内容】	
* キャンパス内施設	6
* 講義	10
* 学生交流	11
3. 企業・工事現場の訪問	
【ルノー日産オートモーティブ インディア】	12
【チェンナイ市メトロ工事現場】	15
4. そのほか	
【観光・自由時間】	17
【食事】	18
第3章 バンガロール	
1. バンガロール市	19
2. 企業の訪問	
【AUTO DESK】	20
【JETRO】	21
【NEC】	21
3. 観光・自由時間	22
第4章 所感	25

第1章 研修の概要

1. 研修の目的

このプログラムは、下記の3つの能力の育成を目指している。

- 1) 自らの専門性を基礎として、異なる環境においても生活でき、業務をこなす力を持ち、窮地を乗り越えるための判断力、危機管理能力を含めて自らの意思で行動するための基礎的な能力を身につける。
- 2) 異文化理解が進み、相手の考えを理解して自分の考えを説明できるコミュニケーション能力、語学力、表現力を身につける。
- 3) 海外の様々な場において、実践的能力を科学者技術としての倫理を身に着け、チームワークと協調性を実践し、課題発見・問題解決能力を発揮して、新興国における科学技術分野で活躍するための基礎的な能力を身につける。

2. 研修の日程と参加学生の紹介

【研修日程】

- 9月9日（水） 東京～バンコク～チェンナイ 飛行機で移動
インド工科大学マドラス校内のゲストハウスに到着
- 9月10日（木）インド工科大学マドラス校国際部に挨拶
キャンパスツアー
Research Park（産学連携に関する施設）見学
Kumar 教授含め土木系の学生たちと夕食（ラーメン）
- 9月11日（金）土木・機械系の授業を大学で受ける
土木系の研究室見学
土木系の学生に対するプレゼンテーション
（東工大の紹介、自己紹介、東工大への留学制度の紹介）
インドの学生、日本の学生（長岡技術科学大学）と交流
- 9月12日（土）マハーバリプラム（海岸寺院、クリシュナのバターボールなど）見学
スペンサープラザ（ショッピングモール）で買い物
- 9月13日（日）チェンナイ～バンガロール 列車で移動
州立博物館、産業技術館見学
- 9月14日（月）AUTO DESK 訪問
JETRO バンガロールオフィス 訪問
- 9月15日（火）NEC 訪問
バンガロール～チェンナイ 列車で移動
- 9月16日（水）自由時間
NISSAN 訪問
- 9月17日（木）自由時間

チェンナイメトロ工事現場見学

9月18日（金）チェンナイ～バンコク～東京 飛行機で移動

【参加学生】

日高 聡 学部4年 機械知能システム学科
国松 慧 学部3年 制御システム工学科
山下 優希 学部2年 土木環境工学科
中釜雄太郎 学部1年 工学部（4類）

第2章 チェンナイ

1. チェンナイ市（中釜）

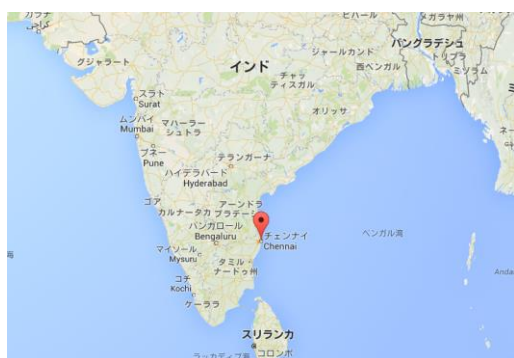
チェンナイはタミル・ナドゥ州の州都であり、かつてマドラスと呼ばれていた。海に面しているため高温多湿な気候である。2011年の統計調査によると、人口はインドで6番目の468万人である。都市圏人口においては、4番目の897万人である。人口密度が非常に高く2万7000人/km²であり、東京都区内の人口密度の2倍弱である。現在、東南アジアに面した良港を活かし、世界中から製造業企業が集まっている。特に、韓国の現代や日産自動車、ダイムラーなどの自動車工場があり、現地企業や外資系企業などの自動車部品メーカーの工場が集積している。また、自動車産業だけでなく、電子機器産業の工場も多く、サムスン電子やノキアなどの現地工場がある。

オラガダム工業団地はタミル・ナドゥ州産業振興公社（SIPCOT）が開発、運営する公営工業団地である。工業団地からチェンナイ港へ続く道は、チェンナイ市内を横断するため、渋滞やトラックなどの交通規制から非常に時間がかかる。チェンナイ港は、インド第2位の港であるが、取扱量が限界にきており、周辺道路の渋滞が深刻化している。これに代わって、チェンナイの北部にあるエンノール港が完成し自動車の輸出港として活用されており、日産自動車やトヨタ自動車はここから輸出している。

この工業団地には日産自動車の現地工場が立地し、ダイムラーのトラック工場もある。また、アポロ・タイヤなど自動車関連製品メーカーや部品メーカーなどの工場が多数存在する。日産自動車のサプライヤー・パークが整備されており、日本の自動車部品メーカーが進出している。

ワンハブ・チェンナイ工業団地は、民間企業が開発した工業団地である。ワンハブ・チェンナイ工業団地の特徴は、その開発に日揮とみずほ銀行が資本参加した日系工業団地であるという点である。これら日本企業とともに共同事業体を組むのは、シンガポールの不動産開発業者、アセンダスと在外インド人が中心となって運営している不動産開発ファンド、アイレオである。これまでに日本企業では日立オートモティブシステムズや味の素、高砂香料工業などの進出が決まっている。

スリ・シティ工業団地は、国道 5 号線沿いに位置するチェンナイ郊外の民間工業団地の一つである。しかし、チェンナイの属するタミル・ナドゥ州ではなく、アンドラ・プラデシュ州に属している。チェンナイ郊外の工業団地の多くは南西部に集中しているが、この工業団地は北部に位置しているため、自動車産業や電子機器産業の集積地である南西部の工業団地群へのアクセスはチェンナイ市内の渋滞などが障害となっている。一方、この地理的な特徴が、市北部のもう一つの完成自動車積出港として最近注目されているエンノール港へ近いなど利点ともなっている。工業団地のうち、国内市場向けの製造拠点としての国内関税地区 (Domestic Tariff Zone) と分けて、海外輸出のため部材の輸入関税が免除される経済特区 (Special Economic Zone) と自由貿易倉庫区 (Free Trade and Warehousing Zone) とを設置しており、保税措置のため、国内関税地区との間にもゲートが設置されていて、出入りが管理されている。進出している日本企業は、2014 年 6 月現在で 14 社あり、主な企業はコベルコ建機や愛三工業、いすゞ自動車などである。また、欧米やタイなどの外資系企業も 15 社が進出している。



チェンナイの位置(出典: Google Maps)



市内の町並み

2. インド工科大学マドラス校 (日高)

【大学の概要】

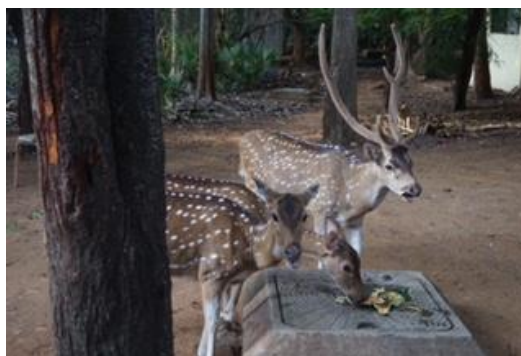
インド工科大学は工学と科学技術を専門とする、インドの 16 の国立大学の総体であり、マドラス校はそのうちの 1 校である。さらに、インド工科大学マドラス校の大学院・学部は 16 の分野に分かれている。学部の入学には JEE という全国に存在する IIT (インド工科大学) 16 校共通の試験を受けなければならない。倍率は 130 倍であり、入学するのがとても難しい。大学院の入学にはインド人は GATE という試験を受けなければいけない。外国人が大学院に入学するためには (1) 教授からの推薦状、(2) 学部の成績表、(3) TOEFL と GRE か GMAT のスコアの全てを大学側に提出する必要がある。スコア提出後、志望した学科の教授陣が協議により入学を認めるか否か決める。

インド工科大学マドラス校の教育はインドにおける最高の教育環境・システムを整えて

いとされている。全寮制であり、教授陣も90%以上が大学内の敷地に住んでいる。大学内の施設は充実しており、生活する上で学外に出る必要はない。そのため、学生たちは煩わしい通学に悩まされることがなく、常に優秀な友人たちと切磋琢磨し合うことができるため、勉強・研究に集中しやすい環境が整っているようだった。学部2,3年生の夏休みには企業へインターンシップに行き、学部4年生では学科によって異なるプロジェクトを行う。キャンパスはとても広く、東京工業大学大岡山キャンパスの約11.7倍の広さを持つ。キャンパス内には森林が多く見られ、鹿や猿と出会うことができる。そのような広大なキャンパスを持つため、大学内にはシャトルバスが運行されている。多くの学生は自転車を所有し、それで学内を移動しているようだった。大学の雰囲気はとても良く、学生が勉強だけでなく、自分たちの趣味や学生間交流・OB・OGとの交流などにも真剣に取り組んでいる姿が多く見られた。



キャンパス内の地図



キャンパス内の鹿



キャンパス内の猿



キャンパス内のシャトルバス

【大学内での研修内容】

* キャンパス内施設

キャンパスは先述した通りとても広い。研究室と講義室が入っている各学科の建物には豊富な実験装置があった。我々が訪れた建物は土木学科の建物であったが、そこには長さ86メートルもある大きな造波機があった。しかしそれは既に壊れていて波を起こすことができないため水理実験用装置として使っているとのことだった。それよりも大きな造波機を購入し、別の敷地に置いているということを聞き、広大な敷地を持っているインド工科大学マドラス校であるからこそできることだと感じた。東工大であったら修理してまた同じ造波機を使うだろうと感じた。



土木工学科の造波機



土木工学科の造波機

各学科と大学事務関連の建物以外にも学生寮、先生たちのアパート、大学付近に住んでいる子供と教授陣の子供が通う小学校、来客用のゲストハウス、ものづくりセンターのような工房、スポーツ施設、オープンエアシアター、大学生協のようなグルナートというお店、ショッピングモール、大きな食堂、いくつかのカフェ等がキャンパス内にはあった。学外には隣接する IIT M Research Park という産学連携を行う建物があった。学生寮はいくつかの場所に分けられていたがいずれの建物も日本の団地のような感じであった。小学校が大学内にあるのは驚いたが、日本の普通の小学校と同じような感じであった。

来客用のゲストハウスは部屋によってベッドの数が違っていたが想像していたよりもずっと居心地が良かった。冷房とファンも付いていて蒸し暑いチェンナイでも割と楽に過ごせる。学生寮のシャワーからはお湯が出ないらしいがゲストハウスのシャワーからは熱いくらいのお湯が出せた。朝、昼、晩といずれもビュッフェ形式のものを格安で提供してくれる。いずれもベジタリアン用の食事であったが満足だった。唯一気をつけた方がいいことはチェックアウトをするときに15分ほどかかることだ。



ゲストハウスの部屋



ゲストハウスのロビー

Center for innovation とはものづくりセンターのような工房である。ここでは学生たちが自分たちで作りたいものを作っていた。設備は充実していた。驚くことに1か月で3Dプリンタ1台を作っていたりした。他にもドローン、自動車、ロボットなどの制作物が置いてあった。上手くいくと IIT M Research Park (後述) に採用され起業できるという話も聞いた。



Center for innovation



学生たちが作製した3Dプリンタ

スポーツ施設は室内競技用の建物一つとバスケットボールコート一面、サッカー場、テニスコート3面、クリケット場に分けられる。室内競技用の建物には卓球場、スカッシュコート、大きな筋トレ用のジムがあった。我々もジム以外ならば道具を持っていれば使えるようだった。



バスケットコート



テニスコート

オープンエアシアターとは屋外映画館である。階段状のコンクリートでできた座席、巨大な液晶画面、座席の後ろにある音響機器から構成されていた。天井はない。毎週土曜日の夜にそこで映画を上映する。私も少しだけ覗きに行ったが多くの学生がそこにはいた。映画は日本では最新作として上映中の「ミッション・インポッシブル」が上映されていた。画質はとても綺麗で、後ろからは重厚な音声が流れていた。映画が好きなインドならではの施設であると感じた。大学生協のようなグルナートというお店は小さいが中はとても充実していて、日用品から IIT グッズまでいろいろと売っていた。付近にはジュースや軽食を食べることができるお店があった。ショッピングモールにはスーパーマーケットや家電製品を揃える店、さらには航空券を売る店まで入っていた。



オープンシアターの様子



グルナート



大学内のお店



HIMARAYA

大きな食堂は HIMARAYA という名前でいくつかの会社で構成されていた。HIMARAYA で食事をするためには会社を一つ選択し、そこにあらかじめお金を支払い、支払った証拠になるカードが必要であった。我々は事前にお金を支払っていなかったため使うことができなかった。カフェはいくつかあったようだがとても美味しい欧米食を提供するカフェからスナックと飲み物だけを販売するカフェまでであった。

隣接する場所に IIT M Research Park という建物があり、ここでは一般企業とインド工科大学マドラス校が産学連携を行っていた。インド工科大学の中でマドラス校だけがこのような産学連携を取る場所を設けている。チェンナイがインド産業の中でも重要な役割を担っていることがここからもうかがえる。Research Park では企業がインド工科大学マドラス校に解決してほしい問題を持ってきて、その問題を解決するために教授陣、研究室、学生が企業と協力して研究を行う。大手企業からベンチャー企業まで多くの企業がインド工科大学マドラス校と連携を取るためにやってくる。インド工科大学マドラス校と連携を取って研究を行うためには審査があるようだ。また学生は Research Park でインターンをすることで単位を取得できる制度がある。



IIT M Research Park



Research Park での研究の様子

* 講義

1 講義 50 分間である。私は基礎化学の講義と応用伝熱学の講義を受けた。基礎化学の講

義は 20 人ほどの生徒がいて博士課程の学生が 16 人くらい、学部の学生が 4 人くらいいたようだ。博士課程の学生は化学を専攻していないようであり、彼らの研究に基礎化学の知識が必要であるために受講していたようだった。出席確認はなく、講義は日本でも良く見る板書をして進めていく形式であった。講義中に先生が学生に質問したり、確認テストを行ったりしていた。学生が質問に対して積極的に答えるときとあまり答えないときがあったが、皆必至に板書を書き写していた。学生から教授に質問をしたり、もう一度今のところを説明してくれるよう教授に言ったりする姿が見られた。

応用伝熱学の講義は 60 人くらい学生がいた。講義はパワーポイントを使って進める形式であり、出席確認があった。教授は一つの公式について実例なども挙げながら学生にじっくり考えさせながら講義を進めていた。東工大では多くの学生が眠るだろうと思われるくらいゆっくりと進む講義であったがインド工科大学マドラス校の学生は一人も寝ていなかった。



基礎化学の授業風景



応用伝熱学の授業風景

* 学生交流

学生交流は主に 2 つのグループとした。1 つ目は海外学生との交流をしているサークル、もう 1 つは我々を受け入れてくれたクマール先生の研究室だ。

1 つ目のサークルとの交流は日本人とインド工科大学マドラス校の学生との交流ということで日本人は我々以外にも長岡技術大学の学生や東工大の博士課程の学生が参加した。インド工科大学マドラス校の学生は学部 4 年生から 1 年生までいて、日本のアニメや漫画が好きな人が多くいた。サークルに入っている学生は海外志向が高いためか日本の歴史に詳しい人や将来外交官になりたい人などがいた。しかし、長期休みでも国内インターンなどに行く学生が大半なためなのか、私が聞いた限りインド国外へ行ったことがある学生はいなかった。

クマール先生の研究室の学生は博士課程と修士課程の方が主に交流してくれた。研究室の紹介をしてただけでなく、ダウンタウンでの買い物や食事、さらには休日に世界遺産のマハーバリプラムまで付いてきて案内をしてくれた。とても優しく、インド工科大学からダウンタウンへ行く途中のオートリキシャで街中のいろいろな店や寺院について詳し

く教えてくれたことが印象的である。我々がインド工科大学マドラス校を去る最後まで見送ってくれ、これからも連絡を取っていつかまた会おうと言ってくれるくらい仲良くしてくれた。



海外学生と交流をしているサークルとの集合写真



クマール先生の研究室との集合写真

3. 企業・工事現場の訪問（中釜）

【ルノー・日産オートモーティブ インディア】

「ルノー・日産・オートモーティブ・インド（RNAI）」は、ルノー・日産が世界初のアライアンス工場として 2007 年に設立した会社である。インド国内市場向け生産のみならず、海外 21 カ国へ輸出を行っている。インド南部チェンナイ近郊にあるオラガダム工場では、「マイクラ」「サニー」「エヴァリア」やルノーの「ダスター」そして「ダットサン」ブランドなどが生産されてきた。

現地で生産される自動車のうち 60%は海外へ輸出され、40%は国内向けに販売される。地理的に見れば、チェンナイ港はエンノール港より近くにあり、そちらを輸出あるいは輸入の窓口として利用するのが自然である。だが、現実にはチェンナイ港ではなく、エンノール港を利用しているのには、次のような理由があるためであるのだそうである。現在、エンノール港は多くの企業が輸出入の窓口として既に利用されているため、今後これ以上の参入は、貿易港としての機能を維持することが難しくなっている。その上、チェンナイ港を利用する為には、チェンナイの中心地にある市街地を通る必要があるが、現在、チェンナイ中心地では渋滞が絶えず、安定して商品を輸送することが難しい。更には、地形的にもチェンナイ港への道のりには、不安定な道路があり、その点も懸念材料の一つとなっている。こういった、社会的あるいは地形的要因によって、一見不自然のような、チェンナイ港ではなくエンノール港という選択がなされたのである。

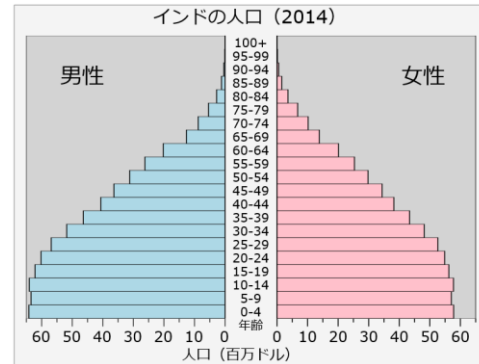
ここで、日産&ルノー自体に視点を戻す。なぜ、エンノール港を利用するのにも関わらず、チェンナイ港側に会社を置いたのであろうか。まずは現在のインドにおける自動車産業事情について考える。日産、そしてルノーがインドへ進出したのは 2007 年頃であったが、その当時は既にトヨタやスズキといった日本自動車企業をはじめ、数多くの自動車会社がインドへの進出を終えていた。そして、そういった自動車企業の多くが、チェンナイ市内の北部の工業団地に拠点を据えたのである。そのような経緯を経て、RNAI は現在の工業団地に、参入したのである。また、周囲に供給元となる、自動車関連部品の生産工場が点在していたのも、現在の場所になった要因の 1 つである。

次に、製造工場について見ていく。工場内では、技術を常に維持するために、技術を競う国際的な大会に参加している。Global Skill Olympics と呼ばれ、参加するだけでなく、インドチームは例年好成績を残している。2011 年 8 月に開催された Global Skill Olympics では銀賞、2014 年 8 月では銅賞を受賞している。こういった、国際大会への参加が、労働者の仕事へモチベーションを高め、結果、上位入賞といった好成績につながっているのではないだろうか。また、国際大会への参加のみならず、工場内にも技術向上のための施設が設けられている。そこは **Stamping Dojo Area** と呼ばれ、工場で働く方々が溶接といった技術を高めるためだけの区域が存在する。

労働者に関しては、日本と大きく事情が異なる。まずは平均年齢である。工場内における平均年齢は 29 歳である。日本に比べれば、非常に若いようにも思えるが、インド全体の平均年齢が 27 歳であることを考えれば、合点がいく。



タミル・ナドゥ州地図



インドの人口分布

グラフを見ても分かるように、インドで特徴的なのは若い世代の人口が圧倒的に多い点である。日本の平均年齢が 46 歳であることを考えると、その特異さが分かる。加えて、インドの特にチェンナイといった、大学や研究機関の集まる都市には、多くの若い技術者がいる。そのため、人材という点では、とても優れた環境である。ただし、良い所ばかりではなく、問題点があることも確かだ。工場で働く、若い世代の人々の多くは、自動車に乗ったことがない、あるいは触ったことさえないこともあるという。

彼らが、工場で自動車を製造するにあたり、自動車がどういうものなのか、どういった工程で製造されているのか、どんな方に買われているのか、を知る必要がある。RNAI も工場で働く方々に、そういった自動車の行方を知ってもらい、自分たちが製造する車に対し、親近感と誇りを感じてもらおう活動をしている。

当然のことながら、工場で働いている日本人の方もいる。中には、家族を連れてインドに来ている方もいるようで、工場内に飾られていた現地の小学校の感謝状の中には、従業員の娘さん息子さんという方もいた。昼食は、家から弁当を持ってくる方もいれば、外部の日本食の販売店を利用する方もいるようである。

開発のほうに、目を向けていきたい。基本的には、コンセプト決定後デジタルで設計、コンピュータでシミュレーションを行い、実際に車体を製造、本体でのシミュレーションを終えた後、実際に市場に出回ることになる。

まずは、コンセプトであるが、すべての自動車には、その独自の名前がついている。そして、その名前は、代々バージョンを新しくしながら長く使われてきたものから、新たに新製品としてつけられたものまでである。その基準としては、社会で新しい風潮が生まれると、新しい名前の車を開発するそうである。RNAI では、Local Life Style Research というものが行われている。実際に調査を行い、現在の流行を調査するで得た情報を通し、開発に生かしている。例として、自動車内携帯ケースがある。インドでは、携帯電話の利用が普及し、今や中国と並び世界の携帯電話利用者数を誇る。そういった社会情勢を鑑み、インド市場で特別に車内に携帯電話ケースを付属させた。ただし、こういった市場調査による製品開発によって誕生した製品は、インドのみならず他の発展途上国においても通用

することが多いという。これは、日産やルノーといった先進国の自動車企業にとって、インドは発展途上国のニーズを知る 1 つの重要な市場であるということである。

次にデジタルの工程である。まず、デザインした部品あるいは車体を、CAD に起こし CAE を行う。CAE とは、製品の設計支援システムや、設計した製品のモデルを使って強度や耐熱性などの特性を計算する解析システム、あるいは、製品の機能や性能を確認するためのシミュレーションシステムのことであり、中には冠水路走行のシミュレーションも含まれている。ただし、一口にシミュレーションといっても、日産とルノーではシミュレーションの方法が異なるため、一企業内でも製品によってシミュレーションの方法が異なる。特に、日産はルノーに比べ複雑であるという。

次に、フィジカルテストであるが、この工程では実際にシミュレーションを行うため、時間や費用がデジタルに比べ格段にかかるため、今後、フィジカルテストを減らし、可能な限りデジタルに移行しようという動きが高まっている。技術的な面に関して RNAI は、インド工科大学マドラスとの連携を行っている。

開発における人事は、工場労働者に比べ、大きく様子が違ってくる。あくまで RNAI は新しい企業であり、開発で働く方々は皆、経験者である。つまり、これまで他の自動車及び関連会社の技術者として、働かれた方が RNAI で働かれているということである。

また、たとえ他会社で勤務した経験があったとしても、その年数が短い場合、入社試験として面接のみならずテストを行うことがある。当然のことながら、日本からの人材であっても、経験が浅い場合も同様である。しかしながら、そこで試されるのは、知識もさることながら、チームワークへの対応や人間性も見られる。入社後も、チームとして開発に携わっていくため、国籍や母国語の異なるチームメイトとの関係づくりも大事になってくる。そういった中で、どのようにチームワークをよくするかに関し次のようなポイントがあるという。まずは、一人一人が責任を持つ。そして、チーム全員が、1 つのゴールを共有する。最後に、チーム内でしっかりコミュニケーションをとるということである。

【チェンナイ市メトロ工事現場】

2003 年にメトロ建設の実現可能性調査が実施され、道路輸送量に基づき 7 路線の調査が行われたのち、二路線を第一期計画として推進することが決定した。メトロの建設と運営に当たるのは、インド政府とタミルナードゥー州政府が折半で出資したチェンナイ交通公社(Chennai Metro Rail Limited)である。第一期計画では、チェンナイ中心部から南部を経由して、チェンナイ空港まで結ぶ一号線(Washermanpet ~ Chennai Central ~ Alandur ~ Chennai Airport, 23.1km 18 駅)と、同じくチェンナイ中心部から西部を経由して南西部に向かう 2 号線(Chennai Central ~ Alandur ~ St Thomas Mount, 22.0km 18 駅)の建設が決

定した。一号線と二号線は中心部にある Alandur 駅にて乗り換えが可能になるとともに、Chennai Central 駅はインド各地と結ぶ既存の国鉄 Chennai Central 駅の地下に建設され、メトロと国鉄の乗り換えが可能な計画とされた。一号線の中心部寄りの 14.3 km と 2 号線の中心部の中心部寄りの 9.7 km の区間は地下構造であり、それ以外の区間は高架構造で計画されている。

2008 年に策定された計画によると、運行開始時点では一号線・二号線ともに 23 編成を使用し、4 両編成(編成定員は 1038 名)の列車が 4 分 30 秒間隔から 15 分間隔で運行する予定となっている。なお、運行開始以降、需要の増加に合わせて順次編成を増強し、運行間隔を短くするほか、将来的には 4 両編成を 6 両編成化することも見込んである。運行開始時点での旅客数は 1 日当たり 66 万 6000 人、3 年後では 77 万 5000 人を見込んでいる。

メトロ建設の工程の概要は次のとおりである。地上の、地下鉄予定地の真上にある車用道路を変更し、間に掘削作業を行うための場所を設ける。次にガイドウォールを地中に差し込み、コンクリート堀を差し込む。これにより、軟らかい地層である坑壁が崩れるのを防ぐ。深さは、地下水位に達するためより決壊に注意を向ける必要がある。コンクリート堀同士の間には床を入れては、土壌を取り除く作業を繰り返し各階を建設していく。

一方、車両が通過するトンネルの建設は、シールド工法によって建設される。シールド工法とは、次のような仕組みで行われる。先端には、硬い回転する平たいドリルのようなものがあり、土壌を削っていく。このとき、地盤が軟弱な場合には、土壌を固結させるための化学物質を染み込ませず。削られ、細粉された土壌は、回転するドリルの裏のチャンバと呼ばれる空間に溜められ、スクリーコンベアによって、ベルトコンベアへ運ばれる。ベルトコンベアの下では、トンネルのパーツが、他のベルトコンベアによって運ばれてくる。それらは、シールドが一定程度進むと、その進んだ分に、運ばれてきたトンネルの部品を組み合わせ、新たなトンネルを組み合わせる。この時、部品同士は接着剤だけでなく、ボルトで隣同士固定される。部品は一周 6 つと Key Segment と呼ばれる、要石の役割をになうパーツからなる。1 つの厚さは 10 cm であり、トンネルの直径は 6.76m である。



スライドで工事の説明を受けた



安全対策をしたのち工事現場へ

4. そのほか (山下)

【観光・自由時間】

チェンナイでは、世界遺産でもあるマハーバリプラムを訪れた。

ゲストハウスから、インド工科大学の学生4人とともに、レンタカーを借りて、チェンナイから海沿いに南へ60km下ったところにあるマハーバリプラムへ観光に行った。

最初についたのは、見どころの一つでもある、アルジュナの苦行と呼ばれる壮大な彫刻だ。幅29m、高さ13mもあり、ヴィシュヌ神の彫刻もあった。

次に、クリシュナのバターボールといわれる巨大な丸い石を見に行った。これは丸い石が坂の上で止まっているように見え、象が引いても動かない不思議な石として有名だ。

その後、ドラヴィダ建築の原型となったファイブ・ラタと呼ばれる建造物へ向かった。それぞれ特徴を持った寺院が5つあり、現在南インドに見られる様々な寺院は、5つのタイプいずれかがもとになっているようだ。実際に現地を訪れてみると、遠足に来ている小学生がたくさんいて、いつもはあまり見ないアジア人（私達）のことを興味深そうに見つめてきた。

最後に少し離れた、海岸寺院に行った。8世紀初頭に造られた小さな寺院で、長年の風雨で表面が削られている。海風を浴びながら、海岸のそばにある寺院を歩き回るのは、あまりない経験で新鮮だった。

マハーバリプラムを訪れた帰りにスペンサープラザという巨大なショッピングモールに行った。衣料品、土産、骨董品、アクセサリ、飲食など様々なお店があり、各々欲しかったものやお土産などを買った。インドは物価が安い、ほとんどのお店で値段が交渉制なので、うまくお店の人とコミュニケーションをとって価格交渉することが大切だ。このショッピングモールは、日本のショッピングモールに比べると、少し薄暗いイメージだったが、最近日本のデパートのようなショッピングモールも増えてきているようだ。

全員で行った場所は上記のとおりだが、その他の自由時間には各々で、オートリキシャなどに乗って観光した。

5kmにもわたって続くマリーナ・ビーチはチェンナイ市民の憩いの浜であり、さらに、その近くには、サントメ聖堂と呼ばれる、キリスト教の教会がある。一般的に皆が抱いているインドのイメージとは少し違った光景を味わうことが出来た。

インドの学生と一緒に現地のお店に行くこともあった。デパートなどの入り口では必ずセキュリティがあり、スーパーなどでも万引き防止のために大きなバックは入り口で預けなければならない、日本との違いを感じた。



アルジュナの苦行



クリシュナのバターボールへ



ファイブ・ラタ



海岸寺院

【食事】

基本的に食事は大学内のゲストハウスで取った。ゲストハウスでの食事は基本的に毎食カレーだ。2,3種類のカレーと、ナンやドゥーサ、チャパティーなどの小麦粉で作った主食、さらにバナナなどのおかずを自由にとることが出来るシステムだった。このゲストハウスは、いろいろな国の人を利用するので、カレーなども食べやすく、何度もおかわりした。

しかし、カレーだけでは飽きるの、大学内にある、スパゲッティーやハンバーガーが売ってあるカフェなどにも行った。

基本的に、どこのお店もベジタリアンとノンベジタリアンのためのメニューが置いてあり、文化の違いを感じた。それまでベジタリアンは食事の幅がとても狭まるのではないかと考えていたが、メニューも豊富で、美味しかった。

また、インドで初というラーメン店にも行った。ここでも、ベジタリアンとノンベジタリアンのメニューがあり、普通のラーメン店とは少し違った。インドでは、麺料理がほとんどないようで、一緒に行ったインドの学生は、お箸やフォークを使って麺を食べることにとても苦戦していた。



カレー



ラーメン

第3章 バンガロール

1. バンガロール市（国松）

インド・カルナータカ州の州都バンガロールは、南内陸部、デカン高原のちょうど南側にある。私達が派遣プログラムで最初に訪問した東海岸のチェンナイからは西に約 350km の所だ。バンガロールの他に、次のように呼び名が沢山存在する。

エアコンシティー・・・標高が 920m と比較的高く、故に涼しい気候であるため。

パブシティー・・・インドでは宗教上の理由も含め飲酒はあまり認められていないが、

バンガロールではその規制が他の州と比べて緩く、お酒を飲める店等があるため。

ガーデンシティー・・・涼しく、公園や植物園などに代表される緑が多いため。

インドのシリコンバレー・・・インドにおける IT 関連産業の最大都市であるため。

4 つ目にインドのシリコンバレーという名前があるように、IT 産業について最も強いのがバンガロール市だ。IT 関連産業の 2 割弱はバンガロール市に集中し、また、バンガロールのあるカルナータカ州の IT 産業輸出額がインド全体の約 4 割を占めるなどの数値が、その規模の大きさを物語っている。

インドのシリコンバレーに至るその歴史は、1947 年のインド独立までさかのぼる。このころ、バンガロールには軍需を中心とした国営の工場群が置かれた。重工業、航空宇宙産業、防衛産業などがその内訳だ。その後、インド経済が自由化され、ハイテク産業の確立が進んだ。現在では、ソフトウェア産業が特に注視され、外国企業を誘致して特区が組まれるなど、政府の後押しも大きくなっている。

政府による政策として代表的なのが、STPI 制度だ。Software Technology Parks of India の略で、インドのソフトウェア輸出製作の振興機関として、外資ソフトウェア関連企業のサポートを行うというものだ。今回、訪問はしなかったが、バンガロール市の端に大きな区画が用意されている。



バンガロールの位置(出典: Google Maps)



市内の町並み

2. 企業の訪問

【Autodesk 社】

Autodesk 社は、アメリカで発足した、CAD(Computer Aided Design)を中心とするソフトウェアを開発する会社で、インドにはバンガロールなどにオフィスがある。Autodesk 社の訪問のきっかけは、私が 2015 年前期まで Meister で人力飛行機製作の活動をしていたことにさかのぼる。東京で以前開催された Autodesk の学生向けイベントに参加した時、世界中のスタッフの方々との交流の機会があった。その時に、インド出身であり、Autodesk 社で教育関連の仕事をしている Deepankar さんに派遣プログラムの話をしたところ、快くバンガロールのオフィスに招待して頂いた。今回のインド派遣プログラムへの参加が決まった後にコンタクトを再度取らせていただき、訪問が実現した。

訪問時は、なんと Deepankar さんが MSRIT(MS Ramaiah Institute of Technology)という工科大学の学生も呼んでくださった。全員の自己紹介に続いて、Deepankar さんからもづくりにおけるデザインの重要性について話を伺った後、学生とのディスカッションという貴重な機会を頂いた。MSRIT の学生はみな Autodesk のソフトウェアを使用してプロジェクトに関わっている人たちで、Shell Eco Marathon という自動車の燃費を競う競技会や、アメリカで行われる模型飛行機の大会などで日々作業に励んでいる様子を沢山教えてくれた。その技術力の高さに驚くばかりだった。

続いて、Autodesk が提供する土木工事向けのソフトウェアの説明を受けた。従来は計画を立てる際のやり直しに時間がかかっていたが、最近のソフトでは、パソコン上でくみ上げた模型を直感的に操作して修正をかけられるため、設計が完成するまでの時間が大幅に短縮されているようだ。また、インドの首都デリーのメトロの設計も、そのソフトによるようだ。私達に身近な構造物も、Autodesk 製品で設計されているかもしれない。



Autodesk 社

【JETRO(日本貿易振興機構) Bangalore】

JETRO は、開発途上国などの地域の研究や調査を中心として、日本の貿易や経済を推進する機関だ。オフィスは世界中にあり、私達はバンガロール事務所に訪問させて頂いた。所長の田代様と太田様から、最近のカルナータカ州の概況や、日本企業の進出動向について説明を受けた。インド全体では 2014 年時点で実に 1209 社が進出しており、3900 を超える拠点があるそうだ。そのうち、バンガロールのあるカルナータカ州には、製造業の内二輪を含む自動車、産業機器分野の殆どが集中している。ところで、IT 関連企業がバンガロールに多いのは既知だが、半導体については、水が綺麗であるという条件が揃っていないため、その分野の企業はあまり来ないそうだ。

冒頭で紹介したようなバンガロールにおける工業団地は多数つくられており、中には日本企業専用のももあるそうだ。最近も、ヴァサント・ナラサプラというエリアについて、日本の宮沢経済産業大臣が協定を交わすなど、動きが沢山ある。私達が将来関わる可能性も、そう低くはない。

特に驚いたのは労務についてだ。インドでは労働者の権利が厳しく守られており、解雇に関して特殊なルールが存在する。下手従業員を解雇しようとする大規模な労働争議に発展することになり、トヨタ自動車はデモを防ぐために工場の操業を停止したこともあるそうだ。私達も、バンガロール市内を車で移動中、路上を行進する大規模な労働者と思しき集団を見かけることがあった。

【NEC】

こちらでは、青山様を中心に、NEC の生体認証(Biometrics)技術についてお話を伺った。紹介して頂いたのは、顔、目、指紋など、一人ひとり異なる情報を用いて本人であることを確認するためのもので、現在も開発が進行している。個人情報照会して本人確認をする際、生年月日や名前など、偽造出来る情報のみで認証を行うと、意図しない人を承認してしまう False Match や、本当に本人であるのに棄却してしまう False Non-Match な

どの問題が起きてしまうため、精度の高い確認方法が求められているのが背景だ。NECの技術は日本の空港における出入国審査の自動化ゲートに用いられているほか、ボストンマラソン爆破事件の犯人の検出にも貢献したそうだ。

この Biometrics が新たに活用される大きな現場として、インドにおける AADHAAR という政策がある。これは、日本で 2015 年 10 月現在ちょうど話題に上がっているマイナンバー制度と同じように、全国民に対して 12 桁の番号を割り当て、公的な業務における本人確認を行うための、世界最大の生体認証システムだ。2010 年 9 月 29 日に最初の番号が発行され、訪問した 2015 年 9 月にはその数は実に 9 億に達している。インドの人口は、2013 年ごろに約 12.5 億に達したので、これでもまだ全員には割り振り切っていない。

AADHAAR のシステム構築には NEC を含め 3 社が競争しているようで、いずれも政府から他人許容率が 1%以下、本人棄却率が 0.1%以下という厳しい数値目標による精度を目指して日々作業が進められている。受注できる部分の量はその目標により近いか否かによって変動していくので、オリンピックで金メダルを取り続けることと同じくらい難しい課題を要求されていることになる。そんな中、NEC はトップを歩み、システムの 4 割を担当しているそうだ。

説明を受けた後には、スマートフォン端末などを使用して認証のデモンストレーションの体験をさせて頂き、本当に上手く認証の手続きが行われているのを見せて頂いた。

3. 観光・自由時間

バンガロールの滞在時間は約 2 日と短かったが、それでも観光の機会を積極的に作っていった。到着してから訪問した順番に説明していく。

最初は州立の水族館に行った。建物は古く、内部にこれといった特色はないものの、水槽内部には多少凝っている様子が見受けられた。魚の種類は豊富で、インドをはじめ世界の様々な魚が展示されていた。日本の鯉もいた。



展示されている水槽の一つ



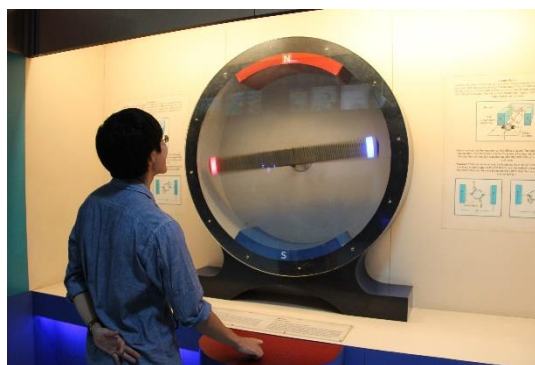
水族館入口の看板

続いて入ったのが産業技術館(Visvesvaraya Industrial and Technological Museum)だ。

航空宇宙、電気、機械、生命など、科学に関するあらゆる分野の展示物があった。ライト兄弟の飛行機のレプリカや、ディーゼルエンジン、蒸気機関などはその一例だ。特に手を動かして体験する展示の数が多く、常に展示の操作に熱中する子供達で賑わっていた。また、親子で来場していて、父親や母親が子供に真剣に説明している様子も沢山見られた。バンガロールの都市としての勢いも、小さな子供達が刺激を受けるこの産業技術館が原点になっているのかもしれない。



ライト兄弟の機体と館内



モーターを動かす体験展示

産業技術館のすぐ隣には州立博物館があり、次に入ったのがここだ。バンガロールがマイソール王国だった時代の品や、世界史の授業で出てくるモエンジョ・ダール遺跡から出土したものが並んでいた。他に、様々な石像や壺等があった。

バンガロール市内滞在の最終日の朝は、時間が短かったため、一人でティプー・スルターン宮殿を訪問した。これは、18世紀にマイソール王国の支配者、ティプー・スルターンが立てた木造の宮殿だ。柱などのデザインが美しいのが特徴的な他、建物の1階部分は写真の展示室になっている。写真展示室は、時間の制約から回ることができなかった。



宮殿内部



宮殿全体

さらに、観光とは若干離れるかもしれないが、研修で少しだけ余った時間にバンガロー

ルのメトロに乗車し、視察する機会を得た。日本の ODA もプロジェクトの一部に関わっている。現在は 2 路線が数駅ずつの小さな規模で営業をしていて、建設工事はまだ続いている。先述のティプー・スルターン宮殿の近くにも巨大な工事現場があり、数年もすればより市民の身近な足となり、規模も大きくなっていくのかと思う。

メトロの仕組みはいたって日本と同じだが、一つだけ大きく違うところがある。それが、セキュリティーの厳しさだ。列車に乗ろうとして駅に入るときは、最初に飛行機と同様に手荷物検査を受け、さらに金属探知機による検査も受ける。はさみなどの刃物や大きなデジタルカメラは、持ち込みに関して制限がかかるものとされ、チェックリストに携帯電話番号や名前、持ち込み品を書くように言われる。加えて、写真撮影が厳しく制限されており、カメラを鞆から出しているだけでも、ホームに必ずいる係員に笛を勢いよく鳴らされ、「撮影禁止！」と注意される。



メトロの線路は、道路の上の高架に建設されている



地下の駅や線路の工事が進む、ティプー・スルターン宮殿付近の現場

チェンナイとバンガロール間の交通手段としては、列車を使った。チェンナイとマイソールを結ぶ列車で、チェンナイからバンガロールまで6時間、駅に止まることはなかった。列車からは、町中の騒々しさから離れインドの草原や農村の景色を楽しむことが出来た。

列車内では、朝食や昼食も出て、チャイやコーヒーが配られるなどサービスは充実していると感じた。



列車内の様子



車内から見た風景

第4章 所感

日高：

今回のインドへの派遣はとても有意義なものであった。優秀なインド人学生の勉強に対する熱意を体感することができ、現地での日本企業の努力と苦闘を感じることができた。人口増加の一途をたどり、世界最大のマーケットになりつつあるインドであるからこそ学生間、企業間での競争が激しいのだと感じ、自分の夢を実現するためには絶えず努力が必要なのだと私も感じさせられた。

また、英語でコミュニケーションを取る難しさ、日本の大学ではあまり見られない学生の勤勉さ、一つでも自社製品を使ってもらおうと努力を重ねている企業の情熱を体感することができたことは今後の自分の生活を送る上でもとてもためになった。今後も東工大から多くの学生がインド派遣だからこそ得ることができる素晴らしさに気づき、一人でも多くの学生がインドでの情熱を体感することを願う。

国松：

今回、インドに行って特に印象に残ったのが、人々の心の温かさだ。まず、インド工科大学の学生や教授をはじめとした沢山の人たちがみな丁寧に接してくれた。道を聞いても正確に教えてくれたほか、自転車の後ろに乗せて宿泊したゲストハウスまで送ってくれた人もいた。土木工学の舗装についての講義を受けたときは、教授が黒板に大きく私の名前を書いて紹介してくださり、さらに、その後受ける予定だった講義が休講でどうしようか迷っていたときは、同じ教授が親切に学生との研究室見学までアレンジしてくださった。そんなインドの人々の正直で優しいアクションが、この派遣プログラムの最高の思い出になった。

この報告書を読んでいる皆さんの中には、日本国内で「インドの旅行は大変だ」とか、「ど

ここで誰にだまされた」といった話しか聞いたことのない人もいるかもしれませんが、実際は、インドはとても良い世界で、州や地域ごとにまったく違った多彩な文化を持っている。インド工科大で友達になった学生によれば、チェンナイとバンガロールの 2 都市しか訪問していない私達はまだインドの 5%しかみていないそうだ。私は、機会があればまた渡航して、もっとインドの違った文化をみて、多くの人からいろんな話を聞きに行きたいと思った。

山下：

今回のインド派遣では、とても多くの経験が出来た。特に私が印象に残ったのは、現地の学生たちだ。インド工科大学の全寮制でアルバイト禁止、という制度の中で、学生たちは、キャンパス内での生活をとても楽しんでいた。昼は授業を受け、夜はスポーツをしたり、カフェなどでいろいろなことを話したり、宗教や伝統を大切にする姿は日本の学生と違いとても印象的だった。感性を磨いたり、話し合うことで思考を深めたり、学生のうちにやっておくべきことに積極的に取り組む姿勢は尊敬出来たが、しかし一方、大学内だけで生活が完成してしまっているため、あまり外の世界との交流が少ないのは、将来的に多くの人の上に立つような責任者や、技術者になる上で、少し問題ではあると思った。

また、インドの企業や大学を訪問する中で、学生たちに対する援助がとても充実していることが感じられた。インドの将来への投資を大事にしている姿勢は日本も見習うべきだと考えた。

インドの町中に出ると、貧しい人の姿も多くみられ、まだまだ格差が残っていることを実感する。ただ、チェンナイメトロの建設現場などを訪れると急ピッチで成長していくインドの姿を感じることができ、また数十年後訪れてみたいと思った。

中釜：

この研修を通じて感じた事は、インドの勢いが想像以上であるという事である。インド滞在のほとんどの日程でお世話になった、インド工科大学マドラス校では、学生皆が高い志をもって学んでいるという事が、ひしひしと伝わってきた。彼らは、インドという世界でも類を見ない熾烈な競争を勝ち抜き、インド工科大学という切符をつかんだ方々であり、勉強に対する姿勢というものも、おそらく日本とは違ったものである。授業に参加した際も、質問の量や、先生の問いかけに対する反応の良さは、日本で見慣れないものであった。しかしこれはインドが特別なわけではなく、実際は世界の常識はそちらにあるように感じた。

一方、大学に対する印象としては、国立公園が隣接していることも相まって、非常に自然が豊かであることも特筆すべき点である。大学内に限らず、街中を歩いても牛が道路の真ん中を堂々と歩いているなど、動物たちと共に生活をしている様子が伺えた。自然と共に、宗教や文化も生活に深く根付いているインドの姿は、今の日本が失いかけた

かつての姿を重ねる。

そんなインドに、多くの日本企業が進出を遂げている。その企業の一つである、今回訪問させていただいた日産自動車の、日本人職員の方から印象的なお話をいただいた。今現在、インドは世界一元気のある国の一つである。更には、若く、それでいて非常に優秀な人材が国中にあふれており、今や、単なる市場の一つではなくなりつつある。対して日本は、若者減少もさることながら、その若者自体の元気もなくなっているように感じる。しかしこのままでは、日本が衰えていくのを止められない。日本が今後、世界で勝負していくにはやはり「ものづくり」の道を究めていくのが、1つの方法である。私たちは東工大生として、今後の日本のものづくりを支えていく一人であり、引っ張っていかなければいけない責任を重く感じた。私自身は、未だ専門的な知識や技術を持っているわけではないが、今後、そういった使命が自分にはあることを常に心に置きながら、勉学に励んでいた。