



**EPATS**

Encouragement Project for All Tokyo Tech Students

2016/7/12

# EPATS 2期ヨーロッパ 渡航報告書

土屋裕輝・小原和彦 著

# 目次



はじめに.....	4
<b>渡航者紹介.....</b>	<b>5</b>
土屋裕輝.....	5
小原和彦.....	6
<b>コース概要.....</b>	<b>8</b>
目的.....	8
概要.....	9
(1) スマートシティとスマートグリッド.....	9
(2) 自動車.....	9
(3) Internet of Things とビッグデータ.....	9
(4) 文化・芸術・宗教・歴史.....	9
<b>渡航行程.....</b>	<b>10</b>
行程表.....	11
<b>訪問報告.....</b>	<b>13</b>
訪問先一覧.....	13
e-Estonia showroom.....	14
Mektory.....	19
Amsterdam SmartCity.....	23
ヴァーヘニンゲン大学研究施設.....	26
ハーフェンシティ.....	29
IBA Hamburg.....	32

Bosch(ボッシュ) .....	34
Continental AG.....	38
juwi.....	40
GSI ヘルムホルツセンター重イオン研究所 .....	43
Imperial College London .....	47
Lyon Smart City.....	50
HITACHI-Automotive and Industry Research Laboratory .....	53
NICE GRID.....	56
<b>各自感想 .....</b>	<b>64</b>
土屋裕輝 .....	64
(1) 議論の方法とそのマインド.....	64
(2) 責任への考え方.....	65
(3) 海外から日本を見て.....	66
(4) EPATS 全体を通して.....	67
小原和彦 .....	67
(1)教育について.....	67
(2)企業の競争と協力について.....	68
(3)海外を経験すること.....	68
(4)EPATS で学んだこと.....	69

# はじめに

この報告書は 2016 年 2 月から 3 月にかけて EPATS2 期としてヨーロッパに渡航した、その研修内容を報告するものです。

私たちは学部生 1 年、2 年という早い時期に、ぐるなび株式会社 取締役会長 滝久雄氏をはじめとして平成卒業生の会の方々、その他大勢の方の支援をうけて海外への渡航を計画、実現することができました。

このような機会に恵まれたことを皆様に心から御礼申し上げます。

そして、この報告書が海外へ行きたいと考えている東工大生、はては日本の学生の参考となれば幸いです。

2016/07/12 著

# 渡航者紹介

この項目の文章は渡航前に書かれたものです。各情報等は渡航当時のものとなります。

## 土屋裕輝



名前: 土屋裕輝 (Tsuchiya Yuki)

所属: 理学部情報科学科 2年

今回の研修で私は、コースの目的とともに将来自身の研究を行うにあたり、日本だけにとどまらないグローバルな視点から考え、研究を行えるように視野を広げたいと思っています。

IT・ICTによって世界が近くなり、世界中でスマートコミュニティや自動車産業のICT導入、Internet of Thingsの研究が行われはじめていますが、例えば自動車のエンジンについて日本のような渋滞の多い地形ではハイブリッドが省エネルギーであり、ヨーロッパのようにアウトバーンがあり高速で自動車を走らせる際にはダウンサイジングターボが有効であるようにその地形によって最適な方法は変化します。それ以外にも倫理面や研究体制などは歴史・文化に影響を受けて、それぞれ最適な方法は異なると思います。これらの各国における文化や思想の違いを深く理解することで、日本にだけに固執した最先端を追い求めた結果、iPhoneの登場で淘汰されむしろ技術の最後尾となってしまった携帯電話のように、ガラパゴス化せず最先端を追い求められるような国際的視野・視点をもった研究者となれると考えています。

東工大では現在リベラルアーツを重視した教育をし始めています。私は東工大で受けるその教育を単なる知識や技術としてだけではなく自分自身が海外にいて各大学の伝統あるリベラルアーツ教育や企業での

実践を視察し、現地の方々の思想・思考を知った上で学びたいと思いました。そうすることで国際社会でも活躍できる研究者・技術者になれると考えているからです。

将来について、私は起業を考えています。自らの手で直に社会に対して影響を与えていきたく、それには起業という形で製品をつくり、発表していくことが近道だと考えているからです。どのような製品をつくりたいかは決定していませんが、それが決定した時に即座に起業という方法がとれるように、ベンチャー企業・スタートアップ企業についてその立ち上げ状況や仕事に対してのマインド、社会に対しての問題解決の手法などを学んできたいと思います。

- 現地の方とコミュニケーションをとって文化や思想、価値観の違いを学ぶ。
- 教養を身につけるとともに、研究や普段の生活に対しての視野を広げる。
- 研修で学んだことから、本当に自分がやりたい研究を探る。
- 将来的には研究を製品化することで社会に還元し、国際的に活躍する。

以上のことを達成するため、この研修に参加したいと思います。この機会が得られたことに深く感謝し、有意義な研修としたいと思います。

---

## 小原和彦



名前: 小原和彦 (Obara Kazuhiko)

所属: 工学部第2類 1年

私は将来、高効率な太陽光電池の開発を行っていきたくと考えています。ただ、そういったよい技術をたとえ作り出したとしても、それを使う社会がその技術を十分に生かせないのでは意味がないのではという考えも同時に持ち合わせるようになりました。そこで、太陽光電池などの再生可能エネルギーを生かしていくにはスマートグリッドの導入が不可欠になると考え、そうした分野において日本に先行するヨーロッパで研修を行い、その先進的な取り組みを学びつつ、海外に行くことのハードルを下げたいと思い EPATS に参加しました。

これまでの EPATS の活動では、ミーティングの仕方や様々なコミュニケーションツールの使い方、会計における Excel の使い方など社会人になっていく上で必要になるだけでなく、大学生活を過ごしていく上でも効率的かつ有意義になる知識を習得できたと感じています。また、3期生の選考をするなど、普通ではできない貴重な経験もでき、自分の未熟さを感じながらも、少なからず成長できたのではないかと感じています。

今回のヨーロッパ渡航では、当初のスマートグリッドに加え、IoT やビッグデータ、自動車などを含めたスマートシティを主眼に、未来の社会を構築する際に必要となってくる技術を学んでくることによって、自分なりの未来の社会像を考えつつ、その技術や取り組みを日本に应用する際にはどのような工夫が必要になっ

てくるかを考えたいと思います。また、日本よりも先行しているか、日本にはない取り組みを見てくることが多くなりますが、そうなった背景について文化・宗教的な背景や地理的な背景、政策的な背景などから考察したいと思います。さらには、今回の渡航は人生初の海外ともなるので日本とは違う空気を感じながら、将来のことも考え、日本と海外での研究環境の違いなどについてもお話を伺いたいと考えています。

帰国後の将来の展望としては、今回学んできたヨーロッパのスマートシティ・スマートグリッドを参考に、日本でより良いスマートシティを作っていくための活動をしたいと考えています。また、貴重な海外渡航の経験を報告会の機会や周囲の友達に共有していくことで海外経験の重要性を発信できればと考えています。



# コース概要

## 目的

今回のコース全体の目的は省エネルギー化が求められる未来の社会において必要となる技術や仕組みを文化や思想とともに包括的に学ぶことである。

コストの削減、地球環境問題などを考えるにあたって、いかに限りあるエネルギーを効率的かつ持続的に使用していくかを考えることはこれからの社会において必要不可欠である。

この視点を取り入れた将来の研究を行うため、私たちは今回、「最先端の技術から考える未来の社会」をテーマに各自興味のある分野についてこの研修を企画した。

ヨーロッパの最先端技術に直に触れることができるこの研修において各地域で行われている省エネルギー・エネルギー効率化について下記概要に示す3項目について視察を行う。また、文化や思想面にも着目し、ヨーロッパと日本の違いを認識することによって各国の未来の社会はどうなっていくのか、何が最適となるのかを考える機会とする。

---

## 概要

未来の社会をテーマに ICT を活用した省エネルギーで持続可能な社会構築の実証・実装の見学を行う。

主に次の項目において視察を行う。

### (1) スマートシティとスマートグリッド

IT による通信制御を用いた電力網であるスマートグリッドとそれを用いて実際に住宅や商業ビルなどが相互に管理される都市や社会であるスマートシティ、それに関連して都市計画についても視察を行う。

### (2) 自動車

未来の社会においても重要な役割をもつと思われる自動車について、スマートコミュニティでも活用される電気自動車の技術や、自動運転の技術、コネクテッド・カーについて視察を行う。

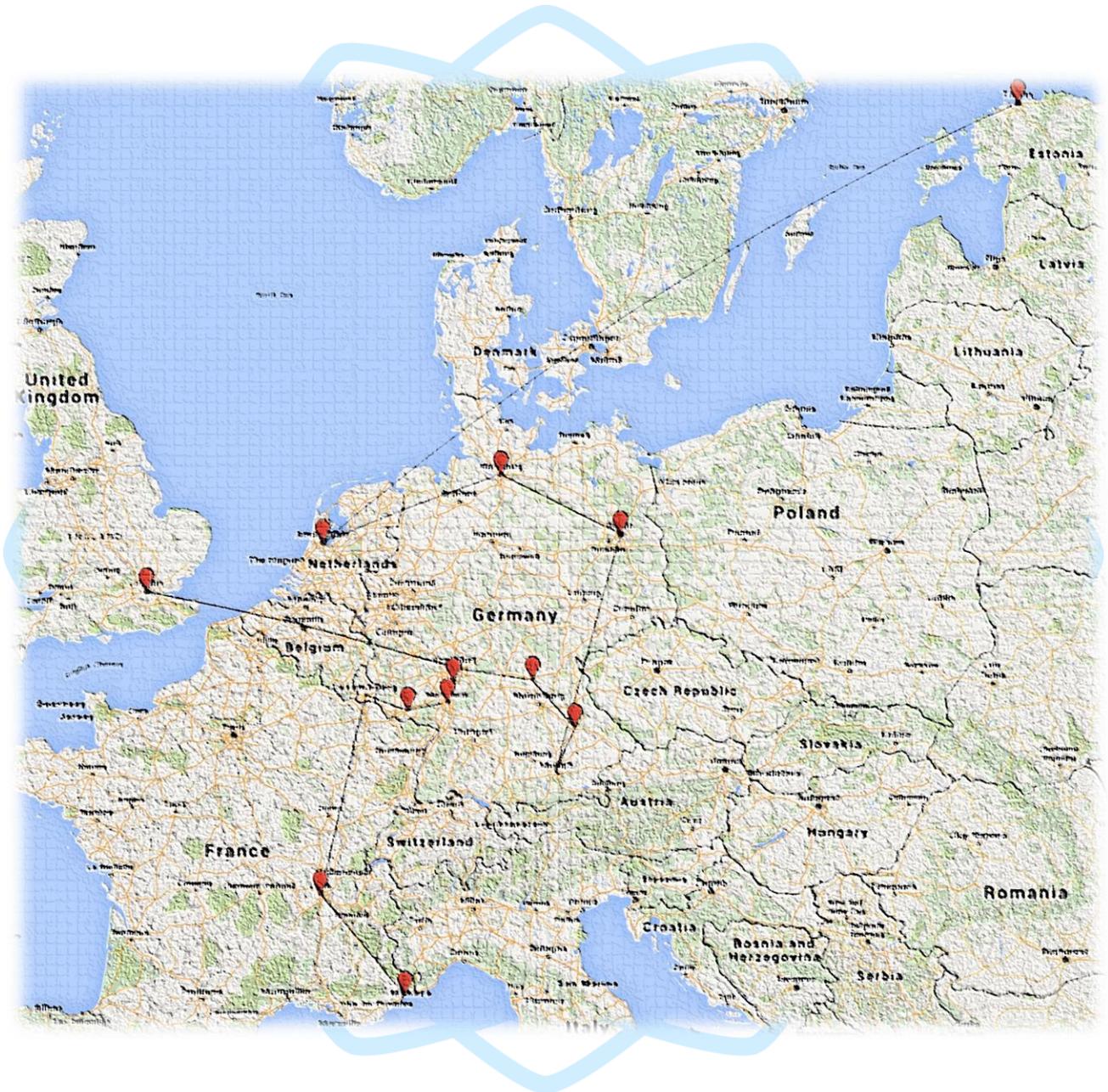
### (3) Internet of Things とビッグデータ

上記の項目を実現するための基礎技術である、モノ同士を ICT 技術によって接続する Internet of Things と、それに関連して蓄積されるビッグデータを解析、あらたな価値を創造するまでの現場を視察する。

### (4) 文化・芸術・宗教・歴史

各国にて文化・芸術・宗教を見学する。タリン, アムステルダム, ベルリン, ロンドン, パリにて文化・芸術・宗教関連施設と東ドイツ・ソ連, ユダヤ, アラブについての関連施設の見学を行う。各国での現地の人々との交流も積極的に行う。

# 渡航行程



## 行程表

日時	訪問国・都市	研修場所など
2016/2/20	日本発	
2/21	エストニア・タリン	文化施設訪問(タリン歴史地区)
2/22	エストニア・タリン	e-Estonia showroom, MEKTORY
2/23	オランダ・アムステルダム	Amsterdam Smart City
2/24	オランダ・アムステルダム	ヴァーヘニンゲン大学研究所
2/25	オランダ・アムステルダム	文化施設訪問(アンネ・フランクの家等)
2/26	ドイツ・ハンブルク	ハーフェンシティ, IBA
2/27	ドイツ・ヴォルフスブルク	フォルクスワーゲン博物館
2/28	ドイツ・ベルリン	文化施設訪問(市庁舎等)
2/29	ドイツ・ベルリン	文化施設訪問(ベルリンの壁等)
3/1	ドイツ・レーゲンスブルク	コンチネンタル・オートモティブ
3/2	ドイツ・バンベルク	Bosch バンベルグ工場
3/3	ドイツ・ヴェルシュタット	juwi
3/4	ドイツ・ダルムシュタット	GSI ヘルムホルツセンター重イオン研究所

日時	訪問国・都市	研修場所など
3/5	イギリス・ロンドン	文化施設訪問(大英博物館等)
3/6	イギリス・ロンドン	文化施設訪問(ウェストミンスター寺院等)
3/7	イギリス・ロンドン	Imperial College London
3/8	ドイツ・ホンブルク	Bosch ホンブルグ工場
3/9	フランス・リヨン	リヨンスマートシティ
3/10	フランス・ニース	HITACHI・Automotive and Industry Research Laboratory, チームコートダジュール
3/11	フランス・ニース	NICE GRID
3/14	日本着	

# 訪問報告

## 訪問先一覧

1. e-Estonia showroom
2. Mektory
3. Amsterdam Smart City
4. ヴァーヘニンゲン大研究施設
5. ハーフエンシティ
6. IBA Hamburg
7. Bosch
8. Continental AG
9. juwi
10. GSI
11. Imperial College London
12. Lyon Smart City
13. HITACHI
14. NICE GRID

## e-Estonia showroom



### 訪問先概要

e-Estonia showroomとは政策立案者や政治指導者、CEO、投資家などに e-Estonia の成功を紹介するために設立された、e-Estonia の状況報告とイノベーションのハブである。e-Estonia とはエストニア政府主導の活動で、国民と政府の IT による相互関係の促進を目的とする。例えば、市民はインターネットなどを用いることで投票や税の支払い、銀行手続きを簡潔に行えるようにしたり、子供の学校での活動を web 上で確認したり、電子取引のみで会社を設立させることができる。

### 訪問目的

これからの社会で様々な分野で IT が利用されていくことは間違いありません。それは政府、政治分野も同様であり、日本は 2020 年までに世界最先端 IT 国家となることを目指して「世界最先端 IT 国家創造宣言」を改定しましたし、IT を利用したシステムとして共通番号(マイナンバー)制度も導入しました。しかし、日本政府の IT 利用は他の先進国に比べても遅れており、政府のオンライン手続きのシステム e-Gov や e-Tax を見ても、ユーザーフレンドリーではなく、とても普及するとは思えません。そこで、それら日本の IT 利用の問題を解決し、国民の生活をより向上させるにはどうしたらよいかを考えるべく、世界の中でも政府、行政手続等に IT を導入し、成功している国としてエストニアを訪問し、その成功体験やノウハウを学びたいと思いました。

## 内容報告

主な実施内容は以下のとおり。

- e-Estonia についてのプレゼンテーション
- e-Estonia のシステムのデモンストレーション
- 日本のマイナンバー制度や情報教育についてのディスカッション

### e-Estonia についてのプレゼンテーション

e-Estonia showroom ではまず、e-Estonia についてプレゼンをいただいた。

---

### なぜ e-Estonia を実行するにいたったのか。

エストニアがなぜこのような政府の電子化を導入し、コンピュータ・IT の利用に注力したのか。その質問に案内してくださった KALRI さんは「それ以外に方法がなかったから」と言う。エストニアは 1991 年に旧ソ連から独立した。政府のシステムも何もなかったエストニア人はエストニアが旧ソ連によって IT 関連の研究所として用いられていたこともあり、これから来るデジタルの時代に向けた国をつくるべく近代化を進めた。政府だけでなく多くの IT 関連の民間企業が協力し e-Estonia のシステムは構築された。

---

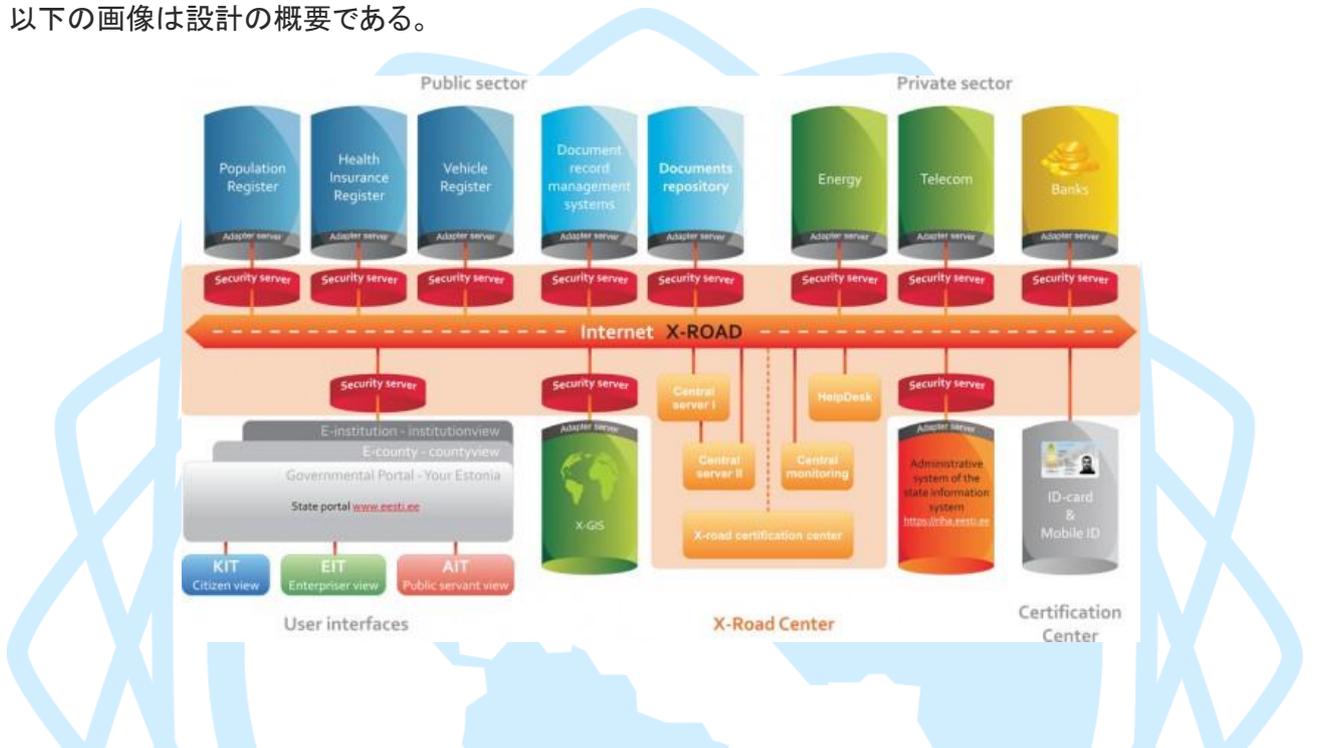
### 個人番号と X-Road について

e-Estonia のシステムの根幹となっているのは X-Road というソフトウェアで、エストニア国民が e-Estonia を利用する際のデータベースとその間の通信を担っている。アーキテクチャは SOAP で XML によって記述され、民間企業により開発、保守されている。(エストニア政府の多くのサービスは民間企業として開発され保守されている。)

エストニアは政府の IT 利用においてまず個人番号(日本のマイナンバーのようなもの)を導入しそれによって公的機関や企業、病院などがそれぞれ個人番号に紐付けられた必要な情報をオンライン上で得られるようにした。個人番号は生まれた時にあたえられ、個人番号が印字された ID カードは携帯が義務付けられている。

X-Road は個人番号を元にそれぞれのレジストリにアクセスを可能にする。このソフトウェアはこれからも発展していくことを前提に設計され簡単にスケールアップが可能である。また他の国にもシステムをもっていけるように移植性も考えられておりシンプルに保たれている。

以下の画像は設計の概要である。



## 各サービスについて

プレゼンしていただいた e-Estonia の各種サービスについて報告する。

### Digital Signature

紙の契約書にサインするようにオンライン上でもサインができるサービス。紙面で行うのと同様の効力をもつ。Signature は 24bit のハッシュでできており、数学的な手法を用いている。これによってオンライン上での取引や手続きをより自由に行うことが可能となった。

### e-Prescription

病院や薬局が個人番号を元に患者の情報を得る、また患者は自分の健康状態や通院や投薬の記録を確認することができるシステム。

## e-School

教師と生徒、親をつなげるシステム。教師は生徒の振る舞いを評価することや課題の出題をすること等が可能。親にメッセージを送ったり、親も教師に連絡をとったり子供の様子をシステム上で観覧可能である。

## e-Tax

税や申告や支払いのみならず、失業保険や年金の支払いの管理もできる。

## i-Voting

オンライン上で投票ができる。外国に住んでいる人や、投票日に投票に行くことが困難な人でも投票可能。30%以上の人オンライン上で投票を行っている。このシステムによって投票率が上がったかどうかは賛否両論ある。

## e-Residency

エストニアに住んでいなかったとしても ID カードを取得することができ、銀行手続きや税の支払い等が可能。これによってオンライン上で会社の設立や運営が可能となった。

以上のサービスでは自身の個人番号が政府や病院、警察によって利用されることがある。それら利用された形跡はすべて記録され、利用に納得出来ない場合は、なぜ利用したのかの理由を個人番号を利用した各機関に説明を求めることが可能である。

---

## セキュリティについて

個人番号は ID カードに記載されているがそれらは公開しても問題はない。なぜならサービスの利用や情報の利用には個人番号の他に PIN コード等が必要だからである。ID カードには IC チップが埋め込まれておりそれには PKI(公開鍵基盤)にもちいるプライベートキーが 2 つ記録されている。また、2007 年のロシアからとみられるサイバー攻撃を受けた時も大きな混乱なく数時間ほどでシステムを復旧させたのはエストニアのシステム全体の堅牢さが伺えよう。この結果を受け NATO のサイバー攻撃対策の拠点はエストニアとなった。KARLI さんによると現在のところセキュリティ関連含め e-Estonia のシステムに問題はない。

## デモンストレーション

デモンストレーションでは実際にサービスをどのように利用しているのかを教えていただいた。個人番号によって各々がエストニアのシステム上にアカウントをもち各システムはログインすることで利用が可能となっ

ている。ログインのためにオリジナルのソフトウェアもあり、それに番号を登録しておくことで簡単にログインすることが可能となっており、どんな人でもこのシステムが利用できるように工夫されている。

## 日本とマイナンバー

日本で最近導入されたマイナンバー制度であるが、その導入に先立って日本政府の使節団がエストニアの個人番号システムを視察訪問している。日本ではマイナンバーが機密情報のように扱われていたり、利用に関しては別途個人を識別できるものが必要であったりとまだまだ課題は多く存在する。エストニアがそうであったようにマイナンバーを導入したからといってそれを様々な手続きに利用するためには段階を踏まなければならないと KARLI さんは言う。マイナンバーが本当に効力を持つためには国民がもっとインターネットに身近である必要があり、そのために政府はネットの教育を行わなければならないし、どんなに田舎であったとしてもインターネットを利用できるようなインフラを構築しなければならない、インターネットと接続できることは国民の社会的権利とのことであった。エストニアでは事実、コンピュータの教育は小学生、中学生の頃から行われているし、国中で速度の早い Wi-Fi を利用することができる。

### 所見

e-Estonia 及びエストニアを訪問してみて、IT 技術レベル自体は日本とさほど変わらない印象を受けた。やっていることも特別難しいことではないように思えた。しかし、それを実行する過程の活力は日本にはないものを感じたし、システムを実装していく方法についての考え方も日本とは全く異なっていた。独立して間もない若い国であるエストニアは国全体を支える大企業というものが存在しない。そのため個々がエストニアを支えなければならず、そのためにエストニア政府は IT を選んで、教育を施した。個人はベンチャー企業のなかで活動するようになり、システムを多くのベンチャーによって協力して構築するようになる。個々の力がやすく、柔軟性のあるベンチャーたちによってシステムは未来のことを考えてつくられ、メンテナンスされつづける。結果、国民全体が高い水準の IT リテラシーを獲得し、つくられるシステムは変更にたいして強く、進化・発展し続けられるものとなり、常に最新のシステムの恩恵をうけられるという良いサイクルが確立されているのだと感じた。

## Mektory



### 訪問先概要

タリン工科大の附属施設。産官学連携をとっており、多くのスタートアップが施設内にそんざいする。学部生や研究者がこの施設内で起業をすることが可能となっている。また、中高生向けにワークショップを開いたり、カンファレンスが行われたりすることもある。e-Estonia のシステムの中にはこの Mektory で生まれたものが多く存在する。

Mektory の設立目的は以下のとおり。

- 科学者や学生、起業家が共に現実問題解決のために製品を開発したり、新たなアイデアを生み出すこと。
- 実践的な面と大学での理論的な面を結びつけ、よく訓練された技術者を育成すること。
- 学生の起業を促すこと。
- 中高生などにエンジニアリングの素晴らしさや可能性を示すこと。
- イノベーションを生み出すために国際化に取り組んでいくこと。

## 訪問目的

私がこの Mektory を訪問したいと思った理由は e-Estonia などの画期的なシステムがどのように生み出されたのかその技術的な面にも興味があったからである。e-Estonia のシステムは一つの大企業が構築したものではない。小さなベンチャー、スタートアップ企業が各々協力してそれぞれの機能を実装し保守することによって開発されており、それがエストニアの大きなシステムを隔々までクオリティを維持し、変更や機能追加などにも柔軟な対応が可能となっている理由ではないかと考えた。スタートアップが次々とでてきてこのように協力して開発していくという文化は日本の IT 化に向けて学んでおくべきだと感じた。その一例として今回は Mektory に訪問した。

## 内容報告

Mektory ではまず施設内のツアーを行っていただいた。その後、当日偶然開催されていた起業家のためのカンファレンス(How to create Start up)に参加した。

## Mektory について

学生は研究室として Mektory 内の企業を選ぶことができる。とともに何か良いアイデアがあれば Mektory 内で起業することも可能である。しかし、それには選考を通過しなければならない。

また、Mektory 内で起業した後も競争はつづく。Mektory 内の企業は一年単位で進捗の報告を行い、先の望みが薄い場合は Mektory 内で活動する権利を失う。成長が見込まれる場合は Mektory 内での活動を継続したり、他にポストを用意してもらえる。一方で、各企業はトレーニングセミナーと呼ばれるものに参加することによって作っている製品についてのフィードバックを大学や他の企業(スポンサーの Samsung など外国の企業も含む)からもらうことができる。

## 施設内ツアー

Mektory 内で特徴的だった箇所について述べる。

### 会議室

この会議室は Mektory 内の企業や学生が共同で使う会議室で、世界各国の内装が施されていた。各企業や研究室は基本的にワンルームで、会議の場合はこの共同会議室を用いる。日本風の会議室もあった。



## 実験室

この実験室には音楽が流れていて、奥には女性の人形や、学生の開発した様々な機材があった。エストニアは寒い国であるが、室温、湿度の調整によって南国のような環境をつくりだすことが可能。また、スモークをたいたり、光を当てたりすることによって気流の視覚化ができる。この実験室は学生にかなり人気のようにでなかなか利用ができないという問題はある。



## 工作室

Mektory 内には学生だけでは購入できない高価な工作機械が多く用意されている。学生は登録すれば自由に利用することができ、料金は材料費のみ、安全については学校側が責任を負っている。この他にも、ワークショップ用の工作室やコンピュータ室が存在し、定期的に中高生に向けてエンジニアリングのワークショップを行っている。



## リラクゼーションルーム

中には北欧の国らしくサウナが設置されている。またプール、TV スタジオ、幾つかのコンピュータがあって、仕事の合間に利用することが可能である。



## スマホの壁

通路の一角にあったのはアプリケーションテスト用のスマートフォンの壁であった。学生や企業は様々な種類のスマートフォンを用いて各々のプロトタイプのアプリを試すことができる。とくに Android アプリケーションは機種依存の部分が多く存在し、普通は秋葉原のスマホジャンク店などでレンタルしてテストを行うなど、コストが多くなるのでこのようにテストの環境が整っているのはスタートアップのデベロッパーにとってはとてもよい環境である。



## How to create Start up

これは偶然訪問した日に開催されていた起業家やタリン工科大の学生が参加したカンファレンスである。学生の表彰などが行われた後、起業家の方の講演があり、学生たちに向けて起業意識の醸成がなされていた。ここでタリン工科大の学生と交流することができ、エストニアの起業文化や Mektory の環境はどうかなど実際に利用している人の感想を聞くことができた。

## 所見

Mektory を訪問してみて、学生と起業との距離が本当に近いと感じた。学生は皆、研究室に所属するような感覚で会社を立ち上げる。そのくらいハードルが低い。そして、この施設は会社立ち上げにおいて皆が競いあうとともに協力もしている。環境が良いだけでなく、雰囲気自体が起業家精神を促しているといった感じだ。ベンチャーやスタートアップの立ち上げなんて慣れていなくても、助けてくれる人や有益な情報がここにあつまり、ワークショップやセミナーを通してその働き方は誰でも感じることができる。アメリカ、シリコ

ンバレーのように地域全体を起業家のあつまるところとするのは難しくてもある施設一つをそのような場所、霧囲気にするのは日本でもすぐにできそうな気がした。このような施設を充実させていくことが日本を活性化させる一つの案として有効なのではないかと思う。

## Amsterdam SmartCity



### 訪問先概要

アムステルダムスマートシティはアムステルダム都市部のイノベーションを促す基盤団体であり、企業や住民、自治体、大学といった様々なレベルに対し都市問題を解決するような革新的な解決策を生み出す手助けをしている。2009年の発足から現在では100を超えるパートナーと98もの様々な革新的プロジェクトを進めている。

### 訪問目的

アムステルダムではスマートシティの取り組みを欧州の中でも早くから実施し、そのプロジェクトは多岐にわたる。アムステルダムにおけるスマートシティを見学し、そういったプロジェクトにいち早く取り組んだ理由やその取り組みから日本に生かすべき点を探りたい。

## 内容報告

今回は数あるプロジェクトの中でも Amsterdam smart city Experience Lab というショールームを訪問し、お話を伺うとともに、スマート化の対象となった施設について見学した。

### Amsterdam SmartCity について

「アムステルダム・スマートシティ・プログラム」では、スマートシティの実現を目指し、4分野における対策の推進を計画している。①民生(家庭・業務)部門(一部中小規模の製造業などの産業部門を含む)、②運輸部門、③公共部門、が対象となっており、従前から実施されている④新エネルギー(風力や廃棄物エネルギーなど)導入、交通インフラ整備(自転車利用促進のための専用路の整備や、トラムバスなどの公共交通機関の利便性の向上)などの対策と併せて、アムステルダム市のスマート化を推進する内容となっている。



#### スマートシティの実現を目指す4分野の対策

- 持続可能な生活(Sustainable Living) - スマートメーターの導入により、消費電力を可視化(見える化) - 市民の環境意識・電力利用行動(ライフスタイル)の変革を促進
- 持続可能な労働(Sustainable Working) - 照明/冷暖房/セキュリティ機能を高めたスマートビルディングへの転換 - エネルギー使用量の抑制
- 持続可能な運輸(Sustainable Transport) - 港湾・船舶間の電力充電 - 電気自動車の普及、充電ポイントの拡充
- 持続可能な公共スペース(Sustainable Public Space(Municipality)) - ゴミ収集における電気自動車の利用 - 太陽光発電によるゴミ圧縮機を店舗へ導入

## Experience Lab において

Experience Lab では市内で行われている数々のプロジェクトの中から 10 程度のプロジェクトを紹介していた。

Amsterdam ArenA は観客を楽しませつつエネルギーの消費削減を図るもので、そのほかにも街灯のスマートライト化などの取り組みを紹介していた。

Experience Lab のかたにお話を伺ったところ、アムステルダム市民のスマートシティへの関心は高く、非常に積極的に取り組んでいるということだった。スマートシティプロジェクトとしては市全体の



リノベーションを図りながら環境対応を図るというもので、政府や地方自治体がリーダーシップをとって進めることにより、企業なども積極的に参加しているということであった。

### まとめ

アムステルダムスマートシティに参加している企業ではプロジェクトとして共同開発などを行うことがほとんどであるというお話をいただいた。一方では横浜でスマートシティの取り組みを見学した際には家庭に取り付ける機器などを日本の企業がそれぞれ自社開発しそれぞれ技術開発を争っているということであった。日本では国内市場が割と大きいため電機メーカーでもその他分野でも割と多くの企業はそのシェアを競っていることが多いと感じる。一方で国内市場の縮小が進む中で海外に出て勝負することや逆に海外メーカーと日本市場でも競争することが多くなってきているのは言うまでもない。そうした場合海外の巨大な企業との競争というのも起きてくる。また、車の環境対応技術が一社だけで開発するのが難しくなっているように、その他の分野においてもこれからの開発というのは複数の企業が協力して開発していかなければならないような難題に取り組むことが多くなるのではないかと考える。そうしたグローバル化のながれのなかで、今後企業同士の連携や生産の効率化などは日本企業にとって生き残りを図る上で非常に大事になってくるのではないかと考えた。

## ヴァーヘニンゲン大学研究施設



### 訪問先概要

オランダは世界第2位の農業輸出国であるが、その背景にはスマートアグリというITを駆使した農業が存在する。ヴァーヘニンゲン大はそのスマートアグリの研究の基礎となる研究を約80年前から行い現在では室温や湿度、土の水分量、光量といった数値をモニタリングしより効率的な生産を目指す研究などに取り組んでいる施設である。

### 訪問目的

スマートアグリを見学しようと考えたきっかけは未来の生活を構成していくうえで食料というのはもちろん必要不可欠なものであるし、スマートアグリというものが今後の効率的な食糧生産を行っていくうえで重要な手段となりえるのではないかと考えたからである。また、オランダの農業はかつての欧州での市場開放によって危機を迎えていたが結果として現状で世界第2位の農業輸出国である。オランダの国土がそのほかの農業大国に比べて格段に小さいことを考えればそのすごさがわかる。日本の農業はTPPによって数多くの問題に直面するであろうと考えられている中で、オランダの事例を学ぶことによってその解決策を模索していきたいと考えた。

## 内容報告

この研究所では実際に農業用のビニールハウス内を見学しながらどういった方法で作物を栽培しているのかを見学した。

このスマートアグリにおいてはコンピュータを用いて調べる気温などの数値は500以上になるとされるが、その中でも重要になってくる基本的な数値は5つあり、それはハウス内の室温、湿度、土の水分量、肥料の量、光量である。そういった数値を収集し、そのデータをもとにコンピュータ制御によりその日に与える肥料の配合や水の量、人工的に与える光の量などを決めていく。その判断をするために必要になってくるのがそれぞれの作物にとっての最適な栽培環境を見つけ出すことであるが、それが一番大変な作業であると語ってくれた。植物の成長にはもちろん時間がかかるものであるから、普通にその作物を育てることから始め、ある程度の栽培環境を確立していくのに5年から10年くらいはかかってくるということだった。また、現在一般的な農家でこの方法を用いて栽培されている代表的な作物にトマトがあるが、トマトでさえもなお改良のためにこの研究所で研究を行っていた。

最適な環境のわかりやすい例として光の色がある。もちろんビニールには日光も差し込んでくるが、成長促進のためにLEDライトを使っている。赤色LEDのほうが青色LEDよりもコストが低く同じ量の光量を出すことができるわけであるが、青の光も成長には欠かせないのである。そこで例えば、1/4は青色を用い、3/4は赤を用いたりするということであり、その値は植物によってさまざまであるということだった。



このトマトの写真を見ると、トマトの茎が非常に長くなっていることがわかる。これは収穫し、いらなくなった部分の葉などをカットし、その分の長さをそのまま伸ばさず横に伸ばしている。収穫できるトマトがなっている部分を常に低い状態にキープし、作業効率の上昇につなげている。ハウス内での受粉にはマルハナバチを用い、土の代わりにココヤシの繊維や水耕栽培で栽培している作物もあった。



現在多くのオランダの農家で栽培されている作物がトマトだということは前述したとおりであるが、やはりスマートアグリで成功していくには消費者からの需要というものが大変重要である。スマートアグリの消費者に対しての強みは年中安定した品質でなおかつ農薬なども少ない作物を提供できるところにある。オランダのトマトという作物はそうした需要にこたえスペインやイタリアといったところのそれとの競争に勝ち抜いているのである。最近新しく研究を始めた作物にバニラエッセンスのもととなるバニラがある。それも現在は暖かいアフリカなどからの輸入に頼っており、その供給体制があまり安定ではないところに将来性を見つけ出していた。



## 所見

スマートアグリというものがオランダの農業が欧州の市場開放という危機を乗り越える大きな手助けとなったのではないかと感じた。オランダの気候は南欧に比べれば寒いわけであるし、賃金などの面においても価格の優位性は取れないはずであった。しかしそこをスマートアグリという生産の効率化と品質の向上を同時に図れる手段を導入することで現在世界第2位の農



業輸出国となっているのだ。ただ、その地位が安定であるということでもなさそうとも感じた。南欧などのそもそも農業国もこうしてスマートアグリを進めており、そうした地域では土地も広く暖房費も安く済むため価格の優位を持つことが予想される。私はまさに日本の家電製品のシェアが奪われていく状況を思い出してしまったわけであるが、それに対抗するためにも、新しい作物の研究や現在の作物の研究を行っているということであった。

日本も TPP という農業政策上の課題を持っている。その課題を少しでも解決していくためにスマートアグリ  
の積極的な導入を図っていくべきだと考えた。もちろん日本には日本にあった作物があるだろうし、オランダのようにスマートアグリ  
のデータの蓄積はない。しかし、数多くの優秀な農家のノウハウはあるはずである。そういったもののデータベース化を図りながら、日本にあった作物を見出していくこと、また施設園芸作物に限らず農業全体への IT 化を進めていくことがこれからの日本の農業にとって重要と考える。

## ハーフェンシティ



### 訪問先概要

ハーフェンシティはドイツのハンブルク、エルベ川沿いにある地区およびそこで行われているプロジェクトの名称。古い倉庫やコンテナが多く存在した港をオフィスやホテル、住宅地などに置き換えるヨーロッパ最大規模の都市再開発のプロジェクトである。このエリアはかつてフリーポート(経済活動活発化のためにとっても少ない関税もしくは関税が全くかからずに利用できる港)の一部として使われていた。しかし、EUが発足し

フリーポートの重要性が下がるとともに、この港が巨大なコンテナ船を受け入れられないことから港として利用されなくなっていった。そこでハンブルク市はこの地区を再開発することを決定した。開発後は 12,000 人が居住し、4,0000 人近くの雇用を生み出す計画で、完成は 2020~2030 年あたりと見られている。

## 訪問目的

私たちがハーフェンシティを訪問した目的は先進的な都市計画がどのように行われているのかを知るためである。ヨーロッパコースのテーマの一つにスマートシティがあるが、このスマートシティとは単にスマートグリッドを導入した都市ということではない。地区ごとに都市の最適なあり方は異なるため、省エネルギー等を導入したとしても住民の居住快適さが失われては「スマート」とはいえないだろう。未来においてどのような都市を作っていくべきかという問いに明確な答えはないが、今回ハンブルクで都市開発を見学することで現在、何を問題としてどのような視点で都市をつくっているのかを学び、都市開発学習の一つの経験とした。

## 内容報告

ハーフェンシティインフォセンターにてプロジェクト自体の説明を伺ったのち、現地へ赴き実際の開発状況のツアーを行った。

## プロジェクトについて

ハーフェンシティの都市開発において重要なポイントは Flexibility と Mix の 2 つであるとのこと。

### Mix

地区ごとにコンセプトの異なるハーフェンシティの開発だが、それぞれの地区の関係は綿密に設計され、地区どうしは一貫性があり統一されたコンテキストのもと開発されている。居住区、オフィス地区、商業地区と機能は異なっているが、メトロ、バス停やレンタルサイクルなどで各地区の移動を円滑にし、住民たちがそれぞれの地区から恩恵をうけることができる。これは、居住区に住み、オフィス地区で働き、商業地区で買い物をするといった、このハーフェンシティの地区だけで生活のサイクルを回すことを可能にしている。また、各地区は同じような密度、高さを保ったり、自然の保護を考えたり、カーシェアリングや電気自動車利用のためのサービスを整えたりといった、建設だけでなく住民が快適に暮らせるために様々なことを考慮して開発が進んでいる。

### Flexibility

ハーフェンシティのプロジェクトは 30 年以上のプロジェクトであるため、時が経つにつれて変化するニーズや経済、新たな産業などに適応していけるように地区ごとに開発時期が異なり、それぞれの開発コンセプトも異なっている。各地区ではどのように開発、建築を行っていくか、企業だけでなく住民の意見も

取り入れたコンペティションが行われている。この住民を巻き込んだ取り組みは多く存在し、単に説明やツアーだけでなくワークショップやパネルディスカッションをおこなって住民の意見を積極的に取り入れている。実際に住民の意見によって橋の場所が決定されたりや建設が決まった施設も存在する。住民と積極的にコミュニケーションを取ることで現実と乖離した開発を避け、持続可能な都市を作っている。

## 現地ツアー



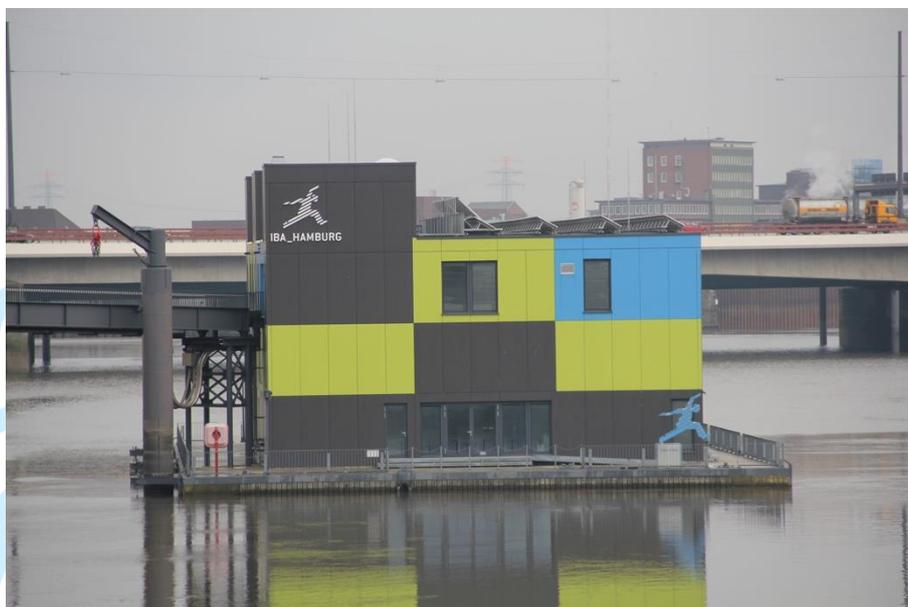
現地ツアーではハーフェンシティでしばしば発生する洪水に適応した建築など、その土地に合わせて設計された建築物を見学したり、ハーフェンシティのシンボルとなる予定のコンサートホール(未完成)の模型を見学したりした。実際にはまだまだ開発が進んでいない地区が多くあった。また居住施設は高級マンションとなっていて一般のひとが居住するにはまだハードルが高い。と完成にはまだまだ時間が必要である。

画像は洪水に配慮した建築群

## 所見

今回の視察で大規模な都市計画における Mix と Flexible という概念を知ることができた。ハーフェンシティのプロジェクトでは洪水に配慮した建築などその地域特有の問題に対して対処する計画も多く会ったが、住民とコミュニケーションを頻繁にとって、都市を計画し、快適性を向上させるサービスも盛り込んでいき、かつ環境や景観に配慮したこのプロジェクトの基本的な考え方は、単に新たな需要を生み出すだけでなく持続可能な近未来の都市をつくっていくためにベースとなる考え方であると思う。まだプロジェクトは進行し続けているため見えてきていない問題点は多くあると思うが、ハーフェンシティの視察によって都市計画に詳しくない私たちにとって非常に重要な概念を知るとともに、その実例を体験することができた。

## IBA Hamburg



### 訪問先概要

IBA Hamburg とは 2007 年から 2013 年に掛けて行われた国際建築博覧会である。「未来の大都市のためのデザイン」というモットーのもと、様々なコンセプトで提案された建築物が存在する。

- グローバル化の恩恵の享受すること
- 知識と文化的資源を価値の付加に用いること
- 高品質な都市地区を創りだすこと

といったテーマで多くのプロジェクトが立ち上げられ、2013 年、博覧会が終了する頃には 70 ものプロジェクトがあった。また、幾つかのプロジェクトは今なお建設中である。

今回は IBA Dock という川に浮かぶ特徴的なビルと、スマートマテリアルハウス等の展示物が多く存在する住宅地を訪問した。

### 訪問目的

都市計画の中で、都市全体からさらに小さな要素である建物においてもスマートシティ、未来の生活という観点から環境に配慮した最先端の建築物を見学したいという理由から IBA を訪問することとなった。ツアーを計画してもらおうなどの連絡をとっていたが、当日、ガイドの方とお会いすることができず、当初の予定は中

止となった。そのためこの IBA では計画を変更し、IBA Dock にて対応して下さった方にドイツの学生事情などについて聞くとともに自主的にツアーで訪問予定であった建築群のある地域へ向かうこととなった。

## 内容報告

### IBA Dock 内で働く方とコミュニケーション内容

IBA Dock では 2013 年の IBA プロジェクト終了後、2014 年から新たに都市計画のプロジェクトが発足した。ドイツでの勤務環境について、ドイツではプロジェクトが大変なときは勤務時間外でも働くことがあるが、いわゆる残業というものは存在しない。また休みの規定がしっかりしていて年で計 2 ヶ月くらいは休みである。EU ではどこでも住む、働くことが可能なので勤務環境があわなければドイツに限らず、どこの国にもいけるという雰囲気が存在する。

ドイツの大学環境について、アメリカのようにアクティブな授業が多い。じっと座って話をきくようなことはない。一方でリベラルアーツの授業は存在せず、それに関することは高校までで終わらせ、大学では一年生から専門課程に入る。ドイツでは大学にいくと最低修士はとるという雰囲気、大学自体長くいくものという認識がある。しかし、自分自身の責任を重視するドイツでは大学に毎日行かなくてもよいというスタンスである。

### 訪問した施設について

IBA Dock は水面に浮かぶ建物である。このような建物を作った理由はハーフェンシティなどの水に囲まれた土地での面積の有効利用と気候変動や水面上昇への対策である。

また、右画像のスマートマテリアルハウスは壁に藻類が閉じ込められており、光合成により得られるエネルギーを回収することができる建物であった。



## 所見

当初予定していたツアーを行えなかったのは残念だったが、ドイツの学生、就職事情について貴重なお話を伺うことができた。ドイツはアメリカとも日本とも異なる独自の雰囲気があるようであった。日本、特に東工大ではアメリカの方法を真似ることが多いように感じるが、必ずしもアメリカの手法があっているとは限らないし、他の国の方法を日本にそのまま移植することも難しいだろう。これらの雰囲気、方法、考え方の違い

はそれぞれの歴史、文化によるものであり、一朝一夕で真似できるものでもないし、真似したところで有益とは限らない。だから私は大学にかぎらずいろんな国を訪問し、異なる考え方、価値観をもっと体験したいと思った。

## Bosch(ボッシュ)



### 訪問先概要

ドイツの自動車機器、産業機器、建築関連機器(電動工具など)を扱う会社で、自動車部品では世界でも最大級のサプライヤーである。

ボッシュは Industrie4.0 のコミッターでもある。Industrie4.0 (英:industry4.0)とは製造業と IT に関するドイツ政府と産業界の共同プロジェクトである。今後発展してくであろう IoT(Internet of Things: あらゆるモノをインターネットに接続し相互通信して情報を交換する仕組み)やビッグデータ解析、拡張現実(AR)などの製造業と IT が深く関わるような技術のノウハウを蓄積、及び標準化などを行っていくことを目的とする。

今回はドイツにてボッシュのバンベルク工場、ホンブルク工場の二箇所を訪問させていただいた。どちらも自動車のエンジンの部品であるインジェクターの生産工場であり、Industrie4.0を導入している。

### 訪問目的

訪問目的は Industrie4.0 の実情について視察するためである。

日本の製造技術は世界トップクラスであると思っているが、2011年ごろを境に製造業の貿易収支は赤字に転じその後低迷が続いている。また、日本のIT産業はサービス業が大半であり、製造業関連のITサービス(IoTなど)は投資や支援が受けにくいなどとその環境も他の主要先進国に対して遅れている。

一方ドイツは輸出度依存の高い製造業中心貿易と日本と似たような構造であるが、その収支は堅調である。それにはドイツが国全体、地域ごとに特色のある研究所や輸出を行う中小企業の割合が日本より圧倒的に高いことが関係しており、Industrie4.0も中小企業を巻き込んだ構想である。

そこで今回、ドイツの製造業、IT産業へのアクションプランであるIndustrie4.0のコミッターで工場にて実際に取り組みを行っているボッシュの工場に訪問する。

## 内容報告

今回、バンベルク工場、ホンブルク工場の両工場を訪問した。ボッシュのIndustrie4.0は各工場ごとに異なったアプローチをし、そのノウハウ蓄積や分析などを行う。そしてその取り組みが他の工場でもやるべきだと認定されれば、全体に導入していくといったフローをとっている。ボッシュは部品の製造方法などでも同様のフローを用いており、最先端の技術を用いる際にはまずそれを試すリードプラントが設定される。バンベルク工場はインジェクターのリードプラント、ホンブルク工場はIndustrie4.0のリードプラントである。

## BOSCH の Industrie4.0

各工場によってアプローチは異なるがボッシュとしてのIndustrie4.0への戦略は一貫しており、それはDual Strategyとよばれる。

それはインターネットにつながった製品やサービスを世界中の顧客に提供するためのリードサプライヤーとなることと、世界中の220以上の工場に対してBOSCHがITを活用した工場のリードプラントとなることの2つの戦略である。

IoT技術等を採用することでプラント内の各製造過程での部品の様子、人の動き、ロジスティックスの流れ、管理など今まで手に入れることが困難であった情報を得ることができる。そしてその情報を元に製造方法を向上させていくといったサイクルができあがる。

ここでボッシュは単にIoT技術や製品を供給するサプライヤーとしてだけでなく、その情報を得て利用していくユーザーとしての面も持ちあわせることになる。その両面を目的としてこのIndustrie4.0を進めていく。

視察中には他工場のBOSCH社員よりBPS(Bosch Production System: ボッシュ生産方式)といった、もともとある製造方法を土台として構築していく場合、Industrie4.0は既存の方式と互いに矛盾する行程も存在することについて議論が行われていた。

## バンベルク工場

バンベルク工場は本来訪問予定ではなかったが、ホンブルク工場にボッシュ社会長が視察するとのことでホンブルク工場訪問日を変更する、急遽バンベルク工場訪問を計画していただいた。

バンベルク工場では案内して下さった日本ボッシュの南方さんにインジェクターの説明をしていただいた。またバンベルク工場はインジェクターのリードプラントということもあってインジェクターの製造工程について詳細に見学することができた。

Industrie4.0の導入については導入用に新たに製造ラインを用意し、製造工程の各過程を可視化するためのコンピュータなどがつまったツールボックスを設置してクラウド上でそのツールボックスから収集したデータを確認することができるといったシステムの作成、利用が行われていた。

また、バンベルク工場で働く日本ボッシュの方々と昼食をとることができ、ドイツ・ボッシュでの勤務環境やドイツ人と働くことで感じる日本との文化的な違いなどのお話を聞くことができた。

## ホンブルク工場

ホンブルク工場では他の工場から来たボッシュ社員の方々とともに工場内を見学した。

この工場が特徴的だったのはすでに実際に出荷している生産ラインで Industrie4.0 の取り組みが行われていたということだ。生産ラインの可視化はもちろんだが、工場での一人ひとりに個々人に応じたデータが内蔵されたストラップが配布されており、勤務場所に行くともモニターなどの機器はストラップのデータを読み込んで言語などの様々設定が自動的に行われる。また、部品のトレイの上にはランプとセンサーがついており、組み立ての行程にしたがってランプが点灯したり、間違った部品を取ったと判断すると赤く光って知らせたりする。これらの仕組みの導入により実際にヒューマンエラーは約半分に減少した。またこれはドイツ語を話せない移民にも職を提供しやすくなる。一方雇用者数については10%ほどの削減であった。ただし、ボッシュの Industrie4.0 の導入目的は人件費削減ではない。今後の導入計画としてはロジスティクス部門について RFID の導入などが検討されている。



## 所見

今回の視察で言葉が先行しブラックボックスとなっていた Industrie4.0 の実態について知ることができた。そこで思ったことは Industrie4.0 がドイツの実情にあった標準化、発展であり、日本ではまた別に考える必要があるのではないかということだ。ドイツの強い中小企業、地域全体にあるそれぞれユニークな工場、研究所、それらが一体として IoT, ビッグデータ解析を利用して発展していくプランが Industrie4.0 であり、日本にそのまま導入することはできない。また他の国に比べて日本はある意味、特殊すぎる部分がある。

これはボッシュ内での戦略の取り方にも見て取れた。ドイツ、ボッシュのリードプラントで確立されたノウハウは欧州、中国などのアジアで統一された生産方法として導入されていく。しかし、日本だけはその方式をとることができないという。その理由を聞くと日本は顧客ごとに対応した生産をせねばならないからだという。

私は、これはメーカーによる生産品について、日本以外では道具を買うように使用するが、日本ではその道具を自分たちの製品に会うように作ってくるよう要求するという文化があるのだと感じた。すなわち日本では顧客向けにあたかもフルスクラッチで製品をつくるように対応しなければならない。

一方で日本ボッシュの方から聞いた話では、日本の特殊な生産方法が他の国では思いつかないようなものに発展しており、全体へ適用しようと検討されることもあるという。

Industrie4.0 から学ぶことは確かに多くあった。だが、その方針をそのまま日本には導入できない。日本が学ぶべき重要な事は、国が、大企業、中小企業と協力してこのようなプランを主導して、多大なサポートを決定し実行しているということではないかと思う。

## Continental AG



### 訪問先概要

Continental AG はドイツに本社をもつ世界最大級のタイヤ及び自動車部品の製造を行うメーカーで、タイヤ生産では世界第4位、欧州でのメーカー純正装着ではトップである。それもあってか、ドイツ滞在中に訪問したフォルクスワーゲン博物館ではコンチネンタル社のタイヤを多く目にする事ができた。今回は数多くあるコンチネンタルの工場の中でも大きなレーゲンスブルクの工場を訪問した。この工場にはシャーシや安全性のプラント、内装のプラント、パワートレインのプラントが存在し、自動車の電子部品の多くをカバーしている。この工場のミッションはすべての地域で顧客とコンチネンタルのために持続可能な付加価値を創り出すことである。

### 訪問目的

コンチネンタルのことを知ったきっかけは東工大内で行われた日独特別講演会「自動車工学の最先端研究と産業への応用」であった。私たちは未来の生活を考える上で自動車はこれからも社会を支える重要な要素であると考え、この講演会に参加した。そこでは「自動運転における包括的ヒューマンマシンインターフェースのあり方について - コンチネンタルの取り組み」という題でコンチネンタルさんの講演を聞くことができた。自動車の安全性を向上させ、渋滞を解消し最適なエネルギーの使用を可能にする自動運転に興味を持った私たちは、自動運転の研究開発を行い、自動車の様々なセンサー開発においてトップレベルのコンチネンタルでその研究状況や課題を学びたいと思い訪問した。

## 内容報告

工場内のツアー、レーゲンスブルク工場についてのプレゼン。その後、部品組立プラントの内部の視察を行った。

### 工場内のツアー

プラント内の視察までに時間があつたため、急遽案内してもらえることになった。ツアー内で特に印象的だったのは、工場内の建物、いたるところに部品のサンプルがあつたことと、ロジスティックス部門に工場がかなり力を入れているということである。

部品のサンプルに関してはレーゲンスブルク工場内で作られている部品について説明していただき、自動車部品にあまり明るくない私達にとってプラント内見学の際の理解に非常に役立った。また渡航者の一人、小原の「フォルクスワーゲンなどで発覚した不正ソフトウェアの事件をどう受け取っているか」という質問には、不正ソフトウェアによって制御されていた部品の一部はコンチネンタル製のものが使われていたとのことと社員の中でも話題になっているが、今のところ売上などに影響は出ていないとのこと。しかしこれから影響してくることはありえる。だそうだ。このように世界中で話題になった事件に対して生の声を聞くことができた。

ロジスティックスについて、レーゲンスブルクではプラントごとの物流施設だけでなく、ロジスティックスを専門に扱う施設が存在した。種類の異なつた多量の部品を扱うこの工場では生産性向上のためにこの施設を設立し、プラント、ロジスティックス施設、運送まである確立されたフローで出荷を行っており、私たちは大規模工場特有の工場設計を見学することができた。

### レーゲンスブルク工場のプレゼン

レーゲンスブルク工場でのプレゼンではコンチネンタルの行っていることや工場のミッションなどを聞くことができた。とともにドイツの就職事情や社内環境も聞くことができた。

### 部品組み立てプラントの内部視察

プラントでは各自動車部品の製造過程について視察することができた。プラント内ではドイツの製造業アクションプランである Industrie4.0 のこともあり、ロボットの積極的な活用を行っている。部品の製造過程にはもちろんだが、特にプラント内での物資の運搬に全自動でうごくロボットが利用されていた。

## 所見

コンチネンタルでは期待していた自動運転技術に関する視察ができず残念であった。

工場見学では自動車部品の知識のみならず、安全面、リコールへの対処、物流関連のことなど、部品の生産技術にかぎらずコンチネンタルのもつ製造方法のノウハウを知ることができた。ロボットの活用、特にオートマチックで動く運搬ロボットは先進的で、技術の高さが伺えた。案内して下さった方にドイツでの留学事情やコンチネンタルの勤務環境などについてコミュニケーションをとり、日本とは違った雰囲気や文化を感じることができた。



juwi



## 訪問先概要

juwi は再生可能エネルギー分野における世界トップレベルの企業であり、再生可能エネルギー発電所のプロジェクト開発、EPC(設計・調達・建設)、保守管理などを提供する企業である。また、再生可能エネルギーの中でも、太陽光発電・風力発電事業を手掛けている。



## 訪問目的

再生可能エネルギーのますますの導入が求められているが、日本ではなかなかその導入が進んでいない。juwi は再生可能エネルギーの導入が進むドイツで生まれ世界各地でその普及を進めているトップ企業である。そうした企業を訪問することで、実際にどのような設備を用いているのかを見学し、またドイツや世界の潮流を感じ取ることで日本に生かす方法を模索したいと考えた。

## 内容報告

今回は juwi の本社を訪問し、そのオフィス自体の魅力を見学しながら juwi の行っている授業についてプレゼンテーションをしていただいた。その後再生可能エネルギーについて意見を交わしながら、お昼を食べて、最後に本社周りの太陽光パネルや風車の見学を行った。

## juwi について

1996 年にドイツ南西部のラインラント＝プファルツ州で若い2人の起業家によって設立。これまで、風力発電事業においては、100 力以上の発電所で 840 基の風車をたて、約 1,800MW の出力を有し、太陽光発電事業では、1500 力以上の太陽光発電所で、約 1,400MW の出力を持つ。これら全ての発電所の発電量を合わせると、毎年 60 億キロワットアワー、ドイツの平均電力消費量によると、約 150 万世帯が使用する電力をまかなうことになる。こうしたプロジェクトを実現するための投資額は、設立から 18 年の間に約 60 億ユーロに上る。現在では島しょ部や砂漠などでの電力供給のために電力網につながっていない独立運転のプロジェクトも行っている。

## juwi の施設

オフィスのカーポートの屋根には 2.2MW のソーラーパネルを有し、年間 2500 万 kWh 発電する。このオフィスでの消費量は 1500 万 kWh であるから、トータルでエネルギーの自給自足をしている。オフィスの建物内にはラジエータや床暖房のように壁や床に水を通すチューブがあり、冬は地下の地熱水、夏は地下水を流すことでエアコンを一切使わないエコなつくりとなっている。また、建物自体も熱効率のいい、再生可能な資源である木をふんだんに使い、心も落ち着くようなオフィスとなっている。



## PVを用いたEV充電システム

juwiでは20台以上のEVを所有しカーポートのPVで充電している。社員が近場の街に車を使って行く場合、その利用予定をシステムに登録することで自動的にその距離などから十分に充電された車が選ばれるというもの。EVで出かけてはいいものの帰れなくなってしまふ事態を防ぐことができる。



## ドイツでの再生可能エネルギーの開発

ドイツでの再生可能エネルギーの普及度が高いこともあり、人々の再生可能エネルギーの導入への理解度は高いが、もちろん人によってはそういった施設が景観を壊したり周囲の環境にとって悪影響だとして反対する。また国全体として環境保護の意識が高く地方政府の許可などをしっかりとることが必要であるということだった。

## 人が資源だという考え方

juwiはその企業の性質上、社員が提供するサービスが売りに上がるため社員の人資源をとて大事にしている。会社として保育施設を用意することで女性社員が働きやすい環境を整えているほか、スポーツ施設も整えている。夏には外でビーチバレーなどをするそうで、会議などで特に疲れた時にはリフレッシュするために勤務時間中でも汗を流し、その後は切り替えて仕事をするそうだ。先にあげたオフィスには地元産の食材をふんだんに使ったカフェテリアもあり、健康に配慮し野菜を多く摂取できるようになっていて、カフェテリア自体も、オフィスとしても様々な賞を受賞している。

## 所感

案内をしてくださった loher さんから、なぜ日本では風力発電が少ないのかという質問を受けた。風力発電は太陽光発電よりも専有面積当たりの発電量が格段に大きく土地の少ない日本ではもっと導入すべきなのではということなのだ。確かにその通りだと感じた。風力発電に適した土地というのは風速が安定的に一定以上ある場所であり、そういった土地は日本では少ないとはされている。また、複雑な地形から風の向きが

変わりやすく風力発電タービンに与える損傷も大きい。風力発電に適した土地が電力の消費地と離れているという問題もある。しかし、そうした課題を技術的に克服しながらも風力発電を積極的に導入していくべきだと感じた。

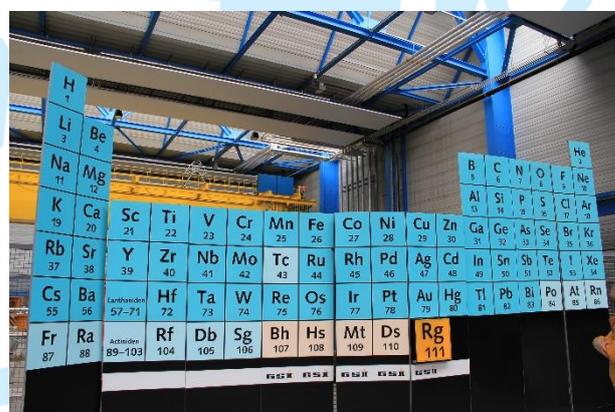
また、juwi の労働環境の良さは非常に群を抜いていて、ブラック〇〇が社会問題となっている日本からすれば本当に見習うべきお手本であるし、自分が実際にこういう環境で働くことができればいいなと感じた。このオフィスは本社ながら自然に非常に恵まれた環境に立地している。そういった環境においてこそ、福祉厚生施設や新鮮な地元産の食糧の提供などの素晴らしい社員へのサービスができるのであれば、日本でも企業や役所の地方移転というものを考えていいのではと思う。

## GSI ヘルムホルツセンター重イオン研究所



### 訪問先概要

重イオン研究所は高エネルギー加速器による学術研究を行っている、重イオンビームを用いたがん治療なども行っていた。理化学研究所によって発見された新元素が話題になっているが、ここはそういった研究の先駆けとなっていて、ヘッシウムなど6つの新元素がこの研究所で発見されている。



### 訪問目的

重イオン研究所は素粒子物理を研究する研究所としては歴史もあるところで、また欧州各国から集まった研究者がたくさんいる。素粒子物理学の世界では ILC という世界的な加速器を建設しようと考えており、日本の岩手と宮城にまたがる北上山地が建設の候補地となっている。日本での建設の是非は大きく問われているが、その是非について考えながら、建設が決まった際の国際都市に向けた環境整備について考えたい。

## 内容報告

今回はちょうど訪問した時期に開催されていた国際会議の傍聴と研究所内の見学、教授や留学生との意見交換を行った。

## 重イオン研究所について

重イオン研究所は 50 か国の 100 以上の研究所から 2800 人の研究員が参加している巨大実験所である。ここには主に 4 つのプロジェクトがある。

### CBM

加速器で原子同士を高エネルギーでぶつける時に、うまく調整すると温度は高くないけど密度が高い状態を作れる。超新星爆発の中の中性子星は普通の原子の数倍の密度で詰まっているのでその再現をでき、どういったことが起きているのかを調べるプロジェクト。

### アツパー

原子核がプラズマ中を走るとどうなるかについて、また、物質に原子核を当ててその劣化を見るプロジェクト

### パンダ

反陽子ビームを別の原子核に吸収させ、2、3 個のクォークからなるハドロンを調べるもの。



# NuSTAR

重たい原子核ビームを別の原子核に当てると壊れる。そのときに陽子が多い破片や中性子が多い破片できるのでスーパーFRSというフラグメントセパレーターをつかって分離，その構造を見る。

## 研究について

今回，案内して下さった齋藤教授の研究について紹介する。

「大変なことは研究費の獲得で一つの実験をやるのに数億円かかる。実験本体は2週間だが，半年間準備が必要である。

研究所に来たときは自分のプロジェクトではなかったが，他人の難しいプロジェクトを救った形なり実力は認めてもらえた。しかし，2004年にアイデアを出して新しいプロジェクトを立ち上げようと提案したが，ほかのプロジェクトが多すぎて反対された。アイデア自体は認めてもらえたが，協力者も金も人もあげないけど自分やれば？と言われた。

ここで転機が訪れる。ドイツのヘルムホルツ財団が世界中のすべての科学分野で優秀な17人の研究者に賞を与え，6年間で2億円援助するものがあり，2005年にそれに選ばれた。この賞のおかげで研究資金を得られただけでなく，研究所で独立でき，その他からも研究資金を得やすくなったのです。

その研究ではハイパー核を扱っていて2006年に準備開始。ハイパー核自体は1953年に見つかったもので，60，70年代に基本的なことがわかっていた。逆に言えば，昔の手法でとったデータしか残っていないものだった。

ハイパー核の中でも最も軽く基本的な粒子にハイパートライトンという陽子と中性子とラムダからできているものがある。その中のラムダという粒子の寿命は正確に測定でき263psである。このことから，ハイパートライトンの寿命も同じく263psだと考えられてきた。

しかし，実験してみると183psであり，過去のデータについても統計的手法によりその値を求めたところ，263psより短いと分かった。ところが，この業界の人にはにわかには信じがたいもので，齋藤教授のグループはハイパー核の新参者として認めてもらえなかったのです。

ところが，またここで光明が差します。アメリカにある世界で2番目に大きい加速器とCERNにある世界最大の加速器LHCでの実験により相次いで，ハイパートライトンの寿命が263psより短いという結果が出たのです。こうした結果を踏まえ，理論家もその寿命の再計算をしますが，やはり計算は合わないのです。

こうしたことから，なんらかの新しい物理が発見されるなどの可能性がある。二体力だけでなく三体力とといったことも考えなければいけないかもしれないということでした。

また、関連した話として、陽子とラムダはくっつかないことはわかっている。

陽子と中性子の対称性から中性子とラムダもくっつかないと考えられてきたが、もしかしたらくっつくのではないかと思いつく。その結果、中性子と中性子とラムダの三つがくっつくという実験ができた。理論家はいえぬとするが、その計算は間違っている可能性のあるデータ(ハイパートライトンの寿命)をもとにしており、その主張の妥当性は低いと考える。もちろん、実験側の内容も精査していかなければいけない。」

## 所見

今回訪問した際には研究所の研究がほとんど停止していたため、普段なら放射能レベルが高くて立ち入ることのできない加速器も見学することができた。この停止はドイツにおける再生可能エネルギーの導入によって電力価格が高騰し、研究予算がなくなってしまったためだそう。また、隣に新たに建設される施設についても林の木を切る際などに非常に厳しい制限があるそうで一年のうち一か月くらいしか木を切れないということで、建設が遅れていた。加速器というものは非常に電力を消費するものであるし、施設を建設する際には自然破壊も伴う。日本においてもそういったことに配慮した建設が求められるだろう。また、自然エネルギーの導入が学術研究を圧迫する側面があるのだと感じた。

また、加速器での研究に使う機器の多くは非常に高価なものが多いそうで、研究自体には非常に多額のお金がかかる。一方では基礎研究のもとに新たな技術が生まれても来るわけであり、その妥当性は国民的議論を起こしていかなければならないと感じた。

## Imperial College London



### 訪問先概要

インペリアルカレッジロンドンは世界大学ランキングで2位にも登場するイギリスの理系大学である。理学部、工学部、医学部があり、理系生向けのビジネススクールも併設されている。今回訪れた研究室は太陽電池の研究で、数年前まで東大、東工大、マドリード工科大と共同プロジェクトを行っていた。

### 訪問目的

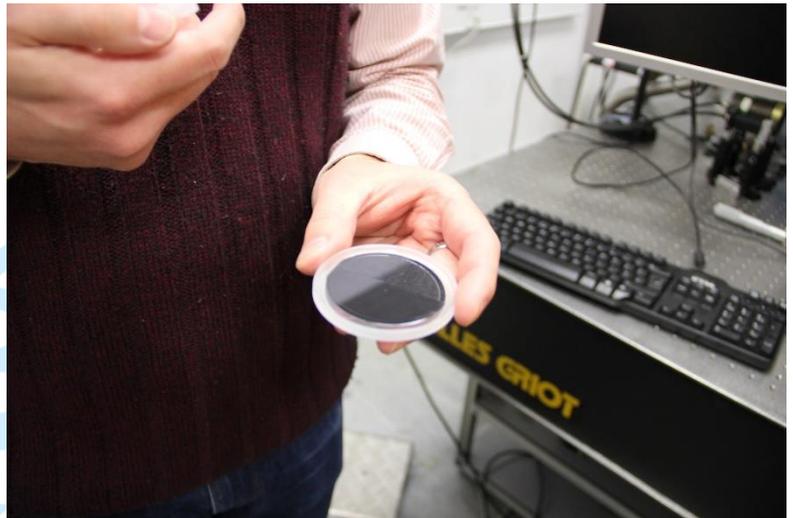
再生可能エネルギーの利用拡大に向けては太陽電池の変換効率の向上が一つのポイントになるはずであり、そのため私は次世代太陽電池の研究に非常に興味がある。今回は世界のトップレベルの理系大学であるインペリアルカレッジロンドンにおいて太陽電池の研究を見学しつつ、大学全体の雰囲気なども感じ取りたいと考えた。

### 内容報告

Imperial College London では、キャンパスツアーをしていただいたのちに、太陽電池に関する研究室見学を行った。

## 太陽電池の研究

- 太陽電池の材料となるような半導体材料にレーザーを照射する。そうすると異なった波長でレーザーが出てくるのでそこから、物質の光の吸収率や物質の状態を見る。
- LEDライトを用いて太陽光を再現するシミュレーターにおいて、色のついたパネルを用いそれぞれの色における光の保持率を調べ、物質の光の吸収効率をみる。
- レゴを用いて試行する、太陽光を一か所に集める concentrator のトラッキングシステムの実験。



## キャンパスツアー

大学内のカフェテリアや図書館、寮、体育施設などを回った。イギリスでは大きな病院にかかる前に小さな診療所に必ず行くシステムになっているがそういった診療所も大学内にあった。大学の敷地内には Royal School Music という学校もあり、physic use music などインペリアルカレッジロンドンと共同研究している



ということであった。図書館は通常営業でも朝7時から夜11時まで開いており、テスト期間には24時間空くということで自学自習しやすい環境が整っていた。

大学発ベンチャー向けのスペースもとっており、資金援助もしている。これからは他の企業の協力が必要な場合にはそういった企業も入れるようにしていくということだった。

キャンパス自体は第一回ロンドン万博の跡地に建てられたため、ハイドパークの隣というロンドンの中心部にあり、とても狭いキャンパスではあるが予想以上に多くの詩セ手が詰まっていた。

古い建物も多く研究施設としてはあまり良くないが、新しい建物と融合させつつ、その外観だけでも残していこうとしていた。

## 大学のサポート

例えば、難読症という文字を読み取ることができない病気があるのだが、そういった人は文字を読むスピードは遅くても、素晴らしい才能の持ち主であったりする。そういった学生のために、試験の際に時間的配慮をするほか、代読をするなどサポート体制が整っている。またそういう人はタイプしてある文字であれば読み取れたりするので講義資料のデータなども進めているということだった。

## 所見

キャンパスツアーではある授業をのぞいてみた。大教室での授業であったのであまり発言の機会は見られなかったが、通常は数多くの質問や意見が生徒から出され、学生主体で授業が進められているということであった。というように学生の意識は高く、お昼休憩ではイギリスのEU脱退問題について討論する様子もうかがえた。そういった学生を支えるために大学側も様々な配慮をしていて、障害者でも学びを行っていいのだと感じ、こうした点を日本の大学生や、大学は見習っていかなければならないと感じた。

研究についてもそれをビジネスに結びつけられるようなサポートがあり、大学の学部から研究組織に至るまでの小さな積み重ねが世界的な大学になるきっかけなのだと感じた。

## Lyon Smart City

### 訪問先概要

リヨンのスマートシティプロジェクトはそもそもリヨン市のコンフルエンス地区(フランス語で川の合流地点の意味で実際にソーヌ川とローヌ川の合流地点)の再開発事業の一環としてスマートシティプロジェクトを行うこととなり、それ以前から交流のあった日本の環境技術を評価し、NEDOにその事業を委託契約して始まったものである。



### 訪問目的

エネルギーの効率的な活用が叫ばれる中で、今後のスマートシティの普及は重要だと考える。日本でも世界でもスマートシティの取り組みは行われているが、その普及に向けて海外の現状を学びたいと感じた。リヨンのスマートコミュニティプロジェクトではPVを利用したEVの充電が行われているということで、まさにクリーンエネルギーで動くEVなので興味深い。また、このプロジェクトはNEDOが中心となって進めているプロジェクトである。さらに、その中にあるHIKARIビルは新国立競技場の新設計案にも採用された隈研吾氏が設計しており、日本とのかかわりや建築的な意味でも研修する意義は大きいと感じた。

### 内容報告

今回、このプロジェクトの中で中心的役割を担っているTOSHIBAのオフィスを訪問し、プロジェクトについて説明をいただいたのち、ビル内の施設見学を行った。

このプロジェクトの目的は第一にスマートシティのモデルケースとなることであり、第二に日本の優れた技術をフランス市場に導入する。第三にスマートシティプロジェクト実証を行いそのフィードバックをする。2010年に NEDO とグランドリオン(リオン市を含めた地域共同体)が契約し、2017年2月まで実証を続けるものである。NEDO からは TOSHIBA に事業委託がなされ、フランス企業とともにプロジェクトを進めている

リオンのスマートシティは大きく以下の四つの事業に分けられる。

## Task1 HIKARI

再開発地区内に新設される HIKARI ビル(オフィス・住居・店舗からなる複合ビル、建築家は隈研吾氏)に創エネ・蓄エネ・省エネの各機器及びエネルギー管理システム(BEMS, HEMS および Green IT)を導入し、ポジティブエネルギービルを確立する。2017年2月まで実証を続ける。

## Task2 SUNMOOV(スマート交通システム)

PVをエネルギー源とするEVシェアシステムでゼロミッション交通の確立をしつつ、都市問題の代表的なものである交通渋滞・駐車場不足の解消を図る。200kWpのPV発電のうち70%以上の電力を、充電最適化機能で30台のEVに充電可能にするのが第一義の定量目標で、これにより再生可能エネルギーの変動吸収ができる。2015年12月で実証実験は終了。

## Task3 ConsoTab(既存住宅のスマート化)

既存公営住宅のエネルギー(電気・ガス・水道)が見える化するとともにエネルギーの利用に関するレコメンドを提供することで住民の行動変革が生じるか検証する。見える化機能で10%の省エネを目指す。2015年12月で実証実験は終了。

## Task4 CMS(地域エネルギー可視化)

Task1~Task3の取得データ、さらには地域内の他のビルのエネルギーデータ、PV発電データ、気象データなどのリアルタイムデータ、人口統計情報や地図情報などを統合的に管理し、自治体をターゲットユーザにした地区のエネルギーを中心として見える化で、効果的・効率的な都市計画推進の支援を図る。

## HIKARI ビルについて

HIKARI ビルがそうである、ポジティブ・エナジー・ビルディング(PEB)とは、ビル内で消費される電力以上の電力を、ビルに設置した太陽光パネルなどの発電施設で生み出し、蓄電池なども活用しながら周辺地域へのエネルギー供給も可能にするものである。そんな HIKARI ビルの設計者、隈研吾氏は日本のコンセプトをこのビルに導入し、断層と呼ばれる切れ込みを設けることでビルに“光”を取り込んでいる。このビルは計 3 棟からなり立ち、それぞれ Nishi, Minami, Higashi と名付けられている。Higashi 棟はオフィスとして、Minami 棟は住居として、Nishi 棟は住居とオフィスの複合ビルとして利用されている。このビルのエネルギー供給を見ていくと Higashi 棟屋上には 168kW の太陽光パネルを設けたほか、Minami 棟の壁面にも太陽電池を取り付けられている。また、ビルの地下に菜種油を原料とするコージェネレーション発電を設けているほか地下水や蓄エネ設備も設けられている。エネルギー管理には BEMS(Building Energy Management System), HEMS(Home Energy Management System)といったものを導入したほか、Green IT というフランス製 IT 機器電源管理ソリューションとクラウド BEMS の組み合わせも利用している。ビル内の部屋では、センサー付き輻射パネルに LED ライトをつけた照明があり、エネルギーの無駄を無くすようにされている。

### まとめ

このスマートシティプロジェクトで検証している内容や詳しい成果については NEDO でまとめられている途中やまだ実証中であるということだったのでその内容について知ることはできなかったが、日本とフランスの共同事業というものを見学できたことは非常に有意義だったと考える。鉄道事業や水事業など様々な分野において日本のインフラ輸出が進められているが、このプロジェクトは太陽電池や EV, その他電気機器を含めて一体的にスマートシティというインフラを輸出できるモデルケースになるのだと感じた。また一般住民に、新しい機器やシステムを説明するときに住民に寄り添った説明や何度も説明していくことなどが新しいシステムを十分活用する



ことにつながるという話をいただいた。また同時に日本とフランスの文化の差から生まれる難しさもあるそうなのだ。そういったものはプレゼンのスライドや時間に対する意識といったところに現れてくるということで、日仏間事業を進めていくうえで乗り越えなければならず、そういった難しさを乗り越えてこそ素晴らしい事業が成り立るものだと感動した。

## HITACHI-Automotive and Industry Research Laboratory



### 訪問先概要

今回訪れたフランス・ソフィアアンティポリスにあるラボは Automotive and Industry Research Laboratory で自動車関連の技術や工場での製品など産業の場面で使われる製品について研究している。

## 訪問目的

自動車は今回の研修の小テーマにもなっており、今後の生活においても大変重要な位置を占めることが予想される。自動運転技術やコネクテッドカーなど自動車の概念を大きく変えるような技術についてその開発現場を伺いその最前線について知りたい。

## 内容報告

HITACHI のソフィアアンティポリスのラボを訪  
問し、HITACHI 全体のお話から今後の自動車  
の展望まで様々なお話を伺った。

## HITACHI 全体について

HITACHI は数年前までのただの製品や部品を  
提供する役割から、現在ではそれとともに

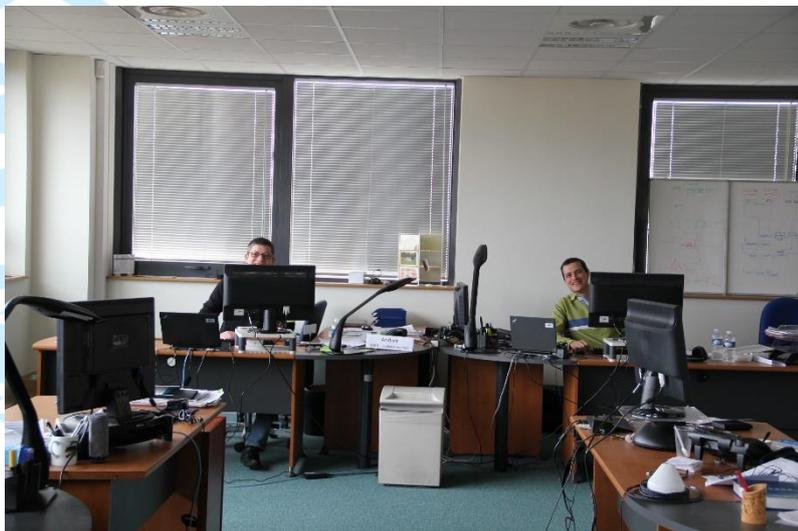
“solution”を提供する立場に生まれ変わろうとしている。このために昔は分割されていた開発部門とデザイン部門を統合している。日立ヨーロッパとしてはここソフィアアンティポリスをはじめ、ドイツ、イギリス、デンマークに研究開発拠点を設け自動車関連技術やビッグデータ技術を中心にお互い連携・分業しながら研究を進めている。

日立は様々な分野に事業を持っているが、ここの Automotive からひろげて Transportaion を考えた際に、マルチモーダルという概念がある。ただ一つの移動手段だけでなく、途中で鉄道に乗り換え、EV を使ったり、バスに乗ったりという風なものであるがグループ全体の事業としてこういった事業も考えているということであった。

## Automotive and Industry Research Laboratory

ここソフィアアンティポリスの研究所では車のシャシーやパワートレインなどの部品に取り組んでいて、ICT 技術を用いて C2X など車全体にかかわる研究も進めている。C2X は車が情報を受け取るだけでなく情報を発信する側にもなる技術で今後素晴らしいサービスを提供していくことができるとのことであった。同様に産業部門では M2M などに取り組み、ドイツを中心に進められている Industry4.0 の取り組みも行っているということであった。

そういった研究はコミュニケーションプロトコルをデザインするだけでなく標準化することが重要で、そういったこともあってソフィアアンティポリスに研究拠点を構える。というのも、ソフィアアンティポリスには ETSI と



いう通信関係技術の標準化機構があり、各国の電気通信事業や自動車メーカーが集まって議論を重ねている。

自動運転やコネクテッドカーについての今後の展望だが、ベースとなる規格は決まっていて、技術についてもほぼ同じもので対応できるが、各国によって標識などが全く異なってくるのでそういった部分はもちろん変更が必要になってくる。日本は島国であるからそういった部分での難しさはあまりないが、欧州では道路はつながっていても各国において自動運転などに対する温度差もあるなどして難しさがある。このように開発が進む中で最もプライオリティを持っているのが歩行者の安全確保で、歩行者が持つ携帯端末と信号などを介して車が通信するなどがあるそうだ。

## 所見

ただ作るだけでなく標準化することで妥当な概念だと皆に認識してもらうことが大切だとおっしゃっていた。たしかに、どんなにいいものを作ってもほかの技術が標準化されてしまえば台無しになってしまう。ヨーロッパは標準化組織が多くある。そういった意味においてもヨーロッパで研究開発を進めていく妥当性を感じた。

自動運転やコネクテッドカーというものは実用化されれば非常に便利なものであるが、特に自動運転などは責任の明確化など法整備の課題も残っている。技術的にも高速道路などではできても一般道となると難しいはずである。いっぽうで過疎化が進む地域を中心にラストワンマイルといわれる距離に苦しむ高齢者も数多くいる。実現には数多くの課題が存在するが、そういった需要もあるわけであり、国民が積極的に議論を起こしていくことが大切だと感じた。

## NICE GRID



### 訪問先概要

Nice Grid は太陽光発電と電力需要スライドに力を入れたスマートグリッドプロジェクトであり、電力の消費者が電気を作る立場や電力融通に対して積極的にかかわる立場にもなる“pro-sumers”のコンセプトを掲げている。また、フランスの“future investment program”の最初のプロジェクトの一部にも採用され、とりわけエネルギー管理と持続的な電力網においてスマートグリッド分野の国際的見本となることを目指している。

### 訪問目的

スマートシティの中の特に電気のスマート化をスマートグリッドと呼ぶ。スマートグリッドは再生可能エネルギーの電力網への大量導入には大変重要な技術である。そのなかでも NICE GRID は太陽光発電に力を入れており、これは日本の姿勢と同じである。そうした中で行われている実証実験を視察することでその成果と課題から日本に生かせるものを吸収したい。

## 内容報告

NICE GRID ではそのショールームを訪問し、NICE GRID 全体的なプロジェクトについてや、これまでの実験結果についてプレゼンテーションをしていただいた。

### 実証実験について

#### 電力需要スライド実証地区

- 2,350 戸が Linky スマートメーターを装備
- 内 228 戸が需要スライド実験(自動的に電力やボイラー等をコントロールされるもので prosumer という。参加すると年間 50~100 ユーロの補助金がもらえる)に参加,
- 11 戸が企業で実験に参加,
- 8 つの通りの街灯も含まれる。

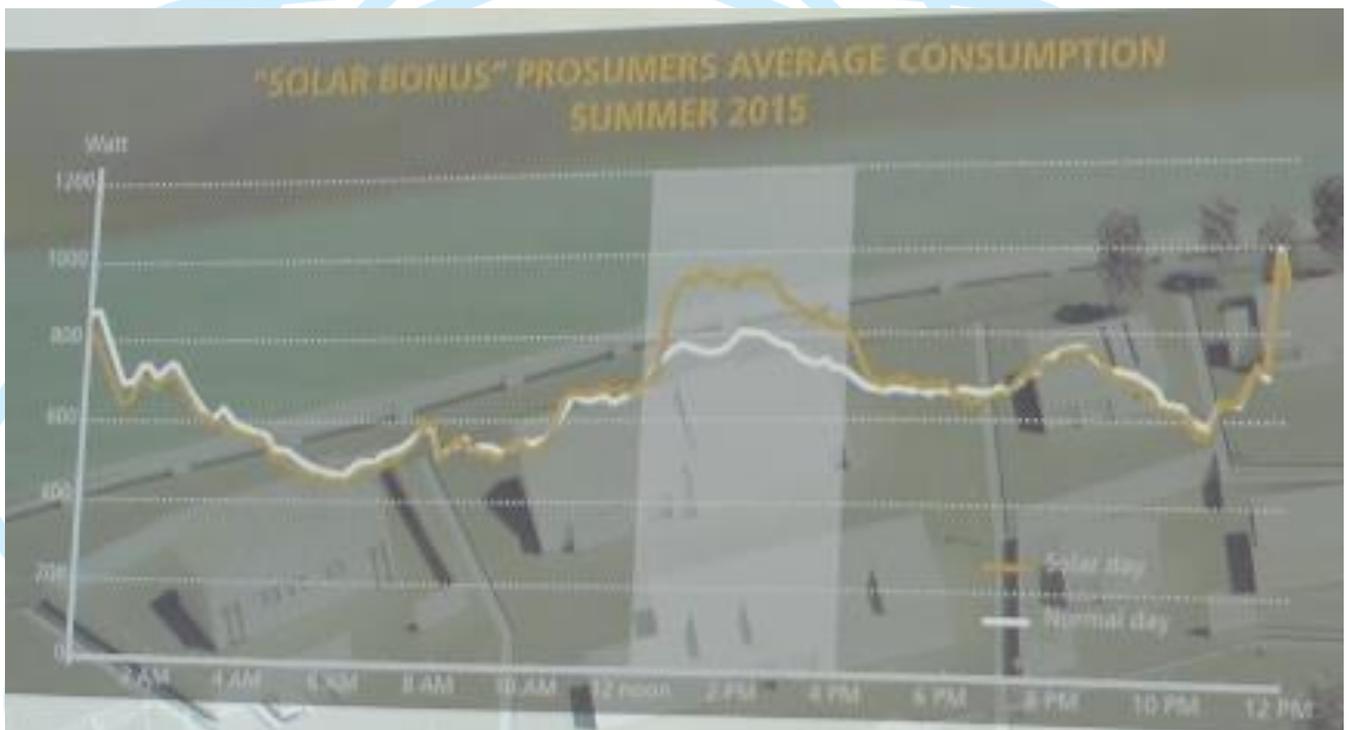
#### 電力網の独立運転地区

- 430kWp を有する3か所の太陽光発電所(kWp とは最大発電容量)
- 最大 250kW を消費する 8 消費者(企業中心)

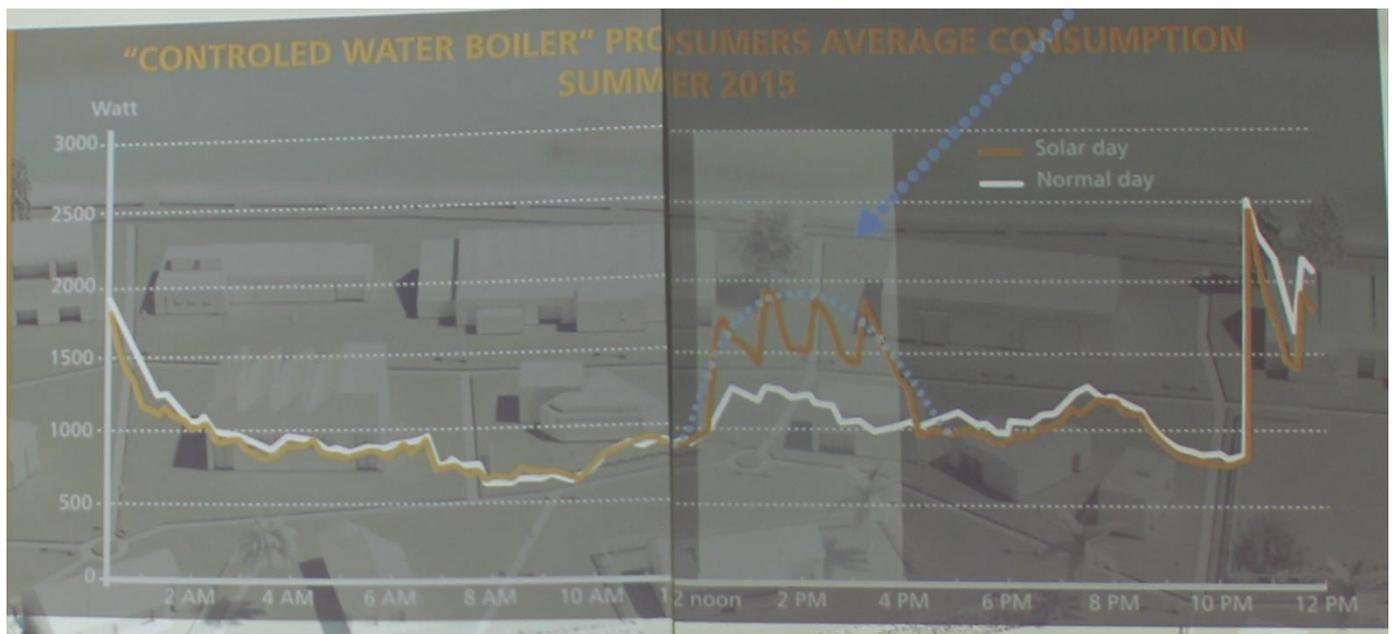
## 結果

### 2015 年夏に行われた実験

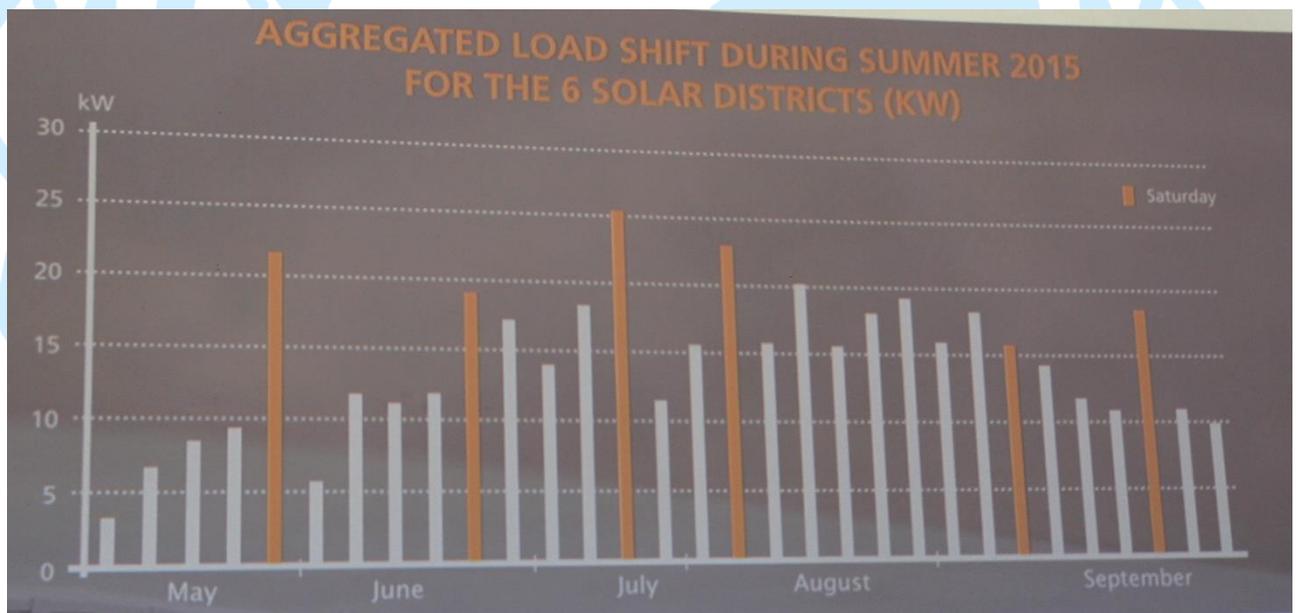
1. 晴れの日の夏のお昼時間帯(正午～4PM)にテキストメッセージを受け取り, それにより電力の消費量を増やすと電気料金が安くなるというもの。(このスライドだけを見ると単純にお昼の時間帯の消費量が増えただけに見えるが, 翌日深夜などの消費量が減っている。これにより, 太陽光発電の発電量がピークの時間帯に消費量の増やすことができ, 再生可能エネルギーの使用率を上げつつ, 逆潮流などの問題を解消できる。)



2. 同様に同じ時間帯に pro-sumer のボイラーを使うことでその時間帯の電力消費を押し上げる実験が行われた。こちらのほうが Nice Grid 側がコントロールできるのでその効果は大きく, 微妙な変化にも対応できた。

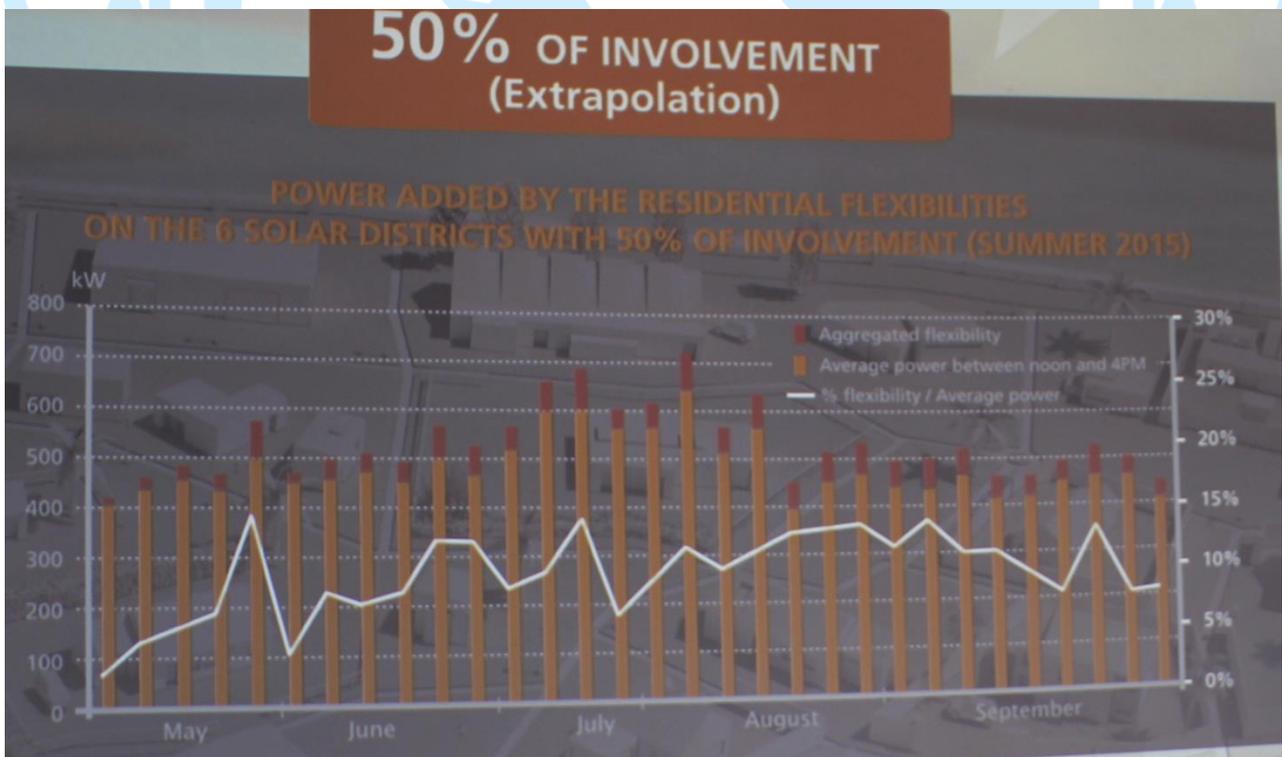
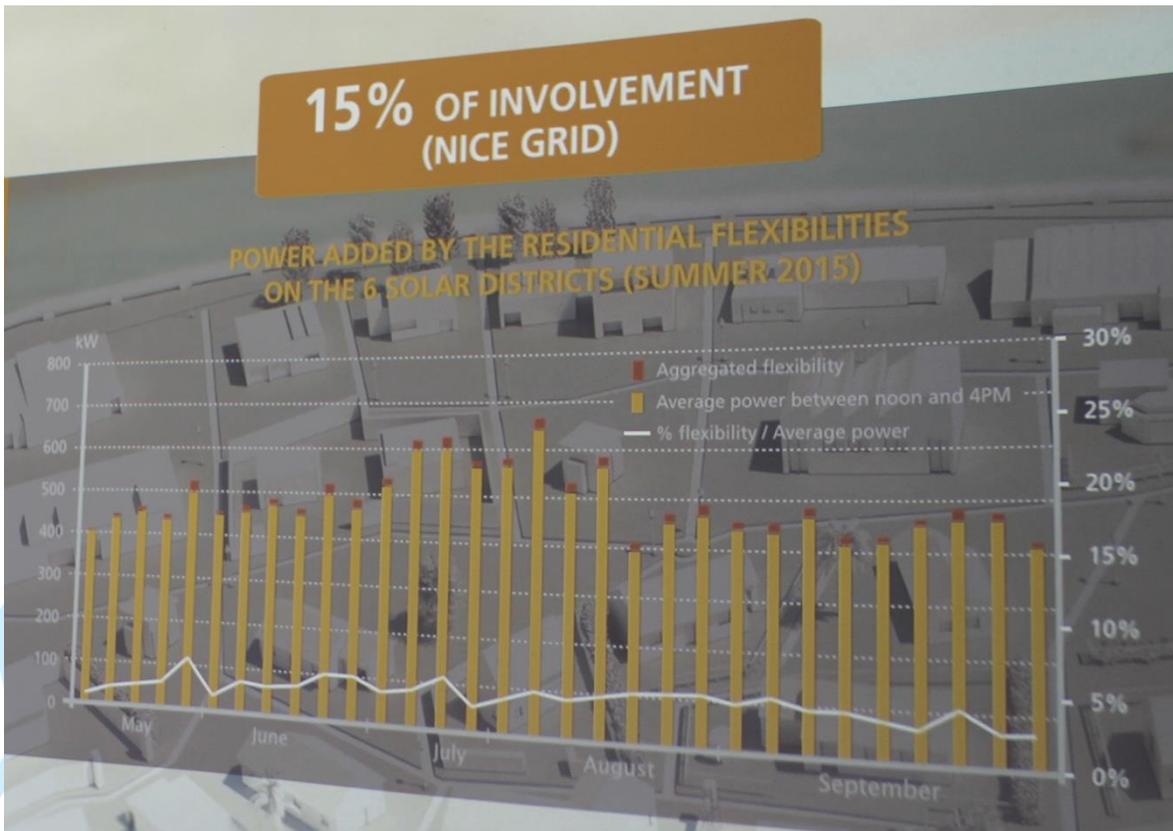


3. 下のグラフは 2015 年夏に行われた実験でのトータルの電力消費シフトを表している。家庭にいる人が多いためか、土曜日のシフト量が多くなっている。



4. 次のスライドでは、この実験の参加率での電力供給の柔軟性とそれをもとにして今後の参加率が上がった際の柔軟性を計算したものである。参加率が 50%あたりになるとある程度安定した供給が

実現するということだった。

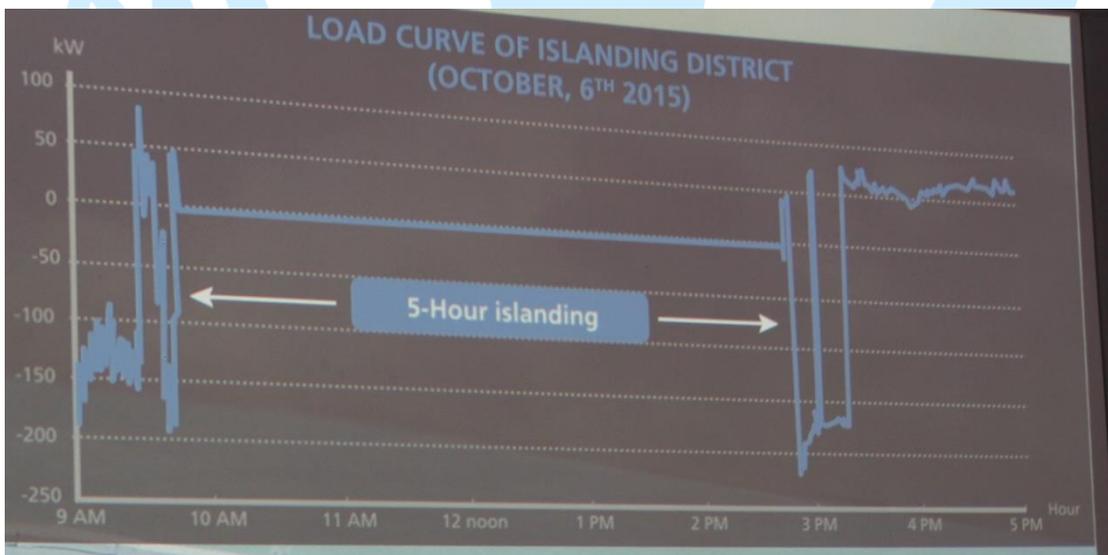
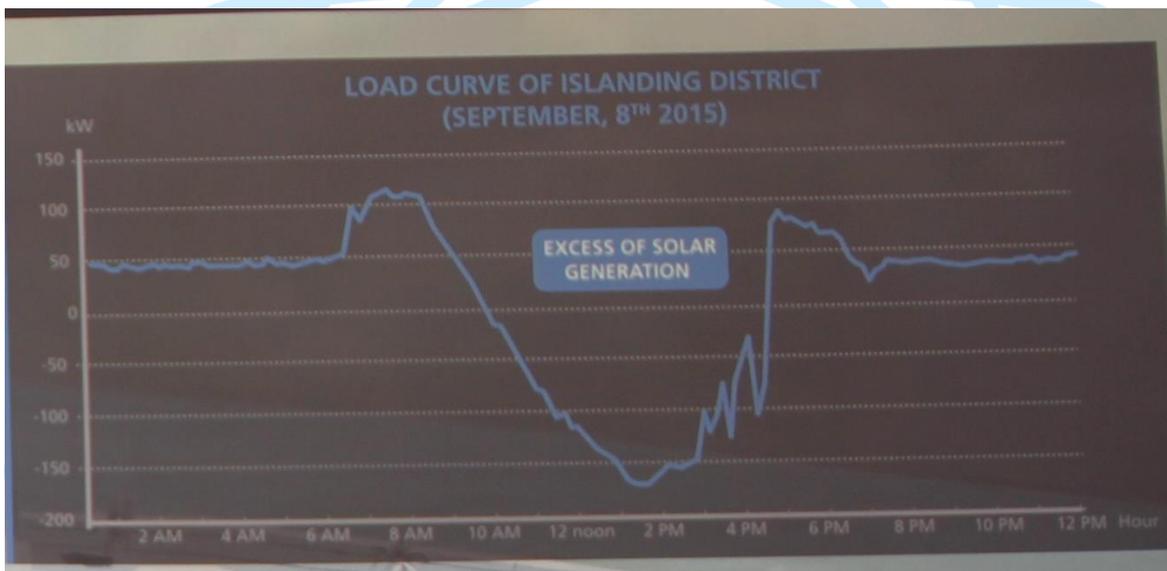


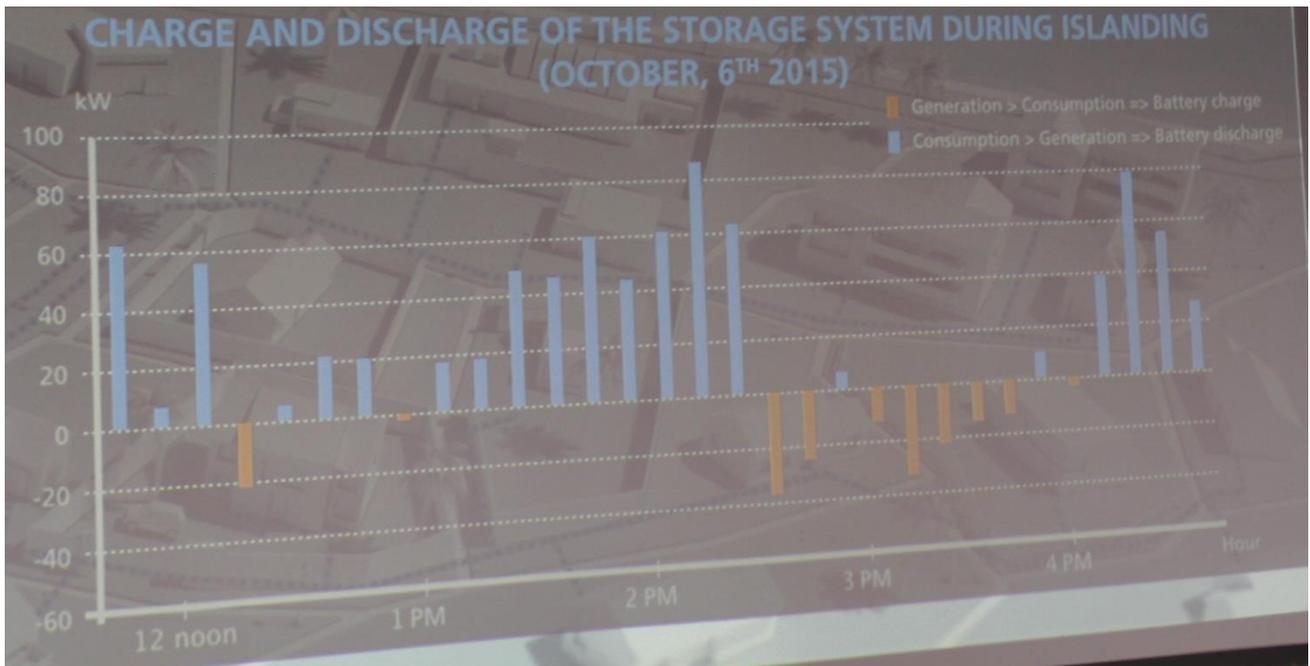
## 電力網独立運転の結果

独立運転でないときのスライドからは、この地区で発電される電気はお昼頃、最大で 170kW 超過するとい  
うことがわかる。(グラフはこの地区が買う電気量を表している)

独立運転をするときは地区内の蓄電池に電気をためることにより5時間の独立運転を成功させた。

グラフはその間の外部との電力のやり取りのものと、独立運転地区内でのバッテリーとのやり取り。





## 結論

電力需要のスライドに参加した割合は 15%である。電力需要スライドの効果はスライドした電力が上記の内容の 1 によって 20%, 2 によって 56%であったことから、ボイラーを用いると効果的に需要スライドを生じさせることができる。

人々が参加するモチベーションとなるのは金銭面であったり、環境のために行動すること、そして、集団でやることや革新的なことに貢献したいという面もあるようだ。

そこから生まれる利益としては prosumer に払ったお金よりも節約したエネルギーの価値のほうが大きかったということである。また、顧客満足度は 86%を記録した。

今後の課題としては、プロジェクトに参加する世帯の数を増やし、十分な電力供給の柔軟性を確保することにある。また、EV の導入など、柔軟性を拡大させるような資源を特定し導入していくことも大切となる。

## 所見

こうしたプロジェクトに多くの人々が参加するようになるには、金銭的な補助というものが大きな影響を与えるわけであるが、その量の調整が難しいという話をいただいた。もちろん少なくともは参加する人々も少ない。一方で金銭面での補助を多くしすぎても、ある一定の金額を過ぎると効果が薄れるようだ。スマートメーターなどの機器はお金がかかるが、スマートグリッドを成功させるためにはその普及率を上げていくしか

い。スマートグリッド成功に向けては技術的な課題の克服もあるが、そうした技術が生かせる場の環境整備という面も非常に大事であり、現段階からの実証実験においてそのノウハウを積み上げていくことが大変重要であると感じた。



# 各自感想

## 土屋裕輝

今回の渡航で企業や大学訪問、現地の方々と対話を通じて、考え方や価値観の違いを学ぶことができた。学んだこと、感じたことを報告をかねて感想として述べたい。

### (1) 議論の方法とそのマインド

今回のヨーロッパ渡航全体を通して、特にドイツ、イギリス、フランスでこの議論、ディスカッションのやり方の違いについて現地の方と話し合ったり、感じたりすることができた。なぜ日本人は議論が下手で、欧米人は議論が上手だと言われるのか。それはかねてからの疑問であったが、今回の渡航でいくつか欧州の人たちがなぜ議論が上手なのか、単にテクニックだとかではなくその根底にある価値観がその一因であると感じた。

彼らは政治のことも、仕事のことも、議論を行うときは意見をぶつけあうが、その時に感情的になったり、相手の意見に反対しているにつれて問題外のこと、例えばその人の個性、人間自体を批判したりすることはない。そしてまず反対意見を聞き、自分の意見と何が異なって反対しているのかをすり合わせる。

これは彼らに大陸続きで民族同士、数多くの戦争を行ってきた背景があり、個々人は互いに、その文化や価値観、考え方が異なっているということが前提にあるのではないだろうか。

ドイツで研究をなさっている物理学者の齊藤先生は、今までにない、または通説と異なる仮説を提示するとき日本の学会では最初から反対されたが、ドイツでは興味を持ってもらうことができ、研究を開始することができたとその経験を語る。

イギリス、インペリアル・カレッジ・ロンドンでは学生の様子として議論を多く行うことが見受けられ、そこでも互いに意見をぶつけあうが、そこで関係が悪くなるということはない。議論をするうちに感情的になり、関係ないところまで批判し始めることは自分の体験上珍しく無いがイギリスではそのようなことはほとんどないという。

日本人も違いを尊重するということを知らないわけではないと思う。海外の思想に対して寛容であり、その価値を日本の文化に多く取り入れている。しかし、それが日本人同士となるとうまく機能していないのではないかと思う。グローバル化していく中で日本の外にまで目を向け、世界の視野から物事を考えられるようになるには違いの尊重は必須である。日本の国全体が日本人同士で足を引っ張り合うのではなく、日本人同士でも違うということを認識し互いを尊重し合うことがグローバル化時代の日本に必要であり、それこそがこれから求められる“オープンマインド”なのだと思う。

## (2) 責任への考え方

ヨーロッパにいて責任のあり方が日本とは異なっていることを感じた。

街を歩いていると殆どの方が信号を無視する。警察も指導することはおろか自分が信号を無視している。どうやら、車が来ていないのなら自己責任で渡っても問題ないということらしい。(これは信号機自体もそうで、押しボタン式で自動車優先的であった。他にも日本とは事情が異なっていることが多い。だから信号無視が良いと言っているわけではない。)

また、オランダ、アムステルダムでは運河に柵がなく、もし近くで子供遊ばせるなら自己責任でというスタンスである。

ドイツ IBA では自己責任で大学に通うかどうか、授業をとるかどうかを決めており、学生はカリキュラム通りにとることが前提ではないし、自分の決定で責められることもない。ということをお聞きした。他にもヨーロッパにいる日本人の方ともお話しして聞くのは「こっちは自己責任だから」という声だった。

このような考え方がヨーロッパの柔軟性や迅速な対応の基となっているのではないかと思った。

学校にいて思うのはどんな組織をつくるにせよ、皆自分に責任を持つことを避けたがるということだ。ISIS の人質事件でもそうだったが、日本において自己責任という言葉は相手に責任を押し付けるというようなときに使用される傾向がある。日本では責任のある行動は避けたがり、その結果、柔軟・迅速な対応ができていないのではないだろうか。欧州の学生たちは政治などについて身近なことだと感じており、各々意見を持つとともにそれを実際に責任をもって発言している。誰に許可をとるでもなく自分が行動するという意識で

責任をもって発言し、その意見に対して反応する人も各々が責任をもって行動できるからこそ、素早い行動と柔軟性がヨーロッパには存在するのである。

それと関連して、ヨーロッパの人々には発言することによって政治は変えられるという認識があった。例えば、ドイツでは市民の声を反映し道路の速度制限の値が頻繁に変わるという。日本国民が増税に対して不満を言っているのに対し、ヨーロッパの人は国にたいして日本より高額な税金を払っている。そしてヨーロッパの国も国民に対して実感のある社会保障・福祉等を行えているのは、国民は国が政策をきちんと遂行できないならば国を自分たちで変えることができると思っているからではないだろうか。

### (3) 海外から日本を見て

今回の渡航によって、日本を外の視点から見る機会を得られた。

日本について思うことは、日本の技術はトップレベルであるし、自分が日本に慣れているということもあるが、日本は本当に暮らしやすいということだ。電車の乗り降りのシステムなど、NFCの反応や街の綺麗さ、店でのサービスや営業時間などその快適さで日本に勝っていた国は自分にとってはなかった。しかし同時に思ったのは、そのような暮らしやすさには労働者にとっては負担になっている面もあり、それに対する労働環境や国の対応は十分とは言えないということだ。

また、自己紹介で述べたようなガラパゴス化についてはそれは必ずしも悪いことではないとも感じ始めた。ボッシュの例でもあるように日本と世界での問題解決の方法は異なっている。日本では世界と同じように統一的に生産方法を決定できないような土壌がもうすでにできてしまっているのだ。日本にある生産などの方法への考え方によってできた日本に最適化した技術は、世界のデファクトスタンダードとは異なって発展する。その結果、気づいた時には世界に対して遅れをとっている、もしくはあるイノベーションによって日本の技術が淘汰されてしまう危険性もある。しかし、一方でその日本の技術が世界に対して多大な影響をあたえることもある。トヨタはトヨタ生産方式によって外国の自動車会社を圧倒した。そしてそれはリーン生産方式としてまとめられ世界に対して影響を与えている。

重要な事はガラパゴス化するとしても孤立しないということだと思う。日本独自の技術を発展させる一方で、世界のデファクトスタンダードにもアンテナをはる事。もしくはデファクトスタンダードを飲み込んでしまい、自らがデファクトスタンダードとなること。そのために日本人一人一人がグローバルな意識を持てるような教育や環境が必要である。また日本はドイツの Industrie4.0 のように国や会社が一体となって世界のルールをつくっていくようになるべきだと思う。

## (4) EPATS 全体を通して

はじめ、私は漠然と海外に行きたいと思っていた。それは基本的に不自由のない日本での生活に退屈するとともに、日本の政治や学校社会を見ていてその融通の効かなさに嫌気がさしていたのかもしれない。とにかく、どこかへ行きたい。どこかにユートピアがあるのだと無知に憧れて海外に行きたいと思っていた。

EPATS での活動を通して、今まで知らなかったような、あるいは感じてはいたが認識できていなかった日本という国を意識することができた。EPATS が自主的な活動だったからこそ、日本人がどういう性格でどういう風に行動するのかを考えることができた。議論や文化的側面への勉強を通して良くも悪くも日本という国について学ぶことができた。

そして渡航し、帰国した今、私は日本に対して渡航前にはなかった愛着のようなものを感じるようになった。不自由ないと思っていた日本での生活でも問題点はあったし、悪いところも見えてきた。そういうところをどうにかしたいと考えるようになった。私はある意味、外国人として海外にでて、その現地の方と3週間を通して対話をし続け、自分の中に日本人としてのアイデンティティのようなものが生まれたのだと思う。

これからに向けて今思うことは、日本という少し大きな次元の社会を考慮にいれて活動したいということだ。日本がこれからグローバル化の波にのまれて、孤立・衰退していかないように誰かが発展させていかなければならないと思う。

自分がそのような存在の一人にはたしてなれるのかどうかは分からないがそのような視点と、使命感をもってこれからも活動していきたい。

---

## 小原和彦

### (1) 教育について

日本においては現在の東工大がそうであるように大学でのリベラルアーツ教育の推進に熱が入っている。一方ドイツやイギリスにおいて、大学は専門的なことを学ぶ機関でありそういった教育は一切行われていないようだ。だからと言ってそういった教育が不十分かといえばそうではなく、高校までになされて然るべきものとされている。日本の大学でのリベラルアーツというのは現状において、それまでの教育においてそれが不十分だったために必要とされているというのが大概であろう。もちろん、大学のレベルに合わせて、専門を学んでからこそ必要とされるリベラルアーツ教育を行うのであればそれには一理あることにはなる。た

だ、現状の日本のリベラルアール教育から見えるのは、大学までの教育の見直しを考えて然るべきということではなかろうか。

また、義務教育の間の教育についても、日本のように暗記中心ではなく、例えば歴史ならばある出来事が起きた背景について皆が調べてそれをもとにディスカッションするというもので、テストもそういった記述問題中心となっているようだ。そうした小さいことからの訓練の積み重ねが大学において当たり前となり、大学の授業や普段の生活において積極的に発言したり、ディスカッションを行うことにつながっているのではないかと感じた。

この二つの事実を鑑みれば日本の義務教育・高校の授業の中身の見直しというものが必要なのではないかと考えた。

また、ドイツの大学ではテストは口頭試問で行われているようだ。そのためそもそも学生の学ぶ意識が高いうえに、テスト前などは必死に授業を理解するようであり、見習うべきポイントであると感じた。

## (2)企業の競争と協力について

今回のヨーロッパ渡航前には、事前学習として横浜市で行われているスマートシティプロジェクトを訪問した。そこで伺ったお話として、国内の某大手電機メーカー2社が住宅のスマート化に必要となる様々な機器の開発において激しく競い合っているということであった。同じプロジェクトの中であっても規格などの統一化に向けても後ろ向きで、お互いの技術を持ち寄ってさらに良いものを目指すということが欠けているということであった。一方、オランダの Amsterdam SmartCity を訪問した際に伺ったのは、向こうの会社では日本のような電機メーカーに対抗するためにそうした技術について互いの開発を共有し、どんどん開発を進めているということだった。

日本の電機メーカーはこれまで国内市場がある程度大きかったために互いが競争を行い独自の製品を開発しあっても問題なく成長してきたものと考えられる。しかし、今後国内市場が縮小していくことが叫ばれ、また、新興国メーカーの台頭によってその影響力は下がってきているはずである。企業同士の合併という形で開発力を増すことも考えられるし、オランダのようにメーカー同士が規格などの統一化にむけて協力していくことが少なくとも求められていくのではないかと感じた。

## (3)海外を経験すること

海外に実際に渡航することで、海外についてよくわかっていくということが一つあるが、逆に日本についても客観的に判断できるようになる。海外を経験することで、日本のサービスがいかに素晴らしいか体感できた。よく言われることであるが、鉄道の定時運行をはじめとして、数多くの良い点があるだろう。職について

例えば、牛丼などは“あんなにボリュームのある、おいしいものがたったの数百円で食べられる”という素晴らしさに気が付く。逆に言えば、日本ではすばらしいサービスに対してその対価が賃金として支払われていないのではないかと感じた。こうした面については改善していくべきだと考える。

ほかにも街中の清潔さなどもある。アムステルダムでは歩きたばこのにおいがする上に、足元には無数のガムの跡が広がっていた。このほかにも日本の素晴らしい点は海外に行くことによって見えてくるだろう。

一方で海外に学ぶべき点も多くあるだろう。報告書で触れた取り組みのほかにも、例えば、研究者の会議の出張費については、ドイツでは実費支給なのだそうだ。一方日本では一定の金額支給である。そのため、教授たちは高速バスなどで費用を削り、残りをおこづかいにするのだそうだ。地域行政についてもよく言われるような子育て支援のほかにも、例えば、地域の道路の制限速度について、制限する方向だけでなく、緩和してほしいという要望が上がれば、その妥当性を考慮の上、迅速に緩和などもするそうである。そうした、海外に行かなければわからないような違いというのは多くある。今回挙げた例は小さなものではあるが、私はそのバックにあるのは大きな行政システム、社会システムあるいは人々の意識の違いなのだろうと感じる。そもそもの国の事情によってすべてが良くなるとは限らないが、日本が学ぶべき点は多くあり、実行していく必要があるのだろうと感じた。

## (4)EPATS で学んだこと

この EPATS という活動は学生自身が自ら海外渡航を企画し、実現するというものである。企画段階においては、継続的な活動のために次期渡航生の募集などを行う運営も経験する。もちろん、その運営・企画という活動は非常に大変なものである。しかし、それ以上に私がそれから得たものは大きいと感じる。単に勉学を修めていては身につかないが、社会では絶対に必要とされる、ミーティングをはじめとする社会人スキル。それを高校を巣立って間もない自分が学べたというのは本当に大きかったと思うし、社会だけでなく大学生活においてもそういったスキルを活かしていきたい。運営企画というのは、非常に有意義な活動だった。

海外渡航自体ではこれまで紹介してきたように数多くの素晴らしい取り組みを生で見ることができた。そして前述のように海外を経験することで新たな日本の見方を形成でき、また、日本と海外の違いを体感することができた。

ドイツの研究所で言われたことにこんなことがある。「日本から来た学生は自分で考えるということをしてない。一方、こっちの学生は自ら考え、突拍子もないアイデアをどんどん出しえ来るが、雇われの身なのに（向こうでは、院生には給料がでる）あまり教授の言うことを聞いてくれない…。教授として使いやすいのは言うことをよく聞いてくれる日本人かもしれない。ただ、研究で大事なことは、人とアイデアをどんどん議論することで新たなアイデアを生み出すことなのだ。だから、日本人のほうが高校までの知識量があっても考える力がないため、研究室の間に逆転されるのだ」と。

これからの大学生活ではこの教訓をもとに、EPATSで身に着けた力、スキル、経験を活かして、学業を含め様々な面で自分を高めていきたい。そうした結果、自分の研究分野もしくは働く分野において日本のためとなる成果を生み出したいと考えている。

