世界に貢献する港湾空港技術

PARI

VOL.26
JANUARY 2017

Airport

Technology

Port

2 __ Front Line - 特集 -

日チリ国交樹立 120 周年

連携をさらに深めて
津波防災・減災に取り組む

国際事業の最前線より
海外プロジェクト発展の鍵は
人材交流を含めた継続性にあり！

10 __ Close Up 現場からの報告

長年の取り組みの成果が現代に活きる
港空研の国際協力

12 __ Front People 研究者の広場 挑戦する研究者たち

現在の取り組みを未来へとつなぐ
将来を見据えた国際連携

14 __ CROSS LINE 国際交流レポート

研究者 派遣レポート

15 __ TOPICS

バングラデシュ国土大臣が来所

OCEANS'16 Monterey と
Techno-Ocean 2016 に PARI ブース出展

2016 年濱口梧陵国際賞を
チリの国家緊急対策室が受賞

座談会

日チリ国交樹立120周年

連携をさらに深めて 津波防災・減災に取り組む

2012年1月から2016年3月まで、
SATREPS（地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム）の一環として
ともに「津波に強い地域づくり技術の向上に関する研究」に取り組んできた港空研とチリ。
その成果は、チリ共和国内務省国家緊急対策室（ONEMI）の
2016年濱口梧陵国際賞受賞（本誌P15参照）にもつながっています。
今回、駐日特命全権大使のパトリシオ・トーレス閣下をチリ大使館に訪問。
津波防災のさらなる課題や、今後の連携協力への期待について、
うみそら研の大和裕幸理事長と語り合っていただきました。

司会　港空研でもっとも縁が深い国といえばチリ。今回ＰＡＲＩで国際連携・国際貢献の特集を組むにあたり、ぜひお目にかかってお話しをと思いまして、お訪ねした次第です。

トーレス駐日チリ大使（以下大使）　このようにご訪問いただくのは名誉なこと。チリと日本の国際的な連携協力については、たいへん関心を持っています。私が港空研を知ったのは２０１０年。日本の地震についてのドキュメンタリ番組で、その活動を知ったのです。そして、同年にチリ地震が起きたとき、最初に来てくださったのが港空研の方々。そんなこともあり、この年、日本に着任した私が最初にやったことは、港空研への公式訪問の申し入れでした。丁重に迎えていただき、実験水路で津波のシミュレーションも見せていただきました。その後、港空研でラテンアメリカ各国の駐日大使８名を集めての会議も。そうしたなかで、チリと日本で地震や津波災害について協力して取り組もうという意識が高まり、ＳＡＴＲＥＰＳのプロジェクトへとつながっていったのです。プロジェクトは２０１６年３月に終了しましたが、チリと日本、なかでも港空研との〝絆（日本語で）〟は続くと確信しています。

研究成果を公共政策に活かしていくのが次の課題

司会　チリと日本は歴史的にみても地震が多く、津波が多いという共通点があります。ＳＡＴＲＥＰＳのプロジェクトは非常に重要な研究で、その成果は２０１５年に起こった地震の際、津波被害を減らすことに活かされました。今後の研究に対してはどういった期待をされますか？

大使　日本との連携でいちばん進んだのは調査研究の分野です。それと、日本の経験を学ばせていただきながら、人材を育成していくことができたのも大きい。チリの研究者にとって、いま望まれることは、その研究を公共の政策に移行してほしいということです。いわゆる社会実装ですね。ところが市長や知事、もっと上の大臣クラスまで、実際に政策を推進する人間が、まだよくわかっていない。その教育が必要だと感じています。こういった研究に興味を持ってもらい、政策の実行につなげてもらうにはどうすればよいかということを、非常に強く考えている次第です。チリから技術者だけでなく行政の人たちも日本に呼んで、日本ではどういうふうに研究成果を行政に活かしているかといったことを学ぶ機会を設けたい。知識や経験をどのように実社会に活かしていくかということは、常に課題だと思っています。それからもう一つ必要なのは、研究者のさらなる育成。自然災害についてもっとよく調べて対策しようという機運が、ラテンアメリカ全体で高まっています。最初、２０２５年までに２０００人の研究者を育てる計画でしたが、この数をさらに増やしたい。日本とチリ、そしてラテンアメリカ、このトライアングルリレーションで勉強していきたい、それを政策に反映させたいといった需要が高くなっているんです。

大和理事長（以下理事長）　それは学生も含めての数ですか？

大使　いいえ。研究者と、あとは行政官ですね。それとは別に、後に続く人間を養成することが必要なので、学生や一般の人たちを教育するということも考えています。

理事長　システムをつくるようなものですね。政治のシステム、研究のシステム、それから学生を育てるシステム。この３つのシステムがうまくリンクしないと難しい。そういう意味では、日本に来られたら、例えば中央省庁や、実際に地震のあった地方自治体などを見ていただいて、港空研のような国がやっている研究所にもお越しいただく。それから大学も。あと、期間もあまり短くないほうがいいでしょうね。とくに研究所に来ていただく方には、例えば1年間とか。双方にとって有益な人材交流になると思います。

司会　日本でも産官学の協力というのが昔から非常に重視されています。そのなかで人材育成というのも大きなテーマになっていて、JICAでも研修生の受け入れや、逆に日本からJICA専門家をその国に派遣して人材交流に努めている。こういった人材交流は途切れることがないようにしたいですね。現在、港空研の研究者もチリの方と連絡を取り合って、次の研究をどうしていくかといった検討を始めています。

大使　産官学の連携、私も賛成です。SATREPSの場合は、まず最初に、一般の人の防災意識を高めるという目的がありました。次にインフラが防災体制になっているかという検証と、もう一つ、経済的な面での災害対応ですね。大事なのは、この3つのステップにおいて、いつも行政が参加していること。先日11月4日、私は宮崎県日向市の細島港にいました。ONEMIから副長官等が来日して、チリのバルパライソ市との合同津波避難訓練があったんです。その会場に、きちんと行政が入っていた。国土交通大臣政務官がいて、知事や市長も。中央とローカルの両方が参加しているというのが非常によいと思いました。また、1年ほど前にチリから港湾設備の専門家が来日し、港空研を訪問したのですが、彼ら曰く、何をすべきかは既にわかっていて、あとはそれをやってくれる行政サイドが必要なのだと。自然災害を軽減するために必要なのは、やはり公共政策なのだという思いを強くしましたね。

復興の進め方についても広く情報交換を

司会　港空研では、地震や津波に強くなるようにする防災・減災の研究と、被害後早期に復興させるための研究の両方に取り組んでいます。

大使　それは興味深い。実は宮城県南三陸町には震災後何度も足を運んでいるんです。町長とも懇意にしていて、復興の計画を聞き、土壌や地質に関する研究も見せていただいたことがあります。まず10mの嵩上げにたいへん興味を持ちました。チリでもそういうことができないかと思って。また、どこに断層があるかといった研究も進んでいて、南海地震に対する対応もしている。チリのサンティアゴも断層が至るところに通っていて、もしその断層で地震が起こったら、おそらく人口の半分が被害を受けることになるでしょう。だから防災だけでなく地質などの研究も大事で、両方進める必要がある。いま東北各地で復興が進んでいますが、実際どういうふうに進めているのか、それをチリでも学びたい。情報も交換したい。南三陸町についていえば、復興はあまり急ピッチでは進んでいません。でも、それには理由があるんですよ。上から計画を押しつけるのではなく、何をすればよいかということについて、被害を受けた町民への聴き取りに力を入れているから。これには非常に感銘を受けました。行政とコミュニティが話し合って決めている。とても大事なことだと思います。

理事長　南三陸では、東大の学生とアメリカのマサチューセッツ工科大学の学生がジョイントして、まちづくりの図面を引いたんですよ。地元の人たちの意見を取り入れて。それは学生にとって、非常によい教育でした。若い人たちがそうやって取り組むことが、これから大事だと思います。

国交樹立120周年を機につながりをより密に

司会　大使は先ほど、住民の意識を変えるのが非常に重要だとおっしゃいました。そのためには〝わかりやすい見せ方〟というのも非常に大事になってくると思います。港空研でも、住民が見てわかりやすいシミュレーションをつくるなど、目で見てわかる形で研究成果を出すことに取り組んでいるところです。災害は、時間が経つとみなさん忘れてしまうもの。忘れないためには、いつもシミュレーションを見せて啓蒙していくということが必要だと思います。

大使　経験した世代は覚えていても、次の世代になると忘れてしまうというのはありますね。2004年のスマトラ沖地震のとき、私はマレーシアにおりまして。津波が来たのを面白がっ

て見ていた人がさらわれてしまった。まったく知識がなかったんです。チリ国民は、津波が来たら高いところへ逃げることを知っている。それくらい住民の意識というのは大事なんです。私は、非常持ち出し用のリュックサックを日本に一つ、チリに一つ用意していますよ。大使館の職員にもヘルメットや懐中電灯を支給しています。私のリュックはいちばん大きい（笑）

司会　日本人はハザードマップに頼りきってしまって、「とにかく逃げる」という意識に欠けるように思います。ここまでは津波は来ないだろう、とか……。そういう点ではチリに学ばなければいけませんね。今後、港空研に対しては何を求められますか？

大使　もう新しいことをやるというより、いままでやってきたことを深化させる時期に来ていると思います。もっとも深めるべきはコミュニティ。町村レベルの人と話をすることと、やっぱり行政、地方自治体。そのつながりを密にして研究に活かすということに期待します。防災については、自然災害を経験することで、いろいろな新しい技術が出てきますよね。そのことについては情報交換もお願いしたい。これまで協力してやってこられたことは、本当によかったと思っています。2017年は、チリと日本の国交が結ばれて120周年という節目の年。大統領訪日が予定されていますし、さまざまなイベントの計画もあります。これを好機に、自然災害についての両国の連携協力も、いっそう強めていければと考えています。

国際的な舞台で日本の存在感を示すために

港湾空港技術研究所
栗山善昭 所長

港空研は運輸省港湾技術研究所の時代から、国際協力、国際貢献に努めてきました。当初メインと考えていたのは、おもに発展途上国の港湾・空港の建設や維持に関する相手国の人材育成。プラス、港湾や空港の建設にあたっての直接的なアドバイス。途中から沿岸域の環境もテーマに加わりましたが、長年それらを継続してやってきた。この考え方は、発展途上国を対象にした場合、いまも変わらず根底にあります。最近、そこに付加されてきたのが、日本のインフラの海外展開ということ。日本にとって有益なのはもちろん、相手国にとっても質の高いインフラが整備されるという意味ではメリットが大きい。日本政府の方針でもありますし、港空研でも強力にバックアップしていくつもりです。そのとき課題になってくるのは、日本とは大きく違う相手国の自然条件。われわれの知見も必ずしも十分ではないので、情報を収集したり、向こうの技術者や研究者と一緒に研究したりしながらノウハウを手に入れたいと考えています。これまではどちらかといえば〝教える〟という傾向が強かったのですが、これからは、〝共同で技術的な検討をする〟〝一緒に研究する〟という方向に、少しシフトしていくことになるでしょう。

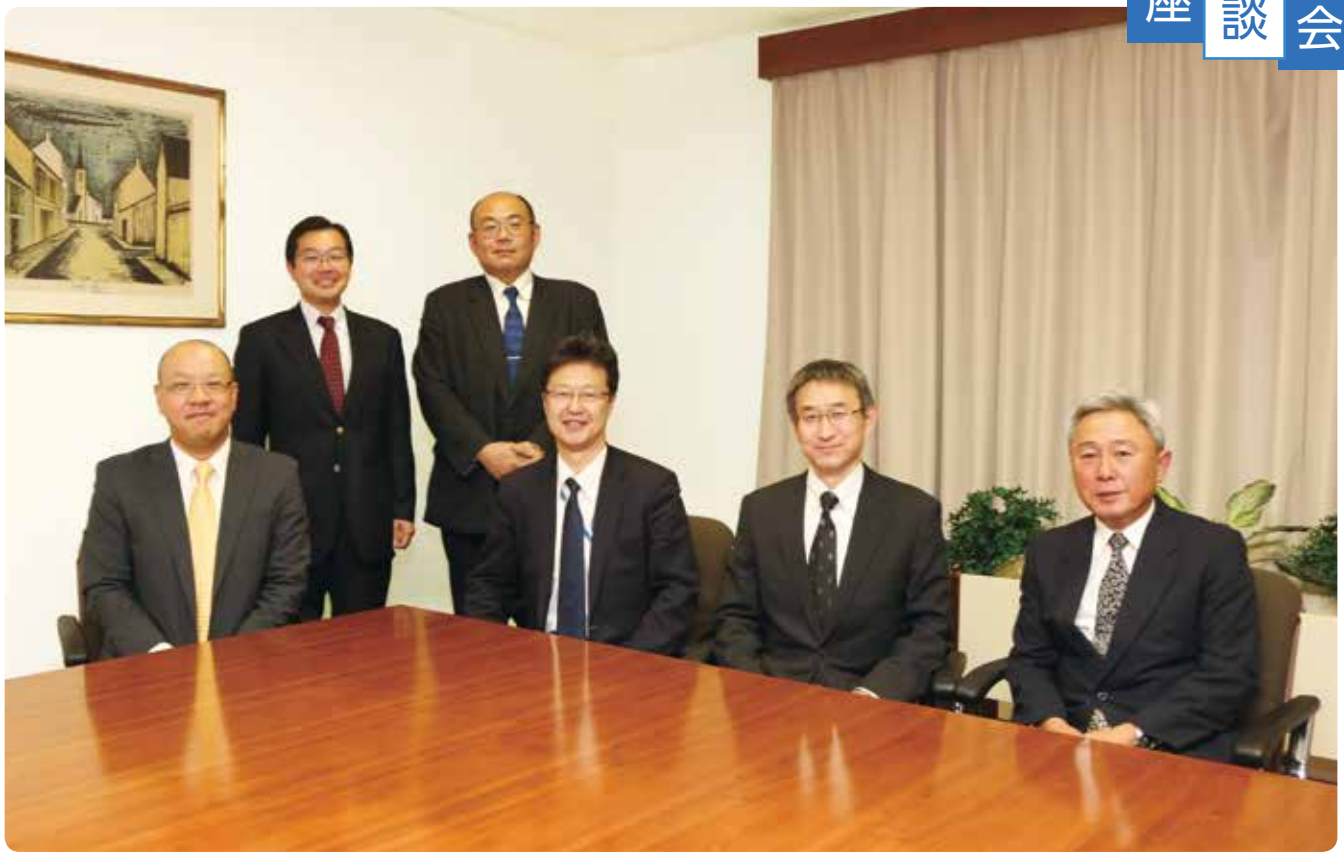
現在、港空研にとって一つの大きな柱になっている防災・減災に関する技術協力も、20～30年前は考えにくかったことです。その頃の途上国は、どこもまだ経済成長一辺倒で、われわれに求められる技術協力も、まずは港などを早く造るためのものでした。それが近年になって、防災・減災に対する意識が高くなってきた。とくにチリ地震による大津波を経験したチリ。SATREPSの研究は、彼ら自身の努力もあって、大きな成果につながりました。

こんなふうに役に立てたことが実感できたほかの例としては、JICAのプロジェクトで設立したトルコの水理研究センターがあります。2年ほど前に私自身もフォローアップに行ったのですが、大成長していて驚きました。とくに漂砂のグループがものすごく現地で頼りにされていて、多くのプロジェクトに関わって、とにかく忙しそうだった。あれは嬉しかったですね。

先ほど述べたインフラの海外展開もそうですが、国際連携はわれわれの研究領域を広げるチャンス。技術をより発展させる意味でもプラスなんです。外国には日本では経験できないような研究ネタが、たくさん転がっているはずなので。ターゲットは、日本企業が絡むとなれば、まずは東南アジアですね。で、防災・減災については引き続きチリと。せっかくなのでトルコについても少し考えていきたい。あと、今後力を入れたいと目論んでいるのが太平洋島しょ国（大洋州）。ここは津波もあるし、高潮もあるし、海面上昇の影響も受けるはずなので、われわれが貢献できる領域が大きいと考えています。

国際協力のもう一面、先進国の研究機関や研究者との交流も活発になってきています。近年は、どれだけ海外の人と一緒に研究して論文を書いているかが、論文の数や掲載された学術誌のランク同様、研究者としての評価の一つの指標になっているようでして。港空研でもそういう研究者をさらに増やしたい。途上国への貢献だけでなく、学問・研究においても港空研の存在感を示したいと考えています。実はこの二つ、けっこう関係し合っているんですよ。国際貢献は研究のフィールドを広げるという意味で研究的な価値が高く、そこでものにした論文は、先進国の研究者の中で評価を高めることにつながります。一方、英語で論文を書いていれば、途上国でも力量を認知され、仕事がしやすくなる。このリンクもまた、30年前とは大きく違うところです。両方をうまく進めていくことが大事。いままでやっていなかった領域にも入っていくので、大変なことも多そうですが、理想を求めていきたいと思います。

座談会



国際事業の最前線より

海外プロジェクト発展の鍵は人材交流を含めた継続性にあり!

海外で日本の企業が受注を勝ち取るにはどうすればいいか、
技術的なトラブルは、どう解決していけばいいのか――。
国際事業の第一線で活躍している各分野の方々に、
現状と課題、考え得る対応策について、意見を交わしていただきました。

限られた時間と情報の中でよりよいものを造るために

吉見　以前、1998年から3年ほどOECF（海外経済協力基金）で円借款プロジェクトの技術的な部分の審査を担当していたことがあります。2014年から出向中のJICA（国際協力機構）の仕事の中で、現在、ちょうどそのプロジェクトの結果をみているわけですが、自分が審査した時点では想定しなかった事態が起きていたりする。それは、自然条件に起因する話だったり、技術的な問題によるものだったり。そういったところから教訓を得て、できるだけ同じようなことが繰り返されないためには何ができるかということを、まさにいま考えているところです。

西村　安倍総理が「地球儀を俯瞰する外交」という目標を掲げたことで、国交省港湾局の国際業務も地域的な広がりを増してきているという印象があります。さらに、ODA（政府開発援助）でインフラを造るというところだけでなく、いわゆる川上から川下までということで、川下にあたる運営やオペレーションまで一気通貫で港湾行政としてみていくというふうに、そこには分野的な広がりも。

吉見　やはり国内で行う事業とは違いますからね。例えば河川の護岸整備がなされていないので、川から出る土砂がすごく多いとか。あと、貨物量が急激に伸びているような新興国だと、完成までの設定期間がすごく短い。そうなると、日本が支援を決定

港湾空港技術研究所
沿岸環境研究領域
中川康之 領域長
（沿岸土砂管理研究グループ長）

独立行政法人国際協力機構
社会基盤・平和構築部
技術審議役 **吉見昌宏**さん

国土交通省港湾局
産業港湾課 国際企画室
室長 **西村 拓**さん

一般社団法人
港湾技術コンサルタンツ協会
越智 裕さん
（株式会社エコー 国際部担当 参事）

港湾空港技術研究所
地盤研究領域
森川嘉之 領域長
（土質研究グループ長）

一般社団法人
日本埋立浚渫協会 国際部会
部会長 **有賀健滋**さん
（五洋建設株式会社 国際部門
国際土木本部 土木事業部 専門部長）

するために行う協力準備調査にも、十分な時間がとれないんです。とくに新しい港を造る場合など全然データがないので、わずか1年や1年半程度の調査で集めたデータをもとに起こり得ることやその対策まで考えて、そのプロジェクトにかかる費用まで、ある程度の見込みをつけなければなりません。かなり少ない時間で、限られた情報の中で、それなりの答えを出すことが必要になります。それがすごく難しい。とくに埋没の問題など、実際に現地でやってみないとわからないところがある。ODAの仕組み上、非常に対処しにくいところです。

越智 40日間程度の現地調査で計画平面なり構造物の型式なりの概略を決めて、そこから図面を引き、数量を拾って積算し、事業費を出すというところまでを、約半年でやらないといけない。自然条件調査がいちばんつらいところです。とくに漂砂については、異常時の様子がなかなか把握できませんからね。構造物が完成した後、事象が徐々に現れる。われわれコンサルタントはその責任を負わなければならないので非常に厳しい。もう少し長い期間のデータを集められるように、ご配慮いただけるとよいのですが……。

西村 供用目標というのが、ある意味政治的に決まるので、そこから逆算していくと、このタイミングで施設設計ができていないといけないというのがあって……。後戻りできない中で、でもどうするか。まさにいま、この問題に直面しているところです。その事例となるのが、インドネシアのパティンバン港。やはり時間がない中、限られた情報の中で、コンサルタントの方が一生懸命リポートをつくってくださっていますが、そのレベルをいかに上げていくか。支援した結果よいものができなかったら日本の名誉にかかわりますからね。そういった意味で、港空研の専門性というものが、非常にありがたいわけです。

中川 ある程度のことは条件を設定しさえすれば予測できるのですが、やはり限られた情報の中での予測では、どうしても合わないことも出てきます。そういう意味でも、掘ってそれで終わりというのでは不十分。例えばベトナムのラックフェン港などは、掘った後の航路地形が変わっていくことがないか、工事中からモニタリングしています。先ほど川上から川下までという話が出ましたが、そこに維持管理も含めて、よりよく手入れして継続的に機能するというところまでフォローできるようになるといい。こと埋没対策に関しては、その部分が非常に重要だと感じています。

森川 地盤では、例えば地盤改良を行って圧密を促進させる場合や、何十年もかかる沈下を予測しなければならない場合、沈下量がどれくらい予測と違うか、時間の経過とともに答えが出る。答え合わせを施工期間中に行えば、入れる土砂の量や高さで修正をしていけるのではないかと思っています。そういう意味では観測施工ということになりますね。仕様通りに地盤改良したからそれで終わりではなく、モニタリングして、それを施工や完成後の維持仮計画に反映させることが重要になると考えています。

ものを造るだけでなく人材育成や技術協力も重要

森川　例えば地盤から土をサンプリングして、試験にかけて土の性質を把握するわけですが、取り扱う人が専門の教育を受けていない場合がある。ボーリング業者も試験業者もきちんと仕事するのに、試料の運搬を単なる運送業者に発注してしまって、乱暴に取り扱われている事例がみられます。そのあたりをずっと通して見ている人がいないんですよね。海外の調査で問題だなと感じるのはそういう点。

越智　インドネシアやタイなどは、現地にボーリング業者がいるからまだまだいいほうだと思いますよ。おそらく試料の取り扱いを技術移転していけば片付く問題。でも、私どもが相手にしている大洋州などの小さな国になると、ボーリングの会社すら海外から連れてこないといけません。現地調査期間になかなか来てもらえず、ボーリングの結果が出ないことには設計もできないということが起こり得る。いつも神経を遣って早めに発注をかけるんですけど、どうしても遅くなります。

吉見　人材が現地にないというのは一朝一夕に片付く問題ではなく、時間がかかりますが、育っていってもらうしかない。やはり途上国でのプロジェクトは、それを機に研究機関などとも継続的にいっしょに研究するような機会を持つことで、その中で人材が育ち、さまざまな知見を得ていってもらうことに意味があると思うんです。ものを造るだけでなく、それに関する技術協力というのがODAの中身の一つの柱なので。

中川　技術的な基本事項に関しては、JICAの研修制度なども継承の機会になります。ただ、現場の施工レベルではどうなのか。民間の企業がローカルのスタッフを育てるには、やはり長い期間がかかりますか？

有賀　そうですね。ローカル人材ソースを活用しながら、基準を満たすインフラを造ろうということで取り組んでいるのですが、最初から要求どおりのエンジニアはいません。ある程度の伸びしろを期待しつつ雇用し、時間をかけて工事期間中に育てることになります。一回進出したら、その後も継続して工事があるということが大事です。シンガポールに強いといわれる弊社ですが、52年間ずっと事業が継続してきたのは驚くべきこと。約50年というのはつまり、入社して退職するローカルスタッフがいるという状況です。初めは日本のやり方で教育し、それに合った知識とノウハウを得て、ローカルスタッフがローカルスタッフにそれを伝えるという構造ができれば、よい人材育成システムになると思います。実際、シンガポールや香港のローカルスタッフは、私より上席のマネージャーがいっぱいいますからね。ローカル化とグローバル化が進んでいると感じます。

森川　技術基準を輸出すれば、日本の企業が受注しやすくなるというのはよく聞きますね。3年くらい前にSCOPE（港湾空港総合技術センター）が、空港土木の共通仕様書を英訳して海外の方の研修をしていますが、仕様書の英訳をして輸出するというのも一つの手かもしれません。

越智　アフリカの大きな国や、イギリスやフランスで教育を受けた技術者が多いような国では、どうしてもBS（英国規格）などヨーロッパの基準が頭に入っているので、日本の基準を持っていったとき、相違点を指摘されて説明に苦慮することがあります。日本では設計条件に地震が入りますが、地震のない国の場合、ヨーロッパの基準と整合性がとれなくなることがある。どちらがイニシアチブをとるか、難しい問題です。JIS（日本工業規格）でなく、BSでやってくれという話になるかもしれない。途上国でも独自の基準を持たない小さな国を相手にする場合は、日本のスタンダードでやるということを提案し、だいたい受け入れてもらっていますが……。

森川　地盤の問題でいうと、日本では圧密沈下を非常に気にしますが、ヨーロッパでは気にしない国が多いので、基準で手厚くしている部分が日本とは違います。東南アジアは日本の軟弱地盤に近い。そういう意味では、いまベトナムの基準作成に協力して、日本の基準をできるだけ盛り込もうとするのはよいのではないかと思います。

人的交流を継続させて将来につながるネットワークを構築

森川　日本国内でなかなか大きな事業がないいま、若い人が難しい工事の技術を経験していくという意味でも、海外で経験を積むことは大事。それも、日本の企業が海外で受注するメリットの一つではないでしょうか。私自身、海外ではありませんが、関空に出向していた経験があります。どれだけ綿密に調査や計測をやっても、地盤情報は推定に頼らざるを得ない部分があるんです。そのような情報環境の中で、限られた工期でどういうふうに物事が決められ工事が進んでいくか、そばで見ることができたのは大きい。ずっと研究に没頭しているばかりだと「この情報がないと決められない」というふうになっていたかもしれません。ああいう実務の経験があったのはよかったと思っています。

中川　先ほど継続性という話がありましたが、人の交流が継続的につながっていることが非常に大事だと思うんです。例えば今回、インドネシアとの共同研究がスムーズにいったのも、私が研究所に入った20年以上前に人事交流があったから。そういう先代の交流を次の世代にも引き継げれば、将来的にも相手国での活動がスムーズでしょうし、向こうの人にも研修などで来てもらうことで密なつきあいが生まれ、さらに継続していくことができる。ベースの部分ではありますが、これはとても重要なことです。

有賀　確かに継続的に交流し、人を育てることが必要ですね。われわれとしては、事業を継続的に進め、そこで培ったノウハウをローカル化し、ローカルをどんどん活用していく。あと、海外事業で非常に大事だと思うのは、先方の納得度がどれくらい確保できるかです。なぜこういう工法が必要かということを1年かけてネゴシエーションしてわかってもらうこともありますが、もう少し早期の着工により完成引き渡しを早めることで、商業ベースに早くのせてもらったほうが先方のためじゃないかと常々感じます。要は、それがどういう技術なのか、どこに書いてあって誰が証明しているのか、エビデンスが必要なわけです。研究されている内容を、われわれがどう活用できるかだと思います。

吉見　プロジェクトとあわせて、それをテーマに英語の研究論文を書いていただけるとベストかもしれません。そうすれば、その国で次のプロジェクトをやるとき引用される機会もあるでしょう。可能ならばそのとき、現地の大学なりのキーマンになる人と共著のような形にできれば、いちばん次につながる。あと、人材交流制度を活用して、現場のプロジェクトチームに入ってもらうのもいいですね。相手側のキーマンがわかるし、その国について、そうといろいろな情報が得られます。

越智　私どもも仕事をするとき、相手の国にカウンターパートを求めますが、今回ソロモンの仕事でカウンターパートになった港湾公社のテクニカルスタッフは、JICAが主催している港湾技術者の研修コースに参加した経験があり、私たちが計画するものをよく理解してくれた。信頼性が構築されていて、仕事が非常にやりやすかったです。

中川　港空研への研修も、半年や1年という単位で来ていただけると全然違うと思うんですよ。そうやって学びに来た人が、その後も連携を保ちつつこの分野で育っていってくれれば、こちらとしても次につながるわけで。いわゆるウィンウィンの関係が結べることになります。研究所としても、半年なり1年滞在してもらえるような仕組みをもっと活用したり、気軽にそういうことができるような雰囲気をつくったりしていきたい。人的ネットワークという点で、日本はヨーロッパの人たちに比べてまだまだ弱い。先進国だけでなく、アジア地域での仲間を増やすというところにも、今後もっと力を入れていきたいと考えています。

西村　そのためのツールや枠組みを整備していくのは、国交省やJICAの仕事ですね。ほかに、例えば財団や他省庁などの既存の制度の情報を収集して共有していくというのも一つの課題になるかと。それをいかに戦略的に活用していくかということも、国交本省の課題として認識しておきたいと思います。

越智　現状、データの少ない国で、時間も情報も限られた中での調査では、どうしてもうまくいかないケースがいっぱい。私どもが最後に駆け込むところは港空研になりますので、今後とも窓口を広げて相談に乗っていただきたい。

中川　われわれとしても、現場の情報を教えていただき一緒に対策を考えることで、経験値を上げることができる。そういう意味でのネットワークも、今後さらに強めさせていただければと思います。

成果が現代に活きる 国際協力

、着々と積み重ねてきた、
な取り組みについて伺いました。

メキシコ港湾水理センターの設立プロジェクトとフォローアップ

下迫健一郎 特別研究主幹

水理模型実験施設全景

Kenichiro Shimosako

1984年7月から1988年6月まで4年間実施された、JICA（国際協力機構）によるメキシコ港湾水理センタープロジェクト。これが、日本の港湾技術者による初のプロジェクト方式の国際技術協力でした。もう30年以上も前になります。プロジェクトは、センター立ち上げのための機材供与、日本人専門家の現地派遣、研修員の受け入れを組み合わせたもの。機材としては、不規則波造波装置など約3億円相当の実験設備等が日本から供与され、現地波浪観測および解析、不規則波水理模型実験、漂砂の3つの分野の専門家が長期派遣されました。

また、メキシコからは若い研究者が来日、港空研で数か月にわたって研修を積み、母国に帰っていきました。プロジェクト終了後も1997年までは、継続的にメキシコ港湾水理センターにて第三国研修を実施。その後も必要に応じてフォローアップを続けてきた経緯があります。

10数年前、メキシコ港湾水理センターは、メキシコ市から300km離れたケレタロ市郊外に移転。現在のメキシコの港湾整備事業は日本以上に活気があり、センターでの研究活動は極めて活発に行われています。組織的にもメキシコ運輸研究所（IMT）として位置づけられ、大きく成長を遂げました。2005年、港空研とメキシコIMTとの間で研究協力協定が締結され、港空研からは研修講師を派遣するなど、技術者研修支援に努めています。ただ、供与後30年近く経つ不規則波造波装置などは、きちんとメンテナンスされているものの非常に古くなっているのが事実。その間、港空研では新たな実験施設が造られ、数値計算についても大きな進展がありました。それらを導入したいという希望もあり、メキシコでは現在、新たな施設が造られようとしています。港空研としても、それに関する技術的な協力を進めているところです。

Katsuya Hirayama

トルコ港湾水理研究センターの設立プロジェクトとフォローアップ

海洋研究領域 波浪研究グループ 平山克也 グループ長

港湾水理研究センター新設にあたり、トルコ政府が日本政府に対して計画への技術協力を要請。それに応え、1995年1月から1999年12月まで5年間にわたって、メキシコの場合と同様、プロジェクト方式の技術協力が実施されました。目的は、港湾計画、設計等に関わる水理模型実験、数値解析、現地観測等についての技術移転を行い、港湾水理研究センターの自立を目指すこと。波浪・漂砂・海象の3分野で、港湾技術専門家を派遣するとともに、日本へのカウンターパート研修員の受け入れ、当時としては最新鋭の多方向不規則造波機や大型計算機等の機材供与が行われました。

現地での技術支援

その後、独自に運営が行われてきましたが、施設も古くなり、港空研では数値計算モデルもさらによいものに更新されました。そこで、このフォローアップのために2年ほど前に現地に行き、それを機に、再び親交を深めるようになったんです。私が港空研に入って間もない頃、トルコから研修に来ていた若い研究者が、すっかり恰幅よくなって、センターの水理部門のトップになっていたのには驚きました。そういうつながりがあるので、行く側としても行きやすいし、コミュニケーションもとりやすい。そこが非常に助かっています。

2年ほど前、センターで目の当たりにしたのは、プロジェクトで導入された当時のままのWindows95による造波システム。それを動かせるPCをきちんとメンテナンスして使っていることに、逆に驚いたものです。ただ、さすがにもう限界ということで、Windows7以上のOSに対応する造波・計測等のソフトの導入を勧め、そのサポートを。また、数値計算モデルも、いまや当時の大型計算機をしのぐ能力を有する市販のPCでも演算できるよう、新しいものを置いてきたり、より複雑な波浪変形計算が可能なソフトウェアを導入してその使い方を教えたり。そのほか、観光が盛んな地中海沿岸のマリーナでの越波問題への助言など、さまざまな形で協力を行っています。

■長年の取り組みの

港空研の

港空研が旧港研時代から種を蒔き
海外への技術移転などグローバル

ASEAN諸国への維持管理の技術移転とガイドラインの策定

構造研究領域 構造研究グループ 加藤絵万 グループ長

Toshinari Tanaka

Ema Kato

多国間貿易活動の拡大にともない、物流の基盤となる港湾施設の重要性が高まる東南アジア諸国。反面、施設の老朽化などの問題が顕在。緊急の対応が求められています。2004年度～2005年度の2年間、日本が主体となってASEAN（東南アジア諸国連合）各国と「高耐久性コンクリートの開発及び維持補修技術の促進に向けた日・ASEAN港湾技術共同研究」を実施し、ガイドラインが取りまとめられました。

インドネシアでの現地調査

その内容をバージョンアップさせるべく、2008年度から3年間にわたり、日本・ASEAN交通連携プロジェクトの一環として「港湾技術共同プロジェクト」を実施。その活動を通じて作成された「港湾構造物の戦略的維持管理ガイドライン」を、日本とASEANの港湾技術者会合の成果として策定し、2011年3月31日に公表しました。これは、港空研の港湾構造物の維持管理に関する最新の知見を活用し、ASEAN諸国の現状・事情を踏まえた上で、各国の港湾構造物を戦略的に維持管理していくための指針となるよう取りまとめたもの。日本にとっては、港湾構造物維持管理技術の海外展開につながるものです。また、フィリピン、カンボジア、マレーシアでの3回の港湾技術者会合にあわせ、「港湾構造物の戦略的維持管理セミナー」を開催。現地の港湾技術者に日本の維持管理技術を紹介するとともに、実際の港湾構造物を対象に、点検診断の現地実習も行いました。

日本・ASEANのプロジェクトに関していえば、研究的な要素はなく、実務一辺倒。研修などで受ける質問からも、みなさんがどれだけ真剣かつ切実に維持管理を考えているのかがわかり、やりがいがあります。ASEAN諸国は温かい国が多いので、日本よりも施設の劣化が早い。そのぶん確かに維持管理の問題は深刻。現地で調達できる材料を使っていかに耐久性をよくするかといった研究も、2004年度～2005年度の共同研究では盛んにおこなわれていたようです。

水中ロボットの日米共同研究からロボット艇国際競技会審判まで

新技術研究開発領域 計測・システム研究グループ 田中敏成 主任研究官

日本の自律型水中ロボットの研究のスタートは1980年代。当時の港研でわれわれの先輩方が水中ロボットの研究を始めたタイミングも、まさに日本ではその草創期にあたります。当時、捨石マウンドの精密凹凸測量作業の無人化を目的に開発されたのが、水中歩行ロボット「アクアロボシリーズ」。その成果を1989年のICAR（国際先端ロボット技術会議）で発表したところ、チェアマンをしていた多足歩行ロボット研究の世界的権威Robert B.McGhee氏から声掛けがあって、1992年から1995年まで3年間にわたって日米共同研究プロジェクトが実施されました。港湾工事やそれに関わる調査作業などにロボット技術を導入していくという考え方自体は、その当時から始まったもの。当然われわれも影響を受けましたし、いまもその流れの中にいるわけです。

港湾工事に特化した形でロボット技術の研究開発を行っているところは世界でも少数。ただ、今後、日本でも海洋開発を積極的に進めていくにあたっては、海洋土木で培った水中施工技術やロボット技術を活かせるのではないか、そういった分野にも国際的競争力が持てるのではないかと期待しています。

2015年1月、政府は「ロボット新戦略」を公表。ロボットの革新と活用について、これまでにない強力な推進体制が構築されつつあります。2014年10月にシンガポールで第1回が開催された「Maritime Robot X Challenge（ロボット艇国際競技会）」は、そういった潮流のなかで、今後のわが国のロボットの実装、社会での利活用に向け、大いに参考になるものでした。各チームに競技会の1年ほど前から双胴船が貸与され、ロボット艇を構築する過程、そのマネジメントも含めて、海上でのミッションに至る全体を審査するというもの。日本からは3校が出場。私を含む3名が、日本代表で審判を務めました。注目すべきは、競技の評価ポイントが社会実装を強く意識した具体的なものとなっている点。こうした取り組みは、わが国でも人材育成に、積極的に取り入れられるといいですね。

ロボット艇国際競技会

現在の取り組みを未来へとつなぐ

将来を見据えた国際連携

これから始まる、あるいは始まったばかりの共同研究や、大きな成果を挙げたプロジェクトなど、港空研が取り組む国際貢献の〝いま〟を取材しました。

中川 康之

Yasuyuki Nakagawa

沿岸環境研究領域 領域長

東南アジアの国々と手を携えて航路埋没という難題に挑む

波や流れによって海底の土砂が動く。この自然現象によって、せっかく掘った航路が埋まってしまう場合があります。航路・泊地の水深維持は、港の機能を確保するための基本事項。航路埋没は、日本のみならず世界中が抱えている問題です。とくに東南アジアなど大陸性の大河川を擁する国々では、大量の土砂供給や微細泥土の堆積といった課題は日本以上に深刻。そこで、これら諸外国における港の開発や維持管理にも、われわれの研究成果を活かせればと、国際貢献を念頭に、近年活動を続けてきました。

2016年3月には、インドネシア政府機関BPPT（科学技術評価応用庁）の海岸工学研究所との間で研究協力協定を締結。海岸や河口の地形変化や航路埋没への影響について、インドネシアの海岸を対象に共同研究の準備を進めています。2017年2月には、共同現地調査を実施予定。今後の新しい大規模港湾の建設計画や、開港

野津 厚

Atsushi Nozu

地震防災研究領域 領域長

チリの大学との共同研究で検証する強震動シミュレーション手法の適用性

現在、チリのカトリカ大学の学生さんと共同で、チリの地震について自主研究を実施しています。われわれにとっての目的は、港空研で開発した強震動シミュレーション手法が、チリの地震にも適用できるかを調べること。日本国内に限ると、地震の数はすごく少ないんです。とくに耐震設計上問題となるような大きな地震は、実は稀にしか起こらない。例えば今後想定される東南海・南海地震。ほぼ100～150年周期で起きているといわれますが、前回1944年と1946年に発生した頃にはいまのような強震計ネットワークのようなものはなく、震源に近い場所での揺れの記録はまったく残されていません。当時の揺れを推定することは非常に難しい。しかもそのときの地震は規模が小さかったといわれ、その前、江戸時代まで遡るとデータ自体が存在しない。強震動予測をしたいのに、使えるデータは非常に少

山路 徹

Toru Yamaji

構造研究領域 領域長

コンクリートの練り混ぜに海水を使う研究でクウェートでの検討がスタート

日本の遠隔離島の現場で最近適用された、コンクリートの練り混ぜ水や養生水に海水を用いるという研究。この事例に関心を示した国がクウェートでした。国内に河川がなく、飲料水を含めたすべての水を海水淡水化プラントに頼っているクウェートにとって、コンクリートの練り混ぜに海水が使えるということは、国家的にも非常に有益なのです。

日本のクウェートへの技術支援交流は、経産省外郭団体JCCP（国際石油交流センター）とクウェート科学研究所との間で長く、2012年度からは、高経年化する石油産業関連施設を対象にした共同事業も実施されてきました。その一つのテーマとして、この「練り混ぜ水に海水を用いたコンクリート」が採択され、2016年度、「石油関連コンクリート施設への海水の有効利用及び維持管理に関する支援化確認事業」として実施。現在、将来の連携

髙川 智博

Tomohiro Takagawa

海洋情報・津波研究領域
津波高潮研究グループ グループ長

チリの津波被害軽減に貢献観測網と予測技術のセット提案にも意欲

まず、港空研が2015年度まで、SATREPS（JSTとJICAによる地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム）の一環としてチリを対象に実施した「津波に強い地域づくり技術の向上に関する研究」の話から。当時領域長兼アジア・太平洋沿岸防災センター副センター長だった名古屋大学の富田孝史教授が中心となって、港空研の研究者だけでなく大学や行政の研究者とも協力し、広く津波防災というキーワードで、技術開発から社会実装までを行うという一大プロジェクトでした。2010年のチリ地震では500名以上出た犠牲者が、2015年の地震で12名と激減したのは、プロジェクトの成果だと思います。カトリカ大学の中にCIGDEN（自然災害統合的管理研究センター）という研究組織ができたのも、このプロジェクトを推進するなかで日本側とチリ側の研究者が集まって生まれた人的ネットワークがきっかけといえるでしょう。

後の港の維持管理にも、これから始まる共同研究の成果を活かしていきたいと考えています。

また、ベトナムではラックフェン港という大規模国際港湾の建設が、日本の援助（JICAプロジェクト）で進行中。プロジェクトの推進において生じる技術課題に対応すべく組織された国内支援員会で、私の場合は埋没問題に対する検討会に携わってきました。一方で、ベトナムの研究者との人的交流も進み、共同研究の実施に向けて動きだしたところです。

もう一つ、新しい展開が期待されるのがミャンマー。首都ヤンゴンにある国際港は、日本では新潟港など少数しか例のない河川港です。さらに雨季と乾季で水位差が4～5mもあったり、上流から来る土砂の堆積で複雑に地形が変化したりといった自然条件下で、いかに航路の維持方法を工夫して使いやすくするか。海とは違う河口域特有の技術課題も多く、やりがいも大きい。若い研究者も巻き込んで、相手国の仲間もたくさんつくって、研究・技術発展に寄与したいですね。

インドネシア BPPT との研究計画協議

ベトナムでの研究交流セミナー

インドネシア・ミャンマーの研究者も参加した波崎桟橋での測量実習

ないわけです。もちろん東日本大震災がありましたから、地震でも津波でも、東北の地震に当てはめて検証した上で南海トラフ地震に使いますが、それだけでは心許なくて。しかし海外に目を向ければ、今世紀に入ってからも巨大な地震が起きている。そういった地震のデータを解析し、われわれの手法の妥当性を検証したいという思いが強くあります。

共同研究の相手としてチリを選んだのは、南海トラフに近い海溝型の地震が頻繁に起きている国だから。もともと港空研はカトリカ大学と津波の研究で交流があり、そのおかげで私も共同研究相手と知り合う機会に恵まれました。先方にとっては、港空研の手法をチリの海溝型地震に適用することで、建物などの耐震性の検証に用いたいという狙いがあります。現在、2015年にチリで発生した海溝型のイジャペル地震の強震動シミュレーションを共同で実施。国際会議への論文の投稿などを行っているところです。

共同研究者のチリ・カトリカ大学 クラウディオ・フェルナンデス氏

を模索中です。

海水を使えば当然、コンクリートの中の鉄筋は腐食しますから、何らかの腐食対策は必須。そのぶんコストもかかります。また、真水が豊富な日本においては、離島のごく一部を除き、適用のメリットはあまりないと思われます。そう考えると、この研究成果の需要は、海外のほうがより期待できそうです。

一方、クウェートの環境は日本より遥かに厳しくて、海中ならともかく、40～50℃にもなる大気中に晒される場合の耐久性など、懸念材料もあります。私も2回現地に行きましたが、暑さは想像以上。日本と同じに考えてはいけないなと実感しました。現地であらためて暴露実験などを行い、実際の環境下で性能を確認していく必要があります。

ここでこれから出る成果というのは、クウェートに限らず近隣諸国にも同様に適用できると思うので、そういうことも頭の片隅におきながら、この課題に取り組むつもりです。

キックオフミーティングの状況

練混ぜ状況

試験体（打設後）

津波というのは到達まで時間があり、正確な予測情報が出せれば被害を有効に軽減できる現象です。私自身がおもに研究しているのはリアルタイム予測。東日本大震災後、日本では海上に観測点がたくさん整備され、地震が起きて津波が発生したらすぐにわかるという状況になってきました。一方、海外では沖合の観測点というのはまだ少ない。そこで考えているのが、比較的安価で発展途上国でも実装可能な観測網と高性能な予測技術をセットで提案することです。チリでの実装については、観測から予測、配信までを一気通貫で行えるアメリカのシステムに競争に負けてしまいましたが、例えばあまり潤沢に観測装置が置けない国で、少ない観測点で早く正確な情報を出すには、われわれの技術が勝るという自負があります。今後、そういったところで活用されるような形に持っていきたい。JICAのプロジェクトなどを通じて関係を築き、われわれの技術を知ってもらう機会がつくれればと考えています。

チリ現地調査の様子

チリ現地調査の様子

チリ現地調査の様子

研究者　派遣レポート

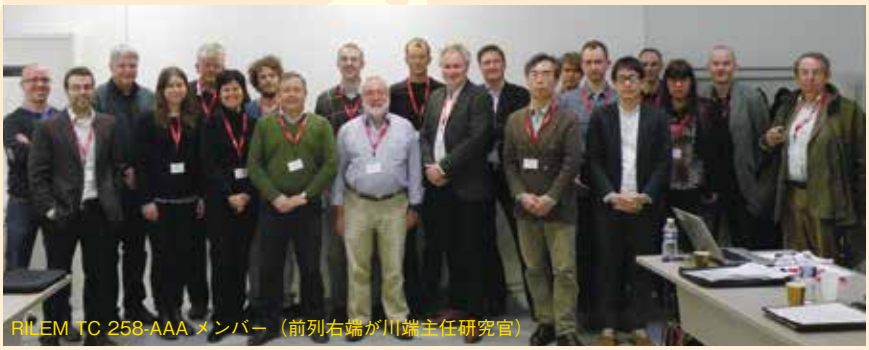
フランスのIFSTTAR（フランス交通・空間計画・開発・ネットワーク科学技術研究所）と
イギリスのインペリアル・カレッジ・ロンドンに派遣されていた、
港空研研究者2名による体験レポートを紹介します。

CROSS LINE
国際交流レポート

構造研究領域 構造研究グループ 川端雄一郎 主任研究官

2014年9月から、フランスのIFSTTARで2年間研究を行いました。研究テーマはアルカリシリカ反応や遅延エトリンガイト生成といったコンクリートの内部膨張反応によるコンクリート構造物の性能評価・予測技術の開発です。自分の研究だけでなく、欧州を中心とした学会（RILEM TC 258-AAA など）へ委員として参加したり、他分野のワークショップに出席したりと様々な活動をしてきました。

海外で研究をしてプラスになったことは、いろいろな考えをもつ研究者と出会い、議論をすることで自分の研究の位置づけなどをより明確にすることができ、研究ネットワークが広がったことです。また、欧州という地理的メリットを活かして、研究者のところに出向いて議論することで、国際会議などの短い時間ではわからない研究の詳細まで聞くことができたことは、それぞれの研究者の本質的な思考を捉える上で非常によい機会でした。また、もう少し視野を広げ、他分野の研究者と意見交換する時間をもつことで、新しいアイデアが創出される点もメリットだと思います。また研究とは異なりますが、日本と異なる文化を日常生活レベルで理解することで、改めて日本を見つめ直すきっかけになったのも間接的に自分の思考に影響を与えていると感じています。


RILEM TC 258-AAA メンバー（前列右端が川端主任研究官）

日本ではコンクリートの内部膨張反応に関する研究は、まだ材料レベルでの検討が主となっていますが、海外では構造物スケールでの性能評価・予測技術などが飛躍的に進んできています。今後積極的に研究して、コンクリートの内部膨張反応が生じた構造物の診断技術や予測技術を高度化し、効率的な維持管理に貢献したいと考えています。

地盤研究領域 地盤改良研究グループ 高橋英紀 グループ長

2015年8月から1年間、イギリスのインペリアル・カレッジ・ロンドンに客員研究員として滞在しました。この大学はロンドン中心部に位置し、博物館や音楽ホールに囲まれた文化的に賑やかな場所にあります。創立100周年を迎えた2007年にロンドン大学連合から独立し、工学、理学、医学、ビジネスに専門化し、その教育と研究は世界的にも高く評価されています。

私は地盤グループに所属していましたが、教員10名以上、研究員や博士学生が25名以上所属する大きなグループでした。地盤グループは土を対象にした高度な要素試験をはじめ、有限要素法や個別要素法などの数値解析に力を入れています。私は波と地盤の複合する問題に対して、主に地盤工学の分野から研究していて、大学ではその問題への数値解析の適用を試みました。この成果を基本として、護岸などの沿岸構造物の安定性についての研究を深め、将来的には地盤挙動も考慮した信頼性の高い構造物設計ができるよう現場へ貢献していく予定です。

海外で研究することのメリットは、勉強する時間を確保できることや国際的な広い視野から自分の研究を見つめ直せることにあると思います。例えば、まったく別の視点をもった他分野の研究者との議論や、図書館などに保存されている潤沢な文献の調査は、研究を進める上で大いに役立つものでした。今回の留学のように長期間にわたって海外で研究する機会は今後無いかもしれませんが、国際会議や海外の研究者との交流を活かして、これからも国際的な視野を維持しつつ現場の諸問題の解決や新たな技術開発、信頼性の高い設計手法の構築などに取り組んでいきたいと考えています。

地盤グループ（後列右から４番目が高橋グループ長）

NEWS バングラデシュ国土大臣が来所

2016年8月29日、バングラデシュ国土大臣の一行が港空研に視察に訪れました。これは、日本の埋立技術を学びたいということで、大臣より国交省を経由して関係機関へ申し入れがあったもの。毎年のように河川洪水の被害に見舞われているバングラデシュでは、埋立による高台の造成が求められています。港空研からは過去10年間で2回、同国へ職員を派遣。2007年と2011年に首都ダッカで開催された国際会議にも出席しています。

視察当日は、まず渡部要一地盤研究領域長（当時）が港空研の埋立技術について説明し、その後、三次元水中振動台や環境水理実験施設などを見学。干潟、土地埋立の技術、土地の改良に深い関心を寄せているバングラデシュ側から多くの質問をいただき、有意義な時間となりました。今後、先方からの要請があれば、共同研究に発展する可能性もありそうです。

NEWS OCEANS'16 MontereyとTechno-Ocean2016にPARIブース出展

港空研は、2016年9月に米国カリフォルニア州モントレーで開催された「OCEANS'16 Monterey」にPARIブースを出展。高橋浩二（国際主幹）、吉江宗生（研究計画官）、松本さゆり（海洋インフラ技術推進センター副センター長）、蛇川和紀（研究官）、川井悦子（契約職員）の5名が、日本の産官学で構成するJapan Pavilionの一員として、最新の研究成果の広報活動を行いました。また、日本国内においても、同年10月に神戸で開催された「Techno-Ocean2016」に出展し、研究成果について講演しました。

「OCEANS」とは、IEEE/OES（米国電子電気学会の海洋技術部門）とMTS（米国に本部を置く海洋技術協会）が共催し、産官学が一堂に集まる、海洋科学技術に関する権威ある国際展示会・国際会議です。2017年は英国アバディーンおよび米国アンカレッジで、2018年は神戸にて「Techno-Ocean2018」と合同で開催されることが決まっています。港空研では、研究成果を広く世界の産官学にPRするために、2017年以降も「OCEANS」にPARIブースを出展していきます。

「OCEANS'16 Monterey」会場の様子

「Techno-Ocean2016」PARIブース

NEWS 2016年濱口梧陵国際賞をチリの国家緊急対策室が受賞

2015年12月の国連総会で、日本の津波防災の日である11月5日が「世界津波の日」に制定されました。この機をとらえ、国内外での沿岸防災技術の啓発および普及促進を図るべく創設されたのが「濱口梧陵国際賞」です。150年ほど前に私財をなげうって村人の命を津波から守った濱口梧陵の名を冠したこの賞は、津波防災をはじめとする沿岸防災技術分野で顕著な功績を挙げた国内外の個人または団体を表彰し、その功績を称え、広く世に知らしめるためのもの。国際津波・沿岸防災技術啓発事業組織委員会が主催し、港空研はその事務局を務めています。

2016年濱口梧陵賞の授賞式および記念講演会は、2016年10月31日、東京・虎ノ門で開催されました。2名1団体が受賞しましたが、この1団体がチリ共和国内務省国家緊急対策室（ONEMI）。ONEMIは、多くの犠牲者を出した2010年チリ中部マウレ地震の教訓を生かして警報体制を整理。警報に関わる業務を自動化・一元化することで警報発令の迅速化を図るとともに、国民の防災意識の向上にも努めました。2015年チリ中部イジャペル地震の際は、地震発生後8分で予備的避難情報を、10分で津波警報を発令。沿岸住民の97％という高い避難率を記録し、被害低減に大きく貢献したことを評価されての受賞です。

この警報システムの変更については、港空研もSATREPS（JSTとJICAによる地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム）のプロジェクトの中で技術提案を行うなど、サポートしてきた経緯があり、受賞は港空研にとっても大きな喜びとなりました。

PARI 世界に貢献する港湾空港技術
VOL.26 JANUARY 2017

もっとよく知ろう 港湾 空港

普段あまり知られていない
港湾や空港に関する豆知識を紹介します！

私が解説します！
地盤研究領域
土質研究グループ
金子　崇　研究官

世界に一つだけの土？！

水は、溶けているミネラルや濁りの違いなどにより、味や色が異なっているかも知れませんが、力学特性は世界共通です。土木構造物を構成する鉄鋼材料やコンクリートの力学特性（外力に対する変形や破壊の性質）も、世界各地でそれほど異なるものではありません。しかし、土はどうでしょうか？

その疑問に答えるには土の生まれ方を知る必要があります。土は、岩石が物理的・化学的な作用によって変化することで生まれます（このような作用を「風化」といいます）。

風化

- **物理的風化：　岩石が物理的な力によって細かく砕かれること。**
  例）気温変化の繰返しや水の凍結、植物の根の成長によって砕かれる。
  流水や氷河、風によって削られる。
- **化学的風化：　水や熱との反応、生物活動によって鉱物が化学的に変質すること。**
  例）石灰岩が水によって溶けて鍾乳洞ができる。

また、土の特徴に影響する要素として母材（土のもととなる材料）、気候、地形、生物などが挙げられます。これらは世界各地で異なるため、土は色々な特徴をもちます。

土の特徴に影響する要素

【気候の影響】

非常に寒い寒帯では永久凍土（年間を通じて凍結した状態）が、雨が少ない乾燥帯では砂漠がひろがります。

【母材の影響】

気温が低い冷帯や、植物遺体が堆積しやすい熱帯地域では分解不完全な植物遺体を多く含む土が堆積し、泥炭（でいたん）とよばれます。熱帯域の沿岸ではサンゴや、貝などの死骸（石灰質の骨や殻）が固まり、長年積み重なってサンゴ礁ができます。

【地形の影響】

山腹や急傾斜地では、風雨による風化が絶えず作用しています。砕かれた岩石は川の流れによって運ばれる間にさらに細かく砕かれて、流れが緩やかになる平野や河口付近に堆積します（扇状地や三角州とよばれます）。このような地形では、常に新しい土が運ばれ続けるため風化度は比較的低く、沖積土とよばれます。

これらに加えて、土はそれぞれの場所で粒の大きさ（粒度と言います）や形が異なっていて、粒子同士が接触したりずれたりして発揮される力学特性に違いが現れるのです。今、目の前にある土は、世界中探しても他には見つけられない唯一のものなのかも知れません。

本紙の定期送付・送付中止・送付先変更のご依頼、ご意見・ご感想などはこちらまで

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所
Port and Airport Research Institute（PARI）
〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1　TEL：046（844）5040　FAX：046（844）5072　URL：http://www.pari.go.jp

企画・発行　国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 Port and Airport Research Institute（PARI）
〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1　TEL:046-844-5040　FAX:046-844-5072　URL:http://www.pari.go.jp
編集・制作　（株）ホライゾン

VEGETABLE OIL INK
グリーン購入法に基づいた
用紙を使用しています。