



持ち帰った空気を測る

自動ポンプ方式の場合

自動ポンプ方式の装置(ASE)は成田空港または羽田空港で機体から回収され、不具合がないかなどの確認を経たのち、すぐに茨城県つくば市の国立環境研究所に運ばれます。容器に密封されているとはいえ、集めた空気のサンプルは「鮮度が命」で、より正確に測るためにも迅速に分析することが大切とのこと。CONTRAILの自動ポンプ方式では、毎月2回の頻度で分析をします。事前に作業スケジュールをしっかりと組み、円滑に作業できるように各段階の担当者が準備します。

当日は、朝9時頃に「ただいまASEが成田のジャムコ東京工場を出ました」という一報がジャムコ担当者から国立環境研究所に電話で届きます。この際、「今日の運転手はおやじさんなのでやや早めに着くと思います」など、待つ側には助かる情報が添えられることもあるのか。国立環境研究所では分析チームが準備を進めながら装置の到着を待ちます。

国立環境研究所の町田敏暢さん、勝又啓一さん、三反畑尚代(さんだんばた ひさよ)さんのご協力により、分析当日に現場を見学させていただきました。



10時10分、宅配トラックが到着。2台1組の装置を受け取ります。



10時15分、ケースから出された装置を分析機器につなぎます。そして、飛行記録のデータをパソコンに移します。ここまで勝又さんが一切の無駄がない素早さで、5分と経たないうちにあっという間に済ませます。今回届いた容器に空気のサンプルがきちんと入っていることを確認すると、「はいオッケーです」の



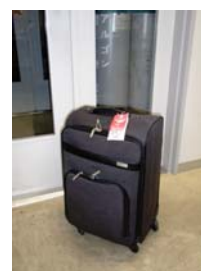
ひとことで三反畑さんにバトンタッチ。

分析には、予め4種類の濃度に設定して作っておいた「標準ガス」と呼ばれる気体を基準として使います(詳しくは後述)。分析をする日の朝には、まず標準ガスを順番に分析装置に流し始めます。4種の標準ガスを3周ずつ流し、分析装置の安定を確かめるのです。この日も10時50分頃にこの試運転が完了し、準備がすべて整ったところでいよいよ自動分析が始まりました。

採取した空気のサンプルは「ASE-01」と「ASE-02」という2台のケースに6本ずつ入っています。ASE-01の分析が終了した後、分析装置への取り付けをASE-02に交換します。それ以外は機械が自動的に分析してくれるので、途中の手間はあまりかかりません。通常19時近くまでかけてひととおり分析作業が完了します。

手動ポンプ方式の場合

手動ポンプ方式(MSE)の場合は、採取空気の入ったサンプルを入れたスーツケースは、機体から取り降ろされ、国立環境研究所に届けられます。一見して違うのは、ごく普通のスーツケースに装置一式が収まっていることです。人が実際に運び、手荷物として機内に持ち込むので、スーツケースを使うのも納得です。



開くと、発砲スチロール素材ですき間を埋めることで中の部品が固定され、衝撃を和らげる構造になっています。スーツケースは市販品ですが、収納用の発砲スチロール素材はすべてカスタム仕様。手作業で絶妙の加工が施されていることにまず職人の技を感じます。



部品のなかに容器(シリンダ)12本があり、そのなかに詰まっているのが、上空12か所で採った大気のサンプルです。



CONTRAIL をドキュメントする(DoCONTRAIL)



容器にはひとつずつ番号が付いており、どの位置で採った大気なのかを、実際に機内で大気採取を担当した人が書いた記録と照合します。そして、一本ずつ分析機器につないで成分の分析をします。

前述のとおり、自動ポンプ方式の場合も12本の容器にサンプルが入っていますが、一本ずつ取り出したりする必要はありません。直方体の枠の中に収納されたまま(実物をさわるところか直接見ることもなく)、順番に自動的にサンプルの空気を分析機器に送るように設計されているのです。一方、そのような設計になっていない手動ポンプの場合は、手で一本ずつつなぎ替える必要があるため、そこは少し手間がかかるわけです。

担当者の想い



三反畑さんは1998年秋から研究所に勤め、大気分析を担当しています。CONTRAILの大気分析にも、開発・試験段階から従事しています。2005年12月9日、CONTRAILとして初めて本物の上空からの大気サンプルを分析した日のことが、三反畑さんの記録ノートに次のように綴られていました。

今日は朝から標準ガスをまわし、ASEの到着を待つ。いつもより分析を慎重に始める。

ASEの取り付けを町田さんと始める。今までも試験的に取り付けたことはあるが、今回はわけが違う。

分析を始めようとしたら、気象研の松枝さんと澤さんが登場。サンプルの分析が始まるのを今か今かと皆で待つ。

サンプルの分析開始。無事に大気サンプルが採取されていることがわかり、町田さん安堵の表情。次はCO₂濃度。「だいたい妥当な値だ」などと口々に濃度を気にする言葉が飛ぶ。分析は滞りなく順調に進む。

5年前には夢のような話だったことが実現して本当に良かった。皆が、子供がおもちゃの箱を開けるようなまなざしで、くい入るようみつめる。

この場に居合わせ、皆とこの感激を共有でき、本当に良かった。微力なりとも協力できる喜びを感じた1日

でした。本当に皆さんに感謝します。

そのときの緊張感や感動が伝わる文章で、DoCONTRAILにとっても非常に貴重な資料です！ちなみに、これまで誰もこの文章を見たことがなかったそうで、これが本邦初公開となります(町田さんより先に読んでしまいました。ごめんなさい)。

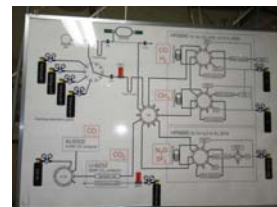
三反畑さんはCONTRAIL以外の大気分析もしていて、分析をしないのは月にほんの2、3日くらいだけというフル稼働の状態です。でも、スケジュールをうまくやりくりしているとのこと。「毎日のルーチンな部分は、自分に任せてもらっていますが、自分一人では判断できない部分や、分析機器等の不具合の細かい調整に関しては、町田さん、勝又さんが迅速に対応してくださいます。お二人には大変感謝しています。分析と言う仕事はとても地味な仕事ではありますが、とても大きなテーマを持ったプロジェクトにかかわらせていただき、やりがいのある仕事です。このように充実した職場での日々を過ごさせていただき、とても感謝しています」と締めくくってくださった三反畑さん。CONTRAILのひとつの現場には、このように深い想いを胸に秘めた人がいて、プロジェクトの土台をしっかりと支えているのです！

手作りの分析システム

分析装置はいくつかの機械を組み合わせたシステムで、町田さんが1990年代にほとんど手作りで完成させました。それだけでも驚きです。2005年に勝又さんが参加するようになり、さまざまな改良を加えて、現在の分析装置になりました。

勝又さん曰く、「分析屋」として測定ができるように仕組みを整えるところまでがご自身の役割だと考えているそうです。配管のバルブひとつとっても、内側の太さ(内径)に色々な種類があるので、その微妙な違いを色々試して最良のものを選んだりするという地味だけど大切な工夫を重ねてきました。

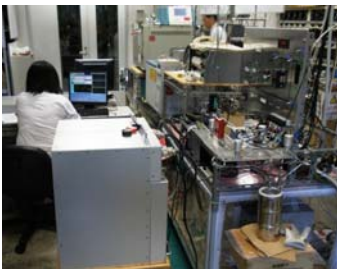
また、勝又さんの作ったシステムの構造図が天井から吊り下げられ、見学者にも見られるようになっています。非





常に分かりやすくできていて、大気分析に関する技術的な知識のある同じ業界の人たちは、興味を持って熱心にこの図と装置を見るそうです。

分析の流れを簡単に言うと、空気のサンプルは分析装置どうしをつなげた管をひととおり巡り、空気のサンプルで管と分析装置が完全に満たされたら、測定が始まります。測定が終わった空気は分析装置の外に出され、実験室内の空気と混ざります。これが一回の分析サイクルで、1本のサンプルにつき3回の分析を行います。



容器から管を通してシステムに入った空気が最初に通るのは、ドライアイスで冷やしたエタノールです。そうい

えばウォッカは冷凍庫に入れても凍らない一、などということをもとに思い出し



てしまいます。余談はさておき、冷やされることでサンプルの空気に含まれる水蒸気が結露して、ガラス管の内側に霜として付きます。これによ

って、サンプル内の水分が取り除かれるので

す。水分が含まれていると分析に支障をきたすので、このようにして最初に取り除くことが必要なのです。このあと、大まかに4種類の機械を通して6種類の成分(CO₂、CH₄、CO、H₂、N₂O、SF₆、)の濃度を同時に測ります。このように6種類を一気に、しかも自動的に測れるシステムはそれまでなかったもので、非常に画期的なものようです。このシステムを作ったことで、精度の高い観測を効率的におこなうことが可能となりました。町工場のような職人魂を想い起こさせる、工夫に満ちた機械なのでした。

このように努力の結晶である分析システムですが、「企業秘密」にして隠すことなく、外部の人たちにも披露しているそうです。逆に、他の機関の分析装置を見て、よいところを取り入れることもあり、新しい装置の試作作業においてそのようなヒントを活用しているとのこと。

ちなみに、その試作中の装置は一酸化二窒素(N₂O)

と六フッ化硫黄(SF₆)を測るもので、特に六フッ化硫黄はppt(parts per trillion)という1兆分の1の単位で測ります。これはppmより6桁も細かく、高い精度で測るのは当然ながら難しいのだそうです。現在のシステムでも十分に機能していますが、先を見て更に精度を高めようと努力を続けていることに頭が下がります。

分析に欠かせない「標準ガス」

ところで、空気の成分の濃度って一体どうやって測るのでしょうか？ その答えは、ずばり「重さによって測る」です。重さというのは、物質の性質のなかで比較的正確に測りやすいからです。測りやすいといっても精密に値を弾き出すためにはそのための方法が必要です。

ここで必要不可欠となるのが「標準ガス」です。それぞれの成分について、予め設定された濃度の空気を重さを測って作っておきます。まず、純粋なCO₂100%のガスをポンベに入れて重さを測り、次にCO₂の混ざっていない空気をポンベに入れて重さを測ります。これが標準ガスです。持ち帰ったサンプルの空気を標準ガスと比べることによって、高い精度で濃度を測ることができるようになるのです。

勝又さんが国立環境研究所で担当する任務の中心は、この標準ガスの管理です。標準ガスの品質が分析データの信頼性の最大の拠りどころになるので、これを守るという大切な使命です。ガスを扱う企業の協力を得ながら、国立環境研究所が自ら基準を作ります。これは、勝又さんの表現を借りると「ご本尊」のようなものになるそうです。

一度基準どおりの成分濃度で作った空気は、密閉したポンベのなかで保管しますが、時間の経過とともにどうしても変化してしまいます。これは避けられないことなので、変化してしまっていないかの確認も大切な仕事になります。すなわち、この仕事には「終わり」がなく、大気分析という作業がある限り続くものなのです。

ちなみに、大気中のCO₂の場合、約400ppmと比較的低い濃度であり、0.1ppm未満の誤差で分析しています。仮に実際が400ppmのところ401ppmになったらもうダメという高い精度が求められているのです。CONTRAILの第1回の分析データと今日の分析データを比べられるのは、標準ガスが変わっていないという信



CONTRAIL をドキュメントする(DoCONTRAIL)



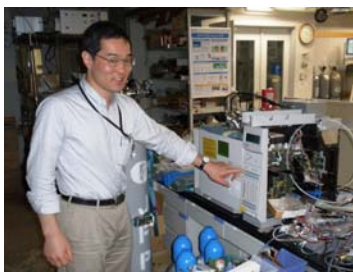
頼にもとづくからなのだそうです。

しかし、標準ガスの品質が高いことを誰が証明するのでしょうか。「自称『高品質』というだけでは信じない人もいるのでは？」と少し意地悪な質問をぶつけてみました。勝又さんの答えは明快。「WMO のラウンドロビン試験で検証されています。」

WMO は世界気象機関という国連の専門機関で、空気のサンプルを詰めた3本のポンペを世界の数十機関に回し、分析結果を報告させています。その結果を見れば、分析の信頼性が分かりますし、信頼の高い結果が出るということは、標準ガスが基準どおりの濃度に保たれていることの証しにもなります。国立環境研究所の標準ガスの品質は、このような客観的で科学的な形で証明されています。

やりがいを感じる時

分析の精度を決めるのは標準ガスだけではありません。温度や気圧などの条件が少し変わるだけでも分析に影響が生じます。そこで問題になることの例として実験室の照明があります。節電のため通常は5割程度だけ点灯しています。しかし、見学者が来るときなど部屋を明るくする必要がありときもあります。分析をしている途中で照明をすべて点けると、室内の温度が少しですが上がります。すると、一定量の成分を装置に取り込んで測らなくてはいけないところ、温度が上がったぶん成分の体積が増えて多くなってしまいます。途中で変わることが問題なので、そのようなときには朝から照明をすべて点けておくなどの細かい配慮もあるそうです。「分析というのは本当に繊細なのです」と勝又さん。



実務者会議と呼ばれる、CONTRAIL 参加機関のコアメンバーの集まりが年に何度か開催される際に、手早く議事録を作る

勝又さんの姿が見られます。まさに縁の下の力持ちです。その勝又さんがCONTRAILについてどう感じているのか、生の言葉でご紹介してこのセクションを綴じたいと思います。CONTRAIL が放つポジティブなオーラ。それを勝又さんも受け取っていることがよく分かります。

私にもしっかり伝わってきました。

「商業ベースだけで見たら難しいであろうこのプロジェクトがよくこのように実現できているなあと常々感じています。日本の会社ならではの貢献だろうと思います。私自身も正直、今の仕事を楽しんでいます。」