

# ユニケミー技報

〔平成 23 年 1 月 1 日 発行〕

No.55

## 内 容

1. 新春を迎えて
2. ブータンにて
3. GC/MS による  
各種におい成分の分析
4. 宇宙飛行士の  
飲料水を作りました
5. 法令紹介・編集後記



## 謹 賀 新 年

平成 23 年 元旦

皆々様の益々のご清祥をお慶び申し上げます  
本年もご愛顧・ご指導のほどよろしくお願い致します



## 新春を迎えて

(株)ユニケミー 代表取締役社長 濱地 光男

明けましておめでとうございます。

皆様におかれましてはよい新年をお迎えのこととお喜び申し上げます。

旧年中は何かと弊社をご愛顧賜り厚くお礼を申し上げます。

さて、昨年の環境関連トピックスは、名古屋市において生物多様性条約第 10 回締約国会議(COP10)が開催され大きな成果があったことです。それは 2 つの案件が合意されたこと。1 つは生物利用によって得られた利益配分を定めた「名古屋議定書」、2 つ目は生物保全を目的とした「愛知ターゲット」が採択されたことです。これにより生物多様性条約も各国スタートラインについたといえましょう。日本においては 11 月に参議院環境委員会で「生物多様性保全のための活動推進法案」が可決されました。これを機に自然保護の更なる高まりを期待したいものがあります。

皆様方の記憶にも新しいと思いますが、夏には世界的な異常気象が顕著に現れた年でもありました。ロシアでの森林火災、パキスタン、中国での洪水、日本においては経験したことのない猛暑が続くなど、これは偏西風の大きな蛇行と例年と異なる蛇行のずれが海水面の温度上昇などを引き起こし、異常気象の原因を作り出したとのこと。蛇行のずれ方によっては冷夏になったり厳冬にも変化するようです。これらは自然に逆らってきた人類活動のツケが回ってきているからでしょうか。

これらのことを私たちは十分認識し地球規模の自然回復活動を行っていくことが重要な課題であります。

明るい話題では技術立国日本にとって勇気づけられ感

動した報道もありました。それは小惑星探査機「はやぶさ」の快挙であります。地球から約 3 億キロはなれた小惑星イトカワに着陸、地表面の微粒子ではありますが採集し幾度のトラブルを乗り越え打ち上げから 7 年をかけ 6 月に帰還したことであります。このことは日本の宇宙開発技術の高さを世界に示し、今後の日本におけるあらゆる科学技術開発の原動力になることは間違いありません。また、技術者志望の学生が減少する中、日本人でお二人、鈴木章先生、根岸英一先生がノーベル化学賞を受賞されたことは研究者にとって大いに勇気づけられたことと思います。

日本経済は昨年エコ減税に支えられ多くの企業は黒字に転換、業績の回復も見られたようですが、先行きの不透明感はぬぐえません。

弊社におきましては多くのお客様に支えられ、全て事業計画通りに遂行することができました。設備投資におきましてもリーズナブルな価格、より短納期を目指しお客様の要求に応えられるよう、特に材料部門、有機部門の機器機材を更に充実いたしました。また、きめ細かな情報の提供を目的としホームページも全面リニューアルいたしました。

本年もより技術の研鑽と設備機器の充実を図り、お客様から厚い信頼とご満足いただける検査・分析機関として努力してまいります。

最後にご愛顧を賜っております関係各位には重ねて本年もよろしくお願い申し上げますとともに、昨年に増して良き年になりますよう祈念いたしまして、新年のあいさつとさせていただきます。

発行

株式会社 **ユニケミー**

〒456-0034 名古屋市熱田区伝馬 1-11-1

営業部 TEL(052)682-5619  
FAX(052)679-6281

技術部 TEL(052)682-5069  
FAX(052)681-8646

管理部 TEL(052)682-5069  
FAX(052)682-5574



## ブータンにて

長屋悦樹 \*

昔から旅が好きで、学生時代からフラリと家を出ていました。夏休みを使って一ヶ月あまり、北海道やら北陸などで沈殿していたものです。この嗜好は社会人になっても変わらず、年に一度10日ほど海外への旅に出るようになりました。生来団体行動は好まないの、旅行社が企画する旅はNGです。全部自分で手配するなら・・・と、いっそ旅行社があまり企画しない国を選び始めました。そして、ブータン・ラオス・ミャンマー・・・いかにも一般旅行者が興味を持ちそうもない国ばかり回るようになっていました。飛行機の手配からビザの取得まで全部やります。手間がかかる作業ですが、それも旅の一環だと思えば楽しくもありました。

思い出の中、10年以上前に行ったブータン旅行について紹介します。

ブータンはヒマラヤに抱かれた国です。南に大国インド、北をチベットに挟まれた小さな国であり、両国から技術面・精神面に多大な影響を受けてきました。

かつてこの国の周辺は、境遇の似た国々が連なっていました。東からシッキム王国、ブータン王国、ザンスカール王国、ラダック王国、ネパール王国、ムスタン王国と並んでいました。

これらの国々は、北側にあるチベットが1951年ごろ中国に併合された時から、変化を余儀なくされます。ヒマラヤの小王国群は、中国共産党に危機感を覚え急速にインドに近づくこととなります。シッキムとラダック・ザンスカールはインドに吸収され、ムスタンはネパールの中に含まれてしまいました。そして21世紀現在ネパールとブータンの二国が残るだけとなってしまいます。そのブータンもインドに外交を委ね、90年代初めまで鎖国状態となっていました。

この国は、我々の訪問当時一年に二千人の外国人しか受け入れない体制をとっていました。(現在人数制限は撤廃、ただし個人旅行は許可されず3名以上のツアーが原則となっているらしい)もち

\* 営業部営業課係長

ろん日本から直行便がなく、我々はバンコクから定員50人ほどの小型飛行機でこの国に入りました。オンゴロのブータン航空機はインドシナ半島を北上し、ヒマラヤ山系に入っていきます。国土の9割以上が山岳地帯、それもヒマラヤに続く峰々です。目的地が近づき航空機は、山の間を縫うように旋回しながら高度を下げていきます。到着したのはブータンの唯一の空港が在るパロの谷。谷といってもすでに標高は二千メートルを越える高地です。我々を迎えたのは、日本製のランドクルーザーでした。ドライバーはインド人、そしてガイドはティミという英語しか喋れない青年でした。



仮面舞踏会で

ブータンを旅行するには、非常に特殊な制度に従わなくてはなりません。ブータンに入国すると同時に、1人1日当たり200ドルの費用を王国に徴収されます。つまり2人で10日滞在すれば、それだけで4000ドルの出費が課せられることとなります。当時の為替で40万円以上・・・これがこの国の旅行を大変難しくしていました。ただし、車のチャージ、ガイド料金、ホテル代、三度の食事はすべてそれで賄ってもらえます。レスト

ランで何を注文しようと、ホテルの最上級の部屋に宿泊しようとも料金は発生しません。また結構無茶なリクエストも相手の事情が許す限り叶えてもらえました。ティミ君との雑談の途中「年に一度、祭りで行われる仮面舞踊を見られたらなあ・・」と漏らしたところ、何と我々二人だけのために総勢 60 人を超す王立舞踊団が、野外練習と銘打ち数時間の公演をしてくれました。こんな VIP 待遇を考えれば、この費用もそれほど高額と言えないかもしれません。

さて我々は、パロ谷から東進し、現王家ワンチェック家の出身地中央ブータンのトンサという町まで行ってみようと計画しました。パロから2時間で首都ティンプーに到着。これが一国の首都かと思えるほどの田舎町です。ここで一泊し、翌朝車は東へ向かい出発しました。途中プナカ、ウォンディフォゾンなどといった小さな村を抜け、2泊3日の旅です。

この行程がけっこうキツイ。1日7時間ほど車に乗りっぱなし。それも3000m級の峠を幾度も越える悪路ときています。国内唯一の幹線道路というのに、何時間走っても店どころか人家ひとつさえありません。恥ずかしながら生まれて初めて野糞というものを経験しました。多分、それは現在ブータンの立派な国土となっているでありますよう。



トンサ ゾン内にて

トンサは、数件の家しかない小さな町でした。唯一のホテルも山小屋に毛が生えた程度です。標高 2000m で寝袋に包まって寒さに震え眠る羽目となりました。翌朝霧に包まれたトンサのゾン(州庁+砦+寺院の複合建造物)を見学し、我々は慌

ただしく首都への帰路につきました。

途中ガイドのティミ君の勧めで 幹線道路から外れフォブジカ谷に寄り道をする事になりました。地元の人にブラックマウンテンと畏怖される山塊を越えると、そこに豊かな平野が開けています。季節は秋であり斜面に広がる田畑は豊穡の実りを見せています。農民たちが耕作をする傍ら、ヒマラヤに生息するオグロ鶴が無邪気に遊んでいました。なんとも平和な光景でした。



フォブジカ谷の人々

大規模な工場のないこの国は、土壌汚染、大気汚染などとも無縁なのでしょう。当社のような分析会社の存在さえ、ここに暮らす人々は間違いなく知らない。この国が産業を手に入れ、環境問題に頭を悩ますには、まだ数十年はかかりそうです。いやいや、この地には未来永劫そんな時代は来ないのかもしれない。

どちらが幸せなのか・・・などと大それたことを語るつもりはありません。ブータンにも、我々の住む日本にもそれぞれの生活があり、幸せはあるのですから。

数年後、上野動物園でオグロ鶴を見ました。ひょっとして、フォブジカ谷で見た鶴かもしれないな。





## GC/MS による各種におい成分の分析

今井尚洋 \*

### 1. はじめに

「におい」を表現する漢字として、「臭」「匂」「香」「薫」「芳」などが挙げられる。漢字の違いは感じ方の違いであり、花や若葉などの心地よい「におい」もあれば、腐敗臭や下水臭などの不快な「におい」もある。このように多種多様な感じ方があることは、「におい」を発する成分が無限に存在する証と考えられる。

鼻は最高のにおい検出器官と言えるほど高感度で、あらゆる分析機器を凌駕する。動物がにおいに敏感な理由は、生命の維持に必要なことから個人的には考えている。腐敗したものを食べないため、山火事をいち早く察知するためなど危険回避のため嗅覚は進化した。これが、硫化水素や低級脂肪酸、アルデヒド類を悪臭物質と呼ぶ理由と考える。逆に、豊富な栄養源を見つけるため果実のにおいを感じとり、植物は種を運んで貰うため芳醇なにおいを発する。「におい」を媒体とした共存関係とも言える。

森林の薫りは制菌作用のある成分を含むため、かつて結核などの予防に森林浴が用いられた。また、柑橘系の香りに犯罪抑止効果があると言われ、刑務所や電車内にシトラスの芳香剤を用いた例もある。

このように悪臭分析だけではなく、実用的あるいは心理的側面からも多種多様な微量のにおい成分を検出することは、非常に重要な意味を持つと

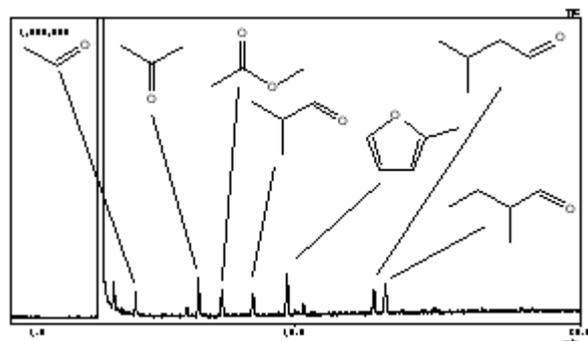


図1 無香料缶コーヒーのにおい成分

考える。そこで、ガスクロマトグラフ質量分析を用いたにおい成分の分析を試み、その事例をいくつか紹介する。

\* 技術部試験五課課長

### 2. ヘッドスペース法

水中の揮発性有機化合物を分析する一般的な条件で、コーヒー飲料の分析を試みた。

図1に香料の入っていない缶コーヒーのクロマ

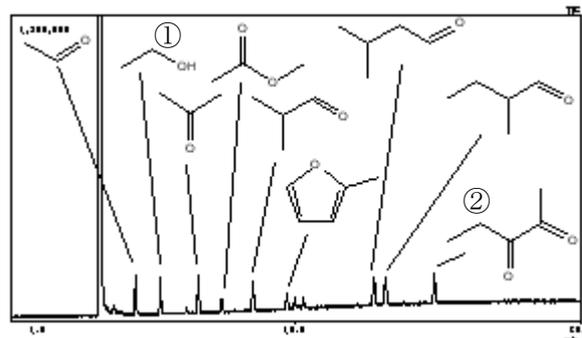


図2 香料入り缶コーヒーのにおい成分

トグラムを、図2に香料の入っている缶コーヒーのクロマトグラムを示す。

香料の入っていない缶コーヒーから、アセトアルデヒドなどのアルデヒド類が主に検出された。一方、香料入りは無香料にないエタノール(①)及び2,3-ペンタンジオン(②)が検出された。エタノールは強い臭気を持たないため、2,3-ペンタンジオンが香料と判断される。

厚生省告示第261号は、飲料水中のホルムアルデヒド分析を「ペンタフルオロベンジルヒドロキシルアミン誘導体化後、n-ヘキサン抽出液を分析」

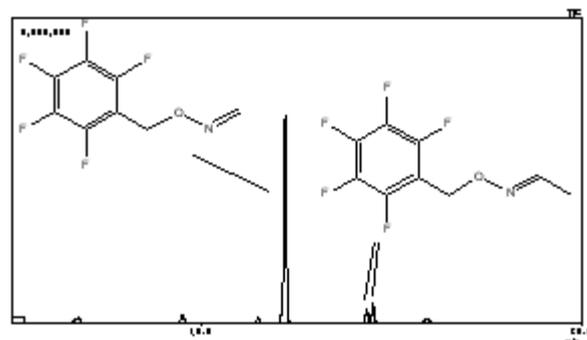


図3 ホルムアルデヒド及びアセトアルデヒド誘導体化合物

と規定している。バイアル内にホルムアルデヒド及びアセトアルデヒドを含む水溶液を採り、ペンタフルオロベンジルヒドロキシルアミンを加えて分析した結果を図3に示す。選択イオン測定によ

り直線性も確認され、定量下限はホルムアルデヒドで  $0.1 \mu\text{g/L}$ 、アセトアルデヒドで  $0.5 \mu\text{g/L}$  となった。ヘッドスペース法によるアルデヒド類の分析は簡素な手順で容易に行うことができるため、コンタミネーションの危険性も少なく迅速で有効な手法と考えられる。

### 3. パージトラップ法

水中の揮発性有機化合物を分析する一般的な条件で、炭酸飲料の分析を試みた。図4にジンジャーエールのクロマトグラムを、図5にコーラのクロマトグラムを示す。

ジンジャーエールとコーラに含まれるにおい成分は概ね等しく、エタノールやシネオール、テルピネオールがともに検出された。ジンジャーエールに含まれる酢酸エチル(③)とコーラに含まれるバニリン(④)が、異なる点として見出せる。バニリンの検出量は少なく、 $\beta$ テルピネオール(⑤)と重複して検出された。飲料メーカーにより異なる

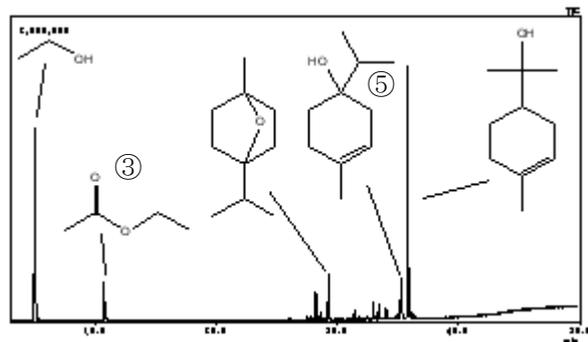


図4 ジンジャーエールのにおい成分

と思うが、ジンジャーエールとコーラの違いがバニリンの有無にあることは、比較的有名な事実である。

パージトラップ法は、測定限界がヘッドスペース

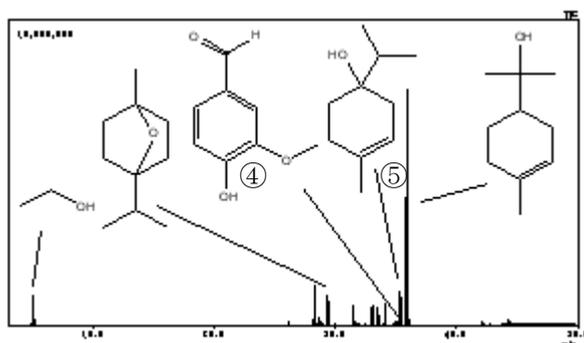


図5 コーラのにおい成分

法より非常に小さく約  $1/100 \sim 1/1000$  まで定量が可能となっている。飲料水中のカビ臭は、 $1\text{ng/L}$

までの定量を要求される。

### 4. 加熱脱着法

テドラーバッグ（有機溶媒捕集用の袋）の端を切断し、パイナップルを入れバッグの切断面を融着して再び閉じた。内部を高純度空気で置換した後、バッグ内のおい成分を吸着剤 TENAX の充填されたガラス管（吸着管）を用いて採取し、加熱脱着ーガスクロマトグラフ質量分析を行った。

分析の結果、主成分として酢酸エチル(③)が検出された。酢酸メチル(⑥)、2-メチル酪酸メチルやカプロン酸メチルといったアルキル鎖の長さが異なる脂肪酸のメチルエステル及びエタノールも検出された。有機溶媒として用いられる酢酸エチ

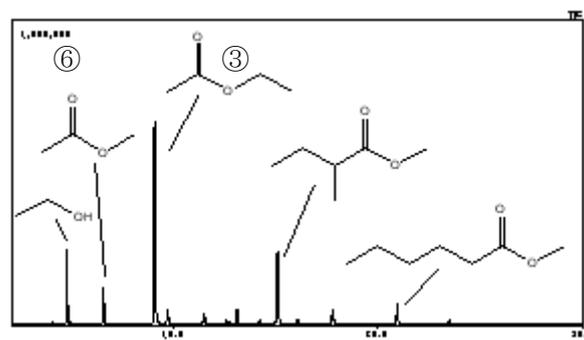


図6 パイナップルのにおい成分

ルの MSDS に、「パイナップル臭を有する。」と書かれていることが多い。

パイナップルと同様の方法で、モモのにおい成分を分析した結果を図7に示す。

$\gamma$ -ウンデカノラクトン(⑦)は別名ピーチラクトンとも呼ばれ、香料だけではなく臭気判定士の嗅覚検査にも用いられる。

予想に反して、モモの発するにおい成分中の $\gamma$ -ウンデカノラクトンは微量となった。主成分として酢酸エチル(③)及び酢酸メチル(⑥)が検出され、他に酢酸イソブチル、酢酸ヘプテニル及びオクタン酸メチルなどの脂肪酸エステルが検出された。クロマトグラム上では微量に認められる $\gamma$ -ウンデカノラクトンがモモのにおいを支配しているため、この成分は特に強い臭気を持つと判断できる。

加熱脱着ーガスクロマトグラフ質量分析を用いた室内空気の分析事例を図8に示す。とある病院の一室で医師が休憩していると気分が悪くなると、室内空気の分析を依頼された。状況確認の下見を行った際、病院特有のにおいと異なるにおいを微かに感じた。立ち会った職員のほか病院内で働く

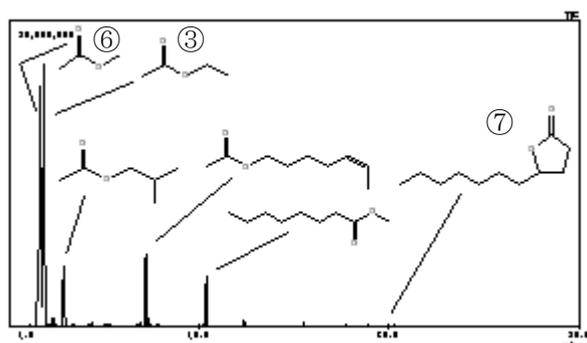


図7 モモのにおい成分

人のほとんどは全くそのにおいを感じ無いとのことだった。人によって微かに感じられる、または全く感じられない状況から、分析の対象となるにおい成分は検知閾値程度の低濃度と考えられた。

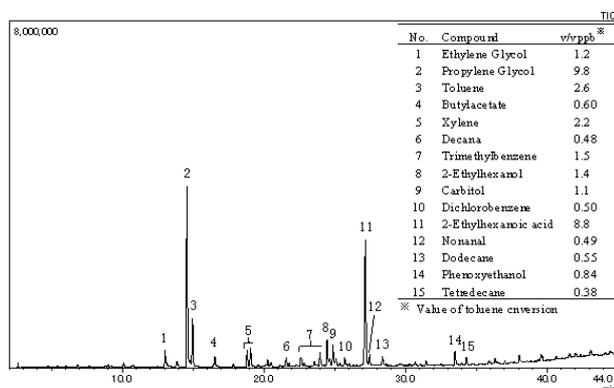


図8 室内空気の分析事例

室内空気を100mL/minで2h吸着管に採取し分析した結果、トルエン換算値で約9~10v/vppbのプロピレングリコール及び2-エチルヘキサン酸が検出された。他に0.5v/vppbのジクロロベンゼンも検出された。これらは10mほど離れたトイレに置かれていた防虫消臭剤に由来すると考えられる。この条件は0.1~0.01v/vppbまで定性分析が可能となる。

## 5. まとめ

ガスクロマトグラフ質量分析計に加えて、ヘッドスペース法、パージトラップ法及び加熱脱着法を試料導入の手法として用い、各種におい成分の分析を行った。

各試料導入法の特徴を表1に示す。測定限界の違いは濃縮の有無によると考えられ、一見してパージトラップ法と加熱脱着法がヘッドスペース法

より優位な手法と思われる。これらの方法が吸着管に捕えられる成分を分析しているため、無極性成分や低分子量成分は、回収率低下の問題を生じる。逆に、高極性成分や熱分解性成分は、脱着時に分解するなどの障害もあり、使用時に注意が必要となる。分析技術の進んだ現在、ヘッドスペース法は微量分析と呼べなくなっている。ただし、先述の回収率や熱分解などの問題の無い熟成した手法と言える。それぞれの手法の特性と試料の状態を考慮して、適切に選択しなければならない。

表1 試料導入法の分類

試料導入法	対象試料	濃縮	測定限界
ヘッドスペース法	水	無	~0.1 μg/L
パージトラップ法	水	有	~1ng/L
加熱脱着法	ガス	有	~0.01v/vppm

### \*\* 日環協 環境セミナー全国大会 \*\*

この「GC/MSによる各種におい成分の分析」は、平成22年10月に開催された「日環協環境セミナー全国大会 in Nagoya」において報告した技術発表の要旨を一部変更して転載した記事です。

日環協環境セミナー全国大会は、当社も会員である、環境計量証明事業所の全国組織、社団法人日本環境測定分析協会が主催し毎年秋に行う、技術発表が主体の全国大会です。我々は、社団法人日本環境測定分析協会を「日環協」と呼んでいます。

この大会は、毎年2日間の日程で、全国に7つある支部が持ち回りで担当し開催します。一日目が講演会、二日目に技術発表を行います。今年は第18回に当たり、また中部支部が運営主体となったため、「環境セミナー全国大会 in Nagoya」として、名古屋駅前のウインクあいちで開催されました。

この大会で、分析方法や精度管理等の計21題の技術発表があり、そのうちの 하나가、当社今井が発表したこの記事です。



## 宇宙飛行士の飲料水を作りました

江藤隆浩 \*

### 1. 日本の宇宙開発

金星探査機「あかつき」、小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」の打ち上げ、小惑星探査機「はやぶさ」の帰還など明るい話題の多い日本の宇宙開発。その中でも、日本人宇宙飛行士である若田光一さん、野口聡一さんの国際宇宙ステーション長期滞在（若田さんは2009年3月～翌年7月の約4ヶ月半、野口さんは2009年12月～翌年6月の約5ヶ月半）は、宇宙に対する人類の大きな可能性を感じさせる出来事だと思います。

今回当社は、国際宇宙ステーション（ISS：International Space Station）で宇宙飛行士が飲む飲料水を製造し輸送用の水バッグに充填する装置の設計、製造、品質試験業務に携わる機会を得ました。この装置の製造等とともに種子島での試験運用時の水質検査も受託しています。そこで、この業務を通じて知り、見て、感じた事を紹介します。

### 2. 宇宙飛行士が飲む水

ISSで宇宙飛行士が飲む水は、これまでアメリカのスペースシャトルやロシアのプログレス補給船により地球から運び、またスペースシャトルがドッキングしている期間にスペースシャトルに搭載された燃料電池から生成される水を利用していました。

しかし、ISSの宇宙飛行士が3人から6人体制に移行するため、2008年11月にアメリカ航空宇宙局は、水再生システム（WRS：Water Recovery System）をISSに運び、2009年5月からこの装置の使用を始めました。

このWRSは、トイレから回収された尿とISS内部の空気から除湿時に回収した凝縮水を浄化し飲料水にする装置で、ISS内の水分をリサイクルできるようになり、地球から運搬する水を大幅に削減できます。

地球から水を運搬するコストがコップ一杯当り30～40万円の計算と考えると、経費削減にも効果のあるすばらしい装置だと思います。

\* 技術部試験一課係長

なお、アメリカ及びロシアともに飲料水は、雑菌繁殖防止のためアメリカがヨウ素、ロシアが銀を添加し殺菌しています。今回当社が携わった装置もヨウ素を添加した飲料水を水バッグに充填し、種子島宇宙センターでまず運用されました。この宇宙飛行士用飲料水は、今回初めて製造されました。

### 3. 飲料水の分析

飲料水は有機、無機それぞれ多数の項目を分析します。ここではそれらの一つ、前節にあるヨウ素の分析方法を紹介します。

ヨウ素の分析方法は、よう素滴定法や吸光光度法を始めいくつかの方法があります。ロイコクリスタルバイオレット吸光光度法は、上水試験方法にも掲載されており、飲料水の分析に用います。

この方法は、検水（分析対象の水）にクエン酸緩衝液とペルオキシ―硫酸カリウム溶液を加え1分間静置後、ロイコクリスタルバイオレット指示薬を加え発色させて、分光光度計で吸光度を測定する方法です。

ヨウ素濃度は、予め段階的に濃度を変化させた標準液の吸光度を測定し、作成した検量線に検水の吸光度を照らして求めます。

ロイコクリスタルバイオレット吸光光度法は、酸化剤の妨害が少なく、発色も安定しており、操作の簡便な特徴があります。一方、ペルオキシ―硫酸カリウム溶液を加えた後、静置時間を厳守するなどのポイントを押さえなければ、正確な結果が得られません。

ある意味で、水質分析の基本が詰まった分析方法と言えるかもしれません。

### 4. 飲料水の輸送

種子島宇宙センターで水バッグに充填された飲料水は、宇宙ステーション補給機（HTV：H-II Transfer Vehicle）の補給キャリア与圧部に搭載され、食料や衣類の他新たな実験装置や定期交換部品などと共にH-II B ロケットでISSへ打ち上

げられます。

この HTV は無人の軌道間輸送機であり、全長 10m 最大直径 4.4m の円筒形をしており、6 トンの物資の輸送が可能です。そして補給物資を送り届けた後、使用済み実験装置や衣類などを積み込み大気圏に再突入して機体ごと燃えてしまいます。

2009 年に技術実証機が ISS への物資輸送に成功しており、2010 年度冬期に 2 号機の打ち上げが計画されています。その 2 号機で日本初の宇宙飛行士の飲料水が ISS に輸送されることとなります。

スペースシャトルが 2011 年で退役するため、飲料水は、その他の物資とともにロシアのプログレス補給船、欧州の ATV (Automated Transfer Vehicle) そして日本の HTV で輸送することになります。

## 5. 種子島宇宙センター

HTV を打ち上げる「世界一美しいロケット発射場」と言われる種子島宇宙センターは、1969 年、鹿児島県の南、種子島の東南端の海岸線に設立され、これまでに多数のロケットや人工衛星を打ち上げてきました。

実際に行ってみて、世界一かどうかまで分かりませんが、本当に美しいロケット発射場だと思います。また、HTV2 号機をこの目で見てきました。補給キャリアと圧部、非圧部と、電気モジュール、推進モジュールの結合前の状態でしたが、この機体が無人で ISS まで行くと思うと、日本の技

術力の高さを感じました。

## 6. 日本から宇宙へ

野口聡一さんに続く日本人宇宙飛行士による国際宇宙ステーション長期滞在は、古川聡さんが 2011 年 5 月頃から、星出彰彦さんが 2012 年 6 月



種子島宇宙センター：大崎射場

頃からそれぞれ約 6 ヶ月間予定されています。

今はまだ訓練された宇宙飛行士に限られますが、ロケット・輸送システムの更なる進化や、地球と同じような環境を整備したスペースコロニーができれば、普通の人々が普通に宇宙で生活する時代が来るかも知れません。

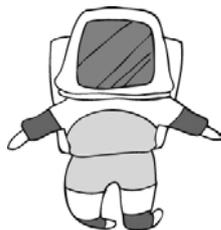
もしかしたら私達の子孫は、宇宙生まれの宇宙育ちで日本人ではなく宇宙人何て事になるかも知れませんね。

### — 業務案内 —

ユニケミーは理化学技術を基軸として、研究・試験装置の設計・製造から試験研究・分析手法の確立・実施に至るまでトータル技術とチームワークで、お客様をサポートできる技術者集団です。

また“宇宙飛行士の飲料水”のように、実用装置の設計・製造から品質試験、運用時の品質検査まで、実用化・実運用を目的とした開発支援・運用管理も受託可能です。

お気軽にご相談ください。



ユニーク&ユニバーサル ケミカル カンパニー



株式  
会社

ユニケミー