

トピックス 固体触媒を用いたバイオマスの有効利用

固体触媒を用いたバイオマスの有効利用

九州大学大学院工学研究院応用化学部門 高垣 敦

1. はじめに

持続可能な社会の実現のために再生可能資源の高効率な利用が求められている。バイオマスは燃料や化学製品など幅広い用途に変換可能な有用資源である。利用後、燃焼により二酸化炭素が発生するが、空气中に放出された二酸化炭素は、いずれ植物により吸収されるため、カーボンニュートラルであると言われる(図1)。これらの特長を有しているため、バイオマスは石油代替のリニューアブル資源として注目されてきた。特に、シェールガス革命以前には二酸化炭素排出削減の解決策として重要視されてきた経緯がある。当時、原油価格の高騰も問題となり、バイオエタノールやバイオディーゼル燃料の研究や実用化が精力的に行われていた。ところが、シェールガス革命が起こり、天然ガスが大量に安価に供給されることがわかると、バイオ燃料への注目度は一挙に低下した。エネルギーは大量に生産され、低コストで安定に供給される必要があるため、既存の技術インフラを代替するためには、大きなブレークスルーが必要である。

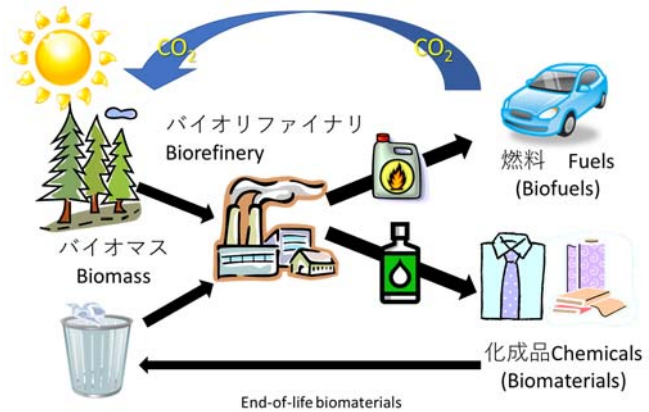


図1 バイオマスからの燃料および化成品製造

世間一般には、上述のバイオエタノールやバイオディーゼルがバイオマス活用の例として認知されている。バイオエタノールは、サトウキビやトウモロコシを原料とし、発酵により製造されている。これらはブラジルやアメリカで広く生産されているが、食糧との競合があるため、食糧価格の高騰をもたらし、大きな社会問題になった。そのため、現在は非可食のバイオマスを原料とした燃料や化成品製造の研究開発が活発に行われている。具体的には、リグノセルロースと呼ばれる木質系バイオマスや微細藻類を原料の対象としている(図2)。

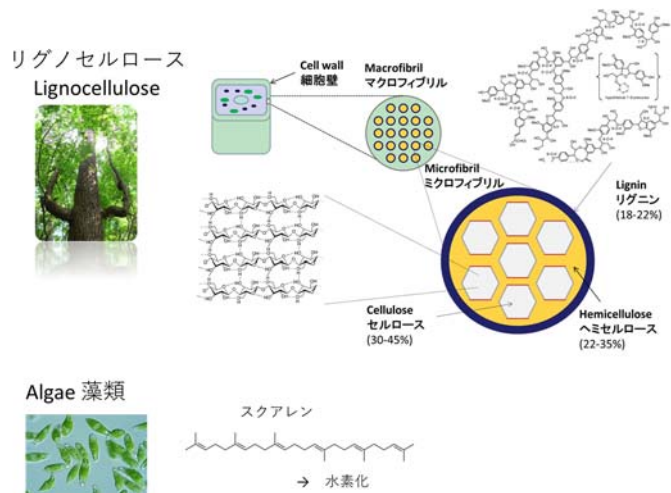


図2 バイオ燃料の原料となるリグノセルロースと藻類

バイオマスの変換には、発酵や酵素反応を用いた生物学的変換や、ガス化や熱分解といった熱的変換が古くから行われてきた。これらの技術の進歩も著しく、精力的に研究開発されている。一方、固体触媒による触媒変換は、ガス化や熱分解との併用を除くと、新しい技術である。2006年にFukuokaらにより担持貴金属触媒と水素を用いると、セルロースからグルコースを経て糖アルコールのソルビトールまでを一段階で合成できることがはじめて報告された[1]。その後、筆者を含めて、国内外の多くの触媒研究者が固体触媒を用いたセルロースからグルコースへの変換や、糖からバイオマスプラスチック原料への変換を報告している。

固体触媒は生成物との分離が容易で再使用が可能である。また、高い温度での反応が可能であるため、生産速度を著しく向上させることができる。そのため、現在の石油を中心とする化学工業プロセスに広く用い

第2章 環境活動と環境教育・研究

トピックス 固体触媒を用いたバイオマスの有効利用

られており、全ての化成品のおおよそ 90%以上は少なくとも一度触媒プロセスを経由して得られている[2]。このように固体触媒による反応は環境負荷低減の観点からも好ましい。本稿では、固体触媒によるバイオマスからの燃料および化成品の合成について、個人的な見解を含めつつ、いくつかの例を紹介する。

2. バイオ燃料

バイオ燃料には、バイオエタノール、バイオディーゼル、バイオジェット燃料、バイオオイルがある。これらのバイオ燃料は有機化合物からなる高エネルギーの液体輸送燃料である。自家用車では、電気自動車や水素自動車が実用化され、普及しつつあるため、バイオエタノール等のバイオ燃料の活躍の舞台は自家用車にはなくなりつつある。一方で、注目されているバイオ燃料はバイオジェット（軽油を含む）である。飛行機や長距離トラック、船舶の運用にはエネルギー密度の高い液体輸送燃料が必須であるため、これらの合成が望まれている。このうち、固体触媒が大きく関わるバイオ燃料合成は、ジェット燃料合成およびバイオオイル合成である。

(1) バイオジェット燃料

バイオジェット燃料は主に、(a)木くず等のセルロース系バイオマスのガス化と、フィッシャー・トロプシュ反応(FT 反応)と呼ばれる気相の触媒反応によって得る方法と、(b)微細藻類の大規模培養後に抽出した油を精製・改質して得る方法の2種類がある。他には(c)単糖からフラン化合物を合成し、その後炭素-炭素結合反応(アルドール反応)により炭素鎖を増やし、さらに、フラン環の開環および水素化によって得る方法がある。

(a) 前者の FT 反応は、石炭からの液体燃料製造として開発されたもので、これをバイオマスに転用したものである。触媒にはコバルトや鉄が用いられる。ガス化によってバイオマスから一酸化炭素と水素を合成し、FT 反応によって液体炭化水素が得られる。得られる炭化水素はある理論的な炭素数分布をとるため、その制御が求められている。規制された細孔を有し、また酸性を有する担体を触媒に用いることで、炭素-炭素結合生成と炭素骨格の異性化反応が効率よく進行し、目的のバイオジェット燃料を得ることに Tsubaki らは成功している[3]。

(b) 後者の微細藻類からのバイオジェット燃料製造における固体触媒の役割は、抽出した油の改質である。微細藻類から得られる油は様々であるが、代表的な成分としてスクアレンがある(図 2)。不飽和炭素を含むため、金属触媒を用いて水素化する。

(2) バイオオイル

バイオオイルは、木質系バイオマス(例えばスギ)を急速に熱分解することにより得られる黒色の液体成分である(図 3)。図 2 に示すように、リグノセルロースは、セルロース、ヘミセルロースとリグニンから構成されている。セルロースとヘミセルロースは糖が縮合したポリマー(高分子)であり、リグニンは芳香族ポリマーである。急速熱分解では、バイオマスを 500-1000°C 毎秒という速度で 400-550°C まで加熱し、その後冷却する。具体的には、粉碎したスギチップを、加熱されている熱分解炉にフィーダーで導入する。ガスが 10-20%、液体成分(バイオオイル)が 60-75%、固体残渣が 10-20%、それぞれ得られる。バイオオイル製造は、FT 合成等と異なり、小規模での運転も可能である。少し大きめのトラックであれば、熱分解炉を搭載して、林内へ直接持ち込むことができる。間伐材を林内で直接処理して液化し、運搬できるため、地域資源を活用できる。筆者も参画し、産学が連携して研究を行っている[4]。

このようにバイオオイルは温和な温度条件で、熱効率が高く、装置の小型化が可能、簡易に液体留分が得られ、またバイオマスの全利用ができるという利点を有しているが、



図 3 バイオオイルと可搬型熱分解装置[4]

トピックス 固体触媒を用いたバイオマスの有効利用

その反面、欠点も多い。糖類は水酸基が多く、これを熱分解しているため、酸素含有量や水分が多い。また、酸性が高く、重合しやすい。発熱量も低い。そのため、長期保存可能な液体代替燃料として使用するためには、含酸素量を低減させることが必須である。ここで最も有効な方法は、触媒を用いた脱酸素反応である。具体的には、水素化脱酸素反応であり、固体触媒存在下、化合物中の酸素を水素と反応させ、水として除去する。水素化脱酸素反応と類似した反応として、水素化脱硫がある。ガソリンの硫黄成分除去のために使われている反応である。従って、脱硫反応に活性を示す硫化物触媒やリン化合物触媒が水素化脱酸素反応にも適応でき、特に担持ニッケルリン化合物触媒が優れた触媒活性を示した[5]。バイオオイルは石油のように非常に多くの複雑な化合物の混合物である。そのため、触媒の活性評価には、モデル化合物を用いることが多い。これにより水素化脱酸素反応の反応機構を詳細に検討しており、例えば、貴金属触媒（パラジウム）やニッケル触媒では炭素-炭素結合の切断が併発するため最終的にメタンまで分解されてしまう（液体留分の減少）が、一方でニッケルリン化合物触媒ではそれがほとんどないことなどを明らかにしてきた[6]。実際のバイオオイルについても同様の結果となり、ニッケルリン化合物触媒を用いた場合に高い収率で、酸素含有量が31%から13%までに低減した改質バイオオイルが得られた[5]。

3. バイオマス原料由来の化成品合成

バイオマス利用のもう一つの道として化成品合成がある。とりわけ重要なのが、グルコースを出発原料としたバイオマスプラスチックの合成である（図4）。グルコースからは種々の反応を経て、3つの代表的な原料（イソソルバイド、2,5-フランジカルボン酸、乳酸）へと変換できる。イソソルバイドからは新規ポリカーボネートが、2,5-フランジカルボン酸からはPETの代替ポリマーが、乳酸からはポリ乳酸がそれぞれ合成できる。図4に示すグルコースからこれらのバイオプラスチック原料への反応は全て固体触媒で行うことが可能である。脱水、異性化、逆アルドール反応などは固体酸、固体塩基触媒により、還元、酸化反応は担持金属触媒や金属酸化物により進行させることができる。また、グルコースはセルロースからの加水分解により得られる。それぞれの反応について以下に述べる。なお、木質系バイオマスに含まれるリグニンについては、化成品への変換も望まれているところではあるが、その複雑な構造や取り扱いにくい反応性のために、研究開発はまだ進んでいない。

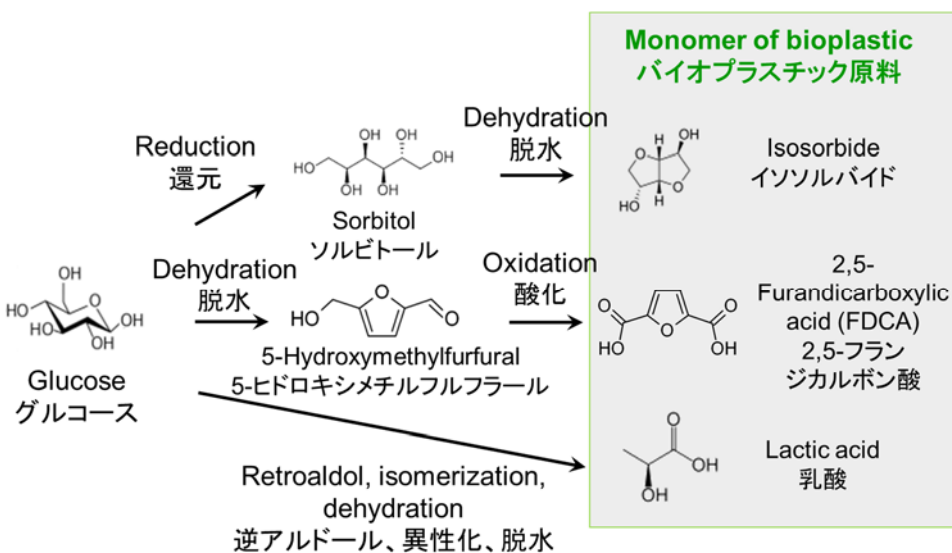


図4 グルコースからバイオマスプラスチック原料の合成(全て固体触媒で可能)

トピックス 固体触媒を用いたバイオマスの有効利用

(1) セルロース分解

上述のようにグルコースは様々な化成品への変換における重要な出発原料となるが、これはセルロースを分解して得られる。セルロースは図2に示すようにグルコースが鎖状に結合した高分子であり、さらに鎖同士が多くの水素結合によって相互作用するため、強固な3次元構造をとっている。この頑丈な結晶構造は、可食性のでんぷんとは大きく異なる。セルロースは固体であり、特殊な溶媒(イオン液体)を除けば、溶解しない。そのため、固体触媒との反応を考えた場合、触媒とセルロースをいかに接触させるかが重要となる。

Haraらはセルロースを不完全に炭化しスルホ基を導入した固体触媒(カーボン触媒)を合成し[7]、セルロースの加水分解を行った[8]。カーボン触媒への糖の吸着とスルホ基による強い酸性により加水分解が進行している。このように、糖との相互作用に加えて強い酸性が必要であると思われていたが、反応条件によってはスルホ基のような強い酸性は必要ないことがわかった。炭素材料はセルロースを吸着しやすく、カルボン基のような弱い酸性を有していれば、セルロースを加水分解しグルコースを高収率で得ることが示された[9,10]。

筆者らは層状の金属酸化物が層間に強い酸性を有し、固体酸触媒として機能することを報告してきた[11,12]。HNbMoO₆やHTaMoO₆の層内には硫酸に匹敵する強いブレンステッド酸点がある(図5)。ブレンステッド酸はHClやH₂SO₄のようにH⁺(プロトン)を供与するものをいう。反応物の種類にもよるが、層間に反応物を取り込むことができ、層間の強酸の作用により酸触媒反応が進行する。この層間は糖類も容易に取り込むことができ、加水分解反応によりグルコースが高速に生成することがわかった[13]。しかしながら、セルロースは固体であり水に溶解しないため、そのままでは活性が著しく低かった。そのため、別の手段によりセルロースの分解を試みた。具体的には、セルロースと固体酸触媒 HNbMoO₆ 粉末を容器に入れ、これにボールを加えて、高速回転させた(ボールミル処理)[14]。ボールミル処理は粉末を混合や粉碎に用いられる方法であり、他の研究では、前処理としてセルロースをボールミル処理することが多い。結晶性のセルロースは3次元の強固なネットワーク構造を有しているが、ボールミル処理することで非結晶性(アモルファス)のセルロースとなる。セルロースと固体酸触媒 HNbMoO₆ を同時に加え、ボールミル処理を行うと、セルロースのアモルファス化のみならず、セルロースの分解が効率よく進行した(図6)。水溶性の糖類の収率は最大72%得られた。このボールミルによるセルロース分解は、機械的化学反应(メカノケミカル反応)であり、生成物選択性が通常の水溶媒中での加水分解反応とは異なり、グルコースなどの糖に加えて、それらが脱水された無水糖も得られた。

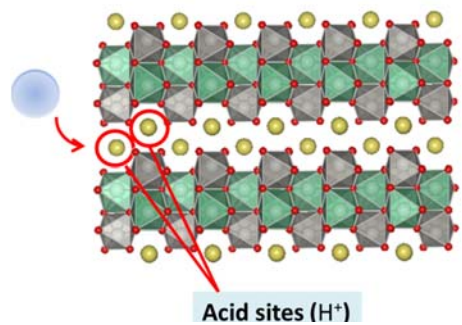


図5 層状 HNbMoO₆ 固体酸の結晶構造

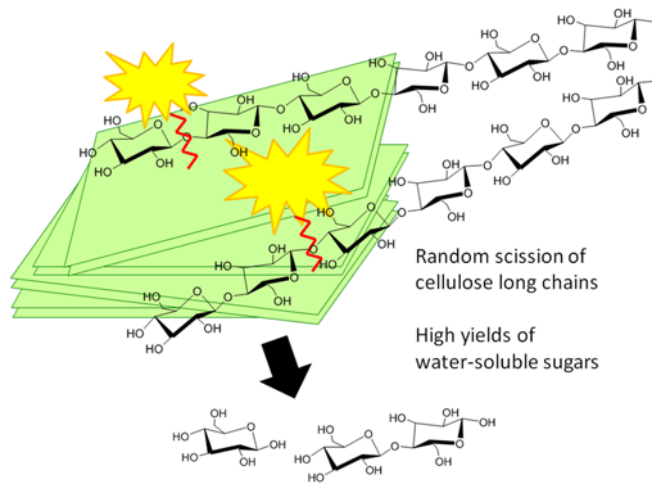


図6 層状 HNbMoO₆ 固体酸触媒とセルロースのボールミル処理によるセルロース分解反応

(2) イソソルバイド

グルコースを水素化するとソルビトールが得られる。この糖アルコールのソルビトールを脱水すると、ソルピタンと呼ばれる環状化合物が得られ、さらにもう一度脱水すると、イソソルバイドが得られる(図7)。

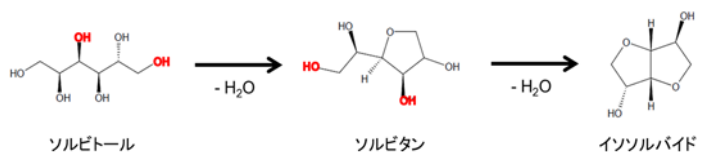


図7 ソルビトールの脱水反応

トピックス 固体触媒を用いたバイオマスの有効利用

イソソルバイドは新規ポリカーボネートの原料となる。実際に、三菱ケミカルから DURABIO という名称でバイオエンジニアリングプラスチックが商品化されている[15]。高い透明性や優れた耐衝撃特性・耐久性を有しているため、光学部品や自動車の筐体等に使用されている。

このソルビトールからの脱水反応はプレンステッド酸により進行する。例えば、筆者らの層状金属酸化物 HNbMoO_6 を用いると、水溶媒中でも環化脱水反応が進行し、ソルピタンが高選択的に生成した[16]。ソルピタンからイソソルバイドへの後段の脱水反応はあまり進行しなかった。これは層状金属酸化物固体酸の特性によるもので、ソルビトールは層間に入り込みやすいが、一方でソルピタンやイソソルバイドは層間に入ることができないためである。そのため、イソソルバイドを合成する目的には層状 HNbMoO_6 は適さないが、2つの連続する脱水反応（逐次反応）のうち中間体を選択的に生成することが固体触媒上のできる、という点で学術的に意義深いと思われる。

他の固体プレンステッド酸触媒として、 β 型のゼオライト触媒を用いると、イソソルバイドが高収率で得られる[17]。ゼオライトは結晶性のアルミノシリケートであり、規則的な細孔構造を有し、強い酸性を有する。石油化学工業において広く使われている代表的な固体酸触媒である。様々な結晶構造のゼオライトが知られているが、そのうち3次元大細孔を有する結晶構造の β 型ゼオライトで、かつ疎水性で水熱安定性を向上させたゼオライトを用いると、ソルビトールからイソソルバイドを80%の収率で得られる。

(3) 5-ヒドロキシメチルフurfural(HMF)

グルコースから5-ヒドロキシメチルフurfural(HMF)への選択合成は、最も注目されている反応のひとつである。グルコースから複数の反応を経て、3つの水分子が脱水すると、HMFが得られる。このHMFは水酸基とアルデヒド基を両端に有しており、これらを選択酸化してカルボン酸へと変換させると、2,5-フランジカルボン酸(FDCA)が得られる。このFDCAはテレフタル酸と類似した化学構造である。テレフタル酸はエチレングリコールと脱水縮合するとポリエステル（ポリエチレンテレフタレート(PET)）が生成する。つまり、FDCAがPET代替プラスチックの原料となるため、グルコースからHMFへの変換、およびHMFからFDCAへの選択酸化が非常に注目されている。

グルコース（ブドウ糖）からHMFへの変換は、複数の反応ステップからなる複雑な反応である。現在のところ、中間体としてフルクトース（果糖）を経由する反応経路が選択的なHMF合成に好ましいと、一般的に認識されている。グルコースからフルクトースへの変換は異性化反応であり、塩基あるいはルイス酸が触媒し、フルクトースからHMFへの変換は脱水反応であり、プレンステッド酸が触媒する。そのため、塩基+プレンステッド酸や、ルイス酸+プレンステッド酸の両機能を利用した固体触媒が必要になる。なお、ルイス酸とは、電子対を受け取ることの出来る空の軌道を有する原子を含むものと定義されており、例えば、均一系のルイス酸として AlCl_3 がある。Alには電子対を受け取ることが出来る空軌道（不飽和サイト）があるためである。

筆者らは固体酸と固体塩基を組み合わせたワンポット合成を報告した[18]（図8）。ワンポット合成とは複数の反応を同一容器内で一度に行ってしまう方法である。各反応ステップでの分離、抽出が不要になるので、環境負荷の低減に寄与する。液体の酸と塩基は同一容器に加えると、中和が生じそれぞれの機能を示さなくなる。一方で、固体酸と固体塩基は反応サイトが分離されているため、中和せず、それぞれの機能を発揮する。

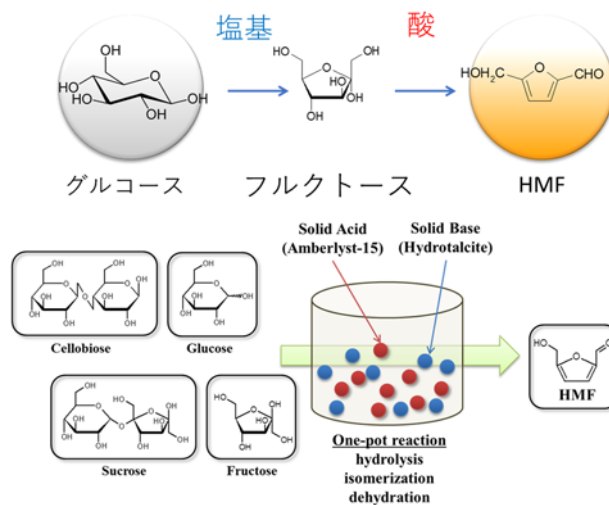


図8 固体酸触媒と固体塩基触媒による糖からHMFへのワンポット合成

トピックス 固体触媒を用いたバイオマスの有効利用

具体的には、固体酸としてスルホ基を有するイオン交換樹脂を、固体塩基として層状の粘土鉱物（ハイドロタルサイト）を用いて、グルコースを反応させると、固体塩基触媒により異性化が進行し、フルクトースへと変換され、続いて、固体酸触媒により脱水が進行し、HMF が選択的に得られた。

非晶質（アモルファス）の金属酸化物は不飽和サイトを有するため、ルイス酸として機能する。例えば、含水ニオブ酸といわれるアモルファスの酸化ニオブや酸化チタンはこのルイス酸性とブレンステッド酸性を有しているためにグルコースから HMF へ変換できる[19]。

(4) 2,5-フランジカルボン酸(FDCA)

HMF から FDCA への変換は選択酸化反応であり、固体触媒を用いると、分子状酸素を酸化剤として高選択的に FDCA が合成できる。例えば、筆者らは金ナノ粒子を固体塩基に担持した触媒を用いて、水溶媒中で HMF から FDCA へ的高效率合成を報告した[20] (図 9)。

HMF は水酸基とアルデヒド基を有しているが、アルデヒド基の酸化は容易に起こるものの、水酸基（アルコール）の酸化をいかに効率よく進行させるかが重要となる。通常、溶液を塩基性になると、アルコール酸化が促進される。ハイドロタルサイト担持金触媒は、ハイドロタルサイトが固体塩基性を有しているために水溶媒の pH 制御を必要としない。この金ナノ粒子触媒は非常に優れた酸化活性を示し、水溶媒中に大気圧の空気をただ単にバブリングさせるだけでも HMF から FDCA へ迅速に変換された。

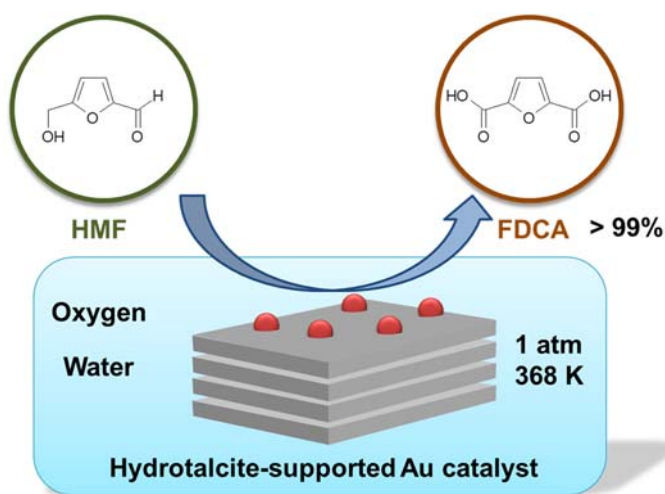


図 9 担持金ナノ粒子触媒による HMF から FDCA への選択酸化

(5) 乳酸

グルコースは炭素を6つ含む糖であり、一方、乳酸の炭素数は3である。グルコースから乳酸を触媒法により合成するためには、まず逆アルドール反応（レトロアルドール反応）によって、C6（ヘキソース）から C3（トリオース）へ変換する。逆アルドール反応は主に塩基によって触媒される。トリオースはグリセルアルデヒドとジヒドロキシアセトンである。このトリオースからの乳酸合成には、2段階の反応があり、前段はトリオースからピルブアルデヒドへの脱水反応、後段はピルブアルデヒドから乳酸への変換がある。前段はブレンステッド酸、後段はルイス酸により触媒される。そこで、表面積の高い無機担体（シリカ、SiO₂）にブレンステッド酸やルイス酸として機能するナノ金属酸化物を分散して担持した固体触媒を調製して、トリオースから乳酸への反応を行ったところ、ブレンステッド酸性を示す Ti とルイス酸性を示す Cr を共担持した触媒が優れた活性を示すことがわかった[21] (図 10)。

トリオースからの乳酸収率は 80%であった。

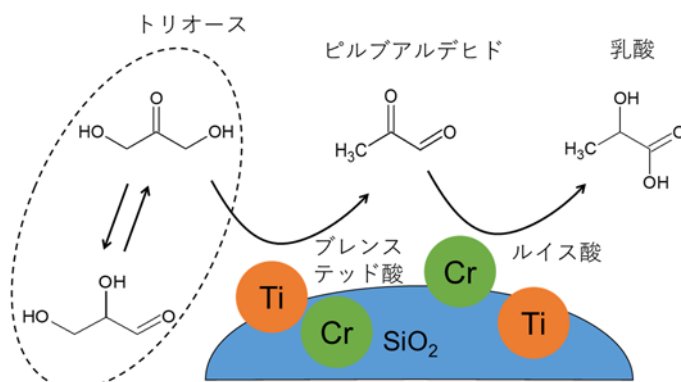


図 10 シリカ担持 Cr-Ti 酸化物触媒によるトリオースから乳酸の合成

トピックス 固体触媒を用いたバイオマスの有効利用

4. おわりに

固体触媒を用いたバイオマスから燃料や化成品への変換技術について主要な反応を概説した。石油化学産業において、固体触媒は非常に効率的に使用されており、省エネルギー、低コストに大きく貢献している。このようにオイルリファイナリにおいて広く使われている固体触媒であるが、バイオマス変換（バイオリファイナリ）においても、その役割は大きいと思われる。ただし、既存の固体触媒をそのままバイオマス変換に利用することはできない。その理由は、対象とする原料の化学構造によるところが大きい。既存の固体触媒は、ほとんど官能基を含まない炭化水素を対象として開発されてきた。一方で、バイオマスは水酸基などの多くの官能基を有しており、また水を溶媒とすることも多い。そのため、上述したように、既存の固体触媒の改良や、新しい触媒材料を開発することが求められてきた。固体触媒は酵素などの生体触媒や錯体などの均一系の触媒と比べて、反応選択性が低い。官能基を多く有し、かつ複雑な構造の糖類やリグニンから、目的生成物をいかに高選択的に合成するかが、今後の課題である。そのためには反応機構を理解するとともに、活性点を高度に設計した固体触媒を創成することが求められる。

参考文献

- [1] Fukuoka, A., Dhepe, P.L. (2006), *Angew. Chem., Int. Ed.*, 45, 5161-5163.
- [2] Hölderich, W.F., Röseler, J., Heitmann, G., Liebens, A.T. (1997), *Catal. Today*, 37, 353-366.
- [3] Li, J., He, Y., Tan, L., Zhang, P., Peng, X., Oruganti, A., Yang, G., Abe, H., Wang, Y., Tsubaki, N., (2018) *Nat. Catal.*, 1, 787-793.
- [4] 農林水産省農林水産技術会議 地域資源を活用した再生可能エネルギー等の利活用技術の開発 林地残材を原料とするバイオ燃料の製造技術の開発(2017) <https://agriknowledge.affrc.go.jp/RN/2039017880>
- [5] Koike, N., Hosokai, S., Takagaki, A., Nishimura, S., Kikuchi, R., Ebitani, K., Suzuki, Y., Oyama, S.T., (2016), *J. Catal.*, 333, 115-126.
- [6] Iino, A., Cho, A., Takagaki, A., Kikuchi, R., Oyama, S.T., (2014), *J. Catal.*, 311, 17-27.
- [7] Toda, M., Takagaki, A., Okamura, M., Kondo, J.N., Hayashi, S., Domen, K., Hara, M., (2005), *Nature*, 437, 178.
- [8] Suganuma, S., Nakajima, K., Kitano, M., Yamaguchi, D., Kato, H., Hayashi, S., Hara, M., (2008), *J. Am. Chem. Soc.*, 130, 12787-12793.
- [9] To, A.T., Chung, P.-W., Katz, A., (2015), *Angew. Chem., Int. Ed.*, 54, 11050-11053.
- [10] Kobayashi, H., Kaiki, H., Shrotri, A., Techikawara, K., Fukuoka, A., (2016), *Chem. Sci.*, 7, 692-696.
- [11] Tagusagawa, C., Takagaki, A., Hayashi, S., Domen, K., (2008), *J. Am. Chem. Soc.*, 130 7230-7231.
- [12] Takagaki, A., Tagusagawa, C., Hayashi, S., Hara, M., Domen, K., (2010), *Energy Environ. Sci.*, 3, 82-93.
- [13] Takagaki, A., Tagusagawa, C., Domen, K., (2008), *Chem. Commun.*, 5363-5365.
- [14] Furusato, S., Takagaki, A., Hayashi, S., Miyasato, A., Kikuchi, R., Oyama, S.T., (2018), *ChemSusChem*, 11, 888-896.
- [15] 三菱ケミカルウェブサイト
https://www.m-chemical.co.jp/products/departments/mcc/sustainable/product/1200363_7166.html
- [16] Morita, Y., Furusato, S., Takagaki, A., Hayashi, S., Kikuchi, R., Oyama, S.T., (2014), *ChemSusChem*, 7, 748-752.
- [17] Otomo, R., Yokoi, T., Tatsumi, T., (2015), *Appl. Catal. A: Gen.*, 505, 28-35.
- [18] Takagaki, A., Ohara, M., Nishimura, S., Ebitani, K., (2009), *Chem. Commun.*, 6276-6278.
- [19] Nakajima, K., Baba, Y., Noma, R., Kitano, M., Kondo, J.N., Hayashi, S., Hara, M., (2011) *J. Am. Chem. Soc.*, 133, 4224-4227.
- [20] Gupta, N. K., Nishimura, S., Takagaki, A., Ebitani, K., (2011), *Green Chem.*, 13, 824-827.
- [21] Takagaki, A., Goto, H., Kikuchi, R., Oyama, S.T., (2019), *Appl. Catal. A: Gen.*, 570, 200-208.

伊都キャンパスにおける環境保全活動

伊都キャンパスの環境観測とそのデータ公開

九州大学伊都キャンパスでは、移転に伴う環境への影響評価の一環として、移転および造成活動がこの地域の環境に及ぼす影響の評価を行ってきました。観測を通じて地域社会への影響がないことを確認し、また影響が予想または報告された場合には、地表を流れる水の経路を変えて濁水が周辺地域に流れないようにするなど、対策を取ってきました。

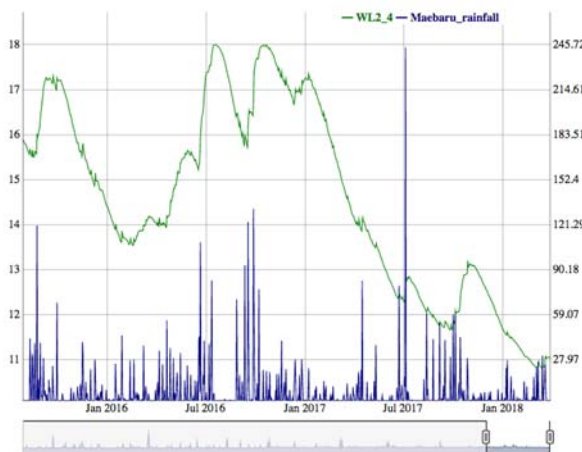


図1 環境監視活動の井戸の水位(緑線、m)と前原アメダス測候所*で計測された雨量(青棒、mm/日)。

*<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>



図2 元岡地区(ウエストゾーン南部)の観測井戸とその所在。この付近の、地下水質(オレンジ)、水位観測(黄色)、地表水水質調査(水色)の観測地点が記載されている。

キャンパス移転が平成30年9月に完了した今、こうした取り組みで得られたデータを、地域社会や九州大学、そして国内外の研究者が研究教育活動に利用できるよう、公開の取り組みが進められています。全体の調査結果は九州大学統合移転事業環境監視調査として毎年出版されており、2007(平成19)年度以降についてはキャンパス計画室のウェブサイトからダウンロードできるようになっております(概要版。報告書全体は2009年度版以降のみ)。

地下水位データと気象データについては、計測値や経年グラフをキャンパス計画室のホームページより閲覧できるようになりました。図1には、監視されている井戸の地下水位と、その時期に前原アメダス観測所で記録された降水量の時間変化が、2015年から2018年末まで表示されています。監視対象となった37地点の井戸およびキャンパス南部にある神子浦の水位が閲覧可能です。グラフの作成に使われたデータは同じページからダウンロードが可能であり、そのデータは伊都キャンパスを利用した教育や研究に使用可能です。緑豊かな伊都キャンパスの地下に巨大な地下水帯があること、それが降雨や乾燥の影響を受けて大きく変動している様を見ることができます。

気象データ(温湿度、風向風速、降水量)については、2019年5月よりキャンパス計画室による観測が始まり、6月より公開が始まっております(キャンパス計画室のウェブサイト>各種データ「キャンパスで取られたデータ」)。今後、計測項目を増やし、キャンパスでの研究教育活動に役立てられるように努めます。

第2章 環境活動と環境教育・研究

伊都キャンパスの環境監視調査

伊都キャンパス移転事業が周辺の環境に及ぼす影響を明らかにするため、環境監視調査を平成 12 年より実施しています。これまで、環境に大きな影響を与えることなく、高い保全目標をほぼ維持していることを確認しています。調査結果については、学内の専門家で構成する環境ワーキンググループと、学内外の有識者で構成する新キャンパス環境監視委員会にて審議して評価見直しを行い、関係自治体や市民に公表していません。

平成 30 年度 環境監視調査項目

| 環境要素 | 調査項目 | 調査頻度 | 調査地点 |
|--------|--------------|----------|----------------------|
| 表面水 | SS | 8 回(降雨時) | 河川及び調整池 8か所 |
| 水文・水利用 | 地下水水位 | 連続測定 | 敷地境界付近 18井戸 |
| | 地下水水質(濁度、pH) | 4 回/年 | 移転用地とその周辺 11井戸 |
| | 塩水化(電気伝導度) | 1 回/月 | 移転用地とその周辺平地部 11井戸 |
| | 湧水量 | 連続測定 | 幸の神湧水 1 地点 |
| 陸生植物 | 植物の生育状況 | 定期観測 | 移植木ゾーン、絶滅危惧種の自生地等 |
| | 航空写真撮影 | 1 回/年 | 移転用地全域 |
| 陸生動物 | 哺乳類 | センサーカメラ | 移転用地内 |
| | 鳥類 | 4 回/年 | 移転用地とその周辺 4 ルート、6 地点 |
| | 爬虫類 | 随時 | 移転用地内 |
| | 両生類 | 随時 | 移転用地内 |
| | 昆虫類 | 随時 | 移転用地とその周辺 |
| 水生生物 | 魚類 | 1 回/年 | 移転用地とその周辺 7 地点 |
| | 底生動物 | 2 回/年 | 移転用地とその周辺 8 地点 |
| | 付着藻類 | 1 回/年 | 大原川上流部 |
| | ホタル類 | 2 回/年 | 移転用地とその周辺 3 地点 |

平成 30 年度の調査結果

- 表面水 : 造成工事が平成 29 年に完了したこともあり、濁りは限定的だった。
- 地下水水位 : 降水量が少なかったこともあり、過年度の変動幅内での減少が見られた。
- 地下水水質 : 水道水質基準を上回るような高い濁度は観測されなかった。
- 塩水化 : 過去 20 年間の経年変化をみると、とくに大きな変化は認められなかった。
- 湧水量 : 降水量が少なかったこともあり、平成 26 年度から続いた上昇傾向は見られなくなったものの、過去の推移と比較して十分な湧水量が維持されている。
- 陸生植物 : 少雨による乾燥のためか、絶滅危惧種や域内希少植物のアキザキヤツシロランやミゾコウジュ、イチヤクソウで個体数が大きく減少した。他の監視対象植物種の多くでは獣害緩和策もあり、個体数が維持または増加した。
- 哺乳類 : イノシシの撮影頻度はここ数年間低めを維持しているが、本年度に入ってから外来種のアライグマが多数撮影されている。
- 鳥類 : 種数、個体数ともに例年と同程度であった。
- 爬虫類 : ニホンイシガメが、アライグマの影響もあり、ほとんど目撃できないほど個体数が減っていると思われる。
- 両生類 : カスミサンショウウオの卵のう数が、少雨による産卵水域干上がりの影響で、過去八年間で最低となった。アカガエルの産卵数も過去 15 年で最低となった。
- 昆虫類 : ヨコバイ類やチョウ類はここ十年間、ほぼ同様の種数を維持している。
- 魚類 : 出現種は 33 種であり、過去の平均出現種数と同程度だった。
- 底生動物 : 移設事業に伴う底生動物への大きな影響は認められなかった。
- ホタル : 平成 13 年から毎年続けられている観測の期間中、最も個体数が少なかった。

環境サークル Ecoa の活動

環境サークル Ecoa 代表 清家 空馬

環境サークルEcoaは、「環境」に興味を抱いた学生が、文系、理系を問わず集まって活動しています。九大祭、キャンドルナイト、海岸清掃など環境をテーマにした活動はもちろんのこと、サークルの親睦も深めるため鍋パーティーやたこ焼きパーティーなども行い、固くないイメージで活動を行っています。

1. 九大祭での活動

第60回の九大祭よりエコアは実行委員会の環境局としてごみの削減に取り組んできました。13種類のごみの分別の徹底や、2009年には、バイオプラスチックカップ、竹割り箸などリサイクルできる品目に加え、リユース食器を導入しました。他大学の環境サークルの有志にも手伝ってもらい、食器を洗って循環させることで、環境負荷を減らそうと行いました。また、廃油やペットボトルキャップの回収、更に生ごみをコンポストに入れ堆肥化をも継続して行いました。

また、出店店舗からエコブースで分別回収を手伝ってくれるスタッフを派遣してもらいました。これによりエコアの活動を各店舗に知ってもらうとともに、各店舗の環境意識を高めることができました。

結果、2006年に約13t出ていたごみを2012年には約3tまでに減らすことができました。これからも活動を継続し、ごみ減量を目指すとともに、学生の環境意識向上に努めていきたいと思えます。

2. 海岸清掃

2019年は7月13日に、生の松原海岸にて海岸清掃を行いました。今回も鳥取環境大学が企画した「JUMP～日本列島を軽くしよう～」へ参加し、他県の大学と共に遠隔ではあるものの、活動を一緒に行いました。ごみの中には、花火のごみなど、私たち大学生の年代が捨てたかもしれないごみもいくつかあり、大学生活のあり方をも考えるきっかけになりました。

3. キャンドルナイト

2008年度以降、この活動を継続しています。キャンパスで伐られた竹を利用し、更に福岡県内のホテルで利用され廃棄予定の蝋燭を再利用し、センターゾーンにキャンドルで天の川を表現しました。また今年はギターサークル「アンブラグド」、



マンドリンサークル、九大お笑いサークル WARABEE、HarmoQ に協力してもらい、同じ時間に演奏会などを実施してもらいました。九大喫嗚珈琲館も連携して、営業時間を延長してもらいました。

再資源化処理施設エコセンター

1. エコセンターの設置と目的

エコセンターは、平成 22 年 10 月伊都キャンパスに設置され、日常的に排出される大量の飲料缶やペットボトル等の回収、再生処理及び環境整備業務を行っています。学内における資源・環境問題に取り組むと共に、九州大学における教育研究活動に貢献することを目的としています。(写真 1)



写真 1 エコセンター

2. 再資源化処理

資源ゴミ（ペットボトル、飲料缶）は、毎日トラックで伊都キャンパスの分別ゴミ集積所 19 箇所から回収しています。(写真 2)



写真 2 集積所のペットボトルと飲料缶

回収したペットボトルは、手作業でキャップやラベルなどの不純物を取り除き、汚れや付着物などが付いているものは水洗いをします。処理後のペットボトルは、再生資源としての付加価値を高めるため粉砕機で細かく砕きフレーク（再生品の原料）にして 10 kgごとに雑袋に入れ保管されます。(写真 3)

また、飲料缶は手作業により水槽で水洗いをしてアルミ缶とスチール缶に分別します。その後、分別した大量の飲料缶は、まとめて缶圧縮機でブロック（固まり）にします。処理後のブロックは、アルミ缶とスチール缶に分けて保管されます。(写真 4)

一定数量に達した再資源化物は、リサイクル業者へ売却されます。再資源化物の売り払い数量を下表に示します。

平成 30 年度の売り払い量

| 廃棄物 | 再生資源化物 | 売り払い量 ton |
|--------|--------|-----------|
| ペットボトル | フレーク | 16.88 |
| 飲料缶 | アルミ 塊 | 3.70 |
| | スチール 塊 | 1.49 |
| | 合計 | 22.07 |



写真 3 ペットボトルを粉砕

3. エコキャップ運動

伊都キャンパス環境対策の一環として、ゴミの分別推進、資源の再利用及び社会貢献の観点からエコキャップ運動（ペットボトルのキャップを集めて世界の子どもたちにワクチンを届ける運動。）を平成 21 年 7 月から実施しています。これまで（平成 31 年 3 月現在）に 346.8 万個を NPO 法人「エコキャップ推進協会」に引き渡してきました。(写真 5)



写真 5 エコキャップ引渡し

キャップを再資源化することで 25,726 kgの量の CO₂ を削減することができました。



写真 4 飲料缶を分別後、圧縮

九州大学生生活協同組合の環境活動

九州大学生生活協同組合 野上 佳則

1. キャンパス内食生活に関わる取り組み

① CO₂ 排出量削減

平成 30 年秋に伊都地区への移転が完了し、生協が運営する店舗状況も大きく変わりました。箱崎地区の 3 食堂と 2 売店を閉鎖、伊都地区で 2 食堂 1 カフェ 2 売店の新規運営を開始しました。大橋地区では、食堂の運営が生協以外の業者が行うことになりました。

生協店舗利用者数は、五月雨式の移転の影響もあり、前年より 2.9 千人増の 3,286,494 人でした。

CO₂排出量[t]と1食あたりのCO₂排出量[g/食]

| | H26 | H27 | H28 | H29 | H30 | 増減 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 電気 | 463.7 | 449.1 | 456.6 | 458.0 | 419.3 | -38.7 |
| プロパン | 105.9 | 97.6 | 86.6 | 79.5 | 23.4 | -56.2 |
| 都市ガス | 89.8 | 95.0 | 97.0 | 104.2 | 120.0 | 15.8 |
| 合計 | 659.4 | 641.6 | 640.3 | 641.7 | 562.7 | -79.0 |
| 食数[千食] | 2,593 | 2,723 | 2,756 | 2,775 | 2,847 | 71 |
| 1食あたり | 254.31 | 235.66 | 232.32 | 231.22 | 197.66 | -33.6 |

総出食数は、約 7.1 万食増え、284.7 万食に達しました。生協食堂全体の CO₂ 総排出量は 562.7 t でした。1 食あたりに換算すると 33.6 g の削減となりました。プロパンから電気・都市ガスの厨房に変わったこと、食数が伸び効率的な調理ができたことによります。

② 自動販売機の運営受託

現在、病院と PFI 事業等を除く学内の自動販売機の運営を行っています。新たに設置する機械はもちろん、設置年数が長いものについても省エネタイプ、低環境負荷タイプの自販機への入れ替えを進めています。平成 30 年度では、伊都移転に伴い設置場所について適正化を行いました。エリアが広くなった分、前年に対し台数は 27 台増えました。エネルギー効率の良い機械での移設が進み 1 台あたりの年間消費電力量は、959.65 kWh から 860.81 kWh へ 98.84 kWh 下げることができました。

③ 飲料容器のリサイクル

回収する飲料容器は資源リサイクルできるように継続して取り組んでいます。店舗・自動販売機周辺のゴミ箱（回収 BOX）での回収、食堂下膳口での回収を行っています。

回収した空き容器は、業者に委託しリサイクルしています。伊都地区では、店舗で回収した空きペットボトルは、九州大学のエコセンターに持ち込みリサイクルしています。

④ 弁当容器のリサイクル

リサイクル可能な弁当容器の回収率向上の取り組みをすすめています。新入生に対し、回収方法の案内を連日昼休みに実施しました。新入生だけのキャンパスとなった伊都センターゾーンですが、最初の習慣づけが大切と、先輩学生も交代で取り組みました。

⑤ 排水・生ゴミ廃棄対策

- 炊きあげライスや無洗米を使用することにより、環境への負荷が大きい米のとぎ汁の流出を抑えています。
- カット野菜の使用率を高め、生ゴミの排出量を抑えています。
- 伊都キャンパスの食堂では、残飯を堆肥化する装置を導入し運用しています。

⑥ 割り箸のリサイクル

食堂全店で、利用者の協力のもと、下膳口で割り箸を分別回収しています。回収した割り箸は、洗浄・乾燥させたものをリサイクル工場へ送付し、パルプの原材料として再活用されています。

リサイクルにご協力ください。

生協のお弁当容器（フタ以外）は、容易にリサイクルできる容器【リリパック】を採用しています。

お召上がり後に、フィルムを剥がさずだけで洗浄作業工程が省け、手間もかからずリサイクルの行程に乗せることが可能です。

販売店舗に回収ボックスを設けていますので、皆さまどうぞ、リサイクルにご協力ください。

九州大学生生活協同組合の環境活動

2. レジ袋削減の取り組み

本年度も継続してレジ袋の削減に取り組みました。総重量では 13 kg 増えましたが、客数の増加（2.9 万人）によるもので、一人あたり利用量はほぼ前年並みです。

2019 年 3 月・4 月の理事会で、環境中にマイクロプラスチックを排出しにくい事業への転換取り組みを行うことを決め、取り組みを開始しました。

[レジ袋の削減] レジ袋を有料化する一方、マイバッグの利用で『マイバッグ利用ポイント』を付与します。

[マイバッグ利用推進] お弁当やパンの利用に適したデザインと一般的なお買い物に利用できるデザインの 2 種類を作成し販売を開始しました。また、公費利用用に「公費通い袋」も準備しました。

[利用添付品の非プラスチック製品への転換] 弁当やデザート購入時に添付しているプラスチック製のスプーンやフォーク、ストロー、マドラーなどを非プラスチック製のものへ転換していきます。

※スプーン付きストローなど代替の製品がないものについては、引き続き代替品を探しつつ、当面は使用いたします。

※現在カフェのコールドメニュー（アイスコーヒーなど）で使用しているカップとフタは、2009 年より生分解素材のものを使用しています。

| 年度 | H26 | H27 | H28 | H29 | H30 | 増減 |
|---------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 枚数[千枚] | 1,078 | 1,244 | 1,193 | 1,156 | 1,122 | -34.0 |
| 袋重量[Kg] | 2,817 | 3,214 | 3,112 | 2,988 | 3,001 | 13 |
| 客数[千人] | 3,116 | 3,195 | 3,230 | 3,257 | 3,286 | 29 |
| 枚/人 | 0.346 | 0.389 | 0.369 | 0.355 | 0.341 | -0.014 |
| g/人 | 0.904 | 1.006 | 0.963 | 0.917 | 0.913 | -0.004 |
| 前年比 | 88.8% | 111.2% | 95.8% | 95.2% | 99.6% | 4.3% |

2019年6月20日

利用者 各位

九州大学生協

「環境中にマイクロプラスチックを排出しにくい事業」へのご理解をお願いします

6月3日付けで、標題の案内を行っていました。
具体的な内容についてお知らせいたします。

1. レジ袋の削減

- ① 7月1日より有料化します。大きさに関係なく2円とします。
※九大グッズ用の九大生協作成のものやクッキー用のメーカー専用のもの、書籍で使用している提携取引先作成の専用袋は除外します。
- ② マイ(エコ)バックの利用についてポイント(1ポイント)を付与します。
全学共通ICカード機能により電子マネーで決済された場合です。
現在レジ袋をつけていないものは対象外です。
・ソフトクリーム・テッピングアイス・カフェメニューのコーヒーなど。
・基本的にシール対応している、飲料や小型のお菓子なども対象外です。
お弁当や飲料などある程度の大きさのものを複数購入された場合や、重量のあるもの、岐阜店で販売している果物野菜など不定形のものなどの購入が付与の対象となります。
- ③ 付与の境界で判断の違いが生じることが起きます。
今回の施策は、大きな環境問題となっている、環境中に排出されるプラスチックの削減が目的です。お許しください。
- ④ 九大生協オリジナルのマイ(エコ)バックを作成し、2種類を販売します。
「パンやお弁当などの利用向け」
「一般的な買い物利用にも使えるもの」
そのほか、使いまわしする、公費利用時の「公費通い袋」も作成します。
※こちらは、使いまわしができなければ生協として大きなコスト負担になります。

2. プラスチック製のスプーン等の廃止
弁当やデザート利用時に添付しているスプーン等を順次他の素材に変更していきます。

3. ストローの一部を生分解性素材のものに変更します。
但し、スプーン付きストローなど代替の製品のないものは当面使用します。
現在、コールドのカフェメニュー（アイスコーヒーなど）で使用しているカップとフタは、2009年から生分解性素材のものを使用しています。

4. 次のステップで、マイカップ利用の拡大などを検討していきます。

以上

次世代エネルギー開発と自然エネルギー活用

九州大学では、水素エネルギー、風力、波力、地熱などの再生可能エネルギー、核融合エネルギー、さらには、現在も世界の各地で利用されている石炭などの炭素資源のクリーンかつ有効な利用に関する研究まで、近未来から将来にわたってのエネルギー研究に総合的に取り組んでいます。

とくに、伊都キャンパスでは、エネルギー問題に積極的に対処すべく、自然エネルギーの活用から次世代のエネルギー研究を包括的に行っています。

水素エネルギー

クリーンエネルギーである水素エネルギーを利用した社会の実現を目指し、(独)産業技術総合研究所や福岡県福岡水素エネルギー戦略会議と連携し、水素に関する基礎研究から実用化を目指した実証実験を展開しています。

写真は、伊都キャンパス内に設置されている水素ステーションです。ここでは、水電解方式で得られた水素を水素燃料電池自動車(MIRAI、CLARITY)に供給しています。



水素ステーション

風レンズ型風力発電設備

伊都地区ウエストゾーンに、低炭素社会の実現とエネルギーの安定供給のために、地球環境調和型の自然エネルギーとして、九州大学開発の風レンズ風力発電設備(応用力学研究所 大屋グループで開発)を設置し、大型化に向けた実証実験を行っています。

風車の発電容量は、計 196 kW で、平成 30 年度の発電電力量は約 1.4 万 kWh で構内電気設備に連系しています。



70kW × 2 風レンズ風車

太陽光発電設備

伊都地区に 303kW、筑紫地区、病院地区に 119kW の合計 422kW の太陽光発電設備を設置し、平成 30 年度は年間約 40.8 万 kWh を発電しました。

これは、一般家庭約 60 軒分の年間電気使用量に相当します。



ウエスト5号館屋上の太陽光発電

燃料電池発電設備

伊都地区にエネルギー供給の多様化の実証施設として、都市ガスを燃料とし、化学反応で発電する燃料電池と、燃焼ガスを利用したマイクロガスタービンにより発電するハイブリッド発電設備(250kW 級)を設置し、主に共進化社会イノベーション施設の電力として供給しています。平成 30 年度は年間約 97 万 kWh 発電しました。また、燃料電池等の次世代エネルギーによる学内への電力供給及びリアルタイムの電力状況を公開し未来エネルギー社会実証実験を展開しています。

九大伊都エネルギーインフォメーション



250kW 級 燃料電池発電設備

第2章 環境活動と環境教育・研究

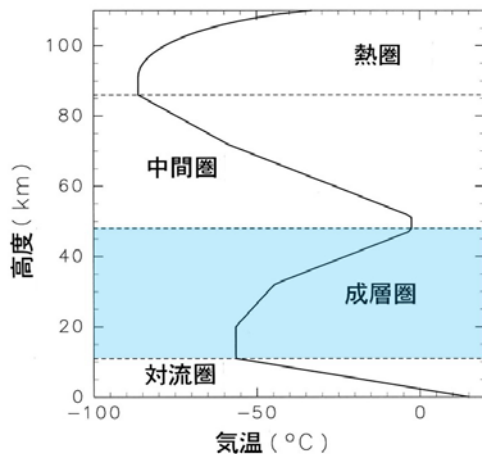
環境関連の研究

1. 理学研究院における環境研究

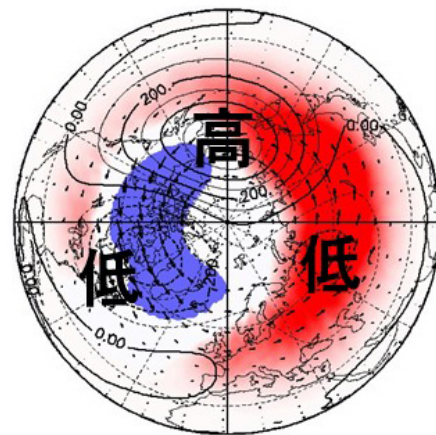
研究テーマ「成層圏からの大気波動の下方伝播と北米寒波の関わり」

担当教員： 理学研究院地球惑星科学部門 廣岡 俊彦 教授

概要： 成層圏とは高度約 10 km から 50 km の大気領域をいい、大気全体の質量の 2 割程度を占めているのみである（第 1 図）。そのような、高層の大気が、地表の天候にどのような影響を与えているのかという研究が、特に冬季の異常気象との関連で、近年活発に進められている。大気中には、様々な時間空間スケールを持つ波動が存在し、例えば、日々の天候と密接に関連している高気圧、低気圧も、地表付近で顕著となる大気波動の一つである。一方、成層圏中で卓越する波動は、これらより大きなスケールを持つ地球規模の大気波動で、ロッキー山脈やヒマラヤ山脈のような大規模な山岳などにより地表付近で励起されたものが、成層圏へと伝わったものである。そのような波動が、時々成層圏内で屈折、反射されて、地表付近へと下方に伝わってくることもある。その結果、高気圧や低気圧が影響を受け、天候に大きな影響を与えることが明らかになりつつある。第 2 図に示す、大気流体力学研究室の解析によると、このような下方伝播は北米大陸付近で生じやすく、北米東海岸での強い寒波の出現に関与していると考えられている。



第 1 図 平均的な気温分布に基づく、大気領域の名称。成層圏は高度約 10 km から 50 km の大気領域の名称である。



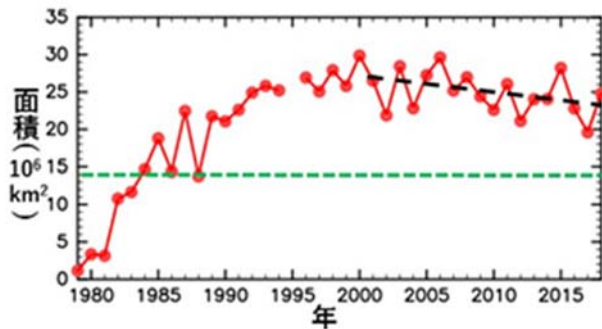
第 2 図 1958 年～2016 年の北半球冬季において、成層圏中約 25 km の高度で、大気波動の下方伝播が顕著な日を抽出し、その時の平均的な気圧分布（等値線）と、大気波動の伝播方向の特徴を表す図。水平方向の伝播を矢印で、上下方向の伝播をカラーで表している。赤は上方、青は下方伝播の領域である。（大学院生の松山裕矢氏作成）

研究テーマ「南極オゾンホール面積の年々変動」

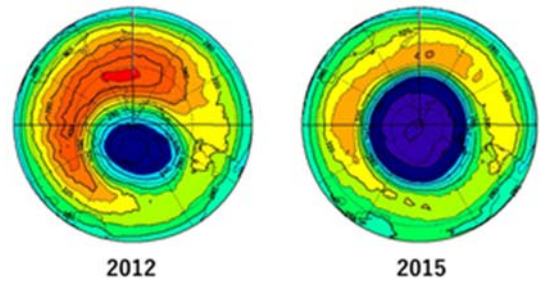
担当教員： 理学研究院地球惑星科学部門 廣岡 俊彦 教授

概要： オゾンホールは、南極大陸上空を中心に、1970 年代末から毎年 9 月から 10 月頃に現れる、高度約 12 km から 22 km の成層圏オゾンがほとんど破壊される現象である。近年オゾンホールに関する報道が減り、オゾンホールは解決したと思っている方が多いかも知れないが、年最大オゾンホール面積の年々変動図（第 1 図）に示すように、現在も南極大陸面積（緑点線）の 1.7 倍程度の面積で出現している。2000 年以降、オゾンホール面積はわずかながら縮小傾向が見られ（黒点線）、これは、オゾン層破壊物質に関するオゾンホール議定書発効による、クロロフルオロカーボン類などの削減効果の現れと考えられている。一方で、オゾンホール面積には大きな年々変動が見られ、変動幅は全体の 3 割に及ぶ。第 2 図に、大気流体力学研究室で作成した、オゾンホールが小さかった 2012 年と大きかった 2015 年のオゾン量分布を示すが、前者では、濃い青色のオゾンホール域がオレンジ色のオゾンが多いオゾンクロワッサンに囲まれ、著しく縮小しているのがわかる。このような変動は、大気中に存在する様々なスケールを持った大気波動が引き起こすと考えられており、研究室ではその詳細を調査中である。

環境関連の研究



第1図 オゾンホール年最大面積の年々変動図。縦軸は百万 km² を単位として表し、緑点線は南極大陸面積を、2000 年以降の黒点線はトレンドを示す。オゾン全量は、大気柱の全オゾンを経緯標準状態にした時の厚さを、1/10 万 m を単位にしたドブソン単位で計り、オゾンホールは 220 ドブソン単位(2.2 mm)以下のオゾン全量の領域である。(大学院生の劉光宇氏作成)



第2図 オゾンホールが小さかった 2012 年と、大きかった 2015 年の 10 月平均南半球オゾン全量分布図。中心が南極点、単位はドブソン単位。濃い青色の領域がオゾンホールで、その周辺にオゾンが多い（オレンジ色）三日月型の領域があり、オゾンクロワッサンとよばれている。

2. 筑紫地区(大学院総合理工学研究院等)における環境研究

大学院総合理工学研究院は、理学と工学を融合した新しい学問体系である「理工学」分野の研究院であり、平成 10 年度に環境調和型社会の構築に貢献する研究と人材育成の推進を目指して大幅な改組拡充を行いました。また、大学院教育を担当する大学院総合理工学府の責任研究院として、その教育理念を支える理工学研究を積極的に推進しています。すなわち、物質・エネルギー・環境を 3 本柱として、理工学の視点から 3 者の融合した分野における地球環境との調和のとれた次世代の科学技術に挑戦し、長期的視野に立った未来志向型・創造型の戦略研究を展開しています。大学院総合理工学研究院において環境をキーワードにして研究・教育を行っている部門は次のとおりです。

【エネルギー環境共生工学部門：流動熱工学講座，熱環境工学講座】

本部門は、多様な高速流動の計測と数値解析によって流体の流動エネルギーの利用促進とその効率化を図り、さらにバイオマス燃料などを用いた新しい低公害エンジンシステムの開発等の研究、及び多様な熱移動解析によって都市空間の熱環境形成機構の解明とその制御手法の確立を図り、さらにパッシブ手法に基づく省エネルギーと快適性を高度に満足される住居空間の開発等の研究を行っています。

【流体環境理工学部門：流体環境学講座】

本部門は、人類の生命環境を維持している地球環境圏が直面している危機に対する方策を確立するため、フラクタル物理学、宇宙・天体プラズマ物理学、あるいは流体物理学や環境流体力学、さらには海岸工学や海洋力学の視点に立った研究を行っています。

さらに、上記以外にも、合金、半導体、ガラス、セラミクスなどの結晶質と非結晶質のナノスケールの構造解析と制御により、すぐれた特性を有する材料の開発及び光機能・超微量物質の検知機能など有用新機能材料の設計と創成並びに核融合や核分裂を利用した先進的核エネルギーシステム、水素、太陽エネルギー等の多角的利用を目指した新型エネルギーシステムの開発等の研究を推進しています。

応用力学研究所では、これまで蓄積してきた力学的研究を基礎として、地球環境問題の深刻化に対応する研究を推進するため、地球環境の保全と新エネルギーの開発に全国の研究者を結集し、「新エネルギー力学」、「地球環境力学」及び「核融合力学」の 3 研究部門と「大気海洋環境研究センター」、「高温プラズマ理工学研究センター」及び「自然エネルギー統合利用センター」の 3 附属センターを設けています。

先導物質化学研究所では、ナノテクノロジー、環境・エネルギー、バイオ・ライフサイエンスなどの 21 世紀を支える先端的産業技術の礎として必要不可欠な、「物質化学における先導的な総合研究」を展開するため、「物質基盤化学」、「分子集積化学」、「融合材料」、「先端素子材料」及び「ソフトマテリアル部門」の 5 研

第2章 環境活動と環境教育・研究

環境関連の研究

究部門を設けています。

グローバルイノベーションセンターでは、プロジェクト部門で、地球環境保全、環境計測、新エネルギー開発、省エネルギー技術などに関連した高性能で実用性の高い新規なデバイス、装置、プロセスなどの発案・設計・開発・評価を行うことによりエナコロジー社会の実現に貢献できる先端的、創造的プロジェクト研究を行っています。

グリーンテクノロジー研究教育センターでは、低炭素化社会とその先にある炭素循環社会において必要となる「統合的な物質・エネルギー・環境システム」の実現に資する技術に関する学術的研究および社会実装研究を行っています。

大気物理統合解析センターは、地上と衛星をつなぐ新しいアクティブセンサ解析システムを構築し、雲とエアロゾルの衛星観測の解析法を発展させ、衛星解析に基づく気候変動と極端現象研究を行っています。

3. 大橋地区(芸術工学研究院)における環境研究

芸術工学研究院では、環境デザイン部門において、環境に関する研究を行っています。他の芸術系学部や理系学部にはない総合的な分野が多く含まれています。

■ 環境デザイン部門の概要

望ましい生活環境の形成・持続のために、人間と環境の織りなす諸関係の歴史・哲学・人類学的考察ならびに自然環境の保全・組成に関する研究、生活環境の防災・調整・経済システム、環境諸要素の設計・生産システムの研究を行うとともに、地域・都市・建築及び自然・歴史環境の計画・設計に関する実践的研究を行います。

■ 研究内容

| 研究名 | 研究内容紹介 |
|--------|--|
| 環境論 | 人間と環境の織りなす諸関係の歴史的・哲学的・人類学的考察、自然環境の組成的・保全的考察に基づき、望ましい環境の形成に関する高度な教育研究を行う。 |
| 環境計画設計 | 望ましい生活環境の形成に必要とされる地域環境、都市環境、建築環境、自然環境、歴史環境の計画・設計について、実践的見地から高度な教育研究を行う。 |
| 環境システム | 望ましい生活環境の持続に必要とされる防災・調節システム、環境諸要素の設計・生産システム、適正な経済システムについて、高度な教育研究を行う。 |

■ 主な研究施設

| 施設名 | 施設紹介 |
|-------|--|
| 環境実験棟 | 造物の安全性に関する諸実験並びに住環境の快適性に関する諸実験を通じて、環境設計条件についてのより深い理解を求めようとする教育研究上の施設である。環境実験棟は総床面積 432 m ² の 2 階建てで、1 階に多目的構造物加力実験装置、2 階に小型風洞が設置されている他、関連する諸装置が設備されている。 |

第2章 環境活動と環境教育・研究

「環境月間」行事等

キャッチフレーズ「かけがえのない地球（Only One Earth）」を掲げ、環境問題についての世界で初めての大规模な政府間会合、国連人間環境会議がストックホルムにおいて1972年6月5日から開催されました。国連はこれを記念して、6月5日を「世界環境デー」に定めています。

日本では、平成5年11月に制定された環境基本法において、6月5日を「環境の日」、6月を「環境月間」として定めており、国、地方公共団体等において各種催しが実施されています。本学においても様々な取り組みを行っています。「環境月間」に行った取り組み、または「環境月間」の趣旨に沿って行われた取り組みについて、以下にご紹介します。

1. 学内の環境美化

各部局等で多くの学生・教職員が参加して、清掃作業や除草を行っています。

1 理学研究院

環境月間行事として、理学研究院等のキャンパス周辺の草刈り及び樹木剪定を行いました。

○平成30年度の実施状況

(1回目) 7月22日 除草範囲(約550㎡)

2 農学研究院

「環境月間」には、農学研究院等においても、「環境の日」「環境月間」の趣旨に沿って、毎年構内の美化活動(清掃、雑草除去等)を行っており、多くの教職員、学生が参加しています。

3 病院地区

九州大学病院地区では、例年環境月間の時期を中心に、職員による清掃活動等を行っています。病院事務部では、病院地区構内の草刈り、道路脇や側溝の落ち葉や土砂等の回収を行いました。

【清掃活動の様子】



☆病院事務部による構内の除草・側溝等の清掃作業

4 附属図書館

附属図書館では、環境月間の行事として館外の清掃活動を実施しています。

中央図書館では、毎年6月の環境月間(または5月)に清掃活動を行っており、図書館職員による除草作業、空缶、空瓶、ペットボトル、タバコの吸殻等のごみ拾いなどを行い、図書館周辺の環境保全に積極的に取り組んでいます。また、各図書館等においても、学内の環境月間に合わせて、清掃活動を実施しています。

第2章 環境活動と環境教育・研究

「環境月間」行事等

2. 省エネルギー活動

節電パトロール、冷暖房温度の設定の徹底等の取組を行い、省エネルギー対策を行っています。

1 工学部

【省エネルギー機器への交換】

平成30年度（平成30年4月～平成31年3月） 1,736台取替実施

居室 Hf32W2灯用296台、廊下 Hf32W1灯用591台、廊下及びトイレ ダウンライト849台をLEDに交換



Hf32W（取替前）



LED（取替後）

消費電力 Hf32W2 灯用 89W → LED 照明器具 44.3 W
Hf32W1 灯用 48W → LED 照明器具 21.5 W
ダウンライト 42W → LED 照明器具 21.5 W

消費電力
約 50%削減

【省エネルギーへの心がけ】

身近な行動から省エネルギーにつながることを意識してもらうよう、ステッカーを作成して掲示しています。エレベーターのボタンを押す手を止めて、階段で行かれる教職員もよく見られます。



エレベーターのボタン付近



事務室照明スイッチ付近



空調リモコン付近

身近にあるスイッチの近くに貼られた省エネを呼びかけるステッカー

2 理学研究院

【節電対策の実施】

理学研究院教授会において部門毎の電力量及び前年度との比較を毎月報告し、省エネに対する注意喚起を行いました。さらに、夏季節電対策として中央熱源の設定温度を+1℃に変更や、リフレッシュスペースの電気温水器（32台）の電源をオフにしました。

【夏季の軽装（クールビズ）の実施】

地球の温暖化防止及び省エネルギーに資するため、5月1日から10月31日まで、可能な限りの軽装の励行を、教職員にメールや掲示板を通じて周知しました。また、事務室入口に、夏季軽装の期間である旨の掲示をし、来客等にも広く理解を求めるよう努めました。

第2章 環境活動と環境教育・研究

「環境月間」行事等

3 附属図書館

附属図書館は、学生・教職員の学習・教育・研究を支援する組織であり、利用者サービスの向上を図り、できるだけ多くの利用者に長時間利用していただくことを大きな目的としています。開館時間の延長や閲覧施設・設備の整備、その年の天候等により光熱水量が増加することもあります。常に費用対効果を意識し、利用者のみなさまのご協力とご理解に努めながら省資源対策に取り組んでいます。

省エネルギーへの具体的な取り組みとして、

- ・クールビズの励行
- ・昼休みの一斉消灯及び不要部分の消灯の徹底
- ・OA 機器等の待機電力のカット（スタンバイ状態のカットなど）
- ・空調機使用前及び定期的な空調機フィルターの清掃
- ・休業期の無人開館サービスの停止によるエネルギー使用量の縮減（医学図書館）

などを実施しています。

4 病院地区

(1) 電気：九州大学病院では南棟開院以来、LED をはじめとする高効率照明や、トップランナー変圧器の導入、蛍光灯の間引き点灯の実施により省エネを図ってきました。くわえて、東日本大震災に端を発する電力供給不足から、地区全体で継続して節電に取り組んでいます。その結果、病院地区の使用電力量は、前年度比 約 4.4%減少となっています（H29 年度：70,084 千 kWh/H30 年度：67,014 千 kWh）。また、コージェネレーションシステムによる蒸気の供給と発電を行い、デマンド（最大需要電力）を抑制しています。コージェネレーションシステムとはガスタービンにより電気を発電し、同時にその際に出た廃熱を冷暖房や給湯、蒸気などの用途に活用する省エネルギーシステムです。自家発電による発電電力は約 3,300 kW で、これは病院地区のデマンドの約 2 割に相当することから、九州電力との契約電力を 10,920 kW に抑制しています。

(2) ガス（天然ガス）：天然ガスは、石油や石炭に比べ温暖化の原因物質のひとつである二酸化炭素の発生量が少ないため、環境の負荷を低減するエネルギーとして期待されています。病院地区では、現在 3 基設置されているボイラーの燃料を主に天然ガスとすることで、大きな CO₂ 削減を行っています。また、ガスタービンエンジンのコージェネレーションシステムを稼働して、発電とエンジンからの廃熱を利用して生成した蒸気を、主に病院のエネルギーとして利用しています。通常の発電機は、入力熱エネルギー（燃料）に対し、利用出来る熱エネルギー効率は 24%程度ですが、このコージェネレーションシステムは、入力熱エネルギー（燃料）に対し、排熱を回収し蒸気をつくることで 79%の熱エネルギー効率と無駄の少ない省エネルギーシステムとなっています。

個別空調も電気式が主流でありましたが、現在は北棟、ウエストウイング、外来診療棟、講義棟、歯学系総合研究棟、基礎研究棟、保健学科も GHP（ガスヒートポンプ）に切り替え、電力量の標準化を図っています。また、平成 30 年度は熱源システムの高効率化に伴う ESCO 事業により、ガス使用量が大幅に減少しています。

(3) 重油：重油はボイラーの燃料として使用しますが、環境への負荷を考慮し、病院地区のボイラー 3 基を天然ガスを主燃料として運転を行っています。平成 30 年度は使用量が減少したことにより、CO₂ の排出量が前年度と比較して、約 3,092 t 削減されたこととなります。

(4) 給水：病院地区では、福岡市からの上水道を取水して使用していますが、同時に構内の井戸水のうち脱塩ろ過を行った井戸水を飲料用として市水と混合して使用し、市水道使用の削減を図っています。また、病院では、雨水、雑排水、井水を処理し、トイレ洗浄用水として使用しています。学部の各建物は、井水をろ過した雑用水をトイレ洗浄用水として使用しています。平成 30 年度は夏季の平均気温も要因となり、使用量が減少しています。

(5) 冷凍機設備（スクリュウチラー 能力：500USRT 設置台数：2 基）：本冷凍設備は病院北棟、南棟の空調設備熱源用として設置されていて、夜間（22 時～8 時）の価格の安い電力で氷を作ると同時に、熱交換器で廃熱を回収し、同時に温水も作っています。これらの熱エネルギーを昼間の空調用の冷温水として利用することで、電力使用のピークを平準化し、電力デマンドを抑制すると同時に、昼間の空調エネルギー

「環境月間」行事等

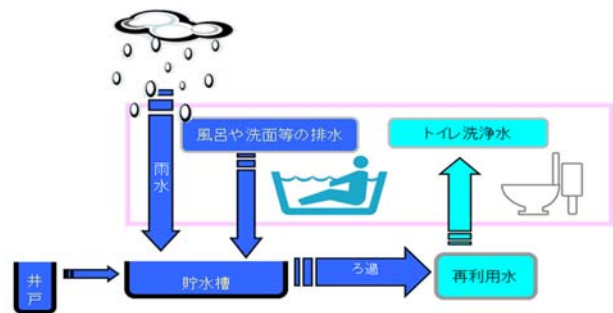
を削減することができます。また、毎日の製氷率、解氷時間のデータを記録し、電力のピークに合わせ解氷時間の調整を行い、電力デマンドのピークが低く保たれるよう、定期的に調整を行っています。その結果、使用電力量を抑え、CO₂の抑制に貢献できる設備となっています。

- (6) 蒸気エネルギーロスマップによる蒸気トラップの管理: 蒸気エネルギーのロスを少なくするため、蒸気トラップ装置(送気管内でたまったドレン(蒸気が冷やされ温水になったもの)を排除し蒸気の通りを良くするための装置で、この装置が詰まったり、漏れたりすると、蒸気の通りが悪くなったり、熱エネルギーとして十分使用出来ないままボイラーへ戻ってしまいます)を管理しています。ロスがあるトラップの場所、個数を把握するためのロスマップを作成し、計画的な交換を行い、エネルギーロスを抑えています。平成30年度はこのロスのあるトラップ3個の交換を実施していて、この交換により約19.2tのCO₂削減につながっています。



冷凍機設備 スクリューチラー

- (7) 新病院の水利用: 新病院においては、病棟から発生する風呂や洗面等の排水及び、雨水・井戸水を処理し、トイレの洗浄水として再利用



新病院における水の再利用

する設備を設置しています。この再利用設備には、それぞれの排水をろ過する装置を設置しています。平成30年度は50,923tを再利用水として使用していて、ドラム缶に換算すると約254,615本になります。これは同年度の新病院におけるトイレ洗浄水使用量の約27%に当たります。

5 大橋地区

節電対策: 夏季の冷房期間及び冬季の暖房期間には、電力使用量を抑制のために室内温度の設定を徹底し、節電を励行し、省エネ対策に努めました。また、5号館及び7号館講義室の照明器具をLEDに更新し、省エネ化を推進しました。

夏季のクールビズ、冬季のウォームビズの励行: 地球温暖化防止及び省エネルギーに資するため、5月1日から10月31日まで、可能な限りクールビズの励行を行いました。なお、来客者等には、掲示により理解を得るように努めました。また、冬の地球温暖化防止対策について暖房を可能な限り使用せず、衣服で調節するよう励行しました。

3. その他

放置自転車等の整理(大橋地区)

駐輪場以外の場所に放置されていた自転車等に、一定の期間内に移動をする旨のタグを貼り付け、期間を超えても駐輪場に移動されなかったものについては撤去処分を行いました。

ごみの分別に関する環境点検(附属図書館)

分別置き場に出されている可燃ごみの袋や室内の可燃ごみ分別容器等を点検対象とし、混入している資源化物や不燃ごみの重量を計測しました。

環境関連の公開講座

1. 親子わくわく自然体験

【実施部局：農学部附属演習林 北海道演習林】
（受講者：43名 期間：7/21～7/22）

森林や環境問題に対する理解を親子共に深めることを目的に、十勝地方における森林について講義し、北海道演習林内の自然を観察・体験しました。森林散策では、天然林を散策しながら十勝における天然林の主要樹種であるミズナラやその他の成育している樹木に関する説明を行いました。水源地観察では川の上流を探索し、水源の様子を観察したり、水質分析を簡易的に行い、森林の水源涵養機能に関する説明を行い、川に生育する生き物を観察しました。樹木の玉切りでは木材加工のための樹木の切断を体験しました。親子共に学習し、体験することで十勝の森林について理解を深めてもらいました。



北海道演習林 森林散策の様子

2. 里山森林体験講座

— 里山林の多面的機能と持続的利用 —

【実施部局：農学部附属演習林 福岡演習林】
（受講者：14名 期間：7/31～8/1）

小中高校の教員を対象に、講義や演習、演習林内での森林調査を通して、森林の機能や環境問題について自ら考え、その過程で、自然を理解する方法や理解した自然を他者に適切に伝える方法を習得してもらいました。今後、この経験が幅広い場面で子供たちの学習に反映されることが期待されます。



福岡演習林 土壌調査の様子

3. 農学部附属彦山生物学実験施設等を利用した環境昆虫学及び野外実習

【実施部局：農学研究院昆虫学分野】
（受講者：10名 期間：7/31～8/1）

九州大学農学部附属彦山生物学実験施設と県立英彦山青年の家を利用して、自然に親しむとともに、昆虫の多様性について説明し、地球温暖化による影響などについて解説しました。また、野外実習として実験施設付近で各種トラップを用いた昆虫採集を行い、標本作成技術を習得していただきました。



農学部附属彦山生物学実験施設 野外実習の様子

第2章 環境活動と環境教育・研究

環境関連の公開講座

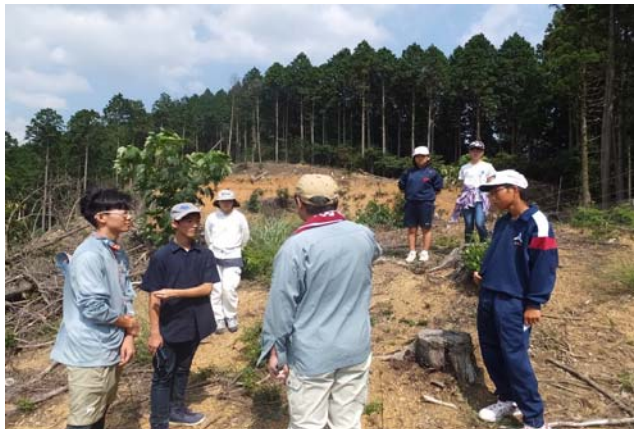
4. 森林のサイエンス

【実施部局：農学研究院森林環境科学講座】

(受講者：9名 期間：8/3)

地球温暖化、生物多様性の喪失、熱帯林の減少・劣化、水資源の枯渇、人工林の手入れ不足による森林機能の低下など森林にかかわるさまざまな問題が地域あるいは地球規模で生じており、現在、その解決にむけた様々な研究が行われています。本プログラムでは、九州大学の森である演習林で行われている研究を紹介するとともに実際の森に入り、以下のとおり森林を測る簡単な実習を行いました。

- ・ 樹木の識別
- ・ 樹木の成長と幹の強さの計測
- ・ 環境計測
- ・ 演習林に設定されている様々な試験地の見学



福岡演習林内説明の様子

5. 食と農の環境科学

【実施部局：農学研究院生産環境科学講座】

(受講者：19名 期間：8/5)

私たちの食料と農業を取り巻く環境において、温暖化、自然災害、人口増加、農耕地の砂漠化、水資源の枯渇と汚染、異常気象、中山間地の荒廃、安全・安心な食料の安定供給などが社会問題となっています。これらの問題に深く関わるトピックス（農作物を育む土、水、大気環境など）について、講義と実験・実習を通して理解を深めました。



食と農の環境科学についての実験・実習の様子

6. 九州山地の森と樹木

【実施部局：農学部附属演習林 宮崎演習林】

(受講者：12名 期間：10/27～10/28)

九州山地の中央部に有する広大な森林の特徴を活かして、森林育成・保全、地球環境における森林の役割等に関する教育研究を永年にわたり実施してきた研究成果をもとに、講義及び実習を行いました。九州山地の森林や樹木、森林動物などの生態的特徴や森と水の係わりに関する知識を深めてもらうとともに、雄大な自然を満喫してもらいました。



宮崎演習林内説明 林内散策の様子

第2章 環境活動と環境教育・研究

新聞に報道された環境活動

2018年4月～2019年3月

| | | | |
|--|---|-----------------|----------|
| 1. 環境保全 | 可也山の里山保全対策提案 建築材への利用推進/教育の森としての活用 佐藤・九大院教授グループ現地調査 | 毎日 | H30.5.12 |
| | 世界遺産・宗像の海を美しく さつき松原海岸を清掃 ごみ運搬ロボットも一役 600人が汗 ロボットは九大や九工大、地元環境団体が協力して開発中 | 毎日 | H30.6.13 |
| | 海洋環境テーマ 宗像で初の研修 12か国・地域の学生25人 九大や長大などの学生と共に | 毎日 | H30.6.29 |
| | 絶滅危惧種のサイ受精卵 欧州・日本など 近縁種卵子で作製 (林克彦教授) | 日経 | H30.7.5 |
| | 海を汚染するマイクロプラスチック 私たちにできることは 九大応用力学研究所の磯辺篤彦教授 | 西日本 | H30.7.25 |
| | 有明海再生 国に重責 海の環境取り組みを 九大矢野真一郎教授 | 西日本 | H30.7.31 |
| | この海の手先へ 宗像国際環境100人会議.下 発信する漁師と消費者を結び付け 九大院2年の逢妹さん | 西日本 | H30.8.24 |
| | 地球環境や貧困を議論 25日～28日 九大、福岡でフォーラム | 読売 | H30.9.13 |
| | 国際課題 英語で議論 九大生ら「模擬国連キャンプ」 大分 | 西日本 | H30.9.14 |
| | 九大伊都 巨大な「研究室」豊かな自然 森林で動物観察 272ヘクタールの敷地 | 読売 | H30.10.5 |
| | マイクロプラ 10年後に倍 九大チーム太平洋の濃度予測 九大磯辺篤彦教授(海洋物理学)ら研究チームまとめる | 西日本 朝日 日経 | H31.1.25 |
| | 微小プラ汚染を学ぶ 24日引津公民館 講師・九大気象海洋環境研究センター磯辺篤彦教授 | 糸島 | H31.2.14 |
| | 化石燃料から排出「黒色炭素」汚染物質削減で温暖化が加速か 九州大応用力学研究所の竹村俊彦教授、対策に疑問符 | 西日本 | H31.3.15 |
| | 海洋プラごみ削減支援 環境省・東南アに技術供与 排出源特定へ九大・東京海洋大など連携 | 読売 | H31.3.15 |
| 脱プラ日本も加速 レジ袋有料・ストロー削減・植物由来活用 微細プラ急増 「世界中の研究者が協力し解決にあたるべき」磯辺篤彦・九州大教授(海洋物理学) | 読売 | H31.3.15 | |
| 2. エネルギー開発 | 2重羽根で発電に新風 元九大生起業 ベンチャー実用化 九大で風車の研究をしていたローンジョシュアさん | 西日本 | H30.5.19 |
| | 小水力発電 中山間地明るく 九大OBベンチャー5年 | 西日本 | H30.6.7 |
| | 小水力発電 山間地に光 売電収入、集落持続に一役 一貫して支援するのは九大流域システム工学研究室の卒業生らで作るコンサルタント会社「リバーヴィレッジ」 | 西日本 | H30.7.17 |
| | 九大、水素研究を強化 研究は国の国際戦略総合特区事業に採択され、約3億円の助成を受ける | 産経 | H30.9.3 |
| | 九大、再生可能エネで水素製造目指す | 日刊工 | H30.9.11 |

第2章 環境活動と環境教育・研究

新聞に報道された環境活動

| | | | |
|--------------------|---|--------|----------|
| 2. エネルギー開発 (続き) | 西日本発 ものづくりイノベーション EVのコア握れ 電池素材 裾野ひろがる 九大の猪石篤助教らは電極と電解質を一体化したリチウムイオン電池を開発 | 日経 | H30.10.4 |
| | 電動航空機 日本に期待 超電導などの技術ボーイング社が注目 九州大学・岩熊成卓教授ら技術協力を合意 | 朝日 | H31.2.18 |
| 3. 地球温暖化・省エネ | 九大など、電力共同調達 国立大・高専 16 校年 1 億 7500 万円削減 | 日経 | H30.5.29 |
| | 利用期間長く省エネ逆行 エアコン温度調整心がける人は・・・ 九大調査「適切な使い方啓発を」 芸術工学研究院近藤加代子教授 | 西日本(夕) | H30.9.21 |
| | 広がる九大モデル ガソリン・電力共同調達 | 日刊工 | H31.2.21 |
| 4. 資源・リサイクル | ビール廃液高効率発電 九大とアサヒ 燃料電池の技術活用 | 日経 | H30.5.23 |
| | 鶉の「起き上がりこぼし」九大生ら制作 ふるさと納税返礼に ¹⁾ | 読売(夕) | H30.7.18 |
| | 流木が一転 水の守り神 九大の彫刻家、龍の作品に 朝倉の復興見守る 九大芸工准教授 知足美加子さん | 西日本(夕) | H30.9.1 |
| | 朝倉スギに新たな価値を 起き上がり小法師 九大生らが制作 ¹⁾ | 産経 | H30.9.4 |
| | 駆除したシカ肉ライオンのエサ 大牟田市動物園、捨てずに活用 九大(細谷忠嗣准教授・生物多様性科学)と取り組み ストレス軽減にも目標は「地産地消」13 日同動物園にて九州大がシンポジウムを開催 | 朝日 | H31.3.1 |
| 5. その他 | 農業 AI で効率化 九大と富士通、共同研究 | 日経 | H30.4.13 |
| | 有機 EL 輝度高く 九大、光のもとを効率生成 安達千波矢教授、中野谷一准教授 | 日経 | H30.7.6 |
| | 「燃料電池」作れたよ 化石燃料の問題点も理解 九大の水素エネ体験学習 | 糸島 | H30.8.9 |
| | 有機 EL ディスプレーに使う新たな発光材料を開発する九州大学発ベンチャーKyulux(キューラックス福岡市) 九大安達千波矢主幹教授が開発した「熱活性化遅延蛍光(TADF)を活用する | 日経 | H30.8.10 |
| | 中学生が九大で科学実験 発電の仕組みなど学ぶ 九大システム情報科学研究院 | 西日本 | H30.8.17 |
| | 音楽フェスで実証試験 燃料電池車から電力供給 九大 災害時の有効性アピール | 日経産 | H30.9.6 |
| | 九大「未来」実験場に 伊都キャンパスへ移転完了 AI ハス、自動運転、水素研究 文理融合、起業と連携 ²⁾ | 西日本 | H30.9.29 |

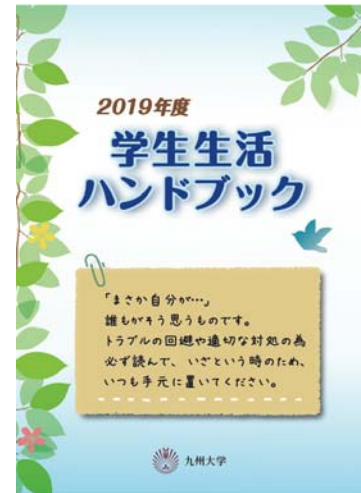
1) 表紙写真(左上)参照 2) 表紙写真(右上)参照

第2章 環境活動と環境教育・研究

環境・安全教育

1. 新入生に対する環境安全教育

入学時に全新生を対象に、「学生生活ガイダンス」を実施し、身近に発生するトラブルや事故を未然に防ぐための普段からの心がけや初歩的な対応をまとめた冊子「学生生活ハンドブック」を配布しています。



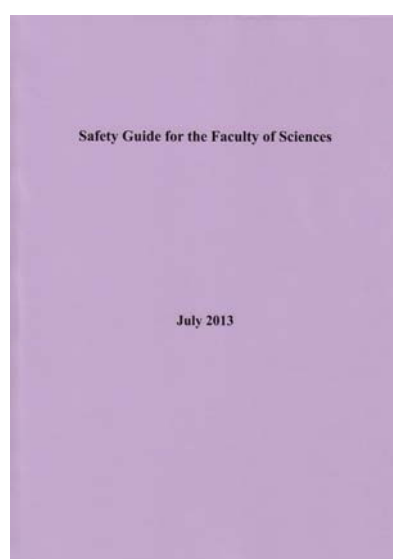
2. 理学研究院の環境安全教育

理学研究院、理学部及び理学府の教育研究では、実験・実習が主要な部分を占めており、様々な事故と常に隣合せの状態にあります。また、近年、教育研究のみならず、事務部門まで含めた広い分野において、PCやネットワークの利用が当たり前となったことで、ネットワークセキュリティの問題が浮上しています。このような状況において、環境安全教育は、理学研究院等の教育研究及び日常業務に潜在的に存在する様々な危険から身を守るための基盤となるものであり、また、知らないうちに法令を犯すことのないよう知識を整備する上でも重要なものです。

理学研究院等では、労働衛生・安全専門委員会及び安全・衛生部会を中心に、環境安全教育に取り組んでおり、環境安全教育の円滑な実施のため、2010（平成22）年3月に、「理学研究院等安全の手引き」を作成、2013（平成25）年7月にその英語版「Safety Guide for the Faculty of Sciences」を作成し、その後も毎年度改訂を行い、法改正及び組織改変等に応じたに最新の情報を提供するようにしています。この手引きはテキストとしてだけでなく、マニュアルとしての活用も想定し、理学研究院等の実情に即した、具体的で分かりやすい記述としています。



理学研究院等安全の手引き



Safety Guide for the Faculty of Sciences

- 1 事故発生時の処置
- 2 化学物質の安全な取扱い
- 3 廃棄物と排出水の処理
- 4 高圧ガス及び危険ガスの取り扱いと高圧・真空実験の注意
- 5 機械類の取り扱い
- 6 電気の安全対策
- 7 光と放射線・放射性物質の取り扱い
- 8 生物科学に関する実験上の安全注意
- 9 野外実習・調査
- 10 VDT 作業およびコンピュータの安全管理とネットワークセキュリティ

第2章 環境活動と環境教育・研究

環境・安全教育

理学研究院等では、この安全の手引き（日本語版及び英語版）を用い、新入学部生、学部2年生進級者、新入大学院生及び新任教職員に対し、学科・専攻、部門及び事務組織ごとに、安全衛生説明会を随時実施し、環境安全教育を推進しています。さらに、毎年2回（4月・10月）、説明会の受講状況の調査を実施し、環境安全教育の現状把握に努めています。また、理学研究院のホームページに掲載し、安全確保、事故防止及び法令遵守に努めています。

【高圧ガス及び低温寒剤を安全に取り扱うための講習会】

低温センターでは、毎年度、寒剤（液体窒素・液化ヘリウム）を利用する教職員・学生を対象に、高圧ガス保安法に基づく保安講習会をキャンパス毎に実施しています。平成30年度は「高圧ガス及び低温寒剤を安全に取り扱うための講習会」を次のとおり実施しました。なお、平成22年度以降は、環境安全衛生推進室と共催しています。

(1) 内容

高圧ガス及び寒剤の基本知識の講義等

(2) 開催場所・開催日

- ・馬出キャンパス：平成30年6月18日(月) 及び平成30年12月21日(金)
- ・筑紫キャンパス：平成30年6月20日(水) 及び平成30年12月17日(月)
- ・箱崎キャンパス：平成30年6月25日(月)
- ・伊都キャンパス：平成30年6月27日(水)、平成30年12月19日(水) 及び平成31年1月25日(金)



保安講習会の様子(伊都キャンパス6月27日)

3. 総合理工学府の環境安全教育

【新入生安全教育】

大学院総合理工学府では、安全衛生教育を修士課程の授業科目として開設し、新入生全員に受講させ、安全教育の徹底を図っています。安全衛生教育は、学府共通の教育、専攻共通の教育、研究室独自の教育と、各人の研究環境に応じた教育を実施しています。そして、この安全衛生教育の全てのコースを受講し、「レポート」と「安全管理に関する確認書」を提出した後、研究活動を開始することができます。

学府安全衛生教育（担当：副学府長）

安全教育の趣旨、必要性、教育システムの概要を説明します。

専攻（グループ）安全衛生教育（担当：専攻安全委員 他）

学府が編集、発行している冊子「安全の指針」に基づいて、安全衛生管理、廃棄物、化学物質、電気、機械類、ネットワークなど、具体的な項目ごとに講義を行います。

- 1 安全衛生管理システムの説明、励行事項の説明、事故発生時の連絡網と処置
- 2 放射線の安全対策
- 3 排水と廃棄物の処理
- 4 メンタルヘルスについて学ぼう
- 5 電気と光の安全対策
- 6 機械類の安全対策
- 7 ネットワークセキュリティー等の情報管理
- 8 化学物質の安全と管理 等

第2章 環境活動と環境教育・研究

環境・安全教育

研究室安全衛生教育（担当：各研究室）

研究室特有の事項に関して、安全教育を行います。

- 1 研究室特有の実験や装置毎での使用法や注意点の説明
- 2 工作機械の取り扱いに関する講習会と実習の義務づけ
- 3 X線機器の取り扱いに関する講習会、実習、健康診断の義務づけ
- 4 研究室や実験室周辺の安全・避難器具の使い方
- 5 学生教育研究災害傷害保険加入の勧誘
- 6 「安全教育に関する確認書」の提出指導 等

4. 工学部の環境安全教育

◎消火訓練の実施（応用化学部門）

応用化学部門では、その研究の性質上、可燃性物質や自己反応性物質を数多く取り扱います。このため火災の危険が他部門と比較して格段に高いと言わざるをえません。まず何よりも大事なことは「火災を出さないように十分に配慮すること」ではありますが、初期消火は大規模な火災の防止策として極めて有効な手段であると認識しております。従いまして、応用化学部門の学生ならびに教員全員が参加する初期消火訓練が必要であると考えます。そこで、各研究室から二酸化炭素消火器を持参して、在籍の大学院生も含めた学生・教員で、消火器の取り扱いの訓練を毎年行っております。



消火訓練の様子（伊都キャンパス 4月12日）

開催日：平成30年4月12日（木） 13:00~14:00 場所：伊都キャンパスウエストゾーンキャンパスコモン
参加者：応用化学部門の学生ならびに教員全員（496名）

◎安全の手引きの作成と利用

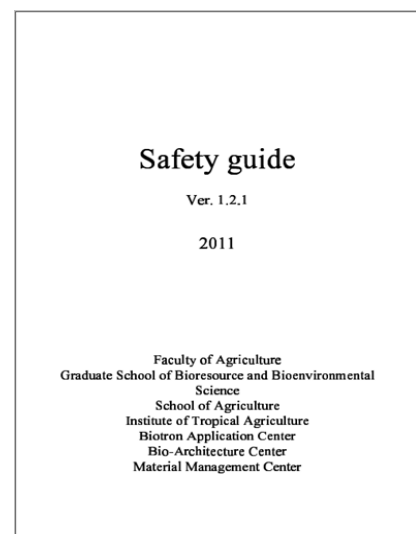
各部門では、環境教育・安全教育の一環として、安全の手引きを作成しており、年度当初や学期始に安全講習や環境授業を行っています。多くの留学生にも対応するため、英語版も作成しています。

5. 農学研究院の環境安全教育

本研究院では、「安全の指針」を作成するとともに、英訳版「Safety guide」を作成しています。なお、「安全の指針」を基に、日本語版、英語版の「安全教育スライド」を作成し、環境安全指導に活用しています。また、平成31年3月に、「安全教育スライド」を使用して、化学物質の管理ならびにリスクアセスメント講習会を実施しました。



「安全の指針」表紙



「Safety guide」表紙

第2章 環境活動と環境教育・研究

環境・安全教育

6. 病院地区の環境安全教育

(1) 病院職員への研修

九州大学病院では、良質な医療を提供する体制を確立するために、院内感染対策研修会、医薬品安全管理研修会、医療安全管理研修会という3つの研修会が開催されています。研修会は病院全職員対象、新採用者対象、職種別対象と対象者が分かれているため、より有意義な研修が行えるようになっていました。その中の一つのテーマとして環境安全も取り上げられています。

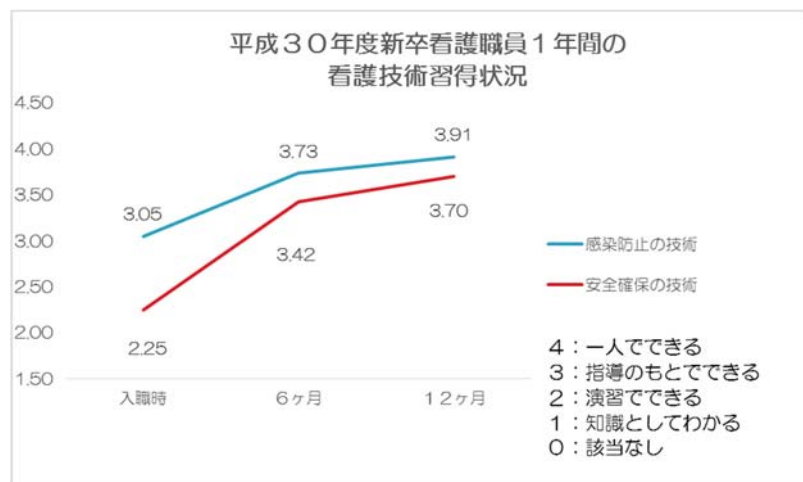
【平成30年度に行われた研修（環境安全に関するもののうち一部を抜粋）】

感染対策の基礎、エビネットの年度集計報告

(2) 看護部における新採用者への研修

看護部では、特に新採用者に対して、現場において医療安全管理と感染防止の教育を行い、研修のテーマとしても取り上げています。また、教育するだけではなく、同時にその技術が身についているかどうかの調査も実施し、新採用者への教育方針を考えるための指針としています。調査は、新採用者入職時研修後、6ヶ月後、12ヶ月後の3回行い、技術習得及び実践に対して新採用者が自己評価したものを集計する形を取っています。

（新採用者入職時研修後調査時122名、6ヶ月後調査時119名、12ヶ月後調査時119名）



技術習得及び実践度の比較(安全確保と感染防止の技術の習得状況について、新採用者が4段階評価で自己評価したものの平均)

7. 別府病院・病院の環境安全教育

平成31年4月1日(月)に、九州大学病院からのテレビ中継を使い、転任者及び新規採用者に「新採用者合同研修」等に基づき、医師・看護師・職員が講師となり次のような安全教育を実施しました。

新採用者合同研修の内容

- 1 病院概要
- 2 就業規則等について
- 3 防災について
- 4 薬剤とオーダーの運用について
- 5 九大病院の栄養管理について
- 6 診療放射線室について

8. 環境安全推進室

安全衛生セミナーの開催

本学における安全衛生推進のために必要な知識と情報を提供することを目的として、平成30年度は、以下の安全衛生セミナーを開催しました。

| 対象 | 内容 | 開催日 | 参加人数 |
|--|--------------------------------------|----------|------|
| 作業主任者及び作業管理監督者等 | 職場の事故防止について | H30.7.6 | 32名 |
| 衛生管理者及び衛生管理業務に従事する職員等 | 職場の事故防止について | H30.9.20 | 27名 |
| 総括安全衛生管理者及び部局長等 事務局長、事務局各部長・課(室)長 及び各部局事務(部)長・課長 | 職場の事故防止について なぜ、敷地内禁煙をしなければならないのか？ | H31.1.17 | 102名 |

第2章 環境活動と環境教育・研究

環境関連の授業科目

伊都地区センターゾーン（基幹教育）、伊都地区イーストゾーン（人社系）及び芸術工学部等の環境に関する授業科目と研究を紹介します。

伊都地区センターゾーン

| 部局等 | 科 目 |
|------|---|
| 基幹教育 | 「文系ディシプリン科目」：地理学入門、The Law and Politics of International Society 「理系ディシプリン科目」：身の回りの化学、生命の科学A、生命の科学B、基礎生物学概要、集団生物学、生態系の科学、地球科学、最先端地球科学、地球と宇宙の科学 「高年次基幹教育科目」：環境問題と自然科学、環境調和型社会の構築、グリーンケミストリー、地球の進化と環境、生物多様性と人間文化 A、生物多様性と人間文化 B、遺伝子組換え生物の利用と制御 「総合科目」：水の科学、身近な地球環境の科学 A、身近な地球環境の科学 B、伊都キャンパスを科学するⅠ、伊都キャンパスを科学するⅡ、伊都キャンパスを科学するⅢ、糸島の水と土と緑Ⅰ、糸島の水と土と緑Ⅱ、体験的農業生産学入門、放射線とは何だろうか？、教養の放射線学と原子力Ⅰ、教養の放射線学と原子力Ⅱ、大気と海洋の環境学入門 A、大気と海洋の環境学入門 B、森林科学入門、水圏生態環境学入門、環境と安全、決断科学への招待Ⅰ、決断科学への招待Ⅱ、「自炊塾」～基礎編～、「自炊塾」～応用編～、農のための最適環境制御、未来社会と新エネルギー、水から学ぶ SDGs Ⅰ、水から学ぶ SDGs Ⅱ |

伊都地区イーストゾーン

| 部局等 | 科 目 |
|-----------|--|
| 文学部 | 地理学講義Ⅱ |
| 教育学部 | 環境心理学講義Ⅰ、環境行動学演習 |
| 経済学部 | 政治経済学、開発経済、環境経済学 |
| 人間環境学府 | Doctoral Studies in Healthy Built Environment、建築照明学講究、災害情報管理学特論、循環建築構造演習、建築材料学講究、建築構造設計学特論、人間環境学、持続建築工ネルギー学特論、Workshop of Sustainable Architecture and Urbanism、都市建築コロキウム、環境心理学講究、Doctoral Studies in Construction Materials、Doctoral Studies in Architectural Lighting、アーバンデザインセミナー、健康建築環境学講究、発達障害臨床演習Ⅰ、健康・運動の疫学、健康・運動の疫学講究、教職開発論、教育情報工学、学際研究論、環境心理学特論、持続居住計画学特論、建築環境学ゼミナールⅠ、建築環境学ゼミナールⅡ、都市設計学特論、健康建築環境学特論、学校臨床心理学演習Ⅱ、スポーツ心理学、教授・学習過程心理学、環境教育批評論、子ども文化論、学際連携研究法、建築環境学最先端特別講義、臨床心理地域援助学演習Ⅱ |
| 経済学府 | 環境経済学Ⅰ、環境経済学Ⅱ |
| 地球社会統合科学府 | 地球物質変動論、地球構成物質論、地球環境変動論、地球環境鉱物学、生物多様性科学A（植物の多様性）、生物多様性科学B（動物の多様性Ⅰ）、生物多様性科学C（昆虫科学）、環境微生物学、生物多様性科学D（生態リスク管理）、生物インベントリー科学A（動物系統分類学概論）、生物インベントリー科学B（土壌動物学概論）、生物インベントリー科学C（系統地理学概論）、地域社会環境学A（人間・環境相互作用論）、地域社会環境学B（森林資源管理学）、地域社会環境学C（地域環境政策論）、浅海底環境地球科学 |

芸術工学部、芸術工学府

| 部局等 | 科 目 |
|-------|---|
| 芸術工学部 | 環境社会経済システム論、環境人類学、環境調整システム論、ランドスケーププロジェクト、環境保全論、緑地環境設計論、都市環境設計論 |
| 芸術工学府 | 環境・遺産デザインプロジェクトⅠ、地域熱環境工学、自然・森林遺産論、ランドスケープマネジメント、持続社会マネジメント、国際協力マネジメント |