

6.1 グリーン社会推進研究会の設立

山口大学では、地域の基幹総合大学としてグリーン社会の実現に貢献するため、「山口大学グリーン社会推進研究会」を設立しました。

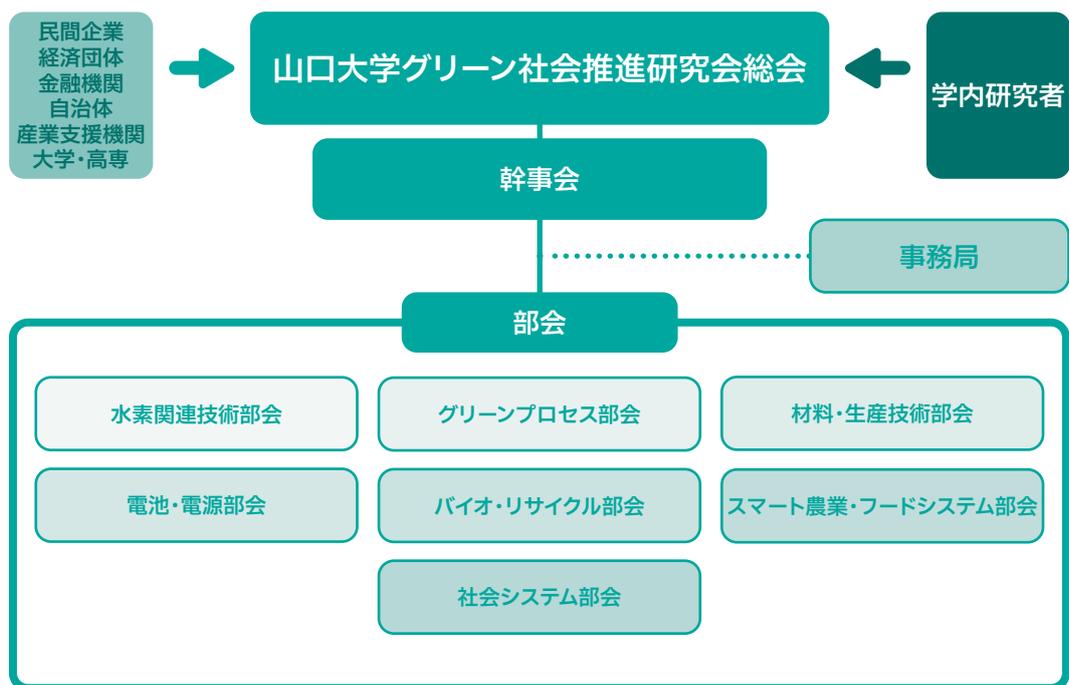
山口県は、温室効果ガス排出割合が大きい産業構造を形成しており、カーボンニュートラルに向けた取り組みが喫緊の課題となっておりますが、この達成によるグリーン社会の実現については、技術イノベーションのみならず経済社会イノベーションが不可欠であり、そのためには、人文社会科学から自然科学までの幅広い知見が必要とされます。

本研究会では、7つの部会ごとに大学の研究シーズと企業・自治体のニーズ等に関して情報・意見の交換、産学公連携による共同研究等を行い、そこから創出される革新的な技術とともに新しいグリーン社会システムを生み出すことを目指します。

■ 研究会の機能

- 企業、自治体、産業支援機関、大学等が連携するネットワークの形成
- 会員相互の交流、情報交換、各種連携の場の創出
- 企業間・産学公連携による研究開発・事業化の推進
- カーボンニュートラル・脱炭素社会に向けた取り組みに関する情報収集・提供

■ 研究会の組織体制



入会のご案内

■ 会費無料 ■ 複数部会への登録可能

■ 本研究会設立の趣旨にご賛同いただけましたらぜひHP(下記のQRコード)から入会のお申込をお願いします。

お問い合わせ >>> 山口大学グリーン社会推進研究会事務局



0836-85-9961



yu_green@yamaguchi-u.ac.jp





1

徳山下松港カーボンニュートラルポート検討会

大学院技術経営研究科 財務・経営戦略講座 教授 稲葉和也

周南コンビナートの特徴と言える「水素」事業ポテンシャルを核としたカーボンニュートラルの実現に向けたコンビナートの構築(図6-1)を研究課題としている。

コンビナートは、石油・石化・化学産業の設備が上流から下流まで集積する工業地域であり、基礎原料を製造するナフサクラッカーを中心に、各種製品をつくる大小のプラントが集積している。コンビナートが意味する「結合」の言葉通り、資本の壁を越えて設備間が配管で繋がり、原料やユーティリティを融通し合う体制が取られている。全国各地域のコンビナートでは、カーボンニュートラルを実現するために、グリーン水素バルクエネルギー(LH₂、NH₃、MCH)を利用してCO₂排出量の削減を図る計画が進行している。

グリーン水素エネルギー・エリアでのCO₂排出量削減案としては、「CO₂メタネーション」が有効である。これは、コンビナート内にCO₂の集合配管を敷設して、未利用水素やソーラ電解水素等を活用したメタンやメタノールを合成し、工場の燃料に利用する。さらにもう一步進めて、メタネーションだけではなく、CO₂を更なる高付加価値な商品に転換する事業でなければならない。例えば、周南コンビナートでは、CO₂を原料とした化学品製造(東ソーのポリウレタン原料イソシアネート)を実証実験している。コンビナート全体のCO₂を俯瞰するメタネーション化などのCCU(CO₂回収利

用)事業は、エネルギー循環体制に寄与する。

これらを大規模に展開するためには、グリーン水素エネルギーを輸入して、それを陸揚げ・輸出できる港湾整備が必要とされ、海外と地域エネルギーの融合による新産業を創出し、「2050年カーボンニュートラル社会」の未来像を共有したコンビナートと行政との密接な連携が求められる。また、幅広いステークホルダーとの活動を積極的に行い、環境や産業以外の分野でも相互に有益なシナジー効果の創出を目指さなければならない。

一方、コンビナートの国際競争環境の変化への対応として、エネルギーや原材料の効率的活用と国際競争力を高めるために大規模な情報ネットワークの設計が必要である。コンビナートの事業連携においてICT技術を利用したシステムは、IoTの有効活用にある。まずは各地域のコンビナートにおいてIoT化を図り、次に石油・石化・化学産業全体を効率化するために各地域のコンビナート間を結んだビッグデータを利用するIoTシステムを設計して、日本中で全体最適化を図る体制を整備しなければならない。IoT化によるネットワークは、異業種における様々な製造業への適用が予想されるが、連携の歴史を積み重ねてきたコンビナートはオープンなIoTを実現する上で各産業に応用展開できるシステムの「導入」として最適であると考えられる。

- 7 エネルギーをみんなに
そしてクリーンに
- 9 産業と技術革新の
基盤をつくろう
- 10 人や国の不平等を
なくそう
- 11 住み続けられる
まちづくりを
- 12 つくる責任
つかう責任
- 17 パートナシップで
目標を達成しよう



図6-1 環境省委託事業：地域連携・低炭素水素技術実証事業(2015～2021年度)



2

貴金属フリーな新触媒を使ってアンモニアから簡単に水素と窒素を取り出す

大学院創成科学研究科 工学系学域 応用化学分野 教授 中山雅晴

7 エネルギーをみんなに
そしてクリーンに13 気候変動に
具体的な対策を14 海の豊かさを
守ろう

アンモニアは肥料を始めとする化学原料として世界中で使われてきましたが、最近、エネルギー分野での利用が注目されています。その理由の一つは、アンモニアがカーボンニュートラルを実現するための切り札である水素の「キャリア（輸送媒体）」となるからです。

アンモニア(NH₃)は分子中に17.8wt%の水素を蓄えています。水素は燃焼時にCO₂を発生しないクリーンな燃料ですが、常温・常圧で気体であり、液化するためには極低温(-253℃)が必要です。このため、水素を安全かつ大量に貯蔵・輸送することは困難です。一方、アンモニアは液化が容易なことから、すでに液化アンモニアとして広く利用されており、貯蔵・輸送技術や安全対策は確立されています。そのため、水素をアンモニアの形でいったん貯蔵・輸送し、利用する場所で水素に変換する技術が注目されています。もちろん、水素に変換する工程でCO₂やNO_xなどの有害物質を出してしまっては意味がありません。

再エネ由来の電力を使って、アンモニアを水素と窒素に分解できれば、ゼロエミッションが達成されます。アンモニアの電気分解では陰極で水素が発生し、その間、対極(陽極)でアンモニア酸化が起こります。全体のエネルギー効率を決めているのはアンモニア酸化の方であり、ア

ンモニア酸化を素早く行うための触媒が必要です。白金系材料はアンモニア酸化に対して高い活性を示す触媒ですが、高価である上、吸着種による被毒を受け易い、あるいは含酸素窒素種を副生するという問題があります。そのため、地球上に豊富に存在し、高性能で堅牢な触媒の開発が強く求められています。

私たちの研究グループは、積層二酸化マンガンの1ナノメートル程度の層間にニッケルイオンと銅イオンを共存させ、アンモニア含有水を電気分解したところ、陰極では水素が、陽極では100%近いファラデー効率で無害な窒素が生成することを見出しました(図6-2)。ニッケルイオンと銅イオンが二酸化マンガ層間に共存しないと、この効果が現れないところが興味深いところであり、ニッケルイオンがアンモニア分子を捕捉する役割を、銅イオンがアンモニア-ニッケル間の電子移動を促進する役割をそれぞれ分担していると考えています。この研究成果はアメリカ化学会誌Applied Materials & Interfacesに掲載されました。

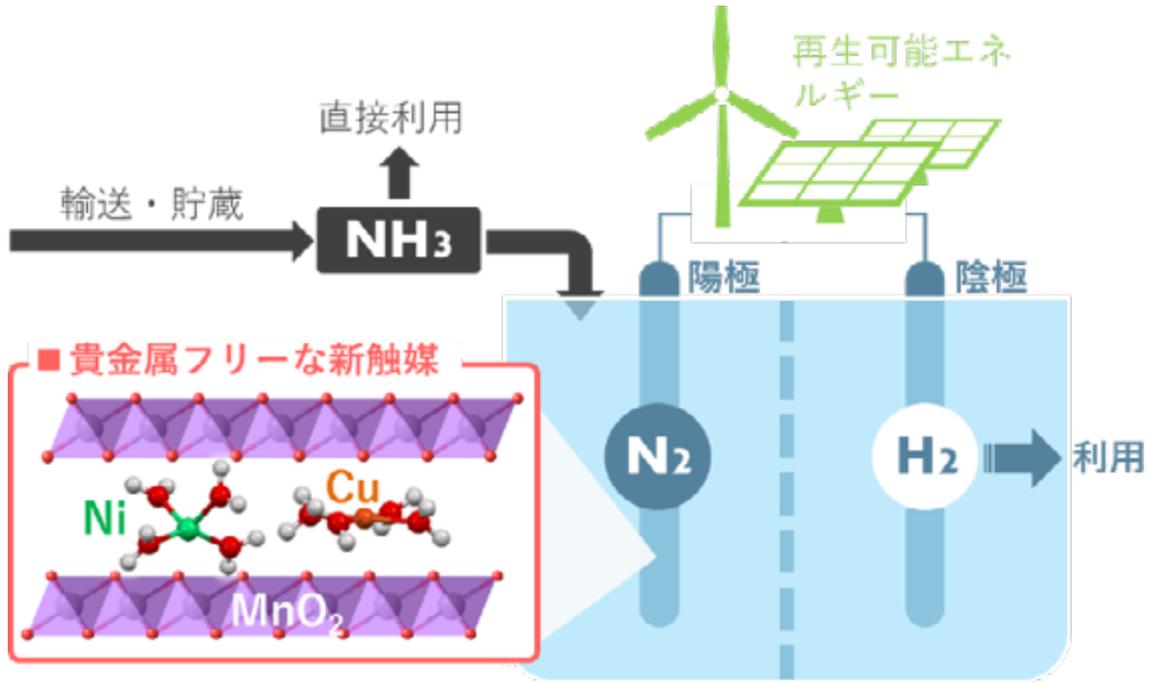


図6-2 ナノ構造制御した貴金属フリー触媒によるアンモニア分解



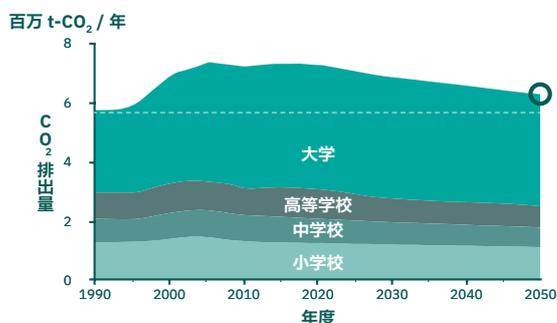
2021年5月には地球温暖化対策推進法の一部を改正する法律が成立し、2050年までのカーボンニュートラルの実現が基本理念として規定されました。政府は、カーボンニュートラルを実現するために、ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)を推進しています。ZEBとは、建物のエネルギー消費量と再生可能エネルギー(太陽光発電や風力発電など)によって製造したエネルギー量の年間収支が0となる建物です。将来的には、カーボンニュートラルを達成するため、新築建物のみならず、既存建物もZEB基準の水準の省エネ性能が確保されることを目標としています。

学校施設に目を向けると、その多くが築25年以上を迎え老朽化が問題とされています。中でも、大学施設は、小・中・高等学校に比べてCO₂排出量が大きく、学校施設の50%以上のCO₂を排出しています(図6-3)。ZEB化を進めるための検討フロー(図6-4)のとおり、I.最大熱負荷と年間熱負荷の低減のための照明設備の検討では、①蛍光灯のLED化、②照明制御の導入と、外皮性能の検討では、③窓ガラスや外壁などの高断熱化や日射遮蔽による建物の高断熱化を図ります。次に、II.空調設備の見直しのため、Iで低減した熱負荷に対応した④熱源機の能力の見直しと、高効率なトッランナー機器を採用することで大幅な省エネ化を図ります。最後に、大学施設の特徴であるIII.実験や研究室などの省エネ化では、⑤実験施設などの運用実態に合わせた設備機器の変更や運用面でのスケジュール管理を行います。

ここでは、研究事例として、ZEB化を各種ツールで検討した結果を(図6-5)により紹介します。グラフ右軸のBEI(Building Energy Index)の数値は、標準的な建物と比較したときの消費エネルギーの比率を表し、1.0以上は標準建物よりも消費エネルギーが多く、0.5以下がZEBの必要条件となります。さらに、この結果から、BEST設計版が最も実績値の1次エネルギー消費量と近い値になっており、計算精度が高いといえます。

建物の設計に活かすためには、より専門性の高い知識や技術が必要となりますが、大学な

どで開発した新技術の適用などにも応用可能で、精度の高い省エネ効果の検証により、カーボンニュートラルの推進を支援することが可能となります。



[出典] 「大学等における省エネルギー対策を推進するための検討会」文部科学省 2018.3

図6-3 学校施設のCO₂排出量

I

最大熱負荷と年間熱負荷の低減



II

空調設備の見直し



III

実験・研究室などの省エネ化



図6-4 ZEB化を進めるための検討フロー



図6-5 各種シミュレーションツールの比較



7 エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



11 住み続けられる
まちづくりを



6.3 環境対策に関する修士論文・卒業論文

修士論文

九重火山周辺の湧水・温泉水の水質形成メカニズム

大学院創成科学研究科 地球圏生命物質科学系専攻 久保 佑佳



火山の山麓部には多く湧水池や温泉が分布しており、飲料や農業、工業に利用したり、観光資源に活用されている。これらを持続的に利用するためには、湧出量だけでなく、水質の保持が必要である。水質保全のためには、湧水・温泉水がなぜ美味しい水質になるかを知る必要がある。九重火山山麓には、寒の地獄温泉や赤沢温泉、男池や池山水源(図6-6)などの名水百選に指定されている湧水が複数分布するので、これらの水質がどのように形成されたかを検討した。

九重山麓のほとんどの湧水・温泉水は降水を起源とし、火山に降った雨水が地下に浸透し、地下の岩石と反応することで水質が決定される(図6-7)。

また、一部の温泉水や湧水では、火山ガス成分である二酸化炭素や硫化水素が水質に影響していることが分かった。湧水・温泉水は場所により溶存成分濃度が異なるが、これには雨水が

地下に浸透して湧出するまでの経路の水の通りやすさが影響することが推定できた。



図6-6 池山水源

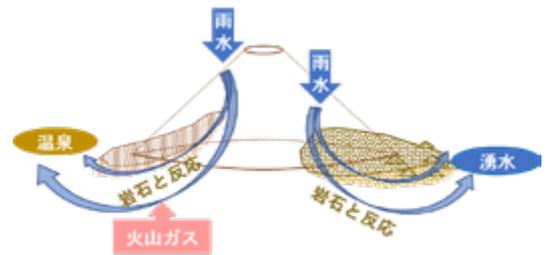


図6-7 水質形成の概念図

卒業論文

山口県阿武町における地下水中のほう素の起源

理学部 地球圏システム科学科

高吉 菜夕

地下水の水質汚濁に係る環境基準(水質基準)28項目のうち、天然に存在するのはカドミウム・鉛・六価クロム・砒素・水銀・セレン・ふっ素・ほう素の8物質である。全国の井戸水の概況調査においては、ほう素はふっ素に次いで検出された井戸数が多い。人が人体にほう素を取り込む可能性があるのは飲み水などによると考えられ、高濃度のほう素摂取による人の健康被害としては、嘔吐、腹痛、下痢および吐き気等がある。地下水は飲料用として取水されることも多いため、ほう素が水質基準の1/3程度と高い濃度で検出されている山口県阿武町の地下水におけるほう素の起源を明らかにすることを試みた(図6-8)。

当該地下水は、河川水の伏流により形成され、河川上流でトゥファを形成する水質基準の20倍以上の高ほう素濃度の湧水が河川水に混入していることがわかった(図6-9)。当該地下水について、水質基準以下のほう素濃度を保持するた

めには、河川流量の管理が重要であることを提示した。

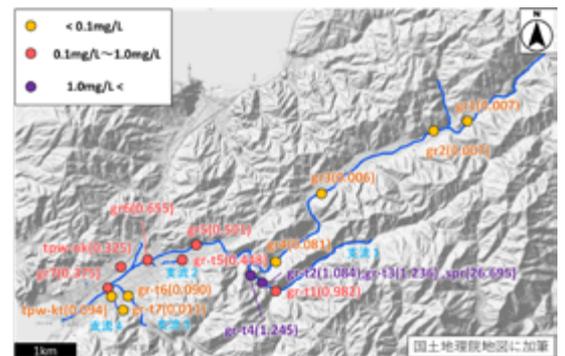


図6-8 阿武町ほう素濃度分布



図6-9 湧水地点のトゥファ

6

環境貢献技術の創出



小河川の堆砂とヨシの過繁茂は、相乗的に流水断面を減少させ洪水の危険性を増大させると同時に、市民の目から水の流れを隠し、景観を悪化させ河川へのゴミ投棄を誘発する。植生繁茂のメカニズムは専ら水深や流速との関係が研究されてきたが、成果を上げてきたとは言えず、定期的な堆砂・植生除去は地方行政の重荷となっている。

本研究では、日射とヨシ繁茂の関係に注目し、繁茂には流況よりも日射の影響が大きいこと、日射を70%程度以上削減すればヨシは弱体化し、梅雨期に倒伏枯死することを実証した。また、GIS(地理情報システム)を用いて河岸への樹木植栽による直達日射の遮蔽効果を定量評価する手法を開発した(図6-10)。さらに、堆砂が生じる位置を予測する手法を提案するとともに、人力で設置でき流況に変化を与えれば、堆砂を自動的に除去できる円筒状移動堰を開発した(図6-11)。これらを組み合わせ、自然の力を用いて簡易に小河川の堆砂・ヨシ過繁茂を制御することを可能とした。



図6-10 日射遮蔽による現地実験



図6-11 円筒状移動堰による堆砂除去(図中黒い範囲が除去された)

構造物を解体する際に発生する碎石には、石、コンクリート、レンガ、瓦が含まれる(図6-12)。これらの碎石を再生利用するためには、種類毎に分別する必要がある。そこで、本研究では、深層学習を用いた自動碎石分別システムを提案および実装した。

提案システムは、撮影機能、識別機能、仕分け機能の3つにより構成される(図6-13)。撮影機能では、ベルトコンベア動作と連動することで碎石を鮮明に撮影する。識別機能では、深層ネットワークU-Netを用いたセグメンテーション処理により碎石を識別する。仕分け機能では、サーボ動力とスライダ機構を組み合わせることで碎石を仕分ける。

碎石サンプルを用いた分別実験を行った結果、学習に使用した碎石の識別率は91.7%、学習に使用しなかった碎石の識別率は89.3%となった。なお、再生利用時に構造物の強度を低下させてしまうレンガと瓦に対しては100%の

識別率を得ることができた。(本研究は、宇部協立産業株式会社様のご支援のもとに実施しました)



図6-12 仕分け前後の碎石

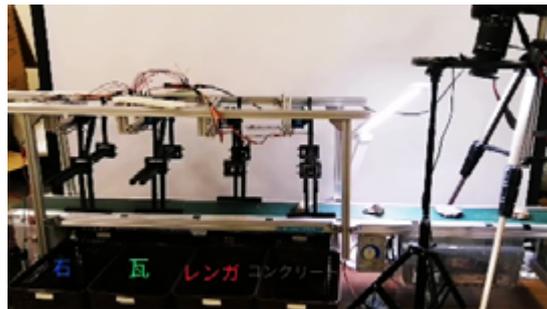


図6-13 碎石自動仕分けシステム



修士論文 環境に配慮した新規養液栽培の構築
大学院創成科学研究科 農学系専攻

養液栽培は、生産性が高く管理も簡単なため、次世代農業において欠かせない技術です。しかし、成分組成の都合上、化学肥料のみが使われている養液栽培では、肥料製造過程での環境負荷や、栽培時に発生してしまう廃棄養液による水系の富栄養化が懸念されています。

そこで本研究では、養液栽培における化学肥料の代替として、有機性廃棄物からエネルギーを生産した際に生じるメタン発酵消化液を分離濃縮して作成した濃縮有機液肥の活用を検証しました。その結果、化学肥料と同等の収量および品質で作物を栽培でき、作業性を損なうことなく化学肥料を節減できる可能性を明らかにしました(図6-14)。また、施肥量の最適化法として、栽培開始時に必要な肥料を全量施肥し、植物の吸収により栽培時に生じる廃棄養液をゼロにできる量的管理法も実証できました(図6-15)。これらの栽培法により、生産性を維持しつつ、環境にも配慮した農業の実現が期待されます。

量的管理と有機液肥による化学肥料の節減
澤 春奈

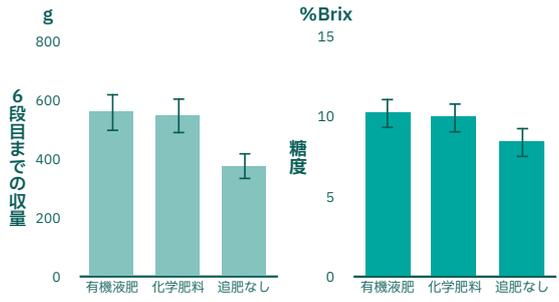


図6-14 トマト養液栽培での濃縮有機液肥の効果

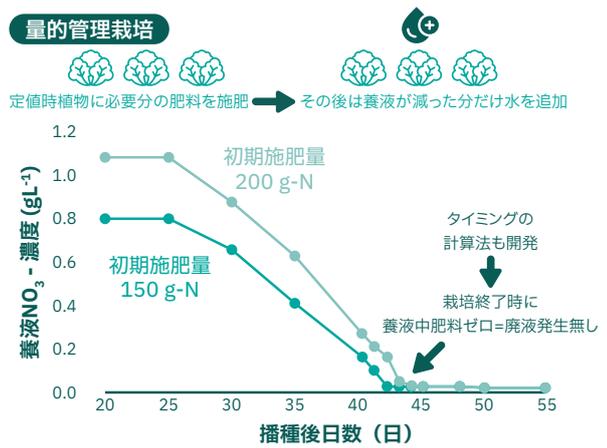


図6-15 量的管理による養液栽培廃液の削減

卒業論文 資源循環型経済における廃プラ問題の解明
農学部 生物資源環境科学科 竹内 有也

近年、国際社会では、プラスチック循環のあり方に注目が集まっている。

本研究では、海洋ごみ問題の解決を目的として行われている「ローカル・ブルー・オーシャン・ビジョン推進事業」に選出された山口県に着目し、廃プラの回収や再利用に携わる企業を調査した。この結果、農業用廃プラの多くは、汚れや劣化、伸縮変形などで、ほぼ廃棄処分(埋め立て、焼却)となっている。焼却によるサーマルリサイクルもできるが、資源循環の観点では最適とは言い難い。さらに、回収した海洋ごみのうち青色ポリタンクを用いて、アップサイクル買い物かごに作り変えるという事業を実施されている。しかし、取り組みの継続性に関してはコスト面の課題が残る。

農業用廃プラスチックと青色ポリタンクの利活用について、本研究室では右図(図6-16)のようにまとめた。

今後は、農業用廃プラスチック、海洋プラスチックの状態をふまえ、回収の際に質の良いも

のは、潜在的グッズから、さらにはグッズへ利活用させ、その取り組みを継続させる仕組みを構築することが求められる。

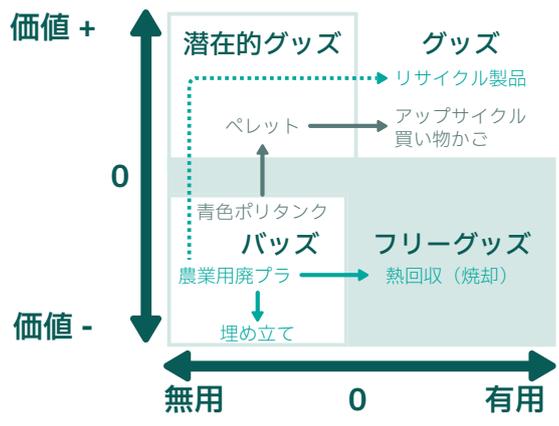


図6-16 廃プラの位置づけ: 細田衛士『グッズとバズの経済学』より

12 つくる責任
つかう責任

14 海の豊かさを守ろう

15 陸の豊かさを守ろう

12 つくる責任
つかう責任

14 海の豊かさを守ろう

15 陸の豊かさを守ろう



6.4 持続可能な開発のための教育(ESD)

THE大学インパクトランキング2022 昨年から躍進!

山口大学は、イギリスの高等教育専門誌 (THE: Times Higher Education) が2022年4月27日に発表した「THE大学インパクトランキング2022」において、総合ランキングで301-400位(国内15位タイ)にランクインし、昨年の401-600位から順位をあげ、また、今年は3つの項目で世界100位以内にランクインし、大きく躍進しました。

環境に関する項目では、「SDG13:気候変動に具体的な対策を」では世界101-200位(国内2位)、「SDG14:海の豊かさを守ろう」で世界92位(国内9位)、「SDG15:陸の豊かさを守ろう」で世界89位(国内4位)と、本学の環境に関する取り組みが高く評価されました。



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



学部・大学院等の授業科目の詳細

<http://ds.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~fms-01/kankyo/kankyo2022/jyugyokamoku2022.pdf>

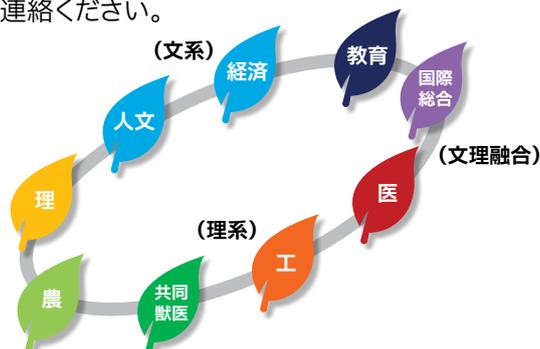
6.5 環境対策(ESG活動)に関する共同研究・受託研究

本学では、民間企業、国及び独立行政法人等からの共同研究や受託研究を積極的に推進しています。

近年、ESG活動が企業評価とされる時、共同研究・受託研究により対策を進めては如何でしょうか。

研究課題に最適な大学研究者とのマッチングが必要なときは、URA(University Research Administrator)がお手伝いをいたしますので、お気軽にお問合せください。

なお、こちらの制度の概要、これまでの実績、技術相談、必要な手続き等の詳細につきましては、次のURLからご参照のうえ、相談窓口までご連絡ください。



<相談窓口>

産学公連携・研究推進センター



0836-85-9961



yuic@yamaguchi-u.ac.jp



- 研究者・専門家を紹介してほしい
- 技術的なアドバイス・指導をしてほしい
- 技術的な相談にのってほしい
- 評価・分析をしてほしい
- 大学で行われている研究を知りたい
- 9学部8研究科、研究者1,000名を超える総合大学

・医学、工学、理学、農学、獣医学、経済学、人文学、教育学…各種分野の専門家・研究者を産学公連携・研究推進センターのURAがご紹介いたします。



<https://www.yamaguchi-u.ac.jp/research/index.html#anker-0>



6

環境貢献技術の創出

