

6.1 グリーン社会推進研究会の活動

本学では、「山口大学グリーン社会推進研究会」において、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。

○研究会の組織体制



【研究会の目標】

1. 企業、自治体、産業支援機関、大学等が連携したネットワークを形成する
2. 情報交換等の場の創出（研究シーズと地域社会・地域企業のニーズの棚卸し）
3. 企業間や産学公連携による新たな研究開発等を推進する。
4. 地域におけるカーボンニュートラル実現への貢献（ご当地プロジェクトの創出）



図6-1 シーズ・ニーズ交流会



図6-2 クルマのカーボンニュートラル

○【2023年度の活動】

- 2023.4 社会システム部会セミナー
- 2023.6 ウェブサイトリニューアル
- 2023.6 幹事会
- 2023.7 2050ゼロカーボン・チャレンジキックオフセレモニー参加
- 2023.8 スマート農業・フードシステム部会共催「土地利用型農業デジタルファーマリング勉強会」
- 2023.10 シーズ・ニーズ交流会2023 (図6-1)
- 2023.11 教育開発推進部会「クルマのカーボンニュートラル」(図6-2)
- 2023.11 令和5年度総会・シンポジウム
- 2023.12 材料・生産技術部会セミナー
- 2024.3 バイオリサイクル、教育開発推進部会合同セミナー
- 2024.3 水素関連技術部会、電池・電源部会、グリーンプロセス部会合同セミナー

○【2023年度のご当地プロジェクト例】

研究課題	事業名等
フッ化物電池の研究開発、亜鉛負極電池の研究開発	RISING3
産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出	ムーンショット型研究開発事業
中性水電解用電極材料の放射光オブランド測定	革新的GX技術創出事業 GteX
カンキツの樹勢・摘果評価システムの要素技術の開発	大学発新産業創出基金事業
主鎖型高分子シングルイオン伝導体の開発	革新的GX技術創出事業 GteX
ナトリウムイオン電池用正極活性物質の合成および特性評価	革新的GX技術創出事業 GteX
電子応答性コアブロック搭載材料の資源循環	ALCA-Next
地中熱利用システムに抵抗低減効果を複合させた省エネルギー空調の実用化	A-STEPトライアウト
江の川における置き土が環境に与える影響についての研究	国土交通省中国地方整備局
道の駅「ソレーネ周南」におけるAIカメラを活用した道の駅利用状況に関する研究	国土交通省中国地方整備局

入会のご案内

HPより >>> https://kenkyu.yamaguchi-u.ac.jp/sangaku/?page_id=4421
 お問い合わせ >>> 山口大学グリーン社会推進研究会事務局
 Email: yu_green@yamaguchi-u.ac.jp Tel: 0836-85-9961

6.2 環境対策に関する研究活動等

SDG 7 (エネルギー)
13 (気候変動)

(1) 中温メタン菌の耐熱化による有機バイオマスメタン発酵の安定的高効率化技術の開発

大学院創成科学研究科 工学系学域 循環環境工学分野 教授 今井 剛

我々が排出する下水処理にともなって生じる余剰汚泥は含水率が高く脱水がとても大変で、処理が難しい有機性の廃棄物として知られています。また、我々が排出するごみの中で焼却時に最もエネルギーを使っているのが生ごみです。

これら有機性廃棄物（バイオマスとも呼ばれます）のリサイクルで用いられている技術の1つがメタン発酵（図6-3）です。メタン発酵は特別なものでなく、あなた方のおなかの中で生じている消化と同じ反応です（おならにメタンガスが含まれているのはご存じと思います）。このメタン発酵において、メタンガスの生成を行う菌がメタン菌です。しかし、メタン菌の研究はこれまで37℃付近の中温域または55℃付近の高温域におけるものがほとんどで、その中間の45℃付近（耐熱域と呼ばれます）での研究例は少なく、その培養方法も確立されていません。

そこで私の研究室では、中温メタン菌がより迅速に45℃付近の耐熱域にて活性化し、言い換えれば45℃付近の耐熱域にて適応する（図6-4）培養温度条件の把握を目的として研究を行いました。耐熱域への温度の上げ方（37℃から45℃へ）については、2通り（段階的（3段階）に上げていくものと一気に上げるもの）の実験を行って評価しました。実験結果から、一気に温度を上げた方がメタン生成が良好であることが分かりました。この時のメタン菌の菌叢解析（どのようなメタン菌がどのような割合で生息しているのかを知る方法）結果（図6-5）から、高温域のメタン菌が多くを占めている結果となり、予想に反して中温域のメタン菌が耐熱域に適応するよりも、高温域のメタン菌が耐熱域に適応するものの方が多ことが分かりました。また、特徴的であったのは、*Methanosarcina*属という中温域のメタン菌が資化する基質（メタンを生成する材料：メタン菌の餌）を変化させて耐熱域に適用したのではないかとこの発見でした。一般にメタン発酵においては有機物は分解されると酢酸と水素、二酸化炭素になりますが、メタン菌はこの「酢酸」あるいは「水素+二酸化炭素」を使ってメタンガスを生成します。*Methanosarcina*属というメタン菌は、中温域では基質として酢酸を使いますが、耐熱域では基質を「水素+二酸化炭素」に切り替えることで、45℃の耐熱域に適応したのではないかとこのデータが得られました。今後より詳しく研究していく予定です。



https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kasen-gesuido/gesuido/center/saisei_center/12src.html#okushoku

図6-3 横浜市のメタン発酵施設

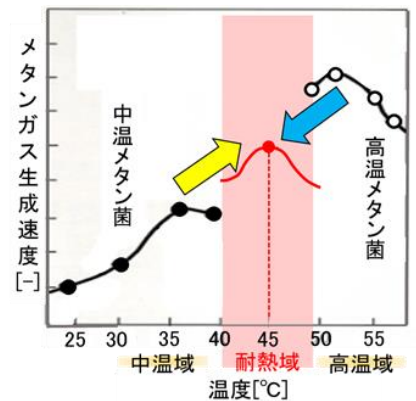


図6-4 耐熱域への適応のイメージ

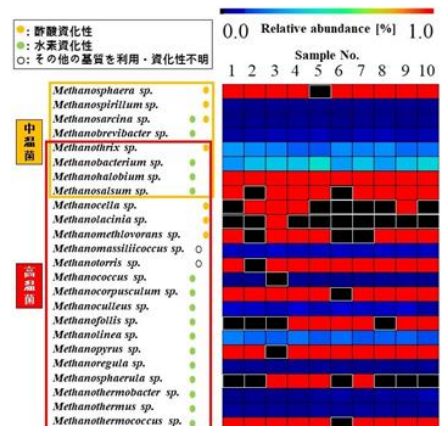
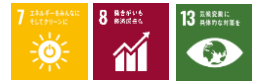


図6-5 菌叢解析の結果

(2) 2050年カーボンニュートラルが日本経済に与える影響分析

SDG 7 (エネルギー)
8 (成長・雇用)
13 (気候変動)



経済学部 観光経済分析講座 准教授 加藤 真也

日本政府の2050年カーボンニュートラルに向けた電源計画案が実現された場合、日本経済に与える影響について経済モデルを用いて試算しました。

経済モデルには、ケンブリッジ大学とケンブリッジ・エコノメトリクス研究所が共同開発したE3MEマクロ計量経済モデルを用いており、このモデルを用いることで、様々な環境政策が各国経済や温室効果ガス排出量に与える影響を試算することができます(図6-6)。

試算の結果、日本において2030年までは環境規制に伴う発電コストの上昇によって物価は上昇するが、2050年までの長期を考えると、化石エネルギーの代替としての再生可能エネルギーの発電のコストが低下することで、物価はマイナスへ転じることを示すことができました。

さらに、多様な脱炭素技術に対する投資が促進されることで新規雇用も刺激され、2050年においては、ベースライン比(つまり、追加的な環境規制を導入せずカーボンニュートラルを実現しない場合と比べて)、雇用が1.4~1.5%程度上昇、消費も2.3~2.5%上昇することが期待できると試算しました。また、カーボンニュートラル政策に伴う化石エネルギー輸入需要の急減により、貿易収支の改善がGDPを押し上げる要因になるとも予想しています。

さらに、日本は2050年にカーボンニュートラルを実現した上で(ベースラインシナリオと比べて)GDPが3%程度上昇することも示されました(表6-1)。これにより、現在、政府が検討している2050年時点の電源計画案(再生可能エネルギーシェア60%等)を実現した場合に、脱炭素投資需要の拡大と再生可能エネルギー発電コストの低下によって、日本経済にプラスの影響をもたらす可能性が示唆されたこととなります。

1) Shinya Kato, Socheol Lee, Yanmin He, Tsutomu Yoshioka, Toru Morotomi, Unnada Chewprecha(2023) "Impact of Carbon Neutrality on the Economy and Industry Assuming Japan's Achievement of 2030 Power Mix Plan: A 2050 Perspective Based on the E3ME Macro-Econometric Model" *Energies* 16(18) pp.1-18.

関連URL <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/18/6661>

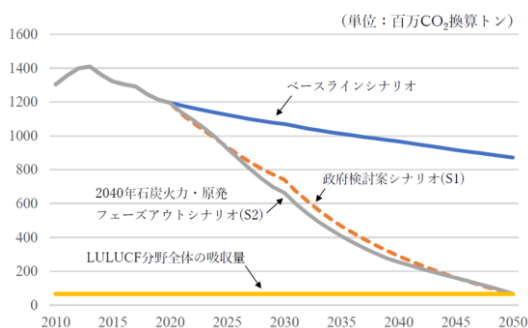


図6-6 温室効果ガス排出経路

	2050年	
	S1	S2
GDP	3.1%	3.1%
消費	2.3%	2.5%
投資	7.0%	6.0%
輸出	-0.3%	-0.2%
輸入	-2.1%	-2.7%
雇用	1.4%	1.5%
消費者物価	-0.3%	-1.4%

表6-1 日本のマクロ経済予測 (対ベースライン比)

(3) 地球温暖化により頻発する可能性のあるサンゴの白化現象の解明を目指す

SDG 7 (エネルギー)
9 (イノベーション)
12 (生産・消費)



大学院創成科学研究科 農学系学域 中高温微生物研究センター 助教 湯山 育子

サンゴの白化現象は刺胞動物であるサンゴの体内に共生する褐虫藻が減少し、サンゴが白く変色する現象です（図6-7）。海水温の異常上昇がおきる年に広範囲でサンゴの白化現象が観察されるため、地球温暖化やエルニーニョ現象の海洋生態系への影響として度々ニュースでも報じられています。サンゴの白化現象は活性酸素の発生や共生褐虫藻の光合成能の低下を伴っており、その過程にはアポトーシス経路の一部が関与していることがわかっています。しかし、サンゴには特定の褐虫藻が共生するとストレス耐性が強くなる性質が見られます。その耐性の変化はどのように起きるかなど、白化現象の耐性に関わるメカニズムはほとんどわかっていません。私たちの研究室では、サンゴにストレスに強いタイプの褐虫藻と通常サンゴに共生する褐虫藻のそれぞれを共生させ、褐虫藻の違いがサンゴのストレス耐性にどのように影響しているのかを明らかにしようとしています（図6-8）。

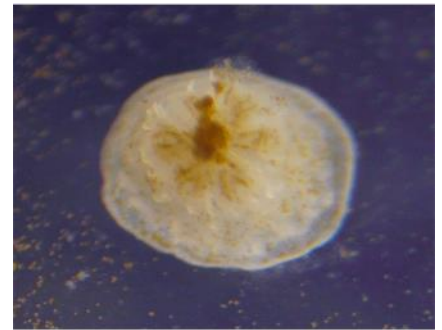


図6-7 高温下で共生褐虫藻を口から吐き出すサンゴ

これまで、大規模遺伝子発現解析の結果から、白化したサンゴではDNAやタンパク質の損傷が蓄積していることが明らかになりました。また、褐虫藻が異なると、高温時の宿主のビタミンBの代謝系や温度感受性チャネルの発現パターンが異なることがわかり、褐虫藻によるサンゴの代謝系の影響、ストレス応答への影響が明らかになりました（図6-9）。これらの成果は特殊なサンゴの飼育実験系を苦労して作り出し、大量に出てくる遺伝子発現情報を精査して明らかにしたのですが、実際にはまだストレス応答の仕組みが明らかになったところで、サンゴの保全策に直接つながるものではありません。このデータをいかに活用し、他の研究成果と併せて包括的にサンゴの白化現象を理解してサンゴのストレスの緩和策や保全に貢献できるかというのが今後の課題になります。

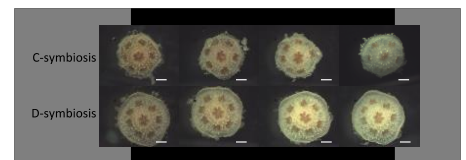


図6-8 Dタイプ（ストレス耐性種）の褐虫藻とCタイプの褐虫藻が共生したサンゴを高温化で白化させた様子

近年では、各地の水族館で沖縄のサンゴを展示する試みやサンゴの養殖事業が発展しつつあります。ストレスに強くなるサンゴの餌の工夫や、サンゴ飼育系の環境構築に関する研究も進めて行きたいと思えます。また石のような、植物のような生物であるサンゴは、その不思議な見た目や温暖化と関わることから学生の興味を惹きやすく、より高度な技術や学問の導入として最良の学習教材です。研究成果を積極的に情報発信をすることで、海洋環境や生物学の教育現場に貢献できるように努めてまいります。

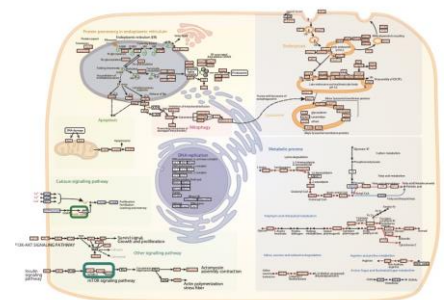


図6-9 大規模遺伝子発現解析で明らかになった、白化現象時のサンゴの分子応答

6.3 環境対策に関する修士論文・卒業論文

修士論文

農業技術の施策立案における知財情報の利活用に関する研究

大学院技術経営研究科 技術経営専攻 新良貴 元彦

農業は、食料を生産、供給する重要な産業であるとともに、水源かん養、災害防止、生物の多様性、温暖化防止、景観形成など多面的な機能を持つ。一方では、農業従事者の減少による労働力不足が大きな課題であり、スマート農業の普及が期待されている。

本研究では、まず、農業の機械化における主要な農業機械の利用率と施策の時間的な関係性を検証し、初期少数採用者への普及期を踏まえて研究開発・導入を施策化する重要性を認識した(図6-10)。

さらに、田植機を例に、農業技術の進展を分析した。特許情報に着目し、J-PlatPatから特許分類を利用してデータベースを作成、時系列で特許分類ごとの出願数を可視化した(図6-11)。この手法でスマート農業に関する研究開発分野の進展をつかむことができた。メーカーや特許出願の定性情報で補完しつつ、研究開発の進展をつかむことで、スマート農業の導入・普及施策の立案に活用する。

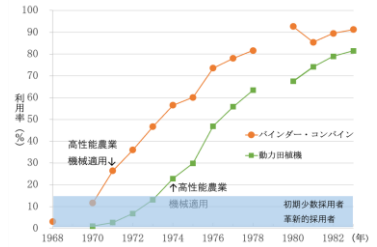


図6-10 農業機械利用率の推移

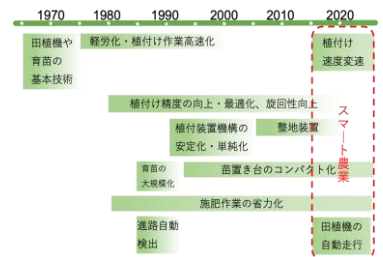


図6-11 田植機の研究開発の変遷

修士論文

山口県阿武町奈古地域に湧出する高塩濃度流体の起源と湧昇過程に関する研究

大学院創成科学研究科 地球圏生命物質科学系専攻 井上 颯太

山口県阿武町奈古地域の地下水は地下水環境基準の項目の1つであるホウ素濃度が高く、その起源は郷川支流の複数個所で湧出する火山性の高塩濃度流体であると考えられている。そこで、本研究は阿武町奈古地域(図6-12)にみられる高塩濃度流体の起源と阿武火山群の関連性について考察するとともに、近傍に分布する断層と湧水の関係から湧昇過程を明らかにすることを目的とした。

研究の結果、奈古地域の高塩濃度流体のホウ素、リチウム、塩素の濃度や酸素水素同位体比から、その流体はマグマだまりあるいは日本列島に沈み込む海洋スラブから発生した深部流体を起源とし、阿武火山群起源の火山ガスによりホウ素や塩素が付加されたのち、地表付近で天水起源の地下水により希釈されて形成されたと推定された。また、この深部流体は北東-南西方向の断層に沿って湧昇し、北西-南東方向の断層でせき止められて地表に湧出したことが推定された(図6-13)。



図6-12 奈古地域の湧水

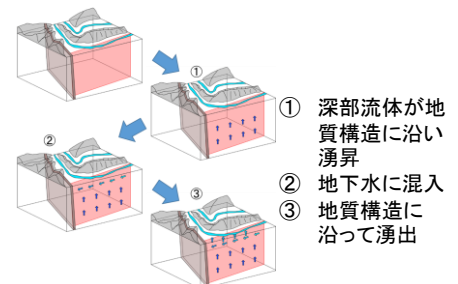


図6-13 深部移流体の湧昇過程

修士論文

酵素固定粒子と気泡塔を用いた二酸化炭素の利用

大学院創成科学研究科 ライフサイエンス系専攻 田中 郁弥

地球温暖化が社会問題になっている今、主成分である二酸化炭素 (CO₂) の削減方法が広く研究されています。CO₂削減の有望なアプローチとして酵素を用いた炭素固定が研究されており、炭酸脱水酵素や(脱)カルボキシラーゼなどの様々な酵素がCO₂の固定や変換を含む反応を触媒することが知られています。

本研究では、炭素源とMg²⁺を含む水相中で、C3化合物であるホスホエノールピルビン酸 (PEP) からC4化合物であるオキサロ酢酸 (OAA) と無機リン酸 (Pi) の生成を触媒するホスホエノールピルビン酸カルボキシラーゼ (PEPC) を化学修飾されたポリスチレンに固定化しました。これをPEPを加えた気泡塔内に懸濁し、10% CO₂を通気しました(図6-14)。この操作によって気泡塔内にOAAの蓄積が確認されました(図6-15)。しかし、300分間の操作によるPEPのOAAへの転化率は最大30%程度であったため、効率化に向けて研究を進めていく予定です。

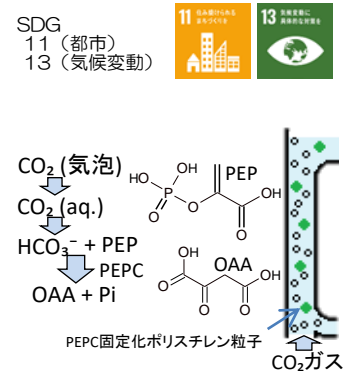


図6-14 PEPC反応と気泡塔操作

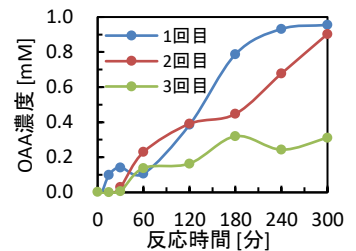


図6-15 OAA濃度の時間変化

修士論文

100年前にも線状対流系豪雨は発生していたのか？

大学院創成科学研究科 農学系専攻 古場 杏奈

AMeDASによる地上気象観測網や降雨レーダ観測網が整備される以前の気象観測は「区内観測」と呼ばれ、市町村役場や学校などに委託されていました。区内観測は1890年代に始まり1976年に終了していますが、データは気象台等に紙媒体で保管されていました。このデータのデジタル化を行った結果、これまでわからなかった過去の雨の面的な分布を知ることができるようになりました(図6-16)。

本研究では1901年から1970年に九州で発生した豪雨事例112事例を解析した結果、東西に伸びる雨域は九州北部と南部に集中しており、それに対し九州中部は南北に伸びる雨域がみられました(図6-17)。区内観測データは日雨量であるため、線状対流系の停滞・移動までを議論することはできませんが、南北に伸びる雨域は東西に伸びる線状対流系が南北に移動した結果ではないかと推測されます。このように、100年前にも線状対流系豪雨が発生していたことが確認されました。

SDG
13 (気候変動)

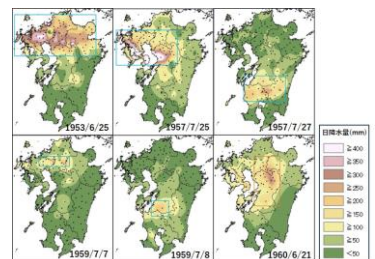


図6-16 日降水量の分布の例

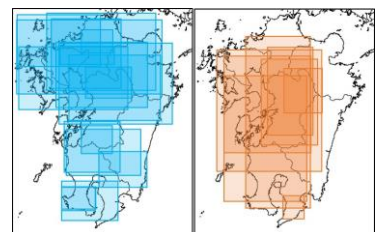


図6-17 日雨量150mmに内接する四角形の分布 (1951~1960年、青：東西、橙：南北)

卒業論文

山口県岩国市の花崗岩地域における表層崩壊のメカニズムの検討

理学部 地球圏システム科学科 竹田 拓己

日本で発生する斜面崩壊の約90%が表層崩壊で占められ、その発生は今後の気候変動により今世紀末には現在より20%増加すると予測されている。表層崩壊の発生には、その場の地形地質、地下水、植生等地被条件とその時の降雨条件がかかわるため、警報発報の精度向上には、表層崩壊発生に関わる場の条件を明らかにする必要がある。

そこで本研究では、平成30年7月豪雨で表層崩壊が多発した岩国市地域を対象に、地形解析、気象観測、土壌水分の連続計測、土壌層の各種物理特定・強度特性を測定し（図6-18）、その結果に基づいて表層崩壊の発生機構を検討した。

検討の結果、表層崩壊は1) 集水地形、2) 土壌の粘着力の小さい幼齢林地や裸地、3) 飽和しやすい土壌条件、4) 降雨後の体積含水率の増加率に対して減少率が小さい土壌層の分布（図6-19）、の4条件がそろった箇所で発生することがわかった。

卒業論文

発酵による物質生産

農学部 生物機能科学科 國績 崇仁

配糖化酵素は化合物に糖ヌクレオチド由来の糖を付加する配糖化反応を触媒します。ここで生成した配糖体は、もとの化合物と比べ水溶性が高くなるため健康飲料や化粧水など利用用途が多様になります。化合物Aは有機合成でも生成できますが、扱いに注意を要する薬品を使用しなくてはならない場合もあります。また、精製した配糖化酵素を用いてこの化学反応を行う場合、酵素の精製に手間がかかるうえ、もう一つの反応物である糖ヌクレオチドが高価なため、大量生産には向いていません。

そこで、本研究では、私達がお酒や食酢を手に入れるために発酵という技術を使うのをまねて、配糖化酵素の遺伝子のある菌に導入し（図6-20）、菌自身が生成する糖ヌクレオチドを利用して配糖化反応行いました。そして、ある化合物Aを培地に添加してこの組換え菌体を培養することで、培地から化合物Aの配糖体を高収率で回収することに成功しました。この成果は、化合物の配糖化における技術として、薬品を使わないことによる人体や自然環境の安全性向上、製造工程やコストを削減できることが期待されます。

SDG
11 (都市)
13 (気候変動)
15 (森林保全)

図6-18 気象観測(左)と土壌水分観測(右)

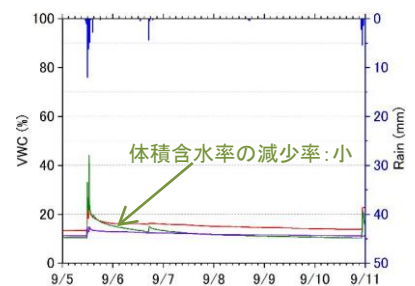


図6-19 降雨後の土壌体積含水率の変化

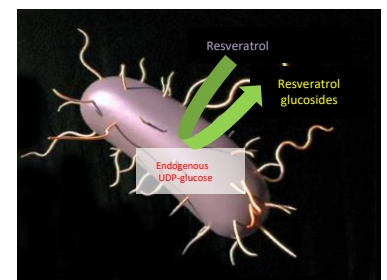
SDG
9 (イノベーション)
12 (生産・消費)

図6-20 微生物を用いた物質生産

6.4 持続可能な開発のための教育（ESD）

SDG
9（イノベーション）
13（気候変動）

THE大学インパクトランキング2024

SDG9（イノベーション）で高得点、SDG13（気候変動）では国内2位グループの評価を獲得

山口大学は、イギリスの高等教育専門誌（THE：Times Higher Education）が2024年6月12日に発表した「THE大学インパクトランキング2024」において、世界総合ランキングで上位25%にあたる401～600位のグループにランクインし、国内ランキングでも上位20%にあたるグループにランクインしました。

特にSDG9〔イノベーション（産業と技術革新の基盤をつくろう）〕では、特許数や大学発ベンチャー企業の企業活動および産学連携研究収入が評価され高得点を獲得しました。

またSDG13〔気候変動（気候変動に具体的な対策を）〕では、「環境目標実施計画書」を運用した省エネと環境に配慮した活動や、環境貢献技術の創出に寄与する「グリーン社会推進研究会」の活動が評価され、国内ランク2位グループとなりました。

その他、コロナ禍におけるキャンパス内での食料供給（SDG2）、「SDGs報告書」（図6-21）による取組状況の発信や企業・自治体等と連携したSDGs関連イベントの実施（SDG17）なども高得点を獲得し、困難なコロナ禍であっても持続可能な未来を築くために活動を続けてきたことが評価されました。

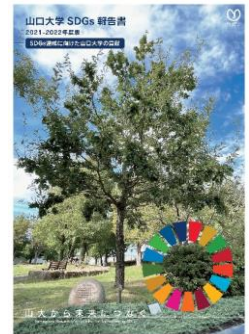


図6-21 山口大学SDGs報告書

学部・大学院等の授業科目の詳細 <http://ds.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~fms-01/kankyo/kankyo2024/jyugyakamoku2024.pdf>

6.5 高度な専門性と幅広い学際性を養う大学院教育の推進

SDG
1～17

山口大学は、知の拠点として地域のシンクタンク機能を果たすことで、地域の抱える課題の解決に寄与し、地域のステークホルダーに頼られ必要とされる、魅力あふれた大学を目指しています。

今日の我々が直面する様々な社会課題は、単一の専門分野の知識だけでは解決が困難になっています。このような課題に対応するためには、理工系の知識や技術を人間に繋ぐ「人文知」が欠かせません。

こうしたことから、本学では人文・社会科学系大学院を再編し、新たに「人間社会科学研究科」を2025年度から設置します。人間社会科学研究科は、「人文科学専攻」、「臨床心理学専攻」、「経済学・経営学専攻」、「共創科学専攻」という、文系基礎学、応用人間社会科学の4専攻を設置し、人文科学諸分野と、社会学、教育学、心理学、経済学、経営学等の社会科学分野、さらにデザイン学、データサイエンス等を相互に交流させることで、各自の専門分野の研究から得られる人間性への深い洞察と分析力を基盤にした上で、他分野との交流によって獲得される複眼的視点から問題を捉え直し、SDGsの人権や環境も含めた社会的課題を解決に導く人材養成を目指します。

人間社会科学研究科

人文科学専攻	臨床心理学専攻	経済学・経営学専攻	共創科学専攻
人文科学プログラム <ul style="list-style-type: none"> 思想研究コース 歴史研究コース 現代社会研究コース 日本・中国言語文学研究コース 欧米言語文学研究コース 	臨床心理学プログラム	経済学プログラム <ul style="list-style-type: none"> 経済社会政策コース 公共管理コース 経営学プログラム <ul style="list-style-type: none"> 中山間地マネジメントコース 医療・福祉経営コース 税務コース 	人間文化創造プログラム <ul style="list-style-type: none"> 多文化共生コース 表象文化・デザインコース 人間社会創造プログラム <ul style="list-style-type: none"> データ理解・活用コース 人間社会・環境コース

人間社会科学研究科の詳細 <https://ds.cc.yamaguchi-u.ac.jp/~kikakuka/hes/>

