



ICAS 年報

2011

茨城大学

地球変動適応科学研究機関 (ICAS)

巻頭言

この年報は、平成 22 年度における ICAS の研究、教育、アウトリーチ活動をまとめたものです。ICAS は、平成 22 年度より第 2 期に入りましたが、平成 18 年の設立以来の活動の結果、気候変動・サステイナビリティ学研究の拠点として広く認識されようになりました。第 2 期では、一層対象分野を広げて、サステイナビリティ学研究の展開を目指しており、第 4 研究部門「新しい安全・安心社会のあり方」を新設して 4 研究部門体制としました。研究部門に参加する兼務教員・協力教員は、従来の 54 名から 90 名を超える規模になりました。国内のネットワークでは、サステイナビリティ学連携研究機構(IR3S)の後継組織として、平成 22 年度サステイナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)が設立され、IR3S 以来の参加大学として引き続き SSC に参加しました。

平成 22 年度は、茨城新聞での 2 年間の連載記事を再構成した「茨城大学発：持続可能な世界へ」(茨城新聞社)の発行や、ICAS メンバーが執筆参加したサステイナビリティ学シリーズ和文・英文各 5 巻が、東京大学出版会(和文)と国連大学出版(英文)から出版され、ICAS の研究成果を発信しました。

さらに、平成 22 年度の大きな成果は、大学院サステイナビリティ学教育プログラムの第 1 回修了生が生まれたことです。所属研究科及びサステイナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)が発行する 2 種類の修了認定証がそれぞれ 31 名、30 名に授与されました。今後、修了生が社会で活躍されることを願ってやみません。

平成 22 年度の年度末に近い 3 月 11 日、東日本大震災とそれを引き金に東京電力福島第一原発の事故が発生しました。未曾有の災害に直面して、私達は多くの問題を根本的に考え直すことを迫られています。日本の自然環境が変動性に富んでいることや社会の安全・安心がサステイナビリティにとっても基本的に重要なものであることを再認識させられました。サステイナビリティ学の展開は簡単ではありませんが、こうした新しい課題を含めて持続可能な社会を目指して大学に何ができるかという挑戦を続けていきたいと考えています。どうか、興味・関心のある方の一層の参加をお願い致します。

2012 年 1 月

茨城大学地球変動適応科学研究機関 機関長
三村信男

A	概要.....	1
1.	ICAS とは.....	1
B	研究活動報告.....	5
1.	適応のための工学的手法開発に関する研究(第 1 部門).....	5
1.1.	全球及びアジア太平洋地域広域評価	5
1.2.	アジア・太平洋地域における複合影響評価・適応技術に関する研究.....	8
1.3.	IT 技術を用いた防災・適応策の検討	19
2.	気候変動適応型の農業開発に関する研究(2 部門).....	22
2.1.	気候変動下での土地利用・遊牧業システムの研究	22
2.2.	適応型栽培技術の開発	27
2.3.	土壌・水系物質循環保全の研究	41
3.	適応のための生活圏計画・適応政策に関する研究(第 3 部門).....	49
3.1.	気候・環境変動への適応計画と適応政策	49
3.2.	都市・コミュニティレベルでの生活圏確保のための適応策と緩和策.....	57
3.3.	地域（茨城）サステイナビリティ	67
4.	新しい安全・安心社会のあり方(第 4 部門).....	71
4.1.	気候安全保障政策の提言	71
4.2.	社会的公平に関する研究	72
4.3.	「共生の知」の創出.....	75
4.4.	環境意識および環境教育のあり方	84
5.	独自研究	87
C	教育・アウトリーチ活動報告.....	95
1.	サステイナビリティ学教育の比較研究	95
2.	地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発	97
3.	地球変動適応科学研究機関の活動体制の強化	100
4.	アウトリーチ活動	100

A 概要

1. ICAS とは

茨城大学では、文部科学省科学技術振興調整費(戦略的研究拠点育成)プロジェクトのサステイナビリティ学連携研究機構(IR3S: Integrated Research System for Sustainability Science)の参加大学の一つとして、2006 年 5 月に全学の学内共同教育研究施設として「地球変動適応科学研究機関(ICAS)」を設立した。IR3S は、東京大学が企画運営を統括し、本学、東京大学、京都大学、大阪大学、北海道大学の参加 5 大学に研究拠点を形成し、個別課題を担う 7 つの協力機関(東洋大学、東北大学、国立環境研究所、千葉大学、早稲田大学、立命館大学、国際連合大学)とともに世界トップクラスのネットワーク型研究拠点を形成し、サステイナビリティ学の構築を目指している。IR3S は、2010 年より一般社団法人サステイナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)へ事業を継承している(図 1-(1))。

ICAS は、学長特別補佐を機関長に任命するとともに、地球変動適応科学研究機関規則によって全学委員会である研究プロジェクト推進委員会のもとで緊密な全学協調を図る運営体制とした(図 1-(2))。



図 1-(1) 一般社団法人サステイナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)

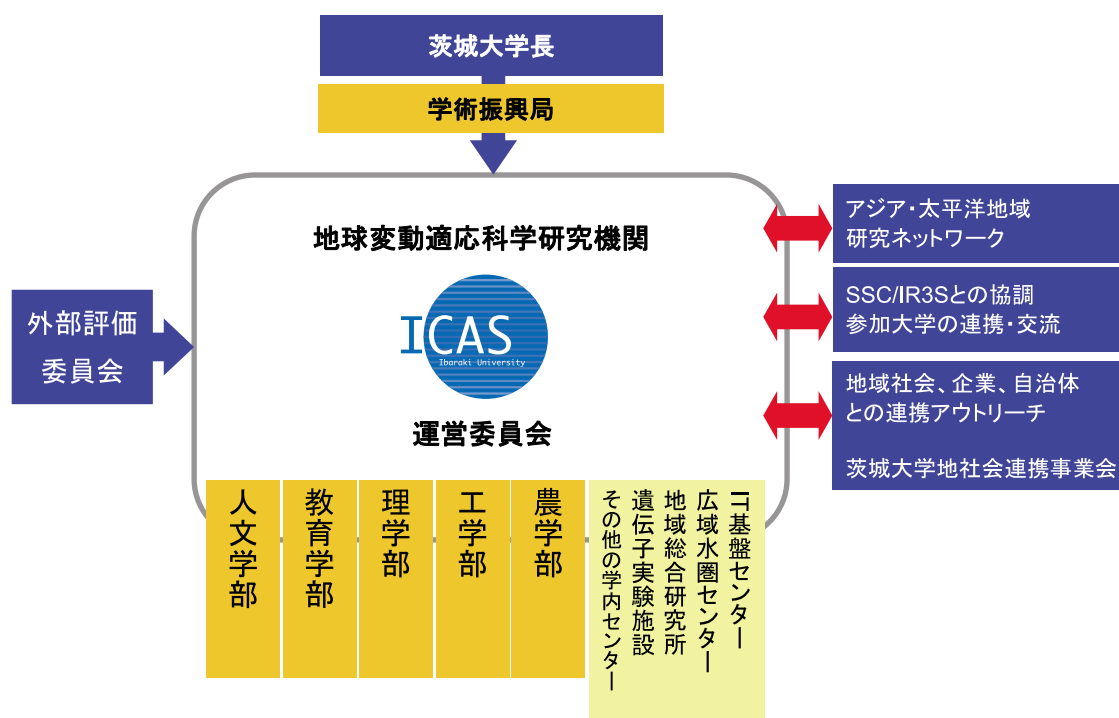


図 1-(2) 地球変動適応科学研究機関(ICAS)の構成組織

ICAS は 3 つの目標を掲げている(図 1-(3))。すなわち、1) 気候変動の影響予測と適応技術・政策の提案、2) アジア各地域と茨城における持続可能ビジョンの研究、3) 気候変動適応科学およびサステナビリティ学の創生とそれを担う人材育成を目指している。これらの目標に基づき、気候変動適応科学の観点からサステナビリティ学関連分野の幅広い研究教育へと取り組みを進めていく。2010 年度より、第 4 部門「新しい安全・安心社会のあり方」を設置し、従来の 3 研究部門体制から拡充を図った。

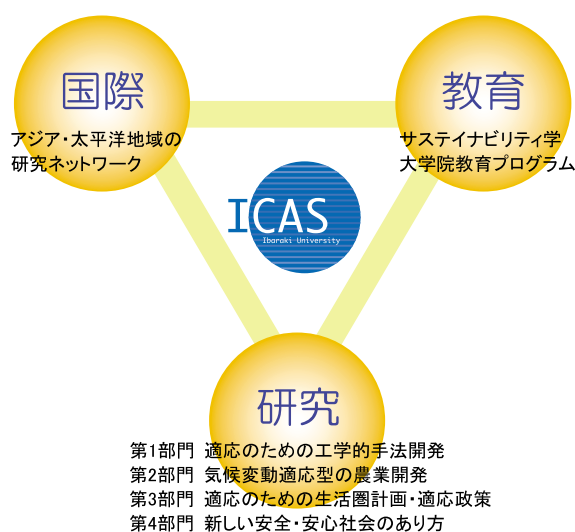


図 1-(3) ICAS の 3 つの目標

表A 地球変動適応科学研究機関(ICAS)兼務教員等

機関長	三村 信男	広域水圏環境科学教育研究センター・教授		
人文学部	伊藤 哲司	人文コミュニケーション学科・教授	蓮井誠一郎	社会科学科・准教授
	三輪 徳子	人文コミュニケーション学科・准教授	原口 弥生	社会科学科・准教授
	渋谷 敦司	社会科学科・教授	土屋 和子	社会科学科・講師
教育学部	清木 徹	学校教育教員養成課程・教授	伊藤 孝	学校教育教員養成課程・教授
	大辻 永	学校教育教員養成課程・准教授	郡司 晴元	人間環境教育課程・准教授
理学部	山村 靖夫	理学科・教授	北 和之	理学科・教授
工学部	小柳 武和	都市システム工学科・教授	横木 裕宗	都市システム工学科・教授
	金 利昭	都市システム工学科・教授	藤田 昌史	都市システム工学科・准教授
	沼尾 達弥	都市システム工学科・教授	小澤 哲	理工学研究科・教授
	小峯 秀雄	都市システム工学科・教授	湊 淳	理工学研究科・教授
	呉 智深	都市システム工学科・教授	外岡 秀行	情報工学科・准教授
	村上 哲	都市システム工学科・准教授		
農学部	中川 光弘	地域環境科学科・教授	長谷川守文	資源生物科学科・准教授
	小林 久	地域環境科学科・教授	新田 洋司	生物生産科学科・教授
	木下 嗣基	地域環境科学科・准教授	安江 健	生物生産科学科・准教授
	成澤 才彦	資源生物科学科・准教授	小松崎将一	附属フィールドサイエンス 教育研究センター・准教授
広域水圏環境科学 教育研究センター	桑原 祐史	同センター・准教授		
遺伝子実験施設	安西 弘行	同施設・教授		
ICAS	田村 誠	ICAS 准教授	會田 洋恵	ICAS スタッフ
	安原 一哉	産学官連携研究員	小又 麻衣	ICAS スタッフ
	Frank・Ling	ICAS 研究員	安田真由美	ICAS スタッフ
	田林 雄	ICAS 研究員	四戸 未来	ICAS スタッフ
	安島 清武	ICAS 研究員		
	島田 敏	産学官連携コーディネーター		
	加藤 禎久	共同研究員		

(所属等は 2011 年 9 月末日現在)

表 B 地球変動適応科学研究機関(ICAS)協力教員

人文学部	高橋 修 鈴木 敦 木村 昌孝 葉 倩瑋	人文コミュニケーション学科・教授 人文コミュニケーション学科・教授 社会科学科・教授 社会科学科・准教授	金 光男 齋藤笑美子 中田 潤 小原 規宏	社会科学科・教授 社会科学科・准教授 社会科学科・准教授 社会科学科・講師
教育学部	山本 勝博 富樫 泰一 村野井 均 木村 勝彦 木村美智子	学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・教授 学校教育教員養成課程・准教授	西川 陽子 木村 競 関 友作 岩佐 淳一 佐藤裕紀子	学校教育教員養成課程・准教授 人間環境教育課程・教授 人間環境教育課程・准教授 情報文化課程・教授 学校教育教員養成課程・准教授
理学部	堀 良通 天野 一男 大西 和榮	理学科・教授 理学科・教授 理学科・教授	野澤 恵 本田 尚正	理学科・准教授 理学科・准教授
工学部	米倉 達広 鎌田 賢 栗原 和美 乾 正知	情報工学科・教授 情報工学科・教授 電気電子工学科・教授 知能システム工学科・教授	山田 稔 寺内美紀子 原田 隆郎	都市システム工学科・准教授 都市システム工学科・准教授 都市システム工学科・准教授
農学部	太田 寛行 吉田 正夫 久留主泰朗 戸嶋 浩明 田附 明夫 黒田 久雄 合田 素行 吉田 貢士	資源生物科学科・教授 資源生物科学科・教授 資源生物科学科・教授 資源生物科学科・教授 地域環境科学科・教授 地域環境科学科・教授 地域環境科学科・教授 地域環境科学科・准教授	岡山 毅 西脇 淳子 長澤 淳 浅木 直美 井上 栄一 宮口 右二 佐藤 達雄	地域環境科学科・助教 地域環境科学科・助教 地域環境科学科・講師 生物生産科学科・准教授 生物生産科学科・准教授 生物生産科学科・准教授 付属フィールドサイエンス 教育研究センター・准教授
地域総合研究所	井上 拓也	同所長・社会科学科・教授		
IT 基盤センター	野口 宏	同センター・講師		
広域水圏環境科学 教育研究センター	中里 亮治	同センター・准教授		

(所属等は 2011 年 9 月末日現在)

B 研究活動報告

1. 適応のための工学的的手法開発に関する研究(第 1 部門)

1.1. 全球及びアジア太平洋地域広域評価

1.1.1. 環礁州島海岸における国土防護としての海岸侵食対策に関する研究

横木裕宗（工学部）、桑原祐史（広域水圏）、藤田昌史（工学部）

研究協力者：佐藤大作（産学官連携研究員）、その他修論・卒論生数名

外部研究費受入：（ICAS の他）JST-JICA、環境研究総合推進費

[1] 課題の目的

ツバルなどサンゴ礁の太平洋小島嶼における影響と対策

[2] 研究の概要

本課題は、東京大学、国立環境研究所などの学外の研究機関と共同で行った。本年度は 8 月にツバルへ、9 月にはキリバスへ現地調査に赴いた。また、2 月にツバルで現地調査を行った。課題全体の研究目的は、海面上昇や気候変動に伴う海岸地形変化を明らかにし、将来予測や侵食に対する対策を提案するものである。この目的を達成するために、以下の 3 つのサブテーマに分かれて研究を行った。

[3] 研究成果

(1) 州島海岸での底質生産・運搬に着目した海岸地形変化モデルの開発と州島地形の将来予測

州島海岸の砂浜を形成する底質は、有孔虫という生物の生産量に負っている。本研究では、現在そして将来の生物生産量を考慮して、波浪外力による沿岸漂砂量分布に基づいた地形変化を計算した。これまでに沿岸漂砂ポテンシャルを用いて州島海岸全体の地形変化を評価するモデルは開発できた（図 1.1-(1)）。本年度は、ツバルのフナフチ環礁において、州島先端周辺や州島の切れ目など、沿岸漂砂の概念では正確に評価できないが地形変化に大きな影響を及ぼす海岸域の底質移動を、より精度よく評価する概念とそのモデルの開発を行った。

また、キリバスの調査では、全長数 km にわたるコースウェイ（土手道）周辺の海岸地形の調査を行い、コースウェイが周辺の漂砂環境に及ぼす影響を検討した（写真 1.1-(1)）。さらに、コースウェイの建設とラグーン内の小州島の消散との関連の文献調査も行った。

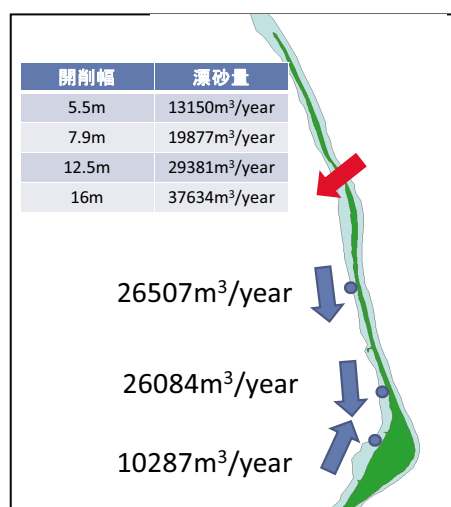


図 1.1-(1) フナフチ環礁フォンガファレ島の広域沿岸漂砂



写真 1.1-(1) キリバス・タラワ環礁のコースウェイ（左上）とラグーン内の小州島・Bikeman 島（右）

(2) 海岸域の土地被覆分類から見た侵食・堆積傾向海岸の検出と海岸植生の侵食軽減効果の測定

過去いくつかの時期に撮影された航空写真や衛星画像を用いて、マーシャル諸島マジュロ環礁における州島やツバル、フナフチ環礁における州島の沿岸域に沿って、海岸の侵食・堆積傾向と土地被覆や地盤高などの環境情報の相関を検討した。その結果、砂浜の侵食・堆積傾向を精度よく推定できる環境情報とその相関式を提示することができた。さらに、適用範囲の拡大の検討も行った。

また、州島海岸域の海岸植生の高さの空間分布を詳細に調査して、州島海岸の形成過程（侵食・堆積）と植生高の分布との関連を明らかにし、侵食対策としての海岸植生の有効性を検討した。

(3) 海岸域の水質から見た人間居住の影響と海岸植生・地形変化への影響の解明

現在フナフチ環礁フォンガファレ島ラグーン側やマジュロ環礁の人口密度の高い地域の前面の海岸では水質の悪化が懸念されているが、定量的評価は未だなされていない。本年度は現地調査の際に水質項目の測定を行い、水質悪化問題の要因を明らかにするとともに、その対策の検討を行った。

[4] 発表及びアウトリーチ

- (1) 成果の発表 なし
 - 1) 著書
 - 2) 論文（査読つき）
 - 3) その他の論文
 - 4) 口頭発表

- (2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

1.2. アジア・太平洋地域における複合影響評価・適応技術に関する研究

1.2.1. 気候変動に対応する防災システムの高度化とアジア・太平洋地域における防災耐力の形成に関する研究

小峯秀雄、横木裕宗（工学部）、桑原祐史（広域水圏）、村上 哲（工学部）
藤田昌史（工学部）小澤 哲、湊 淳（理工学研究科）、外岡秀行（工学部）

[1] 課題の目的

本研究では、①河川氾濫や海面上昇などの浸水影響と経済波及効果の分析手法の開発、②IT を用いた脆弱性診断技術の開発、③環境負荷低減技術の開発を通じて、気候変動に対応する防災システムの高度化を目的とする。これに加えて、気候変動の影響に脆弱なベトナムや南太平洋島嶼国などのアジア太平洋地域において、浸食、地盤災害、高潮などに関する現地調査とデータ収集等を行い、アジア・太平洋地域における防災耐力の形成を進めることももう一つの目的とする。

[2] 研究の概要

気候変動に対応する防災システムの高度化を目指して、以下の研究項目を実施した。

- 1) 日本における複合影響評価と適応技術
- 2) IT 技術を用いた適応策の検討
- 3) 低炭素社会実現と環境負荷低減を同時に満足する技術の開発

また、アジア・太平洋地域における防災耐力の形成を目指して、以下の研究を進めた。

- 4) ツバルなどサンゴ礁の太平洋小島嶼における影響と対策
- 5) 沿岸域地盤沈下地帯の防災耐力の評価と適応力の形成技術の提案

[3] 研究成果

1) 日本における複合影響評価と適応技術

茨城大学で開発した室内侵食特性試験装置を活用し、土質分類の視点から、河川堤防を含む周辺土質の侵食脆弱性を評価できる侵食特性データベースを構築した。これと地盤情報データベースを組み合わせることにより、日本の主要河川の侵食脆弱性マップの構築を進めた。

2) IT 技術を用いた適応策の検討

1) のような要素的な脆弱性評価に加えて、実現象のモニタリング技術の重要性の観点から、スリランカの熱帯ラグーンにおける衛星水質観測から、クロロフィル量、分光スペクトル、溶存酸素、濁度、水温、大気エアロゾル、水蒸気量をモニタリングできる技術開発に着手した。また、茨城県内市町村を対象とした生活環境圏の CO₂ 計測ステーションを設置し、気候変動による影響を地域レベルで検出するモニタリング技術の開発を進めた。さらには、より微小な領域でのモニタリングを可能にするための IC タグを利用したイン

フラの複合災害に対する脆弱性診断技術の開発を進めた。

3) 低炭素社会実現と環境負荷低減を同時に満足する技術の開発

適応策の一つとして、温室効果ガスの一つである二酸化炭素(CO₂)の削減と廃棄物の有効利用の両立を目指して、廃棄物による CO₂ の固定化を構想した。7 種類の性質の異なる廃棄物（高炉徐冷スラグ、熔融スラグ、カキ殻、加圧脱水浄水汚泥、タイヤチップ、廃石膏ボードおよび石炭灰）の CO₂ 固定化特性を実験的に調査し、高炉徐冷スラグおよび加圧脱水浄水汚泥の有効性を明らかにした。

4) ツバルなどサンゴ礁の太平洋小島嶼における影響と対策

Majuro 環礁を対象として、土地被覆、地盤高、植生占有率などの整理を行い、当該地点の沿岸域の侵食・堆積の現状を把握し、それを踏まえた防護優先地区選定とその選定プロセスの提案を行った。

5) 沿岸域地盤沈下地帯の防災耐力の評価と適応力の形成技術の提案

適応策を投じる地点の重みづけを行う上で、対象地域の防災耐力を詳細かつ定量的に評価することが必要である。本研究では、メコンデルタ地帯の適応技術の構築に向けて、人工衛星に搭載された合成開口レーダにより取得したデータ(SAR データ)を用いた干渉 SAR 解析手法による地表面変動量の取得技術の開発に着手した。メコンデルタの地域のうちホーチミンシティー周辺に適用し、現状の地表面変動を把握を行った。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき） なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

海野円，小峯秀雄，村上哲：各種廃棄物の二酸化炭素固定化の可能性調査～低炭素社会構築に向けた新しい可能性の探求～，第 7 回地盤工学会関東支部発表会 (Geo-Kanto2010)，2010/11.

海野円，小峯秀雄，村上哲：密閉容器を用いた各種廃棄物の二酸化炭素固定化特性に関する実験的調査と低炭素社会への貢献の可能性，第 46 回地盤工学研究発表会発表論文集，2011/07.

海老沢加奈，村上哲，小峯秀雄：関東平野北部における地盤沈下把握のための干渉 SAR の適用，第 46 回地盤工学研究発表会発表論文集，2011/07.

藤田圭介，小峯秀雄，村上哲，安原一哉，谷口雄太：各種土質試料の侵食に関する実験データと地盤情報データベースの組み合わせによる河川堤防や高水敷，河岸の侵食脆弱性評価の可能性，第 7 回地盤工学会関東支部発表会 (Geo-Kanto2010)，2010/11.

藤田圭介, 小峯秀雄, 村上哲, 安原一哉, 谷口雄太: 気候変動に伴う降雨特性の変化が河川流域の土質材料へ及ぼす影響～粒度分布を考慮した河川模擬土質材料の侵食特性調査～, 第 46 回地盤工学研究発表会発表論文集, 2011/07.

谷口雄太, 小峯秀雄, 村上哲: 河川堤防堤体材料中の細粒分の侵食特性に影響を及ぼす支配的物性値の調査, 第 46 回地盤工学研究発表会発表論文集, 2011/07.

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

ソウル大学校 Junboun Park 教授の招聘とジョイントセミナー（2010 年 9 月 14～15 日, 茨城大学工学部都市システム工学科にて）

地球規模環境問題に関する研究会(ICAS 第一部門ワークショップとして開催, 2011 年 1 月 20 日, 茨城大学工学部都市システム工学科にて)

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

1.2.2. 広域地盤災害予測のための地盤構造モデルの開発

村上 哲、小峯秀雄（工学部）

[1] 課題の目的

主要河川下流域における河川氾濫と海面上昇による浸水域と浸水人口、経済的波及効果の推定手法の開発

[2] 研究の概要

地盤情報データベースを用いた地盤構造モデルの作成において、土質名称として記載されている地盤情報のあいまいさを考慮した新しい地盤構造モデルの作成手法の開発を行い、それを液状化ハザードマップの作成へと展開している。

[3] 研究成果

土質名称を与えられた土の粒子構成の幅を考慮することによりモデル化される地盤のあいまいさを考慮できるものとして提案した。さらに、不確実な要素を考慮できる新しいハザードマップの提案を今年度実施していく。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表 なし

1) 著書

2) 論文（査読つき）

3) その他の論文

4) 口頭発表

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

1.2.3. 気候変動に伴う斜面災害防止のためのセンシング技術の開発

村上 哲、小峯秀雄（工学部）、大樂章文（理工学研究科院生）

[1] 課題の目的

降雨に伴う斜面災害は全国各地で発生している¹⁾。これらの災害を防止・軽減するため、モニタリングすることにより斜面の健全度を評価する手法の重要性が高まっている²⁾。この斜面モニタリング手法の実用化のためには、システムに要する費用の削減が必要である。そこで、近年、生産技術の著しい発展を遂げている低価格な加速度センサ IC タグを斜面モニタリング手法に応用することを考えた。落錘振動による斜面の加速度応答の測定から斜面の健全度を評価することが期待される。

[2] 研究の概要

防災科学技術研究所の大型降雨実験施設において、降雨に伴う斜面崩壊を模擬する大型降雨模型実験を実施した。その際、落錘振動による斜面の加速度応答を加速度センサ IC タグにより測定した。本実験の実験模型と重錘落下装置の外観を写真 1.2-(1)に示す。斜面寸法は、斜面長 10m、幅 4m、盛土厚 1m、傾斜角度 30°である。コンクリートの斜面の両側端面および上端面に鉄板の型枠が設置

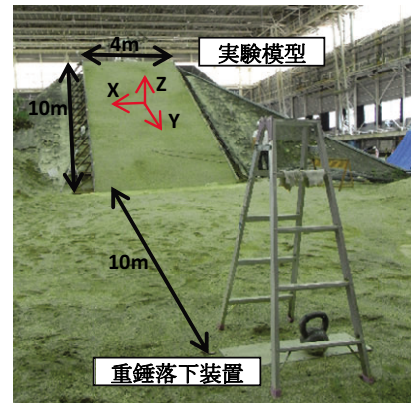


写真 1.2-(1) 実験模型と落錘装置の外観

されており、実験模型法尻に設置された排水装置により排水状態となっている。盛土は、初期含水比 $w=7.5\%$ 程度のまさ土を用い、乾燥密度 $\rho_d=1.6\text{g/cm}^3$ を目標に築造した。本実験



写真 1.2-(2) IC タグの外観

表 1.2-(1) IC タグの仕様

項目	加速度センサICタグ
加速度計タイプ	ピエゾ抵抗型
サンプリング周波数	200Hz
A/D分解能	16bit
計測成分	3軸(X軸, Y軸, Z軸)
最大加速度	$\pm 70\text{gal}$ ($\pm 1\text{G}$)
大きさ	80(W) × 80(D) × 55(H)mm
通信方式	IEEE802.15.4(準拠)
通信距離	見通しで約50m
重量	250g
電源	一次電池

で使用した加速度センサ IC タグは、HMB 有限責任事業組合が作製した3軸加速度センサ IC タグ(以下、IC タグと記す)である。IC タグの外観を写真 1.2-(2)に仕様を表 1 に示す。IC タグの測定方向は、斜面方向と直角に X 軸、斜面に沿って水平方向に Y 軸、重力方向に Z 軸である。IC タグは落錘位置から Y 軸方向に 2000mm 間隔で ID01~07 を、斜面上端中央部に ID08 を、

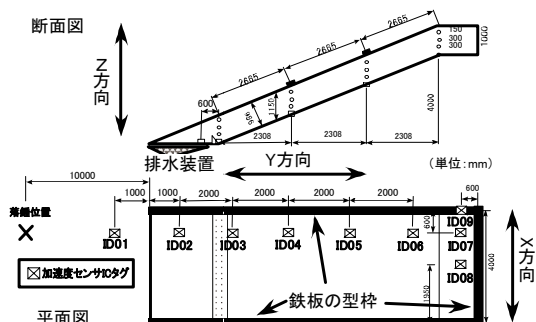


図 1.2-(1) IC タグの配置箇所(断面図, 平面図)

斜面側端上部鉄板上に ID09 をそれぞれ図 1.2-(1)に示すように配置した。また、斜面において IC タグを水平に保つため、写真 1.2-(3) に示すように、撥水加工を施した木製の台を IC タグと一体となるようにボルトで接合した。IC タグを設置後、実験模型全体を、散水装置を用いて雨を降らせた。先行降雨として時間雨量 30mm/h の雨を 120 分間降らせ、2 日間の放置後、本降雨として時間雨量 50mm/h の雨を崩壊に至るまで(約 220 分間) 降らせた。その際、斜面から 10m 離れた位置に鉄板を置き、約 50cm、約 100cm、約 150cm の三段階の高さから質量 20kg の重錘を落下させ、その時の加速度応答を測定した。測定は本降雨開始時から 20 分間隔で崩壊に至るまで実施した。また、落錘振動による斜面崩壊の影響を考慮して、本降雨継続時間 200 分で測定を終了した。

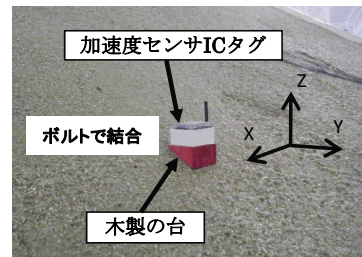


写真 1.2-(3) 斜面に設置した IC タグ

[3] 研究成果

本実験において IC タグから無線通信で伝送された加速度データの欠落が無かった³⁾ことから、降雨時における無線通信を利用した IC タグによる加速度測定は可能であることが示されたといえる。

次に、降雨に伴う斜面の状態変化が加速度応答に及ぼす影響を把握するため、振動の伝播方向である Y 軸方向の最大加速度に着目し、最大加速度と降雨継続時間との関係性を考察する。図 1.2-(2)は、加速度の絶対値の最大値を最大加速度として求めた結果を示したものである。降雨継続時間の経過に伴い最大加速度は全体的な傾向として減少することが示された。これは、降雨継続時間の経過に伴い斜面の水分量が上昇することで、最大加速度が低下したと推察される。しかし、局所的に大きなばらつきを示すことから、最大加速度を測定することにより、斜面の健全度を評価することは難しいと考える。

次に、地盤の卓越周波数（以下、卓越周波数と記す）と降雨継続時間との関係性について考察する。卓越周波数の算出方法は、落錘振動に対応する加速度波形を抽出し、高速フーリエ変換⁴⁾により方向別にフーリエ・スペクトルを求めた。変換条件はデータ数=1024、バンド幅 3Hz の Parzen Window により

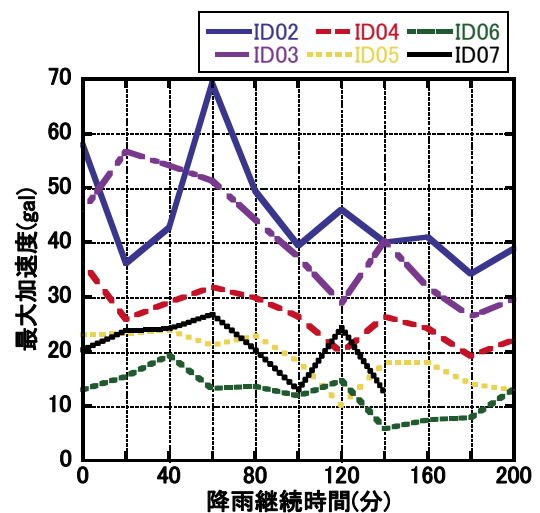


図 1.2-(2) 降雨継続時間に伴う最大加速度の推移

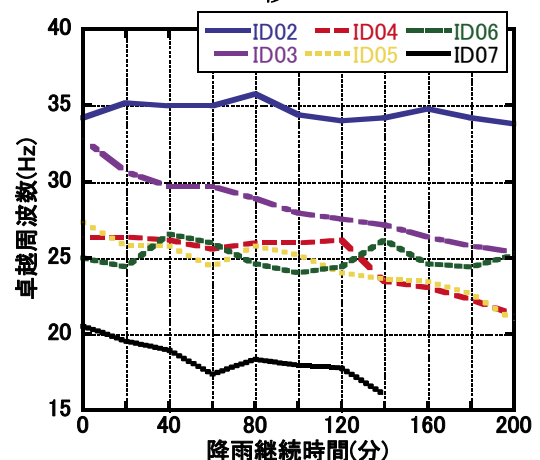


図 1.2-(3) 降雨継続時間に伴う卓越周波数の推移

平滑化を行った。また、振動特性や伝播経路に起因せず地盤特性を強く反映する水平動スペクトルを鉛直動スペクトルで除した H/V スペクトル比 (以下、H/V-SR と記す) を算出し、落錘高さ 3 段階の平均をとり同時刻同点の H/V-SR とした。そのピーク値から卓越周波数を把握した⁵⁾。ここで、水平動については実験模型の側端に位置する鉄板からの影響を取り除くことを目的として、振動の伝播方向と同方向の Y 軸方向を水平動とし卓越周波数を求めた結果を図 1.2-(3)に示す。図 1.2-(3)より、卓越周波数は、降雨継続時間の経過に伴って減少傾向にあることが分かる。これは、降雨継続時間の経過に伴い斜面の水分量が上昇することで、卓越周波数が低下したと推察される。IC タグを用いて卓越周波数の推移をモニタリングすることにより、斜面の健全度を評価することが可能であると考ええる。

以上より、加速度センサ IC タグを用いた斜面健全度モニタリング手法の開発のためには、斜面の健全度を定量的に評価する地盤の卓越周波数を用いた指標が有効であると考ええる。

結論

加速度センサ IC タグを用いた斜面モニタリング手法の構築に向けて、雨水が斜面に浸透することにより、落錘振動による斜面の振動特性がどのような変化を示し崩壊に至るのかを把握するため、加速度センサ IC タグを用いた大型降雨模型実験における斜面の振動特性の調査を実施した。本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 降雨時の斜面崩壊を模擬した大型降雨模型実験における IC タグを用いた加速度測定により、降雨時における無線通信を利用した IC タグによる加速度測定が可能であることが示された。
- 2) 大型降雨模型実験における落錘振動の加速度応答測定により、降雨継続時間の経過に伴う最大加速度の減少傾向を確認できたが、最大加速度の推移をモニタリングすることによる斜面の健全度評価は難しいと考える。
- 3) 大型降雨模型実験における落錘振動の加速度応答測定により、降雨継続時間の経過に伴う卓越周波数の減少傾向を確認できた。卓越周波数の推移をモニタリングすることにより、斜面健全度モニタリングにおける加速度センサ IC タグの有効性が示されたと考える。

本研究の成果は、斜面の健全度を定量的に評価する地盤の卓越周波数を用いた指標による、加速度センサ IC タグを用いた斜面健全度モニタリング手法の開発に貢献することができると考える。

< 参考・引用文献 >

- 1) 国土交通省砂防部 HP :
http://www6.river.go.jp/riverhp_viewer/entry/y2011e9147f7ea35407644f43c682d36b2c5694c759cb6.html, (2011.2.14 現在)
- 2) 北村良介：土と基礎降雨時の斜面モニタリングと崩壊予測技術の現状，地盤工学会，Vol.55, No.9, pp.1-3, 2007.
- 3) 齋藤修：降雨実験時のセンサ IC タグを利用した無線データ伝送についての考察，第 7 回

地盤工学会関東支部発表会講演集, 地盤工学会関東支部, pp.316-319, 2010.

4) 大崎順彦: 新・地震動のスペクトル解析入門, 鹿島出版会, pp.37-122, 1994.

5) 中村豊: H/V スペクトル比の基本構造, 物理探査学会地盤防災シンポジウム, 物理探査学会, 2008.

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書 なし

2) 論文 (査読つき) なし

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表

大樂章文, 村上哲, 小峯秀雄, 千葉宣朗, 酒井直樹, 石澤友浩, 齋藤修: 加速度センサ IC タグを用いた斜面モニタリング手法の大型降雨模型実験における検討, 第 7 回地盤工学会関東支部発表会講演集, 地盤工学会関東支部, pp.316-319, 2010.

大樂章文, 村上哲, 小峯秀雄, 齋藤修, 酒井直樹, 石澤友浩, 千葉宣朗: 加速度センサ IC タグを用いた大型降雨模型実験における斜面の振動特性の調査, 第 46 回地盤工学研究発表会, 地盤工学会平成 23 年度発表講演集, 2011.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

1.2.4. 各種廃棄物の二酸化炭素固定化の可能性調査－低炭素社会構築に向けた新しい可能性の探求－

小峯秀雄、村上 哲 (工学部)、海野 円 (理工学研究科院生)

[1] 課題の目的

はじめに 近年、地球温暖化を背景として、温室効果ガスの削減に関する取り組みが活発となっている¹⁾。日本では、2009 年 6 月に「2010 年までに 1990 年比で温室効果ガスを 25%削減する」という目標が掲げられた²⁾。温室効果ガスの中でも特に、二酸化炭素の平均濃度は、産業革命以降、急速に

上昇しており、CO₂ の削減が強く求められている。一方で、産業廃棄物最終処分場の残余年数が、全国で約 7 年と非常に厳しい状態にあり、新規建設地点の確保が困難であることから、廃棄物を有効利用し、最終処分量を削減することが強く求められている²⁾。そこで、二酸化炭素の削減と廃棄物の有効利用の両立を目指し、廃棄物による二酸化炭素の固定化を構想した。



図 1.2-(4) 廃棄物による CO₂ 固定化の概念図

[2] 研究の概要

図 1.2-(4)に示すように、都市部の沿道などに地盤材料として廃棄物を敷設し、排出された二酸化炭素を固定化することで温室効果ガスの削減に寄与することができる。既往の研究により、カルシウムを多く含有する廃棄物である解体コンクリートがCO₂を固定化することが示されており^{3)、4)}、本研究では、さらに多くの廃棄物に対して二酸化炭素固定化の可能性を調査する。

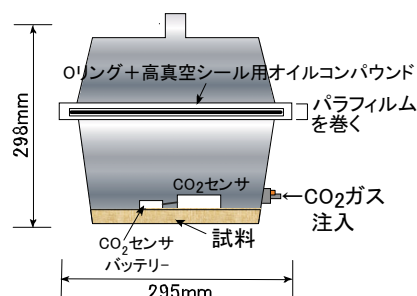


図 1.2-(5) バッチ型 CO₂ 固定化試験の装置図

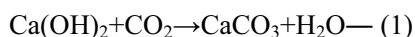
表 1.2-(2) 使用した試料の自然含水比、土粒子の密度および強熱減量

試料名	自然含水比 (%)	土粒子の密度 (g/cm ³)	強熱減量 (%)
高炉徐冷スラグ	7.3	2.95	0.24
解体コンクリート	5.0	-	-
カキ殻	14.9	2.68	43.2
アスファルト	0.4	-	-
山砂	10.3	2.70	2.4
相馬珪砂 5 号	0.1	2.64	-

[3] 研究成果

使用した試料の選定

解体コンクリートについては CO₂ の固定化が示されている。この CO₂ 固定化メカニズムは、コンクリートの中性化現象によるものであり、化学反応式を(1)式に示す。



セメント中に含まれる鉱物の水和反応により生じた水酸化カルシウムと、空気中の CO₂ が反応して、炭酸カルシウムを生成する⁵⁾。したがって、カルシウムを多く含む廃棄物に対して、CO₂ の固定化が期待できると考えた。そこで本研究では、カルシウムを多く含む廃棄物として、高炉徐冷スラグ、解体コンクリート、カキ殻の 3 種類を選定した。これらの廃棄物を地盤材料として利用することが目的であるため、地盤材料として多用されている、天然の土 2 種類(山砂、相馬珪砂 5 号)およびアスファルトを比較対象として選出した。これらとの比較により、選定した廃棄物の CO₂ 固定化材料としての有用性を判断する。表 1.2-(2)には使用した試料の自然含水比、土粒子の密度および強熱減量を示す。

各種廃棄物の CO₂ 固定化性能を調査するための試験(バッチ型 CO₂ 固定化試験)の方法

本試験は、試料を投入した密閉容器内に CO₂ を注入し、濃度変化を計測することで、各試料の CO₂ 固定化の可能性を調査するものである。

図 1.2-(5)にバッチ型 CO₂ 固定化試験の装置図を示す。容積 9.5L の密閉したデシケーターの底に試料を敷き均し、試料の上に無線 CO₂ 測定器 C2D-WO2(株式会社ユー・ドム以下、CO₂ センサー)およびセンサー用バッテリーを置いた。O リングに高真空シール用オイルコンパウンドを塗り、さらに、容器とフタの堺目をパラフィルムで覆うことで密閉性を高めた。その後、デシケーター内の CO₂ 濃度、温度および湿度を一定にするために 12 時間静置した。12 時間後、CO₂ を図 1.2-(5)に示す位置から注入し、コックを閉じた。労働者が有害物質を含む環境下で作業する際、健康リスクに及ぼす兆候がない水準として定められた許容濃度が 5000mg/kg である⁶⁾ことに加え、CO₂ センサーの測定可能範囲が 0~5000mg/kg であるため、CO₂ の初期濃度を約 4500mg/kg とした。CO₂ を注入後、デシケーター内の CO₂ 濃度、温度および湿度を 10 秒間隔で 12 時間計測した。デシケーター内に投入する試料は、自然含水比状態とし、湿潤質量 400.0g とした。また、CO₂ 固定量の多い試料に関しては、湿潤質量、含水比および粒径を変化させて試験を行った。

各試料における低下した CO₂ 濃度の比較

1 各試料における CO₂ 濃度の時系列での変化の比較

図 1.2-(6)に、各試料における CO₂ 濃度の時間変化を示す。初めに、デシケーター内に試料を入れない状態で試験を行い、CO₂ の容器への吸着および、容器外への漏出量を確認した。このとき、12 時間で低下した CO₂ 濃度は 219mg/kg であった。これを基準として、各試料を投入した場合の低下した CO₂ の濃度について考察する。

解体コンクリートと高炉徐冷スラグを投入した場合に、12 時間で低下した各試料の CO₂ 濃度は、約 4500mg/kg であった。この値は、試料なしの状態と比較しても、4000mg/kg 以上の差があるため、CO₂ 固定化の性能が高いことが分かる。その一方で、アスファルト、カキ殻、山砂、相馬珪砂 5 号を投入した場合に低下した CO₂ 濃度は、それぞれ約 200mg/kg であった。この値は、試料なしの低下濃度とほぼ等しいことが確認できる。し

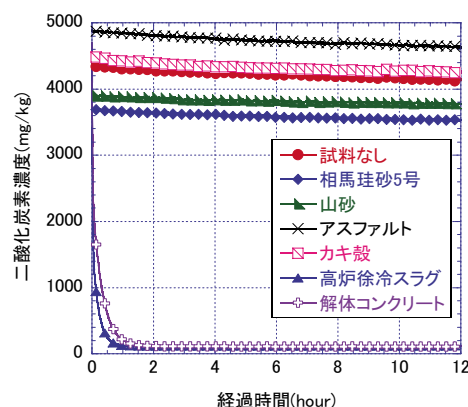


図 1.2-(6) 各試料における CO₂ 濃度の時間変化

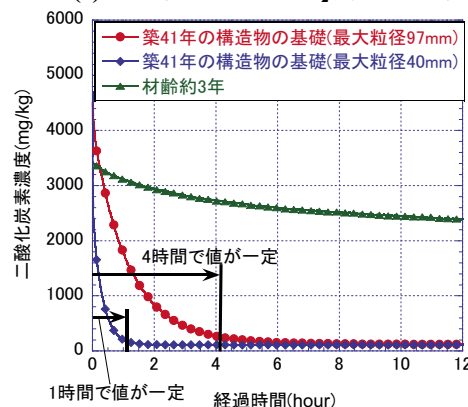


図 1.2-(7) 解体コンクリートにおける CO₂ 濃度の時間変化

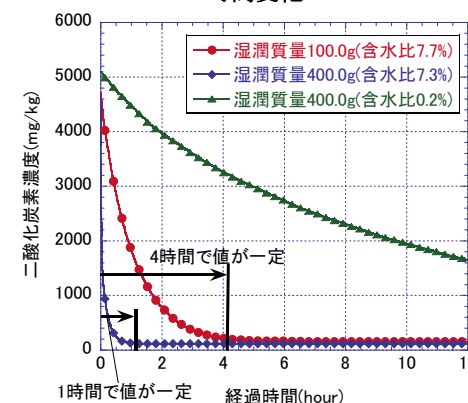


図 1.2-(8) 高炉徐冷スラグにおける CO₂ 濃度の時間変化

たがって、これらの 4 種類の試料における CO₂ の固定化は非常に少ないと考えられる。

2 解体コンクリートの材齢および粒径の違いによる CO₂ 濃度変化の比較

図 1.2-(7)に、解体コンクリートの材齢および粒径の違いによる CO₂ 濃度の時系列での変化を示す。コンクリートの CO₂ 固定化は、中性化によるものである。中性化は、時間の経過と共に進行するため、コンクリートの CO₂ の固定化量は、打設してから経過した時間により変化すると考えた。そこで、築 41 年の構造物の基礎に使用されていたコンクリートと、打設後約 3 年を経過したコンクリートの 2 種類を用いて試験を行った。12 時間で低下した CO₂ 濃度は、築 41 年の構造物の基礎に使用されていたもので 4358mg/kg、打設後約 3 年を経過したもので 1037mg/kg であり、打設後、前者は後者に比べて CO₂ の固定化量が約 4 倍である。また、同じ築 40 年の構造物の基礎に使用されていたコンクリートでも、最大粒径を 97mm と 40mm で試験を行った場合を比較すると、最大粒径 97mm の試料が 40mm の試料の 1/4 時間で平衡濃度に達している。これは、比表面積の違いによるものと推察される。

3 高炉徐冷スラグの湿潤質量および含水比の違いによる CO₂ 濃度の時系列での変化の比較

図 1.2-(8)に湿潤質量および含水比の違いによる CO₂ 濃度の時系列での変化を示す。はじめに、湿潤質量の異なる試料における CO₂ 濃度の経時変化について考察する。CO₂ を注入してから 12 時間で低下したそれぞれの CO₂ 濃度は、湿潤質量 400.0g のとき 4407mg/kg、湿潤質量 100.0g のとき 4554mg/kg である。その差は 147mg/kg であり、大きな差異は認められない。一方、湿潤質量 400.0g の場合の平衡濃度に達するまでの時間は、100.0g の場合の約 1/4 であることが分かる。これは、単位体積あたりの CO₂ に対する試料の質量が多くなると、単位時間あたりに試料が固定化出来る CO₂ の量が多くなるためと考えられる。次に、含水比の観点から CO₂ 濃度の経時変化について考察する。12 時間で低下した CO₂ 濃度の違いが 0.2%の高炉徐冷スラグは 3454mg/kg、含水比が 7.3%の高炉徐冷スラグは 4407mg/kg であり、低下した濃度は、含水比 0.2%のほうが 953mg/kg 少ない。さらに、図 1.2-(8)より、含水比が 0.2%の高炉徐冷スラグは、含水比が 7.3%の高炉徐冷スラグと比較して、CO₂ 濃度が緩やかなカーブを描いて減少していることが分かる。したがって、CO₂ を固定化する速度には初期の含水状態が大きく関係していると考えられる。また、12 時間で低下した CO₂ 濃度は少ないものの、含水比 0.2%の高炉徐冷スラグは平衡濃度に達しておらず、CO₂ 濃度が減少し続けていたため、さらなる CO₂ の固定化が期待できる。

結論

解体コンクリートと高炉徐冷スラグにおいて、CO₂ 固定化の可能性を見出すことが出来た。現在多用されている地盤材料比較しても、固定化材料としての有用性は明らかである。さらに、含水比、CO₂ と試料の比、比表面積に依存して CO₂ を固定化する速度および量が変わること明らかになった。

【参考文献】

- 1) 茨城県生活環境部環境政策課：環境白書，平成 22 年版，pp.6-8, pp.13-18, 2010.
- 2) 環境省：<http://www.env.go.jp/>，(2010 年 10 月 3 日現在).
- 3) 黒田泰弘，菊地俊文：コンクリート塊による二酸化炭素の固定化に関する研究，清水建設研究報告，2008.
- 4) 神谷寛一，東本守，矢田誠，那須博之：コンクリート廃材の炭酸化反応によるカルシウム源のリサイクルと二酸化炭素の固定，*Journal of the Ceramic Society of Japan* 106[7], pp.719-723, 1998.
- 5) 船戸已知雄，田代利明：コンクリートの耐久性と化学の基礎，セメント新聞社，1992. 6) 日本産業衛生学会：OELs, <http://joh.med.uoch-u.ac.jp/oel/index.html>, (2010 年 10 月 3 日現在)

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき） なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

海野円，小峯秀雄，村上哲：各種廃棄物の二酸化炭素固定化の可能性調査～低炭素社会構築に向けた新しい可能性の探求～，第 7 回地盤工学会関東支部発表会（Geo-Kanto2010），2010/11.

海野円，小峯秀雄，村上哲：密閉容器を用いた各種廃棄物の二酸化炭素固定化特性に関する実験的調査と低炭素社会への貢献の可能性，第 46 回地盤工学研究発表会発表論文集，2011/07.

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

1.3. IT 技術を用いた防災・適応策の検討

1.3.1. IT 技術を用いた適応策の検討

小澤 哲、湊 淳（理工学研究科）、外岡秀行（工学部）

[1] 課題の目的

「知識統合サーバシステム」による情報共有

[2] 研究の概要

第1部門 IT グループでは、深刻な影響が懸念される途上国において、IT 技術を用いた防災・適応能力の向上並びにサステナビリティ学の普及を目指すため、知識統合サーバシステム KISSEL（Knowledge Integration Servers System for E-Learning）を構築し、サモア、スリランカ、バングラディッシュ、フィジー等の諸国における教育者コミュニティ内ならびに参加国間での情報共有を推進している。また、KISSEL コンテンツの拡充の一環として、衛星リモートセンシングやカイトフォトグラフィによる地域環境マップの整備を目指しており、この一環としてスリランカの熱帯ラグーンを対象とした衛星水質マッピングの研究を進めている。

1. KISSEL の普及に向けた活動状況

平成22年2月にフィジーの南太平洋大学を訪問し、KISSEL サーバの設置に向けた事前折衝を行っている（H21 年度成果報告書参照）。現在、同大学に送付するサーバの構築作業を進めている状況にあり、準備ができ次第、送付する計画となっている。また、平成22年4月にバングラディッシュのダッカとラジシャヒを訪問し、ICT セミナーを開催した（科研費による支出）。この機会に、ダッカ大学に設置済みであった KISSEL サーバを、管理運用上の都合から、ラジシャヒ工科大学に移設した。平成23年3月には、既に KISSEL サーバを設置済みであるスリランカを訪問し、利用状況の調査や、運用や普及に係る打ち合わせを行った。また、本年度から KISSEL サーバシステムの抜本的な改良作業を開始している。これによって、通常の html 形式以外に、Xoops や Moodle 上のコンテンツをデータベース管理システムによって管理することが可能になった。さらに、ミラーリング技

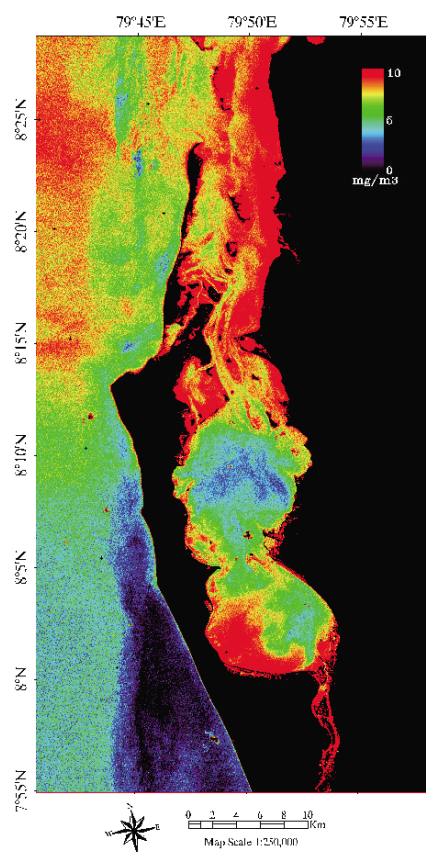


図 1.3-(1) 作成した高空間分解能クロロフィル画像の例（スリランカ・プッタラム・ラグーン）

術とレプリケーション技術の併用によって、グローバルに設置された複数のサーバ間で、これら各種データを共有することが可能になった。現在、KISSEL サーバシステムの改良作業と並行して、コンテンツの増強・再構築作業が進行中である。

2. スリランカの熱帯ラグーンを対象とした衛星水質マッピング

スリランカの海岸に点在する熱帯ラグーンの一部では、人間活動（生活、土地開発、農業、水産業等）による水質や水生生物の変化が問題となっている。これらのラグーンの環境を保全し、持続的に利用していくためには、長期間に渡る水質モニタリングを通してラグーンのエコシステムを理解することが欠かせない。こうした背景の下、本グループでは、スリランカ西海岸のプッタラム・ラグーン及びネゴンボ・ラグーンを対象とした衛星水質マッピングの研究を進めている。以下に本年度の進捗状況を報告する。

近年、様々な衛星センサの観測画像を利用できるようになってきたが、水質マッピングに利用される光学センサは天候の影響を受けやすく、また衛星センサによって空間分解能や観測頻度、分光バンド等の仕様が異なるため、10年～30年といった長期的な水質モニタリングの際には、衛星データが理想的な時間間隔で、かつ品質に一貫性を持って揃うようなことは無い。そこで、当グループでは、種々の衛星センサの画像及び現地測定データを長期水質モニタリングに耐え得るように融合するデータフュージョン技術の開発を進めている。本年度に得られた成果として、NASAのTerra衛星搭載のMODISセンサ及びASTERセンサの観測画像、並びに現地測定データを融合して生成したプッタラム・ラグーンの高空間分解能クロロフィルa画像を図1.3-(1)に示す。本マップは、ASTERの空間分解能（15 m）を有しながら、MODISのクロロフィルa画像及び現地測定データとも品質的に一貫性を持つものである。今後、処理手法を改良して更に精度を高めると共に、他の衛星センサ（LANDSAT/TMやNOAA/AVHRRほか）の観測画像にも拡張し、スリランカの熱帯ラグーンにおける20～30年に渡る長期的な水質変動評価に発展させる計画である。

[4] 発表及びアウトリーチ

（1）成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき）

S. Ozawa, G. Dassanayake, V. Patu, S. Barbaq Quarmal, H. Tonooka, H. Noguchi, M. Itaba and A. Minato, Role of Science, Scientist and ICT for Sustainable development of Human Society, Journal for Social Sciences- Sri Lanka, 2010

G. Dassanayake, S. Ozawa, V. Patu, N. Warnajith, and J. Wijayanayake, Development of E-Learning Community in Asian Pacific Countries, Journal for Social Sciences- Sri Lanka, 3, 2010.

- 3) その他の論文

- V. Patu and S. Ozawa, Development and Characteristics of E-learning Networks in Developing Countries in the Asian Pacific Region, Proceedings of the 6th International Students Conf. at Ibaraki Univ., 149-150, 2010.
- S.K. Saha, M. Itaba, A. Minato, and S. Ozawa, Multilingual Conversation Learning System by Using iPhone, iPod and iPad, Proceedings of the 6th International Students Conf. at Ibaraki Univ., 115-116, 2010.
- M. You, M. Itaba, A. Minato, and S. Ozawa, Development of Perpendicular Sensor and Its Application for Ranging, Proc. of the 6th Int. Students Conf. at Ibaraki Univ., 75-76, 2010.
- T. A. S. Anuruddha, Atsushi Minato, Masanori Itaba and Satoru Ozawa, Development of GPS Air Quality Mapping System, Proc. of the 6th Int. Students Conf. at Ibaraki Univ., 73-74, 2010.
- A. Sugimoto, A. Minato, M. Itaba, Satoru Ozawa, Development of Human Activity Measurement Device Using Sensor, Proc. 6th International Students Conf., Ibaraki Univ., 67-68, 2010.
- N. Warnajith, G. Dassanayake, D.D.G.L. Dahanayaka, A. Minato, S. Ozawa, Development of Data Managing System in Common with Moodle and Xoops, Proc. of the 6th Int. Students Conf. at Ibaraki Univ., 57-58, 2010.
- J. Liu, F. Guo, Atsushi Minato, Masanori Itaba, and Satoru Ozawa, Visible Light Communication System Using White LED, Proceedings of the 6th Int. Students Conf. at Ibaraki Univ., 53-54, 2010.
- D.D.G.L. Dahanayaka, M.J.S. Wijeyaratne, G. Dassanayake, K.N.S. Warnajith, H. Tonooka, A. Minato and S. Ozawa, Spatial Distribution of Sea grass species and associated fauna in the Lagoon Environment: Case study in Puttalam Lagoon, Sri Lanka, Proc. of the 6th International Student Conference at Ibaraki University, Japan, 168-169, 2010.
- D.D.G.L. Dahanayaka, H. Tonooka, A. Minato, G. Dassanayake, M.J.S. Wijeyaratne, and S. Ozawa, Preliminary estimation of chlorophyll concentration in a tropical coastal lagoon in Sri Lanka using satellite data and in-situ measurements, Proc. of the 49th Conference of the Remote Sensing Society of Japan, 17-18, 2010.
- 4) 口頭発表
- D.D.G.L. Dahanayaka, H. Tonooka, A. Minato, G. Dassanayake, M.J.S. Wijeyaratne, S. Ozawa, Preliminary estimation of chlorophyll concentration in a tropical coastal lagoon in Sri Lanka using satellite data and in-situ measurements, 日本リモートセンシング学会第49回学術講演会論文集, pp.17-18, 鹿児島, 2010年11月.
- (2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

2. 気候変動適応型の農業開発に関する研究(第2部門)

2.1. 気候変動下での土地利用・遊牧業システムの研究

2.1.1. 気候変動およびアジア産業活動変化にともなう、日本および東南アジアにおける対流圏オゾン・エアロゾルの動態把握とその人体及び農業への影響評価、適応策の検討

北 和之（理学部）

研究協力者：王 平、中山直樹（理学部理学科）、米村正一郎（農業環境技術研究所）

Bussarasiri Thana（Chularonkorn Univ.）

[1] 課題の目的

対流圏オゾンおよびエアロゾルは、大気汚染で発生し人の健康および植物成長にとって有害であり、かつ気候変動にも大きく関わる物質である。日本及び東南アジアでは、それぞれ自動車や工業などの産業活動、および農業とそれに伴うバイオマス燃焼が、それらの主な発生源であったが、近年の新興国での産業活動の発展により越境汚染の影響が懸念されるようになってきた。

本課題では、茨城県およびタイをフィールドとして、直接の発生源の少ない農業地域における、この 10 年余りの対流圏オゾンおよびエアロゾルの動態を理解し、それが健康や農業に与える影響を明確にするとともに、可能な適応策を模索することを目的とする。

[2] 研究の概要

(A) タイ中西部の農村地域に位置するピマイ(15.2°N、103.8°E、標高 220m)において、継続的にオゾン、一酸化炭素およびエアロゾルなどの観測を実施する。このデータを解析し、東南アジア農村域におけるオゾンやエアロゾルの季節変化や日変化を明らかにし、人体や農作物の生産に影響を与えるレベルに達しているか影響評価を行うとともに、増減の原因について推定を行う。また、約 10 年前のタイでの初めての系統的な観測によるデータとの比較によって、経年的な変化傾向を議論し、その変化の要因を理解するとともに、可能な対策についての検討を行う。

(B) 茨城県の何ヵ所かの大気汚染常時監視局において、オゾン・窒素酸化物・PM2.5（粒径 2.5 μ m以下の微小エアロゾル）・黒色炭素エアロゾルを測定するキャンペーン観測を実施する。このデータを解析し、茨城県の各地域においてオゾンやエアロゾルの濃度増大レベルから人体や農作物の生産に影響を与える影響についての評価を行う。さらに、オゾンやエアロゾルの増大する要因を考察するとともに、可能な対策についての検討を行う。

[3] 研究成果

(A) タイ中西部の農村地域のピマイにおけるオゾン、一酸化炭素の 2010 年までに得られたデータを解析し、約 10 年前に得られているデータ(Pochanart et al.,2000)との比較を行っ

た。特に今年度の成果としては、10 年前には雨季(5~10 月)のオゾン濃度は 20~30ppbv とほぼ一定の低濃度レベルを保ち日変化も小さかったのに対し、近年では夜間オゾン濃度は 10 年前とほぼ同じであったものの、昼間のオゾン濃度が有意に増加し、平均で 40~50ppbv と、日本の環境基準である 60ppbv に近い値になっており、すぐに人体への影響は見られないが農業生産に影響を与えうるレベルに達していることが明らかになった。その増加要因としては、観測地周辺での大気汚染の影響である可能性は低く、バンコクなどのタイの都市域で生成したオゾンの農村域への輸送、あるいはこの季節はインド洋からの南西モンスーンが卓越することからインド方面からの越境汚染も考えられる。そこで、インド洋周辺のオゾンゾンデ観測局でこの 10 年に得られたデータを解析したところ、明確なオゾン増加傾向はみられず、おそらくタイ国内あるいは周辺地域での大気汚染の進行による影響であると推定された。

(B) 茨城県霞ヶ浦環境科学センターによって、茨城県の各所における PM2.5 の測定が開始され、茨城大で開発された光分解コンバーターを搭載した窒素酸化物モニターによる観測もその一環として土浦で開始された。また、10 月につくばにおいてオゾン・窒素酸化物・黒色炭素エアロゾルの集中観測を実施し、現在データ解析を行っている。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

地球電磁気・地球惑星圏学会学校教育 WG 編、「太陽地球系科学」、京都大学出版会、2010

2) 論文 (査読つき)

Keding Lu, Y. Zhang, H. Su, T. Brauers, C. C. Chou, A. Hofzumahaus, S. C Liu, K. Kita, Y. Kondo, M. Shao, A. Wahner, J. Wang, X. Wang, T. Zhu, Oxidant (O₃+NO₂) production processes and formation regimes in Beijing, J. Geophys. Res., 115, doi:10.1029/2009JD012714, 2010.

T. Nakayama, Y. Kondo, N. Moteki, L. K. Sahu, T. Kinase, K. Kita, Y. Matsumi, Size-dependent correction factors for absorption measurements using filter-based photometers: PSAP and COSMOS, Journal of Aerosol Science, in press, 2010.

N. Moteki, Y. Kondo, T. Nakayama, K. Kita, L.K. Sahu, T. Ishigai, T. Kinase, and Y. Matsumi, light absorption; filter-based measurements; filtration; radiative transfer; multiple scattering, J. Aerosol Sci., 2010.

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表

菅原、北ほか、都市大気中の黒色炭素エアロゾルの光吸収係数および質量吸収断面

積、大気化学討論会、2010 年 11 月、東京

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

2.1.2. 気候変動が草原生態系や生物生産力に与える影響の評価

山村靖夫、堀 良通(理学部)

研究協力者：塩見正衛（茨城大学名誉教授）

陳 俊（中国西北農林科学技術大学）

[1] 課題の目的

半乾燥地/乾燥地における気候変動の現状を把握し、その条件のもとで、草地牧畜生産を自然と調和しながら、最大化するために利用できる生態系モデルを開発する。本年度は、モデルの中間段階の完成と感度解析に中心をおく。

[2] 研究の概要

具体的テーマ：錫林郭勒ステップ(中国内蒙古自治区)の草地生態系モデル

錫林郭勒 (シリンゴル) ステップの自然草地生態系は、伝統的に中国北部の最も生産力が高く最も良質の農業資源を有している。しかし、この地域は、現在、資源の過度使用による退化の道をたどっている。草地生産を予測し、生態系を持続させる試みの一つとして、数週間ないし数か月間の気象長期予報にもとづく生態系の時間依存シミュレーションモデルを構成した。モデルは、草地の単位面積当たり地上部バイオマス、地下部バイオマス、植物枯死部量、綿羊体重、排泄物（糞）量の 5 つの状態変数で構成されている（図 2.1-(1)）。モデルでは、太陽エネルギーが草地植生によって固定され、エネルギーは種々の生物と環境間の相互作用を経て流れる。モデルは、同時微分方程式で書かれ、数値解析で計算された。エネルギーの流れを制御している時間依存のパラメータ値は、錫林郭勒に所在する錫林郭勒草原中国科学院内蒙古草原生態系統定位研究 station で行われた実験と野外調査で蓄積してきたデータおよび関連する文献等にもとづいて決められた。モデルシミュレーションでは、錫林浩特 (シリンホト) 気象台で記録された平均気温と降水量を用いた。いくつかの放牧強度に対するシミュレーションで得た地上部バイオマス量は、1990 年、1993 年、1997 年における内蒙古草地生態系統定位研究 station で得られた地上部バイオマス量によく一致した。また、5 水準の放牧強度、3 水準の気温タイプ、5 水準の降水タイプに対して、尤もらしいシミュレーション結果が得られた。この地域でたまに起こる気象条件として、1 か月間の旱魃が気象台から予報されたとしたときの、草地生産量の減少がモデルで予測された。このような予測は、家畜管理、飼料貯蔵および草地保全等に役立つであろう。

[3] 研究成果

草地条件を予測するためには、長期天気予報(数週間ないし数か月) が必須である。このような長期予測をモデルに用いることによって、数週間ないし数か月先の草地バイオマスの推定が可能になる。私たちのモデルは、地上部バイオマスに対する放牧密度、気温、降水パターンの影響を明らかにする合理的なシミュレーション結果を示すことができた。モデルの結果は、家畜管理、貯蔵飼料の利用、および生態系保護を効果あるものにするために利用できる。本錫林郭勒草原モデルは、草地生産を予測し、草地の維持と退化の間の数量的な平衡値を見出すこと貢献できると考える。論文(英文)を投稿中である。

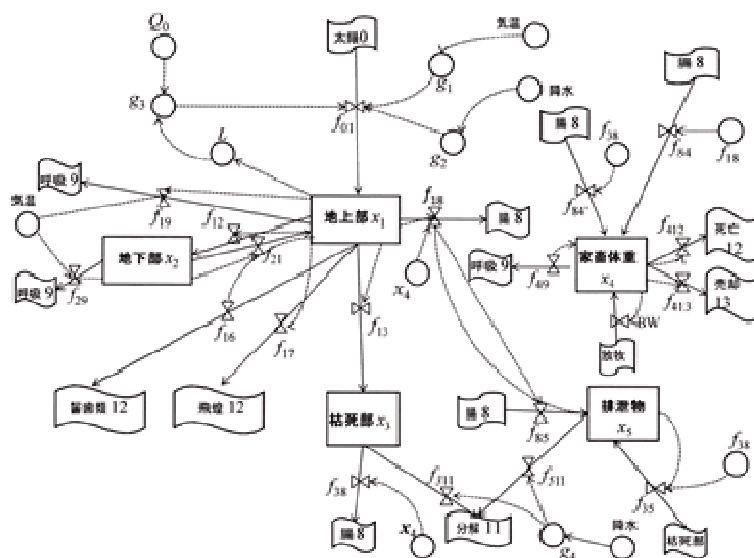


図 2.1-1) 錫林郭勒草地生態系モデルの概観

5 個の長方形は状態変数 (乾物の蓄積) ; □ と □ はそれぞれ乾物の流れのソースとシンク ; 実線は乾物の流れの方向 ; 点線は乾物の流れに対するパラメータの効果 ; 円は環境およびの乾物の流れへの直接または間接的な効果を表す。 Q_0 は太陽の放射量 ; g_1, g_2, g_3 はそれぞれ、気温、降水量、放射量の効率

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文 (査読つき) なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

安田泰輔・塩見正衛・陳俊・程積民・呼天明・中野隆志・山村靖夫・堀良通：寧夏乾燥地草原の禁牧環境下における群落動態．日本草地学会 2011 年度講演会 (2011/3)

陳俊・程積民・呼天明・堀良通・山村靖夫・安田泰輔・中野隆志・塩見正衛：寧夏
乾燥草原における休牧年数(0~15 年)の差異が植生に与える影響．日本草地学会
2011 年度講演会(2011/3)

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

2.2. 適応型栽培技術の開発

2.2.1. 気候変動下での作物の品質低下および収量変動に関する要因の解明

新田洋司、浅木直美、井上栄一（農学部）

研究協力者：季 彪俊（生物生産科学専攻）、田村祐一（生物生産科学専攻）

[1] 課題の目的

近年、人口の増加、温室効果ガスの増加を伴う工業化の進展、森林破壊などによって地球温暖化が急速に進んでいる。夏期における過度の高温が世界各地で発生し、作物の収量や品質に重大な影響をおよぼしている。イネにおいても深刻な影響が見受けられるが、それには品種間差があることも知られている。しかしながら、生殖生長期における高温がイネ穎果におよぼす形態学的影響についてはほとんど知られていない。

一方、近年、世界における水稻生産量はあまり増えていない一方、多くの国々では米の品質が重要視されるようになってきた。すなわち、高収量から高品質へ水稻生産のシフトが認められる。しかしながら、高温ならびに低温が米品質におよぼす形態学的影響についてはほとんど知られていない。

本研究では、インド型および日本型水稻を用いて、生殖生長期における高温が穎果の形態学的特徴におよぼす影響を、出穂後開花まで日数および粒重（玄米重、籾重）との関係で明らかにすることを第1の目的とした。そして、玄米におけるデンプン等の貯蔵物質の蓄積構造におよぼす影響も検討した。

[2] 研究の概要

水稻 6 品種（インド型 3 品種：IR36、IR64、IR72、日本型 3 品種：あきたこまち、ひとめぼれ、コシヒカリ）を供試した。1/5000a ワグナーポットに基肥（N：0.84g、 P_2O_5 ：1.28g、 K_2O ：1.20g）を混入した水田土壌を充填し、2009 年 5 月 21 日に播種した。出現した分げつは随時除去して主茎 1 本立てとし、湛水栽培した。出穂後 2 週間前に追肥を行った（N：0.19g、 P_2O_5 ：0.22g、 K_2O ：0.07g）。出穂日（各ポットで 80%の個体が出穂出穂した日）に、一部のポットを、昼（8 時 00 分-20 時 00 分）/夜（20 時 00 分-8 時 00 分）温が 35/30℃（高温区）、25/20℃（低温区）の人工気象室（日照 50000lux）に移動した（移動しないものを自然条件区と呼ぶ）。出穂後 40 日目に収穫し、収量、穂重、穂長、登熟歩合、籾重、玄米重を 5 以上のポットから 15 個体を用いて測定した。また、I 1（最上部 1 次枝梗内の最上部穎果）および V I 2（上から 5 番目の 1 次枝梗内の、上から 1 番目の 1 次枝梗における再基部穎果）の穎果について、急速凍結－真空凍結乾燥法で調整し、金または白金でコーティングして、走査電子顕微鏡（日本電子社製、JSM6360A）で観察した。

[3] 研究成果

1. 登熟期の高・低温が収量および出穂後開花日まで日数と粒重との関係におよぼす影響

登熟期の高温は全品種のすべての穂上位置の穎果の玄米重を低下させた（表2.2-(1)）。高温による玄米重の低下程度は、インド型品種の穂の下位の穎果で大きく（たとえば、V I2、VI 5、VIII 3）、日本型品種では穂の上部の穎果で大きかった（I 1、II I 1、III 1）。

出穂後開花日まで日数と玄米重との間には、IR72の低温区以外で、有意な負の相関関係が認められた（図2.2-(1)）。高温区の回帰直線は他の処理区に比べて下に位置していた。低温区の回帰直線の傾きは、あきたこまちを除いて低かった（急であった）。日本型水稻とインド型水稻で、回帰直線の傾きに顕著な差異は認められなかった。

以上より、登熟期の高温は水稻のすべての穂上位置の穎果の粒重を低下させることが明らかとなった。とくに、インド型品種では穂の下位の穎果を中心として低下程度が大きかったことから、高温感受性が強いことが考えられた。また、あきたこまちは他の日本型品種に比べて、高温による粒重への影響が大きいことが明らかとなった。一方、高温・低温にかかわらず、玄米重と出穂後開花日まで日数との間には有意な負の相関関係が認められることも判明した。したがって、出穂後開花日まで日数が穎果の粒重と品質を左右する重要な要因であることが明らかになった。

表 2.2-(1) 登熟期の温度が穂上位置を異にする穎果の玄米重 (mg) におよぼす影響

		I 1	II I 1	III 1	III I 2	IV 4	IV I 2	V I 2	VI 5	VII 2	VIII 3
Akitakomachi	natural	22.40 A	21.10 A	21.40 A	20.60 A	20.90 A	19.90 A	18.90 B	21.00 A	18.90 A	19.80 B
	high	19.38 B	18.00 B	19.40 B	17.96 B	18.40 B	17.66 B	17.56 C	17.96 B	17.10 B	17.40 C
	low	21.96 A	21.38 A	21.14 A	20.60 A	21.22 A	20.58 A	19.94 A	20.82 A	19.18 A	20.12 A
Hitomebore	natural	22.20 A	21.30 A	22.10 A	20.40 A	20.90 A	20.30 A	19.60 A	20.60 A	19.00 A	19.40 A
	high	20.78 C	19.40 B	19.36 C	19.34 B	19.32 B	18.82 C	17.96 C	19.32 B	18.56 A	17.88 B
	low	21.69 B	20.91 A	21.19 B	19.75 AB	20.76 A	19.71 B	18.98 B	20.35 A	15.50 B	18.35 B
Koshihikari	natural	20.90 A	20.10 B	20.60 AB	19.60 A	20.30 A	19.50 AB	19.40 A	20.20 A	18.70 A	18.30 A
	high	19.86 B	19.78 B	19.84 B	18.70 B	19.60 B	18.74 B	18.52 B	18.94 B	18.04 B	17.58 B
	low	21.48 A	20.85 A	20.85 A	19.65 A	20.80 A	19.75 A	19.30 AB	19.90 A	17.38 C	17.43 B
IR36	natural	20.00 ns	19.10 B	19.30 b	18.80 A	18.90 A	18.70 A	17.80 A	18.30 A	17.40 A	17.70 A
	high	20.04 ns	18.30 C	19.74 a	17.98 B	18.14 B	17.64 B	16.70 B	17.34 B	14.36 C	15.12 C
	low	20.24 ns	19.40 A	19.24 b	18.70 A	18.66 AB	18.40 A	17.84 A	18.08 A	16.58 B	17.04 B
IR64	natural	22.90 A	22.30 AB	22.60 a	21.40 A	22.20 A	21.50 A	21.40 A	21.50 A	20.40 A	21.10 A
	high	22.38 B	21.90 B	22.24 b	20.90 B	20.80 B	19.66 B	19.52 C	20.34 B	18.90 C	18.88 C
	low	23.12 A	22.64 A	22.48 ab	21.32 AB	21.94 A	20.98 A	20.64 B	21.04 A	19.46 B	20.40 B
IR72	natural	18.51 B	18.19 B	18.20 B	17.95 B	18.11 B	18.00 B	17.82 B	17.89 A	17.59 A	17.46 A
	high	18.16 B	17.38 C	17.82 B	17.12 C	17.08 C	16.98 C	16.84 C	16.54 B	15.92 B	14.86 B
	low	19.44 A	19.24 A	19.30 A	18.90 A	18.98 A	18.68 A	18.64 A	17.82 A	17.62 A	17.52 A

各品種で、同一アルファベット大文字またはアルファベット小文字を含まない処理区間では、Tukey's testで、それぞれ5、1%水準で有意差があることを示す。N.s : 5%水準で有意差がないことを示す。

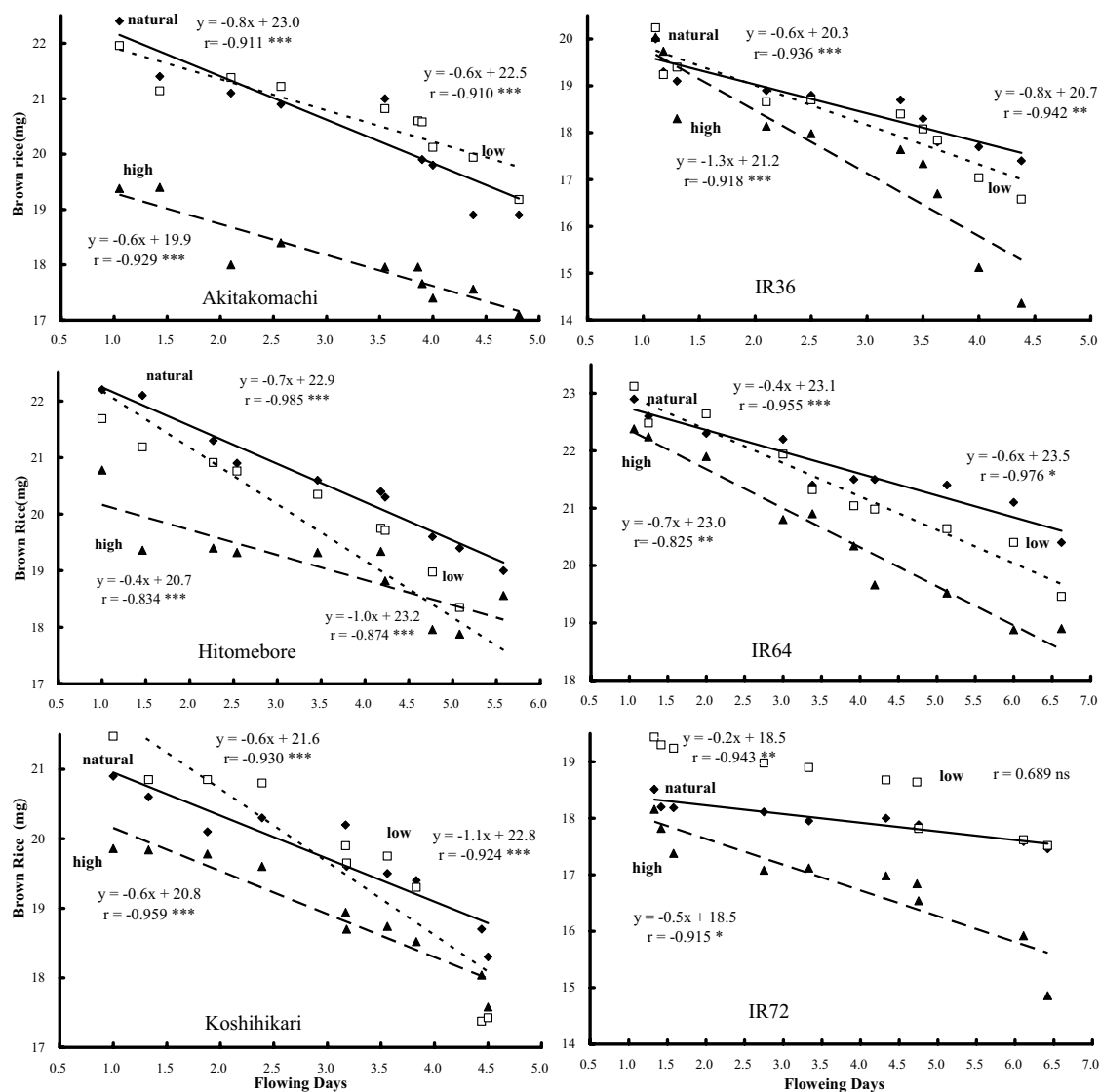


図2.2-(1) 登熟期の高温または低温が、出穂後開花日まで日数と玄米重との間の関係におよぼす影響

＊、＊＊、＊＊＊：5、1、0.1%水準で有意。

2. 登熟期の高・低温が玄米における貯蔵物質の蓄積構造におよぼす影響

上述のように、出穂後開花日まで日数と玄米重との間には、IR72の低温区以外で、有意な負の相関関係が認められた（図2.2-(1)）。自然条件区では、あきたこまちおよびIR36のI1の玄米は、直径2～4μmのデンプン粒を含むアミロプラストが緻密に蓄積していた（図2.2-(2), 第1、2図）。V I2の玄米は、大型のアミロプラストが蓄積していた（図2.2-(2), 第5図）。

(1) 高温による影響

上述のように、あきたこまちは他の日本型品種に比べて、高温による粒重への影響が大きかった。そこで、同品種のI1の玄米を観察したところ、しわを有するアミロプラストが多数認められた（図2.2-(2), 第3図）。また、V I2の玄米では、へこみを有するアミロプラ

ストが多数認められた (図2.2-(2), 第4図)。

インド型品種では、上記のように、高温により穂の下位の穎果で玄米重の低下程度が大きい。IR36のV I 2では、1または数個のデンプン粒を含む丸形や多様な形のアミロプラストや (図2.2-(2), 第6図)、表面に穴を有するアミロプラストが多数認められたことから (図2.2-(2), 第7図)、登熟期間に酵素分解が起こっていることが考えられた。また、アミロプラスト間に多くの隙間も認められた (図2.2-(2), 第7図)。

このような登熟期の高温で認められた構造的特徴は、玄米重の低下に結びつくと考えられる。

(2) 低温による影響

多くのアミロプラストはデンプンを緻密に蓄積していた。しかしながら、IR36のV I 2では、アミロプラストの間に、小型の顆粒 (タンパク顆粒) が認められた (図2.2-(2), 第8図)。

以上より、イネ穎果における構造的特徴はデンプン蓄積に影響をおよぼすことが明らかとなった。とくに登熟期の高温により大型のアミロプラストの数が減少し、小型のアミロプラストの数を増加させることが明らかとなった。また、アミロプラスト表面のしわ、へこみ、穴が高頻度で発生することが判明した。これらの構造は、玄米重の低下に結びつくと考えられた。一方、登熟期の低温は、小型の顆粒 (タンパク顆粒) の増加をもたらすことが明らかとなった。

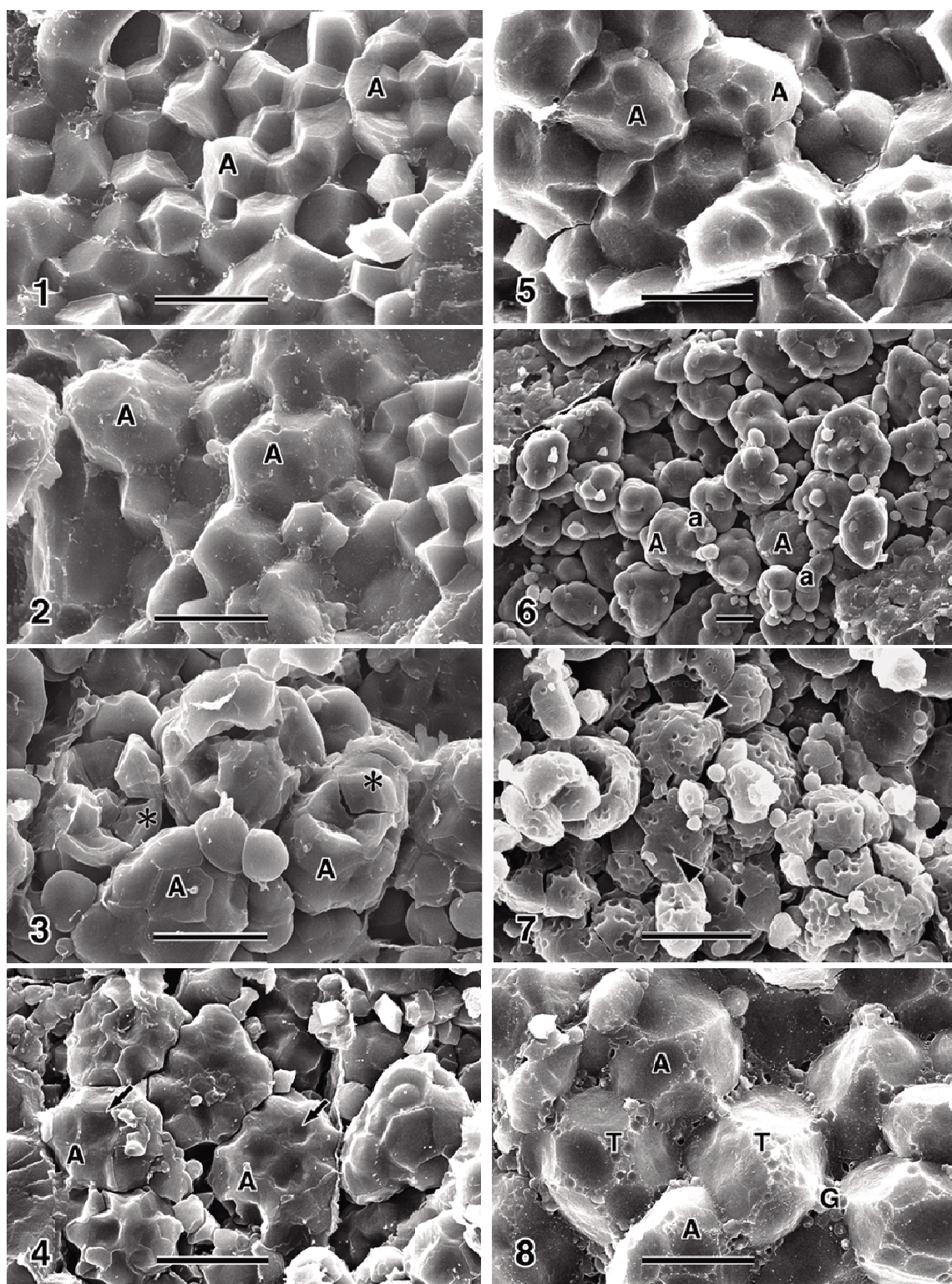


図 2.2-(2) 玄米内部の走査電子顕微鏡写真。

第 1、3、4 図：あきたこまち、第 2、5、6、7、8 図：IR36。第 1、2、5 図：自然条件、第 3、4、6、7 図：高温区、第 8 図：低温区。第 1、2、3 図：I 1 の位置の穎果、第 4、5、6、7、8 図：V 1 2 の穎果。

A：アミロプラスト、a：小型のアミロプラスト、G：小型の顆粒、T：顆粒の痕跡、矢じり：アミロプラスト表面の穴、*：しわ。スケール：10μm。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

新田洋司 2010. コメと温暖化. 茨城大学 ICAS 編、茨城大学発持続可能な世界へ.
茨城新聞社、水戸. 68-70.

2) 論文 (査読つき)

鴻田一絵・松田智明・新田洋司 2010. コムギ子実の同化産物の転送に関する組織構造の変化. 日本作物学会紀事 79 : 499-505.

Ji, B., Nitta, Y., Tamura, Y. and Asagi, N. 2010. Effects of temperature on grain yield characteristics and its relations between flowering days and grain weight in indica and japonica rice cultivars. Tohoku Journal of Crop Science 53: 21-22.

3) その他の論文

新田洋司 2010. 米の外観品質・食味研究の最前線 [2] ー良食味米と低食味米の微細構造的特徴ー. 農業および園芸 85 : 1153-1159.

4) 口頭発表

Ji, B., Nitta, Y., Tamura, Y. and Asagi, N. 2010. Effects of temperature during ripening stage on structural features of starch accumulation in indica and japonica rice grains. Japanese Journal of Crop Science 79 (Extra 2): 158-159.

新田洋司・岡村光・堤隆一・浅木直美・松田智明 2010. 炊飯方法の異なる包装米飯の微細骨格構造. 日本作物学会紀事 79 (別 2) : 148-149.

Nitta, Y., Isobe, Y., Urayama, H. and Asagi, N. 2010. Ultra-fine structure of cooked rice of NERICA (New Rice for Africa). Japanese Journal of Crop Science 79 (Extra 2): 146-147.

新田洋司・吉田彩子・堤隆一・浅木直美・松田智明 2010. 包装米飯の微細骨格構造. 日本作物学会紀事 79 (別 1) : 198-199.

田村祐一・新田洋司・浅木直美・長谷川拓也・包智泉・松田智明 2010. 水稻におけるシンク・ソースの大きさの変化が穂上位置を異にする穎果の最終玄米重および籾殻重におよぼす影響. 日本作物学会紀事 79 (別 1) : 114-115.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等

2010 年 4 月 11 日 NHK BS ハイビジョンの番組「アインシュタインの眼」の監修および出演・電子顕微鏡観察および結果の提供. テーマ:「ごはん 〜ほかほかを召し上がれ〜」.

2010 年 10 月 日経 BP 社「日経おとなの OFF 特別号 買っていい食材&おいしい料理 一目瞭然図鑑」に記事が掲載される.

2010 年 11 月 1 日 NHK 総合テレビの番組「プロフェッショナル仕事の流儀」の一

部監修および電子顕微鏡観察および結果の提供。テーマ：「苦勞の数だけ、人生は実る 米農家・石井稔」。

2.2.2. 熱帯地域で栽培される作物におけるデンプンおよび糖生産性の検討とその利用法の開発

新田洋司、浅木直美、宮口右二（農学部）

[1] 課題の目的

サゴヤシ (*Metroxylon sagu* Rottb.) は東南アジアの熱帯地域で自生または栽培されているヤシ科の多年生作物である。茎に数 10kg~975kg にもおよぶ多量のデンプンを蓄積し (山本 2010)、熱帯に広がる未利用の泥炭質土壌でも栽培が可能であることから、デンプン資源作物として注目されている (岡崎 2010)。本課題では、サゴヤシデンプンの形態学的特徴を、既報の結果も含めて明確にすることを目的とした。

[2] 研究の概要

インドネシア国およびマレーシア国で伐採し採取した以下のサゴヤシの材料を供試した。(A) 1999 年 8 月に、インドネシア国スラウェシ州クンダリ地区で、推定幹立ち後年数が異なる変種 Rotan、Tuni、Molat を伐採し、茎組織を採取した。(B) 2001 年 7 月に、マレーシア国サワラク州ムカ地区の農家庭園で、推定幹立ち後年数 2 年のサゴヤシ樹を伐採し、茎組織を採取した。(C) インドネシア国イリヤンジャヤ州ジャヤプラ近郊スタニ湖畔、変種 Wani (推定幹立ち後 17~18 年)、Ruruna (20 年)、Folo (20 年)、Yepha Hongleu (18 年)、Pane (20 年)、Osukul (17~18 年)、Para Hongleu (17~18 年)、Rondo (12 年) を伐採し、茎組織を採取した。なお、これらはいずれも抽だい期から果実形成期にあたるサゴヤシ個体であった。(D) 2008 年 7 月に、マレーシア国サラワク州ムカ地区の農家庭園で、推定幹立ち後年数 4 年の個体から、移植可能なサッカーを切り離し、茎組織を採取した。(F) 2007 年 7 月に、フィリピン国レイテ州ブラウエン在のムニシパル農業訓練センターで変種名および推定幹立ち後年数不明のサゴヤシ個体から、茎組織を採取した。採取したいずれの茎組織も、70%エタノール溶液に浸漬して日本に持ち帰り、水に戻したのち、急速凍結-真空凍結乾燥法 (Zakaria ら 2002) で凍結乾燥した。茎断面をオスミウムまたは白金で蒸着したのち、走査電子顕微鏡 (日本電子社製 JSM6360A) で観察した。

[3] 研究成果

1. サゴヤシのデンプン

(1) 茎内におけるデンプンの形態

① アミロプラストの形成と分離・分割

細胞小器官であるプラスチド (色素体) はデンプンを蓄積してアミロプラストになる。

サゴヤシ茎において、生長点に近い部分でアミロプラストは形成され、生長が進んだ茎の基部側では、アミロプラストは分離・分割を繰り返すことが報告されている (Fig. 2.2-(3)) (新田ら 2000、2002)。本研究においても、サゴヤシにおけるアミロプラストの分離・分割が、つぎのように起こることが確認された (Fig. 2.2-(4))。(a) アミロプラスト表面における突起の形成、(b) 突起基部の伸長、(c) アミロプラストの長軸方向の中間付近か中間よりも突起に近い部分で分離・分割が起こる。

アミロプラストの分離・分割は、茎の基部側や、生育中・後期においても起こることが明らかになった。したがって、生育が進むほど、アミロプラストの形や大きさの変異が大きくなる。このようなアミロプラストの増殖様式は、サゴヤシの特徴と考えられる。

②アミロプラストの大きさの変種間差異

アミロプラストの大きさには有意な変種間差異が認められる (Fig. 2.2-(5), (6)) (新田ら 2005、2006、Nittaら 2007)。長径は、Pala Hongleuでは38.7 μm 、Para Wilihaでは27.7 μm であった。また、柔細胞の単位横断面積あたりアミロプラスト数にも変種間差異が認められる (最大Rondo : 262.4 mm^{-2} 、最小Para Wiliha 184.4 mm^{-2})。

一方、茎のデンプン含有率とアミロプラストの大きさや柔細胞の単位横断面積あたりアミロプラスト数との間には、有意な相関関係は認められなかった。また、アミロプラストの大きさと柔細胞の単位横断面積あたりアミロプラスト数との間にも、有意な相関関係は認められなかった。

(2) 製品化されたデンプンの形態

日本では、サゴヤシデンプンの多くは生ラーメンの打ち粉に使われている。生ラーメンの表面を走査電子顕微鏡観察した結果、たしかにサゴヤシデンプンの特徴が認められた (Fig. 2.2-(7))。

2. 他作物のデンプンとの比較

サゴヤシのデンプン粒は、その多くが楕円体や紡錘体をした単粒であり、アミロプラストの長径はおよそ30~50 μm であった。複粒のアミロプラストに含まれるデンプン粒よりも大きかった。1つの柔細胞中に10~20個のアミロプラストが蓄積していた。

本実験および川崎 (1999)、川上 (1975) の結果によると、サゴヤシデンプン粒は、単粒のアミロプラストでは、コムギ (2次デンプン粒長径 : 2~8 μm 、1次デンプン粒長径 : 20~40 μm) やヤマノイモ (長径 : 20 μm 程度) よりも大きい、ジャガイモ (長径 : 10~90 μm) や食用カンナ (長径 : 40~100 μm) よりも小さいことが明らかになった。また、複粒のアミロプラストでは、イネ (長径 : 2.0~8.0 μm)、サツマイモ (長径 : 8.0~36.0 μm)、キャッサバデンプン粒 (タピオカ) (長径 : 5~20 μm)、サトイモ (長径 : 0.13~0.42 μm) よりも大きかった。54の作物のデンプン粒の大きさを調べたJaneら (1994) の結果を考えあわせると、単粒デンプン粒のなかでは中~大に位置する大きさであると考えられる。

引用文献

Jane, J. et al. 1994. Starch 46:121-129.

川上いつゑ 1975. 光学・電子顕微鏡図譜 デンプンの形態. 医歯薬出版.

川崎通夫 1999. 東京農工大学大学院連合農学研究科博士論文.

新田洋司・松田智明・遠藤雅代・後藤雄佐・中村聡・吉田徹志・山本由徳 2000. サゴヤシの茎中心部基本柔組織におけるデンプン蓄積過程の電子顕微鏡観察. 第9回サゴヤシ学会講演要旨集58-63.

新田洋司・本多舞・中村聡・後藤雄佐・松田智明 2002. サゴヤシ茎中心部基本柔組織におけるデンプン蓄積に関する走査電子顕微鏡観察ー生長点およびその基部側組織におけるプラスチドーアミロプラスト系の様相ー. 第11回サゴヤシ学会講演要旨集51-54.

新田洋司・藁科伸哉・松田智明・山本由徳・吉田徹志・宮崎彰 2005. インドネシア、イリアンジャヤ州ジャヤプラ近郊スタニ湖畔に生育するサゴヤシ変種間のアミロプラスト蓄積様相の比較ー電子顕微鏡観察ー. 第14回サゴヤシ学会講演要旨集16-18.

新田洋司・水間宗・松田智明・山本由徳・吉田徹志・宮崎彰 2006. インドネシア国パプア州ジャヤプラ近郊スタニ湖畔に生育するサゴヤシの茎におけるデンプン蓄積様相の変種間差異ー電子顕微鏡観察ー. 第15回サゴヤシ学会講演要旨集17-19.

Nitta, Y., T. Matsuda, S. Mizuma, Y. Yamamoto, T. Yoshida and A. Miyazaki 2007. Diversity of starch accumulation in sago palm stem. Abstracts of the 9th International Sago Symposium -Enhancing the potential of sago for food and industrial uses-. July 19-21, 2007 at Sabin Resort Hotel, Ormoc, Philippines. 24.

岡崎正規 2010. 21世紀におけるサゴヤシの将来. サゴヤシ学会編、サゴヤシー21世紀の資源植物. 347-358.

山本由徳 2010. デンプンの生産性. サゴヤシ学会編、サゴヤシー21世紀の資源植物. 210-235.

Zakaria, S., T. Matsuda, S. Tajima and Y. Nitta 2002. Effect of high temperature at ripening stage on the reserve accumulation in seed in some rice cultivars. Plant Proction Science 5:160-168.

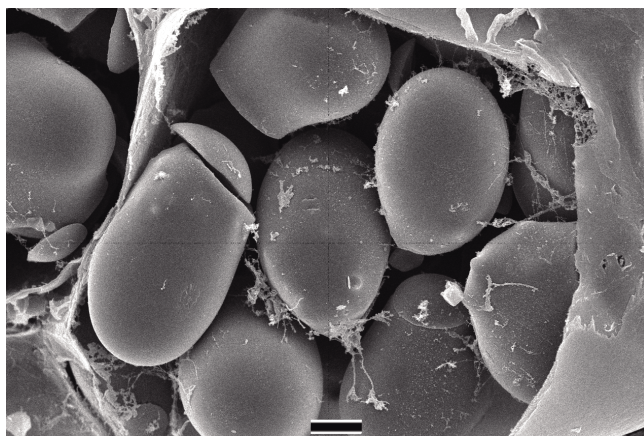


Fig. 2.2-(3). Parenchyma cell and amyloplast of sago palm stem. Bar: 10 μ m.

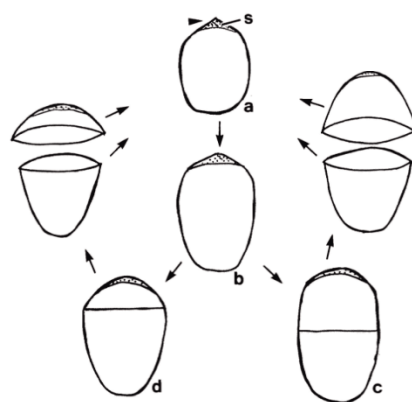


Fig. 2.2-(4). Pattern of separation/ division of sago palm amyloplast. S: stroma, arrowhead:

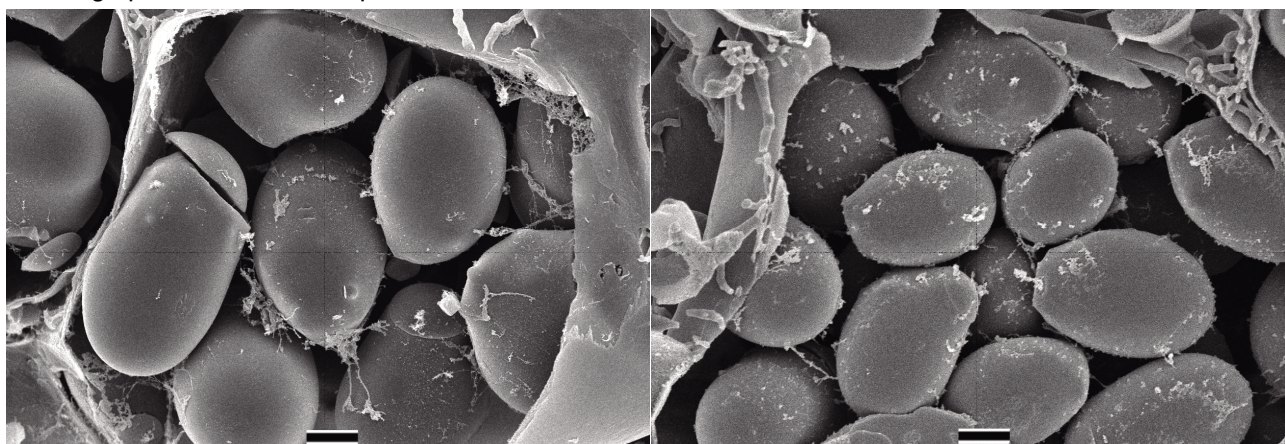


Fig. 2.2-(5). Varietal difference of the size of amyloplast.

Left: Wani 46.8 μ m, right: Folo 38.5 μ m. Bar: 10 μ m.

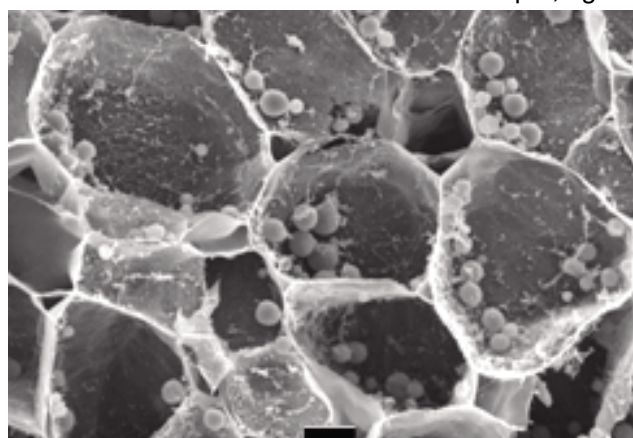


Fig. 2.2-(6). Parenchyma cell of sago palm sucker. Bar: 10 μ m.

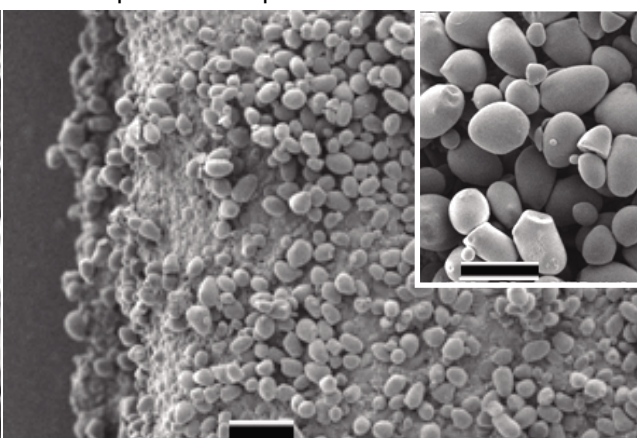


Fig. 2.2-(7). Surface structure of raw ramen.

Bar: 100 and 50 μ m for left and right, respectively.

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

新田洋司 2010. 形態的特性. デンプンの生産性. サゴヤシ学会編、サゴヤシ 21 世紀の資源植物. 京都大学学術出版会、京都. 63-67. 212-218.

2) 論文 (査読つき)

中村聡・佐藤敦・多賀谷友美・青木香奈子・斎藤満保・新田洋司・後藤雄佐 2010. スイートソルガム品種 Wray の茎諸形質の特性. 日本作物学会東北支部会報 53 : 29-32.

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表

Nitta, Y., Asagi, N., Homma, T., Matsuda, T., Warashina, S., Goto, Y., Nakamura, S., Nakamura, T., Watanabe, M., Yamamoto, Y. and Yoshida, T. 2010. Morphological Characters of Sago Palm Starch. SAGO PALM 18: 63-64.

後藤雄佐・中村聡・中村貞二・新田洋司・渡邊学 2010. 幹立ち前のサゴヤシにおけるサッカーコントロール. SAGO PALM 18: 51-52.

Nitta, Y., Asagi, N., Homma, T., Matsuda, T., Warashina, S., Goto, Y., Nakamura, S., Nakamura, T., Watanabe, M., Yamamoto, Y. and Yoshida, T. 2010. Morphological Characters of Sago Palm Starch. The 19th Conference of The Society of Sago Palm Studies: 23-24.

後藤雄佐・中村聡・中村貞二・新田洋司・渡邊学 2010. 幹立ち前のサゴヤシにおけるサッカーコントロール. 第 19 回サゴヤシ学会講演要旨集 5-6.

後藤雄佐・中村聡・中村貞二・新田洋司・渡邊学 2010. サゴヤシにおける茎の匍匐生長とサッカーコントロール. 日本作物学会紀事 79 (別 1) : 220-221.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの)

2010 年 6 月 19 日 サゴヤシ学会を茨城大学農学部で開催。運営委員長：. 参加者学外 32 名、学内 5 名、他運営委員 (学生) 5 名.

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

2.2.3. 共生菌類やイネ科植物間相互作用物質による作物の生育促進効果や自己防御機構の適応利用可能性の検討

長谷川守文、戸嶋浩明、佐藤達雄、成澤才彦（農学部）、安西弘行（遺伝子実験施設）

研究協力者：今井卓也（資源生物科学専攻）、井上靖乃（資源生物科学科）

Ani Widiastuti（連合農学研究科生物生産科学専攻）

芳野未央子（生物生産科学専攻）、米倉 茜（資源生物科学専攻）

[1] 課題の目的

減農薬栽培システムを構築する上では、植物自身の持つ自己防御能力を最大限に利用することが重要である。その自己防御反応の一つとして、植物が病原菌による感染を受けたときに新たに蓄積する抗菌活性物質であるフィトアレキシンの利用開発を検討する。また、高温環境下における作物の環境適応機作を明らかにするとともに、この機構を積極的に利用して環境変動適応性を付与する技術を開発する。さらに、亜熱帯起源の根部エンドファイト *Veronaeopsis simplex* によるトマト根腐萎凋病に対する抑制効果を検討する。

[2] 研究の概要

紫外線照射イネ葉における新規のストレス誘導性化合物の探索およびイネいもち病菌によるフィトアレキシンの分解について検討した。また、メロン、キュウリを用い、それぞれの幼苗に熱ショック処理を施して発現する遺伝子群を検索したところ、両者ともにペルオキシダーゼ遺伝子の顕著な発現が観察された。一方、今までに、数種根部エンドファイトが宿主に対して病害抑制効果を示すことが報告されている。そこで本研究では、亜熱帯地域(屋久島)起源の *Veronaeopsis simplex* を用いて、トマト根腐萎凋病(*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* による)に対する抑制効果について検討した。

[3] 研究成果

- 紫外線照射はイネ葉にフィトアレキシンを蓄積させる簡便な方法として良く用いられている。本研究では、紫外線照射イネ葉に蓄積する新規ストレス誘導性化合物として、*ent-10-oxodepressin* (1) を同定した。
- 1 はイネフィトアレキシンの一つとして知られている三環性ジテルペン化合物とは異なり、トウダイグサ科植物や軟質サンゴの生産する天然物として報告されている *casbane* 型ジテルペンであった。従来からイネは多様な二次代謝産物生合成能を持っていることが知られているが、1 の発見によって、その多様性のさらなる広がりが明らかとなった。
- 昨年度の研究結果からイネフィトアレキシンの一つであるモミラクトン A がイネいもち病菌によって代謝されることが明らかとなっていたが、今年度は主要代謝産物の一つであると考えられる物質 3,6-dioxo-19-nor-9 β -pimara-7,15-diene (2)を同

定した。

- これらの成果は、フィトアレキシン生産能や病原菌の持つフィトアレキシン解毒機構を抑制する栽培手法などの新たな減農薬栽培システムの開発につながる基礎的知見となるものである。
- ペルオキシダーゼは活性酸素種除去に関与する酵素であることから、作物が高温に遭遇することにより体内に活性酸素種が生成し、これの消去に作用しているものと考えられた。
- ペルオキシダーゼ遺伝子の発現は植物のシグナル伝達物質であるサリチル酸の介在によって全身に伝達されると考えられたため、キュウリにおいてサリチル酸含量の定量を行ったところ、熱ショック処理後に顕著な増加が観察された。
- 植物体の一部のみ処理を行った場合でも全身的なペルオキシダーゼ遺伝子の発現が見られた。熱ショックの代わりにサリチル酸合成を誘導する化合物 BIT を処理した場合でもペルオキシダーゼの発現が見られた。一方、熱ショック処理による病害抵抗性の誘導効果が認められたが、BIT 処理ではキュウリのみで効果があった。
- 培地の pH を 3, 4 および 5 に調整した寒天培地を用い接種試験を行った結果、対照区は全ての pH において病原菌接種 5 日後に子葉の黄化が確認され 14 日後には枯死した(発病度 100)。一方、*V. simplex* 処理区では 10 日後まで発病が全く認められなかったが、その後、発病が始まり 14 日後には発病度が 63~88(防除価 13~37)となった。両区共に低 pH で発病度が高くなる傾向にあった。
- 全処理区の宿主根の切片を光学顕微鏡にて観察したところ、対照区では病原菌菌糸が維管束にまで達していた。一方、*V. simplex* 処理区では、エンドファイトが表皮および皮層細胞に定着し、パピラの形成や細胞壁の肥厚化等の抵抗性反応を誘導していた。
- よって、*V. simplex* はトマト根腐萎凋病に対して抑制効果が期待される。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文 (査読つき)

Hasegawa, M., Mitsuhashi, I., Seo, S., Imai, T., Koga, J., Okada, K., Yamane, H., and Ohashi, Y., Phytoalexin accumulation in the interaction between rice and the blast fungus. *Mol. Plant-Microbe Interact.*, **23**, 1000-1011. 2010.

Ani Widiastuti, Mioko Yoshino, Harufumi Saito, Keisuke Maejima, Songying Zhou, Hiromitsu Odani, Morifumi Hasegawa, Youji Nitta, Tatsuo Sato. Induction of disease resistance against *Botrytis cinerea* by heat shock treatment in melon (*Cucumis melo* L.).

PMPP.75: 157-162. 2011.

芳野未央子, アニウィディアストゥティ, 長谷川守文, 佐藤達雄温. 湯浸漬を用いた熱ショックにより誘導されるキュウリの灰色かび病抵抗性とその機作. 園芸学研究. 印刷中.

Ousmane D, Takahashi T, Yonekura A, Nitta Y and Narisawa K. A New Fungal Endophyte, *Helminthosporium velutinum*, Plant Growth of a Bioalcohol Plant, Sweet Sorghum. *Microbes Environ* 25:216-219. 2010.

3) その他の論文

佐藤達雄. 熱ショックによる野菜の病害抵抗性の誘導. 植物防疫. 65: 303-307. 2011

4) 学会発表

今井卓也・大橋祐子・光原一朗・瀬尾茂美・戸嶋浩明・長谷川守文 イネフィトアレキシンモミラクトンAのいもち病菌による代謝産物の同定. 植物化学調節学会第45回大会講演要旨集. 2011年

井上靖乃・阪井美紀・姚群・谷本洋輔・戸嶋浩明・長谷川守文 紫外線照射イネ葉片からの新奇ジテルペン化合物の単離. 日本農芸化学会2011年度大会講演要旨集. 2011年

米倉茜, 成澤才彦. 亜熱帯起源の根部エンドファイト *Veronaeopsis simplex* によるトマト根腐萎凋病に対する抑制効果平成23年度日本植物病理学会大会 2011年

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

2.3. 土壌・水系物質循環保全の研究

2.3.1. 温室効果ガス発生を指標とした環境保全型農法の評価と農法の最適化に関する研究

小松崎将一、太田寛行、久留主泰朗、吉田正夫（農学部）、佐藤嘉則（ICAS）

研究協力者：赤池 恵（資源生物科学専攻）、奈良岡雅大（資源生物科学科）

趙 鉄軍（連合農学研究科）、東 達哉（地域環境科学専攻）、八木岡敦（地域環境科学）

[1] 課題の目的

わが国では、京都議定書に定められた温室効果ガスの削減目標の達成が危ぶまれる一方で、二酸化炭素の吸収源として森林管理に加えて、農耕地土壌の炭素吸収機能に注目が集まっている。ここでは、農耕地における温室効果ガスの発生と吸収の面から、環境保全型農業の評価と農法の最適化について検討する。

[2] 研究の概要

（1）カバークロップの利用と耕うん方法が土壌炭素貯留量に及ぼす影響

茨城大学農学部附属フィールドサイエンス教育研究センターでのカバークロップ利用の長期試験圃場における 2002～2010 年までの 8 年間における 0～30cm における土壌炭素貯留量の推移をみると、耕うん方法とカバークロップの利用により、土壌炭素貯留量は著しく変化した。不耕起栽培での裸地およびカバークロップ利用並びにロータリ耕のカバークロップ利用で土壌炭素貯留量は増加傾向を示したが、プラウ耕の裸地およびカバークロップ利用並びにロータリ耕の裸地で土壌炭素貯留量はやや減少傾向を示した。また、試験開始 5 年後における土壌炭素量貯留量（春と秋の平均値）をみると、不耕起栽培の導入により、ロータリ耕やプラウ耕などの耕うん体系に比べそれぞれ 0.04 および 0.40 トンC/ha の土壌炭素を増加させている。また、カバークロップの利用はそれぞれの耕うん方法において裸地に比べて著しく土壌炭素を増加させており、プラウ体系では、裸地に比べてライムギおよびヘアリーベッチ利用でそれぞれ 0.62 および 0.42 トンC/ha の土壌炭素の増加が認められ、ロータリ耕体系では同様に裸地に比べてライムギおよびヘアリーベッチ利用でそれぞれ 1.43 および 0.97 トン/ha の土壌炭素の増加が認められている。これに対し、不耕起体系では、ライムギおよびヘアリーベッチ利用で裸地に比べてそれぞれ 1.16 および 0.65 トン/ha の土壌炭素の増加が認められた。

（2）不耕起・草生栽培（自然農法）における温室効果ガスの発生と吸収

不耕起・草生栽培（自然農法）は、不耕起で草を生やし、少量の有機質肥料の投入により作物生産を行う有機栽培体系である。この農法は、自然のもつ物資循環機能を最大限に利用した農法であると同時に、地球温暖化を緩和するのではないかとされている。しかしその詳細については報告されていない。したがって本研究では、自然農法圃場における

土壌炭素、土壌無機態窒素、リンといった土壌の養分動態や、地球温暖化に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

茨城大学農学部フィールドサイエンス教育研究センターに新設した、自然農法長期試験圃場での、耕うんによる有機栽培圃場と不耕起・草生による栽培の比較試験の結果、土壌炭素は 8 月と 11 月に、深さ 0-2.5cm で処理区間に有意差が認められた。不耕起・草生区では植生が常に存在し、有機物供給が行われたためと考える。硝酸態窒素(NO_3^-)は 8 月、11 月に深さ 30-60cm、60-90cm において処理区間に有意差が認められた。不耕起・草生区では植生により NO_3^- が吸収されたが、耕起区では植生がないため、降雨とともに NO_3^- の溶脱が起こったと考える。温室効果ガスについては、 CH_4 吸収量、 N_2O 放出量ともに耕うん直後に処理区間で有意差が認められ、ともに耕起区で大きな値を示した。耕起区では、耕うんによって土壌に酸素が供給され、 CH_4 の酸化分解、 N_2O の生成が促進されたものとする。



写真 2.3-(1) 茨城大学農学部フィールドサイエンス教育研究センターに新設した、自然農法長期試験圃場

写真左は耕うんによる有機栽培圃場、写真右は不耕起・草生による栽培。

(3) 亜酸化窒素を制御する土壌管理技術

温室効果ガスである亜酸化窒素(N_2O)を代謝産物とする脱窒活性が糸状菌の一部で明らかにされている。この微生物活性の発見によって、畑地土壌などの糸状菌密度が高い生態系において、糸状菌の N_2O 発生を抑制する農業技術の開発が求められている。今年度は、亜酸化窒素抑制技術の開発に向けた基盤的研究として、カバークロップ利用不耕起区の土壌試料を用いて基質誘導呼吸阻害法を応用した N_2O への細菌と糸状菌の寄与率の定量的評価、有機態窒素やアンモニウムイオンから N_2O を生成する糸状菌の新規 N_2O 生成経路の解明、糸状菌細胞内生細菌による N_2O 生成機構の解明、を試みた。

カバークロップ利用不耕起区の土壌試料をもちいて、細菌および糸状菌の活性阻害剤を添加し、 N_2O 生成量に占める両者の寄与率を調査した。その結果、 N_2O 生成量の寄与率は糸状菌阻害剤と細菌阻害剤でほぼ等しい割合となった。この傾向は、採集時期の異なる土壌試料でも、異なる培養温度においても同様に認められた。また、基質誘導呼吸阻害法から求めた糸状菌由来の N_2O 生成量と糸状菌のバイオマスの指標物質であるエルゴステロール量には高い正の相関関係 ($R^2=0.75$) が認められ、 N_2O 生成活性が土壌糸状菌に普遍的に存在する可能性が高いことが示唆された。

新規 N_2O 生成経路の解析では、代表糸状菌株として *Metarhizium* sp. FMRCy15 株を選抜して実験に供試した。新規 N_2O 生成経路については、各種阻害剤を用いて次の 3 つを経

路の推定を試みた。①硝化反応によって、有機体窒素が硝酸イオンに酸化され、続いて脱窒反応により硝酸イオンから N_2O を生成する経路。②硝化過程から副産物として N_2O を生成する経路。③アルギニンから一酸化窒素を生成し、さらに一酸化窒素から N_2O を生成する経路。現在までに、一酸化窒素生成酵素の阻害剤 (L-NAME) の実験から、阻害剤を加えた場合でも N_2O 生成が認められたため③の経路である可能性は低いことが明らかとなった。今後①および②に関してさらに解析を進める必要がある。

内生細菌保有糸状菌の N_2O 生成機構の解明では、 N_2O 生成糸状菌で内生細菌を保有する *Mortierella elongata* 菌株について詳細に検討した。本研究において単孢子分離法から内生細菌を保有していない株の選抜に成功した。内生細菌保有株、非保有株について N_2O 生成活性を検討したところ、どちらの株からも同程度の N_2O 生成が認められた (Sato et al. 2010)。また、内生細菌保有株、非保有株の DNA を抽出し、脱窒関連遺伝子 (*nirS*, *nirK* 遺伝子) の検出を試みたところ、すべて陰性だった。以上の結果から、糸状菌の N_2O 生成における内生細菌の関与の可能性は低いと考えられた。*Mortierella* 属以外の N_2O 生成糸状菌についても内生細菌の検出および内生細菌保有糸状菌の N_2O 生成機構の解明についてさらに解析を進める必要がある。

(4) 国際シンポジウムの開催 (第二部門の兼務・協力教員が実行委員として開催)

2010 年 12 月 5 日～6 日に農学部阿見キャンパスにおいて、国際シンポジウム「持続的農業に関するアジアコンソーシアムの構築」を開催した。本シンポジウムは、農業と環境の両者を見据えた次世代の研究および教育についての国際交流を目的として行われ、海外からはアメリカ、カナダ、ニュージーランド、インドネシア、タイ、スリランカ、バングラデシュからと多くの国々からの教員、研究者、そして学生の参加があった。5 日の第 1 部では Zhaorigetu 茨城大学研究員、ウイスコンシン大学スーペリア校の Amy Eliot 先生、カナダ Worley Parsons 社の M. N. Thormann さんから湖沼における環境汚染と環境修復に関する話題提供があった。後半部は、筑波大学の D. Taylor 先生から Ag-ESD (Agriculture for sustainable development) の取り組み実績と学生による研究紹介としてポスター紹介 (1 分間プレゼンテーション) とポスター発表が行われ、アジアの持続農業をテーマとした研究成果について教員、学生、一般参加者を交えた活発な議論が行われた。6 日の第 2 部は、気候変動に対するアジアの農業分野からのアプローチとアジアでのサステナビリティ学教育の実践と展望について講演と討論が行われた。前半部は 3 題の基調講演があり、茨城大学 ICAS 機関長の三村信男先生から「変化」の世紀に生じた地球規模の諸問題に対して、アジア・太平洋地域におけるサステナビリティのあり方、さらに新しい大学院教育の挑戦についてのビジョンについて、名古屋大学の浅沼修一先生からは農学知的支援ネットワーク (JISNAS) の取り組みについて、J. E. Hay 先生からは気候変動に対して農業とサステナビリティ学はどうあるべきかについて、基調講演をいただいた。後半部は、アジアを中心とした 7 つの大学から、今後の研究および教育の連携について話題提供をいただいた。総合討論では、

教員、学生そして一般参加者からの質問や意見が交わされ、これからのアジアの持続的な農業と大学教育の在り方に対して幅広い議論が行われた。

[3] 研究成果

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

小松崎将一, 環境調和型農業と地力維持, 作物栽培大系 8 巻 緑肥作物の栽培と利用, 朝倉書店, (印刷中) 2011/04

小松崎将一, 水田イタリアンの効果・作業・経営技術、農業技術体系 土壌施肥編 5-1, 農文協, (印刷中) 2011/04

Komatsuzaki, M. and Faiz M. Syuaib, New Farm Management Strategy to Enhance Sustainable Rice Production in Japan and Indonesia(In) Sustainable Agriculture and New Biotechnology, , CRC press, 321-340, , 2011/04

Komatsuzaki, M. and H.Ohta,Sustainable agriculture practices,(In) Sustaibility Science, Vol.4, UNU press, 38-49, , 2010

2) 論文 (査読つき)

小松崎将一: カバークロップの利用と有機栽培, 有機農業研究, 2 (1) ,12-25.2010

Komatsuzaki, M. and M.Faiz Syuaib :Comparison of the Farming System and Carbon Sequestration between Conventional and Organic Rice Production in West Java, Indonesia,Sustainability, 2010, (in press).

西澤智康・小松崎将一・金子信博・太田寛行: 末端制限断片 (T-RFs) プロファイル情報に基づく土壌微生物群集構造解析, 土と微生物, 64(1),33-40.2010.

趙艶忠・趙鉄軍・小松崎将一: カバークロップの種類と残渣処理が不耕起播種機利用時のトラクタの所要動力に及ぼす影響, 農作業研究, 45 (1) , 37-44, 2010.

三浦季子, 金子信博, 小松崎将一:不耕起・草生・低投入栽培下における畑地土壌のミミズを介した可給態リンの供給ー茨城県の農家が営む自然農法畑の事例からー有機農業研究, 2, 2, 30-39, 2010

Yoshinori Sato, Kazuhiko Narisawa, Kazuto Tsuruta, Masafumi Umezu, Tomoyasu Nishizawa, Kenji Tanaka, Kaoru Yamaguchi, Masakazu Komatsuzaki, Hiroyuki Ohta: Detection of Betaproteobacteria inside the Mycelium of the Fungus Mortierella elongata, Microbes and Environments, 25, 4, 321-324, , 2010

Tiejun Zhao, Masakazu Komatsuzaki, Hiroshi Okamoto, Kenshi Sakai, Cover Crop Nutrient and Biomass Assessment System Using Portable Hyper spectral Camera and Laser Distance Sensor, Engineering in Agriculture, Environment and Food, 3, 4, 105-112, , 2010

Tomoyasu Nishizawa, Zhaorigetu, Masakazu Komatsuzaki, Yoshinori Sato, Nobuhiro

Kaneko, Hiroyuki Ohta : Molecular Characterization of Fungal Communities in Non-Tilled,Cover-Cropped Upland Rice Field Soils, Microbes and Environments, 25, 3, 204-210, , 2010

佐藤嘉則, 成澤才彦, 西澤智康, 小松崎将一, 太田寛行: 糸状菌細胞に内生する細菌の存在とその検出法土と微生物, 2011. (印刷中)

3) その他の論文

Masakazu Komatsuzaki: Agro-ecological Approach for Developing a Sustainable Farming and Food System, Journal of Developments in Sustainable Agriculture, 1-10, , 2011

4) 学会発表

趙鉄軍・小松崎将一・三浦重典・東達哉, カバークロップの生育量予測システムの開発,第 69 回農業機械学会講演会, P-37.

伊藤崇浩・小松崎将一・新田洋司・塩谷哲夫, カバークロップを利用した水稻栽培での作業体系と生産性, H 2 2 年度日本農作業学会春季大会, 2010/05/15

昭日格図・小松崎将一・加藤 亮・黒田久雄・太田寛行, 霞ヶ浦水質保全とカバークロップの利用, 平成 2 2 年度日本農作業学会春季大会, 2010/05/15

Tofayel Ahamed・Tatsuya Higashi/Masakazu Komatsuzaki, Cover Crop and Tillage System Affect Soil Organic Carbon and Active Carbon, 平成 2 2 年度日本農作業学会春季大会, 2010/05/15

趙 鉄軍・趙 艶忠・小松崎将一, カバークロップ利用条件下での不耕起播種機の作業動力について, 平成 2 2 年度日本農作業学会春季大会, 2010/05/15

東 達哉・小松崎将一・白戸康人・三浦重典, 異なる農地管理方法による土壌炭素への影響の評価, 平成 2 2 年度日本農作業学会春季大会, 2010/05/15

小松崎将一・山下幸祐・西澤智康・太田寛行・嶺田拓也・金子信博, 草生利用・不耕起による自然農法体系での土壌養分動態と作業体系, 平成 2 2 年度日本農作業学会春季大会, 2010/05/15

小松崎将一, 自然と共生する農業技術のあり方を探るー農家と連携した技術研究の取り組みからー, 第 1 1 回日本有機農業学会大会, 2010/12/11

荒井見和・金子信博・陀安一郎・小松崎将一, 不耕起栽培圃場におけるミミズの土壌改変が土壌の炭素貯留に与える影響, 日本生態学会第 58 回全国大会, 2011

八木岡敦・小松崎将一・浅木直美・上野秀人・金子信博, 自然農法圃場における窒素動態-15Nを用いた窒素の移動と植生による吸収, 日本生態学会第 58 回全国大会, 2011

廿楽法・金子信博・小松崎将一, ミミズによるニッチ構築がササラダニ群集構造に与える影響, 日本生態学会第 58 回全国大会, 2011

DOU Lei・KOMATSUZAKI Masakazu, Effect of organic fertilizers and biocha carbon on soil nutrients, yield and quality of sweet potato, H 2 3 年度日本農作業学会春季大会,

2011/03/29

伊藤崇浩・小松崎将一・荒城雅昭, カバークロップと耕うん方法が土壌線虫相に与える影響, H 23 年度日本農作業学会春季大会, 2011/03/29

東達哉・小松崎将一・白戸康人・三浦重典, カバークロップと耕うんが土壌炭素へ与える影響について, H 23 年度日本農作業学会春季大会, 2011/03/29

小松崎将一・M FAIZ Syuaib・東達哉, インドネシア チアンジュール県での有機水稻栽培の展開と土壌炭素蓄積量, H 23 年度日本農作業学会春季大会, 2011/03/29

八木岡敦・小松崎将一・金子信博, 不耕起・草生栽培による有機野菜の生産—温室効果ガスと養分循環—, H 23 年度日本農作業学会春季大会, 2011/03/29

趙鉄軍・小松崎将一, カバークロップ被覆条件下での不耕起播種機の作業性と作業動力, H 23 年度日本農作業学会春季大会, 2011/03/29

Y. Sato, T. Nishizawa, K. Tsuruta, M. Umezu, K. Narisawa, M. Komatsuzaki and H. Ohta (2010) Predominance of nitrous oxide-producing fungus, *Mortierella elongata*, in no-tilled, low-nitrogen input upland soils. 13th International Symposium on Microbial Ecology. Seattle, USA.

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等

小松崎将一, 雑草が畑を肥沃にするしくみ, 現代農業, 2010 年 8 月号.

2.3.2. 農地生態系サービスの変動性評価と土壌・水系物質循環保全技術の開発

加藤 亮、安江 健、岡山 毅、黒田久雄、吉田貢士（農学部）

研究協力者：猿渡ちさ、谷 有紗（地域環境科学科）

橋本紗希、日野田悠太、松山広樹（地域環境科学専攻）

[1] 課題の目的

農業地帯を含む地域の持続性について、生態系サービスの機能評価と、その保全に向けた環境技術の開発について研究を行った。生態系サービスの機能についてはその環境の調整機能に関し、モニタリングを重点的に実施した。また、自然環境が持つ調整機能をより強化し、環境技術として地域に展開するための条件について検討した。

具体的には、下記の三点について実施した

- 1) 農地と周辺環境の持続性（加藤、吉田）
- 2) 農地を含む水系の水循環・物質循環（加藤、黒田）
- 3) 水・物質循環の適正な技術開発（安江、岡山、吉田、黒田）

[2] 研究の概要

- 1) 農地と周辺環境の持続性については、スィートソルガムを茨城大学農学部にあるフィ

ールドサイエンスセンター内にて栽培し、土壌・作物に関するモニタリングを実施した。また、霞ヶ浦流入河川の桜川の小流域にてモニタリングを実施しそのデータに基づき SWAT モデルの適用を検討した。

2) 水系の水循環・物質循環については、霞ヶ浦流入河川桜川の水田地帯の排水路水質特性を連続モニタリングし、統計解析により様々な測定項目に関するデータ分布を解析した。これにより、流出特性とその起因する要素を抽出する。

3) 適正な技術開発については、下記のような循環型技術、汚濁負荷低減型技術開発を実施した。

- ・ メタン発酵消化液の液肥利用に関する循環型農業システム
- ・ スイートソルガム栽培による地域レベルでの物質循環システム
- ・ ノラックス圃場における循環型耕畜連携システム
- ・ 閉鎖系農業システムの開発
- ・ 水田の洪水抑制機能に関する技術開発
- ・ アナモックス反応の水田における活性

[3] 研究成果

成果として 3 つの課題からグリーンイノベーションに向けた技術開発および地域レベルの社会システムの評価が検討可能になった。特に、持続性に関するデータは長期モニタリングを必要とするが、手法としてベイズ統計やモデルシミュレーション等の導入が有効であることを示した。また、水・エネルギー・物質循環に関するさらなる技術開発が地域サステナビリティにとって必要であることを明らかにした。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき） なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

低平地水田地帯における栄養塩類の流出特性、松山広樹、臼田薫、加藤亮、黒田久雄、吉田貢士、平成 22 年度農業農村工学会（2010）

水質流出解析に向けた霞ヶ浦小流域への SWAT モデルの適用、臼田薫、松山広樹、加藤亮、平成 22 年度農業農村工学会（2010）

メタン発酵消化液の肥料効果の検討、小山知昭、加藤亮、黒田久雄、吉田貢士、井上栄一、岩下浩司、平成 22 年度農業農村工学会（2010）

バイオ燃料作物スイートソルガム栽培における水・窒素収支、森直哉、吉田貢士、加藤亮、黒田久雄、平成 22 年度農業農村工学会（2010）

流入水質の異なる水田の窒素除去能力について、黒田久雄，勝又香織，加藤亮，吉田貢士、北村立実，根岸正美、平成 22 年度農業農村工学会（2010）

（2）シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

（3）マスコミ等への公表・報道等 なし

3. 適応のための生活圏計画・適応政策に関する研究(第3部門)

3.1. 気候・環境変動への適応計画と適応政策

3.1.1. 気候変動や自然災害に対する考え方、ライフスタイル、適応行動に関する比較調査

原口弥生（人文学部）

[1] 課題の目的

本研究では、気候変動や自然災害にたいする人々の考え方、ライフスタイル、適応行動について比較研究を行う。今年度は、比較研究のための一事例として、アメリカで発生した大水害（ハリケーン・カトリーナ他）を経験したルイジアナ州ニューオーリンズを中心に研究を進める。とくに大災害を経験した人々や地域が、自らがおかれた生活環境をどのように再認識し、また自然との関係をどのように再構築しようとしているのかについて分析を進める。

[2] 研究の概要

アメリカで発生したハリケーン・カトリーナ災害を事例として、2010年春と2011年11月に現地調査を行い行政担当者や地域住民、NPO関係者などに聞き取りをするなどして、データや関連資料を収集し、分析を進めた。

[3] 研究成果

災害への適応という点では、個人レベルの対応と集合的対応についてそれぞれ分析を行った。個別対応としては水害保険への加入時にも加入条件となっている家屋のかさ上げが一般的であるが、この対応も被災地全般に見られるわけではなく、地域ごとに対応に差がみられる。この地域差については、さらなる分析が必要である。

カトリーナ災害では、都市周辺の湿地環境の悪化が水害の被害増幅につながったことが確認されており、災害適応としての湿地保全という観点からも分析を行った。



写真 3.1-(1) 家屋のかさ上げ

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文 (査読つき)

原口弥生(2010)「レジリエンス概念の射程—災害研究における環境社会学的アプローチ」,『環境社会学研究』第 16 号, pp.19-32.

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表 なし

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.2. 日本、アメリカ、イギリス、ニュージーランド等の自治体レベルの緩和政策の比較整理

原口弥生 (人文学部)

[1] 課題の目的

各国のさまざまな政治経済的条件を背景に温暖化問題をめぐる国際交渉の前進に期待が寄せられないなか、自治体レベルの緩和策の実践への社会的要請と期待は大きい。各国で実施されている州や都市などの自治体レベルでのモデル的な緩和政策の比較整理を行い、ボトムアップ的な緩和策の提示が本研究の目的である。

[2] 研究の概要

各国の自治体レベルの緩和策の比較整理を行うための基礎資料の作成を行った。本研究の対象地域での温暖化問題や緩和政策の推移といった内容を含む環境年表の編集にここ数年携わっており、ようやく『環境総合年表—日本と世界』が 2010 年 11 月に公刊された。この膨大な資料をもとに、特徴ある緩和政策についてリストアップを始めるところである。

[3] 研究成果

上記のとおり、緩和政策の比較整理のための基礎資料がようやく、ある程度揃ったところである。来年度は、まずこの基礎資料をもとに必要な資料の補充を行うとともに、比較整理に必要な政治的・制度的違いなどについての基礎的な文献調査を行う予定である。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

環境総合年表編集委員会 (=9 名, 原口含む) (2010)『環境総合年表—日本と世界』,

すいれん舎, 総頁 805.

- 2) 論文 (査読つき) なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表 なし
- (2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.3. 緩和策、適応策の社会・経済学的分析

田村 誠 (ICAS)

[1] 課題の目的

- ・ 多時点カリブレーション法(Multiple Calibration Decomposition Analysis: MCDA)により、緩和策の検討に向けたエネルギー消費の変化に関する経済学的な分析を行う。
- ・ 持続可能性と適応能力の評価手法に関するサーベイを行い、アジア・太平洋地域を焦点に、より地域の事情に根ざした持続可能性および適応能力の評価手法を開発する。

[2] 研究の概要

- (1) 多時点カリブレーション法(MCDA)によるエネルギー消費の変化に関する分解分析
筆者らが開発した多時点カリブレーション法(MCDA)は、一般均衡モデルで広く利用されるカリブレーション法を事後分析に応用し、現実の時系列データに観察される一連の変化を一般均衡理論に基づき個々の要因に分解できることが大きな特徴である。当手法を用いて、日本の 1970 年代以降のエネルギー消費の変化に関するエネルギー経済学的な分析を行った。
- (2) 持続可能性及び適応能力評価指標の開発
アジア太平洋地域における持続可能性や適応能力評価指標を開発し、気候変動に脆弱な地域の特定とその対応策を検討する。

[3] 研究成果

- (1) 多時点カリブレーション法(MCDA)によるエネルギー消費の変化に関する分解分析
MCDA の対象部門分類を 9 部門から 18 部門へと拡張し、1970-1990 年の日本のエネルギー集約型製造業(鉄鋼、紙パルプ、化学、窯業土石)におけるエネルギー価格変化がエネルギー消費にもたらす影響を詳細に分析した(Okushima and Tamura, 2010)。そして、日本のエネルギー集約型製造業では 1970 年代にはエネルギー価格の高騰による価格代替効果がエネルギー消費を抑制する役割を担ったのに対して、化石資源減少型の技術変化は石油危機以降の 1980 年代に起きていることを定量的に明らかにした。

(2) 持続可能性及び適応能力評価指標の開発

- ・ IR3S 温暖化フラッグシッププロジェクトの総括として、TIGS 叢書や UNU 出版に日本における温暖化研究の成果と課題を整理するとともに(田村・三村, 2010)、持続可能な適応策のあり方を検討した(Tamura and Mimura, 2011)。
- ・ アジア太平洋地域における脆弱性評価に向けて、既存の脆弱性評価の動向と適応ネットワーク形成に関する口頭発表を行った(Tamura, 2010; Tamura and Yasuhara, 2011)。この中では脆弱性評価の分析枠組を提示することで既存の国際的な適応ネットワークとアジア太平洋地域を中心に ICAS が構築を目指す適応ネットワークを整理し、これらが相乗効果を生むための役割分担を明確化した。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

Tamura, M. and N. Mimura (2011) "Adaptation and Mitigation Strategies in Response to Climate Change," In: A. Sumi, N. Mimura and T. Masui (eds.), *Climate Change and Global Sustainability: A Holistic Approach*, United Nations University Press, pp.133-149.

茨城大学 ICAS 編(2010)『茨城大学発—持続可能な世界へ』茨城新聞社

2) 論文 (査読つき)

Okushima, S. and M. Tamura (2010) "What Causes the Change in Energy Demand in the Economy?: The Role of Technological Change," *Energy Economics*, 32(S1), pp.S41-S46.

3) その他の論文

田村誠・三村信男(2010)「日本のビジョンと温暖化研究の課題」, IR3S 温暖化フラッグシッププロジェクト編『サステイナブルな地球温暖化対応策』, IR3S/TIGS 叢書 No.2, pp.44-49.

4) 口頭発表

Tamura, M. and K. Yasuhara (2011) "Networking for adaptation and vulnerability assessment in the Asia-Pacific region," *Proceedings of International Symposium on Promoting Synergies Among Adaptation Networks in the Asia-Pacific Region*, Mito, Japan, January 17, 2011, pp.63-68.

Tamura, M. (2010) "An Overview of Adaptation in Japan: Barriers to Mainstreaming Adaptation," *International Forum for Sustainable Asia and the Pacific 2010 (ISAP2010)*, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, July 13, 2010.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.4. タイ・プーケットの津波災害が心身に与えた影響に関する研究

伊藤哲司（人文学部）

[1] 課題の目的

2004 年 12 月 26 日のスマトラ沖地震に起因するインド洋大津波で甚大な被害を被った地のひとつであるタイ・プーケットにおいて、それから 6 年近くが経過するなか、被災した人々の心身に与えた影響がどのようなものであったのかを、あらためて聞き取り調査によって明らかにする。

[2] 研究の概要

2005 年 3 月の茨城大学津波調査団（団長・横木裕宗）に加わって現地で聞き取り調査を行って以来、数回にわたって調査を重ねてきた。甚大な被害を被ったにもかかわらず人々は「明るい」表情を見せ、「生きる力」を失っていないように見えた。今回は、6 年近く経過するなかであらためて影響が現れていないのかどうかを調べることにした。調査期間は 2010 年 9 月上旬である。通訳ガイドとして、かねてからお世話になっている現地旅行会社のホットラクル・玲子さんに同行してもらった。

[3] 研究成果

これまでも何度も訪れているプーケット島内のカマラビーチを中心に、その海沿いに立つ小学校を訪問し、被災した先生および生徒に話を聞いた。またそこ小学校近くに住む 40 歳代の女性（これまで何度もあっている方）にも再会し、話を聞くことができた。兄を津波で亡くしたという男子生徒は、被災当時のことをよく覚えているものの、とくに心身の症状はなく、落ち着いて生活を送ることができているようであった。同席した女性の先生も同様であった。また近所の女性の方も、一時期精神の安定のための投薬が必要だったというが、バンコクから巡回にやってきたという医師のお陰で、今は薬もいらなくなっているということであった。彼女によると、近辺で一番状態が悪くなったのは自分であり、ほとんどの人は津波の恐怖はよく覚えているものの、比較的安定した心身で生活しているとのことであった。以前と変わらず、地域共同体の中の人間関係が濃いことが、あたりの様子からもうかがえた。

以上から、これまでも日本などにおける「心のケア」については再考する必要があることを指摘してきたが、今回の聞き取り調査によって、それがさらに裏付けられた形となった。

[4] 発表及びアウトリーチ

（１）成果の発表 なし

１）著書

- 2) 論文 (査読つき)
- 3) その他の論文
- 4) 口頭発表
- (2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.5. 津波学習モジュールの開発

大辻 永 (教育学部)

[1] 課題の目的

最近発生したニュージーランド地震 (2011.2.22、M6.3) にみるように、旅行中にも天災に見舞われる場合がある。またスマトラ島沖地震 (2004.12.26、M9.3) のように津波災害も同様であり、自然災害教育、防災教育は国境を越えて必須のものである。しかし、約 1 年前のチリ地震 (2010.2.27、M8.8) による津波への国内の対応では避難率が 4 % に満たず、現代社会の脆弱さの一面を露呈した。本研究はこの状況を受け、津波災害に関するモジュール (学年を跨いだ単元群) を開発した。ただし、自然科学的内容に限定せず、教科横断・総合的に取り扱うものとし、持続可能な社会の実現のための一助とした。

[2] 研究の概要

現在の学習指導要領から関連する単元を結びつける他、過去の単元、導入すべき新単元を序列化しモジュールを作成した (表 3.1-(1))。ここでは学習者の発達段階やカリキュラムとの整合性を考慮した。さらに、小学校で取り上げる「稲むらの火」(和歌山県) や「津波かるた」(岩手県) などを使用する教材を準備した他、高等学校で取り上げる潮の干満を説明するモデル実験などを開発した (図 3.1-(1))。

表 3.1-(1) 津波防災教育モジュール

小学校	○「稲むらの火」 ○津波かるた
中学校	○津波とその発生のしくみ ○濱口梧陵について
高等学校	○海面をおしあげるもの ○避難の心理的側面



図 3.1-(1) 月の運行に伴う潮の干満モデル実験

[3] 研究成果

小学校では教訓や避難の仕方について取り上げ、自然科学的内容は中・高等学校に置く。そして、「稲むらの火」のモデルとなった濱口梧陵 (1820-1885) に焦点を当てることにより、「人間と自然の関係」という広い視野から津波災害を捉えられるようにした。また、高等学校では、津波時の被害を増幅す

る可能性のある潮の干満や高潮、気圧との関係といった自然科学的内容を意図的に配置するだけでなく、有効な避難のために「集団同調性バイアス」という人間の心理的側面についても取り上げた。モジュールの有効性の検証までは至らなかったが、上記については日本地学教育学会で発表した。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき） なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

大辻永・遠藤輔, 2010, 津波災害教育モジュールの作成: 「稲むらの火」から「チリ地震」まで, 日本地学教育学会第 64 回全国大会（鹿児島大会）(2010.8.21.), pp.40-41.

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.1.6. 自然体験学習系環境教育の指導者養成カリキュラムの研究

郡司晴元（教育学部）

[1] 課題の目的

自然体験学習系環境教育指導者の養成カリキュラムはどうあるべきかを考察することが本課題の目的である。引き続き「大塚池探検隊」という実際の環境教育活動をとおして、学部学生が実践力を高めていくにはどのような関わり方が必要かを考察した。

[2] 研究の概要

「こどもエコクラブ大塚池探検隊」に代表サポーターとして参画し、サポーターである学生を計画・立案・実施・報告の各場面で支援しつつ、以下の点について研究した。

- (1) 実施する環境教育プログラム（大塚池に関する体験的環境学習の内容）
- (2) 実施する指導者（学生）の支援

[3] 研究成果

- (1) 実施する環境教育プログラム（大塚池に関する体験的環境学習の内容）

今年度から「こどもエコクラブ」に登録し、ゆるやかな会員制のイベントにした。これにより継続的に参加するこどもが中心となり、積み上げ型のプログラムに取り組めるようになった。雨の場合には市民センターを使うようにし、月一回の頻度を保ち、継続感を保

つようにできた。

(2) 実施する指導者（学生）の支援

プログラム準備、実施、フィードバックなど、学生の実践力向上につながる活動のあり方を考察した。こどもが継続的に参加するようになったので、指導する学生の長期間の参画が得られるように早期から支援していくことが課題となった。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表 なし

- 1) 著書
- 2) 論文（査読つき）
- 3) その他の論文
- 4) 口頭発表

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等

本研究自体が地域のこども向けアウトリーチである。

3.2. 都市・コミュニティレベルでの生活圏確保のための適応策と緩和策

3.2.1. 茨城県を対象とした地歴システムの開発に関する研究

桑原祐史（広域水圏）、小柳武和、山崎貴大（工学部）

[1] 課題の目的

近年、地球温暖化に伴う台風の強大化や局地的な集中豪雨といった異常気象の発生回数は増加傾向に見られており、異常気象による災害はもちろん、それによって引き起こされる2次災害においても対策を徹底することは重要な課題となっている。また、地震災害への対策も重要な課題となっている。平成22年版防災白書によると、東海地震については発生可能性の高さを裏付ける観測結果が得られており、東南海地震については今世紀前半にも発生する恐れがあるとされている。本研究では、これらの災害対策工法の事前情報を提供する位置づけとして、GISによる茨城県の地歴情報システムを構築することを計画した。

[2] 研究の概要

対象地域周辺の旧版地形図と現在の地形図を重ねあわせ、土地利用メッシュデータなどを用いて比較し、土地利用、地形、緑量の変化量を分析した。

衛星画像、空中写真そして編集された地図は、対象領域を上空から俯瞰した2次元情報である。着目した被覆の拡大・縮小や有無を把握する際には広域性の点で有利であるが、施設のZ方向の規模や土地の凹凸を把握する上での限界はある。地歴の蓄積を目的とする本課題では、この点を補う情報として、被覆改変が顕著になるであろう地域の定点撮影方式の現場写真の蓄積を進めることにした。

[3] 研究成果

研究の出力例を図 3.2-(1)~(3)に示す。

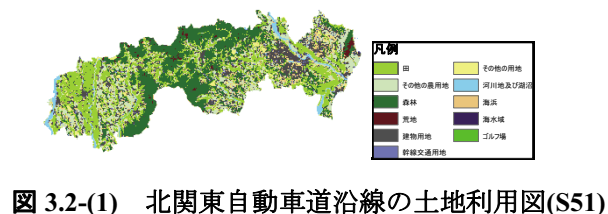


図 3.2-(1) 北関東自動車道沿線の土地利用図(S51)

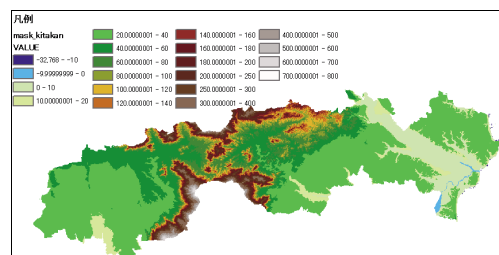


図 3.2-(2) 北関東自動車道沿線の標高分布(現在)

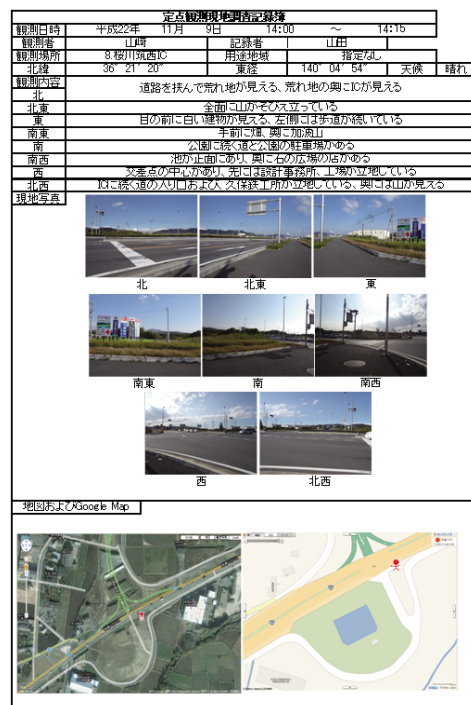


図 3.2-(3) 現場写真の一例

本研究では、当面 10 年程度を区切りとして、継続して「衛星画像、空中写真、地図」(平面的な情報)および「現場写真」(ヒューマンスケールの情報)を収集・蓄積し、Web を用いてデータを公開してゆくことを目指してゆく。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文(査読つき) なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

山崎貴大・桑原祐史・小柳武和：茨城県内を対象とした地歴システムの構築-北関東自動車道・つくばエクスプレス・茨城空港を対象として-, (社)土木学会関東支部 H23 年度技術研究発表会, (CD 製作中), 2011.3

(2) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.2.2. 茨城県を対象とした CO₂ 計測に関する研究

桑原祐史（広域水圏）、斎藤 修（福山コンサルタント）、山田貴弘（工学部）

安原一哉（ICAS）、小柳武和（工学部）

[1] 課題の目的

地球観測規模で行われるCO₂濃度観測は、人間生活の影響を受けないために生活環境圏から離れた場所で行われている。本研究では、生活環境圏におけるCO₂濃度に着目し、CO₂濃度観測システムを構築することを目的とする。斎藤・桑原・宮部らは、2007年より茨城県日立市、守谷市、古河市にCO₂濃度観測計測システムを設置し、各地域の現状を踏まえて都市内における緑地や幹線道路などが都市内CO₂濃度に与える影響についてデータの蓄積・考察を行った。この研究を踏まえ、本研究では、新たなCO₂濃度観測計の設置（大子、潮来）、守谷・古河への風向風速計の設置を行い、茨城県内の更なるデータの収集・分析を行った。

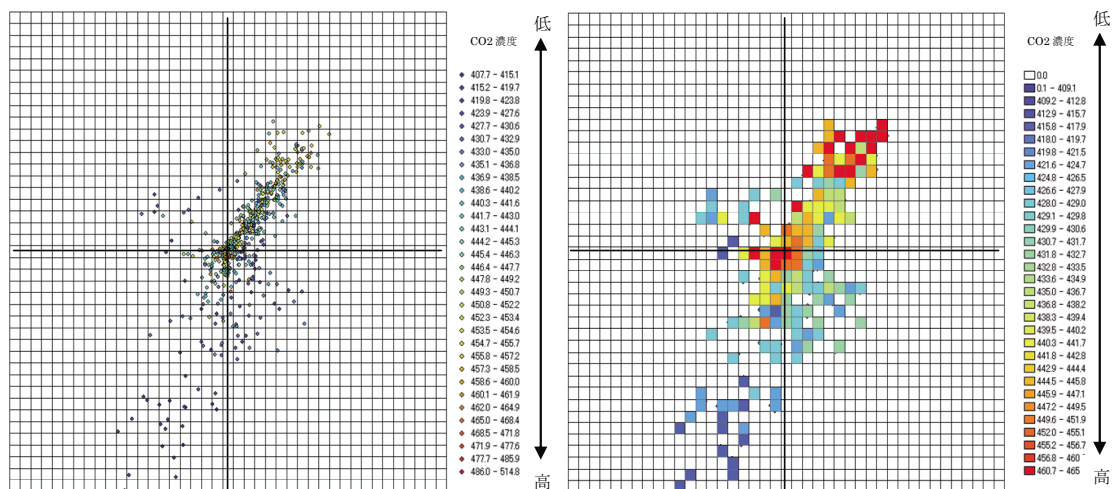
[2] 研究の概要

各観測地点のデータを対象として、風向風速を座標軸として CO₂ 濃度の傾向を分析している。図 3.2-(4)に日立観測点のデータを示す。この図から、2010 年度の研究にて得られた傾向と同様に、北東の風が運んでくる CO₂ 量が多いことが分かる。2011 年 1 月現在、他地点のデータについても同様の分析を進めており、緑地等被覆特性との関連性を分析している。

[3] 研究成果

本年まで、3 年+α の連続計測を続けているが、センサのドリフト量の補正を体系化する必要が伺えた。本年度はこの補正方法の確立について検討を進めて行く予定である。本年度は、写真 3.2-(1)、(2)にあるように、大子町(茨城大学大子合宿研修所)と潮来市(茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター)に百葉箱を設置した。加えて、研究学園都市への設置は決定し、現在機材の製作と準備を進めている。第 1 期の設置場所として残されている地点は、「北茨城(茨城大学五浦研究所)、筑西市」の 2 か所となった。来年度はネットワーク環境の整備と併せて観測点設置を達成としたい。

また、現在までの研究が技術的ベースとなり、「一般社団法人日本二酸化炭素濃度マップ普及協会」が認可された。ここで使用する百葉箱や計測器設置の標準化に関しても鋭意検討を進めて行く予定である。



日立の風向風速データと CO2 濃度プロット

日立の風向風速データと CO2 濃度メッシュ画像

図 3.2-(4) 日立観測ステーションにおける 2011 年 4 月観測データの傾向



写真 3.2-(1) 潮来観測ステーション

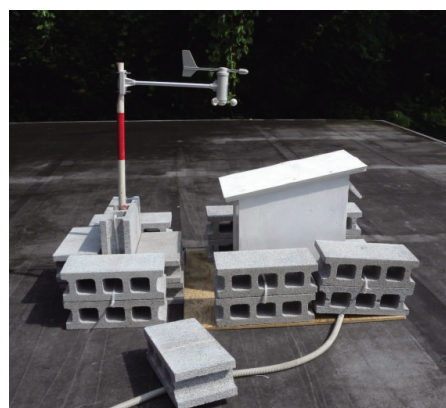


写真 3.2-(2) 大子観測ステーション

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文 (査読つき) なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

山田貴弘・桑原祐史・斎藤修・小柳武和：茨城県北、県南、鹿行地区を対象とした CO₂ 濃度変動分析, (社)土木学会関東支部 H23 年度技術研究発表会, (CD 製作中), 2011.3

山田貴弘・桑原祐史・斎藤修・安原一哉：CO₂ 濃度計測システムの応用利用による季節変動分析, 日本地球惑星科学連合 2011 年全国大会, H-TT06, (CD 製作中),

2011.5

- (2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.2.3. 公園管理および土地被覆状況のセンシング手法に関する研究

小柳武和、米倉達広（工学部）、桑原祐史（広域水圏）
町田 聡（パシフィックコンサルタンツ株式会社）
石内鉄平（イノベーション創成機構 VB 部門研究員）

[1] 課題の目的

価値観や余暇活動が多様化している現代社会において、地球環境問題に向けた地域政策の実現には、人々に憩いや涼しさを提供している緑地や水辺の保全など生活圏レベルでの視点が必要となる。効果・効率的な対策を検討するには、地域資源である生態系や種の生育環境、土地利用の変化、それに対する市民のニーズは貴重な情報となり、それを取得するセンシング技術の発展が重要な key となる。

そこで本研究は、持続可能な社会づくりのため、リアルタイムに市民の声を収集し、それを緑地整備や保全に活用するパークマネジメントシステムの開発および衛星画像を用いて土地利用の変化を低コストで把握する手法の確立を目的とする。

[2] 研究の概要

- (1) パークマネジメントにおけるロコミ情報の利用およびシステム運営
- (2) 多時期のリモートセンシングデータを用いた土地被覆状況の把握

[3] 研究成果

- (1) パークマネジメントにおけるロコミ情報の利用およびシステム運営

これまで本研究では、都市公園に対するロコミをユーザの携帯電話によって収集し、管理に活用されるシステムを開発してきたが、多くのロコミが集まった場合、現在の職員数では対応が困難であるといった課題が挙げられていた。本年度は、管理に必要な情報のみが管理者に集まり、その情報の整理やフィルタリングは NPO や愛護会等のボランティア団体が担当する仕組みを提案した。図 3.2-(5)に投稿されたロコミ情報の流れを示す。

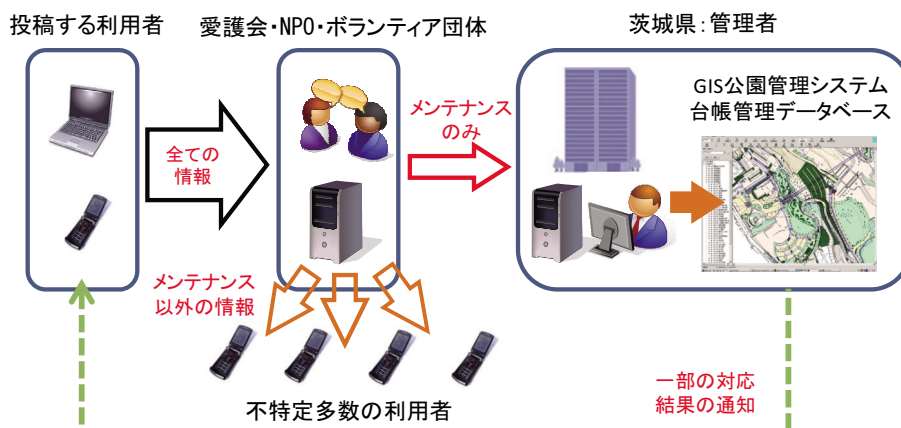


図 3.2-(5) ロコミ情報の利用の流れ

(2) 多時期のリモートセンシングデータを用いた土地被覆状況の把握

全国に散在する農地現況の把握には、衛星リモートセンシングなどの簡易なモニタリング手法の開発が望まれている。本研究は、圃場整備が行われ優良農地が広がる東海村における低コストな農地の作付け状況把握手法の確立が目的である。分析の結果、東海村の主要作物である水稻と小麦について、同一年で多時期の ASTER 画像および田植えや刈取といった営農こよみの活用は、土地被覆による NDVI の季節変化から現地の作付け状況の把握に有効であることが確認された。図 3.2-(6)に東海村における多時期の ASTER 画像を示す。

撮影日	2004年5月11日	2004年7月7日	2004年9月9日	2004年11月28日
ASTER画像				
NDVI				
水稻	-0.11811	0.22807	0.171642	-0.0920245
麦	0.0683761	-0.00226757	0.00558659	0.0123457

図 3.2-(6) 東海村における多時期の ASTER 画像および NDVI の変化



写真-1 稲 2010.8 撮影



写真-2 小麦 2010.8 撮影

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文 (査読つき)

Teppei Ishiuchi, Tatsuhiro Yonekura, Takekazu Koyanagi, Yuji Kuwahara, (2010.5) :
Collection of Users' needs using Google Maps and Mobile-phone for Park Management,

Proceeding of the 5th International Conference on Monitoring and Management of Visitor
Flows in Recreational and Protected Areas, The Netherlands, No.5, pp.311-314

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表

石内鉄平・町田聡・桑原祐史・小柳武和・米倉達広(2010.9): 多時期のリモートセン
シングデータを用いた土地被覆状況の把握方法に関する一考察, (社)土木学会第 65
回年次学術講演会講演概要集, IV-046

橋本和雄・小柳武和・桑原祐史(2010.9): 中心市街地における自然的土地利用変化に
関する研究 -ひたちなか市を事例として-, (社)土木学会第 65 回年次学術講演会講
演概要集, IV-060

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.2.4. 中速グリーンモードの特性分析と適用性に関する研究

金 利昭（工学部）

[1] 課題の目的

- ① 車両メーカーのパンフレット収集やインターネット検索及び展示会への参加を通じて、
中速グリーンモードの出現動向とモード特性を把握する。
- ② 中速グリーンモードの低炭素都市への適用性を明らかにする。

[2] 研究の概要

多様なニーズへの対応や技術の高度化により新しい交通手段が次々と出現している。そ
の中でも、電動アシスト自転車やハンドル形電動車いす、電動原動機付自転車、1人ある
いは2人用超小型電気自動車、パーソナルモビリティなどの個人使用・短距離移動を目的
とした電動・小型の交通手段（以下、中速グリーンモード）は、CO₂排出量が少ないだけ
でなく占有面積が小さく空間効率が良いことから、低炭素都市を構築するうえで有用な交
通手段になると考えられる。

本課題では中速グリーンモードの諸元資料を収集・整理し、その特性を把握することに
よって低炭素都市への適用コンセプトを検討した。

[3] 研究成果

- ① 中速グリーンモードの資料収集・整理により、立ち乗りスクーターや縦2人乗り超小
型電気自動車など、これまでにはない様々なタイプの交通手段が開発され多様化して
いることを把握した（図 3.2-(7)）。
- ② 中速グリーンモードの CO₂ 排出量を算定した（図 3.2-(8)）。

- ③ 安全性・利便性・快適性・環境性・空間性の5つの観点から中速グリーンモードの特性を分析し、自動車等から中速グリーンモードへの利用転換可能性を検討するとともに、道路空間における「中速帯」や都市空間構成における「低速・中速共存エリア」を構成要素とした低炭素都市への適用コンセプトを提案した(図3.2-(9))。

	1人乗り					2人乗り			3人乗り	4人乗り
2輪										パンフレット、インターネット上からは見つけることができなかった。 →おそらく存在しない。
3輪										インターネット上でいくつか見つけたが、どれも高速等によるものであり、正統に販売されているかの区別がつかないため、掲載しない。
4輪以上										電気自動車 i-MEV 11.0km/h 電気自動車 EV-N 14.9km/h 電気自動車 i-MEV 11.0km/h 電気自動車 EV-N 14.9km/h 小型自動車 ID 9.5km/h 小型自動車 ID 9.5km/h

※数値は、諸元表で示されている車両重量(左)と最高速度(右)である。

図 3.2-(7) 多様な中速グリーンモード

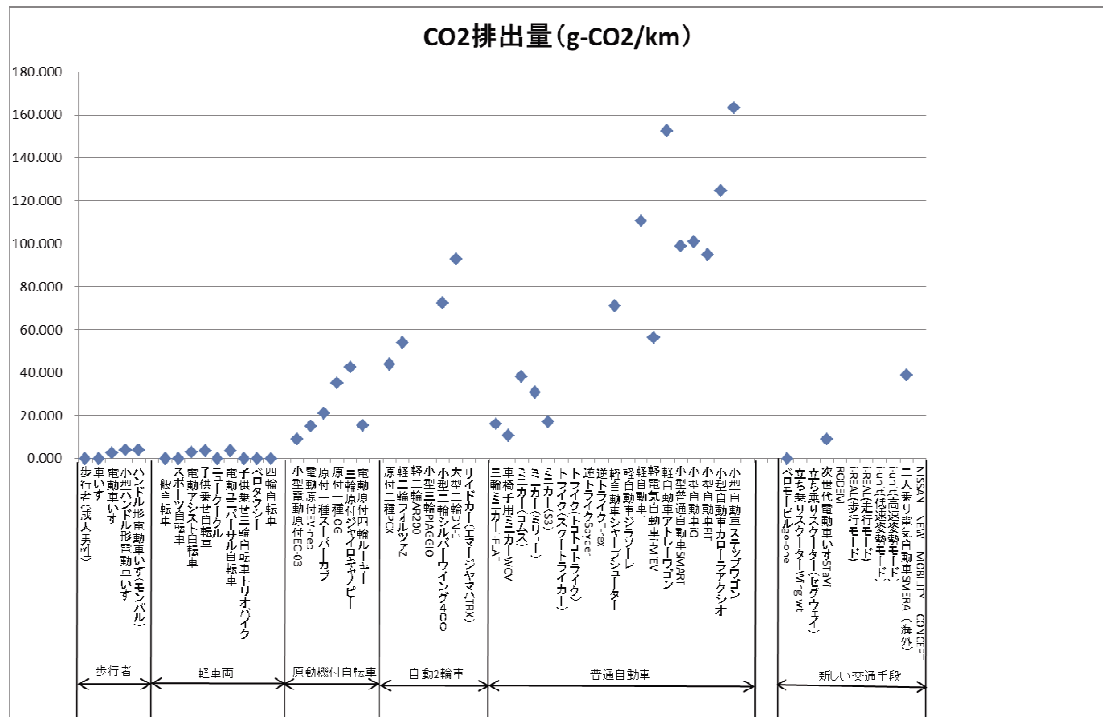


図 3.2-(8) 中速グリーンモードの CO₂ 排出量

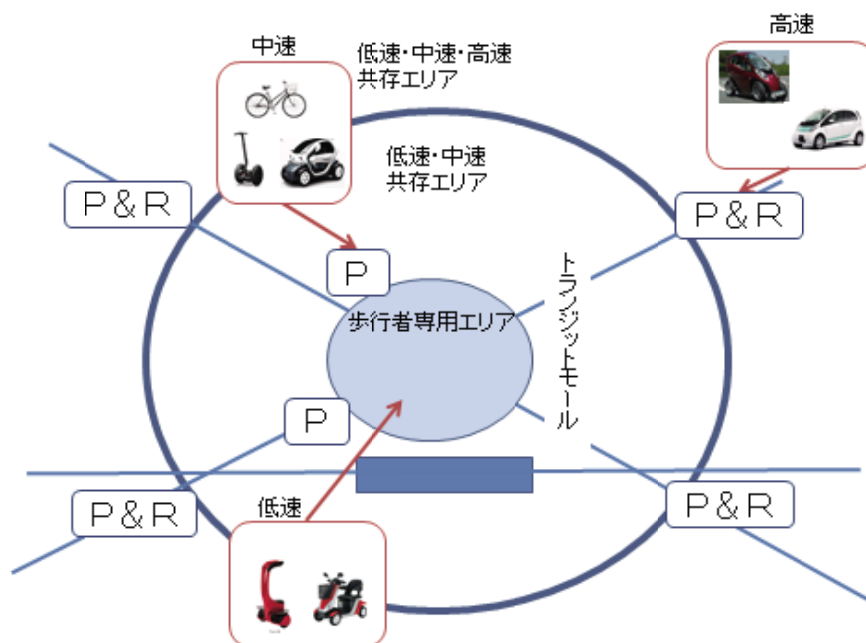


図 3.2-(9) 中速グリーンモードの都市への適用コンセプト

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

生体ストレス指標を用いた新しい道路交通環境評価の可能性、自動車交通研究
2010—環境と政策—日本交通政策研究会、pp.28-29、2010.11

ストレス計測に基づく道路交通のコンパティビリティレベルの計測、日本交通政策
研究会 日交研シリーズ A-503、89P. 2010.10

2) 論文 (査読つき)

木梨真知子、金利昭 (2010.11) 光環境に着目した歩行者の夜間経路選択構造に関
する研究、都市計画論文集 No.45-3, pp.451-456

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表

渡辺和憲、金利昭 (2010.11) 心拍間隔指標を用いた自転車走行空間のストレス計
測手法に関する基礎的研究、土木計画学研究・講演集 42、CD-ROM、土木学会、
4P

金利昭、木梨真知子、根本奈央子 (2010.6) 新しい自転車走行空間の受容性と整
備戦略に関する研究、土木計画学研究・講演集 41、CD-ROM、土木学会、4P

我が国における自転車空間の利用者意識と整備戦略、公開フォーラム「中速グリー
ンモード自転車の空間整備」、2010.10.15

自転車走行空間の整備方針、新道路技術研究会、2011.2.5

- (2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

3.3. 地域（茨城）サステナビリティ

3.3.1 地域の再生可能資源の分析評価と再生可能エネルギーの開発可能性

小林 久（農学部）

[1] 課題の目的

再生可能資源の利用システムを評価すること、小水力開発の可能性を把握・評価することを主な研究対象として、地域に潜在する再生可能資源を活用する持続的な地域社会のあり方について考究することを目的とする。

[2] 研究の概要

- ・開放水路に適合する高効率の小水力発電装置（上掛け水車発電装置）を考案・試作し、小水力開発を拡大できるプロトタイプ開発と設計システムを整備した。
- ・GIS を活用した農業用水路の小水力ポテンシャル推計手法を検討し、妥当性を評価して、実在の用水システムに適用して小水力ポテンシャルを推計した。
- ・自然エネルギー利用や自然資源管理の先進事例を調査分析し、地域資源開発の起動期における知の集積と関係性構築プロセスについて考察した。

[3] 研究成果

- ・実用とし 1kW～50kW を想定した水車発電システムの設計手法を検討し、1～4kW の試験機を 4 台試作して、水車製作図作成プログラ開発、材料選定・水車製作基準作成、発電・負荷制御機構開発を行った。
- ・水路線形、標高メッシュデータと取水量を用い、水路長に応じて流量が減少すると仮定した用水路の小水力ポテンシャル推計手法を開発し、実在の用水システムに適用して小水力ポテンシャルを推計した。対象とした水路の年間総発電可能量は 29.9 百万 kWh で、水路長 1km 当たり 198 千 kWh/年のポテンシャルがあると見積もられた。開発した手法を適用し、起点流量を与えて求めた小水力ポテンシャルは、水路の縦断線形と計画流量から求められる小水力開発可能量の 88%であった。このような検討を通して、開発した手法は対象水路の小水力ポテンシャルを許容可能な水準で推計することができる手法であると考えられた。
- ・自然エネルギー利用や自然資源管理を積極的に推進している 4 自治体を選定して、地域資源開発の起動期における先導者グループ・関係者ネットワークの形成や関係者の情報・知識獲得プロセスの実態を調査分析し、開発起動期のプロセス区分し、各区分ごとに一定水準の知の集積とネットワーク形成が必要であること、知の集積度とネットワークの大きさが地域資源開発起動期の重要な指標になることを明らかにした。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

小林久・鈴木誠 (2010) 『『水』の力、『土』の力』, 生産性出版

鳥飼皓之・小林久他 4 (2010) 「地域の力で自然エネルギー!」, 岩波ブックレット 786.

小林久 (2010) 「自然エネルギー施設」(改訂 7 版 農業農村工学ハンドブック (本編)), 農業農村工学会, 664-668.

小林久他 2 監修 (2010) 「小水力発電を地域の力で」, 公人の友社

2) 論文(査読つき)

Zaitu, Y., Kobayashi, H. and Takagi, S. (2010) “Agricultural activity and Estimation of resource flow in Oasis in Mauritania”, J. of Arid Land Studies 19(4), 557-568.

上坂博亨・後藤眞宏・小林久他 「農業用水を利用した小水力発電に関する課題と方向性」, 水土の知 78 (8), 661-664.

3) その他の論文

小林久 (2010) 「展望 エネルギー資源を供給する農山村」, 水土の知 78 (8), 659-660.

小林久 (2010) 「エネルギーの未来と農山村の再生」, 予防時報 242, 14-21.

4) 口頭発表

小林久 (2010) 「開放水路用低落差上掛け水車発電システムの開発」, 農業農村工学会大会講演会 (神戸) .

武田理栄・小林久 (2010) 「分散自立型社会形成の構図」, 農業農村工学会大会講演会 (神戸)

金子芳春・小林久 (2010) 「小水力発電を利用した電気自動車 (EV) の受容性」, 農業農村工学会大会講演会 (神戸)

小林久・武田理栄 (2010) 「地域主体形成のプロセスとその手法・方法の整理」, 環境経済・政策学会 (名古屋)

(2) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの)

「歴史はめぐるー農山村を再びエネルギー供給基地にー」(小水力発電シンポジウム in とくしま)

「小水力を次々と」(群馬県小水力発電協議会設立記念講演)

「小水力の魅力と地域」(小水力サミット 2010 公開シンポジウム)

(3) マスコミ等への公表・報道等

「未来への視点ー21 世紀に復活する“オラが村の水車”」, GAS EPOCH Vol.72 (社団法人日本ガス協会), 2010.

「小水力発電の課題と未来」, ローテク&エコテク風土記 (リバーフロント整備センター), 2010.

3.3.2. 農業・農村の多面的機能に関する研究

中川光弘（農学部）

[1] 課題の目的

農業・農村は食料生産だけでなく水源涵養、大気浄化、生物多様性保全、地域経済振興、伝統文化継承などの多面的機能を果たしている。本研究では、持続型社会を実現する上での農業・農村の持つ多面的機能の有効な活用のあり方を明らかにする。

[2] 研究の概要

アジア主要国を対象に農業・農村の多面的機能について検討し、多面的機能を有効に活用するための政策課題を明らかにする。

[3] 研究成果

雲南省麗江市の納西族農村を対象に、近代化に伴う農村変容の分析を行った。ハイブリッド米導入に代表される近代農法の普及に伴って、農業生産性の向上が認められるが、生産変動の高まり、域外資材への依存度の高まり、伝統的農慣行の変容、農村共同体の相互扶助機能の低下、住民の自己実現の低下などの問題も起こっており、少数民族地域の地域開発においては地域の個性に合わせた段階的な開発が必要であることを明らかにした。

[4] 発表及びアウトリーチ

（１）成果の発表

１）著書 なし

２）論文（査読つき）

張永勝・中川光弘「少数民族地域における近代化と伝統農業の変容—雲南省納西族農村におけるハイブリッド米導入を事例として—」、『共生社会システム研究』4(1), pp.306-324, 2010.

殷佩瑜・中川光弘「中国内モンゴル自治区における牛肉生産拡大の背景」、『日本農業経済学会論文集』pp.494-500, 2010.

A.Abdelsamie, T.Elkhateeb, M.Nakagawa, "The Threat of Water Shortage in Egypt: Challenges and Opportunities", *Kyosei Studies*, 4(1), pp.211-246, 2010.

P.Pandey, H.Pandey, M.Nakagawa, "Potential Impacts of Nepalese Rice Production on Rural Livelihood Improvement under Climate Change", *Kyosei Studies*, 4(1), pp.278-305, 2010.

３）その他の論文 なし

４）口頭発表 なし

（２）シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

（３）マスコミ等への公表・報道等 なし

3.3.3. 地域サステナビリティ

第3部門全員

[1] 課題の目的

地域レベルのサステナビリティを検討していくにあたって、実際に茨城地域における住民、企業、行政などの各主体がどのような取り組みを行っており、どのような課題を抱えているのか現状を把握する必要がある。同時に地元地域内の各主体の活動内容に関する情報をお互いが共有できる情報ネットワークを構築する必要もある。このような認識の下、ICAS では「いばらき地域サステナワークショップ」を定期的に開催している。これは、企業、行政、市民団体など茨城県内のさまざまな主体が参加する地域密着ワークショップであり、環境問題を基軸にして地域のサステナビリティを考えるためのプラットフォームづくりを目指している。

[2] 研究の概要

本年度は、茨城大学 ICAS 編「茨城大学発、持続可能な未来へ」を編集し、2010 年 10 月 3 日に茨城新聞社から発刊した。また、地域サステナワークショップから誕生した「いばらきエコ・ネットワークによるまちづくり STEP2 ネットワークからコミュニティーへの展開」を共同研究・活動プロジェクトとして実践し環境問題の解決を媒介とした『いばらき地域のエコ・コミュニティーづくり』について検討し、地域と連携した実践モデル作りに取り組んだ。

[3] 研究成果

- 2010 年 5 月 W-BRIDGE アドバイザリーボード委員会での研究・活動報告（東京）
- 2010 年 6 月 W-BRIDGE プロジェクト「地域連携で生み出すいばらきエコ・ネットワークによるまちづくり」最終報告書作成
- 2010 年 6 月 W-BRIDGE1 年目最終報告セミナー
- 2010 年 6 月 ICAS 本部棟への緑のカーテン設置
- 2010 年 7 月 早稲田大学と（株）ブリヂストンが共同で運営する W-BRIDGE プロジェクトに茨城大学・城里町商工会・筑西市商工会エコの木プロジェクト部会が連携して応募した「いばらきエコ・ネットワークによるまちづくり STEP2 ネットワークからコミュニティーへの展開」が採択
- 2010 年 10 月 「茨城大学発、持続可能な未来へ」茨城大学編の発刊（茨城新聞社）
- 2010 年 11 月 茨城大学「紫苑祭」でのサステナ部の活動支援
- 2010 年 11 月 ICAS 本部棟緑のカーテン撤去
- 2010 年 12 月 W-BRIDGE 報告会（早稲田大学）

4. 新しい安全・安心社会のあり方(第4部門)

4.1. 気候安全保障政策の提言

4.1.1. 気候安全保障論に関する研究

蓮井誠一郎（人文学部）

[1] 課題の目的

- 1)既存の気候安全保障論を総括しつつ、米国の有力シンクタンク CNAS の提言する天然安全保障(Natural Security)論について、調査に着手する。
- 2)気候変動に各国の軍がどのように対応しようとしているのか、軍関係者の国際会議の記録などを中心に、これまでの動きを調査する。

[2] 研究の概要

気候変動を安全保障上の脅威あるいは新しい国際秩序再編のための契機としてとらえる国際政治の動きを調査し、その安全保障論へのフィードバックや、安全保障政策への影響を、文献、政府機関やシンクタンクの報告書などによって調査する。

[3] 研究成果

12月に大阪大学の GLOCOL の食糧安全保障に関する科研プロジェクトのワークショップ「フードセキュリティと紛争」にて基調報告を行い、ブックレットへの掲載が決定し、投稿は完了した。2月14日には、民主党岡崎トモ子副代表の勉強会にて、気候安全保障論についての現状報告を行い、5名の参議院議員と意見交換を行った。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき） なし
- 3) その他の論文

蓮井誠一郎「気候変動が与える世界の安全保障政策へのインパクト」（大阪大学 GLOCOL ブックレット：23年度刊行予定：約15000文字）

4) 口頭発表

蓮井誠一郎「気候変動が与える世界の安全保障へのインパクト」「フードセキュリティの文化人類学的研究」（研究代表者：栗本英世）ワークショップ「フードセキュリティと紛争」（大阪大学、2010年12月4日）

蓮井誠一郎「気候安全保障～安全保障問題としての気候変動」（民主党岡崎トミ子議員の勉強会、2011年2月14日）

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

4.2. 社会的公平に関する研究

4.2.1. 災害時における社会的な不平等の実態把握と社会的公平についての理論的検討

原口弥生（人文学部）

[1] 課題の目的

災害時に顕在化するにおける社会的な不平等については、社会科学分野における災害研究において主要な研究課題の一つとなっている。災害をめぐる社会的な不平等については、災害リスクへの接近（脆弱性）と被災後の復興・適応能力という二つの局面から分析される必要がある。とくに近年、脆弱性についての研究のみでは被災の軽減につながらないという点から、後者についての研究が盛んとなっている。本研究では、とくに復興過程において災害前の社会格差が拡大する社会的要因について分析を行っている。

[2] 研究の概要

アメリカで発生したハリケーン・カトリーナ災害を事例として、2010年春と2011年2月に現地調査を行い、行政担当者や地域住民、NPO関係者などに聞き取りをするなどして、データや関連資料を収集した。

[3] 研究成果

ハリケーン・カトリーナの復興過程は、さまざまな問題を提起しているが、その一つは「復興政策」による社会的な不平等の拡大の懸念である。被災直後に提示された都市計画家らによる復興計画は、地理的に災害に脆弱な地域を復興対象から外すという内容であり、災害対策という点からすると効果的な復興方針であったが、復興対象から外された地域住民は市内のアフリカ系住民の8割に相当した。このような災害復興をめぐる「都市のサステナビリティ」と「生活のサステナビリティ」の対立については、「災害とサステナビリティ～災害リスク対応における社会的公正」という小論を執筆し、現在、印刷中である。

[4] 発表及びアウトリーチ

（1）成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき）

原口弥生, 2010「レジリエンス概念の射程—災害研究における環境社会学的アプローチ」, 『環境社会学研究』第16号, pp.19-32.

- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

Haraguchi, Yayoi, 2010, “Resilience for the Next Hurricane: How Has Hurricane

Katrina Changed a City?,” The First Join Seminar on Love, Vulnerability and Victimology, hosted by the Society for the Study of Love and Vulnerability, Ibaraki University and Tokiwa International Victimology Institute, Tokiwa University (Ibaraki University, July 31, 2010).

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等

2010年8月23日、茨城新聞『被害者学で共同セミナー 茨城大学と常磐大学・英語で講演と質疑』7月31日の「愛と傷つきやすさの研究会」での研究成果発表について新聞上で紹介された。

4.2.2. 社会的な「公平」に関する人文社会科学の立場からの理論的検討

木村 競（教育学部）

[1] 課題の目的

超学（際）的学問としてのサステナビリティ学に必要な社会的公平に関する（新しい）概念・考え方を人文社会科学の立場からの理論的に検討し、サステナビリティの視点を内部化した「サステナビリティ科学」群の成果を統合して地球社会の持続性を確保するためのビジョンを提示する作業に資すること。

[2] 研究の概要

社会そのものの持続可能性を問題とする以上、静的な社会構造を前提とできないサステナビリティ学のための社会的公平概念は、幸福・福祉（well-being）の実現の仕方・あり方に関わる動的なものとなる。また、地球規模で社会の持続性を問う以上、多様な文化の存在から出発せざるを得ない。

平成22年度は以下の作業を行った。

1) 上記の視点からの考察に役立つ文化研究、公共哲学、福祉政策等の文献を収集し、検討した。

2) 立命館大学大学院先端総合学術研究科主催

第7回国際コンファレンス「多文化主義と社会的正義」(2011年1月8日(土)・9日(日)立命館大学 衣笠キャンパス)に参加した。

[3] 研究成果

平成23年度に予定している社会的公平に関する（新しい）概念・考え方についての試論の提示（可能であれば、ICASメンバーによる検討会の開催）の準備が出来た。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表 なし

- 1) 著書
- 2) 論文 (査読つき)
- 3) その他の論文
- 4) 口頭発表
- (2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

4.3. 「共生の知」の創出

4.3.1. 沖縄における事例研究

伊藤哲司（人文学部）

[1] 課題の目的

太平洋戦争末期に地上戦が行われた沖縄において、住民たちが数多く戦闘に巻き込まれ命を落としたことはよく知られている。その住民たちが逃げ込んだガマ（自然洞窟）が数多く残されている中で、有名なチビチリガマでは 83 人もの人々が集団自決などで命を落としたのに対し、そこからほどないところにあるシムクガマでは、ハワイ帰りの住民が米兵と交渉し投降し捕虜になることによって 1000 人ほどの人が命拾いをしたと言われている。その現場を歩き、2 つの対照的な結果がなぜ生じたのかについて明らかにすることを目的とする。

[2] 研究の概要

2011 年 2 月に、人文学部准教授・蓮井誠一郎氏とともに沖縄・那覇に渡り、地元の沖縄平和ネットワークで平和ガイドを務める大島和典氏にガイド役をお願いし、チビチリガマやシムクガマをはじめ、いくつもの沖縄戦跡を訪れ、大島氏の解説を通して沖縄戦の概要と個別事例について把握するべく努めた。

[3] 研究成果

チビチリガマに逃げ込んだ人々が集団自決等で死に至ったのは、上陸してきた米兵とはまったくコミュニケーションをすることがなく、米兵に捕まって殺されたり捕虜になったりするくらいなら、自ら死を選ぶべきという考えがあったためであると言われる。一方シムクガマでは、上述のように、米兵と英語で直接話をすることができた住民がいた（比嘉平三さん・平治さんの 2 人）ことは確かなようである。しかし大島氏によると、1000 人もの人々が避難していたシムクガマ（全長約 2.5 キロ）に 2 人の話が十分伝わったとは思われず、他にも要因があっただろうとのことである。シムクガマの物語は、一種の「美談」となっている可能性が見えてきた。

どのようなことが起こっていたのかを明らかにするのは、すでにその体験者が少なくなっており高齢化もしている現状ではなかなか困難なことである。しかし大変興味深く貴重な事例であることは間違いなく、戦闘のような究極の状況下での「共生の知」の創出に重要な示唆を与えてくれる可能性が高い。



写真 4.3-(1) 左ー読谷村のシムクガマ / 右ー平和の礎の前で語る平和ガイドの大島和典氏

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表 なし

1) 著書

2) 論文 (査読つき)

3) その他の論文

4) 口頭発表

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

4.3.2. 水俣地域における地域コンフリクト解消に向けた取り組みに関する研究

郡司晴元 (教育学部)

[1] 課題の目的

水俣地域は、水俣病によって、地域住民が被害者と加害者へと分断され、さらにその中にも様々なコンフリクトが生じてきた。近年はこれを乗り越えようとする「もやい直し (もやいづくり)」が行われており、「共生の知」の創出につながる先駆的事例となりつつある。これらの調査から地域のサステナビリティへの示唆を得ることが目的である。

[2] 研究の概要

水俣病には水俣という地理的条件が大きく関わっている。地元学の実践は、その地域にあるものを再発見し、その価値を再評価することから始まっている。従って、その地、その場所を実地に訪れて確認した。お話を聞くにあたっては、ともに作業をしながらお話を聞くようにした。

[3] 研究成果

かつては水俣出身であることを旅先でいうことも避けてきたということであったが、最近では若い人たちの間で環境都市と認識されていることが地域の人にも伝わって、安全にこだわった水俣ブランドを育てようとしていた。また、以前は地域で水俣病と言うこともはばかれたそうだが、15 年ほど前から様子が変わってきたそうである。そのきっかけに話し合うということがあったようである。いまはそれぞれができることに取り組んでいる。一方でその取り組みがまだまだバラバラだという指摘もあった。

こうした取り組みをしている人たちは、来てもらう、知ってもらうということも大切にしていた。それがグリーンツーリズムやエコツアーと結びついている。児童・生徒・学生の教育旅行や JICA の研修生の受入が増えている。本学のサステイナビリティ学教育プログラムにも応用できる可能性があると感じた。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表 なし

- 1) 著書
- 2) 論文（査読つき）
- 3) その他の論文
- 4) 口頭発表

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

4.3.3. 戦争等による深刻な地域コンフリクトなどが生じた東南アジア（ベトナム・インドネシア・フィリピン・ラオスなど）における実態把握に関する研究

金 光男（人文学部）

[1] 課題の目的

インドネシアのアチェにおける深刻な地域コンフリクトの歴史的要因とその実態把握。

[2] 研究の概要

インドネシアにおけるアチェ地域のコンフリクトを「資源開発」との関連において考察する。その際、インドネシア独立後の「国民国家」建設過程から 2005 年 8 月の和平合意に至るまでの現代史を「資源開発」、特に石油・ガス開発との関連において整理し、地域コンフリクトの一要因を明らかにする。

[3] 研究成果

凄惨で長期にわたるアチェ地域紛争の一要因が、集権的な中央権力による飛び地的な「資源開発」から生み出された「二重経済構造」にあるということが明らかになった。そ

れが地域での所得格差への不満、土地をめぐる紛争、雇用問題と公害など多くの諸問題を生起させた。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書 なし

2) 論文 (査読つき)

金光男(2011)「アチェの資源開発と紛争に関する一考察」『ユーラシア研究 (The Journal of Eurasian Studies)』(アジア・ヨーロッパ 未来学会 ; 韓国)第 8 巻第 1 号 (2011.3)。

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表 なし

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

4.3.4. インドネシア・バリ島における事例研究

伊藤哲司 (人文学部)

[1] 課題の目的

世界的な観光地であるインドネシア・バリ島において、グローバル経済に飲み込まれない形でマイクロファイナンスを活用してのシーフードレストラン経営が地域ぐるみで行われ、それなりに成功を収めているところがある。その地域が、経済の競争原理に巻き込まれることなくそのようなことが可能になっているのかを明らかにし、他の地域への適応可能性を検討することを目的とする。

[2] 研究の概要

2011 年 2 月に、ガジャマダ大学農学部講師のスワディ氏 (元茨城大学大学院農学研究科博士課程) に同行してもらってバリ島を訪問した。中途から農学部教授・中川光弘氏も合流し、3 人でバリ島南部のクドガナンと呼ばれる海岸地域を歩き参与観察を行うとともに、ローカルリーダーなどにインタビューを試みた。

[3] 研究成果

クドガナンの海岸には 24 のシーフードレストランが並んで立っており、6 つの部落がマイクロファイナンスに頼りつつそれぞれ 4 つのシーフードレストランを運営している。客は好みの魚介類を選び、砂浜に据えられた椅子とテーブルで食事とバリの音楽や踊りが楽しめるようになっている。いずれのレストランも多くの観光客などで賑わっていた。朝

らか昼にかけては、同地域の海岸沿いにある魚市場が活気を呈していた。

地域の安全を司る警察は、国家の警察とはまた別組織で立ち上げられたもので、それによると以前に比べてこの地域の治安は良好である。ローカルリーダーたちによると、マイクロファイナンスが機能した結果、若者たちの失業率も下がり、各レストランの経営も今のところ順調とのことである。彼らは現在の仕組みを作った人たちであるが、次世代のリーダーをどう育てていくかという点で課題を残しているようであった。



写真 4.3-(2) 左 クドガナンの海岸のシーフードレストラン群

写真 4.3-(3) 右 ローカルリーダーたちにインタビューするスワディ氏（右から2人目）

同じバリ島内でも、たとえばクタのように、外資系のレストランやホテルが乱立し、競争原理が主に働き、治安もあまり良くない地域もある（クタでは2002年と2005年にいわゆるテロによる爆破事件が発生している）。なぜ、クドガナンの海岸地域とは大きな違いが生じているのかをさらに掘り下げて検討する必要があるだろう。また「共生の知」を創出しているように見えるクドガナンの地域の今後についても、残る課題は何かを明らかにし、他の地域への適用可能性についても考察していくことが有益である。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表 なし

1) 著書

2) 論文（査読つき）

3) その他の論文

4) 口頭発表

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

4.3.5. フィリピンにおける事例研究

蓮井誠一郎（人文学部）

[1] 課題の目的

フィリピンにおける各種の地域コンフリクトにおいて、当事者間で、どのような紛争緩和のための努力が行われ、それがどのように展開したのかを調査することで、紛争下における共生のためのローカルな知の存在を明らかにする。

[2] 研究の概要

平和学の視点から、戦争等に起因する地域コンフリクトを把握し、「共生の知」の創出について研究する。フィリピン紛争が盛んに戦われたフィリピン中西部のネグロス島において、現地調査を行い、当時の様々な事件に巻き込まれながら、犠牲になる一方で、紛争の両当事者に人間関係を持つ仲介者をたてて投降するなどして生き延びた人びとの聞き取り調査を行う。また、さまざまな開発行為によって、立ち退きや強制排除などにあった人びとの聞き取り調査から、彼らがどのように相手と交渉しながら、成功裏に移転をすすめたのか、あるいは厳しい弾圧を受けて排除されたのか、ということを明らかにする。両者を比較することで、成功した人びとの持っていた共生のためのローカルな知をつきとめる。

[3] 研究成果

2010 年 7 月の国際平和学会（IPRA）のシドニー大学での研究大会にて、ワークショップを開催し、成果を報告した。また、それは本学の推進研究プロジェクトでも報告し、その報告書にも掲載予定である。

[4] 発表及びアウトリーチ

（1）成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき） なし
- 3) その他の論文

Seiichiro HASUI, “An Emergence of Wisdom for Symbiotic Human Relationship: A case of Local/Regional Conflict in Negros, Philippines.”, Paper presented at International Peace Research Association conference, Sydney, July 6-10, 2010. (A4 版 15 頁)

4) 口頭発表

Seiichiro HASUI, “An Emergence of Wisdom for Symbiotic Human Relationship: A case of Local/Regional Conflict in Negros, Philippines.” (International Peace Research Association conference, Sydney, July 6-10, 2010.)

蓮井誠一郎「共生のための人間関係の知恵～フィリピン、ネグロス島の地域コンフ

リクトの事例から～」(茨城大学地域総合研究所、2010 年 7 月 28 日)

(2) シンポジウム、セミナーの開催(主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

4.3.6. カナダは如何に先住民とのコンフリクトを克服したか

大辻 永(教育学部)

[1] 課題の目的

国際的に高い好感度を得ているカナダにも、先住民(First nation)との、目をふさぎたくなるような歴史がある。多文化主義の理念が浸透する現在、我が国であまり知られていない事項を掘り起こし鏡にすることによって、持続可能な社会を構築する上でのヒントを得たい。本研究課題は、ICAS 第 4 部門(新しい安全・安心社会のあり方)、平成 22 年度事業計画のうち、3)「共生の知」の創出、「地域コンフリクトの中に見られる社会的ジレンマの分析と対立する人々の「共生」に関する検討・提言」に位置する。

[2] 研究の概要

事前調査の後、UBC 文化人類学博物館、North Vancouver Outdoor School(NVOS)を訪問し First Nation Program を視察する中で、コンフリクトから共生へのプロセスとその教育活動の実際を探った。



[3] 研究成果

イギリスからの独立のプロセスは、1867 年から段階的に 1982 年までかかっている。その中で、先住民(first nation)と白人との関係は、(白人側からの表現になるが)大きく言えば同化、隔離、融和という段階を経てきている。また、白人が与えた影響の大きなものには、武器の導入や、天然痘といった疾病の蔓延が挙げられる。

1867 年にカナダ自治領が成立した後、同化政策により residential school が設立される。そこにはキリスト教的発想と自民族中心主義があった。当初その一部には、白人と先住民が共に学ぶ場もあったが次第に隔離され、その風潮は 1876 年の Indian act により居留地の隔離に及んだ。第二次世界大戦後は、先住民への選挙権が認められ(1949 年)、residential school も 1960 年代初頭には姿を消した。1971 年に多文化主義宣言が行われ、2008 年 S.J.Harper 現首相が先住民に対するそれまでの抑圧等に対し謝罪している。

歴史は、宗教やイデオロギーという点で自覚、自己改革するという、白人側から描かれたものになっている。そこでは、良かれ悪しかれ「教育」が具体的な施策の鍵を握っている。視察を行うことによって、多文化共生社会を目指した様々な教育プログラムが動いて

いることが垣間見られたが、その実態の解明と分析は今後の課題である。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表 なし

1) 著書

2) 論文 (査読つき)

3) その他の論文

4) 口頭発表

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

4.3.7. 地域コンフリクトの中に見られる社会的ジレンマの分析と対立する人々の「共生」に関する検討・提言

木村 競 (教育学部)

[1] 課題の目的

地域の真の安全・安心を実現するためには、「地域コンフリクト」(政治的・宗教的・民族的対立およびそれらが原因と見られる明示的な紛争のみならず、必ずしも顕在化していない、人々に共有された心理的葛藤をも包含する)が緩和される必要がある。

この地域コンフリクトの緩和や予防のために、現地の社会的・文化的状況を十分に踏まえて地域コンフリクトの実態を的確に把握し、その把握をもとに、この地域にふさわしい「共生の知」のあり方を見出すことがこの研究の目的である。

[2] 研究の概要

当研究分担者(木村)を含む「理論班」が担当する理論的な考察の役割は、第一に、既存の平和学や共生に関する哲学的思考の中から当該地域での地域コンフリクトの緩和と予防の仕方、共生のあり方の構想のための概念・アイデア・考え方を抽出することであり、第二には、現地調査をもとに、多様性の整理と質的差異の明確化を行うことであり、第三には、両者を合わせて考察することで、何らかの意味で検証が可能な、ある程度具体的な共生の知の試案を作成することである。

平成22年度は、前年度の整理をもとに、現地調査の多様性の整理と質的差異の明確化を行うための枠組みを作成し、「地域コンフリクトの緩和」についての新たな新しい理解の提示を開始した。

[3] 研究成果

フィリピン、インドネシアおよびベトナム各地域の調査結果について「動的構造」を分

析し、コンフリクトが継続・激化している「状況の変化の仕方」およびコンフリクトが緩和している「状況の変化の仕方」について、その「動的構造」を取り出した。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき） なし
- 3) その他の論文

木村競、蓮井誠一郎、伊藤哲司、京樂真帆子「「地域コンフリクトの緩和」の新たな理解の開始」（茨城大学教育学部紀要（人文・社会科学、芸術）第 60 号、2011）

- 4) 口頭発表 なし

4.4. 環境意識および環境教育のあり方

4.4.1. オーストラリアにおける環境意識に関する研究

葉 倩瑋（人文学部）

[1] 課題の目的

環境意識が高いといわれるオーストラリアで実際にどのような環境意識が形成されているのか、それがどのように人々の間に浸透していったのかを歴史的過程も含めて明らかにする。また大学などの教育機関において、環境問題・サステナビリティに関して、どのような実践がなされているのかを考察する。

[2] 研究の概要

オーストラリアの環境意識は、過酷な自然環境との対峙から生まれてきたものである。首都キャンベラは、厳しい開拓過程を経たオーストラリアにおいて、「自然と人間の共存」を都市のコンセプトとして形成された計画都市である。人工都市キャンベラの都市計画の概要を把握し、いわゆる「田園都市」の実践がいかになされてきたのかを考察する。また都市計画における理念的な自然と人間の共存関係の一方で、2003年に発生した大規模な山火事やここ10年続いてきた早魃、また近年著しい都市拡大が、環境問題への取り組みおよび環境意識形成にどのような影響を及ぼしているのかを明らかにする。

また大学などの教育機関においてどのような環境保全活動がどのように実践されているのかを考察する。

[3] 研究成果

○自然と人間の共存：キャンベラの都市計画

人工的に形成された都市キャンベラの都市計画の歴史とその実践についての資料収集を行ない、そのなかで人々がどのように「自然」や「環境」を意識し、また文化・自然遺産を維持してきたのかについて調査を行なった。首都として建設されて100年余り、キャンベラはその理念どおり「自然と人間の共存」を概ね実現してきた。しかし2003年に発生した大規模な山火事で甚大な被害を出したことにより、学校だけでなくコミュニティでの環境教育の実践や、災害時の危機管理系統の見直しなどが始まった。このような官民において始まった新たな「自然と人間の共存」に向けての取り組みについて調査した。

またキャンベラのような計画都市に対して、他の都市（シドニー・メルボルン）ではどのような都市計画が実践されてきたのかを検討した。また各都市が環境のサステナビリティをいかに実践しているのか、各都市で開催されるイベントなどに参加し、その具体的内容を把握した。

○大学におけるサステナビリティ

一方、オーストラリアにおける大学におけるサステナビリティについての調査を実施した。オーストラリアの多くの大学には環境保全に関連した部署が設けられているが、オーストラリア国立大学には、全国的にも評価の高い環境保全やその学習を目的とする学内部署(ANUGreen)がある。この組織は 2009 年、'Education Precinct for the Future project' という計画に対して環境省から予算を獲得し、学内での環境意識の向上および環境活動の実践を積極的に行なっている。この計画とは別に、ANUGreen は学内施設への環境対策（ソーラーパネルの設置、運動場の人工芝への転換、省エネ奨励活動など）を行なっている。その具体的活動について調査した結果、専任スタッフだけではなく、インターンシップの提供や各学生寮に学生スタッフを配置することにより、学生も一緒になって環境維持保全に取り組み、また大規模なイベントの開催を通じて、環境意識の喚起を行っていることが明らかになった。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表 なし

1) 著書

2) 論文（査読つき）

3) その他の論文

4) 口頭発表

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

4.4.2. オーストラリアの持続可能教育

大辻 永（教育学部）

[1] 課題の目的

現在各国で持続可能教育（Education for Sustainable Development: ESD, Education for Sustainable Society）の取り組みが進められている。本研究は、その中でも環境先進国と言われるオーストラリアで注目されている具体的な教育手法について探る。

[2] 研究の概要

2010 年 6－7 月に来日し本学大学院教育学研究科において集中講義「サステナビリティ教育演習 II」を担当された、西オーストラリア州 Curtin University の Dr. Elisabeth Settelaar 女史による Dilemma story を用いた授業に参加し、その手法の理念や特徴を考察した。

[3] 研究成果

Dilemma story は事実に基づいた状況を提示し、参加者をその状況の中に没頭させて考えさせ、参加者どうしを議論させながら、問題の複雑さ、倫理観、価値観などの違い（多様性）、互いに respect し合うことの重要性などを感じ得させる教育手法である。個人活動、2名の議論、グループ活動を意識的に使い分け、さらに状況に条件を加えて話を展開させながら議論を進めていく。参加者はその状況の中に次第に取り込まれ、自分が遭遇した事件のように真剣に考えていく。事例として取り上げられたテーマは、(1)絶滅危惧種の動物が近所で発見された時、(2)オーストラリア早魃であった。最後は参加者各自でテーマを決め、ジレンマ・ストーリーを自作、発表し合った。

価値観を明確に表明することで、他者との違い（多様性）を認識すると共に自らの価値観にも気づく。また、議論を通して問題を共有し合う中で、関連する事項の複雑さに気づくと共に、互いに尊重し合う精神が養われる。ディベートなど、教育的手法としては様々なものが提案されているが、その中で Dilemma story は、価値観の多様性に気づかせる有効な手法であろう。



写真 4.4-(1) サステイナビリティ教育演習 II の講義風景

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表 なし

- 1) 著書
- 2) 論文（査読つき）
- 3) その他の論文
- 4) 口頭発表

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

5. 独自研究

5.1. 太陽-地球環境における人工衛星の障害の統計的解析

野澤 恵、永野達也（理学部）

[1] 課題の目的

太陽活動の地球環境への影響には様々のものがあるが、本研究では人工衛星障害について着目する。この障害解析は宇宙環境での人類活動の安全性確保だけでなく、大気の短期的な変動や人類の経済活動、そして地球上の生命活動を安定なものとする指標となると考えている。

[2] 研究の概要

現在までの研究では、太陽風と地球磁場によって決定される地球磁気圏境界位置を算出し、その分布を調べた上で静止軌道衛星障害の関係性を検証した。その結果、磁気圏境界が静止人工衛星軌道の内側に入る割合は 1%以下であることに対し、障害数の割合は 10%を超えることを統計的に明らかにした。そこで、低軌道人工衛星に関してもその障害データの解析を行う。

[3] 研究成果

太陽風の物理パラメーターと人工衛星障害との関係について明らかにした。そして、その太陽風の物理がオーロラ等の発生など地球磁気圏に影響を与え、その磁気圏の物理パラメーターが人工衛星障害に与えることを統計的に明らかにした。そして、障害予測のための指標を明確にでき、地球環境変動の独自基準のための数値の決定を行うことができた。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書なし

2) 論文（査読つき）

Tamaoki et al., TASTJ, 8, Pr_2_6, 2010

3) その他の論文 なし

4) 口頭発表

地球電磁気・地球惑星圏学会 2010 年秋学会（沖縄）B010-P012 にてポスター発表「静止人工衛星障害と太陽風-磁気圏相互作用との関係について」永野、野澤、玉置

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

2010 年 7 月 7 日全国同時七夕講演会水戸「宇宙の天気を予報しよう」（サイエンスカフェ）

(3) マスコミ等への公表・報道等

上記のサイエンスカフェの紹介を茨城放送の「ほっとボイス」に出演（2010/7/5, 17:10-20）

5.2. 気温の違いが水稻の生育パターンと登熟期のシンク・ソースバランスに及ぼす影響解析

浅木直美、新田洋司（農学部）

研究協力者：後藤昭雄、後藤直人（山形県水稻農家）、宇津木芳雄（農学部）

[1] 課題の目的

近年、登熟期間の高温による玄米品質の低下が全国的に問題となっている。気温の上昇などの気象条件の変動に対応できる水稻栽培技術の開発が求められており、そのため、収量や品質の高い水稻の生態的な特徴を明らかにする必要がある。本研究では、今後の水稻栽培技術の改良や開発のために、水稻の生育期間を通して気温や日照時間の異なる2地点において、水稻の生育、収量および品質を左右する要因を解析することを目的とした。

[2] 研究の概要

- (1) 気温や日射量の異なる2つの地域（茨城県、山形県）の水稻の収量、品質および乾物生産性の違いを明らかにする。
- (2) 品質を左右する制限要因について解析する。

[3] 研究成果

茨城大学農学部
附属フィールドサイエンス教育研究センター内の水田

表 5.2-(1) 各水田における栽培期間、日平均気温および日照時間

	栽培日数		日平均気温(°C)		日平均日照時間(h)	
	茨城	山形	茨城	山形	茨城	山形
移植-穂揃期	87	103	23.2	22.3	5.8	5.5
穂揃期-収穫期	43	47	27.3	23.3	7.0	6.1
全生育期間	130	150	24.6	22.6	6.2	5.7

（茨城水田）と山形県余目市の農家水田（山形水田）で、品種コシヒカリを栽培した。茨城水田では2010年5月12日に、山形水田では2010年5月8日に苗を移植（栽植密度：22.2 株/m²）した。穂揃期と収穫期に水稻の乾物重を、収穫期に籾数、登熟歩合および精玄米重を測定した。

水稻の栽培期間は茨城水田で山形水田よりも20日短かった（表 5.2-(1)）。また、日平均気温、日射量とも茨城水田で高かった。とくに、穂揃期から収穫期にかけての平均気温は茨城水田で27.3°Cであり、山形水田よりも4°C高かった。茨城水田では山形水田に比べて、穂数、株あたり籾数、登熟歩合は低い傾向を示し、玄米千粒重は有意に低かった。結果として、茨城水田の収量は山形水田と有意差は認められなかったが、低かった。穂揃期と収穫期の乾物重、穂揃期から収穫期にかけての乾物増加量および乾物増加率も地域間で有意差は認められなかった。しかし、乾物増加率は茨城水田で山形水田に比べて地上部で低く、

穂では高い傾向を示した。粒厚 2.0mm 以上の玄米粒数は茨城水田で有意に少なく、1.9mm 未満では有意に多かった (図 5.2-(1))。一方、白色不透明部を有する玄米の割合は茨城水田の 1.9mm 以上で有意に高かった。茨城、山形水田ともに、穂の乾物増加率は精玄米粒数 (粒厚 1.8mm 以上の玄米) との間に有意な正の相関関係が認められた (図 5.2-(2))。しかし、白色不透明部を有する玄米の割合は、茨城水田では有意な正の相関関係が認められたのに対して、山形水田では認められなかった (図 5.2-(2))。以上の結果より、茨城と山形の 2 地点において収量差は認められなかったが、玄米千粒重や白色不透明部を有する玄米の粒厚別の出現割合が異なった。穂の乾物増加率が高い場合には白色不透明部を有する玄米の出現率が上がる傾向が認められた。これはソース (同化産物供給能) ではなく、シンク (同化産物の受け入れ能) 側に何らかの要因があると考えられた。

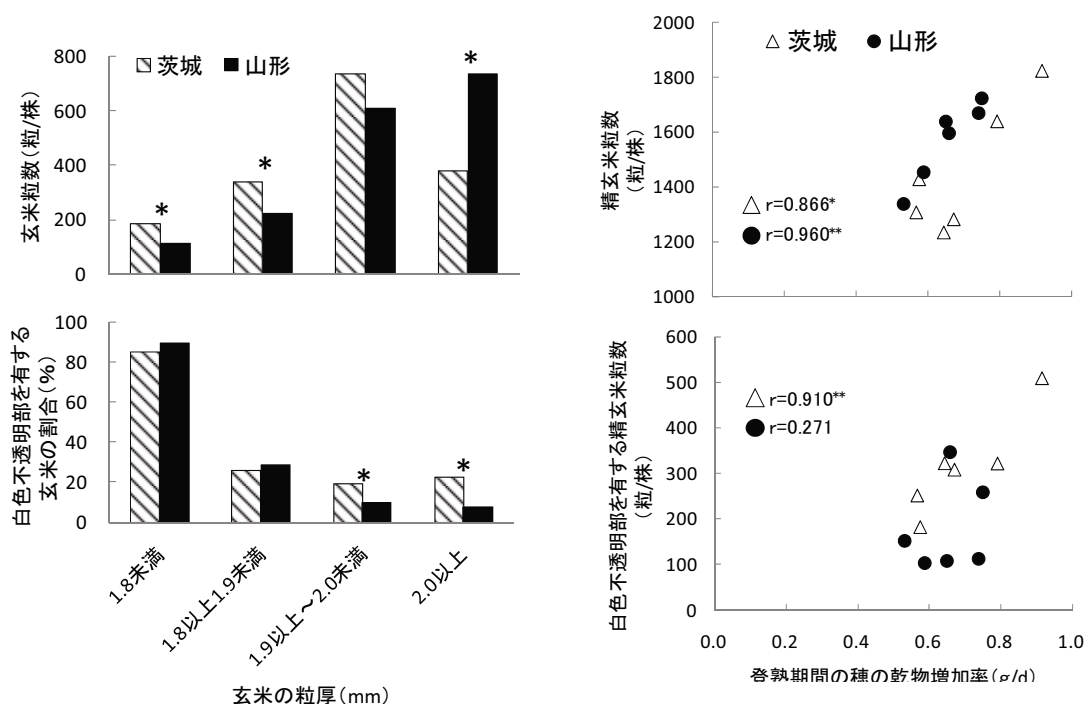


図 5.2-(1) 粒厚別の玄米粒数(上図)と白色不透明部を有する玄米割合(下図).

*はスチューデントの t 検定により地域間に有意差があることを示す。

図 5.2-(2) 登熟期間(穂揃期-収穫期)の穂の乾物増加率と精玄米粒数(上図)、および白色不透明部を有する精玄米粒数との関係(下図)。*, **は 5%, 1%水準で有意な相関関係が認められたことを示す。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文 (査読つき) なし
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

浅木直美・新田洋司 (2011) 地域間比較による水稻の収量と品質の制限要因の解析.

日本作物学会紀事第 232 回講演会要旨・資料集, 80 (別 2): 18-19.

(2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし

5.3. 根部エンドファイトと生物の共生関係を利用した水耕栽培システムの開発

岡山 毅（農学部）

[1] 課題の目的

根部エンドファイト（DSE: Dark Sepate Endophyte）と呼ばれる菌類の中で植物の根と相利共生関係を築き、結果として植物にとって有用な機能（耐虫性、耐病性、耐寒性など）の付与、また成長促進の効果が確認されている[1]。昨今この効果を農業に利用する研究が行われているが（例えば[2][3]）そのほとんどは土耕を想定しており、水耕を対象とした報告はほとんどない。昨今注目を集める植物工場において主に用いられている水耕栽培システムで、DSE を有効に活用することができれば、成育促進による生産効率の向上、また抗酸化物質等の機能性物質含量を向上などの効果が期待できる。そこで、本研究では植物工場の主要な作物であるリーフレタスを用いて、水耕栽培において DSE を利用するための基礎研究を行った。

[2] 研究の概要

試植物としてリーフレタスの一種であるグリーンウェーブ (*Lactuca Sativa* L.) を用いた。

リーフレタス根への DSE 定着実験

オートミール培地上に DSE である *H. chaetospora* と *P. fortinii* を培養し、その上に表面殺菌処理を施したリーフレタス種子を播種し発芽させ、2 週間カルチャーボックス内で栽培した後、根の断面をコットンブルーで染色し顕微鏡で観察した。その結果、DSE が定着していることが確認された（図 5.3-(1)）。



図 5.3-(1) 根断面図

水耕栽培用養液を用いた DSE 培養実験

水耕栽培で一般的に用いられる大塚 A 処方（大塚化学製）1/2 濃度を寒天で固めた固形培地と、そのまま液体培地として用いて DSE の培養実験を行った。その結果、対照区としてモルツ抽出液では培養が順調に可能であったのに対し、大塚 A 処方では全く培養ができなかった。これは栄養源である炭素源の不足が原因であると思われる（写真 5.3-(1)）。

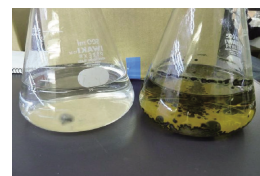


写真 5.3-(1) 大塚 A 処方養液（各写真左側）とモルツ抽出液（各写真右側）

水耕栽培用養液と麦芽抽出エキスの混合比率の検討

小瓶（5cm 高）に、大塚 A 処方 1/2 濃度と麦芽抽出エキスの混合比を、それぞれ 10:0, 7.5:2.5, 5:5, 2.5:7.5 および 0:10 に調整した培養液を用いてリーフレタスを種子から栽培した。その結果、DSE は麦芽抽出エキスの比率が高いほど成育し、レタスの発芽率は大塚 A 処方の比率が高いほど高かった。以上の結果より、発芽時には麦芽抽出エキス存在は障害となることから、苗をある程度栽培した後に DSE を定着させる必要がある。

[3] 研究成果

DSE を水耕栽培システムに導入するための基礎的な研究を行った。その結果、グリーンウェーブに DSE が定着すること、既存の水耕用培養液では DSE は成育しないこと、水耕用培養液と麦芽抽出エキスの混合比率が高いほど発芽率が低下することが明らかになった。

参考文献

- [1] Ohki, T., Narisawa, K., Hashiba, T. 1999. Mutualism of plant with endophyte (in Japanese). 34(1); 55-65.
- [2] Narisawa, K., Ohki, K.T., Hashiba, T. 2000. Suppression of clubroot and Verticillium yellows in Chinese cabbage in the field by the root endophytic fungus, *Heteroconium chaetospora*. Plant Pathology 49: 141-146.
- [3] Narisawa, K., Usuki, F., Hashiba, T. 2004. Control of verticillium yellows in Chinese cabbage by the dark septate endophytic fungus LtBV3. Phytopathology 94(5): 412-418.

[4] 発表及びアウトリーチ

（１）成果の発表

- １）著書 なし
- ２）論文（査読つき） なし
- ３）その他の論文 なし
- ４）口頭発表

ISCIU6（2010.11.13）にて発表

- （２）シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし
- （３）マスコミ等への公表・報道等 なし

5.4. 水環境の保全に関わる環境教育の視点

木村美智子（教育学部）

[1] 課題の目的

環境教育の重要な役割の一つとして、「自発的に環境保全に取り組める人、具体的な行動をおこせる人」を育成することが挙げられる。そのためには、地域社会を始めとする多様な主体との連携が不可欠である。そこで、本研究課題では、茨城県内の小学校で行われている谷津田再生の取り組みと、宮城県内の水源地を拠点とする NPO 活動と地元農家の米づくりの事例を取り上げ、環境保全活動と環境教育に必要とされている視点を分析する。

[2] 研究の概要

茨城県牛久市と宮城県七ヶ宿町の事例を分析したところ、環境保全活動におけるコンセプトの明確さが活動の継続性に大きく影響していることがわかった。「谷津田の再生」、「源流米づくり」というコンセプトに対して、多様な主体（学校、地域住民、市民、行政、NPO、専門家など）の間に保全活動への共感が生まれ、地域協働活動へと発展している経緯を把握することができた。また、このような地域協働活動を進めていくプロセス（環境教育）の中で、保全活動の新たな担い手が育ってくることが示唆された。

[3] 研究成果

（１）谷津田再生の取り組み

水環境は多様な生物の宝庫であるとともに、景観や親水の面から人間の快適性を高める重要な自然環境である。1960 年代～70 年代にかけて汚染され失われていった水辺も、環境保全のための法整備や施策に加えて市民による環境保全活動が活発となり、水質が改善し親水性も高まったように思われる。その一方、農山村では、過疎化・高齢化の進行とともに耕作放棄地が増加し、里山の生態系に大きな影響を及ぼしているといわれている。

霞ヶ浦や牛久沼周辺の谷津田には、台地上の畑地で使用された肥料に由来する窒素化合物の分解を促す役割があると報告されているが、耕作放棄が進む現状では、そのような効果を期待することは困難である。こうした状況の中で、筆者らは、荒廃した谷津田を再生してビオトープネットワークづくりを進めている小学校を牛久市に訪ねる機会を得た。ここでのヒアリング調査から、小学校の活動は、学校敷地内に整備したビオトープに加え、隣接していた谷津田を再生することにより、牛久沼と霞ヶ浦水系・小野川の「生き物の道」をつなぐ「ビオトープネットワークづくり」構想を生み出したこと、さらに、谷津田を再生し憩いの場所にしたいという「まちづくり」を牛久市に提案するまでに発展したことを知った。現在、小学校の谷津田再生の取り組みは、その活動に共感した保護者、地域住民が活動に参加し、NPO 法人アサザ基金や行政が活動を支援する「地域協働活動」として展開されている。この事例は、ビオトープづくりを小学校の環境学習に留めるのではなく、

地域の環境資源の保全・再生活動の場とすることによって、多様な主体が環境保全活動に参加する機会を提供し、まちづくりへと発展していく可能性を示唆するものである。

（２）「ダム」を拠点とする NPO 活動と農家の奮闘

宮城県の最南端に位置する七ヶ宿町は県内で最も高齢化が進んでいる町である。1991 年に完成した「七ヶ宿ダム」は、宮城県内 7 市 10 町に水道水を提供しており、最大の受益地である仙台市は、水道水の 3 割を七ヶ宿ダムに依存している。著者らが 2001 年に実施した調査において、七ヶ宿町民が最も望んでいることは町の活性化であった。

地域の活性化を切望する七ヶ宿町に変化の兆しが見られたのは、町を拠点とする NPO の活動が始まったことと、この地で生産された「七ヶ宿源流米・やまのしずく」が高い評価を受けたことに始まる。2008 年 3 月に誕生した「NPO 法人水守の郷・七ヶ宿」は、七ヶ宿ダム湖畔公園の一部を借り上げ、炭焼き体験や自然との共生をテーマにした交流施設を運営し、水源地七ヶ宿と下流受益地の人々との交流をとおして水源地の活性化とコミュニティ再生を目指している。一方、「七ヶ宿源流米ネットワーク」は、6 名の農家が 2008 年 7 月に立ち上げた農業者団体であり、環境保全型米づくりを実現させた。地元小学校の学習田における米づくりを指導し、「環境保全」と「循環型農業」の大切さを伝えている。また、米づくりの取り組みを知った宮城県内のビール会社からは、「環境保全活動として米づくりに参加したい」との申し出があり、社員による田植え作業が行われている。

（３）環境保全活動に関わる環境教育の視点

総合的な学習の時間が創設されたことを契機として、小学校を中心にビオトープづくりが普及している。しかし、著者らが 2002 年と 2008 年に実施した調査によれば、学校ビオトープの維持・管理に負担がかかり、使用を中止した事例がでており、ビオトープを継続的に利用していくための要因分析が必要であることがわかった。本報告で取り上げた牛久市の小学校の事例は、継続的に利用に必要な条件の一つを提示していると思われる。すなわち、「荒廃した谷津田の再生とビオトープネットワークづくり」、という明確なコンセプトを提示できたことが一つの要因だと考えられる。この学校のビオトープづくりでは、谷津田再生活動というコンセプトに共感した地域住民の協力や NPO の支援があり、まちづくりへの提案につながったことが行政の支援を引き出したのである。つまり、谷津田（そしてビオトープ）は地域の環境資源となり、谷津田再生が地域協働活動の場となったのである。

七ヶ宿の事例からわかることは、水源地の環境保全活動は地域の活性化と連動していることであり、地元住民が主体となって取り組んでいる保全活動に対する都市住民の共感こそが、流域の連携（上流・下流の連携）を進めていく原動力になっていることである。この共感を支えるものは水源地に住む人々の連帯であり、コミュニティの持続可能性である。

牛久や七ヶ宿での水環境保全活動をとおして浮かび上がってくる環境教育の視点は、一つの小学校、一つの農家から始まった保全活動が他の主体の共感を呼び、地域協働活動として展開されていくプロセスの中に見出すことができる。学校や地域、NPO、行政、という多様な主体間の交流や連携、そして、都市と水源地（農村）との交流や連携の中から、

新たな活動の担い手が生まれ育つことこそが環境教育の中で最も望まれていることではないだろうか。

(4) 今後の課題

本研究では、牛久市の小学校、そして七ヶ宿町の NPO と農家の事例について取り上げ、水環境保全活動と環境教育との関わりを論じてきた。当初の研究目的は、環境教育は環境保全活動や親水化とどのように関わってきたかを検証することであったが、今回の報告では親水化との関係を論ずるまでには至らなかった。今後は、環境保全は進んだが「水辺と親しむこと」が思ったほど進んでいない現状を分析し、水辺の親水化と環境教育の役割を検討していきたい。

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

- 1) 著書 なし
- 2) 論文（査読つき） 投稿中
- 3) その他の論文 なし
- 4) 口頭発表

木村美智子(2010.9)：水環境の保全に関わる環境教育の視点，日本計画行政学会第33回全国大会研究報告要旨集，p.160

木村美智子(2010.9)：小学校ビオトープをめぐる地域協働活動，環境科学会 2010 年会プログラム要旨集，pp.186-187

- (2) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの） なし
- (3) マスコミ等への公表・報道等 なし

C 教育・アウトリーチ活動報告

1. サステナビリティ学教育の比較研究

中川光弘（農学部）、伊藤哲司、原口弥生（人文学部）
大辻 永、郡司晴元（教育学部）、田村 誠、上柿崇英（ICAS）

[1] 課題の目的

持続可能な地球社会を創造するためにサステナビリティ学教育への期待が高まっている。本研究では、内外の持続発展教育（ESD）の比較分析を通じて、サステナビリティ学教育のあり方を明らかにする。

[2] 研究の概要

持続発展教育（ESD）の国際的展開の動向分析や我が国における環境人材育成教育の種々の取組みの事例の研究を通じて、サステナビリティ学教育のあり方を検討する。

[3] 研究成果

地球社会の持続不可能性への懸念が高まる中で、環境調和的な人間行動の変容を促す持続発展教育（ESD）への期待が高まっている。これまでの ESD の試みは、教育理念の明確化と適切に体系化されたカリキュラムの提供によって、環境人材育成が可能であることを示唆している。ESD は、環境調和的行動を促すだけでなく、総合的な人間力を備えた学生の育成にも効果があることが確認される。これは、近代化の過程で希薄化した自然と人間、人間と人間、心と身体との繋がりが回復され、生身レベルでの自他関係と身体性の回復が起こるためと推察される(中川, 2010; Nakagawa et al., 2011)。

こうした問題意識から、茨城大学大学院サステナビリティ学教育プログラムを事例に、「心技知にわたるサステナビリティ学教育」において必要な素養を規定したうえで、そのために効果的なカリキュラム開発、学生への教授法などを検討した(Tamura and Uegaki, 2010, 2011; 田村・上柿, 2010; Otsuji and Gunji, 2011)

[4] 発表及びアウトリーチ

(1) 成果の発表

1) 著書

Nakagawa,M., Uwasu,M. and Tanaka,N. (2011). Principles of Sustainability Education. In H.Komiyama, K.Takeuchi, H.Shirayama and T.Mino (Eds.), *Sustainability Science: A Multidisciplinary Approach*, United Nations University Press, pp.358-365.

Tamura,M. and Uegaki,T. (2011). Core Competencies. In H.Komiyama, K.Takeuchi, H.Shirayama and T.Mino (Eds.), *Sustainability Science: A Multidisciplinary Approach*,

United Nations University Press, pp.366-373.

Otsuji,H. and Gunji,H.(2011). Pedagogies of Sustainability Education. In H.Komiyama, K.Takeuchi, H.Shirayama and T.Mino (Eds.), *Sustainability Science: A Multidisciplinary Approach*, United Nations University Press, pp.374-384.

2) 論文 (査読つき)

中川光弘(2010)「大学における環境人材教育—茨城大学の試み—」、『共生社会システム研究』4(1), pp.29-41.

3) その他の論文

田村誠・上柿崇英(2010)「心・技・知の全体にわたるサステイナビリティ学教育とその実践：茨城大学大学院サステイナビリティ学教育プログラムから見えるもの」、『茨城大学人文科学部紀要「社会科学論集」』、第 50 号、pp.105-125.

4) 口頭発表

Tamura,M. and T.Uegaki (2010) "Human Resources Development for the Sustainability Issues: Japan's Challenges," *Proceedings of 14th IOSTE (International Organization for Science and Technology Education) Symposium*, Bled, Slovenia, June 14, 8p, 2010.

(2) シンポジウム、セミナーの開催 (主催のもの) なし

(3) マスコミ等への公表・報道等 なし

2. 地球変動適応科学に関する教育プログラムの開発

[1] 目的

地球変動適応科学及びサステナビリティ学研究成果を生かして、アジア・太平洋地域の現場の問題解決を担う人材育成を行うために、大学院を中心にした教育プログラムを開発する。具体的には、英語の講義と現場型実習を組み合わせた国際教育プログラムを開発し、大学院修士課程専攻として本格的な教育を行う計画を立案する。また、大学院との接続を考えた学士教育の講義を開講する。

[2] 概要

2009 年度から開始した大学院修士課程サステナビリティ学教育プログラムに関連して、教材開発と講義の開講を行った。本教育プログラムの開始に伴い、理工学研究科に主専攻型のサステナビリティ学コース、その他の全研究科に副専攻型のサステナビリティ学プログラムが設置された。これに合わせて、国内外から特任教員 4 名を招聘し、各研究科において英語を中心とする大学院授業を開講した。このうち、いくつかの科目は遠隔講義システム(VCS)を利用して、複数のキャンパスや SSC 大学間で同時開講された。2010 年度は国内実践教育演習として茨城県大洗町、国際実践教育演習としてタイ・プーケットにおいてフィールド演習が実施された。こうして本年度は大学院サステナビリティ学教育プログラムの第 1 回修了生が卒業することになり、所属研究科から 31 名に修了認定証、一般社団法人サステナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)から 30 名へ修了認定証が授与された。

学士教育では 6 月から 7 月にかけて集中講義「サステナビリティ学入門」を開講し、約 140 名の受講があった。

[3] 成果

ICAS では大学院サステナビリティ学教育プログラムおよび学部教育「サステナビリティ学入門」等の企画運営補助を行っている。

2009 年 4 月に大学院修士課程において大学院サステナビリティ学教育プログラムが開設した。本大学院教育プログラムは、環境省環境人材育成事業「アジアのサステナビリティを担う環境人材育成のための大学院教育プログラム-俯瞰力と人と環境を結ぶ実践力を備えた地域リーダーの育成」(平成 20~22 年度)の支援を受けており、2009 年度は 49 名、2010 年度は 54 名の学生が教育プログラムを履修した。そこでは、主専攻型の「サステナビリティ学コース」(理工学研究科)および副専攻型の「サステナビリティ学プログラム」(人文、教育、理工学、農学)が設置され、基盤科目、演習科目、専門科目が開講された。

基盤科目の一つとして、11 月には SSC 共通コア科目「サステナビリティ学最前線」を開講し、SSC の 5 大学 6 キャンパス間で遠隔講義システム(VCS)を使った講義が行われた。

演習科目については国内実践教育演習が茨城県大洗町、国際実践教育演習がタイ・プーケットにおいて実施された。専門科目では Elisabeth Settelmaier (カーティン工科大学) を招聘し、7 月 3 日、7 月 4 日、7 月 13 日にかけて「サステイナビリティ教育演習」を実施し、7 名の受講生があった。唐木清志 (筑波大学准教授)、三戸誠氏を招聘し、9 月 23 日、9 月 27 日に「サステイナビリティ学教育特論」を実施し、9 名の受講生があった。山岸裕 (大阪経済大学) を招聘し、7 月 10 日、7 月 11 日に「ファシリテーション能力開発演習」を実施し、35 名の受講生があった。各招聘教員の担当した授業科目は、表 2-(1)の通りである。

これらの教育プログラムの到達点と課題を整理するため、11 月 24 日に教育シンポジウム「大学院教育を再考するーフィールド演習の実践から見る教育の理念ー」を実施した。小貫元治(東京大学准教授)、大槻知史(高知大学准教授)、石筒寛(高知大学准教授)を招聘し、フィールド演習の実践から大学院教育のあり方などを議論した。本シンポジウムには、57 名の参加 (うち 20 名が学生) があった。

以上を通じて、本年度には大学院サステイナビリティ学教育プログラムの第 1 回修了生が卒業することになり、所属研究科から 31 名に修了認定証、一般社団法人サステイナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)から 30 名へ修了認定証が授与された。

他方、学部学生に対しては、今回で 5 年目となる全学部からの教員参加による「サステイナビリティ学入門」を 3 日間の集中講義形式で開講した。この講義は公開授業とし、高専生(茨城高専、福島高専)14 名、公開講座 4 名も受け入れ、140 名の受講者があった。

これらの実践が蓄積された成果として、教育研究にも進展が見られた。サステイナビリティ学教育プログラムは、専門課程において個々の専門性を獲得しながらも、同時に俯瞰的知識と視野、問題解決に対するマインド、そしてコミュニケーション能力といった実践のための社会的なスキルを共通して兼ね備えた人材育成、すなわち「心技知にわたる教育」を目指すべきであると確認された。こうしたサステイナビリティ学教育の理念、目指すべき素養、その教授法について、書籍等で報告した(Tanaka et al, 2000; Tamura and Uegaki, 2010; Otsuji and Gunji, 2010 等)。

表 2-(1) 2010 年度 ICAS 招聘教員大学院講義

氏 名	所 属	教 科 名
Elisabeth Settelmaier	カーティン工科大学	サステイナビリティ学教育演習Ⅱ
山 岸 裕	大阪経済大学	ファシリテーション能力開発演習
唐 木 清志	筑波大学	サステイナビリティ学教育特論
三 戸 誠		サステイナビリティ学教育特論



図 2-(1) サステイナビリティ学入門

表 2-(2) 大学院サステイナビリティ学教育プログラム(GPSS)の履修状況

	2009	2010
サステイナビリティ学コース	4 名	5 名
サステイナビリティ学プログラム (全体)	45 名	49 名
(人文系)	3 名	8 名
(教育系)	15 名	12 名
(理学系)	11 名	8 名
(農学系)	16 名	21 名

3. 地球変動適応科学研究機関の活動体制の強化

平成 21 年度に科学技術振興調整費による支援期間が終了したことを受けて、平成 22 年度にサステイナビリティ・サイエンス・コンソーシアム(SSC)が設立された。IR3S 以来の参加大学として SSC に参加した。SSC は IR3S の教育研究事業を継続しており、さらに自治体や企業とのネットワークを広げている。

国際的には、ベトナム国家大学と学術交流協定を締結した。それに基づいて、研究教育両面で交流事業を進めた。また、国連環境計画(UNEP)が推進するアジア気候変動ネットワーク Forum への参加、韓国環境研究所、南太平洋島嶼国などとの国際協力など研究・教育ネットワークを推進している。一方で、地域のサステイナビリティへの課題を研究するため、11 月 17 日に 3 者連携講演会「茨城における温暖化対策の見通し」を開催し 120 名弱の参加者があった。

こうした活動を担うために、平成 22 年度に第 2 期の ICAS 兼務教員・協力教員の再登録を行い、従来の 54 名から 90 名を超える規模になった。全員参加の活動をいかに組織するかが今後の課題となるが、3 月 10 日には平成 22 年度の各部門の研究交流を図るため、ICAS 研究報告会を開催した。これらを通じて学部や地域連携推進本部、関連する学内教育研究組織との連携を図った。

4. アウトリーチ活動

ICAS では、地球変動適応科学およびサステイナビリティ学の研究成果を他の研究機関や地域社会に広く情報発信することで積極的に広報に努めている。

- ・ 平成 19 年から約 2 年連載した茨城新聞の記事を再構成して、「茨城大学発：持続可能な世界へ」(茨城新聞社)を発行(平成 22 年 10 月)した。(図 4-(1)を参照のこと)。
- ・ ICAS メンバーが執筆参加したサステイナビリティ学シリーズ和文・英文各 5 巻が、東京大学出版会(和文)と国連大学出版(英文)から出版された(図 4-(2)を参照のこと)。
- ・ 本年度も茨城県・茨城産業会議・茨城大学共催シンポジウム(11 月)をはじめ、ICAS キックオフミーティング(5 月)、W-BRIDGE 最終報告セミナー(6 月)、ICAS/TIEPh 共催国際セミナー(10 月)、ICAS 第 1 部門ワークショップ「地球規模環境問題研究会」(1 月)、サステナ・フォーラム(3 月)、「第 4 回学生サステイナビリティ・フォーラム」(3 月)などのワークショップやフォーラムを数多く開催した。とりわけ、12 月の農学部国際シンポジウム、平成 23 年 1 月 17 日の IPCC の研究者等を招いた適応に関する国際シンポなどを通じて社会への成果発信を行った。シンポジウム等のイベントの詳細な開催記録は、表 4-(1)、(2)、(3)を参照のこと。
- ・ 本年度も教養科目「サステイナビリティ学入門」(集中講義)を開講した。今回で 5 回目となった本科目は、学外受講者も含め約 140 名が受講した。分野・学部横断的な講義と

複数の教員によるパネル・ディスカッションからなる本科目は茨城大学では希少な取り組みであると同時に ICAS や SSC を周知する役割を果たしている。さらに、大学院対象の SSC 共通科目「サステナビリティ学最前線」(集中講義)を開講した。この講義は 2009 年度が試行科目として開講されたのに対し、2010 年度はサステナビリティ学教育プログラムのカリキュラムの一部として本格開講された。この講義は遠隔講義システムを利用して SSC 参加 5 大学の学生が同時に受講することが最も大きな特徴である。茨城大学では 40 名以上が履修し、SSC 参加大学の中で最も多かった。

- ・ 定期的な広報活動として、ICAS 設立当初から定期刊行している ICAS News を本年度も継続させ、20 号から 25 号まで 6 回の発行を行った。さらに 9 月には平成 21 年度の主要な活動成果をまとめた「ICAS 年報 2010」を発行した。
- ・ この他、WEB サイトの更新、ICAS パンフレットの日本語版および英語版の発行、大学院サステナビリティ学教育プログラムのパンフレットの日本語版および英語版の発行、TV・新聞等のマスメディアへの掲載や複数の媒体を通じて広報活動を行っている。

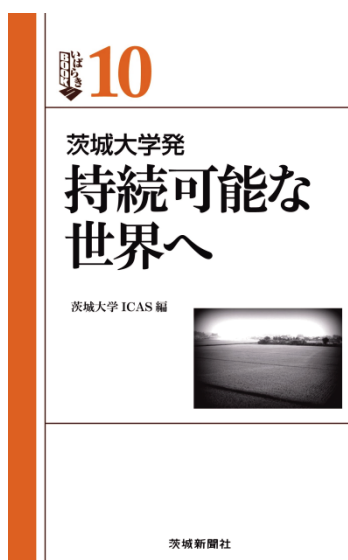


図 4-(1) 持続可能な世界へ



図 4-(2) 「サステナビリティ学」シリーズおよび Sustainability Science シリーズ

表 4-(1) 2010 年度 ICAS イベント開催記録

開催日時	イベント名	参加人数	開催場所	テーマ・内容
5月28日	ICAS キック・オフ・ミーティング	65名	茨城大学 水戸キャンパス	ICAS 第二期中期目標・中期計画(平成22～27年度)が報告された他、これまでの成果と概要および今後の新たな取り組みなどについて討論した。
6月12日 6月26日 7月10日	集中講義 「サステイナビリティ学入門」	140名	茨城大学 水戸キャンパス	ICAS の教員による、サステイナビリティ学をテーマにした全学部生対象の集中講義 各日最後の時間は講師全員が一堂に会して質疑応答・パネルディスカッションを行った。
7月23日	気候変動対応フォーラム	250名	東京・中央合同庁舎	テーマ：グリーン・イノベーションに向けた気候変動研究の新しい展開
8月21日 ～29日	GPSS 国際実践教育演習	23名	タイ・プーケット マイカオ村	演習協力：プーケット・ラチャパット大学、マイカオ村地元の方々 現地の村にホームステイをして、ウミガメ保護・植林・水田復活・廃棄物の4班に分かれての演習
9月13日 ～15日	GPSS 国内実践教育演習	20名	大洗町・酒沼	演習協力：茨城水産試験場、大洗町役場、NPO 法人大洗海の大洗学、大酒沼漁共同組合 地域産業の問題点を把握し、現場の声を聞き、調査し、解決策を学生自らが見出すための演習
9月14日 ～15日	ソウル大学ジョイントセミナー	24名	茨城大学 日立キャンパス	テーマ：アジア地域の特性に着目した気候変動に対する地盤工学的適応
10月10日	ICAS/TIEPh 共催国際セミナー	30名	東洋大学 白山キャンパス	テーマ：持続可能な発展と自然、人間—西洋と東洋の対話から新しいエコ・フイロソフイを求めて
10月30日 11月6、13日	集中講義 SSC 共通コア科目 「サステイナビリティ学最前線」	51名	茨城大学 水戸キャンパス	SSC 共通教育プログラムの集中講義。5 大学(東大、京大、阪大、北大、茨大)の遠隔講義システムにより実施
11月6日 ～7日	日本平和学会秋期研究集会	120名	茨城大学 水戸キャンパス	テーマ：非暴力と脱「開発」による持続可能な社会への変革

11月17日	茨城県・茨城産業会議・茨城大学共催シンポジウム	120名	水戸三の丸ホテル	テーマ：茨城における温暖化対策の見通し-猛暑の夏を経験して
11月24日	ICAS・ELIAS サステイナビリティ学教育シンポジウム	60名	茨城大学 水戸キャンパス	テーマ：大学院教育を再考する-フイールド演習の実践から見る教育の理念-
12月6日	農学部国際シンポジウム	113名	茨城大学 阿見キャンパス	テーマ：持続的農業に関するアジア・コンソーシアムの構築
1月17日	ICAS&環境省(S-8-3)プロジェクト合同国際シンポジウム	60名	茨城大学 水戸キャンパス	テーマ：アジア・太平洋地域における適応ネットワークの協力
1月20日	ICAS 第一部門セミナー“地球規模環境問題研究会”	37名	茨城大学 日立キャンパス	テーマ：地球規模環境問題を解決するための新たな地盤工学分野を総説する研究会
3月9日	第12回サステナ・フォーラム	80名	茨城大学 阿見キャンパス	Thinking for Sustainable Agriculture and Sustainability ルイジアナ州立大学 G.M. King 教授
3月9日	第4回学生サステナ・フォーラム	80名	茨城大学 阿見キャンパス	サステイナビリティ学研究に関わる茨城大学の学部生、大学院生による研究成果のポスター発表および研究交流
3月10日	ICAS 研究報告会	30名	茨城大学 水戸キャンパス	2010年度の各研究の成果を発表し、関係者での意見交換。 4 研究部門の部門長による成果報告に加え、各部門の特色ある研究および独自研究の成果を報告

表 4-(2) 2010 年度 ICAS 招聘者リスト

	氏名	所属・国	地区	招聘期間	業務内容
1	Elisabeth Settelmaier エリザベース・セトルマイヤー	Curtin University of Technology Australia	教育学部 (水戸)	2010.6/28～7/18	「サステイナビリティ教育演習Ⅱ」における講義および研究打ち合わせ
2	山岸 裕 Yutaka Yamagishi	大阪経済大学 Osaka University of Economics	(水戸)	2010.7/10～7/11	「ファシリテーション能力開発演習」における講義
3	Junboun Park ジユン・ボン・パーク	Seoul University Korea	工学部(日立)	2010.9/13～16	アジア・太平洋の地域性を生かした気候変動への環境地盤工学的適応に関する研究セミナーと WS での講演
4	唐木 清志 Kiyoshi Karaki	筑波大学 University of Tsukuba	(水戸)	2010.9/23・27	「サステイナビリティ学教育特論」における講義
5	三戸 誠 Makoto Sando		(水戸)	2010.9/23・27	「サステイナビリティ学教育特論」における講義
6	藤森 眞理子 Mariko Fujimori	パシフィックコンサルタンツ株式会社 Pacific Consultants co., LTD.	ICAS(水戸)	2010.10/5	S-8-3 セミナーにて講演
7	竹本 明生 Akio Takemoto	東京大学 The University of Tokyo	ICAS(水戸)	2010.11/2	S-8-3 セミナーにて講演
8	小貫 元治 Motoharu Onuki	東京大学 The University of Tokyo	(水戸)	2010.11/24	教育シンポジウムでの講演
9	大槻 知史 Satoshi Ootsuki	高知大学 Kochi University	(水戸)	2010.11/24	教育シンポジウムでの講演
10	石筒 寛 Satoru Ishizutsu	高知大学 Kochi University	(水戸)	2010.11/24	教育シンポジウムでの講演

11	Dewa Ngurah Supraputa デワ・スラ・スプ・ラプ・タ	Udayana University Indonesia	農学部(阿見)	2010.12/3~11	国際交流シンポジウム、霞ヶ浦シンポジウム参加・発表 外
12	Matt TenEyck マット・テンニック	Wisconsin University USA	農学部(阿見)	2010.12/3~12	国際交流シンポジウム、霞ヶ浦シンポジウム参加・発表 外
13	K.D.N.Weerasinghe K.D.N.ウー・レーシ	University of Rufuna Sri Lanka	農学部(阿見)	2010.12/3~10	国際交流シンポジウム、霞ヶ浦シンポジウム参加・発表 外
14	Kritapon Sommart クリタポン・ソマート	Khon Kean University Thailand	農学部(阿見)	2010.12/3~9	国際交流シンポジウム、霞ヶ浦シンポジウム参加・発表 外
15	Md.Parvez Islam Md.パルベズ・イスラム	愛媛大学 Ehime University	農学部(阿見)	2010.12/4~9	国際交流シンポジウム、霞ヶ浦シンポジウム参加・発表 外
16	John.E.Hay ジョン・エドワード・ヘイ	South Pacific University New Zealand	工学部(水戸)	2010.12/4~12	アジア・太平洋地域の途上国における適応策に関する研究・教育の担当及び ICAS 研究企画担当
17	Sithan Tongphrom サイサン・トロンプロン	Phuket Rajabhat University Thailand	ICAS(水戸)	2010.12/5~11	サステナ・フォーラムでの講演および研究打ち合わせ
18	Suwanit Chainark スワンニット・チャイナーク	Phuket Rajabhat University Thailand	ICAS(水戸)	2010.12/5~11	サステナ・フォーラムでの講演および研究打ち合わせ
19	森本 理早 Risa Morimoto	Toulouse Business School France	ICAS(水戸)	2010.12/27~28	S-8-3 セミナーにて講演
20	Saleemul Huq サレムール・ハック	Climate Change Group, IIED UK	ICAS(水戸)	2011.1/15~18	S-8 国際シンポジウムにて講演
21	Erda Lin エルダ・リン	Agro-environment and Sustainable Development Institute China	ICAS(水戸)	2011.1/15~18	S-8 国際シンポジウムにて講演

22	Do Minh Duc ド・ミン・トック	Hanoi University of Science Vietnam	ICAS(水戸)	2011.1/15～18	S-8 国際シンポジウムにて講演
23	風間 聡 So Kazama	東北大学 Tohoku University	ICAS(水戸)	2011.1/17	S-8 国際シンポジウムにて講演
24	Rajb Shaw ラジャ・ショウ	京都大学 Kyoto University	ICAS(水戸)	2011.1/17	S-8 国際シンポジウムにて講演
25	Kwangwoo Cho クワングー・チョウ	Korea Adaptation Center for Climate Change Korea	ICAS(水戸)	2011.1/15～18	S-8 国際シンポジウムにて講演
26	Ranjana.U.K.Piyadasa ランジャ・ヤナ・U.K.ピヤダサ	University of Colombo Sri Lanka	ICAS(水戸)	2011.1/15～19	S-8 国際シンポジウムにて講演および 大学院授業での講演
27	Nawa Raj Khatriwada ナワ・ラジ・カトリダ	Nepal Development Research Institute Nepal	ICAS(水戸)	2011.1/15～18	S-8 国際シンポジウムにて講演
28	Md.Mafizur Rahman Md.マフイズール・ラーマン	Bangladesh University of Engineering and Technology Bangladesh	ICAS(水戸)	2011.1/15～19	S-8 国際シンポジウムにて講演および 大学院授業での講演
29	兵動 正幸 Masayuki Hyodo	山口大学工学部 Yamaguchi University	工学部(日立)	2011.1/19～21	第3回「地球規模環境問題を解決する ための新たな地盤工学分野を創設する 研究会」への出席及び講演
30	Gary M.King ゲイリー・ミッシェル・キング	Louisiana State University USA	農学部(阿見)	2011.3/4～10	学生サステナ・フォーラム講演 他

表 4-(3) 2010 年度 ICAS 活動記録

4 月 新年度スタート 4/12 第 1 回 ICAS セミナー 4/19 第 2 回 ICAS セミナー	10 月 10/4 第 12 回 ICAS セミナー 10/5 第 1 回環境省(S-8-3)セミナー 10/10 ICAS/TIEPh 共催国際セミナー 10/18 第 13 回 ICAS セミナー 10/21-22 アジア適応ネットワーク会議(バンコク・タイ) 10/30 「サステイナビリティ学最前線」(大学院)
5 月 5/10 第 3 回 ICAS セミナー 5/24 第 4 回 ICAS セミナー 5/28 ICAS キック・オフ・ミーティング	11 月 11/1 第 14 回 ICAS セミナー 11/2 第 2 回環境省(S-8-3)セミナー 11/6-7 日本平和学会秋期研究集会(ICAS 共催) 11/6,13 「サステイナビリティ学最前線」(大学院) 11/15 第 15 回 ICAS セミナー 11/15-16 UN-CECAR シンポジウム(スリランカ) 11/17 3 者連携シンポジウム(水戸,三の丸ホテル) 11/24 ICAS・ELIAS 教育シンポジウム
6 月 6/7 第 5 回 ICAS セミナー 6/12 第 1 回「サステイナビリティ学入門」(学部) 6/21 第 6 回 ICAS セミナー 6/23-25 ICSS-Rome(ローマ) 6/26 第 2 回「サステイナビリティ学入門」(学部) 6/28 W-BRIDGE 最終報告セミナー 6/29-7/1 オーストラリア適応国際会議	12 月 12/6 農学部国際シンポジウム(阿見) 12/11-13 アジア教育連盟 大学の役割シンポ(ハノイ,ベトナム) 12/13 第 16 回 ICAS セミナー 12/22 第 17 回 ICAS セミナー 12/27 第 3 回環境省(S-8-3)セミナー
7 月 7/5 第 7 回 ICAS セミナー 7/10 第 3 回「サステイナビリティ学入門」(学部) 7/20 第 8 回 ICAS セミナー 7/23 気候変動対応フォーラム 7/27-30 ベトナム国家大学特別セミナー(ハノイ,ベトナム)	1 月 1/11-14 IPCC・WGII 会合(つくば) 1/17 ICAS&環境省(S-8-3)プロジェクト共催 国際シンポジウム 1/20 ICAS 第一部門セミナー“地球規模環境問題研究会” 1/31 第 18 回 ICAS セミナー
8 月 8/2 第 9 回 ICAS セミナー 8/7 SSC 設立総会 8/22-28 Cities at Risk ワークショップ(バンコク,タイ) 8/21-29 GPSS 国際実践教育演習(ブーケット)	2 月 2/12 IR3S 公開シンポジウム 2/14 第 19 回 ICAS セミナー
9 月 9/6 第 10 回 ICAS セミナー 9/13-15 GPSS 国内実践教育演習(大洗) 9/14-15 ソウル大学ジョイントセミナー 9/20 適応策国際フォーラム(バンコク) 9/21 第 11 回 ICAS セミナー 9/22-24 UN-CECAR コース(国連大学)	3 月 3/2-4 ICSS-Asia(ハノイ) 3/9 第 12 回サステナ・フォーラム +第 4 回学生サステナ・フォーラム(阿見) 3/10 ICAS 研究報告会

