

2010(平成 22)年度実績報告書 分子環境科学部門長 小松 登志子

I. 本年度の活動の目標

平成 21 年度末のアドバイザリーボード会議における提言等を考慮し、できるだけ部門内の複数のセンター構成員による大型共同研究を意図して、「地圏熱エネルギー利用を考慮した地下水管理手法の開発」を JST 独立行政法人科学技術振興機構 CREST (戦略的創造研究推進事業) に申請した。

その結果、平成 22 年 8 月末に 2010-2015 年 (研究期間: 5 年半, 予算総額: 3 億円) にわたる研究として採択され、平成 22 年 9 月から活動を開始している。本研究は、「地圏の熱環境の変化が物質循環や微生物生態系に及ぼす影響を考慮した環境アセスメントツールを構築するとともに、持続的で高度な地下水利用・管理手法を開発する」ものであり、地圏の熱かく乱が地下水保全に与える影響を最小限にするための地下水管理手法の提案という成果が期待される。

また、部門活動費を部門構成員に配分し、論文投稿、国際共同研究等の推進に努めた。

II. 研究活動の概要

1-1)PJ のタイトル

地圏熱エネルギー利用を考慮した地下水管理手法の開発

2)参加メンバー

小松登志子 (埼玉大学理工学研究科兼環境科学研究センター教授), 大西純一 (埼玉大学理工学研究科兼環境科学研究センター教授), 小竹敬久 (埼玉大学理工学研究科兼環境科学研究センター准教授), 濱本昌一郎 (埼玉大学理工学研究科兼環境科学研究センター助教), 竹村隆人 (日本大学文理学部地球システム科学科専任講師), 斎藤広隆 (東京農工大学大学院農学研究科特任准教授) 他 9 名

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

JST 独立行政法人科学技術振興機構 CREST (戦略的創造研究推進事業 77,090 千円(直接経費 59,300 千円/間接経費 17,790 千円))

4) 本年度の成果の概要

本研究では、地圏の熱環境の変化が物質循環や微生物生態系に及ぼす影響を考慮した環境アセスメントツールを構築するとともに、持続的で高度な地下水利用・管理手法を開発する。本年度は、日本大学、東京農工大学、埼玉大学キャンパス内でボーリング掘削を行い、地盤の初期環境把握として、採取したボーリングコア試料を用いて地盤内の物理・化学・熱的特性を測定した。また、本研究プロジェクト関連の勉強会・セミナーを数回に渡り開催した。

5) 次年度の予定

次年度は、各サイトで本年度設けたボーリング孔近くに、地圏熱利用システム導入用のボーリング孔を新たに設け、地圏熱攪乱による地盤内の物質動態・微生物環境・力学的特性変化の長期観測を開始する。また、室内試験から地圏熱かく乱を再現し、地盤環境に与

える影響の把握・そのモデリングに関わる研究を行なう。

2-1) PJのタイトル

多孔体の体積変化に関する研究

2) 参加メンバー

浅本晋吾（埼玉大学理工学研究科助教），松井久仁雄（旭化成建材株式会社，建材研究所 主席研究員）

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

総合研究機構プロジェクト若手展開研究 (B) 「内部液体の吸着特性に着目した多孔体の体積変化に関する研究」，400 千円

4) 本年度の成果の概要

多孔体一般の収縮の機構について検討した。軽量気泡コンクリート (ALC)，珪藻頁岩を高湿度 (90%) と低湿度 (30%) でそれぞれ乾燥させたのち，有機溶媒に浸漬させると，高湿度乾燥の場合は，収縮が回復する一方で，低湿度では収縮が回復しないことが分かった。毛細管張力の寄与は，低湿度では観察されないことが暗に示唆されており，多孔体の収縮機構解明のブルイクスルーにつながる結果と期待される。

5) 次年度の予定

より広範でかつ精緻な湿度管理もとで乾燥させ，有機溶媒に浸漬させるのちの体積変化挙動を検討することで，毛細管張力の作用湿度領域を明らかにし，モデル化に着手する。

3-1) PJ のタイトル

フライアッシュ，高炉スラグ微粉末を混和したモルタルの収縮ひび割れ抵抗性の検討

2) 参加メンバー

浅本晋吾（埼玉大学理工学研究科助教），加藤優典（埼玉大学理工学研究科修士2年），辻貴大（埼玉大学理工学研究科修士1年），岸野敬（埼玉大学工学部建設工学科4年），牧剛史（埼玉大学理工学研究科准教授），蔵重勲（電力中央研究所）

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

文部科学省科学研究費若手研究(B)，「混和材料を複合的に用いたコンクリートの収縮ひび割れ評価システムの開発」，1,430 千円（直接：1,100 千円，間接：330 千円）

4) 本年度の成果の概要

本研究では，高炉スラグ微粉末，フライアッシュといった産業廃棄物を混和材として用いたセメント硬化体の収縮ひび割れ抵抗性について，空隙構造，水分逸散，収縮挙動，強度，クリープの観点から，統合的に検討した。本研究によって，混和材を添加したセメントの空隙構造は養生温度，供用時の温度に大きな影響を受け，それに応じて，収縮，引張クリープといった収縮ひび割れ抵抗性に支配的な現象も各混和材で特有な挙動を示すことが分かった。特に，フライアッシュを添加した場合，高温履歴を経験すると，目に見えないマイクロクラックが発生しやすくなるということは，工学的，学術的な大きな発見と言える。

5) 次年度の予定

高温履歴に伴うマイクロクラック発生については，未だ機構が明確ではないので，さらなる検討，検証を重ねる。また，混和材を用いたコンクリートの収縮ひび割れを抑制するため，

各混和材の特徴を活かした配合の開発，さらには，若材齢における適切な温度条件に付いての検討を行う。

4-1) PJ のタイトル

気候変動下の大規模ヒートアイランドの総合的環境影響評価と適応対策の研究

2) 参加メンバー

吉門洋(埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科教授)，高橋宏明(プロジェクト雇用研究支援者)，伊藤優(博士前期課程)，その他連携研究機関研究者

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

科学研究費補助金・基盤研究(A) (平成 22~24 年度) 22 年度 17,100 千円/22,230 千円 (間接経費含む)

4) 本年度の成果の概要

本プロジェクトは関東平野に典型的に発生する夏季の広域都市高温現象について，既存データの収集・解析を本学が担当し，現況の広域観測を埼玉県環境科学国際センターが，ミクロな都市境界層の観測を東大生産研が担当し，これらを総合して都市-地域気象融合モデルを構築して対策評価を行うこととなっている。本学グループは，本年度は 1991 年以降の猛暑年(熊谷での猛暑日数が 20 日以上)の猛暑期間を抽出し，夏季の気温とその分布を支配する主要要因である東京湾からの海陸風の発達状況と猛暑出現の関連性を解析した。対象とした 20 年間で 6 回の猛暑年が抽出されたが，各年の猛暑日の東京都心域から埼玉南部，埼玉北部にかけての高温出現状況は年ごとに特徴が見られた。今後は更にこの猛暑パターンの変動状況を解析し，都市構造の変化，グローバルな温暖化，エルニーニョ等の年々の気候変動の影響を区分して，ヒートアイランド対策の効果を検討していく。

5) 次年度の予定

連携研究機関と共同して夏季に広域および都市境界層の観測を行い，最終目標であるヒートアイランド対策評価のための都市-地域気象融合モデルを検証するための実地データ収集を行う。また，本学が分担している過去の都市高温化に関する地域気象データおよび大気汚染データの解析を進める。

5-1) PJ のタイトル

大気中微小粒子状物質の組成と発生に関する研究

2) 参加メンバー

坂本和彦(埼玉大学環境科学研究センター長兼理工学研究科教授) 他

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

共同研究:(財)石油産業活性化センター(4,725 千円/5,250 千円)

受託研究:(財)日本自動車研究所(735 千円/1,050 千円)

4) 本年度の成果の概要

大気中微小粒子状物質(PM_{2.5})は欧米や我が国で，ヒトへの健康影響から大気環境基準が設定されている。現在の PM_{2.5} の主要成分は，二次生成無機成分(硫酸塩:SO₄²⁻，硝酸塩:NO₃⁻，塩化物:Cl⁻，アンモニウム塩:NH₄⁺)や有機粒子となっており，それらは気温，湿度，粒子組成や濃度に依存するガス/粒子平衡など複雑な挙動をとるため，その正確な測定には多く

の困難が伴う。我が国では、ほとんどの地域で環境基準を超えている状態にあり、PM_{2.5}の低減対策をとるためには、それ以前の課題としてPM_{2.5}の正確な測定と、成分別発生源に関する情報が不可欠である。

本研究では、光化学反応による二次生成物質に加えて、これまであまり注目されていなかったが、バイオマス燃焼由来の成分のPM_{2.5}に対する寄与率やその生成機構を解明するため、フィールド調査ならびにチャンバー実験を行っている。その結果、これまでPM_{2.5}にほとんど寄与しないとされてきた自然起源のイソプレンから粒子生成が無視しえないことを明らかにしつつある。また、健康影響から注目されている超微粒子中に肺に沈着しやすい変異原性物質が高濃度含まれていることや一次汚染物質の大発生源がほとんどない遠隔地において高濃度オゾン現象が観測され、PM_{2.5}という観点からは、遠隔地における二次生成の寄与も重要であることを示唆する結果を得ている。

・論文等(投稿中を含む)

- a) Hosoi, S., Yoshikado, H., Gaidajis, G., Sakamoto, K., Study of the relationship between elevated concentrations of photochemical oxidants and prevailing meteorological conditions in the north Kanto area, Japan, *Water, Air, & Soil Pollution*, 215, 105–116 (2011).
- b) Kawanaka, Y., Matsumoto, E., Sakamoto, K., Yun, S.-J., Estimation of the ultrafine particles to lung deposition of particle-bound mutagens in the atmosphere, *Science of the Total Environment*, accepted.
- c) 萩野浩之, 坂本和彦, 多重管デニューダを用いた微小粒子中の有機炭素測定法の比較, 大気環境学会誌, 審査中.
- d) Hosoi, S., Yoshikado, H., Sekiguchi, K., Wang, Q., Sakamoto, K., Daytime meteorological structures causing elevated photochemical oxidants concentrations in north Kanto, Japan. *Atmospheric Environment* (under review)

・総説等

- a) 坂本和彦, 微小粒子状物質(PM_{2.5})入門, ペテロテック, 印刷中 (2011)
- b) 坂本和彦, 微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の測定, 大気環境学会誌, 46, 印刷中 (2011).

5) 次年度の予定

6-1) PJ のタイトル

発展途上国向け地域完結循環型環境保全対策に関する研究

2) 参加メンバー

坂本和彦(埼玉大学環境科学研究センター長兼理工学研究科教授) 他

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

科学技術研究費補助金・基盤研究(B)(5,300 千円/6,890 千円)

4) 本年度の成果の概要

中国南部の農村地域においては、未だ民生用燃料として低品位の石炭が広く用いられている。この低品位の石炭をクリーンに利用するための技術として、石炭のバイオブリケット化技術がある。バイオブリケットは、微粉状の石炭にバイオマスと消石灰を添加して圧縮成型した固体燃料である。この燃料はSO₂ガスの排出抑制に効果的であるが、この技術をさらに普及させるためには、燃焼後に排出される高アルカリ性燃焼灰の処理も重要な課題である。中国南西地域には酸性土壌が広がっていることから、これまで、バイオブリケットの燃焼灰の酸性土壌改良材としての利用が試みられてきた。しかし、これまでのバイオブリケット灰単独の土壌施用では栽培作物を十分に成長させるには至らなかった。そこで本研究では、バ

イオブリケット燃焼灰と豚糞堆肥の同時施用を行うことにより、同時施用が作物成長と元素吸収に及ぼす効果をラボスケールのハツカダイコン栽培試験により評価した。栽培したハツカダイコンは化学肥料なしでも十分な成長が認められ、また、家畜糞尿堆肥の施用時に問題とされる亜鉛や銅の作物体中への取り込みも、燃焼灰との同時施用により低減できることが示された。このことから、中国農村部の酸性土壌地域において、バイオブリケットの燃焼副生成物である燃焼灰と畜産廃棄物である家畜糞尿堆肥を用いることで、化学肥料の使用を抑えた土壌生産性の改良が実現可能であることが示唆された。

・論文等(投稿中を含む)

- a) 花澤淳, 川野朋奈, 三輪誠, 王青躍, 坂本和彦. 酸性土壌におけるバイオブリケット燃焼灰と豚糞堆肥の同時施用が植物成長へ及ぼす影響, 大気環境学会誌 (*under review*).
- b) Hanazawa, A., S. Gao, and K. Sakamoto. Characterization of Coal-Biomass Briquette Ash as an Acid-Soil Amendment, *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* (*under review*).
- c) Hanazawa, A., Y. Isobe, and K. Sakamoto. Study on Coal-Biomass Briquette Ash as an Acid-Soil Amendment: Applicability Evaluation of Aquatic Biomass, *Journal of Hazardous Materials* (*under review*).

・総説等

- a) 坂本和彦, 発展途上国における硫黄酸化物の排出抑制とゼロエミッションサイクルの構築, pp.233-240, 中国・日本科学最前線—研究の立場から—2010 版 (2010).(独)科学技術振興機構(JST)中国総合研究センター

5) 次年度の予定

低品位石炭のクリーン燃料(バイオブリケット)化技術のベトナムへの適用を意図して、食料と競合しないバイオディーゼル原料であるジャトロファの搾りかすをバイオブリケット調製用バイオマス廃棄物として利用する地域完結循環型環境保全対策を検討することとしている。

7-1) PJ のタイトル

地球環境変動の要因解析と対策に関する大気環境研究

2) 参加メンバー

坂本和彦(埼玉大学環境科学研究センター長兼理工学研究科教授) 他

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

地球環境研究総合推進費, 中国における気候変動対策シナリオ分析と国際比較による対策立案研究—エアロゾル排出係数に関する研究—, 1,846,617 円/2,400 千円

4) 本年度の成果の概要

バイオマス燃焼に際して発生する微小粒子状物質の大気への寄与は十分に理解されていない。我が国におけるバイオマス燃焼の多くは農作物生産時に発生する農業廃棄物によるものが多い。しかし、中国農村部では、寒冷な大陸性気候に対応したカンと呼ばれる特有の暖房方式が依然として用いられており、この際に用いられる燃料として稲わら、トウモロコシの芯といったバイオマス成分が用いられている。バイオマス燃料は、大気中の二酸化炭素を光合成によって吸収した植物を原料として燃焼させるため、排出される二酸化炭素は大気中の二酸化炭素量を増やさない「カーボンニュートラル」な燃料として近年注目を集めている。しかし、燃焼に伴って、地球温暖化に寄与する黒色炭素粒子、一報冷却化に寄与する吸湿性

微粒子も放出する。そのため、大量に利用されているバイオマス燃焼に伴う粒子組成を正確に把握しないと、今後の気候変化の予測精度が著しく低下してしまう恐れがある。

本研究ではバイオマス燃焼のカーボンニュートラル性に関する基礎情報を収集するため、中国大同市近郊の農村地帯の一般農家でカンを用いての微小粒子状物質(PM_{2.5})捕集し、燃焼条件別に発生粒子の組成を調べた。その結果、これまでは単に黒色炭素として扱われていたものは、いわゆる char-carbon と soot-carbon から構成されており、一般的なバイオマス燃焼では主として後者が発生していることを明らかにした。

また、上記の他に、今後の発展途上国における経済発展に伴うエネルギー消費動向を統計的に予測し、省エネルギーの可能性を検討している。

・ 論文等

a) Kondou, Y., Miura, A., Yamada, K., Sakamoto, K., Zhou, W., Study on electricity consumption for domestic refrigerators, air conditioners, and water dispenser in Guangzhou (China) urban area based on questionnaire data, *J. of the Japan Institute of Energy*, accepted.

b) 近藤康彦, 坂本和彦, 中国のエネルギー多消費産業における省エネルギーの可能性に関する検討, 日本エネルギー学会誌, (審査中)

5) 次年度の予定

8-1) PJ のタイトル

2) 参加メンバー

関口和彦 (埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科助教) 他

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

4) 本年度の成果の概要

健康影響が懸念される粒径 100 nm 以下の大気中超微小粒子について、大気観測ならびに成分分析を行い、道路近傍における自動車からの排出機構について明らかにした。

a) K. H. Kim, K. Sekiguchi, M. Furuuchi, K. Sakamoto, Seasonal variation of carbonaceous and ionic components in ultrafine and fine particles in an urban area of Japan, *Atmos. Environ.*, Vol. 45, No. 8, pp. 1581-1590 (2011. 3).

b) K. H. Kim, K. Sekiguchi, S. Kudo, K. Sakamoto, Characteristics of atmospheric elemental carbon (char and soot) in ultrafine and fine particles in a roadside environment, Japan, *Aerosol Air Qual. Res.*, Vol. 11, No. 1, pp. 1-12 (2011. 2).

c) K. H. Kim, K. Sekiguchi, S. Kudo, K. Sakamoto, M. Hata, M. Furuuchi, Y. Otani, N. Tajima, Performance test of an inertial fibrous filter for ultrafine particle collection and the possible sulfate loss when using an aluminum substrate with ultrasonic extraction of ionic compounds, *Aerosol Air Qual. Res.*, Vol. 10, No. 6, pp. 616-624 (2010. 12).

d) M. Furuuchi, K. Eryu, M. Nagura, M. Hata, T. Kato, N. Tajima, K. Sekiguchi, K. Ehara, T. Seto, Y. Otani, Development and performance evaluation of air sampler with inertial filter for nanoparticle sampling, *Aerosol Air Qual. Res.*, Vol. 10, No. 2, pp. 185-192 (2010. 4).

5) 次年度の予定

9-1) PJ のタイトル

2) 参加メンバー

関口和彦（埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科助教）他

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

4) 本年度の成果の概要

改正大気汚染防止法で規制対象となっている揮発性有機化合物(VOC)について、光触媒、マイクロバブル、超音波などを利用した新規の空気浄化手法について検討し、完全分解に必要な影響因子について明らかにした。

- a) K. Sekiguchi, C. Sasaki, K. Sakamoto, Synergistic effects of high-frequency ultrasound on photocatalytic degradation of aldehydes and their intermediates using TiO₂ suspension in water, *Ultrason. Sonochem.*, Vol. 18, No. 1, pp. 158-163 (2011. 1).
- b) M. Mehrjouei, S. Müller, K. Sekiguchi, D. Möller, Decolorization of wastewater produced in a pyrolysis process by ozone: Enhancing the performance of Ozonation, *Ozone Sci. Eng.*, Vol. 32, No. 5, pp. 349-354 (2010. 9).
- c) K. Sekiguchi, D. Noshiroya, M. Handa, K. Yamamoto, K. Sakamoto, N. Namiki, Degradation of organic gases using ultrasonic mist generated from TiO₂ suspension, *Chemosphere*, Vol. 81, No. 1, pp. 33-38 (2010. 9).
- d) K. Sekiguchi, W. Morinaga, K. Sakamoto, H. Tamura, F. Yasui, M. Mehrjouei, S. Müller, D. Möller, Degradation of VOC gases in liquid phase by photocatalysis at the bubble interface, *Appl. Catal. B: Environ.*, Vol. 97, No. 1-2, pp. 190-197 (2010. 6).

10-1) PJ のタイトル

廃棄物処分場の覆土内部における水・熱・溶質・ガス挙動解析と環境リスク評価

2) 参加メンバー

濱本昌一郎（埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科助教）

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

JSPS 研究活動スタート支援 H22 年度, 1,500 千円

4) 本年度の成果の概要

本年度は、覆土内のガス挙動に注目し、覆土中のガス種の違いが分散特性に及ぼす影響を室内カラム実験から調べた。特に、分子量および粘性係数の小さいメタンガスは、他のガス種に比べ高いガス分散特性を有することを明らかにした。また、土壌水のヒステリシス現象がガス輸送特性に与える影響についても調べ、土壌水の排水時に比べ吸水時において同気相率条件下で高いガス輸送特性を有することを明らかにした。

5) 次年度の予定

次年度は、地盤内のガス輸送係数と他の物質輸送係数（透水係数、熱伝導率、溶質拡散係数 など）との相関性を調べ、覆土内でのマルチフェーズ輸送を予測可能とする統合的な予測式を提案する。さらに、構築する予測式を用いて覆土内部の物質・熱動態シミュレーションを行い、覆土利用の最適化に向けて、汚染ガスや汚染物質挙動を制御するための工学的手法を提案する。

11-1) PJ のタイトル

CAM 誘導植物の生理学・代謝産物輸送体とその遺伝子発現調節機構の研究

2) 参加メンバー

大西純一（埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科教授）

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

4) 本年度の成果の概要

アイズプラント(Common ice plant, *Mesembryanthemum crystallinum*)は、ストレス環境に置かれなければ通常の C3 光合成を行っているが、乾燥/塩ストレスによって遺伝子発現が大きく変化し、砂漠植物サボテンのような、夜間に気孔を開けて、これを一旦有機酸として液胞に貯蔵し、昼間にこれを脱炭酸して、水分のロスを防ぐため気孔を閉じた状態で炭酸固定を行う CAM (Crassulacean acid metabolism) を行う。このような誘導型 CAM 植物は、CAM に関する遺伝子発現調節の仕組みの研究に適している。

本研究では、次の3つのテーマで CAM の誘導調節に迫っている。

◎植物体の個体発生・分化レベルと CAM 誘導能の関連：具体的には、葉のエージによる CAM 誘導能の調節機構の解明

◎CAM 誘導に伴って遺伝子発現が誘導される葉緑体包膜のリン酸/リン酸エステル交換輸送体の基質特異性を調べること：酵母細胞あるいは In vitro 転写翻訳系で人工的に発現させたタンパク質の活性を測定し、基質特異性を確かめること

◎CAM 誘導に伴う遺伝子発現調節機構の研究：前項の輸送体遺伝子の発現を調節している上流プロモーター配列を単離して、レポーター遺伝子につなぎ、その遺伝子発現活性を、パーティクルボンバードメント (DNA を金粒子にまぶして植物体内に打ち込む) 法によって測定することで、遺伝子発現調節に関わる、プロモーター領域内の因子、およびそれに結合する trans 因子の解明

・論文等(投稿中を含む)

a) Azad Muhammad Abul Kalam, 大西純一, 是枝晋: Isolation of Polyubiquitin Gene Promoter from *Mesembryanthemum crystallinum* and Its Expression Analysis by Transient Assay (アイズプラントのポリユビキチン遺伝子プロモーター単離とパーティクルガンを用いた発現解析 (ポスター発表) 日本植物生理学会年会(熊本) 2010年3月20日

b) Muhammad Abul Kalam Azad, 北原 英明, 森田 邦男, 大西 純一, 是枝 晋: 通性 CAM 植物アイズプラント・プラスチド型リン酸輸送体遺伝子ファミリーのプロモーター単離と比較(口頭発表) 日本植物学会大会 (山形) 2009/年9月20日

c) 北原 英明: アイズプラントの葉の発達と CAM 誘導能の関係 理工学研究科生命科学専攻 2009 年度修士論文.

5) 次年度の予定

12-1) PJ のタイトル

シロイヌナズナ輸送体遺伝子の機能の研究

2) 参加メンバー

大西純一（埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科教授）

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

4) 本年度の成果の概要

シロイヌナズナのゲノムには、植物で広く保存されており、大腸菌グリセロール 3-リン酸輸送体(GlpT)とのホモロジーの高い膜輸送体をコードする遺伝子グループ *AtG3PP1-5* が見出される。その生理機能（生理活性・基質特異性）に迫るべく、*AtG3PP3* と *AtG3PP4* について逆遺伝学的解析を行っている。特に後者の遺伝子破壊植物について、発芽時の塩耐性が低いこと、種子の重量が低いこと、種皮のイオン透過性が高いと思われることを見出した。種皮の構造の不良により、発芽時の高塩濃度に耐えられず、発芽率が低下するものと思われる。種子の重量については、脂質合成・蓄積に異常をきたしている可能性がある。今後は、遺伝子 DNA 領域を単離し適当なプロモーターにつないで発現させ細胞内局在性や、上記変異を相補するかを調べたい。

・論文等

- a) 遠藤雄治, 佐久間輝明, 大西純一, 是枝晋:シロイヌナズナのグリセロール-3-リン酸輸送体ホモログ破壊株の解析(ポスター発表) 日本植物生理学会年会(熊本) 2010年3月20日
- b) 北原 英明:アイズプラントの葉の発達と CAM 誘導能の関係 理工学研究科生命科学専攻 2009年度修士論文.

5) 次年度の予定

13-1) PJ のタイトル

土壌微生物・生ゴミ堆肥化に関わる微生物の研究

2) 参加メンバー

大西純一（埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科教授）

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

4) 本年度の成果の概要

水田・畑の土壌中の微生物叢は、作物の生育に大きな影響を与えるはずである。菌類の仲間の菌根菌や根粒菌が根に共生し、リン酸等の栄養分あるいは窒素固定産物を植物に供給し、代償に光合成産物を受け取る共生関係が存在するが、これは植物にとってのメリットがよく分かっている例である。しかしこれ以外にも、微生物がその代謝活性により根系環境を変えて、作物の生育を促進・阻害したり、信号物質による生物間の化学的相互作用で植物・作物が影響を受ける例も知られている。本研究では、さまざまな土の状態（土壌改良材添加のありなし、作物の品種など）や、耕作の方法により作物の生育状況が異なる場合などで、土壌細菌叢の構造がどのように異なるかを調べ、作物の生育に好適な土壌細菌叢を帰納的に導き出そうとする。その手始めとして、土壌の DNA を抽出・分析することにより、土壌細菌叢の構造（存在する菌種・存在比）を調べ始めている。

また、生ゴミ堆肥化（アイルクリーンテック寄居工場）の過程で働いている微生物の構造を同様に調べ、効率的な処理工程を確定する研究も行っている。

22年度後半からは、CREST 研究「地圏熱エネルギー利用を考慮した地下水管理手法の開発」（代表:理工学研究科小松教授）に参画し、深部地下の微生物集団の構造と、人為的攪乱（掘削・熱の注入など）がそれに及ぼす影響の研究を始めている。

5) 次年度の予定

14-1) PJ のタイトル

汚染化学種によるスギ花粉の修飾に関する影響評価

2) 参加メンバー

王青躍（埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科准教授）

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

4) 本年度の成果の概要

近年、黄砂早期飛来が日本全国的に観測され、その同時期にスギ花粉飛散ピークも度々出現している。都市部において、越境汚染で修飾された黄砂が、スギ花粉と接触することで、スギ花粉も修飾され、アレルギーを増悪させる可能性も考えられる。黄砂早期飛来時の花粉症状悪化事例が報道されているが、黄砂との複合影響は全く研究されておらず、予測もできないのが現状である。従って、花粉飛散から人体の呼吸器官への吸収までの間に花粉自体の微小化機構、アレルギー含有粒子の高感度計測、並びに黄砂粒子と汚染化学種の沈着や物理的・化学的修飾・毒性増強、花粉症罹患への黄砂と汚染化学種の複合影響を評価する必要不可欠がある。

本研究では、大気中に 1.1 μm よりさらに粒径の小さなスギ花粉アレルギー粒子が存在することが分かった。微小スギ花粉アレルギー粒子を自然起源由来の OC としてその濃度を測定したところ、数十 ng/m^3 程の濃度になることから、春季のスギ花粉飛散期中のスギ花粉アレルギー含有粒子の OC 濃度への寄与は無視できないことが示唆された。また、スギ花粉粒からのアレルギーの溶出は pH やイオン濃度に影響することが知られており、黄砂飛来した直後の降雨では pH やイオン濃度の上昇がみられたことから、スギ花粉粒からのアレルギーの溶出は、降雨飛来後の降雨によって誘発されることが考えられた。さらに、溶出したアレルギーは黄砂などの鉱物粒子や浮遊粒子状物質に付着し、降雨後の晴れ日に再飛散することで、微小なスギ花粉アレルギー含有粒子に移行して再飛散することが考えられた。アレルギーは水溶性タンパク質であるが、粒子に付着することでアレルギーの粒子化が起こり、体内での保持時間が増加することが考えられている。こうした現象や、都市部に飛来したスギ花粉アレルギーの抗体との反応性の違いが花粉症症状へのアジュバント効果を引き起こすことが示唆され、大変重要な成果を得ている。

・論文等(投稿中を含む)

- a) Wang, Q., Nakamura, S., Lu, S., Nakajima, D., Suzuki, M., Sakamoto, K., Miwa, M., Release behavior of small sized daughter allergens from *Cryptomeria japonica* pollen grains during urban rainfall event, *Aerobiologia*, (under review).
- b) Lu S., Feng M., Yonemochi S., Zhang J., Wang Q., Donaldson K., Physicochemical characterization and cytotoxicity of ambient coarse, fine, and ultrafine particulate matters in Shanghai atmosphere, *Atmospheric Environment*, Vol. 44, in press (2010) (Paper Doi:10.1016/j.atmosenv.2010.09.020).
- c) Yao Z., Feng M., Lu S., Zhang J., Wang Q., Physicochemical characterization and source apportionment of $\text{PM}_{2.5}$ collected in Shanghai urban atmosphere and at atmospheric monitoring background station (Linan), *中国環境科学誌 (China Environmental Science)*, Vol.30(3), pp.1202-1208 (2010) (in Chinese).
- d) Wang Q., S. Nakamura, X. Gong, S. Lu, D. Nakajima, D. Wu, M. Suzuki, K. Sakamoto, M. Miwa, Evaluation of elution behavior and morphological change of *Cryptomeria japonica* pollen grain and release of its daughter allergenic particles by air polluted rainfall, *Air Pollution XVIII*,

Ecology and the Environment, Vol.136, 185-197 (2010) (Paper Doi: 10.2495/AIR100171).

- e) Lu S., Wang Q., Wu M., Feng M., Nakamura S., Wang X. and Yonemochi S., Perspectives on synergic biological effects induced by ambient allergenic pollen and urban fine/ultrafine particulate matters in atmosphere), *中国環境科学誌 (China Environmental Science)*, Vol. 31(9), 2260-2266 (2010) (in Chinese).

5)次年度の予定

今後、花粉アレルゲン放出機構についての調査に加え、黄砂粒子と環境汚染化学種の沈着や物理的・化学的修飾・毒性増強、花粉症罹患への黄砂と汚染化学種の複合影響を評価していく予定である。特にアレルゲンタンパク質の変質と細胞死については部門内の連携を図る。

15-1) PJ のタイトル

植物セルロース等からの高分子・炭素素材への転換（継続）

2) 参加メンバー

王青躍（埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科准教授）

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

4) 本年度の成果の概要

廃棄木質系バイオマスからセルロース等効率的に抽出し、フェノールによる液化、及び化学的な面から液化メカニズムに関する基礎研究ならびに応用研究に取り組んでおり、液化実験は残留物の量が最も少なくなる液化条件から生成された液化物をフェノール樹脂として合成する。最終的にカーボン素材への利用を研究していく。

本年度では、木質バイオマスをエコ素材として利用しようとし、その主成分であるセルロースパウダー、リグニンとそれらの混合物、廃棄木質バイオマスなどを用いて、酸触媒存在下での液化挙動の解析を行った。特に、再縮合の発生する原因を調査するために、実験条件が液化反応中の縮合反応の程度に与える影響について調査した。同時に、問題と視されている液化反応条件と生成物特性との関連性を解析した。また、廃棄された針葉樹と広葉樹を想定した液化実験から、生成物の粘度や分子量の変化、酸触媒関与反応メカニズムなどに関する知見を得ている。

・論文等(投稿中を含む)

- a) Wang Q., Q. Chen, P. Apaer, N. Kashiwagi, Q. Qian, T. Maezono, N. Mitsumura & X. Guo, Characterization of liquefied products from model woody components in the presence of mineral acid catalysts, *Energy and Sustainability, Ecology and the Environment*, in press (2011).
- b) Wang Q., Q. Chen, P. Apaer, N. Kashiwagi, H. Kurokawa, K. Sugiyama, X. Wang and X. Guo, Liquefaction processes and characterization of liquefied products from waste woody materials in different acidic catalysts, *The Sustainable World, Ecology and the Environment*, **Vol.142**, 343-354 (2010) (Paper Doi: 10.2495/SW100321).

5)次年度の予定

今後、これまでの基礎研究を踏まえ、廃木材や林業廃棄物中のセルロース、ヘミセルロース、リグニンの成分定量分析方法を調べ、異なった液化実験からの生成物の分子量分布などの生成物特性に関する研究・評価していく予定である。特にバイオマス成分の評価手法について部門内の連携を強化する。

16-1) PJのタイトル

廃棄植物油凝集選炭による廃棄石炭からの可燃成分回収・燃焼性評価（新規）

2) 参加メンバー

王青躍（埼玉大学環境科学研究センター兼理工学研究科准教授）

3) 資金の種類と金額(本年度の資金額: 直接経費/間接経費を含む金額)

4) 本年度の成果の概要

現在、石炭採掘および選炭過程から、大量の微粉炭(<500 μm)が産出されている。微粉炭は高灰分、低発熱量のため利用価値が乏しく廃棄される。廃棄された微粉炭(微粉廃棄石炭)は、可燃成分を含有し、集積場で自然発火の恐れがあり、大気汚染等の環境問題を引き起こす可能性がある。本研究では微粉廃棄石炭から可燃成分を抽出するため油凝集選炭法を採用し、凝集剤に循環性資源である廃棄植物油を選択した。しかし、廃棄植物油は使用した状況で物性が変化するため、油凝集選炭に悪影響を与える可能性がある。そこで、本研究では、廃棄植物油が選炭へ与える影響を調査することを目的として、廃棄植物油を模擬した油で実験を行った。加えて、植物油・石炭燃料の燃焼特性を調査した。廃棄植物油を用いることで選炭の効率が向上することが示唆され、さらに燃焼特性が改善されたが、植物油の劣化が過度であると、選炭効率が減少するため、使用する際に品質を確認する必要があることがわかった。

・論文等(投稿中を含む)

a) Wang Q., N. Kashiwagi, P. Apaer, Q. Chen, Y. Wang, T. Maezono, & D. Niida, Recovery of combustible matter from waste fine Chinese coals by a waste vegetable oil agglomerating process and its combustion characteristics, *Energy and Sustainability, Ecology and the Environment*, in press (2011).

b) Wang Q., N. Kashiwagi, P. Apaer, Q. Chen, Y. Wang and T. Maezono, Study on coal recovery technology from waste fine Chinese coals by a vegetable oil agglomeration process, *The Sustainable World, Ecology and the Environment*, Vol.142, 331-342 (2010)

5)次年度の予定

III. 講演会等の活動

1. 2010年4月22日, 第6回 IEST セミナー 「Transport of Radionuclides in Unsaturated Fractured Rock : Interacting Imbibition, Diffusion and Sorption Processes ～不飽和亀裂性岩盤における放射性核種の輸送: 浸透・拡散・吸着プロセスの相互作用～」, Dr. Max Qinhong Hu, Department of Earth and Environmental Sciences, University of Texas at Arlington,

概要: 岩盤内の物質移動メカニズム, 特に浸透, 拡散, 吸着現象解明に向けた最新研究紹介. 岩盤中の物質移動把握のための新技術や岩盤の水飽和度と物質移動特性との関連性についての発表

2. 2010年10月28日, 第7回 IEST セミナー 「Subsurface Hydrology and Environment」, 榊利博氏, Center for the Experimental Study of Subsurface, Environmental Processes(CESEP), Colorado School of Mines, Research Assistant Professor

概要 (ABSTRACT): "Soil moisture in the shallow subsurface is crucial for proper decision making in various civil, geotechnical, environmental engineering, and agricultural applications. From the

environmental standpoint, a lot of attention has been paid to problems such as understanding how we conserve groundwater resources and keep it safe, or how contaminant is transported in groundwater and so on. Another type of ground pollution that needs immediate attention but not well-known in Japan is the Landmines buried in the shallow subsurface. Approximately 100 million landmines are buried over the world. Typically, detection of landmines is based on identifying dielectric and/or thermal anomalies at the ground surface. Both dielectric and thermal properties are known to vary with soil moisture. Using the state-of-the-art sensor technologies, we have investigated the thermal properties of soils as a function of soil moisture using of the well-controlled laboratory experiments will be presented as well as extended applications of the soil thermal properties to different engineering problems, e.g., utilizing renewable energy.”

IV. 外部資金獲得に向けた取り組み

1. 申請にかかる補助的活動

1) 浅本晋吾

フランス Oxand 社で海外研修を行っており、今後の共同研究に対する了解を得た。現在は、Oxand 社の CCS(Carbon dioxide Captured and Storage), SAGD (Steam-Assisted Gravity Drainage) のリスク管理プロジェクトに参画し、地下 Well のセメントの長期力学的安定性について解析を行っており、帰国後の共同研究に活かす予定である。

2. 申請した研究費、代表、申請金額、概要(申請研究費別)

1) 小松登志子

- ・日本学術振興会・ニュージーランドとの共同研究 (FRST) 「黒ボク土における撥水性起因の土壤劣化と環境影響評価」、代表、2,500 千円 (採択)

概要：環太平洋域に分布する日本とニュージーランドの黒ボク土を対象として、土壤劣化要因としての撥水性発現機構を解明するとともに、撥水性土壌における物質移動特性を明らかにすることを目的とする。本研究の最終目標は、地球温暖化シナリオに基づき、農地や森林における土壌撥水性発現リスクを適切に評価する手法の確立、撥水性に起因する土壌劣化防止のための土地管理法の提案である。

- ・日本学術振興会 外国人招聘研究者 (短期) 事業 「火山灰土の土壌撥水性発現機構と土壌劣化に関する研究」、代表、31 日間招聘、(採択)

- ・科学技術研究費補助金・基盤研究(B), 「廃棄物処分場覆土における環境影響ガス物質の挙動解析とリスク評価」、代表、19,544 千円 (申請中)

概要：廃棄物処分場埋立地からは、温室効果ガスや埋立廃棄物に起因する揮発性有機化合物が放出する。本研究では、処分場埋立地で生成され、地表境界においてガス態として気散する物質を「環境影響ガス物質 (EIGs; Environmental Impact Gases)」と定義し、EIGs の挙動解明や放出制御、環境リスク評価を目的として、日本・スリランカ・フィリピンの研究機関からなる国際共同研究を実施する。具体的には、各国の廃棄物処分場を対象として、EIGs 動態長期観測システムを構築・導入するとともに、EIGs 移動を定量的に表す物質移動パラメータを実測・モデル化する。これらに基づいて EIGs 運命予測モデルを構築し、

EIGs 放出を制御できる覆土地盤造成法の提案と環境リスク評価を行う。

2) 坂本和彦

- ・科学技術研究費補助金・基盤研究(B), バイオブリケットを核とする地域完結循環型環境保全対策の発展途上国への適用・普及, 5,300 千円/6,890 千円 (採択)
- ・地球環境研究総合推進費, 中国における気候変動対策シナリオ分析と国際比較による対策立案研究—エアロゾル排出係数に関する研究—, 1,846,617 円/2,400 千円 (採択)
- ・共同研究:(財)石油産業活性化センター, 沿道/バックグラウンドの微小粒子生成挙動に関する研究, 4,725 千円(5,250 千円) (採択)
- ・受託研究:(財)日本自動車研究所, 一般環境中で見出されるカルボニル類の自然起源炭化水素からの生成について, 735 千円/1,050 千円 (採択)
- ・科学技術研究費補助金・基盤研究(A), 都市大気微小粒子中のバイオマス起源有機粒子の同定と発生源の評価, 39,500千円/49,970千円 (代表) (申請中)

3) 浅本晋吾

- ・文部科学省科学研究費若手研究(A)「大深度地下重要構造物におけるセメント系材料の長期安定性リスク管理システムの開発」, 代表, 29,696 千円
概要: 大気中二酸化炭素 (以下, CO₂) 濃度の低減に有効な手法の 1 つの CO₂ 地下貯留, 建設・操業がはじまりつつある低レベル放射性廃棄物地下埋設処分のいずれも, セメント系材料の超長期的なバリア性能の確保および予測評価に期待が寄せられている. そこで, 本研究では, リスクマネジメントの観点から地下におけるセメント系材料の長期安定性評価を行うこととする. 予測困難な地下空間の自然, 環境変動に確率変数を用い, 化学, 力学作用の両面から複数解を持つセメント硬化体の劣化予測モデルを構築し, 繰り返し計算のもと各処分のリスクマップを作成することで, 危険度の高いリスクの抽出, さらに, それらのリスクを低減させるために効果的な設計, 管理手法を提案するリスクマネジメントシステムの開発を目的とする.

4) 関口和彦

- ・科学技術研究費補助金・若手研究(B), 超音波と紫外光照射による反応活性霧の発生と空気浄化手法への応用, 代表, 1,100 千円/1,430 千円 (採択)
- ・科学技術研究費補助金・新学術領域研究, 慣性分級捕集を用いた排出ガス中超微小粒子の成分分析と生成成長機構への核粒子の影響, 代表, 2,600 千円/3,380 千円 (採択)
- ・科学技術研究費補助金・基盤研究(A), 室内ナノ粒子の新展開—二次生成ナノ有機エアロゾルの発生・挙動・制御, 分担, 1,130 千円/1,469 千円 (採択)
- ・研究成果最適展開支援事業(A-STEP)(FS ステージ 探索タイプ), 超音波と固体酸触媒を併用したセルロース糖化手法の開発, 代表, 1,300 千円/1,600 千円 (採択)
- ・科学技術研究費補助金・基盤研究(C), 光とオゾンを利用した高効率な液相系光触媒分解手法の開発とそのシステム化, 代表, 2,230 千円/2,899 千円 (申請中)
- ・科学技術研究費補助金・新学術領域研究, 大気中超微小粒子成分を指標とした発生源影響評価とアジア地域におけるフィールド観測, 代表, 3,000 千円/3,900 千円 (申請中)
- ・科学技術研究費補助金・基盤研究(A), 室内ナノ粒子の新展開—二次生成ナノ有機エアロゾルの発生・挙動・制御, 分担, 1,130 千円/1,469 千円 (申請中)
- ・科学技術研究費補助金・基盤研究(A), 時間分解能と成分解析を向上させた都市/郊外大気

の微小・ナノ粒子の動態と起源の解析, 分担, 11,785 千円/15,320 千円 (申請中)

- ・環境省環境研究総合推進費(革新型研究開発領域課題若手枠), 土壤中 VOC 成分の熱脱離後処理技術としての高効率な水相系光触媒分解システムの構築, 代表, 4,288 千円/5,574 千円 (申請中)

5) 小竹敬久

- ・科研費 (若手 B), 小竹敬久, H22~24, 320 万円, タイトル: 高等植物における GDP-グルコース合成経路とその役割の解明 (採択)
- ・科研費 (新学術・公募), 小竹敬久, H23~24, 800 万円, タイトル: 植物の環境感覚における AGP の分子機能の解明 (申請中)

6) 濱本昌一郎

- ・日本学術振興会・アメリカとの共同研究 (NSF) 「地質媒体の間隙構造を考慮した物質輸送係数予測手法の開発」, 代表, 2,500 千円 (採択)

概要: 表層から深層に至る地質媒体中の水・溶質態・ガス態物質輸送の理解は, 地質媒体を介した様々な物理現象を把握および予測する上で極めて重要である. また, 地質媒体中の間隙構造を考慮した精度の高い物質輸送係数予測モデルの構築は, 地質媒体内の物質輸送を正確に把握・予測する上で必要不可欠である. 本研究の目的は, 地質媒体の間隙構造の直接観察および定量化に基づき, 表層から深層に渡る地質媒体を対象として簡便かつ精度の高い物質輸送係数予測手法を提案する

7) 大西純一

- ・共同研究「環境に優しい生ゴミ堆肥化を目指して」アイルクリーンテックから 40 万円受け入れ (採択)
- ・「未来の科学者プログラム」で, 高校生を研究室に受け入れて実験させる. (採択)
- ・科学技術研究費補助金・基盤研究(C), 土壤微生物の集団構造と作物の生産性の関係 H23 年度~ (申請中)

8) 王青躍

- ・文科省科研費新学術領域研究(領域提案型) (H20-24) 都市部での飛散スギ花粉と黄砂の修飾影響の評価 (王青躍) (5,350 万円, 間接経費込) (採択)
- ・科研費挑戦的萌芽研究 (H21-22) 生体分子間相互作用を利用した有機エアロゾルの化学性状計測法の開発 (王青躍) (320 万円) (採択)
- ・埼玉県産業技術総合センター受託研究(H21-22) 空気の渦流れを利用するバイオマスと石油の異種燃料燃焼器の開発 (王青躍) (540 万円) (採択)
- ・科研費基盤研究(B)(H22-24) 中国モデル都市の有機性廃棄物における非化石燃料・複合素材の資源化技術への適応普及 (王青躍) (1,650 万円) (採択)
- ・総合研究機構プロジェクト(一般研究), (H22) 大気汚染物質によるスギ花粉アレルゲン Cry j 1 の変性に関する基礎研究 (王青躍) (50 万円) (採択)
- ・科学技術研究費補助金・基盤研究(B), 都市浮遊花粉アレルゲン含有の複合的微小粒子の生成・変性・吸入毒性の分子レベル解析, 5,720 千円/19,980 千円 (代表) (申請中)
- ・科学技術研究費補助金・科研費挑戦的萌芽研究, 大気バイオエアロゾルの分子性状と排出挙動を把握するその場での高速計測技術への試み, 2,500 千円/5,000 千円 (代表) (申請中)

V. 次年度の活動計画・予定

1. 次年度の目標
2. 研究活動
3. 講演会等
4. 外部資金獲得に向けた取り組み