

金沢大学 自然計測応用研究センター

Institute of Nature and Environmental Technology

Kanazawa University
Japan

K-INET
平成18年度

年報



2006

<http://k-inet.ee.t.kanazawa-u.ac.jp/>

目 次

卷頭言	1
活動報告	
1. センターの活動	2
2. 組織と運営	
研究組織	8
センター教員会議構成メンバー	9
センターの構成	9
3. 研究・運営活動（一年間の研究概況）	
自然計測研究部門	11
エコテクノロジー研究部門	15
生物多様性研究部門	18
人間計測制御研究部門	22
4. 研究成果リスト	
自然計測研究部門	27
エコテクノロジー研究部門	40
生物多様性研究部門	51
人間計測制御研究部門	60
5. 研究費	
自然計測研究部門	70
エコテクノロジー研究部門	71
生物多様性研究部門	72
人間計測制御研究部門	73
6. 研究指導	
自然計測研究部門	75
エコテクノロジー研究部門	76
生物多様性研究部門	77
人間計測制御研究部門	78
7. その他	81
研究報告	84

卷頭言

自然計測応用研究センターの改名・改組

自然計測応用研究センター長 木村繁男

自然計測応用研究センターは2002年の4月に発足し、2007年3月で丁度5年が経過したことになる。この間、本センターでは環境計測に関する研究とバイオに関連する研究を二つの大きな柱として、研究を推進してきた。このため2007年度には外部からの審査委員を招いて、何らかの形で中間評価を行う計画について話し合っていた。ところが、2006年の11月にセンターの改名・改組の問題が突然持ち上がった。このような話が出てきた経緯をここで簡単に説明しておきたい。ご存知のように、本センターが発足した2002年の暮に、自然科学研究科地球環境科学専攻の早川和一教授をプロジェクトリーダーとする「環日本海域の環境計測と長期・短期変動の予測」が21世紀COEプログラムに採択された。そのため、本センターから多くの構成員が事業担当者としてCOE研究の推進に加わることになった。そのCOEプロジェクトもわれわれのセンターと同じ5年が経ち、2007年3月で終了することとなる。これを受けて、次期COE（グローバルCOE）申請のための会議が何度か持たれ、その会議の中から、21世紀COEプログラムの成果として目に見える形を大学に残したいという意見が強く出された。もともとCOE終了後は当センターが研究遺産の受け皿になることが決まっていた経緯もあり、センターを改名・拡充しCOEの成果とすることになったわけである。新しいセンターの名称はCOEのプロジェクト名から取って「環日本海域環境研究センター」とすることが決まった。実質的改組としての大きな柱は、これまで学内施設として存続してきた「環日本海域研究所」を新研究センターの一つの研究領域として取り込むことになったことである。この改組により新研究センターは自然科学系だけでなく、人文社会科学系の研究分野もカバーすることになる。

このような改組と平行して、環日本海域の諸国に金沢大学の海外分室をつくり、共同研究の拠点として活用することになった。このような流れの中で、2007年1月には、韓国釜山にあるPukyong National Universityとの大学間協定の締結と金沢大学分室の開設がなされた。また中国の日本海沿岸に近い延辺大学との大学間協定も締結された。これらは何れも当センターが中心となって進めたものである。2007年度には中国科学院大気物理研究所との部局間協定、ロシア科学アカデミー極東支部との協定締結も予定されており、それぞれの研究機関に金沢大学の分室を開設する計画である。したがって、これから大きな課題は、これら海外分室を有効活用し、実質的に共同研究や大学院の研究成果を上げられるかである。その一端はわれわれセンター構成員の双肩にかかっていることは言うまでもない。

1. センターの活動

1) 1年間の活動概況

項目	行事名称（開催日等）
国際ワークショップ・シンポジウム	<p>1) 第1回応用電磁力とメカニズムに関するアジア－太平洋シンポジウム、シドニー、2006年7月20～21日、約160名</p> <p>2) 国際シンポジウム／一般公開講演会「カンボジアの人と自然－生物多様性調査と遺跡保存修復事業の現場から」、2006年9月3日、金沢大学サテライトプラザ、約50名（うち国外からの参加者9名）。</p> <p>3) 国際研究集会および野外見学会「カンボジアのトンレサップ湖における生物多様性維持機構の評価」、2006年9月4～6日、金沢大学総合教育棟、滋賀大学臨湖施設ほか、約20名（うち国外からの参加者7名）</p> <p>4) 国際会議「半乾燥・湿潤地域の環境変動と地表プロセス」ウランバートル、モンゴル、2006年6月9～11日、91名（うち国外からの参加者56名）</p> <p>5) 国際学術会議 第4回「東北アジア環境保護回復」中国、吉林省、2006年7月23～30日</p> <p>6) 国際シンポジウム「東アジアの大気環境汚染と健康・生態系への影響」東京大学、2006年9月23日、67名（うち国外からの参加者6名）</p> <p>7) 国際シンポジウム「東アジアの大気環境汚染と健康・生態系への影響」金沢大学、2006年9月25日、80名（うち国外からの参加者3名）</p> <p>8) 第3回目韓国国際ワークショップ「東アジアにおける現代の地球表層プロセスと歴史時代の環境変動」、ソウル、韓国、2006年9月26～30日、150名</p> <p>9) The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas – The daybreak of Paleoenvironmental dynamics –, Nagoya, Japan, 2006年12月5～9日、約200名</p> <p>10) 第2回目中合同シンポジウム、2007年1月30日、金沢大学、31名（うち国外からの参加者9名）</p> <p>11) 環日本海環境セミナー、2007年3月5日、金沢大学、約30名</p>
研究会等の開催	<p>1) バイオサイエンスシンポジウム（第8回：平成18年8日、金沢大学自然科学研究棟、約35名；第9回：平成19年3月14日 金沢大学医学部新解剖実習棟、約40名）</p> <p>2) 環日本海環境戦略研究機構会議（第4回：平成18年6月1日、金沢大学、第5回：平成18年11月7日、金沢エクセルホテル東急）</p>
社会教育を目的とした実習・講義	<p>1) 王立プノンペン芸術大学考古学部特別講義「カンボジアのトンレサップ湖ならびにメコン河下流域における過去2万年間の環境変遷史」、2006年6月12日、王立プノンペン芸術大学、プノンペン市、カンボジア、対象：考古学部3年生50名</p> <p>2) マヒドゥ大学カンチャナブリ校地球科学コース特別講義「カンボジアのトンレサップ湖ならびにメコン河下流域における過去2万年間の環境変遷史」、2006年8月3日、マヒドゥ大学カンチャナブリ校地球科学コース、カンチャナブリ市、タイ王国、対象：理学部地球科学コース学部3年生50名</p> <p>3) マヒドゥ大学カンチャナブリ校地球科学コース演習「海底堆積物の処理・解析方法」、2006年8月4～5日、マヒドゥ大学カンチャナブリ校地球科学コース、カンチャナブリ市、タイ王国、対象：理学部地球科学コース学部3年生</p>

	生 50 名 4) 金沢市教育委員会平成 18 年度中学校理科学教育専門家招聘事業講師「地層と化石」，金沢市立大徳中学校，2006 年 9 月 28 日，90 名 5) 金沢市南小立野小学校父母会「大桑層の化石採集会」，2006 年 9 月 30 日，100 名 6) 上智大学グローバルスタディズ研究科集中講義（非常勤講師）「カンボジアの自然環境」，2007 年 3 月 2~4 日，シェムリアップ市，カンボジア，対象：同研究科大学院生ほか，15 名 7) (社) 東京地学協会见学旅行案内・現地指導「トンレサップ湖とメコン河をたずねる」，2007 年 3 月 10~15 日，プノンペン市・シェムリアップ市，カンボジア，25 名 8) 2006 年度環境サマースクール ロシア・バイカル湖巡検、2006 年 8 月 5~12 日、バイカル湖・イルクーツク、ロシア、31 名 9) スーパーサイエンスハイスクール「臨海実習」 *石川県立七尾高校，42 名，2006 年 6 月 31 日～7 月 1 日 *福井県立藤島高校，25 名，2006 年 7 月 15 日～7 月 17 日 10) 金沢子ども科学財団「海の自然学校～臨海実習」8 名，2007 年 3 月 24 日～25 日
その他	1) 公開臨海実習（対象：全国の国公立及び私立大学の学部学生）9 名，2006 年 8 月 20 日～8 月 26 日

2) 中国延辺大学と大学間交流協定を締結

自然計測研究部門 柏谷健二

金沢大学では 2007 年 1 月 31 日に、中国吉林省の延辺大学の朴副総長を初め 2 名の教授を招いて大学間交流協定を締結しました。今回の大学間交流協定は、環境問題を共同研究する両校の研究交流実績を基盤として締結されたものです。延辺大学とは共通する多くの分野があるため、実質的で高度な交流が期待されています。1 月 30 日には大学間協定を結ぶことを記念して、金沢大学自然計測応用研究センター、金沢大学 21 世紀 COE プログラム「環日本海」、延辺大学によって国際ワークショップ「北東アジアの地表プロセスと環境変動」が開催され、両大学の共同研究や教育についての提案など、今後の交流について議論されました。和やかな雰囲気の中、日本語・英語・中国語・朝鮮語が飛び交う、まさにアジアのつながりを感じさせるものでした。31 日の巡査では、金沢市内や能登の地形的な特徴を案内した他、角間の里山での活動の紹介も行いました。



国際ワークショップ「北東アジアの地表プロセスと環境変動」



巡査での記念撮影

3) 公開臨海実習開催報告

生物多様性研究部門臨海実験施設 鈴木信雄

受講生は1) 海産動物を種々の方法で採集し、種を同定する採集コースか、2) カルシトニンというペプチドホルモンを例にとって生化学・分子生物学の基礎技術の習得コースかのどちらか1つを選択する。今年も様々な大学から受講生が集まり、1) は5名、2) は3名参加した。1) では、磯採集、地引網、乗船によるドレッジ採集、付着生物の採集、魚釣り、プランクトンネットによる採集等によって、如何に海には多様な生物が生息しているかを肌で感じ取ってもらった。また、採集した動物を分類し、スケッチを行ったので、様々な動物の特徴も教えることができた。さらに海の生物についてのスライド上映もあり、学生の海洋生物に対する理解を深めることができた。一方、2) では高速液体クロマトグラフィー、ウェスタンプロット、ウナギの肝臓からのDNAの抽出・精製、ゲノムDNAのPCRなどを通して、分子から見た多様性を遺伝子及びタンパク質レベルの両方から理解してもらった。なお、2) のコースを受講した学生の実験は、すべて成功した。実験の原理から教えたため、理解しやすかったという感想があった。また実習の他に1) 及び2) のコースごとに、講義も行い、動物の種の多様性についての知識を深めた。さらに、今回は Wichan Magtoon 博士（タイ国スリナカリンウイロット大学準教授）による魚類（特にメダカ）の分類学についての講義があり、分類学の基礎やタイ国のメダカの特徴等についても学ぶことができた。なお、英語で講義をしていただいたので、英会話の勉強にもなったと思われる。

4) 第8，9回バイオサイエンスシンポジウム開催報告

人間計測制御研究部門 山田外史

平成18年度はバイオサイエンスシンポジウムを第8回を平成18年12月8日、第9回を平成19年3月14日に開催した。このシンポジウムは、バイオサイエンス関連の研究の交流と企業への情報提供を目指し、自然計測応用研究センターを含めた6機関（自然計測応用研究センター、学際科学実験センター、工学部、理学部、薬学部、共同研究センター）の共催により開催しているものである。学内外から第8回は約35名、第9回は約40名の参加者があった。

第8回は「磁性ナノビーズの環境・医用応用」、第9回は「ヒト疾患も出るマウスを用いた研究」をテーマに合計8件の基調講演、一般講演があり、参加者からは活発な質疑応答が行われた。以下は講演プログラムである。

第8回バイオサイエンスシンポジウム

2006年12月8日、金沢大学自然科学研究科

1. 基調講演「磁性ナノビーズの創生と応用」 東京工業大学大学 教授 阿部 正紀氏

2. 「デキストランマグネタイトを用いた誘導加温ハイパーサーミアの開発」

金沢大学 機関研究員 池畠 芳雄 氏, 副学長 長野 勇 氏

3. 「肺癌に対する新しい治療戦略としての誘導加温」

金沢大学 医師 新屋 智之氏, 講師 笠原 寿郎氏

4. 「微細針形状磁気センサによる磁性流体の濃度検出」 金沢大学 教授 山田 外史氏

第9回バイオサイエンスシンポジウム

2007年3月14日, 金沢大学医学部新解剖実習棟

1. 「遺伝子操作マウスを用いたグルタミン酸受容体の機能解析」 富山大学 教授 森 寿氏

2. 「モデルマウスを用いた脊髄小脳変性症の病態解明と遺伝子治療法の開発」

群馬大学 教授 平井 宏和氏

3. 「マウス腎臓病モデルを用いた発症・進展機序の解明と治療戦略の構築」

金沢大学 部長 和田 隆志氏

4. 「糖鎖不全によるIgA腎症モデルマウスの開発と発症機構の解析」

金沢大学 教授 浅野 雅秀氏

5) 第1回応用電磁力とメカニズムに関するアジア-太平洋シンポジウム開催報告

人間計測制御研究部門 山田外史

2000年から3回にわたって開催された日本-オーストラリア-ニュージーランド合同セミナー(JANZS)が、アジア太平洋地区での日本AEM学会のオーガナイズするシンポジウム(金沢大学、シドニー工業大学共催)としてリニューアルしてAsia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics 2006(APSAEM2006)として開催した。シドニー工業大学のJ. G. Zhu教授の議長として尽力され、アジア・太平洋地域の各国から多数の参加者があり、盛大な会議になり大成功であった。

本学会は、電磁現象、低周波・高周波の電子機械装置、通信機器等に関する最近の研究成果の発表を通して、アジア・太平洋地区での研究交流を目指す。今回、アジア・オセアニア地域を中心に多くの国からの発表があった。講演発表者の国の多い順に、オーストリア、中国、日本、台湾、ニュージーランド、イラン、シンガポール、韓国、タイの9カ国から140件の発表であった。特に中国からの投稿(41件)が目立った。また、台湾からの件数も11件あり、特に案内をしたわけでもないが、台湾からの参加者に聞いてみると研究者間の連絡でシンポジウムの情報を得たとのことである。Asia-Pacificと冠に負けないアジア・オセアニア各国からの発表があった。

大会中、国際運営委員を開催し引き続き開催を継続するとともに、次回の開催地について審議した。その結果、提案のあったタイ・バンコックのモンクッド王立大学での開催案が承認された。モンクッド王立大学も了承の案内があり、2008年7月頃(予定)をめどに開催することになった。



シンポジウム参加者（シドニー工業大学構内）

2. 組織と運営

1) 研究組織

自然計測研究部門

地球環境システムの構造や変化を明らかにするため、陸域堆積物（風成堆積物・湖沼堆積物）などを対象とした物理・化学測定および解析を行う。特に極低レベルの放射能測定および同位体比の測定を含む最新の高感度・高精度分析測定技術に基づく測定・解析を進める。その成果を予知・予測に生かすとともに、地球環境科学、地球化学の新研究領域の開拓を目指す。

エコテクノロジー研究部門

限りある資源とエネルギーの有効利用、および自然環境の保全のため、大気環境計測技術の開発とその実用化、自然界のエコエネルギー源の計測並びにその要素技術の研究開発、日本海東縁部と東南アジアの環境変遷に関する研究を行い、自然環境の保全技術の開発と環境に優しい産業活動の創出に貢献する。

生物多様性研究部門

日本海および北陸地域に生息する“生物の多様性”と“環境の多様性”的相互関係、環境の自然および人為的変動が生物の多様性に及ぼす影響をミクロな遺伝子からマクロな生態学までの種々の手法を用いて解明する。

人間計測制御研究部門

ヒトを取り巻く電磁界、有害化学物質、騒音等のストレスの計測技術の開発を行い、環境保全、産業活動の安全管理、環境産業の創出並びに人類の健康な生活の維持に貢献する。

自然環境情報部門

ユーラシア東部・環日本海域自然環境情報の統合とデータベースの構築、陸域大気水圏（雪氷圏を含む）情報、リモートセンシング情報の集約と分析を進める。

人間環境情報部門

ユーラシア東部・環日本海域の地理環境、人間環境に関する各種の情報の集約と分析、提言、データベースの構築を行う。

2) センター教員会議構成メンバー

センター長 木村繁男

教授：小村和久，柏谷健二，山本政儀，岩坂泰信，木村繁男，中村浩二，笛山雄一，
清水宣明，山田外史

助教授：長谷部徳子，塚脇真二，木下栄一郎，田中志信，青木賢人、田中茂雄

3) センターの構成

自然計測研究部門

教授 柏谷健二，小村和久，山本政儀

客員教授 熊谷道夫

助教授 長谷部徳子

客員助教授 佐藤努

助手 濱島靖典，井上睦夫，福士圭介

研究員・協力員 村田祥全，青田容明，N. Muguntha Manikandan，落合伸也

技術職員等 中本美智代，西川方敏

エコテクノロジー研究部門

教授 岩坂泰信，木村繁男

客員教授 福岡大学理学部教授 林政彦

准教授 塚脇真二

助手 小林史尚

研究員・協力員 坂野健夫，古内正美，畠光彦

技術職員等 洪 天祥

生物多様性研究部門

教授 中村浩二，笛山雄一

客員教授 西川輝明

助教授 木下栄一郎

助手 鈴木信雄

研究員・協力員 田辺慎一，木村一也

技術職員等 又多政博，曾良美智子，涌村聰

人間計測制御研究部門

教授 清水宣明，山田外史

客員教授 春山哲也（九州工業大学）

助教授 田中志信，田中茂雄

助手 柿川真紀子

技術職員等 橋本松進, 山田彩子

研究員 Dr. Chomsuwan Komkrit, 高木圭子

協力員 細野隆次（医・教授）, 山越憲一（自然研・教授）, 萩野千秋（自然研・助手）,
原田真市（医・助手）, 中林肇（保健管理センター）

自然環境情報部門

客員教授 谷 伸

人間環境情報部門

兼任助教授 青木賢人

事務担当

田中 嘉憲（金沢大学角間南地区事務部学生課副課長）

上地 進（金沢大学角間南地区事務部総務課人事係長）

3. 研究・運営活動（一年間の研究概況）

自然計測研究部門

【地球環境システム分野】

地球環境システムの構造や変化を明らかにするために、陸域生成鉱物・堆積物などを対象とした物理・化学測定および解析を行った。また自然環境を実験室に再現するための実験水路の利用も行った。最終年度をむかえた21世紀COEプロジェクト（環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測）の遂行を中心に、環日本海域の環境システムの解明に主眼をおくとともに、次世代のプロジェクト立案を視野にいれた予備的な調査研究も行った。

1) 観測に基づいた現在の環境システムの評価

東アジア地域の環境を広域的に研究するにあたり、日本・および韓国で、環境システムの変動を代表する変動要素を湖沼域で研究することを目的として、その変動を支配する要因に関する研究を行った。日本・琵琶湖ではセディメントトラップを用いた調査を約一ヶ月毎に行うとともに、トラップ設置地点での水温の鉛直分布とトラップ位置での水平流速の連続計測(10-20分毎)，およびトラップで捕集した試料の物理(堆積速度・粒子径)・化学(有機物起源シリカ)分析を行い、調査地域における気象データセットと合わせて、どのような環境システムが、変動要素の応答を促しているかを調べた。特に短期的な季節変動に関して詳細に議論した。これまで約3年間に及ぶ継続的な現地調査に基づく結果から、湖底泥の再浮上に伴うトラップ内への粒子の流入が、捕集堆積物の季節変動特性に寄与しているであろう事を推定し、これと系外からの流入を分ける事が堆積過程を推定する際の重要な問題の一つである事を明らかにした。底泥の再浮上がどんな場合にどの程度引き起こされるのかは、湖底泥の物理状態(特に含水率)と潮流の強さに依存するが、台風イベントなどの強風によって生じる湖底の応力は通常観測される状態より更に大きくなる可能性があり、それに伴う物質の鉛直輸送も促進され得る。気象観測データから得た風速と湖底に設置したトッラップから得た堆積速度の関係を見ることによって、風の影響が(その強弱にかかわらず)湖底付近により強く現れている事が分かった。またトラップ堆積速度と降水量との対応については明瞭な変動傾向は見られなかつたが、豪雨を伴う台風の時期には部分的な対応が示され、この事から、梅雨時期の降雨よりもむしろ台風を伴う時期の豪雨の方がより湖底の堆積環境に影響を与えるであろう事が示唆された。現時点では、強風による湖底泥の巻上げという、いわば内部生産的な要因がトラップ堆積物の季節変動特性に対して支配的であるように見えるけれども、降雨による流域侵食から始まる湖底までの運搬プロセスを解明するためには、降雨が湖底堆積環境へ及ぼす影響を評価する必要がある。しかしながら、琵琶湖周囲には一級河川だけでも120本近く存在する事や河川以外の表面流の存在を考えると、降水に伴う流入までの土砂運搬プロセスは複雑であり、風による湖底環境の乱れに対して更に定量的な検討を加える事で変動要因を切り分けていく必要があることが示唆された。

同様に韓国でもセディメントトラップを用いた調査を行い、気象のみならず周辺の地形・地質を考慮して変動要素の支配要因を吟味した。これについては研究報告にて詳細に述べられている。

2) 環境システムの変動の評価をめざした実験水槽製作

自然界では複雑に絡み合っている変動要因を、要素にわけて吟味するために、実験水槽を用いて水理条件をコントロールした上で、土砂流入量と土砂流出量の関係を明らかにすべく実験を行った。流域の水文環境（降水強度、河川流量）と河川運搬土砂の物理特性（粒度分布、土砂運搬量）との関係の解明を目指し、主に実験的手法によって研究を行った。具体的には河川を模した人工水路による土砂の運搬実験、および土砂運搬の数値シミュレーションを行った。この実験においては水路中の土砂運搬量を計測する手法の開発を行い、水路実験に柔軟に対応できる汎用センサーを用いた土砂濃度測定法の導入を行った。

3) 環境システムの変動の評価

環境システムがどう変動してきたか、また今後どう変動していくかを評価する最適の方法は、過去からの長期的な連続観測である。しかしながら過去起こったことを観測することは不可能であるため、環境システムを代表すると思われる何らかのプロキシを得、そこから当時のシステムを類推し、変動史を組み立てことになる。本部門では、琵琶湖、ロシア・バイカル湖、モンゴル・フズスグル湖といった、東アジア地域の湖から採集されたコアの分析により古環境変動記録を構築し予知予測につなげる研究を行っている。またコア試料に堆積年代を設定すべく放射年代測定法に関する実験も行った。バイカル湖の湖沼堆積物を試験的に利用してルミネッセンス年代測定を適用した。ルミネッセンス年代測定は、環境放射能によって鉱物粒子に蓄積する放射線損傷の量を蛍光（ルミネッセンス）として観察し、年間線量と蓄積線量の関係から年代を求める手法である。年間線量の決定には放射性同位体の濃度測定が必要である。その測定をレーザープラズマ質量分析法により行う実験手順を考案した。得られた年代値は大幅に若返っており、試料の移送、保管、また実験手順の確立など、課題が多いことが示された。

【同位体地球科学分野】

本研究分野は、放射性及び安定同位体を精密に測定し、物質の時間的・空間的分布や移行挙動の地球科学的解析を行うほか、放射性同位体をトレーサーとする研究領域の開拓を目指すことを目的としている。本年度は放射性核種をトレーサーとする地球化学研究に焦点を当て、①環日本海に於ける自然及び人為起源物質の大陸からの輸送過程、②湖沼堆積物中のウラン、トリウム同位体組成変動からの流域環境変動解析、さらに③日本海沿岸海水の同位体情報から、日本海を取り巻く海水循環の調査を行った。また、従来からの④旧ソ連核実験場セミパラチンスク周辺の放射線影響研究、さらに今年度から新たに白山周辺における温鉱泉の同位体地球化学的研究も実施した。

1) 大陸からの汚染物質の長距離輸送（21世紀 COE プロジェクト）

我が国は、極東アジアの中緯度に位置するため、ジェット気流に伴う偏西風が卓越し、風上側のアジア大陸から日本海を経由して多量の自然・人為起源物質が日本列島さらに太平洋に輸送される。これらの輸送の実態把握と将来予測は気候変動の面からのみならず、黄砂を始めとする鉱物エアロゾルについては海洋への一次生産への影響評価の面からも重要視されている。当実験施設のある石川県辰口町で一月毎に採取している 10 数年継続の降下物試料を用いて放射性核種、①成層圏起源の ^{7}Be 、②主に大陸起源の ^{210}Pb 、③土壤起源の ^{40}K および ^{137}Cs 降下量の長期観測を実施している。これらの放射性核種は、大

気エーロゾル、鉱物粒子(黄砂も含めて)の大蔵から日本への輸送過程を解明する有用なトレーサーでありデーターの蓄積を図っている。

2) 湖底堆積物から環境変動解析 (21世紀 COE プロジェクト)

自然-人間系の相互作用の結果としての環境変動変遷史の記録計として、地域の集水域を含む湖沼系を取り上げ、その湖底堆積物コアから過去数百年の自然変動と人間活動による環境変動を解読する時計を提示しその有効性を検証することを目的としている。湖底堆積物は、過去における流域の変動や湖内で生息した生物などの気候変動に絡む物理、化学、生物的変化をそれぞれの化石として記録している。化学成分は堆積後、続成作用の影響を受けるものがあり、堆積当時を保存しているとは限らない。しかし基礎的な研究・検討を通じての適当な手法を用いれば、化学成分からも堆積環境変動解析が可能である。具体的には、従来の堆積物の物理・化学的測定に加えて、新規に堆積物中の天然放射性元素ウラン(トリウム)同位体を指標にする。特に堆積物中のウランは、河川から流入する岩石・土壤に由来する成分と、湖内で溶存する成分が沈降堆積したものを含み、両者の含有割合が気候変動などによって大きく変動することが期待できる。数年前から陸域環境で気候変動に最も鋭敏なユーラシア東部を中心に、バイカル湖およびフズスグル湖で採取した long- 堆積物 core コアを用いてウラン(トリウム)同位体組成変動からの環境変動解析を検討している。また併せて堆積年代への応用も試みる。

3) 日本海沿岸海水における $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の研究 (21世紀 COE プロジェクト)

日本海沿岸海域は、豊富な漁場を多くかかえている一方で、原子力発電所事故やタンカー座礁事故など人為的な汚染物質の流入、さらにはエチゼンクラゲの被害など、様々な問題に直面している。最近では地球温暖化とともに日本海の環境変化も懸念されるようになった。これら諸問題に対処するにあたり、沿岸域の海水循環に関する情報は不可欠である。本研究の結果、初夏に最小値を示す(主に 5.75 年と半減期の短い ^{228}Ra 濃度の変動を反映する) $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動が、日本海沿岸分枝の入り口である対馬東水道および対馬沿岸分枝の通り道である松江、能登半島、さらには新潟の沿岸海水でもみられることが明らかになった。対馬沿岸分枝海水の供給源としての $^{228}\text{Ra-rich}$ な東シナ海大陸側浅層海水と $^{228}\text{Ra-poor}$ の黒潮海水の混合比の季節的な変化を反映していると考えられる。東水道から新潟にいたる季節変動のズレから沿岸分枝の平均流速は、およそ 20 cm/s と見積もられる。

4) 旧ソ連核実験場セミパラチンスク周辺の放射能汚染と住民への被曝線量評価

21世紀の環境科学に課せられた最大の課題は、世界中に創りあげてきた環境問題、すなわち負の遺産の複雑現象を科学的に学び、将来に向けた新たな解決策を提示することである。こうした中、核被災や 10 年前から始まる劣化ウラン被災の住民、環境は最たるものである。旧ソ連の核実験場セミパラチンスクでは、450 回以上の核実験が行われ、それによって数十万とも言われる周辺の住民が外部および内部からの長期の低線量率被曝を受けてきた。1994 年以来、住民への放射線影響の基礎となる被曝線量評価、特に放射能汚染状況の把握と外部被曝および内部被曝線量評価を重点的に行っている。

5) 白山周辺における温鉱泉の同位体地球化学的研究

白山は石川県と岐阜県の県境に位置する第四紀の活火山である。白山はその火山活動に 450 年の周期(活動期 100~150 年、休止期 300 年)があり、最後の噴火からすでに 340 年以上経過していることから白山が次の周期に移行しつつある可能性があると指摘している。最近、白山下海拔-10~-14 km にマグマの存在が示唆され、白山の微小地震の多発に伴って、将来懸念される噴火とも関連してその火山活

動についての基礎研究の重要が高まっている。白山周辺には多数の温鉱泉が点在しているが、溶存成分からの地球化学的考察がなされているのみで、起源・成因についての同位体地球化学的な研究報告例はない。本研究では、白山周辺における温鉱泉について、溶存成分に加えて水素・炭素・酸素・硫黄同位体比、およびウラン・ラジウム同位体比を測定し、同位体地球化学的な視点から白山周辺における温鉱泉の水の起源と成因、火山活動と関係する温泉の有無を明らかにすることのみならず、将来懸念される白山の火山活動に備え、現時点での白山周辺における温泉水の基礎データを蓄積することを目的に研究を進めている。

【極低レベル放射能計測システム開発分野】

1) 極低バックグラウンド検出器の購入

5年計画「極低レベル放射能測定による新研究領域開発と全国共同利用微弱放射能測定拠点の形成」の2年度目に当り、文科省特別教育研究経費980万円と学長特別研究経費980万円の交付をもとに尾小屋地下測定室の整備を行った。大型設備として電気冷却式の極低バックグラウンド井戸型ゲルマニウム検出器を購入した。納入が遅れたため尾小屋への移設を次年度当初にすることとした。

2) 大気中放射性核種の同時・高時間分解能測定（21世紀 COE プログラム）

COE プログラム最終年度事業として、大気中放射性核種²¹⁰Pb(半減期 22.3 年), ²¹⁰Po(138 日), ⁷Be(53.3 日)及び²¹²Pb(10.6 時間)の変動の高解像度解析を継続し、9月には3時間間隔での集中観測を実施した。研究成果は COE 最終報告書および博士論文にまとめた。雨水中に存在する短寿命宇宙線誘導核種¹⁸F(109.7 分), ²⁴Na(14.96 時間), ²⁸Mg(20.9 時間), ³⁸Cl(38 分), ³⁹Cl(56 分)と比較的半減期の長い⁷Be, ²²Na(2.60 年)の測定のための基礎データとして種々イオン交換樹脂による回収率の比較、25m²の大型シートによる捕集法試験を行った。研究成果を J. Environmental Radioactivity 誌に発表した。

3) 残留放射能測定の新展開

中性子誘導核種^{108m}Ag(418 年)による原爆中性子評価法の開発計画に対し放射線影響協会から助成を受けた。長崎原爆で 2.6km 地点で被爆した銀スプーンの測定を行ったが、検出は出来なかった。昭和 30 年代に発行された 100 円銀貨の^{108m}Ag 濃度を測定し年による濃度に大きな違いが存在することを確認した。

4) その他のプロジェクト

海水中に存在する極微量の人工放射性核種¹³⁷Cs(30.5 年)の海水循環の研究(気象研からの受託研究として共同で推進)で 250 試料を測定した。2006 年 11 月に気象研究所(つくば)で開催の国際ワークショップ SHOTS(Southern Hemisphere Ocean Tracer Study: 代表者 気象研 広瀬勝己)で発表した。若狭湾エネルギー研究センターより、甲殻類の年齢測定の依頼受け共同研究を開始した。日本アイソトープ協会理工学部会常任委員として「超低レベル放射能測定専門委員会」の委員長をつとめ、「RADIOISOTOPES」誌 2006 年 4 月号から 11 月号にかけて 9 回の連載講座「超低レベル放射能測定の現状と展望」を発表した。

エコテクノロジー研究部門

【環境保全システム分野】

本分野では、大気エアロゾルの機能、特に地球環境から見た機能の解明、あるいは大気環境計測技術の開発とその応用、などを行っている。とりわけ近年注目されることが多くなった黄砂を対象として多面的な研究を行っている。本年度は、以下の研究課題を取り組んだ。

- 1) 黄砂の発生源地域の地形的・局地気象的特長と黄砂の長距離輸送との関係
- 2) 黄砂の輸送途中に生じる黄砂粒子表面の物理化学的变化
- 3) 長白山プロジェクトの準備
- 4) 国際プロジェクト、Anthropogenic Brown Cloud(ABC)プロジェクトへの参加、韓国気象研究所の研究グループとの共同気球観測実施。
- 5) 国際プロジェクト Surface Ocean-Lower Atmosphere Study(SOLAS)への参加、中国科学院大気物理研究所、青島海洋大学との共同アジアダスト気球観測の実施。
- 6) 風計測用ライダーの開発（エコエネルギー分野との共同研究）
- 7) バイオエアロゾル粒子の自由大気圏での動態研究の準備と気球搭載型の蛍光検出装置の開発。

各研究課題の詳細は以下の様である。

1) 黄砂の発生源地域の地形的・局地気象的特長と黄砂の長距離輸送との関係

黄砂の発生メカニズムは、さまざまな要因が重なっている。「タクラマカン砂漠の砂塵は、おおきな低気圧活動に伴って生じるものに加えて、局地的な山谷風によって作られるものが無視できない」ことを示してきた。気球観測の結果を解析した結果、局地的な風系によって上空に運ばれる砂塵は、季節を問わず偏西風によって毎年 108 ton 程度の砂塵がタ克拉マカン砂漠より放出されていることが示された。韓国の釜慶大学校と黄砂の長距離輸送の解明に向けた共同研究体制の準備を始めた。

2) 黄砂の輸送途中に生じる黄砂粒子表面の物理化学的变化

これまでの研究を総合し、黄砂粒子の鉱物組成などによって硫黄化合物を付着させている程度（一粒あたりの黄砂に対する硫黄の量や、黄砂粒子全体数に対する硫黄化合物を付着させている黄砂粒子の割合など）は、鉱物種によって異なることが実証された。また、東シナ海上での観測から、大陸起源空気の中の黄砂が海洋起源大気に含まれている海塩核と衝突併合する過程が、黄砂粒子の粒径分布が太平洋上で大きな変動を示さない原因を作っていることが示唆された。

3) 長白山プロジェクトの準備

長白山の山頂付近に総合的な大気環境観測点を設置する準備を進めており、準備的な関係研究者との会合を、日本や中国で持った。関係の研究者とともに、観測準備に向けてネットワークつくりを進めた。

4) 国際プロジェクト Anthropogenic Brown Cloud(ABC)への参加

ここ 1, 2 年の間に開始されるこれらのプロジェクトは北東アジアを極めて重要視しており、本分野で進めてきた研究と深い関係にある。中国ないし韓国の研究者と連携を密にしてこれらのプロジェクトに有効な貢献が出来るように体制面の整理、観測技術面の強化を図ってきた。本年度は、中国の青島から渤海湾を経て日本海上空を横断する気球観測を韓国気象研究院と共同実施し、昨年度と同様、地上から上空 15 km までの大気エアロゾルの独活の詳細な分布を得た。

5) 国際プロジェクト Surface Ocean-Lower Atmosphere Study (SOLAS)への参加

昨年度に引き続いだ中国の中国科学院大気物理研究所および青島海洋大学と共同で青島気象台キャンパスから東シナ海、渤海、日本海横断気球実験を試みた。気球は所期の目的を果たしえず東シナ海上で着水してしまったが、洋上大気中の大気エアロゾル分布の高度変化を明らかにすることが出来た。

6) 風計測用ライダーの開発

木村繁男教授のグループと共同で風計測用のライダー技術の開発に着手した。関連部品の検討や設計概念を固めることができた。

7) バイオエアロゾルの自由大気圏中での動態研究と気球搭載型蛍光計測装置の開発

蛍光を利用して、大気中の生物起源の微小粒子体の検出を行うために、気球搭載型の蛍光計測装置の開発を行った。また、バイオエアロゾルエアロゾル研究会を発足させ、組織的な研究活動を始めた。

8) 気球搭載型凝結核数計測装置の改良

大気中に浮遊している凝結核粒子数の計測を行う目的で気球搭載型の凝結核数計測装置の改良を進めている。

【エコエネルギー分野】

エコエネルギー分野では、1) 地下水流動の計測技術と低エンタルピエネルギー利用技術の開発、2) 環境流体の凝固過程解明、3) 環境流体による熱・物質輸送プロセスの解明、の三つの柱を立てて研究を行っている。以下各個別の研究テーマについて、その研究活動の概要について述べる。

1) 地下水流動の計測技術と低エンタルピエネルギー利用技術の開発

地下水の流動を計測することは一般に極めて難しい。それは地下水が地層の中を流れるため、計測器を設置するのが困難である点と、その流動状況を直接目で見ることが出来ない点にある。このため本研究では一本の調査井を用いて地下水の流向と流速を同時計測する計測プローブの開発を主な目的とする。計測原理は鉛直加熱円柱周りの混合対流により形成される温度場を利用するものである。これまでの模擬地層を用いた実験により、秒速 0.002 mm/s から 1 mm/s の範囲でプローブ（直径 3.5 cm の場合）から検出される温度場の歪みを表す標準偏差と流速との間に良好な線形の相関関係が得られた。金沢大学教育学部の旧四十万農園跡地でフィールド実験を行い、計測プローブによる地下水計測結果の妥当性を塩水を用いたトレーサ観測により検証した。現地に深さ 5 m の4本の井戸を掘削し、そのうちの最も水位の高い井戸に塩水を投入した。そして他の井戸で塩水濃度のピーク値が観測されるまでの時間を計測した。その結果、地下水流動プローブにより計測された流れ方向と流速の大きさと整合性の在る結果が得られた。また、2次元（水平断面内）数値計算を行い、分散係数を最適化することにより、トレーサによる観測結果を定性的に再現することができた。

2) 環境流体の凝固過程の研究

自然環境中に存在する水、すなわち海水や湖沼水、あるいは地下水の凝固は一般に冷却温度が季節変動や日変動をする場合が多い。このような冷却面温度が非定常に変動する場合に凝固や融解がどのように進行するかを解明するのが本研究の主なねらいである。マグマ溜りからの熱抽出を想定した、鉛直円柱周りの蒸留水の凝固現象について実験を行い、半径方向の一次元モデルによる固相成長の予測式を提

案した。円柱の冷却面温度を周期的に変動させた時の固液界面平均位置について、摂動法による解析解を導いた。今後この解析解の妥当性について、3次元数値シミュレーションと実験により検証を加えてゆく予定である。

3) 環境流体による熱・物質輸送プロセスに関する研究

森林内の気流は温度、湿度、二酸化炭素濃度分布を決定するだけでなく、山火事の際に発生する火の粉の飛散などにも影響を与える。本研究では、金沢大学角間キャンパスの里山内にある20mのタワーを利用して、超音波流速計を用いて樹林内での気流の計測を継続して行なっている。観測タワーの周辺は樺の木が多く密生している。また、丘陵地の尾根に位置している。植生や地形による違いを明らかにする目的で、富山県福光町の柿の木畠内での観測を実施した。その結果、渦拡散係数が金沢大学キャンパス内の里山の場合より大きな値を観測した。柿木畠は木の密生度が低く、大気乱流の影響がより直接的に植生キャノピー内に入っていることを窺わせている。

【環境動態解析分野】

本分野では北陸地方、日本海東縁部、および東南アジア大陸部を調査研究対象に以下の研究を展開している。

1) メコン河下流域における過去2万年間の環境変遷史

中国奥地に端を発しベトナム南部で南シナ海に注ぐメコン河は流路長約4,000kmの大河であり、下流域には世界最大の熱帯湖トンレサップや広大なメコンデルタなどの特徴的な地形が発達する。また、この地域は東南アジアにおける重要な開発対象として注目されるとともに古代から高度な文明が栄えたことでも知られる。これまでの10年間に、トンレサップ湖の堆積物の解析にもとづき同湖ならびにメコン河下流域における過去約2万年間の環境や地形の変化を復元し、環境変化と文明の盛衰との関係を探るとともに将来の気候変動や開発にともなう環境変化の予測に成功した。引き続いてカンボジアの現在の自然環境、とくに淡水域での生物多様性の維持機構を、湖底地質学、水文学、植物動態学、無脊椎動物学の各分野から評価した。そしてこれらの成果をふまえて人為的活動がカンボジアの自然環境、とくにアンコール遺跡区域の自然環境に与える負荷の定量化についての研究を今年度から開始している。

2) 東南アジアに分布するマングローブ林周辺海域における堆積作用

東南アジアの海岸域に広く分布するマングローブ林は貴重な生物資源として、また環境保護の見地からその保全が訴えられている。さらに将来予測される海面変動がその立地環境に与える影響も大いに懸念されている。しかし、マングローブ林周辺海域での堆積物の浸食・運搬・堆積過程についてはいまだに不明な点が多くこれが立地変動予測や保全対策への障害となっていた。そこで南タイ、南ベトナムなどに分布するマングローブ林周辺海域の海底堆積物の解析にもとづきこれらの海域での堆積作用をこれまでに明らかにしてきた。そしてこの成果にもとづき現マングローブ林の立地条件を明確化するとともに開発や海面変動による堆積作用の将来的変化の予測を今年度から展開中である。これに加えて2004年12月に発生したスマトラ地震津波がマングローブ生態系や周辺海域に与えた影響について、津波襲来前後の堆積物の比較検討による評価を行った。

3) 日本海における過去2万年間の堆積作用ならびに環境変遷史

代表的な縁海である日本海は、最深部が3,000mをこえるにもかかわらず太平洋などの外洋とは対馬海峡や津軽海峡などの狭小で浅い海峡で連絡するのみであり、同じく縁海である南シナ海や東シナ海に比べて閉鎖性がきわめて高いことを特徴とする。これに加えて日本海は、閉鎖性の高さに加えて暖流と寒流とがちょうどぶつかりあう中緯度に位置することから、汎世界的海水準変動に対応してその海洋環境を著しく変えてきた。これまでの約10年間に我が国経済水域下となる日本海東半部海域ほぼ全域での海洋地質学的調査を実施し、約50点の海底柱状試料および約500点の海底表層堆積物試料を採集した。そしてこれらの解析結果にもとづき、氷河時代最盛期となる約20,000年前から約6,000年前の海面高頂期をへて現在に至るまでの日本海の海洋環境変化を復元するとともに、表層堆積物の空間分布、とくに深度に応じた分布を明らかにしてきた。現在は海洋環境変化のさらに高精度での復元、ならびにこれにもとづく日本海深海域の堆積作用変遷史の解明をめざしている。

4) 北陸地方に分布する上部新生界の地質構造発達史

石川県を中心とする北陸地方には、寒流系貝化石の多産で著名な下部更新統大桑層など我が国日本海側を代表する上部新生界の時間的・空間的には連続する分布が知られる。代表的背弧海盆である日本海の形成過程が世界的に注目されるなか、これらの地層群は拡大中あるいは拡大後の日本海ならびに周辺陸域の環境変遷史や地質構造発達史を解明するうえで重要な存在でありその層序や地質構造などの再検討は急務である。また、2007年3月に発生した能登半島地震にみられるように、防災や開発の視点からも同地方での実用的な地質図の完備が望まれている。そこで精密な地質調査による高精度地質図の作成をまず金沢市地域から開始し、これまでに金沢市の主要地域、津幡町南部、能美市、小松市、富山県西部の小矢部市、氷見市、旧福光町での調査が終了した。今年度はこれらの調査をさらに東の金沢市東縁部医王山地域へ拡大するとともに、これまでの成果を総括することで金沢市およびその周辺地域の後期新生代層序の確立を行った。

生物多様性研究部門

【海洋生物多様性分野】

ヒゲムシは環形動物門多毛綱の Siboglinidae科に属するゴカイで、世界の深海や冷水域に棲む。口も消化管も無く、体内に化学合成細菌を共生させて、それが作る炭水化物で生きている。また、積極的に共生細菌を細胞内消化によって栄養としている。しかしながら、世界でも例外的に、対馬暖流が流れ込む暖かい浅い湾である能登半島九十九湾にヒゲムシの一種であるマシコヒゲムシ (*Oligobrachia mashikoi*) が生息する。本年も主としてこの動物の形態や生理について研究を進め、以下の成果を得ている。実際のフィールドにおいてヒゲを出している写真を世界で初めて撮影に成功した。ヒゲムシが生息する海底土壤の表面と深さ40cmまでの硫化水素濃度と全窒素濃度を調べた。その結果、どちらも表面が最も高いことが知られた。ヒゲムシの生態と硫化水素濃度との関係を現在、英文の論文として、Zoological Scienceに発表した。

さらに今まで栄養体全体がどのような形状を示しているか、不明であった。したがって、栄養体の

中のバクテリアを含む細胞（バクテリオサイト）に存在する共生細菌の 16S rRNA の塩基配列に相補的なプローブを作成して *in situ* ハイブリダイゼーションを行った。その結果、栄養体は、羊歯の葉状で血管を取り巻くような特異的な形をしていることがわかった。これは栄養体と、硫化水素を結合させるヘモグロビンを含む血液との間で物質の交換が容易になるような仕組みであると思われる（金沢大学福森先生との共同研究）。この結果は英文の論文として *Acta Zoologica* より出版された。

またヒゲムシは、巨大（40 万 Da）ヘモグロビンを持ち、それは 4 つのサブユニットよりなることが構造生物学的手法を用いて明らかになった。この構造の中に不対のシスティンを含むことから、このヘモグロビンは、酸素と同時に硫化水素を運ぶこともわかった（金沢大学福森先生との共同研究）さらに最近、当研究室では、ヒゲムシが海底の泥の中の多糖類を単糖に分解し、皮膚を通してそれを摂取しているとのデータを蓄積しつつあり、国際誌に投稿準備中である。

タイからの留学生の Arin Ngamniyom 君は、先年、彼の先生である Wichian Magtoon 博士と笛山が見つけたタイ・バンコク郊外の複数の“ため池”におけるタイメダカ (*Oryzias minutillus*) の性比の偏りを、外部性徴を指標に形態計測学的に、また生殖巣を組織学的に調べることによって数値化した。その結果、基本的には人が飲料水として使っている池に棲むメダカの性比は 1 対 1 であるが、工業排水が流れ込んだり、殺虫剤が流れ込んだりする池ではメス化が起きており、メスとオスの中間の形態（インターフェックス）を示す個体が多く見つかった。また、性比が異常な池では、DDT が痕跡的に見つかった。性比とインターフェックスの割合からその集団の未来予測が可能である。現在、この現象の分子生物学的解析を進めるために、メダカにおける男性ホルモンと女性ホルモンまた骨形成ホルモン、それぞれの受容体の RT-PCR による增幅に成功しており、次の段階としてホルモン投与を考えている。

一方、鈴木は魚のウロコを骨のモデルとして用い、物理的刺激やホルモン等の生理活性物質の骨に対する作用を調べ、その応答の多様性を研究している。本年度は（財）日本宇宙フォーラムの地上公募研究の研究助成を受け、1) バイブレーションによる加速度の重力刺激、2) 超音波の音圧による機械的刺激及び 3) 3 次元クリノスタットによる微小重力刺激に対する骨代謝に及ぼす影響について、ウロコのアッセイシステムで解析した。以下に示す。

金沢大学医学部保健学科の北村敬一郎助教授が独自に製作した加速度の重力発生装置を用いて、ウロコの骨芽及び破骨細胞に対する影響を評価した。その結果、非常に弱い重力刺激（0.5G）でも破骨細胞の活性が抑制され、ある一定以上（1G 以上）の重力刺激により骨芽細胞が活性化することが判明した。この結果は、2006 年 7 月に中国の北京で開催された国際学会（Committee on Space Research 36th COSPAR Scientific Assembly）で発表し、*Adv. Space Res.* に掲載予定である。

超音波の機械的刺激に対する骨代謝の影響は、富山大学の近藤 隆教授と当センターの清水宣明教授及び北村敬一郎助教授等との共同研究により解析した。その結果、通常のウロコでは骨芽細胞の活性が上昇し、インシュリン様成長因子やエストロゲン受容体 mRNA の発現の上昇を伴っていることも判明した。さらにウロコの骨芽及び破骨細胞を活性化した骨代謝亢進モデルを作り、超音波の影響を調べると、骨芽細胞が活性化され、破骨細胞の活性が抑制された。骨代謝亢進ウロコは、骨粗鬆症とよく似た状況を作り出していることから、本研究の成果はその治療に貢献できると思われる（*Life Sci.* に投稿予定）。筑波宇宙センターの 3 次元クリノスタットを用いて、微小重力下で 6 及び 24 時間処理し、骨芽及び破骨細胞の変化を解析した。その結果、キンギョの骨芽細胞の活性が低下し、破骨細胞の活性が上昇した。

また 24 時間の方が、3 次元クリノstattの効果がより強く現れていた。したがって、ウロコは 3 次元クリノstattによる微小重力に応答し、宇宙空間で進行する骨軟化症に近い状態になったと考えられる (Space Utilz. Res., 2007)。ウロコは物理的刺激の骨代謝に対する影響を解析する良いモデルであり、日本宇宙フォーラムの助成に加えて、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の宇宙環境利用科学委員会研究班ワーキンググループ (代表: 鈴木信雄) にも採択された。JAXA の大森克徳主任研究員との共同研究により、微小重力及び加重力刺激に対する影響をさらに詳細に解析し、宇宙実験を目指している。

ウロコは磁場刺激にも応答し、骨形成を促進する (本研究報告参照)。本年度は、(財) 中部電力基礎技術研究所の助成を受け、キンギョのウロコのデータの再現性を調べるため、ラットの頭蓋骨を用いて実験を行った。その結果、ウロコのデータが再現され、骨形成を促す最適な磁場強度も見出すことができ、磁場 (交流磁場) による骨形成機構の一端を解明できた (特許出願中)。さらに物質・材料研究機構の強磁場研究センターの廣田憲之研究員と木村史子特別研究員との共同研究により、超伝導マグネットを用いて静磁場の強い磁場 (13T) に対する影響も解析した。今後は、交流磁場と静磁場との違いによる影響を遺伝子レベルで解析する予定である。

また鈴木は、金沢大学大学院自然科学研究科の中村嘉利助教授と自然計測応用研究センターの小林史尚助手との共同研究により、海産軟体動物の腸内からフェノール分解活性を有する海洋細菌を単離することに成功した (本研究報告参照)。この海洋細菌は重金属に耐性があり、フェノールと重金属を共に含む汚染水の浄化技術を開発し、国内及び国際特許を申請した。これらの成果は、国際誌 (Int. Biodeterior. Biodegradation, 2007) にも発表した。さらに金沢大学日本海域研究所の研究助成を受け、環境汚染物質であるトリプチルスズを分解する可能性の高い海洋細菌を単離し、同定した。今後これらの細菌の多様な機能を利用し、環境汚染物質を分解・除去するシステムの開発を現在計画している。

【陸上生物多様性部門】

2006 年 4 月における構成員は、教授 1 名 (中村浩二), 助教授 1 名 (木下栄一郎), 技能補佐員 1 名 (涌村聰), 大学院自然科学研究科博士後期課程 10 名 (大脇 淳, Linawati, Ida Kinashih, Indah Trisnawati, 中田勝之, 桑原隆明, Dahelimi, Ramadhani Eka Putra, 徳永憲治, 吉本敦子), 大学院自然科学研究科博士前期課程 4 名 (菊池知子, 井上耕治, 山口順司, 大久保嘉雄), 理学部 4 年生 1 名 (江端隼樹), 金沢大学「角間の里山自然学校」の研究員 (非常勤教務職員) 2 名 (中村晃規, 笠木哲也), 日本学術振興会 PD 1 名 (木村一也), 日本学術振興会外国人特別研究員 1 名 (Gulay Chetinkaya), 大学院自然科学研究科研究生 5 名 (宇都宮大輔, 赤石大輔, 高田兼太, 中野真理子, Wael El Sayed) であり, 総勢 26 名である。

中村は、温帯 (金沢と石川県各地) および熱帯 (インドネシア) の様々な環境下において、昆虫類を中心とした個体群、生物群集及び生物多様性の長期動態の研究をおこなってきた。特に最近では、北陸地域の里山等の林地 (都市中心部にある金沢城公園や、IBOV 国際生物多様性観測年の指定サイトである金沢大学角間キャンパス内の里山ゾーン、輪島市金蔵地区、珠洲市三崎地区等の里山) における昆虫類の生物多様性や生物間相互作用を、様々な種類と強度の環境攪乱 (人為的管理作業を含む) と関連づけながら調査している。金沢大学 21 世紀 COE (2006 年 3 月末完了) では、「環日本海・北陸地域の里山等における環境攪乱と生物多様性動態」を個別課題として、上記のポスドク、研究員、大学院生等と研究

を進めた。これら里山研究の成果は、「International Conference on Ecological Restoration in East Asia」(2006年6月、大阪),「Forest ecosystems of Northeast Asia and its Dynamics」(同年8月、ロシア・ウラジオストック),「生物多様性保護 & 再生」討論会(同年9月、中国・延吉、延辺大学),金沢大学・釜慶大学合同研究ゼミナール(2007年1月、韓国・釜山、釜慶大学)等において発表した。金沢大学・延辺大学合同研究ゼミナール(2007年1月、金沢大学)。東アジアの里山共同研究を推進するため、2006年6月にはSergey Storozhenko(ロシア、ロシア科学院極東支部), Chou Yong Bok(韓国、韓南大学), 同年8月には金才賢(韓国、建国大学)を招聘した。本年度には大脇 淳とLinawatiが里山研究の成果から学位論文を完成した。熱帯では、従来よりインドネシアのジャワ島、スマトラ島などに環境条件(高度、降雨条件等)の異なる場所を定点として選び、植食性昆虫類の長期個体数変動を調査すると共に、西ジャワ州のハリムン国立公園等の熱帯林において、様々な採集法により昆虫及び小動物を採集し、生物多様性の調査を行っている。2006年11月にはボゴール市においてインドネシア科学院生物学研究所、京都大学COE、北海道大学COEと共に、西太平洋・アジア生物多様性研究機構(DIWPA)-国際生物多様性観測年(IBOY)の「第4回野外生物学トレーニングコース」を開催した(渡航と招聘の詳細は「研究交流」の項を参照)。

木下はサトイモ科テンナンショウ属植物を用いて性転換の進化モデルの検証を試みている。モデル検証には適応度計算用の雄個体の繁殖成功に関するデータを得ることが必要である。本年度は西沢徹氏(国立環境研究所)と協力して、金沢市のマムシグサ集団からDNAを抽出してマイクロサテライトを用いて種子の雄親を決める作業を行った。中野真理子氏(大学院自然科学研究科研究生)と異質倍数体起源種とその両親種の生活史の比較を行い異質倍数体起源種の確立と新しい環境に対する適応や定着に関する研究を行っている。材料はトウカイコモウセンゴケとその両親種である。吉本敦子氏(大学院自然科学研究科博士後期課程)と里山地区、医王山、辰口町の開花フェノロジーの調査を行っている。それぞれの研究の成果は、日本植物学会、日本生態学会、植物地理・分類学会等で発表され、現在も継続中である。山口順司氏((大学院自然科学研究科博士後期課程)と絶滅危惧種オオミズヒキモの生活史に関する研究を行い、その結果は修士論文としてまとめられた。

木村と、田辺と共同して、温帯の二次林を代表する樹種であり分断化が深刻な里山を中心に広く分布している風媒樹木のコナラ(ブナ科)を対象に、資源生産から実生の定着までの全過程とそれに関わる主要な生物間の相互作用を定量調査し、森林の分断化がコナラの繁殖に与える影響を解明することを目的として調査を行った。分断化によって面積が減少し、孤立した森林では、様々な生物群集でその多様性や生息数の減少が報告されている(Laurance & Bierregaard 1997; Primack 2000)。一方で、分断化が森林生態系を維持するために重要なプロセスである樹木の光合成生産や繁殖活動に及ぼす影響については、研究例が極めて乏しいのが現状であり、野外での実証的な研究が望まれている(Didham et al. 1996)。種子トラップによって採集したコナラの雌花、雄花、堅果を植物園に持ち帰り計数、乾燥重量の測定を行なった。現在、得られたデータの解析中である。

植物園の活用: 管理研究棟および実験温室・実験圃場を学内5名、学外3名(里山メイト)が恒常に使用した。研究用の種子および生きている材料収集に関する問い合わせは国内および国外から寄せられ、対応できるものに関しては材料提供を行った。実験温室・実験圃場では理学部および教育学部の生物学実験に用いる材料を栽培し提供した。

里山地区の活用と金沢大学「角間の里山自然学校」の活動：里山地区では、学内 14 名が恒常に調査研究を行った。また、里山地区では理学部生物学科の学生実験の場として利用されている。これ以外に里山地区は金沢大学「角間の里山自然学校」として広く市民の学習活動の場として開放し、これを活用した様々な学習プログラムを開発し提供している。本年度は定期活動として前年度と同様に自然観察会や保全活動を引き続き行い、昨年度からの水田復活作業をさらに発展させた（『金沢大学「角間の里山自然学校」を拠点とした自然共生型地域づくり』、DVD 版、2007 年 3 月を参照）。里山自然学校では、里山の保全と活用に関する「第 3 回、第 4 回のいしかわラウンドテーブル・セミナー」（国連大学高等研究所・いしかわ国際協力研究機構と共に、2006 年 6 月と同年 10 月）、「いしかわ里山パートナーズ集会（石川県、金沢市、民間団体との共催、2006 年 12 月、金沢市）を開催した。また、三井物産環境基金の支援を得て珠洲市三崎地区に、2006 年 10 月に「能登半島・里山里海自然学校」を開設した。

人間計測制御研究部門

【バイオアッセイ分野】

「生体材料」をキーワードにした、環境適応型材料の開発や環境保全に利用の可能性の高いバイオセンサーの開発等を行っている。具体的には以下のようないくつかの研究テーマを遂行している。

- (1) ベンゼン系化合物を認識する DNA-タンパク質複合体に関する研究
- (2) 二酸化チタン界面での超音波力学的殺菌メカニズムの解析
- (3) 二酸化チタン・超音波照射による OH ラジカル生成機構の解析と水処理技術への応用
- (4) 機能性マグネタイト微粒子の構築と生物機能性材料による表面修飾に関する研究
- (5) 標的細胞を特異的に認識する機能性リポゾームの構築に関する研究
- (6) 機能性 DNA 分子の探索と水質評価への応用
- (7) SPR 現象を利用する DNA センサーに関する研究
- (8) 分子進化法によるホスホリバーゼ D の触媒機能変換

二酸化チタン・超音波法による有害化学物質の分解処理

近年、二酸化チタンは紫外線などを照射することでラジカル（活性酸素など）を产生する事が明らかとされている。このラジカルは水溶液中に非常に短い時間しか存在しないが、その反応性は極めて高く様々な化学物質と反応することが確認されている。本研究室ではこの二酸化チタンの能力に着目し、河川中などに存在する有害化学物質（例えば環境ホルモンや農薬）を無害な物質に分解する技術に関しての基礎研究を行っている。具体的には二酸化チタンの表面に様々な生体分子（DNA、レセプター、抗体など）を修飾結合させ、河川中の有害化学物質の選択的吸着、さらに超音波照射による分解に関しての研究を行っている。そして今後、ラジカルはがん細胞の殺傷にも効果があることが報告されていることから、医療分野への応用も検討する予定である。

5-ALA を用いたがんの蛍光診断と光線力学療法の基礎研究

5-ALA は腫瘍細胞内で PpIX に合成されることから、診断のみならず治療にも応用可能な次世代の内因性光感受性物質として注目されている。脳外科領域においてもその応用が期待されているが、基礎的

な検討はほとんど行われていない。本研究では、より細胞内取り込み活性の高い5-ALA誘導体の合成を試みる。またマウスの白血病細胞を用いて、PpIXの生成条件、細胞死の過程に関する基礎研究を行っている。

光触媒ナノ粒子を内包する機能性リポソームの構築

リポソームは二分子膜構造をもつ脂質小胞体であり、薬剤などを細胞内に輸送するキャリアとして注目されている。これまでの研究で、リン脂質など素材の選定、作製技術に関する基礎研究を行い、薬物の細胞内取り込みを大腸菌で確認した。さらに光触媒ナノ粒子を内包するリポソームを開発し、またがん細胞を特異的に認識する抗体を組み込んだ機能性リポソームの構築へと研究を発展させる。

機能性二酸化チタン微粒子の構築と表面化学修飾

これまで、SiO₂で包接されたFe3O₄/TiO₂磁性ナノ微粒子を合成する目的で、磁性微粒子の素材、形状および作製技術に関する基礎データを収集した。ところが焼成時に微粒子の凝集が起こり粒子が巨大化するため、この凝集粒子の再分散方法を検討している。またこの微粒子表面にDNA、抗体などの生物機能性材料や熱応答性高分子などを固定化し、医療や環境浄化への適用も検討している。

バイオアッセイを用いた有害化学物質の検出

生物が有する機能を利用して環境評価を行う技術（バイオアッセイ）に関して、特異的なDNA配列を用いた有害化学物質の検出に関する研究を行っている。DNAは遺伝情報を子孫に伝える役割を有しているが、それ以外に様々な化学物質やタンパク質と結合する機能を有している。本研究では特にDNA分子を用いたフェノール類の検出系の構築を目指している。

機能タンパク質の創製（分子進化工学）

長い年月を経て生物は進化してきた。この進化により生物は様々な機能を取得してきた。この進化を試験管の中で誘発させ、既存のタンパク質に新しい触媒能を付与させることを目的とする。これを“分子進化工学”とよぶ。この手法を用いてリン脂質代謝酵素ホスホリバーゼDに新しい触媒機能を付加させる。

【電磁環境分野】

電磁環境分野の研究は、「磁界」をキーワードに産業機器保全・検査機器、磁気アクチュエータ、パワーマグネットィクスデバイス等の研究開発である。また、ヒト周りの電磁界環境の把握と電磁界のものとの生体影響評価、分子生物学から遺伝子発現機構の解明とその応用について並行して研究を行っている。

具体的に研究項目を挙げると下記のようになる。

- 1) マイクロうず電流探傷技術による高密度プリント基板検査手法、微小金属の検出手法の研究開発
- 2) マイクロうず電流探傷技術による厚版鋼板の高度検査技術の研究開発
- 3) CT法による磁界分布可視化手法の研究
- 4) 反発浮上形時期軸受の産業応用に関する研究
- 5) 非接軸給電による泳動型磁気マイクロアクチュエータの研究
- 7) 受動磁気回路素子による交流・直流過電流抑制素子の研究開発
- 8) 極低周波数交流強磁界の遺伝子～個体レベルでの影響評価と医療への応用

9) 骨形成における交流磁界曝露効果に関する研究

下記において主な4点について概要を説明する。

磁気検査による産業機器保全・検査機器の研究

本研究は、うず電流探傷技術(ECT)に関し高機能磁気センサを採用したマイクロ化プレーナープローブを提案し、電子産業分野におけるECT応用について研究を行った。この研究により、非接触の導通検査であるうず電流探傷技術を高密度プリント基板の品質検査技術へと発展させた。現在、100・m以下の先端電子での高密度基板上の断線等の欠陥を磁気的検出可能となっている。

磁気マイクロアクチュエータに関する研究

本研究では、非接触・ワイヤレスでエネルギー供給が可能で、構造がシンプルであるという特長を持ったでも磁気マイクロアクチュエータの特徴を生かして、媒質中を泳ぐアクチュエータの研究を行った。本研究ではらせん機構を持つ泳動型磁気マイクロアクチュエータの構造と泳動特性について研究した。現在は使用目的に応じた形状の選択を目標として、アクチュエータの水平方向と垂直方向の泳動特性を測定し、その測定結果から各アクチュエータの形状に関する検討を行った。

磁気浮上技術に関する研究

本研究は、構成の簡易化と小形化を理念に永久磁石反発磁気軸受を検討した。この研究では、永久磁石の磁回路構成、電磁界計算技術、デジタル制御技術などを総合させ、独自な磁気軸受を完成させた。応用として、高速回転を目指した「光学偏向装置」、高分解能な「電子天秤」、クリーン・清潔な環境の場で野などの「磁気浮上搬送装置」への応用を検討した。永久磁石反発型電子天秤においては、分解能約10μgオーダを得ている。

交流磁界による生体影響評価と応用に関する研究

本研究は、遺伝子レベルから個体(生物)レベルでの極低周波交流磁界中の生体影響の実験的評価を行い、ヒートショックタンパク質の発現にて顕著な成果が得られ、また遺伝子レベルにおける磁界応答性遺伝子の探索を行い、発現遺伝子と生体磁界影響評価の相互関係を解明し、今後の医用応用へと発展させる旨検討している。

【生体情報計測分野】

本研究分野では、社会的環境や自然環境から受けける様々なストレスが生体に及ぼす影響を検討するため、新しい生体計測法や制御法を最新の電子・機械工学的技術を駆使して考案・開発し、これらを用いて生体機能の解析、特に生体固有の高度な適応制御機能と自律調節機構、あるいは身体運動制御機能などをバイオメカニクス的に解析する研究を行っている。さらにこれらから得られた知見を、基礎・臨床医学分野はもとより福祉工学や今後の在宅医療支援システムに役立てることも大きな研究目標の一つにしている。以下に本年度の主な研究活動の概要を示す。

1) 在宅下無意識生体情報モニタシステムの開発研究

生活習慣病予防のためには「血圧、体重、血糖値」といった生体情報を年オーダーの長期に渡り継続的にモニタすることが重要である。しかし血圧ひとつ取っても、これを自宅で毎日欠かさずに測り続けることは極めて困難である。その理由は計測操作の煩わしさにある。そこで本研究では家庭内で毎日必ず1度は使用する家具や調度にセンサ類を埋め込み、被験者自身は計測に伴う操作を一切することな

く、知らず知らずのうちに生体情報が計測・記録されるシステム、即ち「在宅下無意識生体情報モニタシステム」の開発を行っている。この研究に関する今年度の進捗状況と成果を以下に示す。

(1) トイレモニタリングシステムプロトタイプの開発

昨年度までに開発してきた便座内蔵型血圧計測システムと体重関連指標の無意識計測システムとを統合し、トイレモニタリングシステムのプロトタイプを開発した。また血圧計測システムの構造詳細や血圧計測精度評価実験の結果等について専門学術誌上で報告した（田中志信、他：ホームヘルスケアのための便座内蔵型血圧計測システムの試作、生体医工学、44(3)、pp. 467-474、2006）。

(2) バスタブモニタリングシステムのプロトタイプシステム試作

昨年度まではベクトル心電の原理を利用して心電気軸を計測し、その値から体幹の傾きを求める水没を検知しようとしていたが、この方法では前傾で水没した場合検出が難しいことが判明した。そこで他の方法を種々考案・検討した結果、浴槽心電の基線動搖から呼吸情報を取得可能であることが判り、この方法により呼吸数を計測するためのハード及びソフトウェアを新たに開発した。

(3) ベッドモニタリングシステムのプロトタイプ試作

昨年度の基礎的検討により水封入チューブ内の圧力変化から睡眠中の呼吸、心拍、いびきの情報が計測可能であることが確認された。そこでこれら情報から「睡眠時無呼吸・低呼吸」が検出可能か否かを検討するため、現在医療機関の協力を得て「睡眠ポリグラフ」との同時計測実験を進めている。

(4) モデルルームの構築と医療施設等への設置

上記各システムを統合した「無意識モニタリングシステム」のモデルルームを研究実施場所内（金沢大学自然科学研究科3号棟6階）に構築すると共に、同等のシステムを富山県射水市民病院特別室に導入しフィールド試用を開始した。これら統合システム及び上記各システムの概要等についてはテレビ及び新聞各紙でも取り上げられ報道された（新聞・TV等欄参照）。

(5) 近赤外分光法による尿糖モニタに関する基礎的検討

トイレ使用時に計測する生体情報として生活習慣病予防にも有用な「尿糖」に着目し、メンテナンスフリーの尿糖モニタを実現すべく、近赤外分光法による尿糖計測の可能性について実験検討を行った。具体的には様々なグルコース濃度の尿サンプルを作成し、これらの近赤外吸収スペクトル（波長：1100～1800nm）をケモメトリクスの一手法である PLS (Partial Least Square) 法により解析したところ、平均誤差：30mg/dl 程度で濃度予測可能であり実用に供し得る計測精度を確保可能との見通しを得た。

2) ウェアラブル連続姿勢変化・行動計測システムの開発と医療・福祉への応用

労働医学やリハビリテーション医学、さらに高齢者医療などの分野では、ヒトの姿勢状態や歩行速度など、日常の活動性の客観的評価が極めて重要な課題となっている。そこで本研究では、要介護認定者やリハ患者等の活動定量評価を目的とし、携帯型姿勢・歩行速度計測システムの開発を行うと共に、病院施設の通所リハセンタにおける計測を通して、得られたデータに対する解析アルゴリズムの構築を行った。まずシステムについては、加速度・ジャイロセンサ及びデータロガーを内蔵したジャケット型体幹ユニットと、同様に加速度・ジャイロセンサを内蔵した膝サポート型角度センサから構成され、これらセンサーユニット間のデータ転送については無線化を実現し、非常に簡便に装着が可能なものとなった。また姿勢変化・歩行速度演算法についても、これまで困難であったリハ患者等においても良好な計測精度を実現するものとなった。一方、通所リハセンタにおける要介護認定者の計測結果から、構築

した解析プログラムにより、活動シナリオや動作の詳細な特徴を良好に解析可能であることを確認した。

4. 研究成果リスト

自然計測研究部門

1) 学術論文

- (1) Aota, Y., Kumagai, M. and Kashiwaya. K.: Estimation of Vertical Mixing Based on Water Current Monitoring in the Hypolimnion of Lake Biwa. JSME (The Japan Society of Mechanical Engineers) International Journal Series B, 49-3 (2006)
- (2) Kenji Kashiwaya, Lake-Catchment System and Kosa-covering Area in East Eurasia, Proceedings of the 3rd Korea-Japan Joint International Workshop (2006)
- (3) Kenji Kashiwaya, Shinya Ochiai, Gen Sumino, Takuya Tsukamoto, Anna Szyniszewska, Hideo Sakai, Takayoshi Kawai, Environmental changes in lake-catchment systems inferred from Baikal district, ABSTRACT The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas (2006)
- (4) Noriko Hasebe, Kenji Kashiwaya, Overview of Geochronological Research on Lake sediments, ABSTRACT The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas (2006)
- (5) Noriko Hasebe, Andrew Carter, Anthony J. Hurford, and Shoji Arai, The effect of chemical etching on LA-ICP-MS analysis in determining uranium concentration for fission-track chronometry. Geological Society Special Publication “Thermochronological methods: from palaeotemperature constraints to landscape evolution models” in press
- (6) 長谷部徳子・伊藤一充・雁沢好博・柏谷健二, バイカル湖湖沼堆積物へのルミネッセンス年代測定法の適用：現状と展望, 日本BICER協議会年報2005年度, 32-33, 2006
- (7) 荒武康治・長谷部徳子・奥野正幸, ジルコンのメタミクトラク: ラマン分光法とFT法による研究, フィッショントラックニュースレター, 19, 47-49, 2006
- (8) 伊藤一充・長谷部徳子・雁澤好博・柏谷健二, 湖沼堆積物のルミネッセンス特性, フィッショントラックニュースレター, 19, 65-67, 2006
- (9) 伊藤健太郎・長谷部徳子, 段階エッチングを用いた第四紀火山ガラスのfission-track年代測定の試み, フィッショントラックニュースレター, 19, 69-71, 2006
- (10) Keisuke Fukushi, Morio Takada, Kenichi Ito and Tsutomu Sato, Behavior of As in low crystalline iron oxide during the alteration process in acid mine drainage environments, Proceedings of the 3rd Korea-Japan Joint International Workshop (2006)
- (11) Keisuke Fukushi, Hiroto Fukumoto, Takashi Munemoto, Takahiro Nagata and Kenji Kashiwaya, Carbonate mineralogy in sediment from Lake Hovsgol and its implications for environmental and geochemical changes of lake water, ABSTRACT The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas (2006)
- (12) Keisuke Fukushi and Tsutomu Sato, Natural attenuation of arsenic in acid mine drainage at

an abandoned mine, ABSTRACT The 3rd International Symposium on Protection and Restoration of Environmental Ecology (2006)

- (13) Dimitri A. Sverjensky and Keisuke Fukushi, A predictive model (ETLM) for As (III) adsorption and surface speciation on oxides consistent with spectroscopic data. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70, pp. 3778–3802. (2006)
- (14) Mitsuo Manaka, Nobuyuki Yanase, Tsutomu Sato, and Keisuke Fukushi, Natural attenuation of antimony in mine drainage water. *Geochemical Journal*, 41, pp. 17–27. (2007)
- (15) Keisuke Fukushi and Dimitri A. Sverjensky, A surface complexation model for sulfate and selenate on iron oxides consistent with spectroscopic and theoretical molecular evidence. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 71, pp. 1–24. (2007)
- (16) Abe, T., Yamaguchi, Y., Tanaka, K., Nakano, Y., Komura, K.: Highly time-resolved measurements of airborne radionuclides by extremely low background g-ray spectrometry: Their variations by typical meteorological events. *J. Nucl. Radiochem. Sci.* (accepted) (2006)
- (17) Aoyama, A., Fukawasa, M., Hirose, K., Mantoura, R. F. C., Povinec, P. P., Kim, C. S., Komura, K.: Southern Hemisphere Ocean Tracer Study (SHOTS): An overview and preliminary results. In “Radionuclides in the environment”, Vol. 8, 2004, 25–29 Oct. Monaco, 511–519 (2006)
- (18) Aparin, V., Kawabata, Y., Ko, S., Shiraishi, K., Nagai, M., Yamamoto, M., Katayama, Y.: Evaluation of geoecological status and anthropogenic impact on the central Kyzylkum Desert (Uzbekistan). *J. Arid Land Studies* 15–4, 219–22 (2006)
- (19) 遠藤暁、田中憲一、石川正純、小村和久、静間清、星正治：中性子バックグラウンドの現場測定。広島及び長崎における原子爆弾放射線被曝線量の再評価「線量評価システム 2002 (DS02)」第 10 章 中性子測定と計算値に寄与する因子、(財) 放射線影響研究所 p. 736–740 (2006)
- (20) Hamajima, Y., Komura, K.: Depth profiles of environmental neutron fluxes in water and lead. In “Radionuclides in the Environment”. Int. Conf. on Isotopes in Environmental Studies, 2004, 25–29, October, Monaco, p. 511–519 (2006)
- (21) 星正治, 遠藤暁, 田中憲一, 石川正純, Straume, T., 小村和久, Ruehm, W., Nolte, E., Huber, T., 長島泰夫, 福嶋浩人, 今中哲二： ^{152}Eu と ^{36}Cl の放射化の相互比較. 広島及び長崎における原子爆弾放射線被曝線量の再評価「線量評価システム 2002 DS02」第 8 章 熱中性子放射化測定、(財) 放射線影響研究所, p. 590–599 (2006)
- (22) Imanaka, T., Fukutani, S., Yamamoto, M., Sakaguchi, A., Hoshi, M.: External radiation in Dolon village due to location fallout from the first USSR atomic bomb test in 1949. *J. Radiat. Res.*, 47, Suppl., 121–127 (2006)
- (23) Inoue, M., Tanaka, K., Watanabe, S., Kofuji, H., Yamamoto, M., Komura, K.: Seasonal variation of $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ratio within coastal waters of the Sea of Japan: implications for water circulation patterns in coastal areas. *J. Environ. Radioactivity* 89, 138–149 (2006)
- (24) Inoue, M., Komura, K.: Determination of radionuclides in chemical reagents by low-background -spectrometry and application of the coprecipitation method to seawater samples (Notes).

RADIOISOTOPES 56, 77-82 (2006)

- (25) Inoue, M., Tanaka, K., Komura, K.: Spacial and temporal variations of $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ in the Sea of Japan: Application of low-background γ -spectrometry to seawater samples. Proc. 2006 SHOTS Workshop 4-4 (1-9) (2006)
- (26) 井上睦夫、渡部諭、田中究、小藤久毅、山本政儀、小村和久：極低バックグラウンド γ 線測定の海水試料への適用. Proc. 7th Workshop on Environ. Radioactivity 60-63 (2006)
- (27) Kerr, C. D., 静間清, 丸山隆司, H. M. Currings, H. M., 小村和久, 奥村寛, Eggbert, S. D., 遠藤暁: コバルト (^{60}Co) の測定. 広島及び長崎における原子爆弾放射線被曝線量の再評価「線量評価システム 2002 DS02」第 8 章 熱中性子放射化測定、(財) 放射線影響研究所, p. 467-492 (2006)
- (28) Ko, S., Aparin, V, Kawabata, Y., Shiraishi, K., Yamamoto, M., Nagai, M., Katayama, Y.: Application of ICP-MS on analysis of water quality in Zerafshan River, Uzbekistan. J. Arid Land Studies 15-4, 375-378 (2006)
- (29) Komura, K., Manikandan, M. N., Yamaguchi, Y., Inoue, M., Abe, T., Murata, Y.: Levels of airborne radionuclides at Hegura Island, Japan. In "Radionuclides in the environment", Vol. 8, 2004, 25-29, Oct. Monaco, 554-561 (2006)
- (30) Komura, K., Yukawa, Y., Abe, T., Tanaka, K., Murata, Y., Inoue, M: Measurements of short-lived cosmogenic nuclides in rain samples. J. Radioanal. Nucl. Chem. 269, 511-516 (2006)
- (31) Komura, K., Manikiandan, M. N., Yamaguchi, Y., Inoue, M., Abe, T., Murata, Y.: Levels of airborne radionuclides at Hegura Island, Japan. Proc. International Congress on Isotopes Environ. Studies 554-561 (2006)
- (32) Komura, K., Inoue, M., Murata, Y., Manikandan, N.M., Yamaguchi, Y., Abe, T., Kuwahara, Y., Watanabe, S., Tanaka, K.: Variations of radionuclides in the atmosphere, rainwater and sea water in the northwest Pacific region. In "Past, present and future environments of Pan-Japan Sea region", Maruzen Co. Ltd. p. 272-291 (2006).
- (33) 小村和久：極低レベル ^{152}Eu の測定と ^{108m}Ag を用いる新しい原爆中性子評価法. 放射線 32, 138-145 (2006)
- (34) 小村和久、星正治、遠藤暁、今中哲二、福嶋浩人：広島試料中の ^{152}Eu の極低バックグラウンド測定. 広島及び長崎における原子爆弾放射線被曝線量の再評価「線量評価システム 2002 DS02」第 8 章 熱中性子放射化測定、(財) 放射線影響研究所 p. 600-604 (2006)
- (35) Oikawa, S., Yamamoto, M.: Plutonium concentration and $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ atomic ratio in liver from squid collected in the coastal areas of Japan. J. Environ. Radioactivity (2006) (accepted)
- (36) Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Hoshi, M., Imanaka, T., Apsalikov, K. N., Gusef, B. I.: Radiological situation in the vicinity of Semiparatinsk Nuclear Test Site: Dolon, Mostik, Cheremuishka and Budene Settlements. J. Radiation Research 47, A101-A116 (2006).
- (37) Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Sasaki, K., Kashiwaya, K.: Uranium and thorium isotope distribution in an offshore bottom sediment core of the Selenga Delta, Lake Baikal, Siberia. J. Paleolimnology 35, 807-818 (2006)

- (38) Stepanenko, V. F., Hoshi, M., Bariff, I. K., Ivannikov, A. I., Toyoda, S., Yamamoto, M., Simon, S., Masao, M., Kawano, M., Zhumadilov, Z., Sakaki, Rosnson, R., Apsarikov, K. N.: Around Semipalatinsk nuclear test site: Progress of dose estimations relevant to the consequences of nuclear tests. *J. Radiat. Res.* 47, Suppl. 1-13 (2006)
- (39) Stepanenko, V. F., Hoshi, M., Yamamoto, M., Sakaguchi, A., Takada, J., Sato, H., Iaskova, E., Kolizshenkov, T. V., Kryukova, I. G., Apsarikov, K. N., Gusev, B. I., Jungner, H.: International inter-comparison of retrospective luminescence dosimetry method: Sampling and distribution of the brick samples from Dolon' s village, Kazakhstan. *J. Radiat. Res.* 47, Suppl., 15-21 (2006)
- (40) Stepanenko, V. F., Hoshi, M., Duvasov, Y. V., Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Orlov, M. Y., Bailiff, I. K., Ivannikov, A. I., Skvortsov, V. G., Iaskova, E. K., Kryukova, I. G., Zhumadilov, K. S., Endo, S., Tanaka, K., Apsalokov, K. N., Gusev, B. I.: A gradient radioactive contamination in Dolon village near the SNTS and comparison of computed dose values with instrumental estimates for the 29 August, 1949 Nuclear Test. *J. Radiat. Res.* 47, Suppl., 149-158 (2006)
- (41) 田中究、井上睦夫、御園生淳、小村和久：日本海大和堆および沿岸周辺海域における Ra-226, Ra-228 および Cs-137 濃度の鉛直分布. *地球化学* 40, 167-176 (2006)
- (42) 田中究、井上睦夫、御園生淳、小村和久：極低バックグラウンド γ 線測定による深層海水の ^{228}Ra 濃度の測定. *Proc. 7th Workshop on Environ. Radioactivity* 56-59 (2006)
- (43) Tomita, J., Sakaguchi, A., Yamamoto, M.: Hokutolite collected from riverbed at Peitou Hot Spring in Taiwan: with emphasis on radiochemical studies. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 270, 567-574 (2006)
- (44) Yamamoto, M., Hoshi, M., Sakaguchi, A., Shinohara, K., Kurihara, O., Aposalikov, K. N., Gusev, B. I.: Plutonium and uranium in bones from areas surrounding the Semipalatinsk Nuclear Test Site. *J. Radiation Res.* 47, A85-A94 (2006)
- (45) Yamamoto, Y. Sakaguchi, A., Sasaki, K., Hirose, K., Igarashi, Y., Kim, C. K.: Seasonal and spatial variation of atmospheric ^{210}Pb and ^7Be deposition: features of the Japan Sea side of Japan. *J. Environ. Radioactivity* 86, 110-131 (2006)
- (46) Yamamoto, M., Sakaguchi, A., Funatsu, M., Kofuji, H., Tokuyama, H.: Determination of the deposition of cosmogenic radionuclide ^{35}S and sulfate in a heavy-snowfall area facing the Sea of Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 268, 569-577 (2006)

2) 著書

- (1) 柏谷健二（分担），東アジアモンスーン域の湖沼と流域（坂本充・熊谷道夫編），名古屋大学出版会，347p (2006)
- (2) 柏谷健二（分担），陸水の事典（日本陸水学会編），講談社，578p. (2006)
- (3) 柏谷健二（分担），Past, Present and Future Environments of Pan-Japan Sea Region, Maruzen,

(2006)

3) 解説・総説等

- (1) 小村和久：超低レベル放射能測定の現状と展望（第1回 低レベル・超低レベル放射能測定の基礎. RADIOISOTOPES 55, 233-243 (2006)
- (2) 小村和久：超低レベル放射能測定の現状と展望（第2回 地下測定室紹介と放射能測定による最近の成果. RADIOISOTOPES 55, 293-306 (2006)
- (3) 小村和久：超低レベル放射能測定の現状と展望（第8回 超低レベル放射能測定の現状と展望 まとめ. RADIOISOTOPES 55, 691-697 (2006)
- (4) 小村和久 { (社)日本アイソトープ協会理工学部会超低レベル放射能専門委員会} : 超低レベル放射能測定の現状と展望（第9回 Ge 検出器の使用状況に関するアンケート報告. RADIOISOTOPES 55, 699-707 (2006)
- (5) 小村和久 : ^{108m}Ag を用いる新しい原爆中性子評価. 放射化学ニュース 第13号、11-17 (2006)
- (6) 小村和久 : 極低レベル放射能測定のすすめ. FB News N. 358, 42-44 (2006)
- (6) 小村和久 : ^{108m}Ag を用いる新しい原爆中性子評価法の開発（平成17年度研究奨励金交付研究の概要紹介）. (財) 放射線影響協会 放影協ニュース No. 49, 2-5 (2006)

4) 総説・資料・報告書

- (1) 小村和久 : 能登半島沿岸海水における $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の研究「極低レベル放射能検出法開発と実証に関する基礎研究」. 平成17年度石川県受託研究報告書 (2006)
- (2) 小村和久 : 海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究. 平成17年度気象研究所受託研究報告書 (2006)
- (3) 小村和久、村田祥全、田中究 : リンモリブデン酸アンモニウムによる γ 線の遮蔽効果に関する研究. 平成17年度近畿大学原子炉等共同利用研究成果報告書 p. 42-44 (2006)

3) 学術発表

・招待講演

- (1) Kenji Kashiwaya, Lake-Catchment System and Kosa-covering Area in East Eurasia, 第3回日韓国際ワークショップ「東アジアにおける現代の地球表層プロセスと歴史時代の環境変動」, ソウル, 韓国, 2006. 9. 26-30
- (2) 福士圭介, 酸化物表面へのオキシ陰イオン吸着と表面 speciation の予想モデル, 物質材料研究機構講ナノ構造制御グループ講演会, つくば, 2006. 9. 11
- (3) 福士圭介, 水-鉱物(岩石)相互作用の地球化学-麦飯石から表面錯体生成モデル-, 北海道大学COE若手研究者講演会, 札幌, 2006. 10. 13
- (4) 福士圭介, 表面錯体モデル、特に TLM の適用について、表面錯体に関する勉強会, 札幌, 2006. 11. 21
- (5) 小村和久 : 低レベル放射能測定の現状と展望. 核化学夏の学校、福井 (2006. 8)
- (6) 小村和久 : 新現象、放射線とリンモリブデン酸錯体の驚異的相互作用放射線レベルを温度で制御. 環境放射能・放射線夏の学校 講演、京都 (2006. 8)

- (7) 小村和久：隕石 宇宙からのメッセージ. 辰口中学校特別講演、能美市 (2006. 11)
- (8) 小村和久：環日本海域の放射能. 市民講座、金沢市 (2007. 1)
- (9) 小村和久：微弱放射能測定による最近の話題. 講演、東京工大 (2007. 1)
- (10) 小村和久：微弱環境放射能. 講演、富山短大 (2007. 1)

・学会発表

- (1) Kenji Kashiwaya, Long-term Environmental Changes in A Lake-Catchment System Inferred from the High Plateau Lacustrine Sediments of Lake Hovsgol, Mongolia, Joint International Symposium, Environmental Changes and Earth Surface Processes in Semi-arid and Temperate Areas, Uranbator, Mongolia, 2006. 6. 9-11
- (2) Kenji Kashiwaya, Shinya Ochiai, Gen Sumino, Takuya Tsukamoto, Anna Szyniszewska, Hideo Sakai and Takayoshi Kawai, Long-term environmental changes in a lake-catchment system inferred from Baikal district sediment information (Lake Baikal and Lake Hovsgol)、国際シンポジウム「氷期サイクルの謎にせまる—氷河期の気候ダイナミクス」名古屋、2006. 11. 13-15
- (3) Kenji Kashiwaya, Environmental changes in lake-catchment systems inferred from Baikal district, The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas – The daybreak of Paleoenvironmental dynamics -, Nagoya, Japan, 2006. 12. 5-9
- (4) Kenji Kashiwaya, Present Earth Surface Processes and Environmental Changes in Lake-catchment Systems in North-East Asia, 2nd Japan-China Joint International Workshop, Earth Surface Processes and Environmental Changes in North-East Asia, Kanazawa, Japan, 2007. 1. 29-31
- (5) Noriko Hasebe, Continental Margin Development: Fission Track Data from the Shimanto Accretionary Complex and Related Area, Southwest Japan, Joint International Symposium, Environmental Changes and Earth Surface Processes in Semi-arid and Temperate Areas, Uranbator, Mongolia, 2006. 6. 9-11
- (6) Noriko Hasebe, Koji Aratake, Masayuki Okuno, Shoji Arai and Isamu Sinno, Radiation damage or chemical composition? Raman spectroscopy of zircon, 19th general meeting of the International Mineralogical Association, Kobe, Japan, 2006. 7. 23-28
- (7) Noriko Hasebe, Kentaro Ito, Andy Carter, Tony Hurford, and Shoji Arai, LA-ICP-MS FT dating: zircon and volcanic glass, European Conference on Thermochronology, Bremen, Germany 2006. 7. 30-8. 4
- (8) Noriko Hasebe and Komei Arata, Continental margin development: Fission track data from accretionary complexes, southwest Japan, 第3回日韓国際ワークショップ「東アジアにおける現代の地球表層プロセスと歴史時代の環境変動」, ソウル, 韓国, 2006. 9. 26-30
- (9) Noriko Hasebe and Kenji Kashiwaya, Overview of Geochronological Research on Lake sediments, The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas – The daybreak of Paleoenvironmental dynamics -, Nagoya, Japan, 2006. 12. 5-9

- (10) Keisuke Fukushi, Morio Takada, Kenichi Ito and Tsutomu Sato, Behavior of As in low crystalline iron oxide during the alteration process in acid mine drainage environments, 第3回日韓国際ワークショップ「東アジアにおける現代の地球表層プロセスと歴史時代の環境変動」, ソウル, 韓国, 2006. 10. 26-30
- (11) Keisuke Fukushi, Hiroto Fukumoto, Takashi Munemoto, Takahiro Nagata and Kenji Kashiwaya, Carbonate mineralogy in sediment from Lake Hovsgol and its implications for environmental and geochemical changes of lake water, Nagoya, Japan, 5-9 December, 2006
- (12) Keisuke Fukushi and Tsutomu Sato, Natural attenuation of arsenic in acid mine drainage at an abandoned mine, The 3rd International Symposium on Protection and Restoration of Environmental Ecology, Yanbian, China, 24-31 August, 2006
- (13) Dimitri A. Sverjensky and Keisuke Fukushi, A new approach for modeling the reactions of oxyanions at the mineral-water interface, The geological society of America, 2006 Philadelphia annual meeting, Philadelphia, USA, 21-25 October, 2006
- (14) Dimitri A. Sverjensky and Keisuke Fukushi, Prediction of the surface properties of poorly crystalline oxyhydroxides at the solid-electrolyte-water interface, 233rd ACS National meeting, Chicago, USA, 25-29 March, 2007
- (15) Yasuaki Aota, Kenji Kashiwaya and Michio Kumagai, Seasonal change of particulate matter transport and vertical water mixing processes with climatic changes in Lake Biwa, 第3回日韓国際ワークショップ「東アジアにおける現代の地球表層プロセスと歴史時代の環境変動」, ソウル, 韓国, 2006. 10. 26-30
- (16) Taeko Itono and Kenji Kashiwaya, Hydro-environmental fluctuations around Lake Biwa during the past several hundreds years inferred from lake sediment information, 第3回日韓国際ワークショップ「東アジアにおける現代の地球表層プロセスと歴史時代の環境変動」, ソウル, 韓国, 2006. 10. 26-30
- (17) Kazumi Ito, Noriko Hasebe, Yoshiyuki Ganzawa and Kenji Kashiwaya, Luminescence characteristics of lake sediments in Baikal, 第3回日韓国際ワークショップ「東アジアにおける現代の地球表層プロセスと歴史時代の環境変動」, ソウル, 韓国, 2006. 10. 26-30
- (18) Masanari Inukai and Kenji Kashiwaya, Local and global environmental fluctuations inferred from terrestrial sediment information, 第3回日韓国際ワークショップ「東アジアにおける現代の地球表層プロセスと歴史時代の環境変動」, ソウル, 韓国, 2006. 10. 26-30
- (19) Kentaro Ito and Noriko Hasebe, Fission-track dating of Quaternary volcanic glass using stepwise etching, 第3回日韓国際ワークショップ「東アジアにおける現代の地球表層プロセスと歴史時代の環境変動」, ソウル, 韓国, 2006. 10. 26-30
- (20) Shinya Ochiai and Kenji Kashiwaya, Late Cenozoic limno- and hydro-climatic changes printed in Lake Baikal Sediment, The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas – The daybreak of Paleoenvironmental dynamics -, Nagoya, Japan, 2006. 12. 5-9

- (21) Aleksandr Orkhonselenge, Yukiya Tanaka, Kenji Kashiwaya and YK Kim, Landform evolution and surface erosion in pond catchment system, The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas - The daybreak of Paleoenvironmental dynamics -, Nagoya, Japan, 2006. 12. 5-9
- (22) Kazumi Ito, Noriko Hasebe, Yoshiyuki Ganzawa and Kenji Kashiwaya, Luminescence dating of fine grained sediments from Lake Baikal; an attempt, The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas - The daybreak of Paleoenvironmental dynamics -, Nagoya, Japan, 2006. 12. 5-9
- (23) Kentaro Ito and Noriko Hasebe, Observation of spontaneous fission track density using stepwise etching, The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas - The daybreak of Paleoenvironmental dynamics -, Nagoya, Japan, 2006. 12. 5-9
- (24) Tamai Matsuoka, Kenji Kashiwaya, Wook-hyun Nahm, Dong-Yoon Yang, Aleksandr Orkhonselenge and Yukiya Tanaka, Hydro-geomorphological changes in pond-catchment systems in Japan and Korea, The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas - The daybreak of Paleoenvironmental dynamics -, Nagoya, Japan, 2006. 12. 5-9
- (25) 柏谷健二・山本 政儀・佐藤 努ほか、ユーラシア東部・環日本海域における地表プロセスと湖沼-流域系情報、日本地球惑星科学連合 2006 年大会、幕張メッセ国際会議場、2006. 5. 14-18
- (26) 柏谷健二、湖沼一流域系からみた地球環境変動—六甲獣池からバイカル湖まで一、断層研究資料センター第 6 回地質学教養セミナー、名古屋、2006. 11. 20
- (27) Orkhonselenge. A (Kanazawa Univ.) • Kashiwaya Kenji (Kanazawa Univ.) • Krivonogov, Sergey K (SB RAS) • Ochiai Shinya (Kanazawa Univ.) : Paleoenvironmental changes in Lake Hovsgol (Khuvsgul) catchment, Mongolia during the past 10 000 years, 日本地形学連合 2007 年春季大会、京都、2007. 3. 17-18
- (28) 長谷部徳子・荒井章司, 年代標準試料の LA-ICP-MS-FT 年代測定結果 第 31 回フィッショントラック研究会, 瑞浪, 2006. 12. 8-9
- (29) 伊藤健太郎・長谷部徳子, 段階エッチングを用いたガラス中の自発トラックの観察, 第 31 回フィッショントラック研究会, 瑞浪, 2006. 12. 8-9
- (30) 石原崇・長谷部徳子・荒井章司, 若い火成岩中のジルコンの U-Th 測定と年代測定法の考察, 第 31 回フィッショントラック研究会, 瑞浪, 2006. 12. 8-9
- (31) 伊藤一充・長谷部徳子・賀沢好博・柏谷健二, バイカル湖細粒堆積物のルミネッセンス年代測定の試み, 第 31 回フィッショントラック研究会, 瑞浪, 2006. 12. 8-9
- (32) 住田亮輔・伊藤一充・長谷部徳子・山本政儀, 湖沼堆積物の熱ルミネッセンス年代測定のための化学分析法, 第 31 回フィッショントラック研究会, 瑞浪, 2006. 12. 8-9
- (33) 長谷部徳子&雁沢好博： ラディアルプロットと, χ^2 乗検定；フィッショントラック法とルミネッセンス法, 2006 年度ルミネッセンス年代測定学研究会, 金沢, 2007. 3. 2-4

- (34) 伊藤一充・長谷部徳子・住田亮輔・柏谷健二・荒井章司・山本政儀・雁沢好博：ルミネッセンス法によるロシア・バイカル湖堆積物の年代決定一, 2006 年度ルミネッセンス年代測定学研究会, 金沢, 2007. 3. 2-4
- (35) 伊藤健太郎・長谷部徳子・石原崇・荒井章司：第四紀の環境変動への時間指標：火山岩の年代決定, 2006 年度ルミネッセンス年代測定学研究会, 金沢, 2007. 3. 2-4
- (36) 福士圭介・Dimitri A. Sverjensky, 酸化物表面への As(III/V) 吸着と表面 speciation の予想モデル 第 50 回粘土科学討論会, 銚子, 2006. 9. 7-9
- (37) 高田盛生・福士圭介・佐藤努・米田哲朗, シュベルトマナイト鉱物表面における吸着陰イオン種の選択性 第 50 回粘土科学討論会, 銚子, 2006. 9. 7-9
- (38) 阿部 琢也, 田阪 茂樹, 小村 和久：南極昭和基地における大気中 ^{7}Be 濃度の季節変動第 9 回南極エアロゾル研究会、東京 (2006. 7)
- (39) Abe, T., Yamaguchi, Y., Tanaka, K., Komura, K.: High Resolution Simultaneous Measurements of Airborne Radionuclides. COE symposium “Atmospheric pollution of East Asia and its effects on ecosystem and human health”, Tokyo, Japan (2006. 9)
- (40) 阿部 琢也、山口 芳香、田中 究、小村 和久：大気中放射性核種の高解像度同時観測. 2006 年日本放射化学会年会第 50 回放射化学討論会、水戸-東海 (2006. 10)
- (41) 阿部琢也、山口芳香、田中究、中野佑介、小村和久：大気中放射性核種の高解像度変動解析. COE 若手、金沢 (2007. 3)
- (42) Aoyama, M., Hirose, K., Komura, K., Mantoura, R. F. C., Povinec, P. P., Sanchez-Cabez, J. A.: Long term behaviour of ^{137}Cs in the global ocean: Source, transport processed and present status, Tsukuba, Japan (2006. 11)
- (43) Endo, S., Tanaka, K., Imanaka, T., Yamamoto, M., Hoshi, M.: Current status for measurement of radioactive iodine in soil sample from SNTS area, ibid (2006)
- (44) Hamajima Y. and Komura K.: Depth profiles of environmental neutron-induced gold activities - 10th International Symposium on Environmental Radiochemical Analysis, Oxford, England (2006. 9)
- (45) 浜島靖典、小村和久：液体および固体中の環境中性子エネルギー分布. 第 50 回放射化学討論会記念大会、水戸-東海村 (2006. 10)
- (46) Hirose, K., Aoyama, M., Fukasawa, M., Kim, C. S., Komura, K., Mantoura, R. F. C., Povinec, P. P., Sanchez-Cabez, J. A.: Distribution of the strong organic ligand, SOL, in the South Pacific particulates, Tsukuba, Japan (2006. 11)
- (47) Hirose, K., Aoyama, M., Fukasawa M., Kim, C.S., Komura, K., Mantoura, R. F. C., Povinec, P. P., Sanchez-Cabez, J. A.: Plutonium and ^{137}Cs in surface seawaters of the South Pacific, Tsukuba, Japan (2006. 11)
- (48) 井上睦夫、小村和久：化学試薬における放射性核種汚染の実測値による評価. 第 50 回放射化学討論会記念大会、水戸-東海村 (2006. 10)
- (49) Inoue, M., Tanaka, K., Komura, K.: Spatial and temporal variations of $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ratio in the

- Sea of Japan: Application of low-background γ -spectrometry to seawater samples. Workshop on Southern Hemisphere Ocean Tracer Studies, Tsukuba, Japan (2006. 11)
- (50) 井上睦夫、田中究、渡部諭、小藤久毅、中野佑介、山本政儀、小村和久：日本海沿岸及び大和堆、日本海盆におけるラジウム同位体. COE 若手、金沢 (2007. 3)
- (51) 小藤久毅、井上睦夫、田中究、河村日佐男、小村和久：津軽暖水および混合水域における ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 分布. 日本地球化学会第 53 回年会、東京 (2006. 9)
- (52) 小村和久、村田祥、田中究、中野佑介：リンモリブデン酸金属錯体による放射線放出抑制、第 40 回保健物理学会、広島 (2006. 6)
- (53) 小村和久、村田祥全、田中究、中野佑介：新現象 放射線レベルを温度で制御する. 第 49 回放射線影響学会、札幌 (2006. 9)
- (54) Komura, K., Inoue, M., Manikandan, M.N. Abe, T., Yamaguchi, Y., Tanaka, K.: Mass transportation monitored by trace level radioactivity. COE symposium “Atmospheric pollution of East Asia and its effects on ecosystem and human health”, Tokyo, Japan (2006. 9)
- (55) 小村和久、村田祥全、田中究、中野佑介：新現象-リンモリブデン酸錯体のラドンの異常放出効果. 第 50 回放射化学討論会、水戸-東海村 (2006. 10)
- (56) Komura, K., Hamajima, Y., Aoyama M.: Measurement of ultra low-level ^{137}Cs at Ogoya Underground Laboratory, Workshop on Southern Hemisphere Ocean Tracer Studies, Tsukuba, Japan (2006. 11)
- (57) Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Tomita, J., Kofuji, H., Aota, Y., Yokota, K., Kumagai, M.: Uranium and thorium isotopes in lake sediments, Lake Biwa system in Japan: To obtain insight into their paleoenvironmental implications, ibid. (2006)
- (58) 坂口 綾、山本政儀、富田純平、落合伸也、中川裕文、柏谷健二：天然放射性核種 U・Th の湖底堆積物情報 - バイカル湖. 日本地球化学会第 53 回年会、東京 (2006. 9)
- (59) Sptepanenko, V. F., Ivannikov, A. I., Zhumadilov, K. Sh., Kadiev, A., Apsalikov, K. N., Yamamoto, M., Sakaguchi, A., Tanaka, K., Endo, S., Hoshi, M.: Comparison of instrumental estimates of external accumulated dose by retrospective luminescence and EPR dosimetry methods with computed dose values for Dolon' village near Semipalatinsk nuclear test site, International Conference on Medical-social rehabilitation of the population in ecologically unfavourable areas., Semipalatinsk City, Kazakhstan (2006. 8)
- (60) 田中究、井上睦夫、小藤久毅、小村和久： $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動からみた日本海沿岸海水循環. 日本地球化学会第 53 回年会、東京 (2006. 9)
- (61) 田中究、井上睦夫、御園生淳、小村和久：日本海大和堆および沿岸周辺海域における ^{226}Ra 、 ^{228}Ra および ^{137}Cs 濃度の鉛直分布. 日本地球化学会第 53 回年会、東京 (2006. 9)
- (62) 富田純平、坂口 綾、佐竹 洋、中村俊夫、山本政儀：白山山系周辺温鉱泉の地球化学的研究-起源とその成因. 日本温泉科学会第 59 回大会、秋田 (2006. 9)
- (63) 富田純平、坂口 綾、山本政儀：白山山系周辺温鉱泉の地球化学的研究-天然放射性同位体 U・Ra を中心に. 日本温泉科学会第 59 回大会、秋田 (2006. 9)

- (64) 富田純平、坂口 綾、佐竹 洋、中村俊夫、山本政儀：中央アジア・カザフスタン北東地域の陸水の化学的特徴とウラン同位体. 日本地球化学会第 53 回年会、東京 (2006. 9)
- (65) 山口芳香、阿部琢也、村田祥全、Manikandan, M. N. 、田中究、小村和久：環日本海域における大気中の放射性核種変動の高解像度同時観測. 第 43 回アイソトープ・放射線研究発表会、東京 (2006. 7)
- (66) 山口芳香、阿部琢也、村田祥全、Manikandan, M. N. 、田中究、小村和久：環日本海域における大気中放射性核種変動の高解像度同時観測. 2006 放射化学会年会・第 50 回放射化学討論会、水戸-東海村 (2006. 10)
- (67) Yamaguchi, Y., Abe, T., Murata, Y., Manikandan M. N., Tanaka, K., Komura, K.: High resolution Simultaneous Measurements of Airborne Pb-210, Be-7 and Po-210 at Ishikawa Pref., Central Japan. The 6th International Symposium on Advanced Science research - Frontiers of Nuclear and Radiochemistry-, Tokai, Japan (2006. 10)
- (68) Yamamoto, M., Hoshi, M.: Sakaguchi, A., Shinohara, K., Kurihara, O., Apsalokov, K. N., Gusev, B. I.: Plutonium and uranium in human tissues from areas surrounding the Semipalatinsk nuclear test site, ibid (2006)
- (69) Yamamoto, M., Sakaguchi, A., Tomita, J., Uranium-series disequilibrium application to lake sediments in geochronology - a short general review, 3rd Korea-Japan Joint International Workshop on Present Earth Surface Processes and Historical Environmental Changes in East Asia, Seoul, Korea (2006. 9)
- (70) 山本政儀、坂口 綾、富田純平、柏谷健二：湖底堆積物中のウラン・トリウム同位体変動- モンゴル・フブスグル湖. 2006 年日本放射化学会年会、水戸-東海村 (2006. 10)

4) 研究交流（共同研究）

- ・共同研究

- 柏谷健二・山本政儀・長谷部徳子・福士圭介, HOVSGOL 掘削プロジェクト, モンゴル科学アカデミー地質鉱物資源研究所・ロシア科学アカデミー地球化学研究所・韓国地質資源研究院・名古屋大学, 2003-現在
- 柏谷健二・山本政儀・青木賢人・長谷部徳子・福士圭介, バイカル湖流域の陸水環境変動, ロシア科学アカデミー地質地球物理鉱物連合研究所・京都府立大学・富山大学, 2003-現在
- 柏谷健二・山本政儀・長谷部徳子・福士圭介, 極東域における地表環境と変遷と歴史時代の環境変動, 韓国地質資源研究院・慶熙大学校, 2003-現在
- 柏谷健二・岩坂泰信・中村浩二・長谷部徳子・青木賢人・遠藤徳孝・福士圭介, 中国東北部における地表環境の変遷と歴史時代の環境変動, 延辺大学, 2006-現在
- 柏谷健二, 北陸域の水文環境変動, 立山砂防カルデラ博物館・富山大学, 2001-現在
- 柏谷健二・山本政儀・福士圭介, 琵琶湖流域の水文環境変動, 琵琶湖研究所, 2002-現在
- 柏谷健二, 六甲山系の水文地形環境変動, 神戸大学, 1995-現在
- 小村和久、個人線量モニターによる環境放射線レベル測定、金沢工業大学、南戸秀仁、2000-現在

- (9) 小村和久、甲殻類の年齢測定、若狭湾エネルギーセンター2006-現在
- (10) 山本政儀、旧ソ連核実験場セミパラチンスクの環境放射能汚染と住民の被曝線量評価、星 正治、広島大学原爆医学放射線研究所、1995-現在
- (11) 山本政儀、広島原爆フォールアウトの降下分布解明-U同位体比測定を通じて、星 正治、広島大学原爆医学放射線研究所、2006-現在
- (12) 山本政儀、石灰岩洞窟のウラン-トリウム年代測定、Ju. Yong. Kim, Korean Institute of Geosciences and Mineral Resources (KIGAM), Koria, 2003-現在

・海外渡航

- (1) 柏谷健二、韓国・ソウル、国際会議出席 (2006. 9)
- (2) 柏谷健二、モンゴル・ウランバートル、共同調査 (2006. 8)
- (3) 柏谷健二、中国・延辺、共同調査 (2006. 7)
- (4) 柏谷健二、モンゴル・ウランバートル、国際会議出席 (2006. 6)
- (5) 柏谷健二、モンゴル・フブスグル湖、共同調査 (2006. 6)
- (6) 長谷部徳子、韓国・大田、実験 (2007. 2)
- (7) 長谷部徳子、韓国・ソウル、国際会議出席 (2006. 9)
- (8) 長谷部徳子、ロシア・バイカル湖、環境サマースクール引率 (2006. 8)
- (9) 長谷部徳子、イギリス・ドイツ、国際会議出席および研究連絡 (2006. 7-8)
- (10) 長谷部徳子、モンゴル・ウランバートル、国際会議出席 (2006. 6)
- (11) 福士圭介、韓国、ソウル、国際会議出席 (2006. 9)
- (12) 福士圭介、ロシア・イルクーツク、コア分取 (2006. 8)
- (13) 福士圭介、中国・延辺、国際会議出席および調査 (2006. 7)
- (14) 山本政儀、旧ソ連セミパラチンスク核実験周辺地域の放射能汚染状況と住民の内部被曝線量〔科学研究費補助金〕、カザフスタン (2006. 8-9)
- (15) 山本政儀、3th Korea-Japan Joint International Workshop on Present Earth Surface processes and Historical Environmental Changes in East Asia, Seoul, Korea (2006. 9)
- (16) 浜島靖典、10th International Symposium on Environmental Radiochemical Analysis, オックスフォード・英国 (2006. 9)

・訪問外国人研究者

- (1) 李春景、中国延辺大学、講師、共同研究、2006. 5. 22-2006. 6. 21
- (2) Aleksandr Orkhonselenge、モンゴル科学アカデミー・地理学研究所、研究員、国際共同プロジェクトに関する共同研究、2006. 10. 9-2007. 3. 26
- (3) 金周龍、韓国地質資源研究院、室長、国際シンポジウム参加、2006. 12. 5-9
- (4) Narantsetseg Tserendash、地質鉱物資源研究所、研究員、国際シンポジウム参加、2006. 12. 5-9
- (5) 丁仲礼、中国科学院地質・地球物理研究所、所長、国際シンポジウム参加、2006. 12. 5-9
- (6) 沈 吉、中国科学院南京地理・湖沼研究所、教授、国際シンポジウム参加、2006. 12. 5-9

- (7) 周衛健、中国科学院地球環境研究所、教授、国際シンポジウム参加、2006. 12. 5-9
- (8) 朴永浩、延辺大学、副総長・教授、大学間協定締結とシンポジウム参加、2007. 1. 29-2007. 1. 31
- (9) 金永燦、延辺大学国際交流合作処副処長、大学間協定締結とシンポジウム参加、2007. 1. 29-2007. 1. 31
- (10) 南 穎、中国延辺大学、教授、シンポジウム参加、2007. 1. 29-2007. 2. 1
- (11) 李春景、中国延辺大学、副教授、シンポジウム参加、2007. 1. 29-2007. 2. 7
- (12) 金愛芬、中国延辺大学、副教授、シンポジウム参加、2007. 1. 29-2007. 2. 1
- (13) 朱衛紅、中国延辺大学、副教授、シンポジウム参加、2007. 1. 29-2007. 2. 1
- (14) 金石柱、中国延辺大学、副教授、シンポジウム参加、2007. 1. 29-2007. 2. 1
- (15) 金東日、中国延辺大学、教授、シンポジウム参加、2007. 1. 29-2007. 2. 1

・非常勤講師

柏谷健二、三重大学生物資源学部

5) 各種活動

・学会活動

- (1) 柏谷健二：日本地形学連合委員、1981-現在
- (2) 柏谷健二：日本地形学連合会長、2005-現在
- (3) 柏谷健二：IGU-GC21 委員、2000-現在
- (4) 柏谷健二：国際ワークショップ「現代の環境プロセスと歴史的環境変動」共同議長、2004-現在
- (5) 柏谷健二：BICER 協議会副会長、2006-現在
- (6) 柏谷健二：The 5th International Symposium on Terrestrial Environmental Changes in East Eurasia and Adjacent Areas 共同議長、2005-現在
- (7) 柏谷健二：日本学術会議、地球惑星科学委員会、地形研究小委員会委員長、2006-現在
- (8) 長谷部徳子：地質学雑誌編集委員、地質学会代議員、フィッショントラックニュースレター編集長
- (9) 小村和久：日本原子力学会評議員、日本アイソープ協会理工学部会第常任委員
- (10) 山本政儀：日本放射線影響学会常任幹事、日本放射線影響学会 J. Radiat Res. の編集委員、日本原子力学会中部支部幹事、日本放射化学会 J. Nucl. Radiochem. Sci. の編集委員

・社会活動

- (1) 小村和久：石川県環境放射線測定技術委員会委員、核燃料サイクル開発機構大学との研究協力実施委員会委員、辰口国際交流協会副会長、能美市文化財保護審議会委員、国連科学委員会 UNSCEAR 報告書国内委員
- (2) 山本政儀：福井県原子力専門委員、福井県美浜町原子力環境安全監視委員、福井県客員研究員、石川県環境試料測定法調査検討委員、国連科学委員会 UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation:国連放射線影響科学委員会) 報告書国内対応委員、財団法人日本分析センター放射能測定法マニアル等専門委員会、財団法人日本分析センター環境放射能測

定調査委員会

・地方自治体役員等

- (1) 長谷部徳子：金沢子ども科学財団、児童・生徒科学作品審査員、2006年9月9日
- (2) 長谷部徳子：小松高校のスーパーイエンス事業の一環として理数系一年生の実験「鉱物に自然放射能がつけた傷を観察し、年代を測定してみよう」2006年7月

エコテクノロジー研究部門

1) 学術論文

- (1) Zhang, D., Y. Iwasaka, A. Matsuki, K. Ueno, and T. Matsuzaki :Coarse and accommodation mode particles associated with Asian dust in southwestern Japan, *Atmos. Environ.*, 40, 1205–1215 (2006)
- (2) Y. Inomata, Y. Iwasaka, K. Osada, M. Hayashi, I. Mori, M. Kido, K. Hara, and T. Sakai :Vertical distributions of particles and sulfate gases (volatile sulfur compounds and SO₂) over East Asia: Comparison with two aircraft-borne measurements under the Asian continental outflow in spring and winter, *Atmos. Environ.*, 40, 430–444 (2006)
- (3) M. Mikami, G. Y. Shi, I. Uno, S. Yabuki, Y. Iwasaka, M. Yasui, T. Aoki, T. Y. Tanaka, Y. Krosaki, K. Masuda, A. Uchiyama, A. Matsuki, T. Sakai, T. Takemi, M. Nakawo, N. Seino, M. Ishizuka, S. Satake, K. Fujita, Y. Hara, K. Kai, S. Kanayama, M. Hayashi, M. Du, Y. Kanai, Y. Yamada, X. Y. Zhang, Z. Shen, H. Zhou, O. Abe, T. Nagai, Y. Tsutsumi, M. Chiba, and J. Suzuki :Aeolian dust experiment on climate impact: An overview of Japan-China joint project ADEC, *Global and Planetary Change*, 52, 142–172 (2006)
- (4) K. Hara, Y. Iwasaka, M. Wada, T. Ihara, H. Shiba, K. Osada, and T. Yamanouchi :Aerosol constituents and their spatial distribution in the free troposphere of coastal Antarctic regions, *J. Geophys. Res.*, 111, D15216, doi: 10.1029/2005JD006591 (2006)
- (5) Y.-S. Kim, Y. Iwasaka, G. Shi, M. Yamada, D. Trochkine, A. Matsuki, T. Nagatani :Measurement with Balloon-borne Optical Particle Counter pp. 130–137 in *Past, Present and Future Environments of Pan-Japan Sea Region* (ed. By K. Hayakawa et al.) Maruzen Co., Ltd. (2006)
- (6) Y. Iwasaka, G. Shi, Y.-S. Kim, T. Nagatani, A. Matsuki, D. Trochkine, M. Yamada :The behavior of KOSA (Asian Dust) particles on the Asian continent, pp. 166–178, in *Past, Present and Future Environments of Pan-Japan Sea Region* (ed. By K. Hayakawa et al.) Maruzen Co., Ltd. (2006)
- (7) Y. Iwasaka, G. Shi, Y.-S. Kim, T. Nagatani, A. Matsuki, D. Trochkine, M. Yamada Development of balloon-borne aerosol particle collection for investigation on nature of KOSA particle pp. 138–115, in *Past, Present and Future Environments of Pan-Japan Sea Region* (ed. By K. Hayakawa et al.) Maruzen Co., Ltd. (2006)

- (8) T. Kojima, P. R. Buseck, Y. Iwasaka, A. Matsuki, D. Trochkine :Sulfate-coated dust particles in the free troposphere over Japan, *Atmos. Res.*, 82, 698–708 (2006)
- (9) Y. Tobo, Y. Iwasaka, G.-Y. Shi, Y.-S. Kim, T. Ohashi, K. Tamura, D. Zhang :Balloon-borne observations of high aerosol concentrations near the summertime tropopause over the Tibetan Plateau, *Atmos. Res.*, 84, 233–241 (2007)
- (10) C. Nishita, K. Osada, K. Matsunaga, Y. Iwasaka :Number-size distributions of free tropospheric aerosol particles at Mt. Norikura, Japan: Effects of precipitation and air-mass transportation pathways, *J. Geophys. Rev.* (accepted and to be published in 2007)
- (11) Y. Iwasaka, J. M. Li, Y. S. Kim, A. Matsuki, D. Trochkine, M. Yamada, D. Zhang, Z. Shen, and C. S. Hong :Mass Transport of Background Asian Dust Revealed by Ballon-borne Measurement:Dust Particles Transported during Calm Periods by Westerly from Taklamakan Desert, in Advanced Environmental Monitoring, ed. Y. J. Kim and U. Platt, Springer Verlag, (accepted and to be published in 2007).
- (12) Min-Suk Bae, Chun-Sang Hong, Young J. Kim, Jin-Seok Han, Kwanh-Ju Moon, Yutaka Kondo, Yuichi Komazaki, and Yuzo Miyazaki, Intercomparison of two different thermal-optical elemental carbons and optical black carbon during ABC-EAREX2005, *Atmospheric Environment*, 41, 2791–2803 (2007)
- (13) Kanev, K. and Kimura, S., Direct Point-and-Click Functionality for Printed Materials, *The Journal of Three Dimensional Images*, Vol. 20, No. 2, pp. 51–59 (2006)
- (14) Kimura, S., Okajima, A., Kiwata, T. and Fusaoka, T., Solidification of a Water-Saturated Porous Medium When Convection is Present(Response of Solid-Liquid Interface due to Time-Varying Cooling Temperature), *Heat Transfer-Asian Research*, Vol. 35, No. 4, pp. 294–308 (2006)
- (15) Utanohara, Y., Kimura, S., Kiwata, T. :Numerical Study on Mountain Waves Generated by a Two-Dimensional Mountain and Their Effect on the Transport of Yellow Sand, *JSME Int. J. Ser. B*, 49, 3, pp. 576–582 (2006)
- (16) 歌野原陽一, 木村繁男, 木綿隆弘 :安定成層大気における山岳波が黄砂の輸送に及ぼす影響の2次元数値シミュレーション, ながれ, 25, 5, pp. 465–476 (2006)
- (17) T. Kiwata, T. Ishii, S. Kimura, A. Okajima, K. Miyazaki :Flow Visualization and Characteristics of a Coaxial Jet with a Tabbed Annular Nozzle, *JSME Int. J. Ser. B*, 49, 4, pp. 906–913 (2006)
- (18) 金岡佳充, 木村繁男, 木綿隆弘, 岡島 厚, 木村 修, 谷川純也 :周期的に温度変動する熱源を用いた新しい流速測定方法と MEMS 技術により作製した流速センサの特性、日本機械学会論文集, 72, 723B, pp. 2596–2603 (2006)
- (19) 藤井康彦, 木村繁男, 斎藤隆之, 木綿隆弘 松村和彦 :膨張弁を通過した冷媒の気液二相流動現象の可視化 –第2報：膨張弁絞り機構部の低騒音化－日本冷凍空調学会論文集, 23, 4, pp. 409–418 (2006)

- (20) Yoshio Masuda, Michio Yoneya, Akira Suzuki, Shigeo Kimura, Farid Alavyoon :Numerical Analysis of double-diffusive convection in a porous enclosure due to opposing heat and mass fluxes on the vertical walls- Why does peculiar oscillation occur? -, Int. J. Heat Mass Transfer, in press
- (21) Michael Vynnycky, Shigeo Kimura, An asymptotic and numerical study of transient buoyancy -driven solidification in a rectangular enclosure, Int. J. Heat Mass Transfer, in press
- (22) Motomura, H. and Tsukawaki, S., 2006, New species of the threadfin genus *Polynemus* (Teleostei: Polynemidae) from the Mekong River basin, Vietnam, with comments on the Mekong species of *Polynemus*. The Raffles Bulletin of Zoology (2006)
- (23) Takebayashi, H., Chanvibol, M., Loc, L. X., Egashira, S., Tsukawaki, S., Sim, I., Sambath, T. and Sotham, S. :Size distribution of bed and bank materials along the Tonle Sap River in Cambodia,. Proceedings of 15th Conference of Asia and Pacific Division of the IAHR and International Symposium on "Maritime Hydraulics", IIT Madras, Chennai, India, August 7-10 , 1-6 (2006)
- (24) Tsukawaki, S., and Members of EMSB Team and EMSB-u32 Team, Preliminary results from the research missions of EMSB and EMSB-u32 Programmes: "Evaluation of mechanisms sustaining the biodiversity of Lake Tonle Sap, Cambodia". Proceedings of International Conference on "Mekong Research for the People of the Mekong", 18-21 October 2006, Dusit Island Resort Hotel, Chiang Rai, Thailand, 36-43 (2006)
- (25) Araki, Y., Hirabuki, Y., Powkhy, D., Tsukawaki, S., Rachna, C., Tomita, M. and Suzuki, K. :Influence of large seasonal water level fluctuations and human impact on the vegetation of Lake Tonle Sap, Cambodia. in Sawada, H., Araki, M., Chappell, N. A., LaFrankie, J. V. and Shimizu, A. ed. Forest Environments in the Mekong River Basin, Springer, Tokyo, 281-294 (2007)
- (26) Tsukawaki, S., Araki, Y., Sim, I., Ishikawa, T., Mukai, T., Oyagi, H. and Monichoth, S. I. :Tonle Sap EMSB-u32 team (UNESCO MAB-IHP Joint Programme Ecological and Hydrological Research and Training for Young Scientists in Tonle Sap Biosphere Reserve, Cambodia: Research and Training for Young Scientists) in Tonle Sap, Cambodia, and its field activity in 2004-2005. Proceedings of the 2nd Workshop of Ecotone Phase II and the 4th Meeting of Southeast Asian Biosphere Reserve Network (SeabRnet) in Close Cooperation with the IHP, Integrated Ecosystem Management – Pursuing a Quality Economy in Biosphere Reserves with Thematic Discussion of MAB on Biosphere Reserves Application in Large Wetland Areas in Asia, Champasak Palace, Pakse, Lao PDR, UNESCO Office in Jakarta, 172-174 (2006)
- (27) 村瀬高広, 古内正美, 塚脇真二, Sieng Sotham, 畠 光彦, 山下道子: カンボジア・プノンペンにおける大気汚染の現状とその特性. エアロゾル研究, 21(2), 101-107 (2006)
- (28) 塚脇真二, 荒木祐二, 石川俊之, 本村浩之, 向井貴彦, 大八木英夫, 坂井健一: カンボジアの大気環境－トンレサップ湖生物多様性維持機構保全の視点から－. エアロゾル研究, 21, 114-121

(2006)

- (29) Furuuchi, M., Murase, T., Yamashita, M., Oyagi, H., Sakai, K., Tsukawaki, S., Sotham, S. and Hata, M. :Temperature distribution and air pollution in Phnom Penh, Cambodia – influence of land use and the Mekong and Tonle Sap Rivers. *Aerosol and Air Quality Research*, 12, 134–149 (2006)
- (30) 古内正美, 村瀬高広, 塚脇真二, Sieng Sotham, Hang Peou, 畠 光彦: カンボジア・アンコール遺跡区域における大気汚染の現状, エアロゾル研究 in press
- (31) A. Kurosumi, F. Kobayashi, M. Godliving, Y. Nakamura : Development of optimal culture method of *Sparassis crispa* mycelia and a new extraction method of antieoplastic constituent, *Biochemical Engineering Journal*, Vol. 30, No. 1, 109–113 (2006)
- (32) F. Kobayashi, M. Daidai, N. Suzuki, Y. Nakamura : Degradation of phenol in seawater using novel microorganism isolated from the intestine of *Aplysia kurodai*, *International Biodeterioration and Biodegradation*, Vol. 59, No. 3 252–254 (2007)
- (33) M. Daidai, F. Kobayashi, M. Godliving, Y. Nakamura : Degradation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) by Ozonation and TiO₂/UV treatment, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, in press
- (34) Y. Nakamura, F. Kobayashi, M. Daidai, A. Kurozumi : Purification of seawater contaminated with undegradable aromatic ring compounds using ozonolysis followed by titanium dioxide treatment, *Marine Pollution Bulletin*, in press
- (35) A. Kurosumi, F. Kobayashi, Y. Nakamura : Development of new extraction method of natural antioxidants from bamboo grass, *Transaction of the Materials Research Society of Japan*, in press

2) 総説・資料・報告書

- (1) 岩坂泰信: 地球温暖化対策の今後を考える、環境、110号、23–27 (2006)
- (2) 岩坂泰信: 環境問題 このややこしいものを何回も問い合わせ直す、環境、112号、30–32 (2006)
- (3) 木村繁男: 熱交換器からの対流熱伝達, 日本地熱学会誌, Vol. 28, No. 3, pp. 315 –322 (2006)
- (4) 古内正美, 塚脇真二: 東南アジア地域の発展途上国における大気環境問題の現状と将来への取り組み 関連用語, エアロゾル研究, 21(2), p. 136 (2006)
- (5) Japan National Committee for CCOP, 2006, Member Country Report of Japan :43rd Annual Session, Daejeon, Korea, 30th October – 2nd November 2006, Daejeon, CCOP-46AS/3-7, 63p. (2006)
- (6) 本村浩之, 塚脇真二: 東南アジア最大の淡水湖～カンボジア・トンレサップ湖～における魚類の多様性と特異性. 鹿児島大学総合研究博物館ニュースレター, 14, 8–13 (2007)
- (7) 塚脇真二, 久保純子, 本村浩之, 荒木祐二: (社)東京地学協会海外見学旅行案内書「トンレサップ湖とメコン河」, 42 p (2007)
- (8) 小林史尚, 鈴木信雄, 中村嘉利: 16S rDNA 解析による新規海洋細菌の同定, 金沢大学臨海実験施設研究概要・年次報告, 第4号, 18–19 (2006)

- (9) 小林史尚：植物を用いた水と土壤の総合浄化システム，生物工学会誌，85，22（2007）

3) 著書

- (1) 岩坂泰信（共著）：南極観測隊 南極に情熱を燃やした若者たちの記録，技法堂出版（2006）
(2) Utanohara, Y., Kimura, S. :Transport of Yellow Sand in Stably Stratified Flows Over a Mountain, Past, Present and Future Environments of Pan-Japan Sea Region, 2-2-2, pp187-203, Maruzen Planet, (2006)

4) 特許

- (1) 小林史尚，中村嘉利，鈴木信雄，小藤累美子：重金属存在下で有機物質を分解する方法，国際出願 PCT/JP2006/320481 (2006. 10. 13)

5) 学術発表

- (1) M. Yamada, Y. Iwasaka, G. Shi, A. Matsuki, D. Trochkine, D. Zhang, M. Nagatani, H. Nakata, B. Chen, Y.-S. Kim, T. Nagatani, Z. Shcen :Features of Mineral Dust Aerosols Collected in the Free Troposphere over Dunhuang, China, Abstract of 4th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program pp. 46-pp. 47, Kanazawa, March 8-10 (2006)
(2) D. Trochkine, Y. Iwasaka, M. Yamada, A. Matsuki, Y.-S. Kim, T. Nagatani, T. Shibata, M. Nagatani, H. Nakata, G. Shi, D. Zhang :Mineralogical and Chemical Features of Dust Particles Collected in the Troposphere over Desert Areas and over Japan, Abstract of 4th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program pp. 48-pp. 49, Kanazawa, March 8-10 (2006)
(3) Y.-S. Kim, Y. Iwasaka, G. Shi, B. C. Choi, Y. S. Kim, D. Trochkine, A. Matsuki, M. Yamada, T. Nagatani :Dust Particles in the Free Atmosphere in the Asian Continent: Four Seasons Balloon-borne Measurements, Abstract of 4th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program pp. 52-pp. 53, Kanazawa, March 8-10 (2006)
(4) A. Matsuki, Y. Iwasaka, G. Shi, D. Zhang, D. Trochkine, M. Yamada, Y.-S. Kim, B. Chen, T. Nagatani, T. Miyazawa, M. Nagatani, H. Nakata :Morphological and Chemical Modification of Mineral Dust: Observational Insight into the Heterogeneous Uptake of Acidic Gases, Abstract of 4th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program pp. 83-pp. 84, Kanazawa, March 8-10 (2006)
(5) Y. Tobo, Y. Iwasaka, Y. Kim, G. Shi :In which height does the ozone deficit occur over the Tibetan Plateau in summer?: Comparison of balloon-borne and satellite observations, Abstract of 4th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program, pp. 81-pp. 82, Kanazawa, March 8-10 (2006)
(6) Chun-Sang Hong, Yasunobu Iwasaka, Young-Joon Kim, Chang-Hee Kang, and Soon-Chang Yoon, Layered structure of Aerosol Distributions caused by Continental and Marine Air Mass :

Observation at Gosan, Jeju Island, Korea in Spring 2001, Abstract of 6th International Symposium on Advanced Environmental Monitoring, I-PA4, Heidelberg, Germany, June 27–30 (2006)

- (7) Chun-Sang Hong, Yasunobu Iwasaka, Young-Joon Kim, Chang-Hee Kang, Sang-Woo Kim, and Soon-Chang Yoon, Layered structure of Aerosol Distributions caused by Continental and Marine Air Mass : Observation at Gosan, Jeju Island, Korea in Spring, Abstract of 23rd Symposium on Aerosol Science & Technology, pp. 107–108, Fukuoka, August 8–10 (2006)
- (8) Chun-Sang Hong, and Yasunobu Iwasaka, Layered structure of Aerosol Distributions caused by Continental and Marine Air Mass : Observation at Gosan, Jeju Island, Korea in Spring 2001, Abstract of 5th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program in Tokyo, Tokyo, September 23 (2006)
- (9) Yutaka Tobo, Yasunobu Iwasaka, Guangyu Shi, and Daizou Zhang, Interpretation of high cloud formation over the Tibetan Plateau by convective transport of water vapor and polluted air from Asia, Abstract of 5th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program in Tokyo, Tokyo, September 23 (2006)
- (10) Maromu Yamada, Yasunobu Iwasaka, Yutaka Tobo, Daizhou Zhang, Naonobu Nakata, Chun-Sang Hong, Ryotaro Komura, Masashi Wada, and Chikao Kanaoka, Vertical distribution of aerosols in the boundary layer during non-KOSA periods in spring at Ishikawa, Japan : Preliminary results of the observation using a tethered balloon, Abstract of 5th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program in Tokyo, Tokyo, September 23 (2006)
- (11) Chun-Sang Hong, and Yasunobu Iwasaka, Layered structure of Aerosol Distributions caused by Continental and Marine Air Mass : Observation at Gosan, Jeju Island, Korea in Spring 2001, Abstract of 5th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program in Kanazawa, Kanazawa, September 25 (2006)
- (12) Yutaka Tobo, Yasunobu Iwasaka, Guangyu Shi, and Daizou Zhang, Interpretation of high cloud formation over the Tibetan Plateau by convective transport of water vapor and polluted air from Asia, Abstract of 5th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program in Kanazawa, Kanazawa, September 25 (2006)
- (13) Maromu Yamada, Yasunobu Iwasaka, Yutaka Tobo, Daizhou Zhang, Naonobu Nakata, Chun-Sang Hong, Ryotaro Komura, Masashi Wada, and Chikao Kanaoka, Vertical distribution of aerosols in the boundary layer during non-KOSA periods in spring at Ishikawa, Japan : Preliminary results of the observation using a tethered balloon, Abstract of 5th International Symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program in Kanazawa, Kanazawa, September 25 (2006)
- (14) Okajima, A., Yasui, S., Kiwata, T., Kimura, S. :Flow-induced In-line Oscillation of Two Circular Cylinders in Tandem Arrangement (Vancouver, Canada), Proc. of 2006 ASME Pressure Vessels and Piping Division Conference (CD-ROM), PVP2006-ICPVT11-93873, pp. 1–7 (2006)
- (15) Rokugou, A., Okajima, A., Kimura, S., Kiwata, T., Yamamoto, H. :Numerical Analysis of

- Aerodynamic Sound Radiated from Rectangular Cylinders with Various Side Ratios (Yokohama, Japan), Proc. of the 4th Int. Symposium on Computational Wind Engineering, pp. 613–616 (2006)
- (16) Utanohara, Y., Kimura, S., Kiwata, T., Okajima, A. :A Numerical Study of Yellow Sand Transport in Stably Stratified Flows over a Two-Dimensional Mountain (Yokohama, Japan), Proc. of the 4th Int. Symposium on Computational Wind Engineering, pp. 849–852 (2006)
- (17) Okajima, A., Yasui, S., Kiwata, T., Kimura, S. :Flow-induced in-line Oscillation of Two Circular Cylinders in Tandem Arrangement (Budapest, Hungary), Proc. of Conference on Modeling Fluid Flow, pp. 209–216 (2006)
- (18) Fujii, Y., Kimura, S., Kiwata, T., Okajima, A., Matsumura, K. :Experimental and Numerical Work on the Two-Phase Flow through Expansion Valve (Budapest, Hungary), Proc. of Conference on Modeling Fluid Flow, pp. 775–781 (2006)
- (19) Takamichi Y., Utanohara Y., Kimura S., Kiwata T., Komatsu N. :An Observation of the Turbulent Structure in Forest and Fruit Farm Canopies (Kanazawa, Japan), Proceedings of the International Symposium on Biomechanics, Healthcare and Information Science, the Third B-J-K Symposium on Biomechanics, pp. 1–6 (2007)
- (20) 安井聰, 森快貴, 岡島厚, 木綿隆弘, 木村繁男, 直列2角柱の流力振動に関する研究, 非定常空気力学研究会・構造物の空気力研究会 (AHLOS), 長野, (2006)
- (21) 二口真, 木村繁男, 金岡佳充, 木綿隆弘, 小松信義, 倉谷知宏 :小型熱式フローセンサ周りの流れ及び熱特性の数値シミュレーション, 日本機械学会 2006 年度年次大会講演論文集, Vol. 3, pp. 391–392, 熊本 (2006)
- (22) 木綿隆弘、宮崎勝也、木村繁男、小松信義 :同軸噴流の軸対称とヘリカルモードの流れ構造可視化情報学会可視化情報全国講演会 (神戸 2006) 講演論文集、Vol. 26 Suppl. No. 2, p323–326、神戸、(2006)
- (23) 高田真映, 木綿隆弘, 小松信義, 喜多哲義, 木村繁男, 可変迎角リンク機構をもつ直線翼垂直軸風車の性能に関する研究(翼枚数, 翼形状の影響), 第 84 期日本機械学会流体工学部門講演会講演概要集, No. 504, pp. 54, 川越 (埼玉) (2006)
- (24) 武田浩, 木村繁男, 木綿隆弘, 小松信義, 寺島淳一 :地下水流向・流速計を用いた地下水流动の計測, 日本地熱学会平成 18 年学術講演会講演要旨集, A22, 福島県岩瀬郡天栄村 (2006)
- (25) 山田 達郎, 木綿 隆弘, 小松 信義, 木村 繁男 :リンク機構による可変ピッチ角直線翼垂直軸風車の性能特性 (揺動による損失), 北陸信越学生会第 3 6 回学生員卒業研究発表会論文集, 石川 (2007)
- (26) 高田真映, 木綿隆弘, 小松信義, 喜多哲義, 木村繁男, リンク機構による可変ピッチ角直線翼垂直軸風車の性能特性(翼形の影響), 日本機械学会北陸信越支部第 44 期講演会講演論文集, No. 077-1, pp. 1–2, 金沢 (2007)
- (27) 海野峻太郎, 木村繁男, 歌野原陽一, 木綿隆弘, 小松信義, 安定成層山越え気流における大気汚染物質の移流・拡散シミュレーション, 日本機械学会北陸信越支部第 44 期講演会講演論文集, No. 077-1, pp. 13–14, 金沢 (2007)

- (28) 小沢広和・神谷隆宏・加藤道雄・伊藤広光・塚脇真二, 日本海と周辺における好冷性介形虫類(Ostracoda)の種分布と海洋環境. 日本動物分類学会第42回大会, 東京(東京海洋大学品川キャンパス) (2006)
- (29) 古内正美・村瀬高広・畠 光彦・塚脇真二・Hang Peou・Sieng Sotham, カンボジア・アンコール遺跡区域周辺の大気汚染の現状と特性. 第23回エアロゾル科学・技術研究討論会, 福岡 (2006)
- (30) 堂満華子・尾田太良・塚脇真二, 2006, 完新世の日本海南部における現在型の表層水環境の成立ー対馬海盆KT98-17 P-1コアの浮遊性有孔虫群集解析ー. 研究船共同利用成果発表会「海学問」, 日本科学未来館 (2006)
- (31) Domitsu, H., Oda, M., Ahagon, N., Tsukawaki, S., Ikehara, K. and Katayama, H., Planktic foraminiferal assemblages and stable isotope records of the southern Japan Sea during the last 27,000 years. FORAMS 2006 – International Symposium on Foraminifera, Natal, Brazil (2006)
- (32) Tsukawaki, S., and Members of EMSB Team and EMSB-u32 Team, Preliminary results from the research missions of EMSB and EMSB-u32 Programmes: "Evaluation of mechanisms sustaining the biodiversity of Lake Tonle Sap, Cambodia". International Conference on "Mekong Research for the People of the Mekong", Dusit Island Resort Hotel, Chiang Rai, Thailand (2006)
- (33) Domitsu, H., Oda, M., Ahagon, N., Tsukawaki, S., Ikehara, K. and Katayama, H., Evolution of deep circulation link to surface-water changes of the southern Japan Sea since the last glacial period. The 21st Century COE International Symposium 2006 "Climate Change: Past and Future", Sendai, Japan (2006)
- (34) 堂満華子・尾田太良・阿波根直一・塚脇真二・池原 研・片山 肇, 最終氷期以降の日本海南部古海洋復元. 2006年度古海洋学シンポジウム, 東京大学海洋研究所 (2007)
- (35) 堂満華子・尾田太良・阿波根直一・塚脇真二・池原 研・片山 肇, 浮遊性有孔虫からみた最終氷期以降の日本海南部海洋変動. 古生物学会第156回例会, 徳島県立博物館 (2007)
- (36) 堂満華子・尾田太良・阿波根直一・塚脇真二・加藤道雄, 日本海南部完新世コアの浮遊性有孔虫群集. MR C研究発表会, 北海道大学 (2007)

6) 研究交流(共同研究)

・共同研究

- (1) 塚脇真二, カンボディア王国アンコール遺跡整備機構(APSARA), アンコール遺跡区域における環境汚染の現状と評価(ERDAC)の主導
- (2) 塚脇真二, カンボディア王国産業省資源総局(GDMR), アンコール遺跡整備機構(APSARA), 水資源気象省水文河川局, UNESCO/MAB-IHP, カンボジアのトンレサップ湖における生物多様性維持機構調査(EMSB&EMSB-u32)の主導
- (3) 塚脇真二, カンボディア王国産業省資源総局(GDMR), 産業技術総合研究所(AIST), 東アジアおよび東南アジア地球科学諸計画調整委員会(CCOP), メコン河における地下構造調査の共同推進
- (4) 塚脇真二, タイ王国マヒドゥ大学, チュラロンコン大学, 産業省資源局(DMR), 東京大学, 東北大

学、スマトラーアンダマン津波の影響評価の共同推進

- (5) 塚脇真二, タイ王国プリンスオブソンクラ大学, 南タイのゴムプランテーションにともなう大気汚染の歴史的評価の共同推進
- (6) 塚脇真二, カンボディア王国アンコール遺跡整備機構 (APSARA), 東北学院大学ほか, 湿潤アジアの伝統的ホームガーデン調査の共同推進
- (7) 塚脇真二, カンボディア王国教育省教育学研究所 (NIE), カンボジア工科大学 (ITC), 産業省資源総局 (GDMR), 東アジアおよび東南アジア地球科学諸計画調整委員会 (CCOP), カンボジアにおける地球科学教育ネットワーク構築計画の主導

・海外渡航

- (1) 岩坂泰信、洪天祥、中国、敦煌、黄砂発生地でのバイオエアロゾル調査 (2006. 8)
- (2) 岩坂泰信、早川和一、中村浩二、洪天祥、韓国、日韓共同研究体制（大学間共同研究、協定結び及び分室開所）作りに関する会議 (2007. 1)
- (3) 木村繁男、ハンガリー、ブタペスト、数値流体力学に関する国際会議 (2006. 9)
- (4) 塚脇真二, カンボジアのメコン河・トンレサップ川における地下構造調査 (2006. 4)
- (5) 塚脇真二, 南タイのゴムプランテーション周辺の大気汚染調査 (2006. 5)
- (6) 塚脇真二, カンボジアのアンコール遺跡区域における環境評価調査 (2006. 6)
- (7) 塚脇真二, 南タイのスマトラ地震津波堆積物調査 (2006. 7-8)
- (8) 塚脇真二, 南タイのゴムプランテーション周辺の大気汚染調査 (2006. 8)
- (9) 塚脇真二, カンボジアのアンコール遺跡区域内における環境評価調査 (2006. 8)
- (10) 塚脇真二, カンボジアのアンコール遺跡区域内における環境評価調査 (2006. 10)
- (11) 塚脇真二, タイ, チェンライ市, 国際会議「Mekong Research for the People of the Mekong」(2006. 10)
- (12) 塚脇真二, 韓国大田市, 第43回 CCOP 年次総会 (2006. 10-11)
- (13) 塚脇真二, 南タイにおける湖沼堆積物調査 (2006. 11)
- (14) 塚脇真二, カンボジアのアンコール遺跡区域内における河岸浸食・河床堆積物調査 (2006. 11)
- (15) 塚脇真二, カンボジアの伝統的ホームガーデン調査 (2006. 12)
- (16) 塚脇真二, カンボジア, 上智大学大学院グローバルスタディーズ研究科集中講義「カンボジアの自然環境」(2007. 3)
- (17) 塚脇真二, (社)東京地学協会見学指導「トンレサップ湖とメコン河」(2007. 3)
- (18) 塚脇真二, カンボジアのアンコール区域地域における地盤調査 (2006. 3)

・訪問外国人研究者

- (1) Michael Vynnycky, Associate Professor, Faxen Laboratory, Department of Mechanics Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, 「自然対流と凝固に関する研究」(日本学術振興会外国人招聘研究者(長期)) (2006. 2-11)
- (2) Ahmed H. Abd El-kareem, Lecturer, Power Engineering Department, El-Minia University, Egypt,

- 「ヘルショーセル内の自然対流」(エジプト政府派遣研究員) (2006.12-2007.9)
- (3) Ly Vanna, Lecturer, Department of Archaeology, Royal University of Fine Arts, Kingdom of Cambodia (リ・ヴァンナ, カンボディア王立芸術大学考古学部講師), 「トンレサップ湖の生物多様性調査にかかる国際シンポジウムならびに研究成果報告会, およびカンボディアの先史時代遺物にかかる岩石学的研究」 (2006.8-10)
- (4) Sieng Sotham, Director, Department of Geology, General Department of Mineral Resources, Ministry of Industry, Mines and Energy, Kingdom of Cambodia (シエン・ソタム, カンボディア王国産業省資源総局地質部部長), 「トンレサップ湖の生物多様性調査にかかる国際シンポジウムならびに研究成果報告会」 (2006.9)
- (5) Im Sim, Senior Researcher, Department of Geology, General Department of Mineral Resources, Ministry of Industry, Mines and Energy, Kingdom of Cambodia (イム・シム, カンボディア王国産業省資源総局地質部上位研究員), 「トンレサップ湖の生物多様性調査にかかる国際シンポジウムならびに研究成果報告会」 (2006.9)
- (6) So Im Monichoth, Deputy Director, Department of Hydrology and River Works, Ministry of Meteorology and Water Resources, Kingdom of Cambodia (ソ・イム・モニチョット, カンボディア王国水資源気象省水文河川局副局長), 「トンレサップ湖の生物多様性調査にかかる国際シンポジウムならびに研究成果報告会」 (2006.9)
- (7) Ea Darith, Leader, Division of Ceramics, Department of Monument and Archaeology I, Authority for Protection and Management of Angkor and the Region of Siem Reap, Kingdom of Cambodia (エア・ダリス, カンボディア王国アンコール遺跡整備機構遺跡考古学部門I陶器研究室室長), 「トンレサップ湖の生物多様性調査にかかる国際シンポジウムならびに研究成果報告会」 (2006.9)
- (8) Dorung Powkhy, Chief Guide, Peace in Tour, Angkor, Kingdom of Cambodia, (ドゥルン・ポウキイ, カンボディア王国ピースインツアー主任ガイド: 民間伝承研究家), 「トンレサップ湖の生物多様性調査にかかる国際シンポジウムならびに研究成果報告会」 (2006.9)
- (9) Wei Wang, Chief Expert, CRAES, Atmospheric Chemistry & Aerosol Division, 「環日本海域での黄砂および黄砂表面に付着・反応する物質の生物地球化学的循環の共同研究」, 独立行政法人日本学生支援機構帰国外国人留学生短期研究制度 (2006.9-10)
- (10) Woon-Seek Lee, Professor, Pukyong National University, Yong-Hoon Huh, Professor, Pukyong National University, Young-Chan Kim, Professor, Pukyong National University, 日韓共同研究体制 (大学間協定結び及び分室開所) 作りに関する会議 (2006.11)
- (11) Soon-Chang Yoon, Professor, Seoul National University, 日韓共同研究 (大気汚染物質の長距離移動に関する研究) 体制作りに関する会議 (2007.1)
- (12) Sung-Kun Kim, Senior Deputy Director, Ministry of Environment, Soungh-An Kwon, Director of Environmental Technology Business Incubator, Korea Institute of Environmental Science and Technology, 日韓共同研究 (日韓環境政策の状況及び比較) 体制作りに関する会議 (2007.3)
- (13) Hang Peou, Director, Department of Water and Forestry, Authority for Protection and

Management of Angkor and the Region of Siem Reap, Kingdom of Cambodia (ハン・パオ, カンボディア王国アンコール遺跡整備機構水・森林部門部門長), 「アンコール遺跡区域における自然環境破壊・汚染にかかる打ち合わせ」 (2007. 1)

7) 各種活動（学会・社会）

・学会活動

岩坂泰信：日本気象学会 機関誌 SOLA 編集委員

木村繁男：日本流体力学会代議員，日本機械学会北陸信越支部「北陸流体工学研究会」幹事，International Editorial Board Member of “Transport in Porous Media”，International Scientific Committee Member for the 4th International Conference on Application on Porous Media (イスタンブール、トルコ, 2008. 5)

塚脇真二：日本応用地質学会中部支部評議員，C C O P (東アジアおよび東南アジア地球科学諸計画調整委員会) 日本国内委員会委員，社団法人東京地学協会，海外見学旅行「トンレサップ湖とメコン河」現地見学指導

・社会活動

岩坂泰信：環境省 黄砂問題検討会 座長，環境省 オゾン層保護検討会 科学分科会 委員，文部科学省 南極地域観測推進統合本部委員，財団法人環境創造センター 理事，みなと振興財団運営委員，国立極地研究所 運営協議委員，国立総合地球環境科学研究所 評価委員および運営協議委員，住友財団 評価委員，海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター 評価委員、海洋開発研究機構評価委員

塚脇真二：金沢市教育委員会平成18年度中学校理科学教育専門家招聘事業講師「地層と化石の観察(サマースクール理科1年)」金沢市立犀生中学校，金沢市教育委員会平成18年度中学校理科学教育専門家招聘事業講師「地層と化石」金沢市立大徳中学校，上智大学大学院グローバルスタディズ研究科非常勤講師「カンボジアの自然環境」，カンボディア王立プノンペン芸術大学考古学部特別講義「カンボジアの自然環境」，タイ王立マヒドゥ大学カンチャナブリ校環境学部特別講義「メコン河下流域における過去2万年間の環境変遷史」，同室内実験指導「海底堆積物処理方法と微小生物遺骸群集の解析法」，カンボディア王国教育学研究所特別実習「岩石薄片試料の作成方法と鏡下観察」，石川県千里浜保全事業委員会委員，海外技術協力委員会地区専門委員(北陸)，金沢市立南小立野小学校父母会指導「大桑層の貝化石採集法」，ユネスコ国外短期研修プログラム研究者(カンボディア王立プノンペン芸術大学考古学部)受入れ「カンボジアの新石器時代遺物の岩石学的研究」，ユネスコ国外短期研修プログラム学生(カンボディア王立プノンペン芸術大学考古学部)受入れ「アンコール王朝期陶磁器の岩石学的研究」

小林史尚：北陸ライフクラスター研究会学術会員，金沢大学「角間の里山自然学校」里山研究員，金沢大学日本海域研究員

生物多様性研究部門

1) 学術論文

- (1) Suzuki, N., Tabata, M. J., Kambegawa, A., Srivastav, A. K., Shimada, A., Takeda, H., Kobayashi, M., Wada, S., Katsumata, T. and Hattori, A.: Tributyltin inhibits osteoblastic activity and disrupts calcium metabolism through an increase in plasma calcium and calcitonin levels in teleosts. *Life Sci.*, 78: 2533–2541 (2006)
- (2) Somei, M., Iwaki, T., Yamada, F., Tanaka, Y., Shigenobu, K., Koike, K., Suzuki, N. and Hattori, A.: The ideal synthesis method aimed at the leads for an α₂-blocker, an inhibitor of blood platelet aggregation, and an anti-osteoporosis agent. *Heterocycles*, 68: 1565–1569 (2006)
- (3) Mita, M., Deguchi, M. and Sasayama, Y.: Lipid composition of the trophosome in the beard worm, *Oligobrachia mashikoi* (Pogonophora). *J. Mar. Biolog. Assoc. U.K.*, 86: 283–286 (2006)
- (4) 倉持大輔, 松下和彦, 加藤晴康, 河野照茂, 五十嵐・右高潤子, 平田和明, 鈴木信雄, 服部 淳彦, 別府諸兄: 線維芽細胞成長因子-2 の骨芽細胞活性化作用に対する表皮ブドウ球菌膜蛋白質による抑制. *聖マリアンナ医科大学雑誌*, 34: 395–404 (2006)
- (5) 鈴木信雄, 北村敬一郎, 根本 鉄, 清水宣明, 和田重人, 近藤 隆, 井尻憲一, 田畠 純, 新実信夫, 服部淳彦: 超音波刺激による骨形成促進作用: 魚のウロコのアッセイ系を用いた骨芽及び破骨細胞の解析. 第15回ソノケミストリー討論会講演論文集, 3-4 (2006)
- (6) Wada, S., Tazawa T., Suzuki, N., Furuta, I. and Nagano, I.: Pulp ablation therapy by inductive heating: Heat generation characteristics in the pulp cavity. *Oral Dis.*, 13: 193–197 (2007)
- (7) Kobayashi, F., Daidai, M., Suzuki, N. and Nakamura, Y.: Degradation of phenol in seawater using a novel microorganism isolated from the intestine of *Aplysia kurodai*. *Int. Biodeterioration Biodegradation*, 59: 252–254 (2007)
- (8) Sasayama, Y., Higashide, Y., Sakai, M., Matada, M. and Fukumori, Y.: Relationship between the lifestyle of a Siboglinid (Pogonophoran) Polychaete, *Oligobrachia mashikoi*, and the total sulfide and nitrogen levels in its habitat. *Zool. Sci.*, 24: 131–136 (2007)
- (9) Deguchi, M., Kubota, N., Matsuno, A., Kanemori, M., Fukumori, Y. and Sasayama, Y.: Actual distribution of bacteriocytes in the trophosome of a beard worm (*Oligobrachia mashikoi*, Siboglinidae, Annelida): Clarification using whole-mount *in situ* hybridization. *Acta Zool.*, 88: 129–135 (2007)
- (10) 鈴木信雄, 大森克徳, 井尻憲一, 北村敬一郎, 清水宣明, 田畠 純, 池亀美華, 中村正久, 近藤 隆, 松田恒平, 安東宏徳, 笠原春夫, 永瀬 瞳, 服部淳彦: 魚類のウロコを用いた宇宙生物学的研究. *Space Utiliz. Res.*, 23: 318–321 (2007)
- (11) Suzuki, N., Kitamura, K., Nemoto, T., Shimizu, N., Wada, S., Kondo, T., Tabata, M. J., Sodeyama, F., Ijiri, K. and Hattori, A.: Effect of vibration on osteoblastic and osteoclastic activities: Analysis of bone metabolism using goldfish scale as a model for bone. *Adv. Space Res.*, in press

- (12) Suzuki, N., Kitamura, K., Somei, M. Reiter, R.J. and Hattori, A.: Novel bromomelatonin derivatives suppress osteoclastic activity and increase osteoblastic activity: Implications for the treatment of bone diseases. *J. Pineal Res.*, in press
- (13) Bonsall, Michael B., Nusyirwan Hasan and Koji Nakamura: Density dependence and noise determine the long-term dynamics of two species of lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae: Epilachninae) in the Indonesian tropics. *Ecol. Entomol.* 32, 28–37 (2007)
- (14) Cetinkaya G.: Sustainable use of medicinal and aromatic plants in Köprülü Canyon National Park, Turkey. *Journal of Biodiversity* 7, 31–36 (2006)
- (15) Daisuke Utsunomiya and Koji Nakamura: Effects of anthropogenic disturbances on the flowering plant – insect pollinator system in Kanazawa Castle Park, Kanazawa, Japan. *Far Eastern entomologist* 162, 1–24 (2006)
- (16) Kameyama, Y., Kasagi, T., and Kudo, G.: Eight microsatellite markers for sympatric alpine shrubs, *Phyllodoce aleutica* and *P. caerulea* (Ericaceae). *Molecular Ecology Notes* 6, 402–404 (2006)
- (17) Koji, S., Z.R. Khan, C.A.O. Midega: Field boundaries of *Panicum maximum* as a reservoir for predators and a sink for *Chilo partellus*. *Journal of Applied Entomology* 131(3): 186–196 (2007)
- (18) Linawati, Shin-Ichi Tanabe, Atsushi Ohwaki, Daisuke Akaishi, Ramadani Eka Putra, Indah Trisnawati, Ida kinasih, Chikako Kikuchi, Tetsuya Kasagi, Sizuko Nagashima and Koji Nakamura: Effects of red-pine forest management for mushroom cultivation on ground, below- and above-ground invertebrates in Suzu, Central Japan. *Far Eastern entomologist* 166, 1–15 (2006)
- (19) 野上達也・畠中康郎・木下栄一郎：白山におけるクロユリの生育段階構造と種子生産に関する長期モニタリング. 日本生態学会誌, (印刷中)
- (20) Nusyirwan Hasan, Ahsol Hasyim, Susumu Nakano, Shinsaku Koji and Koji Nakamura: Survivorship and fertility schedules of two phytophagous lady beetle species, *Epilachna vigintioctopunctata* and *E. enneasticta*, under laboratory conditions in a Sumatran highland, Indonesia. *Tropics* 16, 9–16 (2006)
- (21) Ohwaki, A., Koji Nakamura and Shin-ichi Tanabe: Butterfly assemblages in a traditional agricultural landscape: Importance of secondary forests for conserving diversity, life history specialists and endemics. *Biodiversity and Conservation* 16, 1521–1539 (2007)
- (22) 岳野公人・笠木哲也：里山におけるものづくり教材開発と環境教育の実践. 日本環境育学会誌, 16: 59–65 (2007)

2) 総説

- (1) 服部淳彦, 鈴木信雄, 染井正徳：メラトニン Up to Date—骨とメラトニン. 日本抗加齢医学会誌, 2: 78–86 (2006)
- (2) 鈴木信雄, 田畠 純, 和田重人, 服部淳彦：魚のウロコを用いた新しい実験系の開発と医歯学への応用. *Dental Diamond*, 31: 68–73 (2006)

- (3) 田畠 純, 鈴木信雄, 服部淳彦:魚鱗—硬組織研究と再生研究のフロンティア. 細胞, 39: 55–57 (2007)

3) 著書

- (1) 鈴木信雄, 田畠 純, 服部淳彦: 第3章 キンギョ. 『身近な動物を使った実験1』, 鈴木範男編, 三共出版, 東京, 印刷中
- (2) 服部淳彦, 田畠 純, 鈴木信雄: 第3章 親子判別. 『身近な動物を使った実験』, 鈴木範男編, 三共出版, 東京, 印刷中
- (3) 笹山雄一, 鈴木信雄: 副甲状腺, 鰓後腺, スタニウス小体 (概論) –1. 副甲状腺ホルモン, 2. カルシトニン, 3. カルシトニン遺伝子関連ペプチド, 4. スタニオカルシン, 『ホルモンハンドブック 新訂 eBook 版』, 南江堂, 東京, 776–854 (2007)
- (4) 小路晋作: 作物を昆虫から守る 「アフリカ昆虫学への招待」. 日高敏隆監修 日本 ICIPE 協会 pp. 217–231, pp. 241–243 京都大学学術出版会 (2007)
- (5) Nakamura, K., Tanabe, S., Kimura, K., Kasagi, T., Utsunomiya, D., Ohwaki, A., Akaishi, D., Kenta Takada, K., Linawati, Putra, R. E., Koji, S., Nakamura, A., Okawara, K., Kinoshita, E.: Biodiversity in Satoyama: monitoring, assessment and conservation in the Pan-Japan Sea area. In: Kazuichi Hayakawa et al. (eds) Past, present and future environments of Pan-Japan Sea Region, pp. 510–546. (2006)
- (6) 中村浩二: 崩壊する里山! 里山再生への私たちの取り組み. 日本海学推進機構 (編) 『日本海学の新世紀 つながる環境 海・里・山』, 95–107. 角川学芸出版 (2007)
- (7) Tanabe, S., Kholin, S. K., Cho, Y. B., Hiramatsu, S., Ohwaki, A., Koji, S., Higuchi, A., Storozechnko, S. Y., Nishihara, S., Esaki, K., Kimura, K., Nakamura, K.: A Higher-Taxon Approach with Soil Invertebrates to Assessing Habitat Diversity in East Asian Rural Landscapes. In: S.-K. Hong, N. Nakagoshi, B. J. Fu and Y. Morimoto (Eds.), Landscape Ecological Applications in Man-Influenced Areas: Linking Man and Nature Systems, Springer (2006)

4) 学術発表

- (1) 北村敬一郎, 鈴木信雄, 根本 鉄, 清水宣明, 和田重人, 近藤 隆, 袖山文彰, 井尻憲一, 服部淳彦: 骨芽および破骨細胞に対する超音波の影響—キンギョのウロコを骨モデルとした解析. 第45回日本生体医工学会, 福岡 (2006, 5), 生体医工学, 43 Suppl.: 363 (2006)
- (2) Suzuki, N., Kitamura, K., Nemoto, T., Shimizu, N., Wada, S., Kondo, T., Tabata, M. J., Sodeyama, F., Ijiri, K. and Hattori, A.: Effect of acceleration on osteoblastic and osteoclastic activities: Analysis of bone metabolism using goldfish scale as a model for bone. Committee on Space Research 36th COSPAR Scientific Assembly, China, (2006, 7)
- (3) 笹山雄一, 山口正晃: 脊椎動物における左右相称性のくずれの起源. 平成18年度日本動物学会中部支部大会, 名古屋 (2006, 7)
- (4) 山田哲也, 笹山雄一: マシコヒゲムシ (環形動物多毛類) の単離されたバクテリオサイトにおけるバクテリアと細胞骨格. 平成18年度日本動物学会中部支部大会, 名古屋 (2006, 7)

- (5) 小泉 隆, 笹山雄一: 環形動物多毛類のマシコヒゲムシ栄養体の生化学的研究. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1159 (2006)
- (6) 国田慎平, 金森正明, 福森義宏, 笹山雄一: マシコヒゲムシのバクテリオサイトにおける熱ショック蛋白の検出の試み. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1159 (2006)
- (7) 浅田光子, 角 明子, 笹山雄一, 松野あきら: マシコヒゲムシの栄養体における抗アポトーシス関連酵素抗体による免疫組織学的研究. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1159 (2006)
- (8) 中浜重之, 中川太郎, 金森正明, 福森義宏, 笹山雄一: マシコヒゲムシの巨大ヘモグロビン—in situ hybridization 法を用いた産生部位の検討. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1159 (2006)
- (9) 榎本 洋, 岡田アキ, 福森義宏, 笹山雄一, 山口和男: マシコヒゲムシの cDNA ライブラリーの作製と発現遺伝子の解析. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1159 (2006)
- (10) 崎村宗徳, 鈴木雅一, 戸村秀明, 笹山雄一, 田中滋康: ウシガエル内リンパ嚢の濾胞上皮におけるミトコンドリアリッチ (MR) 細胞の存在. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1209 (2006)
- (11) 東出幸真, 坂井恵一, 笹山雄一: ミトコンドリア DNA 解析に基づく能登半島に来遊するオヤビッチャの母集団の解明. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1228 (2006)
- (12) 鈴木信雄, 染井正徳, 北村敬一郎, 服部淳彦: ブロモメラトニンは破骨細胞の活性を抑制し、骨芽細胞の活性を上昇させる. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1209 (2006)
- (13) 三木真之介, 八島さやか, 鈴木信雄, 中村正久, 服部淳彦, 岩室祥一: キンギョのウロコにおけるメラトニン合成酵素のクローニングとその発現. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1209 (2006)
- (14) 東恭一, 杉浦 領, 鈴木信雄, 中村正久, 服部淳彦: キンギョのウロコの破骨細胞分化に及ぼすメラトニンの効果. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1210 (2006)
- (15) 倉持大輔, 加藤晴康, 別府諸兄, 右高潤子, 平田和明, 鈴木信雄, 服部淳彦: キンギョの再生ウロコにおける骨芽および破骨細胞の FGF-2 に対する反応. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1210 (2006)
- (16) 勝又敏行, 岡崎三代, 鈴木信雄, 服部淳彦: キンギョのウロコの再生および破壊過程におけるシンドカンの解析. 第77回日本動物学会, 島根 (2006, 9), Zool. Sci., 23: 1210 (2006)
- (17) Teruchi, Y., Sugiyama, T., Suzuki, N., Sano, Y., Gay, C.V. and Kusuhara, S.: Molecular cloning of a calcitonin receptor in chicken medullary. XIIth AAAP Animal Science Congress 2006, Korea, (2006, 9)
- (18) 砂田 聰, 鈴木信雄, 山田外史, 柿川真紀子, 橋本松進, 北村敬一郎, 服部淳彦, 岩坂正和, 上野 照剛: 破骨細胞・骨芽細胞における交流磁界効果. 第30回日本応用磁気学会, 島根 (2006, 9)
- (19) 鈴木信雄, 北村敬一郎, 根本 鉄, 清水宣明, 和田重人, 近藤 隆, 井尻憲一, 田畠 純, 新実信夫, 服部淳彦: 超音波刺激による骨形成促進作用—魚のウロコのアッセイ系を用いた骨芽及び破骨細胞の解析. 第15回ソノケミストリー討論会, 金沢 (2006, 10)

- (20) 三島弘幸, 鈴木信雄, 田畠 純, 大野由香, 中石裕子, 野村加代, 服部淳彦: 歯の成長線の周期性にメラトニンが関与する可能性. 第61回日本解剖学会中国・四国支部学術集会, 広島 (2006, 11)
- (21) 鈴木信雄, 大森克徳, 井尻憲一, 北村敬一郎, 清水宣明, 田畠 純, 池亀美華, 中村正久, 近藤 隆, 松田恒平, 安東宏徳, 笠原春夫, 永瀬 瞳, 服部淳彦: 魚類のウロコを用いた宇宙生物学的研究. 第23回宇宙利用シンポジウム, 東京 (2007, 1)
- (22) 鈴木信雄, 服部淳彦, 唐原一郎, 神阪盛一郎, 染井正徳: 新規1-ヒドロキシンドール誘導体の抗菌作用. 第127回日本薬学会, 富山 (2007, 3)
- (23) Akaishi, D., Nakamura, K. Long-term monitoring of macrofungal diversity in Satoyama, International Conference on Ecological Restoration in East Asia, Osaka (2006, 6)
- (24) 赤石大輔・中村浩二. 里山の保全管理作業がキノコ相へ及ぼす影響. 金沢大学21世紀COE若手研究発表会, 金沢 (2007. 3. 14)
- (25) Gulay Cetinkaya・Koji Nakamura : Trends in Degradation of Traditional Knowledge in Satoyama, Noto Peninsula, Japan. 金沢大学21世紀COE若手研究発表会, 金沢 (2007, 3)
- (26) Indah Trisnawati・Koji Nakamura. Flies (Diptera) collected by window trap from heterogeneous terrestrial habitats in satoyama area, Kanazawa - Japan. 金沢大学21世紀COE若手研究発表会, 金沢 (2007, 3)
- (27) Indah Trisnawati D.T., Koji Nakamura. Effects of habitat types on fly (Diptera) community structure during the restoration of "satoyama" in Kanazawa, Japan. The 15th Indonesian Scientific Conference in Japan: The Future Challenges of Indonesia: Strategies to Build and Enhance the Competitive Advantages, Hiroshima (2006, 8)
- (28) 岩井隆昌・田辺慎一・木村一也・木下栄一郎・中村浩二・田崎和江. 葉の被食は種子の質的防御を高めるか? -コナラ堅果のタンニン量. 日本生態学学会第54回大会, 松山 (2007, 3)
- (29) Kasagi, T., Nakamura, K. Changes in plant species diversity after management in Satoyama., International Conference on Ecological Restoration in East Asia, Osaka (2006, 6)
- (30) 笠木 哲也・中村 浩二. ツガザクラ属植物を巡る送粉系相互作用と繁殖システムの関係. Effects of pollination interaction on mating systems of Phyllodoce species. 国立極地研究所 第29回極域生物シンポジウム (2006. 11)
- (31) Kasagi, T., Nakamura, K. Gender expression and seed set in *Coptis japonica*: implications for changes in plant species diversity after management in satoyama. International Conference on Forest ecosystems of Northeast Asia and its Dynamics, Vladivost (2006, 8)
- (32) Kimura, K., Tanabe, S. & Nakamura, K. Occurrence of fall-winter frugivorous birds in secondary forests established in rural and urban areas of Hokuriku district, central Japan. International Conference on Ecological Restoration in East Asia 2006, Osaka (2006, 6)
- (33) Kimura, K., Tanabe, S., Nakamura, K. Frugivorous bird distribution in relation to fruit abundance of Satoyama forests in central Japan, International Conference on Ecological Restoration in East Asia, Osaka (2006, 6)
- (34) Kimura, K., Tanabe, S. & Nakamura, K. Diversity and abundance of fruits and frugivorous

- birds in broadleaved secondary forests established along the Japan sea coast of central Japan. International Conference Forests ecosystems in northeast Asia and its dynamics, Vladivostok (2006, 8)
- (35) 木村一也. 果実・種子の散布に関する話題から-果実資源と果実食鳥類の多様性と分布の動態. 龍谷大学里山 ORC 研究会, 大津 (2007, 2)
- (36) 木村一也・田辺慎一・中村浩二. 北陸地域の里山等における果実資源と果実食鳥類の多様性および分布の動態. 金沢大学 21 世紀 COE 若手研究発表会, 金沢 (2007, 3)
- (37) 木村一也・田辺慎一・中村浩二. 果実食鳥類の地域的分布は森林の果実生産に対応しているか? -北陸版みのりプロジェクトからの報告. 日本生態学学会第 54 回大会, 松山 (2007, 3)
- (38) Kinasih Ida & Koji Nakamura. Composition and Structure of Litter and Soil Macrofauna Communities in Satoyama Region in Kanazawa, Japan. 金沢大学 21 世紀 COE 若手研究発表会, 金沢 (2007, 3)
- (39) Linawati, Nakamura, K. Diversity and structure of ground beetles in restored and non-restored areas of satoyama in Kanazawa, Japan, International Conference on Ecological Restoration in East Asia, Osaka (2006. 6)
- (40) Nakamura, K. Long-term monitoring and restoration of biodiversity in Satoyama. International Conference on Ecological Restoration in East Asia, Osaka (2006, 6)
- (41) Nakamura, K. Long-term monitoring and restoration of biodiversity in Satoyama. International Conference on Forest ecosystems of Northeast Asia and its Dynamics, Vladivostok (2006, 8).
- (42) 中村浩二. 日本の里山問題: 現状と対策, 特に生物多様性保全に関する石川県の事例について. 国連大学グローバル・セミナー第 6 回金沢セッション『地球環境と人間社会-国連・国家・市民の役割』, 金沢市 (2006, 10)
- (43) 中野真理子・木下栄一郎. トウカイコモウセンゴケの発芽時期にみられる集団内多様性. 日本生態学学会第 54 回大会, 松山 (2007, 3)
- (44) Ohwaki, A., Nakamura, K. The impacts of urbanization on butterfly assemblage and population persistence of urban butterflies, Japan. International Conference on Ecological Restoration in East Asia, Osaka (2006, 6)
- (45) 大脇 淳・中村浩二・他. 里山林の分断化がゴミムシの種構成と多様性に及ぼす影響. 金沢大学 21 世紀 COE 若手研究発表会, 金沢 (2007, 3)
- (46) Putra, R. E., Nakamura, K. Effect of Satoyama paddy fields restoration on local pollination, International Conference on Ecological Restoration in East Asia, Osaka (2006. 6).
- (47) Putra Ramadhani Eka・中村浩二: Effect of Satoyama restoration on flowering plant community in terraced paddies in Kanazawa. 金沢大学 21 世紀 COE 若手研究発表会, 金沢 (2007, 3)
- (48) Putra, Ramadhani Eka, Nakamura, K. Effect of Satoyama paddy fields restoration on flowering plant species richness and composition. 15th Indonesian Scientific Conference in Japan, Hiroshima (2006, 8)
- (49) Putra, Ramadhani Eka, Nakamura, Koji. Changes of local pollination system during restoration

- of Satoyama system. Insect Conference 2007, Bogor (2007, 1)
- (50) 田中美那・木村一也・木下栄一郎・田崎和江. 里山林に生育する低木性鳥散布植物の果実の成分分析. 日本生態学学会第 54 回大会, 松山 (2007, 3)
- (51) 宇都宮大輔・中村浩二: Effects of anthropogenic disturbances on the biodiversity and plant-flower visitor relationships in Kanazawa Castle Park. 金沢大学 21 世紀 COE 若手研究発表会, 金沢 (2007, 3)
- (52) Utsunomiya, D., Nakamura, K. Pollination system in Satoyama forest, International Conference on Ecological Restoration in East Asia, Osaka (2006, 6)
- (53) 吉本敦子・中野真理子・笠木哲也・木下栄一郎. ガマズミ属の交配様式と開花フェノロジー. 日本生態学学会第 54 回大会, 松山 (2007, 3)
- (54) 吉本敦子・矢倉公隆・木下栄一郎. ガマズミ属 4 種の繁殖様式の比較. 植物地理・分類学会 2006 年度大会, 岐阜 (2006, 6)

5) 研究交流

・共同研究

- (1) 笹山雄一: タイ・バンコク郊外におけるメダカの雌雄性を指標にした環境汚染の研究, 国立 スリナカリンウイロット大学 (タイ) Dr. Wichian Magtoon
- (2) 笹山雄一: メダカの鱗の形成に及ぼす性ホルモンの研究, 基礎生物学研究所教授 長濱義孝氏
- (3) 笹山雄一: マシコヒゲムシ栄養体のバクテリオサイト微細構造の研究, 島根大学生物資源科学部教授 松野あきら氏
- (4) 笹山雄一: マシコヒゲムシ栄養体の脂肪酸組成の研究, 東京学芸大学教授 三田雅敏氏
- (5) 笹山雄一: 特殊な生理機能を有する海産無脊椎動物のデータベースの構築, 広島大学理学部教授 道端齊氏
- (6) 鈴木信雄: 魚類の副甲状腺ホルモンに関する研究, メルボルン大学 (オーストラリア) Prof. T. John Martin, Dr. Janine A. Danks
- (7) 鈴木信雄: 魚類のカルセミックホルモン (カルシトニン、ビタミン D、スタニオカルシン) に関する研究, ゴラクプール大学 (インド) Prof. Ajai K. Srivastav
- (8) 鈴木信雄: メラトニンの骨代謝に関する研究, 東京医科歯科大学教授 服部淳彦氏, 九州大学大学院農学研究院助教授 安東宏徳氏
- (9) 鈴木信雄: 重金属の骨芽・破骨細胞に及ぼす影響: ウロコのアッセイ系による解析, 国立水俣病研究センター主任研究員 山元恵氏
- (10) 鈴木信雄: ニワトリのカルシトニンレセプターのクローニングとその発現に関する研究, 新潟大学農学部教授 楠原征治氏, 同助手 杉山稔恵氏
- (11) 鈴木信雄: ウロコの破骨細胞に関する研究, 岡山大学大学院医歯学総合研究科教授 山本敏男氏, 同助教授 池亀美華氏
- (12) 鈴木信雄: プロラクチンの骨組織に対する作用, 岡山大学理学部付属臨海実験所教授 坂本竜哉氏, 北里大学水産学部名誉教授 川内浩司氏, 同教授 高橋明義氏, 同助教授 森山俊介氏

- (13) 鈴木信雄：再生ウロコに関する研究，北海道大学大学院水産科学研究院教授 都木靖章氏，鹿児島大学大学院医歯学総合研究科助教授 田畠 純氏
- (14) 鈴木信雄：円口類と軟骨魚類のカルシトニンの構造決定，東京大学海洋研究所教授 竹井祥郎氏，同助教授 兵藤 晋氏
- (15) 鈴木信雄：交流磁場の骨代謝に及ぼす影響，九州大学大学院工学研究院特任教授 上野照剛氏，千葉大学 工学部助教授 岩坂正和氏
- (16) 鈴木信雄：魚類の鰓後腺に存在するエストロゲンレセプターに関する研究，早稲田大学教育学部 名誉教授 菊山 榮氏，早稲田大学人間総合研究センター研究員 山本和俊氏
- (17) 鈴木信雄：ヒラメの初期発生におけるカルシトニンの作用，東北大学農学研究科教授 鈴木徹氏，独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所発育制御チーム長 黒川忠英氏
- (18) 鈴木信雄：脂肪酸の石灰化に対する作用，富山大学 和漢薬研究所教授 浜崎智仁氏
- (19) 鈴木信雄：超音波の骨代謝に及ぼす影響，富山大学大学院医学薬学研究部教授 近藤 隆氏，同大学 医学部講師 和田重人氏
- (20) 鈴木信雄：ウロコの破骨細胞で発現している遺伝子の解析，早稲田大学教育学部教授 中村正久氏
- (21) 鈴木信雄：重力及び微小重力の骨組織に対する作用，東京大学 アイソトープ総合センター助教授 井尻憲一氏
- (22) 鈴木信雄：歯の石灰化に関する研究，高知学園短期大学教授 三島弘幸氏
- (23) 鈴木信雄：静磁場の骨代謝に及ぼす影響，独立行政法人 物質・材料研究機構 強磁場研究センター 研究員 廣田憲之氏，同研究センター 特別研究員 木村史子氏
- (24) 鈴木信雄：インドール化合物の抗菌活性及び植物の根の成長促進作用に関する研究，富山大学大学院理工学研究部客員教授 神坂盛一郎氏，同助教授 唐原一郎氏
- (25) 鈴木信雄：魚のウロコを用いた宇宙生物学的研究，宇宙航空研究開発機構主任研究員 大森克徳氏，富山大学大学院理工学研究部教授 松田恒平氏
- (26) 鈴木信雄：トリブチルスズの海域汚染に関する研究，九州大学大学院農学研究院助教授 大嶋雄治氏
- (27) 木下栄一郎：マムシグサにおける父性繁殖成功度の集団間変異に関する研究（独立行政法人国立環境研究所生態遺伝研究室）
- (28) 木村一也：種子散布研究会および「みのりプロジェクト」（種子分散全国一斉調査ネットワーク）
- (29) 中村浩二：環日本海～北陸地域の里山生態系の生態と保全（韓国・韓南大学，韓国・モッポ大学，ロシア科学アカデミー，石川県立大）
- (30) 中村浩二：能登半島の里山里海の「健康診断調査」
- (31) 中村浩二：金沢城公園の生態系における生物多様性の保全（河北潟湖沼研究所，環境公害研究センター）
- (32) 中村浩二：西太平洋・アジア生物多様性研究機構（DIWPA）/国際生物多様性観測年」（IBOY）
- (33) 中村浩二：インドネシアにおける昆虫類の多様性と個体群長期動態（インドネシア科学院，バンدون工科大学：アンダラス大学，スカラミ農業技術試験場，インドネシア国立果樹試験場）

- (34) 中村浩二：インドネシア・西スマトラ州のチョウ類の生態と保全（アンダラス大学，広島修道大学）

・招聘

- (1) 中村浩二：Gulay Cetinkaya (トルコ国籍，日本学術振興会外国人特別研究員). 研究課題名：北陸の里山生態系における生物多様性：現状，問題点および保全・活用に向けての提言 (2005. 11. 1～2007. 10. 31)
- (2) 中村浩二：Storozhenko, S. Y., Senior Researcher, Institute of Biology and Soil Science, Far East Branch of Russian Academy of Sciences, 690022, Vladivostok-22, Russia, 2006. 6. 14-6. 21. (ILEEC2006)
- (3) 中村浩二：Cho, Yong Bok, 韓国，韓南大学自然史博物館研究員, 2006. 6. 15-6. 18. (ILEEC2006).
- (4) 中村浩二：周 儒，台湾，国立台湾師範大学，環境教育研究所，教授，2006. 7. 11-7. 18 . (アジア里山環境教育研究フォーラム 『台湾における自然をテーマとした環境教育の取り組みと成果』，講演「台湾における環境教育と自然センターの任務と成果」)
- (5) 中村浩二：張 子超，台湾，国立台湾師範大学，環境教育研究所，副教授，2006. 7. 11-7. 18 . (アジア里山環境教育研究フォーラム 『台湾における自然をテーマとした環境教育の取り組みと成果』，『台湾の学校における ESD をコンセプトとした環境教育の実践と成果』)
- (6) 中村浩二：金才賢，韓国，建国大学校，生命環境大学環境科学科，副教授，2006. 8. 11-8. 14. [金沢大学「角間の里山自然学校」アジア里山フォーラム，講演：『韓国における森づくりと環境 NGO』
(1) 生命の森の VISION と活動，(2) 韓国の伝統むら森の価値と復元]
- (7) 中村浩二：Do, Yuno、韓国釜山大学理学部生物学科，大学院生，日韓里山の比較調査（予備調査），2007. 2. 28-3. 17
- (8) 中村浩二：Choi, Sei-Woong , 韓国，モッポ大学，助教授，2007. 3 (日韓の里山の生物多様性比較研究のための研究打合せ)

6) 各種活動

・学会活動

- (1) 笹山雄一：日本動物学会中部支部長，2005-現在
- (2) 鈴木信雄：日本動物学会中部支部地区委員，2005-2006
- (3) 中村浩二：日本熱帯生態学会評議員・編集委員
- (4) 木下栄一郎：植物地理・分類学会庶務幹事

・社会活動

- (1) 笹山雄一：石川県環境影響評価委員会委員，2003-現在
- (2) 笹山雄一：石川県原子力発電温排水検討委員会委員，2000-現在
- (3) 笹山雄一：のと海洋ふれあいセンター研究報告編集委員会委員，1994-現在
- (4) 笹山雄一：石川県立七尾高等学校スーパーサイエンススクール運営委員会委員，2004-現在

- (5) 笹山雄一：石川県公共事業評価監視委員会委員，2005-現在
- (6) 中村浩二（委員等）：(国土交通省北陸地方整備局) 利賀ダム環境検討委員会，手取川懇談会，(石川県) 環境審議会，白山地域自然保護懇話会，いしかわ自然学校長アドバイザーミーティング，希少種・外来種問題検討会，いしかわレッドデータブックフォローアップ調査委員会委員長，河川整備計画検討委員会，景観審議会，景観条例検討委員会，鹿野の里検討委員会（環境配慮の検討委員），特定鳥獣保護管理計画検討会，(金沢市) 環境保全審議会，農林業振興協議会（農林環境部会長），森づくり市民会議，希少種・外来種対策研究会，金沢市次期廃棄物埋立場環境アセスアドバイザーミーティング
- (7) 木下栄一郎：金沢市文化財保護審議会委員，石川県環境影響評価技術審査会委員

・その他

- (1) 中村浩二：金沢大学「角間の里山自然学校」代表，「能登半島・里山里海自然学校」運営委員長
- (2) 木下栄一郎：同 研究員

人間計測制御研究部門

1) 学術論文

- (1) Ogino, C., Dadjour, M.F., Takaki, K., Shimizu, N. Enhancement of sonocatalytic cell lysis of Escherichia coli in the presence of TiO₂. Biochem. Eng. J., 32, 100-105, 2006.
- (2) Dadjour, M.F., Ogino, C., Matsumura, S., Nakamura, S., Shimizu, N. Disinfection of Legionella pneumophila by ultrasonic treatment with TiO₂. Water Res., 40(6), 1137-1142, 2006.
- (3) T. Somsak, Conductive Microbead Detection by Helmholtz Coil Technique With SV-GMR Sensor, The Third IEEE International Workshop on Electronic Design, Test & Applications, 17-19, 2006
- (4) 山田 外史他, 細菌細胞のDNA損傷及び生理状態への影響、電気学会技術報告（生体内物質・機能に関する磁気効果調査専門委員会）, 1047, 2006
- (5) H. Tian, S. Yamada, M. Iwahara, H. Watanabe, Scratch Detection by Eddy-Current Testing with a High Lift-Off Height Journal of The Magnetics Society of Japan, 30, 4, 435-438, July. 2006.
- (6) 山田 外史, マイクロうず電流探傷技術(μ -ECT) とその応用, 電気製鋼、第77巻3号、215-223、2006
- (7) Jawad Faiz, Behrooz Rezaeealam, Sotoshi Yamada, Reciprocating Flux-Concentrated Induction Generator for Free-Piston Generator, IEEE Transactions on Magnetics, 42, 9, 2172-2178
- (8) T. Somsak, K. Chomsuwan, S. Yamada, M. Iwahara, Conductive Microbead Array Detection Based on Eddy-Current Testing Using SV-GMR Sensor and Helmholtz Coil Exciter, IEEE Transactions on Magnetics, 42, 10, 3572-3574, 2006
- (9) Sotoshi Yamada, Chomsuwan Komkrit, Masayoshi Iwahara, Applications of Giant Magnetoresistive Sensor for Nondestructive Evaluation, IEEE Sensors 2006, EXCO, Deagu, Korea, Oct, 2006.

- (10) Sotoshi Yamada, Chomsuwan Komkrit, Subus Mukhopadhyay, Masayoshi Iwahara, Makiko Kakikawa, Isamu Nagano, Detection of Magnetic Fluid Density with a GMR Sensor, J. of Magnetics Society in Japan, 31, 44-47 (2007).
- (11) Subus Mukhopadhyay, Chomsuwan Komkrit, Chinithaka Gooneratne, Sotoshi Yamada, A Novel Needle-type SV-GMR Sensor for Biomedical Application, IEEE SENSOR Journal, 7, 3, 401-4008, 2007.
- (12) 前田秀一, 柿川真紀子, 岩原正吉, 山田外史, 線虫の誘引・忌避行動における 60 Hz 交流磁界影響, 日本応用磁気学会誌, 30, 418-421(2006).
- (13) 田中志信、本井幸介、野川雅道、山越健弘、山越憲一：ホームヘルスケアのための便座内蔵型血圧計測システムの試作, 生体医工学, 44(3), 467-474, (2006)
- (14) S. Tanaka, M. Nogawa, T. Yamakoshi and K. Yamakoshi: Accuracy assessment of a non-invasive device for monitoring beat-by-beat blood pressure in the radial artery using the volume-compensation method, Transaction on IEEE Biomedical Engineering, in press
- (15) Ikarashi, M. Nogawa, S. Tanaka, T. Yamakoshi, K. Yamakoshi, T. Moroe, M. Maruyama and S. Takada: An optimal Spot-Electrodes Array for Electrical Impedance Cardiography Through Determination of Impedance Mapping of a regional area along the medial line on the thorax, Proceedings of the 28th Annual International Conference of the IEEE EMBS, pp. 3202-3205 (2006. 8)
- (16) T. Yamakoshi, K. Yamakoshi, S. Tanaka, M. Nogawa Y. Sawada and P. Rolf: Hemodynamic responses during simulated automobile Driving in a monotonous situation, Proceedings of the 28th Annual International Conference of the IEEE EMBS, pp. 5129-5132 (2006. 8).
- (17) K. Motoi, K. Ikeda, Y. Kuwae, T. Yuji, Y. Higashi, M. Nogawa, S. Tanaka and Y. Yamakoshi: Development of an ambulatory device for monitoring posture change and walking speed for use in rehabilitation, Proceedings of the 28th Annual International Conference of the IEEE EMBS, pp. 5940-5943 (2006. 8).
- (18) S. Tanaka, R. Matsushita, K. Motoi, M. Nogawa, T. Yamakoshi and K. Yamakoshi: Feasibility study of a Urine Glucose Level Monitor for Home Healthcare using near infrared spectroscopy, Proceedings of the 28th Annual International Conference of the IEEE EMBS, pp. 6001-6003 (2006. 8).
- (19) P. Zhang, S.M. Tanaka, H. Jiang, M. Su, H. Yokota: Diaphyseal Bone Formation in Murine Tibiae in Response to Knee Loading. Journal of Applied Physiology, Vol. 100, No. 5, pp. 1452-1459, May 2006
- (20) P. Zhang, M. Su, S.M. Tanaka, H. Yokota: Knee loading stimulates cortical bone formation in murine femurs. BMC Musculoskeletal Disorders, 7:73, September 19, 2006
- (21) A.B. Castillo, I. Alam, S.M. Tanaka, J. Levenda, J. Li, S.J. Warden, C.H. Turner: Low-amplitude, broad-frequency vibration effects on cortical bone formation in mice. Bone, Vol. 39, No. 5, pp. 1087-1096, November 2006

- (22) 田中茂雄、野川雅道、山越憲一：近赤外スペクトル分析による骨密度計測、生体医工学、Vol. 44, No. 4, pp. 582–587, December, 2006
- (23) 田中茂雄、野川雅道、山越憲一：近赤外光を用いた非侵襲的骨密度計測装置の開発、日本骨形態計測学会雑誌、Vol. 16, No. 3, pp. 55–61, December, 2006

2) 総説・資料・報告書

- (1) 清水宣明, 萩野千秋, 高木圭子, 山岸紗弥花, 野瀬律子 ナノテクノロジーによる新規がん治療法. 最新医学 特集：がん領域におけるドラックデリバリーシステム(DDS) , 61(6) , 25–33, 2006
- (2) 清水宣明 河川や地下水に溶解して環境汚染を拡大させる有機化学物質(ベンゼン・環境ホルモン) のDNA多様性による生物学的検出系の構築. 助成研究完了報告書一覧(平成13年度～平成15年度), 財団法人 北陸産業活性化センター, pp. 3–13, 2006
- (3) 清水宣明, 萩野千秋, Farshba, D. M. 二酸化チタン・超音波法による微生物殺菌メカニズムの解明と水浄化システムへの応用. 金沢大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリ一年報 平成16～17年度, 19, 2006
- (4) 清水宣明 機能性バイオ融合ナノ粒子の創製とその組織ターゲティング. 平成17年度重点研究「バイオとナノの融合技術とその新展開」研究報告, 7–19, 2006
- (5) 本井幸介, 東祐二, 五十嵐朗, 野川雅道, 田中志信, 根本鉄, 山越憲一：ユビキタスヘルスケアのための無拘束・無意識生体情報計測システムの開発研究, 第21回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp. 525–528, (2006).
- (6) 野川雅道, 田中志信, 山越憲一：近赤外光を用いた無侵襲動・静脈酸素飽和度計測法による運動時組織酸素動態の評価, 第21回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp. 329–332, (2006).
- (7) 大江純平, 奎田伸之助, 本井幸介, 野川雅道, 田中志信, 根本鉄, 山越憲一：在宅ヘルスケアのための無意識自動生体情報計測システムの開発研究, 信学技報 MBE2006-18, pp. 9–12, (2006.5).
- (8) 川口道寛, 本井幸介, 野川雅道, 田中茂雄, 田中志信, 山越憲一：光電容積脈派を用いた無侵襲ヘマトクリット・酸素飽和度計測法に関する研究, 信学技報 MBE2006-3, pp. 9–12, (2006.5).
- (9) 福島正紀, 山越健弘, 田中志信, 野川雅道, 日下部正宏, 山越憲一：生体反応計測・解析に基づく単調運動時の生理活性度指標の検討, 信学技報 MBE2006-4, pp. 13–16, (2006.5).
- (10) 田中茂雄：骨質①力学的評価. THE BONE, Vol. 21, No. 1, pp. 97–101, January 15, 2007

3) 特許

- (1) 山田外史, 鈴木信雄, 柿川真紀子, 北村敬一郎, 服部淳彦, 骨疾患治療用磁場発生装置及び、それを用いた骨疾患治療の評価及び開発システム, 出願 (特-2007-038259) , 出願日 2007.2.19
- (2) 本井幸介, 田中志信, 山越憲一, 野中 隆：浴槽心電・呼吸計測装置, 特願 2006-276461
- (3) 田中茂雄、野川雅道、山越憲一：骨密度計測装置, PCT/JP2006/308432
- (4) 田中茂雄、野川雅道、山越憲一：骨密度計測装置, PCT/JP2006/313221
- (5) 田中茂雄、野川雅道：骨密度計測装置およびその方法, 特願 2006-319343

4) 学会発表

- (1) Mizanur, R.M., Ogino, C., Shimizu, N.: Sonodynamic sterilization of microbial cells at the surface of TiO₂. 第15回ソノケミストリー討論会講演論文集, pp. 103–104, 金沢 (2006・10)
- (2) 藤平敦司, 崎山和亨, 萩野千秋, 清水宣明: 二酸化チタン・超音波によるOHラジカルの生成と溶存アルゴンの促進効果. 第15回ソノケミストリー討論会講演論文集, pp. 99–100, 金沢 (2006・10)
- (3) 崎山和亨, 藤平敦司, 萩野千秋, 高木圭子, 清水宣明: 酸化チタンへの超音波照射による過酸化水素生成機構の解析. 第15回ソノケミストリー討論会講演論文集, pp. 87–88, 金沢 (2006・10)
- (4) 高木圭子, 萩野千秋, 清水宣明: 二酸化チタン/超音波法による細胞傷害. 第15回ソノケミストリー討論会講演論文集, pp. 1–2, 金沢 (2006・10)
- (5) 久保孝文, 吉野和慶, 伊藤吉基, 宮下徹, 萩野千秋, 清水宣明: 放線菌を用いたホスホリパーゼD酵素の遺伝子組み換え生産の培養特性解析に関する研究. 日本生物工学会第58回大会, 豊中 (2006・9)
- (6) 宮地佑典, 伊藤裕子, 萩野千秋, 清水宣明: 生体ストレスマーカー分子80H-dGを認識するDNAアプタマーに関する研究. 日本生物工学会第58回大会, 豊中 (2006・9)
- (7) 高木圭子, 萩野千秋, 清水宣明: 二酸化チタン・超音波触媒法によるがん細胞障害と増殖抑制. 日本生物工学会第58回大会, 豊中 (2006・9)
- (8) 萩野千秋, 高木圭子, 清水宣明: 組織認識能を持つ二酸化チタン内包リポソームの創製. 日本生物工学会第58回大会, 豊中 (2006・9)
- (9) 藤平敦司, 崎山和亨, 萩野千秋, 清水宣明: 二酸化チタン・超音波法によるOHラジカルの生成と溶存アルゴンの促進効果. 化学工学会第38回秋季大会, 福岡 (2006・9)
- (10) 宮地祐介, 萩野千秋, 清水宣明: 80H-dGを認識するDNAアプタマーに関する基礎研究. 化学工学会第38回秋季大会, 福岡 (2006・9)
- (11) T. Yoshino, T. Kubo, Y. Itou, T. Miyashita, C. Ogino and N. Shimizu: Construction of secretional expression system by *Streptomyces lividans*. 9th Japan-China-Korea Joint symposium on Enzyme Engineering, 大津 (2006・11)
- (12) Y. Itou, T. Kubo, K. Yoshino, T. Miyashita, C. Ogino and N. Shimizu: Effect of solvent and ionic liquid on phospholipid conversion in bi-phase system by phospholipase D. 9th Japan-China-Korea Joint symposium on Enzyme Engineering, 大津 (2006・11)
- (13) C. Ogino, Y. Miyachi, Y. Itou and N. Shimizu: Structural analysis of 80H-dG DNA aptamer. 9th Japan-China-Korea Joint symposium on Enzyme Engineering, 大津 (2006・11)
- (14) C. Ogino, T. Kubo, K. Yoshino, Y. Itou, T. Miyashita and N. Shimizu: Over-expression system for secretory enzyme by *Streptomyces lividans*. YABEC2006, 高雄 (2006・11)
- (15) S.C. Mukhopadhyay, C.P. Gooneratne, S. Yamada, A Novel Planar Electromagnetic type Bio-sensor for noncontact and noninvasive estimation of fat content in pork meat, 2006 IEEE International Magnetics Conference (2006.5)
- (16) T. Somsak, K. Chomsuwan, S. Yamada, M. Iwahara, Conductive Microbead Array Detection Based on

- Eddy-Current Testing Using SV-GMR Sensor and Helmholtz Coil Exciter, 2006 IEEE International Magnetics Conference (2006. 5)
- (17) K. Chomsuwan, R. Koggalage, S. Yamada, M. Iwahara, H. Wakiwaka, S. Shoji, High-Density PCB Inspection and System with Multi SV-GMR Sensor Eddy-Current Testing, 2006 IEEE International Magnetics Conference (2006. 5)
 - (18) M. Iwahara, T. Nishimura, Y. Yano, S. Yamada, Measurement and Visualization of 2-D Magnetic Field Using the Laminated Magnetic Ct Probe without Any of Physical Scanning, 2006 IEEE International Magnetics Conference (2006. 5)
 - (19) Komkrit Chomsuwan, Sotoshi Yamada, Masayoshi Iwahara, High-Speed PCB Inspection with High-Frequency ECT Probe, 第 17 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム 2006. 5)
 - (20) Teerasak Somsak, Komkrit Chomsuwan, Sotoshi Yamada, Masayoshi Iwahara, Recognitions of Micro Non-Magnetic and Magnetic Material with GMR Sensor, 第 17 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム、(2006. 5)
 - (21) 林 晃平、西村貴士、山田外史、岩原正吉, 球面プローブを用いた 3 次元磁界分布測定とその可視化, 第 17 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム、(2006. 5)
 - (22) 柿川真紀子、橋本松進、岩原正吉、山田外史, 磁場による薬効調節に関する研究, 日本生体磁気学会、19 (2006. 6)
 - (23) S. C. Mukhopadhyay, S. Yamada, Use of Magnetic Bearing as an Integrated Platform for Teaching and Learning, Asia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (2006. 7)
 - (24) S. C. Mukhopadhyay, C. P. Gooneratne, S. Yamada, Quality Testing of Currency Coins: A Planar Electromagnetic Sensors Based Approach, Asia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (2006. 7)
 - (25) W. Maeda, S. Yamada, M. Iwahara, Development of a magnetic separator for biomaterials labelled by the magnetic beads, Asia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (2006. 7)
 - (26) M. Iwahara, S. C. Mukhopadhyay, H. Nakamichi, S. Yamada, Towards a Practical Design and Trial Production of Magnetic Fault Current Limiter for the distribution line of power system, Asia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (2006. 7)
 - (27) K. Chomsuwan, S. Yamada, M. Iwahara, High-Speed PCB Inspection System Based On ECT Technique With Multi SV-GMR Sensor, Asia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (2006. 7)
 - (28) S. Yamada, K. Chomsuwan, S. C. Mukhopadhyay, M. Iwahara, S. Shigeru, Application of Needle Type SV-GMR Sensor To Measure Volume Density Of Magnetic Fluid, Asia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (2006. 7)
 - (29) Makiko Kakikawa, Shou-shin Hashimoto, Masayoshi Iwahara, Sotoshi Yamada, Effects of Magnetic Fields on Antitumor Drug Potency, Asia-Pacific Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (2006. 7)

- (30) 山田外史、橋本松進、清水宣明、柿川真紀子、岩原正吉, 超磁歪アクチュエータ駆動によるキャビテーションに基づく水酸基ラジカル発生, 電気学会研究会資料、リニアドライブ研究会 LD-06-48 ~68, 10 (2006)
- (31) 前田 航、高田幸永、山田外史、岩原正吉, 磁気ビーズによる生体物質分離用磁気分離装置の開発, 第 30 回日本応用磁気学会, 171 (2006. 9)
- (32) 砂田聰、鈴木信雄、山田外史、柿川真紀子、橋本松進、北村敬一郎、服部淳彦、岩坂正和、上野照剛、破骨細胞・骨芽細胞における交流磁界効果, 第 30 回日本応用磁気学会, 311 (2006. 9)
- (33) 山田外史、橋本松進、清水宣明、柿川真紀子、岩原正吉、超磁歪アクチュエータによつ水酸基ラジカル発生と環境浄化への応用, 第 30 回日本応用磁気学会, 315 (2006. 9)
- (34) S. Yamada, K. Chomsuwan, S. C. Mukhopadhyay, M. Iwahara, S. Shoji, Detection of Magnetic Fluid Volume Density with SV-GMR Sensor, 第 30 回日本応用磁気学会, 319, (2006. 9)
- (35) T. Somsak, K. Chomsuwan, S. Yamada, M. Iwahara, SV-GMR Sensor for Conductive Microbead Detection Based on ECT Technique by Improve Exciter with Ferrite core, 第 30 回日本応用磁気学会, 320 (2006. 9)
- (36) 西野仁展、織田智弘、Komkrit Chomsuwan、山田外史、岩原正吉, マルチ渦電流探傷プローブによるプリント基板検査、平成 19 年電気学会全国大会 (2007. 3)
- (37) 前田 航、山田外史、岩原正吉, 磁気ビーズによる生体物質分離用磁気分離装置の開発に関する検討、平成 19 年電気学会全国大会 (2007. 3)
- (38) 山田外史、Chomsuwan Komkrit, Chinthaka Gooneratne, 柿川真紀子、岩原正吉, 針形状磁気抵抗センサによる磁性粒子の濃度計測、平成 19 年電気学会全国大会 (2007. 3)
- (39) 山田外史、橋本松進、柿川真紀子、清水宣明、岩原正吉, 超磁歪アクチュエータ駆動による OH ラジカル発生、平成 19 年電気学会全国大会 (2007. 3)
- (40) 柿川真紀子、橋本松進、岩原正吉、山田外史, 薬効への交流磁界の影響、平成 19 年電気学会全国大会 (2007. 3)
- (41) 山田丸、早川和一、小林史尚、柿川真紀子、岩坂泰信、石廣玉、陳彬, 微生物が黄砂とともにやってくる?、第 127 年会 日本薬学会 (2007. 3)
- (42) A. Ikarashi, M. Nogawa, S. Tanaka, T. Yamakoshi, K. Yamakoshi, T. Moroe, M. Maruyama and S. Takada: An Improved Spot-Electrodes Array for Electrical Impedance Cardiography Through Determination of Thoracic Impedance Mapping and Its Evaluation of Accuracy of Cardiac Output Measurement, Proceedings of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006, Seoul, CD-ROM (2006. 8).
- (43) S. Tanaka, R. Matsushita, K. Motoi, M. Nogawa, T. Yamakoshi and K. Yamakoshi: Development of a Urine Glucose Level Monitor Installed in a Toilet for Home Health Care - Feasibility Study on Measurement of Urine Glucose Using Near Infrared Spectroscopy-, Proceedings of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006, Seoul, CD-ROM (2006. 8).
- (44) T. Yamakoshi, K. Yamakoshi, P. Rolf, S. Tanaka, M. Nogawa and Y. Sawada: A Basic Study on Cardiovascular Hemodynamic Analysis under Condition of Simulated Monotonous Automobile

- Driving, Proceedings of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006, Seoul, CD-ROM (2006.8).
- (45) K. Yamakoshi, Y. Yamakoshi, M. Nogawa, T. Yamakoshi and S. Tanaka: A New Approach for Non-invasive Blood Glucose Measurement Using Instantaneous Differential Near Infrared spectrophotometry, Proceedings of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006, Seoul, CD-ROM (2006.8).
- (46) K. Motoi, K. Ikeda, M. Ogata, K. Fujita, Y. Higashi, T. Fujimoto, M. Nogawa, S. Tanaka and Y. Yamakoshi: Development of a wearable sensor system for monitoring static and dynamic posture together with walking speed for use in rehabilitation, Proceedings of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006, Seoul, CD-ROM (2006.8).
- (47) M. Nogawa, T. Yamakoshi, A. Ikarashi, S. Tanaka and K. Yamakoshi: Measurement of stress induced hemodynamic responses using multipurpose non-invasive continuous cardiovascular monitoring system, Proceedings of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006, Seoul, CD-ROM (2006.8).
- (48) A. Ikarashi, M. Nogawa, S. Tanaka, T. Yamakoshi, K. Yamakoshi, T. Moroe, M. Maruyama and S. Takada: An optimal Spot-Electrodes Array for Electrical Impedance Cardiography Through Determination of Impedance Mapping of a regional area along the medial line on the thorax, Proceedings of the 28th Annual Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, New York, CD-ROM (2006.8).
- (49) T. Yamakoshi, K. Yamakoshi, S. Tanaka, M. Nogawa Y. Sawada and P. Rolf: Hemodynamic responses during simulated automobile Driving in a monotonous situation, Proceedings of the 28th Annual Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, New York, CD-ROM (2006.8).
- (50) K. Motoi, K. Ikeda, Y. Kuwae, T. Yuji, Y. Higashi, M. Nogawa, S. Tanaka and Y. Yamakoshi: Development of an ambulatory device for monitoring posture change and walking speed for use in rehabilitation, Proceedings of the 28th Annual Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, New York, CD-ROM (2006.8).
- (51) M. Nogawa, T. Yamakoshi, A. Ikarashi, S. Tanaka and Y. Yamakoshi: Assessment of stress-induced hemodynamic responses using multipurpose non-invasive continuous cardiovascular monitoring system, Proceedings of the 28th Annual Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, New York, CD-ROM (2006.8).
- (52) S. Tanaka, R. Matsushita, K. Motoi, M. Nogawa, T. Yamakoshi and K. Yamakoshi: Feasibility study of a Urine Glucose Level Monitor for Home Healthcare using near infrared spectroscopy, Proceedings of the 28th Annual Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, New York, CD-ROM (2006.8).
- (53) 西尾崇、佐藤伸幸、野川雅道、山越憲弘、田中志信、山越憲一：容積補償型連続血圧測定のためのサーボ目標値 (VO) 決定法の新たな試み、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 446、日本生体医工

学会、福岡 (2006.5)

- (54) 五十嵐朗、高山浩司、野川雅道、田中志信、山越憲弘、山越憲一、諸江輝義、丸山美知郎、高田重男：簡易スポット電極配置に基づく電気アドミタンス式心拍出量計測の精度評価、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 447、日本生体医工学会、福岡 (2006.5)
- (55) 野川雅道、福島正紀、山越憲弘、五十嵐朗、田中志信、山越憲一：多用途無侵襲連続循環動態モニタシステムを用いた生体ストレスに対する循環動態反応計測、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 448、日本生体医工学会、福岡 (2006.5)
- (56) 西川佳宏、清水貴幸、野川雅道、田中志信、山越憲一：自己血糖計測のための微細針を用いた自動微量採血システムの開発、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 505、日本生体医工学会、福岡 (2006.5)
- (57) 本井幸介、池田幸平、東祐二、田中志信、山越憲一：リハビリテーション支援のためのウェアラブル連続姿勢変化・歩行速度計測システムの開発研究、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 536、日本生体医工学会、福岡 (2006.5)
- (58) 大江純平、窪田伸之助、本井幸介、野川雅道、田中志信、山越憲一：無意識自動生体計測に基づく在宅ヘルスケアモニタリングシステムの開発、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 537、日本生体医工学会、福岡 (2006.5)
- (59) 福島正紀、山越健弘、田中志信、野川雅道、日下部正宏、山越憲一：単調運動時の高濃度酸素負荷に対するドライバーの活性度低下抑制効果、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 548、日本生体医工学会、福岡 (2006.5)
- (60) 窪田伸之助、大江純平、本井幸介、野川雅道、田中志信、根本鉄、山越憲一：睡眠時無呼吸症候群検知のための呼吸・心拍・いびき計測システムの開発研究、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 671、日本生体医工学会、福岡 (2006.5)
- (61) 松下良輔、野川雅道、田中志信、山越憲一：近赤外分光法を用いたトイレ内蔵型尿成分分析システムに関する基礎的検討、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 701、日本生体医工学会、福岡 (2006.5)
- (62) 池田幸平、本井幸介、東祐二、桑江豊、湯地忠彦、田中志信、山越憲一：要介護認定支援のためのウェアラブル日常動作解析システムに関する開発研究、生体医工学、vol. 44(Suppl. 1)、p. 705、日本生体医工学会、福岡 (2006.5)
- (63) 田中茂雄、野川雅道、山越憲一：近赤外分光法による骨密度計測の基礎的検討—最適波長の決定について—、第45回日本生体医工学会大会、福岡国際会議場、2006年5月15-17日
- (64) 川口道寛、本井幸介、野川雅道、田中茂雄、田中志信、山越憲一：光電容積脈波を用いた無侵襲ヘマトクリット・酸素飽和度計測法に関する研究、電子情報通信学会MEとバイオサイバネティクス研究会(MBE)、富山大学、2006年5月26-27日
- (65) 田中茂雄、野川雅道、山越憲一：近赤外分光を用いた非侵襲的骨密度計測、第26回日本骨形態計測学会、新潟コンベンションセンター、2006年7月27-29日
- (66) 田中茂雄、辻本敏行、野川雅道、山越憲一：近赤外光を利用した新規骨密度計測装置、第33回日本臨床バイオメカニクス学会、朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター、2006年11月3-4日
- (67) 岡田敬史、近藤香菜子、山越憲一、田中志信、野川雅道、田中茂雄：電気的筋収縮制御を利用し

- た骨の力学刺激法に関する研究、ジョイント・シンポジウム 2006 スポーツ工学シンポジウム シンポジウム：ヒューマン・ダイナミクス、石川県地場産業振興センター、2006年11月9-11日
- (68) 岡田啓史、近藤香奈子、野川雅道、田中志信、山越憲一、田中茂雄：筋肉への電気刺激により生じる骨ひずみの計測、平成18年度日本生体医工学会北陸支部大会、金沢大学、2006年12月16日
- (69) 川口道寛、野川雅道、田中志信、山越憲一、田中茂雄：近赤外空間分解法による骨密度計測に関する研究、平成18年度日本生体医工学会北陸支部大会、金沢大学、2006年12月16日
- (70) 河野恵、佐々木智子、野川雅道、田中茂雄、田中志信、山越憲一、打出喜義：近赤外光による無侵襲胎児酸素飽和度計測に向けた生体深部光電容積脈波計測システムの研究開発、平成18年度日本生体医工学会北陸支部大会、金沢大学、2006年12月16日
- (71) 垣尾雅文、野川雅道、田中志信、山越憲一、田中茂雄：近赤外光を用いた培養骨芽細胞の石灰化モニタリングシステムの開発、日本機械学会北信越学生会第36回学生員卒業研究発表講演会、石川工業高等専門学校、2007年3月7日
- (72) 田中茂雄、岡田敬史、近藤香菜子、山越憲一：骨形成促進を目的とした電気的筋収縮制御、日本機械学会北陸信越支部第44期総会・講演会、金沢大学、2007年3月8日

5) 研究交流

- ・共同研究

- 1) 山田外史（代表）、GMR 素子を用いた渦流探傷法の微小キズ検出への適用、大同特殊鋼株式会社
- 2) 田中志信（分担）、ユビキタスヘルスマニタ－技術の開発、大韓民国三星電子株式会社
- 3) 田中志信（分担）、非侵襲血糖計測法に関する開発研究、TYT 技研株式会社

- ・訪問外国人研究者

- 1) Dr. Peter Rolfe, Professor, Department of Communication, Computer and System Sciences, University of Genova, 生体情報計測分野 (2006. 10)

- ・海外渡航

- 1) 山田外史、米国、サンディエゴ、INTERMAG 米国電気電子学会国際磁気応用会議 (2006, 5)
- 2) 山田外史、韓国、ソウル、IEEE Sensors 米国電気電子学会センサ国際会議 (2006, 10)
- 3) 田中志信、韓国・ソウル、IFMBE 国際医用物理生体工学会議 (2006, 8)
- 4) 田中志信、米国・ニューヨーク、IEEE 国際医用生体工学会議 (2006, 8)

6) 各種活動（学会・社会）

- ・学会活動

清水宣明：日本生理学会評議員、ソノケミストリー研究会運営委員

山田外史：マグネティクス技術委員会1号委員、リニアドライブ技術委員会1号委員、新世代の電気・磁気アクチュエータ調査専門委員会委員、電気学会マイクロ磁気ドライブ技術調査専門委員会委員、電気学会マイクロ磁気ドライブ技術とその応用調査専門委員会委員、生体および医

療における磁気利用調査専門委員会委員、電気学会北陸支部監査委員、日本応用磁気学会編集委員、日本AEM学会理事・企画運営委員、日本能率協会・磁気応用シンポジウム委員長
田中志信：日本エム・イー学会評議員、日本バイオマテリアル学会評議員、日本生活支援工学会評議員、
計測自動制御学会生体・生理工学部会運営委員

・社会活動

山田外史：北陸電気使用合理化委員会委員、電気保安功労者表彰専攻北陸委員会委員、北陸グリーン電力基金運営委員会

5. 研究費

自然計測研究部門

1) 科学研究費

- (1) 柏谷健二（代表）科学研究費基盤 A、陸域堆積物情報に基づく新生代後期氷河時代の成立と氷期・間氷期・超間氷期変動、26,650 千円
- (2) 柏谷健二（分担）科学研究費基盤 B、多環芳香族炭化水素と大気浮遊微細鉱物の相互作用およびその運搬媒体の解明、12,363 千円
- (3) 柏谷健二（分担）、文部科学省、研究拠点形成費補助金「環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測—モニタリングネットワークの構築と人為的影響の評価」200,200 千円
- (4) 長谷部徳子（分担）科学研究費基盤 A、陸域堆積物情報にもとづく新生代後氷河時代の成立と氷期・間氷期・超間氷期変動、26,650 千円
- (5) 長谷部徳子・奥野正幸、科学研究費萌芽研究、鉱物中の放射線損傷量をどう見積もるか？、ラマン分光法と FT 法を用いた研究、2,500 千円
- (6) 長谷部徳子（分担）、文部科学省、研究拠点形成費補助金「環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測—モニタリングネットワークの構築と人為的影響の評価」200,200 千円
- (7) 小村和久（代表）、極低レベル放射能測定による新領域の開発と全国共同利用微弱放射能測定拠点の形成、文部科学省特別教育研究、9,800 千円
- (8) 小村和久（分担）、環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測、21 世紀 COE（研究拠点形成費補助金）、4,500 千円
- (9) 山本政儀（代表）基盤(C)（一般）、放射性核種を利用した環境変動解析：堆積物中のウラン・トリウム同位体、1,900 千円（H18 年度）
- (10) 山本政儀（代表）基盤(C)(2)、放射性核種を利用した環境変動解析：湖底堆積物中のウラン・トリウム同位体、3,600 千円、平成 18-平成 19 年度
- (11) 山本政儀（分担）、環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測、21 世紀 COE（研究拠点形成費補助金）、2,145 千円

2) 研究助成金等

- (1) 長谷部徳子・柏谷健二・雁沢好博、住友財団環境研究助成、湖沼堆積物の年代決定基礎研究—環境変動記録の精密化を目指して一、1,600 千円
- (2) 長谷部徳子（財）三谷研究開発支援財団、研究助成、地球科学試料の年代決定のための手法の開発・改良、1,400 千円
- (3) 小村和久（代表）、極低レベル放射能測定による新領域の開発と全国共同利用微弱放射能測定拠点の形成学長戦略経費（重点研究経費）、9,800 千円

3) 受託研究費等

- (1) 小村和久、気象研究所受託研究、海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究 5,410 千円
- (2) 小村和久、石川県受託研究、極低レベル放射能の検出方法の開発と実証に関する基礎研究、2,000 千円
- (3) 小村和久、電荷蓄積型積算線量計 (DIS) の自己線量確認、東芝電力放射線テクノサービス株式会社、120 千円

エコテクノロジー研究部門

1) 科学研究費

- (1) 岩坂泰信 (代表), 基盤研究 (C) 大気バイオエアロゾル研究の展開 3,000 千円
- (2) 塚脇真二 (分担), 萌芽研究, 濡潤アジアの'伝統的なホームガーデン'を素材とした環境学習プログラムの創出, 120 千円
- (3) 塚脇真二 (分担), 基盤研究 (B), 東南アジア地域の天然ゴムプランテーションで発生する大気汚染物質の特性と影響評価, 280 千円
- (4) 小林史尚 (代表), 若手研究 (B), 重金属含有有機性廃水のリデュース (廃棄物発生抑制) 型高度処理システムの開発, 3,700 千円
- (5) 小林史尚 (分担), 基盤研究 (C) 大気バイオエアロゾル研究の展開 3,000 千円

2) 共同研究費

- (1) 木村繁男 (代表), 太平洋工業株式会社「バルブ内の気液二相流れに関する研究」, 490 千円
- (2) 木村繁男 (代表), 矢崎総業株式会社「熱振動式超小型フローセンサーの開発研究」, 800 千円

3) 奨学寄付金

- (1) 木村繁男 (代表), 太平洋工業株式会社, 490 千円
- (2) 小林史尚 (分担), 株式会社アクトリー, 525 千円

4) その他

- (1) 塚脇真二 (分担), 日本学術振興会二国間交流事業 タイ (N R C T) との共同研究「天然ゴムスマートシート製造に伴う環境汚染の現状評価と対策」
- (2) 塚脇真二 (分担), 総合地球環境学研究所, F S プロジェクト「伝統的農法・生活様式の保全 (オーガニックファーム保全) の評価」
- (3) 小林史尚 (代表), 金沢大学重点研究経費, 最終処分場浸出水のリデュース (廃棄物発生抑制) 型高度処理法の開発と評価, 600 千円
- (4) 小林史尚 (分担), 金沢大学日本海城研究助成, 150 千円
- (5) 小林史尚 (分担), 新潟大学受託研究「セルロース系バイオマスの蒸煮爆碎処理に関する研究」500 千円

生物多様性研究部門

1) 科学研究費

- (1) 笹山雄一（代表），基盤研究（C），ヒゲムシと化学合成細菌の共生：宿主細胞による細菌の支配の解明に向けて，2,600千円。
- (2) 鈴木信雄（代表），基盤研究（C），新規硬組織モデルによる骨・歯の疾患に対する超音波治療方法の開発，2,200千円。
- (3) 中村浩二（代表）：科研費（特別研究員奨励費，分担者 Gulay Chetinkaya）北陸の里山生態系における生物多様性：現状，問題点および保全・活用に向けての提言。H16-H19 合計 2,400千円，うち 2006 年は 1,200 千円)
- (4) 中村浩二（代表）：学術振興会科学研究 基盤C，長期間放置されていた棚田の復元に伴う生物多様性の変化。平成 18-19 年，3,500 千円（うち 2006 年度は 2,300 千円）

2) 受託研究費

- (1) 鈴木信雄（代表），（財）日本宇宙フォーラム，微小重力に対する骨芽及び破骨細胞の影響：魚類のウロコを用いた解析，2,858千円。

3) 奨学寄付金

- (1) 鈴木信雄（代表），財団法人 中部電力基礎技術研究所研究助成，魚のウロコを用いた磁場による新規骨疾患治療システムの研究開発，900千円。

4) その他

- (1) 鈴木信雄（代表），宇宙航空研究開発機構 宇宙環境利用科学委員会研究班ワーキンググループ活動支援，魚類のウロコを用いた宇宙生物学的研究，380千円。
- (2) 鈴木信雄（代表），金沢大学日本海域研究所 研究助成，日本海域のトリブチルスズ濃度測定及び海洋性菌による浄化，100千円。
- (3) 中村浩二（代表）：文部科学省特別研究経費，『金沢大学「角間の里山自然学校」を拠点とした共生型地域づくり』。平成 17-21 年（うち，2006 年は 56,000 千円）
- (4) 中村浩二（代表）：富士フィルム・グリーンファンド，研究者と市民の協働による里山の生物多様性保全のための活動及び調査。平成 17-18 年，1,568 千円
- (5) 中村浩二（代表）：三井物産環境基金，能登半島・里山里海自然学校の設立。平成 18 年-20 年（うち平成 18 年分），7,000 千円
- (6) 中村浩二（代表）：石川県企画振興部高等教育振興室，地域課題研究ゼミナール「奥能登の里山生態系：生物多様性の現状と問題点」。平成 18 年，300 千円
- (7) 中村浩二（代表）：共同研究（三井住友建設），植物の重金属等浄化機能と植物種の選定に関する共同研究。平成 15-18 年，801 千円（うち 2006 年は 300 千円）

人間計測制御研究部門

1) 科学研究費

- (1) 清水宣明（代表）、特定領域研究、機能性バイオ融合ナノ粒子超音波化学をカップリングした新規がん治療、4,800千円
- (2) 清水宣明（代表）、基盤研究、新規ラジカル生成系と高勾配磁気分離を融合した環境保全システムの構築、3,800千円
- (3) 清水宣明（代表）、萌芽的研究、機能性生体分子を配向した光触媒ナノ粒子の創製とその医療応用、2,100千円
- (4) 清水宣明(分担)、NEDO・産業技術研究助成事業、活性酸素ストレスによる細胞生理の制御に基づいた機能性バイオプロダクト生産技術の開発(代表：勝田知尚（神戸大学）)、4,450千円
- (5) 田中志信（分担）、基盤研究(B)(2) 携帯型循環調節機能計測・解析システムによる生体ストレス評価に関する研究、3,500千円
- (6) 柿川真紀子（代表）、若手研究(B)、磁場と抗がん剤の併用療法に関する基礎的研究、2,300千円
- (7) 田中茂雄（代表）、基盤研究(C)、ひずみ誘導型液体流動を用いた力学刺激適応型再生骨培養システムの開発、1,400千円

2) 共同研究費

- (1) 山田外史（代表）、小松パワートロン、1kW フライホイール電力貯蔵装置用電源部の開発、150千円
- (2) 山田外史（代表）、大同特殊鋼（株）、GMR 素子を用いた渦流探傷法の微小キズ検出への適用、1,000千円
- (3) 田中志信（分担）、大韓民国三星電子株式会社、「ユビキタスヘルスモニター技術の開発」、平成 17 年 12 月～18 年 7 月、7,000千円
- (4) 田中志信（分担）、TYT 技研株式会社「非侵襲血糖計測法に関する開発研究（分担）」、平成 16～18 年度、7,500千円
- (5) 田中茂雄（代表）、帝人ファーマ株式会社、「確率共振振動が骨代謝に与える影響について」、平成 18 年 5 月～平成 19 年 3 月、420千円
- (6) 田中茂雄（代表）、株式会社堀場製作所、「近赤外分光法－骨密度計の実用化に向けた研究」、平成 18 年度、280千円

3) 奨学寄付金

- (1) 山田外史（代表）、テクノシステム、500千円

4) 受託研究費

- (1) 田中志信（分担）、文部科学省知的クラスター創成事業：石川ハイテク・センシング・クラスター構想、「先進的生体計測技術に基づく健康回復支援プロトコルの開発－無侵襲生体計測法を用いた健康回復支援システムの開発－」、44,000千円

- (2) 田中茂雄（代表），独立行政法人科学技術振興機構平成18年度シーズ発掘試験，「近赤外光を利用した新規骨密度計測装置の開発」，2,000千円

5) その他

- (1) 山田外史（代表），財団法人電子回路基盤技術振興財団，工学部の研究教育助成のため，1,000千円
(2) 柿川真紀子（代表），財団法人中部電力基礎技術中央研究所，磁場による薬効調節に関する基礎的研究，1,300千円

6. 研究指導

自然計測研究部門

1) 博士論文

- (1) 阿部琢也、極低バックグラウンドγ線スペクトロメトリーによる大気中放射性核種の高解像度測定、自然科学研究科環境科学専攻、博士（理学）、小村和久
- (2) 坂口綾、Geochemical studies on environmental dynamics in lake system through naturally occurring radionuclides. 自然科学研究科物質科学専攻、博士（理学）、山本政儀
- (3) 及川真司、Development of low level plutonium measurement by ICP mass spectrometry and its application to marine environment-Pu isotopes and heavy metal elements in Surume squid. 自然科学研究科物質科学専攻、博士（理学）、山本政儀
- (4) 大塚良仁、Geochemical studies on natural cycles in a lake environment-material balances, residence times and speciation of naturally occurring radionuclides ^{210}Pb and ^{210}Pb in Lake Biwa. 自然科学研究科物質科学専攻、博士（理学）、山本政儀

2) 修士論文

- (1) 松岡玉衣、湖沼一流域系情報に基づく環日本海域の水文環境変動、自然科学研究科生命地球学専攻、修士（理学）、柏谷健二
- (2) 田中究、Ra-226、Ra-228 及び Cs-137 を用いた日本海海水循環の解明、自然科学研究科物質化学専攻、修士（理学）、小村和久
- (3) 富田純平、安定・放射性同位体をプローブとした温鉱泉の地球化学的研究-白山山系を中心として-、自然科学研究科物質化学専攻、修士（理学）、山本政儀

3) 卒業研究

- (1) 中谷 領、湖沼堆積物情報に基づく過去数万年間のバイカル湖周辺域における水文環境変動の推定、理学部地球学科、学士（理学）、柏谷健二
- (2) 荒田孔明、アパタイトのトラック長分布からみた四十萬帶の熱履歴と上昇過程、理学部地球学科、学士（理学）、長谷部徳子
- (3) 石原 崇、若い火成岩中のジルコンの U-Th 測定と年代測定法の考察、理学部地球学科、学士（理学）、長谷部徳子
- (4) 住田亮輔、湖沼堆積物のルミネッセンス年代測定：化学分析と年間線量評価、理学部地球学科、学士（理学）、長谷部徳子

エコテクノロジー研究部門

1) 博士論文

- (1) 藤井康信, 膨張弁絞り機構部における気液二相流体現象の研究, 博士(工学), 木村繁男

2) 修士論文

- (1) 上垣俊平, 管内気液二相流の数値シミュレーション, 自然科学研究科機械科学専攻, 修士(工学), 木村繁男
- (2) 寺島淳一, 地下水流向・流速計を用いた地下水流动の計測, 自然科学研究科機械科学専攻, 修士(工学), 木村繁男
- (3) 日高慎吾, 角管路内の強制対流下における非定常凝固, 自然科学研究科機械科学専攻, 修士(工学), 木村繁男
- (4) 三宅 歩, 石川県金沢市東部医王山南麓地域における地質学的研究, 自然科学研究科社会基盤工学専攻, 修士(工学), 塚脇真二
- (5) 熊田賢太郎, おからフリーの機能性豆腐の製造, 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学), 中村嘉利・小林史尚
- (6) 宮原正樹, 超集積植物を用いた重金属汚染土壤の浄化, 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学), 中村嘉利・小林史尚
- (7) 山崎太郎, *Acetobacter xylinus* を用いたバクテリアセルロースの効率的生産, 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学), 中村嘉利・小林史尚
- (8) 横倉正大, 粕殻廃棄物の総合的有効利用法の開発, 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学), 中村嘉利・小林史尚

3) 卒業研究

- (1) 今井 学, 熱量法を用いた地下水用プローブのトレーサ試験による検定, 工学部機能機械工学科, 学士(工学), 木村繁男
- (2) 奥田晃徳, シーロメータを用いた大気風速分布計測手法の開発, 工学部機能機械工学科, 学士(工学), 木村繁男
- (3) 小林正弘, 角流管路内における凝固融解プロセス制御に関する研究, 工学部機能機械工学科, 学士(工学), 木村繁男
- (4) 大藪泰二朗, 石川県金沢市東縁部湯涌～横谷地域の地質, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 塚脇真二
- (5) 川戸慎也, 石川県金沢市東縁部上山～オージャラ地域の地質, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 塚脇真二
- (6) 長田将吾, 石川県金沢市東縁部大菱池～医王山地域の地質, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 塚脇真二
- (7) 金子えりか, 染色廃水の脱色と分解処理に関する研究, 工学部物質化学工学科, 学士(工学), 中

村嘉利・小林史尚

- (8) 久保憲次, 高度集積植物を用いた鉛の吸収及び蓄積に関する研究, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利・小林史尚
- (9) 鈴木章馬, オゾンとコケを用いた最終処分場浸出水の新規処理システムの開発, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利・小林史尚
- (10) 高木智広, 重金属含有植物からの新規有価金属回収法の開発, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利・小林史尚
- (11) 若見祐隆, DHA (ドコサヘキサエン酸) の微生物生産のための培養条件の確立, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利・小林史尚

生物多様性研究部門

1) 博士論文

- (1) 大脇 淳 : 里山のチョウ類とゴミムシの多様性 : 里山の林分のパッチ構造と都市化の影響 : 博士 (理学), 中村浩二, 2006 年 9 月
- (2) Linawati : Change in diversity and structure of ground arthropod communities during the restoration of satoyama in Kanazawa with special reference to ground beetles (Coleoptera: Carabidae) [金沢の里山の再生過程における地表性節足動物の多様性と群集構造の変化, 特に地表歩行性甲虫類 (コウチュウ目 : ゴミムシ科)] : 博士 (学術), 中村浩二, 2006 年 9 月

2) 修士論文

- (1) 井上耕治 : 金沢大学角間キャンパス内里山ゾーンにおけるハクビシンの生態と行動域 : 修士 (理学), 中村浩二, 2007 年 3 月
- (2) 菊池知子 : 石川県内の水田の立地条件、保全作業、農法が節足動物群集に及ぼす影響. 修士 (理学), 中村浩二, 2007 年 3 月

1) 卒業研究

- (1) 水野文敬 : 環形動物門 Siboglinidae 科マシコヒゲムシの消化管内腔に由来する栄養体内腔の形態学的研究, 理学部生物学科, 学士 (理学), 笹山雄一
- (2) 浅田光子 : 環形動物門 Siboglinidae 科マシコヒゲムシの栄養体におけるアポトーシスに関する免疫組織化学的研究, 理学部生物学科, 学士 (理学), 笹山雄一
- (3) 板津秀彰 : 環形動物門 Siboglinidae 科マシコヒゲムシの棲息する土壤中における全硫化物及び全窒素濃度の研究, 理学部生物学科, 学士 (理学), 笹山雄一
- (4) 国田慎平 : 環形動物門 Siboglinidae 科マシコヒゲムシで発現する熱ショック蛋白質に関する研究, 理学部生物学科, 学士 (理学), 笹山雄一
- (5) 江端隼樹 : 石川県小松市におけるニホンイノシシ被害の現状と対策 : 学士 (理学), 中村浩二, 2007 年 3 月

人間計測制御研究部門

1) 博士論文

- (1) Alaa Abdel-Moneim Hossein, Application of the repulsive-type magnetic bearing technology based digital control implementation for manufacturing a micro-mass measuring balance system(山田外史), 自然科学研究科電子情報科学専攻, 博士(工学)
- (2) 佐藤一雅, イオンビーム照射を用いた生体高分子の結合性に関する研究 (山越憲一, 田中志信), 自然科学研究科システム創成科学専攻, 博士(工学)

2) 修士論文

- (1) 久保孝文, 放線菌の新規タンパク質発現系構築に関する研究 (清水宣明), 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学)
- (2) 柴田直範, TiO₂ ナノ粒子への B 型肝炎ウイルス由来 PreS1/S2 タンパク質の固定化とその医療応用 (清水宣明), 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学)
- (3) 藤平敦司, 光超音波キャビテーションによる二酸化チタン表面での OH ラジカル生成機構の解析 (清水宣明), 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学)
- (4) 宮地佑典, 8 OH dG を認識する DNA アプタマーの機能評価 (清水宣明), 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学)
- (5) ラハマン・モハンマド・ミザヌル, Analysis of sonodynamic sterilization of Escherichia coli at the surface of TiO₂ 二酸化チタン表面での超音波力学的殺菌メカニズムの解析 (清水宣明), 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学)
- (6) 山崎裕也, マルチうず電流探傷プローブによるステンレス鋼製造時の傷検出に関する研究 (山田外史), 自然科学研究科電子情報科学専攻, 修士(工学)
- (7) 奥村圭太, 磁気浮上天秤システムの構成と水分計への応用に関する研究 (山田外史), 自然科学研究科電子情報科学専攻, 修士(工学)
- (8) 前田航, 磁気ビーズによる生体物質分離用磁気分離装置の開発 (山田外史), 自然科学研究科電子情報科学専攻, 修士(工学)
- (9) 砂田聰, 破骨細胞・骨芽細胞における交流磁界効果に関する研究 (山田外史, 柿川真紀子), 自然科学研究科電子情報科学専攻, 修士(工学)
- (10) 坂元悠, 極低周波数交流磁界曝露による神経系遺伝子の発現に関する研究 (山田外史), 自然科学研究科電子情報科学専攻, 修士(工学)
- (11) 前田秀一, 線虫の誘引・忌避行動及び慣れ学習における交流磁界影響に関する研究 (山田外史, 柿川真紀子), 自然科学研究科電子情報科学専攻, 修士(工学)
- (12) 池田 幸平, 寝つきり予防及びリハビリテーション支援のためのウェアラブル活動計測・解析システムの開発研究 (田中志信), 自然科学研究科人間・機械科学専攻, 修士(工学)
- (13) 大江 純平, ユビキタスヘルスケアのための無意識生体計測システムの開発と医療支援への応用 (田中志信), 自然科学研究科人間・機械科学専攻, 修士(工学)

- (14) 岡田 敬史, ノイズ振動刺激に対する骨形成反応に関する研究 (田中茂雄、田中志信), 自然科学研究科人間・機械科学専攻, 修士 (工学)
- (15) 河野 恵, 無侵襲胎児酸素飽和度計測に向けた生体深部光電容積信号計測システムの研究開発 (田中志信), 自然科学研究科人間・機械科学専攻, 修士 (工学)
- (16) 高山 浩司, 電気的インピーダンス法による心拍出量計測の最適電極配置に関する研究－胸郭体表面電流分布解析による検討－ (田中志信), 自然科学研究科人間・機械科学専攻, 修士 (工学)
- (17) 西尾 崇, 容積補償型手首連続血圧計測システムの開発研究 (田中志信), 自然科学研究科人間・機械科学専攻, 修士 (工学)
- (18) 西川 佳宏, 自己血糖計測のための静脈血自動採取システムの開発 (田中志信), 自然科学研究科人間・機械科学専攻, 修士 (工学)
- (19) 福島 正紀, 先進安全運転支援システム開発を目指したドライバー生理活性度及び運転ストレス評価に関する研究 (田中志信), 自然科学研究科人間・機械科学専攻, 修士 (工学)
- (20) 松下 良輔, トイレスペースを利用した無意識ヘルスケアモニタシステムの開発－尿成分自動計測法に関する基礎的検討－ (田中志信), 自然科学研究科人間・機械科学専攻, 修士 (工学)

3) 卒業研究

- (1) 荒川雅幸, 二酸化チタン・超音波触媒法を応用した新規殺菌方法の開発 (清水宣明) 工学部物質化学工学科, 学士 (工学)
- (2) 伊藤裕子, 機能性DNA分子(アプタマー)を用いた酵素活性制御システムの構築 (清水宣明) 工学部物質化学工学科, 学士 (工学)
- (3) 大庭達哉, 二酸化チタン・超音波触媒法によるOHラジカル生成機構の解析 (清水宣明) 工学部物質化学工学科, 学士 (工学)
- (4) 小林友樹, 光触媒ナノ粒子を内包する機能性リポソームの構築 (清水宣明) 工学部物質化学工学科, 学士 (工学)
- (5) 澤田梨絵, B型肝炎ウイルス由来タンパク質を提示した光触媒ナノ粒子と低周波超音波照射による細胞障害 (清水宣明) 工学部物質化学工学科, 学士 (工学)
- (6) 園家史朗, 分子標的二酸化チタン・ナノ粒子と超音波触媒法を併用した新規がん細胞傷害メカニズムの解析 (清水宣明) 工学部物質化学工学科, 学士 (工学)
- (7) 宮下徹, リン脂質代謝酵素の酵素反応における溶媒効果 (清水宣明) 工学部物質化学工学科, 学士 (工学)
- (8) 有馬浩史, 磁気マイクロポンプを用いた微小流速制御に関する研究 (山田外史), 工学部電気電子システム工学科, 学士 (工学)
- (9) 織田智弘, 涡電流探傷法によるプリント基板検査の高速化に関する研究 (山田外史), 工学部電気電子システム工学科, 学士 (工学)
- (10) 鈴木宏尚, 超磁歪アクチュエータによるキャビテーション発生とOHラジカル生成の検証 (山田外史), 工学部電気電子システム工学科, 学士 (工学)
- (11) 園田 祥, CAIプログラム開発のためのDCソレイドモデルの改良 (山田外史), 工学部電気電子シ

システム工学科, 学士 (工学)

- (12) 室谷 努, CAI プログラム開発のための集中定数形直流電動機モデル (山田外史), 工学部電気電子システム工学科, 学士 (工学)
- (13) 棚田 潤, 磁気式限流器における直流偏磁された鉄心損失の検討 (山田外史), 工学部電気電子システム工学科, 学士 (工学)
- (14) 平井雄一朗, 交流磁界を利用した薬効調節に関する研究 (山田外史, 柿川真紀子), 工学部電気電子システム工学科, 学士 (工学)
- (15) 松原和也, 骨芽細胞・破骨細胞の遺伝子レベルにおける交流磁界効果 (山田外史, 柿川真紀子), 工学部電気電子システム工学科, 学士 (工学)
- (16) 山口 盛康, 容積補償型連続血圧のための新規サーボ目標値 (V0) 決定法に関する研究 (田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (17) 石崎 彩, 電気的インピーダンス式心拍出量計測における胸部電流分布計測に基づく電極配置の検討 (田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (18) 山中 悅也, 単調運転時における体表面温度差分情報による運転ストレス評価法の検討 (田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (19) 小堀 康行, ウェアラブル姿勢計測システムの開発と行動シナリオ・動作解析法に関する研究 (田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (20) 田中 佐和子, 医療診断支援のための無意識生体計測システム開発に関する研究 (田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (21) 顧 涛, 近赤外スペクトル分光法による尿成分分析システム開発に関する研究 (田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (22) 佐々木 智子, 周産期支援のための子宮頸部硬さ計測システムの開発研究 (田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (23) 辻 芳幸, 自己血糖計測のための静脈血自動微量採取システムの開発に関する研究 (田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (24) 寺石 正輝, 大血管内視鏡手術支援のための血管壁可視化法に関する研究 (田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (25) 垣尾 雅文, 近赤外光を用いた再生骨の石灰化モニタリングシステムの構築 (田中茂雄、田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)
- (26) 近藤 香菜子, 電気的筋収縮制御を利用した骨の力学的刺激法に関する研究 (田中茂雄、田中志信), 工学部人間・機械工学科, 学士 (工学)

7. その他

エコテクノロジー研究部門

1) 受賞

木村繁男：日本機械学会流体工学部門貢献賞(2006.10)、日本機械学会フェロー(2007.3)

2) 新聞等報道

岩坂泰信：

・報道関係（新聞）

2006年4月9日：黄砂その謎を追う：日本経済新聞

2006年4月13日：共通の敵黄砂解明を：北陸中日新聞

2006年4月23日：黄砂その謎を追う：赤旗

2006年5月2日：黄砂と生物の関係を探る研究会設立：中日新聞

2006年5月14日：科学の夢、苦労がぎっしり：朝日新聞

2006年7月9日：黄砂その謎を追う：中日新聞

2006年11月5日：科学Cafe 黄砂は生き物も運ぶ：日本経済新聞

・報道関係（週刊誌）

2006年4月21日：ニュースな本：週刊朝日

2006年5月7日：本棚の整理術：サンデー毎日

塚脇真二：

・報道関係（新聞）

2006年8月15日：「トンレサップ カンボジア」水上の村に乱獲の波、朝日新聞朝刊

2006年9月4日：カンボジア環境調査 大気汚染認識低く 金大・塚脇助教授ら報告、北陸中日新聞朝刊

・報道関係（テレビ）

2006年4月7日：おはよう日本「アジア&ワールド：アンコールワット 大気汚染から守れ」，NHK全国版

2006年5月6日：おはよう日本「いしかわのニュース：新種の魚に金大助教授の名が」，NHK金沢放送局

・報道関係（ラジオ）

2006年8月31日：金沢名物G o G o は本多町「カンボジアの人と自然－生物多様性調査と遺跡保存事業の現場から」，北陸放送

人間計測制御研究部門

1) 受賞

田中茂雄：日本機械学会北陸信越支部賞優秀講演賞、「骨形成促進を目的とした電気的筋収縮制御」，日本機械学会北信越支部第44期総会・講演会，金沢大学，2007年3月8日

1) 新聞・TV等報道

【新聞報道】

「どこでも健康チェック①～⑤」	北國新聞（平成18年9月16日～20日）
無線で「無呼吸症」診断	北國新聞（平成18年10月3日）
日常生活で体調データ収集	北國新聞（平成18年10月12日）
金大の共同研究費1位に	北國新聞（平成18年10月25日）
電極サヨナラ 患者ラクラク	北陸中日新聞（平成18年12月23日）
24時間健康チェック	富山新聞（平成18年12月23日）
普段の生活続け観察	朝日新聞（平成18年12月23日）
電極・コードから開放	北國新聞（平成18年12月23日）

【テレビ報道】

「不思議情報局」	NHK 教育テレビ（平成18年6月14日）
びービーみつばち	テレビ金沢（平成18年10月4日）
ほっと石川	MROテレビ（平成18年10月20日）

研 究 報 告

湖沼-流域系情報に基づく環日本海域の水文環境変動

松岡玉衣¹・柏谷健二²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科；

²〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学自然計測応用研究センター

MATSUOKA Tamai and KASHIWAYA Kenji: Hydrological environment changes inferred from pond-catchment information in Pan-Japan Sea area

1. はじめに

流域内土砂の最終的な堆積場である湖や池の堆積物はその流域に関係した降水量や河川流量などの情報を連続的に記録しているのと同時に、人間活動の影響をも記録している貴重な試料であると考えられる。これまで湖沼堆積物を用いた環境変動に関する研究は数多く行われてきてはいるが、流域における堆積プロセスまで考慮しているものは少なく、更なる研究が求められている。日本においては、鳴田・柏谷ほか（2002）の研究から余呉湖流域の過去約1000年間の水文環境変動が復元されている。また、韓国では紀元後300年頃に築造されたと考えられている碧骨堤に溜まった堆積物試料が2005年に採取され、分析に供されているので、同様の復元できれば、歴史時代における環日本海域の環境変動の比較が可能になる。

これらの変動を定量的に議論するためには、観測に基づいた現在の流域・池沼過程での理解が不可欠である。また、種々の地域における流域環境の違いについての知見も重要である。このような観点から、当研究室では金沢市、兵庫県神戸市、富山県立山カルデラ内においてセディメントトラップ等を設置し、調査・観測を行ってきた。そして2004年から新たに韓国においても、三ヶ所の流域を調査対象地として研究を開始した。日本と韓国は海峡を隔てて最短にして約200kmしか離れていないにもかかわらず、日本が環太平洋造山帯に属す変動帯に対して、韓国は安定帶に属している等の大きな違いがある。また、降水量や気温も少しずつ異なっており、例えば、韓国は日本より雨が少なく夏季に集中しており、乾湿の差が著しい。ここでは、韓国での調査・観測から得られた結果を中心に日本の結果と比較したもののいくつかを報告する。

2. 調査対象地

日本での対象地は、金沢・滝谷池、立山・泥鱈池、六甲・獺池であるが、一昨年、藤江・柏谷（2005）によって報告されているので、韓国の調査地についてのみ記す。

2.1 ソンドン池（Seondong池）

ソンドン池流域はソウルにある慶熙大学校内にある。池の面積は0.36haで、流域面積は3.5haである。また、池の最大水深が1.7mと比較的浅い。水面標高は40mで、流域内最大起伏量は60mである。流域の地質はジュラ紀花崗岩である。流入口、出口はそれぞれ池の北側と南側に一つあり、降雨時に流量は増加するが降雨がない時では流量は著しく少ない。植生は主にマツで占められる。

2.2 ヨンチョン池（Yeongcheon池）

ヨンチョン池流域は慶尚北道永川市内に位置する。農業用のため池であり、現在も利用されている。そのため、農作業等を通して人為的影響が流域 - 池沼過程に及ぼすと予想される。池の面積は 0.44 ha で、流域面積は 6.8 ha である。ソンドン池と比べて池の面積はあまり変わらないが、流域面積は約 2 倍と大きい。また、池の最大水深は 3.4m と比較的深い。水面標高は 115m で、流域内最大起伏量は 67.5m である。流域の地質は白亜紀堆積岩である。流入口と流出口は南東側と北西側にそれぞれ一つのみある。流域の植生は主にマツで占められる。

2.3 ジンヒョン池 (Jinheung 池)

ジンヒョン池流域は全羅北道井邑市に位置する。1910 年以降に作られた農業用のため池であり、現在も利用されている。ヨンチョン池同様、農作業等を通して人為的影響が流域 - 池沼過程に及ぼすと予想される。池の面積は 0.88 ha で、流域面積は 14 ha である。他の池と比べ、池の面積は約 2 倍で流域面積はソンドン池流域の約 4 倍、ヨンチョン池流域の約 2 倍と韓国の観測地の中では一番大きい。池の最大水深は 2.0m と比較的浅い。水面標高は 30m で、流域内最大起伏量は 77.5m である。流域の地質はジュラ紀花崗岩である。池の南側に流入口が一つあり、降雨がない時の流量は極めて少ない。また、流出口は北側に一つあるのみである。流域の植生はマツが支配的で笹やナラの木も見られ、池の周囲は畑地で占められる。

3. 結果の一部とまとめ

各湖沼 - 流域系を比較するために以下で定義する相対堆積速度を用いた。即ち、セディメントトラップ試料によって求められた季節ごとの堆積量から、ある季節における流域の単位面積あたりの流出土砂量（相対堆積速度）を

$$R_s = \frac{S \cdot Ap}{Aw}$$

と定義し、各流域の比較を行った。ここで、 R_s : 流出土砂量 {= 相対堆積速度 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)}, S : 季節堆積量 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$), Ap : 水域面積 (m^2), Aw : 流域面積 (m^2) である。さらに季節降水量を用いて、単位降水量あたりの流出土砂量 R_s/P ($\text{g}/\text{m}^2/\text{mm}$) を季節ごとに求めた。 R_s/P は流域からの土砂流出の容易さを示す。

観測結果と上記の相対堆積速度を用いた結果、以下のことが明らかになった。

ソンドン池流域では

- i) 設置期間ごとの堆積量は、雨量の変動と対応している。
- ii) 相対堆積速度が大きく、最も土砂流出しやすい流域環境にある。

ジンヒョン池流域では

- i) 設置期間ごとの堆積量、および 3 ヶ月 (季節) ごとの堆積量は、雨量の変動 (期間および季節) と対応している。
- ii) 3 ヶ月 (季節) ごとの平均粒径は、雨量 (季節) の変動と対応している。
- iii) 粒径変動には雨量が多い夏季における雨の影響と雨量が少ない時季における風の影響という二つ

の要素が関係しているようである。また、

ジンヒョン池およびヨンチョン池流域では

i) 相対堆積速度が小さく土砂流出しにくい流域環境にある。

また、韓国の対象地は日本の対象地に比べて

i) 単位雨量当たりの土砂流出量が大きい。

ii) 相対堆積速度が比較的大きく、土砂流出がより容易な流域環境にある。

極低バックグラウンド γ 線スペクトロメトリーによる 大気中放射性核種の高時間解像度測定：典型的な気象によるそれらの変動

阿部 琢也、山口 芳香、田中 実、中野 佑介、小村 和久

〒923-1224 石川県能美市和氣町 24

金沢大学自然計測応用研究センター・低レベル放射能実験施設

T. Abe, Y. Yamaguchi, K. Tanaka, Y. Nakano and K. Komura

Highly Time-Resolved Measurements of Airborne Radionuclides

by Extremely Low Background γ -ray Spectrometry:

Their Variations by Typical Meteorological Events

はじめに

大気中放射性核種は、そのほとんどが生成後すぐにエアロゾル粒子に吸着して挙動することから、大気及びエアロゾル粒子の良いトレーサーになり得る。その中でも陸源性の ^{210}Pb （半減期 22.3 年）および宇宙線生成核種 ^7Be （53.3 日）は、それぞれ地表及び上空を起源とする大気塊のトレーサーとしての利用を目的として、エアロゾル粒子および降下物を試料とした比較的長い観測間隔（1 日から 1 ヶ月）での観測がとりわけ多くなされてきた。これらの長寿命核種は、降水による湿性沈着といった急激な気象学的要因に対して支配的に対応して濃度変動すると考えられる。そのため、これらの核種について数時間程度の短い時間間隔（高時間解像度）で集中的な観測を行なうことは、それらの核種と挙動を供にするエアロゾル粒子の導体について重要な情報をもたらすと考えられる。しかしながら、これらの大気中濃度の低さに起因する測定の困難さから、短い時間スケールでの観測はほとんどなされていなかった。

そのような背景の中、尾小屋地下測定施設（OUL）において最大 16 台の Ge 半導体検出器を使用して極低バックグラウンド γ 線スペクトロメトリーを行なうことによって、前述の問題を克服し、長寿命核種 ^7Be および ^{210}Pb 濃度変動の高時間解像度観測の実施が可能となった。したがって本研究では、大気状態が大きく変化すると考えられる典型的な気象変化（寒冷前線の通過、台風の接近および黄砂現象）時における ^7Be および ^{210}Pb の濃度変動について詳しく解析することとした。

実験

試料の採集は、当実験施設の屋上（地上約 10 m）に設置したハイボリュームエアサンプラー（SIBATA HV-1000F）に、石英繊維ろ紙（ADVANTEC QR-100）を装備し、 900 L min^{-1} の流速で表層大気中のエアロゾル粒子を吸引ろ過して行った。観測期間は 1) 寒冷前線の通過（2004/12/18 および 12/20）、2) 台風の接近（2005/9/7）および 3) 黄砂現象（2006/4/8、4/18~19 および 4/24）の発生した期間を含めて、比較としてその前後 1~2 日間とした。試料採取の間隔は、急激な変動が見込まれる時は短く、温和な大気状態の時は長く、2~8 時間の間でその都度変更した。試料採取したろ紙の加圧成型を行い、 γ 線測定線源を作成した後、短寿命 ^{214}Pb および ^{212}Pb は当実験施設において、長寿命 ^7Be および ^{210}Pb は短寿命核種の壊変後に OUL において、それぞれに設置された Ge 半導体検出器を用いて γ 線スペクトロメトリーを行った。

結果および考察

寒冷前線通過時には、降雨の影響により大気中の核種濃度は全体的に減少傾向を示したが、長寿命⁷Beおよび²¹⁰Pbの変動は短寿命²¹⁴Pbおよび²¹²Pbと比較して顕著であった。このことは、それらの起源および半減期の違いに起因する核種濃度の回復速度の差で説明される。特筆すべきことは、降雨が無かつた通過前後の時間帯で⁷Beおよび²¹⁰Pb濃度が上昇する傾向を示したことである。このことは、Yamamoto等¹によって示されているメカニズムのように、冬季の寒冷前線通過に伴ってこれらの核種を高濃度に含む気塊が観測地に到来したことを強く示唆している。

台風接近時には、最接近の数日前からの長寿命核種濃度の激減に対して、短寿命核種については最接近直前からの風速の増加に伴う濃度減少という差が見られた。核種濃度の減少時には観測地において降雨がほとんど無かつたことから、長寿命核種と短寿命核種の空間的な濃度分布が大きく異なっていることがこの差の主な原因として挙げられる。すなわち、長寿命核種はそれらが低濃度である海洋性気塊の到来によって数日前から大きく減少したのに対して、短寿命核種はそれらが高濃度である地表面大気と低濃度である上層大気が台風に伴う強風によって著しく鉛直混合したために急激に減少したと考えられる。

黄砂現象時の観測では、黄砂の質量濃度に対して短寿命核種濃度は関連性がほぼ見られなかつたのに対して、長寿命核種には特徴的な関連性が見られた。黄砂の質量濃度が高い時には長寿命核種が高濃度であったが、興味深いことにその間に線形性は見られなかつた。この結果の説明として以下のことが考えられる。黄砂は、その発生地域である乾燥地帯において主に春季に発生する強い上昇気流によって地上数千メートルにまで巻き上げられる。一方で、同時期の中緯度地域においては、偏西風域の移動に伴う対流圏界面の褶曲によって成層圏と対流圏の大気交換が活発になることから、⁷Beのみならず²¹⁰Pbもまた高濃度である成層圏からの大気が上層対流圏へと流入し、したがってこの時期の上層対流圏での⁷Beおよび²¹⁰Pbは比較的高いことが知られている。²黄砂粒子が降下してくる大気状態では、上層対流圏のエアロゾル粒子も同様に降下してくると考えられるので、黄砂現象時にはこれら長寿命核種の濃度が高く、さらに、黄砂粒子の質量濃度と上層エアロゾル粒子の降下量の間には関連性が見られないことから線形性が無かつたと考えられる。一方で、他に検出された人工放射性核種である¹³⁷Csについては、黄砂粒子質量濃度と比例関係にあったことから、再舞い上がりによって大気中へともたらされていることが再確認された。

以上のように、大気中長寿命放射性核種⁷Beおよび²¹⁰Pbの濃度は、気象の変化に伴って鋭敏に変動することが確認された。したがって、高時間解像度でこれらの核種を観測することは、それらの起源に強く依存した動態の情報をより詳細に与えることから、大気トレーサーとしてこれらの核種の利用を目的とした研究分野に対して有用な情報を与えると考えられる。

参考文献

- 1) M. Yamamoto et al., J. Environ. Radioactivity 86, 110 (2006).
- 2) J. Sato et al., Geochim. J. 28, 123 (1994).

化学試薬における放射性核種汚染の実測値による評価 -海水/陸水試料への共沈法の適用-

井上睦夫・小村和久

〒923-1224 石川県能美市 金沢大学 LLRL, K-INET

M. Inoue, K. Komura: Determination of radionuclides in chemical reagents : Application of coprecipitation method to sea/environmental waters

1. はじめに

極低バックグラウンド γ 線測定法の適用により、深層海水や陸水試料でも天然放射性核種 (^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{234}Th など)、人工放射性核種 (^{137}Cs) や宇宙線生成核種 (^{7}Be) が地球化学的トレーサとして利用できるようになった。また原子力発電所事故や海洋への放射性廃棄物の不法投棄に対する極微弱放射性核種 (例えば ^{60}Co , ^{137}Cs) の汚染モニタリングにも有効である。一方、 γ 線測定のためのこれら核種の分離過程、特に微弱核種の測定や試料量が制限される場合、さらには共沈法の組み合わせによる多核種同時測定では、化学試薬由来の汚染が心配される。それに対し、試薬中の放射性核種は、通常の化学的分析法では検知できないほど微量であり、Ba試薬のRa汚染などを除き、実測例はほとんどない。

本研究では、共沈法に使用される化学試薬を中心に、放射性核種の汚染程度を、極低バックグラウンド γ 線測定法の適用により、実測値から評価する。

2. 測定試薬

海水試料からのRaの分離には、主にBa (Pb) キャリアを用いた BaSO_4 (PbSO_4) 共沈法が、U, ThおよびBeの分離には、 Fe(OH)_3 共沈法が、またCsにはリンモリブデン酸アンモニウム (AMP) (またはAMP/Cs compound) による沈殿濃集法が利用されてきた。本研究では、以下に示すキャリアの候補を測定試料とした。

- 1) Baキャリア : $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, BaSO_4 などのBa試薬、重晶石粉末 (BaSO_4)、重晶石を原料の一部とする医療用X線造影剤 (BaSO_4)
- 2) Pbキャリア : PbCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Pb_3O_4 , Pb粉末などの鉛化学試薬および旧金沢城内の建物の鉛瓦を加工した古い鉛ブロック
- 3) その他のキャリア試薬 : $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, AMP, CsCl

3. 極低バックグラウンド γ 線測定

全ての試料の測定は、尾小屋地下測定室（水深換算270 m）に設置した低バックグラウンド仕様の井戸型、同軸型または平板型Ge検出器、計9台を使用した。 γ 線測定は2-5日間おこなった。

4. 測定結果

- 1) Baキャリア

Ba化学試薬においては、化学的純度に関わらず、化学的性質の類似性を反映する大きなRaの汚染(^{226}Ra , 6–90 mBq/g–Ba ; ^{228}Ra , 1–7 mBq/g–Ba)が確認された。造影剤については、製造会社ごとに、さらに同一商品名でもロットにより異なるが、 ^{226}Ra で1.2–17 mBq/g–Ba, ^{228}Ra で0.2–0.8 mBq/g–Baと汚染程度は小さかった。さらに、重晶石に関しては、 ^{226}Ra で0.7–1.5 mBq/g–Ba, ^{228}Ra で0.2–0.5 mBq/g–Baと汚染程度は著しく小さい。生成年代が古い（大部分の ^{226}Ra が壊変）重晶石やそれを主原料とする造影剤がBaキャリアとして有効である。ただし難溶性のBaSO₄は、Na₂CO₃, K₂CO₃分解により酸に可溶なBaCO₃にする必要がある。

2) Pbキャリア

全てのPb化学試薬において、 ^{210}Pb が顕著に検出された（0.4–3.3 cph/g–Pb；相対効率36%井戸型Ge；自己吸収の影響により正確な濃度の見積もりは困難）。旧金沢城の古いPbでは、 ^{210}Pb はバックグラウンドレベル（大部分の ^{210}Pb が既に壊変）であった。

3) 他のキャリア試薬

CsCl試薬において、 ^{134}Cs (0.03 mBq/g–Cs), ^{137}Cs (0.03 mBq/g–Cs), ^{234}Th (0.7 mBq/g–Cs)が検出された。 ^{134}Cs は試薬中の ^{133}Cs と環境中性子との反応生成核種、 ^{137}Cs , ^{234}Th は試薬の原料本来の汚染または製造過程における汚染が考えられる。

5. まとめ

重晶石および古い鉛中の ^{226}Ra , ^{210}Pb 濃度はそれぞれBa, Pb化学試薬に比べ著しく小さかった。これは化学的純度よりむしろ目的核種の壊変程度を反映した。他の試薬では、その原料本来の汚染や環境中性子との反応生成核種を反映する汚染がみられる場合も一部にみられたが、通常の化学分離過程における使用では全く問題のないレベルであった。極微弱放射性核種の測定において、より信頼性の高い値を得るためにには、試薬ごとに汚染の確認がのぞまれる。互いに妨害にならないキャリアを利用した簡便な共沈法の組み合わせにより、多核種同時 γ 線測定が可能となる。

湖沼堆積物のウラン・トリウムからみる古環境情報-フブスグル湖

坂口 紗綾¹、山本 政儀¹、佐々木 圭一²、柏谷 健二³、河合 崇欣⁴

¹〒923-1224 石川県能美市和氣町 金沢大学自然計測応用研究センター低レベル放射能実験施設

²〒920-1392 石川県金沢市末町 金沢学院大学美術文化部

³〒923-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学自然計測応用研究センター

⁴〒464-8601 愛知県名古屋市千種区 名古屋大学環境学研究科

A. Sakaguchi, M. Yamamoto, K. Sasaki, K. Kashiwaya and T. Kawai: Uranium and Thorium Isotopes Distribution in Bottom Sediments of Lake Hovsgol, Mongolia: Sedimentary Behavior and Application to Dating

＜はじめに＞ 陸域での気候変動の将来予測を目的として、古代湖底堆積物の様々な分析・測定から短期・長期的気候変動解析が試みられている。我々はこれまでバイカル湖底堆積物中ウラン(U)・トリウム(Th)同位体組成変化に着目し、これら同位体の古環境復元プロキシとしての確立を目的とした研究を行ってきた。

フブスグル湖(モンゴル)はバイカル集水域に位置する淡水湖で、バイカル湖と比して①大きな流入河川がない②水面標高が約1000m高い③容積が約1/6であるという条件から、この地域の環境変動に対する鋭い応答を期待させる。またバイカル湖とは異なり、炭酸塩鉱物沈殿が多いため、U・Th堆積挙動に関しても非常に興味深い。本研究では、フブスグル湖底堆積物についてU・Th同位体濃度および放射能比を測定し、気候変動にからむU(Th)の沈降・堆積挙動解明さらに湖底堆積物への²³⁴U-²³⁸U法・²³⁰Th-²³⁸U年代測定法の適応を検討した。

＜方法＞ フブスグル湖最深部付近 (Fig. 1. 50°57' 19" N, 100°21' 32" E)において2004年に採取した柱状堆積物試料HDP04 (全長約80 m、2 cm毎にスライス)、および2005、2006年に採取した水試料(15地点)を用いた。各堆積層におけるU・Th同位体(²³⁸U, ²³⁴U, ²³²Th, ²³⁰Th)情報を得るために、HF+HNO₃+HClO₄およびアルカリ溶融による全分解後、化学分離・線測定を行った。CR39を用いた・トラック法により、U異常濃集が見出された層、およびその前後の層(約23m)の堆積物中のU存在状態を確認・比較した。また、11.4、14.7、14.8 m深度の堆積物を0.5、2M HCl抽出し、抽出・残さフラクション中のU・Th同位体を化学分離後・線測定にて定量した。これら結果用いて、²³⁸U-²³⁴U-²³⁰Th-3Dアイソクロン法により堆積年代を試算した。

＜結果＞ 湖水の溶存 ²³⁸U 濃度、²³⁴U/²³⁸U 放射能比は試料採取地点や深度にかかわらずほぼ一定で(それぞれ ca. 6 mBq/L, ca. 2)、バイカル湖と同様な状況であった。堆積物中 ²³⁸U 濃度は 19.9-231.2 mBq/g の範囲で

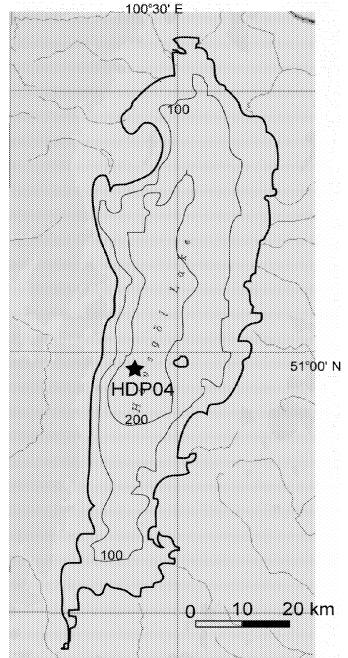


Fig. 1 The sampling station of HDP04 sediment core in Lake Hovsgol.

変動し(Fig. 2)、年代が推測できる20m以浅では氷期に低く間氷期に高い傾向を示した。 $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比は岩石中で予想される放射平衡値(1.00)から大きくずれており(0.90–1.95)、20m以浅では ^{238}U 濃度深度分布との類似から、間氷期に湖内溶存 U 由来である“自生性 U”の沈積が示唆された。

堆積不整合面が確認されている

堆積層(約 23 m)では、異常に高い ^{238}U 濃度が確認され、 ^{238}U 濃縮物質の沈積が予想されたが、・トラックの結果からはそのような存在は確認されなかった。

堆積物中の U は陸源以外の自生成分の寄与も大きい上に、それぞれの成分はなんらかの変動に対応して変化する。ここでは岩石中の U 系列は放射平衡が成立していること、Th 同位体にフラクションがないという仮定の下、 ^{230}Th の成長量が無視できる表層堆積物の $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ 放射能比(1.04)を基準に、陸源性 U·Th と自生性(成長)U·Th を識別した。その結果、陸源 ^{238}U 変動は鉱物含有量と、自生性 ^{238}U は植物プランクトン由來のクロロフィル a の変動(personal communication, N. Tani, 2006)と非常によい対応が見い出された。現段階では各フラクションの U 堆積挙動が、どのような環境変動因子に左右されるのか不明である。しかし今後さらに詳細な分析・解析を行うことにより、環境中での U·Th 挙動を明らかにできるだけでなく、古環境復元プロキシとしての有用性が期待できる。

3D アイソクロン年代測定の結果を Fig. 3 に示す。堆積物表層からの深度 11.42、14.71 および 14.83m

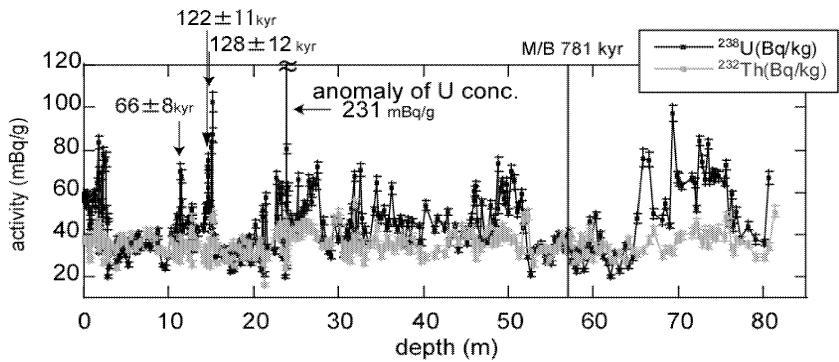


Fig. 2 Vertical distributions of ^{238}U and ^{232}Th contents and the ages by U-series isochron method in sediment core (HDP04).

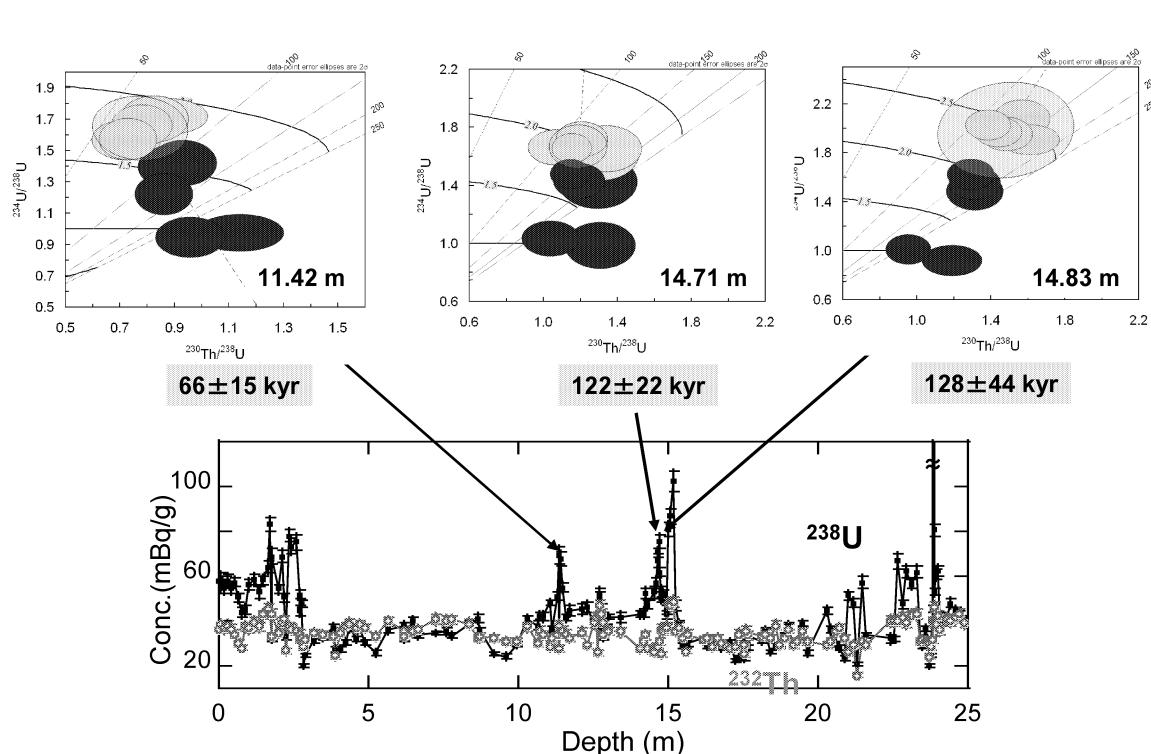


Fig. 3 The tentative ages estimated by U-series 3D-isochron method for sediments in the depth of 11.42, 14.71 and 14.83 m.

でそれぞれ 66 ± 15 、 122 ± 22 、 128 ± 44 kyr と見積もられた。これらの年代値は、C-14 で試算した年代を考慮したオービタルチューニング法による年代値とほぼ同様な値を示した。現在、手法の改良や測定精度向上により、湖沼堆積物の詳細な年代測定法としての実用化を目指して検討中である。

旧尾小屋鉱山のトンネル内で極微量の放射能を測る

小村和久

〒923-1224 石川県能美市 金沢大学 LLRL, K-INET

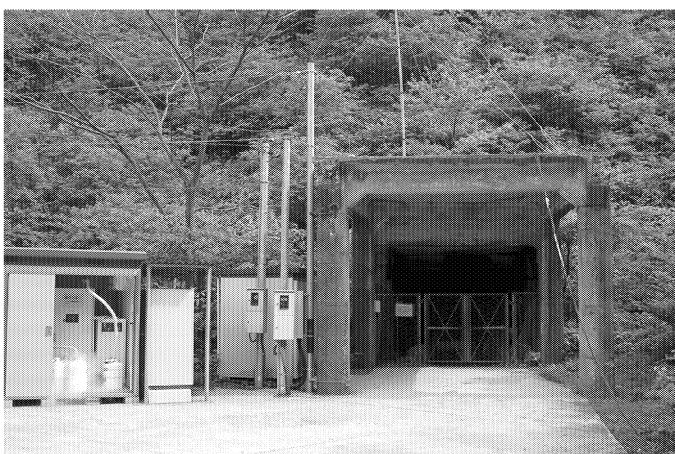
K. Komura: Measurement of ultra low-level radioactivity in the tunnel of former Ogoya Copper Mine

γ 線検出器の保有台数世界一の尾小屋地下測定施設

我が国有数の産出量を誇っていた旧尾小屋銅鉱山が小松市の南東約 20km にある。尾小屋鉱山は 40 年前に閉山され、2600 人を超える鉱夫とその家族で賑わっていた鉱山町が消え、物資の運搬や通学・通勤で使われていたトンネル（尾小屋- 倉谷隧道）は通行止めになっている。

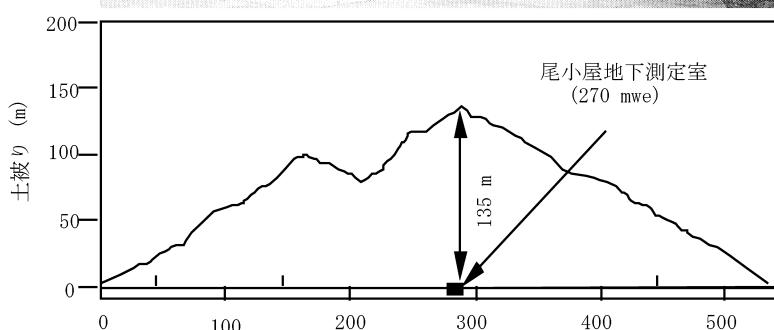
我々は、地上では計れない極めて微量の放射能の測定を目的に、小松市から道路占有許可を得て、1991 年に地下測定室の建設を始めた。4 年がかりの手作業でトンネルの整備を行ない、プレハブ小屋に備えた 2 台の検出器で測定を開始したのは 1995 年の 6 月末であった。最初の測定は、その年の 2 月 18 日に落下した「根上隕石」中に極微量存在する宇宙線が当たってできた宇宙線誘導核種の測定であった。現在、ここは極低バックグラウンド仕様のガンマ線測定装置 18 台を備えた世界トップクラスの Ogoya Underground Laboratory として知られるようになった。

測定室はトンネル入り口から 300m のトンネル中央部（水深換算の深さ 270m）地点にある。ニュートリノ観測で有名な東大宇宙線研究所のスーパーカミオカンデ（2700m）の 1/10 の深さしかないが、金沢城の建物解体時に廃棄された古い鉛を遮蔽材として使うことによって、地下 1000m クラスの地下測定室にひけを取らない微量の放射能測定が可能である。



尾小屋トンネル入り口

左の小屋に 21 世紀 COE 経費で購入した検出器冷却用の液体窒素製造装置 2 台が設置されている。
冬季は積雪が 1.5m を超えるので車では入り口まで登れず、15m の階段を使っている。



トンネル断面図

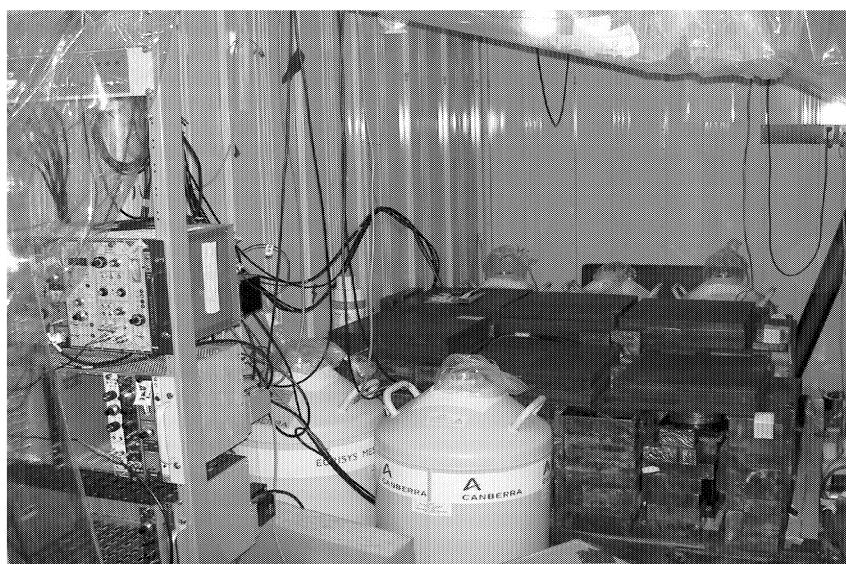
測定室は入口から 300m 地点にある。凝灰岩の岩盤の厚さは 135m あり水深に換算した深さは 270m に相当する。
透過力の強い宇宙線ミューオンの強度は地上の 1/200, 中性子強度は 1/300 のレベルまで下がっている。

尾小屋は車でわずか 25 分の至近距離にあり、JR 小松駅や小松空港とも近い(図 1)い点で世界一便利な地下測定施設でもある。

我が国とヨーロッパ諸国の地下測定室で稼働しているゲルマニウム検出器を表に比較した。平成 18 年 6 月現在、尾小屋地下測定室には、同軸型 1 台、平板型 6 台、井戸型 8 台、合わせて 15 台の極低バックグラウンドゲルマニウム半導体検出器が稼動しており、台数ではダントツの世界一である。同じサイズの同軸型ゲルマニウム検出器より 3 倍検出効率の高い井戸型の検出器と低エネルギー γ 線に対する検出効率とエネルギー分解能の高い平板型検出器が他機関より圧倒的に多いのが尾小屋の特長であり強みでもある。地下深度はそれほど深くないが、金沢城の鉛瓦を溶解して作った鉛ブロックを検出器の遮蔽に使うことによって、世界トップクラスのバックグラウンド性能を達成している。(ヨーロッパ諸国では、ローマ時代の沈没船から引き上げた古い鉛を遮蔽に使っている機関もある)

表 1. 尾小屋と世界の主な地下測定室の比較

研究機関	設置場所	国	深さ		Ge検出器			
			(m)	(mwe)	同軸型	平板型	井戸型	合計
金沢大	尾小屋	日本	135	270	1	6	11	18
東大	神岡	日本	1000	2700	1			1
欧州-IRMM	ギール	ベルギー	225	500	3	1		4
Max Planck	ハイデルベルク	ドイツ	~7	15	3		1	4
VTKA	ドレスデン	ドイツ	47	110	2		1	3
L.S.C.E	フレジュストンネル	フランス	1750	4800	2		1	3
INFS-LNGS	グランサッソ	イタリア	1400	3800	2			2
IAEA	モンテカルロ	モナコ	14	35	2		2	4
PTB	プラウシュバイク	ドイツ	925	2100	2(広エネルギー領域型)			2
アイスランド大	レイキャビク	アイスランド	165	360	NaI(Tl)			1



尾小屋地下測定室内部。検出器は分厚い鉛と鉄で遮蔽した中にある。緑色の容器は検出器冷却のための液体窒素の入りのデュワーである。この小屋には奥に 3 台、手前に 2 台の検出器が設置されている。

尾小屋地下測定施設での研究例

尾小屋地下測定室では、従来の 1/10 以下の試料でも高い精度で測定できる。サンプリング、試料の前処理、測定時間等の大幅節減はもとより、これまで手が出せなかつた新しい研究へのチャレンジも可能になった。同時に 15 個の試料を測定きるので、複数の研究を同時に進める中で新しい研究の芽を育てたり、共同研究や受託研究の受け入れも可能である。以下、尾小屋地下測定室が稼働して 10 年の間に国内及び国外の学会で発表し、注目された研究例を紹介する。

1995 2月18日落下の「根上隕石」の宇宙線誘導核種測定（最初の測定）

1996 1月7日落下の「つくば隕石（5破片試料）」の宇宙線誘導核種測定

1997 3月11日発生の動燃アスファルト固化処理施設爆発事故で漏洩した ^{137}Cs と ^{134}Cs の測定（気象研
と共同研究、事故後数日にわたって放射能プリュームの挙動を解析）

1998-2000 環境中性子により生成した宇宙線誘導核種 ^{24}Na 、 ^{46}Sc 、 ^{60}Co 、 ^{76}As 、 ^{134}Cs 、 ^{152}Eu 、 ^{192}Ir 、 ^{198}Au
など約 20 核種発見

1999 9月26日落下の「神戸隕石」の宇宙線誘導核種測定 (^{28}Mg , ^{57}Ni 等を発見)

9月30日発生の東海村 JCO 臨界事故の環境影響評価調査研究グループ代表として JCO 臨界事故調
査 (Elsevier 社の学術雑誌 Journal of Environmental Radioactivity 特集号で臨界事故に関する
世界初の論文集発表 : 21 論文中 5 編が尾小屋での研究)

2001-2002 中性子誘導核種 ^{152}Eu の測定(20 年以上議論されてきた実測値と計算値の不一致問題の解決、
新しい原爆線量評価システム (DS02) の策定に寄与)

2003 従来より 1 衡高い解像度で大気中に存在する放射性物質 ^{210}Pb と ^7Be の変動を解析

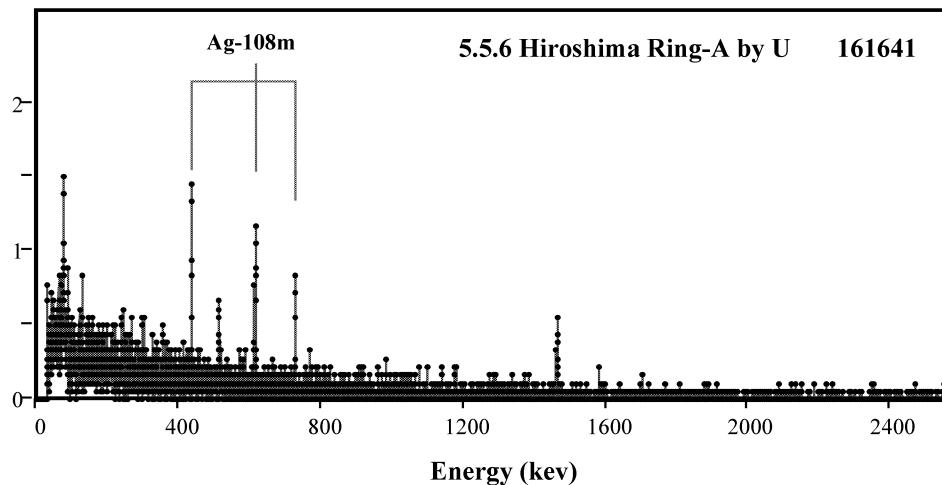
2004 雨水中の短寿命宇宙線誘導核種 ^{18}F 、 ^{24}Na 、 ^{28}Mg (^{28}Al)、 ^{38}Cl (^{38}S)、 ^{39}Cl と ^7Be 及び ^{22}Na の同時検出
に成功 (次ページ図)

宇宙線誘導核種 ^{22}Na をトレーサーとする琵琶湖水の滞留時間の解析

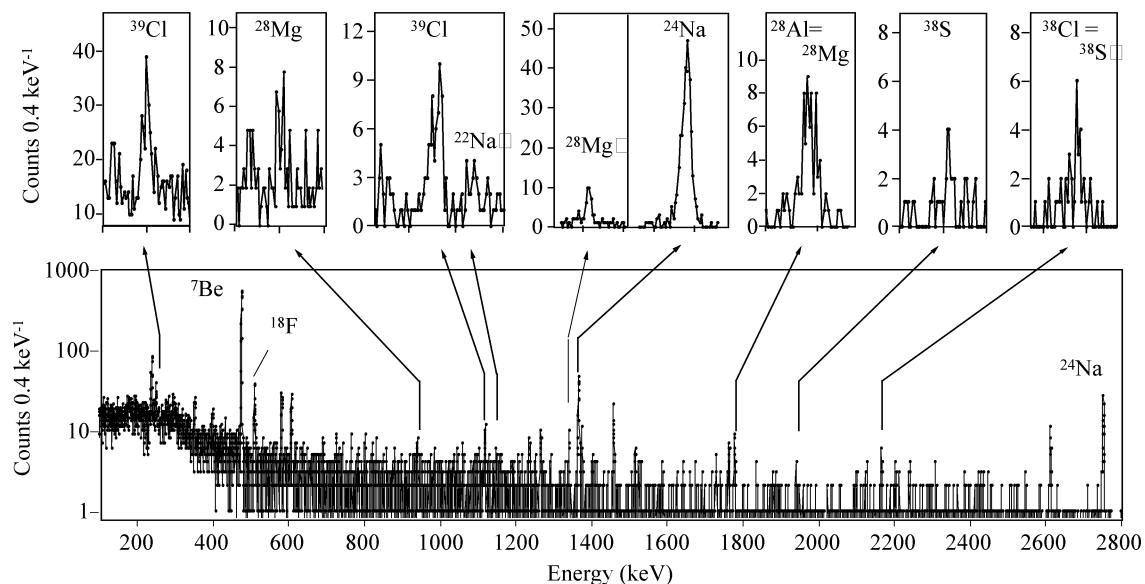
2005 ^{108}mAg を用いる原爆中性子の新しい超高感度評価法の発見 (下図)

2006 日本海沿岸海水中のラジウム同位体比 ($^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$) の季節変動発見

2007 $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比を用いる骨・甲殻類の年代測定の実用化



似島（広島）に埋葬された原爆犠牲者の真鎰製指輪の γ 線スペクトル。不純物として含まれていた銀が原爆中性子を吸収して生成した ^{108m}Ag が検出できたことで ^{108m}Ag 法の感度の高さを実証した。指輪やロザリオなど犠牲者が身につけていた被ばく試料を測定すれば、犠牲者が受けた中性子線量を直接評価できる。従来より行なわれていた被ばくした岩石中の ^{152}Eu を測定する方法では、このような知見は得られない。



雨水試料の γ 線スペクトルの例

5分で50Lという多量の雨水の短時間採取、イオン交換法による20分で2000倍濃縮、尾小屋地下測定室での極低バックグラウンド放射能測定によって初めて複数核種の同時検出に成功した。 ^{38}Cl （半減期37.2分）、 ^{39}Cl （半減期55.6分）、 ^{18}F （半減110分）、 ^{38}S （半減期2.84時間）、 ^{24}Na （半減期14.96時間）、 ^{28}Mg （半減期20.91時間）、 ^{28}Al （半減期2.24分）、 ^7Be （半減期53.3日）、 ^{22}Na （半減期2.60年）のガンマ線が検出されている。

日本海沿岸海水の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動（2） -対馬海流沿岸分枝の起源と循環パターンにもたらす知見-

田中究¹・井上睦夫¹・小藤久毅²・中野佑介¹・小村和久¹

¹〒923-1224 石川県能美市 金沢大学 LLRL, K-INET

²〒035-0064 青森県むつ市港町 日本海洋科学振興財団

K. Tanaka, M. Inoue, H. Kofuji, Y. Nakano, K. Komura:
Seasonal variation in the $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ratio for coastal water within the Sea of Japan (II):
Implications for the origin and circulation patterns of the Tsushima Coastal Branch Current

1. はじめに

日本海沿岸海域は、豊富な漁場を多くかかえるなど、われわれの生活に極めて重要な位置を占める一方で、原子力発電所事故やタンカー座礁事故など人為的な汚染物質の流入などの問題に直面しており、沿岸域の海水循環の情報は不可欠である。先の我々の研究で、低バックグラウンド γ 線測定法を能登半島沿岸海水に適用、短期間（1-2ヶ月）における海水試料の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の測定をおこなった。その結果、能登半島を取り巻く沿岸海水の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比に季節変動があること、すなわち能登半島全体を取り巻く季節的な海水循環の存在が明らかになった（Inoue *et al.*, 2006）。本稿では、2006年に日本海沿岸5地点において1ヶ月間隔で採取した海水試料の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動を求ることにより、対馬沿岸分枝の循環パターンの解明を試みた。

2. 試料および実験

長崎県対馬東水道（TE）、島根県松江市（MT）、石川県輪島市門前（MN）、洲本市（SZ）、新潟県新潟市（NU）の5地点において、1ヶ月間隔で海水試料20 Lを採取した。これら沿岸海水試料に、ラジウム汚染の少ないBaキャリア（ ^{226}Ra ; 0.7 mBq/g-Ba）を加え、 BaSO_4 沈殿によりRaを共沈回収した。 γ 線測定には、尾小屋地下測定室に設置した井戸型Ge検出器を使用した。

3. $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動

対馬および本州沿岸各地点における海水試料の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の経時変動をFig. 1に比較した。初夏に最小値を示す（主に5.75年と半減期の短い ^{228}Ra 濃度の変動を反映する） $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動が、日本海沿岸分枝の入り口である対馬東水道および対馬沿岸分枝の通り道である松江、能登半島、さらには新潟の沿岸海水でもみられた。対馬東水

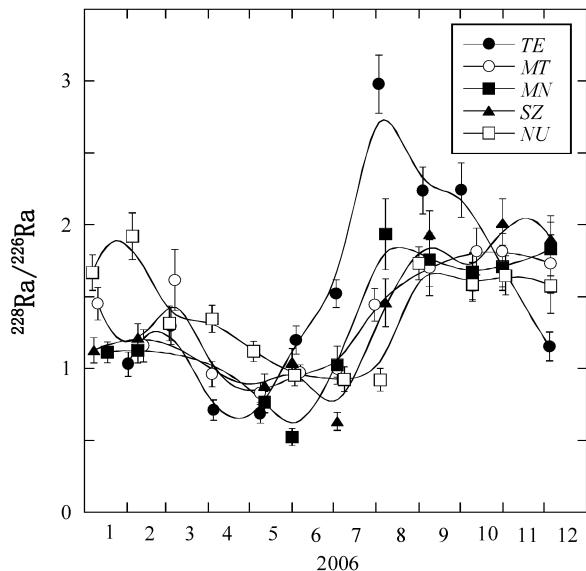


Fig. 1 Comparison of the temporal variation in the $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ratio of coastal waters along Honshu Island within the Sea of Japan

道から新潟にいたる沿岸海水の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の変動の類似性は、一つの水塊が本州沿岸に沿って北上していることを示す。対馬東水道沿岸海水に顕著な $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動が確認されたことから、対馬海峡通過以前の東シナ海を供給源とする ^{228}Ra が対馬海峡から能登半島沿岸海域にいたる $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動をもたらしていると推測される。例えば、対馬沿岸分枝の供給源としての $^{228}\text{Ra-rich}$ な東シナ海大陸側浅層海水と $^{228}\text{Ra-poor}$ の黒潮海水 (Nozaki *et al.*, 1989) の混合比の季節的な変化があげられる。

4.まとめ --- $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比から見た対馬沿岸分枝の流動パターン---

1) 対馬沿岸分枝の起源

対馬沿岸分枝の入り口である対馬東水道の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動は、初夏に最小、秋～冬に最大であった。対馬東水道を通過する海水の東シナ海浅層海水/黒潮比が初夏に小さく、秋に大きくなることで説明できる。

2) 初夏における対馬沿岸分枝の循環パターン

$^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の最小値は各地点で大きく変動せず (0.6–0.8)，そのタイムラグは東水道から新潟 ($\sim 1300\text{ km}$) にかけおよそ 2.5 ヶ月であった。この時期、沿岸分枝は本州沿岸沿いに少なくとも新潟まで存在していることが示唆された。また東水道から新潟にいたる季節変動のズレから沿岸分枝の平均流速は、およそ 20 cm/s と見積もられる。

3) 秋～冬の沿岸分枝の循環パターン

初夏の場合に比較し、秋から冬の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の最大値は地域差が大きく、タイムラグも明確ではない。要因としては、他の水塊との混合などが考えられる。

参考文献

- Inoue, M., Tanaka, K., Watanabe, S., Kofuji, H., Yamamoto, M., Komura, K. (2006) *J. Environ. Radioactivity* **89**, 138-149.
Nozaki, Y., Kasemsupaya, V., Tsubota, H. (1989) *Geophys. Res. Lett.* **16**, 1297-1300.

謝辞

本研究の一部は石川県保健環境センターからの受託研究および笹川科学研究助成によっておこなわれた。國分英俊氏（対馬市立豆駿中学校長）、鈴木敦雄博士（静岡県環境放射線監視センター）、中島剛博士（島根県産業技術センター）、檜山智嗣氏（対馬野生生物保護センター）、八幡崇氏（新潟大学）には海水試料採取にご協力いただいた。

液体および固体中の環境中性子エネルギー分布

浜島靖典・小村和久

〒923-1224 石川県能美市 金沢大学 LLRL, K-INET

HAMAJIMA, Y., KOMURA, K.: Energy distributions of environmental neutron in liquids and solids

1. はじめに

環境中性子の起源は、主に1次宇宙線と大気との核破碎反応による2次宇宙線成分の一つとして、また一部は放射性壊変による事が知られている。環境中性子誘導核種は、地球科学分野で年代測定や浸食の研究に有用に用いられている。一方、極低レベル放射能測定の際には妨害となることがある^{1), 2)}。いずれの場合も、物質中の環境中性子誘導核種分布、或いは中性子束分布を知ることが重要である。しかし、1970年代以後、カウンターを用いた大気中の高度分布は報告されているが、固体や水中深度分布の詳細な報告例は少なく、計算により推定されていた³⁾。本研究では、金箔を環境中性子で照射し¹⁹⁷Au(n, γ)¹⁹⁸Au反応で生成したAu-198を測定することにより、淡水、海水、コンクリート、鉄及び鉛中の環境中性子束分布を深度分解能、中性子束共に精度よく測定した。この測定は、旧尾小屋鉱山トンネル内の地下測定室（水深換算270m）に設置した計11台の高分解能・高効率・極低BGのGe検出器⁴⁾を同時に用いることで可能となった。また本報告では、この実験結果と中性子輸送のMCNP計算結果の比較をおこなった。

2. 実験

16から33gの金箔を、淡水、海水中に水平に吊るした。また重ねたコンクリート板、鉄板、鉛板の間に挿入した。約20日照射後、尾小屋地下測定室で、生成したAu-198の412keV γ 線を約4日間同時に測定した。金標的中の放射能は全て熱中性子によると仮定し、各深度の中性子束を求めた。中性子自己しゃへい、輸送中の照射、 γ 線の自己吸収、計数効率等の補正を行つ

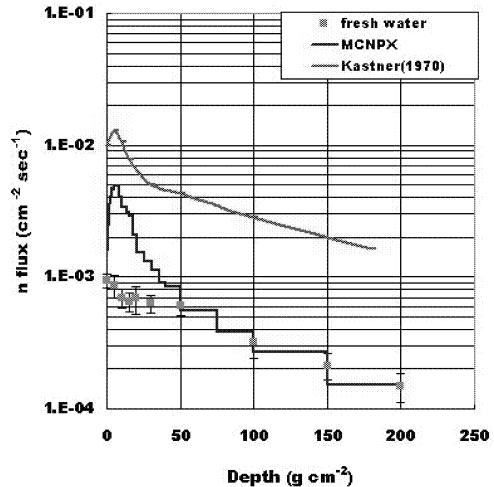


Fig.1 Depth profiles of experimental (points) and simulated (solid line) environmental neutrons in fresh water. (Upper solid line was reported by Kastner et al.⁶⁾)

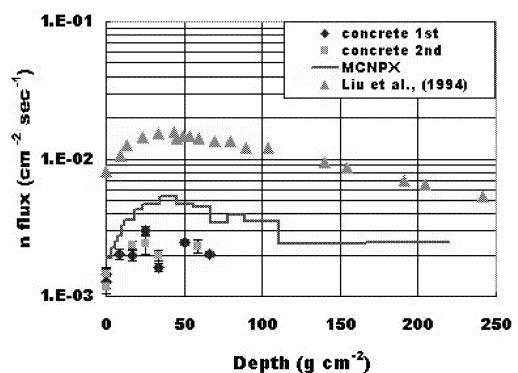


Fig.2 Depth profiles of experimental (points) and simulated (solid line) environmental neutrons in concrete. (Triangles were reported by Lue et al.⁷⁾)

た⁵⁾。

計算コードは MCNP 4 C, MCNPX2.4.0 により再現性を検討した。3種類の中性子エネルギースペクトル源を仮定してそれぞれ各物質中の深度分布を計算し、金の励起関数と積分し生成放射能を求めた。

3. 結果と考察

実験結果の中から、淡水、コンクリート及び鉛中の金の放射化法と MCNPX2.4.0 計算で求めた環境中性子束深度分布を図 1, 2, 3 に示す。深度 0 g cm^{-2} の絶対値の差は、照射期間中の空気中環境中性子束強度差に由来する。検討の結果、計算には MCNPX2.4.0 を用い、環境中性子と同等のエネルギー分布を持つ大気中一様分布の中性子源を仮定した。

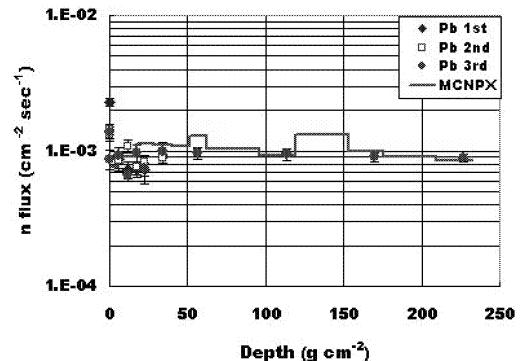
淡水中の分布は実験結果では、ほぼ指数関数的に減少したが、計算では $10\text{--}20 \text{ g cm}^{-2}$ に極大が見られた。 50 g cm^{-2} から 200 g cm^{-2} までの範囲ではよく一致した。

コンクリート中では 30 g cm^{-2} から 40 g cm^{-2} まで増加後減少の実験結果を計算結果はよく再現した。

鉛中では表面付近で減少し、その後 227 g cm^{-2} までの範

囲ではほぼ一定で、極大は見られなかった。表面以外では計算結果は実験結果をよく再現した。

図のように、物質によって中性子束深度分布は大きく異なるが、金中の生成放射能分布は MCNPX2.4.0 計算で分布、絶対値ともよく再現された。



Depth profiles of experimental (points) and simulated (solid line) environmental neutrons in lead.

文献

- 1) Komura, K. and Hamajima, Y., Applied Radiation and Isotopes, 2004, **61**, 185-189.
- 2) Komura, K, J. Radiation Reseach, 2001, **42**, S17-S29.
- 3) Dunne, J. A. and Elmore D., Earth and Planetary Science Letters, 2003, **206**, 43-49.
- 4) Hamajima, Y. and Komura, K., Applied Radiation and Isotopes, 2004, **61**, 179-183.
- 5) Hamajima, Y. and Komura, K., Radioactivity in the environment, 2006, **8**, 511-519.
- 6) J. Kastner, B. G. Oltman, Y. Feige, R. Gold, and F. Congel, IEEE, Nucl. Sci., 1970, **17**, 144.
- 7) B. Liu, F. M. Phillips, J.T. F. Martin, M. M. Fowler, and D. Stone, Water Resources Res., 1994, **30**, 3115

白山火山帯から湧出する温鉱泉水の起源と成因

富田純平¹、坂口 綾¹、佐竹 洋²、中村俊夫³、山本政儀¹

¹〒923-1224 石川県能美市 金沢大学自然計測応用研究センター・低レベル放射能実験施設、²〒930-8555 富山県富山市 富山大学理学部生物圏環境科学科、³〒464-8602 愛知県名古屋市 名古屋大学年代測定総合研究センター

J.Tomita¹, A.Sakaguchi¹, H.Satake², T.Nakamura³ and M.Yamamoto¹: The origins and the formation mechanisms of hot and mineral spring waters discharged from the Hakusan Volcanic area

1. はじめに

白山は石川県と岐阜県の県境に位置する第四紀、安山岩質の成層火山である。火山層序学および歴史資料研究の観点から白山の火山活動には活動期 100–150 年、休止期 300 年からなる 450 年周期があり、1659 年の最終噴火から既に 340 年以上経過している。地震学の研究結果からも白山の地下 2 km 以深にマグマの存在が確認されている。白山において、微小地震は観測されているものの、マグマ活動に関連した火山性微動や浅部での低周波地震は現在まで観測されていない。しかしながら、将来懸念される火山活動も含めて、白山の「地下」に関する基礎研究が重要となっている。

温鉱泉水は地下において熱・物質を供給され物理的・化学的变化を受け地表に現れる地下水であるため、火山ガスと比べ間接的ではあるが地下の情報を知ることが可能であると考えられる。白山周辺地域には多数の温鉱泉が点在しているが、それら温鉱泉について幾つかの研究報告例はあるものの起源・成因まで踏み込んだ考察は皆無に等しい。本研究では、新たに同位体水文学的手法を導入し、白山周辺地域に点在する温鉱泉、特に白山火山帯地域（便宜的に白山頂上から 20 km 圏内の地域を示す）に湧出する Na-Cl-HCO₃ 型の温鉱泉について水・溶存成分の起源およびその成因について考察した。

2. 実験方法

試料採取地点を Fig. 1 に示す。温泉水試料は白山火山帯地域を中心に、その周辺地域を含めた計 57 地点において行った。また、比較のため 10 地点で河川水採取も行った。泉温・pH・酸化還元電位・電気伝導度測定は現地において行った。主要溶存成分はイオンクロマトグラフにより測定した。炭酸成分は alkalinity 測定により定量した。水素同位体比 (δD) は白金触媒を用いた水素ガス平衡法、炭素同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) および ^{14}C 濃度は Nakamura et al. (1998)、酸素同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) は CO₂ ガス平衡法、硫黄同位体比 ($\delta^{34}\text{S}$) は Yanagisawa and Sakai (1983) にそれぞれ従い、 δD ・ $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{18}\text{O}$ ・ $\delta^{34}\text{S}$ は同位体比用質

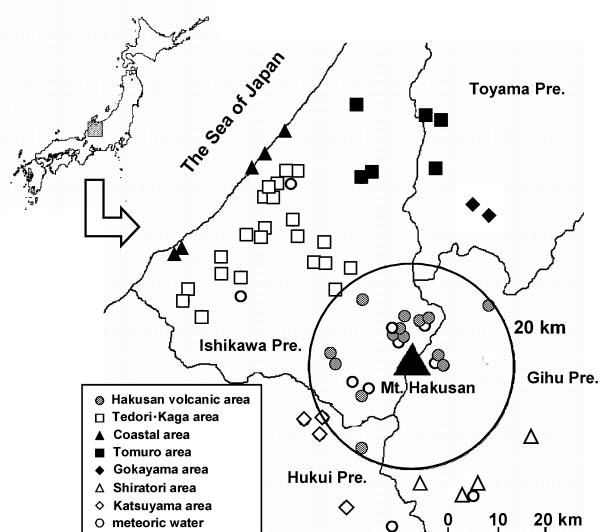


Fig.1. Map of the Hakusan volcano area and locations of spring waters studied.

量分析計で、¹⁴C 濃度はタンデム型加速器質量分析計でそれぞれ測定した。

3. 結果・考察

採取した温鉱泉水は全てほぼ中性であった。温鉱泉水は種々の化学組成を示したが、白山火山帯地域は Na-Cl-HCO₃ 型（一部は Na-HCO₃ 型）、手取・加賀地域および五箇山地域は Na-Ca-SO₄ 型、海岸地域は Na-Cl 型、戸室地域は Na-Cl-SO₄ 型、白鳥地域は Na-HCO₃ 型、勝山地域は Na-HCO₃-Cl 型と大局的に地域的特徴が見られた。白山火山帯地域の Na-Cl-HCO₃ 型の温鉱泉の成因について詳細に議論する。Fig. 2 に δD-Cl および δ¹⁸O-Cl の関係を示す。δ¹⁸O-Cl 間では天水を一方の端として正の相関を示すが、δD は Cl 濃度に無関係で天水とほぼ同じ値の範囲をとる。これらの温鉱泉水の一部が δD-δ¹⁸O の関係において δ¹⁸O のみが世界の天水線から正の方向にシフトしていることを考慮すると、白山火山帯地域の温鉱泉は熱水-岩石反応により δ¹⁸O のみ高い側にシフトした天水起源の Na-Cl 型熱水と天水起源の浅層地下水との混合によって形成されていることを示唆している。Fig. 3 に δ¹³C_{DIC}-DIC および ¹⁴C-DIC の関係を示す。δ¹³C_{DIC}-DIC の関係において、白山火山帯地域の Na-Cl-HCO₃ 型の温鉱泉は、理論的な混合線に沿って分布する。これは白山火山地域の Na-Cl-HCO₃ 型の温鉱泉が土壤 CO₂ ガスを溶かした地下水と火山ガス起源 CO₂ を溶かした地下水の混合により形成されていることを示唆する。C-14-DIC の関係からも同様の傾向が見られ、火山ガス起源 CO₂ を含んでいることが明らかである。理論的な混合線よりもやや上方にプロットされるのは湧出時の脱ガスにより同位体比の重い CO₂ が液相へ濃集した結果である。C-14-DIC の関係からも同様の傾向が見られ、火山ガス起源 CO₂ を含んでいることが明らかである。白山周辺地域は典型的な Green-tuff 地域であるため海成炭酸塩の溶解も当然考えられるが、火山ガス起源 CO₂ の寄与に比べるとわずかであろう。したがって、白山火山帯地域の温鉱泉水は火山地域や地熱地域に見られる Na-Cl 型熱水に火山ガス

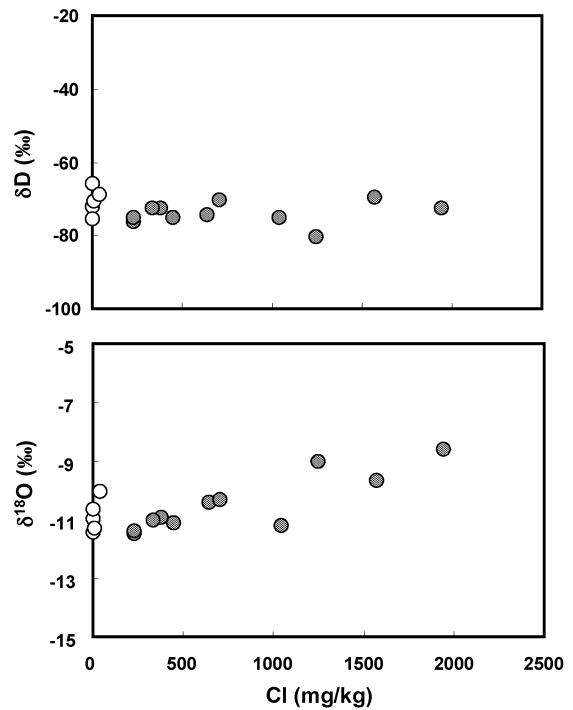


Fig. 2. Plots of δD vs. Cl and δ¹⁸O vs. Cl concentration for Na-Cl-HCO₃ type spring waters in the Hakusan volcanic area.

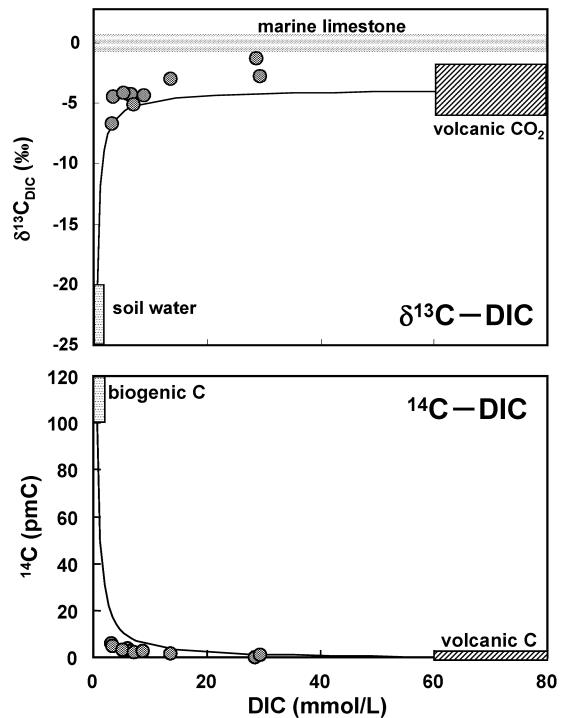


Fig. 3. Plots of δ¹³C vs. DIC and ¹⁴C vs. DIC concentration for Na-Cl-HCO₃ type spring waters in the Hakusan volcanic area.

起源 CO_2 由来の炭酸成分が加わった $\text{Na}-\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3$ 型であることが明らかとなった。この考察の妥当性をさらに検証するために、今後温泉附隨ガスの He 同位体測定を予定している。

キンギョのウロコを用いた培養系における磁場の骨芽及び破骨細胞に対する影響

鈴木信雄¹, 柿川真紀子², 山田外史²

¹〒927-0553 函館市能登町小木 金沢大学自然計測応用研究センター, 臨海実験施設;

²〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学自然計測応用研究センター

Nobuo SUZUKI¹, Makiko KAKIKAWA², Sotoshi YAMADA²: Effects of magnetic fields on osteoblasts and osteoclasts in an *in vitro* culture system using goldfish scales

ヒトの脊椎骨は破骨細胞と骨芽細胞から構成され、これら2種類の細胞はコミュニケーションをとり、お互いに増殖及び分化を制御している。しかしながら、両方の細胞を同時に培養することは、非常に難しく、これまでの骨形成に関する知見は、ほとんどが単独で培養した結果に基づいている。一方、磁場が骨形成を促すということは、よく知られている。さらにそれを利用した治療機器も発売されているが、そのメカニズムに関する基礎的なデータは少ない。そこで本研究では、魚類のウロコの特徴を生かした骨のモデルとなる培養系を用い、そのメカニズムの解析を行った。

材料としてキンギョ (*Carassius auratus*) を用い、以下2種類の実験を行った。

実験1：超低周波磁場による破骨及び骨芽細胞に及ぼす影響

キンギョ (*Carassius auratus*) (メス30匹) を麻酔 (MS222, Aldrich Chemical Company Inc.) し、ウロコを取り、2ml用のチューブ (BM機器) に入れた。次にそのチューブに HEPES (20mM) (pH7.0) 及び抗生物質 (1%) を含む培地 (MEM, ICN Biomedicals Inc.) を500 μl 加えた。そのチューブを3、5、10及び30mTの磁場に15°C、24時間曝露し、破骨及び骨芽細胞の活性に及ぼす影響を調べた。磁場発生装置の詳細は、Miyakawa et al. (2001)に示してある。本研究では、破骨細胞の活性の指標として酒石酸抵抗性酸フォスファターゼ (TRAP) を用い、骨芽細胞の活性の指標としてアルカリ fosfataーゼ (ALP) を使用し、磁場の骨組織に対する作用を調べた。詳細な方法は、Suzuki and Hattori (2002)に示してある。また培地中に放出された酵素活性も同様にして測定した。

実験2：超低周波磁場の遺伝子発現に及ぼす影響

キンギョ (メス5匹) のウロコを取り、実験1と同様に30mTの磁場に曝露 (15°C、24時間) した。そのウロコからアイソゲン (ニッポンジーン) により mRNA を抽出し、タカラのキットを用いて cDNA を合成した。破骨細胞のマーカーである calcitonin receptor 及び骨芽細胞のマーカーである insulin-like growth factor-I と estrogen receptor の発現を RT-PCR により解析した。詳細な方法は、Suzuki et al. (1997)に示してある。

ウロコの培養系を用いて、超低周波磁場 (3mT) による破骨及び骨芽細胞に及ぼす影響を評価した結果、破骨細胞の活性が有意に低下した。また、細胞の活性と同様に培地中の TRAP 活性もコントロールに比べて有意に低下していた。一方、ウロコの骨芽細胞の活性は変化しなかったが、培養液中の ALP 活性が、コントロールと比較して上昇していた。したがって、3mTの磁場刺激でも骨形成が進行中であると推測さ

れる。さらに 5mT でも 3mT と同様の結果が得られた。

10 及び 30mT では、骨芽細胞の活性が上昇し、それに伴い破骨細胞の活性も上昇していた。これら 2 種類の細胞は、密接に連絡しており、骨芽細胞で発現しているリガンドである Receptor Activator of NF- κ B Ligand (RANKL) と破骨細胞にあるレセプターである Receptor Activator of NF- κ B (RANK) により結合することにより、破骨細胞が活性化し、多核の活性型の破骨細胞に分化する (Teitelbaum, 2000)。したがって、10 及び 30mT で 24 時間曝露することにより、骨芽細胞が活性化し、RANK-RANKL を通して破骨細胞も活性化されたと考えられる。

超低周波磁場の遺伝子発現に及ぼす影響を調べた結果、膜レセプターである calcitonin receptor mRNA の発現は上昇したが、核レセプターである estrogen receptor mRNA の発現は変化しなかった。磁場刺激は、細胞膜に影響を及ぼし、細胞活性に影響を与えると考えられているので、これまでの知見 (Luben, 1991) と一致している。calcitonin receptor は破骨細胞に特異的に発現している遺伝子なので、実験 1 で得られた結果と一致している。さらに insulin-like growth factor-I は骨芽細胞で特異的に発現している遺伝子であり、ALP 活性の上昇と同様にその mRNA レベルも上昇していた。したがって、calcitonin receptor に加えて insulin-like growth factor-I の発現に関しても実験 1 の結果を支持していた。

以上のことから、磁場刺激に対する反応性は破骨細胞の方が高く、まず破骨細胞の活性が低下し、次に磁場強度が上がると、骨芽細胞が活性化され、破骨細胞も活性化させる可能性が示された (Table 1 参照)。副甲状腺ホルモンは、骨芽および破骨細胞の両方の細胞活性を上昇させて、骨形成を促していることが最近わかつってきた (Neer et al., 2001)。したがって、磁場による骨形成も副甲状腺ホルモンのようなメカニズムで進行している可能性が高い。

Table 1. Effects of magnetic fields on osteoclastic and osteoblastic activities in an *in vitro* culture system using goldfish scale that contains osteoblasts, osteoclasts, and bone matrix.

	Osteoclastic activity	Osteoblastic activity
3mT	decrease	no change
5mT	decrease	no change
10mT	increase	increase
30mT	increase	increase

引用文献

- Luben, R.A.: Effects of low-energy electromagnetic fields (pulsed and DC) on membrane signal transduction processes in biological systems. *Health. Phys.*, 61: 15-28 (1991)
- Miyakawa, T. et al.: Exposure of *Caenorhabditis elegans* to extremely low frequency high magnetic fields induces stress responses. *Bioelectromagnetics*, 22: 333-339 (2001)
- Neer, R.M. et al.: Effect of parathyroid hormone (1-34) on fractures and bone mineral density in post-menopausal women with osteoporosis. *N. Eng. J. Med.*, 344: 1434-1441 (2001)
- Suzuki, N. et al.: Nucleotide sequences of reptile calcitonins: their high homology to chicken calcitonin. *Zool. Sci.*,

14: 833-836 (1997)

Suzuki, N. and Hattori, A.: Melatonin suppresses osteoclastic and osteoblastic activities in the scales of goldfish.
J. Pineal Res., 33: 253-258 (2002)

Teitelbaum, S.L.: Bone resorption by osteoclasts. Science, 289: 1504-1508 (2000)

謝辞

本研究の一部は、平成 16 年度（財）磁気健康科学研究振興財団研究助成（代表：鈴木信雄）、平成 17 年度（財）中部電力基礎技術研究所研究助成（代表：鈴木信雄）及び科学研究費補助金（基盤研究（C）No. 18500375、代表：鈴木信雄）の援助により行われた。

環形動物門 Siboglinidae 科マシコヒゲムシの消化管内腔に由来する栄養体内腔の 形態学的研究

水野文敬

〒927-0553 函館市能登町小木 金沢大学自然計測応用研究センター、臨海実験施設

Hisataka MIZUNO: Morphological study of the trophosomal cavity that originates from the cavity of the digestive tract of the beard worm, *Oligobrachia mashikoi* (Siboglinidae, Annelida)

マシコヒゲムシは口も消化管もないが、そのかわり体の後部に栄養体と呼ばれる器官を発達させている。そこには化学合成細菌が共生し、宿主はそれが作る栄養物で生きている。栄養体は発生学的には消化管に由来し、消化管上皮に相当する部位は、細菌を共生させているバクテリオサイトと脂肪貯蔵細胞が占める。一方、消化管内腔は栄養体内腔と一致し、そこにはこれまで体腔液と似た組成の液体が充填されていると考えられてきた。

高等動物の消化管は食物が通過しない時は内腔が閉じているのが普通である。しかしながら、ヒゲムシ栄養体内腔は常に膨張した状態を維持している。本研究では栄養体内腔を組織学的に調べ、その生理的意味を検討した。

電子顕微鏡観察用の固定剤として使用するグルタルアルデヒド・オスミウム酸二重固定法によって、組織を固定した後に、一般染色による光学顕微鏡観察を行った。その結果、栄養体内腔は液体ではなく、比較的大きな細胞が詰められた組織であることが明らかになった。連続切片を作成し、詳しく調べると、内腔内の94%は細胞で満たされており、残りの6%には液体が貯まっているように見えた。また、内腔内の細胞の体積は平均 $8240 \mu m^3$ 、直径が約 $25 \mu m$ であった。ヒトのリンパ球の直径が約 $10 \mu m$ 、肝細胞の直径が $10\sim30 \mu m$ であることからも、この細胞は大きいことがわかる。栄養体内腔を埋めているこれらの細胞は、栄養体が消化管のように容易に閉じないように、内腔において水力学的圧力を維持し、その形を保つ役割を担っていると考えると興味深い。

脊椎動物において赤血球が毛細血管に入るため体積を変化させる時に重要な役割を果しているアクアポリン1は細胞膜に存在する水チャネルタンパクとして知られている。本研究では同様のタンパク質がヒゲムシの栄養体を埋めているこれらの細胞においても発現しているのではないかと考え、抗アクアポリン1抗体を用いて免疫染色を行った。その結果、アクアポリン1は栄養体内腔ではなく、バクテリオサイトの一部に反応がみられることがわかった。哺乳類においては血管や腎臓などの水の輸送に関わる器官に幅広く分布しているアクアポリン1がヒゲムシにおいてはバクテリオサイトという特殊な細胞でのみ存在することは興味深い。内腔に沿って存在するバクテリオサイトが内腔に存在する細胞に水を輸送するならば、結果として内腔の水量が調整され、内腔の形態維持に関係すると考えられる。あるいは、栄養体内腔とは関係なく、バクテリオサイトにおいて独自の役割があるのかもしれない。しかしながら、この抗体はヒト由来のアクアポリン1に対する抗体であるため、ヒゲムシでの抗体特異性を確認する必要があり、今後ウエスタンブロッティング法を行う予定である。

(本研究は、金沢大学理学部生物学科 水野文敬君の卒業論文の一環として行われた)

環形動物門 Siboglinidae 科マシコヒゲムシの栄養体におけるアポトーシスに関する免疫組織化学的研究

浅田光子

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学自然計測応用研究センター、臨海実験施設

Mitsuko ASADA: Immunohistochemical study regarding apoptosis in the trophosome of the beard worm, *Oligobrachia mashikoi* (Siboglinidae, Annelida)

石川県能登半島にある九十九湾には、環形動物門に属するマシコヒゲムシが生息している。ヒゲムシ類は口も消化管も持たず、体の後部にある栄養体と呼ばれる部分に化学合成細菌を共生させ、これが合成する炭水化物を利用して生きている。しかしながら、ヒゲムシ類の幼生には口や消化管が存在し、消化管内の卵黄顆粒を吸収して成長する。この時期に口から化学合成細菌が侵入し、消化管上皮細胞内に入り込む。幼生が卵黄顆粒を吸収し終えると消化管は退化し、体の後部の消化管上皮細胞は化学合成細菌を共生させるバクテリオサイトと呼ばれる細胞に変化する。バクテリオサイトとそれに密着する脂肪貯蔵細胞を合わせた部分が栄養体である。一般的に、消化管上皮細胞は消化管の形態を維持するために高頻度でアポトーシスを起こしている。本研究では消化管上皮由来であるバクテリオサイトでも同じようにアポトーシスが起きているか否かを検証した。

研究方法1：実際にアポトーシスが起きている細胞を特定するためにアポトーシスの初期に現れる断片化DNAを検出するTUNELアッセイを行った。ヒゲムシ栄養体、また本種と同じく定在性であるがエサをとるケヤリムシと、本種が生息する海底土壤中に生息するタケフシゴカイの消化管を含む部分の3試料について凍結切片を作成し、アポトーシスを起こしている細胞を検出した。その結果、ケヤリムシとタケフシゴカイの消化管上皮細胞では高頻度にアポトーシスが起きていることが確認された。それに対してヒゲムシではバクテリオサイトの一部の細胞でアポトーシスが起こっているが、その頻度は極めて低いものであった。この結果はヒゲムシの栄養体が消化管としての特徴を失っていることを示唆している。

研究方法2：ヒゲムシ栄養体の凍結切片についてアポトーシス実行分子である活性型カスパー-3の前駆体である不活性型カスパー-3、およびアポトーシスを抑制する酵素の一つであるBcl-2に対する抗体を使用して免疫染色を行った。現在これらの抗体についてウエスタンブロッティング法によりその抗原特異性を確認中であり、抗不活性型カスパー-3抗体についてはすでにこのタンパク質の分子量32kDa付近にバンドが確認されている。研究の結果、不活性型カスパー-3、Bcl-2はともにバクテリオサイトのほぼ全領域で発現していることが明らかになった。不活性型カスパー-3は、化学合成細菌を共生させているために他の細胞より異常を起こしやすいと考えられるバクテリオサイトで、いつでもアポトーシスを起こせるように準備しているのではないかと考えられる。一方、ヒゲムシのエネルギー源である炭水化物を生産するバクテリオサイトで容易にアポトーシスが起こらないように、アポトーシス抑制酵素であるBcl-2が発現しているのかもしれない。

このように、ヒゲムシの栄養体では化学合成細菌にエネルギー源を合成させながらも、細菌の異常な

繁殖などにより宿主の機能異常に陥らないようバランスをとっていると考えるとこの結果は理解しやすい。

(本研究は、金沢大学理学部生物学科 浅田光子君の卒業論文の一環として行われた)

環形動物門 Siboglinidae 科マシコヒゲムシの棲息する土壤中における全硫化物及び全窒素濃度の研究

板津秀彰

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学自然計測応用研究センター、臨海実験施設

Hideaki ITATSU: Study of the total sulfide and total nitrogen concentrations of soil in which the beard worm, *Oligobrachia mashikoi* (Siboglinidae, Annelida) inhabits.

環形動物門のヒゲムシ類は、消化管を持たない代わりに栄養体を発達させて化学合成細菌を共生させ、それがつくる有機物で生きている。この細菌はイオウを酸化してエネルギーを得る。深海において、イオウは海底火山の熱噴出孔や冷水湧出域から硫化水素として供給されたり、あるいはクジラ等、大型動物の屍骸の分解により供給される。能登半島にある九十九湾は深さ約 25m の浅い海で、リアス式海岸である。ここにはマシコヒゲムシ (*Oligobrachia mashikoi*) が棲息している。しかしながら、海底には火山の噴出孔は無く、大型動物の屍骸も無い。昨年の当研究室の卒業論文研究によると、本種が必要とする硫化水素は、地上に存在する植物から供給されるという考察がなされた。しかしながら、その仮定は冬季のみの測定により導き出されたものである。したがって、本研究において一年を通じ測定を行い、季節的変動を調べることにより、より確かな結論を導きたいと考えた。

採泥地点は、本種の棲息場所とその付近の非棲息場所の 8 点を設定し、グラブ型採泥機により海底表面を採取、うち棲息場所を含む 3 点においては表面から深さ 40cm までを 5cm おきにコアサンプラーにより採取した。採泥は、海底表面の 8 箇所においては 6 月 19 日に、深部までの採泥は 3 月 29 日、5 月 29 日、10 月 2 日に行った。泥中の硫化水素はガス検知管法（ガステック社）によりその濃度を測定した。その結果、海底表面の硫化水素は湾奥において 1.0~1.2mg/g と最も高く、ヒゲムシの棲息している湾中央においては 0.3~0.5mg/g 程度と下がっていく傾向にあり、湾口においては 0.2mg/g 以下と最も低かった。一方、どの地点でも、海底表面で硫化水素濃度が最も高く、深さ 10cm ほどまでに急激に減少、その後はなだらかに減少していくことが確認された。海底表面の硫化水素濃度は 30cm 以下の硫化水素濃度と比較すると 4~15 倍程度の高い濃度であった。また、有機物量の指標として、アルカリ性ペルオキソ二硫酸カリウム分解－紫外線吸光光度法により全窒素量も測定した。その結果、硫化水素のような顕著な差がある現象は見られなかったが、深さを増すにつれ、なだらかに減少するか、あるいはほとんど変化が認められなかった。

しかしながら、事情により本研究を継続することが困難となった為、秋以降は顕微鏡下で行える研究として、環形動物門 Siboglinidae 科のヒゲムシ類の形態観察を行った。このサンプルは相模湾内の深度約 1260~1290m の地点における一度のドレッジで採取されたもので、国立科学博物館の今島実先生が保存していた標本である。本研究において、前体部の形状及びヒゲの本数等から、少なくとも 3 種以上のヒゲムシが採取されていたことが確認できた。現在、引き続き種の同定を試みている。

(本研究は、金沢大学理学部生物学科 板津秀彰君の卒業論文の一環として行われた)

環形動物門 Siboglinidae 科マシコヒゲムシで発現する熱ショック蛋白質に関する研究

国田慎平

〒927-0553 鳳珠郡能登町小木 金沢大学自然計測応用研究センター、臨海実験施設

Shinpei KUNITA: Study of the heat shock protein expressed in the beard worm,
Oligobrachia mashikoi (Siboglinidae, Annelida)

環形動物門のヒゲムシ類は通常、冷水域や深海に生息する。しかしながら、能登半島にある九十九湾は対馬暖流が流れ込む暖かく浅い海にも関わらず、例外的にマシコヒゲムシ(*Oligobrachia mashikoi*)が生息する。日本海深部は通年で水温は 0.5°Cと極めて低く、常に一定であるが、九十九湾海底の水温は最も高い10月で20°C、最も低い3月で10°Cであり、一年の間に10°C前後の変動がある。このような環境に生息する本種は、深海から九十九湾に移住する過程で、まず水温の上昇に対して何らかの対応を迫られたであろう。さらに定着後も水温の変化に適応する必要があったに違いない。

熱ショック蛋白質(heat shock protein:HSP)は、細胞質でつくられる蛋白質の立体構造の形成や輸送および分解を担っており、分子シャペロンとして生命維持に必要不可欠な蛋白質である。HSPは、恒常的に発現しているタイプと、ストレスによって発現が誘導されるタイプの 2 つに分けられる。後者は温度変化や重金属および細菌の感染などのストレスにより変性した蛋白質の修復や分解に関わっており、この応答は微生物から高等生物に至るまで広く保存されている。

本研究において、元来、深海の動物であった本種が九十九湾の水温に適応すべく HSP を発現させていのではないかと推察し、RT-PCR によって HSP 遺伝子が発現しているか否かを調べた。HSP は分子量や構造の違いから数種類の区別があるが、一般的に熱ショック応答で発現が誘導されるのは HSP70 である。したがって、本種と同じ環形動物門に属するツルヒゲゴカイ (*Platynereis dumerili*) の HSP70 遺伝子を基に、軟体動物から脊椎動物に至る広い種で保存性の高い N 末端領域を認識する primer を作成した。ヒゲムシ類は体の後部に存在する栄養体と呼ばれる組織にのみ化学合成細菌を共生させており、ここは他の部位とは構造的に異なっている。したがって、本実験では非栄養体と栄養体を分離し、それぞれから total RNA を抽出して RT-PCR を行った。その結果、非栄養体・栄養体ともに 420bp の増幅産物が得られ、それをシーケンスしたところ、両者ともに同じ配列であることが分かった。この配列を他の動物との間で比較をすると、海綿動物や脊椎動物、軟体動物で発現している熱誘導型の HSP70 と相同性が高いことが分かった。この結果は本種が HSP を発現することにより、温度のショックに適応している可能性を示唆している。次に、本種において発現している HSP70 遺伝子の未知領域の塩基配列を明らかにするため 3' race 法により PCR を行った。その結果、非栄養体・栄養体ともに 2000bp 程度の大きさの増幅産物が得られた。現在、その塩基配列を調べている。今後は九十九湾における海底の水温の変動と、今回検出された HSP 遺伝子の発現量との関連について研究を行う予定である。

(本研究は、金沢大学理学部生物学科 国田慎平君の卒業論文の一環として行われた)

アメフラシ腸内細菌を用いた海水中のフェノール除去

小林史尚^{1,2)}, 鈴木信雄³⁾, 中村嘉利²⁾

¹⁾〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学自然計測応用研究センター, エコテクノロジー研究部門;

²⁾〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科, 物質工学専攻;

³⁾〒920-0553 函館郡能登町小木 金沢大学自然計測応用研究センター, 臨海実験施設

Fumihsisa KOBAYASHI^{1,2)}, Nobuo SUZUKI³⁾, and Yoshitoshi NAKAMURA²⁾:

Removal of phenol in seawater using an intestinal bacterium of *Aplysia kurodai*

フェノール類は、農場やゴルフ場において農薬として用いられており、その廃水が川から海へ流れ込むことによる海洋汚染が問題となっている^{1,2)}。また、タンカー座礁事故などフェノール類の海洋汚染は深刻な状況となっている。瀬戸内海や富山湾といった閉鎖海域においては、海流による拡散が少ないため、フェノール類の蓄積が著しくその処理方法が模索されている。海水中のフェノール類など汚濁物質の処理に海洋生物の腸内細菌など海洋細菌の応用が提案されている。しかしながら、海洋生物の腸内細菌の研究はまだ歴史は浅く不明な点が多く、スクリーニング法に関してもまだ確立されたとは言い難い³⁾。著者らは、これまで海洋生物の腸内に成育する細菌の単離と同定を行ってきた^{4,5)}。本研究では、これまでの著者らの知見を生かし、アメフラシの腸内容物から単離された EBR03 株を用いて海水中に含まれるフェノールの分解実験を行い、海水からのフェノール除去法を検討した。

アメフラシを MS222(Aldrich) で麻酔し、腸内容物を採取した。この腸内容物約 1 mL を改変 ALLEN 海水⁶⁾ (NaCl 15 g/L, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 3.58 g/L, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 2.72 g/L, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.6 g/L, KCl 0.39 g/L, NaHCO_3 0.1 g/L) 9 mL に攪拌溶解した。この溶液を 0.5 g/L フェノールを含む改変 ALLEN 海水寒天培地（寒天濃度 20 g/L）に 200 μL ずつ塗抹し、15°C で 4 から 5 日間放置した。薬品は全て和光純薬工業製のものを用いた。数十枚の寒天培地の中で、一枚の寒天培地から数個のコロニーが認められ、その 1 つを EBR03 と命名した。

最初に EBR03 株のフェノール耐性を検討した。300 mL 容量の三角フラスコを用いて 100 mg/L のフェノールを含む改変 ALLEN 海水 100 mL に植菌し、回転数 100 rpm のロータリーバイオシェーカー(Fine, SNC-170) を用いて 30°C、約 200 時間培養した。菌体濃度は波長 610 nm の菌体光学密度として分光光度計（島津製作所製 UV-1200）を用いて測定した。

Figure 1 に EBR03 株の菌体増殖曲線を示す。培養開始とともに菌体は増殖し、

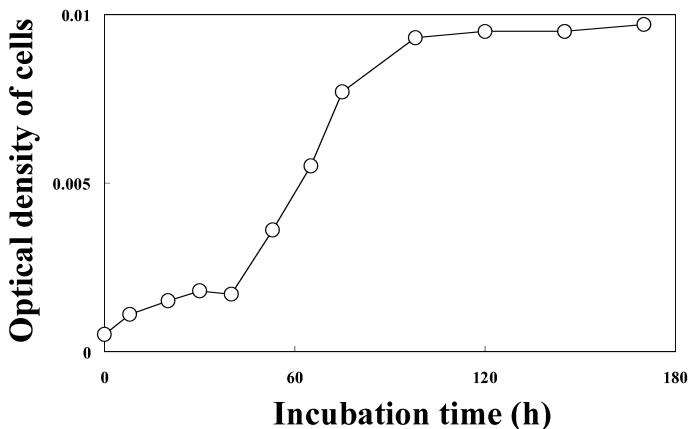


Figure 1 Cell growth of EBR03 strain in seawater containing phenol.

100 時間後には菌体光学密度 0.01 で一定となった。この結果はフェノールを含まない結果とほぼ変わらなかつたので EBR03 株はフェノール耐性を持つことがわかった。

次に、EBR03 株の海水に含まれるフェノール除去について実験的に検討した。除去実験は耐性実験と同じく 100 mg/L のフェノールを含む改変 ALLEN 海水を用いて行った。フェノール除去率は、Wakosil Agri-9 を充填したカラムが付属している高速液体クロマトグラフィー（島津製作所製 LC-10A）を用いてフェノール濃度を測定し初期濃度との比から推算した。測定に用いたキャリヤーは 0.01 % EDTA を含む 50 mM リン酸緩衝液 (pH 3.7) とアセトニトリルを 55 対 45 の比で混合した溶液である。キャリヤーの流速は 1 mL/min であり、サンプル 10 μL をカラムに注入し、波長 210 nm における吸光度から絶対検量線法によって求めた。Figure 2 にフェノール除去率の経時変化を示す。フェノール除去率は約 100 時間で 1 に達し、海水中の 100 mg/L のフェノールをほぼ完全に除去することができた。

以上の結果から、EBR03 株を用いた海水中のフェノール処理は、活性炭処理などの他の物理・化学的処理に比べ処理時間が長いという欠点があるものの、低コスト・低環境負荷でフェノール (100 mg/L) をほぼ完全に分解処理できることがわかった。

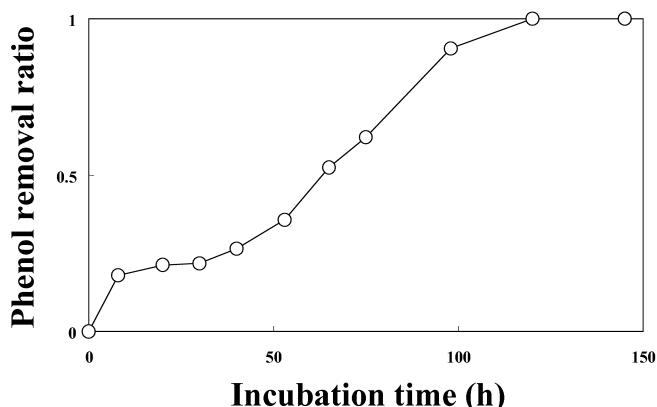


Figure 2 Removal of phenol in seawater using EBR03 strain.

引用文献

- 1) Schwedt, G.: The essential guide to environmental chemistry, John Wiley & Sons (1996)
- 2) Colbom, T., Saal, F.S., Soto, A.M.: Developmental effects of endocrine-disrupting chemicals in sildlife and humans, Environmental Health Perspectives, 101: 378-384 (1993)
- 3) 杉田治男, 出口吉昭 : 海産動物の腸内細菌相, 海洋科学, 211: 51-57 (1988)
- 4) 小林史尚, 岩井尚子, 鈴木信雄, 中村嘉利 : クロシタナシウミウシの腸から単離された海洋細菌の同定, 金沢大学自然計測応用研究センター臨海実験施設研究概要・年次報告, 3:18-19 (2005)
- 5) 小林史尚, 鈴木信雄, 中村嘉利 : 16S rDNA 解析による新規海洋細菌の同定, 金沢大学自然計測応用研究センター臨海実験施設研究概要・年次報告, 4: 22-23 (2006)
- 6) 鈴木信雄, 矢澤一良, 渡部和郎, 赤堀結花里, 石川千夏, 近藤聖, 高田清克 : エイコサペンタンエン酸产生菌 SCRC-2738 の大量培養条件の検討, 日本水産学会誌, 58: 323-328 (1992)

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（若手研究 (B) No. 17710060、代表：小林史尚）の援助により行われた。ここに記して謝意を表します。

手取川水系に生育するオオミズヒキモ（ヒルムシロ科）の 形態的、生態的、遺伝的特性に関する研究

山口順司¹・小藤累美子¹・木下栄一郎²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科；

²〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

Junji YAMAGUCHI¹, Rumiko KOFUJI¹, and Eiichiro KINOSITA²:

Morphological, ecological, and genetic traits of *Potamogeton kamogawaensis*

Miki (Potamogetonaceae) growing in the Tedori river system

オオミズヒキモ (*Potamogeton kamogawaensis* Miki) は、ヤナギモ (*P. oxyphyllus* Miq.) とミズヒキモ (*P. mizuhikimo* Makino) の雑種とされている (Miki 1934)。2004 年に手取川水系に生育するオオミズヒキモとして報告された植物 (佐野 2005) を観察した結果、沈水葉の色と幅、生活環が異なる 2 タイプ (若草色タイプと緑色タイプ) が確認された (山口 2004)。本研究は手取川水系のオオミズモ (佐野 2005) の中に認められた 2 タイプの形態的、生態的、遺伝的特性を明らかにし、オオミズヒキモの分類形質と交雑起源の検討をおこなった。

方 法

石川県手取川水系に生育する 2 タイプとオオミズヒキモの両親種とされているヤナギモを対象とした。調査地点は手取川水系の支線 3 地点、小水路 3 地点でおこなった (Fig. 1)。分類形質の検討として、沈水葉の長さ・幅、茎の断面、殖芽の形態の形態的特性を、フェノロジーの生態的特性を観察した。つぎに、交雫起源の検討として、母性遺伝である葉緑体 DNA の *trnT-trnL* 領域 (約 800bp) と両性遺伝である核 DNA の ITS1-5.8S rRNA-ITS2 領域 (約 700bp) の塩基配列を決定した。配列決定した個体は、手取川水系の個体に手取川水系以外から採集したヤナギモ、ホソバミズヒキモ、イトモ、コバノヒルムシロを含めた。葉緑体 DNA 領域については、データベース登録配列 (Iida *et al.* 2004) も含めて系統解析をおこなった。

結 果

1. 分類形質の検討

手取川水系に生育する緑色タイプと若草色タイプの形態は、①沈水葉の幅、②浮葉の付きかた、③殖芽の形態で異なり、フェノロジーは、④殖芽形成時期、⑤越冬様式で異なった。殖芽形成は 2 タイプにみられ、地下茎を形成し常緑であるのは緑色タイプとヤナギモであった (Table 1, Fig. 2)。

2. 交雫起源の検討

葉緑体と核 DNA 領域の系統解析の結果、若草色タイプはホソバミズヒキモとクレードを形成した。緑色タイプは、葉緑体 DNA 領域においてヤナギモとクレードを形成し、核 DNA 領域においてヤナギモとホソバミズヒキモとクレードを形成する 2 つの塩基配列をあわせもっていた。

考 察

手取川水系に生育する2タイプは異なる形質をもっていた。若草色タイプの形態は、ホソバミズヒキモの形態(Weigleb *et al.* 1998)とほぼ一致した。また、その生活環もホソバミズヒキモ(Kadono 1984)と一致した。葉緑体と核DNAを用いた系統解析の結果からも若草色タイプはホソバミズヒキモであことが示唆された。緑色タイプの形態は、オオミズヒキモの形態(Miki 1934, 三木 1937)とほぼ一致した。葉緑体と核DNAを用いた系統解析の結果、ヤナギモを母親とするホソバミズヒキモ(若草色タイプ)との交雑起源が示された。現在、片親とされているミズヒキモはホソバミズヒキモの異名とされている(角野 1994, Weigleb *et al.* 1998)。以上の結果より、手取川水系の緑色タイプはオオミズヒキモ(Miki 1934)であると結論した。本研究でオオミズヒキモの分類形質として中心柱の形態、殖芽の形態と形成時期、越冬状態が重要であることが明らかとなった。交雑起源であるオオミズヒキモは、ホソバミズヒキモから殖芽形成を、ヤナギモから地下茎形成をうけついでいる。手取川水系において殖芽は分布拡大を、地下茎は流れの速い地点での定着を可能にしていると考えられた。

Table 1 手取川水系の2タイプとヤナギモの形態(平均±標準偏差)

地点*		b17	c4	
	緑色タイプ	若草色タイプ	ヤナギモ	
沈水葉	長さ(mm)	107.6±15.8 ^a	99.7±11.6 ^a	76.2±5.1 ^b
	幅(mm)	1.74±0.17 ^a	1.05±0.10 ^b	2.81±0.20 ^c
	枚数/花穂のある 節	1.9±0.3 ^a	0.2±0.4 ^b	2.0±0.0 ^a
殖芽	長さ(mm)	20.6±4.1 ^a	16.4±3.2 ^b	—
	葉数	2-3	3-5	—
茎の断面	中心柱の形態	橢円形	円形	橢円形
地下茎		有り	無し	有り

a,b,c :異なる文字は平均値に統計的有意差 ($p < 0.05$) があることを示す

* Fig. 1 参照

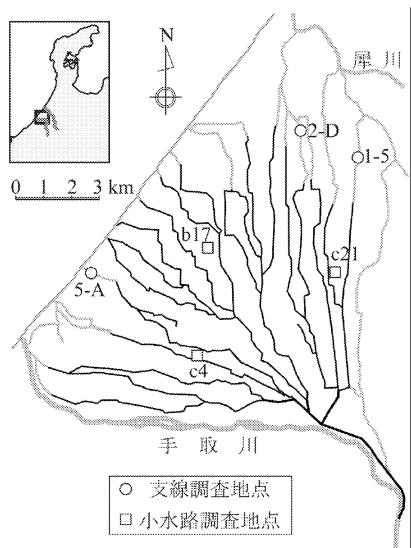


Fig. 1 手取川水系の調査地点

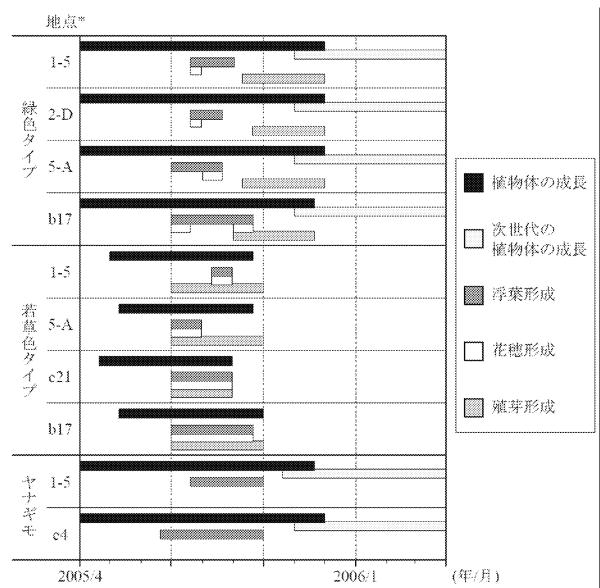


Fig. 2 手取川水系の2タイプとヤナギモのフェノロジー

角間丘陵二次林における出現樹種と優占樹種のサイズ構成

木村一也¹・田辺慎一²・中村浩二¹

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター；

²〒942-1411 新潟県十日町市 越後松之山「森の学校」キヨロロ

Kazuya KIMURA¹, Shin-ichi TANABE² and Koji NAKAMURA¹:

Tree species and size distribution of dominant tree species in a secondary forest of Kakuma Hill

近年、里山生態系における生物多様性保全の高まりを背景に里山林管理の重要性が注目される中、進行する管理放棄が森林更新に及ぼす影響の評価が望まれている。本研究では森林生態系機能の健全性の評価を目的に種子散布研究を行っているが、それに先立ち予備的に行った毎木調査の結果を報告する。

方 法

調査は2003年11月に、金沢大学角間里山地区の北側斜面に成立する二次林内に設置した永久調査区(50m×50m, 0.25ヘクタール)で行った。毎木調査は生木枯木を問わず、胸高直径2cm以上の樹幹を対象にナンバーテープでマークした後、樹種の判別、胸高直径の計測、目視による樹高推定を行った。

結果と考察

1. 出現樹種と頻度

調査区内で20科24属34種、計889本の樹幹が観察された。樹幹数はコナラが205本(全体の23%)と最も多く、ヒサカキ195本(22%)、アオハダ93本(11%)、サクラ属の樹種67本(ヤマザクラ、ウワミズザクラ、未同定種)(7.5%)、エゴノキ33本(6.3%)とつづいた。胸高断面積(BA: Basal Area)の相対頻度はコナラが71%と最も高く、アベマキ(11%)、サクラ属の樹種(ヤマザクラ、ウワミズザクラ、未同定種)(5.5%)、アカシデ(3.5%)、アオハダ(3%)、エゴノキ(1.2%)とつづいた。階層別には、高木層(平均樹高15m以上)にコナラ、アベマキ、亜高木層(平均樹高5m以上15m未満)にサクラ属、アカシデ、コシアブラ、低木層(平均樹高5m未満)にアオハダ、ヒサカキ、エゴノキ、ネジキ、オオバクロモジ、アズキナシ、ナナカマドといった樹種のBA相対頻度が高かった。

調査区はコナラが特に優占するコナラーアベマキ林であり、亜高木層と低木層には多くの動物散布型植物種が優占している。他方、動物型散布植物の中でも角間の林縁部によく見られるミズキやクマノミズキ、その他アカメガシワやカラスザンショウなどのギャップ植物、さらにアカシデやカエデ類などの風散布型植物の出現頻度が低かった。明るく風通しのいい条件を好むこれらの樹種が少なかったことから、調査区の辺りは北側斜面で比較的光条件が悪いことに加えて、大きな攪乱が起こった頻度が他の場所にくらべて低かったと考えられる。

2. 優占樹種コナラ *Quercus serrata* のサイズ構成

調査区内に生育するコナラの胸高直径サイズは2.9cmから50.3cmにおよび、その頻度は胸高直径ク

ラス 20~24.9 cmが最もも多い一山型のサイズ分布を示した（図 1）。枯死木は 5.0~19.9 cmの胸高直径クラスに集中する傾向がみられ、胸高直径クラス 5.0~14.9 cmでは枯死木数が生木数より 2 倍ほど上回っている。詳しい死亡要因については不明だが、要因のひとつに光不足による枯死が考えられる。幼個体の出現頻度の低さは次世代個体の供給の低さを意味し、コナラ個体群の縮小化を今後促すかもしれない。

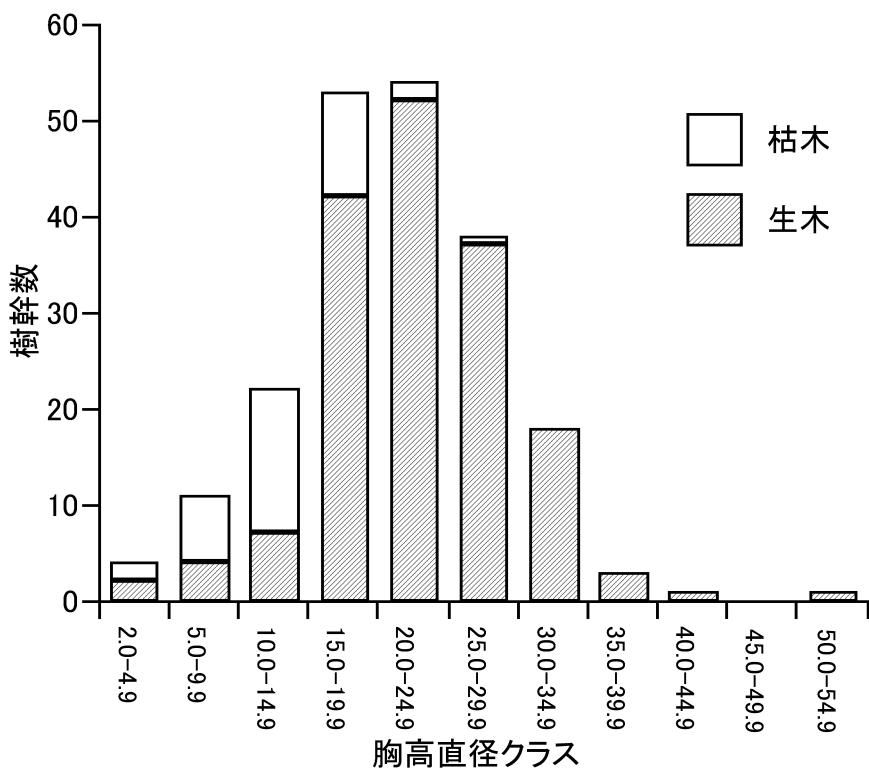


図 1. 調査区内の優占種、コナラ *Quercus serrata* のサイズ分布

磁気ビーズによる生体物質分離用磁気分離

山田 外史, 柿川 真紀子, Chomsuwan Komkrit
自然計測応用研究センター 人間計測制御研究部門

1. はじめに

細胞や DNA といった生体関連物質の分離技術は、細胞分析等の分野において必須の技術であり、近年注目されている再生医療の分野においても種々の臓器に分化可能な間葉系幹細胞を骨髄中から取り出す必要があるなど、分離技術の重要性は増している。従来、これらの分野での分離技術としては、密度差による遠心分離や光学的特性を用いた FACSs(Fluorescence Activated Cell Sorters)が用いられて来たが、近年では磁気ラベリング技術の急速な進展に伴い、簡易な装置で物理的・化学的に低ダメージの分離を行うことが可能な磁気分離技術も広く用いられるに至っている。

磁気分離では、直径 1~5 μm の鉄酸化物を含んだポリスチレン製のビーズに分離対象物を抗原抗体反応により選択的に結合させ、それらを磁力で回収することで分離を行う。磁力による回収過程では、従来分離容器を用いたバッチ処理的な方法が用いられて来たが、分離工程の自動化の要求に応えるため、流量 1 μl /min 程度で連続的に分離を行える装置が開発されている。本研究では現状で開発されている装置と比較して高スループットを実現できる磁気分離装置を設計・試作し、磁気ビーズによる分離実験を行った。

2. 磁気分離装置の動作原理

本研究で作製した磁気分離装置の概要図を Fig. 1 に示す。分離容器 (Fig. 2) には、1 力所の注入口と 2 力所の取出口 (Positive selection と Negative selection) があり、注入口から容器内に入った磁気ビーズには、1) コイル磁界から発生した磁力による x 軸正方向への移動、2) 液体に流されることによる y 軸正方向への移動、3) 重力による z 軸負方向への沈降が同時に発生する。その結果、容器内において磁気ビーズは Positive selection 側に濃縮され、それにより磁気ビーズの分離が可能となる。

コイルの形状を決定するにあたっては、ビオ・サバール則に基づく磁界計算により、最適な形状を求めた。また、分離効率を高めるために、沈殿時間と磁気分離に要する時間を考慮し、分離容器は以下の条件を満たすよう設計した。

$$\frac{w}{2v_m} < \frac{l}{v_f} < \frac{h}{v_s} \quad (1)$$

ここで、 v_m, v_f, v_s はそれぞれ磁力による磁気ビーズの速度、液体の速度、磁気ビーズの沈殿速度である。 w, l, h はそれぞれ分離容器内の幅、長さ、高さである。

3. 磁気ビーズによる分離実験

3.1 装置構成と手順

Fig. 3(a) に試作した分離装置の外観写真を示す。分離実験では、コイル電流は Table 2 の組み合せとし

た。実験用磁気ビーズとしては、SPHERO 社製CM-10(Fig. 3(b))を超純水で20 倍希釈したものを使用した。分離後は、それぞれのOutlet から得られた磁気ビーズ含有液体の顕微鏡画像から、画像中の磁気ビーズ個数を画像処理ソフトウェアにより数えた。

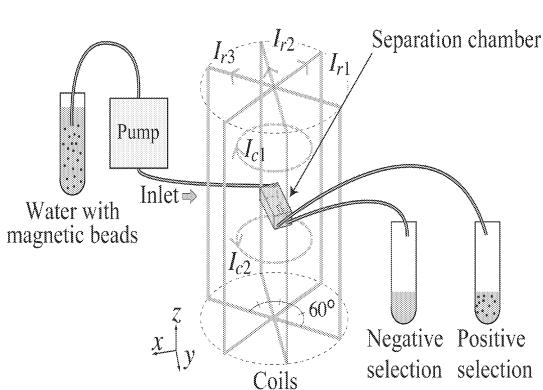


Fig.1. Schematic of proposed magnetic separator

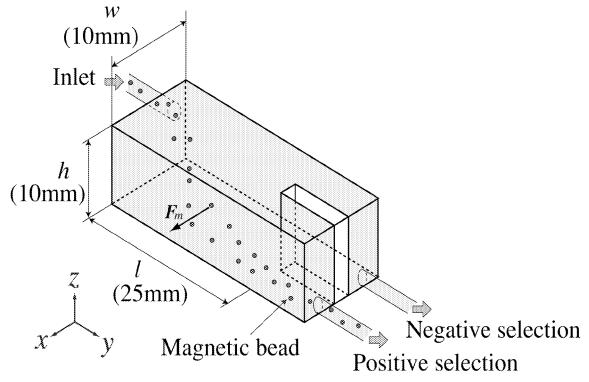


Fig.2. Enlarged illustration of separation chamber

3.2 装置構成と手順

Fig. 4 に注入流量が 178 $\mu\text{l}/\text{min}$ のときの分離前後の磁気ビーズ画像(鮮明化処理後)を示す。この図より、分離処理後は Positive selection から多数の磁気ビーズが取り出されていることが容易にわかる。分離率 ξ_s として、次式のように定義した場合の各流速における分離率は Fig. 5 のようになる。

$$\xi_s = \frac{N_p}{N_p + N_n} \times 100 (\%) \quad (2)$$

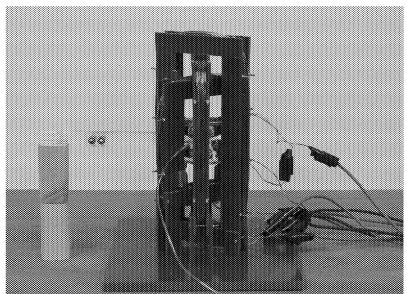
ここで、 N_p , N_n はそれぞれ Positive および Negative selection での磁気ビーズ個数である。磁界非印加時は Outlet から同様に磁気ビーズが得られ、磁界印加時は Positive selection から多数の磁気ビーズが得られていることがわかる。

4. まとめ

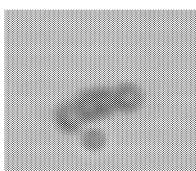
本研究では、他の従来の連続処理型分離装置に比べて高スループットの分離装置の構造を提案し、コイルおよび分離容器の設計・試作を行った。また、磁気ビーズを用いた分離実験の結果、注入流量が 100 – 180 $\mu\text{l}/\text{min}$ のときに分離率 ξ_s は 90 %以上が達成された。

参考文献

- 1) W.Maeda,S.Yamada,M.Iwahara,“Development of a Magnetic Separator for Biomaterials Labelled by the Magnetic Beads”,APSAEM06 (2006).
- 2) 前田航, 山田外史, 岩原正吉, 「磁気ビーズによる生体物質分離用磁気分離装置の開発に関する検討」, 日本応用磁気学会論文誌, 31, 3, 268-272,(2007).



(a) Magnetic separator



(b) Magnetic beads

Fig. 3 Apparatus used for separation experiments.

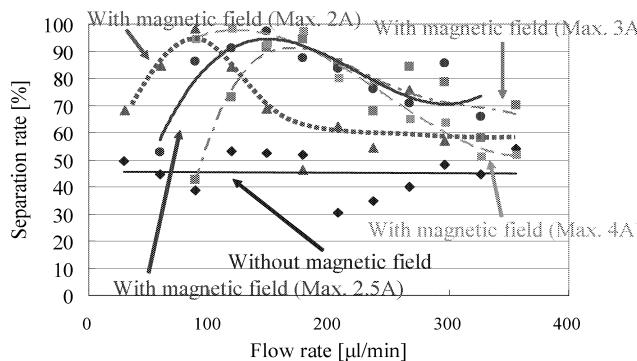
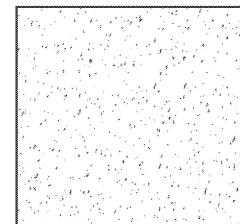
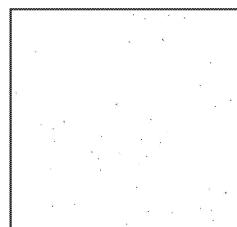


Fig. 5 Separation rate for different flow rates.

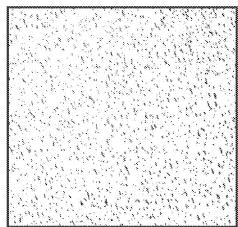


(a) Before separation



(b) After separation

(Negative selection)



(c) After separation

(Positive selection)

Fig. 4 Micrograph of magnetic beads of separation process

マルチうず電流探傷プローブによる非破壊検査システム

山田 外史, Chomsuwan Komkrit

自然計測応用研究センター 人間計測制御研究部門

1. はじめに

本研究では、非接触で検査速度が速い、並びに高温の試験体の検査も可能であるという利点を有するうず電流探傷試験 (ECT : Eddy Current testing) を用いて、ステンレス鋼製造ラインにて製造中に生じる微小キズをターゲットとする検査装置の開発を目的とする。ステンレス鋼熱間圧延においては、検査対象物は秒速数メートルの速さで動くため、プローブを複数回往復させるラスタスキャンによる探傷は不可能となり、動く検査対象物に対してその表面を一度で走査しなければならない。また検査対象物は 800 °C から 900 °C の高温であることから、冷却のために対象物とプローブの距離であるリフトオフ高さをある程度確保する必要がある。以上を背景に空間的分解能の向上を考慮し、素子サイズが極めて小さいスピナバルブ形巨大磁気抵抗(SV-GMR : Spin Valve - Giant Magneto Resistance)センサを検出部として複数個用いた、かつ高温場での使用を考慮したマルチ ECT プローブを実現し、丸棒状ステンレス鋼を対象としたうず電流探傷の検討を行った。

2. 丸棒状ステンレス用マルチセンサプローブ

2.1 マルチセンサプローブの構成

直径 16 mm の丸棒ステンレス鋼の軸方向に生じるきず検出を目的としたプローブの構成を Fig. 1 に示す。4 個の SV-GMR センサをブリッジ構成とした素子（以下センサと称す）を 36 個並列に結線し、周方向に 2.3 mm 間隔で配置、また検査対象物の貫通励磁コイル 2 個よりプローブを構成する。このときセンサの磁界感度方向を接線方向にし、マルチプレクサにてセンサ出力の切り替えを行うことにより、見かけ上周方向の走査が瞬時に可能となる。また実際の検査では対象物が高温であるため、冷却を考慮してリフトオフ高さが 5 mm になるようにプローブの内径を設定した。

2.2 マルチセンサプローブの構成

直径 16 mm の丸棒ステンレス鋼(SUS303)にて放電加工による深さ 0.3, 0.65 mm, 軸方向長さ 30 mm のきず、および正常な部分の検出を行った。2 個の励磁コイルは互いに逆相になるように直列結線し、励磁周波数 $f = 100 \text{ kHz}$ とした。ここで正常な部分では対象物に発生するうず電流が周方向のみに流れることに対し、軸方向にキズがある場合は Fig. 2 に示すようにこれに平行して流れれる。このうず電流から発生する磁束をセンサによって検出し、各センサの出力電圧からキズ検出を行う。

3. キズ検出の実験結果

3.1 軸の偏芯によるオフセット電圧の抑制

センサのマルチ化により高速の検査等が可能になるが、一方で、(1) センサの特性のばらつき (2) マルチプローブのアライメントによるばらつき、(3) 検査対象と各センサの位置のばらつき、(4) 素子環境のばらつき、さらには (5) 測定系をパラレルとするか、シリアルとするか 等さまざまな問題が新た

に発生する。ここでは、(3)項目に関して、丸棒の軸偏芯の基づくオフセット電圧の抑制について述べる。

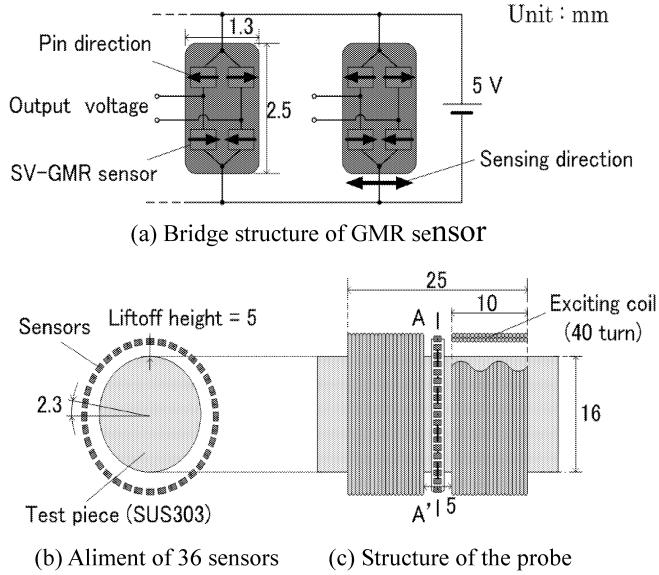
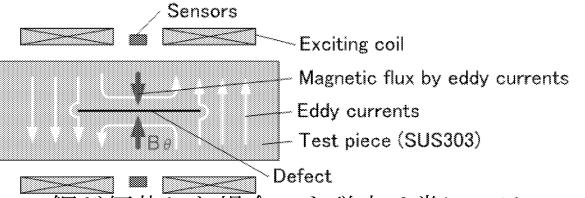


Fig.1. Multi eddy-current probe with GMR magnetic sensors

Fig.2. Detection of defect

検査対象であるステンレス棒の軸が偏芯することにより離が変動することになる。丸棒状ステンレス鋼において偏接線方向との相対的な角度が変化することで感度方向に対するが変化することが生じる。これらを考察すると丸棒ステンレス鋼が偏芯した場合でも磁束は常にステンレス鋼から放射状に分布することが予想されることから、(1)式によってオフセット電圧値変化量 ΔV_{offset} を求めることができる。



$$\Delta V_{offset} = k \left\{ \frac{d}{r_2} \sin \theta_n - \frac{1}{4} \left(\frac{d}{r_2} \right)^2 \sin 2\theta_n \right\} \quad (1)$$

ここで、 r_2 、 d 、 θ_n はそれぞれセンサの形状（半径）、偏芯の量（長さ）、偏芯方向からの回転位置である。この式は、偏芯による 360 度配置されたセンサからのオフセット電圧は、 $\sin \theta_n$ 、 $\sin 2\theta_n$ の分布を持つことが明らかになり、センサ信号をフーリエ級数展開することによりオフセット分布を推定できることを示している。

この原理を用いオフセット電圧抑制の処理を行った結果を Fig. 3 に示す。軸の偏芯により、36 個のマルチセンサからの信号は、大きなオフセット電圧を含みキズ信号が認識されない (Fig. 3(a))。一方、(1)式に基づき周方向の信号処理を行い、オフセット電圧の抑制を行うと Fig. 3(b) のように明確にキズ信号が現れる。この結果から、深さ 0.3 mm のキズが検出できることが明らかに成了った。

4.まとめ

本研究では丸棒状ステンレス鋼の熱間加工時におけるキズ検出を目的にマルチセンサ ECT プローブ

を実現したことを示した。丸棒状試験片においては、偏芯することによってセンサ感度方向と試験片の接線方向との相対的な角度が変化することでオフセット電圧が生ずるが、適切な信号処理を行うことにより、明確なキズ信号を得られることが明らかに成った。

参考文献

- 1) 山崎裕也, 山田外史, 岩原正吉 : マルチ ECT プローブのステンレス鋼検査への応用, 電気学会北陸支部大会, 2006 年 9 月, 金沢工業大学
- 2) 山田外史, GMR 素子を用いた渦流探傷法の微小キズ検出への適用, 金沢大学共同研究報告書, 2007.

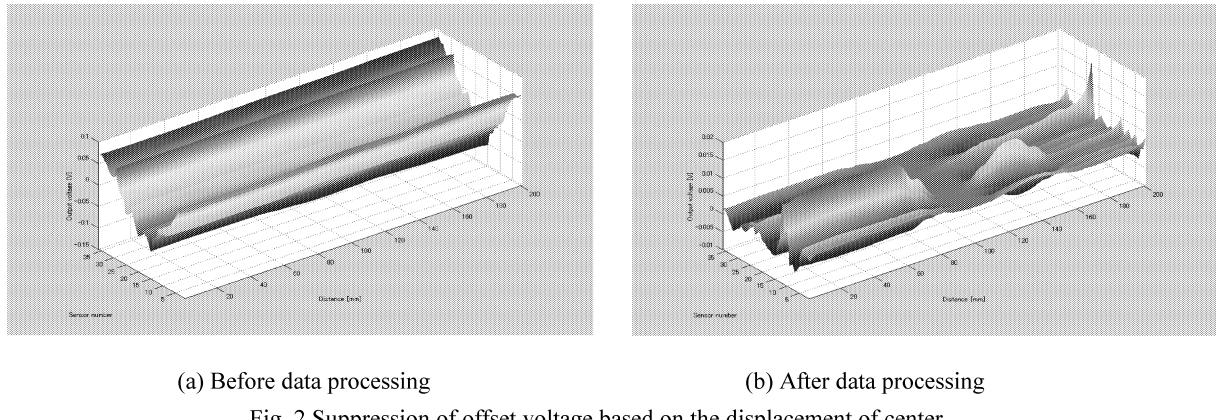


Fig. 2 Suppression of offset voltage based on the displacement of center

線虫の誘引・忌避行動における交流磁界影響

山田 外史, 柿川 真紀子, Chomsuwan Komkrit
自然計測応用研究センター 人間計測制御研究部門

1. はじめに

近年, 交流磁界と神経との関係が注目されている。神経伝達においては微細な電流がシグナルとして細胞間を高速に流れしており, 交流磁界曝露によって生じる二次電流がこの神経伝達機構に何らかの影響を及ぼしているのではないかと考えられている。医療応用分野では, 難治性神経疾患の治療にパルス磁界によって生じる渦電流の利用が検討されており, 研究が進められている。しかしながら, その影響メカニズムについては不明な点が多い。

一方, 50 Hz 交流磁界がマウスの行動異常を引き起こすという研究報告^{1,2)}や 60 Hz 交流磁界曝露により線虫の行動軌跡に異常が認められたとの報告がある³⁾。交流磁界のさらなる医療応用に向けて, 交流磁界が神経機能へ及ぼす影響のメカニズム解明は重要な問題である。

本研究では, 神経回路が細胞, 分子レベルで解明が進んでおり, かつ行動と関連付けて神経機能の解析が容易である線虫をモデル動物として用いた。そして, 線虫の化学物質への誘引・忌避行動, 及び機械刺激への慣れ学習に着目し, 行動を解析することで, それらに関連した神経機能への商用周波数交流磁界影響を検討した。

2. 交流磁界曝露装置と線虫を用いた行動解析

2.1 交流磁界曝露装置

線虫への磁界曝露に用いた交流磁界発生装置を Fig. 1 に示す。この装置は, 周波数 $f = 60 \text{ Hz}$, 磁束密度 $B = 0.5 \text{ T}$ の均一磁界をギャップ部に発生するように設計され, ギャップ部にはアクリルケースが取り付けられており, ケース内部に水を循環させることで, 実験環境の温度を一定 (20°C) に保ち, 中央部に線虫を入れたプレートを挿入し, 磁界曝露を行った (Fig. 2)。

2.2 線虫を用いた行動解析

線虫 *C. elegans* (N2 株, Fig. 3) は全長約 1 mm 程度であり, 半透明で, 生きたまま顕微鏡で細胞を観察することが可能である。成虫の全細胞数は 959 個, その内 302 個が神経細胞であり, 神経細胞を有する最も小さなモデル動物であり, 化学走性や各刺激への反応, 記憶の保持等における神経回路網がかなり判明しており, これら行動解析により線虫の神経機能を解明する研究が広く行われている⁴⁾。線虫は, 同調培養した孵化後約 72 時間の成虫を Fig. 2 のように装置に挿入し, 交流磁界曝露を行った。交流磁界曝露は, これまでに線虫の行動軌跡に異常が認められたと報告のあった磁界曝露条件, 周波数 $f = 60 \text{ Hz}$, 磁束密度 $B = 0.5 \text{ T}$, 曝露時間 $t = 1\text{h}$ で行った³⁾。この後, あらかじめ用意しておいた 3 種の実験プレート (Fig. 4) のスタート地点に線虫を 50 匹程度置き, 行動解析を行った。なお, 磁界以外の温度, 湿度, 光, 振動などの環境要因については, 線虫にストレスを与えない条件下で実験を行った。

実験プレート 1 では, 線虫の誘引物質である DA (*Diacyetyl*) の原液を 500 倍に希釀し, 同容量の 1 M の NaN_3 水溶液との混合液 $1 \mu\text{l}$ を寒天プレートの丸印 (線虫の到達地点) にスポット, スタート地点に線虫を約 50 匹置き, 線虫の誘引行動を観察した。DA には NaN_3 を混入してあるため, DA まで到達した虫は麻痺し, 静止する。この静止した虫を, 実験開始から 15 分毎に 1 時間後までの 4 点においてカウントした。

実験プレート 2 では, 寒天の上に, 線虫を置く 10 分前に 1 mM の CuSO_4 水溶液で直径 25 mm の円状障壁を作成し, スタート地点に線虫を約 50 匹置き, 線虫の忌避行動を観察した。線虫をスタート地点に置くと, 線虫

は寒天上を移動し、 CuSO_4 の障壁付近で忌避反応を示す。しかし時間が経つにつれ、 CuSO_4 に忌避反応を示さず障壁を突破する虫が出てくる。この突破した虫を、実験開始から 15 分毎に 1 時間後までの 4 点においてカウントした。

実験プレート 3 では、寒天の上に線虫を置く 10 分前に 1 mM の CuSO_4 水溶液でシャーレの中心部に寒天地を上下に分断するように障壁を作成し、丸印に DA を $1 \mu\text{l}$ 置き、スタート地点からの線虫（約 50 匹）の誘引・忌避行動を観察した。線虫は、DA に誘引反応を示し、丸印の方に向かって移動する。しかし、途中には CuSO_4 の障壁があり、障壁に到達した虫は忌避反応を示して後退し、異なる方向に向かって移動する。しかし時間が経つにつれ、障壁を突破し、DA に向かう虫が出てくる。この突破した虫を、実験開始から 15 分毎に 1 時間後までの 4 点においてカウントした。

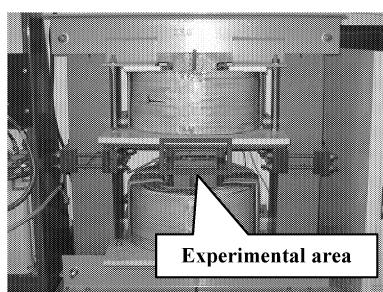


Fig.1 Magnetic fields generator

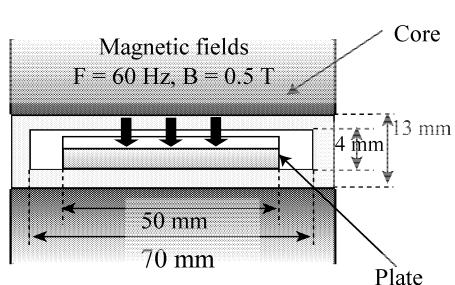


Fig.2 Plate exposed to magnetic fields

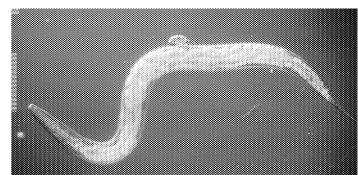


Fig.3 The nematode, *C. elegans*

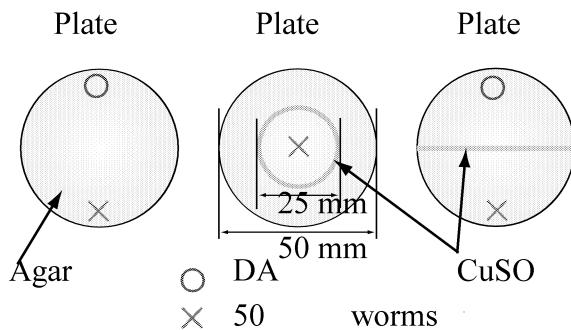


Fig.4 Assay Plate

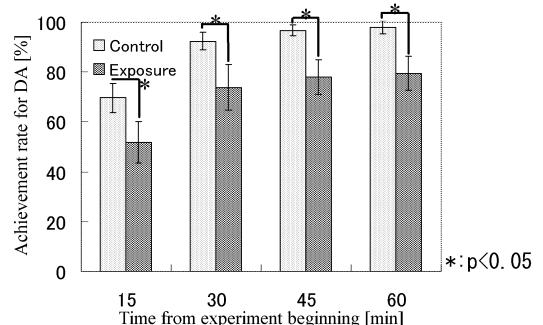


Fig.5 Achievement rates for plate 1 DA.

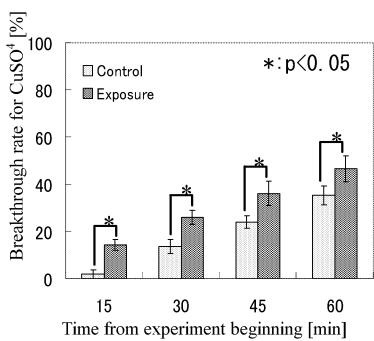
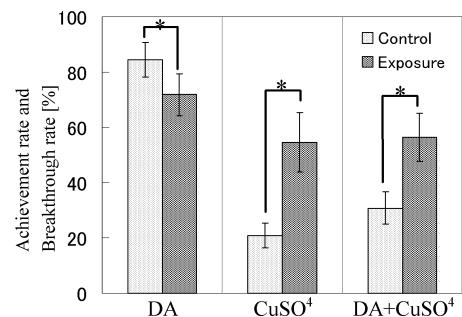
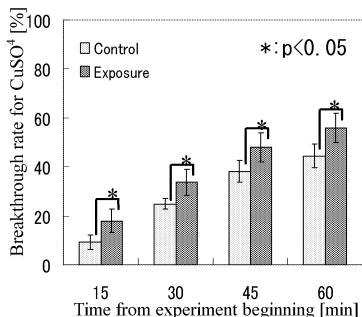


Fig.6 Breakthrough rates for plate 2 CuSO_4 . Fig. 7 Breakthrough rates for plate 3 DA + CuSO_4 . Fig. 8 Influence during exposure to magnetic fields.



3. 線虫の行動への交流磁界影響結果

磁界曝露 ($f = 60$ Hz, $B = 0.5$ T, $t = 1$ h) 後, 実験プレート 1 での解析開始から 15, 30, 45, および 60 分の各時点における線虫の DA への到達率を百分率で表し, Control と Exposure を比較した結果を Fig. 5 に示す。各時点において磁界曝露した虫の DA への到達率は, 磁界曝露を行っていない虫に比べて 17~19 %程度低下し, DA への誘引行動の低下が認められた。なお各時点での値は Control, Exposure とともに, 10 回の実験プレートで得られたデータの平均値 ($\pm SD$) であり, 統計的に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

一方, 磁界曝露後, 実験プレート 2 における解析開始後, 15, 30, 45, および 60 分の各時点の線虫の CuSO₄ の突破率を Control と Exposure とで比較した結果を, Fig. 6 に示す。各時点において磁界曝露した虫の CuSO₄ の突破率は, 非磁界曝露群に比べて 11~13 %の有意な上昇が認められた ($p < 0.05$, $n=10$)。

また, プレート 3 を用いた磁界曝露後の線虫の CuSO₄ 突破率の結果を, Fig. 7 に示す。各時点において磁界曝露した虫の CuSO₄ の突破率は, 非磁界曝露群に比べ, 8~12 %程度上昇した ($p < 0.05$, $n=10$)。

50 Hz 交流磁界曝露によりマウスの行動異常が認められたとの報告では, 磁界曝露の影響は, 曝露直後, 最も顕著にみられる傾向にあった。そこで, 本研究では, 実験プレート 1~3 を用い, 磁界曝露中 ($f = 60$ Hz, $B = 0.5$ T, $t = 0.5$ h) での線虫の行動解析を行った。実験プレート 1 での線虫の DA への到達率, 実験プレート 2, 3 での線虫の CuSO₄ の突破率を Control と Exposure とで比較した結果をまとめて Fig. 8 に示す。なお各値は Control, Exposure とともに, 5 枚の実験プレートで得られたデータの平均値 ($\pm SD$) であり, 統計的に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。

実験プレート 1 における磁界曝露中の線虫の DA への到達率は, 非磁界曝露の虫に比べて 13 %程度の低下がみられ, 磁界曝露後の結果 (Fig. 6) と同様の傾向が認められた。実験プレート 2 では磁界曝露した虫の CuSO₄ の突破率は, 磁界曝露を行っていない虫に比べて 34 %程度の上昇が認められた。また, 実験プレート 3 で磁界曝露した虫の CuSO₄ の突破率は, 非磁界曝露群の虫に比べて 26 %程度の上昇が認められた。つまり, CuSO₄ の突破率については, プレート 2, 3 の結果共に, 磁界曝露中の方が磁界曝露後の解析結果 (Figs. 7, 8) に比べ, 非曝露群との差も大きく, 有意に CuSO₄ に対する忌避行動の低下が認められた。

4. まとめ

本研究では, 線虫の化学物質への誘引・忌避行動解析により, 神経機能への商用周波数交流磁界影響を検討した結果, Deacetyl に対する誘引行動および CuSO₄ に対する忌避行動の低下が認められた。また, 磁界曝露中の方が磁界曝露後に比べ, 有意に CuSO₄ に対する忌避行動の低下が認められた。線虫の神経細胞において Diacetyl への誘引行動と CuSO₄ に対する忌避行動に関与する神経細胞群が同定されており (ADL, ASH, AIA 等), 磁界がこれらの神経細胞に影響を及ぼすことが示唆された。

参考文献

- 1) Sienkiewicz ZJ, Haylock RG, Bartram R, and Saunders RD: *Bioelectromagnetics*, **19**, 486 (1998).
- 2) Kavaliers M, Ossenkopp KP, Prato FS, Innes DG, Galea LA, Kinsella DM, and Perrot-Sinal TS: *J Comp Physiol*, **179**, 715 (1996).
- 3) T. Ikeda, S. Harada, R. Hosono, M. kakikawa, M. Iwahara, and S. Yamada, *J. Magn. Soc. Jpn*, **27**, 447 (2003).

電気的インピーダンス法による心拍出量計測の最適電極配置に関する研究 —胸郭体表面電流分布解析による検討—

高山浩司¹、石崎 彩²、五十嵐朗³、田中志信⁴、山越憲一¹

¹金沢大学大学院自然科学研究科

²金沢大学工学部人間・機械工学科

³（財）石川県産業創出支援機構（ISICO）石川ハイテク・センシング・クラスター

⁴自然計測応用研究センター人間計測制御研究部門

1. 緒言

社会の高齢化に伴い、循環器系疾患は年々増加することが予想されており、その早期発見及び疾患予防は極めて重要であり、定期的あるいは継続的な循環機能検査が必要である。循環機能を評価するパラメータとして、心拍出量、動・静脈圧、心房圧、末梢循環抵抗、心拍数など種々のものがあげられるが、これらの中で心拍出量（心臓の拍動によって1分間に駆出される血液量）は、心臓の動的機能を把握できるパラメータとして非常に有用である。今日、心拍出量を計測する方法は種々考案されており、熱希釈法、CO₂再呼吸法、超音波ドップラ法などがあるが、カテーテルを用いた侵襲的な検査方法である熱希釈法が一般的に行われている。被検者への身体的負担を考えると非侵襲的な計測が強く望まれており、電気的インピーダンス法による心拍出量計測法は、非侵襲的な計測法の中で最も簡便で連続計測可能な方法である。しかし、テープ電極を頸部及び上腹部に一周させて、装着することの煩わしさや不快感、胸部電気的モデル化に起因する絶対値計測の精度不足などの問題を抱えており、これらの問題を解決するためにテープ電極から簡便なスポット電極への置換が望まれている。

そこで本研究では、胸郭体表面の電流分布計測及び有限要素法による生体モデルの電流分布解析により、電気的インピーダンス法におけるスポット電極を用いた最適電極配置の検討を行った。さらに、決定した電極配置を用いた本法と色素希釈法との同時比較実験による精度評価を行った。

2. 電気的インピーダンス法計測原理

電気的インピーダンス法は、生体組織に通電したときの電流及び電圧から生体情報を得る方法である。血液の比抵抗が他の組織のそれよりかなり小さいため、心拍動に伴う血液の流入、流出により体表面のインピーダンスが変化することを利用し、血液量変化を間接的に求める方法である。電気的インピーダンス法によって心拍出量を求めるには、胸部の電気的モデル化が必要であり、通常胸郭を縦方向に貫く大動脈と周辺組織からなる長さLの円筒において、円筒内部の電流分布が均一であると仮定したNyboerの胸部円筒モデルが用いられる。

血液比抵抗を ρ_b 、血液流入前の胸部インピーダンスを Z_0 、血液流入前後のインピーダンス変化を ΔZ とするとき、心臓の血液駆出に伴う大動脈内の容積変化 ΔV は(1)式のように表せる。

$$\Delta V = -\rho_b(L/Z_0)^2 \Delta Z \quad (1)$$

ここでKubicekらは、心室血液駆出初期相では大動脈内では血液が流入するのみで流出がないと仮定し、心室駆出期間(T_s)中の立ち下がり勾配($dZ/dt|_{min}$)で ΔZ が変化すると考え、(2)式のように一回拍出量(SV)算出式を導出した。

$$SV = -\rho_b(L/Z_0)^2 dZ/dt|_{min} \cdot T_s \quad (2)$$

また、心拍出量(CO)は、(3)式のように一回拍出量に心拍数(HR)を乗じることにより求められる。

3. 胸部電流分布計測による電極配置の検討

Nyboer の胸部円筒モデルが電気的に成立する条件は、(a)電流を通電した時に胸部の電流分布が均一となること、(b)血液駆出に伴う電流分布が均一となることである。そこで、胸部体表面の電流分布を計測し、それに基づき胸部円筒モデルが適用可能な電極配置を検討した。

3.1 計測システム 一般的に電流分布を可視化するのは困難であるため、電流と電位が直交することを利用し、また電流が一定であれば等電位線と等インピーダンス線が等しくなることから、本研究ではインピーダンス分布を計測することにより電流分布を推定した。図 1 に計測システムの概要を示す。被験者の胸部正中線近傍正面及び背面に各 18 個、 6×3 のマトリックス状に鎖骨-剣状突起間に等間隔に検出電極を配置し、任意の電極配置にて高周波微小定電流($50\text{kHz}, 2\text{mA}_{\text{rms}}$)を通電することにより、不関電極と各検出電極間に生じる電位差の直流成分(Z_0)、脈動成分(ΔZ)、心電図(ECG)を A/D 変換器を介し、パーソナルコンピュータに取り込んだ。取り込まれた信号より各電極間の数値をスプライン補間し、 Z_0 等分布図(Z_0 -map)および ΔZ 等分布図(ΔZ -map)を作成し、胸部の等電位分布を求めた。

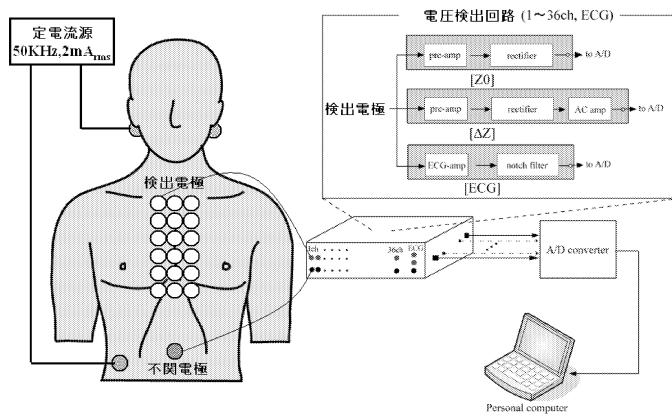


図 1 計測システムの概要

3.2 実験方法 電極形状を含めて通電電極を様々な位置に移動させながら Z_0 -map を作成して、通電電極配置の検討を行った。また、 ΔZ -map については、 ΔZ 計測時に同時に取り込んだ心電図の P 波出現点を基準として ΔZ の時系列変化を描画することで、心臓からの血液駆出に伴う胸部のインピーダンス変化を観察し、検出電極配置の検討を行った。さらに、健常成人男性 7 名を被験者として、正面及び背面の正中線上に検出電極を各 11 個（鎖骨中央-剣状突起間に 6 個、鎖骨上部に 2 個、剣状突起下部に 3 個）を等間隔に配置し、不関電極を額または左膝に配置し、心臓からの血液駆出に伴うインピーダンス変化を正中線上で計測を行い、円筒モデルが成立する大動脈の血液量変化を反映すると思われる位置を同定することで、検出電極配置の検討を行った（図 2）。

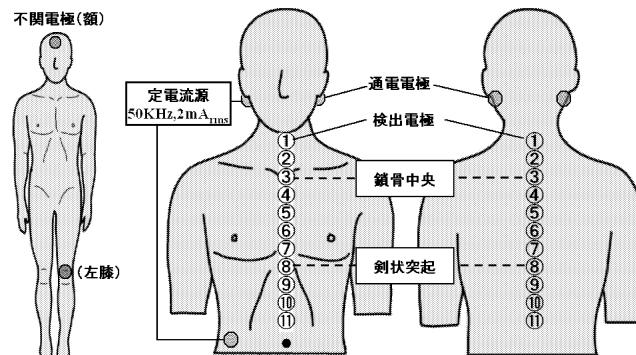


図 2 実験電極配置

3.3 実験結果及び考察 耳の後ろと下腹部（腰骨付近）に通電電極を配置することにより、胸部正中線近傍において一様な電流分布を示す Z_0 -map が得られた（図 3）。 ΔZ -map においても血液駆出期に比較的一様な電流分布が得られたが、正面の心臓位置において歪みが生じる結果となった（図 4）。一方、正中線上のインピーダンス変化計測は、駆出期における ΔZ 値の最小値を -1 として規格化した ΔZ_{peak} 値を縦軸、検出電極の位置を横軸に取り、正中線上のどの位置から大動脈の血液量変化が主に検出され始めるのか検討を行った（図 5）。その結果、正面では心臓位置において心臓内の血液量変化の影響と考えられる傾きの逆転が見られたが、背面では一様な変化を示し、その様な現象は見られなかった。また、正面と背面の ΔZ 値は、鎖骨中央と剣状突起の 2 箇所でほぼ同じ値となったことから、正面と背面の鎖骨中央 - 剣状突起間で各々心拍出量を計算し、両者の比を求めたところ、 $mean \pm S. D. = 1.07 \pm 0.08$ ($n=7$) となり、正面と背面でほぼ同じ値となることが確認された。

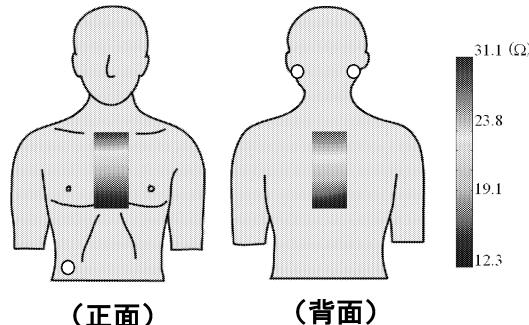


図 3 Z_0 -map (耳後ろー右下腹部)

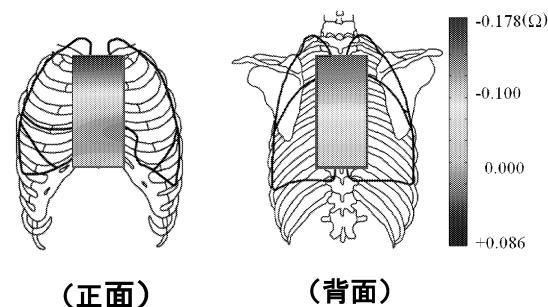


図 4 ΔZ -map (駆出期)

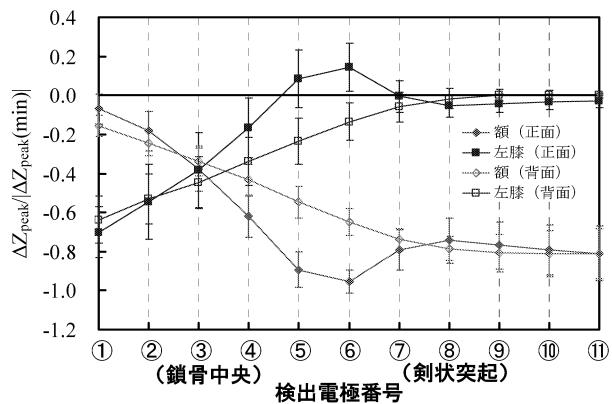


図 5 規格化した ΔZ ピーク値と検出電極位置の関係

4. 有限要素法による生体モデル解析

4.1 解析方法 心臓位置で、図5に示すグラフの傾きが逆転する要因を解析するために、心臓（心房・心室）、肺、周辺組織からなる三次元生体モデル（図6）を作成し、ANSYS10.0を用いて有限要素法による解析を行った。血液駆出に伴うインピーダンス変化のシミュレーション方法は、心臓の血液駆出に伴う動脈内、心臓（心室・心房）内の血液量変化をモデルの動脈及び心臓（心室・心房）の電気抵抗率を変化させることにより模擬し、血液駆出に伴うインピーダンス変化（ ΔZ_{peak} ）を求めた。なお、モデルに与えた電気抵抗率を表1に示す。

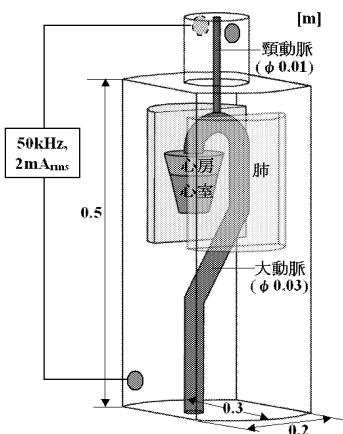


表1 モデルに与えた電気抵抗率

組織	電気抵抗率($\Omega \cdot m$)	
	血液駆出前	血液駆出後
①動脈	4.60	1.50
②心臓（心房）	4.50	1.50
③心臓（心室）	1.50	4.50
④肺	13.25	13.25
⑤周辺組織	4.60	4.60

図6 解析に用いた生体モデルの概要

4.2 解析結果及び考察 生体モデルの解析で得られた正中線上の ΔZ_{peak} を図7に示す。実測値と同様に正面の心臓位置で傾きの逆転が現れ、背面では現れず、鎖骨中央及び剣状突起で正面と背面の値が重なるという実測値と同様の結果が得られた（図7-a）。また、心臓内の血液量変化による影響を確認するため、心臓の電気抵抗率のみを変化させたところ、心臓位置で凸状に大きく変化し、心臓位置での傾きの逆転は心臓内の血液量変化の影響であることが確認された（図7-b）。また、鎖骨中央及び剣状突起では、正面においても心臓から距離が離れていることにより、心房・心室内の血液量変化の影響が打ち消しあい、心臓内の血液量変化の影響をほとんど受けないことが分かった。したがって、検出電極配置として、鎖骨中央と剣状突起とするのが最適であると示唆された。

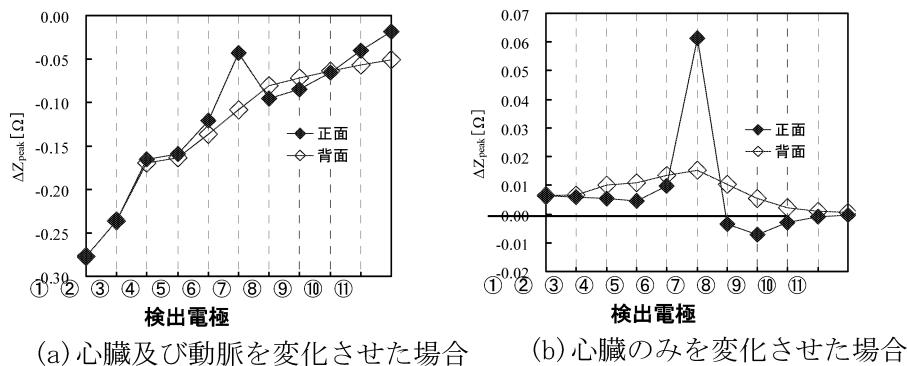


図7 生体モデルの解析結果

5. 色素希釈法との比較による精度評価実験

5.1 実験方法 侵襲的な心拍出量計測法の中でも比較的精度が良いとされる色素希釈法（DDG アナライザ）と決定した電極配置を用いた電気的インピーダンス法（通電電極：耳後ろ一右下腹部、検出電極：鎖骨中央一剣状突起）との同時計測による精度評価を行った。健常成人男性 9 名（22-43 歳）を被験者に、仰臥位においてエルゴメータによる運動負荷時（25W、50W）及び負荷前後の安静時で計測し、比較を行った。

5.2 実験結果及び考察 本法と色素希釈法の比較評価を行う方法として、誤差の含まれる二つの計測法を比較する際に用いられる passing-bablok 法による回帰分析、二つの測定法比較のための統計的手法である Bland-Altman 法を用いた。その結果、良い正の相関が得られ、比例誤差及び統計誤差も見られなかった（図 8）、また運動負荷により心拍出量を変化させた時の追従も良好であった。したがって本法による心拍出量計測は、色素希釈法と同等の計測精度を有していると示唆された。

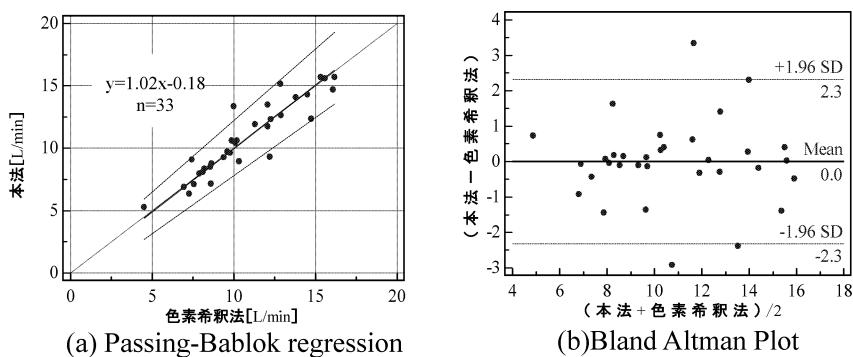


図 8 本法と色素希釈法の比較結果

6. 結言

- (1) 耳の後ろ及び腰骨付近の右下腹部に通電電極を配置することにより、胸部正中線近傍において円筒モデルが適応可能と思われる一様な電流分布を示す Z_0 -map が得られた。
- (2) 胸部正中線上のインピーダンス変化の計測及び、有限要素法を用いた生体モデル解析により、検出電極を鎖骨中央と剣状突起に配置することで、心臓内の血液量変化の影響をほとんど受けず、大動脈の血液量変化のみを計測できることが示唆された。
- (3) 決定した最適スポット電極配置を用いた電気的インピーダンス法による心拍出量計測において、相対的变化の追従だけでなく、良好な絶対値計測が可能であることが示唆された。

自己血糖計測のための静脈血自動採取システムの開発

西川佳宏¹、辻 芳幸²、野川雅道¹、田中志信³、山越憲一¹

¹金沢大学大学院自然科学研究科

²金沢大学工学部人間・機械工学科

³自然計測応用研究センタ－人間計測制御研究部門

1. 緒言

近年、生活習慣病の一つである糖尿病は、食生活の欧米化等により増加の一途を辿っている。平成14年度厚生労働省「糖尿病実態調査」によれば、糖尿病が強く疑われる人及びその可能性を否定できない人を合わせると約1,620万人であると報告されている。

糖尿病はインスリン作用の不足による慢性の高血糖状態を主徴とする疾患である。その指標となる血糖値は一日のうちで大きく変動するため、治療には日々数回のモニタリングが不可欠である。最近では自宅で血糖値をモニタするためのいわゆる「自己血糖計測器」が市販され、広く利用されるようになってきた。

しかし市販装置の多くが指尖部の小切開により血液を採取し血糖値計測するものであり、血液採取が容易である反面、指尖には痛点が多く存在するため痛みが伴う。また得られる血液は主として毛細血管の血液を主に組織液、静脈血、動脈血が混じる可能性があり、基準となる静脈血糖値より高めに出るなど難点も多い。そこで本研究ではこれらの問題を解決すべく、痛みが少なく前腕部静脈血を簡便に採取し自己血糖計測可能なシステムを試作しその性能評価を行った。

2. 静脈血自動採取システム概要

図1に静脈血自動採取システム概要を示す。本システムは、1)血管探査機構及び穿刺機構から成る静脈採血部、2)陰圧制御部、3)血糖値計測部の3つの部分から構成されている。

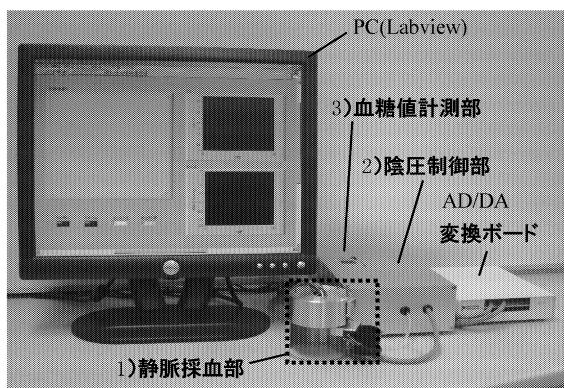


図1 静脈血自動採取システム概要

図2に静脈採血部概要を示す。血管探査機構は同図a,bに示す様にCCDカメラ(MK-0343E, 秋月電子通商)及び近赤外光LED(波長: 830nm, LL830-66-60, epitex)から構成されている。血管探査時、穿刺機構は同図aのようにカメラの視野外にあり、血管位置確認後、軸を中心に移動しカメラ中央と採血針が一致した位置で固定されヘリコイド機構にて血管部まで移動し採血が開始される。

同図cは減圧式穿刺機構の構造概要を示したもので、ハウジング中央には31G針が固定されており内部を陰圧制御部により減圧し（最大-250mmHg）、相対的に皮膚を持ち上げ穿刺する。採血針の選定及び減圧式穿刺機構の有用性に際しては次章に示す予備実験を行い、最適な採血針の決定及び同機構の有用性について確認した。

陰圧制御部は小型陰圧ポンプ（RTS27A04、応研精工）、電磁弁（VSONC-6S11VCF8、pneutronics）、制御回路から構成されており、測定開始の信号をトリガーとして徐々に減圧を行う。後述の方法により採血針が血管内に刺入されたことが確認されると、吸引圧は一定に保たれ、この間に血液は静脈圧及び毛細管現象により穿刺機構上部に取り付けられた血糖値計測用チップに流入し血液が吸い込まれ、採血が完了するまでの間吸引圧を一定に保つ。

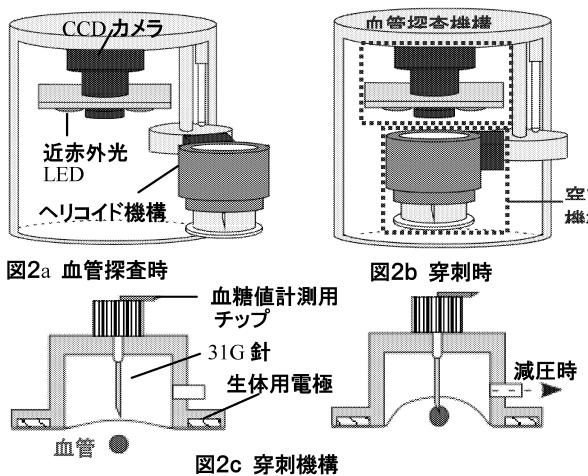


図2 静脈採血部概要

血糖値計測部は市販血糖値計測器（デキスターZII、バイエル・メディカル）のセンサ部を利用したもので、計測原理はブドウ糖酸化酵素とフェリシアン化カリウムによる反応を利用した酵素電極法で、計測結果がディスプレイに表示されるようになっている。

3. システム各要素の検討

3. 1 採血針の選定 まず採血針の内径を決定するために、本研究で使用する血糖値計測器の必要採血量（ $3\mu\text{l}$ ）を静脈圧程度（約10mmHg）の圧力差を用いて5秒程度で採取可能とするという条件のもと、*in vitro*試験下において流量試験を行った。その結果、内径 $130\mu\text{m}$ の31G針を用いればよいことが判明した。また *in vivo*試験下においても静脈圧のみを圧力源として約 $3\mu\text{l}$ の血液が5秒程度で採取可能であることが確認された。

次に、この針の「痛み」を評価するため31G針（外径 $250\mu\text{m}$ 、内径 $130\mu\text{m}$ ）と一般採血針22G（外径 $710\mu\text{m}$ 、内径 $500\mu\text{m}$ ）とポール（中実で先端を丸めたもの、外径 $710\mu\text{m}$ ）の3種類をVAS（Visual Analogue Scale）を用いて評価試験を行った。図3の評価試験結果（被験者30名のmean+S.D.）に示すとおり、31G針と22G針において統計的な有意差（ $p<0.01$ 、Wilcoxon's signed-rank test）が認められたことから、本研究で使用する針が一般に使用される採血針よりも痛みが少ないことが示された。

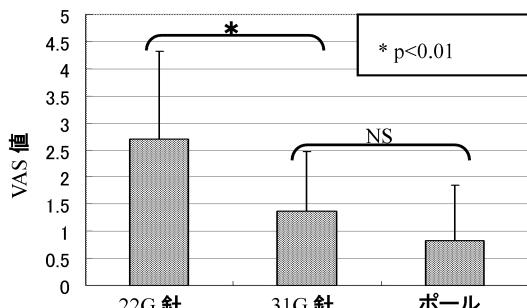


図3 痛みの評価試験結果

3. 2 血管探査機構 本システムは前腕部静脈を採血部位としており、これを被験者自身が探す必要がある。糖尿病患者においては合併症による弱視が非常に多いとされ、肥満による組織の肥厚等、目視によって静脈を探すこと困難が予想される。そこで静脈探査を補助する目的から、CCDカメラと組織透過性の良い近赤外光LEDを使用し、血管位置を確認するシステムを試作した。図4はこのシステムより得られた画像の一例で、健常成人男性前腕部の近赤外光照射前後のCCDカメラ画像である。近赤外光を照射後の画像より血管が画像中央にあることが見て取れるが、照射前の画像においては血管を見て取ることができない。よって本システムを使用することにより目視では確認できない血管が視認可能となることが確認された。

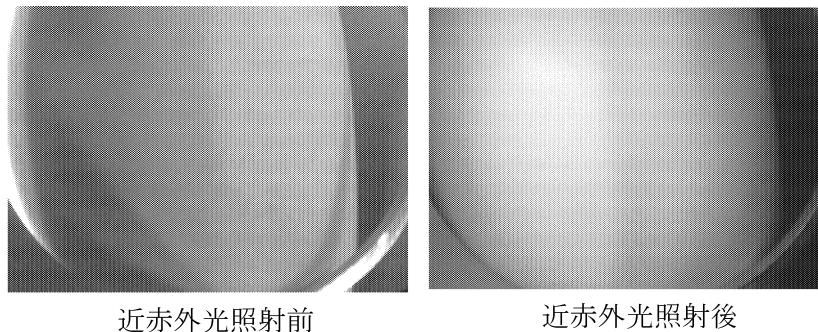


図4 血管探査画像一例

3. 3 減圧式穿刺機構 本システムのコンセプトは簡便に前腕部静脈血を採取することである。このコンセプトを具現化するために穿刺には、採血部の固定と穿刺を同時に実行し、操作が簡便である減圧式穿刺機構を用いた。

同機構を採用するにあたり、以下3点（1）減圧に伴い皮膚と共に静脈が上昇しているのか、（2）減圧に伴い静脈が潰れることはないのか、（3）現在用いている31G針の有効長（5mm）において血管内刺入可能であるのか、についての検討を行うため、超音波診断装置を用いて減圧時における皮下静脈状態観察実験を行った。実験システム概要を図5に示す。システムは前述した電磁弁、小型陰圧ポンプ、吸引部及び超音波診断装置（PowerVision7000 SSA-380A、東芝メディカル）から構成されている。実験は

健常成人 6 名（男性：4 名 女性：2 名、年齢：21～48 才）を対象として 0～-250mmHg まで-50mmHg ステップで減圧していった際の皮下静脈の状態観察を行った。図 6 に超音波画像一例を示す。同図中 d1 は吸引部底面から血管前壁までの距離、d2 は吸引部底面から血管後壁までの距離を示す。

図 7（実験結果）は全被験者において d1、d2 を求めグラフにまとめ、グラフ上に実際に用いる穿刺機構の断面図を重ね合わせたものである。同図上の斜線部は 31G 針のテーパーカット部を示す。d1、d2 曲線に囲まれた部分は血管径を表し、その部分と斜線部が重なっている部分において採血針先端部が血管内に留まり採血可能と考えられる。

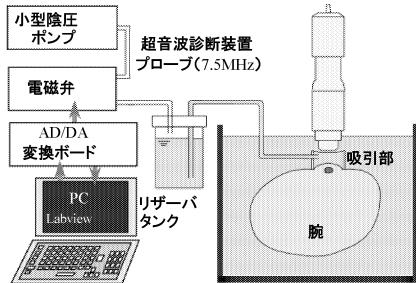


図 5 実験システム概要

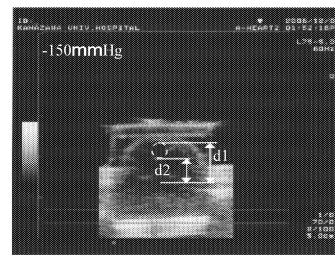


図 6 超音波画像一例

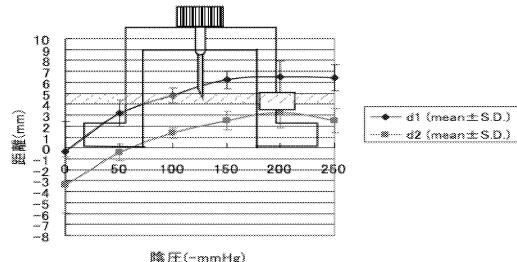


図 7 皮下静脈状態観察実験結果

以上の結果より、本減圧システムにより静脈が潰れることなく、皮膚と共に上昇すること及び現在用いている 31G 針において針の有効長が不足することなく血管内刺入可能であることがわかり、減圧式穿刺機構の有用性が確認された。

3. 4 血管内刺入確認システム 針先が血管内に刺入したことを確認する指標として、人体各組織における導電率の違い（表 1 参照）に着目し、電気的インピーダンス法を応用した血管内刺入確認システムの構築を行った。これは採血針 31G・生体用電極（G250A、日本光電）を 2 電極とし、高周波定電流（50kHz, 2mA_{rms}）を通電電流とし刺入時における組織電気インピーダンス変化を計測するものである。減圧式穿刺機構と電気的インピーダンス法を用いた血管内刺入確認システムの概要を図 8 に示す。

減圧式穿刺機構、電気的インピーダンス法を用いた血管内刺入確認システムを用いた採血成功時の波形変化を図 9 に示す。図 9 より 2 度の大きなインピーダンスの低下が読み取れる。最初の変化は皮膚穿刺とこれに引き続く皮下組織刺入によるものであり、2 度目の変化は血管前壁穿刺と血管内刺入に伴う変化と考えられる。これらの波形変化が得られた後に吸引圧を一定に保つことにより採血針末端からの血液流出を視認して、採血成功を確認している。

表1 人体各組織導電率 (10kHz)

	導電率(mS/cm)	抵抗率(kΩcm)
皮膚	0.2	5.0
脂肪	0.20~0.67	1.49~5.0
筋肉	4.1	0.243
血管	0.34	2.949
血液	6.2	0.135~0.161

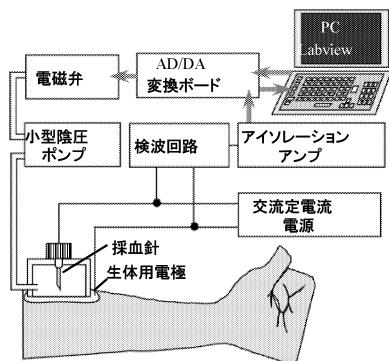


図8 システム概要

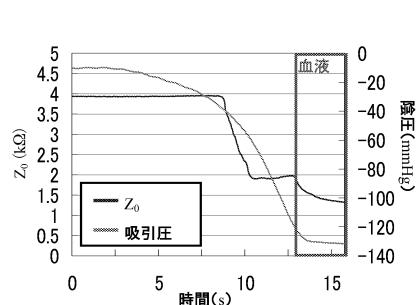


図9 採血時の波形変化

4. システム性能評価

健常成人5名（男性：5名，年齢：22～25才）を対象として、試作システムによる静脈採血及び血糖値計測を試みた。対象血管は比較的細く通常の静脈採血ではほとんど対象とならない前腕正中皮静脈とした。その結果(1)近赤外光を用いることにより目視困難な血管も確認できること、(2)刺入位置決定後は陰圧により採血部が固定され安定した穿刺が可能であること、(3)針先と吸引部底面に設置した電極間における組織電気インピーダンスの変化から血管内刺入及び血液採取が可能であること、(4)採取した血液より血糖値計測が可能であることが確認された。

5. 結言

本研究で開発した静脈血自動採取システムにより痛みが少なく簡便に静脈血採取が可能であることが示され、自己血糖計測用システムとしての有用性が確認された。

ノイズ振動刺激に対する骨形成反応に関する研究

岡田 敬史¹、近藤香菜子²、山越憲一¹、田中茂雄³

¹金沢大学大学院自然科学研究科

²金沢大学工学部人間・機械工学科

³自然計測応用研究センタ－人間計測制御研究部門

1. 緒言

骨粗鬆症による骨量減少は高齢社会の現代において解決すべき重要課題の一つである。骨粗鬆症は現在のところ発病後の有効な治療法が無く、予防が必須な疾患である。一方、運動による骨への力学刺激は副作用無しに骨形成反応を促進することから骨粗鬆症予防法として推奨されている。ノイズ振動刺激は、確率共振現象により骨の力学刺激への応答性を高めることが確認されている¹⁾。我々はノイズ振動を骨へ力学刺激として与える方法として電気的筋収縮の利用に着目した。本法では電気刺激が起こす筋収縮により骨をひずませ、力学的に刺激する。これにより、運動が困難である高齢骨粗鬆症患者や安静骨折患者においても、力学刺激による骨形成促進が可能となる。また、筋力の増強による転倒防止効果も期待でき、骨折リスク低減に貢献できると考えられる。本研究では、ラットを用いて後肢懸垂により生じる骨密度、筋量減少が電気的筋収縮を利用したノイズ振動刺激により効果的に抑制されるかどうかを調べ、得られた結果から本法の有効性を検討した。

2. 実験方法

2. 1 後肢懸垂ラット

本実験動物モデルでは、後肢への力学的負荷が取り除かれ、骨密度および筋量の減少が生じる。このため同モデルは、主に長期ベッド療養や宇宙飛行での無負荷環境が生体へ与える影響を調べるために用いられている。本研究で行ったラットの後肢懸垂のようすを図1に示す。上方に固定した金網から胴体部および尾部を吊り下げるにより後肢の懸垂を行う。なお、前肢を接地させることで餌、水は自由に摂取できるようにした。

2. 2 電気的筋収縮制御システム

図2に本研究で作製・使用した電気的筋収縮システムの概略を示す。Visual Basicにより作成したプログラムによりコンピュータからラット左大腿四頭筋へ約10mm間隔で刺入した針電極（テルモ26G針を使用、図1）へ電圧信号を送る。この波形に基づいて筋肉が収縮し、それにより生じた骨ひずみが力学刺激として骨形成を促進する。本システムではラットを直列に接続することで等しい電流値で複数のラットを同時刺激できるようにした。なお、ラットの数や個体差、または電極位置のわずかな違いにより回路のインピーダンスに違いが生じる。そこで、インピーダンスが異なっても大腿四頭筋へ目標電流値が流れるように、同回路内に直列に繋がれた抵抗を流れる電流値を測定し、それが目標値となるように与える電圧をフィードバック制御した。



Fig.1 A hindlimb suspended rat with needle-type electrodes inserted into the anterior muscles of left tight.

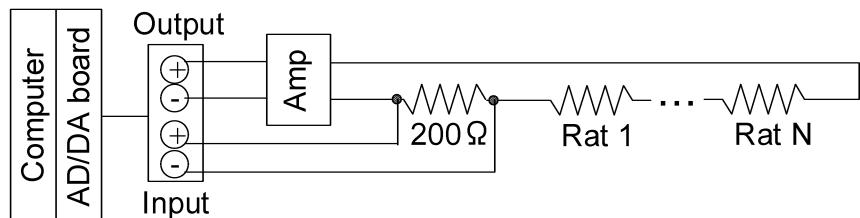


Fig.2 Electrical muscle stimulation system. Rat anterior tight muscles were connected in a series, and current was feedback-controlled to be 1.0 mA using the voltage value measured at a 200Ω resistance.

2. 3 大腿骨ひずみの計測

後肢懸垂ラットの左大腿四頭筋へ電気刺激を与えた際に生じる大腿骨ひずみの計測を行った。実験には、ネンブタール麻酔した SD ラット（雌、12 週齢、体重 213 g）を用いた。骨ひずみは、左足大腿骨骨幹中央部前方表面に貼り付けた箔ひずみゲージ（KYOWA，gage length 0.2 mm）により検出した。ひずみ信号は、ひずみアンプ（KEYENCE，NR-ST04）を介して 1 kHz のサンプリング速度でコンピュータへ転送した。このように計測された 16 秒間のデータに対し解析を行った。電気刺激波形として、(1) パルス変調した 1 Hz の正弦波（パルス幅 $521\mu\text{sec}$ 、デューティー比 50%），(2) 準ホワイトノイズ，(3) 正弦波と準ホワイトノイズを重ねあわせたものを用いた（図 3）。(1) の波形は、歩行時の筋収縮運動を模擬するためのものであり、(3) は、確率共振現象の効果が期待できることから採用した。なお、それぞれのピーク電流値は $\pm 1.0\text{ mA}$ とした。

2. 4 後肢懸垂ラットへの電気刺激実験

実験では SD ラット 37 匹（雌、11～12 週齢、体重 $217 \pm 12\text{ g}$ ）を用いた。電気刺激波形は、前述のひずみ計測で用いたものと同じものである（(1) を Sine 群、(2) を Noise 群、(3) を Sine+Noise 群とした）。三つの刺激群の他に、ケージ内で飼育した Control 群と後肢懸垂のみを行った Sham control 群

を設けた。電気刺激は、1日30分間とし、4週間連続で与えた。刺激実験終了後、左右の大腿骨および大腿四頭筋を摘出し、骨密度、筋量を各群間で比較した（各群：n=5～12）。骨密度評価では、摘出大腿骨を単純X線撮影し、得られたX線像の平均輝度をPhotoshopにより算出し、それを同時撮影したアルミニウム製ファントムのスケール値へ変換した値を評価パラメタとして用いた。筋量の評価は、電子天秤を用いた重量計測より行った。得られたデータに対し、分散分析による有意差検定を行い、有意な場合はDunnett法によりControl群に対する違いを各群で調べた。なお、検定の有意水準は5%とし、統計解析にはKaleidaGraph(HULINKS)を使用した。

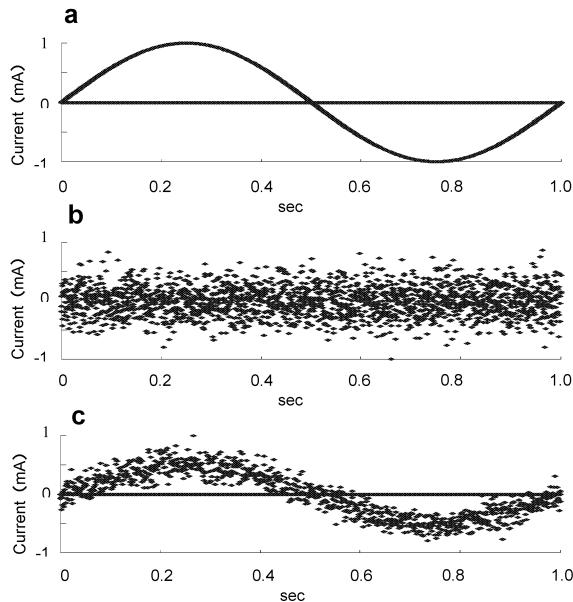


Fig.3 Waveforms of electrical stimulation to left anterior tight muscles with an amplitude of 1.0 mA. (a) Pulse-modulated sine at 1Hz, (b) Quasi-white noise, (c) Sine + Noise ((a) combined with (b)).

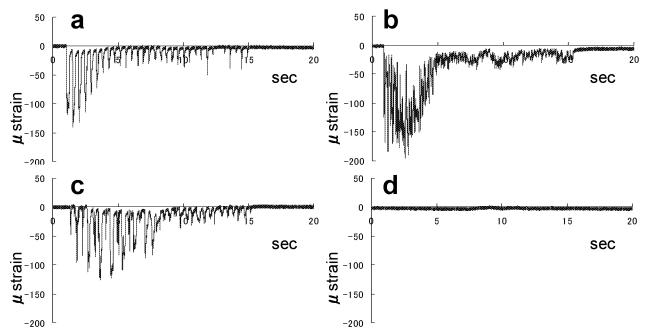


Fig.4 Strain waveforms on the anterior surface of femoral mid-shaft induced by electrically-controlled muscle contraction. (a) Pulse-modulated sine at 1 Hz, (b) Quasi-white noise, (c) Sine + Noise ((a) combined with (b)), (d) non stimulated (sham control).

3. 実験結果及び考察

3. 1 大腿骨ひずみ計測

骨ひずみ計測結果を図4に示す。大腿四頭筋を電気刺激し、筋収縮させることにより、大腿骨前方表面には圧縮ひずみのみが生じた。これは大腿四頭筋の収縮により大腿骨に前方向の曲げが生じたためからだと考えられる。いずれの電気刺激波形に対しても刺激開始から5～8秒間は100～200 μ strain程度のピークひずみが観察されたが、その後、ひずみ値は、約4分の1に低下した。これは、筋疲労による収縮力の低下が原因と考えられる。

3. 2 後肢懸垂ラットへの電気刺激実験

図5は各群における大腿四頭筋の重量を示したものである。Control群に比べSham control群は、筋重量が約34%低く、後肢懸垂による筋量の有意な減少が確認できた($p<0.001$)。またどの刺激群においても、電気刺激を与えていない右側の大腿四頭筋では同様に有意に筋重量が減少していた(図5a)。一

方、電気刺激を与えた左側においても Control 群より筋重量が小さいものの、Sham control 群よりは平均値が高く、Sine 群を除いて Control 群との有意差は確認されなかつた（図 5b）。図 6 は、各群における骨密度をファントムスケール値で示したものである。Sham control 群は Control 群に比ベスケール値が約 7.7% 低く、後肢懸垂による有意な骨密度の減少が確認できた ($p < 0.05$)。どの刺激群においても、刺激を与えていない右側ではスケール値の減少が起こつた（図 6a）。なお Sine+Noise 群では Control 群との有意差は確認できなかつた。一方、電気刺激を与えた左側においてもスケール値の減少は起こるもの Control 群との有意差は無かつた（図 6b）。特に Sine+Noise 群が最も Control 群との差が小さかつた。

以上の結果は、電気的筋収縮を利用した骨の力学刺激は後肢懸垂により生じる骨密度、筋肉減少を抑制する効果があることを示している。特に、単純な正弦波刺激よりもノイズ振動を含む刺激の方がより効果的であると考えられた。しかしながら、最も効果的に骨形成を促進する刺激条件の決定には電気刺激時の筋疲労やノイズ振動の確率共振現象への関与についてのさらなる調査が必要である。

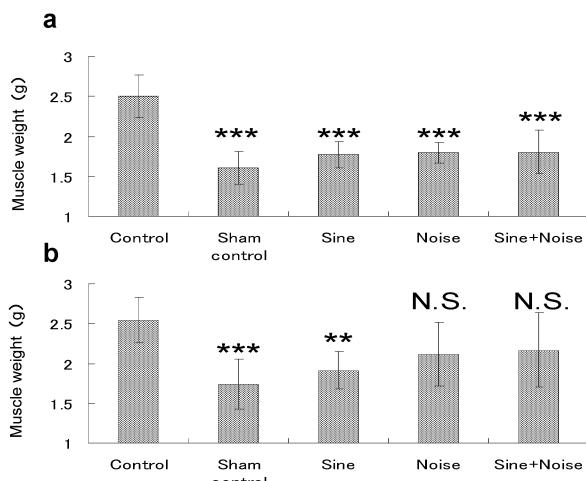


Fig.5 Effect of electrical muscle stimulation on the weight of quadriceps femoris. (a) Non-stimulated right muscles. (b) Stimulated left muscles. Symbols: ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, N.S. no significant difference, versus control.

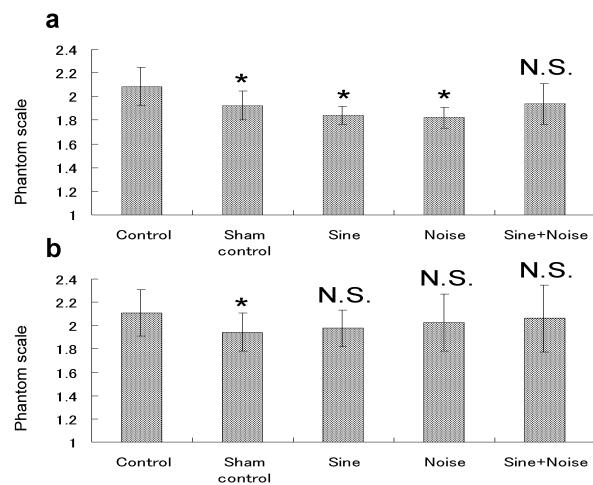


Fig.6 Effect of electrical muscle stimulation on femoral bone density. (a) Non-stimulated right femur. (b) Stimulated left femur. Symbols: * $p < 0.05$, N.S. no significant difference, versus control.

4. 結言

本研究では、電気的筋収縮制御により後肢懸垂ラットにおいて生じる大腿骨密度および大腿四頭筋量の減少が抑制されることを確認した。また、通常の正弦波刺激よりもノイズ振動刺激またはノイズ振動と正弦波を組み合わせた刺激の方がより高い抑制効果を持つと考えられた。

参考文献

- Tanaka, S. M., et al.: FASEB Journal, Vol. 17, No. 2, pp. 313–314, 2003.

謝辞

本研究は、平成 18 年度学長戦略経費（若手の萌芽的研究）により行われた。

近赤外光を用いた培養骨芽細胞の石灰化モニタリングシステムの開発

垣尾 雅文¹、山越憲一²、田中茂雄³

¹金沢大学工学部人間・機械工学科

²金沢大学大学院自然科学研究科

³自然計測応用研究センタ－人間計測制御研究部門

1. 緒言

近年、再生医工学やティッシュ・エンジニアリングと呼ばれる技術により、患者から採取した細胞を培養し、組織を再生して患者へと移植する試みが注目されている。この技術を骨に応用した場合、従来の人工生体材料の抱える生体適合性や力学的適合性といった諸問題を克服できる可能性があるが、現状では培養下において十分な石灰化度の再生骨を得ることは難しい。そこで我々は、培養再生骨の石灰化度に応じて刺激間隔を制御することで石灰化を促進させる培養システムの構築を試みている。本研究では、試作した石灰化度モニタリングシステムの有効性についてコラーゲンスポンジ担体に三次元培養したラット幹細胞由來の骨芽細胞を用いて検討した。

2. 近赤外光を用いた石灰化度評価

本研究では、石灰化度検出手法として近赤外光を利用した強度分解法を用いた。強度分解法では、測定試料に対して近赤外用の LED とフォトダイオード (PD) を並べて設置する (図 1a)。LED から照射された入射光は試料内で反射・散乱し、その光を PD で検出する。入射光強度 I_0 を増加させたときの反射・散乱光強度 I を検出し、 $I_0 - I$ 曲線を求める (図 1b)。

I と I_0 の関係は次式のランバートベールの法則で表すことができる。

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu_t \cdot L(I_0)} \quad \dots \quad (1)$$

この式中の μ_t は測定試料の反射における減衰係数、 L は代表光路長である。再生骨の石灰化度が高い場合は減衰係数が小さいため、 $I_0 - I$ 曲線の傾きは大きくなる。一方、石灰化度が低ければ減衰係数は大きく、 $I_0 - I$ 曲線の傾きは小さくなる。すなわち、 $I_0 - I$ 曲線の傾きを用いて石灰度の評価が可能であると考えられる。

3. 石灰化モニタリングシステム

強度分解法による石灰化度評価の有効性を確認するため、図 2 に示すような石灰化モニタリングシステムを構築した。本システムでは、LED (850 nm, Epitex, L850-35) と PD (Judson, J16-5SP-R03M-SC) を $\phi 35$ mm のペトリディッシュ直下に設置し、ディッシュ内で三次元培養される骨芽細胞の石灰化をモニタリングする。LED の発光はコンピュータ (PC, Dell Inspiron 2200) からの信号により電流制御される。電流値を 0 から 31 mA まで連続的に変化させることで、LED の発光強度を線形に増加させた。PD

からの反射光強度信号は PD 用アンプ（浜松フォトニクス、c9329）により増幅し、16 bit の分解能を持つ AD/DA インターフェース・ボード（National Instruments、DAQ Card-6036E）を介して PC へ転送し、 $I_0 - I$ 曲線を得た。なお、LED の発光制御および PD の検出信号の取得と処理などは Visual Basic で記述したプログラムを PC 上で実行することにより自動的に行われる。

以上のように得られる $I_0 - I$ 曲線の傾きと試料の石灰化度が相関していることを確認するため、次のような石灰度の異なる模擬試料を使った実験を行った。模擬試料として 0.5M の塩化カルシウム水溶液と 0.5M のリン酸水素二ナトリウム水溶液に交互に浸漬することでハイドロキシアパタイト（HA）を沈着させたコラーゲンスポンジ（W 20mm × L 16mm × t 2mm）を用いた⁽¹⁾。

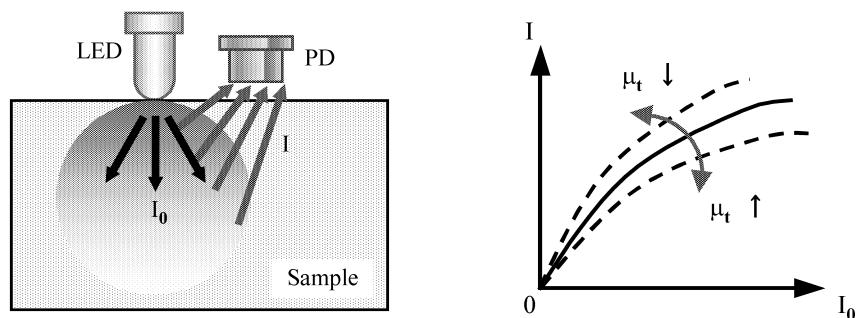


Fig.1 Intensity-resolved photospectroscopy. (a) Measurement setup with a LED and a PD. (b) $I_0 - I$ curve.

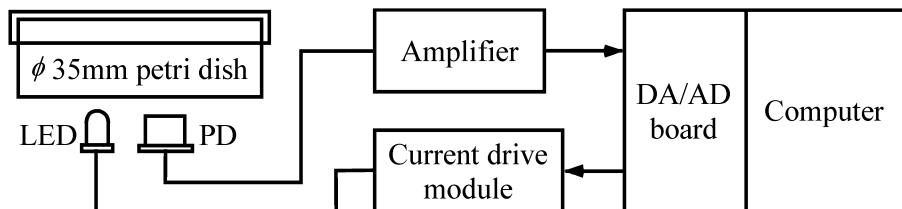


Fig.2 Optical monitoring system of osteoblastic calcification in vitro using near-infrared light.

浸漬回数を 0、1、2、4 回と変えることで異なる石灰化度の試料を作製した。なおここでは、外寸法と乾燥重量より試料密度を算出し、石灰化度の指標とした。試料密度と $I_0 - I$ 曲線の傾きの関係を調べると、良好な正の線形相関が確認でき ($r^2 = 0.896$ 、図 3)、両者の関係は次のような式で表すことができる。

$$\text{Slope} = 0.0074 \times \text{Bulk density} + 0.0599 \quad \dots \quad (2)$$

この式を用いて $I_0 - I$ 曲線の傾きを試料密度へ変換し、石灰化度を評価した。

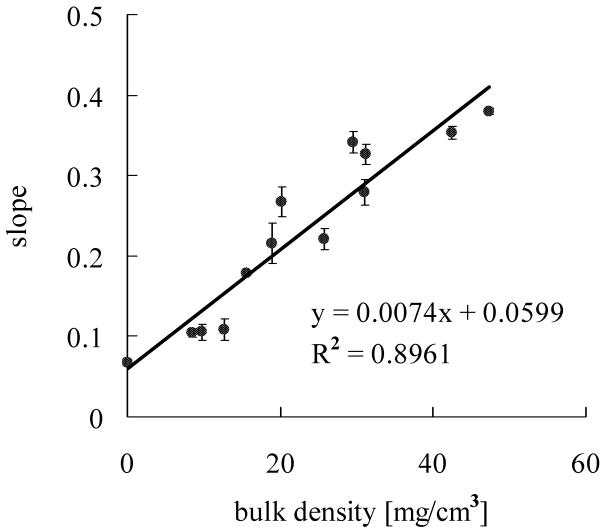


Fig.3 Relationship between sample bulk density and the slope of $I_0 - I$ curve.

4. 培養骨芽細胞の石灰化モニタリング

本システムを用いて、前述のコラーゲンスponジを担体として三次元培養した骨芽細胞の石灰化モニタリング実験を行った。本研究ではラット (SD、メス、12 週齢) の大腿骨から間葉系幹細胞を採取し、それを骨芽細胞に分化・増殖させて実験に用いた。骨芽細胞をスponジ 1 枚当たりに 0.5×10^6 個ずつ播種し、培養 1、3、7、14、21、28、35、42 日目の石灰化度を本システムにより測定した。なお、各測定日での測定サンプル数は 4 とした。さらに、測定を終えたサンプルのうち 2 個は、組織固定後に石灰化度を調べるための確立した染色法である von Kossa 染色を施し、デジタルカメラによる接写撮影を行った。得られた画像の濃淡を Photoshop により 256 階調のグレースケールへ変換し、平均輝度値より石灰化度を評価した。同染色法より評価された石灰化度と本システムより得られた石灰化度値とを比較することでシステムの有効性を検討した。

図 4 は、 $I_0 - I$ 曲線の傾きと (2) 式を用いて算出した試料密度の培養期間における変化を示したものである。播種後 3 日目までは担体密度の増加は検出されなかったものの、その後、培養期間の増加とともに担体密度が増加した。図 5 に培養 1、14、35 日目において von Kossa 染色を施した試料の接写画像を示す。なお、本染色では、石灰化基質の沈着度の増加に伴い茶褐色から黒色へと変化する。同画像から、培養日数の経過に伴い石灰化度が増加していることがわかる。von Kossa 染色された担体の培養日数経過に伴う濃淡変化を示すと図 6 のようになる。担体濃度は、培養開始直後から培養 21 日目まで増加し、それ以降では大きな変化が見られなかった。本システムを用いて $I_0 - I$ 曲線の傾きから求められた担体密度と von Kossa 染色された担体の濃淡の関係を調べると図 7 のようになり、両者は、指數関数的に良好に相関していた ($r^2 = 0.798$)。このことは、本システムにより担体の石灰化度が的確に評価されていることを示していると言える。

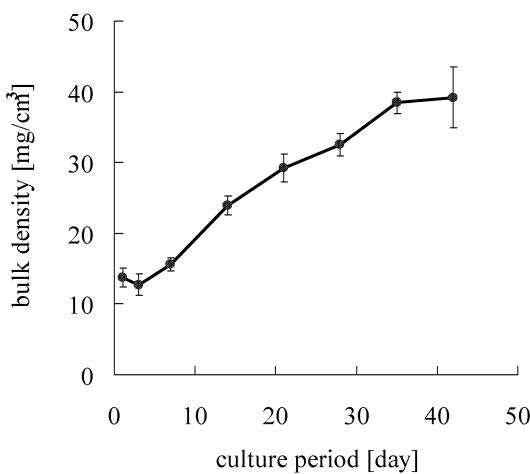


Fig.4 Monitoring of osteoblastic calcification, which is represented by the bulk density of a collagen sponge, by intensity-resolved photospectroscopy.

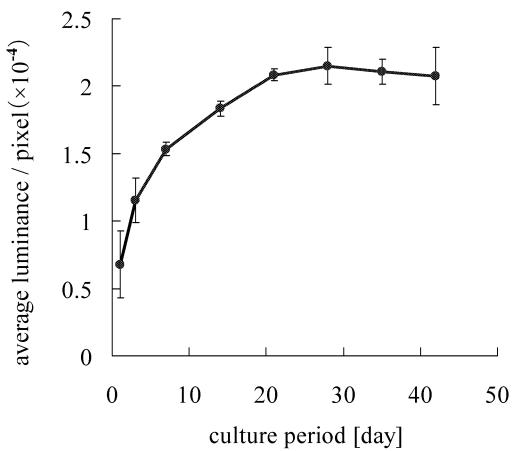


Fig.6 Change in the average luminance of von-Kossa stained collagen sponge with culture period.

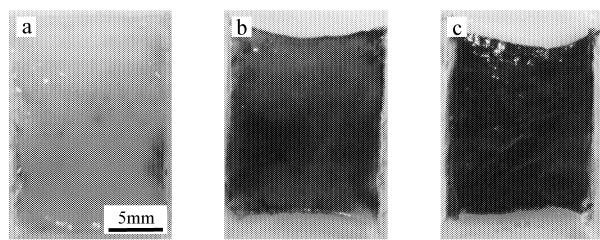


Fig.5 von Kossa stained-collagen sponges with osteoblasts . (a) 1 , (b) 14, (c) 35 days after cell seeding.

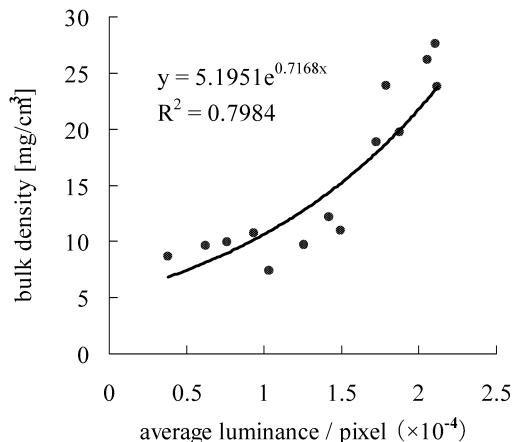


Fig.7 Relation between the bulk density monitored by the intensity-resolved photosectroscopy and the average luminance of von-Kossa stained collagen

5. 結言

本研究では、近赤外光を用いた再生骨石灰化モニタリングシステムを提案・試作し、その有効性をラット幹細胞由来の骨芽細胞とコラーゲンスポンジ担体を用いて確認した。その結果、本システムを用いて培養骨芽細胞の石灰化をモニタリングできることが確認できた。

参考文献

- (1) Tanaka, et al., Calcif Tissue Int, 76(4), pp. 261–271, 2005

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費基盤研究（C）の支援を受け行われた（課題番号：18500343）。

金沢大学自然計測応用研究センタ一年報

編集委員会

井上睦夫・柿川真紀子・木下栄一郎・小林史尚
鈴木信雄・田中茂雄・長谷部徳子

2007年12月15日 印刷

2007年12月20日 発行

編集・発行 金沢大学自然計測応用研究センター
〒920-1192 金沢市角間町
印 刷 所 田中昭文堂印刷株式会社
〒920-0377 金沢市打木町東1448番地

金沢大学
自然計測応用研究センター
<http://k-inet.ee.t.kanazawa-u.ac.jp/>

〈事務局〉

金沢大学角間南地区 事務部総務課 総務第二係
Address 920-1192 金沢市角間町
Tel 076-234-6825, 6826, 6830, 6833
Fax 067-234-6842
E-mail s-somu2@ad.kanazawa-u.ac.jp