

K-INET 平成14年度

ISSN 1348-4648

年報



金沢大学自然計測応用研究センター

Annual Report No.1

Institute of Nature and Environmental Technology

Kanazawa University, 2002

目次

センター設立趣旨.....	1
沿革(成立と経過).....	1
活動報告	
1. センターの活動	
1年間の活動概況.....	2
設立記念シンポジウム.....	2
バイオサイエンス若手シンポジウム.....	5
その他.....	6
2. 組織と運営	
研究組織.....	8
センター委員会構成.....	8
センターの構成.....	8
施設.....	10
3. 研究・運営活動（一年間の活動概況）	
自然計測研究部門.....	12
エコテクノロジー研究部門.....	15
生物多様性研究部門.....	17
人間計測制御研究部門.....	19
4. 研究成果リスト	
自然計測研究部門.....	23
エコテクノロジー部門.....	32
生物多様性研究部門.....	40
人間計測制御部門.....	44
5. 研究費	
自然計測研究部門.....	50
エコテクノロジー部門.....	52
生物多様性研究部門.....	53
人間計測制御部門.....	53
6. 研究指導	
自然環境計測研究部門.....	54
エコテクノロジー部門.....	55
生物多様性研究部門.....	56
人間計測制御部門.....	57
7. その他.....	59
研究報告.....	61
論文.....	107

センター設立趣旨

自然現象と人間活動に惹起された種々の要因により生ずる自然界や人間社会での環境問題の解決は、21世紀の科学技術に課せられた最も大きな課題の一つであるが、本研究センターは、放射能計測及び電磁場応用を切り口とし、ユーラシア東部における気候、環境変動に対して最も敏感である地域性を生かして、生物多様性、バイオセンサ、先端的計測技術によるモニタリングや高解像度分析・未来予測を行い、産業活動と環境保全を調和させたグリーンテクノロジーの開発研究を実施する。

また、基礎研究を得意とする理学的手法と環境保全技術の開発及び産業の創出を視点においた工学的手法を包含した研究を推進し、学術的貢献のみならず、社会的・国際的にも貢献することを目的としている。

金沢大学自然計測応用研究センター長 金岡千嘉男

沿革(成立と経過)

理学部附属植物園設立 (旧城内)
理学部附属能登臨海実験所設立
理学部附属低レベル放射能実験施設設立 (2002.3 迄)
工学部附属電気エネルギー変換実験施設設立 (1992.3 迄)
工学部附属電磁場制御実験施設設立 (2002.3 迄)
理学部附属臨海実験所と名称変更 (2002.3 迄)
理学部附属植物園を角間キャンパスに移転
金沢大学自然計測応用研究センター設立

「自然計測応用研究センター」は、環境放射能動態を主要テーマとする我が国唯一の大学の研究施設である”理学部附属低レベル放射能実験施設”，電磁場の人体影響評価の研究等でユニークな磁気応用研究を展開してきた”工学部附属電磁場制御実験施設”，多様性に富む生物環境を有する能登半島に位置し、研究・教育に実績をあげてきた”理学部附属臨海実験所”，遺伝資源保存活動と植物学的研究とともに研究・教育に成果をあげてきた”理学部附属植物園”の4施設を廃止・転換し、自然計測及び応用に関する研究で業績のある理学部及び工学部教官を新たに加えて設立された学内共同教育研究施設である。

1. センターの活動

1) 1年間の活動概況

月 日	行事
平成14年 4月 1日 (月)	センター開所式 (1) 看板の上掲式 (場所: 理学部玄関前) (2) 祝賀会 (北福利棟)
4月19日 (金) 20日 (土)	臨海実験施設センター見学及び将来構想討論会
5月31日 (金)	植物園及び里山ゾーン見学会
8月 9日 (金)	学長との懇談会 (事務局特別会議室)
8月22日 (木) 23日 (金)	低レベル放射能実験施設及び尾小屋地下測定室見学会
8月24日 (土) 25日 (日)	「いしかわ環境フェア2002」へ出展 (石川県産業展示館)
9月 4日 (水)	学長の臨海実験施設視察
10月15日 (火)	自然計測応用研究センター設立記念シンポジウム 記念式典, シンポジウム (大学会館), 祝賀会 (北福利棟)
11月21日 (木)	バイオサイエンス若手シンポジウム (工学部秀峯会館中会議室)
平成15年 1月21日 (火)	環境分野成果報告会 (インキュベーション施設セミナー室)

2) 設立記念シンポジウム

設立記念シンポジウムは平成14年10月15日に、来賓、学長を含む200名程度と非常に多くの列席者を迎えて挙行了。記念式典、記念講演とシンポジウムを大学会館、懇親会は場所を北部福利棟に移して行われた。

第1部の記念式典では、センター長の開会の辞、学長の挨拶の後、来賓の祝辞、センター教職員の紹介を行った。本センター教官の大部分が参加して提案した「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プログラムに本学として唯一採択された直後でもあったので、センター長の開会の辞では、この点を強調した。

第2部の記念講演およびシンポジウムでは、本学大学院自然科学研究科連携講座教授でもある独立行政法人産業技術総合研究所環境管理研究部門長、指宿堯嗣氏による記念講演「我が国の環境政策と環境技術研究開発の動向～計測の役割と技術開発への期待を中心に～」とシンポジウム「センターの目指すもの」を行った。シンポジウムでは、まず最初に、センター4部門での研究の紹介を各部門長が行い、その後、指宿氏、中村副学長、理・工学部長、センター客員教授をシンポジストとして、センターのあり方、期待することなどについて活発な討論を行った。1部、2部の会場となった大学会

館では、センターおよび各部門をパネルや展示物で紹介した。

自然計測応用研究センター設立記念シンポジウム式次第

第一部 金沢大学自然計測応用研究センター設立記念式典

司会 小村和久

- | | | |
|---------------|-----------|-------|
| 1. 開会の辞 | センター長 | 金岡千嘉男 |
| 2. 学長挨拶 | 金沢大学学長 | 林勇二郎 |
| 3. 来賓祝辞 | 総合地球環境研所長 | 日高敏隆 |
| 4. センタースタッフ紹介 | センター長 | 金岡千嘉男 |
| 5. 閉会の辞 | 副センター長 | 小村和久 |

センター紹介パネル展示

学長挨拶

本日は、御多忙のところ、文部科学省、関係各大学並びに関係諸機関から多数の御来賓の皆様の御出席をいただき、お礼申し上げます。ここに、金沢大学自然計測応用研究センター設立の記念式典を挙行できますことは、金沢大学にとりましては、誠に有り難く光栄なことであります。

金沢大学自然計測応用研究センターは、環境放射能動態を主要テーマとする我が国唯一の大学の研究施設である理学部附属低レベル放射能実験施設、電磁場の人体影響評価の研究等でユニークな磁気応用研究を展開してきた工学部附属電磁場制御実験施設、多様性に富む生物環境を有する能登半島に位置し、研究・教育に実績を挙げてきた理学部附属臨海実験所、遺伝資源保存活動と植物学的研究とともに研究・教育に成果を挙げてきた理学部附属植物園の四施設を廃止・転換し、自然計測及び応用に関する研究で業績のある理学部及び工学部教官を新たに加え、平成14年4月に設立されました。

地球環境問題の本質に対してグローバルな観点から、最新の計測技術や生態学的手法を駆使して系統的・多角的なアプローチを図るとともに、得た成果を環境問題解決に活用することを目的とする自然計測応用研究センターを設立することができましたことは、これもひとえに、本学の発展に御尽力いただきました文部科学省関係各位の御協力並びに石川県、金沢市の関係各位の御支援の賜物と厚くお礼申し上げます。

近年、地球の温暖化、オゾンホール拡大、マングローブ林や熱帯雨林の消失、放射能関連事故による汚染の広がり、内分泌攪乱物質による汚染等、グローバルな変化が急速に進行しております。また、我が国の工業技術を発展させ豊かな経済基盤を形成していくためには、産業廃棄物の処理、限りある資源の有効活用、クリーンエネルギー源の開発等の課題に早急に対処する必要があります。このような状況の中で、金沢大学自然計測応用研究センターは、自然計測研究部門、エコテクノロジー研究部門、生物多様性研究部門、人間計測制御研究部門の四研究部門で構成し、理学的手法による基礎的研究と工学的手法による研究成果の応用を融合させ、自然環境の変動解析と将来予測、グリーンテクノロジーの開発により学問的、社会的、国際的に貢献することを目指しておりますので、文部科学省を初めとして関係諸機関などの、さらなる御理解と御支援を賜りますようお願い申し上げます。

最後に、自然計測応用研究センターの今後ますますの御発展を祈念して、挨拶の言葉といたします。

平成14年10月15日

金沢大学長 林 勇二郎

第二部 記念講演とシンポジウム

記念講演

司会 清水宣明

「我が国の環境政策と環境技術研究開発の動向～計測の役割と技術開発への期待を中心に～」

産業技術総合研究所環境管理研究部門長

指宿 堯嗣

シンポジウム「センターの目指すもの」

司会 金岡千嘉男

センター各部門の研究概要

自然計測研究部門長

柏谷健二

エコテクノロジー研究部門長

木村繁男

生物多様性研究部門長

中村浩二

人間計測制御研究部門長

山田外史

シンポジスト

産業技術総合研究所

指宿堯嗣

研究担当副学長

中村信一

理学部長

大村明雄

工学部長

畑 朋延

客員教授

星 正治

客員教授

中静 透

第三部 懇親会

司会 篠山雄一

センター長挨拶

本日は金沢大学自然計測応用研究センター設立の記念式典とシンポジウムを行うのに際し、御多忙のところ、関係各大学並びに関係諸機関から多数の御来賓の皆様の御出席を賜り、誠に有り難く光栄に存じますとともに、お礼申し上げます。

記念式典の開会にあたり、一言ご挨拶申し上げます。金沢大学自然計測応用研究センターは、理学部附属低レベル放射能実験施設、臨海実験所、植物園及び工学部附属電磁場制御実験施設の四施設を廃止・転換し、自然計測及び応用に関する研究に従事している理学部及び工学部教官を新たに加えて、平成14年4月に設立されました。理学部及び工学部では、電磁場制御実験施設が、平成14年3月で期限が来る時限組織でしたので、当初は、それぞれ独自の将来計画を構想し、転換・拡充を目指しておりましたが、文部科学省のご指導、大学執行部、出身学部であります理学部、工学部の絶大なご協力、ご支援及び地元関係諸機関のご支援を賜りました、両学部が協力する新センターとして発足することとなりました。誠に有難うございました。

本センターは、放射能計測及び電磁場応用を切り口として、地球規模で進行している環境変動、特にユーラシア東部における変動に対して最も敏感な北陸という地域性を生かして、生物多様性、バイオセンサ、先端計測技術によるモニタリングや高解像度分析・未来予測を行い、産業活動と環境保全を調和させたグリーンテクノロジーの開発などを目指した研究を行うことを目的とする研究中心のセンターです。

本センターは、理学部出身者が所属する自然計測研究部門及び生物多様性研究部門と、工学部出身者のエコテクノロジー研究部門及び人間計測制御研究部門の4研究部門で構成されています。教職員

は部門毎に、教授2名、助教授1ないし2名助手1ないし2名であり、センター全体で、教授8名、助教授5名、助手6名、ポスドク2名、事務職員等6名です。そして各研究部門では、それぞれの分野で指導的立場にあります著名な先生1名に客員教官に就任していただいています。

各研究部門の研究内容につきましては、後ほどのシンポジウムにおいて、各部門長よりご説明させていただきます。また、本会場後方にパネル等でご紹介させていただいておりますが、本センターの特徴は、理学、工学とそのバックグラウンドの異なる教官が環境・計測をキーワードとして集まり、本学が目指している学際性、総合性、地域性を発揮し、かつ専門の融合を図りながら共通の目標を達成することです。さらに、得られた成果の地域への還元、実用化、産業創出などにつなげたいと思っております。このような活動を通して、北陸から世界に向けた研究を展開して行くことをめざしています。

本センターは、最も古い植物園は昭和25年金沢大学創立と同時に設置されたものであり50年以上の伝統を持っています。最も新しい電磁場制御実験施設の前身電気エネルギー変換実験施設でも20年以上の伝統があります。さらに、理学部及び工学部から新たに加わった教官もやはり夫々の所属する学部、学科の伝統を背景に参加しましたので、センターとしての新しい伝統を作り、センターの掲げる目標を達成するためには、教官相互の理解、それに基づく協力関係の確立が欠かせません。

このため、センター発足以来、教官相互が夫々の行っている研究を理解し合うことからはじめ、センターのあり方、相互の協力などについて、互いの施設の見学会を行ったり、相談してきました。それらの論議の中で、構成員間、特に理工にまたがる構成員間による共同研究の推進、21世紀拠点プログラムCOEへのセンターとしての応募、センター主催シンポジウムの年1回開催の定例化、センター報の発刊等を具体化することになり、現在鋭意努力しているところです。

また、COEにつきましましては、本年度わが大学として唯一採択されました早川先生をリーダーとする「環日本海域の環境計測と長期・短期変動の予測」にセンター構成員の大多数が参加させていただくこととなりました。研究中心を志向するセンターの門出としては、非常に大きな励ましをいただいたと感謝しております。

本センターは、先にも申しましたが、構成員の数も少なく、まだ独自の建物もまだありませんが、これを機会に大きく飛躍できるよう、より一層、頑張っていく所存ですので、ご来賓の皆様方の、センターへのさらなるご支援、ご鞭撻を賜りますようお願いして、開会のご挨拶とさせていただきます。

平成14年10月15日

金沢大学自然計測応用研究センター長 金岡千嘉男

3) バイオサイエンス若手シンポジウム

2002年11月21日、工学部秀峯会館において自然計測応用研究センター、工学部、理学部、共同研究センターの共催で、学部間の垣根を越えたバイオサイエンス研究の交流と企業への情報提供を目指した標記のシンポジウムが開催され、65名を超える聴講者の参加があった。

金岡自然計測応用研究センター長の開会挨拶の後、基調講演1件と本学の5名の関連分野の教官による講演があり、それに対して活発な質疑応答が行われた。講演題目は下記である。

1. 基調講演「生体高分子・細胞の構造制御への磁気応用」

東京大学大学院医学系研究科講師

岩坂正和

2. 無侵襲・無拘束生体計測法と生理機能解析
自然計測応用研究センター助教授 田中志信
3. 集団生物学における Projection Matrix の利用と応用
自然計測応用研究センター助教授 木下栄一郎
4. 骨硬化ホルモン（カルシトニン）、環境ホルモン及び重金属の骨代謝に
対する作用：魚のウロコを用いたアッセイ系の開発と応用
自然計測応用研究センター助手 鈴木信雄
5. 大腸菌熱ショック応答
理学部生物学科講師 金森正明
6. 生物試料の凍結におけるマイクロ伝熱と損傷機序
工学部人間・機械工学科助教授 多田幸生

東京大学大学院医学系研究科講師岩坂正和氏の基調講演では、タンパク質・細胞・組織の磁界配向のメカニズムを解説し、その機能を再生医学などの新規医療技術に発展できることが述べられた。本学からの5件の講演では、人の生理機能の先端的計測解析技術、生物の冷凍に関する細胞レベルでの伝熱機構、さらには細胞レベルでの生態機能の解析などの専門性の高い講演があった。

【講演中の岩坂正和先生】

アンケートによれば、シンポジウムの意義を高く評価され、企業からは応用の観点を踏まえた講演を期待する声があった。これらを踏まえて、今後継続してシンポジウム開催する予定である。



4) その他

・学術振興会海外特別研究員 派遣教官：長谷部徳子（自然計測研究部門）

派遣期間：2001年2月15日～2003年2月14日 渡航先：英国

ロンドン大学に滞在し、ウランの壊変を利用した放射年代測定法について、様々な角度から手法の開発・改良をめざす国際共同研究を行った。ウランを微量に含む鉱物ジルコン中の放射線損傷量の見積もり法および損傷の修復過程について研究を行ったところ、種々の波長を用いた顕微分光法に新たな手法としての可能性があること、放射線損傷の修復過程に化学組成の影響はないと思われること、測定時のバイアスがデータに与える影響が甚大なために的確な評価が必要なことが明らかになった。鉱物アパタイト中の放射線損傷修復過程については、結晶方位依存の補正計算や化学組成による変動の評価計算を行った。その他ウランの定量法や、アルファ粒子、すなわちヘリウムを利用した年代測定法についても共同で研究を行った。

・平成14年度在外研究員（創造開発研究） 派遣教官：田中志信（人間計測制御部門）

派遣期間：2002年8月5日～9月21日 渡航先：スウェーデン，イタリア

生体は常にストレスに曝されている。そのストレスは社会的環境による精神的ストレスの場合もあるし、自然環境による生理的ストレスの場合もある。このような様々なストレスが生体に及ぼす影響を知ることは極めて重要なことであり、その方法としては生体を傷つけない「無侵襲的」な方法が望ましいことは言うまでもない。そこで本調査研究では、無侵襲計測の代表的手法である光及び磁場計測技術に着目し、これらを用いた新しい生体機能計測・解析法について討論すると共に、細胞レベルにおけるストレス応答計測への可能性などについて議論し、今後の研究展開のための資料収集を行った。

具体的にはスウェーデン・リンシェピン大学において、生体計測における光応用の権威である P.A. Oberg 教授のグループと研究交流を行い、レーザドップラ法を用いた皮膚血流の無侵襲計測法などに関する最近の研究成果について紹介を受けるとともに、自律神経活動指標としての応用の可能性などについて議論した。次いでイタリア・ジェノバ大学においては、細胞工学の権威である C. Ruggiero 教授らのグループと主にミクロ的な観点からの生化学情報計測法について、特に近年注目されている再生医療への応用展開について討論した。具体的には、神経細胞の再生過程を評価する方法として局所微小磁場計測を導入した例について紹介を受け、当該計測法の現状における問題点や改良化研究について議論した。

今後は上記で得た知見を参考に、光及び磁場計測技術の生化学的計測への応用、例えばマクロ的には骨格筋や各種臓器等、ミクロ的には血管内皮等、細胞レベルにおける代謝状態などの無侵襲計測法に関する研究調査をさらに進めると共に、脳・神経系の無侵襲機能計測技術の開発や物理・化学的負荷に対する細胞レベルの応答解析へと研究を発展させていく予定である。

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に、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及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のため、都市ゴミ、産業廃棄物等の再資源化とその処理技術、フィルタ技術の開発及び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を行い、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

日本海及び北陸地域に生息する“生物の多様性”と“環境の多様性”の相互関係、環境の自然及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。

2) センター委員会構成

センター長	金岡千嘉男	(自然計測応用研究センター教授)
委員	柏谷健二	(自然計測応用研究センター教授)
委員	小村和久	(自然計測応用研究センター教授)
委員	木村繁男	(自然計測応用研究センター教授)
委員	中村浩二	(自然計測応用研究センター教授)
委員	笹山雄一	(自然計測応用研究センター教授)
委員	清水宣明	(自然計測応用研究センター教授)
委員	山田外史	(自然計測応用研究センター教授)
委員	鈴木治彦	(理学部教授)
委員	上田隆司	(工学部教授)
委員	井関尚一	(医学系研究科教授)
委員	山越憲一	(自然科学研究科教授)

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

助教授 佐藤 努, 山本政儀

助手 浜島靖典, 長谷部徳子, 井上睦夫

研究員 村田祥全 (機関研究員), 青田容明 (COE・PD フェロー), N. Muguntha Manikandan (COE・PD フェロー)

技官・補佐員 中本美智代

協力員 河合崇欣 (名古屋大学教授), 神谷隆宏 (自然研・助教授)

エコテクノロジー研究部門

教授 金岡千嘉男, 木村繁男

助教授 塚脇真二

助手 小林史尚

研究員 坂野健夫 (機関研究員)

協力員 古内正美 (工・助教授), 畑 光彦 (工・助手)

生物多様性研究部門

教授 中村浩二, 笹山雄一

助教授 木下栄一郎

助手 鈴木信雄

研究員 田辺慎一 (COE・PD フェロー), 木村一也 (COE・PD フェロー)

技官・補佐員 又多政博, 曾良美智子, 中村俊一

協力員 福森義宏 (理・教授), 松野アキラ (島根大学教授), 戸田正憲 (北海道大学教授)

人間計測制御研究部門

教授 清水宣明, 山田外史

助教授 田中志信

助手 深山正幸

技官・補佐員 橋本松進, 岡本和佳子

協力員 柿川真紀子 (自然研・助手), 細野隆次 (医・教授), 山越憲一 (自然研・教授), 荻野千秋 (自然研・助手), 原田真市 (医・助手)

客員教官

中静 透 (総合地球環境学研究所教授), 上野照剛 (東京大学医学系研究科教授), 星 正治 (広島大学原爆放射能医科学研究所教授), 池上康之 (佐賀大学海洋エネルギー研究センター助教授)

事務担当

金沢大学総務部研究協力課 眞島 豊 (課長), 中西雅男 (学内共同施設係長), 喜田由紀子 (学内共同施設係)

4) 施設

【低レベル放射能実験施設】

環境放射能に対する社会の関心が高まる中、昭和40年から日本学術会議で「放射線影響研究の将来計画」が審議され、昭和43年の同会議第51回総会で「環境放射能研究所」と「放射線障害基礎研究所」の設置勧告が政府に提出されたが、容易に予算化されなかった。昭和49年に日本分析化学研究所の放射能測定データの捏造事件とも相まって、昭和50年度に概算要求を縮小した形で「理学部附属低レベル放射能実験施設」の設置が認められ、昭和51年5月に開所した。開所時は併任教授（施設長）、専任助教授、専任技官、非常勤事務員であったが、昭和54年に専任教授1、昭和55年に建物増設(400㎡)、昭和58年に客員教授2、昭和61年には専任助手1の定員が順次整備された。その後、平成9年に研究機関研究員2と研究支援職員1が認められたが平成13年度に研究機関研究員1と研究支援職員1が削減され現在に至っている。

研究対象としては、環境放射能研究はもとより、純粋な基礎化学としての放射化学の発展に貢献している。中でもプルトニウムを始めとする超ウラン元素の環境動態の研究及び旧尾小屋銅鉱山トンネルを利用した極低レベル放射能測定技術に関する研究では世界に誇れる数多くの成果をあげている。

また理学部化学科の学生、自然科学研究科の大学院生、外国人留学生を対象とした教育・研究活動のほか、全国の大学、国立・公立研究所及び国外の研究機関との共同研究、公的機関からの委託調査、指導助言を行っている。

平成11年の東海村のJCO臨海事故に際しては、環境への影響を調べるために国立大学及び公立研究機関の研究者からなる調査研究班を組織し、その中心研究機関として調査・研究活動を行った。

【臨海実験施設】

昭和32年(1957)、能登半島にある内浦町より土地の寄付を受け、翌33年に金沢大学理学部附属能登臨海実験所が発足した。敷地の造成には、小木の人々の労働奉仕に負うところが大きい。昭和40年(1965)に助手の定員が認められ、昭和43年(1968)には教授の定員を得た。平成6年(1994)には宿泊棟、研究棟ともに外装、内装の大改修をした。平成14年自然計測応用研究センターの発足に伴い、教授、助手、技官および事務補佐員の職席は当センターの生物多様性部門の定員へと移行し、理学部は兼任となった。建物は当部門臨海実習施設として学内共同利用が計られている。

元来、臨海実験所は明治政府の国策の一つとして学問の奨励を海洋生物学分野に行うために幾つかの土地を選んで建てられたもので、これまでの間、そこでは系統分類学や形態学また生理学のみならず発生生物学、生化学そして分子生物学の分野においても赫々たる成果を挙げてきた。当臨海実験施設における過去の教官の実績をみてもその例外ではない。しかしながら、新センターとして当臨海実験施設が生物多様性部門の海洋生物多様性分野を形成する以上、手法はマクロからミクロまで種々あろうが、目指すところは、研究上は『生物多様性の意義の解明』と『生物多様性の理解を深める為の実習施設の利用促進』であろう。

【植物園】

昭和25年(1950)5月、金沢大学の発足と同時に、理学部管理の植物園として金沢城址本丸跡地を使用開始。昭和42年(1967)3月、理学部附属植物園として金沢城址本丸跡地に管理研究棟が完成し使用を開始した。昭和51年(1976)11月評議会での金沢大学総合移転の方針決定にしたがい、植物

園整備計画委員会は角間キャンパスにおける植物園構想を検討した。平成2年(1990)1月、第13回植物園整備計画委員会において新営構想資料を策定し、同年2月の総合移転実施特別委員会で承認された。平成5年(1993)6月、総合移転実施特別委員会から植物園管理研究棟の位置を角間キャンパス東南部に変更検討の依頼があり、同年7月の第16回植物園整備計画委員会において総合移転実施特別委員会案を承認。同年11月の総合移転実施特別委員会、植物園管理研究棟の位置を承認。平成7年(1995)4月、角間キャンパスに管理研究棟完成、圃場整備完了し、同年5月使用が開始された。金沢大学長ならびに植物園長は平成9年(1997)3月に、角間キャンパス内の里山ゾーンに自然園(12ha)と環境保全自然林(62ha)を設置し、教育・研究に用いることを、移転実施特別委員会に要請し承認された。平成10年(1998)には、大気環境自動測定装置(アメダス)が植物園圃場内に、森林観測タワーが里山ゾーンに設置された。平成14年(2002)4月、自然計測応用研究センター発足にともない、植物園はその附属施設となり、生物多様性研究部門が担当している。また植物園は里山ゾーンの管理・利用全般に中心的役割を果たしている。

本植物園は、金沢大学における植物分類学・生態学の教育・研究を主たる目的として発足した。現在は、動物生態学を含む自然史・環境保全等の教育・研究にひろく関与し、植物生理学等の関連分野への研究材料の提供もおこなっている。昭和43年(1968)に植物園年報が創刊され、当植物園における研究成果が発表されて以来、第25号まで発行が継続されている。同時に種子交換リスト(Index Seminum)が昭和32年から発行されている。これは、世界中の植物園が種子リストを配布し、無料で研究に必要な種子をお互いに交換するシステムである。現在、本植物園のリストは世界の100ヶ所以上の大学付属の植物園や研究所に送られている。植物園は、従来の運営方針を踏襲するとともに、里山ゾーンを用いた教育・研究を進め、里山ゾーンの保全・利用の方策を提言することを目的とする。

3. 研究・運営活動（一年間の活動概況）

自然計測研究部門

【地球環境システム分野】

本研究分野は地球環境システムの構造およびその変動を明らかにすることを目的としている。現在の地球環境システムの構造を理解するために、本年度は様々な要素からなる地球環境システムのうち、人間活動とのつながりも深い気水圏と地圏との相互作用についての研究を行った。またシステムの変動について研究を行うために、人間活動の活発である陸域の湖沼に連綿と堆積し過去の情報を保持している堆積物の分析・解析を行った。

1) 現在の環境システム－気水圏と地圏の相互作用

地球表層には多種多様な物質が広く分布している。中には人間活動にとって重要ではあるものの、毒性を持ったものもある。そのような元素のうち、特にヒ素、クロムに焦点をあて、自然界における挙動（本邦の休廃止鉱山やバングラデシュの汚染井戸水）について地質学的、地球化学的に分析をした。それにより、これら元素は2次生成物（主に粘土鉱物）に取り込まれて安定となっていること、またその2次生成物は安易にこれらの元素を放出せず、ゆえに毒性元素が自然浄化されていることなどが明らかであった。地表水と岩石の反応の研究に関しては、オマーンオフィオライトを自然界に存在する巨大な実験室、一つの系ととらえ総合的な研究を行った。これら結果は現在の環境システムの解明に重要であるだけでなく、廃坑の保存や廃棄物の処分などの実学の基礎研究としても貴重な情報を与えるものである。

また、気水圏のダイナミズムが地圏に与える影響についても吟味を行った。テストフィールドとして、琵琶湖、および神戸六甲山系の瀬池を選び、周辺の地形情報や降水量などの気象情報と合わせて湖の表層堆積物の物性を調査し、システム内の因果応報について調べた。それによると、湖の集水域の雨量や地形は堆積物の物性を左右し、そのため豪雨や人間活動による周辺地形状況の変化が、堆積物に反映されていることがわかった。この研究は現在の環境システムの理解という点で重要であるとともに、この後に述べるシステムの変動を理解する際の指標となる。

2) 環境システム変動－湖沼堆積物からの情報収集

環境システムがどのように変動しているかを理解するには、現状の理解とともに、過去の環境がどのようなものであったか、またその変動に何が寄与しているかを知ることが重要である。湖沼堆積物は、人間活動の重要な舞台である陸域の環境情報を過去にさかのぼり保持している。今年度は、中国雲南省に分布する7つの湖沼より採取した試料を分析し、その物理特性の変動が気候変動を反映しているらしいことを明らかにした。この物理特性と気候変動の関係から類推したアジアモンスーン地域の長期気候変動を、バイカル湖周辺域や、海洋堆積物や計算から類推される全地球的傾向と比較することにより、地球環境システムの変動メカニズムの総合的解明を目指すことが可能となる。

【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環日本海域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地下水の地球化学的情報から、地下水の涵養、岩石との反応から湧出過程にいたる組成変動の調査を行った。

1)大陸からの汚染物質の長距離輸送

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、黄砂を初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。今年度は、石垣～稚内を含む全国 11 地点、さらに韓国のソウルで採取した降下物（気象研及び KINS との共同研究）について、成層圏起源の Be-7、主に大陸起源の Pb-210、土壌起源の K-40 等の放射性核種の降下量の長期・広域観測を継続実施した。これらの核種は、大気エアロゾル、鉱物粒子の輸送過程を解明する有用なトレーサーでありデータの蓄積を図っている。

2)湖底堆積物からの近世(約 200 年)流域環境変動解析

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。具体的には、従来の堆積物の物理・化学的測定の見解に加えて、新規に堆積物中のウラン(トリウム)同位体組成を指標にする。富士五湖の河口湖でこの仮説を試みた。コア堆積物中のウランについて、河川等を通じて湖内に流入する土壌粒子そのものに含まれているウランと湖内で吸着した成分のウランを識別した結果、土壌粒子そのものに含まれているウラン“実際には $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ 比“の変動が降水量との変動と調和的であることが見いだされ、その有効性が示唆された。更なる検証を試みている。

3)地下水流動系の解析

ここ 30 年にわたる同位体水文学 (Isotope Hydrology) の発展にともない、様々な核種が陸水の流動系を探るうえでの位置づけを確立しつつある。これは地下水においても同様で、安定同位体組成 ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, D/H および $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比) の情報は、いわば地下水の“履歴書”の役割を果たす。一方、地下水の滞留時間は、非常に大きな幅を持ち (<1 d ~ 10^5 y), トリチウム ($t_{1/2} = 12.4$ y), 炭素-14 ($t_{1/2} = 5730$ y) といった放射性核種が、それぞれの半減期に対応した時間軸を提供してきた。

本研究では、鳥取県・大山火山の中腹、標高 1200 m 地点と、涵養域からの移行距離を短くして湧出する地下水を試料として用い、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比、化学組成の測定に加え、極低バックグラウンド γ 線測定を適用、降水とともに地表にもたらされる宇宙線生成核種、 ^{22}Na ($t_{1/2} = 2.6$ y) 濃度から地下水滞留時間の見積もりを試みた。これら地球化学的挙動および半減期の異なる複数の元素、さらには同位体の情報を組み合わせることにより、地下水流動系のイメージを構築する。

【極低レベル放射能計測システム開発分野】

極低バックグラウンド測定を目指し、1995 年から旧尾小屋鉱山トンネル内（土かぶり 135m, 水深換算 270m）に地下実験室（Ogoya Underground Laboratory ; OUL）を建設し、極低レベル放射能計測システムの設置と整備を行っている。このシステムで、環境中性子による多数の誘導放射性核種の発見、JCO 臨界事故の環境影響の規模と範囲の評価、中性子誘導放射性核種の極微弱残留放射能からの中性

子束評価など、通常遮蔽の測定器では不可能な研究成果が得られている。システムをさらに充実させるため、Ge 検出器の追加、バックグラウンドの低減化を行っている。平成 14 年度末には計 10 台の高分解能・高効率・極低バックグラウンドの γ 線測定システム、1 台の β 線測定システムを整備した。また通信システム（計測システムのリモートコントロール等）の整備も行っている。尾小屋地下実験室の計測システムは、極低レベル放射能計測システムとしては国内で唯一であり、放射能の測定限界と検出器の台数、また利便性を考慮すると、世界トップレベルにある。

1) 極低バックグラウンド地下測定室の建設と整備

極低バックグラウンド仕様の Ge 半導体検出器 10 台（平板型 4 台、井戸型各 5 台、同軸型 1 台）を設置した。これらの Ge 半導体検出器は、放射性物質の含有率を吟味した鉛と鉄で重遮蔽している。各 Ge 検出器は、増幅器と 8 k ch 波高分析器に接続し、8 系統の回路を 1 台のコンピュータで、2 系統を別の 1 台のコンピュータで計測制御している。各検出器のバックグラウンドは、2 次宇宙線の制動放射による低エネルギー側の連続部分と、電子対消滅の 511keV のピーク、天然のウラン及びトリウム系列核種と ^{40}K 、検出器構成材料由来の極めて微量の ^{137}Cs 及び ^{60}Co のピークが見られる。0.1~2.0MeV のバックグラウンド計数率は地上で同型 Ge 検出器に同様の遮蔽を施した場合の約 1/100 であり、極低バックグラウンド地下実験室が十分その効果を発揮していることを示している。このバックグラウンド計数率は国内では最も低い。

2) 地上及び高高度における中性子誘導核種

環境中に存在する中性子による誘導放射性核種を 20 種以上発見した。環境中性子は海拔高度とともに増加し、特に高速中性子の増加が著しい。地上では生成量が少なく検出できない $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ による ^{24}Na を、航空機にアルミニウム箔を持ち込み、到着後極低バックグラウンド低計数率の Ge 検出器で検出に成功した。

飛行実験により地上照射では検出できない中性子誘導核種を多数見出した。

3) RI 事故の規模と影響の評価

JCO 事故の際、極低レベル放射能計測システムを用いて、指輪やネックレスなどの金製品を利用し、漏えい中性子および低レベル環境中性子線量率を測定し、臨界事故の環境影響の規模と範囲の評価を行った。

4) 原爆中性子誘導 ^{152}Eu の測定

化学処理した試料で原爆中性子誘導 ^{152}Eu は現在でも測定可能である。爆心から 1 km 以遠で ^{152}Eu 測定値がモデル計算値を上回ることが指摘されていたが、極低バックグラウンド低計数率の Ge 検出器で再測定の結果、モデル計算値と一致することを見出した。この結果は原爆線量再々評価 DS02 策定に大きな役割を果たした。

低レベル放射能実験施設

主要施設である旧尾小屋鉱山のトンネル内の地下測定室（Ogoya Underground Laboratory OUL）は 2003 年 3 月現在で 10 台の極低バックグラウンドゲルマニウム検出器を擁する世界トップクラスの施設となった。本施設における教育・研究の他、全国の様々な研究機関との共同研究および依頼試料の測定も行っている。

また 2002 年 6 月 6, 7 日においては、日本保健物理学会・第 36 回研究発表会（大会長 小村和久；於 石川県教育自治会館）を主催した。

築後 26 年を経た研究建屋の痛みがはげしいため、本年度予算により外壁の塗装工事及び屋上の手すり

の撤去・更新工事が行われた。また、自動車の更新が行われナビゲータを装備した日産のセレナが導入されほか、21世紀COEプログラム予算により尾小屋地下測定室入り口に液体窒素発生器が設置された。

エコテクノロジー研究部門

【環境保全システム分野】

1) 廃棄物処理時の有害大気汚染物質の排出抑制と資源回収技術に関する研究

産業廃棄物焼却に伴い排出される有害大気汚染物質の排出抑制と資源回収・有効利用のための技術開発に向けて、1) 有機汚泥、電気炉ダストなどの廃棄物からの有用成分回収、2) 廃棄物燃焼排ガス高温集塵時のダスト払い落とし機構、3) 高温粉体物性を考慮したフィルター再生時の粉塵払落とし機構、4) 環境保全フィルターの性能評価方法の国際標準化、5) 石炭燃焼灰再利用時の流動性低下等について研究を行っている。

2) 準閉鎖空間における快適性の検討

掘削中山岳トンネルの切羽近傍の作業環境を換気によって快適化する際のトンネル内気流と風管配置、送排気パターン、換気流量などの影響を数値解析により検討している。さらに、居住空間におけるシックハウス症候群の原因物質となっている揮発性有機化合物(VOC)・ホルムアルデヒドの高気密・高断熱住宅内の現状の把握と建物内の輸送経路、建材内部の移動および表面からの発生機構に関する検討を行っている。

3) 粒子状大気汚染物質の発生機構とサンプリング・測定手法の押発

PM10, PM2.5 や PMI など、粒子径別に分級・採取した大気中の浮遊粒子状物質の濃度、微量重金属、水溶性成分などを東アジア地域の都市サンプルも含めて分析し、寄与発生源の推定、交通量、土地利用形態などの周囲環境および気流条件の影響を検討している。また、特に健康影響が懸念されているナノサイズ大気エアロゾルの精密な粒子径別成分分析を行うことを可能とするため、衝撃波を伴う超音速気流を利用して超微粒子を浮遊状態のままナノサイズ域で分級・大流量サンプリング可能な超音速バーチャルインパクトの装置開発を行っている。

【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事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。今年度は新たに開発した直径4cmの計測プローブの検定を行い、秒速0.002mm/sから0.1mm/sの範囲でプローブから検出される温度場の標準偏差と流速との間に良好な相関関係が得られた。また金沢大学

教育学部の旧四十万農園跡地で深さ 10m の調査井を掘削し、実フィールドでの流向の計測を実施した。その結果、地下水の流向は地面の傾斜方向とほぼ一致しており妥当な結果であった。

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的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。本年度は飽和多孔質体を上方から冷却した時の凝固の進行について実験的及び数値シミュレーションにより検討した。多孔質体としては直径 2mm と 5mm のガラスビーズを充填し、それを蒸留水で満たしたものをを用いた。ダルシーモデルを用いた数値解析は直径 2mm のガラスビーズを用いた実験結果と良く一致することが確認できた。しかし、5mm のガラスビーズを用いた実験結果に比べると数値計算は固液界面の変動を一般に過大評価することが明らかとなった。これは 5mm ガラスビーズではダルシーモデルが成立しない事を示唆している。

3) 環境流体による熱・物質輸送プロセスに関する研究

自然環境中の大気、海水や湖沼水などの表層水を駆動する主な力は体積力である。ここでは最も一般的である体積力である浮力による自然対流現象について実験的に検討した。鉛直な平面が上半分冷却、下半分加熱により形成される自然対流は浮力効果が大きくなると定常流から周期的な振動流となることが確認された。また、マッハツエンダー干渉計による実験により温度場の非定常な変動を捉えることが出来た。

【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 4 テーマを展開している。

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 4000 km 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。そこでトンレサップ湖やメコンデルタ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の変化を予測する。

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る。そこで海底堆積物の解析にもとづいてマングローブ林周辺海域における堆積作用の詳細を解明し、現在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試みる。

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

代表的な縁海のひとつである日本海は、最深部が 3 km をこえるにもかかわらず外洋とは対馬海峡や津軽海峡などの狭小な海峡で連絡するのみであり、このような閉鎖性の高さゆえ日本海は汎世界的

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。そこでおもに日本海東縁部海域での海洋地質学的調査にもとづき、氷河時代最盛期である約2万年前から約6千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ならびに堆積作用の変遷を解明する。

4) 北陸地方に分布する上部新生界の地質構造発達史

北陸地方には貝化石の多産で著名な大桑層など我が国日本海側を代表する上部新生界の分布が知られる。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といえる。また、防災や開発の視点からも同地域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北陸地方一円で展開し、これにもとづいて北陸地方の後期新生代地質構造発達史を解明するとともに応用地質学あるいは土木工学など関連分野への寄与を目指す。

生物多様性研究部門

【海洋生物多様性分野】

本年は当部門の笹山と又多および当部門の協力教官である福森（理学部生物学科）が、有鬚動物門 *Oligobrachia* 属のマシコヒゲムシの研究について大きな進展をみせた。ヒゲムシ類は口も消化管も持たず、体内に化学合成細菌を共生させている特異な生物である。3人は、これまでこの属ではまったく知られていなかったマシコヒゲムシの終体部（opisthosoma）を含む全長の採集に世界で初めて成功した。いままでに世界で100種を超えるヒゲムシが発見されているが、終端部まで採れているのは10種強である。本種の終体部の基本的な形態は他の属のそれに似ているが、より体節数が多いように見えるが、現在、詳細に研究中である。その過程において、読売新聞、北陸中日新聞また北国新聞から終体部が採集されたことについて報道がなされた。また、笹山は、本種の水平横断の顕微鏡標本を作り、共生細菌が体のどこにいるかを見出し、その位置を後体部に特定した。上記の事実は複数の論文として国際誌に投稿すべく現在、執筆中である。

ミサキギボシムシは、半索動物門に属する動物で脊椎動物の遠い先祖に当たると考えられているが、その生殖行動は解明されていない。これは本種が海底の砂の中に坑道を掘り、その中で全ての生活が営まれるからである。当部門の大学院前期過程1年の小木曾正造君は、近接する石川県のと海洋ふれあいセンターの坂井課長と福島技師、並びに当施設技官の又多氏の協力を得て、昨年が続いて本年もガラス水槽の中で成熟個体の雌雄ともに生殖行動の観察に成功した。これらはビデオに記録され本年、金沢大学で開催された第73回日本動物学会において発表された。これも国際誌に投稿を準備中である。

大学院後期課程の戒田典久（石川県水産総合センター技師）は、今年最終学年に達し、研究をまとめた。その内容は研究紹介に詳しい。氏の研究は真骨魚類のCa代謝をカルシトニンというホルモンの観点から明らかにするもので、自分が継代飼育し、遺伝子を均一にしたオニオコゼを用い、非常に難易度の高い手術を行ったところに特徴がある。その結果、氏は血中のCa濃度と血中カルシトニン濃度が、その現象の始まりから終わりまで関連して動くことを世界で初めて明らかにし、学位を取得した。

笹山は、文部科学省の平成14年度創造開発研究調査旅費により、11月にほぼ一ヶ月間、タイ王立

国へ赴き、バンコクにあるスリナカリンウイロット大学の準教授 Wichian, M.とともにメダカの性比について調査した。その結果、タイ国においても5調査地点のうち3地点において、恐らく内分泌攪乱物質によって性比がオス1に対して最高メス5の割合に変化していることが知られた。本結果をまとめて国際誌に発表予定である。

一方、鈴木は生理作用の多様性を研究している。まず、海産魚のヒラメの骨代謝に関係するホルモンレセプター（カルシトニンレセプター、カルシトニン遺伝子関連ペプチドレセプター及びビタミンDレセプター）に注目し、これらのレセプターのクローニングに魚で初めて成功した（Suzuki *et al.*, *Gene*, 244: 81-88, 2000; Suzuki *et al.*, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 270, 2000）。特にヒトにおいて、血管拡張作用があり、心筋梗塞の治療に使用されているカルシトニン遺伝子関連ペプチドは、そのレセプターの発現を調べた結果、ヒラメでは海水適応に関係していることが判明した（Suzuki *et al.*, *Fisheries Sci.*, 68: 425-429, 2002）。

さらに鈴木は、内分泌攪乱物質や重金属などの環境汚染物質に対する系を開発した（Suzuki *et al.*, *Peptides*, 21: 115-124, 2000; Suzuki and Hattori, *J. Pineal Res.*, 33: 253-258, 2002）。これは、ウロコの特徴を生かしたアッセイ系である。魚の脊椎骨は無細胞であり、魚は脊椎骨ではなく、ウロコからカルシウムを出し入れおり、ウロコはヒトの脊椎骨を薄く輪切りにした構造をしている。したがって、ウロコをヒトの脊椎骨のモデルとして利用可能である。そこでまず、今年度は海産魚類よりも反応性がよいキングョのウロコを用いて調べた（研究報告参照）。この系を用いることで、内分泌攪乱物質であるビスフェノールAは生殖以外にも骨代謝に悪影響を与えることを明らかにした。これは、脊椎動物を通して初めての報告である。さらに重金属の1種であるカドミウムを 10^{-13} M という非常に高感度で検出でき、腎障害を経て間接的に骨に作用すると考えられていたカドミウムが直接的に骨に作用することもわかった。なお、内分泌攪乱物質については、*Life Sciences* に投稿中であり、カドミウムについては、平成15年度の水産学会で報告し、*Biochem. Biophys. Res. Commun.* に投稿する予定である。今後は、様々な海産魚類の環境汚染物質に対する影響を調べ、その多様性を追求して行く予定である。

【陸上生物多様性分野】

当センターが発足した2002年4月には、教授1名、助教授1名、技能補佐員1名、大学院博士後期課程6名（高田、宇都宮、Henny、岩西、大脇、滝本（休学中）、大学院博士前期課程3名（横山、赤石、石井）、理学部4年生7名（青森、長島、福山、松本、新、中谷、大野）、研究生2名（11月からは角間の里山自然学校非常勤研究員に採用）（うち中村晃規、小路晋作は2002年11月から2003年3月まで角間の里山自然学校の研究員（非常勤教務員））であった。10月からはバンドン工科大学から文部省国費留学生1名（現在、研究生）と短期留学生1名が滞在中である。2003年1月からは、金沢大学21世紀COEポスドク2名が加わり、現在総勢25名である。

中村は、温帯および熱帯（インドネシア）の様々な環境下における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。北陸地域の里山等の林地（都市中心部にある緑地である金沢城公園や、IBOY国際生物多様性観測年のサブサイトに指定されている金沢大学角間キャンパス内の里山ゾーン等）における昆虫類の生物多様性や生物間相互作用の変動と様々なレベルの環境攪乱との関連を調査している。本年採択された金沢大学21世紀COE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」を課題として、2名のポスドクを採用し、研究を進めている。3月の同COEシンポでは、韓国、中国、ロシアから5名の研究者を招聘し、セッション

「Ecosystem and biodiversity: monitoring, assessment and conservation in Pan-Japan Sea Area」を実施した。熱帯では、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。そのためインドネシアから学振論博候補者1名を2度（3カ月ずつ）招聘し、自身は2002年11月にインドネシア各地を訪問した。また2002年8-9月には英国 Imperial College に滞在し、C. Godfray 所長らと熱帯昆虫の長期動態に関する共同研究を行なった。

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。モデル検証の際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（大学院博士後期課程）と協力して、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。これらの結果の一部は Molecular Ecology Notes に印刷中であり、また結果の一部は執筆中である。中野真理子（京都大学生態学研究センター）と協力して、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。この結果の一部は現在国際誌に投稿中である。また、大野尚子・梅林正芳（理学部生物学科）と協力して里山地区に生育しているジャノヒゲ（ユリ科）には形態的に2タイプに分けられ、それらは生活史特性も異なることを明らかにした。これに関しては研究を継続中である。

金沢大学21世紀COEポスドク非常勤研究員の田辺は「里山の生物多様性のGIS解析」、木村は「里山の鳥と植物相互関係」を課題としている。

植物園管理研究棟および実験温室・実験圃場は学内3名、学外2名が恒常的に使用した。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、そのうち対応できるものに関しては種子あるいは生きている植物で材料提供を行った。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。里山地区では学内8名、学外2名が恒常的に調査研究を行った。また、里山ゾーンは理学部生物学科の学生実習や教養科目（総合科目「里山」等）の実習の場として利用されている。そのほか里山ゾーンは金沢大学「角間の里山自然学校」の活動フィールドとして、学内のみならず、地域の児童・生徒や住民にひろく利用されている。

人間計測制御研究部門

【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、パワーマグネティック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とでの生体影響評価、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掲げると下記のようなになる。

- 1) うず電流探傷技術による非接触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) うず電流探傷技術による産業機器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) 磁束収束形電磁装置（電磁ポンプ、リニアモータ等）の研究開発

- 5) 反発浮上形磁気軸受の産業応用に関する研究
- 6) 非接触給電による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一分子レベルでの影響評価と医療への応用
- 9) 乳酸菌ウイルスにおける遺伝子発現調節機構の解明と乳酸菌の溶菌酵素に関する研究
- 10) 業機器近傍における極低周波数交流磁界環境の計測と評価に関する研究

磁気による産業機器保全・検査機器の研究は、うず電流探傷技術(ECT)に関しマイクロ化プレーナプローブを提案し、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。

磁気浮上技術に関する研究は、構成の簡易化と小形化を理念に永久磁石反発型磁気軸受を検討した。この研究では、永久磁石の磁気回路構成、電磁界計算技術、デジタル制御技術などを総合させ、独自の磁気軸受の完成させた。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・清潔な環境の場でのなどの「磁気浮上搬送装置」への応用を検討した。

生体と磁気に関する研究は、遺伝子レベルから固体（生物）レベルでの高磁界中で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、今後研究を発展させていきたいと考えている。また、乳酸菌の溶菌遺伝子や分子スイッチに関与する遺伝子群、およびブドウ球菌の分泌蛋白質群の機能（酵素、蛋白質）を分子レベルで解明してきた。

これらの研究成果の発表の機会として、金沢大学の国際シンポジウム開催助成を受けて 2002 年 1 月に金沢において「第 2 回電気及び機械システムにおける電磁現象の応用に関する日本-オーストラリア-ニュージーランド合同セミナー」を開催し、3 カ国の他 5 カ国による 47 件の報告がなされ、2003 年 1 月に日本 AEM 学会から *Proceeding of Applications of Electromagnetic Phenomena in Electrical and Mechanical Systems* を刊行した。また、磁気応用一般の研究発表として 2002 年 11 月に電気学会リニアドライブ・マグネティックス研究会を志賀（石川県）にて開催した。また、電気学会全国大会、日本応用磁気学会学術講演会、日本 AEM 学会 MAGDA コンファレンス、日本分子生物学会講演会等に参加して、研究項目に関する講演を行った。

【バイオアッセイ分野】

バイオアッセイ分野の研究は、「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である。このようなキーワードに従い、具体的には以下のような研究テーマを遂行している。

- (1) ベンゼン系化合物の生物学的簡易測定システムの構築に関する研究
- (2) 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
- (3) 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
- (4) 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
- (5) 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
- (6) 標的細胞を特異的に認識する機能性リポソームの構築に関する研究
- (7) 機能性 DNA 分子の探索と水質評価への応用
- (8) SPR 現象を利用する DNA センサーに関する研究
- (9) 分子進化法によるホスホリパーゼ D の触媒機能変換

1) 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）を産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。

2) 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）の開発を行っている。

①河川の有機溶媒を検出する大腸菌バイオセンサー

本研究では現在までに、有機溶媒に反応する遺伝子を組み込んだ遺伝子組み換え大腸菌を作製している。現在、この遺伝子組み換え大腸菌を用いて、より簡便に、そして迅速に測定を行える培養条件の探索を行っている。また、より感度の良いバイオセンサーを開発するために、様々な遺伝子組み換え操作を行い、組換え大腸菌の改良に関しても検討を行っている。

②特異的な DNA 配列を用いた有害化学物質の検出

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 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。

3) 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パーゼ D に新しい触媒機能を付加させる。

これらの研究成果の発表機会として、金沢大学工学部物質化学工学科主催の International Seminar for Engineering Frontier (INSEF) Kanazawa において 2002 年 9 月に発表を行い、そして同時に国内外の研究者を招聘し、二酸化チタンや微生物に関する活発な意見討論会を行った。また、日本生物工学会、日本化学会、水環境学会、光触媒研究会、ソノケミストリー研究会などにおいても上記研究成果の発表を行った。

【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の解析を行っている。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) 容積補償型手首連続血圧計測システムの開発

生理的・精神的ストレスなどで瞬時に大きく変動する血圧を、無侵襲的にかつ一拍毎に計測するために、容積補償法による手首連続血圧計測システムを試作した。容積補償法では、サーボ目標値(REF)の決定が血圧計測の精度を左右する重要な因子であり、従来の手指を計測対象とした場合、交感神経活動亢進時には血管緊張度が高まり、この REF 値が変化する可能性が指摘されていた。本研究ではこれを実験的に検証し、比較的この影響が小さいと考えられる橈骨動脈に着目して、交感神経活動亢進時の REF 値を定量分析し、その妥当性を実証した。更に、これらの所見に基づき、容積補償型手首連続血圧計測システムの試作開発を行い、これまで用いてきた手指よりも血管緊張度の影響を受けにくく、交感神経活動亢進時においても高精度で血圧計測可能であることが確認された。

2)非侵襲的心拍出量(CO)計測における最適電極配置の検討

心臓から1分間に駆出される血液量(心拍出量)を無侵襲的に連続計測する方法として「電氣的インピーダンス法」があるが、従来の方法ではテープ状の電極を首及び胴体に巻きつけるため、装着の煩わしさや皮膚炎症など実用上の問題点が残されていた。そこでこれを解決するために新しいスポット電極配置法について実験的検討を行った。特に、胸部電流分布を詳細に分析し、従来の電極配置による CO 計測法の問題点を明確に示し、肺の血液循環及び心臓からの血液駆出に影響を受けず、大動脈の血液容積変化を選択的に検出する最適スポット電極配置を見出し、更に臨床で利用されている指示薬希釈法による CO 計測法との相関試験を実施し、提案した電極配置法の妥当性と CO 計測精度の信頼性について確認した。

3)ヒト姿勢状態及び歩行速度の無拘束計測法の検討

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、被験者の姿勢及び歩行速度を無拘束的に長時間記録可能な携帯型装置の開発を目的とし、まず加速度センサを用いた姿勢計測センサシステムを考案し、その精度評価を行うと共に、大腿部にジャイロセンサを設置し高精度で歩行速度が計測可能であることを確認した。特に歩行速度の計測に当たっては、ジャイロセンサと同一部位に設置した加速度センサ出力を利用することにより、ジャイロセンサの弱点である積分誤差の問題を解決することができた。さらに8chの携帯型ロガーを用いた無拘束システムの試作にも成功し、当該装置により日常生活下における活動性の客観的評価が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) Kashiwaya K., Ochiai S., Tsukahara H., Sakai H. and Kawai T.: Some issues to be considered in establishing age models for the long Lake Baikal sediment records, *Quaternary International*, 95/96, 205-207 (2002)
- (2) 寫田敏行, 柏谷健二, 兵頭政幸, 増澤敏行: 余呉湖湖沼堆積物解析から推定される後期完新世の湖沼一流域系水文環境変動, *地形*, 23, 415-431 (2002)
- (3) Kashiwaya K., Ochiai S., Sakai H. and Kawai T.: Age of long sediment cores from Lake Baikal, *Nature*, 415(6875), 976 (2002)
- (4) Fukushi K., Sasaki M., Sato T., Yanase N., Amano H. and Ikeda H.: A natural attenuation of arsenic in drainage from an abandoned arsenic mine dump, *Appl. Geochem.*, in press (2003)
- (5) Yanase N., Isobe H., Sato T., Sanada Y., Matsunaga T. and Amano H.: Characterization of hot particles in surface soil around the Chernobyl NPP, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 252, 233-239 (2002)
- (6) 福士圭介, 佐藤努: フェリハイドライト・シュベルトマナイトの生成と環境親和物質としての役割, *粘土科学*, 印刷中 (2003)
- (7) 青田容明, 熊谷道夫: 遺伝的アルゴリズムを用いた多地点計測における最適通信経路の構成法, *電子情報通信学会論文誌 (D-I)*, 投稿中 (2003)
- (8) Hasebe N., Mori S., Tagami T. and Matsui R.: Geological partial annealing zone of zircon fission-track system: additional constrains from the deep drilling MITI-Nishikubiki and -Mishima, *Chemical Geology, Chem. Geol.*, in press (2003)
- (9) Murakami M., Tagami T. and Hasebe N.: Ancient thermal anomaly of an active fault system: Zircon fission-track evidence from Nojima GSJ 750 m borehole samples, *Geophysical Research Letters* 29(23), DOI: 10.1029/2002GL015679 (2002)
- (10) Inoue M., Kofuji H., Yamamoto M., Sasagawa H. and K. Komura: Application of low background γ -ray spectrometry to environmental monitoring samples ---water leaching treatment for ^{40}K -removal---, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 255 211-215. (2003)
- (11) Komura K., Inoue M. and Nakamura N.: Cosmogenic Radionuclides in the recent fallen Kobe (CK4) Meteorite, *Geochim. J.*, 36 (4), 333-340 (2002)
- (12) 小村和久: 地下空間を利用する極低レベル放射能測定と教育, 50 (11) 765-766 (2002)
- (13) Hult M., Canet M. J. M., Johnston P. N. and Komura K.: Thermal neutron fluence from ultra low-level γ -ray spectrometry of spoons activated during the JCO criticality accident at Tokai-mura in 1999. *J. Environ. Radioactivity* 60, 307-318 (2002)
- (14) Murata Y., Yamamoto M. and Komura K.: Determination of low-level ^{54}Mn in soils by ultra low-background gamma-ray spectrometry after radiochemical separation, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 254(2), 249-253 (2002)
- (15) Murata Y., Muroyama T., Imanaka T., Yamamoto M. and Komura K.: Estimation of fast neutron fluence released by the Tokai-mura criticality accident from ^{54}Mn in soils collected from the JCO

- grounds, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 255 (2), 359-364 (2002)
- (16) Nagao S, Yanase N, Yamamoto M, Kofuji H, Sohrin Y and Amano H.: The geochemistry of uranium in pore waters from lake sediments, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 252 (2), 225-232 (2002)
- (17) Ohtsuka M., Yamamoto M., Sasaki K. and Komura K.: Cosmogenic radionuclide Na-22 as an index in evaluating residence time of lake water. *Radioprotection - Colloques*, 37, C163-C168 (2002)
- (18) 坂口綾, 山本政儀, 大塚良仁, 佐々木圭一, 横田喜一郎, 小村和久: 湖水中における極微量 Na-22 測定法の開発とその応用, *Proceedings of the Third Workshop on Environmental Radioactivity*, KEK, Tsukuba, Japan March 5-7, 2002. *KEK Proceedings 2002-7*, 127-134 (2002)
- (19) Takada J. and Yamamoto M.: Radiological status of Rongelap Island in 1999, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 252 (2), 261-266 (2002)
- (20) Takada J., Hoshi M. and Yamamoto M.: External doses in residential areas around Semipalatinsk nuclear test site, *Proceedings of the workshop on dosimetry of the population living in the proximity of the Semipalatinsk atomic weapons test site*, (Lindholm C, Simon S, Makar B and baverstock K, eds), STUK-A187, Helsinki, p.69-77 (2002)
- (21) 高田純, 星正治, 山本政儀, 高辻俊広, 吉川勲, 岩谷和夫, A. K. Sekerbaev: ウスチカメノゴルスク(Ust'-Kamenogorsk)市の外部被曝線量評価, *広島医学*, 55 (3), 147-148 (2002)
- (22) Tolmachyov S., Mitarai S., Momoshima N., Yamamoto M., Maeda Y. and Nakashima T.: Application of PXAMS technique for Cl-36 analysis in soil collected at Semipalatinsk nuclear test site, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 251 (2), 217-220 (2002)
- (23) Yamamoto M., Kawabata Y., Murata Y. and Komura K.: Variation of uranium isotopic composition in soil within the JCO grounds from the 30 September 1999 criticality accident at JCO, Tokai-mura, Japan, *Health Phys.*, 83 (2), 197-203 (2002)
- (24) Yamamoto M., Hoshi M., Takada J., Oikawa S., Yoshikawa I, Takatsuji T., Sekerbaev A. K. and Gusev B. I.: Some aspects of environmental radioactivity around the former Soviet Union's Semipalatinsk nuclear test site: Local fallout Pu in Ust'-Kamenogorsk district. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 252 (2), 373-394 (2002).
- (25) 山本政儀: 環境中のアクチニド研究の現状と将来, *Proceedings of the Third Workshop on Environmental Radioactivity*, KEK, Tsukuba, Japan March 5-7, 2002. *KEK Proceedings 2002-7*, 35-43 (2002)
- (26) Yamamoto M., Sato T., Sasaki K., Hama K., Nakamura T., Komura K.: Anomalously high U-234/U-238 activity ratios of Tatsunokuchi hot spring waters, Ishikawa Prefecture, Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 255 (2), 369-373 (2003)
- (27) Yamamoto M., Hoshi M., Takada J., Kusumi S., A. Kh. Sekerbaev and B. I. Gusev: Plutonium fallout in the environment around the former Soviet Union's Semipalatinsk nuclear test site, *Proceedings of the workshop on dosimetry of the population living in the proximity of the Semipalatinsk atomic weapons test site*, (Lindholm C, Simon S, Makar B and baverstock K, eds), STUK-A187, Helsinki, 17-27 (2002)

2) 総説・資料・報告書

- (1) 横山信吾, 佐藤努: 文献紹介-アルカリ溶液によるスメクタイトの溶解速度と溶存成分の影

- 響, スメクタイト研究会会報, 12 (1), 39-41 (2002)
- (2) 横山信吾, 佐藤努: 文献紹介-酸性白土中でのモンモリロナイトの風化過程と環境触媒としての意義, スメクタイト研究会会報, 12 (2), 22-24 (2002)
 - (3) 熊谷道夫, 青田容明, 石川加奈子: 湖を知るとのこと-琵琶湖未来環境実験計画の研究成果より, 琵琶湖研究所所報, 滋賀県琵琶湖研究所, 印刷中, (2003)
 - (4) 長谷部徳子, 平成12年度採用日本学術振興会海外特別研究員, 成果報告書, FT年代学は完成したのか-知られざる年代リセット要因の検証-, (2003)
 - (5) 長谷部徳子: ロンドン便り'02---UCLに新規導入された(U-Th)/He年代測定用質量分析計の紹介---, フィッショントラックニュースレター, 15, (2002)
 - (6) 井上陸夫, 小林俊則, 中村昇, 中島剛, 小村和久: 2000年鳥取県西部地震前後の大山地下水における化学組成変化-----主要溶存イオン濃度からみた地下水の履歴-----, 神戸大学大学院自然科学研究科紀要, 157-163 (2002)
 - (7) 沿岸域の放射能の挙動に関する研究「極低バックグラウンド γ 線測定の実験試料への適用」石川県保健環境センター 受託研究成果報告書 (2002)
 - (8) 小村和久, 鈴木敦雄, 村田祥全, 森嶋彌重, 古賀妙子: 小型原子炉を用いた極低レベル中性子評価のための基礎研究, 平成13年度近畿大学原子炉等利用共同研究経過報告書, 41-44 (2002)
 - (9) 坂口綾: 旧ソ連核実験場セミパラチンスクの現状, 放射線科学, 45 (8), 257-262 (2002)
 - (10) 谷篤史, Bartoll J., 池谷元伺, 小村和久: ESR法による石器の被熱評価と年代測定, 宮城県築館町上高森遺跡発掘調査報告書, 95-99 (2002)

3) 著書

- (1) 佐藤努: 環境鉱物学, 21世紀の資源環境地質学, 資源地質学会編, 印刷中 (2003)
- (2) Kumagai M., Vincent W., Ishikawa K. and Aota Y.: What we have learnt on global and local issues from the previous works, Michio Kumagai and Warwick Vincent (Eds.), *Global Versus Local Perspectives on Freshwater Management* (chapter 1), Springer-Verlag, in press (2003)

4) 学術発表

- (1) Kashiwaya K., Ochiai S., Sakai H., and Kawai T.: Long-term climatic cycles: implications of long Baikal records, European Geophysical Society 17th Conference, Nice, France (2002. 4)
- (2) Kashiwaya K. Tsuya Y. and Okimura T.: Earthquake-related geomorphic environments and pond sediment information, BGRG Symposium, Leeds, UK (2002. 9)
- (3) 柏谷健二, 楠本貴幸, 唐川: 雲南高原湖沼における堆積過程と流域の物理環境, 日本陸水学会2002年大会, 東京 (2002. 9)
- (4) Kashiwaya K., Ishikawa K., and Yamamoto A.: Climato-limnological changes inferred from long core sediments of Lake Biwa, Japan, Japan-China Joint International Conference, Kunming, China (2002. 11)
- (5) Kusumoto T. Kashiwaya K., Hyodo M. Okimura T, Tanaka Y, Tang C. and Zhou Y.: Hydro-geomorphological environment in the eastern margin of the Tibetan Plateau inferred from geomorphic information and lake sediment information, Japan-China Joint International Conference,

- Kunming, China (2002. 11)
- (6) Kashiwaya K., Machida N., Kawai T.: Climato-hydrological fluctuation inferred from Lake Baikal sediment near Selenga delta, Japan-China Joint International Conference, Kunming, China (2002. 11)
 - (7) Ochiai S. and Kashiwaya K.: A study on processes for long-term hydro-geomorphological changes in Lake Baikal with conceptual models, Japan-China Joint International Conference, Kunming, China (2002. 11)
 - (8) Kashiwaya K., Nishiji K., Tsuya Y. and Kunika M.: A study on short-term changes in hydro-geomorphic environment based on topographical and pond sediment information, Japan-China Joint International Conference, Kunming, China (2002. 11)
 - (9) Kashiwaya K, Environmental Changes Printed in Lacustrine Sediments and Earth Surface Processes, International symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program, Kanazawa, Japan (2003.3), Proceedings, 24-29.
 - (10) 酒巻とも恵, 福士圭介, 佐藤努, 木田幸男, 池田穂高: 土壌の pH 異常改良-アルカリ土壌の改良方法-, 日本土壌肥料学会年会, 名城大学 (2002. 4), 日本土壌肥料学会講演要旨集, 48 集, 136-136 (2002)
 - (11) 伊藤健一, 池田穂高, 木田幸男, 福士圭介: 土壌中のヒ素の除去について-不溶化の検討-, 日本土壌肥料学会年会, 名城大学 (2002. 4), 日本土壌肥料学会講演要旨集, 48 集, 136-136 (2002)
 - (12) 福士圭介, 木田幸男, 伊藤健一, 池田穂高, 佐藤努: ヒ素の自然浄化-微生物の関与による排水からのヒ素の有効除去-, 日本土壌肥料学会年会, 名城大学 (2002. 4), 日本土壌肥料学会講演要旨集, 48 集, 156-156 (2002)
 - (13) 小竹由紀, 福士圭介, 佐藤努, 柳瀬信之: 大分県木浦鉦山廃石場から漏洩するヒ素の挙動, 地球惑星科学関連学会 2002 年合同学会, 代々木国立オリンピック記念青少年総合センター (2002. 5), 地球惑星科学関連学会 2002 年合同大会予稿集 (CD-ROM), B006-013 (2002)
 - (14) 濱舘厚, 佐藤努, 荒井章司, 松本剛: カンラン岩の蛇紋岩化と海洋風化過程-南西インド洋海嶺アトランティス海台の例, 地球惑星科学関連学会 2002 年合同学会, 代々木国立オリンピック記念青少年総合センター(2002. 5), 地球惑星科学関連学会 2002 年合同大会予稿集 (CD-ROM), J034-016 (2002)
 - (15) 宮下純夫, 森下知晃, 前田仁一郎, 松本剛, 大友幸子, 熊谷英憲, 濱舘厚, Henry J.B.Dick, 松本剛: Preliminary report on geology and petrology of Atlantis Bank, Southwest Indian Ocean, 地球惑星科学関連学会 2002 年合同学会, 代々木国立オリンピック記念青少年総合センター (2002. 5), 地球惑星科学関連学会 2002 年合同大会予稿集 (CD-ROM), J034-018 (2002)
 - (16) 佐藤努: 地球科学的視点からの環境浄化材料, 独立行政法人物質, 材料研究機構 エコマテリアル研究センター設立記念講演会, 物質・材料研究機構 (2002. 6, 招待講演)
 - (17) Fukushi K., Sato T. and Yanase N.: Sorption of As(V) on schwertmannite and its effect on the transformation. The 12th Annual V.M Goldschmidt Conference. Davos, Switzerland (2002. 8), *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 66/SI. A249
 - (18) Sato T., Akita N. and Arai S.: Geochemical modelling of hyperalkaline spring water and precipitates at the Oman ophiolite. The 12th Annual V.M Goldschmidt Conference. Davos,

Switzerland (2002. 8), *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 66/Sl. A669

- (19) 横山信吾, 佐藤努, 黒田真人: 原子間力顕微鏡によるスメクタイト溶解のその場観察, 粘土科学討論会, 東北大学 (2002. 9), 第 46 回粘土科学討論会講演要旨集, 76-77 (2002)
- (20) 黒田真人, 佐藤努, 横山信吾: アルカリ溶液によるスメクタイト溶解の速度論的研究, 粘土科学討論会, 東北大学 (2002. 9), 第 46 回粘土科学討論会講演要旨集, 216-217 (2002)
- (21) 福士圭介: フェリハイドライト・シュベルトマナイトの生成と環境親和物質としての役割, 粘土科学討論会, 東北大学 (2002. 9), 第 46 回粘土科学討論会講演要旨集, 32-33 (2002)
- (22) 佐藤努, 福士圭介, 横山信吾, 南大樹, 金川浩司: 様々な処理を施したスメクタイトの表面酸/塩基特性, 粘土科学討論会, 東北大学 (2002. 9), 第 46 回粘土科学討論会講演要旨集, 96-97 (2002)
- (23) 玉村修司, 大世古光弘, 佐藤努: 岩石の風化と間隙水の pH 変化に関する研究, 日本鉱物学会年会, 大阪大学(2002. 10), 日本鉱物学会創立 50 周年記念年会講演要旨集, 61-61 (2002)
- (24) 濱舘厚, 佐藤努: 蛇紋岩の土壌化過程とそれに伴う元素の挙動, 日本鉱物学会年会, 大阪大学 (2002. 10), 日本鉱物学会創立 50 周年記念年会講演要旨集, 60-60 (2002)
- (25) 秋田奈生子, 佐藤努, 荒井章司: オマーンオフィオライトに湧出する高アルカリ泉と沈殿物の地球化学モデリング, 日本鉱物学会年会, 大阪大学 (2002. 10), 日本鉱物学会創立 50 周年記念年会講演要旨集, 49-49 (2002)
- (26) 横山信吾, 佐藤努, 倉繁和也: 原子間力顕微鏡による Mg 系層状珪酸塩鉱物溶解のその場観察, 日本鉱物学会年会, 大阪大学 (2002. 10), 日本鉱物学会創立 50 周年記念年会講演要旨集, 194-194 (2002)
- (27) 福士圭介, 高田盛生, 佐藤努, 永野哲志, 柳瀬信之: As(V)を吸着したシュベルトマナイトの安定性, 日本鉱物学会年会, 大阪大学 (2002. 10), 日本鉱物学会創立 50 周年記念年会講演要旨集, 48-48 (2002)
- (28) 佐藤努, 福士圭介, 伊藤健一, 池田穂高: シュベルトマナイトを用いたバングラデシュヒ素汚染井戸水の浄化, 日本鉱物学会年会, 大阪大学 (2002. 10), 日本鉱物学会創立 50 周年記念年会講演要旨集, 47-47 (2002)
- (29) 佐藤努, 福士圭介, 佐々木美和, 小竹由紀: 休廃止鉱山におけるヒ素の自然浄化とシュベルトマナイトの役割, 第 7 回アジア地下水ヒ素汚染フォーラム, 宮崎県 (2002. 10), 133-140 (2002)
- (30) 福士圭介, 佐藤努: シュベルトマナイトによる As(V)の吸着とその相変化プロセスへの影響, エコマテリアル研究センター環境浄化材料研究会, 物質・材料研究機構 (2002. 12, 招待講演)
- (31) Sato T., Kuroda M., Yokoyama S. and Nakayama S.: Effect of pH on smectite dissolution rates under alkaline conditions, *Clays in Natural and Engineered Barriers for Radioactive Waste Confinement*, 11-12, France (2002.12)
- (32) 福士圭介, 佐藤努: 鉱物-水反応における準安定相の重要性-吸着の視点から-, 微生物-大気-水-鉱物相互作用研究会, 産業技術総合研究所 (2003. 1, 招待講演)
- (33) Sato T., et al., Fate of polycyclic aromatic hydrocarbons and radionuclides through loess over Pan-Japan Sea area, International symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program, Kanazawa, Japan (2003. 3), Proceedings, 161-166 (2003)

- (34) Sato T., et al., Reaction, transportation and deposition- International symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program, Kanazawa, Japan (2003.3), Proceedings, 111-115 (2003)
- (35) 青田容明, 熊谷道夫: 多地点の水質測定に関する機器の最適配置, 日本陸水学会第 67 回府中大会, 府中 (2002. 9)
- (36) Hasebe N., Barbarand J., Jarvis K., Carter A. and Hurford A.J.: Laser ablation ICP-MS for apatite fission track dating, International Association of Geoanalysts Young Scientist Meeting, Surry, UK, (2002. 5).
- (37) Hasebe N., Carter A. and Hurford A.J.: Fission tracks in zircon: A review, European Fission Track meeting, Cadiz, Spain (2002.6), Geotemas, 4, 93-95 (2002).
- (38) Hasebe N., Barbarand J., Jarvis K., Carter A. and Hurford T.: Laser ablation ICP-MS for apatite fission track dating, 12th annual V. M. Goldshmidt Conference, Davos, Switzerland (2002.8), Geochimica et Cosmochimica Acta, 66/51, A314 (2002).
- (39) Hasebe N. and Kashiwaya K., Radiometric dating of lake sediments: A review, International symposium of the Kanazawa University 21st-Century COE Program, Kanazawa, Japan (2003.3), Proceedings, 142-144 (2003)
- (40) 浜島靖典, 道上義正, 吉崎佐知子, 元井正敏, 早川和一, 中本義章, 遠藤啓二, 藪田一夫, 菊直嘉: 金沢大学における化学物質管理, 第 18 回大学等環境安全協議会, 熊本 (2002. 7)
- (41) 浜島靖典, 小村和久: 旧尾小屋鉱山地下測定室の測定システム, 第 46 回放射化学討論会, 札幌 (2002. 9), 第 46 回放射化学討論会予稿集, J. Nucl. Radiochem. Sci., 3, 165 (2002)
- (42) 浜島靖典, 小村和久: 尾小屋地下実験室 Ge 検出器のバックグラウンド, 第 4 回「環境放射能研究会」, つくば (2003. 3)
- (43) 井上睦夫, 中村昇, 小林俊則, 大谷恵子, 中島剛, 小村和久: 鳥取県・大山中腹に湧出する地下水の流動系, 第 49 回地球化学学会年会, 鹿児島 (2002. 9) 講演要旨集, 9 (2002)
- (44) 井上睦夫, 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 of 海藻試料への適用 --- 沿岸海域における天然放射性核種の挙動 ---, 第 49 回地球化学学会年会, 鹿児島 (2002. 9) 講演要旨集, 114 (2002)
- (45) 井上睦夫, 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 of 海藻試料への適用-----人工および天然放射性核種濃度がもたらす制約-----, 第 4 回「環境放射能研究会」, つくば (2003. 3)
- (46) 小村和久: 尾小屋測定施設を用いた低レベル放射線測定最前線, 第 36 回保健物理学会, 金沢 (2002. 6)
- (47) Komura K.: Ogoya underground laboratory for the measurement of extremely low-level environmental radioactivity, International conference on radioactivity in the environment, Monaco (2002. 9)
- (48) Komura K.: Ultra low-background gamma spectrometry for the monitoring of environmental neutrons., 9th International Conference on Environmental Radioactivity Analysis, 2002, Kent (2002. 9)
- (49) 小村和久, 濱島靖典: 旧尾小屋鉱山地下測定室の検出器特性, 第 46 回放射化学討論会, 札幌 (2002. 9), J. Nucl. Radiochem. Sci., 3, 109 (2002)
- (50) 小村和久: 阪上正信先生の業績 放射化学, 環境放射能分野における貢献, 第 4 回「環境放

- 射能研究会」, つくば (2003. 3)
- (51) 小村和久: 海洋環境の放射能研究における極低レベル放射能計測, 放医研シンポジウム, 千葉 (2003. 3)
- (52) 大塚良仁, 山本政儀, 横田喜一郎, 坂口綾: 琵琶湖水系における ^{22}Na の収支, 第49回地球化学会年会, 鹿児島 (2002. 9) 講演要旨集, 99 (2002)
- (53) 村田祥全, 小村和久, Yousef A. M., 鈴木敦雄, 森嶋彌重, 古賀妙子: 金の放射化を用いた近畿大原子炉周辺環境中性子測定, 第46回放射化学討論会, 札幌 (2002. 9), *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 3, 152 (2002)
- (54) 村田祥全, Yousef A. M., 小村和久: 環境中性子による金の放射化における中性子自己吸収の実験的評価, 第4回「環境放射能研究会」, つくば (2003. 3)
- (55) 坂口綾, 山本政儀, 大塚良仁, 佐々木圭一, 横田喜一郎, 小村和久: 湖水環境中の極微量 ^{22}Na 測定法の開発とその応用, 第46回放射化学討論会, 札幌 (2002. 9), *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 3, 116 (2002)
- (56) 坂口綾, 大塚良仁, 山本政儀: 琵琶湖水系における宇宙線生成核種 Na-22 の物質動態, 日本分析化学会中部支部会, 高山, (2002. 11).
- (57) Sakaguchi A. Ohtsuka Y. and Yamamoto M.: Cosmogenic radionuclide Na-22 as a tracer of pollutant transport from watershed area to fluvial system, International Symp. on Transfer of Radionuclides in Biosphere-Prediction and Assessment, Mito (2002. 12), Proceedings, 87-89 (2002).
- (58) 坂口綾, 山本政儀, 星正治, K. N. Apsalikov, B. I. Gusev: セミパラチンスク核実験場周辺の放射能汚染-ドロン集落の現状-2002年, 第8回広島国際シンポジウム Radiation Effects on the Residents ("Hibakusha") near Semipalatinsk Nuclear Test Site, 広島 (2003. 2), 講演要旨集, 16-17 (2003).
- (59) 坂口綾, 山本政儀, 佐々木圭一, 輿水達司: 湖沼堆積物中のウラン・トリウム同位体組成と流域環境, 第4回「環境放射能研究会」, つくば (2003. 3)
- (60) 山本政儀, 清水丈史, 坂口綾, 佐々木圭一, 輿水達司, 小村和久: 湖底堆積物中のウラン同位体組成と堆積環境---富士五湖河口湖---, 第46回放射化学討論会, 札幌 (2002. 9), *J. Nucl. Radiochem. Sci.*, 3, 76 (2002)
- (61) 山本政儀: 旧ソ連核実験場セミパラチンスク地域の土壌中の放射能, Land 博士講演会, 放射線影響協会, 東京, (2002. 10)
- (62) 山本政儀, 坂口綾, 五十嵐康人, 広瀬勝己, 青山道夫: Pb-210 と Be-7 降下量の長期 (1991-2002) 及び広域 (2000-2001) 観測, 第4回「環境放射能研究会」, つくば (2003. 3)
- (63) 横田喜一郎, 井上睦夫, 山本政儀, 中島美和子, グエン・ドゥン, 前田広人: 琵琶湖と鹿児島湾の低質比較(その1) 第49回地球化学会年会, 鹿児島 (2002. 9) 講演要旨集, 121 (2002)

5) 研究交流 (共同研究)

・共同研究

- (1) 佐藤努 (代表), 有害物質の自然希釈に関する応用研究, 東邦レオ株式会社
- (2) 佐藤努 (代表), コンクリート構造物の長期変質過程の解明(フェイズ 2), 日本国土開発株式会社
- (3) 佐藤努 (代表), コンクリート構造物の長期変質過程の解明(フェイズ 3), 日本国土開発株式会社

社

- (4) 佐藤努 (代表), セメントーベントナイト相互作用の基礎的研究, 太平洋コンサルタント株式会社
- (5) 佐藤努 (代表), 地下環境における核種移行に及ぼすバリア材変質に関する研究, 日本原子力研究所
- (6) 佐藤努 (代表), 自然浄化機構に学ぶ鉱山廃水処理システムの構築と回収砒素・硫黄の資源化, 金属鉱業事業団
- (7) 佐藤努 (代表), 粘土鉱物の構造に関する基礎的研究, 日本ポリケム株式会社
- (8) 佐藤努 (代表), モンモリロナイトの層電荷およびその分布に関する研究, クニミネ工業株式会社
- (9) 小村和久 (代表), 地下空間を利用したイメージングプレート実験, 金沢工業大学・長瀬ランダウア
- (10) 小村和久 (代表), 個人被曝モニターの自己照射の評価, 金沢工業大学・長瀬ランダウア
- (11) 小村和久 (代表), 富士山頂における Be-7, Pb-210 の変動解析, 気象研究所
- (12) 小村和久 (代表), 樹木年輪中の Pb-210 測定, 東京大学農学部
- (13) 小村和久 (代表), 宇宙飛行士用線量計開発に係わる放射化箔の測定, 三菱総合研究所
- (14) 小村和久 (代表), 古海水中の Cs-137 測定, 気象研究所
- (15) 山本政儀 (代表), 全国及び韓国での降下物中の Pb-210 及び Be-7 等の放射性物質をトレーサーとする大陸からの物質輸送に関する研究, 気象研究所, 韓国 KINS 研究所
- (16) 山本政儀 (代表), 旧ソ連核実験場周辺居住地域の環境放射能汚染と住民の被曝線量評価, 広島大学原医研, 放射線医学研究所
- (17) 山本政儀 (代表), 湖底堆積物のウラン・トリウム同位体組成から見た富士五湖河口湖の流域環境変遷解析, 山梨県環境技術研究所
- (18) 山本政儀 (代表), 放射性核種をトレーサーとする湖沼環境の物質循環研究, 琵琶湖研究所

・海外渡航

- (1) 柏谷健二, フランス・ニース, European Geophysical Society 17th Conference 講演 (2002. 4)
- (2) 柏谷健二, 中国・雲南, 西藏高原東縁部水文地形環境調査 (2002. 5)
- (3) 柏谷健二, ロシア・イルクーツク, 国際ワークショップの打合せ (2002. 9)
- (4) 柏谷健二, 英国・リーズ, BGRG Symposium 講演 (2002. 9)
- (5) 柏谷健二, 中国・雲南, 日中国際地形学会議開催 (2002. 11)
- (6) 柏谷健二, 中国・北京・西安, 国際ワークショップの打合せ (2002. 11)
- (7) 佐藤努, バングラデシュ, ヒ素汚染井戸水の調査と対策 (2002. 5)
- (8) 佐藤努, スイス, 第 12 回ゴールドシュミット国際会議で発表 (2002. 8)
- (9) 佐藤努, 中国, 中国科学アカデミー地球環境科学研究所との共同研究に関する打ち合わせ (2002. 11)
- (10) 佐藤努, フランス, 放射性廃棄物地層処分における緩衝材に関する国際ワークショップで発表 (2002. 12)
- (11) 佐藤努, オマーン, オフィオライトから湧出する高アルカリ泉の調査 (2002. 12)
- (12) 長谷部徳子, イギリス・ロンドン大学, 日本学術振興会海外特別研究員として FT 法の基礎

研究に従事 (~2003. 2)

- (13) 小村和久, モナコ, 環境放射能国際会議参加 (2002. 9)
- (14) 小村和久, イギリス・ケント, 環境放射能測定に関する国際会議 (2002. 9)
- (15) 山本政儀, カザフスタン, (財)放射線影響協会の”セミパラチンスク健康影響調査”の研究打ち合わせ (2002. 6)
- (16) 山本政儀, カザフスタン, ドイツ (ミュンヘン), セミパラチンスク核実験場周辺の試料採取と研究打ち合わせ (2002. 10)

・訪問外国人研究者

- (1) 肖举楽, 中国科学院地質・地球物理学研究所教授, 中国, 地球環境システム分野 (2002. 4)
- (2) 曾榮樹, 中国科学院地質・地球物理学研究所教授, 中国, 地球環境システム分野 (2002. 4)
- (3) 石呂平, 中国科学院国際合作局副教授, 中国, 地球環境システム分野 (2002. 4)
- (4) 林俊全, 国立台湾大学教授, 台湾, 地球環境システム分野 (2003. 1)
- (5) Wang Xilong, 南開大学, 地球環境システム分野 (2003. 3)
- (6) Baoshan Xing, マンチェスター大学, 地球環境システム分野 (2003. 3)
- (7) Zeng Rongshu, 中国科学院地質・地球物理研究所, 地球環境システム分野 (2003. 3)

・非常勤講師

- (1) 柏谷健二, 三重大学生物資源学部 (2002. 10~2003. 3)
- (2) 柏谷健二, 静岡大学理学部 (2002. 10~2003. 3)
- (3) 佐藤努, 徳島大学総合科学部, 講師 (2002. 11)
- (4) 青田容明, 同志社大学, 嘱託講師 (2002)

6) 各種活動 (学会・社会)

・学会活動

柏谷健二: 日本地形学連合委員 (1981-現在), 第5回国際地形学会議総務委員長 (1997年-現在), 日中国際地形学会議実行委員長 (2001-2003), IGU-GC21 委員 (2000-現在), 国際ワークショップ「ユーラシア東部の長期環境変動」実行委員長 (2001-現在), 雑誌「地形」編集委員 (1999-現在), 雑誌「Limnology」編集顧問 (2000-現在)

佐藤努: 日本粘土学会常務委員 (1998. 9~現在)・評議員 (2000. 10~現在), 日本鉱物学会行事委員 (2000. 10~現在), 土木学会原子力土木委員会地下環境部会処分技術WG委員 (2000. 9~現在), 日本原子力学会原子燃料サイクル専門部会浅地中処分安全評価分科会委員 (2003. 2-現在), 原子力環境整備センターベントナイト系充填材検討委員 (2000. 8-現在), 原子力環境整備センター技術開発課題検討委員 (2000. 12-現在), 原子力発電環境整備機構技術アドバイザー委員 (2001. 4-現在), 日本原子力研究所燃料サイクル安全研究委員会専門委員 (2001. 9-現在), 日本原子力研究所廃棄物処分におけるバリア性能の研究)研究嘱託 (2002. 4-現在), エネルギーフォーラム福井パネリスト (2002. 9), エネルギーフォーラム富山パネリスト (2002. 11), 独立行政法人物質・材料研究機構エコマテリアル研究センター設立記念講演会招待講演 (2002. 6), 第7回アジア地下水ヒ素汚染フォーラム (宮崎 2002. 10), 物質・材料研究機構エコマテリアル研究センター環境浄化材料研究会招待講演 (2002. 12), 微

生物-大気-水-鉱物相互作用研究会招待講演 (産業技術総合研究所 2003. 1)

小村和久：日本保健物理学会理事，日本放射線影響学会幹事，日本原子力学会評議員，近畿大学
原子炉共同利用委員会委員，学術会議「放射性物質による環境の汚染防止と回復研究促進小
委員会」専門委員

山本政儀：日本原子力学会中部支部幹事

・社会活動

佐藤努：石川県環境審議会委員，金沢子ども科学財団協力室委員

小村和久：石川県環境放射線測定技術委員会委員，放医研宇宙放射線被ばく防護体系検討委員会
委員，環境科学技術研究所放射線・放射能調査検討委員会委員，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，辰口町国際交流協会副会長，辰口町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，

山本政儀：福井県美浜町原子力環境安全監視委員会臨時委員，(財)日本分析センターの環境放射
能試料測定法調査検討委員会委員，CAI ソフト作成専門部会長，環境放射能分析研修委員会
委員，国連科学委員会 UNSCEAR 報告書国内委員

エコテクノロジー部門

1) 学術論文

- (1) 金岡千嘉男：微粒子の気中での挙動と捕集,粉砕, 45号, .20-30, (2002. 2)
- (2) M.Amornkitbamrung, C.Kanaoka: Effect of Temperature on Dust Cake Formation and Detachment, Suranaree Journal of Science and Technology(Thailand), 8-15, (2002. 3)
- (3) S.Tanaka, C.Kanaoka: Durability Validation of Synthetic Filter Bag, WCPT4, Sydney, 351, (2002. 7)
- (4) Yuping Yao, S.Chaen, C.Kanaoka: Dust Accumulation Characteristics on a Fabric for Pulse Jet Use, WCPT4, Sydney, 279, (2002. 7)
- (5) M.Hata, C.Kanaoka: Adhesive Force of Particles at High Temperature with Different Gas Conditions, WCPT4, Sydney, 158, (2002. 7)
- (6) M.Hata, C.Kanaoka, M.Furuuchi, H.Makino, K.Higashiyama, N.Okabe: Effect of Humidity on Flowability of Coal Flyash Particles, WCPT4, Sydney, 341, (2002. 7)
- (7) M.Furuuchi, C.Kanaoka et al.: New Approach to Estimate PM Emission Sources in Bangkok, Proc,6th Int.Aerosol Conf., Taipei, Taiwan, 1153-1154, (2002. 9)
- (8) S.Katoh, M.Furuuchi, M.Amornkitbamrung, C.Kanaoka: International Cooperative Studies on the Simplest Methodology of Evaluation of Aerosol Characteristics in Developing Countries, Proc,6th Int.Aerosol Conf., Taipei, Taiwan, 1157-1158, (2002. 9)
- (9) M.Furuuchi, C.Kanaoka: Numerical Simulation on Supersonic Virtual Impactor for Separation and Enrichment of Nano-Particles, Proc,6th Int.Aerosol Conf., Taipei, Taiwan, 1019-1020, (2002. 9)
- (10) M.Furuuchi, M.Hata, C.Kanaoka, Y.Kawaminami: Estimation of Collection Efficiency Change of Moving Granular Bed Filter by Dust Load, Proc. of 5th Int.Symposium on Gas Cleaning at High Temperature Session2, West Virginia, 13-14, (2002. 9)
- (11) M.Hata, M.Furuuchi, C.Kanaoka, T.Inagaki: Analysis of Pulse-jet Cleaning of Dust Cake from

- Ceramic Filter Element, Proc. of 5th Int.Symposium on Gas Cleaning at High Temperature Session3, West Virginia, 17-18, (2002. 9)
- (12) T.Sakano,C.Kanaoka, M.Furuuchi, M.Hata, K.Yang: Separation Characteristics of Heavy Metal Compounds by Hot Gas Cleaning System, Proc. of 5th Int.Symposium on Gas Cleaning at High Temperature Session8, West Virginia, .9-10, (2002. 9)
- (13) 金岡千嘉男, 古内正美, 因幡淳一, 大亦和代, 明星敏彦: 山岳トンネルにおける切羽近傍の換気気流と粉じん濃度の解析, 土木学会論文集, No.714, VI-56, .43-52, (2002. 9)
- (14) 金岡千嘉男, 姚宇平: パルスジェット式平面ろ過布における圧力損失の時間変化, 化学工学論文集, (2003)
- (15) 金岡千嘉男: 高温集塵技術の廃棄物熱処理排ガス中からの金属化合物分離への適用可能性について, (2003. 2)
- (16) 木村繁男, 岡島 厚, 木綿隆弘, 村井孝行: 凝固過程の動的な応答に関する数値解析 (周期的冷却温度変化に対する固相厚さの応答), 日本機械学会論文集, 68, 665B, 175-180, (2002. 1)
- (17) 木村繁男, Darie,E., 岡島 厚, 木綿隆弘, 水島基紀: 温度差を有する鉛直流路内での混合対流熱伝達, 日本機械学会論文集, 68, 665B, 169-174, (2002. 1)
- (18) Masuda,Y., Yoneya,M., Sumi,S., Ikeshouji,T., Kimura,S., Alavyoon,F. : Time-dependent Double-Diffusive Natural Convection in a Porous Medium under Constant Heat and Mass Fluxes, Int. J. Heat Mass Transfer, 45, 1365-1369, (2002. 4)
- (19) Kanev,K., Kimura,S. : Integrating Dynamic Full-Body Motion Devices in Interactive 3D Entertainment, IEEE Computer Graphics and Application, 22, 4, 76-86, (2002. 8)
- (20) Kimura,S., Okajima,A. and Kiwata,T. : Natural Convection Heat Transfer in a Anisotropic Porous Cavity Heated from Side (2nd Report, Experiment Using a Hele-Shaw Cell), Heat Transfer-Asian Research, 31, 6, 463-473, (2002. 9)
- (21) Kiwata,T., Okajima,A., Kimura,S., Kobayashi,T. : Effects of Excitation of Outer and Inner Jets on Flow Characteristics of Coaxial Jet, Proc. of the 5th JSME-KSME Fluids Eng. Conf. (CD-ROM), 904-909, (2002, 11)
- (22) Yasuda,T., Okajima,A., Kimura,S., Kiwata,T. : Three-dimensional Numerical Simulation of Oscillatory Flow Past a Rectangular Cylinder, Proc. of the 5th JSME-KSME Fluids Eng. Conf. (CD-ROM), 1669-1674, (2002, 11)
- (23) S. Tsukawaki, J. Kuroda, H. Ozawa, T. Kamiya, M. Kato: Preliminary results from R. V. Tansei-maru cruises KT00-14 and KT00-17 in the southwestern marginal parts of the Japan Sea and the northeastern marginal part of the East China Sea. Bull. Japan Sea Res. Inst., Kanazawa Univ., 33, 43-55 (2002)
- (24) 塚脇真二, 松田博貴, 長谷義隆, 秋元和実, 中原功一郎, 浅野いずみ, 小沢広和, 岡村 眞, 古田徳仁, 堂満華子, 尾田太良, 滝川 清: 海底柱状試料に基づく有明海中央部における過去1万年間の環境変遷史. 熊本大学理学部紀要 (地球科学), 17, 1-33 (2002)
- (25) 中原功一郎, 長谷義隆, 松田博貴, 秋元和実, 塚脇真二, 尾田太良: 有明海底柱状試料 (AR98-A~CおよびAR98-E) の珪藻化石群集の変化に基づく過去1万年間の水域環境変遷. 熊本大学理学部紀要 (地球科学), 17, 35-46 (2002)
- (26) 堂満華子, 椎原美紀, 鳥井真之, 塚脇真二, 尾田太良: 日本海南部KT96-17 P-2コアの火山灰

- 層序—大山草谷原軽石層 (KsP) の噴出年代. 地質学雑誌, 108, 545-556 (2002)
- (27) 長谷義隆, 松田博貴, 秋元和實, 塚脇真二, 中原功一朗, 平城兼寿: 海底ピストンコアに基づく有明海南東部の形成過程考察. 月刊地球「九州の第四紀学を考える」, 24, 780-789 (2002)
- (28) Asano, I., Tsukawaki, S.: Subaqueous sedimentary processes around the Mangrove Habitats in Khanom Area, South Thailand. Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand, Century Park Hotel, Bangkok, Thailand, 221-229 (2002)
- (29) Mildenhall, D.C., Tsukawaki, S.: Holocene history of Lake Tonle Sap, Cambodia. Geological Society of New Zealand Newsletter, 128, 27-33 (2002)
- (30) Okawara, M., Tsukawaki, S.: Composition and provenance of clay minerals in the northern part of Lake Tonle Sap, Cambodia. Jour. Geography (Chigaku Zasshi), 111, 341-359 (2002)
- (31) Motomura, H., Tsukawaki, S. and Kamiya, T., : A preliminary survey of fishes of Lake Tonle Sap near Siem Reap, Cambodia. Bulletin of National Science Museum, Tokyo, ser. A, 28, 233-246 (2002)
- (32) 樽見哲史, 塚脇真二: 石川県金沢市北東部加賀朝日～桐山地域の地質. 日本海域研究, 33, 23-41 (2002)
- (33) 富井康博, 前田崇志, 塚脇真二: 石川県辰口町～小松市北部地域における地質学的研究. 日本海域研究, 33, 1-21 (2002)
- (34) Kobayashi F. and Nakamura Y.: Efficient production by Escherichia coli of recombinant protein using salting-out effect protecting against proteolytic degradation, Biotechnol. Lett., (in press)
- (35) Kobayashi F. and Nakamura Y.: Mathematical model for growth process of a recombinant yeast having saccharification and fermentation activities, J. Chem. Technol. Biotechnol., (in press)

2) 総説・資料・報告書

- (1) 金岡千嘉男: 環境保全繊維フィルターの性能評価方法の標準化を目指して, 月刊「地球環境」, vol.33(1), 104-107, (2002. 1)
- (2) 金岡千嘉男: 粒子計測定方法の規格化—とくに ISO/TC24/SC4 での規格化の動向について—, エアロゾル研究, vol.17(3), 169-172, (2002. 9)
- (3) 木村繁男, 岡島 厚, 上野久儀, 木綿隆弘: 凝固過程の動的挙動とその制御に関する研究, 平成 11～13 年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))研究成果報告書, (2002. 3)
- (4) 塚脇真二: 堆積物に湖の歴史を探る—トンレサップ 2 1 計画の概要と成果—. 一般公開講演会「トンレサップ湖—アンコール文明をはぐくんだ湖, そしてカンボジアの命—」配付資料, 金沢市立泉野図書館, (2002. 11)

3) 著書

- (1) 金岡千嘉男 (分担執筆): 環境ハンドブック, (社)産業環境管理協会, 113-115, (2002. 10)
- (2) 金岡千嘉男 (分担執筆): 化学工学ハンドブック, 朝倉書店, (2002)
- (3) トンレサップ湖総合学術調査提言委員会 (遠藤秀一, 片倉晴雄, 塚脇真二, 箕田冠一, 江川良武), カンボジアのトンレサップ湖における現地調査報告—トンレサップ湖における総合学術調査の必要性の提言に向けて—. 社団法人国際建設技術協会, 52p (2001)
- (4) 西村佐二指導, 「世界の子どもたちはいま, 22: カンボジアの子どもたち」. 学習研究社, 東京. (写真提供) (2002)

4) 学術発表

- (1) 古内正美, 金岡千嘉男, まきの悠:超音速流れを用いたナノ粒子高速分級/濃縮に関する数値解析的検討, 第20回空気清浄とコンタミネーションコントロール—次世代クリーンテクノロジーと環境調和—研究大会, 東京 (2002. 4), 第20回空気清浄とコンタミネーションコントロール—次世代クリーンテクノロジーと環境調和—研究大会予稿集, 277-278 (2002)
- (2) S.Tanaka, C.Kanaoka : Durability Validation of Synthetic Filter Bag, WCPT4 Sydney, Sydney (2002. 7), WCPT4 Sydney, 351 (2002)
- (3) Yuping Yao, S.Chaen, C.Kanaoka : Dust Accumulation Characteristics on a Fabric for Pulse Jet Use, WCPT4 Sydney, Sydney (2002. 7), WCPT4 Sydney, 279 (2002)
- (4) M.Hata, C.Kanaoka : Adhesive Force of Particles at High Temperature with Different Gas Conditions, WCPT4 Sydney, Sydney (2002. 7), WCPT4 Sydney, 158 (2002)
- (5) M.Hata, C.Kanaoka, M.Furuuchi, H.Makino, K.Higashiyama, N.Okabe : Effect of Humidity on Flowability of Coal Flyash Particles, WCPT4 Sydney, Sydney (2002. 7), WCPT4 Sydney, 341 (2002)
- (6) 古内正美, 加藤進, 小村和久, 木津良一, 金岡千嘉男 : バンコクにおけるPM発生源の評価指標に関する検討, 第19回エアロゾル科学・技術研究討論会, 京都 (2002. 8), 第19回エアロゾル科学・技術研究討論会, 177-178 (2002)
- (7) M.Furuuchi, C.Kanaoka : New Approach to Estimate PM Emission Sources in Bangkok, 6th International Aerosol Conference, Taipei, Taiwan (2002. 9), Proceeding of 6th International Aerosol Conference, 1153-1154 (2002)
- (8) S.Katoh, M.Furuuchi, M.Amornkitbamrung, C.Kanaoka : International Cooperative Studies on the Simplest Methodology of Evaluation of Aerosol Characteristics in Developing Countries, 6th International Aerosol Conference, Taipei, Taiwan (2002. 9), Proceeding of 6th International Aerosol Conference, 1157-1158 (2002)
- (9) M.Furuuchi, C.Kanaoka : Numerical Simulation on Supersonic Virtual Impactor for Separation and Enrichment of Nano-Particles, 6th International Aerosol Conference, Taipei, Taiwan (2002. 9), Proceeding of 6th International Aerosol Conference, 1019-1020 (2002)
- (10) M.Hata, M.Furuuchi, C.Kanaoka, Y.Kawaminami : Estimation of Collection Efficiency Change of Moving Granular Bed Filter by Dust Load, 5th International Symposium on Gas Cleaning at High Temperature, U.S.A (2002. 9), 5th International Symposium on Gas Cleaning at High Temperature, Session2, 13-14 (2002)
- (11) M.Hata, M.Furuuchi, C.Kanaoka, T.Inagaki : Analysis of Pulse-jet Cleaning of Dust Cake from Ceramic Filter Element, 5th International Symposium on Gas Cleaning at High Temperature, U.S.A (2002. 9), 5th International Symposium on Gas Cleaning at High Temperature, Session3, 17-18 (2002)
- (12) C.Kanaoka, M.Hata, Kwan-Sik Yang, M.Furuuchi : Study of Separation Property of Heavy Metal Compounds by Hot Gas Cleaning System, 5th International Symposium on Gas Cleaning at High Temperature, U.S.A (2002. 9), 5th International Symposium on Gas Cleaning at High Temperature, Session8, 9-10
- (13) 坂野健夫, 金岡千嘉男, 川南吉弘, 古内正美, 畑光彦, 増井目:有機汚泥熔融炉内での重金属化合物の回収技術開発, 化学工学会第35回秋期大会, 神戸 (2002. 9), CD-ROM (2002)

- (14) 金岡千嘉男：高温集塵技術の廃棄物熱処理排ガス中からの金属化合物分離への適用可能性について，第18回環境工学連合講演会，東京（2003. 2），第18回環境工学連合講演会講演論文集，159-162（2003）
- (15) 房岡高広，木村繁男，岡島厚，木綿隆弘：周期的凝固プロセスの数値シミュレーション，日本機械学会熱工学講演会論文集，那覇（2002. 11）
- (16) 房岡高広，木村繁男，岡島厚，木綿隆弘：飽和多孔質体における凝固・融解の数値シミュレーション，日本冷凍空調学会学術講演会講演論文集，岡山（2002. 11）
- (17) 山下嘉貴，岡島厚，木村繁男，木綿隆弘：周期的地下水流中に設置された地中熱交換への集熱量に関する研究，日本機械学会北陸信越支部第40期総会・講演会講演論文集，福井大学，（2003,3）.
- (18) 木綿隆弘，岡島厚，木村繁男，羽根伸晃：強制加振平面噴流の流れ構造に関する研究，日本機械学会北陸信越支部第40期総会・講演会講演論文集，福井大学（2003. 3）.
- (19) 新本 哲平，木綿隆弘，岡島厚，木村繁男：強制加振同軸水噴流の流れの可視化，日本機械学会北陸信越学生会第31回学生員卒業研究発表講演会講演論文集，福井大学（2003,3）.
- (20) 黒川耕大，神谷隆宏，加藤道雄，塚脇真二，カンボジア，トンレサップ湖に生息する淡水性介形虫群集の分布と生態．日本古生物学会2002年年会，福井県立恐竜博物館，2002年6月．
- (21) 長谷義隆，松田博貴，秋元和實，塚脇真二，中原功一郎，平城兼寿，有明海南東部の海底ボーリングコアに基づく有明海形成過程の考察．ワークショップ「九州の第四紀学を考える，福岡大学セミナーハウス（2002. 6）
- (22) Asano, I. and Tsukawaki, S., Subaqueous sedimentary processes around the Mangrove Habitats in Khanom Area, South Thailand. Symposium on Geology of Thailand, Century Park Hotel, Bangkok, Thailand (2002. 8)
- (23) 松田博貴，塚脇真二，浅野いずみ，小沢広和，岡村 眞，長谷義隆，秋元和実，中原巧一郎，古田徳仁，堂満華子，尾田太良，滝川 清，ピストンコア試料に基づく有明海中央部の後氷期における堆積過程の検討．日本地質学会第109年年会，新潟大学，（2002. 9）
- (24) Hasegawa, S., Kamemaru, A. and Tsukawaki, S., Benthic foraminiferal response to artificial environmental changes in Matsushima Bay, Northeast Japan. The Third International Congress on Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology (EMMM'2002), Wien (2002. 9)
- (25) 塚脇真二，富井康博，前田崇志，石川県小松市北部ならびに辰口町地域の地質．日本地質学会第109年年会，新潟大学（2002, 9）
- (26) 小沢広和，塚脇真二，オホーツク海南西部（知床半島沖）における現生介形虫の分布：とくに大桑-万願寺型種について．日本古生物学会第152会例会，横浜国立大学，（2003. 1）
- (27) 塚脇真二，カンボジアの自然環境-過去，現在そして将来-．第8回アンコール遺跡保存国際シンポジウム「アンコール 過去，現在，未来」，国際交流基金フォーラム，東京，（2002. 10）招待講演
- (28) Tsukawaki, S. and Sieng, S., Introduction of Tonlesap 21 Programme - Environmental changes of Lake Tonle Sap in Cambodia during the last 20,000 years. International Symposium on Environmental Changes of the Great Lake Tonle Sap, Ministry of Industry, Mines and Energy, Phnom Penh, Cambodia (2002. 10)
- (29) Tsukawaki, S., Sieng, S., Mildenhall, D. C., Okawara, M., Kamiya, T., Touch, S., Kato, M. and Akiba,

- F., Environmental changes of Lake Tonle Sap and the lower course of the Mekong River in Cambodia during the last 6,500 years - Results of Tonlesap 96 Project -. International Symposium on Environmental Changes of the Great Lake Tonle Sap, Ministry of Industry, Mines and Energy, Phnom Penh, Cambodia (2002. 10)
- (30) Ohtaka, A., Katakura, H., Tsukawaki, S., Endoh, S., Mita, K., Okumura, Y., Egawa, Y., Kato, M. and Ek, B., Preliminary study on faunal composition of aquatic invertebrates in Lake Tonle Sap, Cambodia. International Symposium on Environmental Changes of the Great Lake Tonle Sap, Ministry of Industry, Mines and Energy, Phnom Penh, Cambodia (2002. 10)
- (31) Tsukawaki, S., Sieng, S., Im, S., Ben, B., Kamiya, T., Touch, S., Ozawa, H. and Kato, M., Distribution and composition of surface sediments in Lake Tonle Sap, Cambodia. International Symposium on Environmental Changes of the Great Lake Tonle Sap, Ministry of Industry, Mines and Energy, Phnom Penh, Cambodia (2002. 10)
- (32) Tsukawaki, S., Mildenhall, D. C., Ben, B., Touch, S. and Oda, M., Lithological features and radiocarbon ages of cored sediments from the northern part of Lake Tonle Sap, Cambodia. International Symposium on Environmental Changes of the Great Lake Tonle Sap, Ministry of Industry, Mines and Energy, Phnom Penh, Cambodia (2002. 10)
- (33) Tsukawaki, S. and Members of Tonlesap 21 Programme, Conclusion of Tonlesap 21 Programme - Environmental changes and geological developments of Lake Tonle Sap in Cambodia during the last 10,000 years. International Symposium on Environmental Changes of the Great Lake Tonle Sap, Ministry of Industry, Mines and Energy, Phnom Penh, Cambodia (2002. 10)
- (34) Tsukawaki, S. and Members of Tonlesap 21 Programme, Environmental changes of Lake Tonle Sap, Cambodia during the last 10,000 years-. The 39th CCOP (Coordinating Committee for Coastal and Offshore Geoscience Programmes in East and Southeast Asia) Annual Session, Hyatt Hotel, Yogyakarta, Indonesia (2002. 10).
- (35) 塚脇真二, 堆積物に湖の歴史をさぐる-トンレサップ21計画の概要と成果-, 一般公開国際講演会「トンレサップ湖-アンコール文明をはぐくんだ湖, そしてカンボジアの命-」, 金沢市立泉野図書館, 招待講演 (2002. 11)
- (36) Tsukawaki, S. and Members of Tonlesap 21 Programme, Environmental changes and geological developments of Lake Tonle Sap in Cambodia during the last 10,000 years-. Vietnamese-Japanese Geological Workshop 2002 on Delta Evolution and Recent Environmental Change, Sub-Institute of Geography, Ho Chi Minh, Viet Nam, 招待講演 (2002. 12)
- (37) Kobayashi F. and Nakamura Y.: Production of glucoamylase by recombinant Escherichia coli coupled with a hollow fiber system, 9th APCCHE Congress and CHEMICA 2002, Christchurch, New Zealand (2002.9), 9th APCCHE Congress and CHEMICA 2002, #109, 1-8 (2002).
- (38) Nakamura Y., Kobayashi F., and Kurozumi A.: Production of lignin-degrading enzyme and degradation of agricultural chemicals by white-rot fungus, 9th APCCHE Congress and CHEMICA 2002, Christchurch, New Zealand (2002. 10), 9th APCCHE Congress and CHEMICA 2002, #115, 1-8 (2002).
- (39) 大代正和, 小林史尚, 中村嘉利: オゾンと微生物処理による内分泌攪乱化学物質の分解, 第37回日本水環境学会, 熊本 (2003. 3)

5) 研究交流（共同研究）

・共同研究

- (1) 金岡千嘉男（代表），ろ布耐久性能評価の標準化，(社)日本粉体工業技術協会
- (2) 金岡千嘉男（代表），多段蒸留方式による有機汚泥ゼロエミッション処理技術の確立，(財)石川県産業創出支援機構
- (3) 金岡千嘉男（分担），セラミックファイバー製大型かつ高温フィルターの製造技術開発，(財)石炭エネルギーセンター
- (4) 金岡千嘉男（分担），省エネルギー型金属ダスト回生技術の開発，(財)金属系材料研究開発センター
- (5) 塚脇真二（代表）カンボジアのトンレサップ湖における過去2万年間の環境変遷史．国際共同研究（日本，カンボジア，ニュージーランド）

・海外渡航

- (1) 金岡千嘉男，ドイツ・Karlsruhe 大学，Workshop “Particle Loading nad Filtration Kinetics in Fibrous Filters” (2002. 6)
- (2) 金岡千嘉男，タイ・チュラロンコン大学，TJTTP プロジェクト (2002. 7)
- (3) 金岡千嘉男，イギリス・Birmingham 大学，NEDO グラント (2003. 3)
- (4) 塚脇真二，カンボジア王国シェムリアプ市，トンレサップ湖，トンレサップ湖北部およびアンコール遺跡地区の水質観測 (2002. 1,3)
- (5) 塚脇真二，カンボジア王国シェムリアプ市，トンレサップ湖，トンレサップ湖北部および周辺地域調査 (2002. 5,10,12)
- (6) 塚脇真二，タイ王国バンコク市，タイの地質に関する国際会議 (2002. 8)
- (7) 塚脇真二，カンボジア王国シェムリアプ市，トンレサップ湖，トンレサップ湖北部および周辺地域水質観測調査 (2002. 8-9)
- (8) 塚脇真二，カンボジア王国プノンペン市，鉍工業資源省，大湖トンレサップの環境変遷史に関する国際シンポジウム (2002. 10)
- (9) 塚脇真二，インドネシア共和国ジョグジャカルタ市，第39回CCOP年会 カンボジア王国側オブザーバー (2002. 10)
- (10) 塚脇真二，ヴェトナム社会主義人民共和国ホーチミン市，大規模デルタの形成史と環境変化に関する日越国際シンポジウム (2002. 12)

・訪問外国人研究者

- (1) Professor Jonathan Seville, The University of Birmingham, U.K., NEDO Grant Workshop 2002 International Cooperative Research on Hot Gas Cleaning, 環境保全システム分野 (2002. 5)
- (2) Dr. Joe Wood, The University of Birmingham, U.K., NEDO Grant Workshop 2002 International Cooperative Research on Hot Gas Cleaning, 環境保全システム分野(2002. 5)
- (3) Dr. John P. Hurley, University of North Dakota, U.S.A., NEDO Grant Workshop 2002 International Cooperative Research on Hot Gas Cleaning, 環境保全システム分野 (2002. 5)
- (4) Dr. Detlev Hoff, University of Karlsruhe, Germany, NEDO Grant Workshop 2002 International Cooperative Research on Hot Gas Cleaning, 環境保全システム分野 (2002. 5)

- (5) Prof. Robert McKibbin, Department of Mathematics, Massey University, New Zealand「樹木からの花粉の飛散に関する数学的モデルの構築」エコエネルギー分野 (2003. 3)
- (6) Sieng Sotham (シエン, ソタム) : カンボジア王国鉱工業資源省資源局地質部門副部長, 環境動態解析分野 (2002. 11)
- (7) Touch Sambath (トッチュ, サンバース) : カンボジア王国鉱工業資源省資源局地質部門地質図室室長, 環境動態解析分野 (2002. 11)
- (8) Ben Bunnarin (ベン, ブンナリン) : カンボジア王国鉱工業資源省資源局地質部門環境地質室副室長, 環境動態解析分野 (2002. 11)
- (9) Im Sim (イム, シム) : カンボジア王国鉱工業資源省資源局地質部門地質図室研究員, 環境動態解析分野 (2002, 11)
- (10) Dallas C. Mildenhall (ダラス, C, マイルデンホール) : ニュージーランド地質学原子核研究所法地質学計画主任, 環境動態解析分野 (2002. 11)

6) 各種活動 (学会・社会)

・学会活動

金岡千嘉男 : 粉体工学会理事, 国際交流委員会委員長, 英文誌"Advanced Powder Technology"編集委員, エアロゾル学会理事, 日本粉体工業技術協会理事, 集塵分科会コーディネーター, ISO/TC24 委員会(篩及び篩わけ法以外の方法による粒子径測定)国内委員会委員長, 規格委員会副委員長, 各種粒子計測定法 JIS 原案作成委員会委員長
産業環境管理協会参与

木村繁男 : 日本地熱学会表彰委員会委員, アメリカ機械学会・日本機械学会合同熱工学講演会組織委員, 日本機械学会流体工学部門「気液系流れのダイナミクス」研究会幹事, 日本機械学会北陸信越支部「北陸流体工学研究会」幹事

塚脇真二 : 日本応用地質学会中部支部評議員, 日本学術会議太平洋学術研究連絡委員会第18期委員

・社会活動

金岡千嘉男 : 公害防止管理者国家試験委員会委員, 石川労働局粉じん対策指導委員, ISO/TC24 国内委員会委員長, 石炭エネルギーセンター セラミックファイバーフィルター評価委員会委員長, TJTTP (Thai-Japan Technology Transfer Project, Air Pollution Control in Bangkok Project) 日本側代表, 石川産業保健推進センター相談員, NEDO 国際共同研究(NEDO グラント)"高温集塵"研究代表者, かなざわエコ大賞選考委員会委員長

木村繁男 : 石川県環境フェアへの「地下水流向・流速計」出展

塚脇真二 : (社) 国際建設技術協会「トンレサップ湖総合学術調査立案委員会」委員, アンコール遺跡保存事業連絡協議会メンバー, UNESCO-IOC/WESTPAC 古地理図作成委員会日本代表委員, CCOP 会議カンボジア王国側オブザーバー

・一般講演会等

- (1) 塚脇真二, カンボジア王国アンコール遺跡整備機構 (APSARA) Ta Nei III 研修プログラム講義, カンボジア王国シェムリアップ市 (2002. 3)

- (2) 塚脇真二, 特別講義「地質学概論」, プノンペン芸術大学考古学部, カンボジア王国プノンペン市 (2002. 5)
- (3) 塚脇真二, 金沢市教育委員会平成14年度中学校理科学教育専門家招聘事業講師「地層と化石 (大桑層の貝化石)」, 金沢 (2002. 6)
- (4) 塚脇真二, 第8回アンコール遺跡保存国際シンポジウム「アンコール 過去, 現在, 未来」(国際交流基金フォーラム, 東京), 国際交流基金フォーラム, 東京 (2002. 10)
- (5) 塚脇真二, 一般公開国際講演会「トンレサップ湖-アンコール文明をはぐくんだ湖, そしてカンボジアの命-」, 金沢市立泉野図書館, 金沢 (2002. 11)
- (6) 塚脇真二, 日本クメール学研究会月例講演会「カンボジアのトンレサップ湖」, 上智大学, 東京 (2002. 12)

生物多様性研究部門

1) 学術論文

- (1) Koji, S. and Nakamura, K.: Population dynamics of a thistle-feeding lady beetle *Epilachna niponica* (Coccinellidae: Epilachninae) in Kanazawa, Japan. 1. Adult demographic traits and population stability. *Popul. Ecol.*, 44 (2), 103-112 (2002)
- (2) Sakai, C., Subiakto, A., Nuroniah, H. S., Kamata, N., Nakamura, K.: Mass propagation method from the cutting of three dipterocarp species. *Journal of Forest Research* 7: 73-80 (2002)
- (3) Sasayama, Y., Takei, Y., Hasegawa, S. and Suzuki, D.: Direct raises in blood Ca levels by infusing a high-Ca solution into the blood stream accelerate the secretion of calcitonin from the ultimobranchial gland in eels. *Zool. Sci.*, 19, 1039-1043 (2002)
- (4) Suzuki, N., Suzuki, T. and Kurokawa, T.: Possible involvement of calcitonin gene-related peptide in seawater adaptation of flounder: Expression analysis of its receptor mRNA in the gill. *Fisheries Sci.*, 68, 425-429 (2002)
- (5) Suzuki, N. and Hattori, A.: Melatonin suppresses osteoclastic and osteoblastic activities in the scales of goldfish. *J. Pineal Res.*, 32, 253-258 (2002)
- (6) Srivastav, A.K., Tiwari, P.R., Srivastav, S.K. and Suzuki, N.: Responses of ultimobranchial gland to vitamin D₃ treatment in freshwater mud eel, *Amphipnous cuchia* kept in different calcium environments. *Anat. Histol. Embryol.*, 31, 257-261 (2002)
- (7) Tanabe, S.: Between-forest variation in vertical stratification of drosophilid populations. *Ecological Entomology*, 27, 720-731 (2002)
- (8) Tanabe, S., Toda, M. J., Lakim, M. B. and Maryati Bte Mohamed: Abundance, biomass, and composition of insect communities in various forests on Mt. Kinabalu. *Sabah Parks Nature Journal*, 5, 219-237 (2002)
- (9) Kimura, K.: A tropical montane forest in Borneo as a source of fruit supply for frugivorous birds, *Global Environmental Research*, in press
- (10) Kaida, N. and Sasayama, Y.: Dynamics of plasma Ca and calcitonin levels in stonefish (*Inimicus japonicus*) administered a high-Ca solution into the stomach. *Zool. Sci.*, in press
- (11) Kimura, H., Sato, M., Sasayama, Y. and Naganuma, T.: Molecular characterization and *in situ*

localization of endosymbiotic 16SrRNA and RuBisCO genes in the pogonophoran tissue. Marine Biotech., in press

- (12) Nishizawa, T., Kawahara, T., Kinoshita, E., Ueda, K. and Watano, Y.: Development of polymorphic microsatellite markers in *Arisaema serratum* (Thunb.) Schott, Araceae. Molecular Ecology Notes, in press
- (13) Sasayama, Y. and Takeuchi, A.: Reproductive strategy of the tiny abyssal scallop (*Delectopecten vitreus macrocheiricolus*) collected on the bottom of the Japan Sea, surmised from histological observations of the gonads. Zool. Sci., in press
- (14) Suzuki, N., Kambegawa, A. and Hattori, A.: Bisphenol A influences the plasma calcium level and inhibits calcitonin secretion in goldfish. Zool. Sci., in press
- (15) 高田兼, 中村浩二: スウィーピング法による金沢市角間丘陵の甲虫相調査. 1. ヒメマキムシ科 Corticariidae (Lathridiidae). 白山自然保護センター研究報告, 29, 印刷中
- (16) Yaoi, Y. Suzuki, M., Tomura, H., Sasayama, Y., Kikuyama, S. and Tanaka, S.: Molecular cloning and expression regulation of otoconin-22 in the bullfrog endolymphatic sac by ultimobranchial calcitonin. Endocrinology, in press

2) 総説・資料・報告書

- (1) Kitayama, K., Aiba, S., Takyu, M., Ito, M., Hasegawa, M., Iwamoto, K., Tanabe, S., Toda, M. J., Suzuki, S., Kikuzawa, K., Maklarin Lakim and Jamili Nais: Landscape heterogeneity of soil nutrients and organic carbon, and the ecosystem function of species shifts on Mount Kinabalu. Report of the MEXT Creative Basic Research (FY1997-2001) 'An integrated study on biodiversity conservation under global change and bio-inventory management system', 52-73. (2002)
- (2) 田辺慎一: キナバル山に生息する昆虫類の生態学的研究—群集構造と個体数変動—, 昆虫と自然, 37, 7-11 (2002)
- (3) Tanabe, S. and Toda, M. J.: Aboveground forest structure and diversity of drosophilid community. Report of the MEXT Creative Basic Research (FY1997-2001) 'An integrated study on biodiversity conservation under global change and bio-inventory management system', 81-92 (2002)
- (4) Tanabe, S., Nakamura, K. and Toda, M. J.: Beyond the DIWPA-IBOY: monitoring network and strategies to assess human impacts on biodiversity in the Pan-Japan Sea Area. Proceedings of the 1st International Symposium of the Kanazawa University 21st-century COE Program, in press (2003)

3) 著書

- (1) Tanabe, S. and Toda, M. J.: Surveys of selected taxa: Drosophilidae. In: Biodiversity Research Methods: IBOY in Western Pacific and Asia (eds Nakashizuka, T. and Stork, N.) 67-70. Kyoto University Press, Kyoto (2002)
- (2) 笹山雄一, 鈴木信雄: 「カルシトニン」『新ホルモンハンドブック』, 日本比較内分泌学会編, 南江堂, 印刷中

4) 学術発表

- (1) 赤石大輔, 中村浩二: 金沢市の里山のキノコと昆虫の生態的相互関係, 日本生態学会第 50

- 回大会, つくば (2003. 3)
- (2) 青森桂子, 中村浩二: 金沢城公園の大規模工事に伴う環境変動がオサムシ相に与えた影響, 日本生態学会第 50 回大会, つくば (2003. 3)
 - (3) 宇都宮大輔, 中村浩二: 金沢城公園の樹木伐採と緑地整備にともなう植物-訪花昆虫関係の変化, 日本生態学会第 50 回, つくば (2003. 3)
 - (4) 大脇 淳, 中村浩二: 金沢城での緑化フェアがチョウ群集に与えた影響, 日本生態学会第 50 回大会, つくば (2003. 3)
 - (5) 小木曾正造, 坂井恵一, 福島広行, 又多政博, 笹山雄一: ミサキギボシムシ (*Balanoglossus misakiensis*) の放卵・放精行動, 第 73 回日本動物学会, 金沢 (2002. 9), *Zool. Sci.*, 19, 1501 (2002)
 - (6) 戒田典久・笹山雄一: オニオコゼ 2 倍体および 3 倍体の血漿 Ca 濃度に及ぼす経口的 Ca 負荷の影響, 2002 年年度日本水産学会大会, 奈良 (2002. 4)
 - (7) 戒田典久, 笹山雄一: 2 種の海産真骨魚類, オニオコゼとメジナの消化管前方部における Ca の handling について, 第 73 回日本動物学会, 金沢 (2002. 9), *Zool. Sci.*, 19, 1495 (2002)
 - (8) 木村一也: キナバルの果実と鳥のフェノロジー, 種子散布研究会, 大阪自然史博物館 (2002. 12)
 - (9) Kimura, K., Nakamura, K., Fukui, A., Yamaguchi, Y. and Ueda, K.: Monitoring network of fruit production and migratory frugivorous birds in forests of the Pan-Japan Sea Area. 1st International Symposium of the Kanazawa University 21-century COE Program (2003. 3)
 - (10) 佐野亜季実, 椿智洋, 花園誠, 鈴木信雄, 服部淳彦: ニワトリ破骨および骨芽細胞に対するメラトニンの作用を調べる培養系の確立とその効果, 第 73 回日本動物学会, 金沢 (2002. 9), *Zool. Sci.*, 19, 1485 (2002)
 - (11) 鈴木信雄, 服部淳彦: キンギョのウロコに存在する破骨細胞及び骨芽細胞に対するメラトニンの作用, 第 73 回日本動物学会, 金沢 (2002. 9), *Zool. Sci.*, 19, 1485 (2002)
 - (12) 鈴木信雄, 佐野亜季実, 花園誠, 服部淳彦: キンギョのウロコを用いたアッセイ系の開発と骨代謝に関与するホルモンの作用, 第 27 回日本比較内分泌学会, 岡山 (2002. 11), *Proc. Jap. Soc. Comp. Endocrinol.*, 17, 86 (2002)
 - (13) 田中誠二, 片桐千仞, 新井哲夫, 中村浩二: Continuous variation in wing length and flight musculature in a tropical field cricket, *Teleogryllus derelictus*: Implications for the evolution of wing dimorphism (日本昆虫学会賞受賞講演) 日本昆虫学会第 62 回大会 (2002. 9)
 - (14) 長島志津子, 中村浩二: 金沢大学キャンパス内の「新角間川ビオトープ」の環境と生物相, 日本生態学会第 50 回大会, つくば (2003. 3)
 - (15) 中野 進, Sih Kahono, Idrus Abbas, 片倉晴雄, 中村浩二: キク科とシソ科を食草とするインドネシア産マダラテントウのホストレース, F1, F2, Backcross 個体の食草選好性, 日本熱帯生態学会第 12 回大会 (2002. 6)
 - (16) 中野 進, Sih Kahono, Idrus Abbas, 片倉晴雄, 中村浩二: マダラテントウ *Epilachnae* sp.3 における同所的種分化のメカニズムについて日本昆虫学会第 62 回大会 (2002. 9)
 - (17) 長太伸章, 綿野泰行, 中村浩二: PCR-SSCP 法を用いたヤマトアザミテントウのミトコンドリア DNA の地理変異 (2), 日本昆虫学会第 62 回大会 (2002. 9)
 - (18) 長太伸章・綿野泰行・中村浩二: 北陸地方におけるヤマトアザミテントウの遺伝的構造の研

- 究, 日本昆虫学会第 62 回大会エピラクナ談話会(2002. 9)
- (19) 中村晃規, 小路晋作, 中村浩二: 日本産アザミ属の頭花を利用するゾウムシ, ミバエ相とその資源利用様式, 日本生態学会第 50 回大会, つくば (2003. 3)
- (20) Nakamura, K.: Impact of global and local environmental change on biodiversity. 1st International Symposium of the Kanazawa University 21st-century COE Program, Kanazawa (2003. 3)
- (21) Nakamura, K, Mikage, M. and Kamata, N.: Degradation of Forest Ecosystem and Biodiversity in Pan-Japan Sea Area. 1st International Symposium of the Kanazawa University 21st-century COE Program, Kanazawa (2003. 3)
- (22) 西沢 徹, 綿野泰行, 河原孝行, 木下栄一郎, 植田邦彦: マムシグサの花序内における種子遺伝子型の空間配置と gene flow のパターン, 日本植物学会第 66 回大会, 京都 (2002. 9)
- (23) 西沢 徹, 綿野泰行, 河原孝行, 木下栄一郎, 植田邦彦: マイクロサテライトマーカーを用いたマムシグサの送粉様式の解析—肉穂花序における種子の花粉親の空間分布パターン, 日本生態学会 50 回大会, つくば (2003. 3)
- (24) 服部陽子, 木下栄一郎: 金沢市角間と医王の里における開花フェノロジーの比較, 植物地理・分類学会 2002 年度大会, 金沢 (2002. 6)
- (25) Herwina, H., Ohakawara, K., Ito, F. and Nakamura, K.: Seasonal change in species composition and abundance of ants in small yard gardens in West Java, Inodonesia, 日本生態学会第 50 回大会, つくば (2003. 3)
- (26) 松本武尊, 中村浩二: 金沢市の里山の谷津田 (棚田) 復元に伴う生物相の変化, 日本生態学会第 50 回大会, つくば (2003. 3)
- (27) 滝本陽介, 中村浩二, Soelaksono Sastrodihardjo: インドネシア, 西ジャワ州の熱帯山地林における地表徘徊性動物の多様性, 日本熱帯生態学会第 12 回大会 (2002. 6)
- (28) 田辺慎一: 森林の構造的な複雑性とショウジョウバエ群集の多様性, 日本生態学会 50 回大会, つくば (2003. 3)
- (29) Tanabe, S.: Vertical stratification of drosophilids in temperate forest canopies. The 3rd International Canopy Conference, Cairns, North Queensland, Australia (2002. 6)
- (30) Tanabe, S., Nakamura, K., and Toda, M. J.: Beyond the DIWPA-IBOY: monitoring network and strategies to assess human impacts on biodiversity in the Pan-Japan Sea Area. 1st International Symposium of the Kanazawa University 21st-century COE Program, Kanazawa (2003. 3)
- (31) 矢追雄一, 鈴木雅一, 戸村秀明, 笹山雄一, 菊山栄, 田中滋康: ウシガエル内リンパ嚢におけるカルシトニンによる otoconin-22 mRNA の発現調節第 73 回日本動物学会, 金沢 (2002. 9), Zool. Sci., 19, 1495 (2002)
- (32) 矢追雄一, 鈴木雅一, 戸村秀明, 倉渕真吾, 笹山雄一, 菊山栄, 田中滋康: ウシガエルの鰓後腺におけるプロホルモン転換酵素 PC1 と PC2 の遺伝子の発現, 第 27 回日本比較内分泌学会, 岡山 (2002. 11), Proc. Jap. Soc. Comp. Endocrinol., 17, 96 (2002)
- (33) 横山将光, 中村浩二: 角間丘陵におけるガマズミ類 (スイカズラ科) 5 種の空間分布とフェノロジーの比較研究, 日本生態学会第 50 回大会, つくば (2003. 3)

5) 研究交流

- ・共同研究

- (1) 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)
- (2) 中村浩二, 鴨池総合研究 (加賀市鴨池観察館, 金沢工大, 北陸先端大, 国立歴史民俗博物館)
- (3) 中村浩二, インドネシアにおける昆虫類の生物多様性および昆虫個体群長期動態 (インドネシア科学院, バンドン工科大学, アンダラス大学, ジャンビ農業技術試験場等)
- (4) 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)
- (5) 中村浩二, 熱帯昆虫の長期動態 (英国・インペリアルカレッジ)

・海外渡航

- (1) 笹山雄一, タイ王立国スリナカリンウイロット大学, メダカを環境指標に用いた農薬汚染の実態に関する調査研究 (2002. 11)
- (2) 中村浩二, 英国インペリアル・カレッジ (シルウッドパーク校), 熱帯昆虫の長期動態に関する共同研究 (2002. 8-9)
- (3) 中村浩二, インドネシア (ジャンビ州, 西ジャワ州), インドネシアにおける昆虫類の個体群ならびに生物多様性の長期動態に関する共同研究 (2002. 11)

・招聘

- (1) 中村浩二 : Nusyirwan Hasan (インドネシア国立ジャンビ農業試験場長), 日本学術振興会論博事業による研究指導 (課題名 : スマトラの高原における食葉性テントウムシの個体群の長期動態) (2002. 5-7 および2002. 12-2003. 3)

6) 各種活動

・学会活動

- 中村浩二 : 日本熱帯生態学会評議員, 日本応用動物昆虫学会評議員, 日本昆虫学会評議員
 笹山雄一 : 日本動物学会評議員, 第73回日本動物学会総括責任者 (2002. 9)
 木下栄一郎 : 植物地理・分類学会庶務幹事
 鈴木信雄 : 第73回日本動物学会庶務幹事 (2002. 9)

・社会活動

- 中村浩二 : 石川県環境影響評価技術審査会委員, 白山地域自然保護懇話会委員, 石川県自然環境保全審議会委員, 石川県いしかわ自然学校長アドバイザー会議委員, 金沢市環境保全審議会委員, 金沢市農林業振興協議会委員および農林環境部会長
 笹山雄一 : 講演「遺伝子と生物多様性」, 石川自然談話会, のと海洋ふれあいセンター (2003. 2)
 笹山雄一, 小村和久 : 公開講座「海と空を知る」, 臨海実験施設 (2003. 3)

7) その他

- 中村浩二 : 金沢大学「角間の里山自然学校」代表
 木下栄一郎 : 同 研究員

人間計測制御部門

1) 学術論文

- (1) D.Roy, Y.Akiyama, S.Yamada, M.Iwahara, B.Basak : Performance Estimation of a Flux-Concentration Type Linear Induction Motor Using Three-Phase Equivalent Circuit Parameters, Trans. Mag. Soc. Japan, 2, 11-14 (2002)
- (2) D.Roy, Y.Akiyama, S.Yamada, M.Iwahara, B.Basak : Performance Prediction of a Tubular Linear Induction Motor utilizing the Effect of Flux-Concentration by Eddy Currents, 日本AEM学会論文誌, 10(1), 53-58 (2002)
- (3) 中村和倫, 山田外史, 岩原正吉 : マルチECTプローブによるプリント基板検査への検討, 日本応用磁気学会論文誌, 26(4), 555-558 (2002)
- (4) S.C.Mukhopadhyay, S.Yamada, M.Iwahara : Experimental Determination of Optimum Coil Pitch for a Planar Mesh-Type Micromagnetics Sensor, IEEE Transactions on Magnetics, 38(5), 3380-3382 (2002)
- (5) S.C.Mukhopadhyay, S.Yamada, M.Iwahara : Optimum Coil Pitch Selection for Planar Mesh Type Micro-Magnetic Sensor for the Estimation of Near-Surface Material Properties, Applications of Electromagnetic Phenomena in Electrical and Mechanical Systems, 14, 1-9 (2003)
- (6) D. Roy, Y. Akiyama, S.Yamada, M.Iwahara : Performance Comparison of Flux-Concentration Type and Conventional Type Tubular Linear Induction Motor Using Three-Phase Equivalent Circuit Parameters, Applications of Electromagnetic Phenomena in Electrical and Mechanical Systems, 14, 171-179 (2003)
- (7) T.Miyakawa, T.Ishimori, S.Harada, R.Hosono, S.Yamada : Profile of Development to Genes under Extremely Low Frequency Magnetic Field with *caenorhabditis elegans*, Applications of Electromagnetic Phenomena in Electrical and Mechanical Systems, 14, 235-239 (2003)
- (8) R.Javora, S.Yamada, M.Iwahara : Ferroresonance Phenomena, Applications of Electromagnetic Phenomena in Electrical and Mechanical Systems, 14, 271-278 (2003)
- (9) Y.Tanimoto, S.Izumi, K.Furuta, T.Suzuki, Y.Fujiwara, M.Fujiwara, T.Hirata, S.Yamada : Effects of High Magnetic Field on *Euglena Gracilis*, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 14, 1-4, 311-316 (2002)
- (10) T.Miyakawa, S.Harada, T.Ishimori, H.Yamamoto, R.Hosono, S.Yamada : Profile of Development to Genes under Extremely Low Frequency Magnetic Fields with *Caenorhabditis Elegans*, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 14, 1-4, 323-326 (2002)
- (11) S.C.Mukhopdhyay, M.Iwahara, S.Yamada : Necessity of Electromagnetic Field Computation for the Magnetic Current Limiter, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 14, 1-4, 47-50 (2002)
- (12) T.Taniguchi, K.Nakamura, S.Yamada, M.Iwahara : Image Processing in Eddy-Current Testing for Extraction of Orientations of Defects, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 14, 1-4, 503-506, 47-50 (2002)
- (13) D.Kacprzak, S.Yamada, M.Iwahara : Simulation of Amplitude and Phase Characteristics during Inspection of Printed Circuit Board by Eddy-Current Testing Probe, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 15, 1-4, 15-20 (2002)
- (14) D.Roy, Y.Akiyama, S.Yamada, M.Iwahara : Development and Performance of a Linear Induction Motor based on the Effect of Flux-Concentration by Eddy Currents, International Journal of Applied

- Electromagnetics and Mechanics, 15, 1-4, 117-122 (2002)
- (15) S.C.Mukhopdhyay, S.Yamada, M.Iwahara : Inspection of Electroplated Materials-Performance Comparison with Planar Meander and Mesh Type Magnetic Sensor, International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics, 15, 1-4, 323-329 (2002)
- (16) Ogino, C., Yasuda, Y., Kondo, A., Shimizu, N., Fukuda, H.Improvement of transphosphatidylation reaction model of phospholipase D from Streptovercillium cinnamoneum, Biochem. Eng. J., 10, 115-121 (2002)
- (17) Shimizu, N., Ogino, C., Kawanishi, T., Hayashi, Y., Fractal analysis of Daphnia motion for acute toxicity bioassay, Environ. Toxicol., 17(5), 441-448 (2002)
- (18) Dadang, S., Kawanishi, T., Shimizu, N., Hayashi, Y., Nitrate removal rate in a continuous column denitrification reactor using hydrogen generated by electrolysis with carbon anodes and stainless cathodes, Water Sci. Technol. 46(11-12), 39-44 (2002)
- (19) 竹山 友潔, 林 良茂, Talukder M.M.R., 清水 宣明, 川西 琢也, 荻野 千秋, フーリエ変換赤外分光光度計によるAOT-Isooctane系逆相ミセル内水相の構造解析, 化学工学論文集29(1), 124-130 (2003)
- (20) Ikeno, S., Ogino, C., Ito, T., Shimizu, N., Biosensing of benzene derivatives with Pspromoter gene and reporter protein GFP, Biochem. Eng. J., 3713, 1-5 (2003)
- (21) Ikeno, S., Ogino, C., Ito, T., Sugino, Y., Shimizu, N., Effect of medium compositions on biosensing of benzene derivatives using recombinant Escherichia Coli, Biochem. Eng. J., 3743, 1-6 (2003)
- (22) 田中志信, 野川雅道, 山越憲一 : 在宅健康管理のための無意識生体センシング法ーヘルスケアユーティリティシステムー, 生体医工学, 40(Suppl.2), 138-139 (2002)
- (23) 本井幸介, 岡本明男, 野川雅道, 田中志信, 山越憲一 : 医療・福祉支援のための無拘束行動センシング技術, 生体医工学 40(Suppl.2), 140-141 (2002)
- (24) M. Miyama, O. Tooyama, Naoki Takamatsu,T. Kodake, K. Nakamura, A. Kato, J. Miyakoshi, K. Imamura, H. Hashimot, S. Komatsh, M. Yagi. M. Morimoto, K. Taki, M. Yoshimoto: An Ultra Low Power Motion Estimation Processor for MPEG2 HDTV Resolution Video, IEICE Trans., in press (2003)

2) 総説・資料・報告書

- (1) 山田外史 : 地域産業の発展に寄与する電磁波技術に関する研究, 電力設備近傍の電磁界の計測と評価, 149-166, (2002)
- (2) 山田外史 : 金沢大学工学部付属電磁場制御実験施設報告書, (2002)
- (3) 清水 宣明 : 二酸化チタン/超音波処理による OH ラジカルの生成と有害物質の分解処理技術. 超音波を利用した水処理技術セミナー ～ 水中難分解性有機物・病原微生物・汚泥等の分解・減溶化 ～ ((株)技術情報センターセミナー部主催), 講習会テキスト, 20-29 (2002)
- (4) 田中志信 : 生体内留置型センサのバイオマテリアルデザイン, BME, 16(19), 21-27 (2002)

3) 著書

- (1) S.Yamada, A. Nafalski, S.C.Mukhopadhyay(編集), Applications of Electromagnetic Phenomena in Electrical and Mechanical Systems, JSAEM Studies in Applied Electromagnetics and Mechanics, 14,

日本 AEM 学会 (2003)

- (2) 尾田十八, 坂本二郎, 田中志信, 生物工学とバイオニックデザイン, 倍風館 (2002)
- (3) 深山正幸, 北川章夫, 秋田純一, 鈴木正國, HDL による VLSI 設計 VerilogHDL と VHDL による CPU 設計, 242, 共立出版 (2002)

4) 学術発表

- (1) 吉田崇裕, 光木亮平, 山田外史, 岩原正吉: 仮想実験機による電気機器学習のための単相変圧器に関する研究, 電気学会全国大会論文集, 東京 (2002.3)
- (2) 石森隆行, 宮川倫一, 池田隆, 原田真市, 細野隆次, 山田外史: 極低周波交流磁界曝露による特定遺伝子の磁界応答性の評価, 電気学会全国大会論文集, 東京 (2002.3)
- (3) 水野覚, 山田外史, 岩原正吉: 配管溶接部に適応できるミアンダコイルを用いた渦電流探傷プローブ, 電気学会全国大会論文集, 東京 (2002.3)
- (4) 中村和倫, 竹谷明人, 山田外史, 岩原正吉: プリント基板探傷におけるマルチECTプローブの形状と特性, 電気学会全国大会論文集, 東京 (2002.3)
- (5) 中川敏一, 長原一樹, 東剛人, 大路貴久, 山田外史, 岩原正吉, 高田義博: 反発形磁気浮上天秤の質量測定時における外乱の影響, 電気学会全国大会論文集, 東京 (2002.3)
- (6) R.Javora, S.Yamada, M.Iwahara: Simulation of Ferroresonance Occurring in Power System Contacting Voltage Transformer, 日本AEM学会第11回MAGDAコンファレンス論文集, 東京 (2002), 129-134
- (7) 池田 隆, 原田真市, 細野隆次, 岩原正吉, 山田外史: 低周波交流磁界に反応する生体遺伝子の探索, 第26回日本応用磁気学会学術講演会論文集, 東京 (2002)
- (8) 岩原正吉, 山田外史: 符号付き非測定量の投影法による2次元磁界の可視化, 第26回日本応用磁気学会学術講演会論文集, 東京 (2002)
- (9) 中村和倫, 山田外史, 岩原正吉, 谷口哲樹: プリント基板検査におけるECTマルチセンサ, 第26回日本応用磁気学会学術講演会論文集, 東京 (2002)
- (10) 水野覚, 山田外史, 岩原正吉: ミアンダコイルを用いた渦電流探傷プローブの配管溶接部への適用, 第26回日本応用磁気学会学術講演会論文集, 東京 (2002)
- (11) 橋倉裕, 山田外史, 岩原正吉: 電力設備における磁界環境および磁界曝露の計測と評価, 電気関係学会北陸支部連合大会論文集, 福井 (2002)
- (12) 秋山陽介, 山田外史, 岩原正吉: 磁束収束型リニア誘導モータの始動特性の解析, 電気学会マグネティックス・リニアドライブ合同研究会資料, MAG-02-125/LD-02-97, 石川 (2002)
- (13) 大路貴久, 池野茂之, 飴井賢治, 作井正昭, 山田外史: 1軸制御による反発浮上磁気軸受のポリゴンミラへの適用と回転特性の評価, 電気学会マグネティックス・リニアドライブ合同研究会資料, MAG-02-127/LD-02-99, 石川 (2002)
- (14) 片岡康浩, 脇若弘之, 小松大祐, 篠浦 治, 山田外史: GMR ラインセンサによる渦電流分布の検出, 電気学会マグネティックス・リニアドライブ合同研究会資料, MAG-02-133/LD-02-104, 石川 (2002)
- (15) 中川敏一, 大路貴久, 山田外史, 岩原正吉: 反発浮上非接触天秤の微小質量測定, 電気学会マグネティックス研究会資料, MAG-02-170, 京都 (2002)
- (16) 大路貴久, 市山悟, 飴井賢治, 作井正昭 (富山大), 山田外史: 永久磁石反発浮上形コンベ

- アの提案と反発浮上ユニットの基礎特性, 電気学会マグネティックス研究会資料, MAG-02-171, 京都 (2002)
- (17) 清水宣明, 島田泰行, 荻野千秋, 川西琢也, 林 良茂, 高木厚司, 中村静夫: 二酸化チタン超音波照射によるOHラジカルの生成と内分泌攪乱物質の分解, 第36回日本水環境学会年会講演集, .66, 岡山 (2002)
- (18) 島田泰行, 荻野千秋, 川西琢也, 林 良茂, 清水宣明: 二酸化チタン超音波照射法によるヒドロキシラジカルの生成と内分泌攪乱物質の分解処理, 化学工学会第67年会, 福岡 (2002)
- (19) 池野慎也, 伊藤武男, 荻野千秋, 川西琢也, 林 良茂, 清水宣明: 有機溶媒感受性プロモーターを用いた水質評価法の構築, 化学工学会第67年会, 福岡 (2002)
- (20) Miyoshi, N., Shimizu, N., Tsujiuchi, T., Kozuka, T., Yasui, K. & Mitome, H.: Sonodynamic treatment of Leukemia cells by sonolysis with TiO₂ and glass beads. Abstract for the 3rd International Symposium on Sonodynamic Therapy, 79-81 (2002)
- (21) Shimizu, N., Shimada, Y., Ogino, C., Kawanishi, T. & Hayashi, Y.: Irradiation of ultrasound on titanium dioxide in aqueous solution generate hydroxyl radicals and its effects on decomposition of endocrine disruptors. Abstract for the 14th International Conference on Photochemical Conversion and Strage of Solar Energy (IPS-14), W2-P-68, Sapporo (2002)
- (22) 前川和人, 川西琢也, 林 良茂, 荻野千秋, 清水宣明: 二酸化チタン/超音波法による内分泌攪乱物質の分解処理に関する研究, 化学工学会第35回秋期大会, 神戸 (2002. 9)
- (23) 中村 淳, 荻野 千秋, 川西 琢也, 林 良茂, 清水 宣明: 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, 化学工学会 第35回秋期大会, 神戸 (2002. 9)
- (24) 池野 慎也, 伊藤 武男, 荻野 千秋, 川西 琢也, 林 良茂, 清水 宣明: 有機化合物認識遺伝子群を用いた水質評価法の構築, 化学工学会 第35回秋期大会, 神戸 (2002. 9)
- (25) 畑中 祐樹, 荻野 千秋, 川西 琢也, 林 良茂, 清水 宣明: 変異型ホスホリパーゼDを用いた新規リン脂質合成への検討, 化学工学会 第35回秋期大会, 神戸 (2002. 9)
- (26) Shimizu, N., Ogino, C. & Hayashi, Y.: Attenuation of stress-induced anorexia by 8-OH-DPAT in conjunction with the suppression of hypothalamic serotonin release in rats, Soc. for Neurosci., Ann. Meet. of Neurosci., Orlando, FL (2002) Abstr., Prog. #290, 4 (2002)
- (27) 清水宣明, 荻野千秋, 林 良茂, 三好憲雄: 光触媒・超音波照射法によるOHラジカルの生成とその応用, 第11回ソノケミストリ討論会, 名古屋 (2002)
- (28) 三好憲雄, 辻内 亨, 小塚晃透, 安井久一, 飯田康夫, 清水宣明: セラミックスを超音波触媒にした系にKIを使用したOHラジカル検出の応用. 第11回ソノケミストリ討論会, 名古屋(2002)
- (29) 池野慎也, 伊藤武男, 杉野康弘, 荻野千秋, 清水宣明: 有機溶媒感受性プロモーターを用いた水質評価法の構築. 第54回日本生物工学会, 大阪 (2002)
- (30) 荻野千秋, 畑中祐樹, 泉麻理子, 清水宣明: リン脂質代謝酵素ホスホリパーゼDの遺伝子工学的的手法による触媒機能解析. 第54回日本生物工学会, 大阪 (2002)
- (31) Ogino, C., Ikeno, S., Ito, T., Shimizu, N.: Bio-sensing of benzene derivatives using Ps promoter gene and GFP as a reporter protein (II), 8th symposium of Young Asian Biochemical Engineers' Community (YABEC2002), Taipei (2002)
- (32) M. Miyama, O. Tooyama, N. Takamatsu, T. Kodake, K. Nakamura, A. Kato, J. Miyakoshi, K. Imamura, H. Hashimoto, S. Komatsu, M. Yagi, M. Morimoto, K. Taki and M. Yoshimoto: An Ultra

- Low Power, Realtime MPEG2 MP@HL Motion Estimation Processor Core with SIMD Datapath Architecture Optimized for Gradient Descent Search Algorithm, IEEE 2002 Custom Integrated Circuits Conference, Florida, USA (2002. 5), Proc. IEEE Custom Integ. Conf., 167-170 (2002)
- (33) 田中志信：健康管理のための無意識生体計測システム『ヘルスケアユーティリティ』の開発，日本ME学会専門別研究会 第88回バイオメカニクス研究会，金沢 (2002. 3)
- (34) 宇城大介，前田剛宏，野川雅道，岡本明男，田中志信，山越憲一：トイレを利用した無意識生体情報計測システムの開発研究 - トイレ便座を利用した血圧計測システムの改良 - ，第41回日本エム・イー学会大会，京都，プログラム・抄録集CD-ROM, 278 (2002. 5)
- (35) 平川伸彦，高樹 枚，高橋聡一，岡本明男，野川雅道，田中志信，山越憲一：車いすにおける起立・着席動作支援システムの開発研究 第41回日本エム・イー学会大会，京都，プログラム・抄録集CD-ROM, 293 (2002. 5)
- (36) 常塚了温，山出祐賢，野川雅道，岡本明男，田中志信，山越憲一：無侵襲筋粘弾性動的的特性連続計測システムを用いた筋疲労評価に関する検討，第41回日本エム・イー学会大会，京都，プログラム・抄録集CD-ROM, 347 (2002. 5)
- (37) 中西 基，野川雅道，田中志信，山越憲一，岡本明男，丸山美知郎，高田重男，中川原実，諸江輝義：電氣的インピーダンス心拍出量計測における最適スポット電極配置と精度評価，第41回日本エム・イー学会大会，京都，プログラム・抄録集CD-ROM, 421 (2002. 5)
- (38) 野川雅道，川村将之，川崎寛一，岡本明男，田中志信，山越憲一：無侵襲局所動・静脈酸素飽和度計測法の理論的・実験的検討，第41回日本エム・イー学会大会，京都，プログラム・抄録集CD-ROM, 431 (2002. 5)
- (39) 倉田 諭，榊原隆嗣，野川雅道，山口晃史，田中志信，山越憲一：ウェアラブルセンサを用いた高齢者動作判別法に関する基礎的研究，第41回日本エム・イー学会大会，京都，プログラム・抄録集CD-ROM, 509 (2002. 5)
- (40) 本井幸介，小森政幸，岡本明男，野川雅道，田中志信，山越憲一：ヒト姿勢状態及び歩行速度の無拘束同時計測装置の開発，第41回日本エム・イー学会大会，京都，プログラム・抄録集CD-ROM, 566 (2002. 5)
- (41) 中村每良，深山正幸，遠山 治，高松直樹，小竹 剛，加藤 藍，宮越純一，今村 祐，橋本秀雄，小松聡，八木幹雄，森本薫夫，瀧 和男，吉本雅彦：HDTV対応低消費電力MPEG2/MP@HL動き検出プロセッサLSIの開発，電子情報通信学会集積回路研究会，金沢，研究会予稿集 (2002. 5)
- (42) 宮越純一，黒田雄樹，深山正幸，今村幸祐，橋本英雄，吉本雅彦：MPEG4応用超低消費電力動きベクトル検出コアLSIの研究，STARCシンポジウム，横浜 (2002. 9)
- (43) 宮越純一，黒田雄樹，深山正幸，今村幸祐，橋本英雄，吉本雅彦：MPEG4応用超低消費電力動きベクトル検出コアLSIの研究，第6回システムLSIワークショップ，琵琶湖，講演資料集，及び，ポスタ資料集 (2002. 11)
- (44) 川上健太郎，大平英雄，深山正幸，吉本雅彦：フィードフォワード動的電圧制御によるMPEG4超低消費電力化アルゴリズム，第6回システムLSIワークショップ，琵琶湖，講演資料集，及び，ポスタ資料集 (2002. 11)
- (45) 吉本雅彦，深山正幸，大平英雄，川上健太郎，金森美和子：フィードフォワード型動的電圧制御によるMPEG4超低消費電力アルゴリズム，平成14年度特定領域研究シンポジウム，仙台，平成14年度特定領域研究 知的瞬時処理複合化集積システム (405) 予稿集／研究成果報告

書 (2002. 3)

- (46) 宮越純一, 黒田雄樹, 深山正幸, 今村幸祐, 橋本英雄, 吉本雅彦: 携帯動画像端末応用サブmW・MPEG4動き検出プロセッサコアIP(1)ーアルゴリズムー, 電子情報通信学会, 仙台, 2003年総合大会講演論文集 (2003. 3)
- (47) 黒田雄樹, 宮越純一, 深山正幸, 吉本雅彦: 携帯動画像端末応用サブmW・MPEG4動き検出プロセッサコアIP(2)ーアーキテクチャー, 電子情報通信学会, 仙台, 2003年総合大会講演論文集 (2003. 3)
- (48) 井上淳平, 深山正幸, 吉本雅彦: 動的電圧制御VLSI内蔵型SRAMマクロの電源電圧動作マージン拡大の検討, 電子情報通信学会, 仙台, 2003年総合大会講演論文集 (2003. 3)

5) 研究交流 (共同研究)

・訪問外国人研究者

- (1) Dr. Subhas Chandra Mukhopadhyay, Senior Lecturer, Massey University, New Zealand, 非破壊計測分野 (2002. 12)

6) 各種活動 (学会・社会)

・学会活動

山田外史: 電気学会マイクロ磁気デバイスのシステム化調査専門委員会委員, 電気学会リニアドライブシステムの連成解析手法調査専門委員会委員, 電気学会マイクロメカニカルシステム調査専門委員会委員, 日本応用磁気学会評議委員, 日本応用磁気学会論文委員, 日本 AEM 学会評議委員, 日本 AEM 学会論文委員

田中志信: 日本エム・イー学会評議委員, 日本バイオマテリアル学会評議委員, 日本生活支援工学会評議委員, 計測自動制御学会生体・生理工学部会運営委員, 電子情報通信学会バイオサイバネティクス研究会委員

・社会活動

山田外史: 北陸電気使用合理化委員会委員, 電気保安功労者表賞専攻北陸委員会委員, 文部科学省「地域先導研究」に関わる研究推進委員, 独立法人国立環境研究所「生活環境中電磁波と健康リスク評価に係わる調査業務」検討委員会委員

7) その他

- (1) 遠山治, 深山正幸, 高松直樹, 小竹剛, 中村每良, 加藤藍, 宮越純一, 今村幸祐, 橋本秀雄, 八木幹夫, 森本薫夫, 瀧和男, 吉本雅彦: HDTV 対応 1 チップ低消費電力 MPEG2/MP@HL 動き検出プロセッサ LSI, 第 4 回 LSI IP デザイン・アワード開発奨励賞受賞 (2002. 5)

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), 基盤研究 (B), 社会経済システムの変化がもたらした東アジアにおける水文地形環境の変動, 2,600 千円
- (2) 柏谷健二 (代表), 基盤研究 (B), 放射性核種を活用した流域-湖沼系における水文地形システムの解明, 1,500 千円
- (3) 柏谷健二 (分担), COE 環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測
- (4) 佐藤努 (分担), COE 環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測
- (5) 小村和久 (代表), 基盤研究(A)(2), 放射化法による極低レベル中性子測定法と種々環境における中性子評価, 2,900 千円
- (6) 小村和久 (分担), COE 環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測, 1,885 千円
- (7) 山本政儀 (代表), 基盤研究(B)(1), 核被災地域住民の被曝線量評価・旧ソ連核実験場周辺住民の内部被曝線量の構築, 6,000 千円
- (8) 山本政儀 (代表), 基盤研究(C)(2), 環境プルトニウムの存在状態に関する研究, 2,200 千円
- (9) 山本政儀 (分担), COE 環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測, 2,145 千円

2) 受託研究費

- (1) 佐藤努 (代表), 原子力環境整備センター, 強アルカリ性環境下でのベントナイトの劣化挙動に関する基礎研究, 5,000 千円
- (2) 小村和久 (代表), 石川県, 沿岸域の放射能の挙動に関する研究, 2,000 千円
- (3) 小村和久 (代表), 気象研究所, 海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究, 9,250 千円

3) 共同研究費

- (1) 佐藤努 (代表), 東邦レオ株式会社, 有害物質の自然希釈に関する応用研究, 500 千円
- (2) 佐藤努 (代表), 日本国土開発株式会社, コンクリート構造物の長期変質過程の解明(フェイズ 2), 500 千円
- (3) 佐藤努 (代表), 日本国土開発株式会社, コンクリート構造物の長期変質過程の解明(フェイズ 3), 4,780 千円
- (4) 佐藤努 (代表), 太平洋コンサルタント株式会社, セメント-ベントナイト相互作用の基礎的研究, 500 千円
- (5) 佐藤努 (代表), 日本原子力研究所, 地下環境における核種移行に及ぼすバリア材変質に関する研究, 100 千円
- (6) 佐藤努 (代表), 金属鉱業事業団, 自然浄化機構に学ぶ鉱山廃水処理システムの構築と回収砒素・硫黄の資源化, 500 千円
- (7) 佐藤努 (代表), 日本ポリケム株式会社, 粘土鉱物の構造に関する基礎的研究, 1,050 千円
- (8) 佐藤努 (代表), クニミネ工業株式会社, モンモリロナイトの層電荷およびその分布に関する研究, 1,000 千円

4) 奨学寄付金

- (1) 佐藤努 (代表), ガッスールジャパン, 400 千円
- (2) 佐藤努 (代表), 三菱マテリアル株式会社, 500 千円

1) 科学研究費

- (1) 金岡千嘉男 (代表), 基盤研究(B)(2), 廃棄物熱処理プロセス排ガス中での重金属類の挙動解析とその成分分離法の検討, 11,700 千円
- (2) 木村繁男 (代表), 基盤研究(C)(2), 2成分系溶液内凝固過程の動的挙動とその制御に関する研究, 1,800 千円
- (3) 塚脇真二 (代表) 基盤研究(B)(2) 海外学術調査, カンボジアのトンレサップ湖における過去2万年間の環境変遷史

2) 受託研究費

- (1) 金岡千嘉男 (代表), (社)日本粉体工業技術協会, ろ布耐久性能評価の標準化, 1,400 千円
- (2) 金岡千嘉男 (代表), (財)石川県産業創出支援機構, 多段蒸留方式による有機汚泥ゼロエミッション処理技術の確立, 5,500 千円
- (3) 金岡千嘉男 (分担), (財)石炭エネルギーセンター, セラミックファイバー製大型かつ高温フィルターの製造技術開発, 4,626 千円
- (4) 金岡千嘉男 (分担), (財)金属系材料研究開発センター, 省エネルギー型金属ダスト回生技術の開発, 2,576 千円
- (5) 木村繁男, 科学技術振興事業団, 産学連携等研究費, 2,000 千円

3) 共同研究費

- (1) 金岡千嘉男 (代表), 高温集塵チーム (NEDO グラント), 石炭・廃棄物高効率発電用セラミックスフィルター高温集塵システムの開発, 26,900 千円

4) 奨学寄付金

- (1) 金岡千嘉男 (代表), (株)日清製粉グループ本社, バグフィルタ性能の標準評価法に関する研究, 500 千円
- (2) 金岡千嘉男 (代表), (財)鉄鋼業環境保全技術開発基金, 工学部の研究教育助成のため, 1,500 千円
- (3) 木村繁男, (株) INT, ドットパターンの認識方法, 300 千円

5) その他

- (1) 小林史尚 (代表), 昭和シェル石油環境研究助成金 (海外旅費), 白色腐朽菌によるリグニン分解酵素の生産と農薬の分解, 250 千円
- (2) 小林史尚 (分担), 昭和シェル石油環境研究助成金 (一般研究), 内分泌攪乱作用のない環境保全型樹脂の合成, 1,000 千円
- (3) 小林史尚 (分担), 澁谷学術文化スポーツ振興財団, ゼロエミッション型生産プロセスの開発, 1,000 千円

生物多様性研究部門

1) 科学研究費

- (1) 木下栄一郎 (分担), 基盤 B2 花期に関与する遺伝子を指標とした交雑起源種の種分化機構の解析, 1,700 千円
- (2) 鈴木信雄 (代表), 若手研究 B, 重金属及び内分泌攪乱物質の骨代謝に及ぼす作用: 骨硬化ホルモンとのクロストーク, 2,400 千円

2) その他

- (1) 笹山雄一 (代表), 平成 14 年度文部科学省在外研究員 (創造開発研究) 調査費, メダカを環境使用に用いた農薬汚染の実態に関する調査研究, 700 千円
- (2) 笹山雄一 (代表), 平成 14 年度重点化経費 (地域貢献), 海と空を知る: 生物多様性と環境放射線を調べる, 600 千円
- (3) 鈴木信雄 (代表), 平成 14 年度重点化経費 (若手教官の萌芽的研究), 骨形成のメカニズムの解明: 魚類のウロコの再生を利用したアッセイの確立, 890 千円
- (4) 笹山雄一 (GBIF 分担), 平成 14 年度科学事業振興事業団, 無脊椎動物の生理機能の多様性に関するデータベースの開発, 800 千円
- (5) 笹山雄一 (分担), 21 世紀 COE プログラム, 環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測, 日本海に生息する特徴ある海産無脊椎動物の生活様式の解明: ヒゲムシを例にして, 1,500 千円
- (6) 笹山雄一 (代表), 平成 14 年度学長裁量経費 (教育研究環境整備経費), 臨海実験施設小型動力船の更新, 6,300 千円
- (7) 中村浩二 (分担), 21 世紀 COE プログラム, 環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測, 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, 1,500 千円
- (8) 中村浩二 (代表), 平成 14 年度学長裁量経費 (教育研究環境整備経費), 北東アジア・環日本海域における環境調和型社会モデルの創出, 1,500 千円

人間計測制御部門

1) 科学研究費

- (1) 山田外史 (代表), 基盤研究(B)(2), GMR+プレーナ複合プローブによる高密度プリント基盤の非接触検査技術の研究, 9,200 千円
- (2) 田中志信 (代表), 基盤研究(C)(2), 近赤外分光法による局所組織酸素代謝量計測法の開発, 1,100 千円
- (3) 田中志信 (分担), 基盤研究(A)(2), 無拘束循環動態連続計測・自律神経活動解析システムに関する研究
- (4) 深山正幸 (分担), 特定領域研究(2), 実時間高精細動画画像処理プロセッサ L S I の研究, 2,200 千円

2) 共同研究費

- (1) 清水宣明 (代表), 石川県工業試験場, 二酸化チタン・バイオ融合ナノ粒子の合成, 500 千円

- (2) 清水宣明（代表），明和工業（株），二酸化チタン/超音波照射法による有害物質分解反応器の開発，500 千円
- (3) 清水宣明（代表），金沢市，磁性体微粒子への超音波照射による農薬分解処理技術の開発，3,000 千円
- (4) 深山正幸（分担），株式会社半導体理工学研究センター，画像圧縮符号化応用・低消費電力・動き検出プロセッサ LSI の設計技術研究，10,000 千円

3) 奨学寄付金

- (1) 清水宣明（代表），東陶機器(株)，内分泌攪乱物質の簡易分析及び浄化に関する研究，1,000 千円
- (2) 深山正幸（代表），財団法人 電気・電子情報学術振興財団，485 千円

4) その他

- (1) 清水宣明（代表）財団法人北陸産業活性化センター，R&D 推進・研究助成金，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，2,500 千円

6. 研究指導

自然環境計測研究部門

1) 博士論文

- (1) 福士圭介，Geochemical Studies of Schwertmannite-Arsenate Interaction，自然科学研究科地球環境科学専攻，博士（理学），佐藤努

2) 修士論文

- (2) 楠本貴幸，Hydro-geomorphological Environment in the Eastern Margin of Tibetan Plateau Inferred from Geomorphic Information and Lake Sediment Information，自然科学研究科生命地球学専攻，修士（理学），柏谷健二
- (3) 秋田奈生子，オマーンオフィオライトに湧出する アルカリ泉と沈殿物の地球化学，自然科学研究科生命地球学専攻，修士（理学），佐藤努

3) 卒業研究

- (1) 片岡真紀，琵琶湖表層堆積物と流域環境，理学部地球学専攻，学士（理学），柏谷健二
- (2) 塚本卓也，モンゴル・フブスグル湖湖底堆積物を用いた流域の環境変動の推定，理学部地球学専攻，学士（理学），柏谷健二
- (3) 藤江 寿典，池沼堆積物および物理環境情報を用いた流域における侵食環境の変遷の解析，理学部地球学専攻，学士（理学），柏谷健二
- (4) 大世古光弘，鉱物の生成と変質過程の顕微赤外分光学的研究 - 炭酸塩鉱物・含水鉱物の分布と定量 - ，理学部地球学専攻，学士（理学），佐藤努
- (5) 高田盛生，シュベルトマナイトへのヒ素の吸着とその後の挙動，理学部地球学専攻，学士（理学），佐藤努

- (6) 南大樹, 酸性白土の風化作用にともなう固体酸強度の変化, 理学部地球学専攻, 学士(理学), 佐藤努
- (7) 金川浩司, 蛇紋岩の風化過程におけるクロムの挙動, 理学部地球学専攻, 学士(理学), 佐藤努

エコテクノロジー部門

1) 修士論文

- (1) 川南吉弘, 有機汚泥熱処理排ガス中からの重金属類の高温集塵法による分離, 自然科学研究科環境基盤工学専攻, 修士(工学), 金岡千嘉男
- (2) 岡部孝往, 粉体の付着性に及ぼす湿度及び粒子付着水溶性物質の影響, 自然科学研究科環境基盤工学専攻, 修士(工学), 金岡千嘉男
- (3) 山下嘉貴, 上昇急拡大円管における気液二相流の流動構造の計測, 自然科学研究科機械科学専攻, 修士(工学), 木村繁男
- (4) 和田宗幸, 円柱の流れ方向振動に及ぼす気泡流の影響に関する研究, 自然科学研究科機械科学専攻, 修士(工学), 木村繁男
- (5) 陰地章仁: 石川県金沢市南部小立野～上辰巳地域における地質学的研究, 自然科学研究科環境基盤工学専攻, 修士(工学), 塚脇真二
- (6) 黒住明大, 白色腐朽菌によるリグニン分解酵素の生産と内分泌攪乱物質の分解, 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) 須原陽平, 遺伝子組換え大腸菌によるグルコアミラーゼの効率的生産法の開発, 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
- (8) 武春美, 重金属イオン存在下でのフェノールの微生物分解, 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

2) 卒業研究

- (1) 岩藤吉毅, 環境保全フィルターの性能評価方法の標準化に関する検討, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 金岡千嘉男
- (2) 島田大徳, 高気密・高断熱住宅における有害汚染物質の挙動, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 金岡千嘉男
- (3) 清水良保, 道路交通起源浮遊粒子状物質の発生源指標の検討, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 金岡千嘉男
- (4) 三國徳慶, 廃棄物燃焼排ガス高温集塵時のダスト払い落とし機構の検討, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 金岡千嘉男
- (5) 南 隆広, 大気中ナノ粒子高速サンプリング装置の基礎的検討, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 金岡千嘉男
- (6) 和田匡司, 粉体付着性に及ぼす表面付着物と雰囲気湿度の影響, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 金岡千嘉男
- (7) 長岡 円, 有機汚泥溶融による有用成分回収に関する検討, 工学部土木建設工学科, 学士(工学), 金岡千嘉男
- (8) 中村正毅, 地下水用流動計測プローブの性能特性に関する研究, 工学部機能機械工学科, 学

- 士 (工学), 木村繁男
- (9) 沢崎和也, 飽和多孔質体における凝固・融解現象に関する研究, 工学部機能機械工学科, 学士 (工学), 木村繁男
- (10) 大森 俊, 上昇円管内気泡流の発達過程に関する研究, 工学部機能機械工学科, 学士 (工学), 木村繁男
- (11) 加藤晃義: 石川県金沢市北東縁部加賀朝日～竹又地域の地質, 工学部土木建設工学科, 学士 (工学), 塚脇真二
- (12) 細田洋人: 石川県金沢市北東縁部東原～水元地域の地質, 工学部土木建設工学科, 学士 (工学), 塚脇真二
- (13) 星野恵一: 石川県金沢市北東縁部地代～琴坂地域の地質, 工学部土木建設工学科, 学士 (工学), 塚脇真二
- (14) 星野恵一: 石川県金沢市北東縁部地代～琴坂地域の地質, 工学部土木建設工学科, 学士 (工学), 塚脇真二
- (15) 安藤佳史, 廃竹類の前処理と有用資源化に関する研究, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利, 小林史尚
- (16) 池田修身, 固定化菌を用いたフェノール分解の数式表示と解析, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利, 小林史尚
- (17) 梅澤容子, *Lactobacillus plantarum* を用いた木質糖類からの乳酸の効率的生産, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利, 小林史尚
- (18) 江川大祐, 遺伝子組換え酵母によるエタノール生産のためのバイオリアクターの研究, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利, 小林史尚
- (19) 江添章臣, 高温アミラーゼ生産菌の増殖の数式表示と解析, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利, 小林史尚
- (20) 藤井亜由美, リグニン分解酵素を用いた難分解性芳香族化合物の分解, 工学部物質化学工学科, 学士 (工学), 中村嘉利, 小林史尚
- (21) 的場義典, 植物性バイオマスからのリグニン樹脂の合成, 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) 戒田典久, 二, 三の真骨魚におけるカルシウムホメオスタシスのホルモンの調節: 特にカルシトニンの役割に関して, 自然科学研究科生命科学専攻, 博士 (学術), 笹山雄一

2) 修士論文

- (1) 赤石大輔: 角間キャンパス内の里山ゾーンにおけるキノコ類と訪茸昆虫の相互関係自然科学研究科生命・地球学専攻, 修士 (理学), 中村浩二
- (2) 小林大樹, 真骨魚類の骨におけるカルシトニン遺伝子の発現, 自然科学研究科生命・地球学専攻, 修士 (理学), 笹山雄一, 鈴木信雄
- (3) 横山将光, 角間丘陵におけるガマズミ類 (スイカズラ科) 5種の空間分布とフェノロジーの比較研究, 自然科学研究科生命・地球学専攻, 修士 (理学), 中村浩二

3) 卒業研究

- (1) 青森桂子, 金沢城公園の大規模工事に伴う環境変動がオサムシ相に与えた影響, 理学部生物学科, 学士(理学), 中村浩二
- (2) 大野尚子, 角間キャンパス里山地区に生育するジャノヒゲの形態変異に関する研究, 理学部生物学科, 学士(理学), 木下栄一郎
- (3) 新さおり, ヤマトアシナガアリにおける性投資比をめぐる女王-ワーカーコンフリクト, 理学部生物学科, 学士(理学), 中村浩二
- (4) 長島志津子, 金沢大学キャンパス内の「新角間川ビオトープ」の環境と生物相, 理学部生物学科, 学士(理学), 中村浩二
- (5) 福山博紀, 金沢市におけるアメリカシロヒトリの生活史と生態, 理学部生物学科, 学士(理学), 中村浩二
- (6) 松本武尊, 金沢市の里山の谷津田(棚田)復元に伴う生物相の変化, 理学部生物学科, 学士(理学), 中村浩二

人間計測制御部門

1) 博士論文

- (1) 池野慎也, ベンゼン系化合物の生物学的簡易測定システムの構築に関する研究, 自然科学研究科地球環境科学専攻, 博士(工学), 清水宣明
- (2) 野坂利也, 自立適応型大腿義足の開発と歩行・動作分析による性能評価, 自然科学研究科システム創成科学専攻, 博士(工学), 山越憲一, 田中志信

2) 修士論文

- (1) 中川敏一, 微小質量測定用天秤への反発浮上磁気軸受の応用に関する研究, 自然科学研究科電子情報システム専攻, 修士(工学), 山田外史
- (2) 中村和倫, プリント基板検査における ECT マルチセンサに関する研究, 自然科学研究科電子情報システム専攻, 修士(工学), 山田外史
- (3) 水野 覚, 配管溶接部の探傷に特化した渦電流探傷プローブの改善に関する研究, 自然科学研究科電子情報システム専攻, 修士(工学), 山田外史
- (4) 前川和人, 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, 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学), 清水宣明
- (5) 中村 淳, 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, 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学), 清水宣明
- (6) 金平幸輝, 機能性 DNA 分子の探索と水質評価への応用, 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学), 清水宣明
- (7) 畑中祐樹, 分子進化法を用いたホスホリパーゼ D の触媒機能変換, 自然科学研究科物質工学専攻, 修士(工学), 清水宣明
- (8) 本井幸介, 医療・福祉分野における活動性評価のための無拘束姿勢・行動センシングシステムの開発, 修士(工学), 田中志信, 山越憲一
- (9) 平川伸彦, 圧縮気体を利用した起立・着席動作支援システム開発に関する研究, 自然科学研究科機械科学専攻, 修士(工学), 田中志信, 山越憲一

- (10) 中西 基, 電氣的インピーダンス心拍出量計測における最適スポット電極配置と精度評価に関する研究, 自然科学研究科機械科学専攻, 修士(工学), 山越憲一, 田中志信
- (11) 宇恵晴香, 局所圧迫法による容積補償型手首連続血圧計測システムの開発に関する研究, 自然科学研究科機械科学専攻, 修士(工学), 山越憲一, 田中志信
- (12) 中林彰夫, 自己血糖計測のための静脈探査・微量採血デバイスの開発に関する研究, 自然科学研究科機械科学専攻, 修士(工学), 山越憲一, 田中志信

3) 卒業研究

- (1) 萩野 剛, ECT 技術を用いた微小金属球の検出, 工学部電気電子システム工学科, 学士(工学), 山田外史
- (2) 岡田知忠, 液体中を推進する磁気マイクロアクチュエータの研究, 工学部電気電子システム工学科, 学士(工学), 山田外史
- (3) 小林広弥, 微小質量測定のための永久磁石反発形磁気軸受天秤, 工学部電気電子システム工学科, 学士(工学), 山田外史
- (4) 堀 貴志, 永久磁石を用いた直流回路用限流素子の製作, 工学部電気電子システム工学科, 学士(工学), 山田外史
- (5) 宮本義裕, CT法による磁界分布可視化における測定精度, 工学部電気電子システム工学科, 学士(工学), 山田外史
- (6) 山中一弘, LabVIEW を用いた変圧器の仮想実験用プログラムの開発, 工学部電気電子システム工学科, 学士(工学), 山田外史
- (7) 金丸聡志, 商用周波数磁界による線虫の誘引行動への影響, 工学部電気電子システム工学科, 学士(工学), 山田外史
- (8) 櫻井裕明, 磁界曝露による水の過冷却温度への影響, 工学部電気電子システム工学科, 学士(工学), 山田外史
- (9) 久保景子, 二酸化チタン/超音波照射法によるヒドロキシルラジカル生成機構の解析, 工学部物質化学工学科, 学士(工学), 清水宣明
- (10) 松村 享, ヒドロキシルラジカルによるメチレンブルーの分解処理に関する研究, 工学部物質化学工学科, 学士(工学), 清水宣明
- (11) 杉野康弘, ベンゼン系化合物誘導によって発現するレポータータンパク質に関する研究, 工学部物質化学工学科, 学士(工学), 清水宣明
- (12) 泉麻里子, リン脂質代謝酵素ホスホリパーゼ D によるリン脂質合成に関する研究, 工学部物質化学工学科, 学士(工学), 清水宣明
- (13) 船越正人, 機能性マグネタイト微粒子の構築とその応用に関する研究, 工学部物質化学工学科, 学士(工学), 清水宣明
- (14) 福本将士, 高エタノール発酵酵母によるエタノール生産に関する研究, 工学部物質化学工学科, 学士(工学), 清水宣明
- (15) 石丸俊介, 自己血糖計測のための微量採血デバイスの開発, 工学部人間・機械工学科, 学士(工学), 田中志信, 山越憲一
- (16) 白岩寛史, 転倒時衝撃緩和のためのヒッププロテクタに関する基礎的研究, 工学部人間・機械工学科, 学士(工学), 田中志信, 山越憲一
- (17) 高畑嘉代子, 医療・福祉分野における活動性評価のための無拘束行動センシングシステム,

- 工学部人間・機械工学科，学士（工学），田中志信，山越憲一
- (18) 柳原裕一，ガスプリング式起立着席動作支援システムの開発，工学部人間・機械工学科，学士（工学），田中志信，山越憲一
- (19) 若宮祐司，血管内手術支援のための血管壁可視化技術に関する基礎的研究，工学部人間・機械工学科，学士（工学），田中志信，山越憲一
- (20) 安宅 威，近赤外差分スペクトル分析による非観血的血糖計測法に関する基礎的検討，工学部人間・機械工学科，学士（工学），山越憲一，田中志信
- (21) 岸本雄也，光拡散理論を用いた近赤外局所動・静脈血酸素飽和度同時計測法，工学部人間・機械工学科，学士（工学），山越憲一，田中志信
- (22) 高塚浩子，容積補償法を用いた手首連続血圧計測法に関する開発研究，工学部人間・機械工学科，学士（工学），山越憲一，田中志信
- (23) 原野陽輔，トイレ便座を利用した容積振動法による血圧計測システムの開発研究，工学部人間・機械工学科，学士（工学），山越憲一，田中志信
- (24) 田中哲也，スポット電極配置による電氣的インピーダンス心拍出量計測法の精度評価，工学部人間・機械工学科，学士（工学），山越憲一，田中志信
- (25) 金森美和子，携帯動画像端末応用周波数－電圧協調制御を用いた低消費電力MPEG4アルゴリズムとRISCベースシステム，工学部電気・情報工学科，学士（工学）
- (26) 井上淳平，動的電圧制御RISC応用 Universal-Vdd SRAM マクロの設計，工学部電気・情報工学科，学士（工学）
- (27) 三屋晃二，携帯情報機器用 150MHz 32bit RISC プロセッサの設計，工学部電気・情報工学科，学士（工学）
- (28) 村地勇一郎，MPEG2 MP@HL 動き検出 LSI 向け勾配法アルゴリズムの最適化および評価，工学部電気・情報工学科，学士（工学）
- (29) 黒田雄樹，携帯動画像端末応用サブ mW・MPEG4 動き検出プロセッサコア IP の開発，工学部電気・情報工学科，学士（工学）

7. その他

エコテクノロジー部門

塚脇真二

・報道関係（新聞）

2002年10月13日：トンレサップ湖変遷探る 金沢で来月2日 調査基に国際講演会：北陸中日新聞

2002年11月3日：巨大湖の「謎」解明 カンボジアのトンレサップ 金大など研究講演会：北陸中日新聞

・報道関係（テレビ）

2002年1月18日おはよう日本「アジア&ワールド：湖 誕生の謎は環境への警鐘」：NHK

2002年1月22日：NewsWatch「トンレ サップ湖生成の謎に迫る日本人研究者」NHK海外

2002年1月26日：日立世界ふしぎ発見！「水の王国，アンコール-誕生と滅亡の謎に迫る！」：

TBS

2002年7月19日：ニュースおはよう日本各地のニュース「太古を実感，化石あふれる川原」：NHK中部

2002年10月31日：みまっしワイドいしかわ610「ろくまる文庫（カンボジアの子どもたち）」：NHK金沢

2002年11月7日：MRO今日の特集「世界遺産支えた湖は」：北陸放送

2002年12月12日：みまっしワイドいしかわ610「実験室が巨大ケーキ工房に？」：NHK金沢

・ 報道関係（ラジオ）

2002年5月7日：ワールドレポート「トンレ サップ湖生成の謎に迫る日本人研究者」NHK ラジオ第一

2002年7月19日：ラジオほっとたいむ，ネットワークにつぼん/中部「太古を実感，化石あふれる川原」：NHKラジオ第一

人間計測制御部門

田中志信

・ 報道関係（新聞）

2003年3月7日：高齢者の姿勢計測器開発 行動パターンを詳細に分析：建設工業新聞

研 究 報 告

西藏高原東縁部の湖沼一流域系における堆積物情報と地形情報に基づく 水文地形環境の変動

楠本貴幸¹・唐川²・柏谷健二³

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科；²中国雲南省昆明市学府路 雲南省地理研究所；³〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学自然計測応用研究センター

KUSUMOTO Takayuki, TANG Chuan and KASHIWAYA Kenji: Hydro-geomorphological Environment in the Eastern Margin of the Tibetan Plateau Inferred from Geomorphic Information and Lake Sediment Information

1. 研究の目的

本研究は過去 40-50 年間に於ける地表の物理環境（地形、土地利用形態等）の変化と水文環境の変動との関係を、西藏高原東縁部でアジアモンスーンが卓越し地殻変動が活発な地域、中国雲南省の湖沼一流域系を対象として、気候変動・地殻変動・人間活動が大地の変化に及ぼす物理的影響という観点から明らかにし、人間と水文地形環境の関わりから見た今後の地球環境のありかたについて検討することを目的としている。

2. 調査対象地および研究方法

中国雲南省での調査地は中部の三湖沼および北部の一湖沼である。省都昆明に比較的近い、雲南省中部では貧栄養湖であるが近年においてその流域の土地利用が進行し始めている撫仙湖とその流域、そして都市域や農業地域をその流域に持ち、近年においても各種の地形改変が活発に進められ、その影響が懸念されている星雲湖、杞麗湖とその流域である。標高はいずれも1700m～1800mである。また北部ではXX州の州都中田に近い貧栄養湖である碧都海であり、標高は3700mである。現地調査は、予備調査が1999年3月と2001年11月そして本調査は2000年5月および2002年5月の各2回行われた。現地調査では湖沼堆積物試料の採取、流域の調査そして水文資料等の収集を行った。また、参考として雲南省中央部の洱海 (Er-hai) も取上げた。研究室で進められた主な分析・解析項目は以下の通りである。

1. 対象湖沼で採取した湖沼堆積物の分析；粒度・密度、磁化測定、 SiO_2 等の物理分析、化学分析および年代測定 (Cs-137, Pb-210)。
2. 対象流域の衛星情報の解析；ランドサットMSS、ランドサットTMおよびJERS-1の解析。
3. 対象流域、撫仙湖・星雲湖・杞麗湖流域における地形改変資料の解析。
4. 対象流域の水文気象資料の解析

3. 結果と議論

流域の諸環境条件は一般に湖沼の堆積速度に反映されることが多い。ここでは対象とした湖沼一流域系を比較するために、流域や湖沼のスケール効果を除いた相対的堆積速度 Z (堆積速度×湖水面積/流域面積) を用いる。この堆積速度には地震活動等の突発的な変動を除けば、流域の地形、土地利用条件、風化の程度、降水量等が関係する。そこで地形条件としては、流域の平均傾斜、土地利用条

件としては裸地面積占有率, 降水量条件としては年間降水量を用いて検討してみた. 風化条件としては赤色風化が卓越している中部地域の3湖沼は同程度に考えられるのに対し北部の湖沼はあまり進行しているとはいえないような状況であるが, 定量的表現可能な段階ではない. 上記の関係は

$$Z \propto G_f \times L_f \times W_f \times R_f$$

と考えることができる. 但し G_f は地形ファクター, L_f は土地利用ファクター, W_f は風化ファクター, R_f は降水量ファクターである. Figure 1 にそれぞれのファクターとの関係を示すが, 概ねそれぞれの間に対応関係が成立するようである. 地形ファクターとの対応においてずれの見られる北部の湖沼は風化条件が大きく作用している可能性を示唆している.

Figure 2 は現在の水文地形環境を長期的な背景から明らかにするために, この地域の平均的な傾向として雲南省中央部地域の洱海 (Er-hai) の堆積物試料の分析結果を示したものである. これは3000-4000年前の高水位期(多雨期)の後, 一時的な多雨期はあるが, 長期的な乾燥化傾向を示唆しており, ユーラシア東部大陸域の傾向と調和的である.

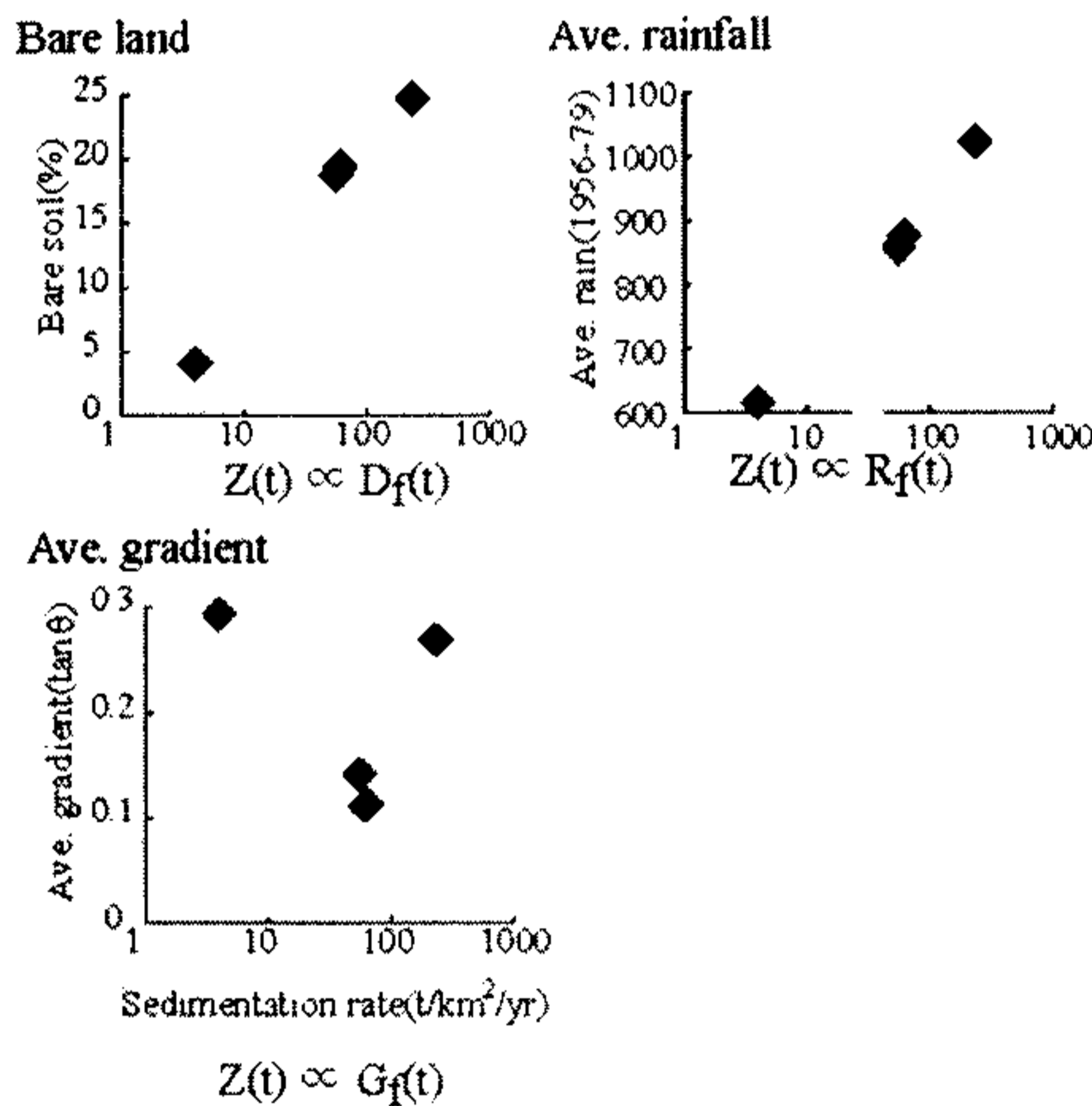


Fig. 1 Relationship between sedimentation rate and each factor

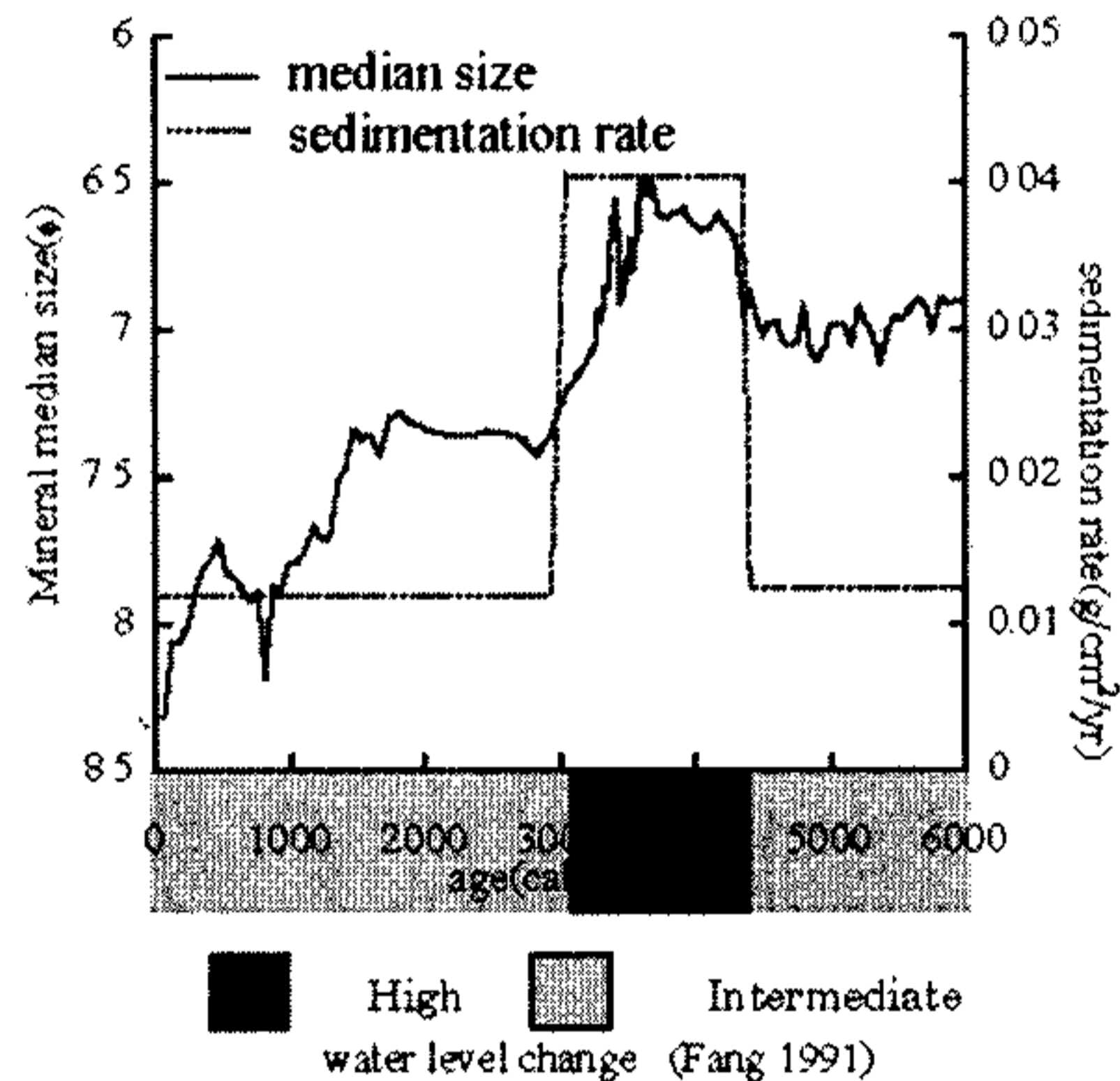


Fig. 2 Fluctuations in mineral median size, sedimentation rate in ER3 and water level of Er-hai.

尾小屋地下実験室 Ge 検出器のバックグラウンド

浜島靖典

〒923-1224 能美郡辰口町和気 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
Yasunori Hamajima: Background of Ge detectors at Ogoya Underground laboratory

極低バックグラウンド (BG) 測定を目指し, 1995 年から稼動している旧尾小屋鉱山トンネル内の地下測定室 (水深換算 270 m) では, 環境中性子による多数の誘導放射性核種の発見, JCO 臨界事故の環境影響の規模と範囲の評価, 中性子誘導放射性核種の極微弱残留放射能からの中性子束評価など, 通常しゃへいの測定器では不可能な研究を行ってきた. 今年度新たに Ge 検出器 4 台を加え, 計 8 台の高分解能・高効率・極低 BG の γ 線測定システムを 2 室に設置した. ここでは Ge 検出器の BG の現状について報告し, BG 改善の余地について検討する. また通信システム (計測システムのリモートコントロール等) についても報告する.

1. 尾小屋地下測定室の Ge 検出器と BG

Table 1 に設置 Ge 検出器のタイプ, 効率, 0.1~2MeV の BG 等を示す. 形状は全て J 型である. Ge-C は CANBERRA, その他は Eurisys 製. 3800 mm² の J, K の相対効率は約 40% である. 検出器本体のエンドキャップやクライオスタットを低 BG 仕様にする, また, しゃへい体については Pb 材質の吟味及び構造の工夫により, X 線, 511 keV 以外にピークのない BG を達成できる (地上設置の Ge についても同様).

2. 宇宙線 (CR) 成分の除去

プラスチックシンチレータ (PS, 約 40cm 角, 厚み 5cm) を現状のしゃへい上部に設置 (Ge との距離 363 mm) して CR を検出し, 通常の BG (Fig. 1 の上部) への寄与を検討した (Fig. 1 下部). 0.1~2.0 MeV の寄与は 0.084 cpm であった. 検出効率は 30-50% と推定される. Ge-J に対しては 0.040cpm であった. (Ge 結晶の形状に依存.) 現在さらに, PS の厚み, 面積等に対する CR 検出効率の検討を行っているが, 尾小屋地下実験室では 0.1~2.0MeV の全方向からの寄与は 0.2-0.3 cpm と思われる. LLRL (地上設置) の Ge ではその約 100 倍検出可能と推定され, 一般の地上の Ge へ応用すると, 充分 CR 成分が除去できると期待できる.

3. 通信システム

尾小屋地下測定室の PC は LAN に接続され, LLRL 内の PC とは, インターネット経由で接続できる (Fig. 2). LLRL のどの PC から尾小屋の 8 入力 PC の画面を見ることができ, リアルタイムで測定状況の把握, 機器の制御, 測定結果データの転送ができる. また, 外部からインターネット経由もしくは直接ダイヤルアップで LLRL, 尾小屋の PC とも接続できる.

Table 1. Ge Detectors of Ogoya Under Ground Lab.

Ge	type	Eff or size	BG(cpm)
J	planar	3800mm ² x 30mm	0.87
K	planar	3800mm ² x 30mm	0.52
X	well(22mm φ x60mm)	73%	1.60
Y	well(22mm φ x60mm)	70%	1.75
C	well(10mm φ x40mm)	37%	0.82
I	planar	2800mm ² x 20mm	0.48
U	coaxial	93%	1.12
W	well(22mm φ x60mm)	65%	1.20

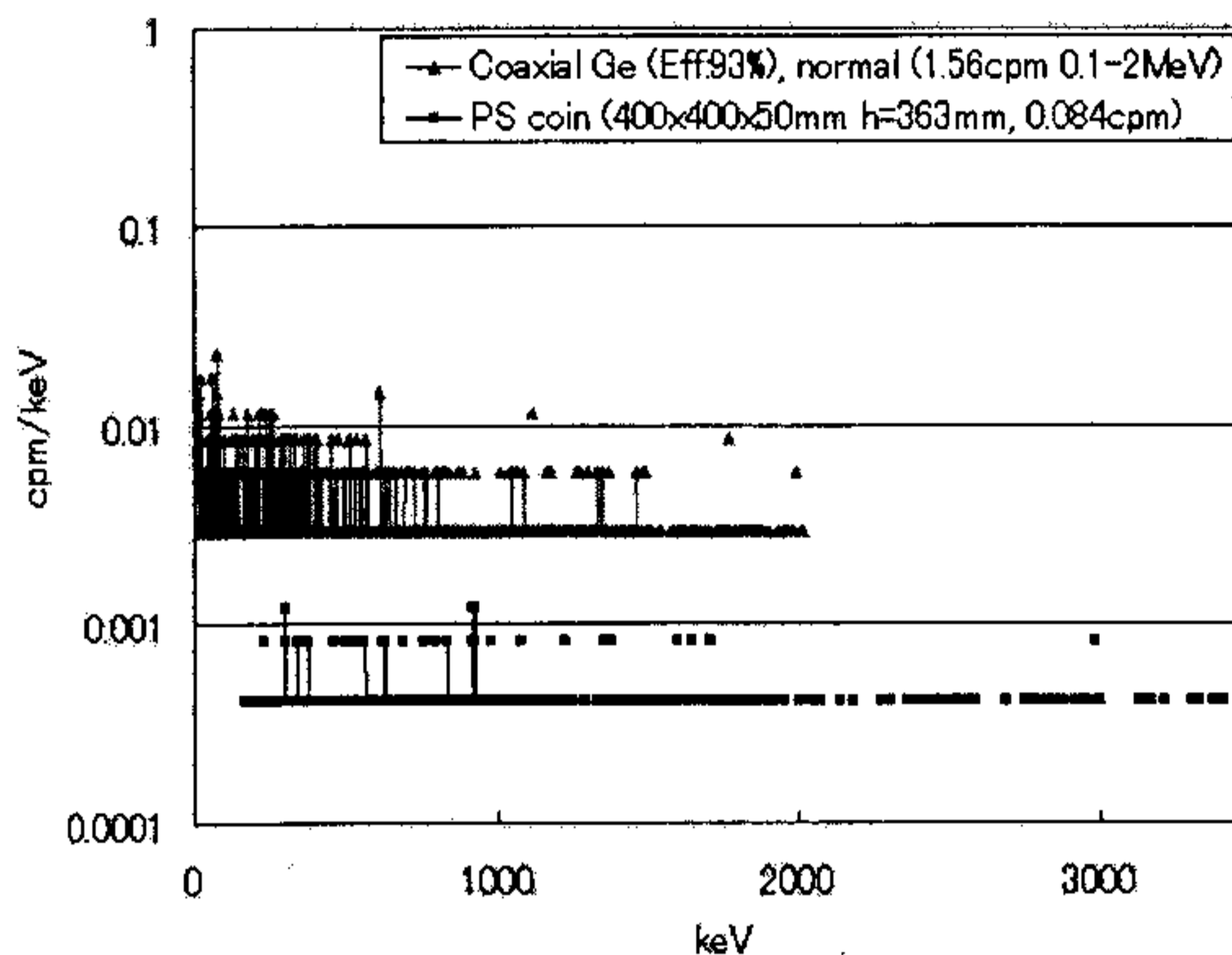


Fig. 1. Normal (upper) and cosmogenic BG of Ogoya Ge-U.

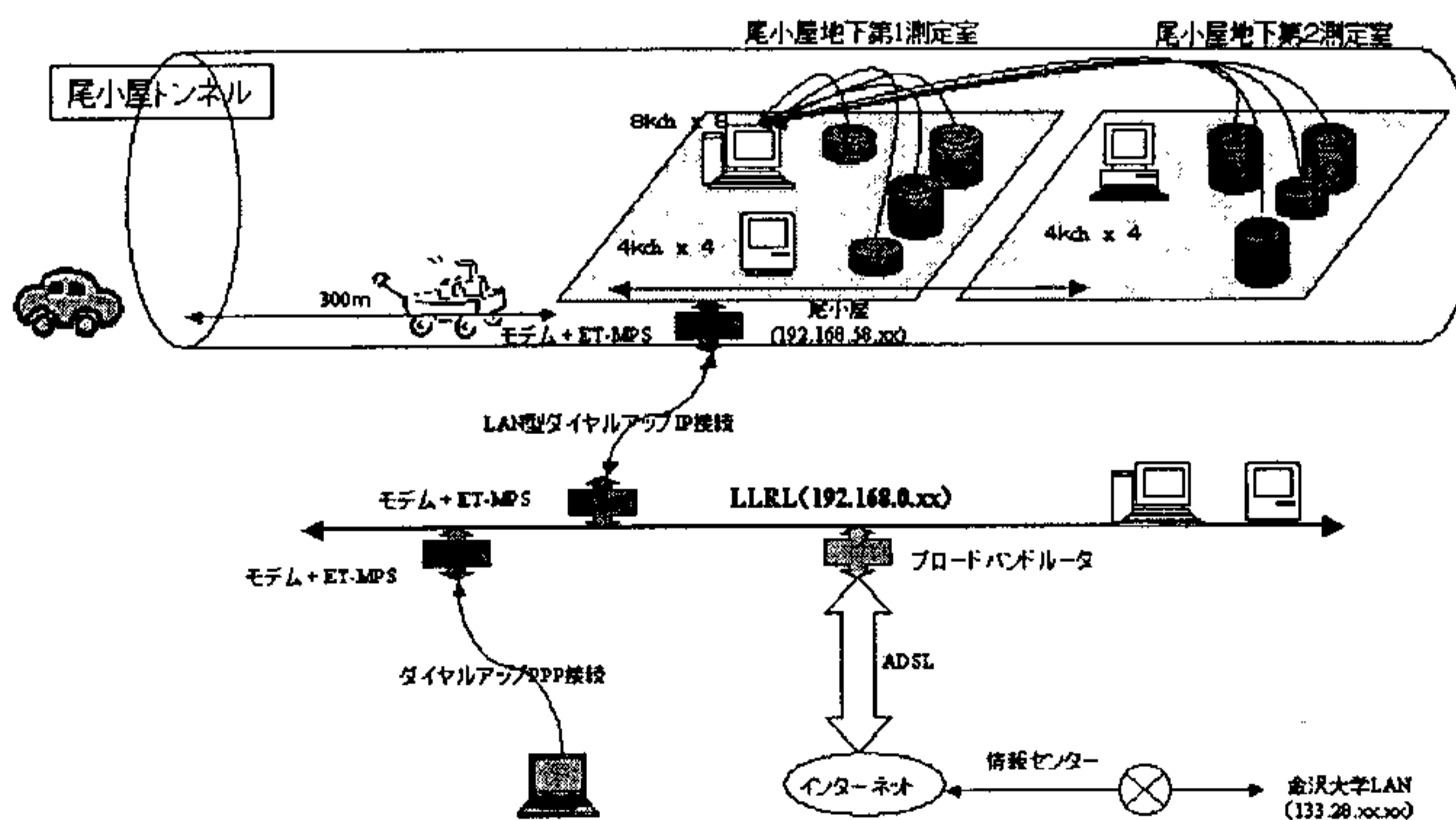


Fig. 2. Local area network at Ogoya Under Ground Lab.

金の放射化を利用した環境中性子測定

村田祥全・小村和久

〒923-0962 能美郡辰口町和気オ 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

Yoshimasa Murata: Measurements of natural neutron flux using activation of gold

金の安定同位体である ^{197}Au (同位体存在度: 100%) は、熱中性子および熱外中性子捕獲反応断面積が 98.8 barn と大きい。また、中性子捕獲反応により生成する ^{198}Au が、2.695 日という適度な半減期を持ち、411.8 keV の γ 線を放出率 96 % で放出することにより定量が容易であるため、原子炉などの中性子束の指標として、金は用いられてきた。しかし、地表の環境レベルの中性子束 ($10^{-2} \text{ n}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) では、 ^{198}Au 生成量が少なく、定量が困難なうえに、 ^3He 中性子カウンターなどの検出器を用いる方が検出感度は高いために、金は環境中性子束の測定に用いられていなかった。金を中性子束測定に用いることは以下のような利点がある。①中性子束測定時に電気を必要としない。②金の化学的安定性ゆえに高温(低温)、水中などの水に直接接触する場所などの通常検出器を設置することが困難な環境でも中性子束が測定可能である。③故障することがなく、メンテナンスを必要としない。④設置に必要な場所が小さく、持ち運びも容易である。⑤ ^3He 中性子検出器と比べると、費用が安価ですむ。以上の理由から、検出感度の問題を解決すれば、金はすぐれた環境レベルの中性子検出器となりうる。金沢大学低レベル放射能実験施設が 10 年前から構築してきた極低バックグラウンド γ 線測定が可能な尾小屋地下測定室(水深換算: 270 m) を利用することにより、環境レベルの中性子束における ^{198}Au 定量が可能となった。1999 年の東海村臨界事故時には、臨界発生地点より約 1500 m の範囲で漏出した中性子により生成した ^{198}Au が検出された。中性子モニタリングポストの数が十分でなく、シミュレーションによる被曝線量評価の際に必要な実測値が不足していたため、尾小屋地下測定室を利用した ^{198}Au の定量結果は非常に貴重であった。本研究では、金を環境中性子束測定の検出器として将来用いるための基礎研究として、環境レベルより 3 桁高い中性子束が得られる近畿大学原子炉(出力: 1 W) の原子炉室およびその周辺に金試料を設置し、 10^{-2} から $10 \text{ n}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ までの範囲の中性子束における ^{198}Au 生成量を調べた。また、 ^3He カウンターによる測定も併せて行い、 ^{198}Au 生成量との比較を行った。

金板 (1.5 cm × 4 cm × 0.4 mm、約 8 g) および金粒 (直径 2 mm、約 20 g) を近畿大学原子炉壁の周囲 1 地点ならびに、原子力研究所敷地内 8 地点、近畿大学構内 4 地点に設置した。設置地点の炉心からの距離は、2 m から 303 m の範囲であった。原子炉壁の周囲に設置した金試料は、原子炉が稼動している 2 日間被曝させた後、その他の金試料については約 30 日間被曝させた後回収した。尾小屋地下測定室の極低バックグラウンド Ge 検出器を用いた γ 線スペクトロメトリーにより、 ^{198}Au の放出する 411.2 keV の γ 線を計数し、生成した ^{198}Au 原子数を見積もった。また、原子炉稼動中に、原子炉室内、原子力研究所敷地内および近畿大学構内の計 13 地点で、 ^3He 中性子検出器を用いて計数を測定した(原子炉からの距離 2~270 m)。測定は、厚さ 2 cm のポリエチレンで検出器を覆った場合と覆わない場合の 2 種類行った。

γ 線スペクトロメトリーにより得られた各金試料中に生成した ^{198}Au 原子数を表 1 に、 ^{198}Au 原子数を炉心からの距離に対してプロットしたものを図 1 に示す。炉心からの距離の増加とともに、 ^{198}Au 生成数は減少するが、50 m を過ぎるとほぼ横ばいである。これにより、炉心から 50 m 以遠は、原子炉由来の中性子の影響が環境中の中性子に比べて無視できることがわかる。

^3He 中性子検出器の計数を、炉心からの距離に対してプロットしたものを図 2 に示す。原子炉に最も近い試料番号 0 の金試料中の ^{198}Au 原子数が ^3He 中性子検出器の計数と比べて相対的に少ないが、これは他の金試料の被曝期間が 30 日であるのに対し、この試料のみ 2 日間と短いためである。照射時間の補正をすれば、 ^{198}Au 生成数と ^3He 中性子検出器の計数の結果は矛盾しておらず、 ^{198}Au 生成数が中性子束を反映していることが示された。金による中性子の自己吸収により、金の厚みの増加とともに 1g あたりの ^{198}Au 生成数は減少するため、 ^{198}Au 生成数から直ちに中性子束を評価することは困難であるが、自己吸収の問題さえ解決すれば、金は優れた環境中性子検出器として利用可能である。

表 1 金試料中に生成した ^{198}Au 原子数

試料番号	試料の形状	被曝位置	炉心からの距離 (m)	^{198}Au 原子数 (n/g-Au)
0	板	原子炉外壁	2	1074 ± 47
1	板	試料準備室窓	13	670 ± 59
2	板	共同研究室扉	25	176 ± 30
3	板	共同研究室窓	28	192 ± 23
4	粒	モニタリングポスト I	42	114 ± 11
5	粒	コンクリート壁	48	63 ± 19
6	粒	モニタリングポスト II	63	92 ± 27
7	粒	動物飼育棟扉	50	42 ± 11
8	粒	モニタリングポスト III	41	66 ± 15
9	粒	薬草園プレート裏	99	57 ± 13
10	粒	正門そば掲示板裏	303	51 ± 15
11	粒	駐車場裏の木	250	46 ± 8
12	粒	グラウンド隣の物置	91	39 ± 8

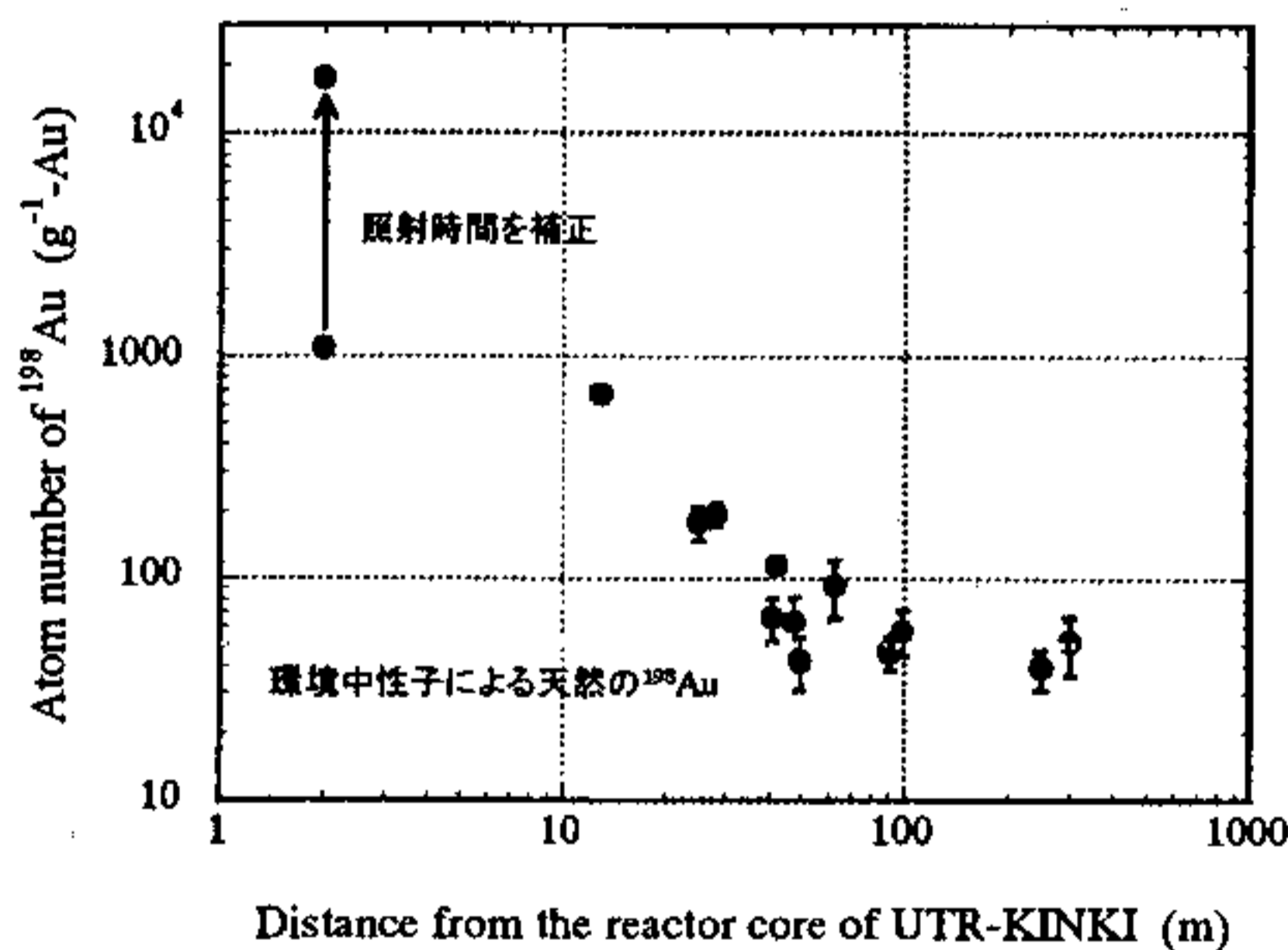


図 1 原子炉からの距離に対する ^{198}Au 原子数

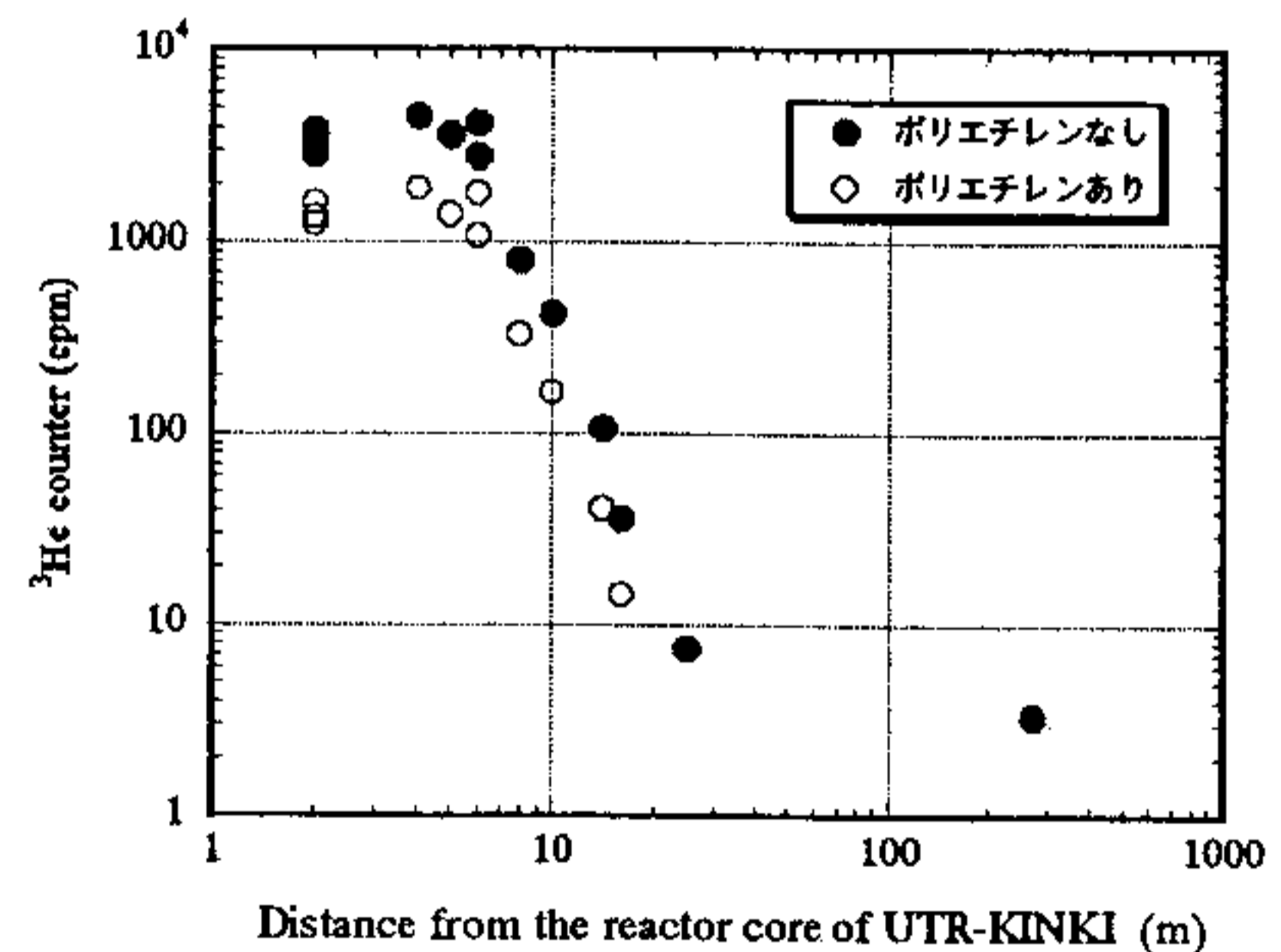


図 2 原子炉からの距離に対する ^3He 中性子検出器の計数値

謝辞

本研究は、近畿大学原子炉等利用共同研究として行われ、実験の際には近畿大学原子力研究所・森嶋彌重 所長ならびに古賀妙子 教授にご協力をいただいた。

鳥取県・大山中腹に湧出する地下水の流動系

井上睦夫・小村和久

〒923-1224 能美郡辰口町和気 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
Mutsuo Inoue and Kazuhisa Komura: The hydrological circumstance of Daisen groundwater

【はじめに】降水の浸透性および貯水能力が顕著に高いとされる火山体に蓄えられる地下水は、その山麓への水源としての役割を担うなど、水文学的にも重要な位置を占める。特に火山帯が数多く存在する日本においては、火山地下水における地球化学的データの蓄積およびその解釈は大きな課題であろう。本研究では、鳥取県・大山火山中腹、標高 1200 m と、涵養域からの流動距離を短くして湧出する地下水を例にとり、その起源となる降水、および化学組成に重要な影響をもたらす周囲の岩石も調べた。その結果から、降水の浸透から地下水湧出にいたる Sr 同位体組成および化学組成 (主要溶存イオンおよび Sr^{2+} 濃度) の変化を調査した。

さらに詳細な地下水流動系の解明には、地球化学的挙動の異なるできるだけ多くの核種を用いたアプローチが必要とされる。大山地下水試料に極低バックグラウンド γ 線測定を適用し、これまで水文学に適用され得なかった新たな放射性核種の有効性を探った。

【実験】地下水および降水における溶存イオンの定量については、ICP-AES, ICP-MS およびイオンクロマトグラフィーを、また Sr 同位体比の測定には、表面電離型質量分析計を使用した。放射性核種に関しては、大山地下水 300 L から、イオン交換樹脂を使用し、地下水の湧出地点で目的核種を回収した (Ohtsuka et al., 2002)。測定には、尾小屋地下測定室に設置した Ge 検出器を用いた。

【化学組成, Sr 同位体比】標高の高い地点に湧出する地下水は、一般的に滞留時間 (流動距離) が短く、他の地形に比べ岩石との反応が進んでいないとされる。大山近辺 (米子市) の降水組成と比較した場合、大山地下水においては周囲の岩石からのアルカリ土類金属元素の溶出が示唆されたのみであった (Fig. 1)。また $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、降水に比較し変動幅の小さい、低めの値 (0.70519 ~ 0.70525) を示した。これは降水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比 (0.70886 ~ 0.71044) より、むしろ地下水採取地点のデーサイト、さらにはそれを構成する斜長石の値 (~0.7051) に類似することが明らかになった (Fig. 2)。

以上の地球化学的情報から、流動過程における、Ca, Srなどを多く含み溶解速度の大きい (変質しやすい) 斜長石の端成分、アノーサイト ($\text{CaAlSi}_2\text{O}_8$) の降水への選択的溶出という単純な地下水の履歴が推測された。

【 γ 線測定】 ^3H ($t_{1/2} = 12.4$ y), ^{14}C (5730 y), ^{222}Rn (3.8 d) といった放射性核種は、それぞれの半減期に対応した地下水の滞留時間を提供してきた。本研究では、短い滞留時間および単純な流動系が推測される大山地下水に γ 線測定を適用し、特に宇宙線生成核種 ^{22}Na ($t_{1/2} = 2.6$ y) に注目した (Fig. 3)。測定の結果、大山中腹地下水を通したイオン交換樹脂から抽出、乾固した試料 D-I、さらにカリウム (^{40}K) 除去によりバックグラウンドレベルを低減した試料 D-II においても、 ^{22}Na は検出限界以下にまで減衰していることが明らかになった。本 γ 線測定条件から、これは ^{22}Na 濃度が、 $\sim 2 \times 10^4$ dpm/l 以下であることに相当する。最近の降水にみられる ^{22}Na 濃度 (e. g., $\sim 1 \times 10^2$ dpm/l; Tokyuyama and Igarashi, 1998) に比較した場合、この結果は、大山の地下水の滞留時間が 10 年以上であり、さらに移行過程における大規模な降水の混入を否定するものである。

地下水試料に対する γ 線測定は、ナトリウムの岩石との反応といった問題点および他の不確実要素も多く残っており、今後の議論がのぞまれる。一方、 ^{22}Na および他核種の地下水流動系にもたらず知見にも期待される。

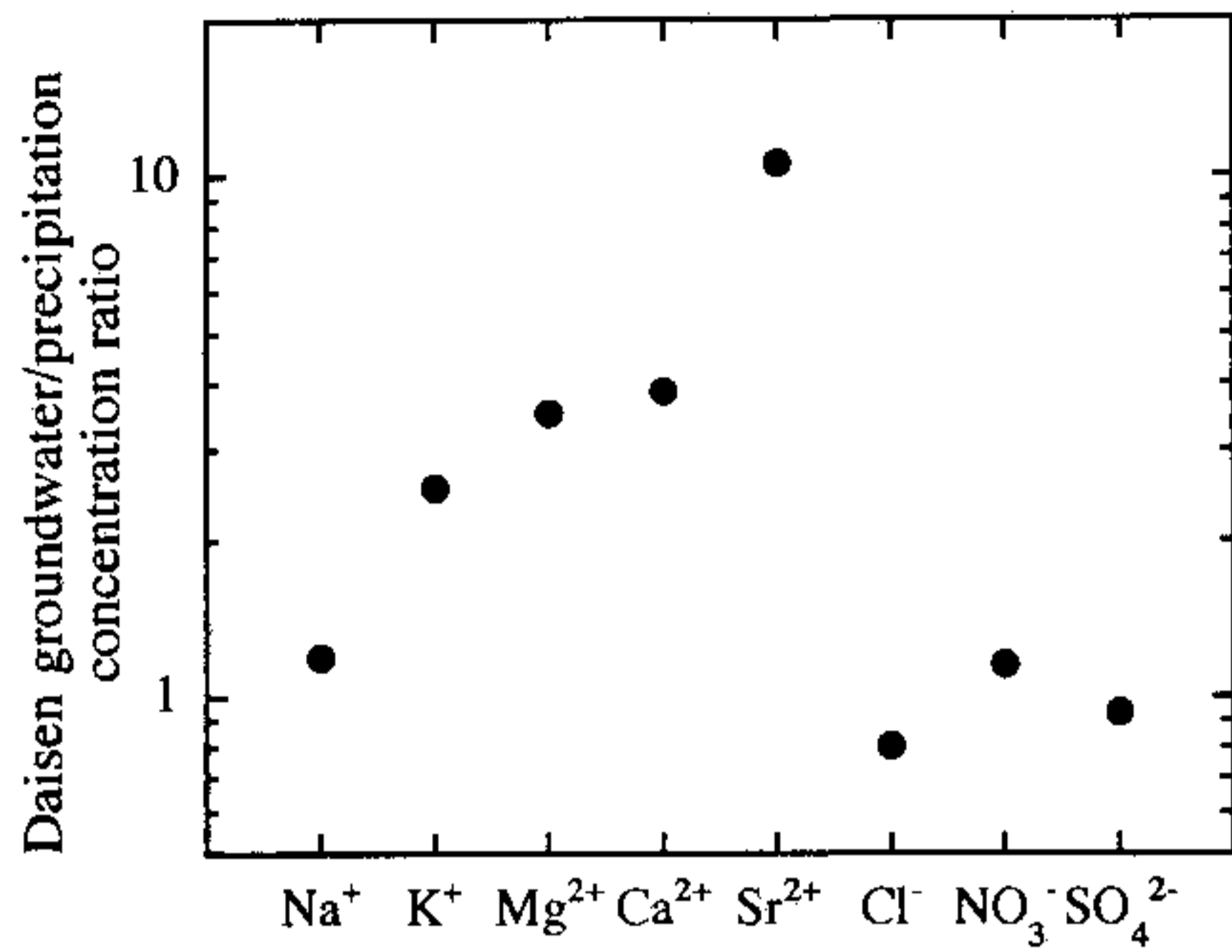


Fig. 1 Concentration ratios between Daisen groundwater and precipitation. Data of groundwater were represented by those for untreated water sample (2000.11.15) and data of precipitation are the mean values from Apr. 1997 to Mar. 2000 in Yonago City.

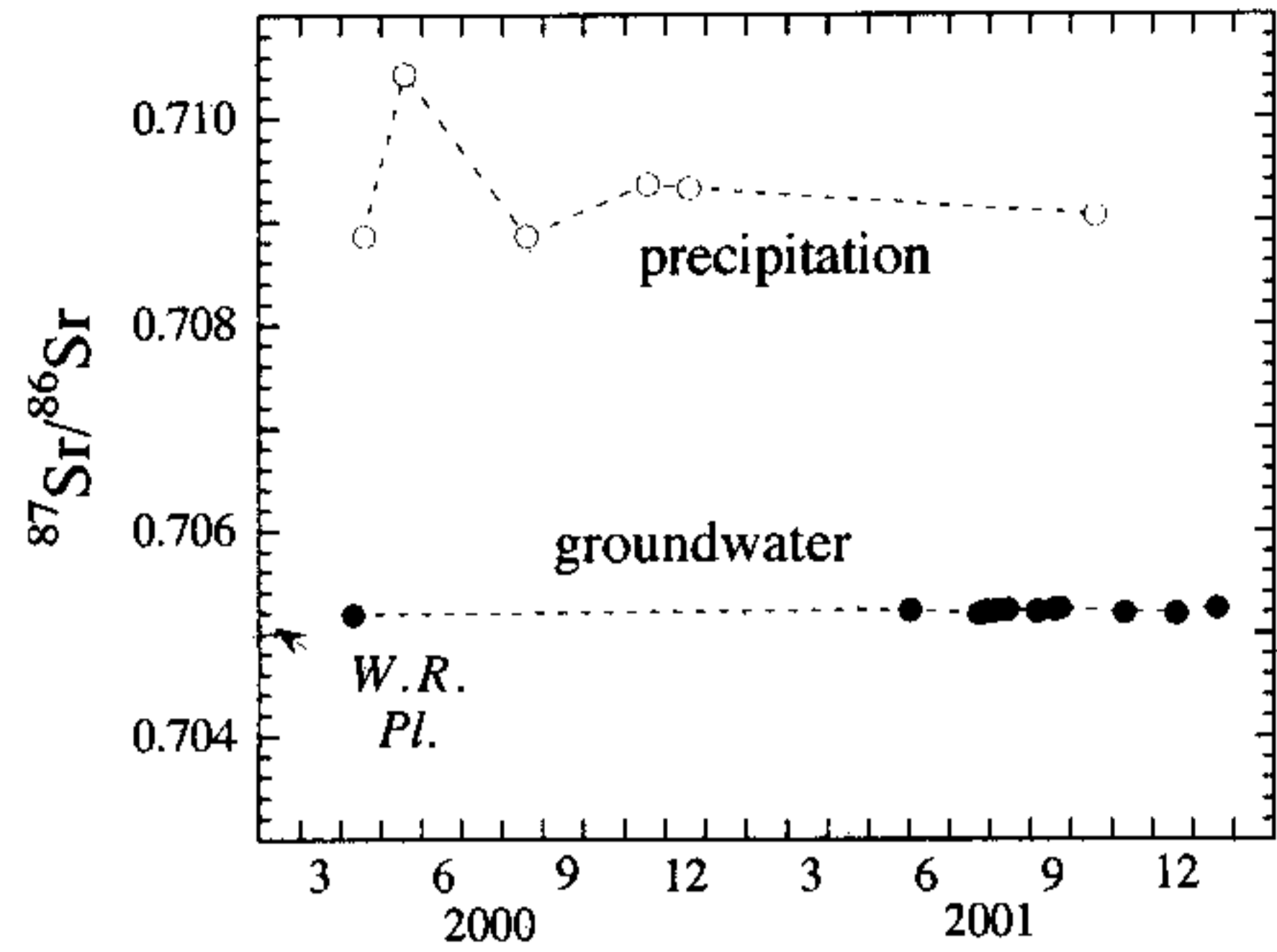


Fig. 2 Comparison of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio between Daisen groundwater and the precipitation of Tottori City. *W. R.* and *Pl.* are the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values of dacite whole rock (0.705163, 0.705120) and plagioclase phenocryst from dacite (0.705123), respectively.

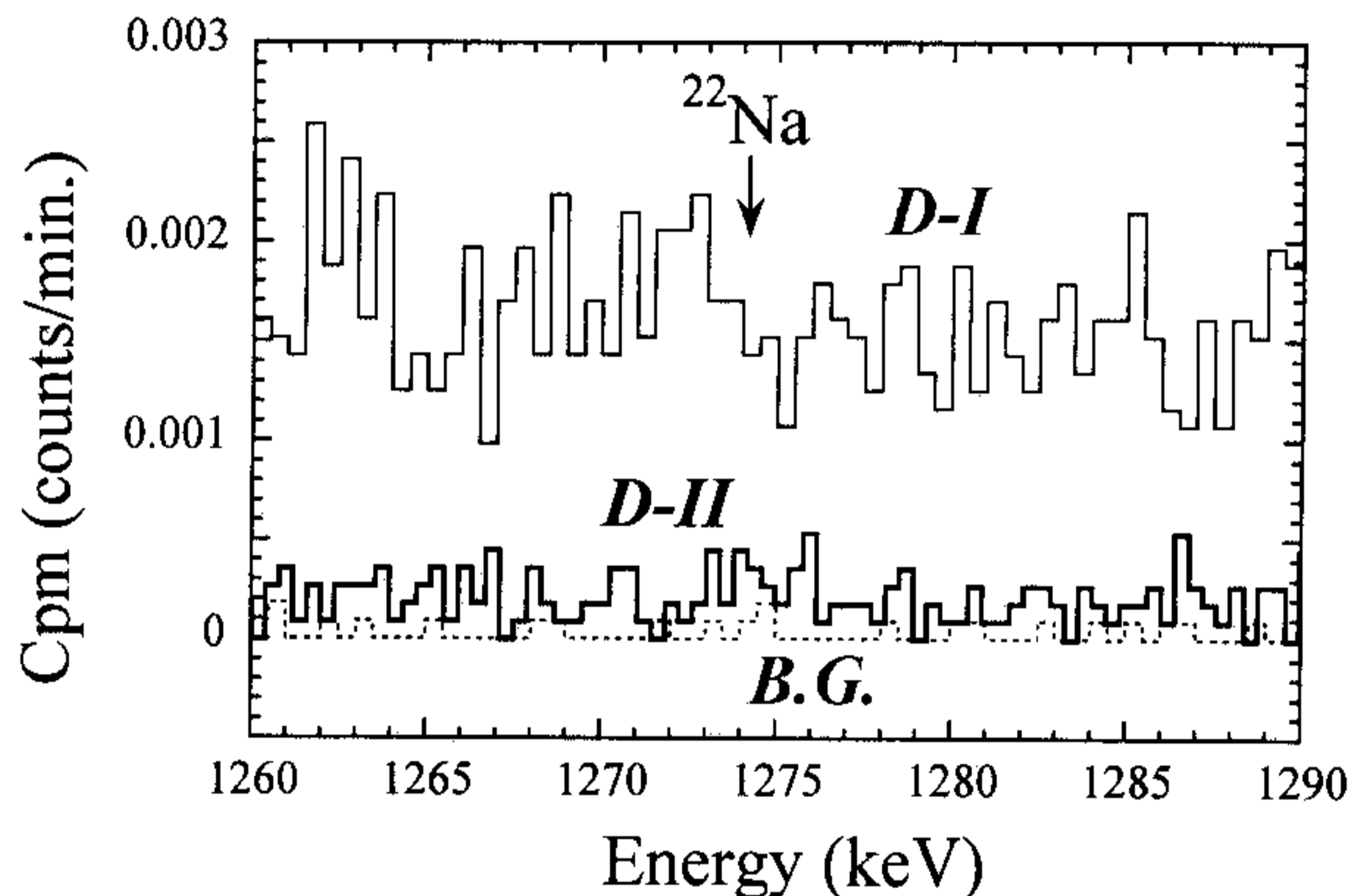


Fig. 3 Low background γ -ray spectra of a) 1260 ~ 1290 keV regions in water samples. The arrows indicate the energy of ^{22}Na (1274 keV). *D-I* shows groundwater from Daisen and *D-II* indicates the treated sample obtained after removal of ^{40}K from *D-I* by chemical separation.

引用文献

Ohtsuka, Y., Yamamoto, M., Sasaki, K. and Komura, K: Radioprotecton-colloques, 37, C1, 63-68 (2002).

Tokuyama, H. and Igarashi, S. J: Environ. Radioactivity 38, 147-161 (1998).

[本研究をおこなううえで、神戸大・中村昇教授、小林俊則さん、大谷恵子さんおよび島根県産業技術センター・中島剛博士には、全面的にご協力いただいた。その成果の一部は、第49回地球化学学会年会(於 鹿児島市)において報告された。]

河口湖堆積物中のウラン・トリウム同位体組成とその変動 —河口湖—

坂口 綾¹、山本 政儀¹、佐々木 圭一²、奥水 達司³

¹〒923-1224 石川県能美郡辰口町和気 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 金沢市末町10 金沢学院大学美術文化学部文化財学科

³〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田字剣丸尾5597-1 山梨県環境科学研究所 地球科学研究室
Aya SAKAGUCHI¹, Masayoshi YAMAMOTO¹, Keiichi SASAKI² and Satoshi KOSHIMIZU²

Uranium and Thorium Isotopic Compositions in Lacustrine Sediments and Their Changes —Lake Kawaguchi—

[はじめに] 現在、温暖化、砂漠化、酸性雨などの地球規模の環境問題は益々その深刻さを増し、人類の生存さえも危うくする事態になりつつある。従来、その問題解決のための研究の多くは、主としてグローバル・スケールで評価されてきたが、これらの問題は地域ごとにその自然と人間系の相互作用により様々に異なって生起する。それ故、地域からグローバルへとつながるさまざまな角度から見た自然-人間系相互作用の環境変動変遷史を科学的に復元し将来動向の予知・予測に生かすことが極めて重要である。

湖沼中には、流域の土地利用形態、地形、植生、湖沼の物性さらに水の挙動を反映し河川を通じて様々な粒度の土壌粒子等が湖内の自生性物質と共に年輪を形成しながら沈降・堆積している。これに着目した堆積物の研究はこれまで様々な分野で行われてきた。本研究室においても例外でなく堆積物中における種々の放射性核種について評価してきたが、その中で天然放射性核種である U (Th)濃度及び同位体組成が、堆積物中で大きく変動していることが明らかになった。そこで本研究では堆積物中 U (Th) に着眼し、それらを「河川等から土壌粒子として流入した成分(自然変動の指標)」と「湖内で吸着した成分(人為的活動の指標)」に識別することを試みた。従来の物理特性や無機・有機化学成分測定等からの知見の集約に加えて、この識別した U・Th 同位体組成変動が過去数百年に渡る自然(降水量変化、土地利用形態の変化、突発現象等)及び人為的活動(湖水環境の酸化還元状況の変化、富栄養化の進行等)の流域環境変動解析の指標になりうるか否かを検討した。

[方法] 研究対象は、富士山周辺の比較的狭い地域に点在する面積・水深・周辺環境(人間活動も含む)を異にする富士五湖とし、本年度は河口湖で研究を実施した。湖内で環境が異なると思われる5地点 A-E (Fig. 1)を選定後、2000年10月に長さ約40-50cm程度の堆積物コアを採取した。コアを1.5cm間隔で切断し、各試料について U・Th 同位体 (²³⁸U, ²³⁴U, ²³²Th, ²³⁰Th, ²²⁸Th) α線測定、堆積年代解析 (²¹⁰Pb-¹³⁷Cs 法)、中性子放射化分析及び波長分散型 X線分析を行った。また、2002年8月に湖水(約20L)及び河口湖周辺の岩石 No.1-No.7 (Fig. 1)を採取し、湖水中 U濃度、岩石中 U・Th濃度及び同位体測定を実施した。

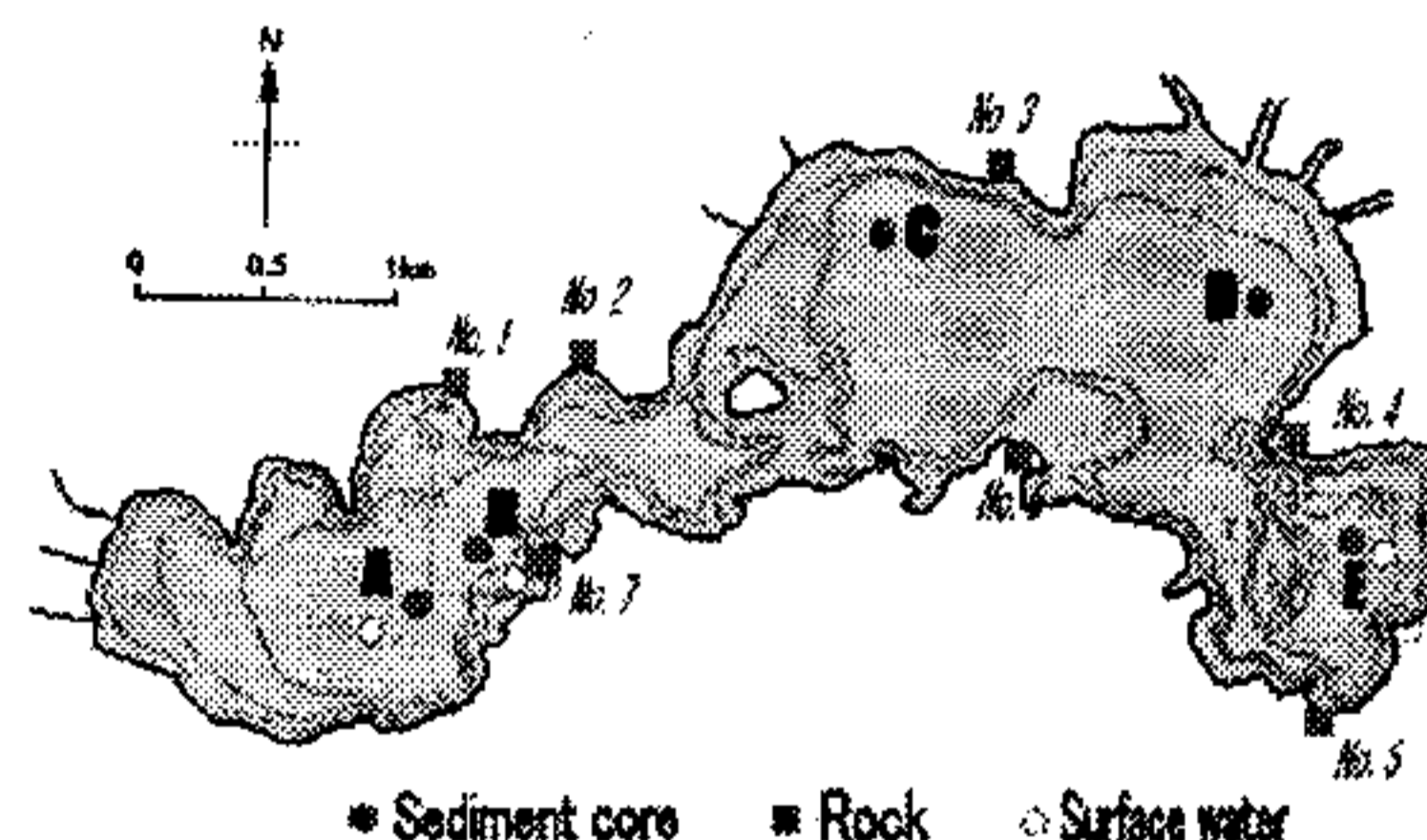


Fig.1 Sampling sites of Lake Kawaguchi

[結果・考察] 湖水における溶存及び浮遊物中 U-238 放射能濃度はそれぞれ約 0.091 mBq/L、0.0054 mBq/Lであった。また、河口湖周辺岩石中 U-238、Th-232 放射能濃度は 1.47-24.9mBq/g、0.87-27.1mBq/gの範囲に見いだされた。また、堆積物中 U-238 及び Th-232 放射能濃度と U・Th 同位体の放射能比の一例として A地点の結果を Fig. 2 に示す。堆積物中 U-238、Th-232 の放射能濃度はそれぞれ 7.8-14.6、7.9-16.6 mBq/g の範囲に見いだされ、各放射能比も変動していることがわかった。さらに、各深度で得た堆積物中の U (Th)を「土壌(そのもの)として湖水に流入」して沈降した成分と「湖内で土壌粒子や有機物に吸着」して沈降した成分を以下の式で識別し、河口湖周辺の年間降水量(1933-2000年)または地震などのイベントと比較した(Fig. 3)。

$$A_4 = [\phi_4^a \exp(-\lambda_4 t) + \phi_8^a \{1 - \exp(-\lambda_4 t)\} + \phi_8^p] / s$$
$$A_4 = (A_8 - \phi_8^p / s) [1 + (\beta - 1) \exp(-\lambda_4 t)] + \phi_8^p / s$$

$$A_4 = (A_8 - \alpha A_2) f + \alpha A_2$$

$$f = [1 + (\beta - 1) \exp(-\lambda_4 t)]$$

$$\alpha = (\beta A_8 - A_4) / [A_2 (\beta - 1)]$$

$$\phi^p_8 = \phi^p_4 = s (\beta A_8 - A_4) / (\beta - 1)$$

ここで、 A_4, A_8, A_2 はそれぞれ 堆積物の $^{234}\text{U}, ^{238}\text{U}, ^{232}\text{Th}$ 放射能濃度(mBq/g)、 ϕ^p_8, ϕ^p_4 は湖に流れ込む土壌粒子起源の U-238 および U-234 のフラックス(mBq/cm²/y)、 ϕ^a_8, ϕ^a_4 は湖内で吸着する U-238 および U-234 のフラックス(mBq/cm²/y)、 λ_4, λ_8 は $^{234}\text{U}, ^{238}\text{U}$ 改変定数(y⁻¹)、 α は湖に流入する土壌起源粒子の $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ 放射能比、 β は湖水の $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比、 s はコアの面積を表す。その結果、識別した同位体組成の変動、特に流入した土壌粒子の $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ 放射能比の変動と降水量の変動またはイベントとの相関が示唆された。今後、河口湖の時・空間的な堆積状況や流域の環境条件、U の挙動を考慮し、この仮説をさらに検討する。

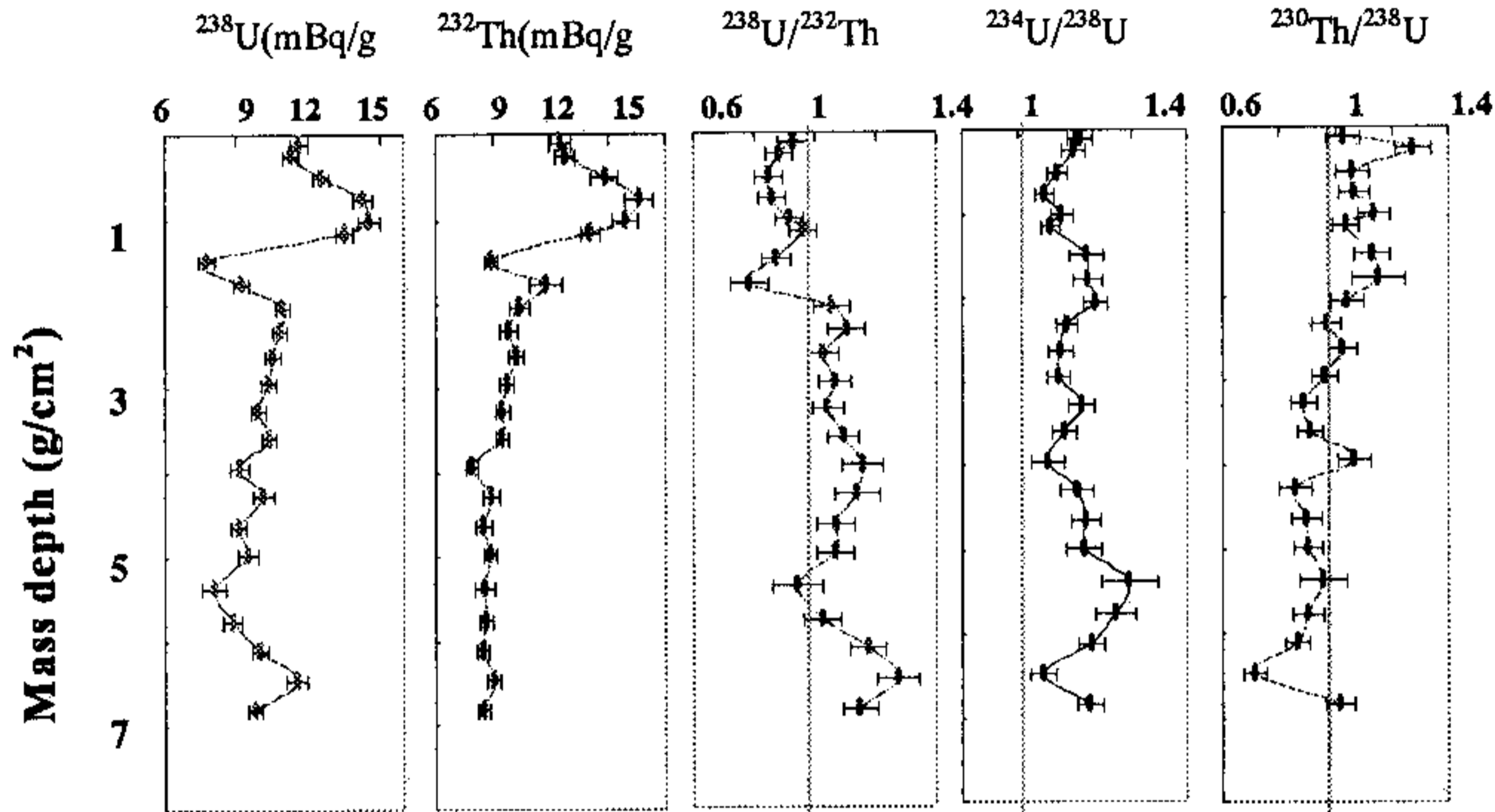


Fig. 2 U and Th concentrations and their activity ratios in the sediment from site A.

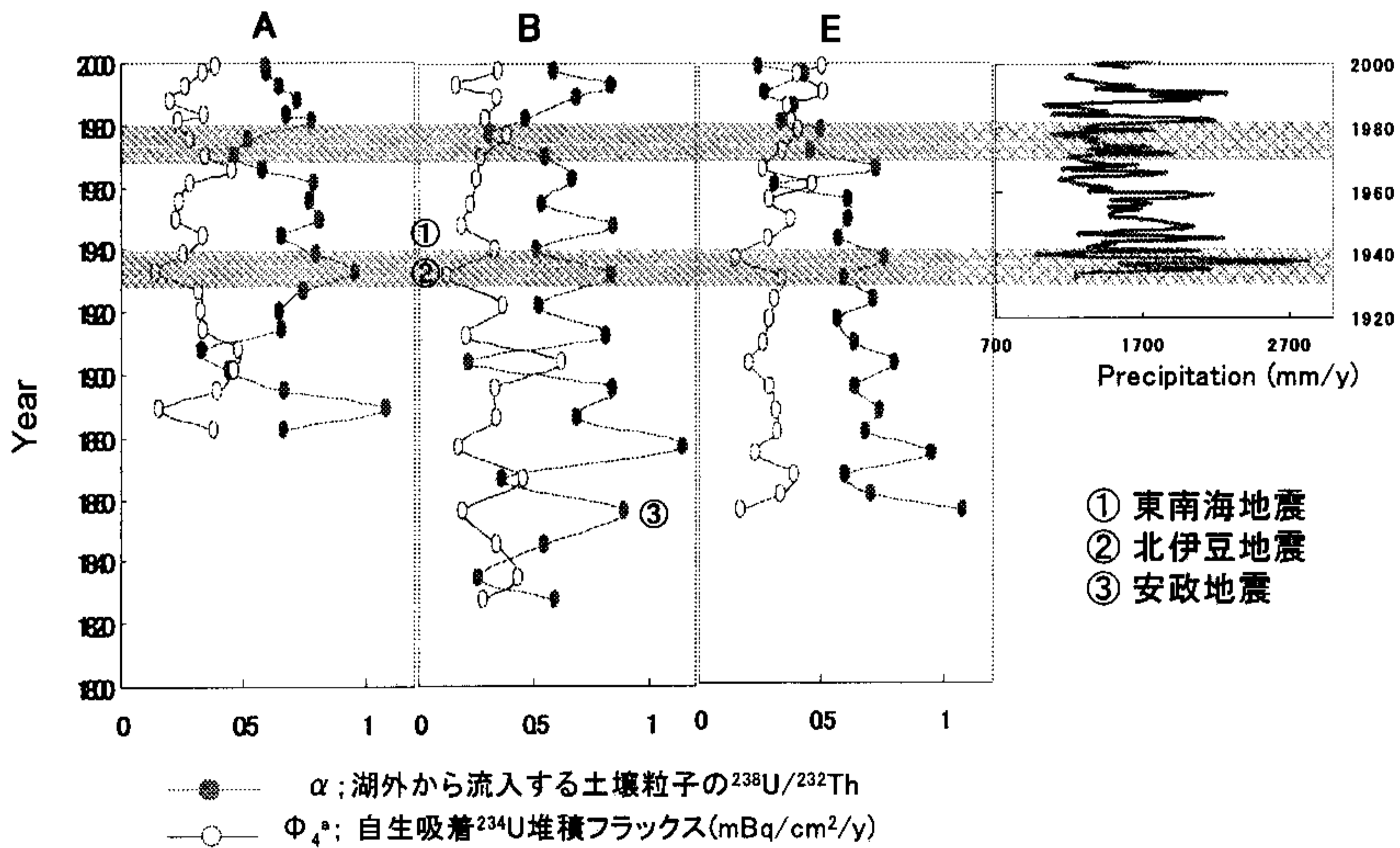


Fig. 3 Comparison of α and ϕ^a_4 with precipitation and events around Lake Kawaguchi.

上昇急拡大円管における気液二相流の流動構造の計測

山下嘉貴¹・木村繁男²・岡島厚³

¹〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学大学院自然科学研究科機械科学専攻;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;³〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学工学部機能機械工学科

Yoshitaka YAMASHITA¹, Shigeo KIMURA² and Atsushi OKAJIMA³: Instrumentation Two-phase flow structure in the region of sudden area expansion of vertical pipe

1. 緒論

地熱発電において、気液二相流は熱水を地下から汲み上げる際に発生し、生産井内部のケーシング材を損傷させる原因となっている。また生産井から二相状態で産出する地熱水の熱出力を把握することは、地下貯留層の特定や発電の出力予測をするために非常に重要である。そのために生産井内部の流動構造についての知見を得ることが重要となる。そこで本研究では二相流の計測を目的とし 3 種類の原理の異なる気泡計測用プローブを使用し、ボイド率を測定し比較を行った。

2. 実験装置及び計測方法

実験装置の概略、および座標系を図1に示す。作動流体としては水と空気を用いた。水はポンプで循環され、流量 Q_L が気泡発生部を通過し、空気はコンプレッサーから気泡発生部へ送られる。気泡径は気泡発生部に流入する副流水の流量 Q_s を調節することにより制御する。二相流生成後、助走区間(3.2m)を経て急拡大部へ流入し測定部に入る。急拡大前の管内径は50mm、急拡大後は100mmである。気泡流は上部の分離水槽で空気と水に分離され、水は再びポンプへと送られる。なお空気の流量は 3.0L/min で一定とした。気泡発生部の詳細図を図2に示す。空気流入穴は 0.3mm、副流側は管径 3.0mm である。図2のような装置が同一高さ前後左右に計4ヶ所あり、そこから主流側へ気泡が放出される。

次に計測であるが、今回3種類のプローブを使って実験を行った。それらは二点電極プローブと光ファイバープローブおよび熱膜プローブである。それぞれ気相と液相の性質の違いに注目した。二点電極プローブは気体と液体の電気伝導度の差を利用して、微小電極に接触している流体が気相または液相のどちらであるかを検出し、光ファイバープローブは気相と液相の屈折率の差によるファイバー照射端面からの反射光強度の変化を利用する。熱膜プローブは本来、液相の速度や乱れ強さを測定するために使用するプローブであるが今回は気相と液相の熱伝達率の違いを利用して気液の判定を試みた。それぞれの先端の形状を図3~5に示す。

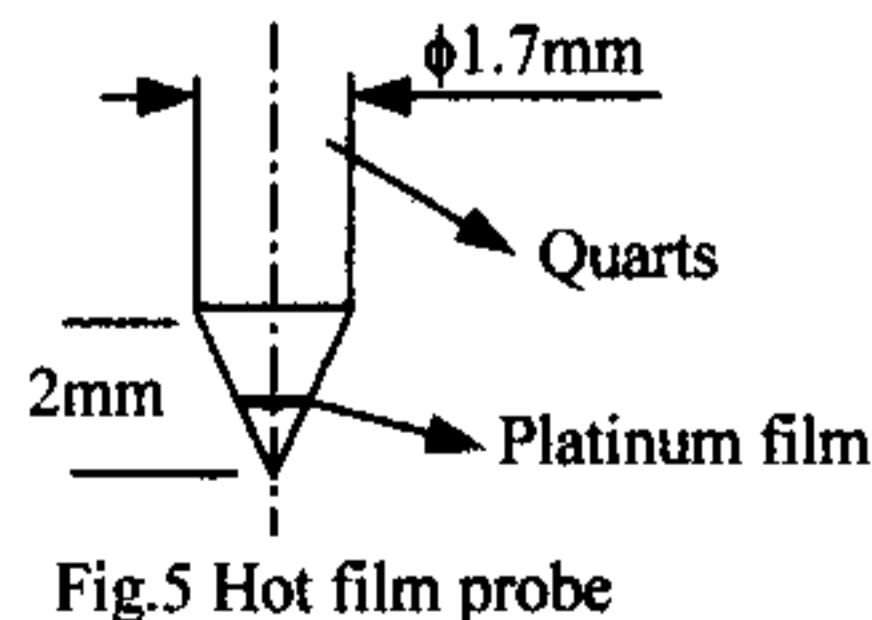
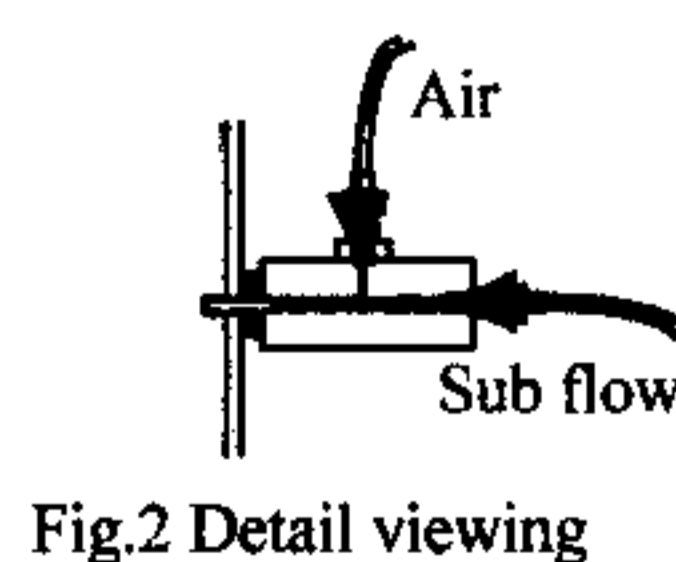
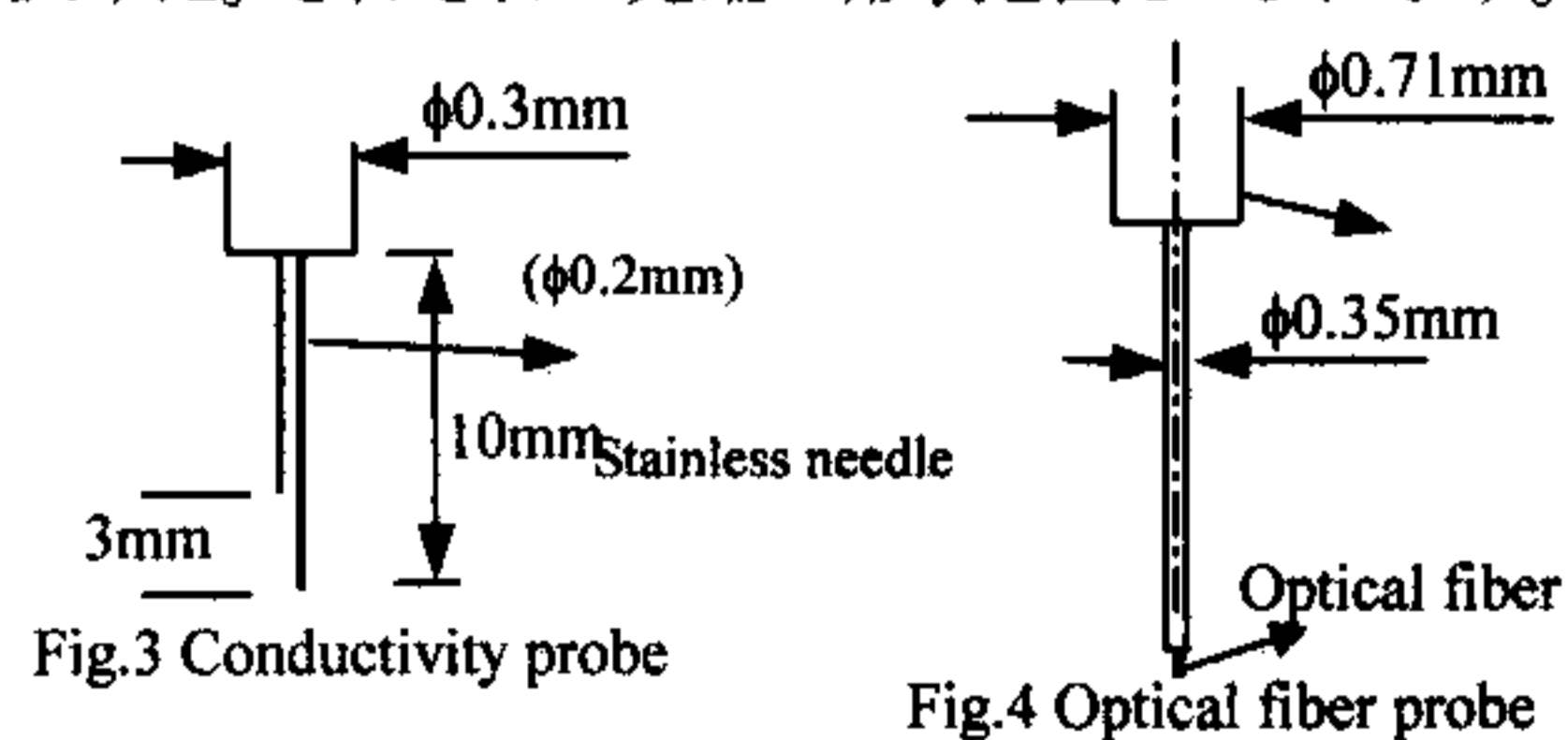
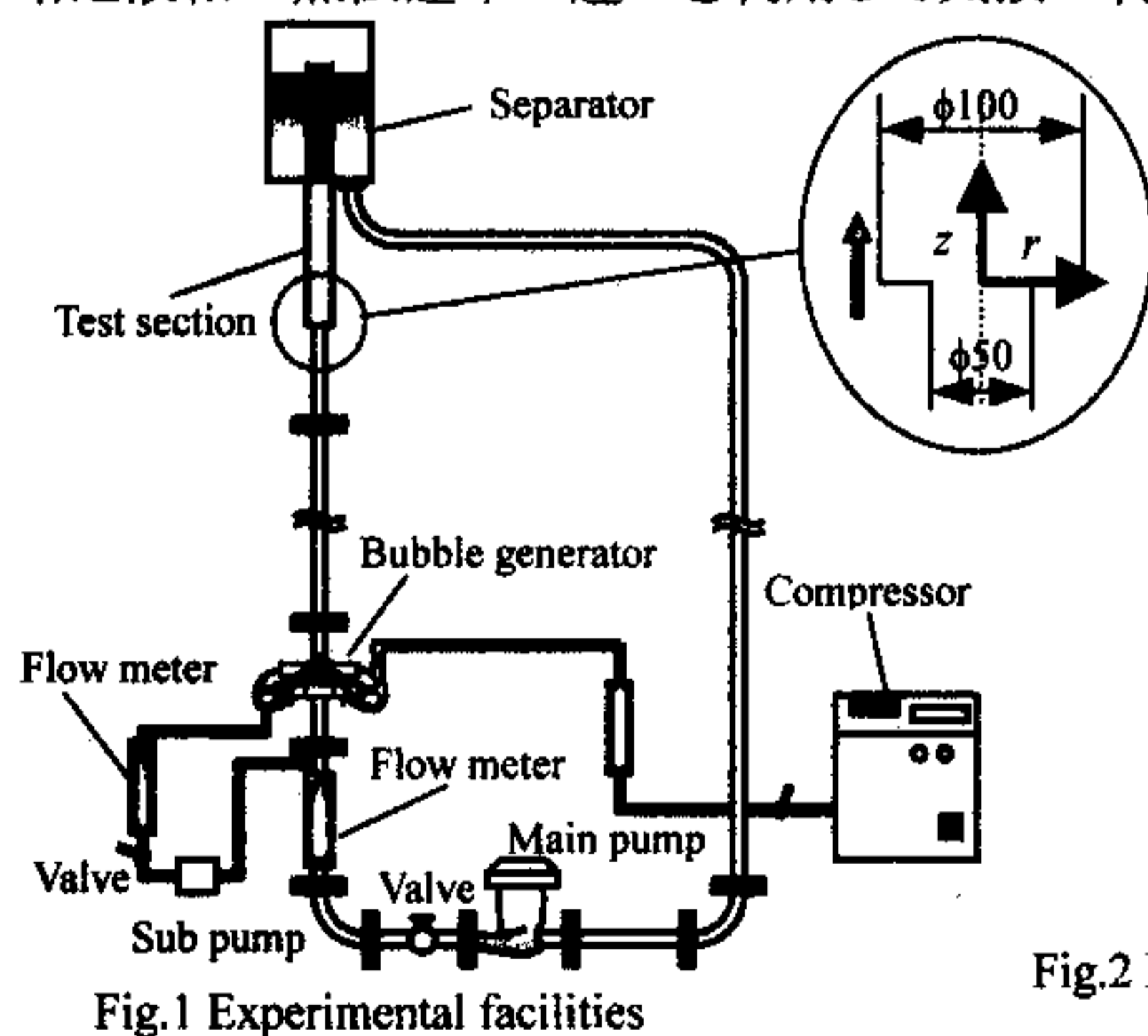


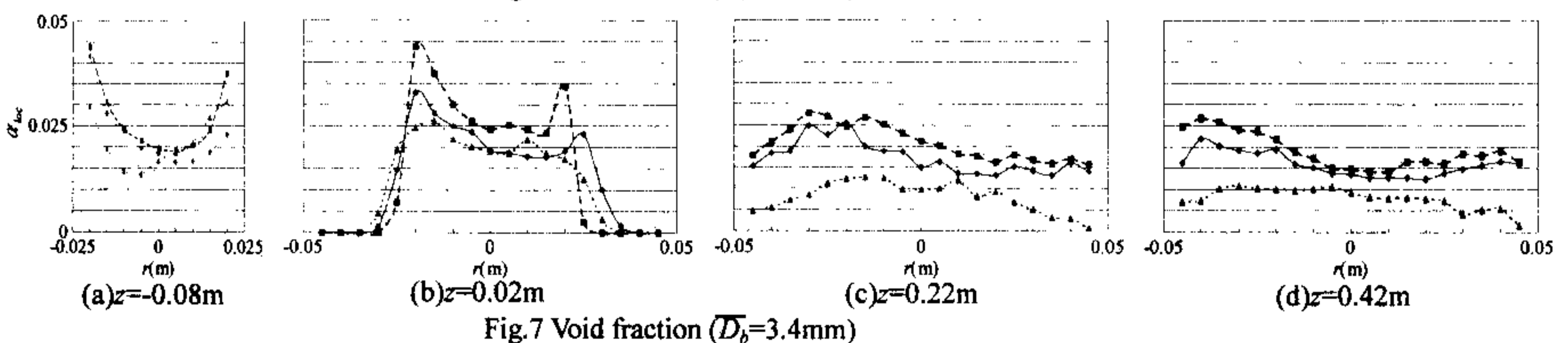
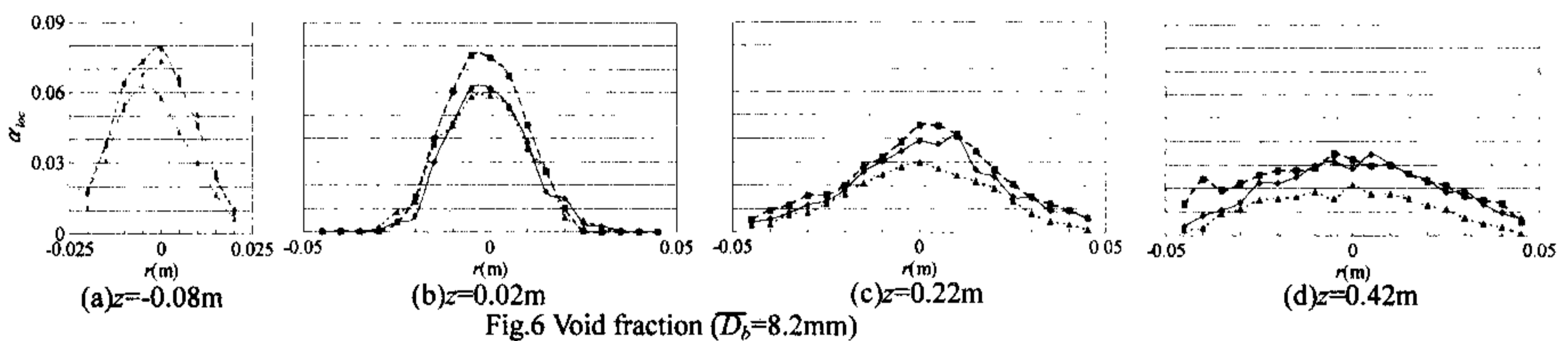
Fig.5 Hot film probe

3. ボイド率分布

図6と図7にそれぞれ急拡大前の平均気泡径が8.2mm(Case1とする)と3.4mm(Case2とする)の条件におけるボイド率分布を示す。Case1の条件では急拡大前において管中心にピークを持つコア型気泡流の分布が見られた。急拡大前では二点電極プローブと光ファイバースプローブはほぼ同じ値であるが、熱膜プローブは1割程低い値である。光ファイバースプローブは $z=0.02\text{m}$ でやや大きなボイド率となったが、 $z=0.22\text{m}$ や $z=0.42\text{m}$ では急拡大前と同じく二点電極と同じ値であった。それに対し熱膜プローブは2つのプローブに比較し3割程小さくなった。Case2では急拡大前において壁面にピークをもつ底層型気泡流が見られた。この条件ではCase1で見られた傾向がさらに顕著になって現れている。 $z=0.02\text{m}$ の位置において光ファイバースプローブでは $r=-0.025\text{m}$ で高いボイド率であったが、熱膜プローブではその半分のボイド率である。 $z=0.42\text{m}$ では二点電極プローブと光ファイバースプローブは底層型に戻りつつあるが、熱膜プローブではこの傾向は見られない。二つの条件を通して、全体的に光ファイバースプローブと二点電極プローブに比較して、熱膜プローブは小さな値となった。これは二点電極プローブの先端は $\phi 0.2\text{mm}$ であり、光ファイバースプローブは $\phi 0.35\text{mm}$ の管の先端に直径が半分の光ファイバースがあり共に細い針状であるためと考えられる。二点電極プローブは電極の上部が $\phi 3\text{mm}$ のステンレス管であり、プローブを挿入することで上流の流れを乱している可能性があり、小さな気泡はプローブを接触せずに通過していることが考えられる。熱膜プローブは先端径が $\phi 1.7\text{mm}$ で円錐の頂角は 40° であり、上流側をより一層乱しやすい。このため気泡がプローブを貫通せずに通過しボイド率が少なく出力されたことが考えられる。また図10より急拡大後は乱れが大きく、気泡と液相の乱れの区別が難しく、気泡接触信号を見逃す可能性が高い。Case2ではCase1よりさらに気泡径が小さいのでプローブの先端の径や形状による影響が、さらに顕著に現れる結果となった。

4. 結論

急拡大管のモデルを使い3種類のプローブを使用し、管内部の気液二相流のボイド率を測定し比較を行ったところ、以下の結論が得られた。光ファイバースプローブは検出に使われる先端の光ファイバース部分が最も細く、上部の管も細いため流れに影響が最も小さい。そのため気泡も多く検出され、ボイド率は他のプローブより高い値となった。二点電極プローブは光ファイバースプローブよりやや低いボイド率となったが傾向は同じであり、このプローブの信頼性が確認された。熱膜プローブは液相の乱れや、先端の径の太さや形状などが流れに与える影響が大きく、ボイド率が少なく出力される結果となった。



有機汚泥熱処理排ガス中からの重金属類の高温集塵法による分離

金岡千嘉男¹・古内 正美²・畑 光彦²・坂野 健夫¹・川南 吉弘³¹〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学自然計測応用研究センター；²〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学工学部；³〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学大学院自然科学研究科環境基盤工学専攻Chikao KANAOKA¹, Masami FURUUCHI², Mitsuhiko HATA², Takeo SAKANO¹ and Yoshihiro KAWAMINAMI³: Separation of heavy metal compounds from exhaust gas of thermally treated organic sludge by hot gas cleaning method

1. 結論

管理型廃棄物に分類される有機汚泥は大半が埋め立て処分されているが、近い将来その処分場の確保が困難となり、減容化・無害化が急務である。廃棄物の減容を熔融処理によって行うと、可燃分を含まない無機物質ばかりのスラグとして大きな減容が実現できる。このときスラグ中に含まれる重金属類は、高温ほど少なく、大半はガス中に移行する。また、発生した重金属はガス中に含まれるHClやSO₂ガス濃度や温度によりその存在状態が変化する¹⁾。このことを積極的に利用すれば、重金属類の化合状態、存在状態を任意にコントロールできることになる。ここで、粒子状物質だけをフィルタ等で分離すれば、有害物質の排出抑制だけでなく、無価値な廃棄物を有価物として抽出できることが期待される。

本研究では、高温集塵を活用した廃棄物熱処理法を考え、その基礎実験として、実プラント内での重金属類の挙動を再現できる小型熔融実験装置を用い、高温集塵部内での重金属類の挙動を把握した上で、その結果をもとに熱力学平衡計算を行い、有機汚泥中に含まれる微量重金属類の成分分離の可能性を検討した。

2. 実排ガス組成を基にした重金属成分分離可能性の検討

有機汚泥（表1、2）を温度 1350℃で熔融し、発生した排ガス中重金属類を 750℃でサンプリングした時の排ガス中重金属濃度、ガス濃度の測定結果を表3、4にそれぞれ示す。これらのデータを基に、排ガス温度が 750℃から 500℃まで変化した場合、塩化水素ガスを添加した場合の重金属化合物存在形態を、熱力学平衡に基づく計算ソフトウェアを用いて調べた。

添加ガスとしてHClを添加させた場合の粒子状重金属化合物の割合がどのように変化するのかを推定した結果を図1に示す。図より、HClの添加量が増加するにつれて銅、亜鉛の粒子状物質の割合は減少するがその割合は種々により異なる。これはHClガスとの反応

表1 有機汚泥の可燃分・水分・灰分の割合 (wt%)

C	H	O	N	S	Cl	水分	灰分
8.4	1.2	6.8	1.2	0.18	0.07	80	2.15

表2 乾き汚泥基準の重金属含有量 (mg/kg-dry)

Si	Ca	Fe	Cu	Na	Al	Zn
20000	16080	27350	183	1600	9933	6425
Pb	As	Cd	Cr	Mn	Ni	P
27.5	41	4.8	27	1700	25	33480

表3 排ガス中の重金属類濃度 (mg/m³)

Ca	Cd	Cr	Cu	Fe	P	Pb	Zn
8.4	0.15	0.33	0.2	1.86	1.1	0.7	14.9

表4 排ガス中のガス濃度

N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂ O	HCl	SO ₂
2.6%	8.5%	8.5%	80.4%	66.6ppm	66.2ppm

性が金属の種類によって異なることを意味しており、このことを考慮して粒子状物質の割合を任意にコントロールすれば、フィルタ等で目的とする金属を分離できると考えられる。

そこで、図1のHClガスを100ppm添加した場合に銅化合物が750℃において100%ガス状で存在していることから、フィルタによる重金属分離の一例として、銅、亜鉛の分離に着目し、750、635および500℃にフィルタを設置し、表3に示すすべての重金属類の流入量をそれぞれ100とした場合の重金属分離効率を平衡計算により推定した。その結果を図2に示す。ここで、粒子化した金属類はフィルタで100%捕集されると仮定し、捕集された粒子は以降の平衡計算では省き、ガス状物質のみで再び計算を行った。図より、750℃で亜鉛、鉄、リン、カルシウム、クロムが回収され、635℃で銅、鉛、500℃でカドミウムが回収される。このことから、捕集体の温度、雰囲気ガスをコントロールすることにより、重金属の存在状態を変化させることが可能となり、目的とする重金属類の分離回収が可能となると考えられる。また、500℃以下ではダイオキシン生成の触媒となる金属成分が存在しないことから、この場合、ダイオキシンは生成しないと考えられる。

3. 結論

- 1) HCl、SO₂濃度は、排ガス中重金属類の存在形態に影響を与えるが、その反応性は金属の種類によって異なる。
- 2) フィルタ等の捕集体の温度、雰囲気ガス濃度をコントロールすれば、目的とする重金属の存在状態を変化させられることから、排ガス中より選択的に分離可能であることが示唆された。

(参考文献)

- 1) Iddi S.N.Mkilaha, Hong Yao and Ichiro Naruse: "Thermodynamic analysis of the role of chlorine and sulfur environments during combustion and incineration processes", J. Material Cycles Waste Management, 4, 143-149 (2002)
- 2) 地域コンソーシアム研究開発事業「即効型地域コンソーシアム」「ダイオキシン発生抑止・高効率熱回収型産業廃棄物用焼却排ガス処理システムの構築」成果報告書 (2000)

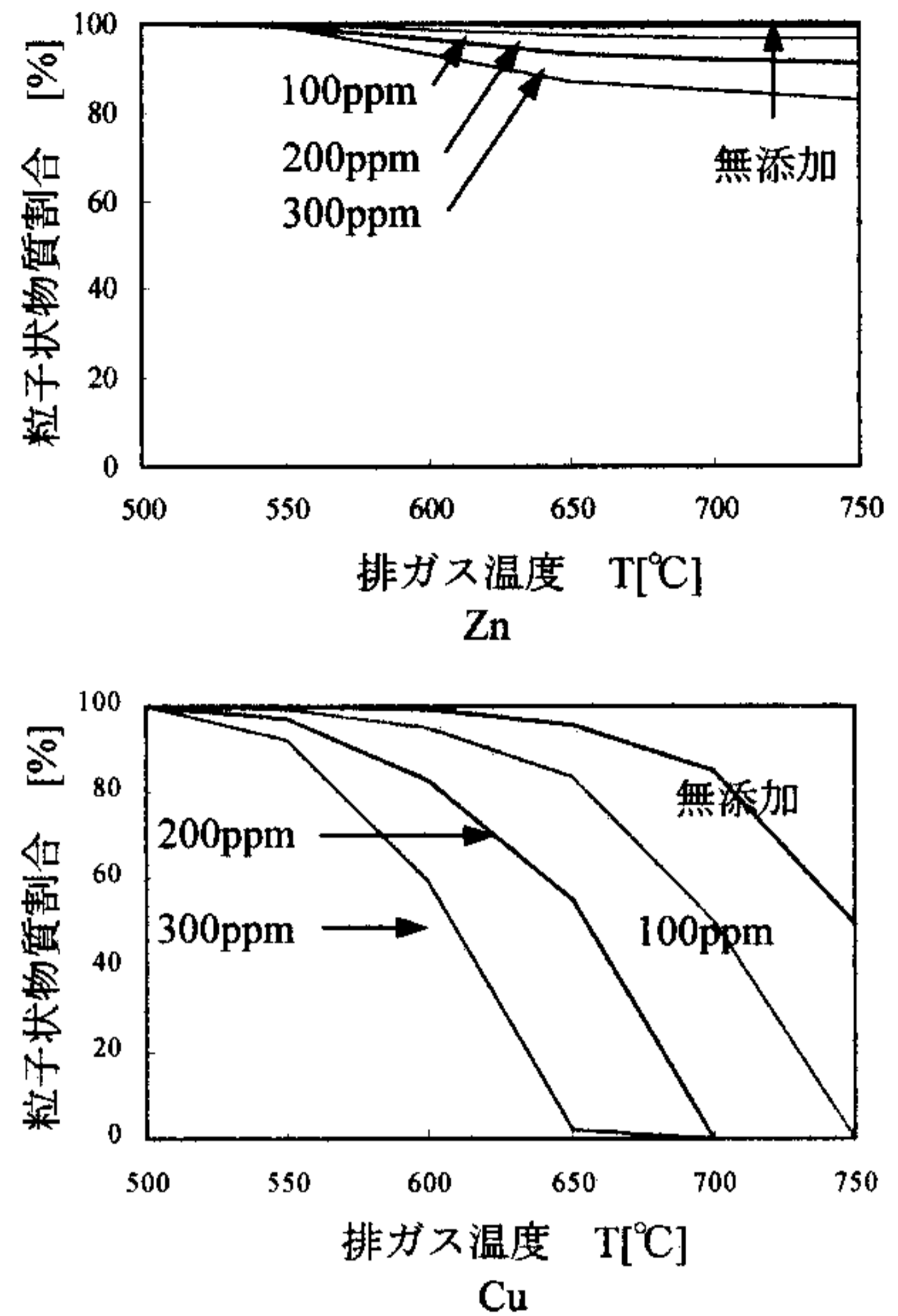


図1 HCl添加時の粒子状物質存在割合

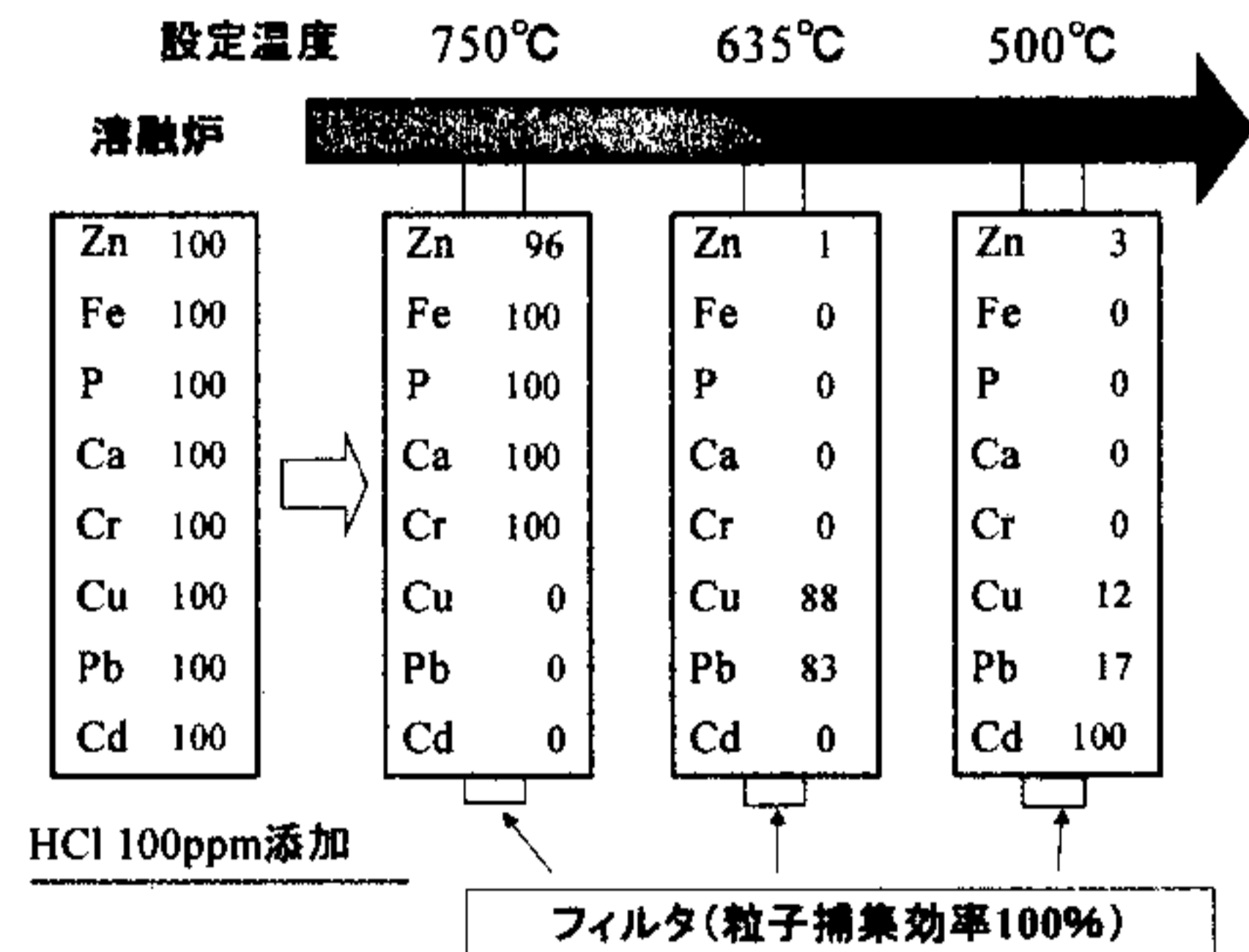


図2 高温集塵法による分離

粉体の付着性と流動性に及ぼす湿度及び粒子付着水溶性物質の影響

金岡千嘉男¹・古内正美²・畑 光彦²・岡部孝往³

¹〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学自然計測応用研究センター；²〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学工学部；³〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学大学院自然科学研究科環境基盤工学専攻

Chikao KANAOKA¹, Masami FURUUCHI², Mitsuhiro HATA² and Noriyuki OKABE³: Influence of humidity and soluble compound on adhesive property and flowability of powder

1. 緒論

石炭専焼火力発電所等で発生するフライアッシュは、埋め立て、フライアッシュセメントなどとして利用されているが、電気集塵機ホッパーからの排出時に固結、閉塞などのトラブルを起こすことが少なからずあるといわれている。これらのトラブルは、高温多湿条件で多発すると報告されているが、その原因はまだ解明されていない。

粉体の付着力は、粒子径、粒子形状、ファンデルワールス力、静電気力、液体架橋、固体架橋等の影響を受ける。特に高湿度の環境では、粒子間接点に液体架橋を形成することが多く、これが粉体の付着力を増加させると言われている。架橋液量は高湿度ほど多くなるが、水溶性物質のように吸湿性の高い物質が存在すると、同一湿度でも多くなり、接触点での付着力を増加させることとなる。

石炭由来フライアッシュの電気抵抗率低下を図るために電気集塵機投入前に吹き込まれた無水硫酸は、フライアッシュに吸着された後に空気中の水分を吸収して硫酸となったり、フライアッシュ構成成分と反応して水溶性の塩となったりする。これにより粒子間に硫酸あるいはその塩類を含む架橋を形成し、粒子間の付着力を増加させ粉体の著しい凝集または深刻な流動不良を招く可能性がある。

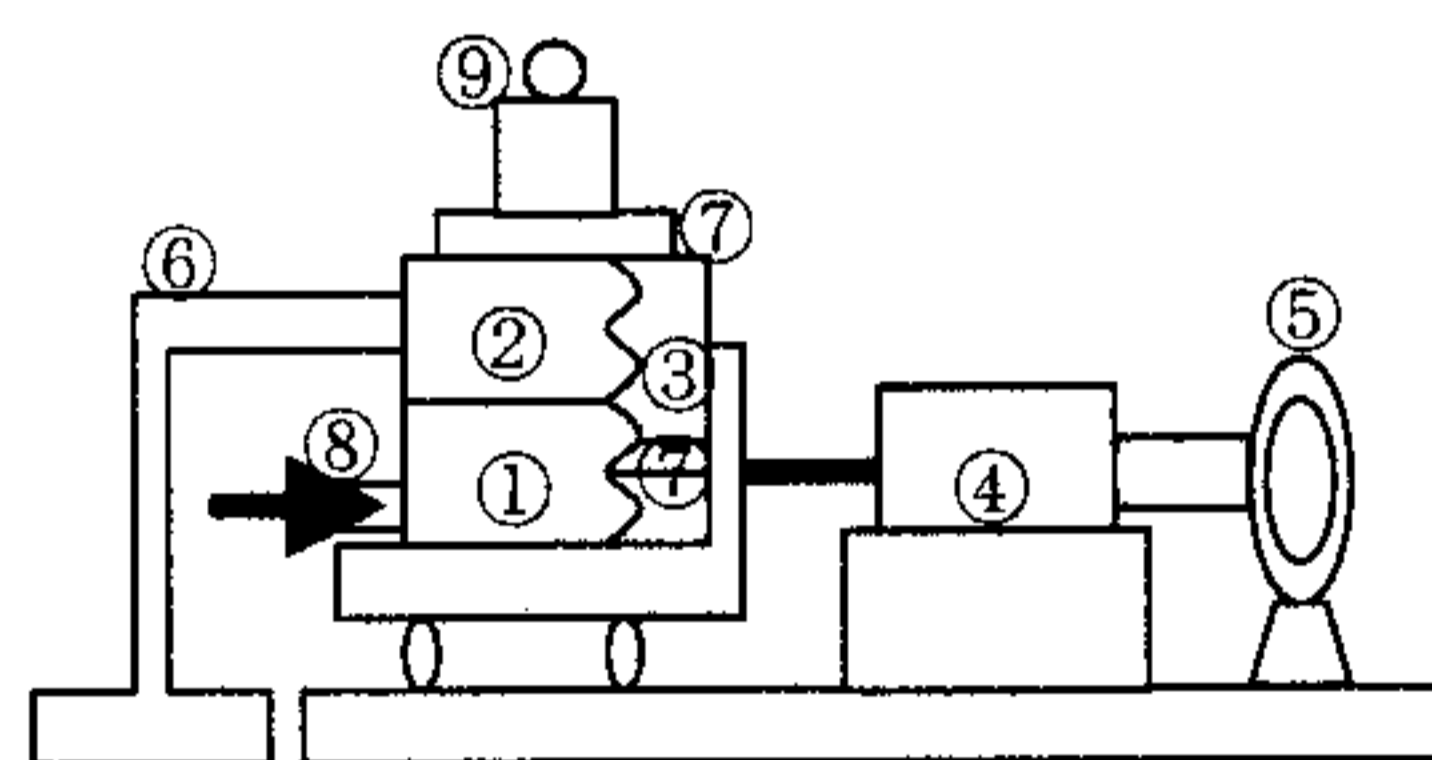
本研究では、粉体の付着性が湿度により変化する機構の解明を目的とし、貯蔵や輸送において流動性が悪くなると報告をうけている石炭燃焼フライアッシュを取り上げ、二種類の粉体物性試験により付着性と流動性の湿度依存性を検討した。また、粒子表面の水溶性成分の影響を検討するため、表面の水溶性成分を洗浄した試料を調製し、比較検討を行った。

2. 実験の概略

2-1 実験に使用した試料と実験条件

粒子表面に付着している水溶性物質の粉体付着性に及ぼす影響を調べるために粒子表面の成分が異なるA,Bの2種類の試料を実験に用いた。試料Aは、石炭火力発電所の電気集塵機で捕集されたフライアッシュであり、集塵機手前で電気抵抗率を調整するために無水硫酸が添加されている。

試料Bは、試料Aの粒子表面に付着している水溶性成分を超音波洗浄処理により超純水に溶出させ、その溶液をろ過した後のろ過残留物を乾燥、粉碎することにより調製した。実験条件は、雰囲気温度を20℃と一定にして、相対湿度50%、80%と変化させて行った。



①可動セル②固定セル③試料粉体④ロードセル⑤リニアシリンダモータ⑥固定台⑦多孔質金属板⑧ガス入口⑨分銅

図1 せん断試験装置の概略

2-2 実験方法

(1) 付着性評価試験

試料粉体の付着性を評価するためにせん断試験を行った。せん断試験装置の概略を図1に示す。湿度による粉体の付着性を評価するためには、内部まで十分に加湿された粉体層を用いてせん断試験を行う必要がある。そこで、せん断セルの上下面に多孔質金属板を使用し、充填された粉体層に湿度調整したガスを流すことで、均一に加湿しながら同時にせん断試験が可能な装置を実現した。

(2) 粉体流動性試験

粉体の貯蔵や輸送における流動性を評価する方法としてよく知られている Carr¹⁾の流動性評価法を適用した。粉体流動性試験としては、安息角、圧縮度、凝集度及びスパチュラ角の四項目であり、これらの結果を Carr の流動性指数表に従って採点した。

3. 実験結果と考察

せん断試験の結果を図2に示す。破壊包絡線はいずれの試料・湿度においてもほぼ直線を示すことから、式(1)に示す Coulomb の式で近似できる。

$$\tau = \sigma \tan \theta + C \quad (1)$$

τ はせん断応力、 σ は垂直応力、 C は付着力、 θ は内部摩擦角を表している。AとBの付着性を破壊包絡線の切片である付着力 C で考える。同一湿度でAとBの付着力を比較すると、BよりAが大きい。また、Aの付着力は、湿度を50%から80%に変化させることで大きく増加するのに対し、Bではほとんど変化が見られなかった。

試料A、Bの流動性評価を行った結果を表1に示す。安息角やスパチュラ角は試料A、B間で差がなく湿度の影響も小さいが、圧縮度・凝集度は、BよりAの方が大きい。この場合流動性指数の違いは圧縮度や凝集度の違いからきていることが分かる。また、流動性指数の湿度依存性をみると、Aの流動性指数は湿度増加に従って減少するのに対して、Bの流動性指数は加湿による変化は見られなかった。A、B間での流動性の湿度依存性に差が生じたのはBの粒子表面を超純水により洗浄することで、電気集塵機手前で添加される無水硫酸が除去されたためと考えられる。このことより、フライアッシュの付着性には無水硫酸が寄与している可能性が示唆された。よって、せん断試験及び流動性試験の結果を比較することにより、粒子表面を洗浄することでせん断応力は小さくなり、流動性は良くなる事が確認できた。

試料A、Bの流動性評価を行った結果を表1に示す。安息角やスパチュラ角は試料A、B間で差がなく湿度の影響も小さいが、圧縮度・凝集度は、BよりAの方が大きい。この場合流動性指数の違いは圧縮度や凝集度の違いからきていることが分かる。また、流動性指数の湿度依存性をみると、Aの流動性指数は湿度増加に従って減少するのに対して、Bの流動性指数は加湿による変化は見られなかった。A、B間での流動性の湿度依存性に差が生じたのはBの粒子表面を超純水により洗浄することで、電気集塵機手前で添加される無水硫酸が除去されたためと考えられる。このことより、フライアッシュの付着性には無水硫酸が寄与している可能性が示唆された。よって、せん断試験及び流動性試験の結果を比較することにより、粒子表面を洗浄することでせん断応力は小さくなり、流動性は良くなる事が確認できた。

試料A、Bの流動性評価を行った結果を表1に示す。安息角やスパチュラ角は試料A、B間で差がなく湿度の影響も小さいが、圧縮度・凝集度は、BよりAの方が大きい。この場合流動性指数の違いは圧縮度や凝集度の違いからきていることが分かる。また、流動性指数の湿度依存性をみると、Aの流動性指数は湿度増加に従って減少するのに対して、Bの流動性指数は加湿による変化は見られなかった。A、B間での流動性の湿度依存性に差が生じたのはBの粒子表面を超純水により洗浄することで、電気集塵機手前で添加される無水硫酸が除去されたためと考えられる。このことより、フライアッシュの付着性には無水硫酸が寄与している可能性が示唆された。よって、せん断試験及び流動性試験の結果を比較することにより、粒子表面を洗浄することでせん断応力は小さくなり、流動性は良くなる事が確認できた。

4. 結論

粉体の流動性が湿度により変化する機構を明らかにするために、粒子表面の状態及び湿度が異なる試料を用いて付着性の湿度依存性及び粒子表面の水溶性成分の影響について検討を行った結果、本研究で使用した粉体試料は、湿度により付着力・内部摩擦角は増加し、水洗浄することで減少することから、粒子表面に存在している水溶性成分が付着性に影響を与えていることが確認できた。

参考文献：1) Ralph L. Carr : Evaluating Flow Properties of Solids, Chemical Engineering, Vo.18, 1965, pp.163-168

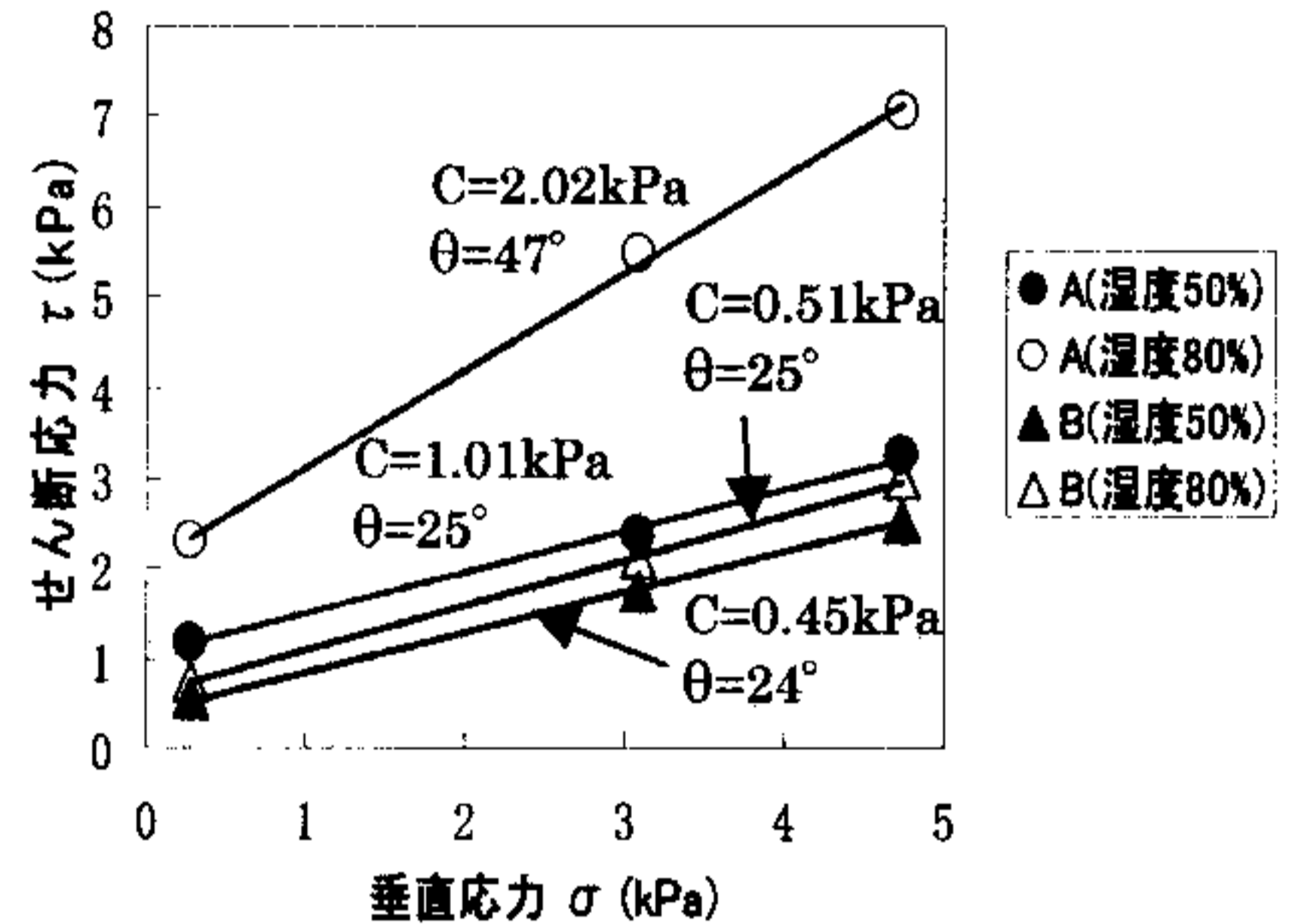


図2 せん断試験結果

表1 流動性試験評価

試料	A(R.H.50%)	A(R.H.80%)	B(R.H.50%)	B(R.H.80%)
安息角(°)	44	51	44	49
圧縮度(%)	41	42	33	30
スパチュラ角(°)	61	64	58	70
凝集度(%)	26.5	28	16.3	21.9
流動性指数	65.5	42	72	69

ビスフェノールAはキンギョのウロコの破骨及び骨芽細胞の活性を抑制する

鈴木信雄

〒927-0553 珠洲郡内浦町小木 金沢大学自然計測研究応用センター, 臨海実験施設

Nobuo Suzuki: Bisphenol A suppresses osteoclastic and osteoblastic activities in the scales of goldfish

ビスフェノールAは、主としてポリカーボネートやエポキシ樹脂の原料として使用され、食品の包装等に広く用いられている。最近、この物質は女性ホルモンであるエストロゲンのレセプターと結合し、エストロゲン様の作用を持ち、生殖を攪乱することがわかってきた。エストロゲンは骨にも作用するので、ビスフェノールAも骨代謝に影響を与えている可能性がある。

一方、骨を壊す細胞である破骨細胞と骨を作る細胞である骨芽細胞を共存させて培養することは難しい。これまでの骨代謝に関する研究は、それぞれの細胞を単独で培養し、ホルモン等に対する作用を調べられてきた。また破骨細胞が分化するには、骨芽細胞との相互作用が必要であることが最近明らかになってきた。両方の細胞を共存させて培養しなければ、これらの骨細胞に対する作用を正確に評価できないと考えられる。そこで私は、魚のウロコに注目した。

大部分の魚の脊椎骨は無細胞であり、ウロコからカルシウムを出し入れしている。ウロコには破骨及び骨芽細胞が共存し、ヒトの脊椎骨を薄く輪切りにしたような構造をしている。したがって、ウロコはヒトの脊椎骨のモデルになり、ビスフェノールA等の環境汚染物質の骨代謝に対する影響を評価できる可能性が高い。そこで、ウロコのアッセイ系を開発し、ビスフェノールAの骨細胞に対する作用を調べた。

キンギョのメス（体重30g前後）をMS222（Aldrich）で麻酔し、ウロコを採取した。そのウロコを1%の抗生物質を含むイーグルスの最少培地（大日本製薬）で2度洗浄した。その後ビスフェノールA（ 10^{-7} ~ 10^{-5} M）を含む培地で培養（15°C, 6時間）し、無添加のコントロールと比較した。同様にキンギョのメス（体重30g前後）からウロコを採取し、エストロゲン（ 10^{-7} ~ 10^{-5} M）を含む培地で培養し、無添加のコントロールと比較した。なお、ウロコは各培地に8枚ずつ入れ、その破骨及び骨芽細胞の活性を測定した。

本研究では、破骨細胞の活性として酒石酸抵抗性酸フォスファターゼ（TRACP）を用い、骨芽細胞の活性の指標としてアルカリフォスファターゼ（ALP）を使用し、ビスフェノールAの骨細胞に対する作用を評価した。これらはフォスファターゼなので基質としてパラニトロフェノールリン酸を用い、緩衝液の組成を変えることで測定可能である。本研究では、TRACP及びALP用の緩衝液として、それぞれ酒石酸（10mM）を含む0.1M酢酸緩衝液（pH5.3）及び塩化マグネシウム（1mM）を含む0.1Mトリス緩衝液（pH9.5）を用いた。

培養後、10%ホルマリンを含む0.05Mカコジル酸緩衝液（pH7.4）でウロコを固定し、蒸留水で洗浄し、0.05Mカコジル酸緩衝液（pH7.4）で保存（4°C）した。その後、ウロコの重量を測定し、96穴のマイクロプレートにウロコを入れ、そのウェルに前述の基質（10mM）を含む緩衝液（200µl）を入れ、インキュベートした（25°C, 1時間）。反応は2N水酸化ナトリウム（50µl）を加えることで停止し、そのウェルから150µlとり、別のマイクロプレートに移した。その後、マイクロプレートリーダーで測定（405nm）し、その吸光度からパラニトロフェノール量をあらかじめ作成しておいた標準曲線により求めた。

TRACP活性は、エストロゲンを添加すると、無添加のコントロール（5.2 nmol pNP produced x (mg

scale x h)⁻¹) と比較して、10⁻⁷及び10⁻⁶ Mで有意に上昇した (6.2 nmol pNP produced x (mg scale x h)⁻¹, $P < 0.05$; 6.9 nmol pNP produced x (mg scale x h)⁻¹, $P < 0.01$) (Fig. 1)。一方、ビスフェノールA (10⁻⁵ M) を添加すると逆にその活性は低下し、無添加のコントロール (3.3 nmol pNP produced x (mg scale x h)⁻¹) よりも、低い値を示した (2.9 nmol pNP produced x (mg scale x h)⁻¹, $P < 0.01$) (Fig. 1)。

ALPもエストロゲン (10⁻⁵ M) により上昇し (コントロール: 2.9 nmol pNP produced x (mg scale x h)⁻¹; エストロゲン 4.1 nmol pNP produced x (mg scale x h)⁻¹, $P < 0.05$)、ビスフェノールA (10⁻⁵ M) により低下した (コントロール: 3.7 nmol pNP produced x (mg scale x h)⁻¹; ビスフェノールA: 2.9 nmol pNP produced x (mg scale x h)⁻¹, $P < 0.05$) (Fig.2)。

以上のことから、ビスフェノールAの骨細胞に対する作用はエストロゲンと異なっており、骨代謝に悪影響を与えていることが判明した。ビスフェノールAの骨細胞に対する作用を明らかにしたのは、本研究が初めてであり、その機構の詳細を調べていきたい。

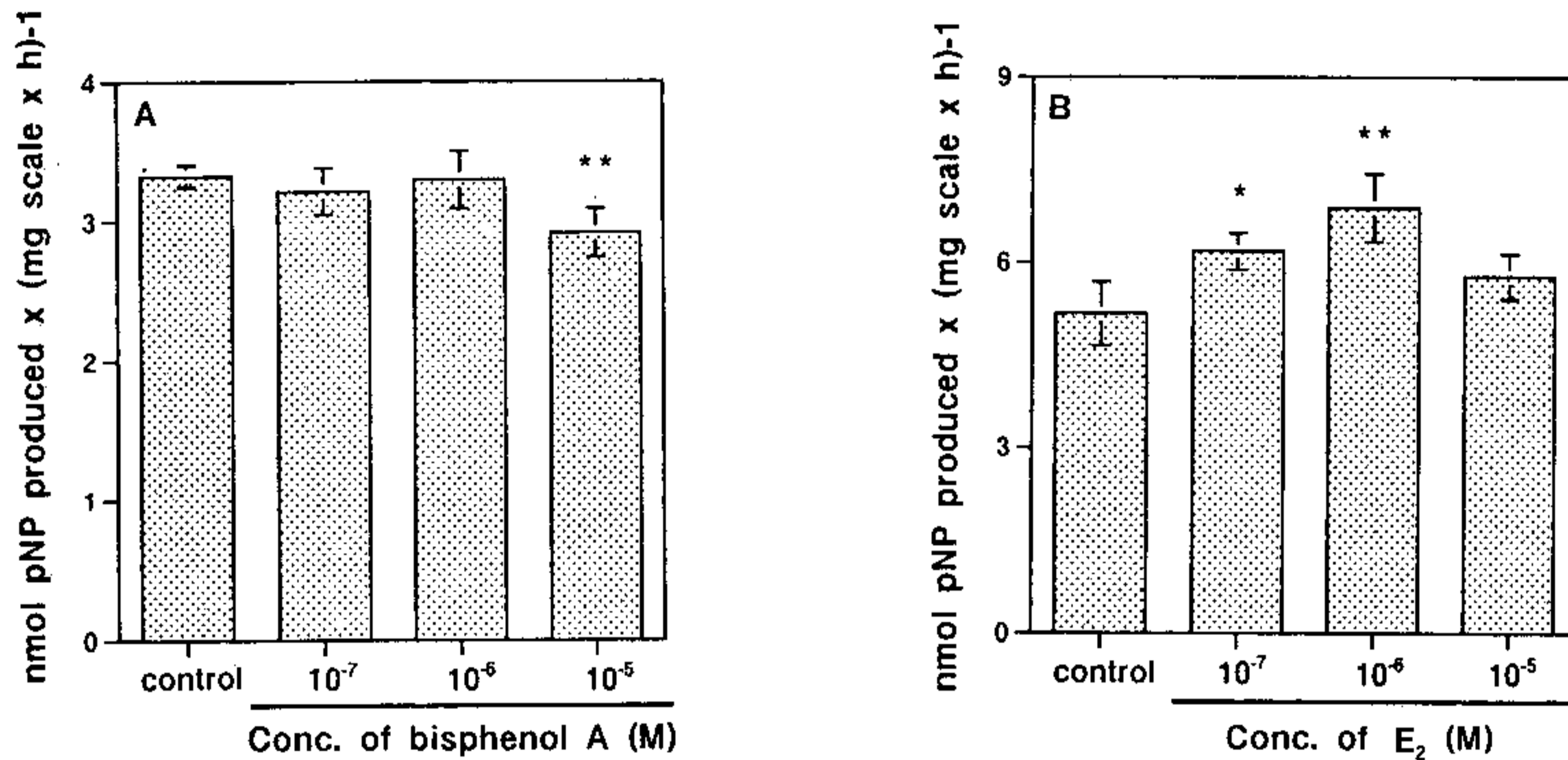


Fig. 1 Effects of bisphenol A (A) and estrogen (E₂) (B) on TRACP activities in the cultured scales at 6 h. Values are means±SEM. *, ** indicate statistically significant differences at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively, compared with the values in the control scales.

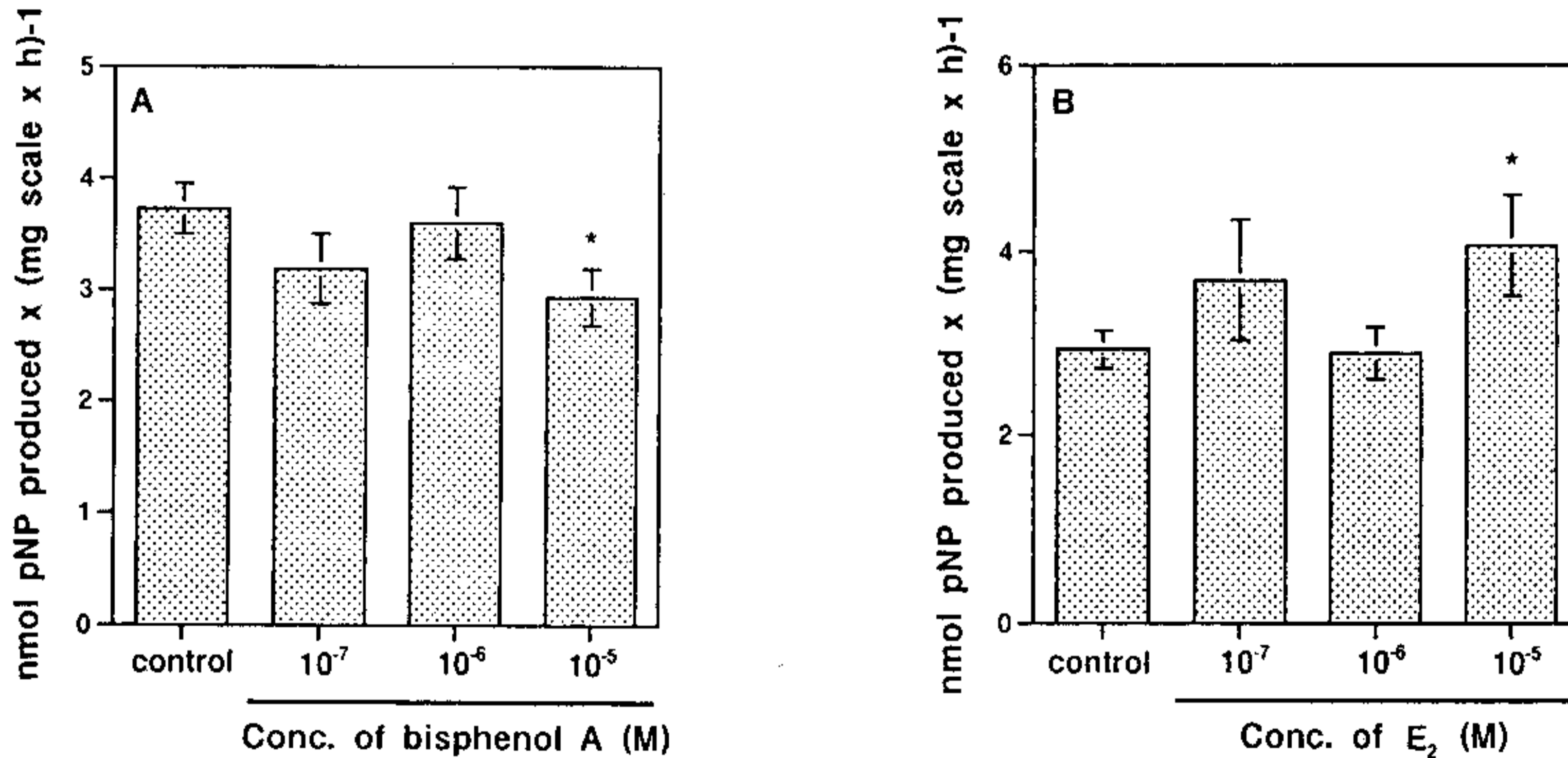


Fig. 2 Effects of bisphenol A (A) and estrogen (E₂) (B) on ALP activities in the cultured scales at 6 h. Values are means±SEM. * indicates a statistically significant difference at $P < 0.05$, compared with the values in the control scales.

謝辞

本研究は科学研究費，若手研究B (14740455) の援助により行われた。

ウロコの破骨細胞及び骨芽細胞に対するカドミウムの作用

鈴木信雄

〒927-0553 珠洲郡内浦町小木 金沢大学自然計測研究応用センター, 臨海実験施設

Nobuo Suzuki: The effects of cadmium on osteoclasts and osteoblasts in the scales of goldfish

魚のウロコには、破骨細胞と骨芽細胞とが共存し、I型コラーゲンも存在している。その中のカルシウムは、ハイドロキシアパタイトの形状をしている。したがってウロコは、ヒトの脊椎骨を薄く輪切りにしたような構造である。私は、このような構造を持つウロコを用いて培養系を開発した（前研究報告参照）。

カドミウムはイタイイタイ病（骨軟化症）を引き起こす。その作用機構は、腎障害を経る経路が有力だが、骨に対する直接的な影響に関しては不明な点が多い。そこで本研究では、この培養系を用いて、カドミウムの骨細胞に対する直接的な作用を調べ、ウロコで発現している遺伝子も解析した。

キンギョのメス（体重30g前後）をMS222（Aldrich）で麻酔し、ウロコを採取した。そのウロコを1%の抗生物質を含むイーグルスの最少培地（大日本製薬）で2度洗浄し、その後カドミウム（ 10^{-15} ~ 10^{-5} M）を含む培地で培養（15°C, 6時間）した。培養後10%ホルマリンを含む0.05Mカコジル酸緩衝液（pH7.4）で固定し、酒石酸抵抗性酸フォスファターゼ（TRACP）及びアルカリフォスファターゼ（ALP）活性を測定した。

同様にキンギョのメス（体重30g前後）からウロコを採取し、カドミウム（ 10^{-7} M）を含む培地で培養した。培養後、ウロコを液体窒素で凍結し、アイソゲン（ニッポンジーン）によりトータルRNAを抽出した。その後、キット（宝酒造）によりcDNAを合成した。また本研究では、骨芽細胞の増殖及び分化に関係するエストロゲンの受容体（ER）とインシュリン様成長因子1（IGF-1）及び重金属の解毒に関与するタンパク質であるメタロチオネイン（MT）の発現をRT-PCRにより調べた。一方、残りのウロコを用いてTRACP及びALP活性を測定した。

さらに本研究では、骨芽細胞に対するカドミウムの長時間培養（96時間）による影響を調べるため、ウロコを前述の方法で調整し、ALP活性を測定した。

TRACP活性は、培養6時間で非常に高感度（ 10^{-13} ~ 10^{-5} M）でカドミウムに反応し、その活性を有意に低下させた（Fig. 1）。一方、骨芽細胞の活性の指標であるALP活性は6時間の培養では変化がなかった。また、ウロコの骨細胞で発現している遺伝子を解析すると、カドミウムの解毒に関係するタンパク質であるMTmRNAの発現が上昇していた。したがって、短時間の培養では、本タンパク質がカドミウムの解毒に寄与することが推測される（Fig. 2）。しかしながら、骨芽細胞の増殖や分化に関係するER及びIGF-1の発現が減少していたので（Fig. 2）、長期間の培養では、その活性が低下する可能性がある。実際にALP活性は、64及び96時間で低下した（Fig. 3）。

本研究において、ウロコの培養系を用いると、 10^{-13} Mのカドミウムを検出できることが判明した。原子吸光分光光度計を用いても、 10^{-10} Mまでしか測定できず、この系は非常に高感度である。さらに、64及び96時間の培養により、カドミウムは、骨芽細胞の活性を抑えていることが判明した。したがって、カドミウムはこれら両方の骨細胞に作用し、その活性を抑制し、骨代謝に悪影響を及ぼしていることがわかった。

以上のことから、ウロコはカドミウムの骨への直接的な作用を調べるにはよいモデルであり、今後、この系を用いて、さらに詳細なメカニズムを解明していきたい。

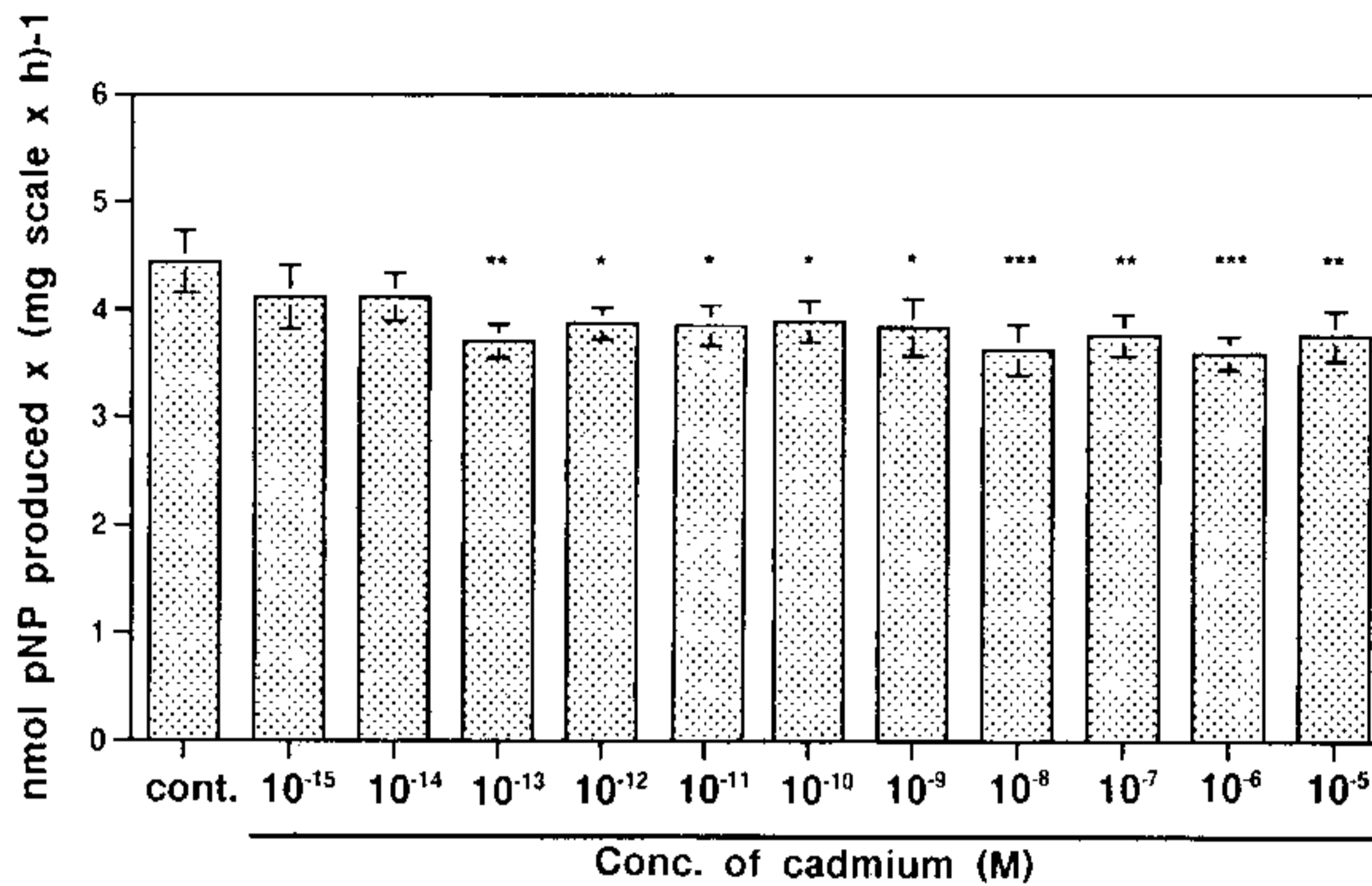


Fig. 1 Effect of cadmium on TRACP activity in the cultured scales at 6 h. *, **, *** indicate statistically significant differences at $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively, compared with the values in the control scales.

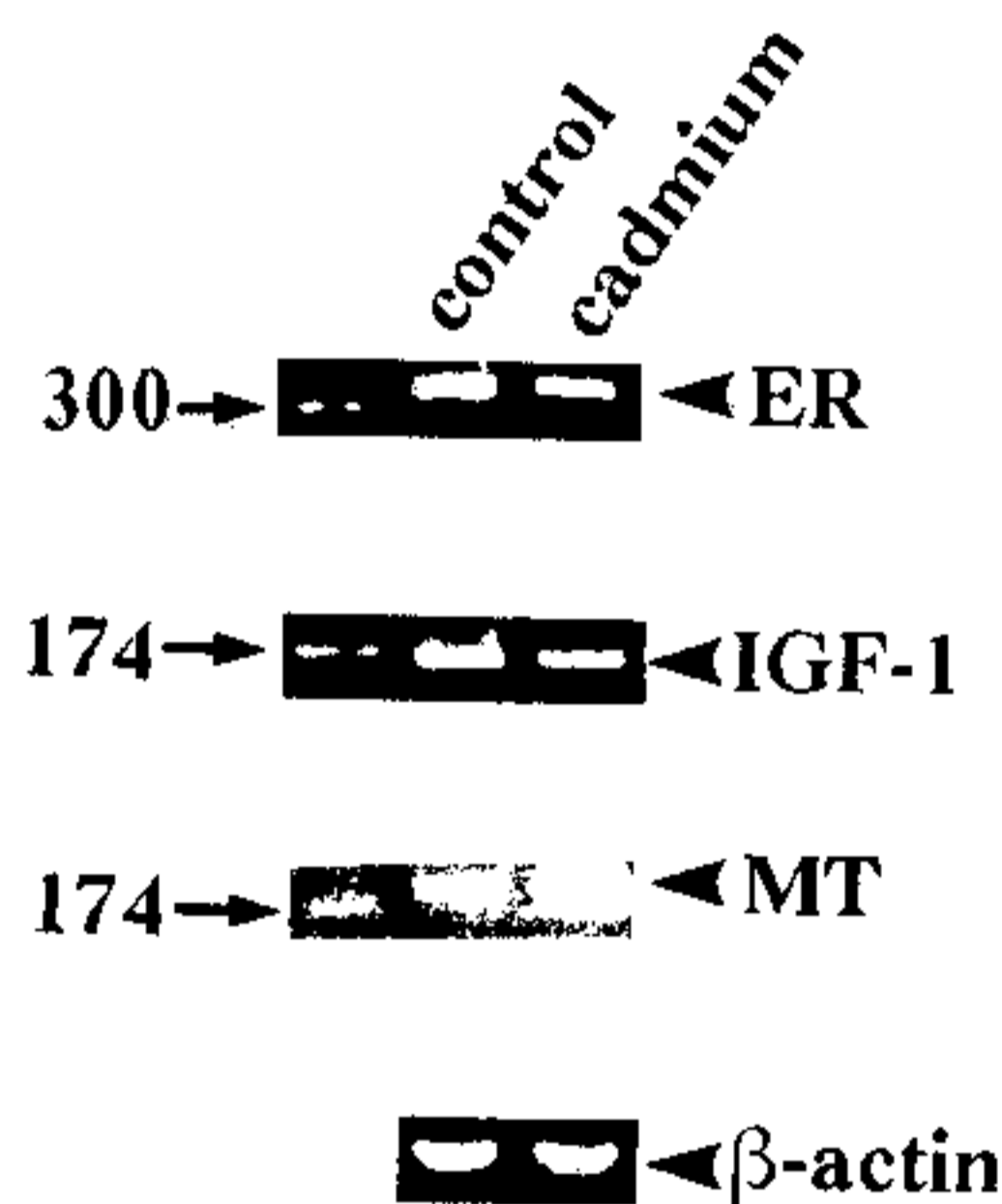


Fig. 2. Expression of *ER*, *IGF-1*, *MT* and β -*actin* mRNAs in the control and cadmium-treated scales of goldfish. Expression of *ER* and *IGF-1* mRNAs in the cadmium-treated scales were lower than those in the control scales while *MT* mRNA expression increased by cadmium-treatment. The PCR products of β -*actin* mRNA were equally amplified in both scales. Arrowheads indicate the PCR products of *ER* cDNA (327 bp), *IGF-1* cDNA (160 bp), *MT* cDNA (200 bp) and β -*actin* cDNA (200 bp). Arrow indicate respective size marker.

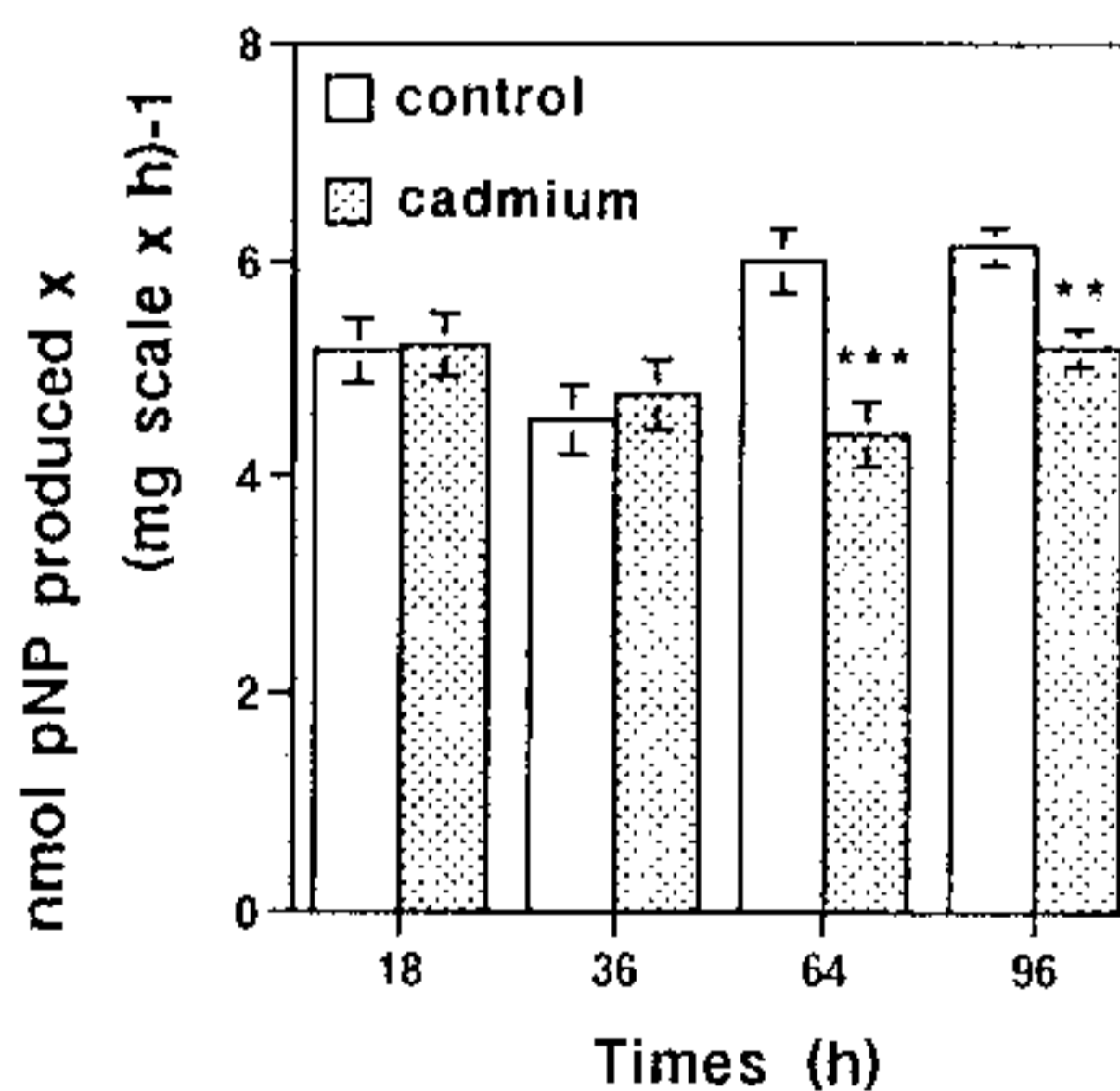


Fig. 3 Effect of cadmium on ALP activity in the cultured scales. **, *** indicate statistically significant differences at $P < 0.01$ and $P < 0.001$, compared with the values in the control scales.

謝辞

本研究は科学研究費，若手研究B（14740455）の援助により行われた。

真骨魚類の軟骨におけるカルシトニンmRNAの発現

金沢大学大学院自然科学研究科生命・地球学専攻 小林 大樹

〒927-0553 珠洲郡内浦町小木 金沢大学自然計測研究応用センター, 臨海実験施設

Daiki Kobayashi: Expression of *calcitonin* mRNA in the cartilage of teleosts

カルシトニンは32個のアミノ酸よりなるペプチドホルモンで、血中カルシウム濃度を低下させる。このホルモンは、哺乳類では甲状腺のC細胞より、それ以外の脊椎動物では鰓後腺と呼ばれる内分泌器官において産生される。血中カルシウム濃度を低下させる機構は以下の機序によると考えられている。すなわち、まず、カルシトニンは前破骨細胞に働いて破骨細胞への分化を阻止する結果、破骨細胞の急速な数の減少を起こす。また、骨表面に存在し、プロトンを分泌して骨組織を融解させている破骨細胞に働き、細胞骨格を切断させる結果、著しい形態変化を引き起こし、破骨細胞を骨表面から離脱させる。これらの結果として骨から血中へのカルシウムの溶出が抑制され、血中カルシウム濃度の低下がもたらされる。

これまで鰓後腺やC細胞以外の組織においてもカルシトニンは局所的に産生されており、例えば脳、消化管、肺等にカルシトニン免疫陽性細胞が検出されている。さらに、最近、キンギョにおいては、頭蓋軟骨にもカルシトニン免疫陽性反応を示す細胞が見い出された。一方、ヒトの骨芽細胞においてカルシトニンが発現し、骨芽細胞自体の増殖や分化に関係していることが報告されている。この結果は、血液中のカルシウム濃度を調節するというカルシトニンの全身的な作用とは別に、局所的に産生されたカルシトニンが周囲の細胞の機能や分化に重大な影響を与えていることを強く示唆している。特に、骨は全身的に働くカルシトニンの標的器官の1つなので、その骨自身がカルシトニンを産生することはこのホルモンの作用を考える上で興味深い。したがって、軟骨組織においても、カルシトニンが周囲の細胞にパラクライン的に働いて何らかの影響を与える可能性がある。そこで本研究では、真骨魚の軟骨が実際にカルシトニンを産生しているか否かを生化学的方法及び分子生物学的手法を用いて調べた。

本研究では、軟骨に存在するカルシトニン様物質の生化学的性質を調べるため、まずイワナ未成熟個体(体長約15cm)の頭蓋軟骨を直接可溶化してウェスタンブロットを行った。続いて、逆相の高速液体クロマトグラフィー(Reversed Phase-High Performance Liquid Chromatography: RP-HPLC)を用いて軟骨からカルシトニン様物質を分取し、その後ウェスタンブロットを行い、陽性物質の溶出位置を合成サケ・カルシトニンのそれと比較した。

次に、頭蓋骨のどの細胞でカルシトニンが産生されているかを調べるため、サケ・カルシトニンをコードする塩基配列をプローブに用いて*in situ* hybridization法により調べた。なおプローブは、サケ・カルシトニンcDNAのN末端から3'非翻訳領域を含む784bpに相当する部分をPCRで増幅し、それをTベクターに組み込み、Dig-RNA Labeling Kit(日本ロッシュ社)を用いてジゴキシゲニン標識のRNAプローブを作成した。材料には体長約5cmの放流直前のシロザケ稚魚を用いた。頭部のみを4% paraformaldehyde (PFA)で固定し、パラフィンに包埋し、4mmの厚さの組織切片とした。またプローブの有効性を確かめるために、その稚魚の鰓後腺も同様に処理して組織切片とした。

さらに軟骨組織からtotal RNAをキット(ニッポンジーン)により抽出し、RT-PCR(宝酒造)により、実際にカルシトニンをコードする塩基配列が増幅されるか否かを調べた。この時、N末端(5'-CCTTGGA(C/T)AG(A/C)CCCA(G/T)(A/G)TC(C/T)AA(A/G)CG-3')及びC末端(5'-GT

TGCTCTCAGGCAGGCTGCGTTTCTTGCC-3') プライマーを合成し、カルシトニン cDNA断片を増幅した。反応条件は95°C-1min/35サイクル; 95°C-45sec、55°C-30sec、72°C-1min/35サイクル; 72°C-10min/1サイクルに設定した。Taq DNA polymeraseはGene Taq (ニッポンジーン) を用いた。PCR後、3% NuSieve GTG Agarose (FMC BioProducts) による電気泳動で目的とするカルシトニン cDNAが増幅されたか否かを調べた。電気泳動後、DNAサイズのマーカーとして用いたサケのカルシトニン遺伝子(151bp)と同じ位置に泳動されたバンドのみをゲルから切り出し、マイクロチューブに移した。それを加熱、溶解させ、フェノール抽出及びエタノール沈殿を行い、得られた沈殿を TE bufferに溶解した。この溶液のDNA断片を、プラスミド (Novagen pT7Blue T-Vector) 及びコンピテントセル (宝酒造) を用いてサブクローニングした。その試料はDNAシーケンサー (Perkin-Elmer Japan Applied Biosystems 373S型) を用いて塩基配列を決定した。

ポジティブコントロールとして用いたサケ・カルシトニン (3.5 k Da) の位置とほぼ等しい位置に、カルシトニンの抗体に反応するバンドが検出された。しかしながら、このバンドは反応が弱く、シャープではなかった。従って、サンプルにはカルシトニン以外の他のタンパク質等も混在していると考えられた。またRP-HPLCにより、その物質は、サケ・カルシトニンが溶出した画分と同じ時間に溶出した画分に含まれていることがわかり、その疎水的性質も似ていた。したがって、イワナの頭蓋軟骨に存在するカルシトニン様物質は生化学的にイワナのカルシトニンである可能性が非常に高い。

in situ hybridizationで用いるプローブの有効性を確かめるために、鰓後腺を染めた結果、anti-sense鎖では強いシグナルが得られ、sense鎖では全くシグナルは検出されなかった。また、シグナルは個々の細胞の核には見られず、細胞質のみが染色された。これらのことはこのプローブがカルシトニン mRNAの検出に有効であることを示している。そこでこのプローブを用いて、*in situ* hybridizationを行った。その結果、頭蓋骨の中で顛頂骨と前額骨において、anti-sense鎖でのみシグナルが検出された。さらに、染色された軟骨細胞を高倍率で見ると、核は染まっておらず、細胞質だけが染まっていた。またRT-PCRの結果、カルシトニンをコードする大きさと同じ大きさのcDNA断片が増幅された。そのシーケンスを調べると、鰓後腺で発現しているカルシトニン分子をコードするアミノ酸配列と同じ配列であった。以上の結果を考え併せると、シロザケの頭蓋軟骨においてカルシトニン mRNAが発現していると結論づけることができる。

これまで哺乳類の軟骨においてカルシトニン遺伝子が発現しているという報告はない。一方、ヒトの関節軟骨細胞へサケ・カルシトニンを投与するとプロテオグリカンやタイプIコラーゲンの産生を刺激しその維持に働くこと、またタイプIコラーゲンを分解するコラーゲナーゼの活性を抑制し軟骨基質の分解を抑えることが知られている。これらの結果は、カルシトニンが軟骨細胞とその基質の維持に働くことを示唆している。また、軟骨細胞にカルシトニンを作用させるとアルカリフォスファターゼ活性が上昇し、石灰化が促されることも知られている。この結果は、カルシトニンが軟骨細胞の維持ではなく、逆に組織としての終焉に向かわせることを意味している。本研究の結果は、少なくともイワナとシロザケにおいて頭蓋骨の軟骨細胞がカルシトニンの mRNA を発現させて実際にカルシトニン分子を産生していることを強く示唆している。軟骨細胞は自己分泌 (autocrine) あるいは傍分泌 (paracrine) によって、自身のあるいは周囲の軟骨細胞の成長や維持、さらには脱分化に働いている可能性がある。今後詳細な検討が必要である。

(本研究は、金沢大学大学院自然科学研究科生命・地球学専攻 小林 大樹君の修士論文の一環として行われた。)

オニオコゼにおけるカルシウムホメオスタシスの内分泌的調節

— 特にカルシトニンの役割に関して —

戒田典久^{1,2)}

¹〒927-0553 珠洲郡内浦町小木 金沢大学自然計測研究応用センター, 臨海実験施設; ²〒927-0435 鳳至郡能都町宇出津新港 石川県水産総合センター

Norihisa Kaida: Endocrine regulation of calcium homeostasis in the stonefish, *Inimicus japonicus*: with special references to the role of calcitonin

真骨魚においてカルシトニン (CT) は、消化管前方部から血漿へ吸収されたカルシウムを調節するホルモンで、血漿カルシウム (Ca) 濃度の過度な上昇を抑制する役割を担っていることが示唆されている。しかしながら、これまでの実験では、尾部から採血しているため、採取された血液は動脈血と静脈血とが区別がつかない。血中 CT 濃度は、動脈血と静脈血との間に差が認められる可能性があり、両者の区別は重要である。またこれまでの研究では、血中 Ca 濃度が上昇し、それに伴って CT 濃度が上昇することは報告されているが、その後の Ca 濃度低下に伴う血中 CT 濃度の変化は調べられていない。さらに、血中 Ca 濃度が上昇する環境にいないキンギョや、広塩性のため海産魚を代表しているとは言えないウナギを実験に用いていたなど幾つかの欠点がある。以上のことから、本研究では、狭塩性の海産魚であるオニオコゼを用い、今までの欠点を克服するため、幾つかの工夫を施して実験をおこなった。

実験 1 では、オニオコゼ (体重 85g 前後、N=10) を用い、2-フェノキシエタノールで麻酔し、その後動脈球にカニューレシオンを行った。イニシャルの採血を行った後、高 Ca 液 (コンソメ溶液に 1.25M の CaCl_2 を添加した溶液) を胃へカニューレを用いて直接投与 (体重 100g 当たり 1ml) し、同一個体から動脈血のみを採取した。なお、採血は投与 1, 3, 9, 33 時間後に行った。血液は遠心により分離され、その血漿を用いて Ca 濃度と CT 濃度の変化を調べた。血漿 Ca 濃度は、カルシウム-C テストワコー (WAKO) を用いた OCPC 法で測定し、CT 濃度は、Calcitonin (Salmon) Enzyme Immunoassay Kit: High Sensitivity (PENINSURA LABORATORIES, INC.) を用いて測定した。

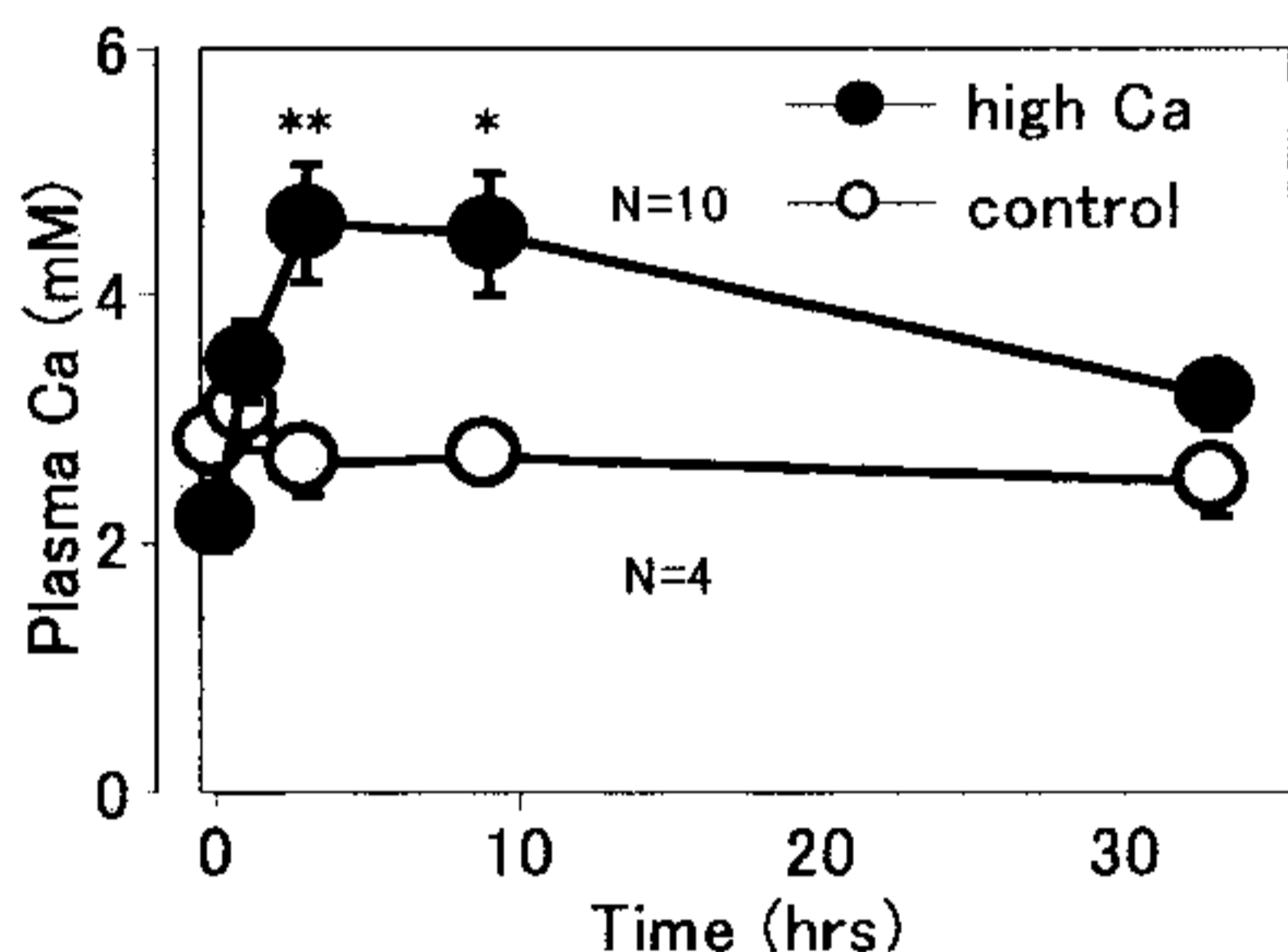


Fig. 1 Plasma Ca levels in stonefish administered a high-Ca solution (high Ca) or a consomme solution (control) into the stomach at 0, 1, 3, 9, and 33 hrs after the treatments. The values are shown as the mean \pm SE. Asterisks (*, **) exhibit statistical differences ($P < 0.05$, $P < 0.01$, respectively) from the control values.

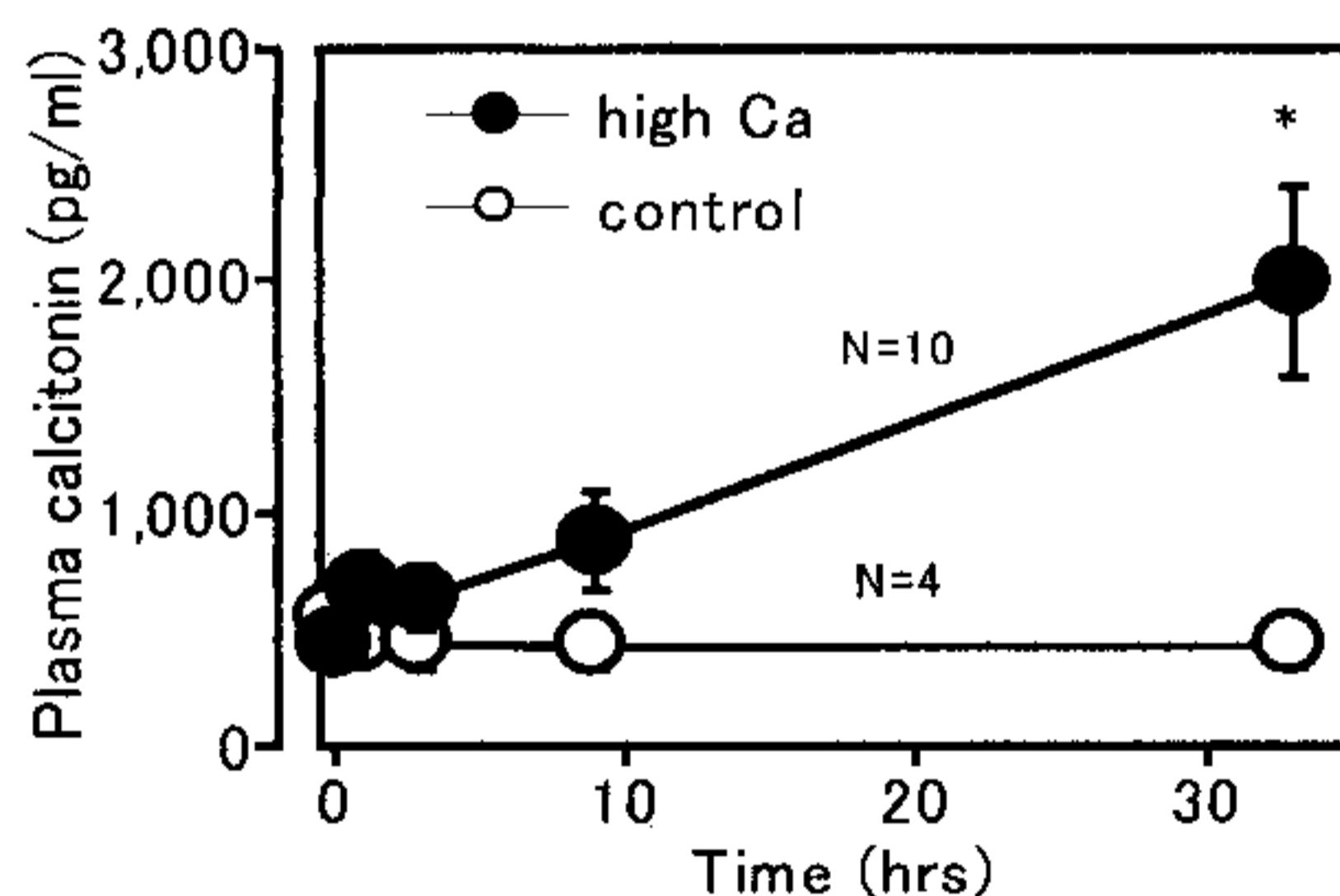


Fig. 2 Plasma calcitonin levels in stonefish administered a high-Ca solution (high Ca) or a consomme solution (control) into the stomach at 0, 1, 3, 9, and 33 hrs after the treatments. The values are shown as the mean \pm SE. Asterisks (*) indicate a statistical difference ($P < 0.05$) from the control values.

一方、実験2ではオニオコゼ（体重85g前後、N=11）を用い、実験1と同様にして動脈球にカニューレを挿入し、体重100g当たり0.5mlの割合で胃へカニューレを通して投与した。実験2では投与前、9、33、81時間後に採血し、実験1と同様にして血漿Ca及びCT濃度を測定した。

実験1のCa及びCT濃度の変化をFig.1及び2に示す。血漿Ca濃度は、高Ca液投与前は2.2mMだったが、投与1時間後と3時間後に上昇し、それぞれ3.5mMと4.6mM ($P<0.01$) になった。投与9時間後のCa濃度は、投与3時間後と変化がなく4.5mM ($P<0.05$) だった。投与33時間後に血漿Ca濃度は低下し、3.2mMになった。この値は、投与前の値と統計的に有意差がなかった。それに対し、対照群の血漿Ca濃度は、2.8mMで、この値は実験時間を通してほとんど変わらず、有意な変化は見られなかった。血漿CT濃度は、高Ca液投与前に440.2pg/mlだったが、投与1時間後と3時間後に、それぞれ684.8pg/mlと631.9pg/mlへとわずかに変化した。さらに、投与9時間後に上昇し、878.5pg/mlになり、投与33時間後も上昇を続け、1993.3pg/mlに達した ($P<0.05$)。対照群の血漿CT濃度は、541.8pg/mlで、この値は実験時間を通してほとんどかわらず、有意な変化は見られなかった。

Fig.3に実験2の結果を示す。実験2において、高Ca液投与33時間後までの血漿Ca濃度の変化は、実験1の結果と同じ傾向を示した。投与前の血漿Ca濃度は、3.0mMだったが、投与9時間後に有意に上昇し、4.7mMになった ($P<0.01$)。その後、投与33時間後に3.8mMに低下したが、投与前の濃度より有意に高い値だった ($P<0.05$)。

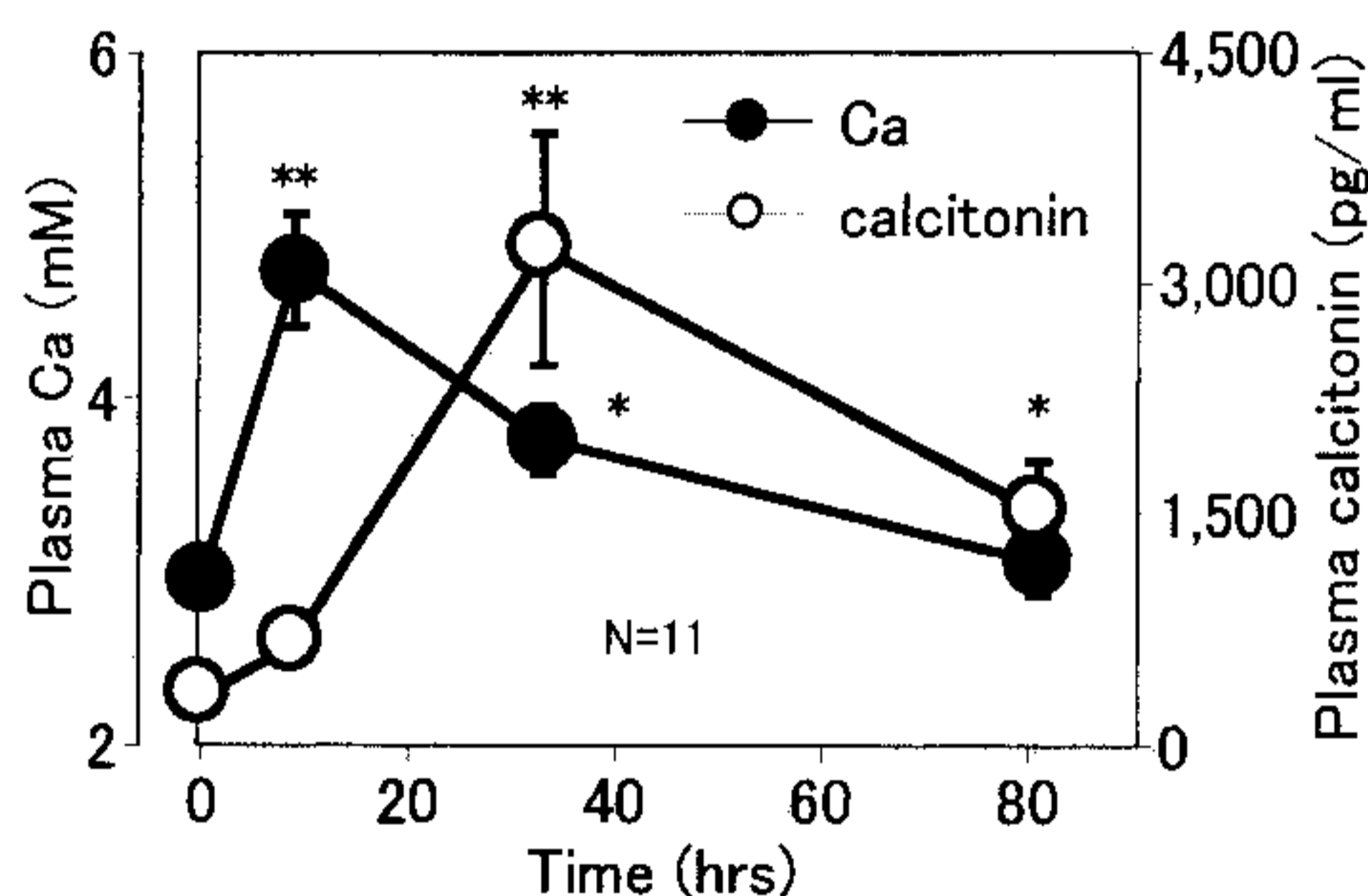


Fig. 3 Plasma Ca and calcitonin levels in stonefish administered a high-Ca solution into the stomach at 0, 9, 33, and 81 hrs after the treatment. The values are shown as the mean \pm SE. Asterisks (*,**) indicate statistical differences ($P<0.05$, $P<0.01$, respectively) from the initial value.

しかしながら、81時間後に血漿Ca濃度は、さらに低下して3.1mMになり、投与前の値と有意差は見られなくなった。血漿CT濃度の変化も、投与33時間後まで、実験1で得られた結果とほぼ同じで、血漿CT濃度は、高Ca液投与前と投与9時間後に、それぞれ320.7pg/mlと685.2pg/mlであった。投与33時間後は、9時間後の値よりさらに上昇を続け、3221.8pg/ml ($P<0.01$) になり、投与81時間後には、投与33時間後のレベルの約半分まで低下し、1508.9pg/mlになった ($P<0.05$)。

これらの事実は、オニオコゼにおいて、鰹後腺が血漿Ca濃度の上昇と低下に反応して生理的にCTを分泌し、また分泌を停止したことを示しており、海産真骨魚においてCTは、血漿Ca濃度の上昇に伴って分泌され、血漿Ca値を生理的レベルに抑える役割を担っていることを強く示唆している。

(本研究は、金沢大学大学院自然科学研究科生命科学専攻 [社会人特別選抜：石川県水産総合センター] 戒田典久君の博士論文の一環として行われた。)

角間に生育するジャノヒゲにみられる形態変異

大野尚子¹・梅林正芳¹・木下栄一郎²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理学部生物学科；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

Naoko OHNO¹, Masayoshi UMEBAYASHI¹ and Eiichiro KINOSHITA²: Morphological variation in *Ophiopogon japonicus* growing at Kakuma, Kanazawa

ジャノヒゲは日本列島に広く分布するユリ科ジャノヒゲ属の常緑多年生草本である。夏には総状に複数の下向きの1日花をつけ、子房からむきだしになった種子は秋に成熟する。角間は金沢市南部に位置し、コナラ、アベマキの二次林や、スギ植林地が広がっている丘陵地帯である。ジャノヒゲは角間丘陵に普通に生育している。

角間に生育するジャノヒゲを野外観察したところ、根茎に複数のタイプがあるように見受けられた (Fig.1)。そこで、角間に生育するジャノヒゲはいくつかのタイプに分けることができるのかを検討することを本研究の目的とした。

調査は金沢大学角間キャンパス里山地区の尾根沿いで行った。はじめに外部形態形質を評価するため、さ

まざまな形態形質の計測を行った。花の11形質に関しては、花期に76花を任意に採集し、70%のアルコールで固定後、実体顕微鏡用マイクロメーターを用いて計測した。花以外の11形質に関しては任意に採集した53個体から、採集後2日以内に定規・ノギスを用いて計測した。次に生活史特性を評価するため、開花フェノロジーに着目し、標高などを考慮した上、任意に選出した190花序を対象に6月13日より8月1日の間1日おきに開花状況を調査した。

53個体から得られた計174芽由来の伸長する根茎それぞれの長さとおさを計測した結果、根茎の成長パターンは2つあることが判明した：「長さが一定で太くなる」根茎と、「太さが一定で長くなる」根茎、の2つである。また、根茎には「頂芽由来の根茎」と、「側芽由来の根茎」があり、「頂芽由来の根茎」は「長さが一定で太くなる」根茎のみであるのに対し、「側芽由来の根茎」は両方の成長パターンを示していた。また両者の中間型はなかった。ジャノヒゲの「側芽由来の根茎」は葉の伸長方向に対してほぼ垂直に伸長する、「垂直型」と、ほぼ平行に伸長する「平行型」がある。「側芽由来の根茎」の成長パターンに垂直・平行という角度の形質を加えてみると、「長さが一定で太くなる」根茎は「平行型」を、「太さが一定で長くなる」根茎は「垂直型」を示していた (Fig.2)。これらの結果から「側芽由来の根茎」には成長パターンが質的に異なる2つのタイプがあることがわかった。

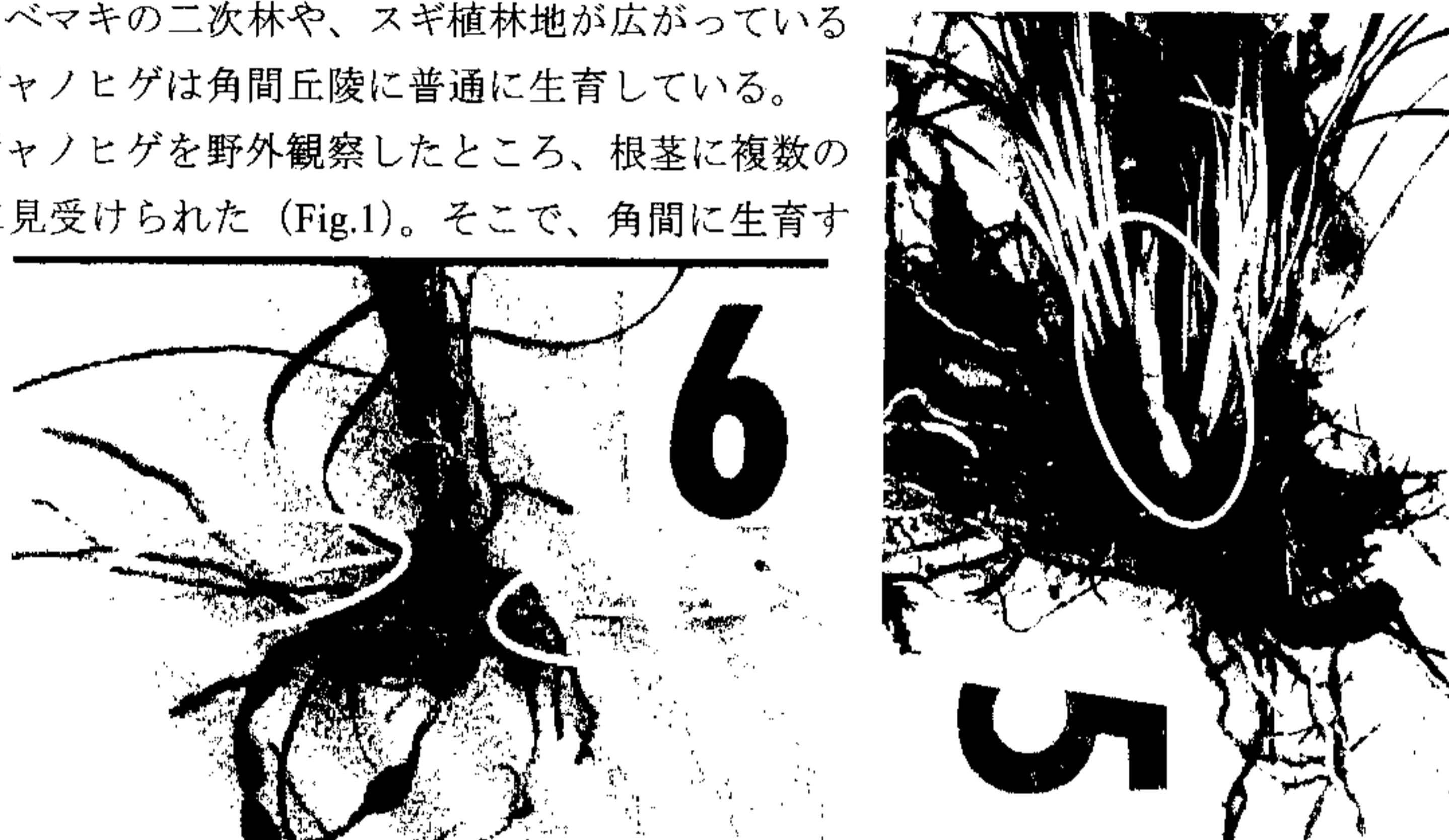


Fig. 1 角間に生育するジャノヒゲの野外にみられる根茎のタイプ

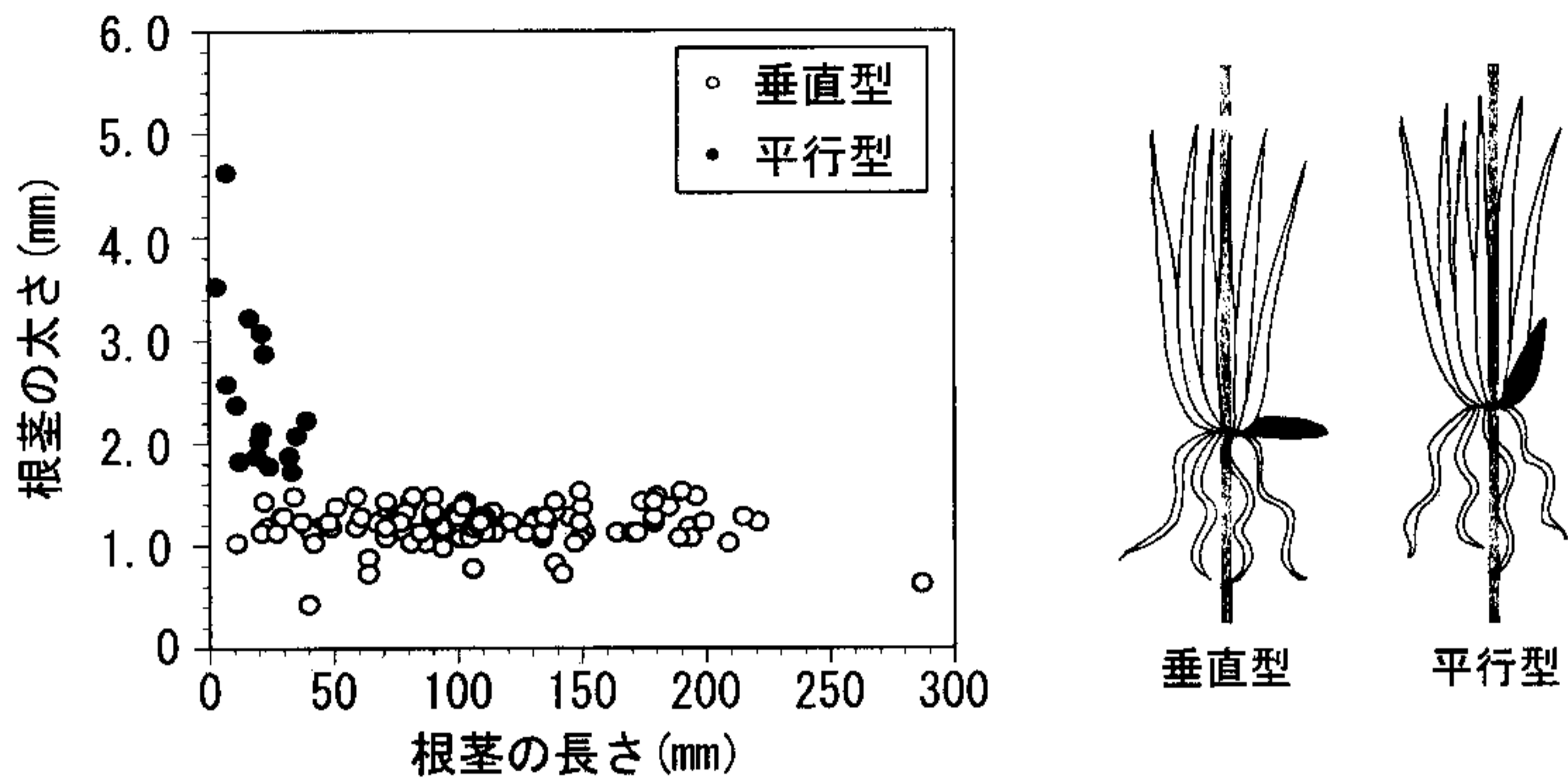


Fig.2 側芽由来の根茎の成長パターン

角間に生育するジャノヒゲには2タイプの「側芽由来の根茎」を合わせ持つ個体は存在していなかった。そこで「側芽由来の根茎」の形態に基づき角間に生育するジャノヒゲを2つのタイプに分けた。

「太さが一定で長く、垂直型」の成長パターンを示す根茎を持つ方をAタイプ、「長さが一定で太く、平行型」の成長パターンを示す根茎を持つ方をBタイプとした。この他2タイプ間の他のさまざまな形態形質を計測した。栄養器官より葉長・根長・側芽由来根茎の節数の3形質、生殖器官より花序全体長・花序小花柄までの長さ・小花柄長・花数・花序節数・種子直径・外花被片長・内花被片長・外花被片に付く花糸長・内花被片に付く花糸長・外花被片に付く葯長・内花被片に付く葯長・雌しべ長・雌しべ基部幅・花被片付け根幅・花被片付け根より関節までの長さ・胚珠数の17形質、計20形質を計測し、タイプ間での差について、SPSSで統計的検定（*t*検定）を行った。

その結果、雌しべ基部の幅を除く19形質で、2タイプ間に有意な差が認められた。これらの結果は側芽由来の根茎の形態に基づくタイプわけの妥当性を高めている。以上の結果より私たちは角間に生育するジャノヒゲには2タイプあり、根茎の形態がよい識別の指標である、と結論した。

この2タイプは近接して生育し、それぞれのタイプの形態的特性を維持している。このような場合、何らかの生殖的隔離が無いと2つのタイプはそれぞれの特性を維持できない、と予想できる。そこで生殖的隔離に関与する生活史特性の一つとして開花フェノロジーに着目し、調査日に開花していた花序の割合をもとめた。その結果、花期に重なりは見られるものの、開花開始日と開花のピークには2タイプ間に10日程のずれが見られた。

以上より、角間に生育するジャノヒゲには2タイプあることがわかった。2タイプ間には、複数の形態形質に不連続があり、中でも側芽由来の根茎はタイプわけのよい形態形質である。また、開花フェノロジーにも違いがあった。本研究で、外部形態形質については2タイプ間の差が具体的に明らかになったものの、生殖的隔離に関与すると予想される生活史特性については開花フェノロジーしか取り扱っていない。今後は他の生活史特性についても調査していかなければならないと考えている。

金沢大学角間キャンパス内の里山ゾーンにおけるキノコ類と訪茸昆虫の相互関係

赤石大輔¹・中村浩二²

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

Daisuke AKAISHI¹ and Koji NAKAMURA²: Ecological relationship between fungi and fungivorous insects in Satoyama at Kakuma campus of Kanazawa University

キノコは樹木との相利共生や老朽木の分解など、森林の維持や更新に重要な役割をもつ。キノコは栄養的に優れ消化も容易なため、キノコを資源として利用する昆虫（訪茸昆虫と呼ばれる）が多くの分類群に見られる。これまでの訪茸昆虫の研究は、キノコの外部を摂食する甲虫・トビムシなどの種の記載や季節消長の調査や、幼虫がキノコ内部で成長するハエなどの競争や共存機構について検討したものなどがある。しかし共存機構の従来の研究はショウジョウバエの種間関係を中心としたものであり、幅広い分類群を含んだ包括的な研究は少ない。

本研究では金沢大学角間キャンパス内の丘陵に発生するキノコの季節消長と訪茸昆虫、特にキノコ食双翅目の群集構造を調査した。

方法

調査ルート沿いに発生したキノコの種・本数を記録し、採集して傘の直径・柄の太さ・湿重量・発達段階を測定し、飼育容器に入れて羽化してきた成虫を採集した。発達段階は幼菌期・成菌期・移行期・老廃期の4段階に分け、成菌期から老廃期のキノコを採集した。

結果

5月から11月までの調査で2001年は13科26属50種201パッチ、2002年はハラタケ目12科21属49種334パッチのキノコを採集し、そこから多数の双翅目が羽化してきた。特に調査地で優占するベニタケ科のツギハギハツについては、発達段階でキノコを利用する双翅目の種構成の変化を定量的に調査した。昆虫は双翅目が8科7216個体、その他に膜翅目（寄生蜂）、甲虫が少数羽化した。

ツギハギハツではどの発達段階でもイエバエ科のモモグロオオイエバエが優占した。ノミバエ科、キノコバエ科は成菌期から移行期にかけて多く、ショウジョウバエ科はフタオビショウジョウバエが優占し老廃期に多かった。老廃期に多いショウジョウバエも、モモグロオオイエバエが羽化したキノコからはほとんど羽化せず、両者の間ではモモグロオオイエバエが競争優位者であると予測できた。

金沢大学キャンパス内の「新角間川ビオトープ」の環境と生物相

長島志津子¹・中村浩二²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理学部生物学科；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

Shizuko NAGASHIMA¹ and Koji NAKAMURA²: Environmental condition and fauna of the “Kakuma Biotope” in Kakuma campus of Kanazawa University

近年、社会事業の一環として、市町村の公園や学校などに「ビオトープ」が盛んに作られている。この場合、ビオトープは(生物のすみ場所という本来の定義とは違い)、ある場所に人為的に作り出された擬似自然空間という意味合いで用いられており、そのうち新しく生物の生息場所を創り出すものを「創設型ビオトープ」と呼ぶ。ビオトープ作成後の時間経過に伴う生物相の変化は、ビオトープの管理上重要であるだけでなく、生物間相互関係や生態系の情報源として興味深い、詳細な記録は意外に少ない。

新角間川は、もともと金沢大学角間キャンパス内を流れていた角間川を、もとの場所より高い位置に移した人工河川(全長 870m、幅 3m)であり、2000 年 1 月に完工、通水した。護岸構造には、階段状のブロック内部に土嚢を置き、植物の生育場所を確保し、岩場に隙間を造り、植物や昆虫が利用しやすくするなどの初級の近自然工法が用いられた。そのため新角間川は、人工河川に野生生物の生息場所を創出することを目的とした「創設型」ビオトープの一種といえる。本研究は、2001 年度調査(松浦による)を継続し、さらに発展させたものである。

材料と方法

1. 生物相調査：2001 年度 ビオトープ内に 3 ヶ所(下記の水質調査地点に重なる)を選択し、各所 3 ポイントずつ、合計 9 ポイントを底質(石底、砂、泥)を基準に選んだ。各ポイントで水生生物を 4 月 30 日から 11 月 22 日まで、週 1 回、26~29 回、水生生物採集カゴ(高さ 17.5、幅 26.5、奥行き 25.5)を使って採集した。その際、各ポイントの気温、水温、水深を測定した。採集したサンプルは 70%アルコールで保存し、後日、同定した；2002 年度 前年度と同じ方法で 5 月 15 日から 11 月 24 日まで、月 2 回、2001 年度の 9 ポイントのうち 8 ポイントで水生生物を採集した。新たに、飛来する鳥や川岸の植生を調査項目に加えた。
2. 水質調査：2001 年度 ビオトープ内 4 ヶ所とその上流 2 ヶ所、下流 1 ヶ所、合計 7 ヶ所において気温、水温、pH、COD、PO₄、NO₃、NO₂、NH₄を、2001 年 5 月 7 日から 11 月 20 日まで、週 1 回、合計 27 回測定した；2002 年度 ビオトープ内の上記 8 ポイントにおいて、水温と pH の日周変動、降水前後の水温、pH、溶存酸素、全容存固形物量、濁度を測定した。

結果

1. 水質調査：2001 年度、ビオトープ内の pH は平均 8.24 ± 0.64 で、季節を通じて大きな変化はみられなかったが、下流で少し高い数値を示した。PO₄ と NO₃ は上流で高い値を示し、逆に NH₄ は下流の方で高い値を示した。2002 年度の水質調査では、上流より下流の方が、水温と pH の変動幅が大きい事が明らかになった。
2. 生物相調査：2001 年度には 248 サンプルを採集し、18 目 47 科 66 属 117 種(21863 個体)の水生生物が得られた。2002 年度には 88 サンプルを採集し、16 目 38 科 84 種(6522 個体)が得られ、そのうち 16 種は、2001 年度には採集されず、今回初めて採集された。

金沢市の里山の谷津田（棚田）復元に伴う生物相の変化

松本武尊¹・中村浩二²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理学部生物学科；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

Takeru MATSUMOTO¹ and Koji NAKAMURA²: Change of biodiversity in the restoration of terraced paddies at Satoyama in Kanazawa city.

金沢大学角間キャンパス内の里山ゾーン（74ha）の谷間は、かつて谷津田（棚田）として水田耕作に利用されていたが、約25年前に大学用地となってからは放棄されており、現在ではヨシが一面に生い茂り、一部にはハンノキが侵入している。谷津田が耕作放棄されると、生物相の貧化・消失が生じると一般に考えられているが、詳しい研究は少ない。本研究では、里山ゾーン内の水田跡地のうち北谷（きただん）と呼ばれる場所（約1ha）で、現在の動植物を記録し、2002年5月に開始した水田復元作業に伴う生物相の変化を記録した。

調査方法

1. 水田復元作業：2002年5月と7月に、池を1つずつ（30㎡と25㎡）造成し、ヨシの刈り取り、通路・水路の復元・整備を行った。
2. 植生調査（5月～11月）：北谷内で見られた植物の記録（放置されたままの場所と復元作業を行った場所）とコドレート法による被度、頻度の測定（水田復元作業を開始する前の優占種の記録）
3. 動物調査（5月～11月）：a) 地表徘徊性昆虫；ピットフォールトラップによる定量調査（月1回）。ヨシの刈り取り跡、ヨシ群落内、池周囲（耕起地）、森林内などの6サイト（1サイトあたり5個、計30個、ベイトなし）を設置；b) 造成した池内の水生昆虫：タモ網による月1回の採集；c) 北谷内の巡回による任意調査（トンボ・チョウ・バッタなど）。

結果・考察

1. 北谷全体で植物94種を記録し、ミゾソバ、ヨシ、ツリフネソウによって優占されていた。また、準絶滅危惧種に指定されているオオニガナが確認された。
2. 造成した池内とその周囲の畦（耕起地）にコナギやチョウジタデなど、いわゆる水田雑草と呼ばれる植物が27種出現した。これらは北谷内の他の地点ではみられず、池造成のための耕起によって埋土種子から発芽したと思われる。
3. 地表徘徊性昆虫の調査：北谷内のサイトでは森林内のサイトと比較して、甲虫目の種数、個体数ともに少なかった。しかし、湿地特有の種などが見られ、今後、水辺環境の整備がすすむに従って、種数および個体数も増えていくと考えられる。
4. 水生昆虫：造成池にはマツモムシ、クロズマメゲンゴロウなどが生息し、トンボが集まり産卵するようになった。
5. 動物の任意調査：湿地特有の種（ミドリシジミ、ツマグロヨコバイなど）が多く、池の造成後には水辺に集まる動物（モリアオガエル、トンボ類など）が見られた。また、準絶滅危惧種であるオオムラサキの成虫・幼虫が確認され、湿地環境の重要性がうかがえた。

以上のように、ヨシの刈り取り、土壌耕起などの人為的改変を適切に行えば、湿地特有の生物相が回復すると予測される。今後、生物多様性を高く保つための湿地の保全・管理法の確立に役立てたい。

角間丘陵におけるガマズミ類（スイカズラ科）5種の 空間分布とフェノロジーの比較研究

横山将光¹・中村浩二²

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

Masamitsu YOKOYAMA¹ and Koji NAKAMURA²: Spatial distribution and phenology of five *Viburnum* species
(Caprifoliaceae) on Kakuma hills, Kanazawa city.

ガマズミ属の多くは集房花序で、果実は核果で赤色または黒色に熟し、ツグミ（小南、1987）などにより種子が散布される。これまでに訪花昆虫相（大森、1993）、開花・結実・散布（野間、1988）、着花数と花期（大森、1999）、樹形形成過程（依田、1993）、ヤブデマリの繁殖・成長様式（甲斐、2000）などが調べられている。本研究では金沢大学のコナラ・アベマキが優占する「里山ゾーン」（約74ha）で、ガマズミ属の集団の構造（空間分布、年齢構成、サイズ構成）、繁殖過程（開花、結果）を2年間（2001年と2002年）にわたり調査した。

対象種：ガマズミ (*Viburnum dilatatum*, GA と略す)、コバノガマズミ (*V. erosum*, K)、ミヤマガマズミ (*V. wrightii*, M)、ヤブデマリ (*V. plicatum*, Y)、ゴマギ (*V. sieboldii*, GO)。

調査項目と方法

1. 空間分布：尾根部分に設定した調査ルート沿い（1.3 km）にみられた株を個体識別マークするとともに位置をマッピングした。
2. 年齢構成、サイズ構成：一部の個体を選び、樹齢（芽鱗痕により推定）、太さ（高さ20 cmの位置）、樹高を測った。
3. 繁殖過程：株あたり花序数、花数、果実序数、果実数、果実の食害要因と被害度を調べた。
4. 経時変動：開花と果実数の季節変化と年変化（2001年と2002年の比較）を調べた。

結果

1. 個体数は多い順にK、GA、M、Y、GOであった。
2. ミヤマガマズミの年齢構成は最高26年齢で、14～18年齢の株が最も多かった。
3. 両年とも開花フェノロジーは早い順にM、K、GO、Y、GAとなっていた。
4. 2002年の開花開始はどの種も前年よりおよそ8日～20日早かった。
5. 2002年の結果開始はGO、Yは前年とほぼ同じで、M、K、GAは1～2ヶ月早かった。
6. 昆虫による果実の食害度はガマズミ属の種や個体に違いがみられた。

うず電流探傷法による高密度プリント基板検査法に関する研究

中村和倫¹・山田外史²・岩原正吉³

¹〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学大学院自然科学研究科電子情報システム専攻；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；³〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学工学部電気電子システム工学科

Kazunori NAKAMURA¹, Sotoshi YAMADA² and Masayoshi IWAHARA³: Eddy-current testing techniques for inspection of printed circuit boards

1. はじめに

近年の電子産業界では、製品の軽薄短小化・高機能化・複雑化により、プリント基板配線の高密度化は重要な位置付けにある。それに伴い、従来の検査技術（導通検査、カメラ画像検査等）の延長上では対応できない、高度な検査技術が必要不可欠になっている。

非破壊検査の一つとして、金属表面におけるキズの検出を目的としたうず電流探傷検査（ECT: Eddy Current Testing）が知られている。この検査は簡易なコイルによる抵抗検査であり、プリント基板配線に用いた場合、不良配線欠陥（断線・短絡・欠け）の検出が可能である。また、従来の検査原理では検出困難である配線の裏側キズ・厚み異常など、要求の高い検査に対応できると考えられる。さらに非接触検査であることから、基板にストレスを与えず高速探傷が可能である。

本研究では、プリント基板を生産ライン上で自動検査する『ECT 検査システム』の構築を目標としており、信号検出部・欠陥識別部（画像処理）を検討している。今回、信号検出部の検討として、ソレノイドコイルを用いたマルチ ECT プロブの欠陥検出感度向上の検討を行ったので報告する。

2. プリント基板検査のためのマルチ ECT プロブ

マルチ ECT プロブは、図 1 に示す 1 次側励磁コイル（ミアンダコイル）と、2 次側検出コイル（ソレノイドコイル）により構成される。ミアンダコイルの形状は、プリント基板のような直線的な導体に対し、効率よく励磁させることが可能である。ソレノイドコイルは、低コストで容易に作製でき、プリント基板配線上で発生する磁束 Φ_z （図 2）のみを検出する。また同一中心軸に複数個配置することで、各コイルの特性は同一となり、検査時間短縮が可能であることからマルチ ECT プロブとする。コイル長 L はウレタン線（ $\phi=0.05$ mm）の巻数に依存する。プロブとプリント基板までのリフトオフ（ポリイミドフィルムの厚さ=50 μ m）、配線の導電率（銅）および厚み（35 μ m）を考慮し、励磁周波数 $f=5$ MHz とする。ロックインアンプを介して検出コイルの端子電圧、位相を測定する。

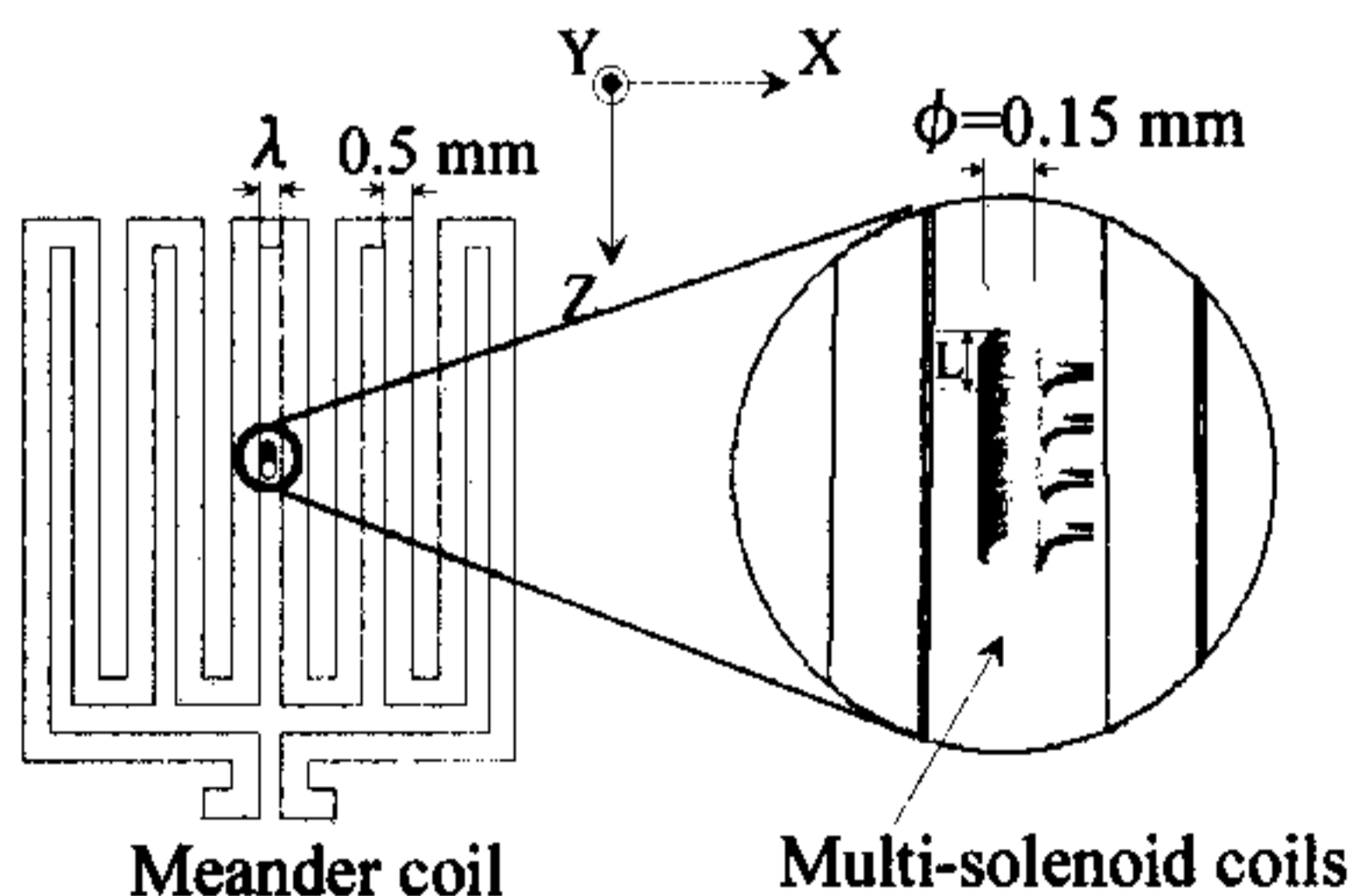


図 1 マルチ ECT プロブ

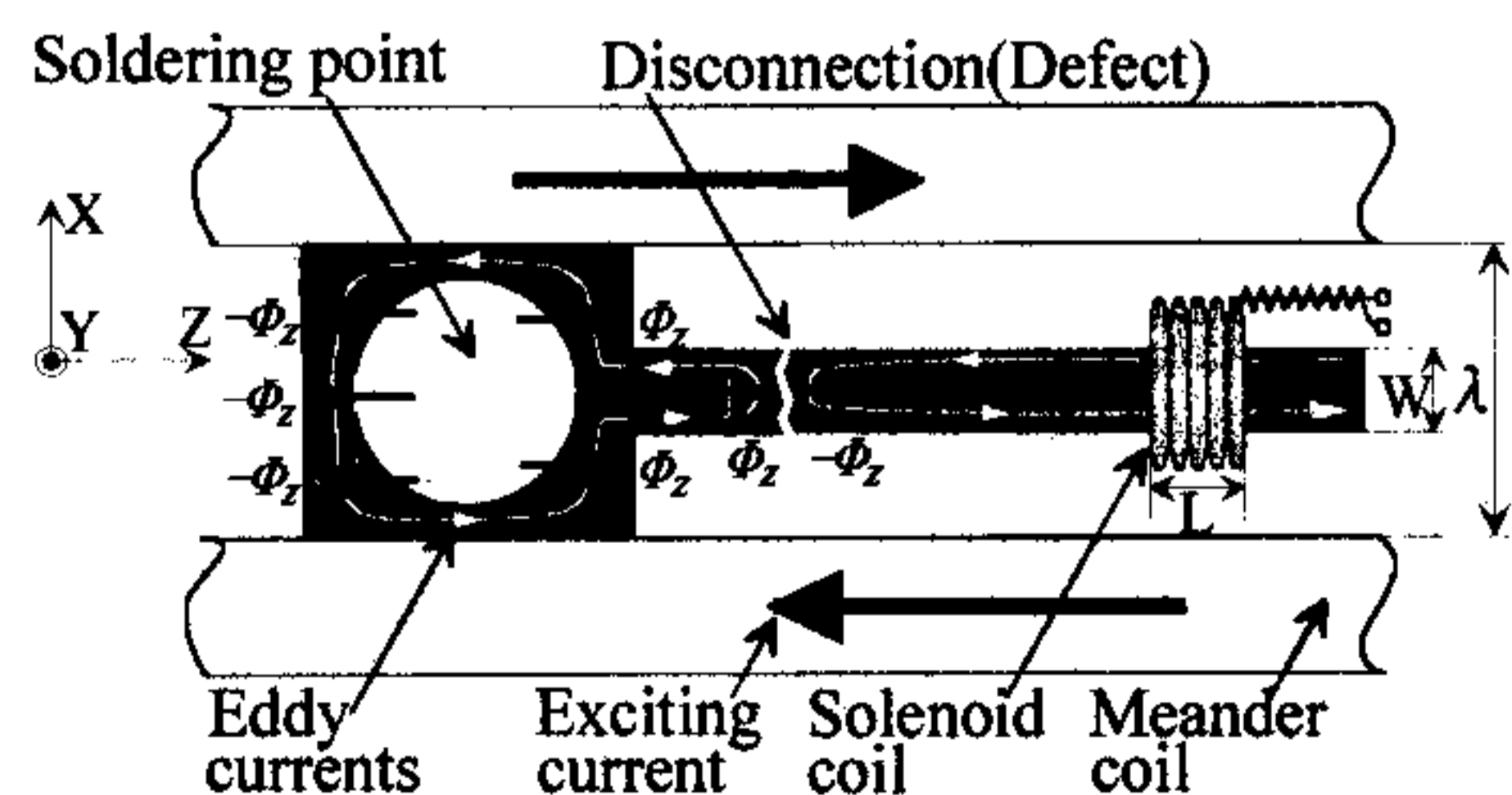


図 2 マルチ ECT プロブの欠陥部分検出原理

3. マルチ ECT プロープの検出感度

3.1 ミアンダコイルのピッチ幅 λ の検討

欠陥部分の検出信号を大きく得るために、プリント基板配線を効率よく励磁するミアンダコイルの形状を検討すればよい。電磁界解析ソフトを用い、ミアンダコイル導体の断面における励磁電流密度分布を調べた結果、表皮効果の影響により励磁電流が流れている部分は導体の端に集中していた。これよりミアンダコイルに流れる励磁電流を図3のように仮定し、ピッチ幅 λ とプリント基板配線上の磁界強度 H における近似計算を行った。その結果、 $\lambda=0.1\text{ mm}$ において最大の磁界強度になることを確認した。

3.2 ソレノイドコイルの巻数によるコイル長 L の検討

マルチ ECT プロープを X 方向に走査させ、連続データの差分値を得る場合、マルチ ECT プロープの欠陥検出分解能は、各コイル長 L つまりソレノイドコイルの巻数に依存する。ここで、ソレノイドコイルの巻数による SN 特性の比較を行うため、配線に沿ってプロープを走査間隔 1 ステップ 0.1 mm とし、対象とするプリント基板配線を $W=0.5\text{ mm}$ 、断線幅 $D=0.2\text{ mm}$ として SN 特性を調べた。欠陥部分での振幅を V_S 、それ以外の振幅を V_N と仮定し、次式を用い SN 特性を定義する。

図4より、巻数 1~10 turns において SN 特性は巻数に関係なく一定であることが確認できた。

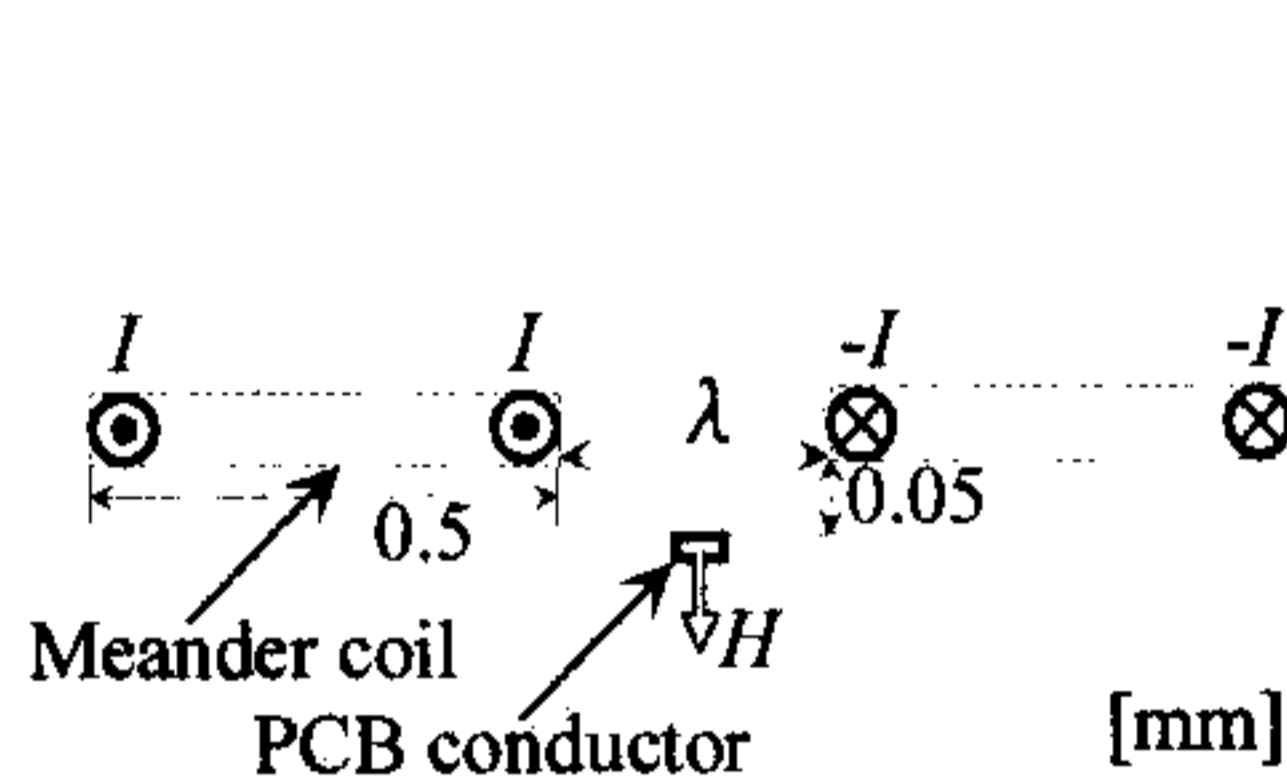
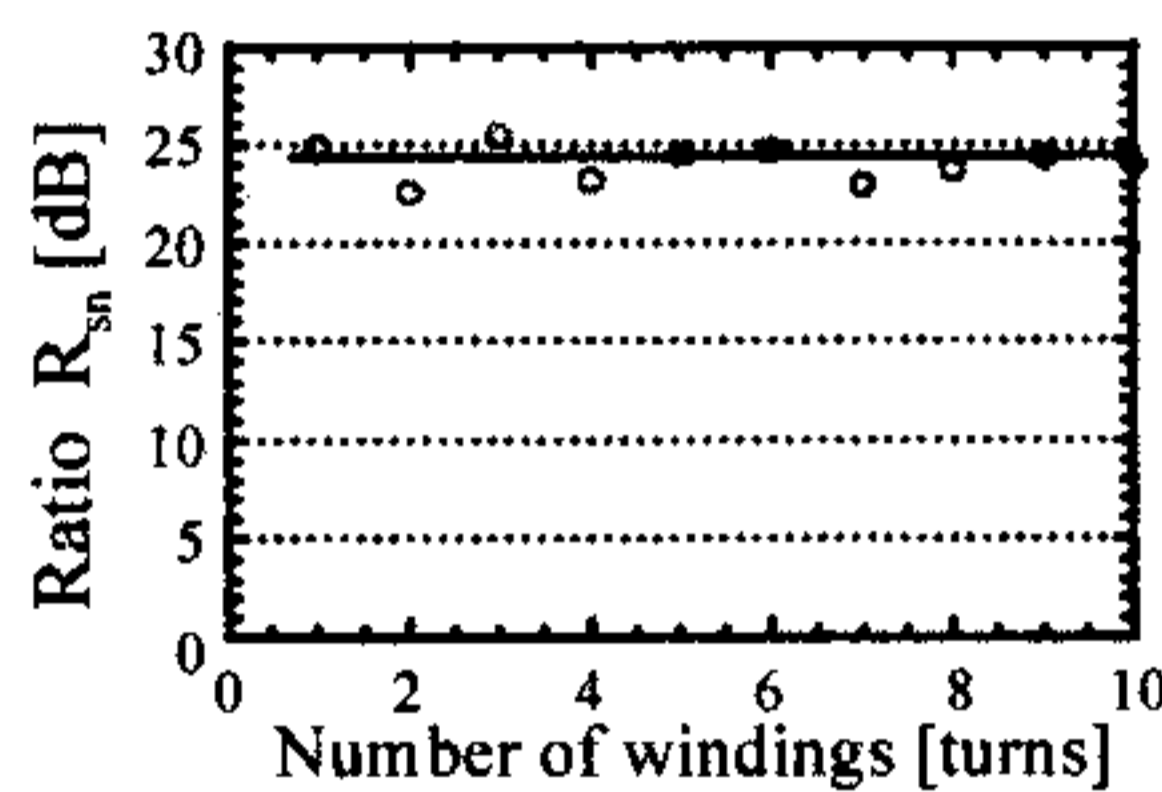


図3 ミアンダコイルモデル



$$R_{sn} = 20 \log_{10} \frac{V_S}{V_N}$$

図4 巻数による SN 特性

4. プリント基板探傷結果

図5(a)に示すように、実際の PCB (配線幅 $0.8, 0.2\text{ mm}$) を用いて探傷検査を行った。マルチ ECT プロープの走査方向を X 方向とすることで、可視的に配線やハンダ点、欠陥部分 A, B, C が確認できた。プロープの構成から検出コイルを複数個配置する場合、(b)X 方向走査による一軸走査がより適していると考えられる。

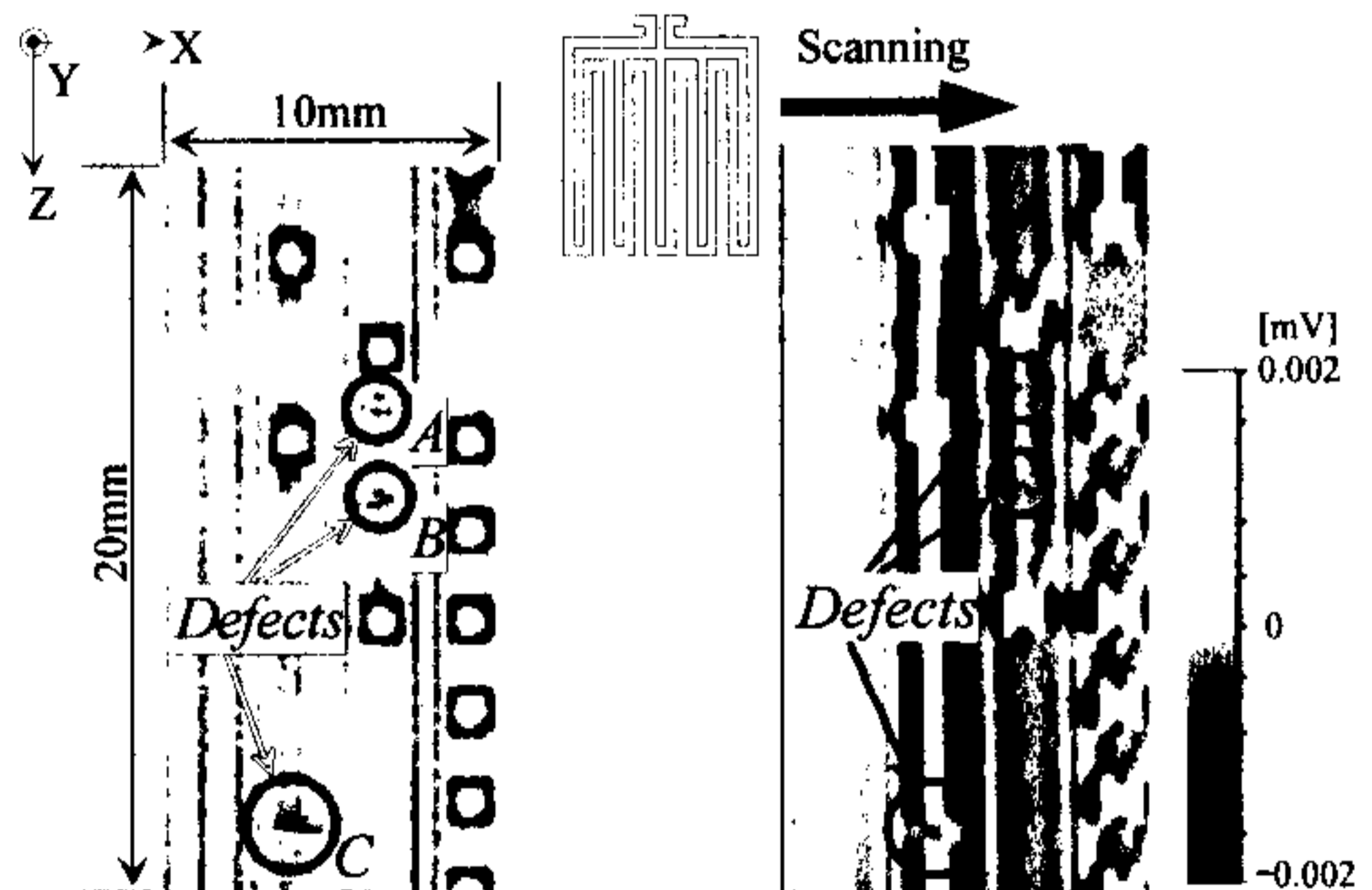


図5 PCB モデル 図6 X 方向走査による探傷結果

5. まとめ

今回、プリント基板の生産ライン上での自動検査装置『ECT 検査システム』構築を目指し、信号検出部の検出感度向上のためのマルチ ECT プロープの改良を検討した。

ミアンダコイルのピッチ幅 $\lambda=0.1\text{ mm}$ において、プリント基板配線上に最大の磁界強度を与えることを確認した。また検出コイル 1~10 turns では、巻数に関係なく一定の SN 特性が得られた。プロープを X 方向走査させ PCB モデルの探傷した結果、欠陥部分を明確に確認することができた。

新しいうず電流探傷プローブによる溶接部欠陥検査に関する研究

水野 覚¹・山田 外史²・岩原 正吉²

¹〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学自然科学研究科電子情報システム専攻；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

Satoru MIZUNO¹, Sotoshi YAMADA² and Masayoshi IWAHARA² : A new eddy-current testing probe for inspecting crack on the weld point

1. はじめに

渦電流探傷法(Eddy Current Testing: ECT)は、原子力発電所の熱交換器伝熱細管をはじめとする金属構造物の探傷に用いられている。しかし、溶接接合部においては応力腐食割れ(Stress Corrosion Cracking: SCC)等の欠陥を生じやすいうえに、その検査には様々な問題を生じる。溶接接合部は母材に比べて導電率及び透磁率が不均一であることに加え、ビードと呼ばれる盛り上がりの存在により、プローブと対象物との相対高さが異なり雑音を生じる。このような溶接部を含む配管の検査を行うとき、配管の内側にプローブを挿入して感度良く裏側欠陥を検出することが望まれている。

本研究では、非磁性の原子力用配管等(SUS304 製配管等)を対象とするミアンダコイルを用いた渦電流探傷プローブを提案し、その欠陥検出特性について検討を行った。

2. ミアンダコイルを用いた渦電流探傷プローブ

励磁用のミアンダコイルならびに誘起される渦電流の概念図を Fig. 1 に示す。ミアンダコイルを高周波により励磁すると、その近傍に置かれた導体中にミアンダコイルの線方向に沿って渦電流が流れる。一般に渦電流探傷では渦電流に対して垂直な傷は高感度で検出できるが、渦電流に対して平行な傷は検出が困難である。本研究では溶接接合部において生じやすい周方向傷の探傷を目的とするため、ミアンダコイルを管軸方向に設置し、軸方向に渦電流を誘導する。管に傷があると渦電流が乱れ、そこでの磁束の乱れを検出し探傷を行う。検出コイルとして用いる 8 の字コイルを Fig. 2 に示す。8 の字コイルはコイルの巻き方が逆になっており、2 つのコイルを貫く磁束が均一な場合に起電力は生じないが、磁束に不均一があるとその差分により起電力を生じる。

探傷プローブの概要を Fig. 3 に示す。前述のように管の軸方向にミアンダコイルを設置し、その 1 ピッチ間に 8 の字コイルを固定する。プローブは管の内側から挿入し、軸方向及び周方向に走査でき全方向の探傷が可能である。

3. 渦電流探傷実験

3.1 軸方向の欠陥検出特性

Fig. 3 に示したプローブを用いて探傷検査を行った。プローブを軸方向に 0.5 mm 間隔で走査し、検出コイルからロックインアンプを通して出力電圧を得る。計測は溶接部を中心とする軸方向 45 mm の範囲で行った。対象とした SUS304 製配管には深さ 50% の裏側欠陥が溶接部近傍に施されている。溶接部及び欠陥を含む溶接部における検出電圧特性を Fig. 4 に示す。ミアンダコイルによる渦電流分布と

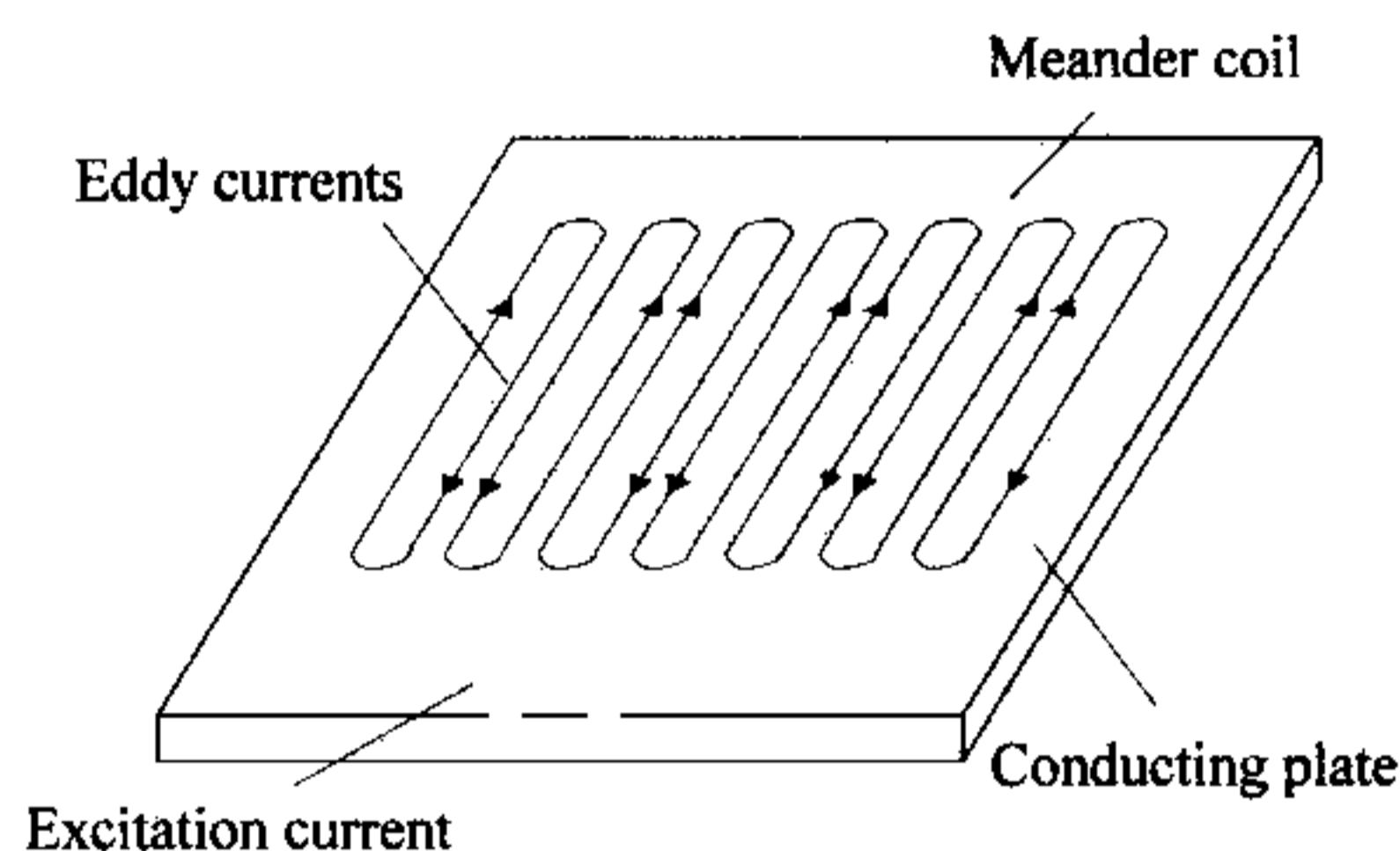


Fig. 1 Configuration of probe.

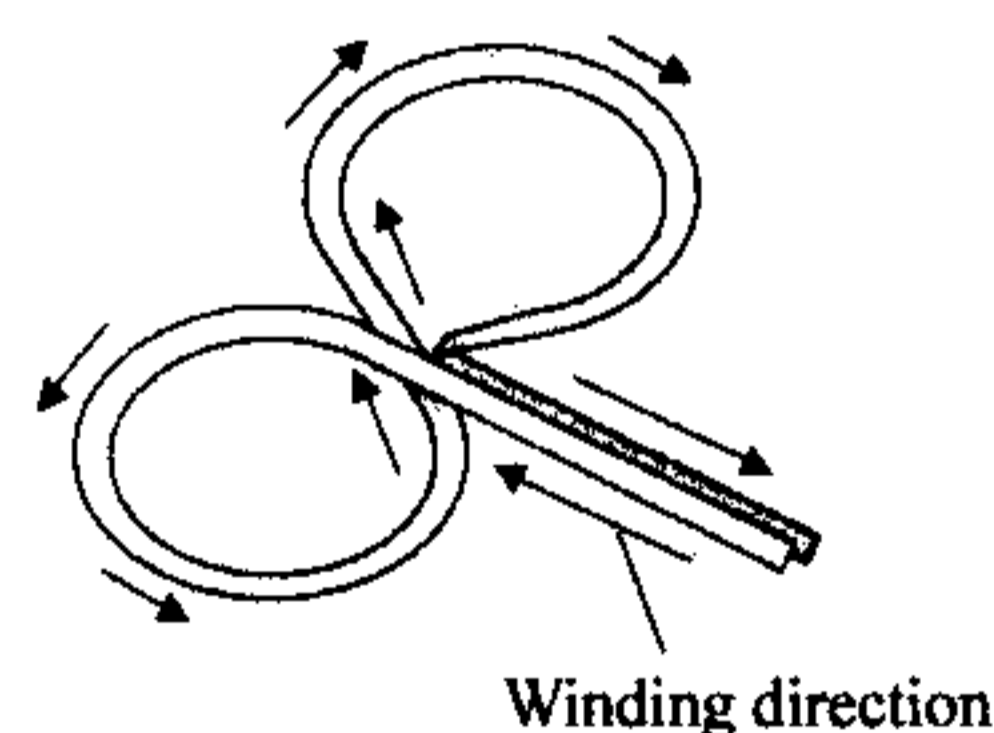


Fig. 2 Configuration of figure-of-eight coil.

8の字コイルの特性から欠陥と溶接部の前後で山と谷が連続するような波形となっている。これより溶接部での導電率の変化により欠陥部と同様の渦電流分布となることわかる。また、欠陥部では信号 V_p が大きくなり、欠陥の有無を確認できる。雑音 V_n の要因としてはプローブと管との相対高さ(リフトオフ高さ)の変動による影響が考えられ約 $10 \mu V$ 程度である。

3.2 二次元探傷実験結果

本研究で用いた探傷プローブにおける二次元的な欠陥検出特性を確かめるため、二次元探傷実験を行った。実験対象には溶接部の近傍に深さ 50% の裏側欠陥(長さ 15 mm, 幅 0.5 mm)が施されている。プローブを軸方向 0.5 mm 間隔, 周方向 5 度間隔で走査し, 得られた出力電圧の二次元表示を Fig. 5(a) に示す。軸方向 22 mm 付近の周方向に一様に溶接部の信号が確認できる。TIG 溶接による溶接部の凹凸が周方向で不均一であるため, 信号幅に約 $70 \sim 80 \mu V$ の変化がある。溶接部の信号に埋もれ明確ではないが周方向 90 度付近に欠陥の信号が確認できる。8の字コイルの特性から溶接部及び欠陥の前後で電圧の高い部分と低い部分が連続して現れている。次に Fig. 5(b) に溶接部の信号を周方向全体に引いた結果を示す。溶接部の影響は減じられ欠陥の信号が明確になっている。欠陥信号は実験対象と同じく約 15 mm の長さで現れ, 前後に電圧の高い部分と低い部分がありその中心に欠陥があることを示している。また, 欠陥の端部だけでなく中心部においても信号が得られることがわかる。

4. まとめ

本研究で提案したミアンダコイルを用いた渦電流探傷プローブを用いて探傷実験を行い以下の結論を得た。

- (1) ミアンダコイルによる渦電流分布と 8 の字コイルの特性から, 欠陥の前後では電圧の高い部分と低い部分が現れる。また, 実験対象と同じ長さで検出でき, その位置及び長さを明確に示すことができた。
- (2) 二次元探傷実験において欠陥の信号は溶接部に埋もれ明確には検出できないが, 溶接部の信号を周方向に全体に引くことによってその影響が減じられ, 欠陥部の信号のみを確認することができた。

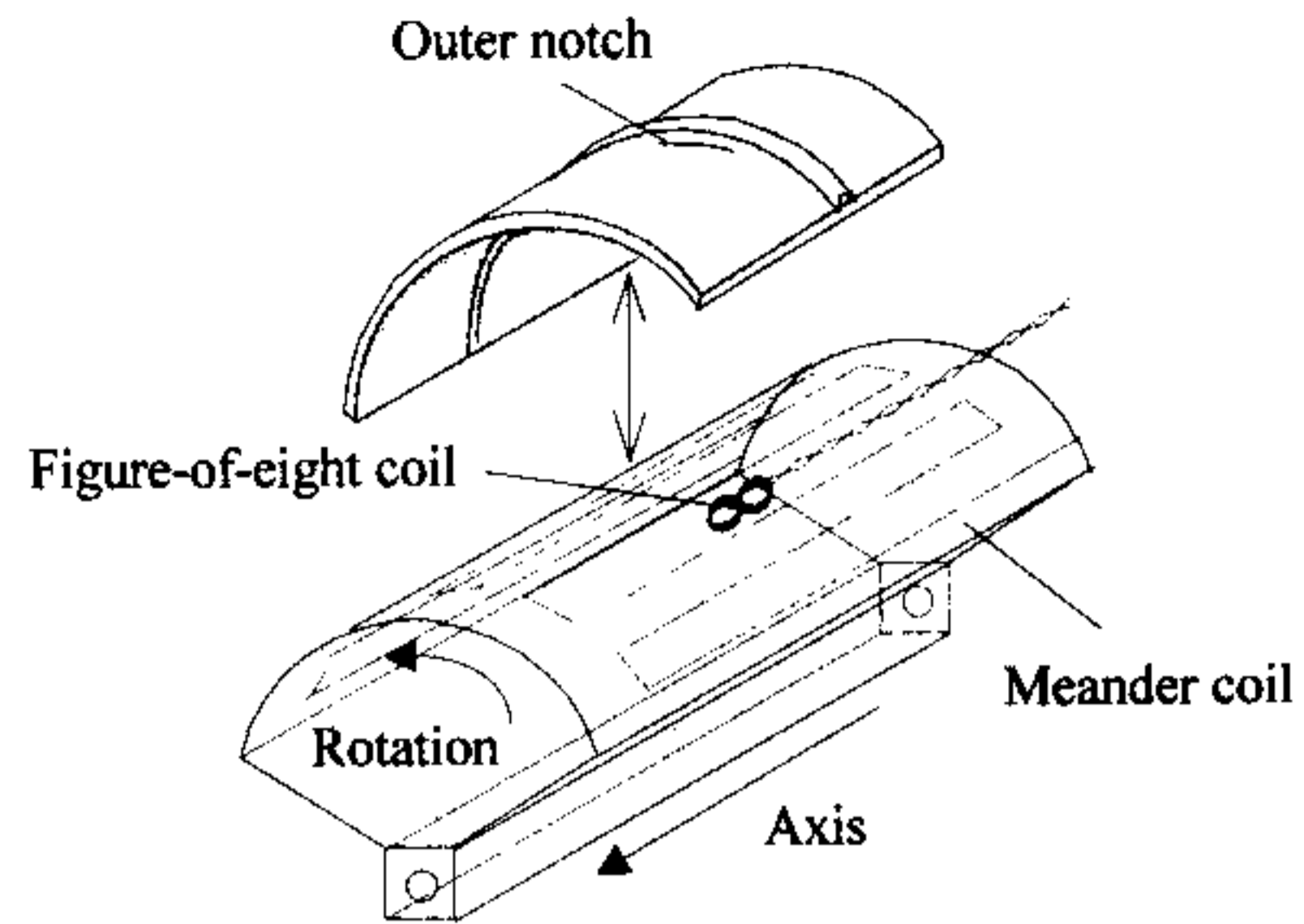


Fig. 3 Configuration of probe.

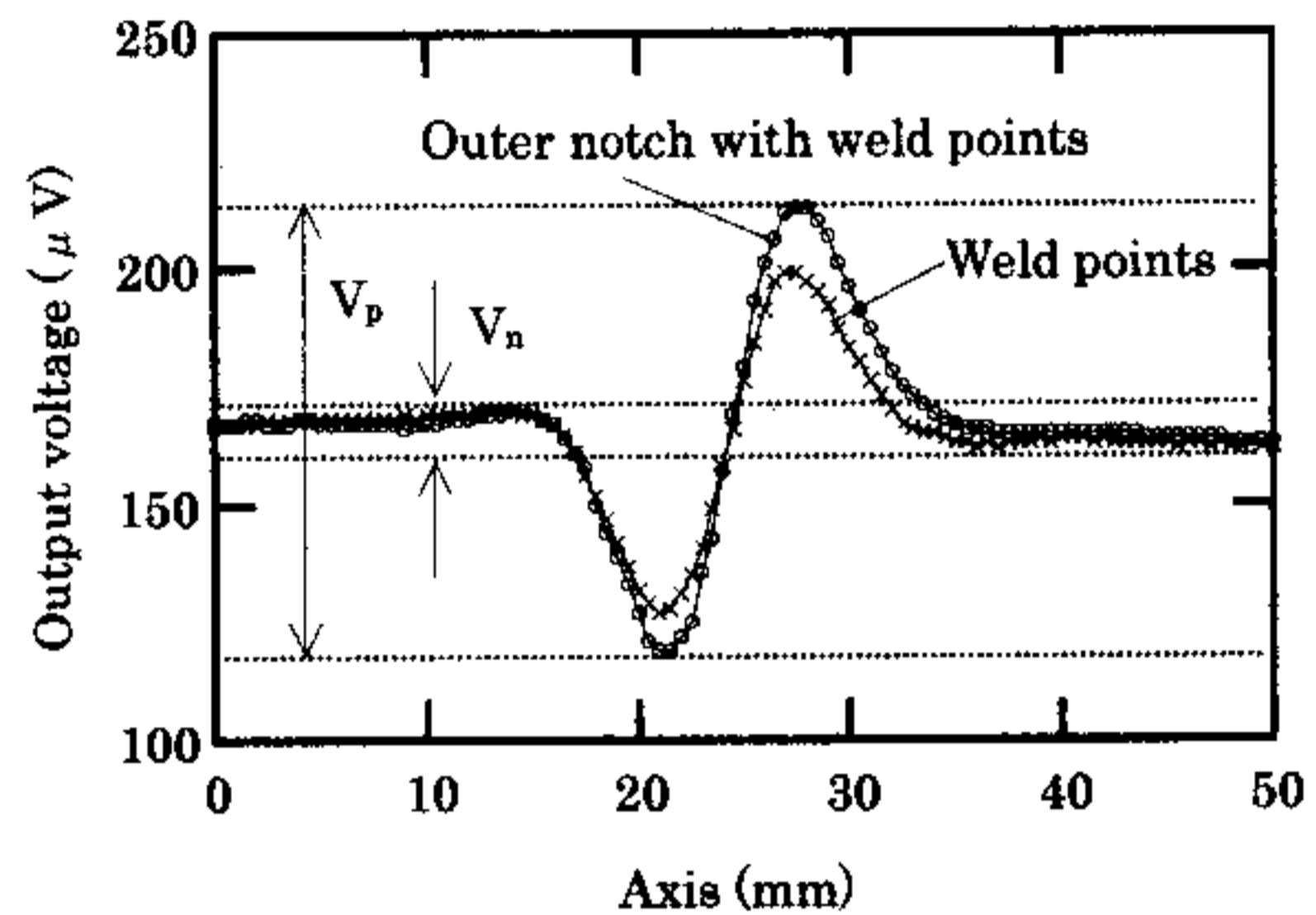
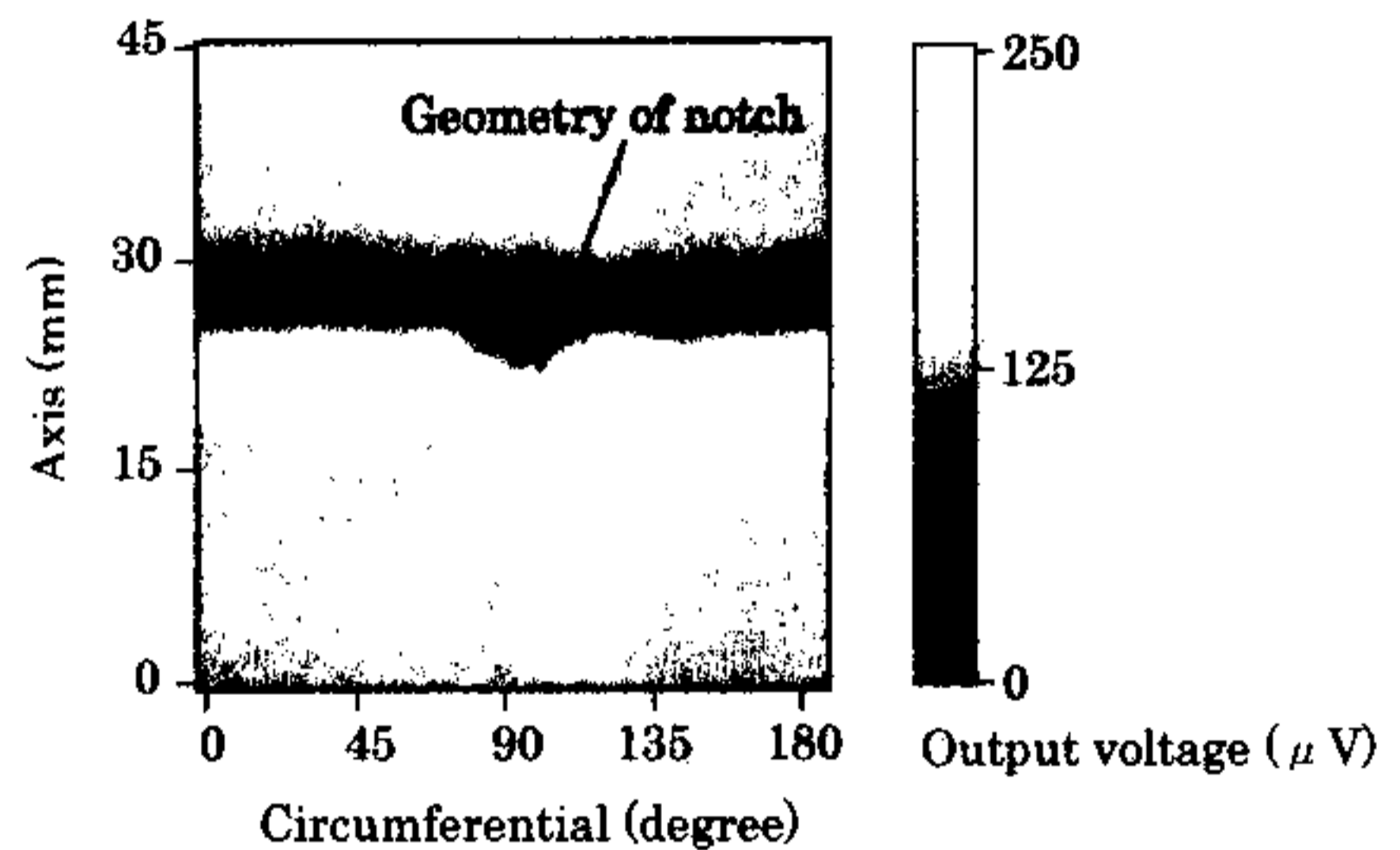
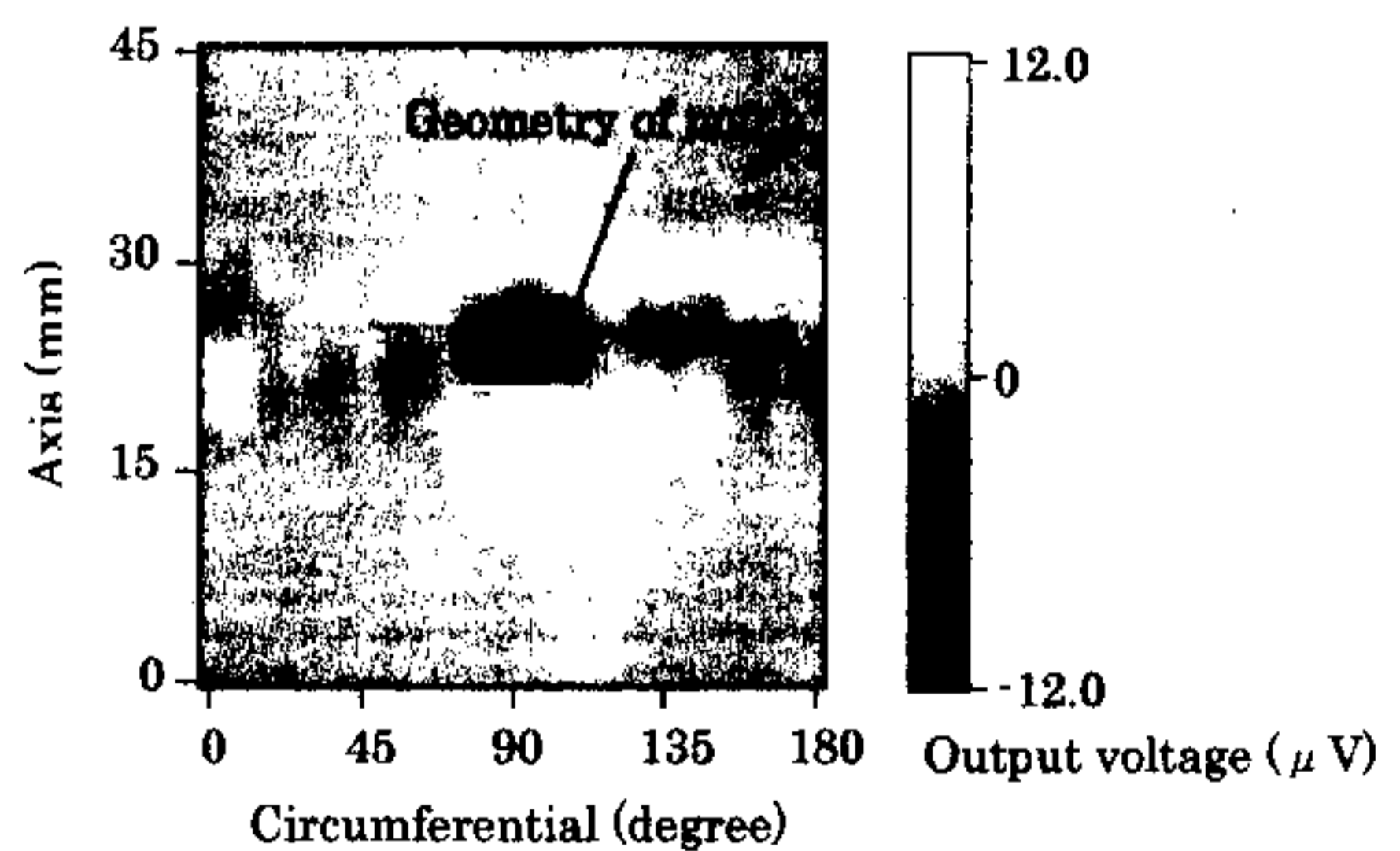


Fig. 4 Characteristics of detector coil signals.



(a) Raw signal image.



(b) Image after signal processing.

Fig. 5 Output voltage distribution of weld points.

磁束収束型リニア誘導モータの動作特性解析に関する研究

秋山 陽介¹・山田 外史²・岩原 正吉²

¹〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学自然科学研究科電子情報システム専攻； 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

Yosuke AKIYAMA¹, Sotoshi YAMADA² and Masayoshi IWAHARA² : Performance analysis of a flux-concentration type linear induction motor using three-phase unbalanced equivalent circuit

1. まえがき

磁束収束型リニア誘導モータ (FCLIM) は渦電流による磁束収束作用を利用して、リニア誘導モータ (LIM) の欠点であるスロット間の漏れ磁束を減少できる。また LIM の特性解析を行う場合、三相の不均衡により通常用いられる三相を平衡と仮定した等価回路では正確な解析結果を得ることができないため、三相の不均衡を考慮した等価回路を用いる必要がある。本研究では FCLIM と従来型 LIM について推力特性を測定し、また三相不均衡等価回路パラメータを用いた特性解析を行うことにより両者の特性を比較する。

2. FCLIM の構造と磁束収束作用

図 1 に FCLIM の構造を示す。励磁コイルに三相交流を印加することで、ギャップに移動磁界を生ずる。モータには 12 個のスロットがあり、各々巻数 38 の励磁コイルと導体板が収められている。導体板による磁束収束作用を図 2 に示す。導体板には中心にホール、径方向にスリットを設けてあり、磁界の印加に対して発生する渦電流はホールに沿って流れ、導体板に磁束が浸入するのを妨げる。また、この渦電流により発生する磁界はホール内に収束されるため、ホール内の磁束を増加させることができる。これを磁束収束作用という。

3. FCLIM の三相不均衡等価回路

従来型 LIM は一般的に用いられている回転型誘導機と同様の等価回路によって解析を行うことができる。FCLIM では導体板を励磁コイルの間に挿入するため、導体板は一次漏れ磁束と鎖交する。従って導体板の等価回路は従来型 LIM の等価回路において一次漏れリアクタンスと並列に接続され、FCLIM の一相分の等価回路は Fig. 3 のようになる。

通常の等価回路法では、図 3 に示す等価回路が三相とも同じパラメータ値で存在すると仮定して解析を行う。しかし実際は一次側が有限であることや、入力電圧が不均衡であることなどにより各相のパラメータ値は異なる値となる。そこでこの不均衡を表現する等価回路を Fig. 4 に示す。

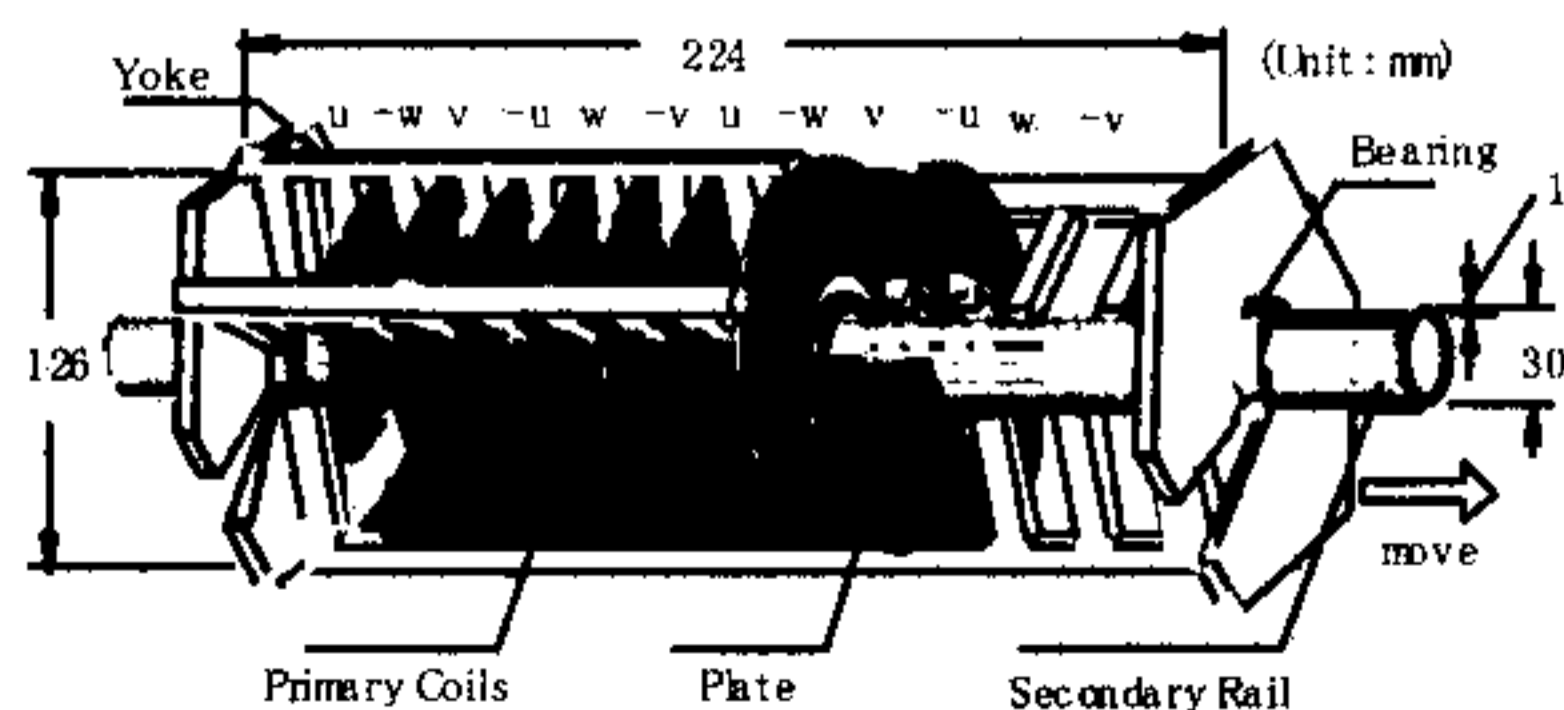


図 1. FCLIM の構造

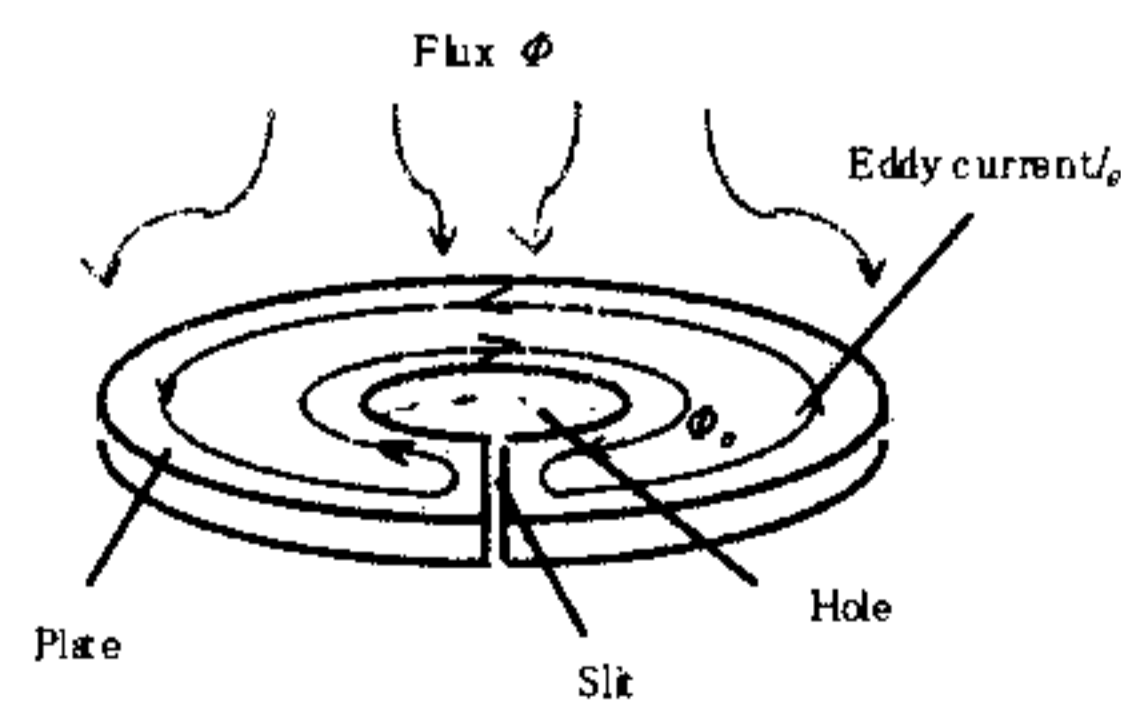


図 2. 導体板による磁束収束作用

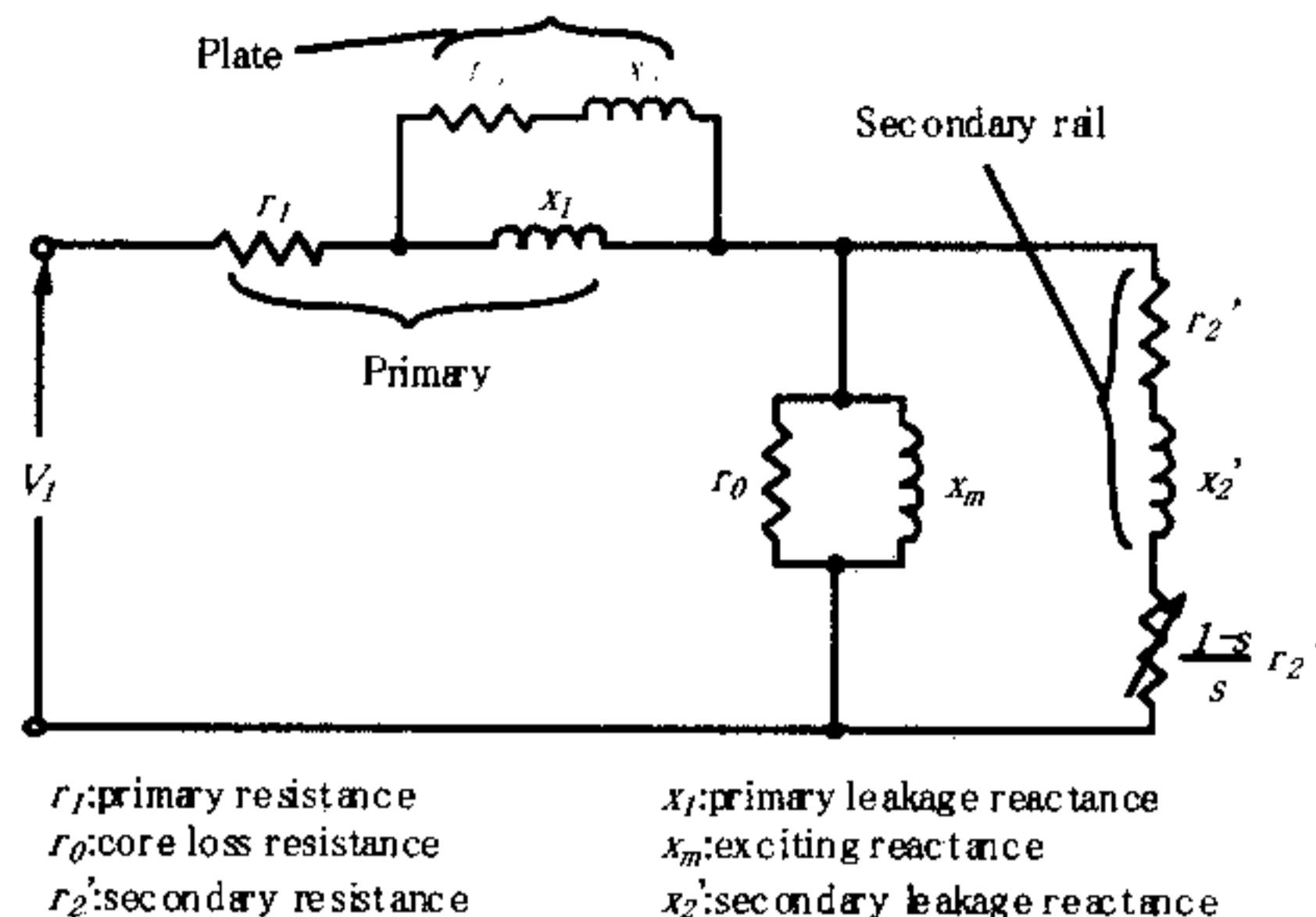


図 3. FCLIM の一相分の等価回路

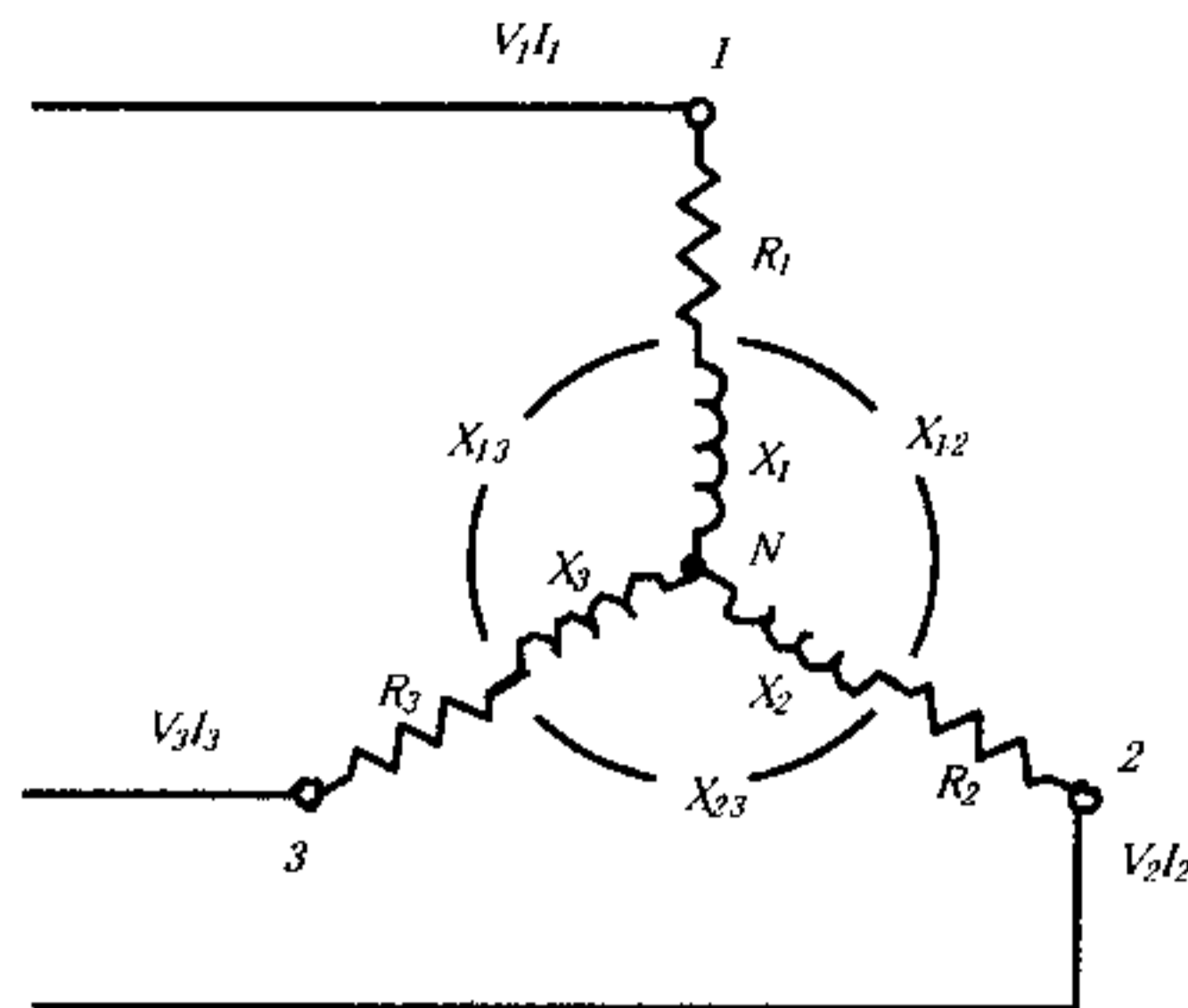


図 4. 三相不平衡等価回路

ここで R_n および X_n は一相分の等価回路の合成抵抗と合成リアクタンス, X_{mn} は各相間の相互リアクタンスである. これらの等価回路パラメータは負荷試験および無負荷試験を行い, 入力端子における電圧, 電流値から求めることができる.

4. 推力特性の測定

三相不平衡等価回路パラメータを導入して, 120Hz における入力皮相電力-静止推力特性を解析した結果を図 5 に示す. 同じ入力皮相電力に対する静止推力は, 従来型 LIM よりも FCLIM のほうが約 38% 増加しており, 磁束収束作用による有効性が確認できる. また, 三相を平衡と仮定した等価回路を用いた計算値と実測値との誤差は約 16% だが, 三相不平衡等価回路を用いた場合の誤差は約 5% であり, より正確な解析を行うことができることが分かる.

5. まとめ

本研究では, FCLIM と従来型 LIM について推力特性を測定し, また三相不平衡等価回路パラメータを用いた特性解析を行うことにより両者の特性を比較した. その結果 FCLIM では, 従来型 LIM よりも一次漏れ磁束が減少するため, 静止推力を増加できた. また三相不平衡等価回路を用いることで精度の高い解析結果を得られた.

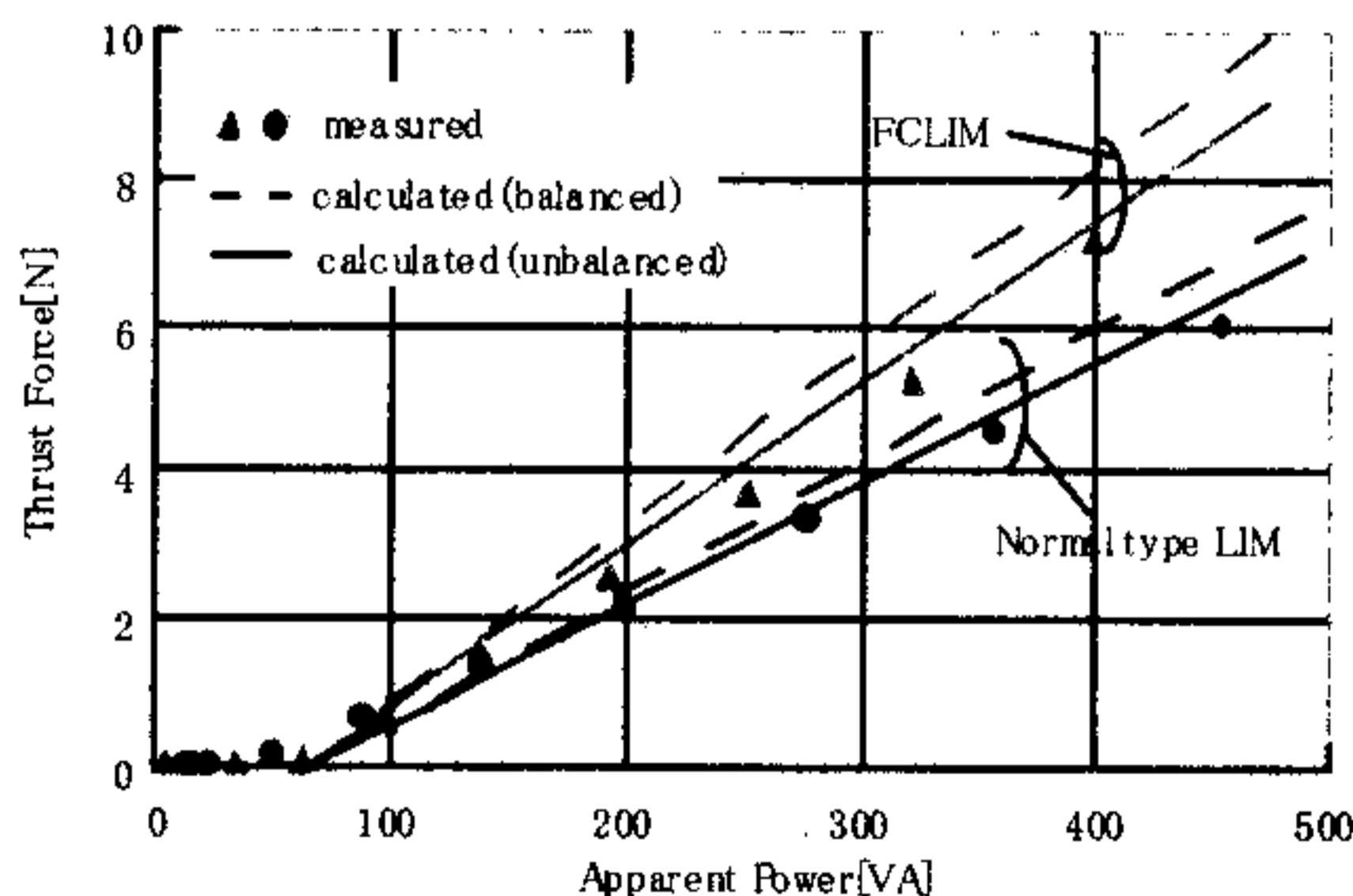


図 5. 入力皮相電力-静止推力特性

電力施設からの極低周波磁界の環境計測と評価に関する研究

橋倉 裕¹・山田 外史²・岩原 正吉³

¹〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学大学院自然科学研究科電子情報システム専攻；²〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学自然計測応用センター；³〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学工学部電気電子システム工学科

Yu HASHIKURA¹, Sotoshi YAMADA² and Masayoshi IWAHARA³: Study on measurement and evaluation of extremely low frequency magnetic field environment in the vicinities of electric facilities

1. はじめに

近年、電磁界による生体への影響が問題視されており社会問題となっている。中でも一般電気機器や送電線などから発生する周波数 300Hz 以下の極低周波磁界による曝露は、我々の生活環境において身近な電磁界の一つであるだけに注目を浴びている。

産業の発展とともに電力設備も増大していることから、一般市民にとって電力設備近傍の磁界環境を把握することは重要である。そこで本研究では、電力施設および電力設備近傍における磁界環境を精度良く計測・解析し、漏洩される電磁界の性状を明らかにすることを目的とする。

2. 電力施設における磁界環境の計測と評価

本研究ではこれまでに様々な電力施設の磁界環境を計測してきた。図1の水力発電所はその一つである。

しかし、電力施設の計測には数百から数千点での計測が必要であり、時間も長時間要することから困難な場合が多い。そこで本研究では、線電流から発生する磁界の二次元分布を計算するソフトウェアの構築を行ってきた。本ソフトウェアは計測不可能な場所の磁界環境を推定する際や、電力施設近傍の居住区への磁界の漏洩状況を把握する際などに有用であると考えられる。図2に水力発電所における磁界環境のシミュレーション結果を示す。実際には常に電流は変動しており、計測ではある計測点ともう一つの計測点で必ずしも同じ磁界環境ではないが、シミュレーションではある電流値での磁界環境の全体像を把握することができる利点がある。逆に、計測では施設内の電力機器から発生する磁界を把握できるが、このソフトウェアではそれができない。つまり、電力施設の磁界環境を把握するには、計測とシミュレーションの両方をうまく用いる必要がある。

本研究では電力施設の磁界環境の評価に ICNIRP（国際非電離放射線防護委員会）が作成したガイドラインを用

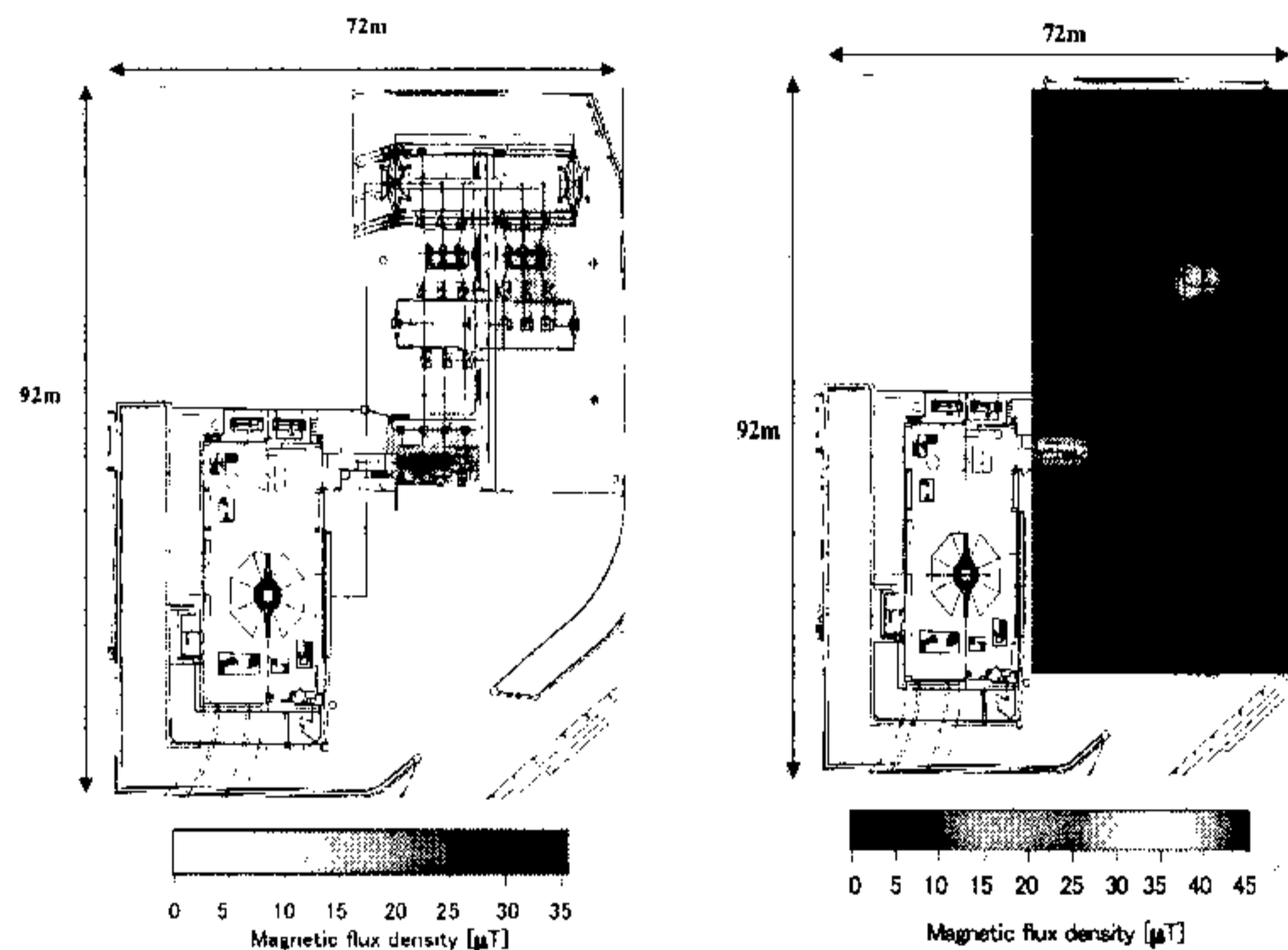


図1 計測から求めた水力発電所の磁界分布 図2 計算による水力発電所の磁界分布

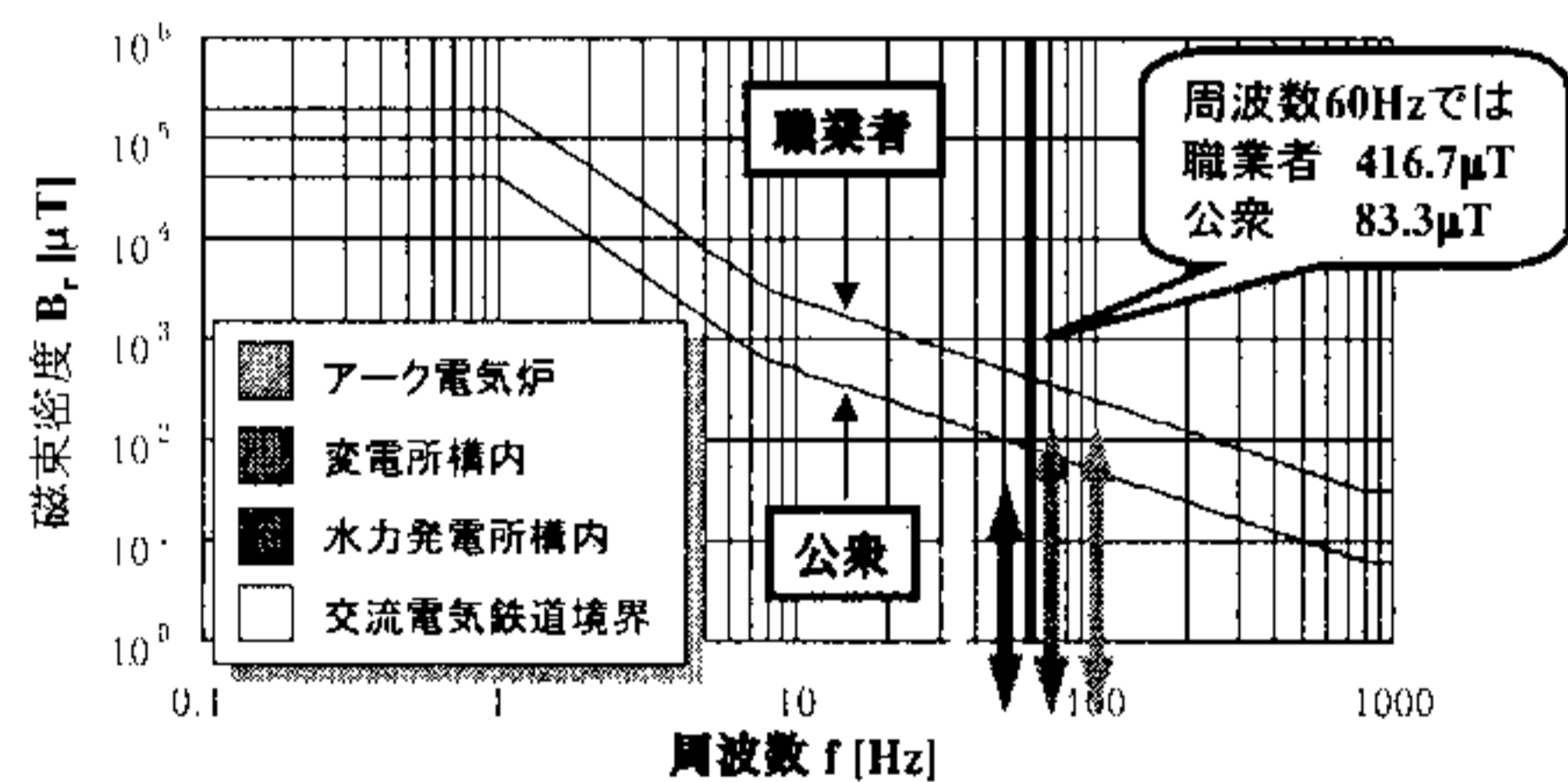


図3 周波数60Hzにおけるガイドライン基準値と電力施設ごとの磁界環境の範囲

いている。図3は職業者および公衆の周波数に対するガイドライン基準値であり、これまで計測してきた磁界環境の範囲を電力施設ごとにガイドライン上に表している。どの電力施設の磁界環境も周波数 60Hz における職業者に対するガイドライン基準値よりも小さいと評価できる。

3. 磁界曝露量の計測と評価

本研究では、様々な磁界環境下における人の磁界環境を把握するために磁界曝露量の計測を行った。磁界曝露量は次式で表され、単位には $\mu\text{T}\cdot\text{h}$ （マイクロテスラアワー）を用いる。

$$\text{磁界曝露量} : \int_0^t B dt \quad [\mu\text{T}\cdot\text{h}]$$

図4は比較的大きな磁界環境下における作業者の一例として275kV変電所職員の時間に対する磁束密度の変化である。事務所内にいる時間帯と比較して巡視時には大きな磁界を曝露することがわかる。図5は変電所職員の時間に対する磁界曝露量である。同図より、勤務時間8時間における総磁界曝露量が $20.54\mu\text{T}\cdot\text{h}$ であるのに対して、巡視後の曝露量が $19\mu\text{T}\cdot\text{h}$ 程度となっており、変電所職員の磁界曝露量は巡視中の曝露がほとんどを占めていることがわかる。しかし磁界曝露量に対するガイドラインはなく、この値については評価はできない。

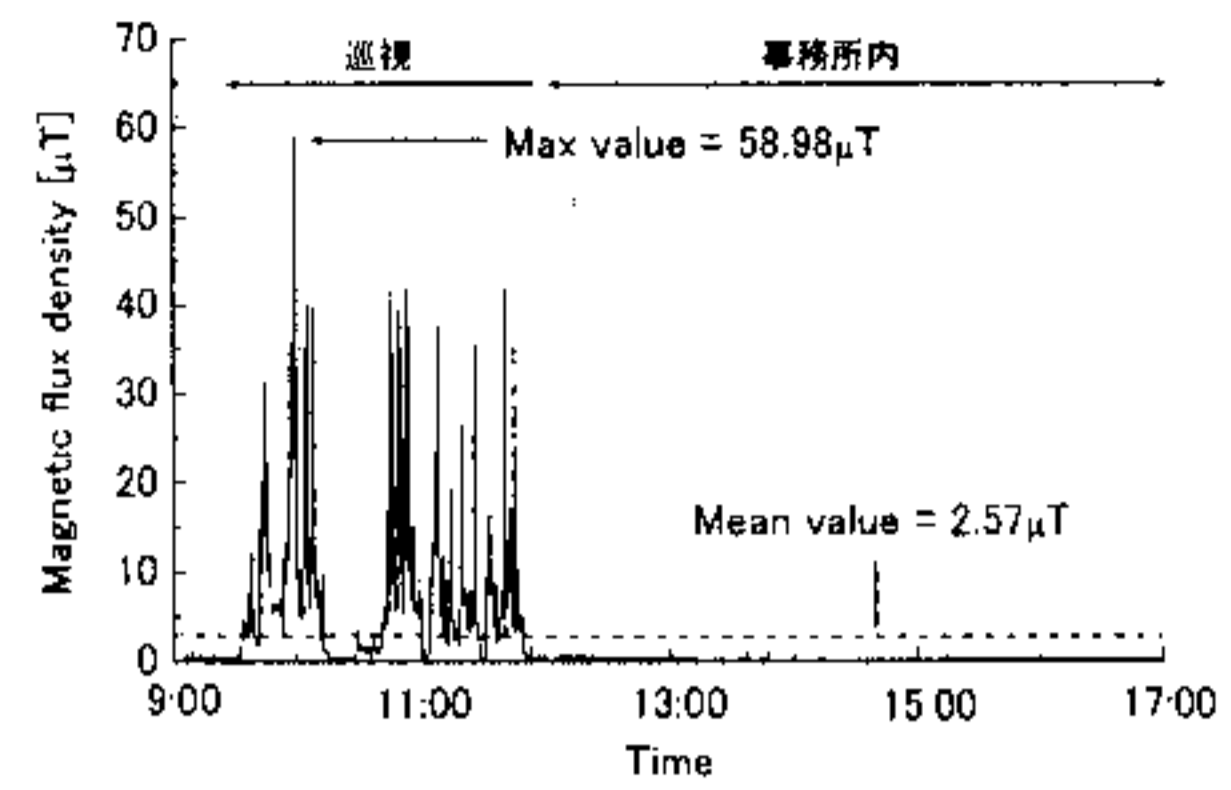


図4 変電所職員の時間に対する磁束密度の変化

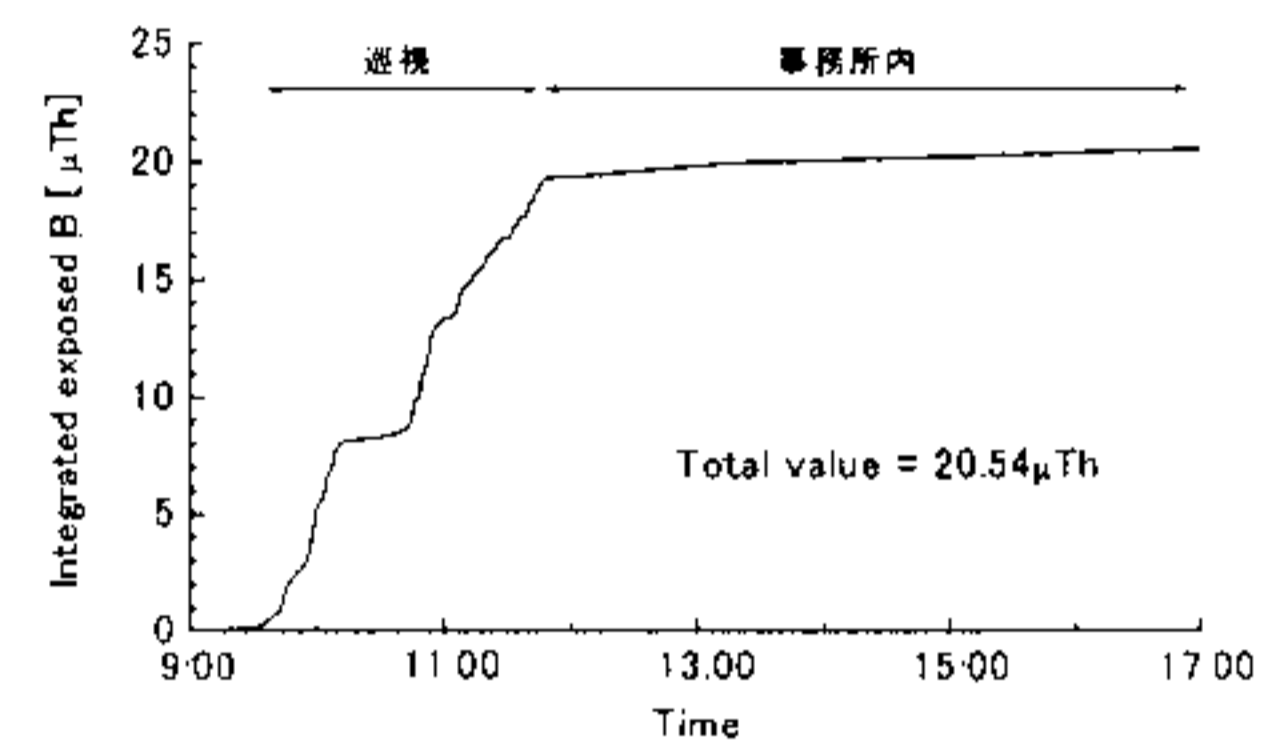


図5 変電所職員の時間に対する磁界曝露量

4. 電力施設近傍での磁界環境推定システム

送電線・配電線などの電力線からの磁界は一般公衆にとって関心の高いところである。しかし、それぞれの居住場所での磁界環境を知る機会は少なく、そのことがさらに一般公衆が磁界環境を危惧する原因となっている。そこで本研究では、北陸地区における電力線からの磁界を推定するシステムを構築した。本システムは電力線の形状や流れる電流値がわからなくても、一般公衆が電力線からの磁界を把握できるように工夫しており、本システムをインターネットからアクセスできるようにすることで、一般公衆に磁界環境の情報を提供できると考えている。

本システムでは、送電線に流れる電流の推定値として最大負荷時電流値（100%）、平日日中時電流値（60%）および休日夜間時電流値（30%）の3点を設定し、それぞれの電流値からの磁界を計算することで、大きく見積もってもこの程度であるという磁界を推定している。図6は、77kV2回線送電線からの磁界の推定値と計測値である。推定値の計算には北陸地区における一般的な77kV2回線のモデルを用いている。同図より、平日日中時および休日夜間時の計測値はそれぞれの推定値よりも小さいことがわかる。つまり、推定値は実際の値よりもやや高めであることを考慮すれば、本システムを用いることで一般公衆が電力線からの磁界をある程度推定することは可能であるといえる。

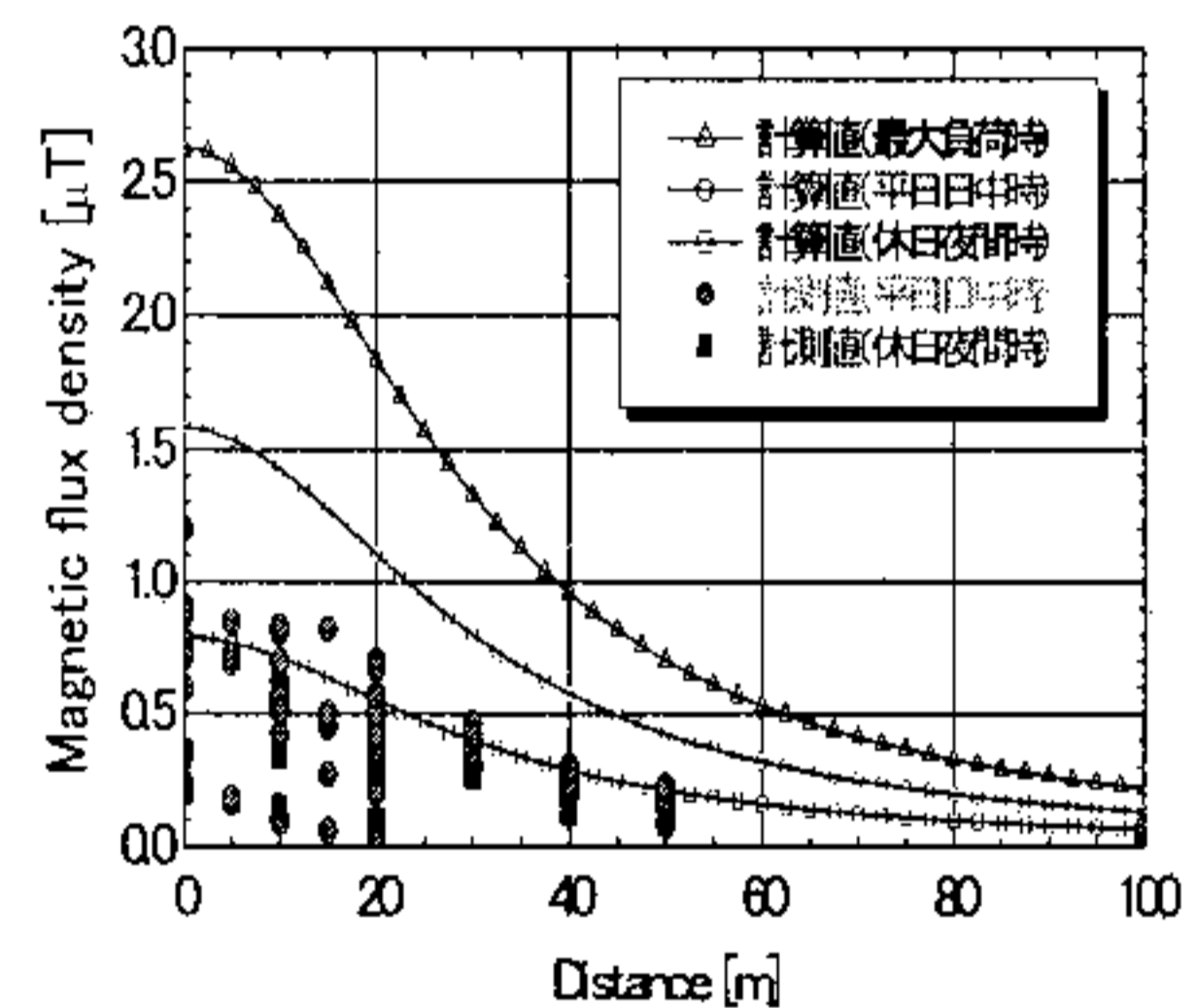


図6 77kV2回線送電線における距離に対する磁束密度の変化

The genetic switch for the regulatory pathway of *Lactobacillus plantarum* phage ϕ gle

Makiko KAKIKAWA¹, Shingo OHKUBO², Michio SAYAMA², Akira TAKETO³, Ken-Ichi KODAIRA²

¹Faculty of Engineering, Kanazawa University, 2-40-20, Kodatsuno, Kanazawa, 920-8667, Japan

²Molecular Biology Group, Faculty of Engineering, Toyama University, 3190, Gofuku, Toyama, 930-8555, Japan

³Department of Applied physics and Chemistry, Fukui University of Technology, Gakuen, Fukui 910-8505, Japan

Prevalence of lysogeny in various Gram-positive and -negative bacteria has been reported. For their propagation in two different ways (lysis and lysogeny), it has been thought that the temperate phages have a set of regulatory proteins, as well their recognizable DNA domains. And the temperate phages have been regarded as valuable genetic tools for gene transfer, expression and cloning, in these industrially and medically important genera.

In *Escherichia coli* phages such as lamda, P2 and 186, the lysis-lysogeny decision depends upon phage-encoded proteins, known as repression by binding to specific DNA sequences called operators. Contrary to the coliphage, molecular details on the lysis-lysogeny switch of the phages from lactic acid bacteria are scanty, although several putative repressor/operator systems have been reported.

The *Lactobacillus plantarum* phage ϕ gle (42 259 bp) has two repressor-like genes *cpg* and *cng* oriented oppositely, accompanied by two potential promoters P_R , P_L and seven operator-like 15 bp sequences (GATAC-Boxes). Box 1 (Gb1) is located within *cng*, the five boxes 2-6 (Gb2- Gb6) are between *cng* and *cpg*, and box 7 (Gb7) is downstream of *cpg* (Fig. 1).

In this study, several domains within the P_L /Gb5- Gb6- *cpg*-Gb7, ~530 bp region were cloned upstream of *cat* of plasmid pKK232-8, and the promoter / repressor abilities were examined.

E. coli XL1-Blue carrying pKPL1 (*cat* under P_L /Gb2-Gb6, 454 bp) or pKPL2 (*cat* under P_L /Gb5-Gb6, 122 bp) multiplied in the presence of up to 200 μ g/ml of chloramphenicol (Cm), whereas XL1-Blue / pKK232-8 did not

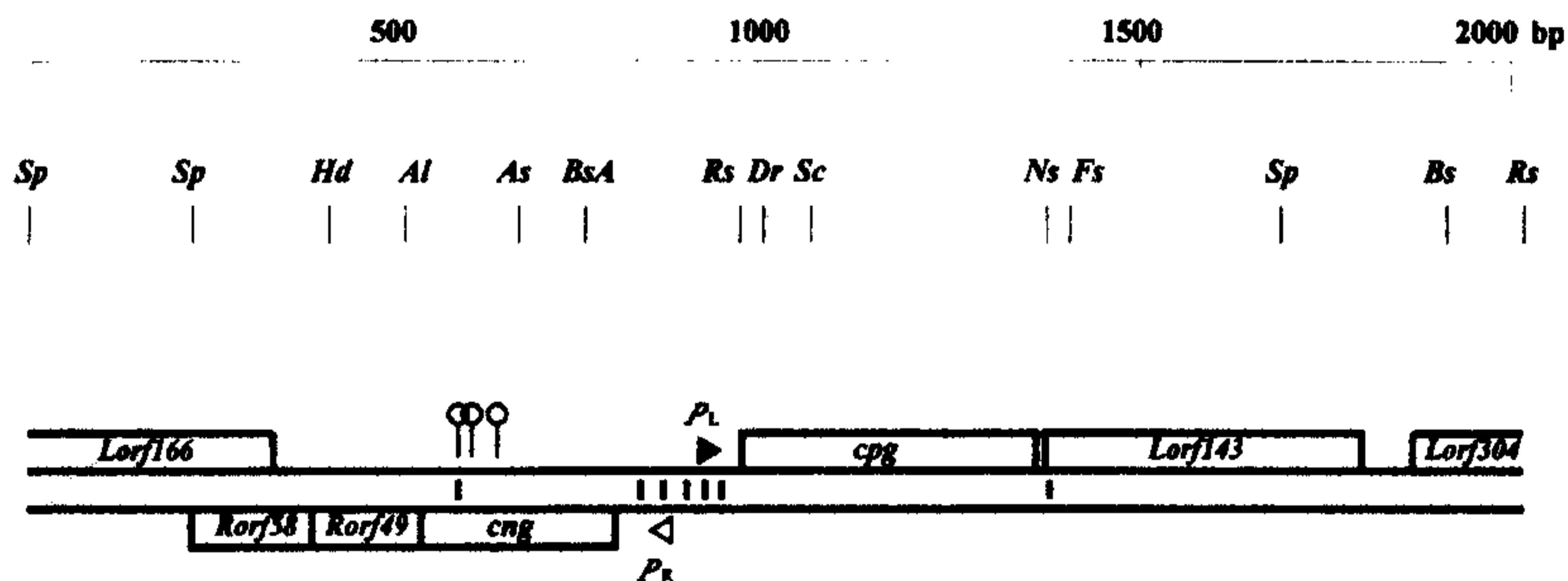


Fig. 1. A 2030 bp physical map of the ϕ gle genome.

ϕ gle genome is shown by two thick lines. The two promoters are indicated by P_L (closed arrowhead) and P_R (open arrowhead) above or below the ϕ gle DNA depending on their direction. The genes *cng*, *cpg* and putative orfs are indicated by open boxes with their directions. The seven GATAC-boxes are indicated by small closed boxes.

CAT activity of *E. coli* XL1-Blue carrying ϕ g_{lc} promoter-containing plasmids^a

Plasmids ^d	Promoter	CAT activity ^b with ^c	
		No plasmids	pAPLCP1
pKK232-8	None	<0.5	<0.5
pKPL1	P_R P_L	49.6	- ^e
pKPL2	P_L	41.8	4.7
pKRL3	P_L - P_L	96.2	12.0
pKPLCP1	P_L <i>cpg</i>	3.7	- ^e
pKPR1	P_R	1090.0	31.0

^a CAT activity was assayed as described by Kakikawa et al. (1998).

^b Values, average of several (five to six) experiments.

^c Plasmid pAPLCP1, co-resident with promoter - containing plasmid.

^d Plasmids containing ϕ g_{lc} promoters (P_R - P_L , P_L and P_L - P_R) upstream of *cat* are indicated in Fig. 1. pKPR1 containing P_R -*cat* from Kakikawa et al.(1998).

^e Not done.

Cpg (μ g)	-	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Self (nM)	-	-	-	12.5	25.0	-	-
Nonself (nM)	-	-	-	-	-	12.5	25.0



Fig. 2 Gel-Shift assays.

A P^{32} -labelled DNA fragment (0.5 nM) containing Gb7 was mixed with purified Cpg in 20 μ l of reaction buffer [10 mM Tris-HCl (pH 7.8), 150 mM KCl, 1 mM EDTA, 0.1 mM DTT, 5% glycerol, 50 μ g/ml BSA] with or without competitor (self or non-self) as indicated. After incubation at 30 $^\circ$ C for 10 min, the mixture was electrophoresed on a non-denaturing polyacrylamide gel at 4 $^\circ$ C, and the DNA bands were visualized by autoradiography.

grow in the presence of 5 μ g/ml of Cm. Promoter activity of pKPL2 (*cat* under P_L /Gb5-Gb6) was estimated by CAT assay in *E. coli*. The mean value of pKPR2 was 41.8 units /mg, whereas that of pKK232-8 (control) was 0.5 unit /mg. These results indicate that 122 bp region of P_L /Gb5-Gb6, function as a promoter.

The activity of pKPLCP1 (*cat* under P_L /Gb5-Gb6-*cpg*, 478 bp) was only marginal (3.7 units /mg). When pKPL2 was coexistent with a compatible derivative of plasmid pACYC177 carrying P_L /Gb5-Gb6-*cpg* (478 bp), the CAT activity was declined to the level of pKPLCP1. These results suggest that *cpg* functions as a repressor of transcription from P_L .

On the other hand, the *cpg*-encoded protein Cpg was overproduced in *E. coli* under P_{T7} . The molecular mass of the purified Cpg (14.5 kDa on a SDS gel) corresponded well with that (15.1 kDa) predicted from the DNA sequence. Gel-shift and footprinting assays demonstrated that Cpg selectively binds to about 25 bp bases centered on the GATAC-box (from 1 to 7). In seven GATAC-Box, Cpg seemed to bind initially to Gb4 located between P_L and P_R . Moreover, protein crosslinking experiments using glutaraldehyde showed that Cpg most likely functions as a dimeric form.

Thus, the present results indicate that Cpg probably repress P_L through binding to the operator GATAC-box (es), and the P_L /*cpg* region might participate in the lysogenic pathway.

Characterization of the Major Tail Protein gpP encoded by *Lactobacillus plantarum* phage ϕ g1e

Makiko Kakikawa¹, Ayanori Yamakawa², Ken-ji Yokoi³, Shougo Nakamura⁴, Akira Taketo⁵, Ken-Ichi Kodaira⁶

¹Faculty of Engineering, Kanazawa University, 2-40-20, Kodatsuno, Kanazawa, 920-8667, Japan

²Department of Industrial Chemistry, Wakayama National College of Technology, 77, Gobou, Wakayama 644-0023, Japan;

³Toyama prefectural Food Research Institute, 360 Yoshioka, Toyama 939-8153, Japan

⁴Department of Environmental Biology and Chemistry, Faculty of Science, Toyama University, 3190, Gofuku, Toyama 930-8555, Japan;

⁵Department of Applied physics and Chemistry, Fukui University of Technology, Gakuen, Fukui 910-8505, Japan

⁶Molecular Biology Group, Faculty of Engineering, Toyama University, 3190, Gofuku, Toyama, 930-8555, Japan

Occurrence of lysogeny among abundant lactobacilli has been recognized widely. Like *Escherichia coli* lambda system [1], the *Lactobacillus* temperate phages have been regarded as valuable genetic tools for gene transfer and cloning, in these industrially and medically important genera

In contrast to coliphages such as lambda [1], molecular details of the *Lactobacillus* phages are still unclear in genome structure, gene expression, host range, replication, classification, evolution, and so on. Recently, we have isolated a new *Lactobacillus plantarum* temperate phage ϕ g1e, and determined the total genome sequence of 42259-bp DNA (EMBL accession number X98106) [2].

ϕ g1e significantly differs from other *Lactobacillus* phages in gene structure as well as morphology.

As reported previously [3], the ϕ g1e phage particle contains four major proteins, gpB, gpG, gpO, and gpP (64, 43, 29, and 26 kDa, respectively), as well as more than 16 minor proteins ranging from 113 to 9.6 kDa, and consists of three parts: (i) an isometric hexagonal head (68 nm in diameter), (ii) a long noncontractile-flexible tail (256 nm in length and 10 nm in width) with regularly spaced transversal striations, and (iii) a complicated stacked-baseplate (from 24 to 45 nm in diameter) ending in several short fibers (12 nm long). The protein gpP (as well as gpG) was acidic, and its apparent molecular mass on SDS polyacrylamide gel was 26.0 kDa, significantly larger than that (18.8 kDa) predicted from the DNA sequence [2].

On prolonged preservation at 4°C in Tris-based phage buffer, the ϕ g1e particles lost biological ability for making clear zones [3]. These preserved particles contained electrophoretically variant gpP proteins (as well as gpG), which migrated faster on SDS gel than those of the fresh proteins. When preserved for 5 months (Fig. 2 lane 3), the altered gpP yielded an apparent molecular mass of 18.8 kDa, which was substantially lower than the value (26.0 kDa) of the fresh gpP, and corresponded well with that (18.8 kDa) predicted from the DNA sequence [2]. At one-month preservation, the phage particles still retained the biological ability, though producing turbid zones, and their gpP proteins migrated faster on SDS gel than those of the fresh sample, but slower than those of the 5-months preserved proteins. Furthermore, electron microscopic examinations demonstrated that the base plates of the 5-months particles were located along with the tail, but not at the tip, seemingly slipping out of the

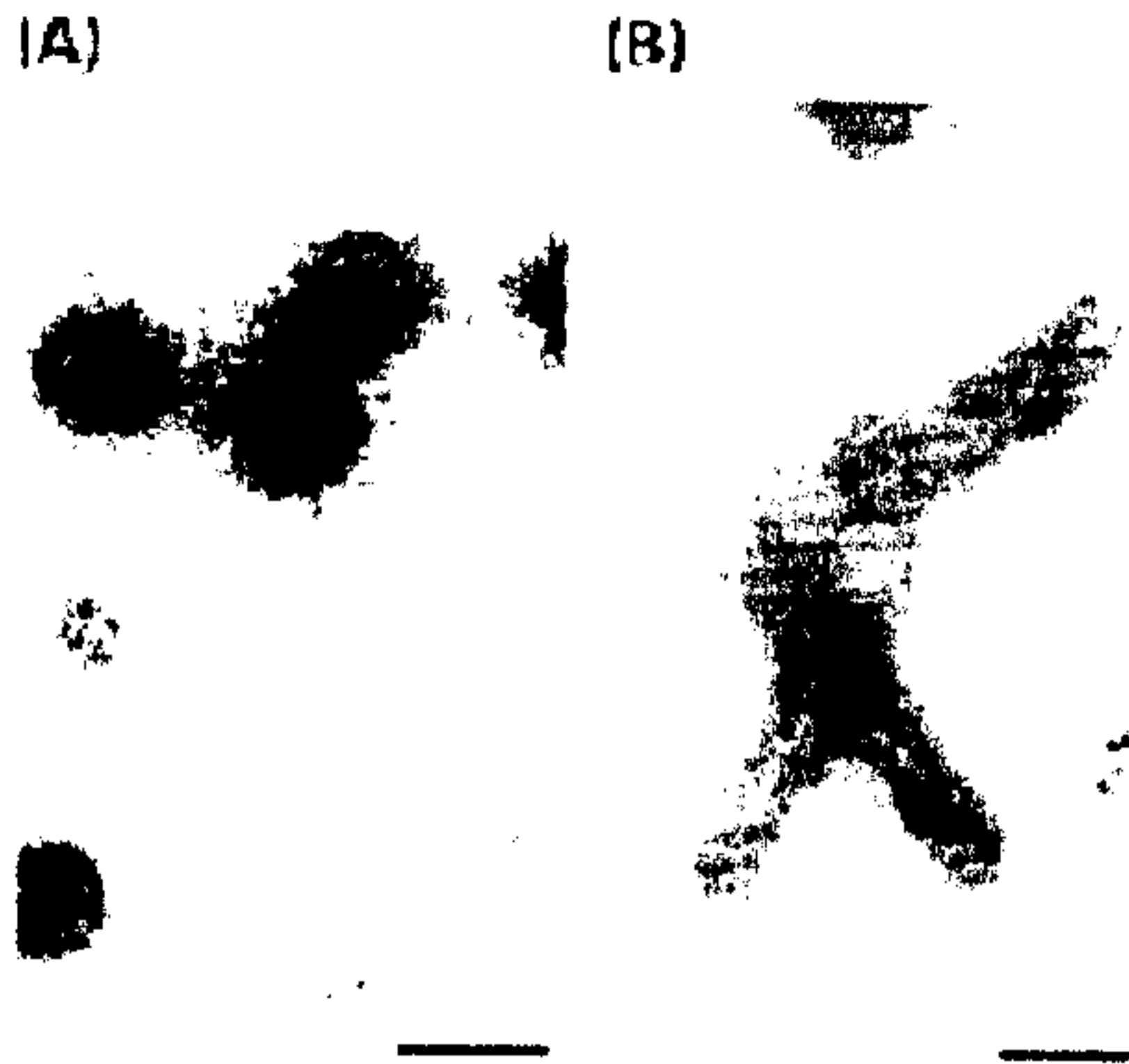


Fig. 1. Immunoelectron micrographs of ϕ gle virion particles. Φ gle particles were purified by CsCl centrifugation, and examined by immunoelectron microscopy. (A) Non-labeled particles. (B) Gold-labeled particles. Bars: 100nm.

tip toward the head. This base plate dislocation was not detected in the phage preparation preserved for one month. To elucidate whether the electrophoretical abnormality of the gpP protein is linked to the base-plate movement, several properties of this protein have been further characterized.

To overproduce gpP, the *P* gene encoding 177 amino acid residues was cloned under *plac* of *E. coli* plasmid pUC118. As shown in Fig. 1, a 679-bp *Hha*I fragment of the ϕ gle genome (42259-bp: EMBL accession number X98106) contains gene *P* and its putative SD sequence as well as truncated genes *Rorf135* and *Rorf143* [2]. This *Hha*I fragment was blunted, and introduced into the *Sma*I site of pUC118, yielding p118P. DNA sequencing analysis confirmed that p118P contained the intact *Hha*I fragment from nucleotide number 21923 to 21247 [3]. The plasmid p118P could multiply stably at 37°C in *E. coli* XL1-Blue.

After induction by isopropyl β -D-thiogalactopyranoside (IPTG) (1 mM) at 37°C, total proteins were extracted from *E. coli* XL1-Blue/p118P, and subjected to SDS-PAGE. The p118P directed steadily increasing synthesis of a protein with an apparent molecular mass of 26.0 kDa, which was not detected in *E. coli* XL1-Blue/pUC118 (Fig. 3A). This overproduced protein had an apparent molecular mass and N-terminal amino acids identical to those of the native-gpP protein from the purified ϕ gle particles [3]. These results indicate that gpP overproduced in *E. coli* is the gene *P* protein. To know localization of gpP in the ϕ gle particle, gpP was purified by DEAE-cellulose column chromatography and gpP-specific antibodies were prepared using the purified-gpP proteins. The analysis by immunoelectron microscopy demonstrated that immunogold particles associated with anti-gpP-sera specifically bound to the tails of ϕ gle particles (Fig. 1), indicating that gpP is a main tail component (putatively a tube protein).

[1] Campbell A. Comparative molecular biology of lambdoid phages, *Annu. Rev. Microbiol.* 1994; **48**: 193-222.

[2] Kodaira KI, Oki M, Kakikawa M., Watanabe N, Hirakawa M, Yamada K, Taketo A. Genome structure of the *Lactobacillus* temperate phage ϕ gle: the whole genome sequence and the putative promoter/repressor system, *Gene* 1997; **187**: 45-53.

[3] Kakikawa M, Oki M, Tadokoro H, Nakamura S, Taketo A, Kodaira KI. Cloning and nucleotide sequence of the major capsid proteins of *Lactobacillus* bacteriophage ϕ gle, *Gene* 1996; **175**: 157-165.

低周波交流磁界に应答する遺伝子の同定

池田 隆¹・原田真市²・細野隆次³・柿川真紀子⁴・岩原正吉⁵・山田外史⁴

¹〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学大学院自然科学研究科；²〒920-8640 金沢市宝町 13-1 金沢大学医学部研究教育機器センター；³〒920-0942 金沢市小立野 5-11-80 金沢大学医学部保健学科；⁴〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 金沢大学自然計測応用研究センター；⁵〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学工学部電気電子システム工学科

Takashi IKEDA¹, Shin-ichi HARADA², Ryuuji HOSONO³, Makiko KAKIKAWA⁴, Masayoshi IWAHARA⁵ and Sotoshi YAMADA⁴: Identification of genes responding to ELFMF stimulation

1. はじめに

近年、超伝導技術の進展により人体がこれまでに経験したことのない強い磁界にさらされる機会が増大している。例えば送電線、家庭電器製品等から発せられる磁界とその生体への影響との関連が話題となっており、最近それら高圧送電線や家電などから出る極低周波(50~60Hz)の電磁波に関する疫学調査が日本国内においても行われ、ガン発症率との関連性からその危険性が示唆されている。このように今日の社会において、磁界が生体に対してどのような影響を与えるかは早急に解決すべき問題となっており、我々はその影響についていち早くより正確な情報を提供する必要がある。

そこで、本研究では磁界による生体への影響を遺伝子レベルで解析するために、ゲノムプロジェクトが終了し全遺伝子配列が明らかとなった線虫 *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*) をモデル動物として用いた。今回我々は磁界特異的に应答を示す遺伝子を探索することを目的とし、Differential Display 法を用いた磁界应答性候補遺伝子の同定と、さらにそれら候補遺伝子のいくつかについて RT-PCR(Reverse Transcriptional Polymerase Chain Reaction)法を用いた mRNA レベルでの発現定量的解析を行い、その再現性について検討した。

2. 交流磁界発生装置と mRNA 発現量の定量的解析

今回の実験で用いた交流磁界発生装置は、E字型の鉄心を2つ対向させ、実験領域となる中央に空間を確保している。実験領域内には一様な交流磁界を発生させることができる。コイルにより発生する熱の影響を避けるため、恒温装置により水を循環させることで実験領域内部の温度を制御した。温度のモニターには磁界の影響を受けない水晶振動子をプローブとした温度計を用い、実験領域内部の温度が制御されていることを確認した(表1)。本装置を用いた実験では磁界を曝露しない線虫群を control、周波数 60Hz、磁界強度 0.5T の正弦波交流磁界を曝露した線虫群を exposed とし、それぞれの線虫から抽出した Total RNA を用いて mRNA 発現量の比較を行った。

この mRNA 発現量を定量するには図1に示すように、Differential Display 法により磁界に特異的な应答を示す候補遺伝子を同定し、その候補遺伝子の mRNA 発現量をさらに感度の高い RT-PCR 法により定量的に解析する。候補遺伝子の mRNA 発現量を定量し、control と exposed の比較を行うことができる。また、control と exposed の発現量の有意差検定は student's *t*-test により行った。

3. 磁界应答性候補遺伝子の同定とその mRNA 発現量の定量的解析

3.1 磁界应答性候補遺伝子の探索

Differential Display 法により磁界に特異的な应答を示す 21 の候補遺伝子を同定した。これら遺伝子

Experimental Area	180 mm × 120 mm × 13 mm
Frequency f	60 Hz
Magnetic field B	0.5 T
Uniformity in area (magnetic field)	< 2.0 %
Temperature t(°C)	15 < t < 37
Fluctuation in area (temperature)	< 0.1 °C

表 1 磁界曝露条件

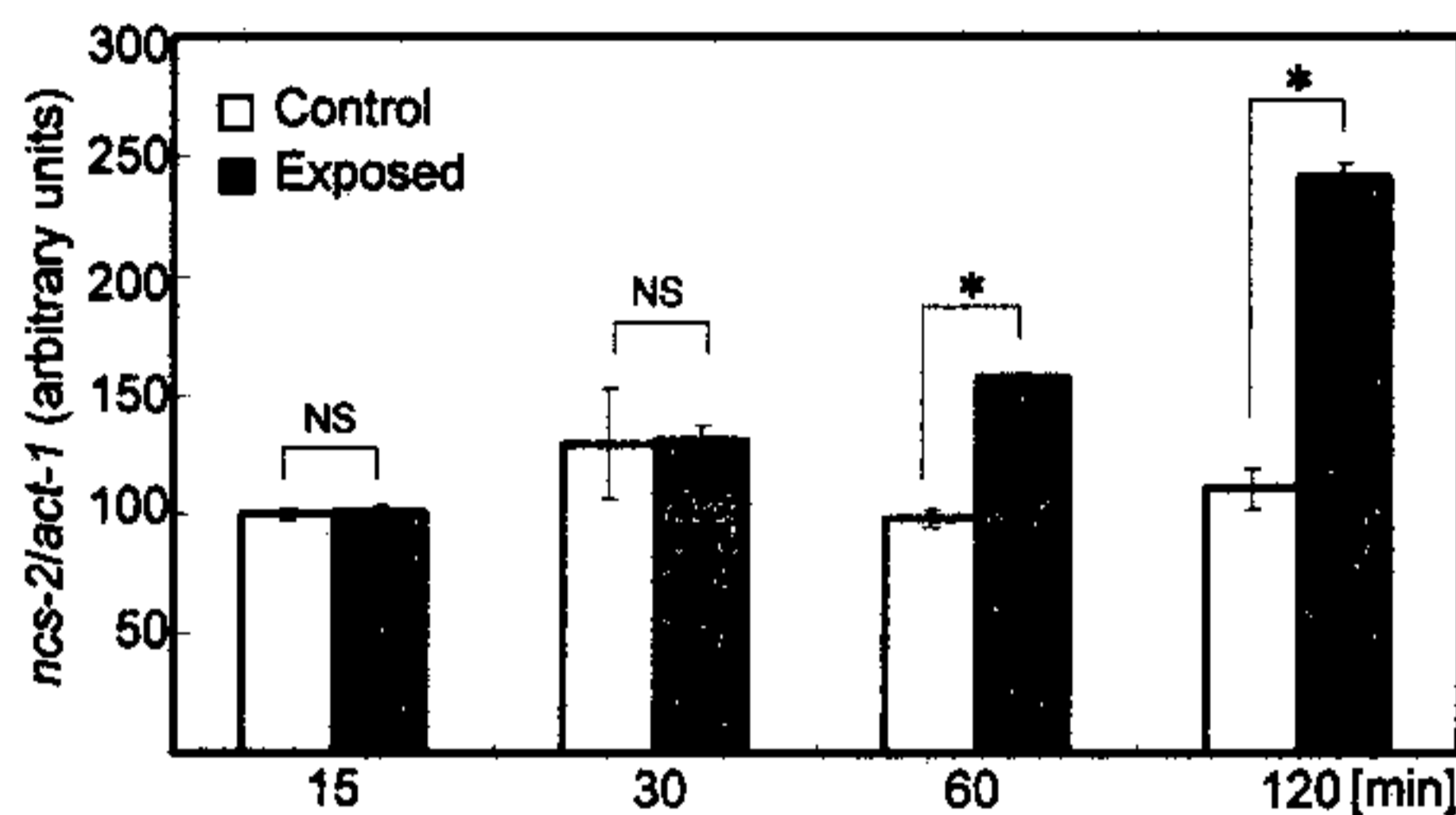


図 2 *ncs-2* 遺伝子の mRNA 発現量(20°C)

(NS: not significant, *: P<0.01, N= 4)

の多くは線虫では機能未知であるが、データベースによるホモロジー検索から大部分はシグナル伝達系、代謝系に関わると推定される遺伝子であった。

3.2 *ncs-2* 遺伝子の mRNA 発現量の比較

さらにそれら候補遺伝子の中から *ncs-2* 遺伝子について RT-PCR 法により mRNA 発現量の再現性を確認した。実験領域内の温度が線虫の生理的条件下である 20°C では、時間が経つにつれ exposed が増加し、曝露時間 120 分で最大約 2.5 倍の発現量の増加を示した(図 2)。

5. まとめ

ncs-2 遺伝子は神経系でのカルシウムセンサータンパク質としての機能を持ち、磁界によるシナプス伝達といった機能への影響からも注目される。このように、神経系に限らず先に行った Differential Display 法による磁界応答性遺伝子同定と RT-PCR 法による遺伝子発現の定量的解析の実績は他の追従を許さない。また本研究は疫学調査のように、日常生活で被曝する磁界が生体にどのような影響を与えるかその影響評価だけにとどまらない。交流磁界発生装置を用いた加速試験により遺伝子レベルから生体内での神経系、シグナル伝達系、代謝系といった生体機能までの系統的な影響を特定できれば、磁界曝露による遺伝子発現の誘導・抑制を制御することで低侵襲医療や非侵襲的代替療法などの医療分野へ応用することが期待される。

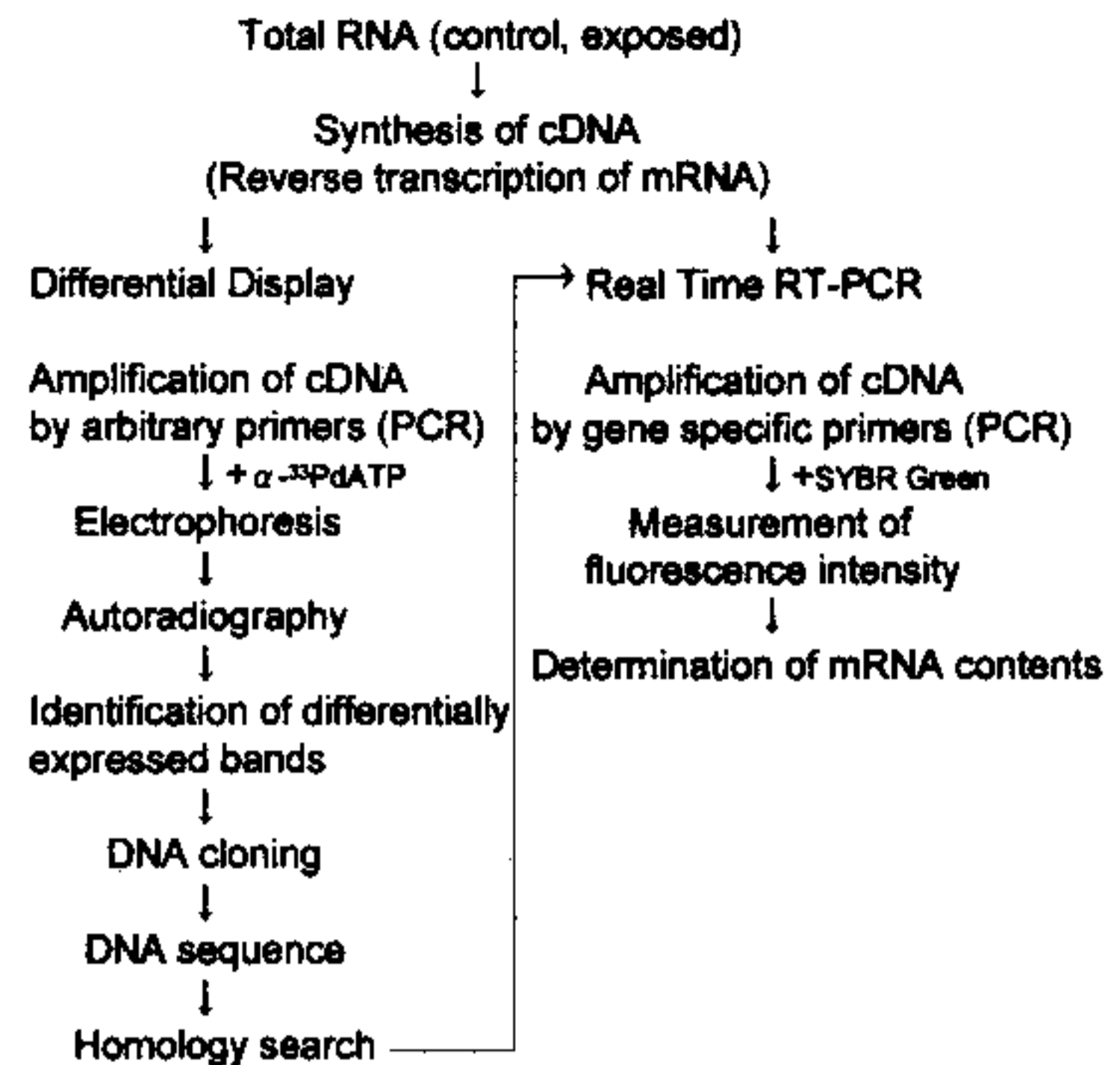


図 1 mRNA 発現量の定量的解析

論 文

- (1) 梅林正芳・清水建美：「日本草本植物根系図説」補遺（9）109
- (2) Radek JAVORA, Masayoshi IWAHARA and Sotoshi YAMADA: Dynamic Hysteresis Loop and its Application to a Series Ferroresonance Circuit117

「日本草本植物根系図説」補遺 (9)

梅林正芳¹・清水建美²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学理学部生物学科; ²〒390-0312 松本市岡田松岡 211-3 清水植物研究室

Masayoshi UMEBAYASHI¹ and Tatemi SHIMIZU² : Supplement to "Underground Organs of Herbaceous Angiosperms" (9)

ABSTRACT: This series is a supplement to our publication entitled "Underground Organs of Herbaceous Angiosperms" (1995) to be continued from Annual Report of Botanic Garden, Faculty of Science, Kanazawa University No. 25, 17-28. The present paper aims to describe and illustrate the underground organs of four liliaceous plants: *Paris tetraphylla*, *P. verticillata* and *Polygonatum lasianthum*, *P. odoratum* var. *pluriflorum*.

Key words: *Paris tetraphylla*, *P. verticillata*, *Polygonatum lasianthum*, *P. odoratum* var. *pluriflorum*, Rhizome, Underground organs.

筆者らは、1995年2月「日本草本植物根系図説」(平凡社)を上梓したのに続き、本誌に補遺(1)(2)(3)(5)(6)(7)(8)および *Stapfia* 50巻に補遺(4)を発表した。本報はその補遺(9)であり、ユリ科2属から4種を選んで記述する。

ツクバネソウ *Paris tetraphylla* A. Gray

(Fig.1)

落葉性の多年草。地下茎は一次根茎、典型根茎で毎年一本ずつ地上茎をだし、横に伸びる。地上茎は無毛、中実。10本程の低い筋がある。下へ向かう程細くなり基部付近で約2mm、図の上方で径約3mm。地上茎と地下茎の境界は明瞭で、地上茎はそこではずれて枯れ落ち、半円形の痕を残す。

地下茎の年間の伸びは10-57mm、径2-6mm。年枝の芽鱗は通常2枚、まれに3枚。芽鱗の葉腋には0.2-0.7mmの小さな腋芽をつける。年枝に3枚芽鱗がある場合は、最下部の芽鱗には腋芽は見えない。最上部の芽鱗の葉腋に芽がある(図B)。この試料ではまだ小さいが、開花中に芽鱗の基部を破って出て横に伸び、秋その先に越冬芽をつける。

不定根は年枝の上半分より出る傾向がある。長いもので90mmあり、ほとんど分枝しない。所々輪生して生じ節のように膨れるが節ではない。宿存根毛がある。

地上茎痕を数えることで、見かけの年齢を知ることができる。この試料では分枝してから4年分の年枝がある。

試料: 1989年4月28日 金沢市医王山

クルマバツクバネソウ *Paris verticillata* M. v. Bieberst.

(Fig.2)

落葉性の多年草。地下茎は一次根茎、典型根茎。毎年一本ずつ地上茎をだし、横に伸びる。地上茎は無毛、平滑、中実。径約4mm。地上茎と地下茎の境界は明瞭で、地上茎はそこではずれて枯れ落ち、半円形の痕を残す。従って、地上茎痕の間が年枝の長さとなる。

地下茎の年間の伸び(年枝)は13-45mm、径2-7mm。年枝の芽鱗は通常2枚、まれに3枚、半ば枯れて残存する。最上部の芽鱗の腋芽は開花中に横に伸びだし、秋にはその先に越冬芽をつける。それ

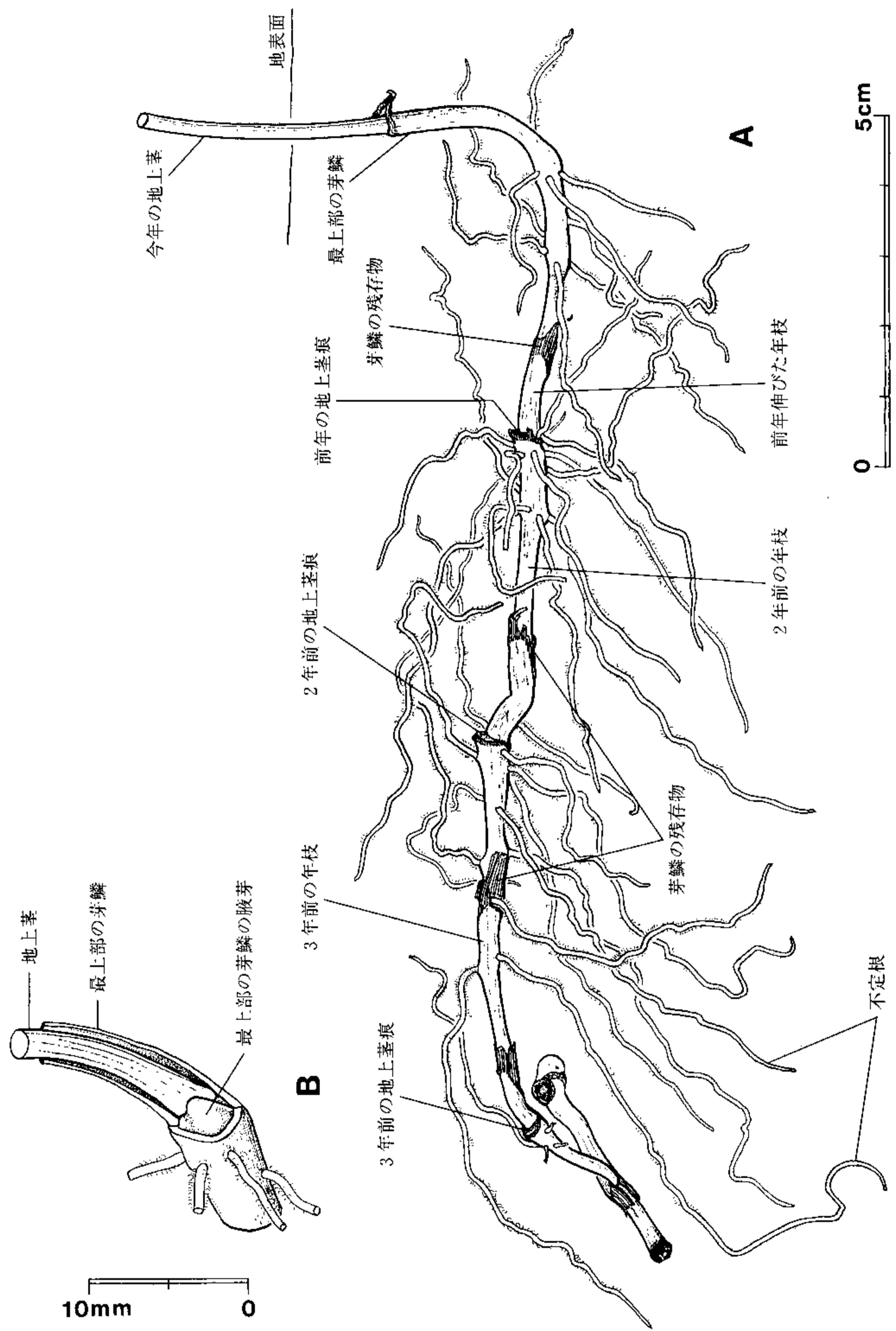


Fig. 1. Underground organs of *Paris tetraphylla*, showing the whole (A) and half of bud scale removed showing the young bud (B).

以外の芽鱗の腋芽は一箇所のみ見られた。地下茎には所々密に短毛がある。

不定根は節間、節を問わず出て、この試料では長いもので 125mm あり、枝分かれする。宿存根毛がある。

地上茎痕の数で、見かけの年齢を数えることができ、この試料では 5 年前までの年枝がある。

ツクバネソウと基本的に変わりはないが、本種では地下茎に毛があること、長い根は分枝することなどが異なる。

試料：1983 年 6 月 26 日 長野県北安曇郡小谷村雨飾山

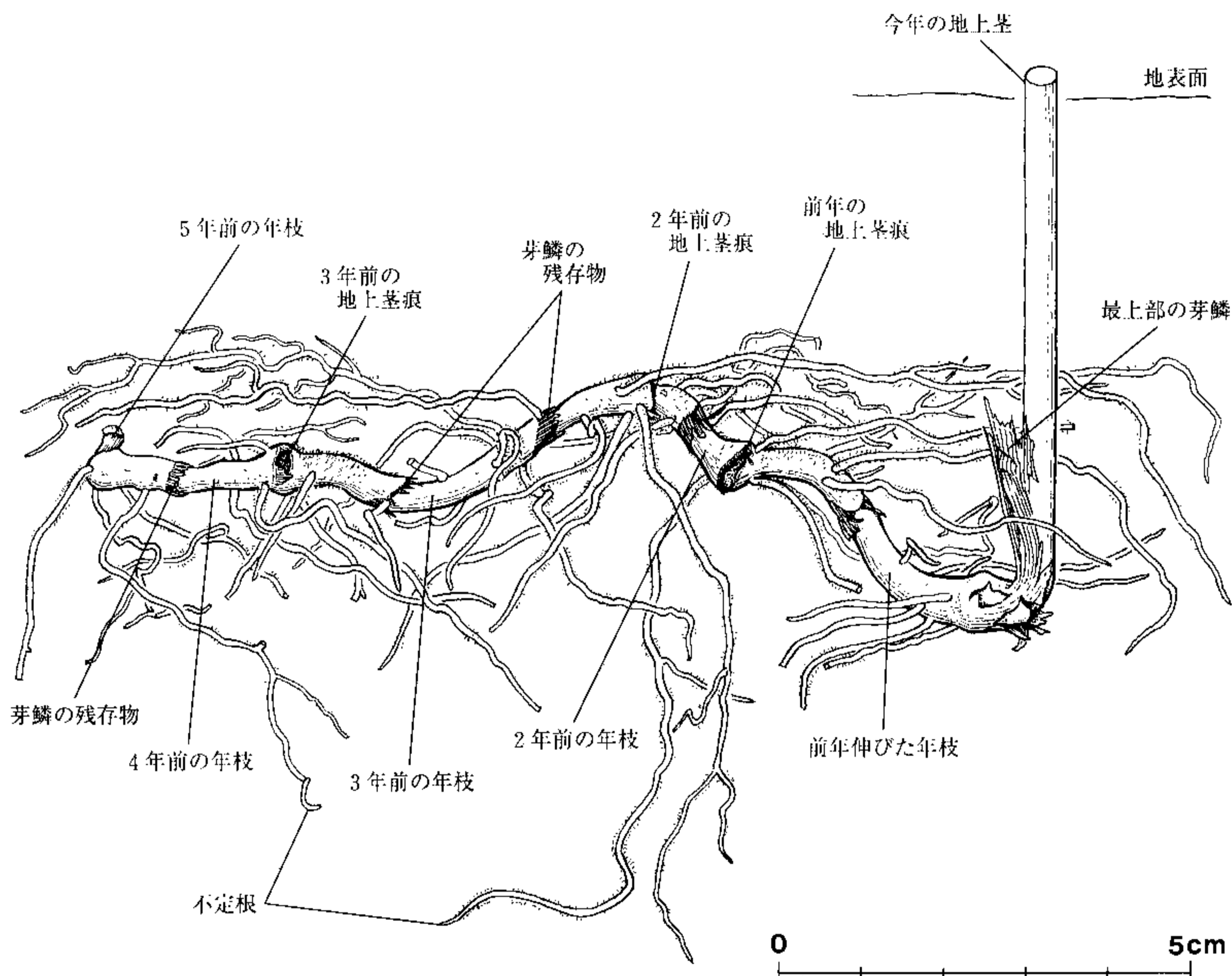


Fig. 2. Underground organs of *Paris verticillata*.

ミヤマナルコユリ *Polygonatum lasianthum* Maxim.

(Fig.3)

落葉性の多年草。地下茎は一次根茎で横に伸び、分枝はまれである。典型根茎で毎年 1 本ずつ地上茎を立てる。地上茎は無毛、平滑、断面は卵円形、低い稜がある。この試料では径 5.5mm。一番上の芽鱗痕の少し上からはずれるように枯れ落ち、目立つ大きな地上茎痕を残す。この試料では前年の地上茎痕が最大で長径 12mm、短径 11mm、8 年前が最小で長径 5.5mm、短径 4mm。

地下茎の年枝は長さ 10-19mm、径 12-20mm。地下茎を取り巻き明瞭な芽鱗痕がある。年枝あたりの芽鱗は 6-9 枚。地上茎痕の横に目立つ丸い大きな側芽がある。この側芽は地上茎痕から基部より 2 枚目の芽鱗の葉腋からでたもので、3 枚目の芽鱗の葉腋にも小さな側芽がある。これら側芽は予備芽であり根茎が切断されると伸長する。図の右端地上茎の基部には二つの側芽がある。手前の側芽が一番上の芽鱗の葉腋からのもので、向こう側の側芽は 2 枚目の芽鱗の葉腋からでている。従って手前の側

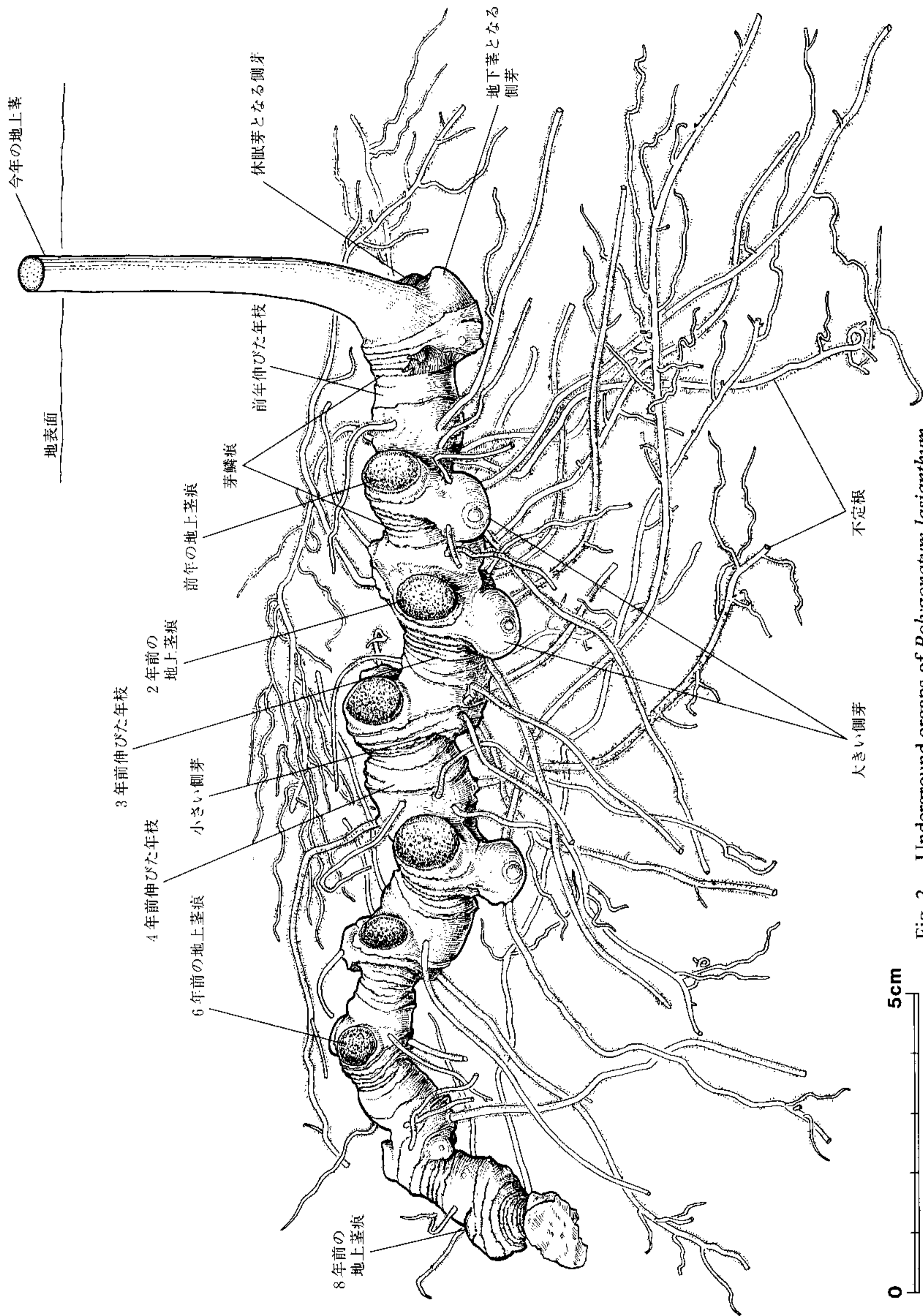


Fig. 3. Underground organs of *Polygonatum lasianthum*.

芽は地下茎になり向こう側のものは予備芽となると推定される。また3枚目の芽鱗の葉腋に小さな芽が見られる。地下茎になる側芽は秋まで伸長して先に越冬芽をつける。

地上茎痕を数えることによって見かけの年齢を知ることができる。この試料では最後切れているが、8年前の地上茎痕まで認められる。

不定根は多く、宿存根毛を密生する。

試料：1989年6月23日 石川県石川郡白峰村

アマドコロ *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum* (Miq.) Ohwi (Fig.4)

落葉性の多年草。地下茎は一次根茎。円柱状の典型根茎で横に伸び分枝する。地上茎は無毛、平滑、断面は円形、低い稜がある。この試料では径4.5mm。はずれるように枯れ落ち、目立つ丸い地上茎痕を残す。この試料では前年の地上茎痕が径約5mm、2年前が径約3mm。

地下茎の年枝は前年では長さ40mm、径12mm、2年前の年枝は長さ30mm、径9mm。地下茎を取り巻き明瞭な芽鱗痕がある。芽鱗は前年の年枝は11枚、2年前では9枚で、基部より数枚の節間はミヤマナルコユリに比して長い。

今年の地上茎、前年の地上茎痕の下に大小の側芽がある。図では今年の地上茎の下に見えているのは小さい側芽で、向こう側に大きい側芽がある。前年の地上茎痕の下に見えているのは大きい側芽で、小さい側芽が向こう側にある。大きい側芽は地上茎ならびに地上茎痕のすぐ下の芽鱗痕から数えて2枚目の腋からでて、小さい側芽は3枚目の芽鱗痕の葉腋からでている。このことはミヤマナルコユリと同じである。小さい側芽と大きい側芽が交互に着くのは芽鱗が奇数枚だからである。側芽が伸びて分枝することが多く、掘り取る時に折れやすい。

今年伸びた根茎は地上茎のすぐ下の芽鱗痕の葉腋から伸長したもので先に大きな越冬芽をつける。越冬芽は長さ33mm、径約9mm、中にはすでに小さな蕾が形成されている。

地上茎痕を数えることによって見かけの年齢を知ることができる。この試料では切れているが、2年前の地上茎痕まで認められる。

不定根は多く分枝し、宿存根毛を密生する。

試料：1984年10月13日 長野県埴科郡戸倉町

ミヤマナルコユリ、アマドコロ、ナルコユリ(清水・梅林1995)、オオナルコユリ(清水・梅林1997)はよく見られるナルコユリ属の植物である。アマドコロの年枝は円柱形状で芽鱗痕の節間が長いこと、オオナルコユリの年枝は長さより幅が広く数珠状であることで区別することができる。しかし前2種とは明らかに異なるが、ナルコユリとミヤマナルコユリは根茎のみでは区別がむずかしい。

文 献

- 北村四郎・村田源・小山鐵夫. 1964. 原色日本植物図鑑 草本編 (III) 単子葉類. 90-113. 保育社, 大阪.
佐竹義輔. 1982. ユリ科. 佐竹義輔・他(編) 日本の野生植物 草本 (I). 21-51. 平凡社, 東京.
清水建美・梅林正芳. 1995. 日本草本植物根系図説. 平凡社, 東京.
清水建美・梅林正芳. 1995. 「日本草本植物根系図説」補遺(1). 金沢大学附属植物園年報 18:1-6.
清水建美・梅林正芳. 1996. 「日本草本植物根系図説」補遺(2). 金沢大学附属植物園年報 19:1-4.
清水建美・梅林正芳. 1997. 「日本草本植物根系図説」補遺(3). 金沢大学附属植物園年報 20:1-6.
Shimizu, T. and M. Umebayashi. 1997. Examples of comparative morphology of underground organs between

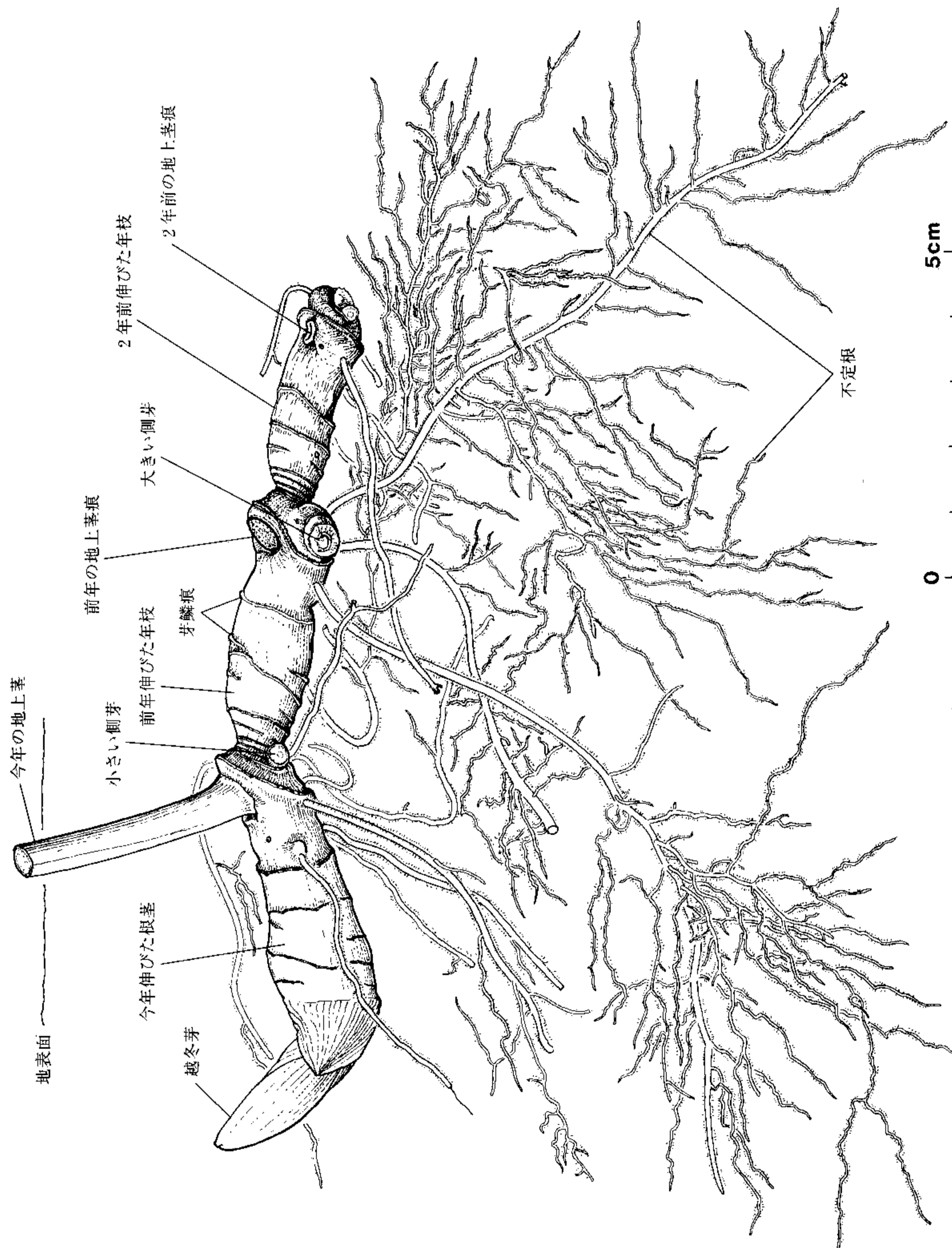


Fig. 4. Underground organs of *Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*.

congeneric angiosperms-Supplement to "Underground Organs of Herbaceous Angiosperms" (4). *Stapfia* **50**:327-337.

高橋 弘. 1997. ユリ科. 清水建美 (監修)、長野県植物誌. 1404-1450. 信濃毎日新聞社, 長野.

梅林正芳・清水建美. 1998. 「日本草本植物根系図説」補遺(5). 金沢大学附属植物園年報 **21**:1-8.

梅林正芳・清水建美. 1999. 「日本草本植物根系図説」補遺(6). 金沢大学附属植物園年報 **22**:1-10.

梅林正芳・清水建美. 2000. 「日本草本植物根系図説」補遺(7). 金沢大学附属植物園年報 **23**:1-13.

梅林正芳・清水建美. 2002. 「日本草本植物根系図説」補遺(8). 金沢大学附属植物園年報 **25**:17-28.

Dynamic Hysteresis Loop and its Application to a Series Ferroresonance Circuit

Radek JAVORA, Masayoshi IWAHARA, Sotoshi YAMADA

Division of Biological Measurement and Applications, Institute of Nature and Environmental Technology,
Kanazawa University, Kanazawa 920-8667, Japan

ABSTRACT : A lot of articles concerning ferroresonance phenomena in electric power distribution systems consider a single-value resistor connected in parallel with a nonlinear inductor (described by magnetization characteristic) to represent core losses of the transformer under study. Several studies and measurements as well, proved that such a resistor cannot properly describe the behavior of transformer in saturated area. Furthermore, such a simplification has quite essential effect on the exact birth of ferroresonance. Therefore, better and more complex model of the transformer core losses is necessary. This paper follows suggestions recommended for further improvement of the ferroresonance studies in electric power systems, by considering a dynamic behavior of transformer core losses. Comparison of the results received by using static (single-value resistor) and dynamic (nonlinear resistor) representation of core losses are presented.

Key words: bifurcation diagram, chaotic oscillations, ferroresonance, hysteresis curve, magnetization characteristic, sensitivity analysis

1. INTRODUCTION

A lot of circuits in which resonance can appear, contain windings with ferromagnetic cores. Inductance of these cores is not stable, but due to the non-linearity of magnetic curves it depends on the immediate magnetic state (saturation) of the winding with ferromagnetic core. The phenomenon called ferroresonance can originate from this dependability. The non-linear inductance causes the existence of more than one resonant frequency for given parameter values. The voltage across the capacitor or inductor does not change continuously with the increasing frequency of the supply voltage but jumps suddenly, which causes essential changes in a circuit.

It was shown [1] that the only magnetization curve used for description of magnetic properties of the transformer could exhibit some kind of subharmonic ferroresonance. This kind of ferroresonance does not occur under using an extra resistor, in parallel with the inductor (Fig. 1b), representing transformer core losses. This strongly suggests that for a qualitative understanding of ferroresonant circuits, a 'hysteretic inductance' must be used in the simulations. However, our measurements and field tests mentioned e.g. in [2] show that actual transformers damp transient ferroresonance faster than calculations using a parallel resistor predict. Therefore a nonlinear representation of transformer core losses is necessary to vary the value of core losses according to the actual value of saturation.

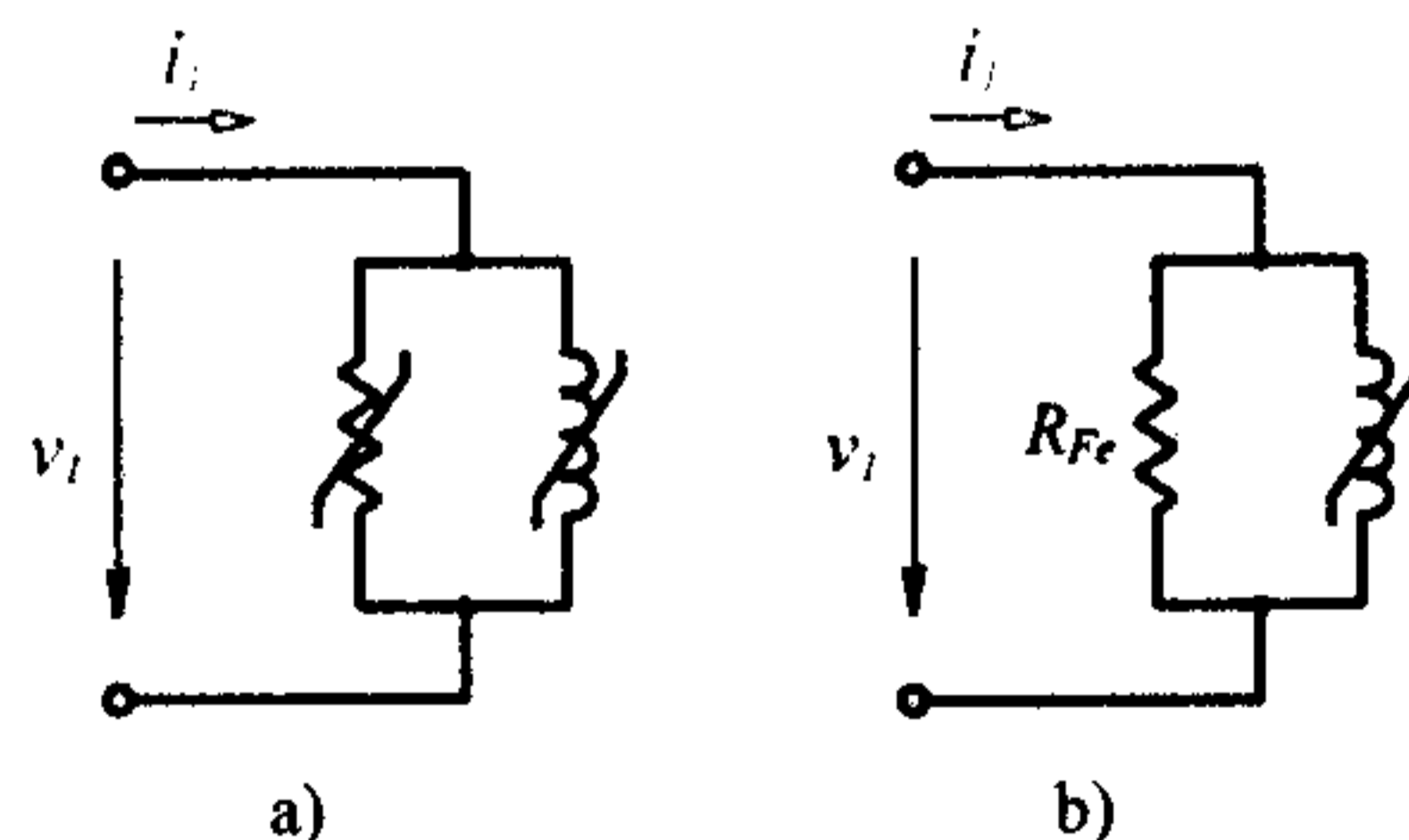


Figure 1 – Dynamic (a) and static (b) representation of core losses

2. METHOD USED FOR DESCRIPTION OF HYSTERESIS CURVE

For our purposes, the small transformer with toroidal ferromagnetic core was used. It was designed to withstand high current values under resonance conditions. The base for our mathematical analyses was the fact that the measured voltage and current waveforms (in saturated state) contain all the necessary information concerning the magnetic characteristic of the transformer. The electric and magnetic circuits are coupled with each other in the relations between the current and the magnetomotive force, the voltage and the flux. This fact makes our method applicable to bigger transformer units appearing in electric power systems.

Description of the hysteresis curve [3], [4] was done by means of harmonic spectrum of the measured no-load current as the input for subsequent Chebyshev transformation. As a result of this process it is possible to receive coefficients of the polynomial describing hysteresis curve (B - H characteristic). Equation for magnetic field strength H can be divided into two parts. General description of the field strength H as a function of the magnetic flux density B is given in Eqn. 1.

$$H = a_1 B + a_3 B^3 + \dots + (b_0 + b_2 B^2 + \dots) \frac{dB}{d\theta} = f_{ODD}(B) + g_{EVEN}(B) \frac{dB}{d\theta} \quad (1)$$

Where: H is the magnetic field strength in the core; B is the flux density in the core; a_1, a_3, \dots are the coefficients related with the effective reluctance of the core; b_0, b_2, \dots are the coefficients related with the hysteresis loss; $\theta = \omega t$, and $\omega = 2\pi f$.

Graphical representations of those two parts are shown in Fig. 2. The first part is a curve corresponding to the conventional magnetization curve (Fig. 2b) and it is described only by odd terms of the polynomial. What is additional is the second term in the Eqn. 1. This is the part, which adds the hysteresis effect to the magnetization curve. Its characteristic, shown in Fig. 2c, consists of even terms of magnetic flux density and depends on its time behavior as well. Fig. 2a includes both those parts and it is the characteristic used in our analyses.

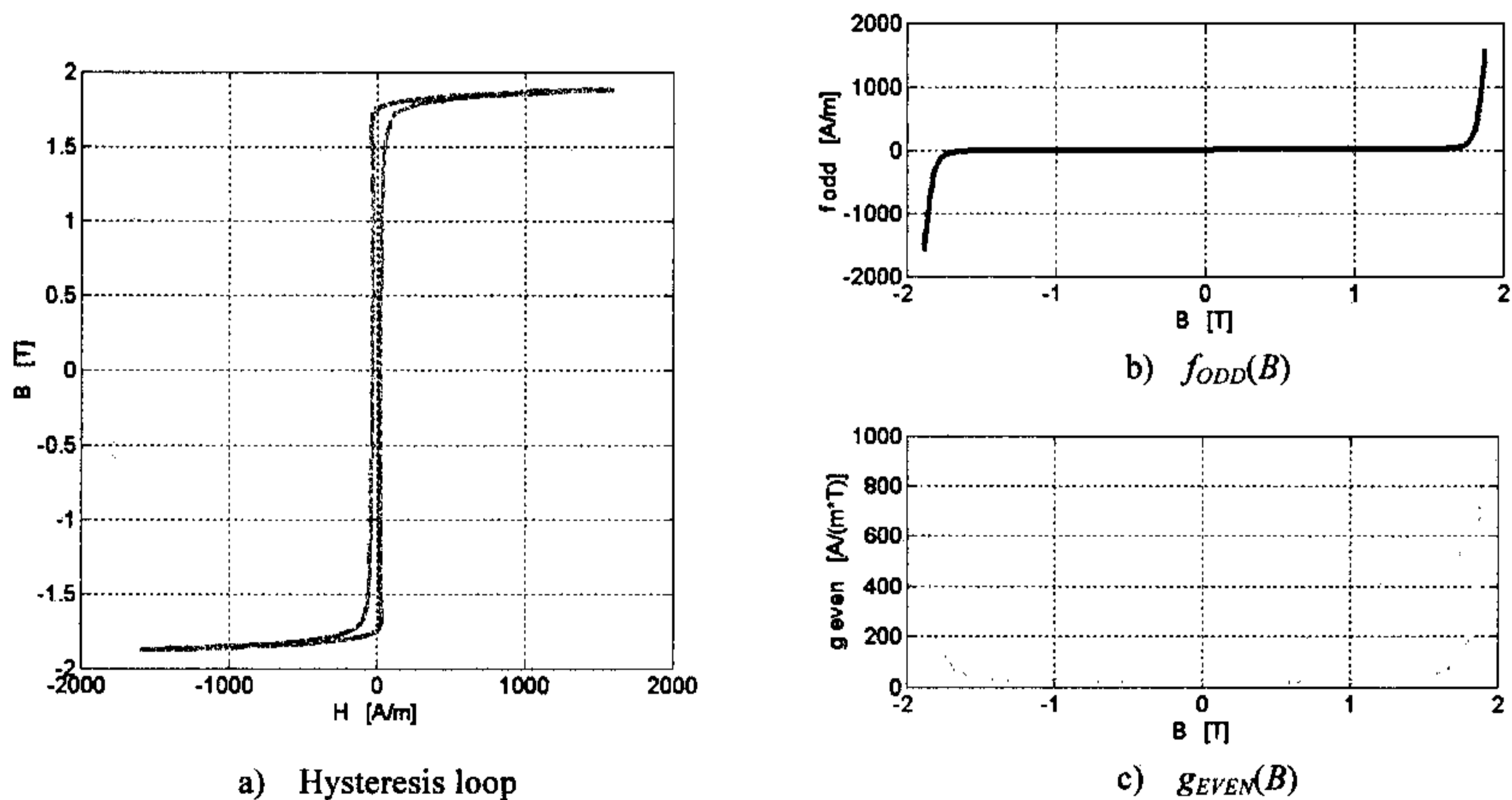


Figure 2 – Two parts of intensity H and hysteresis loop

How many terms are in Eqn. 1? The answer is simple: The more accurate description is required the more terms should be employed. In reality, the choice is limited by the calculation means used for analysis. In our case we went up to the polynomial of the 35th order that seemed to be sufficient for our purposes. Furthermore, calculated model of the hysteresis curve has been improved to respect the normal magnetization curve [5] and simplified to meet the calculation needs.

Because many terms are used in Eqn. 1, there can be a lot of variations in the shape of hysteresis curve. For example a_0 – the higher is the value of a_0 the lower is the slope of hysteresis curve. Nevertheless, more important in our study are coefficients of the g_{EVEN} function. Besides the effect on the shape of hysteresis curve, they affect also its width and dynamically describe the behavior of core losses. Characteristics of the first two coefficients of g_{EVEN} (b_0 and b_2) are shown in Fig. 3. Coefficient b_0 corresponds to a static coercive force and coefficient b_2 corresponds to a dynamic coercive force [6].

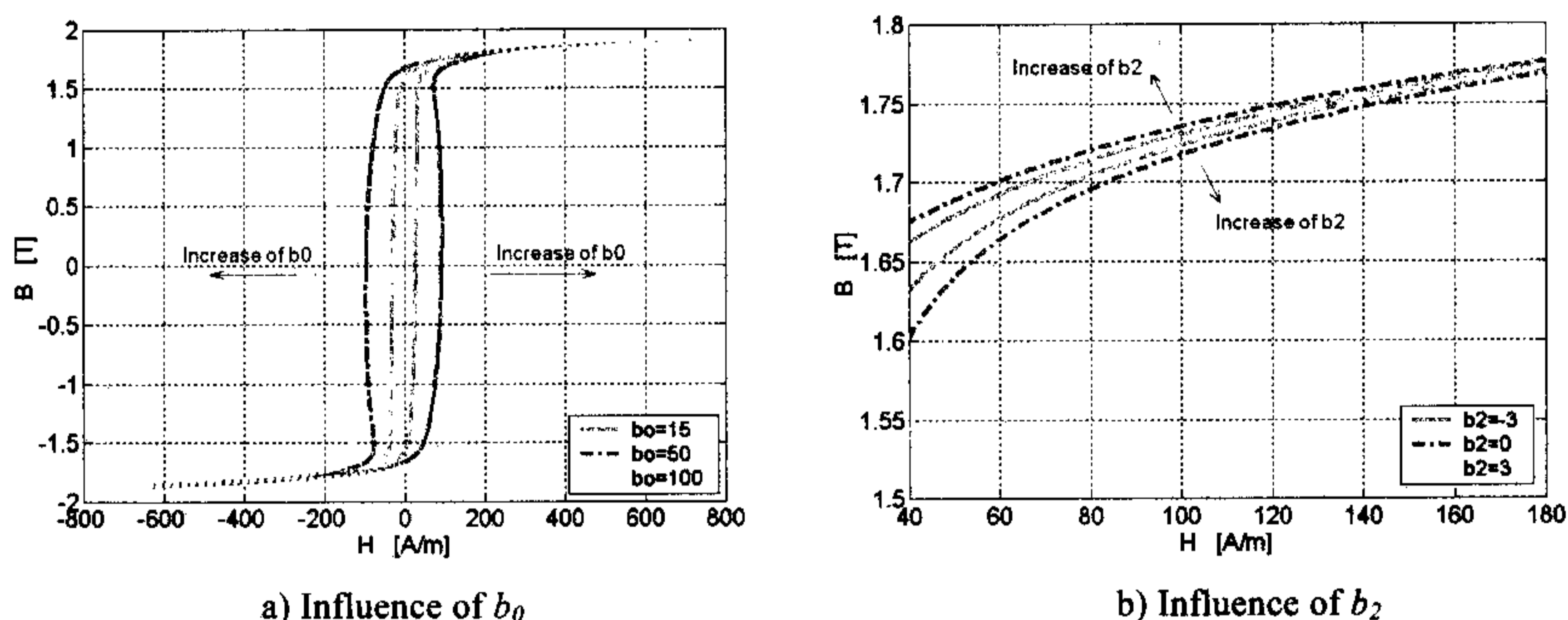


Figure 3 – Some characteristic properties of the g_{EVEN} function

For higher values of b_0 the area of hysteresis curve increases. This is the only change it is possible to make when using the static description of transformer core losses. In the case of assuming dynamic description of core losses, it is possible to change also the width of hysteresis curve in saturated part and describe more accurately the knee of hysteresis curve.

Comparing the calculated current waveform with the measured current waveform, one can see the error caused by our calculation process. Accuracy of the method described above can be seen in Fig. 4. Both measured and calculated current waveforms are nearly identical, nevertheless for lower values of the current, some small differences can be found. The lower is the order used in polynomial of Eqn. 1 the bigger difference in current waveforms can be seen. Polynomial of the 35th order seems to be

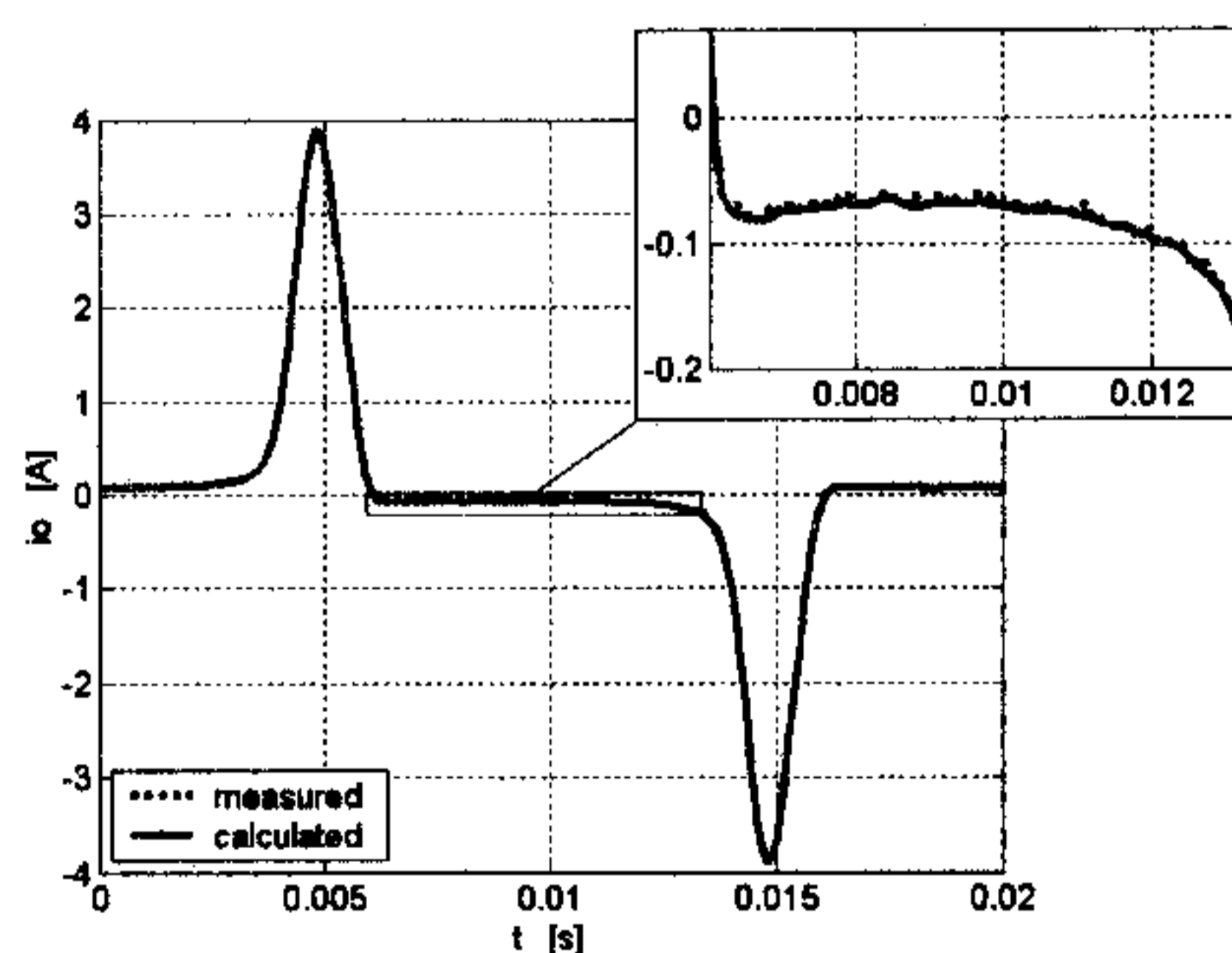


Figure 4 – Comparison of measured and calculated current waveforms

sufficient for our purposes. By using polynomial of this order, the error caused by the Chebyshev transformation [7] is sufficiently small. The error will become negligible if the main area of interest is in a saturated area.

3. SERIES FERRORESONANT CIRCUIT

In power distribution networks, ferroresonance can occur when a de-energized phase of a no-load transformer is suddenly energized through capacitive coupling with the other phases. The corresponding circuit

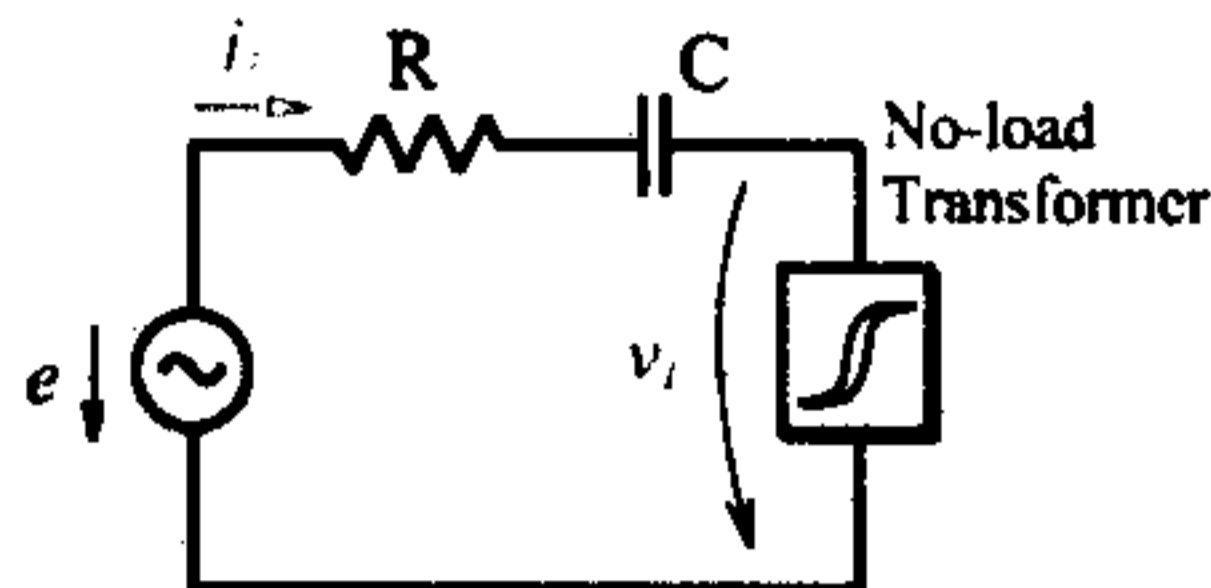


Figure 5 – Series ferroresonant circuit

can be simplified to a series RLC circuit. This type of circuit has been used also in our analyses, see Fig. 5. As a transformer under study, the small transformer with toroidal ferromagnetic core it was used.

Many articles concerning the theory of series ferroresonant circuit have been already written, e.g. [8], [9] etc. Equilibrium states of some process create an area of the same or different dimension in the space of these parameters. Observation of an evolution of volt-ampere characteristic for a simple series RLC circuit, depending on the value of series resistance (damping), leads to the surface shown in Fig. 6. This surface is well known in the Catastrophe theory as a cusp catastrophe [10]. Such a surface has been found to be very suitable for ferroresonance studies, because it helps to understand the jump phenomena in an easy way [8].

Simple scheme of the circuit under study consists of the voltage source, resistor R , capacitor C , and no-load transformer. All of them connected in series; see Fig. 6. In subsequent calculations, values of the system parameters will be fixed, except one or two of them that will be varied in order to observe their influence.

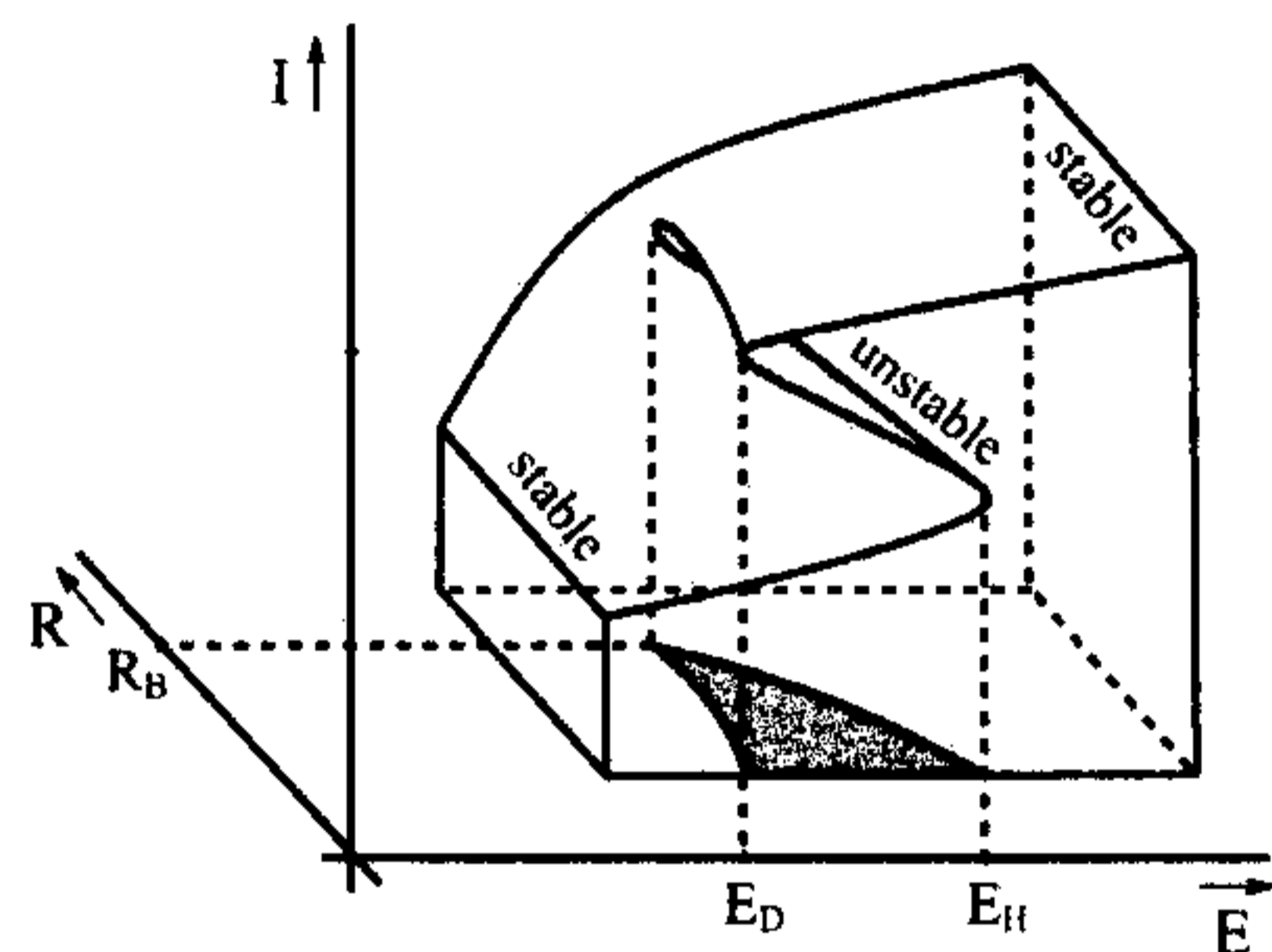


Figure 6 – Graphical solution of the basic series RLC circuit

4. CALCULATED RESULTS

Basic outputs from our calculations are Bifurcation diagrams and Sensitivity analyses. Those techniques provide information about the circuit behavior under different source voltage values. The Bifurcation diagram is a plot of Poincare sections [11] and the Sensitivity analysis shows the maximum and the minimum values of the primary voltage (all of them in a steady-state). The points of special interest are points (bifurcation points) where a qualitative change of the preceding solution type can be observed.

For calculations, the circuit shown in Fig. 5 has been used. This circuit was solved by using MATLAB environment (ver. 6.0). The circuit under study has been modeled in Simulink ver. 4 by employing Power System Toolbox ver. 2. In this model, there is a box named 'No-load transformer' that contains information about non-linear characteristic of the no-load transformer under study. Current source driven by a primary voltage together with the calculated polynomial of Eqn. 1 describe its behavior.

The outputs received from calculations under variable source voltage value are shown below. In calculations, the parameter values were: $f = 50$ Hz, $C = 30 \mu\text{F}$, $R = 0.2 \Omega$ and initial value of the magnetic flux for each calculation was set to correspond to the maximum value of the respective source voltage.

Fig. 7a shows a bifurcation diagram of the primary voltage of transformer. Corresponding sensitivity analysis for the same conditions is shown in Fig. 7b. From these figures it is possible to observe the qualitative changes in the system response. The response evolves slowly when increasing the source voltage V_S from zero value, until its value reach the first bifurcation point. Corresponding to the abbreviations used in Fig. 7, the first bifurcation point is a point where the fold bifurcation FB (sometimes called saddle-node bifurcation) occurs. As it was described in Fig. 6, there is an unstable area in which the system response is very sensitive to initial conditions. Therefore, FB can appear in a certain range of the source voltage value, depending on the initial conditions. This range (from 8.1 V till 9.9 V) is represented by a dotted line in the solution value. The birth of FB is the first case of ferroresonant behavior.

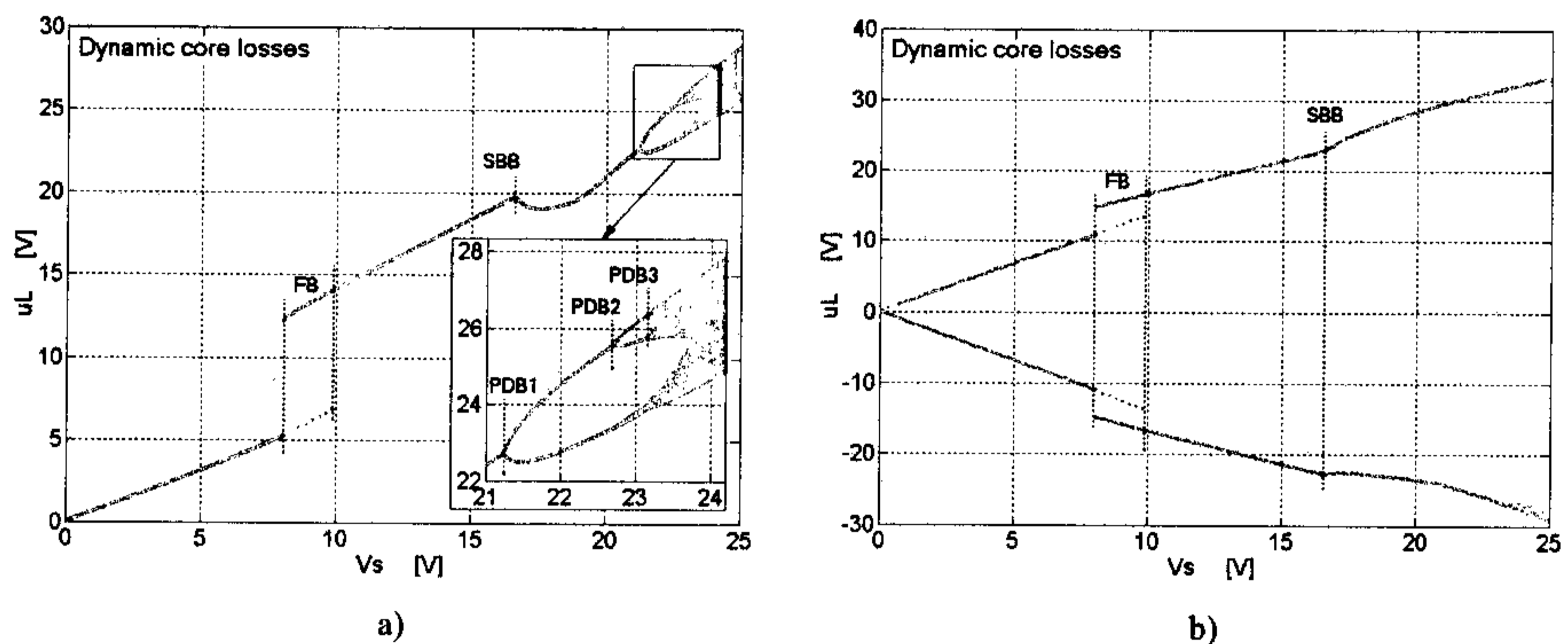


Figure 7 – Bifurcation diagram (a) and sensitivity analysis (b) for V_S (dynamic core losses)

From this point, the operating point is working in a saturated area and primary voltage and current waveforms are distorted and have higher magnitudes. Further increasing of the source voltage leads to a symmetry breaking bifurcation (SBB) point. From this point, voltage and current waveforms are not symmetric according to time-axis. This situation can be clearly seen in Fig. 7b. There one can see that maximum values of the primary voltage comparing with minimum values have not the same magnitudes. For values of the source voltage higher then the one corresponding to SBB, the system evolves towards the first period doubling bifurcation PDB1 and subsequently towards the other period doubling bifurcations PDB2, PDB3 etc. till it reach the state with a chaotic behavior.

After the voltage value corresponding to SBB, the system shows higher sensitivity to initial conditions. Each initial condition produces slightly different outputs which can be remarkable especially in Bifurcation diagram. In this diagram the differences are mainly in the value of uL meanwhile the bifurcation points are the same. Therefore, except FB range, Fig. 7 corresponds to the outputs received for the maximum initial condition of the flux for each particular case of the source voltage. Such a state can represents the cases when ferroresonance occurs under some kind of switching events.

Previous figures were related to a simulation assuming dynamic behavior of hysteresis losses of the transformer (according to Fig. 1a). Outputs received from calculations by employing the widely used (static) description of hysteresis losses are a little bit different, see Fig. 8.

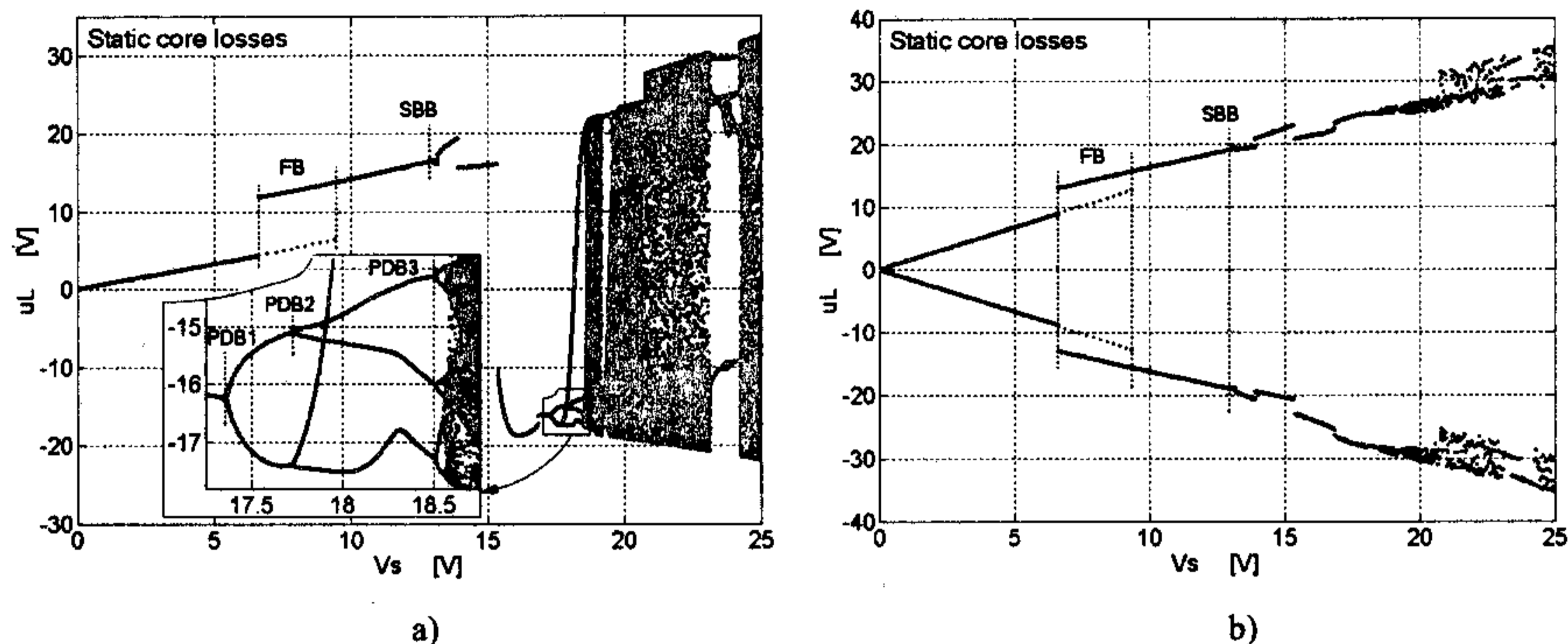


Figure 8 – Bifurcation diagram (a) and sensitivity analysis (b) for V_S (static core losses)

All kinds of bifurcations happen for lower source voltage values than in the case of dynamic core losses, see Tab. 1. Furthermore, because of improper description of damping in saturated state, primary current reach its higher values than in the case of assuming dynamic description of core losses. Especially for higher values of the source voltage, the system is very unstable; the birth of chaotic oscillations evolves in a little bit strange way (from the beginning of period doubling process) but finally behaves according to the Feigenbaum scenario [11]. Such instability is also produced by the high order polynomial used in our calculations.

	Bifurcation						
	FB	SBB	PDB1	PDB2	PDB3	PDB4	PDB5
Dynamic	8.093 V to 9.949 V *)	16.54 V	21.218 V	22.721 V	23.191 V	23.293 V	23.315 V
Static	6.654 V to 9.321 V *)	13.00 V	17.330 V	17.726 V	18.510 V	18.556 V	18.566 V

Dynamic = dynamic description of core losses; Static = static description of core losses;
 *) Because of possible different initial conditions there is a range in the voltage values

Table 1 – Values of bifurcation parameter V_S for different bifurcation points

Our calculations also show the transition towards chaotic regime. The period doubling route resulting in chaotic behavior can be described by the sequence of bifurcation parameters λ_k , which obeys a geometric law with a universal constant [11]. This constant, called Feigenbaum constant, has been defined as the limit

$$\delta = \lim_{k \rightarrow \infty} \left(\frac{\lambda_k - \lambda_{k-1}}{\lambda_{k+1} - \lambda_k} \right) \approx 4.6692016... \quad (2)$$

However, in practical applications the limit $k \rightarrow \infty$ cannot be taken. Nevertheless, an estimate of the Feigenbaum constant can be obtained from a finite sequence of δ .

Using the bifurcation points shown in Tab. 1 as an input for the Eqn. 2, the values of δ can be received. Calculated results are summarized in Tab. 2. From these data it is possible to see the initial strange behavior of period doubling process in the case of static description of core losses. On the other hand, fluent transition towards chaotic behavior can be observed in the case of dynamic representation.

	Value of δ		
	δ_1	δ_2	δ_3
Dynamic	3.1979	4.6078	4.6364
Static	0.5051	17.0435	4.6000

Table 2 – Values of δ considering static and dynamic representation of core losses

In the above analysis only one case of many possible were studied. In reality we can know the value of resistance or capacitance but it can be quite difficult to know exactly and for all possible cases the initial value of the magnetic flux ϕ . For those kinds of purposes, more complex sensitivity analysis is necessary. Such an analysis can be very difficult to interpret because of many variable parameters. Therefore 2D Sensitivity analysis (two parameters are varying) seems to be useful. In the Fig. 9 the source voltage value V_S and the initial value of the magnetic flux are used as variable parameters. The color palette is used to distinguish the maximum value of primary voltage V_1 . Nevertheless, the most important for our study is the border between areas of different behavior: area with no possibility of ferroresonance (NF) and area where ferroresonance (F) will occur. The border can be clearly seen due to the ferroresonance phenomena (sudden jump in magnitude of the primary voltage).

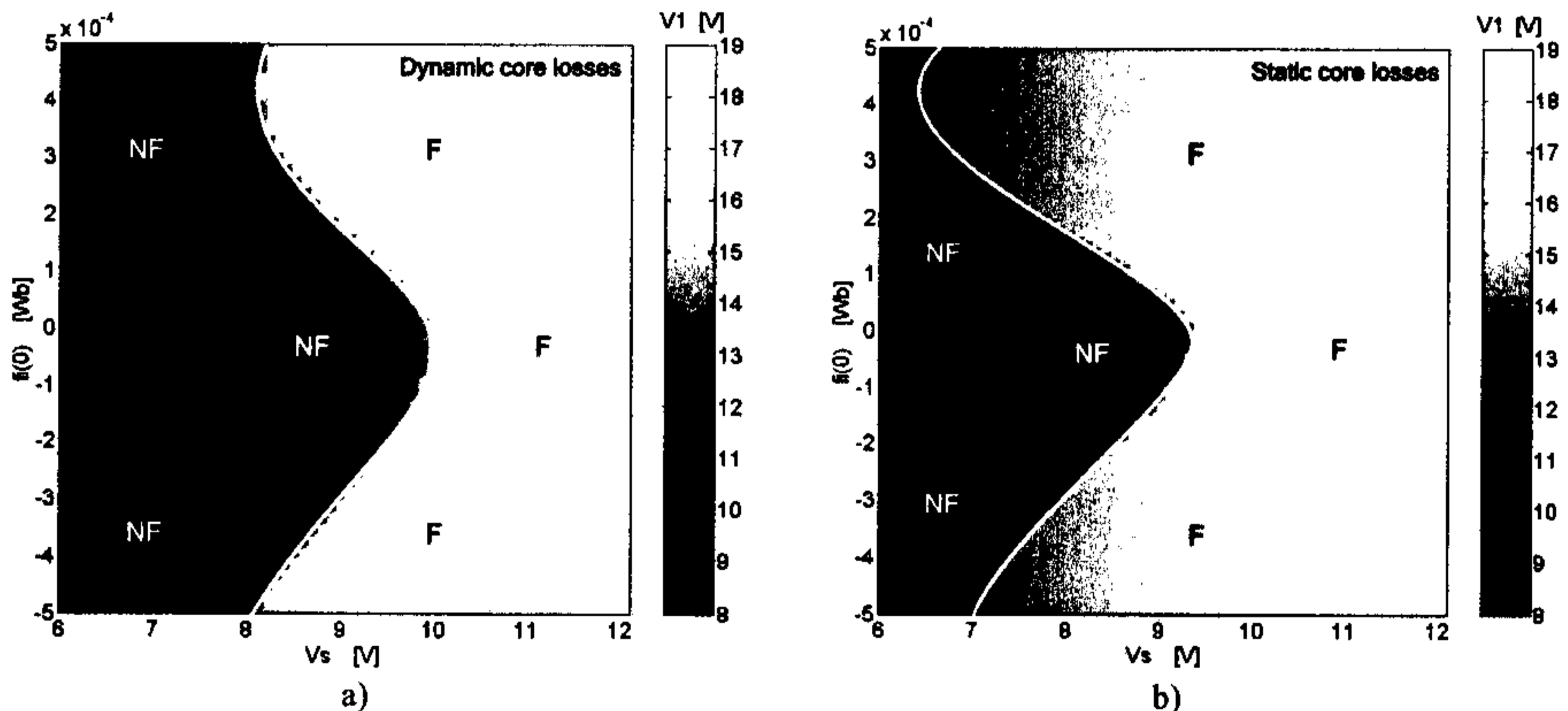


Figure 9 – 2D Sensitivity analysis for varying V_S and $\phi(0)$ using dynamic (a) and static (b) representation of core losses

It is possible to see that the worst cases, represented by an earlier transition into ferroresonance, occur under initial value of the magnetic flux corresponding to the maximum or minimum value of the source voltage. On

the other hand, when the initial value of the magnetic flux is zero a higher value of the source voltage is necessary to bring the transformer into ferroresonance. Comparing Fig. 9a (calculated by using dynamic representation of core losses) with Fig. 9b (calculated by using static representation of core losses) already mentioned differences can be clearly seen. Furthermore, the unstable area in Fig. 9 (three possible solutions are available for V_S value depending on the initial condition of the magnetic flux) is smaller in the case of dynamic representation.

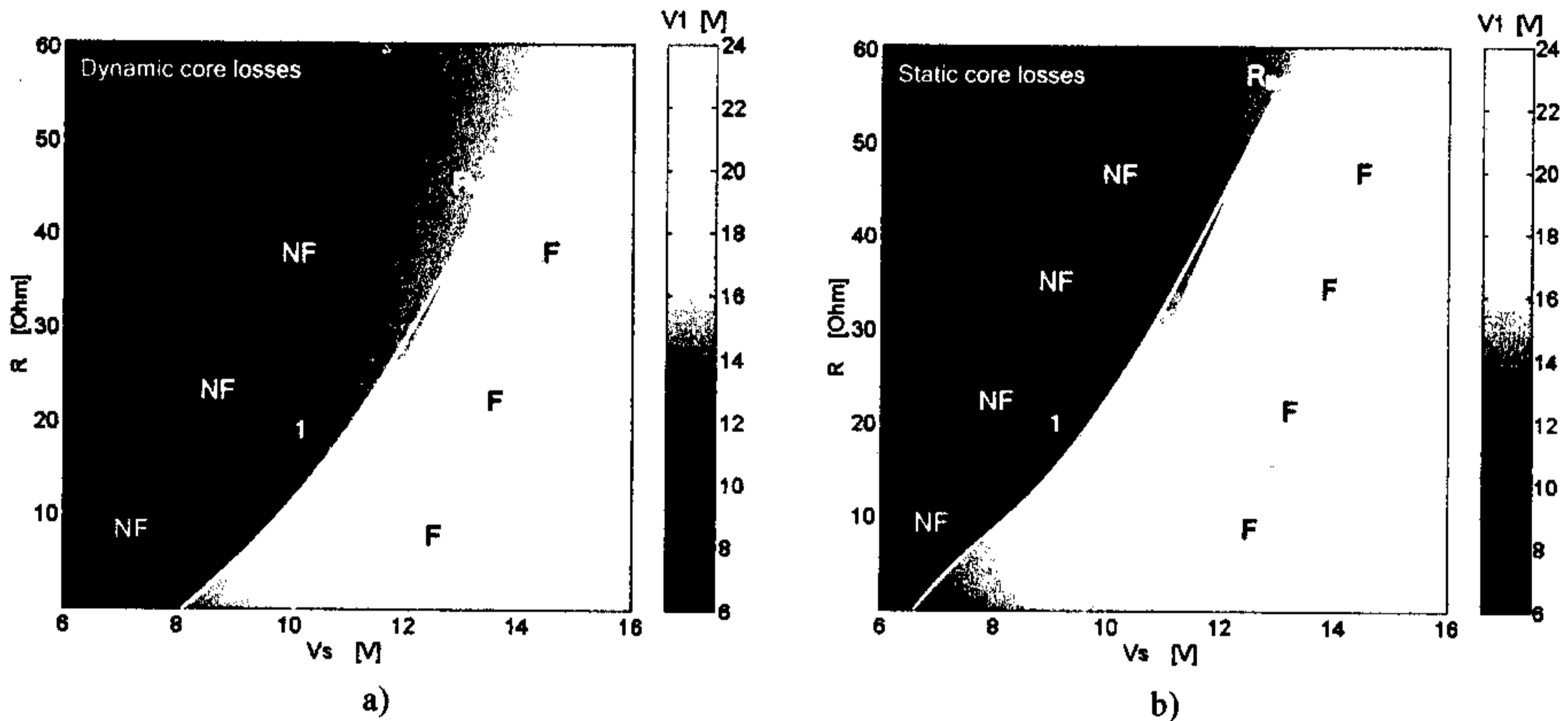


Figure 10 - 2D Sensitivity analysis showing hysteresis effect with variable V_S and R by using dynamic (a) and static (b) representation of core losses

Similar idea can be used for 2D Sensitivity analysis with varying the value of series resistance R together with the value of the source voltage V_S . The capacitance value is fixed – $C = 30 \mu\text{F}$. In Fig. 10, it is possible to see the unstable areas given by different initial conditions. Lines 1 and 2 create borders between results received by using maximum initial value of the magnetic flux and its zero value. The area between those two lines corresponds to the parameter values for which the system may or may not come into ferroresonance, see R - E plane in Fig. 6. Everything depends on the initial conditions. It is the area of possible ferroresonance (PF). There are also other two areas. One is the area where ferroresonance will not occur – no ferroresonance (NF), and the other one is the area where ferroresonance will occur - F under all initial conditions of magnetic flux. The critical value of the series resistance R_B is a value, from which the system loses its sensitivity to initial conditions and system does not exhibit any sudden jumps. Yes, system can operate in saturated area, nevertheless there are no ferroresonant oscillations. For series resistance values higher than R_B all of them are successfully damped. The value of R_B are $R_B = 43 \Omega$ (dynamic representation) and $R_B = 55 \Omega$ (static representation).

As it is possible to see from Fig. 10, the unstable area where there is a possibility of ferroresonance (PF) is bigger in the case of static representation of core losses. This means that transformer, using this kind of representation for calculations, will exhibit higher level of instability than what actually occurs in reality. This results in the necessity of considering dynamic behavior of transformer core losses for ferroresonance studies.

4. CONCLUSION

The two kinds of analysis have been presented: one, using the widely used static description of transformer core losses, and the other one using dynamic representation. It was shown that by employing only a static description of core losses there is a higher level of instability for possible solutions. This result does not correspond to our measured outputs. Real measurement shows higher damping effect and lower level of instability than what was calculated by using static representation.

Better solution presented in this paper is to employ the dynamic representation of core losses. This method provides results with lower level of instability and those results are closer to the practical measurements than those received by using static description. Our calculations result in the necessity of using dynamic description of transformer core losses for ferroresonance studies.

It should be emphasized that we do not introduce the most accurate model of transformer. There exist more complex and accurate models [12]. Proposed method provides only one possible way for a qualitative description of the effects of magnetic hysteresis in magnetic circuits and, furthermore, the consequences of assuming the static and the dynamic representation of core losses. In respect to the more complex models of the transformer (which require a lot of hardly-to-obtain information concerning the transformer under study), presented model is based on the measured current and voltage values which are not so difficult to obtain. It has been proved that such a model provides the outputs of ferroresonance studies with sufficient accuracy and makes the method to be applicable for bigger transformer units.

REFERENCES

- [1] Lamba, H., Grinfeld, M., McKee, S., Simpson, R.: Subharmonic ferroresonance in an LCR circuit with hysteresis, *IEEE Transaction on Magnetics*, Vol. 33, No. 4, 1997, pp. 2495-2500.
- [2] Jacobson, D. A. N., Menzies, R.W.: Investigation of Station Service Transformer Ferroresonance in Manitoba Hydro's 230-kV Dorsey Converter Station, *Proc. of the Int. Conf. on Power Systems Transients IPST'2001*, Rio de Janeiro, 2001, paper 088.
- [3] Santesmases, J., G., Ayala, J., Cachero, A., H.: Analytical approximation of dynamic hysteresis loop and its application to a series ferroresonant circuit, *Proceeding IEE*, Vol. 117, No. 1, 1970, pp. 234-240.
- [4] Iwahara, M., Miyazawa, E.: A Numerical Method for Calculation of Electromagnetic Circuits using the Tableau Approach, *IEEE Transaction on Magnetic*, Vol. MAG-19, No. 6, 1983, pp. 2457-2460.
- [5] Kraus, J. D.: *Electromagnetics*, International edition, McGraw-Hill, 1991.
- [6] Iwahara, M., Yamada, S.: Characterized Hysteresis Model and a Magnetic Pulse Compression Circuit, *Journal of Electrical Engineering*, Vol. 48, 1997, pp. 24-25.
- [7] Carnahan, B., Luther, H. A., Wilkes, J. O.: *Applied Numerical Methods*, John Wiley & Sons, Inc., 1969.
- [8] Javora, R., Blazek, V.: Ferroresonance in Power Systems: A Study based on Catastrophe theory, *Proc. of the 2nd Conf. Nostradamus 1999*, Zlin, 1999, pp. 26-31.
- [9] Kojovic, L., Bonner, A.: Ferroresonance – Culprit and Scapegoat, *The Line*, Vol. 12, 1998, pp. 5-11.
- [10] Poston, T., Stewart, I.: *Catastrophe theory and its application*, MIR Moscow, 1980.
- [11] Moon, F. C.: *Chaotic Vibrations – An Introduction for Applied Scientists and Engineers*, John Wiley & Sons, 1987.
- [12] Torre, E. D.: *Magnetic Hysteresis*, IEEE Press, New York, 1999.

金沢大学自然計測応用研究センター年報第1号

編集委員会

井上睦夫・柏谷健二・木下栄一郎・小林史尚・鈴木信雄
田中志信・長谷部徳子・山田外史・山本政儀

2003年3月25日 印刷

2003年3月31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

〒920-8665 金沢市兼六元町 3-78

株式会社 山越

金沢大学自然計測応用研究センター年報第1号

編集委員会

井上睦夫・柏谷健二・木下栄一郎・小林史尚・鈴木信雄
田中志信・長谷部徳子・山田外史・山本政儀

2003年3月25日 印刷

2003年3月31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

〒920-8665 金沢市兼六元町 3-78

株式会社 山越