

日中科学技術

No. 92

2000.3.20

発行所

日中科学技術交流協会

〒152-0023 東京都目黒区八雲2-8-11
第1益戸ビル3F 電話 03(5701)4913

野上茂吉郎記念研究奨励賞(第12回)
伏見康治研究奨励賞(第11回)
高度自動化研究奨励賞(第11回)
天田科学技術研究奨励賞(第10回)
有山兼孝記念研究奨励賞(第8回)
環境科学研究奨励賞(第1回)

中国人留学生研究奨励賞を受賞して

環境科学研究奨励賞を受賞して

この度、日中科学技術交流協会の第1回環境科学研究奨励賞を受賞致しまして、大変光栄に存じております。ここで、日中両国の科学技術交流に大きな貢献をなされている菅野昌義会長を始め、協会の諸先生方や事務の方々に心から感謝の意を申し上げます。また、私を積極的に推薦して頂き、これまでの5年間研究指導等色々お世話になっている指導教官の小倉紀雄教授、日中両国の環境事業の発展に多大な貢献をされた千葉大学名誉教授鈴木伸先生に厚くお礼を申し上げます。

私の経歴を簡単に申し上げますと、北京林業大学を卒業した後、1993年に中国環境科学院に就職し、その1年後文部省国費留学生として来日致しました。

私は東京農工大学農学部小倉紀雄研究室におい

東京農工大学大学院院生 馮 延 文

て、およそ5年間、北京郊外及び東京郊外の森林小流域における大気沈着物の化学的特徴及び物質循環に関する日中共同研究を行ってきました。これまでに得られた研究成果について簡単に説明致します。

近年、北京市では経済の急速な発展に伴い、石炭の使用量や自動車数が急増することにより、大気中の二酸化硫黄、窒素酸化物、フッ化物などの物質の濃度及び沈着量はかなり高くなり、大気環境、生活環境の悪化をもたらしています。北京市内の大気汚染に関する研究は1980年から行われてきたが、郊外では、大気汚染や汚染物質の特徴に関する研究はあまり行われていません。本研究の目的の一つとしては、北京郊外における大気汚染の特徴及び汚染物質の発生源を明らかにすること

です。

北京郊外の十三陵における降水中で SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} の濃度は他のイオンより顕著に高く、各々総陰イオンと陽イオンの70%、60%以上を占め、この特徴は日本では見られません。日本東京多摩丘陵の波丘地は NO_3^- が最も高く、37%を占めました。十三陵では、降水中の SO_4^{2-} 、 NO_3^- などの酸性物質の濃度及び降水による酸性沈着量は波丘地より高いが、降水中のアルカリ性物質である Ca^{2+} 、 NH_4^+ 濃度が高く、中和されていたので、pHは6年後、「酸性雨地域」にはなっていませんでした。しかし、1995年～1998年の間、降水中の SO_4^{2-} 濃度が1.1倍、 NO_3^- が1.5倍に増加し、 NO_3^- の増加率は SO_4^{2-} より大きくでした。 SO_4^{2-} の増加は化石燃料の消費量の増加により排出された SO_2 が降水に取り込まれたことと関連があると考えられるが、1998年に北京市では SO_2 の汚染を抑えるために、硫黄の含有量が0.5%未満の石炭しか使えない新しい規制制度が制定されました。この規制制度の実施により、北京市の二酸化硫黄の汚染が改善される可能性が高いと考えられます。

一方、 NO_3^- の増加は車の排気ガス量の増加と関わっている。北京市では1998年の一年間に170,000台の車が増加しました。窒素酸化物の濃度は年々大幅に増加し、今後、二酸化窒素の汚染が激しくなる恐れがあると考えられます。本研究で得た結果は、北京郊外における汚染抑制対策案策定の基礎データとして活用できると考えております。

十三陵における降水中のフッ化物の濃度は $18 \mu\text{eq/l}$ で、多摩丘陵の波丘地の $1.93 \mu\text{eq/l}$ より9倍以上高くでした。フッ化物は、様々な環境に影響を及ぼします。大気中に1 ppbレベルの極微量濃度で存在しても、多くの植物に顕著な被害をもたらし、アジア、欧米などでフッ化物等の大気汚染物質の森林生態系に与える著しい影響が見られました。また、人の健康にも悪い影響を及ぼし、特に骨と歯に対して回復困難な損害を与えます。全国において、上海市を除く31省、自治区、直轄市がフッ化物汚染に暴露されています。しかし、

北京郊外ではフッ化物に関する研究は殆ど行われていません。本研究では、フッ化物の汚染状態や発生源を明らかにし、森林集水域におけるフッ化物の挙動、物質循環を明らかにし、森林、土壌に及ぼす影響を検討することに目的として研究を行ってきました。

北京市における大気エアロゾル中の可溶性フッ化物濃度の平均値は $0.61 \mu\text{gm}^{-3}$ で、日本盛岡の $0.0086 \mu\text{gm}^{-3}$ より76倍高くでした。また、季節によって異なり、夏季の7、8月に最も低く、冬季の11、12月には特に高く、夏季のおよそ10倍以上の高さでした。なぜなら、北京の冬季には湿度が低く乾燥しているため、風塵や土壌粒子などの関与が夏季よりはるかに多く、また、夏季より暖房用石炭の使用が増加するからです。

大気中のフッ化物はリターフォール、林内雨、樹幹流とともに林床へ供給されます。林内雨による供給量は全供給量の90%以上を占めました。葉に沈着、蓄積されたフッ化物を林床へ還元するのは、主として雨による洗脱であることが分かりました。十三陵の土壌のpHは高く、7前後で、土壌中のフッ化物の含有量は292ppmで、土壌の世界平均値300ppmと同じレベルでした。そのために、植物による土壌からフッ化物の吸収は少なく、無視できると考えられます。

林床へ到達したフッ化物の一部は流出水により集水域から流出し、残った部分は集水域に蓄積しました。十三陵の土壌中の水可溶性 Ca^{2+} の濃度が高く、 Al^{3+} の濃度が少ないので、Fが土壌中に浸透すると、大部分が Ca^{2+} と結合し、 CaF_2 を形成し、土壌中に蓄積したと考えられます。しかし、土壌は高い酸中和能と高濃度の可溶性 Ca^{2+} を持っているため、現在まで土壌の酸性化、植物への顕著な損害や可視障害はまだ現れていません。しかし、現在と同レベルの酸性沈着物やフッ化物などの大気沈着が降下し続けると、将来、地下水、植物及び生態系に何かの被害を与えることが考えられ、これらの発生源対策が重要です。森林集水域におけるフッ化物の循環を明らかにしたことによって

本研究は、汚染抑制対策案の策定や汚染状況の将来予測に役立てるものと考えております。中国において、その社会的貢献度は多大であると考えられます。

今回、その研究が認められ、大変名誉な賞を頂き、大変感謝しております。最後にもう一度、日

中科学技術交流協会会長菅野先生を始め、諸先生方に厚くお礼を申し上げます。今後より良い研究成果を得るために、又、日中両国の科学技術交流に役立つように一層努力して参りたいと思っております。

野上茂吉郎記念研究奨励賞を受賞して

今回、日中科学技術交流協会の第12回野上茂吉郎記念研究奨励賞を受賞致しまして、大変光栄に存じます。まず、日中科学技術交流協会会長菅野昌義会長及び故野上茂吉郎先生に厚くお礼を申し上げます。また、推薦して頂いた電気通信大学学長有山正孝先生、ここまで研究指導や日常の御配慮を頂きました恩師伊理武男教授に心から深く感謝致します。

私は1989年7月北京理工大学を卒業し、1997年に電気通信大学電気通信研究科電子物性工学専攻修士課程を修了し、現在、同専攻の博士課程3年生として、卒業に向かってがんばっております。

修士課程入学から現在まで「 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 系酸化物高温超伝導セラミックスのトンネル接合」について研究をしてきました。

酸化物高温超伝導体の研究の中でトンネル分光法は重要な手段の一つとして多くの研究者によって使われています。良質なトンネル接合を作製するために、STM/STS、point contact junction、break junction、planar junctionなどが用いられています。 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ セラミックスは酸化物高温超伝導体の中で、酸素が抜けやすく、水分と反応しやすい性質を持っているため、良質なトンネル接合が得難く、トンネルスペクトル測定に関する報告が少ないのが現状です。

単相の $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ セラミックスは酸素気流中での焼結法によって容易に実現することができます。トンネル分光法による超伝導発現機構の研究

電気通信大学大学院生 韓 笑

には良質なトンネル接合の作製が極めて重要です。

本研究では、このセラミックス上での良質なトンネル接合の実現を目指して、X線回折による $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ セラミックス表面上の結晶粒の配向性、X線光電子分光法を用いてトンネル接合海面の組成分析、また、電気的交流3端子法による海面絶縁層の評価などを行ないました。さらに、トンネルスペクトル上に現れるゼロバイアス異常とこれらの関係を解明することにより、高温超伝導体応用デバイスに向けての基礎過程を研究しました。

トンネル接合の作製には、酸化しやすい金属Alを $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ セラミックスの表面上に直接真空蒸着することによって実現しました。Alは酸化しやすい金属であるため、 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 表面近傍の酸素と反応し、金属電極Alと $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ 表面の間には酸化膜が形成されます。

$YBa_2Cu_3O_{7-x}$ セラミックスはランダムであることが一般に知られていますが、成型したセラミックス試料の表面近傍には、表面に平行なc面を持つ配向粒が存在することをX線回折の測定で見つけました。このc軸選択配向性は表面から深さ約0.06mmまで続くが、それよりも深いバルク内部はランダムになっています。SEMによる成型前の粉末結晶粒の観察から、個々の粒形状は異方的な平板状であり、これを加圧成型する際にはセラミックス表面の結晶粒にはそのc面を表面に平行とさせる力の作用が選択配向の要因であることを明らかにしました。

金属Alをセラミックス試料の表面に蒸着をすると、接合界面にアルミ酸化物層が生成すると同時に、酸素欠損層が生成されました。X線光電子分光法で、この酸素欠損層の存在をはじめて直接観測しました。熱処理の過程で、結晶粒が存在するときは酸素欠損層が完全には消失しませんが、これを取り除くことで完全に消失した。この酸素欠損層の回復速度が遅れる原因は配向粒の存在による $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ バルクからの酸素補給が難しいためであると提案しています。

接合界面の $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ セラミックスの表面には、表面に平行なc面を持つ配向粒が存在し、これらの配向粒は酸素が欠損しています。このようなトンネル接合を用いてトンネルスペクトルを測定すると、コンダクタンスカーブ上にゼロバイアス異常が現れます。一方、配向粒を取り除いて、熱処理を加えた接合ではゼロバイアス異常は全く

現れていません。接合界面に存在する酸素欠損した配向粒がゼロバイアス異常の起因の一つであると提案しました。また、これらの酸素欠損した配向粒はゼロバイアス異常を起こすだけではなく、トンネルスペクトルの低バイアス領域のスペクトル構造にも影響します。このことについては2次微分トンネルスペクトルからはっきり見えました。これらにより、良質なトンネル接合の作製には、表面を研磨し、熱処理を加えることが必要であることを明らかにしました。

本研究で得られた成果は、酸化物高温超伝導体の要素技術として期待できます。

今回、受賞したことは、私にとって留学中の研究成果を評価して頂いただけではなく、これからの研究の大きな励みになると思います。今後もよりよい研究成果をあげられるように一層努力したいと思います。

天田科学技術研究奨励賞を受賞して

東北大学講師 黄 錦 涛

日中科学技術交流協会の第10回天田科学技術研究奨励賞授賞をいただき、本当にありがとうございます。2000年の前に研究奨励賞を受賞したことは、私にとって一番いい記念だと思います。日中科学技術交流協会、天田金属加工機械技術振興財団、指導教官東京大学大学院山脇道夫先生に、心から感謝申し上げます。

私は1986年中国の清華大学を卒業しました。そして同大学で修士課程を修了し、助理研究員として勤めていました。1994年10月に、東京大学システム量子工学専攻に進学しました。山脇先生と助教授の山口先生の指導下、1997年9月に博士号を取りました。現在までは東北大学金属材料研究所で研究をしています。

東京大学博士課程の3年間に行った研究内容は強放射能核分裂生成物(FP)炉内化学の質量分析的研究です。雰囲気制御型高温質量分析計を

用いることにより、軽水型発電炉の事故解析上必要と考えられた、Cs、Ba、Srとウランの各複合酸化物の蒸発特性への雰囲気ガス効果を調べた。実験結果に基づいて熱力学的データを評価して、計算機コードChemsageを用いて酸化や還元雰囲気下での蒸発特性について模擬計算をした。従来実験的に観察されていたCsを含む蒸発種の分圧が、水蒸気、水素雰囲気に拘わらず、真空蒸発の場合に比べ常に高いこと、また還元雰囲気下でBa、Srを含む蒸発種の分圧が酸化雰囲気下に比べて高い分圧を持つことの原因を説明することができた。

先ず研究背景を簡単に説明します。ウラン酸化物を照射燃焼させている間中、大量の核分裂生成物が生成することは良く知られている。それらの中でもCs、SrおよびBaは、人間環境へ広く拡散しやすく有害であるために重要視されている。原

子炉炉心の重大な事故時におけるこれらの物質の放出挙動は、公衆の健康障害を考えた場合、非常に重要である。一方、これらのFPと酸化物燃料とから生成される複合化合物も多量に生成する。さらに、これら生成物の化学的安定性は、燃料の熱伝導、スウェリング、クリープ、融点およびFPの揮発性、物理的特性に関して大きな影響を与える。多くのFP化合物について以前から研究されているが、 $BaUO_3$ と $SrUO_3$ の蒸発特性に関する研究は少なく、さらに Cs_2UO_4 と CsU_4O_{12} の蒸発特性に関しては、ほとんど明らかにされていなかった。しかしながら、これら化合物の熱力学的データは、定常と非定常の炉心における、材料の化学的状態の解析に重要である。

この研究では、高温でのクヌーセン蒸発質量分析法によって、 $BaUO_3$ 、 $SrUO_3$ 、 Cs_2UO_4 および CsU_4O_{12} (s)の蒸発特性を調べた。初めにクヌーセン高温質量分析法により、 $BaUO_3$ と $SrUO_3$ のそれぞれについて主な蒸発種の蒸気分圧の絶対値を測定した。 $BaUO_3$ と $SrUO_3$ のギブスエネルギー、標準生成エンタルピーを評価した。

原子炉のシビアアクシデント時には、被覆管のジルコニウムと H_2O の反応によって水素が生成されることから、 H_2O あるいは H_2 環境における $BaUO_3$ 、 $SrUO_3$ 、 Cs_2UO_4 および CsU_4O_{12} (s)の蒸発挙動に関して研究した。 D_2/D_2O 雰囲気中で Cs (g)圧は上昇し、 Ba (g)、 Sr (g)の圧力は、全て減少することが分かった。このことから、核分裂生成物 Cs は、LWR事故時には、 Ba あるいは Sr よりも、より多く放出されることが示された。

$Cs-U-O$ システムの中で Cs_2UO_4 、 CsU_4O_{12} の高温での特性は、まだ完全には知られていない。そこで、

600℃から1300℃の温度範囲で Cs_2UO_4 、 CsU_4O_{12} の蒸発について、 D_2 あるいは D_2O のある場合と無い場合とで研究した。 D_2/D_2O (g)で Cs_2UO_4 からの Cs (g)圧の上昇は、かなり大きい。これは、核分裂により生成したセシウムが、LWRのシビアアクシデント状況下で、炉心から高い可能性で漏洩することを示唆している。一方、 CsU_4O_{12} の蒸発に関しては、共存する UO_{2+x} のせいで D_2 (g)あるいは D_2O (g)環境における酸素ポテンシャルの変化は小さくおさえられたので、 Cs_2UO_4 の場合のような強い影響は示さなかった。

残念ながら、Knudsenセルの内部の環境は、外部ガス溜めから導入するガスの流量がある上限値を超えられない為、比較的狭い範囲でしか制御できない。この欠点を克服するために、実験結果に基づいて熱力学的データを利用して、計算機コードChemsageを用いて酸化や還元雰囲気下での $Cs-Ba-Sr-U-O-H$ 系の蒸発特性を模擬計算した。従来実験的に観察されていた Cs を含む蒸発種の分圧が、水蒸気、水素雰囲気拘わらず、真空蒸発の場合に比べ常に高いこと、また還元雰囲気下で Ba 、 Sr を含む蒸発種の分圧が酸化雰囲気下に比べて高い分圧を持つことの原因を説明することができた。

実験結果及び計算結果、双方とも環境条件はこれら Cs 、 Ba 、 Sr とウランの複合酸化合物の蒸発挙動に強く影響することを示した。

最近、原子力安全に対する責任感を感じています。社会の受容性を高めることを考えています。これからも、今までの経歴と実績を活して、高速炉(FBR)冷却材のナトリウム燃焼と雰囲気の関係調べたいと思います。

高度自動化研究奨励賞を受賞して

この度、日中科学技術交流協会より、第11回高度自動化研究奨励賞授賞を頂きまことに有難う御座いました。ここで、日中科学技術交流協会並び

理化学研究所研究協力員 林 偉 民

に財団法人高度自動化技術振興財団に対しまして、感謝の意を申し上げます。また、ご推薦をいただきました埼玉大学工学部機械工学科荒木獻次

教授並びに5年間研究指導をいただきました埼玉大学大学院理工学研究科の河西敏雄教授に深く感謝を申し上げます。

私は1985年中国の福建機電学校を卒業し、教師として残されました。その後、日本に留学のために来日し、埼玉大学に入学しました。大学を卒業してから、修士、博士課程に進み、今年3月に博士課程を修了し、博士(工学)学位を授与されました。今年4月から理化学研究所の素形材研究室において引き続き硬脆材料の超精密加工に対して研究を行っています。埼玉大学におきましては、私は主に硬脆材料の超精密ポリシングを研究しました。その研究成果を簡単に報告します。

1994年4月に埼玉大学大学院理工学研究科博士前期課程に入学した当初、シリコンウエハの赤外線透過性を利用した局所的なメカノケミカル作用によるウエハの平面度の修正研磨を提案・検討しました。研究論文等に発表するところには結び付きませんでした。高精度・高品質研磨技術を身に付け、その後のLSIデバイスウエハの平坦化プラナリゼーションポリシング、すなわちCMPの基礎研究で活かすことができました。石英ガラス基板にモデル凹凸パターン溝をつけ、その平坦化のためのポリシング条件などを蓄積しました。加工物とポリシングパッドの相対速度、圧力、時間と凹凸パターン溝深さの変化を求め、平坦化精度にポリシングパッドの機械的性質、更に、そのパッドの表面状態の影響を受けることを明らかにしました。

1996年4月に埼玉大学大学院理工学研究科博士後期課程に入学し、「ポリシングにおける加工面平滑化に関する研究」に着手しました。上記のCMPを含め、加工面の凹凸の平滑化のメカニズムの解明を行いました。

そこでは、性質の異なるn種類の材料を一体にした異種材料構成加工物のポリシングを行うモデルをもとに、ポリシング過程において変化していく材料間段差及びそれが最終的に定常状態に達する材料間段差の計算式を導出しました。その検証

では、加工特性が異なる4種類のガラスで構成した加工物を準備し、長時間にわたるポリシングによって材料間段差変化の推移を実験によって求め、4種類のポリウレタン系ポリシングパッドで材料間段差の変化が理論値とよく一致することを示しました。

材料間段差の生成には様々な要因がありますが、特に、ポリシングパッドの弾性変形が注目されました。すなわち、ポリシングパッドのバルクの弾性変形定数でなくパッド表面の微小凹凸を含む弾性変形定数が大きく関係しています。これを直接測定することは困難であるが、上記の異種構成材料間に発生する段差から理論的に求めることができることを示しました。

ポリシングパッド表面の微小凹凸については、ポリシング進行に伴い変化していくので、触針式表面粗さ測定機を用いる三次元形状測定を行うこととし、適切な先端半径の触針を提示しました。ポリウレタン系のポリシングパッドの表面処理法として、ポリシングの途次にブラシ洗浄を行う場合とダイヤモンド砥石によるドレッシングを導入し、パッド表面微小凹凸の変化と加工量や材料間段差の関係を追究しました。

更に、CMP技術に関連した実験的検討を行いました。特に、ポリウレタンポリシングパッドの表面状態と加工面の平滑性の関係を追求しました。その研究では、凹凸パターン密度の異なる部分を持つ加工物を異種材料構成加工物に置き換えることができるという考えのもとで4種ガラス構成加工物の研磨を行いました。ポリシングパッド表面の凹凸のほかに、研磨中に研磨材の供給量を増加させてハイドロプレーン現象が伴うようにすると材料間段差が大きくなることを明らかにしました。ハイドロプレーン現象を抑えるように基盤目状の溝付きポリシングパッドを用いたところ加工物の凹凸の平滑化に有利になる結果を得ました。また、CMPにおける研磨剤の選定も考察しました。これらは、現在のCMP技術にそのまま反映できます。

そのほか、水晶薄片の両面ポリシングにおける加工物とキャリア金属間の段差を取り上げました。キャリア金属には、ばね材を用いる中で工具鋼(SK-5)と燐青銅について検討しました。その結果、燐青銅が工具鋼(SK-5)より、水晶との間の材料間段差が小さく、水晶薄片の両面ポリシングにおいて割れを押さえることができ、キャリア材料として適します。

ポリシング技術は人類の歴史と共に発展してきましたが、しかし、加工に影響する因子が多く、今日まで加工のメカニズムが解明されていないま

ま応用しています。私はポリシングの精度やポリシヤの測定方法について研究史、ポリシングにおける精度劣化およびポリシヤの測定方法を解明しました。今後さらにこの分野の研究を深め、ポリシング加工のメカニズムの解明に努力します。

最後に再び日中科学技術交流協会並びに財団法人高度自動化技術振興財団に対しまして感謝の意を表します。また日本の留学生活中に私を支援して下さいました関係の皆様篤く御礼を申し上げます。

環境研究奨励賞を受賞して

この度、日中科学技術交流協会の環境研究賞を受賞致しまして、誠に光栄に思います。因みに、ご推薦をしていただきました千葉大学の近藤昭彦先生と鈴木伸先生に厚くお礼を申し上げます。

私は1985年瀋陽農業大学大学院を終了し、その後、中国科学院瀋陽応用生態研究所の研究員を務めていました。現在、千葉大学自然科学研究科人工システム科学専攻で勉強しています。研究分野は植生リモートセンシング、植物群落生態学、植物個体群生態学、森林生態学等です。現在は衛星リモートセンシングによる植生判読のモニタリングを研究しています。

来日前まで、野外調査を手法とした植物群落生態学の研究をしていました。これは、小さなスケールでの研究ですが、地域的研究を行うには、リモートセンシングや地理情報システム(GIS)など現代的な手法に頼らなければ想像できない仕事です。本研究は地理情報システムの手法を用いて、中国東北部の植生の人為的影響による変化を解析しました。生態学理論に基づき、植生と気候条件の相関関係を分析した上、潜在植生を推測して、現存植生と比べました。その結果、森林被覆率は研究地域の70%から現在の23%に減少することに

千葉大学大学院生 劉 琪 環

対して、農業用地、市街地等、非森林用地が広がっております。気象条件によると、研究地域の約半分は物質生産量の高い極相である針広交混林に適するが、この植生の残存量(被覆率)は5%以下になっております。南部に分布する広葉樹林はほとんど残っておりません。

生命ゾーンはある気象条件での成帯性生物群落で、極相群落とも言います。この概念は生態系管理、植生の人工回復などのための重要な原則であります。世界中に、人間活動により、原生植生の残存は極めて少なくなっております。生態系の人工回復は人類の重大な課題となっております。しかし、たいいていの人工群落(植林等)は病虫害が多く、土壌が悪化する状態にあり、不安定であります。生物と環境の関係を無視するのが原因であります。生命ゾーン理論に基づき、極相の方向へ回復させるのが基本原則であると考えられます。このため、生命ゾーンと環境の関係解明するのが極めて重要であります。

本研究は中国東北地域を対象として、潜在植生を理論的に復元しました。研究地域は南から北へ落葉広葉樹林帯、針広交混樹林帯、落葉針葉樹林帯で、東から西へ森林、森林草原、草原で、生命

ゾーン研究するには、理想的であります。

研究に使用したデータは気象データの気温、降水、湿度、風速、日照時間と現存植生図であります。植生を支配する気象要因は温度と水分条件であります。本研究では、前者を温かさの指数(WI)、後者を蒸発率(ER)で表します。残存の極相植生及び指標植生を利用して、植生と気象条件の相関関係を解析して、気象-植生分類システムを作りました。この分類システムを用いて潜在植生と導きました。研究地域では、4つの生命ゾーンに分けました。4種類の潜在植生はそれぞれ、落葉

広葉樹林(WI80~94°C・月、ER0.65~0.88)、針広交混林(WI50~80°C・月、ER0.65~0.88)、落葉針葉樹林(WI36~40°C・月、ER0.77~0.88)、草原(WI44~84°C・月、ER0.88~0.97)であります。中では針広交混林の面積がもっとも大きいです。その次は草原、落葉針葉樹林、落葉広葉樹林の順である。草原の面積はほとんど変わっておりません。

今後は、衛星画像を利用して、生態系の自然遷移及び人間の影響による変化を行っていきたいと思います。

天田科学技術研究奨励賞を受賞して

分子科学研究所特別協力研究員 欧陽建勇

この度、日中科学技術交流協会の第10回天田科学技術研究奨励賞を受賞して、誠に光栄に存じます。ここで、日中科学技術交流協会並びに天田金属加工機械技術振興財団に深く感謝申し上げます。また、私を積極的に推薦していただいた宇宙開発事業団の井口洋夫先生、この3年間研究指導や色々お世話になっている恩師葉師久弥教授に厚くお礼を申し上げます。

私は1993年中国の清華大学を卒業してから、中国科学院化学研究所の修士課程に進学し、1996年修士号を取得しました。同秋に文部省国費留学生として、総合研究大学院大学分子科学研究所博士後期課程に進学しました。

私の学位論文名は「BDT-TTPおよびDMTSAの電荷移動塩を用いた有機導体の分光学的研究」です。BDT-TTPとDMTSAは新しい電子供与性分子です。BDT-TTPの電荷移動塩(BDT-TTP)₂Xは液体ヘリウム温度まで安定な多くの金属性物質を輩出します。バンド計算によると、この金属としての安定性は2次元的な電子構造によるものと考えられています。一方θ-(BDT-TTP)₂Cu(NCS)₂は2次元적でありながら絶縁体であり、その電子構造に興味もたれます。また通常1:1の電

荷移動塩はモット絶縁体になることが知られているのですが、DMTSA-BF₄は1:1の電荷移動塩であるにもかかわらず金属的です。この論文では(BDT-TTP)₂Xがどの程度2次元性をもつのか、θ-(BDT-TTP)₂Cu(NCS)₂の電子構造をどう理解するのか、DMTSA-BF₄の金属性は何処から来るのかを分光学的手法で解明する事を目的としています。以下に要約を紹介します。

1. 金属性 BDT-TTP、ST-TTP、BDS-TTP塩のバンド構造

標題物質の電荷移動塩単結晶の偏光反射スペクトルを赤外から可視領域にわたって測定した。反射率には顕著な異方性を持つ2次元的な金属特性が観察された。反射率を解析して強結合バンドのパラメーターである移動積分を実験的に求め、従来の計算によるバンド構造と比較した。その結果、従来考えられているほど2次元性は強くない事がわかった。また低温ではより1次元性が強くなる事も明らかにした。他の物質と比較すると低温領域も含めて代表的な分子導体である(TMTSF)₂PF₆よりわずかに2次元性が強い事が分かった。バンド構造の類似性から、(TMTSF)₂PF₆の相図を利用して(BDT-TTP)₂Xの安定な金属性の理由を理

解する事ができた。

2. θ -(BDT-TTP)₂Cu(NCS)₂の相転移

標題物質は室温ですでに半導体的であり、250Kで相転移を示す事を見出した。バンド計算では閉じた2次元なフェルミ面が予測されるにも拘わらず、スピン磁化率が電荷の局在性を示唆する事から広い意味のモット絶縁体と結論した。相転移に伴い、光学スペクトルやESRのg-値と線幅が大きく変化する事から構造相転移が起こっていると推測した。また類似の構造をもつ他の物質との比較から、構造相転移に伴って電荷に不均化が起こると仮定してマードルングエネルギーの計算を行った。その結果静電エネルギーによる安定化が運動エネルギーによる安定化を上回る事またどのような局在電荷パターンが最安定であるかを予測した。

3. DMTSA-BF₄およびDMTSA-BF₄の電子構造の比較研究

同形構造を持つ標題物質の光学的、電氣的、磁氣的性質を比較する事により、DMTSA-BF₄が電子相関の強い通常の分子導体として理解されるのに対して、DMTSA-BF₄では電子相関の効果が異常に小さく、一電子描像がよく成り立つことを明らかにした。この事がDMTSA-BF₄の金属性のひ

とつの理由であろうと考えている。

4. DMTSA-BF₄の低エネルギー領域の光学遷移

DMTSA-BF₄は基本的に準一時的な導体であり、分子の積層方向に伝導電子が非局在化している事を反射率の測定より明らかにした。積層方向には金属特有のドルーデ型の光学遷移が現れる。この物質では積層方向と垂直な方向にも電子遷移が観測される。この電子遷移は分子がジグザグに積層しているこの物質の構造に起因していると考え、ジグザグに積層した分子の形成する一次元バンドにおける光学遷移を定式化した。この式を用いて数値計算を行った結果、実験結果を定量的に再現する事ができた。

この研究により低次元電荷移動塩の電子構造と相転移に対して深い考察を加える事ができた。これらの結果は分子導体の物性の理解に寄与するのみでなく新しい分子導体の発展に貢献できると考えています。

最後に、留学中奨励金を授与して下さった文部省、ならびに多数のお世話になった方々に感謝致します。今後よりよい研究成果を得るために、また日中両国の科学技術交流に役立つように、一層努力して参りたいと思っております。

伏見康治研究奨励賞を受賞して

この度、日中科学技術交流協会の伏見康治研究奨励賞を受賞して、誠に光栄に存じます。ここで、日中両国の科学技術交流に大きな貢献をなされている菅野昌義会長を初めとする協会の先生方、ならびに伏見康治先生に心から感謝いたします。また、日頃私の研究を熱心にご熱心にご指導していただいた長岡技術科学大学の福田雅夫先生、政井英司先生ならびに、ご推薦していただいた曾田邦嗣先生に厚くお礼を申し上げます。

私は1988年に国費留学生として来日し、久留米工業高等専門学校を経て長岡技術科学大学に入学

長岡技術科学大学博士研究員 彭 学

しました。本学の博士課程を終了後、現在農林水産省所属の生物系特定産業技術研究推進機構の派遣研究員として長岡技術科学大学で務めています。以下私の博士課程の研究を紹介します。

現在、化石燃料の使用による炭酸ガスの増加は地球の温暖化現象や酸性雨による森林破壊など地球環境に様々の影響を与えています。また今後、開発途上国の工業化が進みエネルギー需要の大幅な増加による化石資源の枯渇が予想されます。以上の様な状況下において、化石資源にかわるクリーンで再生産可能な木質系資源等の利用に大きな

期待が寄せられています。私は樹木成分の一つであるリグニンに注目しました。リグニンは芳香環を持つ化合物が様々な様式で結合した高分子であり、リグニンを分解することで工業的に利用価値の高い芳香族化合物素材が大量に得られることが期待されます。博士期間中私はリグニンの生化学的変換系の構築を目指し、リグニン分解菌 *Sphingomonas paucimobilis* SYK-6 のリグニン・ビフェニル構造の代謝に関与する遺伝子群を遺伝学的及び生化学的に明らかにしました。SYK-6株はリグニン・ビフェニル構造を持つ5,5'-デヒドロジバニリン酸(DDVA)の資化菌として単離されました。その分解経路を推定するために代謝実験を行ったところ、DDVAは初めに脱メチル反応により2,2',3'-トリヒドロキシ-3'-メトキシ-5,5'-ジカルボキシビフェニル(OH-DDVA)へと変換され、芳香環開裂反応を含む2段階以上の反応を経て5-カルボキシバニリン酸(5CVA)に分解されることが示されました。そして5CVAは主にバニリン酸代謝系に導かれると推定されました。

DDVAの代謝に関わる酵素遺伝子を単離するため代謝中間体のOH-DDVA資化能欠損変異株の欠損変異を相補する15-kb *EcoRI*断片を取得しました。本断片中からOH-DDVAの環開裂に関するligZ遺伝子を単離し、その遺伝子産物(LigZ)を解析した結果、LigZはOH-DDVAのメタ開裂を触媒するジオキシゲナーゼであることを明らかにしました。次に、ligZを含む4.9-kb *HindIII*断片中にOH-DDVAメタ開裂物質を5CVAに変換する酵素の遺伝子ligYが存在することを見だし、本遺伝子の一次構造を明らかにしました。H₂¹⁸Oを含むLigZとLigYの反応液中で、OH-DDVAから生成した5CVAに¹⁸Oが組み込まれたことが確認され、LigYはOH-DDVAメタ開裂物質加水分解酵素であることが明かとなりました。LigYの次の反応段階に働く酵素の遺伝子ligWは5CVAを脱炭酸してバニリン酸に変換する活性を与えるクローンを単離する

ことによって獲得しました。大腸菌で生産したLigW酵素を用いて本酵素がどのような反応機構で脱炭酸反応を触媒するかを調べたところ、LigWは還元的脱炭酸酵素であることが示唆されました。LigWは一次配列がこれまで知られた酵素とは全く異なり、新規な脱炭酸酵素であると考えられます。

SYK-6からこれまでに単離された全てのリグニン分解酵素遺伝子はパルスフィールドゲル電気泳動で分離した染色体上の1-Mb *SpeI*断片に存在することがサザン解析により示されました。リグニン分解酵素遺伝子のうち、リグニン二量体分解系およびバニリン酸代謝以降に関与する遺伝子がそれぞれ染色体上で分かれて存在することが示唆されました。ビフェニル代謝に関与する遺伝子の詳細な位置関係を決定した結果、ligZYの約5.5-kb上流にDDVAの脱メチル酵素遺伝子の一部ligXが、そのさらに6.5-kb上流にligWが同じ転写方向で存在し、約18-kb内に固まって配置されていることが明かとなりました。

本研究によりリグニン中の難分解成分であるビフェニル構造をバニリン酸に分解する酵素系とその遺伝子群を初めて明らかにするとともに、その染色体上における位置関係を決定しました。このことによりリグニンの中でも特に難分解なビフェニル構造の分解酵素系が分子レベルで明らかになりました。

中国は膨大な人口を有し、化石資源に依存した社会発展とともに深刻な環境破壊が引き起こされている。これから、持続発展するには生態系に負担がかからない新たな資源の開拓が不可欠です。私の研究成果は有用物質生産を目指したリグニンの生化学的変換系の構築に向けて大きな意義を持つものと考えられます。伏見康治研究奨励賞の受賞を励みに今後よりよい研究成果が上げられるように一層努力して参りたいと思います。

有山兼孝研究奨励賞を受賞して

この度、日中科学技術交流協会の第8回有山兼孝研究奨励賞を受賞させていただいて、大変光栄に存じます。日中両国間の科学技術の交流に長年多大な貢献をしてこられた日中科学技術交流協会の会員の方々、ならびに有山兼孝先生のご遺族の皆様深く感謝の意を申し上げます。また、長い間お世話になり研究のご指導をいただききた早川典生教授と福嶋祐介教授の両先生に心からお礼を申し上げます。

私は日本に来たのが1991年10月でした。当時日本語がまったくわからず、ずいぶん困っていました。おまけに平成という年号を日常生活で使われていて、いささかなじめず、余計に混乱しました。今振り返ってみても、特に記憶に残るのはやはりこの平成でした。いつも今からさかのぼって、指折りしながら逆算して行って、やっと来日したのは平成3年だとわかります。聞かれるたびに指折り数えるのは、本当に情けなくてしかたありません。

国際学友会日本語学校の短期特別クラスで半年ほど日本語を勉強して、その翌年4月から苫小牧工業高等専門学校土木工学科3年に編入しました。私は中国の陝西省水利学校の水利工程建築(中国語の建築は日本語の土木に最も近い)を勉強したので、土木工学科に入っても違和感がないものの、いくつかの科目はすでに勉強したし、3年生の時にいくぶん復習気味でありました。高専生は基本的に20歳以下で未成年者扱いされています。入学した年で成人になった私にとっては学校の校則や隅々まで行き届く親切さは、時には不便さを感じました。

高専卒業後、長岡技術科学大学の建設工学課程3年にまた編入学した。この大学を選んだのはただ高専生向けの大学だからです。同じく高専生向けの豊橋技術科学大学も考えはしたのですが、専門が合わない聞いてあっさり諦めました。

大学での勉強は高専よりずいぶん楽になった気

アルファ水工コンサルタンツ 楊 宏 選

がします。みんな大人ですから、校則もゆるくて、一種の解放感がありました。これに比べて、高専の校則はまるで拘束そのものです。こんなことを言っていると、高専の先生方に怒られますけど。いいことばかりではありません。私は日本に来るのは、日本の文部省と中国国家教育委員会(現教育部)のある交流(まさに科学技術交流)の結果で、高専卒業までの滞在費用しか保証されていません。長岡技術科学大学に入学してから奨学金が打ち切られ、一転私費留学生になります。幸い、日本国際教育協会から学習奨励賞をずっといただいて大学の授業料免除もあり、研究に専念することができました。ここで日本国際教育協会に深く謝意を表します。

私は学内進学で大学院に入った時に迷わず水工研究室を選びました。水利学校を出た経験はここでも幅を利かしています。その後、早川典生教授と福嶋祐介教授の下で研究を進めました。当時、先生たちが院生にいくつもの研究テーマを提供しましたが、私はその中から密度噴流を選びました。この研究はどちらかというと数値解析が主で、実験が従であると私は受け止めました。実験嫌いでプログラミング好きの私には、このテーマがいちばん合っています。

私の密度噴流の研究をここでちょっと説明します。

密度噴流というのは、向上の煙突から排出される煙の拡散や、原子力発電所から海中に放流される温水などです。その特徴として、排出口で流速を持ち、周囲流体との間に密度差がある、の2つです。流速があるが密度差がない場合、噴流(simple jet, nonbuoyant jet)と呼ばれ、逆に流速がないが密度差がある場合、プルーム(plume)と呼ばれます。プルームも噴流も、密度噴流の特殊なケースと考えられます。

密度噴流はさまざまところで見られます。たとえば、車の排ガスは、暖かくて周囲空気より軽

い、勢いよく排出されていて、立派な密度噴流です。この研究が20世紀中葉から盛んに研究されてきました。下水処理場の処理水と原子力発電所の温排水などによる環境問題が重視され始めたことがその発端と思われます。噴流断面で密度欠損、運動量などを積分して、ナビエ・ストークス方程式を連立常微分方程式に変換してから特性値を解く手法が一般的に用いられてきました。しかし、任意の角度で複雑な環境に放流される密度噴流の研究はほとんど行われていません。また、一般的な密度噴流に適用できる汎用モデルはないのも現状です。このところを何とか解決しようと、私は研究していました。2つの係数を定量化し、ブルームとシンプル噴流まで含めた計算モデルをつくって、解析結果を多くの公表された実験データと比較して、高い精度が確認されました。が、噴流の中心軸が三次元になるいわゆる三次元密度順流の解析結果は、実験データがなく検証しようがありません。この実験は難しく簡単に行えませんが、がんばって行きたいと思います。また、放流口付近における密度噴流の内部流動機構を調べるのは今後の課題になります。

最後に、日中間の科学技術交流がもっと活発になり、両国に限らずアジア全体の生活向上と環境改善にもっと貢献できることを切に願っています。

第64回 理事会議事録

日 時：1999年12月3日

場 所：一ツ橋学生会館311号室 13:30～16:00

出席者：会長 菅野昌義 顧問 伏見康治

理事 窪田雅男、北村 博、鈴木 伸

以上の他委任状提出者19名

1. 前回議事録確認
2. 「日中合同分子生物物理学シンポジウム」開催報告
曾田組織委員長からの開催報告書をもとに、会長からシンポジウムの報告がなされた。中国側参加者7名を含み参加者は合計30名。参加者が少人数であったのと時間的余裕があったため、講演後には活発な討議が交わされた充実し

た会議であった。来年は中国の分子生物物理学シンポジウムを開催したいとの声が中国側から出ている。

3. 今年度中国人留学生研究奨励賞審査、贈呈式・研究発表について
会長より11月17日に行われた審査委員会の結果が報告され、承認された。贈呈式・研究発表会は12月17日に学生会館で行われる。
4. 次回日中科技シンポジウムについて
来年度のシンポジウムは未定。薬学など、中国の優れた分野のシンポジウムが開催される事が望まれる。
5. その他
 - ・会長より、9月24日に瀋陽で行われた橋口賞授賞式の報告があった。会長は授賞式の後北京の清華大学、生物物理研究所、生態環境研究中心を訪問した。
 - ・従来の伏見顧問の他に、向坊理事を顧問に推薦することが会長より提案され、承認された。
 - ・東京都立大学名誉教授(生物学)北村博氏に理事に加わって頂くことが提案され、承認された。次回総会の議題に提出される予定。

目 次

1999年度中国人留学生研究奨励賞を受賞して 各受賞者……	1
環境科学研究奨励賞を受賞して 東京農工大学大学院院生 馮延文……	1
野上茂吉郎記念研究奨励賞を受賞して 電気通信大学大学院生 韓 笑……	3
天田科学技術研究奨励賞を受賞して 東北大学講師 黄錦涛……	4
高度自動化研究奨励賞を受賞して 理化学研究所研究協力員 林偉民……	5
環境科学研究奨励賞を受賞して 千葉大学大学院生 劉琪環……	7
天田科学技術研究奨励賞を受賞して 分子科学研究所特別協力研究員 歐陽建勇…	8
伏見康治研究奨励賞を受賞して 長岡技術科学大学博士研究員 彭 学……	9
有山兼孝研究奨励賞を受賞して 楊宏選……	11
第64回理事会議事録……	12