

日中科学技術

No. 116
2006. 3. 20

発行所

日中科学技術交流協会

URL: <http://www13.ocn.ne.jp/~jcstea/>

E-mail: jcstea@alpha.ocn.ne.jp

〒101-0047 東京都千代田区内神田2-5-5
城南ビル4F 電話 03(3255)1777

2005年度中国人留学生研究奨励賞贈呈式

伏見康治研究奨励賞 (第17回)

菅野昌義記念研究奨励賞 (第3回)

向坊 隆記念研究奨励賞 (第2回)

日中科学技術交流協会副会長 藤崎 博也

本協会の重要な事業の一つである標記研究奨励賞の贈呈式と受賞者による研究発表会が、去る12月22日(木)午後、東京都千代田区神田錦町の学士会館本館において開催されました。

今年度は上記3つの研究奨励賞について、本会会員に受賞候補者の推薦を依頼しましたところ、5件のご推薦を頂きました。理事・会員の中で候補者の研究分野に近いご専門の方々にご協力いただいて慎重厳正に審査を進め、11月18日に選考委員会を開催して候補者を絞り、11月30日開催の理事会において3名の受賞者を決定しました。

受賞者の氏名・所属、研究題目、贈呈された賞は以下の通りです(発表順)。

- 1) 金 英俊 (JIN Yingjun) 氏
電気通信大学大学院電気通信学研究科
機械制御工学専攻 博士課程3年
「逐次打点法による面内曲げ加工に関する研究」
第17回伏見康治研究奨励賞
- 2) 黄 聖鴻 (HUANG Shenghong) 氏
電気通信大学大学院電気通信学研究科
電気通信工学専攻 博士課程3年
「単一周波数、又は高出力レーザー」
第3回菅野昌義記念研究奨励賞
- 3) 韓 鎮輝 (HANG Zhenhui) 氏
東京大学大学院工学系研究科
原子力国際工学専攻 博士課程修了(2005年9月)
「超臨界アルコール中の溶媒和電子の吸収スペクトル、収量、減衰挙動の研究」
第2回向坊 隆記念研究奨励賞

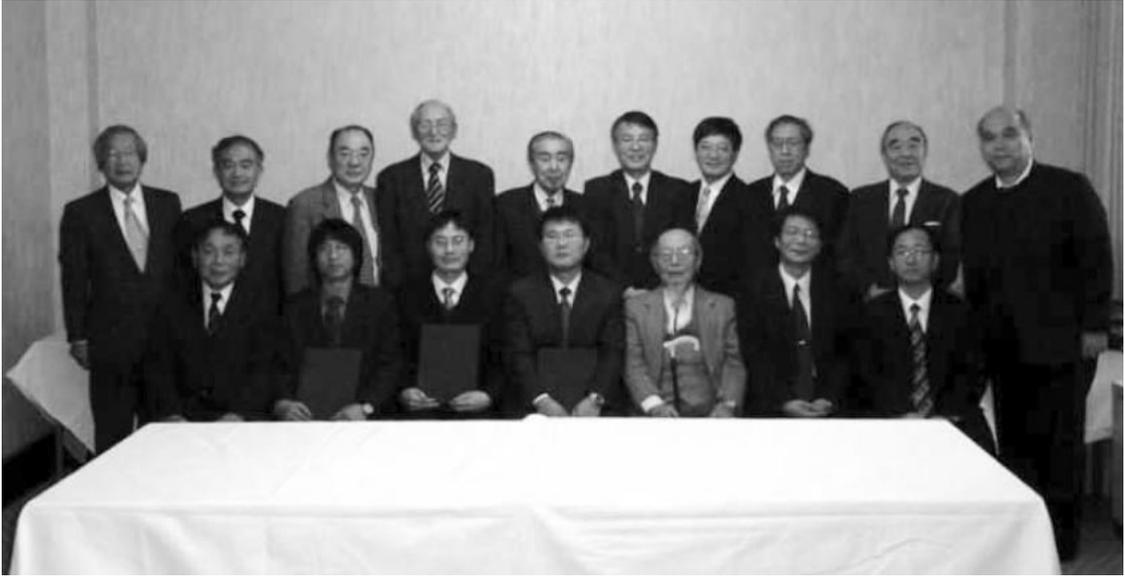


写真 1

贈呈式には本会を代表して有山正孝会長、伏見康治名誉会員、藤崎博也副会長、山脇道夫副会長、永崎隆雄理事が出席、また来賓として中華人民共和国駐日本国大使館の阮 湘平参事官、呉 松一等書記官、および受賞者の指導教官である村田眞教授、植田憲一教授、勝村庸介教授をお迎えしました。まず有山会長から研究奨励賞の趣旨の説明があり、次にご出席の方々の見守る中で有山会長から各受賞者に賞状と副賞が手渡され、さらに阮 (Ruan) 参事官からご祝辞を頂き、また、受賞者を代表して、金 英俊氏が謝辞を述べました。

写真1は贈呈式後、出席者全員の記念写真で、前列は左から有山正孝会長、韓 鎮輝氏、黄 聖鴻氏、金 英俊氏、伏見康治名誉会員、阮 湘平 (Ruan Xiangping) 参事官、呉 松 (Wu Song) 一等書記官、後列は左から山脇道夫副会長、梶谷 誠会員、岡田雅年理事、堂山昌男理事、井形直弘理事、植田憲一教授、勝村庸介教授、村田 眞教授、藤崎博也副会長、永崎隆雄理事です。

続いて受賞者による研究発表に移りましたが、全員がパソコンと液晶ディスプレイを使い、よく準備された発表を行いました。以下に受賞者の研究概要を記します。

金 英俊氏の研究は、従来制約が多く自由な加

工が困難であった板材の面内曲げ加工について、新しく「逐次打点曲げ加工法」を考案し、その実用化を目指したものです。まず、提案する加工法を適用できるCNC (Computer Numerically Control) 加工機を開発し、それを用いてさまざまな加工パラメータ、加工条件と加工特性の関係を実験的に明らかにしました。さらに、実験結果に基づき、曲げ半径を算出する計算法を導きました。これらにより、提案した方法が指定された形状の面内曲げ加工を可能にすることを実証しており、塑性加工分野の発展と産業界に大いに寄与するものです。黄 聖鴻氏の研究は、高精度天文観測に必要な高出力レーザーとしては、ラマンファイバレーザにより、10.7wの1178nm光を発生、その第2高調波により高出力589nm光を取り出すことに成功、また原子・分子分光で要求される狭帯域・単一周波数レーザーとしては、イッテルビウムファイバを用い、レーザーシステムの改良により1083nm光、発振線幅2kHzという世界記録を樹立し、なお高出力化を目指しています。また、ZBLANファイバ内におけるアップコンバージョンレーザーの研究を進め、100mW弱の青色発光レーザーの発振に成功し、広い用途が期待されているものです。

韓 鎮輝氏の研究は、近年、反応溶媒としての有用性が着目されている超臨界流体の一つとして、超臨界アルコールをとりあげ、特にアルコールと水との相違点及び類似点を把握するため、まず、パルスラジオリシスおよびレーザーフォトリシスを用いて、溶媒和電子の吸収スペクトルを測定し、室温から超臨界状態までの温度依存性や、減衰速度の温度と圧力に対する依存性を明らかにしました。また、パルスラジオリシスを用いて、超臨界アルコール中の溶媒和電子の収量の測定を世界で初めて行い、その温度・圧力・密度に対す

る依存性を明らかにしています。これらの知見は、高温高圧状態での溶媒和電子の反応性を解明したばかりでなく、亜臨界・超臨界アルコールの、溶媒としての物性を明らかにしたものです。受賞者の皆さんの研究は、このように大変に有意義かつ興味深いもので、それぞれ発表の後には活発な質問や討論が展開されました。詳細は受賞者自身の執筆により、以下に述べられています。最後に、受賞者の皆さんの今後一層のご研鑽とますますのご発展を期待します。

第17回伏見康治研究奨励賞を受賞して

電気通信大学大学院 電気通信学研究科 機械制御工学専攻 金 英俊

私は2005年12月、日中科学技術交流協会の第17回伏見康治研究奨励賞を受賞したことを、とても光栄に思います。ここに日中科学技術交流協会会長有山正孝先生および協会の方々、また、私の研究を指導して下さった電気通信大学村田眞先生に深く感謝いたします。

私は、私費留学生として1997年末に中国の吉林省から来日しました。中国で大学卒業後約6年間仕事をする内に、自分の勉強不足を痛感し、より先進的な技術と科学を学ぶために、海外に留学することを決心しました。その時から時が過ぎて、現在博士後期3年になり、工学博士の学位を得ることになりました。

修士課程から知能機械工学科の村田研究室で「平板の逐次打点曲げ加工」の研究を始め、板材の面内曲げ加工を行う逐次打点曲げ加工法を提案し、その加工特性について研究を続けて来ました。曲げ加工は塑性加工の中の基本要素技術であります。曲げ加工において、板材の曲げ加工は単純、かつ基本的な加工法であります。板材の曲げ加工は、板面に垂直な方向に曲げる「面外曲げ」

と、板面の面内方向に曲げる「面内曲げ」に分けられます。面外曲げにおいては、V曲げ、U曲げ、U-O曲げ、送り曲げやロール曲げなど、多くの加工法が考案、研究され実際の工業生産に使用されています。これに対し、面内曲げ加工法は、帯板の形状・寸法により、面内での曲げ剛性が面外への曲げ及びねじり剛性に比べて著しく大きくなるため、面外への座屈が発生しやすく、難しい加工法であります。そのため、面内曲げ加工においては、実験的、解析的に検討された研究がほとんど行われてないのが現状です。

私はこのような面内曲げ加工技術の現状に対して、逐次打点曲げ加工法を提案し、フレキシブルで金型なしの方式を採用し、コンピュータによるCNC逐次打点曲げ加工機を設計・試作しました。加工原理としては、傾きを有するパンチによって打撃されると、平板の外側の打撃部と内側未打撃部において、変形量に差が生じます。そのため、平板の打撃部の長手方向の伸びが未打撃部より大きくなり、平板は面内曲げ加工がなされます。このCNC逐次打点曲げ加工機では、パンチの打点数、

平板の送り速度、打撃角度、パンチの押込み量などを制御し、フレキシブルな面内曲げ加工を取り上げ、任意曲げ半径と多品種の形状に対応できるようになっています。提案した逐次打点曲げ加工法は、従来の面内曲げに比べ、以下のような新たな特徴を有しています。まず第1に、平板が逐次的に傾きを有するパンチによって打撃され、外側と内側の肉厚が変化することにより、面内曲げ加工が行われるため、従来の面内曲げでよく生じる座屈、割れ等の不良現象が抑制されます。第2に、逐次加工ですので、加工力が小さく、装置の剛性を大きくする必要がありません。また第3には、加工条件(パンチの押込み量、打撃ピッチと打撃角度等)を自由に変えることで、フレキシブルな加工が可能であるため、多品種少量生産に適しています。

私は実験のデータに基づいて、面内曲げ加工の各種影響因子を考慮し、面内曲げ加工の変形モデルを提案し、加工後の曲げ半径の計算式を求め、曲げ半径の計算結果を実験結果と比較し、有効性を検証しました。この計算式により、平板の板幅、板厚と材質が与えられた場合、事前に打撃角度とパンチの押込み量に応じた曲げ半径を予測することを目指しています。また、帯板の面内曲げ加工に関する理論解析と実験データの体系化により、本研究の結果を面内曲げ加工のデータベースの構築に役立てたいと思っています。

平板の面内曲げ加工は3次元の曲げであるため、変形過程のメカニズムを理論的に解析することが困難です。そこで、面内曲げ加工の変形過程のメカニズムを解明するには、シミュレーションが必要となります。本研究では、汎用解析プログラムELFENを用い、陰解法有限要素法により、平板の面内曲げ加工の数値解析を行いました。数値シミュレーションでは、応力分布、ひずみ分布など、実験で把握することが難しい現象を解析しています。また、加工条件を簡単に変えることができるため、広い範囲の加工条件で解析を実施して実験データを補い、本加工法の成形メカニズムを明らかにしました。

振りかえって見ますと、研究を始めるにあたって参考にする文献がなく、何もかも自分で考えて進まないといけないのが現実で、かなり苦労をしました。研究がなかなか進まないために不安であった時もありましたし、論文が採用されたなど嬉しい時もありました。お蔭様で、論文4編と外国での論文発表4編を行うことができ、今までの人生の中で最も有意義な時間を過ごせたと考えております。

私は日本に暮らし始めてから、指折り数えてもう8年になります。この間に、私は学会の発表で、北は北海道から、南は沖縄までいろいろな地方に行きました。地方によって、それぞれのスタイルがあって、いずれも私にとって名残惜しい場所です。ずっと研究に没頭しながらも、日本での生活にだいが慣れてきて、今ではまるで中国で暮らしているように感じられ、日本という国が外国であることを忘れしまうほどです。

卒業後、さらに自分の技術を磨くために、日本の企業で研究を続けようと思い、電気通信大学村田教授のご紹介で、板金メーカーである株式会社アマダに就職が内定しました。私は就職後、一生懸命に塑性加工機械に関する技術の向上を図り、塑性加工による高精度加工機械や加工システム技術に関して研究するつもりです。科学技術は人類進歩のかけ橋であり、また国と国の間をつなげる橋の一つでもあります。私はさらに研究に励む一方、日中間の科学技術交流に力を尽くしたいと思います。

勿論、文化・言葉などが違い、物価が高い日本で勉強や生活するため、経済的な困難にも常に直面しております。アルバイトしながら研究を続けるのは、肉体的、精神的に大変でした。私は人々から受けた恩を中日友好によって返し、日本にいても、中国に帰っても、日本で学んだ知識を生かし、中日友好交流活動に力を入れ、お互いの関係が少しでも良くなるように頑張りたいと考えております。

今回の受賞は、私にとって一つの新たな出発点となると思います。私はこの榮譽ある賞を第一歩

として、留学生の初心を忘れず、日々精進を重ね、努力して行こうと思っています。

最後になりましたが、ひとえに熱心に指導して下さいました先生方や先輩の方々、一緒に研究を頑

張った後輩達、いろいろな面で応援してくれた方々に、この場を借りて感謝し、厚く御礼を申し上げます。

第3回菅野昌義記念研究奨励賞を受賞して

電気通信大学大学院 電気通信学研究科 電気通信工学専攻 黄 聖鴻

今回、日中科学技術交流協会の第3回菅野昌義記念研究奨励賞を受賞致しましたことを非常に光栄に存じております。ここに、故菅野昌義先生のご遺族の方々、日中科学技術交流協会会長有山正孝先生、副会長藤崎博也先生、山脇道夫先生並びに協会の諸先生方に厚くお礼を申し上げます。また、私の指導教官である、電気通信大学レーザーセンターセンター長植田憲一先生に深く感謝致します。

私は2002年7月に、中国西北大学の光子学与光電子技術研究所で、光学研究科レーザー科学専攻を修士として卒業し、同じ研究所に配属されました。中国西北大学での3年間は、固体Ti:Sapphireフェムト秒レーザーの発生、パルスの幅の測量と分析、増幅器のデザインに関する研究を行ってきました。その後、2003年4月から電気通信大学の博士コースで学ぶため、日本に来ました。博士コース在学中は、「単一周波数Yb MOPAファイバーレーザーとphosphosilicateラマンファイバーレーザー」に関する研究を行ってきました。2006年3月に博士後期課程を修了し、工学博士号を取得しました。

単一周波数ファイバーレーザーには、光通信、波長分割多重(WDM)システム、原子および分子分光学など、多くの重要な応用があります。特に、1064nmの単一周波数レーザーは、レーザー干渉計型重力波検出器のレーザー源として使用することができます。また、1083nmの狭線幅レー

ザーは、ヘリウムポンプのための効率の良いレーザー源となります。

通常、単一周波数ファイバーレーザーを作り出すには、いくつかの方法があります。長工程ファイバーリングレーザー、短い直線的なdistributed reflector(DBR)ファイバーレーザー、そしてdistributed feedback(DFB)ファイバーレーザーです。リングファイバーレーザーは多くの光学部品を必要とするため、システムが複雑で高価になります。DBRファイバーレーザーは短いファイバー共振器のために高出力を発生させることができません。DFBファイバーレーザーは、特別な回折格子を書く技術を必要とするため、一般的な実験室で行うのは困難です。

私の研究では、非常に簡単な直線的な共振器に基づく単一周波数ファイバーレーザーを作り出す方法を提案しました。レーザー共振器の中で、私たちは、レーザーの縦モードを区別して選択するために、ループミラーフィルタ(loop mirror filter: LMF)を利用し、空間ホールパーニング(SHB)効果を抑圧するために、偏波制御器(PC)を利用しました。

LMFは可飽和吸収体(SA)として機能するファイバーループミラーであり、逆方向に伝搬する二光波間の干渉により吸収ブラッグ回折格子が誘起されます。この回折格子は動的なものであり、バンド幅はSA長に反比例します。バンド幅は通常サブMHzからGHzにわたり、普通のFBGのバンド幅に

比べ極めて狭帯域です。また中心波長は発振レーザー波長で決定されるので、レーザー波長を変えることで容易に変えられます。線形共振器の場合には、逆方向に伝搬するレーザー光間の干渉により利得ファイバー中で空間的ホールバーニング(SHB)が容易に引き起こされるため、単一周波数動作に対する致命的障害となりますが、逆方向に伝搬する二光波の偏光状態を互いに直交させれば、干渉を回避しSHBを抑制することができます。

以上の考察に基づいて、線形共振器の縦モードを弁別・選択するためにLMFを導入し、また同時に逆方向に伝搬するレーザー光波の偏光状態を制御するために利得ファイバー部にPCを配置しました。全体の線形共振器はLMF、利得媒質のYbファイバー、アウトプットカップラー(OC)の1064nmファイバー回折格子(FBG)で構成されます。共振器内のレーザー光波の偏光状態を最適化することで、安定な単一周波数1064nmレーザーを得ることができました。FSR 6GHz、分解能150kHzの走査型ファブリー・ペロー干渉計を用いてレーザー周波数を測定・解析しました。利得ファイバー長、SA長、出力結合FBGの反射率を最適化することで、最大14mWの出力が得られました。OCのFBG温度を変えることで、発振波長は1nmの範囲で可変です。

また、これとほぼ同様の実験構成を用い、1083nm FBGをOCに用いることで単一周波数1083nmレーザーが得られました。最適ファイバー共振器構成により最大14mWの出力を得ました。25kmファイバーを遅延路に用いた遅延自己ヘテロダイン法により線幅を測定し、約2kHzもの狭線幅であることが分かりました。このレーザーの直後にYbファイバー増幅器を構築しました。利得ファイバー長は最適値5mとし、後方励起系としました。このようにして全ファイバーMOPAシステムを構成し、最終的に1083nmにおける177mW単一周波数レーザーが得られました。

黄色・橙色レーザー源は計量学、医学、生物学、ディスプレイ技術などにおける応用されます。特に、589nmレーザーは天文学でレーザー

ガイドスター(LGS)を作り出すことができます。大気の乱れは遠い星や星雲からの光をぼかします。天体を観測する際、この乱れを取り除くために、科学者は目標の物以外に参照物体を必要とする適応光学方法を採用します。参照物体として人工の「星」を作成するのにレーザー光源を使うというのは素晴らしいアイデアです。589nmの黄色レーザーによって、地球から~100kmの上空でナトリウム原子層を励起して、人工の「星」を作ります。

現在、589nmの黄色レーザーを作り出すにはいくつかの方法があります。アルゴンイオンでポンプするCW染料ジェットレーザー、ソリッドステートの第二高調波発生技術(SFG)に基づくNd:YAGレーザー、和周波発生技術に基づくNdファイバーレーザーなどです。私たちの実験では、ラマンファイバーレーザーと第二高調波発生技術に基づく589nmのレーザーを開発することを提案しました。まず、私たちは1100nmのファイバーレーザーによってポンプで送られたリン酸シリケートファイバー(P添加ファイバー)に基づく1178nmのラマンレーザーを発生させます。次に、1178nmのレーザーは第二高調波発生技術によって589nmのレーザーに変換されます。

なお、研究の別部分として、P添加ファイバーを用いたラマンファイバーレーザーによる高出力1178nmレーザーを実証しました。P添加ファイバーは非常に大きなラマンシフトを有し、励起光波長を特定の波長へ変換することが容易です。ここでは1178nmレーザーを得るために 601 cm^{-1} のラマンシフトを用いました。励起光源は20Wの1100nm Yb添加ダブルクラッドファイバーレーザーです。このラマンファイバーレーザーより最大出力10.5Wが得られました。更に第二高調波発生により、レーザー波長の589nm光への波長変換を実証しました。このようにして得られた橙・黄色レーザーは、天文学におけるレーザーガイドスター(LGS)光源へと応用できます。

電気通信大学大学院に在籍した3年の間の研究成果を、16編の国際誌のオリジナル論文とし

て、また国際会議及び日本国内学会で6件を口頭で発表しました。また、ハイパワーの単一周波数ファイバーレーザソースは現在の結果に基づいて構成される予定です。これらの研究によって、全ファイバー型安定化レーザー技術の発展と応用に貢献したと思います。

菅野昌義記念研究奨励賞を受賞したことは、私にとって大きな励みになります。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てゆきたいと思います。最後に、再び日中科学技術交流協会の先生の方々に感謝の意を表します。

第2回向坊隆記念研究奨励賞を受賞して

東京大学大学院 工学系研究科 原子力国際専攻
(現在：東京大学産学官連携研究員)

韓 鎮輝

今回、日中科学技術交流協会の第2回向坊隆記念研究奨励賞をいただきましたことをとても光栄に、また非常にうれしく感じております。ここに、本奨励賞を受賞いたしましたことにつきまして、故向坊隆先生のご遺族の方々、日中科学技術交流協会会長山正孝先生および協会の先生方に厚くお礼を申し上げます。また、私をご推薦下さった東京大学名誉教授山脇道夫先生、研究で色々お世話になっている指導教官東京大学教授勝村庸介先生に心から深く感謝致します。

私は中国の江西省景德鎮に生まれ、1994年7月上海にある復旦大学応用化学コースを卒業し、同大学の大学院物理化学専攻修士課程に入学しました。1997年7月に修了し、中国科学院上海原子力研究所に就職、輻射化学研究室にて勤務しておりました。そこでの5年間のテーマは水溶液中の生体分子の放射線効果に関するものでした。その後、2002年10月に来日し、東京大学大学院工学系研究科システム量子工学専攻に入学しました。2005年9月に博士後期課程を修了し、工学博士号を取得しました。

今回の受賞対象になった研究は、私の博士課程の研究課題である「パルスラジオリシスとレーザーフォトリシス法を用いたアルコール中の溶媒和電子の吸収スペクトル、反応性と収量の温度、圧力依存性」です。

1960年代、溶媒中に存在する電子、いわゆる溶媒和電子の存在は水のパルスラジオリシスで過渡吸収スペクトルを観測することによって確認されました。その後、水以外の様々な溶媒中で溶媒和電子の存在が確認され、それらの吸収スペクトルは溶媒に依存することが知られ、その現象は溶媒和効果と呼ばれています。通常、溶媒和電子を e_{sol} と記します。

近年、超臨界流体は新規材料合成や分解プロセスの溶媒として有用であることから盛んに研究されています。超臨界流体は拡散速度の増加や溶解度などの物性を圧力や温度変化によって容易に制御することができ、反応溶媒として有用であります。その例として、超臨界水中で酸素の存在下、PCB、ダイオキシン、化学兵器などの有害化合物を完全分解する超臨界水酸化(SCWO)の技術開発が進んでいます。一方、水と比較すると一級アルコールは低い臨界点を持ち、その反応条件の温和さから、超臨界アルコールは有機合成や新規材料合成の水に代わる反応溶媒と期待されています。また、次世代の第四世代原子炉として位置付けられている超臨界水冷却炉開発の基盤技術を確立するために、超臨界水の放射線効果の研究も進行中です。学問的には、超臨界水以外にも検討を拡げて行くことが超臨界流体の特性評価には重要です。

極性溶媒中での溶媒和電子の挙動を把握するこ

とから溶媒和や還元反応に関する情報を得ることができます。これまで、溶媒和電子のスペクトルは溶媒の物性を反映することから、アルコール中の化学反応挙動を明らかにするプローブとして用いられてきました。また、局所密度及びクラスターの大きさを求めるためにも有用であります。これまでに、幾つかのアルコールで、100 以下の狭い温度域で溶媒和電子の挙動が測定され、温度の増加と共に吸収極大のレッドシフトが確認されています。それ以上の高温、高压条件での報告例はほとんどありません。

本研究ではアルコールと水との相違点、あるいは類似点を明らかにするため、様々なアルコール中での室温から超臨界状態での溶媒和電子のスペクトルの温度と圧力依存性を測定しました。また、室温から超臨界中での溶媒和電子の減衰速度の温度と圧力依存性の測定や、溶媒和電子収量の温度、圧力及び密度依存性も評価しました。また、パルスラジオリシスを用いて、超臨界アルコール中の溶媒和電子の収量(G値)も世界で初めて行いました。G値は放射線エネルギー 100 eV 吸収で生成する化学種の数を示します。

まず、超臨界状態アルコールへの電子ビーム照射もしくはKIアルコール溶液へのレーザー照射により、溶媒和電子を生成し、その吸収スペクトルを精度よく測定しました。全てのアルコールでは、溶媒和電子の吸収極大は、定圧条件下では温度の増加と共にレッドシフトします。加えて、高温でのスペクトルの圧力依存性も検討しました。その場合、溶媒和電子の吸収スペクトルは圧力増加とともにブルーシフトすることを明らかにしました。これらの結果は溶媒和電子が存在する溶媒の空隙サイズが、圧力増加によって狭まっていると説明できます。

一方、アルコールやその他の溶媒で溶媒和電子の吸収ピーク波長、 λ_{max} をeV単位のピークエネルギーに換算し、それらを温度を横軸してプロットすると、直線を示すことが分かりました。この傾きである温度係数はアルコールの分子構造による影響を受けることを示しています。

次に、メチルピオローゲンまたは4,4'-ビピリジル(bpy)を捕捉剤として用い、様々な温度と圧力での溶媒和電子の収量、 $\alpha(e^-_{sol})$ を決定しました。一定温度では圧力減少とともに $\alpha(e^-_{sol})$ は増加します。超臨界状態では圧力が15 MPa以下では、圧力減少と共に急激に増加します。亜臨界及び超臨界状態の一定密度下では、 $\alpha(e^-_{sol})$ は温度増加と共に減少しますが、一定温度下では密度の減少と共に増加します。この傾向は水和電子のG値の挙動と似ています。これらは局所密度効果や、亜臨界状態や超臨界状態では試料は液相よりも気相に近いことから説明できると考えられます。

さらに、室温から超臨界中での溶媒和電子の減衰速度の温度と圧力依存性を測定しました。水の溶媒和電子である水和電子は二次反応で減衰します。一方、アルコールの溶媒和電子は主に一次反応に従い減衰します。溶媒和電子の減衰速度定数のアレニウスプロットによって、低圧(9 MPa)室温から200 まででは直線に従いますが、超臨界状態の250 以上では直線から外れます。このことは低圧では溶媒和電子の溶媒和クラスターの大きさが小さいため反応性が増加しているものと考えました。加えて超臨界流体中ではいわゆる局所密度効果によって反応速度が増加することも理由の一つです。一方、高压(40 MPa)では、室温から超臨界までは直線に従うとわかりました。これは、高压で超臨界流体中の局所密度効果は弱くなって、普通の流体に近いためでしょう。このような研究は放射線誘起反応としては世界で初めてです。

来日前の私は日本語も日本文化や生活習慣も全く知りませんでした。日本での生活も3年半経過し、日本語教室の先生、指導教官のお陰で、日本人の学生たちとも親しくなり、友人もどんどん増えていきました。今では、ほとんど中国で暮らしているように感じられ、自分が外国で生活していることを忘れてしまうほどです。

今回、向坊隆記念研究奨励賞をいただくことができ非常に幸運だったと思います。私にとっ

て、これは研究成果に対する高い評価だけではなく、将来の研究生活を行っていく上での大きな励みになると思います。今後もより良い研究成果をあげられるように、もっと努力をしていきたいと思っています。また、日本と中国の科学技術交

流にも力を尽くしたいと思っています。

最後に、もう一度、日中科学技術交流協会の諸先生方、勝村庸介先生を始めとして、私を支えて下さった皆様に心より感謝を申し上げます。

「中国の環境・エネルギー問題と日中協力への展望」についてセミナーを開催

中国の環境・エネルギー問題は、ひとり中国の問題にとどまらず、わが国、さらには世界全体にとって、今後ますます深刻で甚大な影響を及ぼされかねない大問題となってきました。そこで、日中科学技術交流協会では、東京大学新領域創成科学研究科との共催により、標記のセミナーを開催し、3人の講師による講演を聞くとともに、活発な議論をしました。内容の概要は、次ページ以下に記します。出席者は75名でした。



写真 2

主催：日中科学技術交流協会、東京大学新領域創成科学研究科

講演：日中産学官交流機構、日本原子力学会関東・甲越支部

日時：平成 18年 2月 1日(水)13：30～17：15

会場：東京大学附属総合図書館大会議室

プログラム：

開会挨拶：有山正孝 当協会会長

第1部 司会：山脇道夫 当協会副会長

1) 中国の電力事情と環境問題」榎本聡明(社)海外電力調査会会長

第2部 司会：岩田修一 東京大学教授

2) 中国の進める循環経済へのわが国の貢献について」山本良一 東京大学教授

3) 中国の環境・エネルギー問題の最前線から 日中環境・エネルギー・物流フォーラムで

提起された具体的な共通問題」湯原哲夫 東京大学教授

(セミナー終了後、山上会館で懇親会が開かれ、盛会であった。)

当協会では、今後も会員を対象とした講演会、セミナーを開催していく予定です。その都度ご案内を差し上げますので、ぜひご参加ください。)

中国の電力事情と環境問題

社団法人 海外電力調査会 会長 榎本 聡明

1. 電力不足

中国では、2003年より電力不足が顕在化し、2004年は24省・市・区で不足し、不足規模は3000万～3500万kWであった。翌2005年は不足範囲が26省・市・区に拡大(図-1)したものの、不足規模は2000万～2500万kWとやや縮小したが、経済活動に与えた影響は少ない。

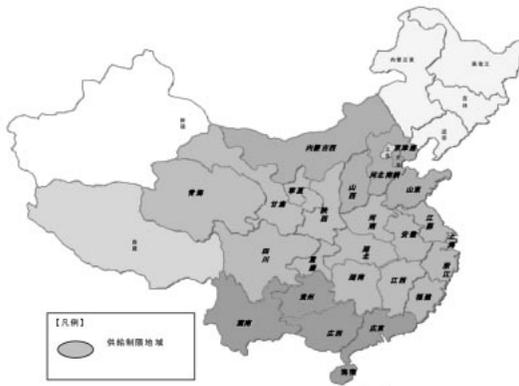


図 - 1 2005年に電力供給制限を実施した省・市・区

電力不足の原因として、次のような要因が考えられる。

- ① 高い経済成長率に伴う、金属精錬など電力多消費産業の生産量増大
- ② 生活水準の向上による、エアコンの普及(夏季ピークの約1/3が空調需要)
- ③ 90年代後半の電力供給過剰時の政策判断
 - ・アジア金融危機後の、新規電源開発の先送り(3年間新規火力の建設禁止)
 - ・電力多消費産業の優遇や配電線整備による電力需要喚起政策

④ 燃料用石炭需給のアンバランスと価格高騰、石炭輸送能力

⑤ 気象条件(湯水、猛暑の影響)

⑥ 発送分離の影響

・発送分離(2002年12月)以前、送電計画と発電計画は同一組織(国家電力公司)において策定していた。送電と発電が別の会社組織となったことで、両計画の連携がとりにくくなり、発電能力の伸びに送電が追いつかないケースもある。

電力不足が経済成長の足かせになるという懸念から、さまざまな対策がとられた。需要面では、ピークシフト、時間帯別料金の拡大・電力多消費産業向け電気料金の値上げ等、供給面では電源開発の加速化、送電網の整備促進等である。

とりわけ、新規電源設備の伸びは著しく、2004年、2005年にはそれぞれ一年間で、5,000万kW、6,600万kWの発電所が新たに運転開始された(東京電力の全発電設備容量は、6,282.5万kW(2005年3月末現在、「平成17年度版 電気事業便覧より」))。建設資金は、2005年では約5兆円(3,300億人民元)であるが、ほぼ国内で調達されているもようである。

中国では、石炭あるいは水力資源が西部地方に偏在しているため、政府は山元(産炭地の近傍)火力発電所及び水力発電所を建設し、経済が発展している東部沿岸地域に電気を送る国家プロジェクトである「西電東送」が進行中である(図-2)。

中でも、三峡発電所は「西電東送」の象徴的なプロジェクトで、設備容量は1,820万kW(70万kW×26台)、発電電力量850億kWhで、九州電力あるいは東北電力のほぼ1社分に相当する規模である。

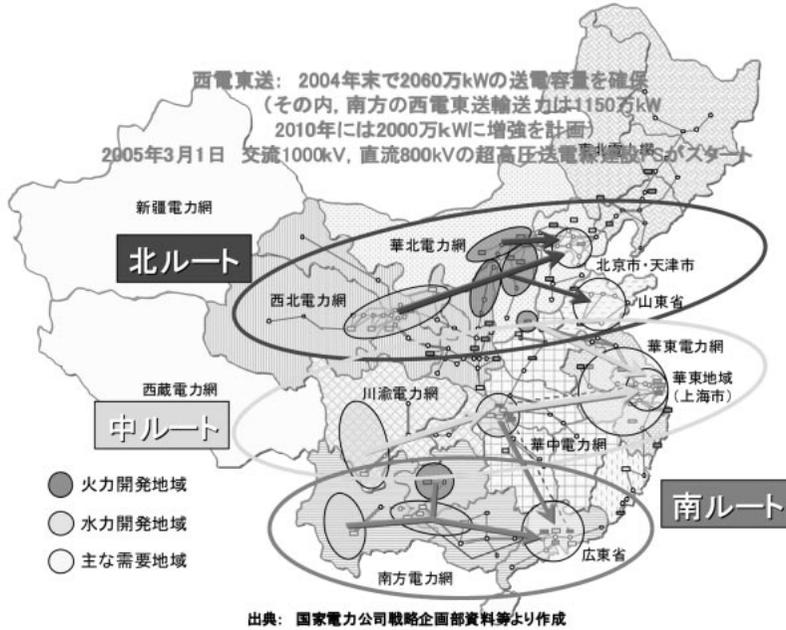
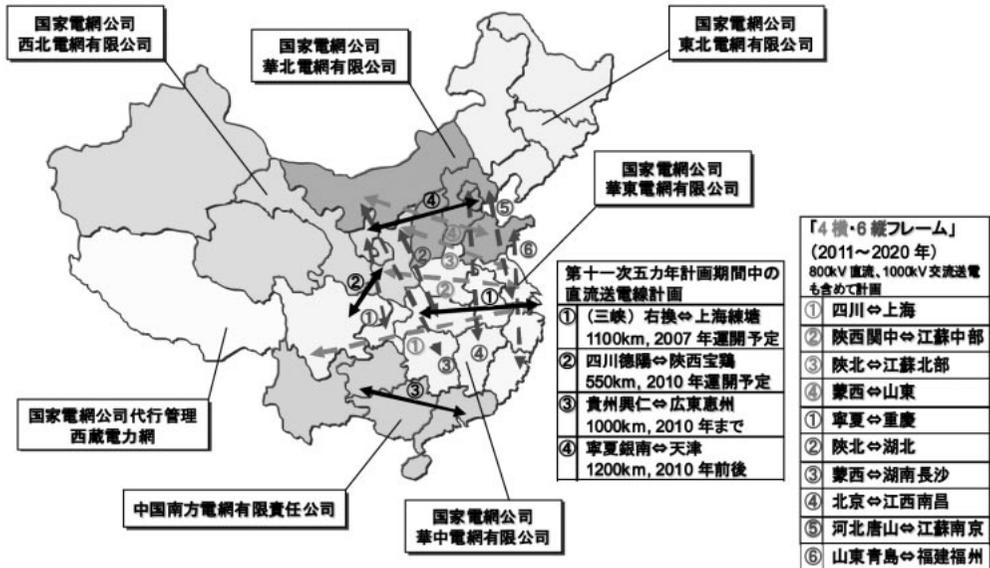


図 2 西電東送プロジェクト概念図

電源増設にあわせて送電線網整備も急ピッチで行われており、直流 80 万ボルト、交流 100 万ボルトの超超高压送電線も積極的に導入される計画になっている。(図 - 3)

なお、各電力関係機関によると、今後、電力不足状況は徐々に緩和され、2006年には約 1,000 万kWの不足、2007年には基本的にバランスするものと予測されている。



出典: 中国送電網建設概況(2005年6月)、国電信息中心資料より作成

図 - 3 2020年における区域間連系(計画)

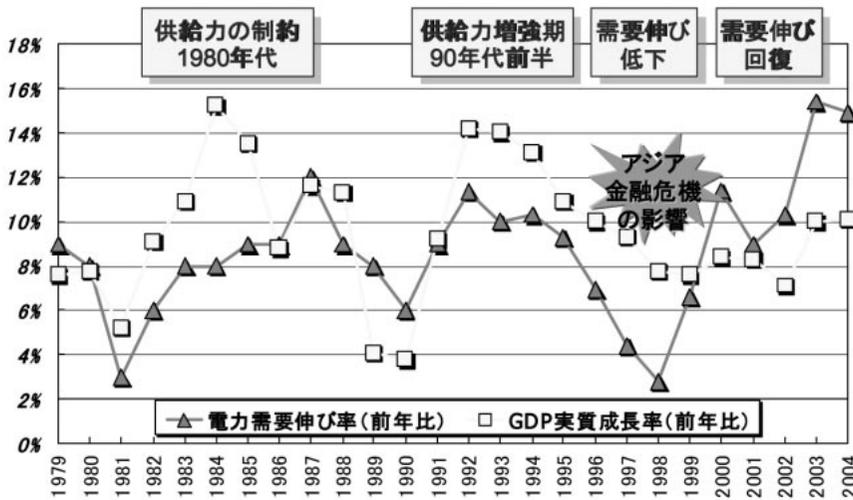
2. 中国の電力需給

GDPと消費電力の伸びを比較すると、図 - 4 のようである。アジア金融危機以降、2000年に入って高い経済成長とともに、電力需要量も急激に伸びている。電力弾性値は1を超えており、2003年、2004年は約1.5となっている。しかし、これは言い換えると、電力が効率よく利用されていないということを示唆している。

中国経済は、外資と国内の投資によるエネル

ギー資源多消費型産業の固定資産形成に依存しているのが特徴である(表 - 1)。この状況を打破するため、2004年4月には、一部業種の投資に関する自己資本比率引上げ(鉄鋼：25% 40%、アルミ・セメント：20% 35%)、マクロコントロールと貸出リスク管理強化(エネルギー資源多消費型の鉄鋼、アルミ、セメント業界等への融資抑制)の投資抑制措置が発表された。

最近15年間の用途別電力消費量において、図 - 5に示すように、工業用が全体の約70%を占



出典：中国統計年鑑2005、関係新聞記事等

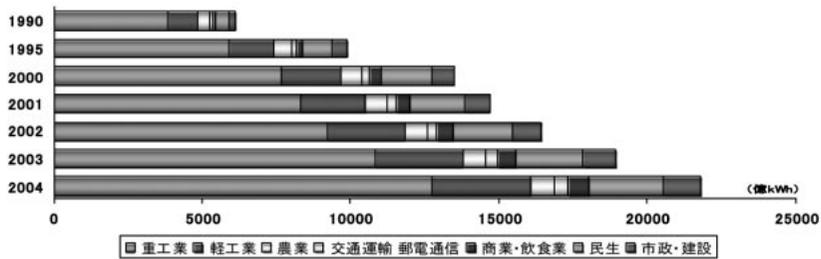
図 - 4 電力需要の長期マクロトレンド

表 - 1 GDP に占める総固定資本と民間最終消費の比率

		2002	2003	2004
中国	総固定資本形成比率	38.8%	42.2%	43.8%
	民間最終消費支出比率	45.3%	43.3%	41.4%
日本	総固定資本形成比率	24.2%	23.9%	-
	民間最終消費支出比率	57.1%	56.8%	-
米国	総固定資本形成比率	18.3%	18.4%	-
	民間最終消費支出比率	70.3%	70.5%	-

2004年の総固定資本形成と民間最終消費支出の対前年伸び率
 総固定資本形成総額の対前年比：22.0%増
 民間最終消費支出の対前年比：12.0%増

出典：中国統計年鑑及び世界の統計より作成



出典：中国電力年鑑2005

出典：中国電力年鑑及び中国電気事業連合会等資料
2004年は速報値

図 - 5 用途別電力消費量の推移 (億 kWh)

める状況は変わっておらず、今後、持続的成長をしていくためには産業構造の転換が喫緊の課題になると考えられる。

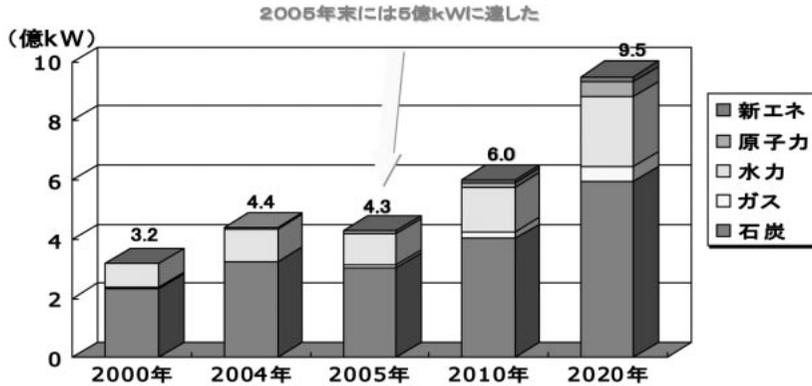
また、電源整備の後に送電網が整備されるため、相互融通(区域間、省間)の機能強化に時間的な遅れが生ずる。この時点では、電源容量が十分あるため、送電網が整備された時点で、供給過剰という現象が生まれる懸念がある。

消費電力量の中長期予測は、表 - 2 のようである。これにあわせて、発電設備も増えることになる。

図 - 6 は、第十次五カ年計画における発電設備容量の予測である。2005 年末には、5 億kW を超えた(計画値は 4.3 億kW)。

表 - 2 消費電力量の中長期予測

部 門		消費電力量(億kWh)						予 測	
		実 績							
		2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2010年	2020年	
産 業 用	第1次産業	534	573	590	596	612	1,020-1,110	1,700-1,880	
	第2次産業	9,786	10,635	11,957	13,949	16,258	15,700-16,100	24,020-24,780	
	第3次産業	1,747	1,636	1,837	2,109	2,435	5,480-6,920	9,800-12,400	
	小計	11,794	12,843	14,385	16,653	19,305	22,200-24,130	35,520-39,060	
	民生用	1,672	1,839	2,001	2,238	2,430	5,320-5,600	10,360-11,840	
	計	13,466	14,682	16,386	18,891	21,735	28,300-29,730	45,880-50,900	



出典：中国能源發展報告2003, 中国電力企業聯合会統計速報(2005.1)

2005年3月現在、日本の事業用発電設備容量は、約2.3億kW

図 - 6 発電設備容量予測

3 . 環境問題

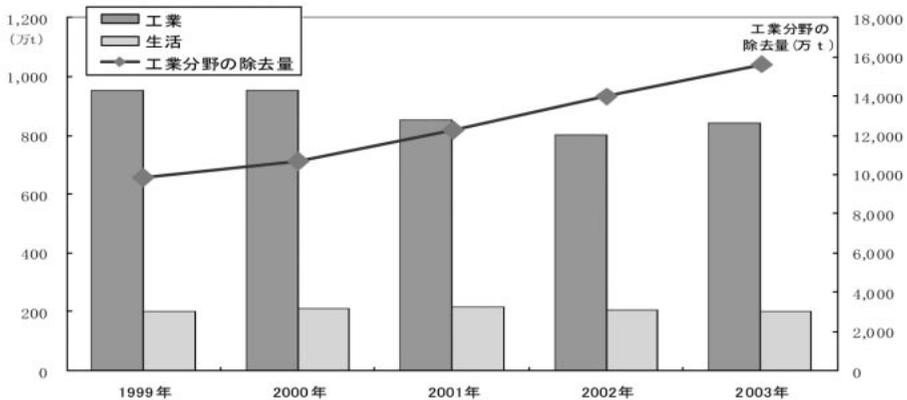
エネルギー資源多消費型産業に依存した経済成長により、環境問題が顕在化しており、今後、生活水準の向上や外資投資促進に対応し、第十一次五カ年計画(2006～2010年)では環境対策に重点的に取り組むこととされている。

図 - 7 は、煤塵の排出総量の推移を示したものである。右軸は工業分野の除去量(万トン)で、2003年は1億6,000万トン(工業分野の除去率は94%)、左軸は、除去量を差し引いた工場あるいは生活から排出する量である。煤塵の排出総量は工場排出量と生活排出量の和で、減少傾向が見られる。なお、石炭火力発電所には、ほぼすべての電気集塵機が装備されている。

図 - 8 は二酸化硫黄排出総量の推移を示しており、排出総量は増加傾向を示し、工業分野からの排出が顕著であることがわかる。工業分野の除去率は26%(2003年)で、煤塵に比べかなり低い。

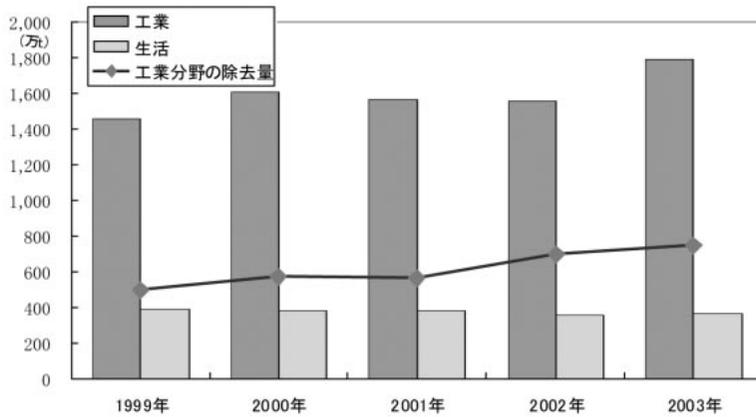
全国の石炭火力から排出される二酸化硫黄の分布を図 - 9 に示す。火力発電所からの二酸化硫黄の排出量は2003年実績で825.6万tとなり、中国全体の二酸化硫黄排出総量の38%を占めてい

は工場排出量と生活排出量の和で、減少傾向が見られる。なお、石炭火力発電所には、ほぼすべての電気集塵機が装備されている。



出典：国家環境保護局ホームページ、及び『中国環境年刊』

図 - 7 煤塵の排出総量の推移



出典: 国家環境保護局 ホームページ、及び中国環境年鑑

図 - 8 二酸化硫黄排出総量



図 - 9 火力発電所からの二酸化硫黄排出状況 (2003年)

る。また工業界での占める割合は46%にも及び、影響度も含め排出抑制対象の最優先業界とされている。

脱硫装置については、2004年末には、火力発電所総設備容量全体の約6%(2,000万kW分)に設置されているだけであった。しかし、近年の環境意識の高まりもあり政府が本格的な対策に乗り出し、2005年には、3,000万kW分について設

置工事が行われた。また、今後10年間で約3億kW分の排煙脱硫装置が設置される計画で、大型発電所については、湿式脱硫が主流であるが、海水脱硫や乾式脱硫についても研究・実証試験が行われている。

日本では火力発電所には脱硝装置が設置されているが、中国は未設置である。が、2006年2月、江蘇省にある太倉港発電所(60万kW×2

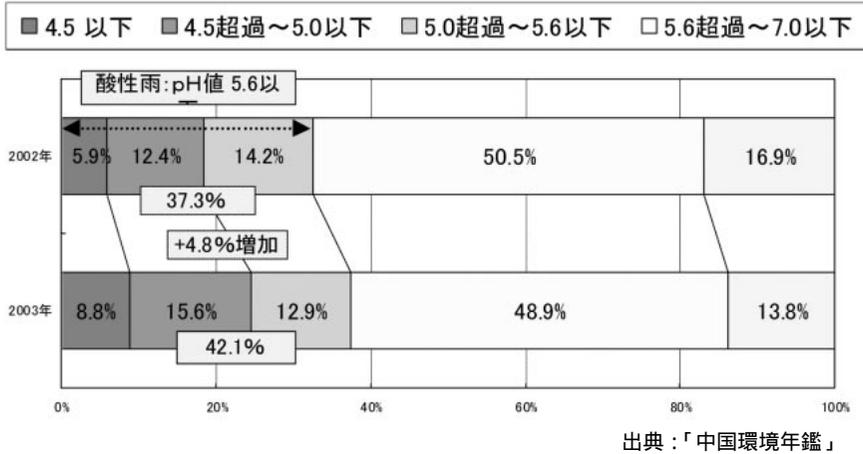


図 - 10 主要都市 (487) の年平均降水 pH 値

台、)に初の脱硝装置(日本製)が装備される予定になっている。自動車によるNOX汚染の進んだ華東や広州などの都市部では、今後石炭火力発電所への脱硝装置の導入が本格的に検討されるようである。

中国は、全国土の1/3に酸性雨(pH 5.6以下)が及んでおり、年々被害が拡大している。南部に比べ、北部は比較的酸性雨が少ない。これは、アルカリ土壌が中和していると見られ、特に黄砂の季節には濃度が下がると中国では考えられている。

図 - 10 は、全国 437 都市について、年間降水のpH平均値を示したもので、酸性雨が主要都市に拡大している傾向がうかがえる。

また、中国では水不足、水質汚濁等の水問題が年々深刻さを増しており、工場からの排水処理など、水処理問題をどのように処理していくかが重要な課題になる。

4 . エネルギーをめぐる最近の動き

経済成長に伴って、大量のエネルギーを消費する中国は、世界のエネルギー需給に大きな影響力を持つようになった。このため、2006年からスタートする第十一次五カ年計画(2006年3月の全国人民代表大会会議において承認予定)では、

「(高効率省エネルギー)循環型社会の構築」が大きな課題のひとつとなるもようである。

2005年5月には、國務院総理を長とする「国家エネルギー指導グループ」を設置し、国のエネルギー安全保障に係る基本方針を策定することとなった。

また、エネルギー関連法、政策に関しても、「循環型社会の構築」の観点から種々の作業が行われている。主な動きとして、「中華人民共和国再生可能エネルギー法」は、2005年2月28日に制定され、2006年1月1日から施行された。これは、再生可能エネルギーの開発、導入、普及を図るための基本法であり、今後、中央及び地方において、再生可能エネルギー利用の中長期計画や具体的な導入支援策が打ち出されることとなる。国による再生可能エネルギーの導入見通しを表 - 3 に示す。これによると、風力及び小水力発電が大きなウエイトを占めているのがわかる。

中国には、石炭法、電力法、再生可能エネルギー法等の個別法は既に整備されているが、これらを含む基本法が未整備であった。このため、2005年3月から「エネルギー基本法」検討が開始され、現在、法案の起草作業が行われているところである。エネルギー基本法の骨格は、省エネルギー原則、エネルギー安全保障等がポイントになると考えられる。また、現状では、石油備蓄

表 - 3 再生可能エネルギーの導入見通し (万 kW)

再生可能エネルギーの区分	2000年	2010年の見通し	2020年の見通し
風力発電	36	480	2,000 3,000
太陽光発電	2	28	380 800
バイオマス発電	80	320	1,300 2,000
地熱発電	3	11	50 100
海洋エネルギー発電	1	60	370 560
小水力発電	2,497	3,800	6,000 7,000

出典：2004年11月国家発展・改革委員会能源研究所の資料等

を規定する法律がないため、このエネルギー基本法においてどのように位置付けられるかが注目される。

5. 直面する課題

現在、石炭を始め、1次エネルギーは、市場原理に基づき価格が決められる方向にある。しかし、電力料金、天然ガス料金は国の統制化に置かれており、社会主義体制においてこれらのバランスをどのようにうまくコントロールできるかが重要になる。

最近、全国のエネルギー需給はある程度バランスしつつあるが、石炭をはじめ1次エネルギーを産出する省・自治区は自省の発展に注力する傾向が強く、資源のない省・市では、原子力、天然ガス発電(西気東輸等)の積極的開発等、独自のエネルギー戦略をとり始める傾向が見られる。このことは、中央政府の方針が、地方政府レベルでは、十分に実行されないということを示しており(「中央に政策あれば、地方に対策あり」という言葉が、このことをうまく表している)、中央政府による今後の舵取りが中国国内はもちろん、世界の

エネルギーバランスの鍵を握っているといっても過言ではない。

また、省エネルギー、再生可能エネルギー開発により、国が目指す「循環型社会の構築」の進展が注目され、技術力のある日本企業にとってビジネスチャンスになる可能性があるが、長期間培ってきた省エネ、再生可能エネルギーの技術継承が、人材不足等の理由により困難になるのではないかと懸念がある。たとえば、コークスフロー発電は、1995～2003年にNEDOにより数件の研究・実証試験が行われ、中国側から高い評価が得られ導入が望まれたが、日本側の問題(企業の人員合理化、技術者高齢化による人手不足)で中国側ニーズに対応できないという状況も見られた。

中国は、北京オリンピック(2008年)、上海万博(2010年)等、大きなイベントを控えており、経済は持続して成長しエネルギー消費も増加の一途をたどると見られるが、今後、経済・エネルギー・環境問題に対して、負の影響の少ないバランスの取れた政策がどのように展開されるかが大いに気になるところである。

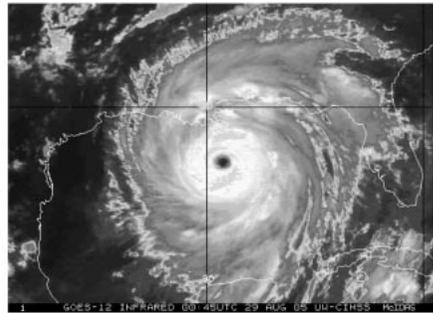
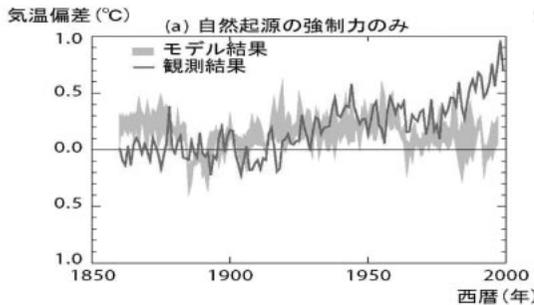
中国の進める循環経済への わが国の貢献について

東大生産技術研究所教授 山本 良一

先ず、人間活動が原因の地球温暖化が起こっていることについて、多くの証拠と考えられる事例を挙げて説明した。地球温暖化は気候激変あるいは気候崩壊を招くとして、ムンバイの大洪水、ハリケーン・カトリーナ、ヨーロッパの乾燥による火災増加を予兆の例証として挙げた。全人類的な

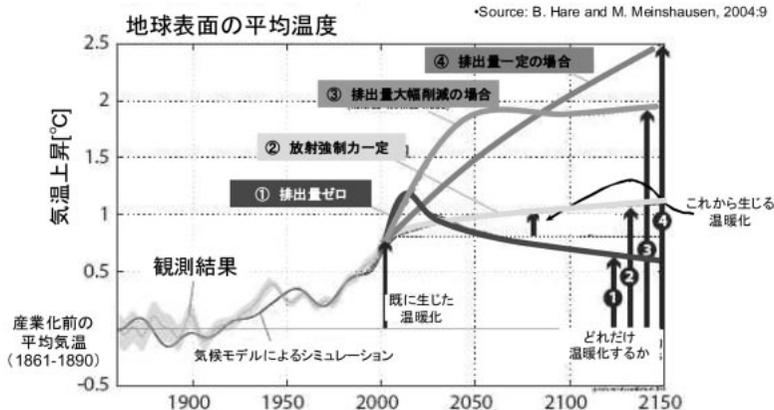
気候リスクを回避するには、気温上昇を2度C以下に抑制せねばならない。

しかし、CO₂排出量1位と2位の米国と中国が削減に踏み切らないので、このままでは2度Cを突破するのは必至であると警告する。京都議定書では限られた効果しか期待できない。

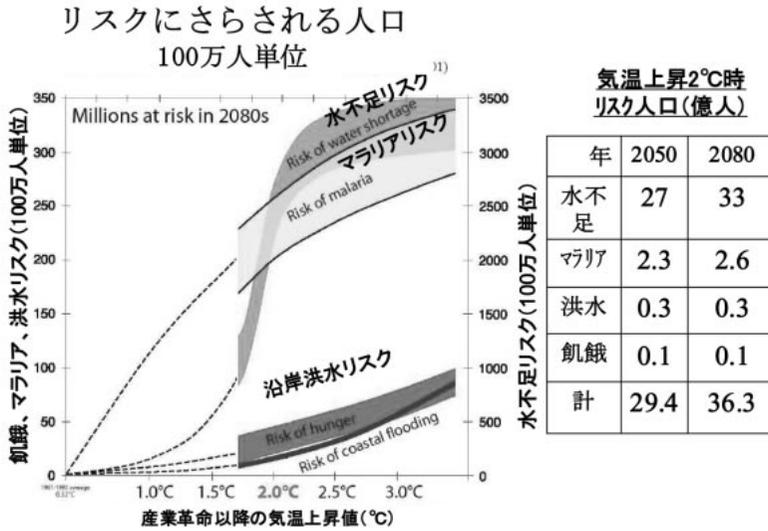


Hurricane Katrina with winds of 255 km/h

気候ターゲット2°C突破の可能性



- 1) 2005年以降 排出ゼロ………2°C突破は起こらない
- 2) 2005年の放射強制力一定の場合………2°C突破は起こらない
- 3) 排出量大幅削減の場合………10~50%の確率で突破される
- 4) 排出量一定の場合………2°Cは確実に突破される



Examples of eco-components

Higher quality



Citizen high luminance LED



Cellular analog one chip



Nichicon advancing condenser



Nichicon power conditioner



NEC Tantalum chip capacitors



Sanyo Al-resin sash



Sekisui corrosion resistant house structure



Nishimatsu FRP form

アジア太平洋パートナーシップ会議が昨年開かれ、8産業分野で協力を進めることで合意した。来年は輸送部門や農業部門でも協議を行う予定。日本は京都議定書グループとアジア太平洋パートナーシップグループの両方に属する唯一の国であり、両者を同盟させる役割を担うことができよう。環境ビジネス、環境誘発型ビジネスの市場規模が大きく成長することを予測した。各種エコプロダクツを紹介し、その普及のため努力している

ことを強調した。

これまで、中国は56回訪問し、30箇所の大学で、教授、顧問、名誉教授などを歴任してきた。環境に関して多くの活動をしてきたが、現在中国へ働きかけているテーマは、大規模エコプロダクツ展示会開催、グリーン購入ネットワーク設立要請、日中研究者による共同研究プロジェクト推進の三つである。

(山脇理事 要約)

中国の環境・エネルギー問題の最前線から

日中環境・エネルギー・物流フォーラムで提起された具体的な共通課題

東大大学院工学系研究科教授 湯原 哲夫

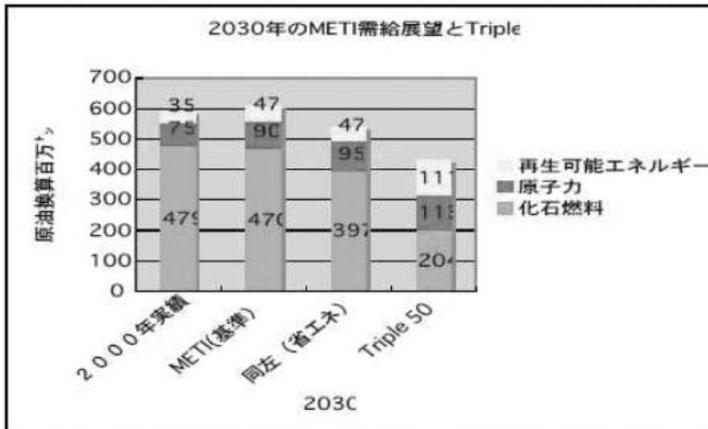
2005年11月28日に東京大学で開催された日中環境・エネルギー・物流フォーラムは、曲格平 中華環境保護基金会理事長(前国家環境保護総局局長)を団長とする、中国の官学にわたる環境行政の重要メンバーからなる代表団を迎えて、日本側は東京大学を中心とする産学環境専門家が参加して、有意義な講演と討論を行ったことが紹介された。今回のフォーラムは、日中の専門家が環境とエネルギーに関する危機感を共有し、持続可能なありべき姿を描き、学术交流から産業に

つながる提言を行い、その評価を産官学で行い、実現へ向けたパートナーシップを築くことが謳われている。特に紹介された講演のなかには、日本の目指すべき長期エネルギービジョンとして、Triple 50(エネルギー自給率、化石燃料依存率、エネルギー利用効率のいずれも2030年に50%達成を目指す)が強調されていた。

今後のキー技術として超鉄鋼技術、リチウムイオン電池によるハイブリッドディーゼル・トラックなどの意義が強調された。

日本の長期エネルギービジョン Triple 50 (トリプルフィフティ)

	エネルギー自給率	化石燃料依存率	エネルギー利用効率
現在	20%	80%	35%
2030年	50%	50%	50%

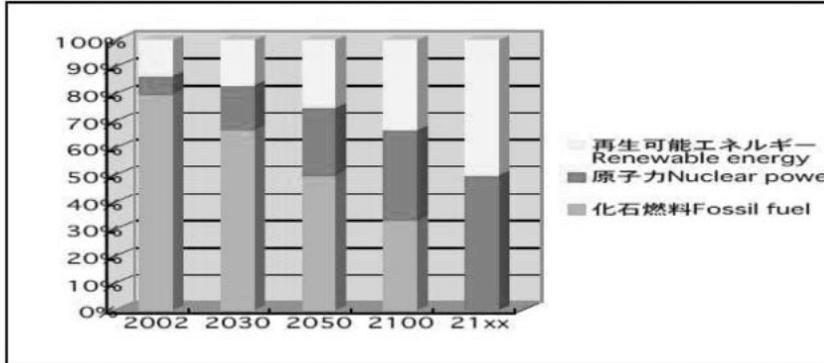


世界の超長期エネルギービジョン

2005.11 T.YUHARA

高い経済成長と、化石燃料+原子力+再生可能エネルギーのバランス。
CO2削減と大気中濃度の安定化(今世紀中に450ppm)を可能にする。

世界	2000年	2050年	2100年
総エネルギー需要(100Mtoe)	91	250	450
GDP(兆US\$)	35	100	300
人口(億人)	60	100	120



2050年世界で25%を原子力でまかなうと30,000TWh,75万tU/年(20年でウランの究極埋蔵量1500万tUは枯渇する。なお、2002年は6.7万tU,2654TWhの原子力発電量)。

ビジョン達成に必要な重要技術とそのトピックス
Key Technology for Energy Vision

1. クリーンで高効率な化石燃料/バイオマスの利用 Clean and efficient fossil and biomass technology
ガス化技術(石炭、バイオマス) Gasification、CO₂隔離技術 Separation of CO₂、トリプルサイクル発電 Triple cycles power generation with fuel cell(SOFC)
2. 持続可能な原子力エネルギーの利用 Advanced reactor system
高速増殖炉 FBR、多目的高温ガス炉 HTR の実用化 Fast breeder reactor, High temperature reactor system with passive safety
3. 再生可能エネルギーの導入 Massive Introductions of Renewable Energy
自立分散型の再生可能エネルギーシステム Self-standing solar and wind power
二次電池 2nd battery と 連係システム Micro grid system,
電気自動車 Electric vehicle と 燃料電池自動車 Fuel-cell vehicle
4. 省エネルギーの循環型産業システム Recycling Industrial Systems
超鉄鋼 (スクラップ鉄から高品質鉄鋼) Ultra-steel from scrap
化学リサイクル・プロセス Polymer-to-monomer process
コプロダクションシステム co-production plant system

次回フォーラムは、2006年春に無錫東大代表部で開催し、テーマの絞込み、協同研究体制の検討などを予定し、2006年秋には東大で公開

フォーラムを計画するとしている。

(山脇理事 要約)

清華大学材料科学与工程院院橋口隆吉 実験室と日中科学技術交流協会の交流

当協会第3代会長 1986年～1996年 故橋口隆吉先生はご生前、中国における材料科学の発展の一助として清華大学に多額の私財を寄贈され、この基金により2002年10月、清華大学材料科学与工程院院に橋口隆吉実験室が設置されております。

同実験室の主任、馬 生 (Ma Jusheng) 教授 (写真3右から3人目) は、かねてから当協会の岡田雅年理事と密接な研究交流を続けておられますが、この程来日されましたので、去る2月22日、学士会館において当協会の理事数名と懇談の機会を設け、同実験室と当協会との協調・協力の可能性について話し合いました。当日の参加者は写真3のとおりで、右から藤崎副会長、唐物質材料科学研究機構主幹研究員、馬教授、山脇副会長、紺野常務理事、堂山理事、岡田理事、およびこの写真を撮影した永崎理事です。

その後、紺野常務理事と永崎理事がたまたま同



写真 3

じ時期にそれぞれの用務で訪中したので、3月6日、合流して清華大学材料科学樓の橋口隆吉実験室を訪ね、馬教授から学術的会合の開催・人的交流・共同研究開発等に関する当協会との協力の可能性について、さらに具体的なお意見を伺いました。

当協会といたしましては、馬教授のお考えを前向きに検討して、これからの交流の活性化を図りたいと考えております。

第32回総会(臨時総会)報告

日 時：2005年10月28日14時～16時
場 所：日本原子力研究開発機構第2会議室
出席者：50名(内委任状提出者38名)
議 題：

第1号議案

「特定非営利活動法人日中科学技術交流協会の設立申請およびこの申請が承認された場合に任意団体としての日中科学技術交流協会を解散する件」

議案書ならびに、東京都とのヒアリングの状況、東京都への提出書類について審議の結果、出席者の過半数25名以上の賛成40票で原案を承

認した。

日中科学技術交流協会 NPO法人化申請

上記の臨時総会の決議に基づいて東京都へのNPO法人設立申請が12月になされ、平成12年2月8日の東京都公報に申請が12月21日受理されたことが公示された。

今後は4ヶ月以内に認可・不認可が決る予定で、その後、2週間以内に登記手続きを取り、登記完了届けを出し、閲覧手続きをとって6月初旬頃にNPO法人化が完了する見込みである。

(事務局 永崎 記)