

# 地球規模のエネルギー・環境問題解決への貢献を目指す “清華大学-東芝エネルギー・環境研究センター”

Tsinghua-Toshiba Energy & Environment Research Center Aiming at Improvement of Global Energy and Environmental Situation

蔡 寧生      伊藤 義康

■ CAI Ningsheng      ■ ITO Yoshiyasu

地球規模でエネルギーの大量消費と温暖化が進んでいる。この問題を解決するために、世界規模での省エネと二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)などの温室効果ガス排出量の低減をできる限り早く実現する必要がある。

このような世界的なエネルギーと環境の状況を踏まえて、東芝と中国の清華大学はそれぞれのポリシーに基づいて、共同で“東芝-清華大学「省エネ・環境」セミナー”を2007年7月に開催した。また、両者の協力関係をより緊密にしエネルギー・環境技術に関する研究開発の加速を目指して、2008年4月に“清華大学(熱工学系)-東芝エネルギー・環境研究センター”を創設した。更に、2011年3月には、清華大学と大学レベルでの関係に発展させて、“清華大学-東芝エネルギー・環境研究センター(中文名称:清華大学-東芝能源与環境研究中心)”と改称した。

現在、エネルギー・環境分野における電力機器の高性能化や、排気ガス処理システム、水質監視システム、環境調和型電源システム、CO<sub>2</sub>分離回収など、地球環境対策技術に関する共同研究を積極的に推進している。

There is a strong need for worldwide energy conservation and the reduction of emissions of greenhouse gases such as carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) as countermeasures against global warming. In consideration of the energy and environmental situation of the world, Toshiba and Tsinghua University in China held an Energy & Environment Seminar based on their respective policies in July 2007. Going a step further, the Tsinghua (DTE) (DTE: Department of Thermal Engineering)-Toshiba Energy & Environment Research Center was established in April 2008 with the aim of accelerating research and development of energy and environmental technologies. Furthermore, on March 1, 2011, the Center was expanded to the Tsinghua-Toshiba Energy & Environment Research Center to enhance cooperative relationships with all departments of Tsinghua University.

The Center has been actively engaged in joint research and development in the fields of energy and the environment, including high-performance energy devices, an exhaust gas treatment system, a water quality monitoring system, an environment-friendly power supply system, and technologies to counteract global warming such as a CO<sub>2</sub> capture technology and so on.

## 地球環境問題とエネルギー動向

地球規模での環境問題の発生原因は、地球上の人口増加とそれに伴う経済発展にあると言っても過言ではない<sup>(1)</sup>。地球規模で生じている様々な環境問題とその発生原因を図1に示す。地球環境問題の発生原因の多くは、図から明らかのように先進国と発展途上国における石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料の大量消費にあり、化石燃料を燃やすことで排出されるCO<sub>2</sub>、硫黄酸化物(SO<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub>)、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)に起因している。

実際に、酸性雨や光化学スモッグによる大気汚染被害が相次ぎ、生物的には無害と言われた化学物質フロンがオゾン層破壊の主要原因として使用禁止となった。また、地球温暖化の元凶とし

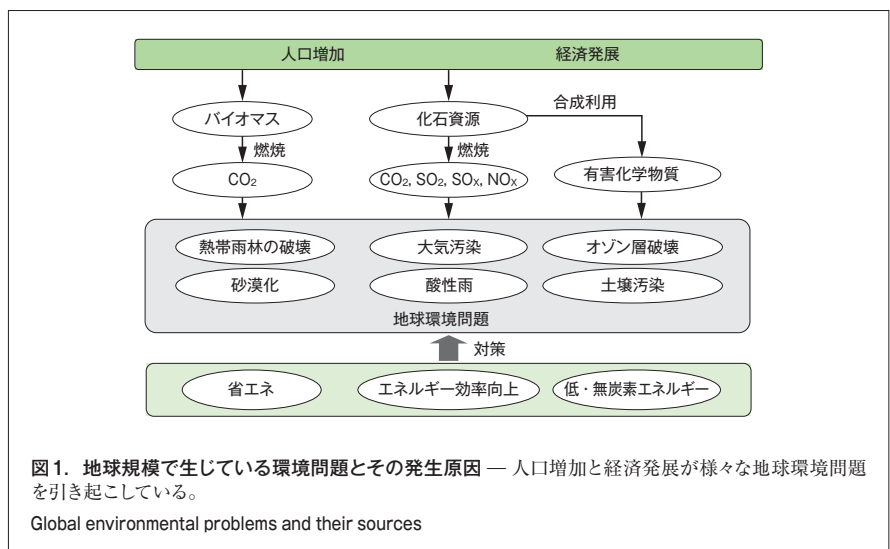
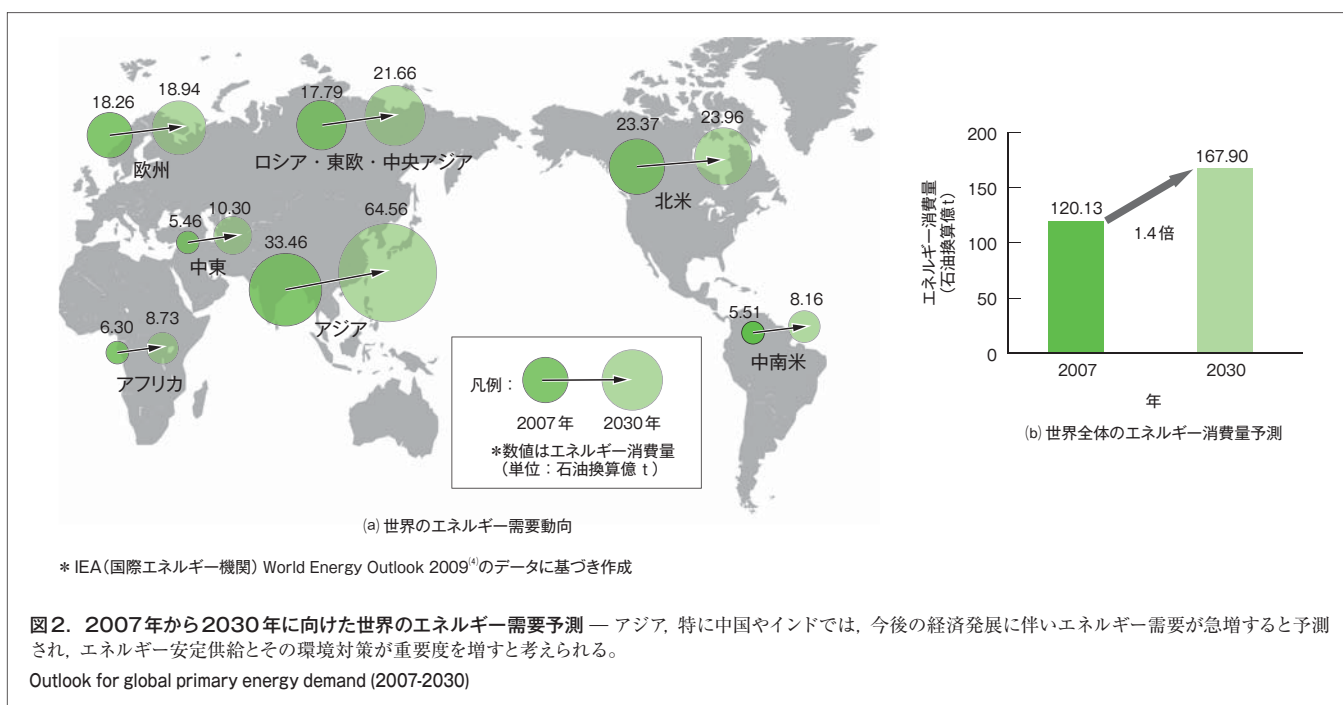


図1. 地球規模で生じている環境問題とその発生原因 — 人口増加と経済発展が様々な地球環境問題を引き起こしている。

Global environmental problems and their sources

てCO<sub>2</sub>、メタンガス(CH<sub>4</sub>)、一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)などの温室効果ガス排出を世界全体で削減する枠組みが、京都議定書として発効されている。更に、熱帯地

方における人口増加は焼畑農業や木材輸出の増加につながり、熱帯雨林の破壊を引き起こしている。ブラジルのアマゾン川流域では、食料・バイオ燃料用とし



て起きた大豆ブームにより、2005年までの10年間に約20万km<sup>2</sup>の森林が大豆畑に転換され消失したと報告されている<sup>(2)</sup>。アフリカでも、森林破壊や、家畜の増加、農地の劣化などが緑地の砂漠化を促進している。

このような地球環境問題を改善するための対策は、図1の下段に示す省エネ、エネルギー効率向上、及び低・無炭素エネルギーの三つに集約されることは言うまでもない。

### エネルギー需要予測と安定供給

経済発展に伴い、世界のエネルギー需要は、確実に増加傾向にある<sup>(2), (3)</sup>。2007年の石油換算でのエネルギー消費量は120億tに達しており、エネルギー源の消費量比率では石炭27%、石油34%、天然ガス21%で、化石燃料だけで82%に達している。残りは、原子力が6%、バイオマス及び廃棄物が10%であり、その他の再生可能エネルギーは3%と低いのが現状である。

一方、図2に示すように、2030年の石油換算でのエネルギー消費量予測は168億tに達し、2007年から2030年に

向けて世界のエネルギー需要は、人口増加と経済発展によって1.4倍に伸びる見通しが示されている。個別の需要では、石炭1.50倍、石油1.23倍、天然ガス1.40倍に増大する見通しである。また需要比率に関しては、石炭29%、石油30%、天然ガス21%で化石燃料の合計が80%であるのに対し、原子力6%、バイオマス及び廃棄物10%、その他の再生可能エネルギー4%である。これは、世界レベルで原子力や、バイオマス及び廃棄物、その他の再生可能エネルギーへの利用拡大が進められることを含んでの予測である。

また、世界の地域別エネルギー需要についての長期見通しも図2に示している<sup>(3)</sup>。2007年のエネルギー消費量の比率を見ると、米国と欧州のエネルギー消費量は世界全体の35%に達するが、2030年の需要比率は26%と顕著な低下傾向が認められる。これは、日本を含むアジアのエネルギー消費量が2007年に28%であるのに対し、2030年の需要比率が38%と急増することを予測しているためと考えられる。なかでも中国、インドでは、今後の経済成長に伴い化石燃料の需要が急増すると予想されてい

る。前述のように2007年から2030年に向けて世界のエネルギー需要は1.4倍に伸びる見通しであるが、その内訳は、アジアでの需要が1.83倍と急増し、米国と欧州の需要合計の増加は1.01倍程度にとどまる点が注目される。

東日本大震災により原子力は今後見直しの可能性もあるが、これまでの長期見通しでは、原子力や再生可能エネルギーの導入は進むものの、今後の経済成長によって化石燃料の需要はますます増大する傾向を示している。また、エネルギー需要はアジア、特に中国やインドの伸びが顕著で世界需要をけん引し、エネルギー安定供給とその環境対策が、いっそう重要度を増すと考えられる。

### 東芝グループの環境ビジョン

このような状況をふまえ、東芝グループは、地球と調和した人類の豊かな生活を2050年のあるべき姿として描き、これに向けた企業の長期展望として「環境ビジョン2050」を策定している<sup>(5)</sup>。すなわち、図3に示す“つくる”、“つかう”、“いかす、かえす”という製品のライフサイクルを通じて、社会の安心・安全

2050年のあるべき姿  
《地球と調和した人類の豊かな生活》

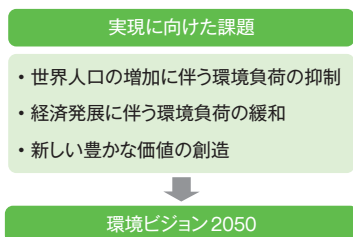


図3. 東芝グループの環境ビジョン — 東芝は、2050年における地球と調和した人類の豊かな生活の実現に向け、環境保全活動を積極的に推進している。

Environmental Vision 2050 of Toshiba Group

と、まだ見ぬ驚きや感動を与える豊かな価値を創造すると同時に、環境経営の柱として地球温暖化の防止、資源の有効活用、化学物質の管理に取り組むことで、地球との共生を図ることが狙いである。

既に東芝グループは、地球内企業との認識の下に、より良い地球環境の実現とエネルギーの安定供給に向けて先導的な役割を果たすため、次に示す様々な取り組みを開始している。

エネルギー供給分野では、基幹エネルギーによる地球温暖化防止対策として、CO<sub>2</sub>削減に有効な原子力発電事業に取り組むとともに、原子燃料の安定供給のためにウラン生産から燃料成型加工に至るフロントエンドのサプライチェーンを強化し拡充している。また、エネルギー需要の82%を化石燃料に頼っている現状から、火力発電の更なる高性能化に取り組み、排出されるCO<sub>2</sub>の分離回収技術の実用化に向けた技術開発など、次世代火力発電システムの開発を推進している。

再生可能エネルギー分野では、従来から継続的に推進している水力発電や地熱発電の高性能化に加えて、太陽光・太陽熱発電事業の強化に取り組んでいる。特にメガソーラシステムでは、火力などの基幹エネルギーに比べて割高となる発電コストを下げるため、発電効率向上とコスト低減策に取り組んでいる。

電力流通分野では、再生可能エネルギーの有効利用と電力の安定供給を可能にするスマートグリッドの実用化を目指して、米国ニューメキシコ州や宮古島などの大型実証試験プロジェクトに主

体的に参画している。また、ビル全体や工場全体、更に家庭内のエネルギーを監視し制御するシステムを開発し、スマートファシリティ実現に向けた取り組みを進めている。更にスマートグリッドの未来像として、水、ガス、交通など社会インフラ全般を視野に入れてエネルギー利用の効率化を図るスマートコミュニティ構想の実現を目指している。

一方、地球上の人口増加とそれに伴う経済規模の拡大や都市化の進展に伴い、地球全体で水資源の需要が急速に高まりつつある。そのため水資源分野では、水を“つくる”海水淡水化プラントから、“くばる”上下水道の広域管理ソリューション、“いかす、かえす”浄水用紫外線照射装置、曝気(ばっき)レス水処理装置、及び下水汚泥燃料化システムなどまで、幅広い技術と製品群により、

### 清華大学

清華大学 (Tsinghua University) は北京市西北部の清華園に位置する総合大学で、「自強不息、厚德載物」(みづからを向上させることを怠らず、人徳を高く保ち物事を成し遂げる)の校訓に基づき、中国で優れた人材を輩出し、科学技術研究をリードすることで、国内外から高い評価を受けている。

1911年に創立された米国留学予備校 清華学堂として始まり、1912年に清華学校と改称した後、1928年に国立清華大学となった。1952年に、中国の大学教育体制の見直しで理工系大学として再発足し、1978年以降、文科系、芸術系、医学系などの学院が次々に設置され躍進を続けている。現在の清華大学は、36,300名の学生(うち本科生14,600名)が、理学部、工学部、文学部、法学部、経済学部、経営管理学部、芸術学部、教育学部、医学部など、14の学院と56の学部で学ぶ国立総合研究型大学に発展している。

このような歴史のなかで、清華大学は多くの政財界の指導者や、学术界、産業界の優れた人材を輩出し続けている。更に、



清華大学旧校門



現在の清華大学メインビルディング

クリーンテクノロジーなど様々な学術分野で、世界の大学や研究機関との連携を強化し、国内外の企業との共同研究を積極的に推進することで、産業界でも優れた成果を収めている。

安心・安全な水資源の安定供給と環境配慮を目指し、持続可能な社会の実現に取り組んでいる。

### 清華大学-東芝エネルギー・環境研究センターの設立

2010年の中国のGDP(国内総生産)成長率は前年比で実質10.3%増加し、名目GDPは米国に次いで世界第2位となった。このように急速な経済発展を遂げている中国は、世界の市場として大きな注目を集める一方で、急速な工業化に伴うエネルギーの大量消費のため大気や、水、土壌の汚染が深刻化し、省エネを含む抜本的な環境対策が重要課題となっている。

中国の「第11次五カ年計画(2006～2010年)」では、安定成長を維持しつつ資源節約・環境保護型社会構築を目指し、省エネ・環境政策が打ち出された。特に電力分野では、CO<sub>2</sub>削減のため、再生可能エネルギー発電と原子力発電の積極的な開発や、効率の低い小規模火力発電所の閉鎖などが進められた。

このような状況のなか、中国屈指の専門大学であり中央政府にも大きな影響力を持つ清華大学(囲み記事参照)は、エネルギー・環境分野で高い技術レベルの研究開発を進めている。1997年に、東芝と清華大学は共同研究の包括基本契約を締結し、その後、奨学金制度や技術交流会などを通じて、様々な分野で強固なパートナーシップを構築してきた。2007年には、省エネ・環境問題に協力して取り組むこととし、「東芝-清華大学「省エネ・環境」セミナー」を開催して、複数の共同研究を開始した。

共同研究を推進するため、東芝と清華大学は、2008年4月に「清華大学(熱工学系)-東芝エネルギー・環境研究センター」を創設し、2011年3月には「清華大学-東芝エネルギー・環境研究センター」(以下、研究センターと略記)へと発展させた。研究センターは清華大学熱工学系ビルに開設し(図4)、エネルギー・環境分野で展開している共同研究を更に加速、拡大して研究成果の早期創出を図り、中国の資源節約・環境保護型社会の実現を目指している。

前述したように、東芝グループの環境ビジョン2050では「エネルギーの安定供給」と「より良い地球環境の実現」に向けて、東芝グループの持つ高度なエネルギー・環境技術を軸に、世界の省エネ・環境対策に積極的に貢献し、先導的な役割を果たすことを示している。すなわち、東芝グループは自らの環境経営を徹底するとともに、省エネ・環境技術と製品を通じて、中国でも地球内企業としての責任を果たし、清華大学との共同研究を通じて省エネ・環境問題の解決を目指し、「自主创新」を掲げる中国の国家目標達成に貢献していく。

関する研究開発を加速している。現在、研究センターで推進している共同研究テーマの一端を以下に示す(図5)。

エネルギー供給分野のテーマは、数値流体解析(CFD:Computational Fluid Dynamics)を用いた蒸気タービンの性能向上、排気ガス中の汚染物質(NO<sub>x</sub>)低減のための制御技術、火力発電プラントの燃焼後CO<sub>2</sub>分離回収技術、火力発電プラントの省エネ診断技術などである。

再生可能エネルギー分野のテーマは、中国河川水による水力発電プラントの耐土砂摩耗技術、省エネを実現するための新材料技術などである。

電力流通分野のテーマは、大規模風力発電や小規模太陽光発電を中心に中国でのスマートグリッドを対象にした地域自立・環境調和型電力システムの制御技術などである。

水資源分野のテーマは、各種水処理技術(紫外線照射、オゾン処理、膜分離、電子線照射)の可能性についての検討や、中国での広域水質監視の実現に向けたバイオセンサの適用拡大などである。

研究センターで得られた共同研究成果は、清華大学と東芝の双方に帰属させることで、中国における省エネ・環境問題の解決を推進し、資源節約・環境保護型社会の実現に役だてるとともに、中国の自主创新への貢献を可能としている。

### 今後の展望

2011年は清華大学創立100周年記念にあたることから、2010年から学術、文化、公益、祝賀に関する一連のイベントが開催されている。このイベントの一環として東芝は、2010年10月に開催された3Eフォーラム(3E:Energy Environment and Economy)で、日本企業を代表してパネルディスカッションへ参加したり、また、清華大学の学生への「将来の低炭素社会のあり方」についての講演や、2011年4月に中国人民大会堂で開催され



### 共同研究の状況

研究センターでは、東芝の優れたエネルギー・環境技術と清華大学の優秀な人材や研究設備などの研究資源を最大限に活用し、エネルギー・環境分野に

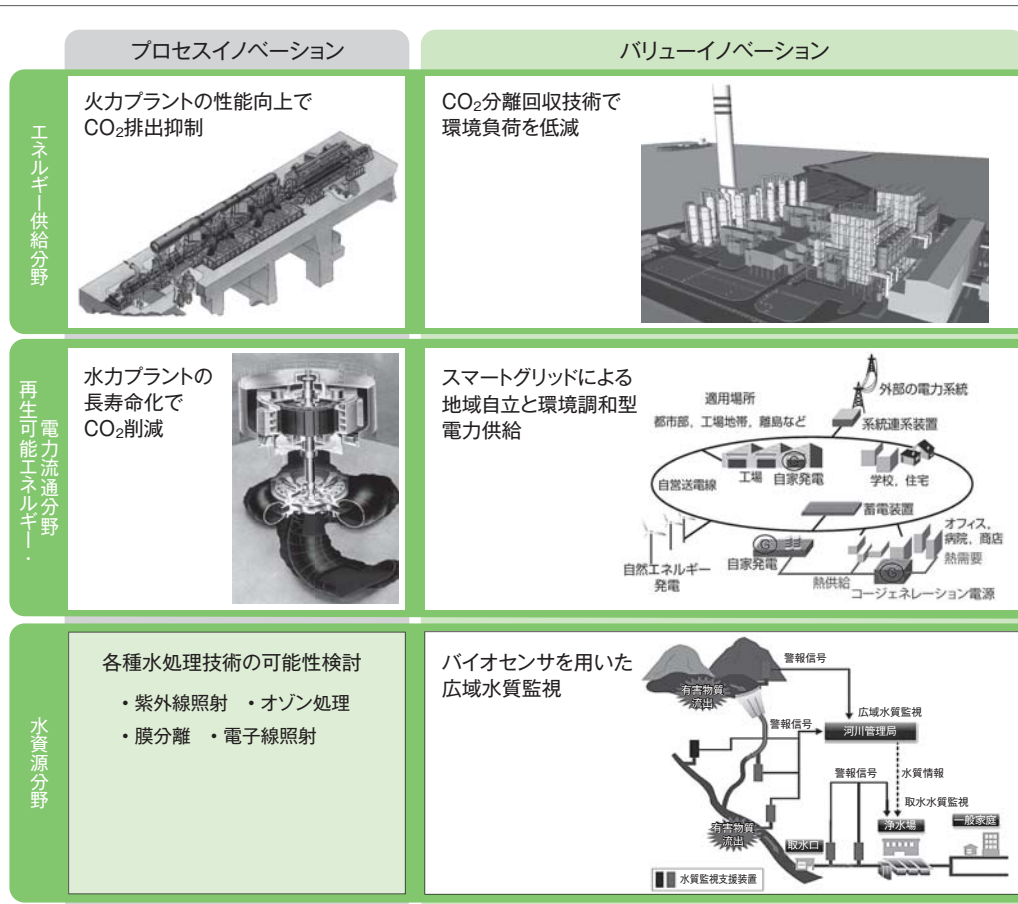


図5. エネルギー・環境技術のイノベーション— 研究センターでは、プロセスイノベーションとバリューイノベーションに関する共同研究を推進し、持続可能な社会の実現に貢献していく。

Innovation of energy and environmental technologies

た創立100周年記念大会への出席などの交流を通じて、清華大学とのパートナーシップをますます強固なものとしている。

2010年3月に開催された中国の第11期全国人民代表大会では、経済社会発展の「第12次五カ年計画(2011~2015年)」の骨子が示された。この中で、「経済発展パターンの変換加速と、民生の改善」を最重要目標として掲げており、実現するための政策手段として「資源節約・環境保護型社会への転換」が提起されている。これは、基本的に第11次五カ年計画の政策を踏襲することを示しており、GDP当たりのエネルギー消費量を16%、CO<sub>2</sub>排出量を17%削減する数値目標を掲げている<sup>(6)</sup>。

このような状況から、今後も研究セン

ターの重要度はますます高まると考え、共同研究を更に加速させていく。

## 文献

- (1) 伊藤義康. パーソナル分散型エネルギーシステム. 東京, 養賢堂, 2005, p.8-10.
- (2) 伊藤義康. 地球環境問題とエネルギー安定供給の現状(1). 機械の研究. 61, 10, 2009, p.999-1002.
- (3) 伊藤義康. 地球環境問題とエネルギー安定供給の現状(2). 機械の研究. 61, 11, 2009, p.1097-1101.
- (4) International Energy Agency (IEA). "World Energy Outlook 2009". <<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/weo2009.pdf>>, (accessed 2011-04-28).
- (5) 東芝. "環境ビジョン2050". 東芝ホームページ. <[http://www.toshiba.co.jp/env/jp/management/vision2050\\_0\\_j.htm](http://www.toshiba.co.jp/env/jp/management/vision2050_0_j.htm)>, (参照2011-04-28).
- (6) 金 堅敏. "中国の「第12次五カ年計画」提案を読む". 富士通総研ホームページ. <<http://jp.fujitsu.com/group/fri/report/china-research/topics/2010/no-139.html>>, (参照2011-04-28).



蔡 寧生  
CAI Ningsheng

清華大学 熱工学科教授, 副学科長。エネルギー工学及び燃焼工学全般と、燃料電池の開発に従事。中国熱物学会理事, 中国エネルギー研究会理事, 「温室効果ガス」科学技術担当編集者。Tsinghua University



伊藤 義康  
ITO Yoshiyasu, D.Eng.

電力システム社 電力・社会システム技術開発センター 首席技監, 工博。エネルギー機器全般の材料開発に従事。日本機械学会フェロー, 日本セラミックス協会会員。

Power and Industrial Systems Research and Development Center