

CIGS 地球温暖化に関する日中専門家ワークショップ

日時：2014年11月15日 10:00 - 18:30

場所：フクラシア東京ステーション 5F 会議室 L

参加者：

中国側

周 大地	発展改革委員会エネルギー研究所元所長 国家エネルギー専門家諮問委員会副主任	IPCC AR5 WGIII CLA
張 阿玲	清華大学教授 国家再生可能エネルギーセンター研究員	IPCC AR5 WGIII Government Reviewer
陳 文穎	清華大学教授	IPCC AR5 WGIII IPCC AR5 SR Review Editor
劉 濱	清華大学准教授	COP 代表団メンバー
居 輝	農業科学院研究員	

日本側

黒木 昭弘	日本エネルギー経済研究所常務理事 地球環境ユニット担当
日下 一正	キャノングローバル戦略研究所 アドバイザ
澤 昭裕	21世紀研究所研究主幹
秋元 圭吾	(財)地球環境産業技術研究機構 (RITE) システム研究グループグループリーダー・主席研究員
高橋 潔	国立環境研究所 社会環境システム研究センター 主任研究員
松井 一秋	エネルギー総合工学研究所 研究顧問
都筑 和泰	// 主管研究員
湯原 哲夫	キャノングローバル戦略研究所 理事・研究主幹
段 烽軍	// 主任研究員
青柳 由里子	// 研究員
瓦谷孝一	// エネルギー2050研究会メンバー
桂 軍	// コーディネータ

オブザーバー

戴 瀚程	国立環境研究所
ヴィクトル	エネルギー経済研究所

## 概要

地球温暖化に関する最新の科学的知見を踏まえ、日中両国の環境とエネルギー専門家は、温暖化の影響と緩和の目標、温室効果ガス排出シナリオとそれを実現するアプローチ、目指す長期エネルギー構成とそれを支える低炭素技術、世界目標実現に向けた日中協力の貢献について討議し、共有できるビジョンを検討した。

### 1. 気候変動を抑制するための課題とワークショップの議題

キャノングローバル戦略研究所（CIGS）理事・研究主幹の湯原哲夫氏と中国発展改革委員会エネルギー研究所元所長の周大地氏が、気候変動に関する最新の科学知見並びに最近の日中両国及び世界の動きを踏まえて、気候変動抑制の課題を整理し、本ワークショップの議題を提示した。

湯原哲夫氏は、IPCC AR5、日本の新エネルギー基本計画、欧米中の最新エネルギーと気候政策、シェールガス革命、国際交渉における Pledge & Review 方式の確立などの動きをレビューしながら、地球温暖化抑制の課題として、①共有すべき温室効果ガス（GHG）の長期排出経路、②排出制約を満たしかつ経済性の優れた長期エネルギー構成、③その長期エネルギー構成の実現を支える低炭素技術の開発と普及の仕組み、を提示した。これらの課題の研究事例として、キャノングローバル戦略研究所が提案した「地球温暖化抑制のための世界で共有する GHG 排出シナリオと長期エネルギービジョン」の内容を紹介した。

まず、世界全体の GHG 排出経路として、オーバーシュートとゼロエミッションに基づいて今世紀中の累積排出量を 650GtC 以内に制約する Z650 シナリオ（図 1）が提示された。

その排出制約の下、人為的温室効果ガス排出の大半を占めるエネルギー起源 CO<sub>2</sub>（図 2）に絞り、エネルギーモデルによる世界全体のエネルギーシステムのコストミニマム最適化を行い、長期エネルギービジョンを求めた。

温暖化対策を実施しない場合、化石燃料中心の社会が続く（図 3）のに対して、先進国は一次エネルギー消費量を保持しつつ、供給の構成を化石燃料中心から再生可能エネルギー中心に転換し、一方途上国は、大幅に増え続けるエネルギー供給の増加分を主に再生可能エネルギーと原子力で賄う（図 4）ことにより、その結果世界の一次エネルギー構成は、化石燃料と原子力及び再生可能エネルギーの割合が、2030 年の 7 : 1 : 2 から、2050 年の 5 : 2 : 3、さらに 2100 年の 3 : 2 : 5 へと低炭素化（図 5）に向かうと示された。

かかる世界全体最適エネルギービジョンが実現できれば、世界と先進国及び途上国のエネルギー起源 CO<sub>2</sub> の排出量は、2005 年比で 2030 年にそれぞれ 1.2 と 0.95 及び 1.54 倍になり、2050 年に 0.75 と 0.48 及び 1.12 倍になる（図 6）と指摘し、これは各国/地域の経済成長段階に対応した排出パスウェー（図 7）になっており、地域間の平衡性を保っていると評価した。

この低炭素化ビジョンの実現には、CO<sub>2</sub> 排出を制限しないシナリオに比し、先進国

と途上国のいずれでも、必要な追加投資は化石燃料の節約による省エネベネフィットでカバーできる（図 8）と指摘した。また、先進国が 2050 年に 2005 年比で 80%減の目標に追求することによってこのコスト・ベネフィット関係は崩れる（表 1）とも指摘し、ビジョンの経済合理性を示した。

さらに、かかる世界全体エネルギーシステム最適化により得られた低炭素化ビジョンの達成には、先進国と途上国それぞれ能力に応じて努力するとともに、低炭素技術の開発と普及を中心とする国際協力も必要不可欠（図 9）と指摘した。そして、それを推進するために、現状の CDM の投資追加性と投機性を排除し、繁雑な規制と手順を簡略化するとともに、二国間オフセットメカニズムを中心に、透明で公平かつ効率的な国際協力メカニズム（図 10）の構築が望ましいと提言した。

最後に、実用化し普及すべき革新技術として、高効率な化石燃料利用技術、原子力利用の革新技術、再生可能エネルギーの効率化と安定化技術、エネルギー貯蔵技術、水素利用技術、並びに産業と最終消費の省エネ技術などの分野における 20 の技術を提示し、将来の有望な技術として、人工光合成、高温岩体発電、固体電池、量子ドット太陽光発電、微細藻燃料などの 10 項目の技術を紹介した。

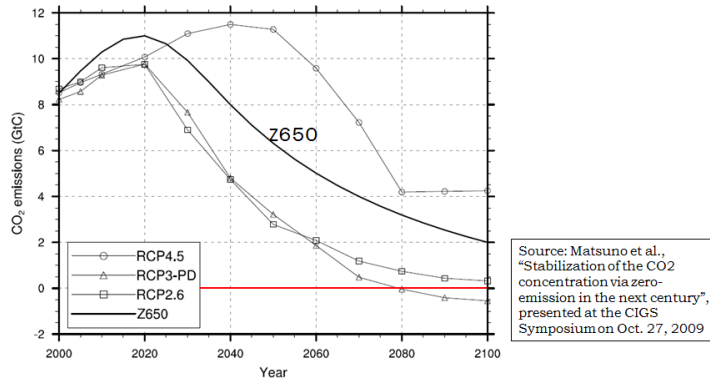
表 1 世界全体最適化と地域別最適化の経済性評価

## Economic assessment of global optimization

Comparison between cumulative additional investment and energy saving benefit within 2010–50 (Trillion USD)

		Add. Invest.	Energy saving	Total benefit
Global optimization	World	11	14	3
	A1	4	5	1
	Non A1	7	9	2
80% reduction in industrialized countries	World	42	10	-32
	A1	37	10	-27
	Non A1	5	0	-5

Comparison between Z650 and RCP Scenarios for AR5



Z650 is located in the middle of the two RCP scenarios, therefore it could take the advantage of second best solution, i.e., to be more feasible than RCP2.6, and to have better climate performance than RCP4.5.

図1 世界の排出経路 Z650  
Towards the optimized way  
Global emissions of Energy Related CO<sub>2</sub>

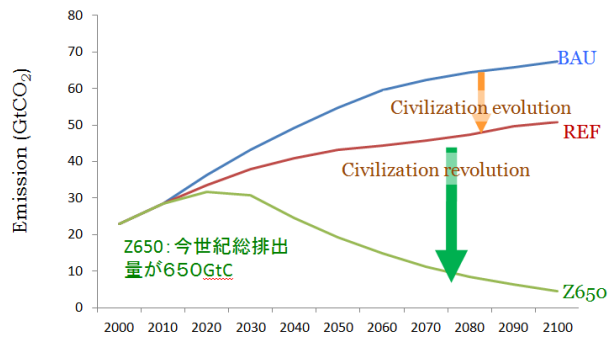


図2 エネルギー起源 CO<sub>2</sub> の排出シナリオ

Continuance of fossil fuel dependent society without CO<sub>2</sub> policy

- ◆ CO<sub>2</sub> emission
  - 2050: 54Gt (2.5 times of 1990)
  - Cumulative emission: 630GtC till 2050, 1480GtC till 2100
- ◆ Resources limitation
  - Enough supply of fossil fuel during this century
  - However, 50 to 70% of the total resources will be used till 2150

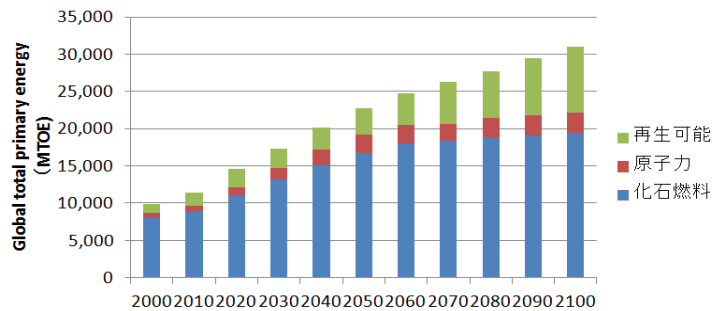


図3 BAU シナリオにおける世界エネルギー構成

## Region Total Primary Energy for Z650

### Industrialized countries

- Total Primary Energy is almost constant up to 2100.
- Share of fossil fuel gradually decreases
- Alternatively, share of renewable energy mainly increases

### Developing countries

- Total Primary Energy continuously increases up to 2100
- Peak of fossil fuel consumption at 2040
- Both Nuclear and renewable energy increase remarkably

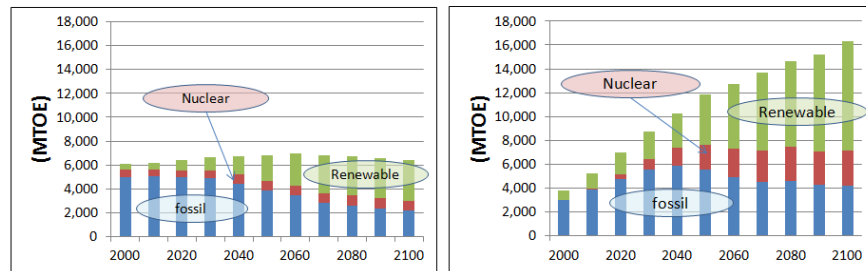


図 4 Z650 シナリオにおける地域エネルギー構成

## Global Long term Energy Mix

Fossil : Nuclear : Renewable = 5 : 2 : 3 (2050)  
3 : 2 : 5 (2100)

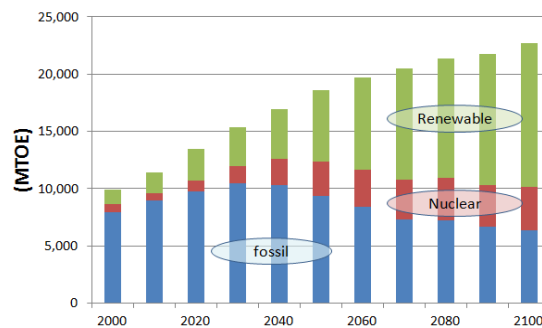


図 5 Z650 における世界エネルギー構成

## 「sharable global scenario Z650」

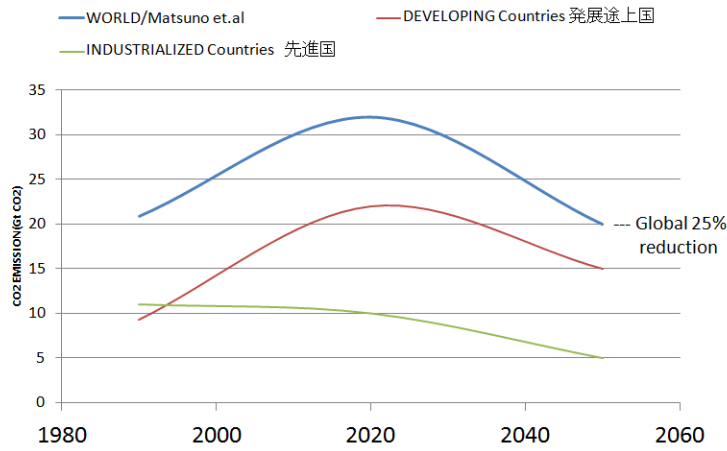


図 6 Z650 における世界と地域の排出パスウェー

### CO2 emissions till 2050 -Global, OECD, Non-OECD, China and USA

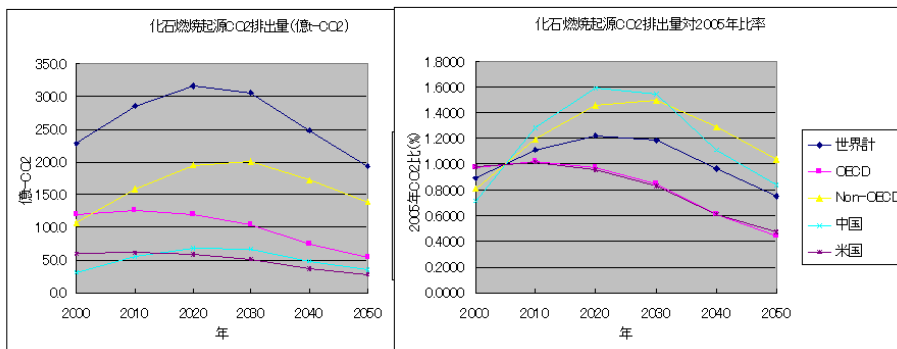


図 7 Z650 における主要国と地域の排出パスウェー

### Additional Investments vs. Fuel Saving Benefits

Global and regional emissions of Energy Related CO<sub>2</sub>

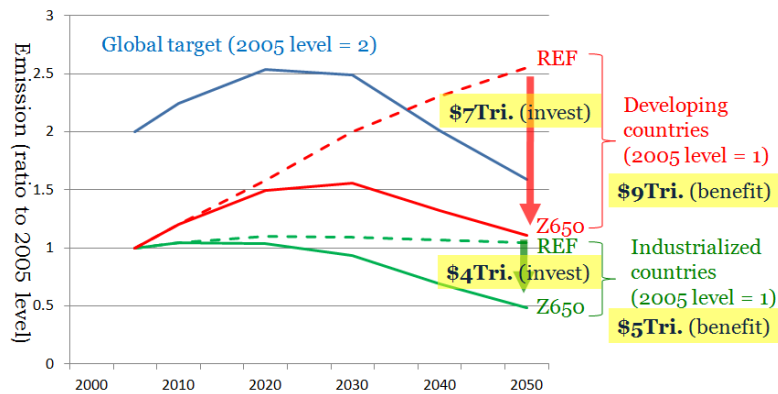
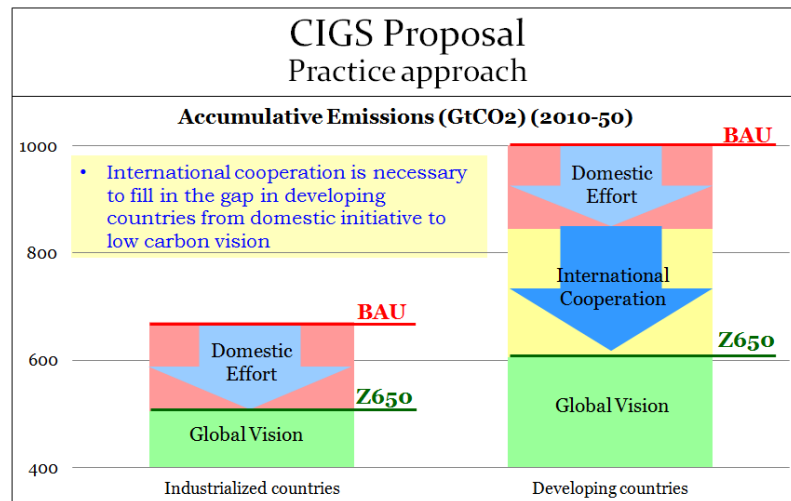


図 8 世界全体最適化による Z650 の実現アプローチの経済性



BAU: traditional development REF: energy conservation Z650: Low carbon vision

図 9 Z650 ビジョン実現のイメージ

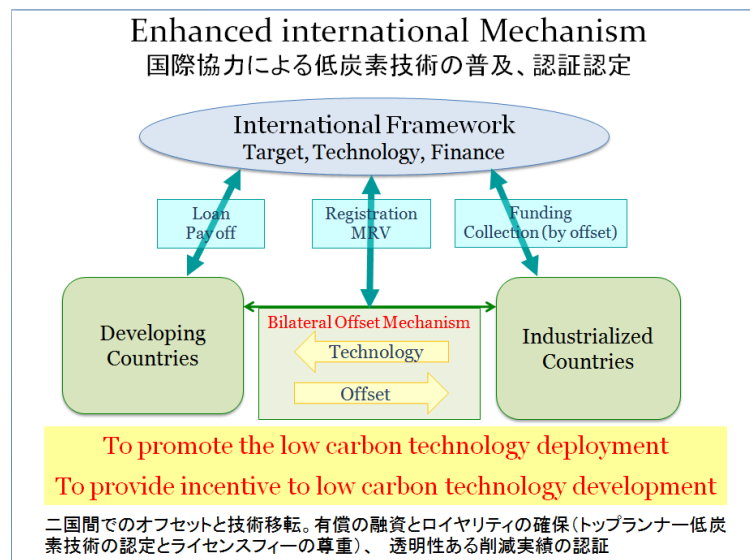


図 10 国際メカニズムの概念図

国際シンポジウムの討議を通じて、この CIGS の提案に対する国内外専門家の共通認識を紹介した。すなわち、①気候変動科学に基づき、オーバーシュートシナリオを考慮した、実現可能な温室効果ガスの排出シナリオを支持する、②エネルギー起源の二酸化炭素の排出シナリオのもとで世界全体の最適化（コストミニマム）により、長期エネルギービジョンと排出分担を追求し、投資とメリットがバランスするエネルギービジョンを歓迎する、③オープンでフェアかつ効率的な仕組みによって低炭素技術の普及を国際協力により進める。温暖化を抑制し、経済成長と両立するエネルギービジョンの実現につとめることを共有する、④国際的な討議の場を通して、世界で共有できるビジョンとして受け入れられることが望ましい、の 4 点である。その後、温暖化抑制の基本認識と合わせて、本ワークショップの議題について、以下のように提案した。

- ・ 地球温暖化抑制のために共有すべき長期的な温室効果ガスの排出制約と計画（パスウェイ）とは？
- ・ 排出制約のもと、長期エネルギー構成とそれに基づく各国の二酸化炭素の排出計画は如何にあるべきか？
- ・ その長期エネルギー構成の累積投資とメリットのバランスは？
- ・ 長期エネルギー構成を実現する、低炭素産業社会が依存すべき革新技術とその普及の仕組みは？
- ・ IPCC 第五次評価報告書を踏まえ、中国との中長期エネルギービジョンの共有と実現へ向けた協力は可能か？
- ・ その上で、日中によるアジアの成長と環境保護への支援は？
- ・ 我国の中長期エネルギー構成は、産業社会のモデル足り得るか？



周大地氏は、まず、温暖化に関する研究がだんだん深まるに従って、中国の主要な政治家と研究機関が、気候変動に対して人類が直面している重大なチャレンジであること、それに対応するためにグリーン低炭素の途をとるべきことなどの認識が統一しつつあると紹介した。そして、アジアは、ほとんどの国が途上国であり、近年もっとも経済成長が速いため、グリーン低炭素の途に沿って発展できるかどうかは、世界の気候変動対策に重大な影響を与えると指摘した。また、アジアにおける最大の途上国である中国と最大の先進国である日本は、協力を通じて、低炭素成長の途を確立して、経済と環境の両立を実現し、アジアの低炭素成長をリードできるのみならず、世界の気候変動対策に重大な意義を持つと指摘した。中国における低炭素の途は模索研究中であり、産官学が共有する長期的戦略シナリオはまだできていないと紹介し、グリーン低炭素成長の方針と政策の実現に向けて必要な課題を、以下のようにまとめた。

- ① 気候変動に関する科学的知見を増やすこと。気候変動対策と低炭素成長を社会経済発展の重要な制約条件にするのは、社会的な共通認識が必要であり、社会合意形成のベースは科学的な認識である。
- ② 実現可能な排出パスウェーを導くこと。気候変動は非常に深刻で、科学的根拠に基づき早急に対応すべき客観事実であるという共通認識のほかに、理論研究と実践をベースとしたグリーン低炭素を実現するエネルギー構成と社会経済の必要な成長を両立させるパスウェーも必要である。
- ③ 国家政策レベルの削減目標を科学的に設定すること。①と②に関する共通認識ができて、長期の2050年だけでなく、2020年、2030年の目標設定ももっと重要であり、現段階において共通認識の形成は非常に難しい課題である。
- ④ 科学目標の実現方法を定めること。既存の経済成長政策（エネルギーの安定供給、都市化、成長の維持など）との調和が大事である。
- ⑤ 誘導政策を施策に変えること。現在トップダウンとボトムアップ両方のデモンストレーションを行っており、低炭素モデルを模索・構築している。そのプロセスにおいて、中国は大いに海外の経験を学んでいる。欧州、特に英国、ドイツ、フランスの立法、社会目標の設定、経済政策、企業参加などの経験は、中国の目標設定と低炭素推進に大きく影響した。

上記の課題を整理した後、周大地氏は、中国における低炭素推進の緊迫性を説明し、米中共同宣言における中国の2030年あるいはそれ以前にピークアウトする目標の設定について、研究と認識の統一プロセスもあり、研究成果を政治共通認識に転換するプロセスもあると紹介した。また、その目標は必ず実現できるとの専門家の認識を示した。近年、中国は省エネと非化石燃料の推進などに関して努力してきたが、今後の経済成長は従来の成長方式で実現し難く、新しい成長セクターを創出しなければならないため、グリーン低炭素成長にとって良いチャンスであると指摘した。そのため、今後数年間は中国のエネルギー消費は重大な変化が起きる時期であって、現在検討中で来年から本格的に制定プロセスに入る第十三次五カ年計画のエネルギー計画に関して、①エネルギー需要の見通し、②大気汚染コントロールのためのエネルギー消費、

③エネルギー構成の調整の可能性など三つ重要な課題を解決しなければならないと述べた。習近平国家主席が宣言した 2030 年前後ピークアウトの目標に関して、楽観的な見方もあれば、クズネッツ曲線や一人当たり GDP と排出ピークの相関関係などの手法からまだピークアウトの時期になっていないとの見解もあり、共通認識達成の難しさも紹介した。しかし、海外の先進事例は、低炭素成長と技術的可能性を示し、特に欧州の再生可能エネルギー推進目標が実現できれば、中国に大きな影響を与えることを展望した。中国は、かつて日本から理念、政策、施策、技術など経験を学んできたが、最近交流が少なくなっており、政治関係の影響もあるが、日本も温暖化対策に関して、中国と同じ問題、つまり共通認識が明確ではないことも制約になっていると分析した。低炭素成長について、欧州がリードしており、アジアは遅れをとっている状況にあると指摘した。しかし、グリーン低炭素成長は、巨大なウィンウィン協力のポテンシャルを持っており、日中両国のマーケットだけではなく、アジアのマーケットも未開発であると指摘し、日中交流協力は、両国のみならず、アジアの途上国をも低炭素成長の途へ導いていくことで、大きな成長のチャンスであると指摘した。

最後に、周大地氏は、今回の検討会について、①日本の先進的なものを学ぶ、②お互いの理解を促進して、気候変動の科学研究、政策協力、技術交流を推進し、新たな成長の方向を探る、③気候変動に関する科学、政策、経済の協力を通じて、日中両国の友好関係を促進すると述べ、参加者は政策意思決定者ではないが、科学的知見の交流は政治的意思決定のベースになるため、大事であると締めくくった。

上記の二件の基調講演をまとめて、本ワークショップの議題を、①気候変動の影響に対する認識、②気候変動抑制のための排出パスウェー、③パスウェーの実現を支える低炭素技術、などに設定した。

## 2. 気候変動の影響の現状と将来予測

気候変動の影響の現状と将来予測について、中国農業科学院の居輝氏と日本国立環境研究所の高橋潔氏により、研究成果が提示され、不確実性に留意する必要があるが、緩和策の重要性を共有した。

## 3. 世界の排出パスウェー、日本のシナリオ、中国のシナリオ

世界の排出パスウェーについて、電中研の筒井氏の資料を用いて、段より Z650 のコンセプトと AR5 との整合性を紹介し、清華大学の張阿玲氏により、中国における Z650 (世界モデルの解析により中国の排出曲線) の実現可能性に関する解析結果が紹介された。続いて、RITE の秋元圭吾氏が、日本の中長期目標と実現シナリオについて、RITE の解析結果だけではなく、エネ研、国環研、CIGS の研究も紹介した。清華大学の陳文穎氏は、中国の中長期目標と実現シナリオについて、同じく複数の研究機関の研究成果を紹介した。世界のシナリオに関して、AR5 に提示された RCP2.6 と 4.5 の間に新たに検討された 4 つのシナリオが注目されており、日中両国ともそれに対応する国内シナリ

オの検討を進めている。

#### 4. 温暖化抑制のための低炭素技術とその普及

温暖化抑制シナリオを支える低炭素技術について、清華大学の劉濱氏が中国の状況を、エネルギー総合工学研究所の松井一秋氏が日本の状況を、エネルギー経済研究所の黒木昭弘氏が究極の低炭素技術及び普及のあり方を紹介した。双方の技術展望は一致しており、現状技術の限界と革新技術の創出が議論された。

#### 5. 総合討論

気候変動の影響に関する認識、それを防ぐための排出シナリオ、シナリオの実現方法とエネルギービジョン、ビジョンを支える技術との4つの課題について総合討論を行い、全体的な方向性を共有し、引き続き交流することが合意された。

#### まとめ

基調講演で設定された三つの議題に関して、以下のような共通認識が得られた。まず、気候変動の影響に関して、不確実性により定量評価が難しいため、それに関する研究とリスク管理に関する研究は、これから日中交流あるいは共同研究の課題の一つになり得る。一方、被害が深刻になりつつあるのも事実であり、それを防ぐために、緩和策をとる必要がある。また、排出シナリオに関して、AR5 の評価に基づいて、Z650 のような緩和されたシナリオは、検討の方向の一つであるが、その実現可能性の検討は必要である。

了

(文責：段)