

## 第9回 エネルギーシナリオ・戦略研究会 議事録

### ●日時／場所／参加者

・日時：平成24年12月14日（金）15：00-17：15

・場所：京都大学工学部2号館335号室

・参加者（敬称略）：

西川禎一 財団法人応用科学研究所・理事長／京都大学名誉教授／GCOE 諮問委員長

磯嶋茂樹 住友電気工業株式会社 材料技術研究開発本部・技師長

花田敏城 関西電力株式会社 研究開発室研究開発部・部長

佐野雄二 株式会社東芝 電力・社会システム技術開発センター・技監

永里善彦 株式会社旭リサーチセンター・代表取締役社長

嘉数隆敬 大阪ガス株式会社・理事本社支配人

中川泰仁 シャープ株式会社 ソーラーシステム事業本部 システム機器開発センタ  
所長

藤井康弘 パナソニック株式会社 エコソリューションズ社 事業役員・まるごとソリ  
ューションズ本部副本部長

八尾 健 京都大学 大学院エネルギー科学研究科・教授／GCOE 拠点リーダー

石原慶一 京都大学 大学院エネルギー科学研究科・教授／GCOE シナリオリーダー

手塚哲央 京都大学 大学院エネルギー科学研究科・教授

小西哲之 京都大学 エネルギー理工学研究所・教授

大垣英明 京都大学 エネルギー理工学研究所・教授

森井 孝 京都大学 エネルギー理工学研究所・教授

張 奇 京都大学 大学院エネルギー科学研究科・特定助教（GCOE）

Nuki Agya Utama 京都大学 大学院エネルギー科学研究科・特定研究員（GCOE）

Farzaneh Hooman 京都大学 大学院エネルギー科学研究科・特定研究員（GCOE）

### ●配布資料

- ・資料1：ゼロエミッションを可能とするグローバルシナリオ検討の概要2
- ・資料2：Energy supply-demand for South East Asia region
- ・資料3：Toward a CO2 zero emissions energy system in the Middle East region
- ・資料4：Future Zero-Carbon Electricity Scenarios in Japan
- ・資料4：GCOE News Letter No.11
- ・資料5：GCOE News Letter S2
- ・資料6：GCOE 平成23年度自己点検・評価報告書

### ●議事内容

#### 1. 開会の辞

会議に先立ち、八尾先生より挨拶があった。発足以来、定期的を開催している本会合も今

回で9回目を迎えることとなった、お世話になりました、最後 2013 年 3 月に最終報告会議を開く予定です。石原先生より、今回も、四つの Topic について紹介します。まずは小西先生から Global Scenario についての紹介、続いて、Hooman 研究員は中東の石油ガスの供需を紹介し Nuki 研究員は東南アジアのエネルギーシナリオを紹介し、特に中東と東南アジアの石油 Peak の研究。最後に張助教の多目的最適シナリオ分析。昨年よりずっと続いてきました 福島事故を考えたいろいろな制約条件に基づいて、2030 年と 2100 年日本電力システムの多目的最適シナリオ分析。

## 2. シナリオ紹介と検討

まずは、小西先生から 2100 年ゼロエミッションを可能とするグローバルシナリオ検討の概要を紹介した。

### 既往研究の理解

エネルギーモデル検討の手法は概ね確立されている

シナリオは SRES 等により類型化されている

IPCC が検討の中心の流れとなっている

ゼロエミッション検討は多くはないが、少数の可能例が示されている。

かなり極端な低成長、高度の省エネが必要とされる。

バイオマス CCS が必要

### 本検討の特徴

最先端エネルギー技術のデータをモデルに取り込む

A1 系（特に A1T）のシナリオでゼロエミッションの可能性を評価

途上国の高度技術による経済開発、バイオマス CCS、350 ppm レベルの制約を想定

350 PPM の意味は、2050 年にゼロ排出を達成して、2050 年から 2100 まで、バイオマス CCS より、Minus 排出です。

### 考慮した高度技術

革新的太陽光、バイオマス、先進原子力

吸熱反応による廃棄物バイオマス燃料化（BTL）、特に先進原子力利用

CO<sub>2</sub> 排気の散布による シンク増加

DC マイクログリッドによるローカル電源（太陽光、燃料電池、蓄電池）による安定化、およびゼロエミッション化

### モデル検討

世界を 10 地域に分けた 2150 年まで、10 年刻みのグローバルモデル分析

線形計画による割引現在コスト最小化によるエネルギー構成分析と低炭素化評価

結果

高度技術による高成長でのゼロエミッションは可能  
シンクの拡大、CCSは不可欠。

西川：条件はどうやってきめっていますか？なぜですか？

小西：これは予測ではなく、シナリオ分析ですので、やはり条件はまず決めた上で、シナリオ分析をおこないます。

長里：西川先生と小西先生の会話はよく中央環境審査会でよく聞かれます。

西川：森林吸収

CCS だけで十分ではないので、Biomass CCS を導入しています。そうすると Minus になりますので。高い濃度 CO<sub>2</sub> は Pipeline を使って森林に運びます。森林吸収効率向上になります。

石原：2100 まで世界 ZERO CO<sub>2</sub> を実現可能方法があるような一つの例でした、かなり CCS を導入しています。

長里：日本では CCS をやらなければなりませんか？

石原：日本では活断層の原因で CCS をやる場所はあまりないので、実験だけです。場所探すのは大変です。

続いて Nuki 研究員は東南アジアのエネルギーシナリオについて紹介して、検討を行った。

According to IEA (International Energy Agency), BP (British Petroleum), governmental or national level and intergovernmental regional level organization the South East Asian Nation (ASEAN) will be one of the vast growing economic development and of course energy consumers in the next decades.

It is predicted that the regional average GDP will reach 5.2% per annum from 2007 to 2030, while final energy consumption in ASEAN will grow at an average annual rate of 4.4% from 387 MTOE to 1,200 MTOE at the same period. The transportation sector is expected to have the highest growth in consumption of 5.6% per annum.

The question whether the current regional reserve (exclude the unconventional resources) (see figure 1) will have enough potential to supply the vast growing energy demand in the next two or three decades. If it is enough what year is assuming the peak, and if it is not enough how they deal with the short of supply.

The two prediction method is proposed, first is BAU (Business as usual) by using HUBBERT method to predict the maximum production of Natural gas and coal production based on the current proven reserved. The other method by using current policy as constrain. Both have similarity in case of Coal, however big differences shows in

case of NG, since the current policy in the region tends to use NG domestically rather than for export purposes.

-----

Comment: At present, the SE region exports fossil fuel to other countries, but in the near future, the energy supply in SE region even cannot self - sufficient, so SE region has two choice nuclear power or renewable energy.

その後、Hooman 研究員により、中東の石油とガス資源と供需を紹介して、検討を行いました。

**Topic: Toward a zero CO<sub>2</sub> emissions energy system in the middle east region**

Main items which have been discussed in this presentation can be categorized as follows:

- 1- Middle East countries possess the largest proven oil and gas reserves in the world and contribute a large fraction of the world's CO<sub>2</sub> emissions from the use of these as fuels both domestically and internationally
- 2- The presentation addresses different policies that could dramatically change the future course of the Middle East region towards a zero CO<sub>2</sub> emission energy system.
- 3- An integrated energy supply-demand model has been developed to analyze required commitments include renewable energy and energy efficiency targets and the potential of nuclear power, all of which should need to be considered in order to reduce CO<sub>2</sub> emissions by 2100
- 4- The world will soon face a global crisis to dwindling oil resources and a peak in production in the middle East region (peak year: 2019 and maximum production rate: 10.58 Gbbl)
- 5- Middle East energy demand increases by more than 86% compared to today's level and natural gas plays key role in the future energy demand of the Middle East.
- 6- The Middle East region holds sufficient potential for renewable (Solar, hydro) energy, but at present, these technologies contribute only a mere one per cent to the region's primary energy mix.
- 7- Embracing the benefits and deploying renewable energy requires the adoption of appropriate policies such as a zero emissions policy in this region such as: reforming energy subsidies, improving energy efficiency, priority of electrification in industrial and residential sectors, considering CCS technology as a cornerstone of zero emissions policy, considering Solar electricity as a booster of electrification in case of decentralized generation and Nuclear power plant proliferation in the long term.

8- The results indicate that nearly 43% of the global energy of the Middle East region can be supplied from non-fossil fuel resources in 2100.

Q1) What are the main pre-requisites for developing zero emissions policy in the Middle East region ?

R1) Energy subsidies should be removed for the energy system of the Middle East region in the near to mid term. Subsidies often lead to increased levels of consumption and waste, as well as subsequent environmental pollution. Energy efficiency should be promoted in the industrial and residential sectors of the Middle Eastern countries by using more efficient materials and devices and also switching to renewable and clean sources of energy. The main source of capital investment for this scenario comes from crude oil export in the future.

Q2) What is the main difference between CCS and CCUS ?

R2) Utilization of captured CO<sub>2</sub> emissions could enable EOR to provide more crude oil and support future exports from the Middle East. In addition to enhanced energy security benefits and revenues, CO<sub>2</sub>-EOR has potential to advance CO<sub>2</sub> capture technology and build the necessary infrastructure for large-scale CO<sub>2</sub> storage in this region. CCS in this region will thereby become to CCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage) and presents the Middle Eastern nations (as oil-rich countries) with a unique opportunity to both reduce their CO<sub>2</sub> emissions levels and address the issue of oilfield depletion.

Q3) Do you have any CCUS as a implemented project in your country ?

R3) There is a small prototype in the Karanj oil field with a limited capacity.

最後に張助教により、日本の 2030 年と 2100 年のエネルギー・電力シナリオを多目的最適分析を紹介した。

原子力発電に依存しない電力システムの構築が日本で可能かという検討である。そのため、日本は中東、東南アジアなどの世界の主要な資源生産地から石炭、石油、LNG（液体天然ガス）の輸入増加可能量の見積もり、風力、太陽光、バイオマスなどの再生可能エネルギーのポテンシャル調査と導入可能量の見積もり、電力需要の過去の推移と各電力会社が公表した電力需給実績などを基に、経済・環境多目的最適電源開発計画モデルを独自に構築し、2030 年までの四つの原子力発電戦略シナリオに基づいた日本電力システムを検討した。多目的最適の結果により、2010 年から 2030 年まで 20 年間で、原子力シナリオの N1（2015 年まで全廃）は N4（事故前の計画）と比べると、最大 40 兆円の投資総額増加と 50 億トンの CO<sub>2</sub> 総排出量増加になる。また、2010 年の発電用石炭と LNG 消費量の実績と比べると、N1（2015 年まで原子力全廃）シナリオでは、純コスト最小最適結果は年間 8 千万トンの石炭消費増加に対し、純 CO<sub>2</sub> 排出増最小最適結果は年間 4 千万トンの LNG 消費増加になる。2100 年シ

ナリオの場合は、1：再生可能エネルギー、ガス CCS と原子力それぞれ 30%；2：再生可能エネルギーとガス CCS それぞれ 50% 二つシナリオがあります。Shale ガスの技術、ガス市場、原子力安全性、再生可能エネルギー技術の発展などで決める。

西川：Demand は如何になりますか？

張：人口、GDP、省エネルギー、Lifestyle、新增負荷など合わせてかんがえると、2100 年と 2010 年はほぼ同じです。

西川：できるだけ、減らしてほしい。

張：人口減少、省エネルギーなど、電力消費が削減できますが、一人当たり GDP の増加、新增負荷（たとえばオール電化、電気自動車、電気製鉄）など考えると、やはり同じぐらいです。

西川：電気製鉄は乱暴ではないですか？

張：いいえ、電気炉でできます、特に社会全体の鉄蓄積量が十分大きい場合は鉄スクラップを 100%電気使って製鉄できます。これについて、石原先生ご存知しています。

石原：100%電気せい鉄は可能です。

#### 全体 Discussion

石原：時間も過ぎましたので、次の 3 月報告発表会で最後のまとめを紹介します。

花田：結果だけではなく、前題条件を説明する必要があります。

### 3. 次回の委員会について及び閉会の辞

#### 最終報告

- ・日時（予定）：2013 年 3 月 15 日（金）
- ・場所（予定）：京都大学工学部 2 号館 335 号室