

エネルギーシステムのリスク評価

Risk Assessment of Energy Systems

谷口 武 俊*

Taketoshi Taniguchi

1. はじめに

我々は日々の社会経済活動のなかで種々の便益を享受しているのに対応して種々のリスクに晒されている。現代社会には、科学技術の高度化と産業構造のソフト化（サービス化）そして経済のグローバル化が進化した結果として、従来「集中、短期、直接」的な影響を問題としてきたリスク問題に加え、「多種、広域、長期、複合、間接」的な影響を特徴とする新たなタイプの環境・技術・経済リスク問題が浮上してきている¹⁾。

今回の特集「エネルギーと社会的リスク」では、エネルギーを取り巻くリスク問題が幾つかの視点から報告されるが、本稿では、まずリスクとはどう定義されるか、続いてエネルギーシステムのリスク評価の意義、生命・健康および環境へのリスクの定量化手法について述べ、最後に我が国の石炭火力発電システムの健康リスク分析例および最近米国ORNL/RFFにより実施されたエネルギーシステムの外部コストの評価例を紹介する。

2. リスクの概念

リスクという言葉は一般に「危険」と単に訳されるが、個々の文脈のなかで多種多様な意味で用いられており、人々の使い方をみると、人間の生命や経済活動にとって、望ましくない事象の発生の不確かさの程度（要因の因果構造に関係）およびその結果の大きさの程度（状態の不効用構造に関係）の両面に関連して使われていることが観察される。リスク概念については、これまで毒理学、疫学、放射線医学、統計学、防災科学、保険学などで対象としてきた個別のリスク問題を超えて、多様な社会的因果構造から派生するリスク事

象を統一的に把握するため、現在、リスク研究の分野では「ある技術の採用とそれに付随する人間の行為や活動によって、人間の生命の安全や健康・資産ならびにその環境（システム）に望ましくない結果をもたらす可能性」と広義に定義されている²⁾。よって、よく用いられる「事象の生起する頻度と望ましくない結果の大きさの積」という期待損失で表わすリスクは狭義の定義ということになる。また、リスクと関連した用語として、不確か性がある。経済学では要因の因果構造が一定の確率分布で記述される場合をリスク、そうでない場合を（真の意味での）不確か性と区別する考え方もあるが、現在では両者を区別せず、人々の主観的確率や蓋然性(likelihood)を含め、リスクを広義にとらえるのが一般的となっている¹⁾。

リスク問題に対する一連の手続きは、段階的に見ると、まずリスクの源泉・発現過程の構造的把握(risk-identification)を行い、続いてリスクアセスメント(risk assessment)なる科学的な定量的リスク見積りおよび総合的な評価(絶対評価, 相対評価)を行い、ついで関係各主体間の情報交流などのリスクコミュニケーション(risk communication)を図りながら、リスクの軽減、未然防止、補償などの対応策を構想、評価するリスクマネジメント(risk management)の展開から成る。

3. エネルギーシステムのリスク評価の意義

「広域、長期、複合、間接」というキーワードで特徴付けられる新たな環境・技術・経済リスク問題が浮上してきている現在、エネルギーシステムが社会にもたらすリスクを評価する作業は、次の観点からもますます重要な課題となっている³⁾。

第一は、エネルギー（電源）計画に係る意志決定プロセスでの利用である。今後30年間を視野に入れた時、エネルギー（特に電力）の安定供給を確保しつつ、環境の酸性化や地球温暖化といった時間的、空間的に拡

* (財) 電力中央研究所 经济社会研究所
エネルギーシステムグループリーダー 研究主幹
〒100 東京都千代田区大手町1-6-1 大手町ビル7F

がりをもった環境問題に対処しうる技術の救世主は現在のところ見当たらない。そのためエネルギーの開発・利用に係る計画立案や意思決定はマルチライテリア問題となっており、確固たる解を求めることは困難な状況にある。よってエネルギー源の選択にあたっては、従来の経済（内部経済）性や技術適用可能性だけでなく、環境および社会への適合性そして国際的な適合性という相互関連する要因を分析し、制約条件の変化によって変わりうる個別技術のリスクを冷静に判断して、未来の不確実性に対して制御可能性をなるべく広く確保していくという考え方が必要となる。

第二は、発電技術システムのトータル安全性レベルの把握とリスクコミュニケーションでの活用である。原子力分野においては近年確率論的安全評価の進展により原子力発電施設のリスクプロファイルが導出されるに至っており、その評価プロセスから得られた知見は運転や保守や緊急時計画におけるリスク管理方針に反映される状況にある。それに伴い、専門家の間では合理的なリスク管理目標、いわゆる定量的安全目標の議論がある。一方、公衆の巨大技術システムの安全性に関する関心は、高度技術社会のなかで高まっているが、原子力に代表されるように、公衆のリスク認識は未だ専門家との間に大きなギャップが見られる。このような状況の下、前者については今後より定量的な議論を深めていくために、我が国の実情に即したエネルギー生産技術や種々の社会活動に伴うリスクの分析作業が必要であり、そして後者については前者の議論と併せ、リスク管理に関する考え方も含め、より分かり易くかつ客観的に情報を提示していく努力が求められている。

では、エネルギーシステムのリスク分析とはどのようなものが対象となるのか。エネルギー源選択の意思決定過程で補完的情報として提供すべきリスク情報は、例えば当該エネルギーシステムが人々の生命や健康に与えるリスク、自然環境に与えるリスク、国家のエネルギーセキュリティや社会経済活動に与えるリスク、原子力エネルギーの開発・利用に伴う核拡散リスクというような政治的な意味合いの強いもの、更にはエネルギー技術に対する人々のリスク認知といった心理学的情報と多岐にわたる。本報では、上記のリスクのうち、地球環境問題等を背景に注目を浴びつつある環境外部性(Environmental Externalities)に関連するエネルギーシステムの健康および環境に対するリスクを対象とし、その分析手法と課題ならびに事例につい

て概説する。

4. 健康および環境リスクの定量化手法

エネルギーシステムの定量的なリスク分析は、表1に示すように1980年前後にH.InhaberやL.D.Hamilton等により北米で先駆的な研究がなされ、1980年代後半から自国のエネルギー政策への補完的情報の提供を目的として、U.KallenbachやA.F.Fritzsche等によりまた1991年5月の「電力と環境」に関するヘルシンキ会議以降、D.J.Ballの研究やUSDOE-EUの「燃料サイクルの外部コスト評価」研究や国際原子力機関の国際共同研究プロジェクトなど、多くの研究が進められている。

健康リスク分析は、これまで多くの研究が行われており、個々の科学的知識などの欠如はあるものの、手続き論的にはほぼ一般化されており、定量化の主な手順は次のとおりである。1)当該燃料サイクルの各段階における活動や適用技術、安全対策、地域環境条件等を踏まえ、職業人および一般公衆の生命・健康に対する潜在的なハザード源、環境汚染物質排出源や環境負荷源を同定した後、2)在来型の事故による健康リスクについては、燃料サイクルの各段階で投入される資材量や労働力等のデータと当該産業分野における労働災害統計データ、国民統計データ（人口動態や交通事故など）を基に死亡リスクあるいは傷害リスクを推定する、3)一方、電力生産活動に伴い環境に排出される汚染物質や有害物質などの曝露による健康リスクは、論理モデル(ETA, FTA等)による危険因子発生源での事象発生確率の推定、大気拡散・沈着モデル、多次元コンパートメントモデル等による環境生態系での危険因子の移行挙動解析、ならびに曝露量評価モデルと線量-反応評価モデルという一連の数理的モデルを用い、個人および集団の急性ならびに晩発性の死亡リスク、疾病リスクを推定する。

一方、環境リスクに関しては、その基本は健康リスク評価と変わるものではないが、健康リスク評価と比較した場合、定量的に評価そして比較する作業は実に困難で現在のところ国際的に合意された方法論は無いのが実情である。その理由は、(1)時間と空間の相互依存性がはっきり理解されていない、(2)比較する場合、各環境インパクトを共通の指標で規格化することが困難である、(3)多くの場合、ストレス因子の曝露と損傷の間のリンケージを検出することが困難である、(4)各々ストレス因子に対し感受性が異なる多種多様

表1 これまで実施された主な定量的リスク比較評価研究の概要

研究名/ 研究者名 実施年	エネルギー源					燃料サイクル段階						評価指標				評価地域	
	石炭	石油	ガス	原子力	再生可能 (backup)	プラント 建設	燃料 採掘, 加工	輸送	プラント 運転	廃棄物 処分	プラント 廃止措置	生命・健康リスク		環境リスク	需要形態		過酷事故
												一般公衆	職業人				
WASH-1224 1974	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	×	○ US\$/GW-a (75% load factor)	○ US\$/GW-a (75% load factor)	○ 排出量	電気	×	米 国
Inhaber 1979	○	○	○	○	○ (○)	○	○	○	○	原子力のみ	×	○ 生涯MDL/MW-a	○ 生涯MDL/MW-a	×	電気 熱	○ MDL	カナダ
Hamilton 1979	○	○	○	○	○ (×)	○	○	○	○	○	○	○ Deaths/GW-a	○ WDL, No. case and Deaths/GW-a	×	電気 熱	原子力のみ	米 国
UNEP 1981	○	○	○	○	○(×) Solar	○	○	○	○	原子力のみ	原子力のみ	○ Deaths/GW-a	○ Deaths, Injuries per GW-a	○ 排出量	電気 熱, 他	原子力のみ	×
CEPN 1981	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	○ Deaths/GW-a	○ WDL, Deaths per GW-a	○ 排出量	電気	×	フランス
Ferguson 1981	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○ Deaths/GW-a	○ Deaths/GW-a	×	電気	○ 確率のみ	英 国
IPSN 1987 and 1990	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○ No. cases and deaths per year	○ WDL, Deaths per GW-a	○ 排出量	電気 熱	×	フランス 南東部
Kallenbach 1988	○	○	○	○	○ (○)	○	○	○	○	○	×	○ Deaths, injuries diseases per GW-a	○ Deaths and WDL per GW-a	×	電気	原子力のみ	西ドイツ
Fritzsche 1989	○	○	○	○	○ (×)	○	○	○	○	○	×	○ Deaths/GW-a (acute and late)	○ Deaths/GW-a (acute and late)	×	電気	○ Deaths/yr 確率	欧 州
Ball 1994	○	○	○	○	○(×) wind,tidal	○	○	○	○	○	○ 原子力のみ	○ Deaths, Injur. / GW-a (acute and late)	○ Deaths, Injur. / GW-a (acute and late)	×	電気	○ 原子力のみ	英 国
USDOE-EU 1991-1994	○	○	○	○	○(×) hydro	○	○	○	○	○	×	○ US\$, ECU/kwh	○ US\$, ECU/kwh	○ US\$, ECU/kwh	電気	○ 原子力のみ	米 国 欧 州
電中研 1995-	○	○	○	○	○ PV	○	○	○	○	○	×	○ Deaths, Injur. / GW-a (acute and late)	○ Deaths, Injur. /GW-a (acute and late)	○ 排出量 一部yen/kwh	電気	○ 原子力のみ	日 本

のレセプターが存在する特定の生態系が対象となる場合、何をもちその生態系のリスクを評価するか（例えば、生態系の機能的特性（維持効率とかコミュニティの光合成／呼吸の比など）か構造的特性（生物種の数など））についてこれまでの所合意されたものはない、(5)定性的にしか表現できず主観的にならざるを得ないインパクトもある、等が挙げられる。これらのことは、最近の環境外部コスト評価研究でも明らかで、定性的に環境リスクの存在は認識されているものの、多くの環境財に対するリスクは定量的に評価されていない。このような事から、エネルギーシステムの環境インパクトは、主に、環境汚染物質排出量などのランキング比較、排出量と大気質指標による相対比較法、そしてクリティカル・ロード（レベル）を用いたアプローチの三つの方法により比較評価されているのが現状である¹⁾。

次に、エネルギーシステムのリスク分析やリスク比較評価において留意すべき点について簡単に触れてみたい^{5,6)}。

リスク見積（技術的リスク寄与因子の同定とその定量評価）は、健康への危険性についての近似的尺度として役立つ現状における我々の認識量を示すものである。前述したように、多くの技術や活動に係わるリスクは概ね被害実績の統計解析により算出できるが、この統計的リスク推定法は、未来予測にも過去の統計が使える、すなわち定常性の仮定の成立、そして統計の不完全性による誤差が無視できることが言えなければならぬ。しかし、技術自体や技術と人間の関係が激しく変化しているため定常性の仮定は厳密には成立しない。よって、リスク推定の結果を解釈するには注意を払う必要があるというのが第一点である。

対象とする各技術システムのもつ危険性に関する認識量を求め比較し、今後の意思決定に活用しようとした場合には、1)可能な限りあらゆるディメンジョンのリスクを完全に扱いたい、2)認識量の種類を制限し比較を容易にしたい、という相矛盾する要求が生じる。

これらの点に関し、エネルギーシステムのリスクを比較評価しようとした時に重要となるポイントの一つが、評価の対象とするエネルギーシステムの境界をどこまでとするか、どこまでとしたかを明確にすることである。この問題は各エネルギーシステムとも燃料サイクル全体を対象とすることに異論はないが、例えば発電プラントや燃料加工施設などの建設に要する資材

（鉄やセメントなど）の調達に伴うリスク、発電設備の製造に伴うリスクを考慮するか否か、論理的に言えば多くの生産活動が電力生産活動と関連を持つが、燃料サイクルの主流からどの程度までの支流に廻り考慮すべきかということである。これは、エネルギー密度の小さい太陽光発電システムや風力発電システムを化石燃料発電システムや原子力発電システムと同一発電電力量（例えば1GW年あたり）で規格化し比較するとした場合、前者のシステムは発電段階における大気汚染物質の排出がないため健康リスクは小さいものの、その発電量を生産するために要する発電施設を建設するためには資材量が極めて膨大となり、それに伴い資材の輸送リスクや発電設備製造リスクなどが生じるからである。

リスク比較分析で重要な第二のポイントは、各エネルギーシステムがもたらす健康および環境リスクの特徴を明らかにするため、リスクは時間的、空間的そしてモード別（通常時（マイナーインシデントも含む）、過酷事故時）に区分して比較する必要がある、ということである。

5. 我が国の石炭火力発電システムの健康リスク分析例

石炭燃料サイクルの資源採掘から廃棄物管理までの各段階における在来型の事故・災害ならびに環境に排出される汚染物質等による職業人ならびに一般公衆の生命・健康に対する潜在的なハザード源を表2に示す。そして、我が国の石炭火力発電システムの燃料サイクル全体にわたる生命・健康に対するリスクについて、現状利用可能な情報に基づき、筆者が行った予備的評価を行った結果を表3に示す⁷⁾。これらの結果から次のことが観察される。

石炭火力発電システムにおける職業人の生命・健康に対する通常時リスクは、急性死亡リスクが0.17～0.49deaths/GWy., 晩発性死亡リスクが0.09～0.83deaths/GWy.である。これらのリスクの内訳をみると、オーストラリアからの輸入炭が露天掘によるものである場合には、急性死亡リスクは発電プラントの建設に伴うリスク（全体の約64%）に支配されているが、坑内掘の場合には、従来から指摘されている採炭リスクが支配的（全体の約73%）となる。参考までに、Fritzscheの採炭リスクの評価結果（急性死亡リスク：坑内掘0.3～1.7deaths/GWy., 露天掘0.05～0.16deaths/GWy.）⁸⁾と比較すると、オーストラリアの坑

表2 石炭燃料サイクルにおける職業人及び一般公衆の健康に対する潜在的ハザード源とその要因

	SHORT-TERM	MEDIUM-TERM	LONG-TERM
LOCAL	For Workers : Accidental Deaths and Injuries(AS) Skin, Lung and Eye Irritations-N (EX, PR, TR, ST, PP : dust) Asthma-N(EX : dust)	For Workers : Pneumoconiosis-F(EX : dust) Meniscus, Asthma-N(EX : dust) ? Stomach Cancer(EX) ? Lung Cancer(EX:radon and its daughter) Respiratory Diseases (PP : SO ₂ , NO _x , particulates, photochemical oxidants)	For Workers : ???Mutagenic Effects(EX, PR, WM : PAHs, trace metals, radionuclides, POM)
	For Public : Reduction of Lung Function, Respiratory Diseases in Sensitive Groups-N (PP : SO ₂ , NO _x , particulates, photochemical oxidants) Eye Irritation-N(PP: photochemical oxidants) Accidental Deaths and Injuries (TR)	For Public : Respiratory Diseases (PP : SO ₂ , NO _x , particulates, photochemical oxidants) ??Carcinogenic Effects(EX, PR, PP, WM: contamination of trace metals and/or radionuclides in food chain and/or drinking water)	For Public : ???Mutagenic Effects (PAHs, trace metals, radionuclides, POM)
REGIONAL			
GLOBAL			For Public : ??? Heat disorders, Cardiovascular diseases, Infections, Famine, Poisoning(AS: global warming)

Abbr. : EX=Extraction phase, PR=Processing phase, TR=Transportation phase, ST=Storage phase, PP=Power Production phase, WM=Waste Management phase, AS=All fuel steps, F=Fatal, N=Non-fatal

表3 石炭火力発電システムの燃料サイクルにおける職業人/公衆の健康リスク (GWyあたり)

燃料サイクル段階	急性リスク		晩発性リスク		備考	
	死亡	傷害	死亡			
資源採掘	QLD露天掘	0.035	N.A.	塵肺症*	*Fritzscheの評価値(坑内掘) **NSW坑内掘, ラドン濃度0.02WLを仮定	
	NSW露天掘	0.029	N.A.	ラドン被曝** 0.03		
	NSW坑内掘	0.354	N.A.			
	国内坑内掘	1.72	43.5			
	中国	31.1	9.8			
処理・加工	N.A.	N.A.	ダスト	N.A.		
輸送	炭鉱-港(鉄道)*	0.024	0.035		*オーストラリア内平均190km, 鉄道事故統計(日本)を適用 **石炭灰50%有効利用, 輸送時間2時間/回を仮定	
	港-日本(海上)	Neg.	N.A.			
	石炭灰(トラック)**	0.002	0.16			
	一般公衆					
	石炭灰(トラック)Neg.	Neg.				
貯蔵	N.A.	N.A.	ダスト	N.A.		
発電	建設*	0.105	0.924	一般公衆 SO, 煤塵** 8.0×10 ⁻⁷ 放射線被曝 Neg.	*建築工事業, 電気工事業, 火力発電業の労働災害統計を適用 プラント寿命30年, 稼働率70% **AプラントEISデータ+Starr等の関係式を利用(科学的根拠は無い), 最大着地濃度地点の個人リスク	
	運転・保守*	Neg.	0.072			
廃棄物処分・管理	N.A.	N.A.			*無視しうると考えられる	
計	職業人	0.165-0.485*	1.09	職業人	0.09-0.83	*オーストラリアからの輸入炭 **10万人あたり
	一般公衆	Neg.	Neg.	一般公衆	0.08**	
シビアアクシデント	採掘*	0.39(10-434/event)	N.A.			*世界での事故を対象(1969-1986)

N.A.=Not Available

内掘による採炭リスクはほぼ下限レベルで、また露天掘のそれは極めて低いことから、オーストラリアの鉱山の労働安全性は西欧や米国と比較した場合高いことが推測される。輸送リスクについては、リスク推定に要する統計データ等が入手できなかったため、全ての輸送活動については推定できなかったが、そのリスク寄与は5～16%程度である。一方、職業人の晩発性死亡リスクは採炭段階における塵肺症およびラドン被曝によるが、両者とも不確かさが大きい。前者についてはFritzscheの研究結果に準拠したが、後者についてはオーストラリアの場合、炭鉱労働者の年間石炭生産量が極めて高いことから極めて低い値となっている。

一般公衆の生命・健康に対するリスクとしては、発電プラントからの環境汚染物質による晩発性リスクが対象となるが、環境有害物質の線量-反応関係に関する確固たる科学的根拠は現在のところ見出されていないため、そのリスク推定は困難と言わざるを得ない。ここで推定しているリスクは二酸化硫黄と煤塵による晩発性死亡リスクであるが、これも米国における疫学調査を基に算出された関係式を用いており、その科学的根拠は乏しいこと、我が国への適用の妥当性には問題が残ることを留意する必要がある。

6. ORNL/RFFによる各種燃料サイクルの環境外部コスト評価例

電力/エネルギーシステムの環境外部性とは、エネルギー/電力の生産・利用に伴って生じる環境汚染物質や物理的な負荷に起因する影響のうち、市場で考慮されていない影響を言う。1991～1994年にかけて米国エネルギー省と欧州連合は各種燃料サイクルの外部性について、それぞれ仮想立地点におけるケーススタディ⁹⁾を通し、評価手法の確立に向け共同研究が実施された。

環境外部性評価では、Impact-pathway Damage Functionアプローチが採用された。詳細は割愛するが、このアプローチは3. で述べた手順で求められた物理的インパクト量あるいはリスクを、環境改善や健康改善に対する人々の選好、具体的には支払意志額(Willingness-To-Pay)あるいは補償受取意志額(Willingness-To-Accept)を乗じ貨幣価値換算し、そのコストから市場に既に内部化されている部分を差し引き、環境外部コストを評価する。表4に米国南東部および南西部の特定サイトに石炭火力、石油火力、

表4 ORNL/RFFによるエネルギーシステムの外部コスト評価結果 (91' cent/kwh)

	石炭		石油		天然ガス		バイオマス		原子力	
	南東部	南西部	南東部	南西部	南東部	南西部	南東部	南西部	南東部	南西部
採掘・加工									0.002	0.002
発電プラント運転										
通常運転時										
健康(死亡)	0.018	<0.001	0.002	<0.001	0.003	<0.001	0.044	NQ	<0.001	<0.001
(疾患)	0.036	<0.001	0.01	<0.001	0.011	<0.001	0.062	NQ		
事故時										
健康									0.003	<0.001
財産									0.008	0.006
プラント廃止措置									<0.001	<0.001
農作物	0.012	0	0.004	0	0.006	0	0.006	NQ		
輸送事故	0.044	0.014	0	0.006	0.001	0.001	0.049	0.042	0.011	0.006
道路損傷	0	0.033	0	0.015	0	0	0.069	NQ	<0.001	<0.001
土壌疲労							-0.062			
小計	0.11	0.05	0.016	0.021	0.021	0.001	0.17	0.042	0.024	0.014
温暖化損害	~1.5	~1.5	~0.44	~0.44	不明					
職業人の生命・健康 (事故リスクを含む)	0.01	0.01							0.011	0.011
合計	1.62	1.56	0.46	0.46	0.021	0.001	0.17	0.042	0.035	0.025

注1) SO₂による影響の評価では、SO₂排出権取引の効果を考慮している。

注2) 温暖化による損害コストは不確かさが大きいため参考値である。

注3) バイオマスの「土壌疲労」とは農耕地をバイオマス生産に転換した場合、化学肥料が不要となり、土壌の疲労が回避されることによる便益を言う。

天然ガス火力、原子力そしてバイオマス発電プラントを立地した場合の評価結果を示す。

7. おわりに

エネルギーシステムのリスク分析は、システム安全工学、疫学研究、環境科学などの個々の研究分野における方法論やデータなどを活用、統合する必要がある。また、このリスク分析結果をエネルギー計画や意思決定プロセスへの明示的な組み入れやエネルギーシステムに関する公衆の理解を改善するためのリスクコミュニケーション等への活用を図るとすれば、経済学や社会心理学などの分野における知見も活用していく必要がある。

我が国におけるリスク研究は、欧米と比べ、研究の重要性の認識が近年高まりつつあるものの遅れている。特に、研究分野としては人の健康に関する環境有害物質の量-反応関数の開発など、リスク推定という未来予測に向けたモデル開発が挙げられる。リスク問題は本質的にロケーション・スペシフィックなものであるから、諸外国における研究成果を直接的に転用することは注意を要する。その意味からも、我が国においても独自のデータに基づきリスク研究を展開していくこ

とが望まれる。

参考文献

- 1) リスク学事典編集委員会；リスク分析の考え方とその方法，日本リスク研究学会誌，5巻，1号(1993)，1-7.
- 2) Kaplan. S. and B.Garrick；On the Quantitative Definition of Risk, Risk Analysis, Vol.1 (1981), 11-27.
- 3) 谷口；原子力及びエネルギー関連リスク，日本リスク研究学会誌，5巻，1号(1993)，34-37.
- 4) Key Issues Papers of Senior Expert Symposium on Electricity and the Environment, IAEA, Helsinki, 13-17 May 1991, 100-103.
- 5) IAEA；Format and structure of a database on health and environmental impacts of different energy systems for electricity generation, IAEA-TECDOC-645 (1992).
- 6) T.Taniguchi；Comparative Assessment of Different Electricity Generating Systems in Japan：Viewpoints of Technology, Environmental and health Impacts, IAE-R-9108E (1992).
- 7) 谷口；我が国の化石燃料サイクルの健康リスク評価(1)，第11回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集(1995)，61-66.
- 8) A.F.Fritzsche；Gesundheitrisiken von Energieversorgungssystemen, Verlag TÜV Rheinland GmbH (1988).
- 9) ORNL/RFF；Estimating Externalities of Coal Fuel Cycles, Report No. 3 on the External Costs and Benefits of Fuel Cycles, McGraw-Hill (1994).

共催行事ごあいまい

「第33回 日本伝熱シンポジウム」について

1. 開催日 平成8年5月15日(水)～17日(金)
2. 会場 新潟県民会館(新潟市1番堀通り)
メルパルク新潟(新潟市川岸町)
新潟県土地改良会館(新潟市川岸町)
3. 研究発表申込締切 平成8年1月22日(月)必着
4. 原稿締切 平成8年3月11日(月)必着

5. 申込先

〒950-21 新潟市五十嵐2の町8050
新潟大学工学部
第33回日本伝熱シンポジウム準備委員会
前川 博
TEL 025-262-6715 FAX 025-262-7260