

24. 戦略的環境アセスメントのための地域経済・環境統合型モデルの提案

～パキスタンの道路計画を対象として～

Development of an Integrated Model of Regional Economy and the Environment for SEA on Road Transport Sector in Pakistan

奥田 隆明*、ブロヒ カーン モハマド**

Takaaki OKUDA and Khan Mohammad BROHI

ABSTRACT : Most of the developing countries face a lack of infrastructure facilities, where the road transport network is one of them. In this paper, firstly Strategic Environmental Assessment (SEA) is carried out for proper decision-making of policies for economic and environmental impacts. Secondly, for the estimation of economic and environmental impacts of this project, a multi-regional Computable General Equilibrium (CGE) model is proposed. Thirdly, the impacts of new road network, which connect with south and northwest of Pakistan, is analyzed. It is found that construction of this project is going to change the industrial structure, especially in production of manufacturing sector. It is also observed that remarkable economic and environmental impacts appeared in northwest region than the rest of Pakistan. Finally, the policies for proper decision-making for desired economic and environmental impacts in this project are proposed.

KEYWORDS : Strategic Environmental Assessment(SAE), Computable General Equilibrium(CGE), Pakistan

1. はじめに

パキスタンは南北に長い国土構造を持ち(図1)、南はインド洋、北はヒマラヤ山脈と接している。パキスタンの南部に位置するKarachiは国際港湾都市としての役割を果たし、パキスタン国内にあっては比較的所得水準も高く、経済的に繁栄している。これに対して内陸部には、首都Islamabadをはじめ、Lahore、Peshawar等の多くの都市があり、パキスタンの人口の中心はこうした内陸部にある。ところが、これらの都市は所得水準も低く、内陸部の都市から沿海部の都市への人口流出も多い。こうした状況にあって、内陸部の経済発展を進めるためには、内陸部と沿海部の交通路を確保していく必要があるとの認識から、これら

を結ぶ高速道路の整備には大きな期待が寄せられている。

他方で、パキスタンでは2000年に策定された環境計画(National Conservation Strategy)によって、今後15年間でCO₂排出量を5%削減することを政策目標として掲げている。したがって、高速道路の整備計画をはじめとする開発計画とこれらの環境計画を如

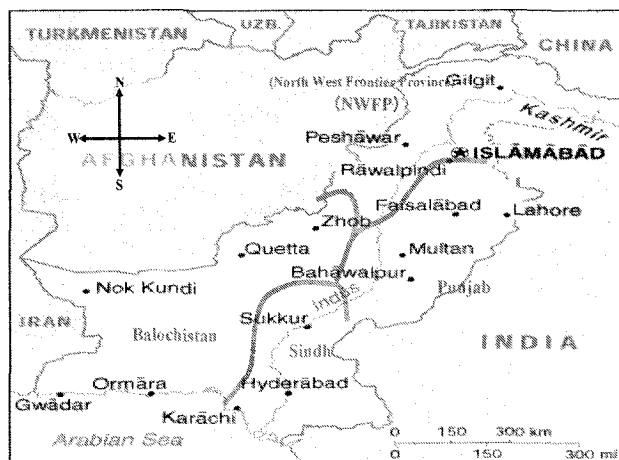


図1 パキスタンの国土

* 名古屋大学大学院環境学研究科

Nagoya University, Graduate School of
Environmental Studies, Nagoya, 464-8603, Japan

** Mehran University of Engineering & Technology,
Mechanical Engineering department, Jamshoro,
Sindh, Pakistan.

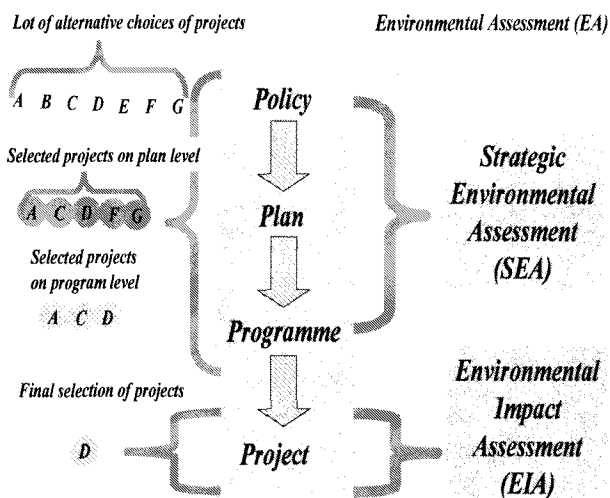


図2 戦略的環境アセスメント

何にして整合の取れたものとしていくかが、大きな政策課題の一つになっている。現在、パキスタンでは高速道路の整備による環境影響を事前に把握するために、環境影響評価（Environmental Impacts Assessment；EIA）を実施している。ところが、こうした事業（Project）段階での環境アセスメント（Environmental Assessment；EA）では、必ずしも有効な環境対策が打出せないのが現状である。パキスタンのような発展途上国では、高速道路の整備が地域経済に大きな影響を与え、これによって地域が抱える環境問題も大きく変化する。したがって、意思決定の上位段階（Policy, Plan, Program；PPP）での環境アセスメント、いわゆる戦略的環境アセスメント（Strategic Environmental Assessment；SEA）を適切に実施し、十分な環境配慮を行いながらこれらの意思決定を行っていくことが必要であると言える（図2）。

そこで、本研究では、パキスタンの道路計画において戦略的環境アセスメントを具体的に実施する可能性について検討し、そのために必要となる影響予測手法を開発することを目的とするものである。また、この影響予測手法を用いて、幾つかの高速道路整備プロジェクトについて簡単な環境アセスメントを実施した結果を報告するものである。

2. パキスタンの道路計画における SEA

（1）発展途上国における SEA

戦略的環境アセスメントは意思決定の早い段階で環境アセスメントを実施し、十分な環境配慮を行いながら公共の意思決定を行おうとするもので、ヨーロッパをはじめ、多くの先進国で具体的な取り組みが行われている¹⁾。道路計画の分野でも、道路計画の早い段階から環境アセスメントを実施し、十分な環境配慮を行いながら道路計画を作成しようとする取り組みがなされてきている²⁾。

これに対して、発展途上国ではこうした戦略的環境アセスメントが必ずしも十分に行われている訳ではない。しかし、発展途上国は、今後、多くのプロジェクトを実施いかなければならないこと、これらのプロジェクトは社会的、経済的影響が大きいこと等を考えると、発展途上国こそ戦略的環境アセスメントを積極的に実施しなければならないと言う指摘も多い^{3),4)}。こうした背景から、パキスタンでは戦略的環境アセスメントに関する国際会議が開催され、その必要性を再確認すると同時に、具体的な計画策定の中で戦略的環境アセスメントをどう実施していくかについて多くの議論が行われた。

（2）パキスタンの道路計画

パキスタンの道路は、国道、州道、その他の道路（郡道、市道、軍道）に区分されている。そのうち国道については、国の最高意思決定機関である国道評議会（National Highway Council）が整備計画を作成し、運輸通信省（Ministry of Communication and Railways）の管轄の下、国道公団（Highway National Authority）がその建設・管理を行っている。ただし、建設予算については国の一般財源から配分されるため、国の開発計画（Public Sector Development Program；PSDP）に基づいて執行される。また、世界銀行、アジア開発銀行や、わが国をはじめとする政府開発援助などの資金も、パキスタンの道路整備における貴重な財源となっている。

既に1.でも述べた通り、現在、環境アセスメントは国道公団が事業の実施段階に行っている。ところが、

この段階で環境アセスメントを実施しても十分な環境配慮を行うことは難しい。したがって、国道評議会が国道の整備計画を作成する段階で環境アセスメントを実施し、十分な環境配慮を行った上で道路計画を作成することが必要となる。また、世界銀行等の国際機関から融資を受ける上でも、今後、戦略的環境アセスメントを実施し、十分な環境配慮を行っていることを示すことは、より一層重要な問題になってくることが予想される。

(3) パキスタンの道路計画における SEA

本研究では、国道評議会が道路計画を策定する段階での環境アセスメントについて考える。この段階では、パキスタン国内の幹線道路の整備について意思決定が行われる。したがって、道路整備の影響を詳細に分析する環境アセスメントよりも、むしろ、複数の代替案について大まかな環境アセスメントを実施し、事業採算性等、経済効率性の観点ばかりでなく、十分環境に配慮した意思決定を行うことが重要である。

他方、発展途上国ではこれらのプロジェクトの実施により地域経済が大きな影響を受ける。そして、こうした地域経済の変化により、沿線地域が抱える環境問題も大きく変化する。そのため、道路整備に伴う沿線地域の産業構造の変化等を適切に予測し、道路整備後の環境インパクトを予測することが重要な課題となる。

3. 影響予測手法の提案

(1) 影響予測手法

従来、道路整備が沿線の地域経済に与える影響については、多くの予測手法が提案されてきた。これらを大きく分類すると、1)計量経済モデルと、2)応用一般均衡モデルの2つに分類することができる。地域計量モデルは時系列データに基づいて過去の統計データからモデル・パラメータを特定し、影響を予測する方法である。他方、応用一般均衡モデルは一般均衡理論の構造を重視した予測手法であり、発展途上国のような時系列データが必ずしも十分に入手できない地域で用いられてきた。パキスタンでは、国を対象としたマク

ロな経済統計は比較的整備されているものの、地域経済に関する統計は必ずしも十分に整備されてきていない。そこで、本研究では、この応用一般均衡モデルを用いて道路整備の影響を予測する方法を提案する。また、道路整備後の環境影響を予測するために、この応用一般均衡モデルに幾つかの環境モデルを組合せた地域経済・環境統合型モデルを提案する。

(2) モデルの全体構成

この研究で提案する影響の予測手法の全体構造を図3に示す。このモデルは大きく3つのサブモデルから構成される。第1は道路整備が地域経済に与える影響を分析する応用一般均衡モデル、第2は道路整備による産業構造の変化によって沿線の産業から排出される環境負荷がどのように変化するのかを分析する産業環境モデル、第3は道路整備による物流の変化によって交通部門から排出される環境負荷がどのように変化するのかを分析する交通環境モデルの3つである。これらの3つのサブモデルの関係については、応用一般均衡モデルから道路整備後の沿線地域の産業構造が予測されると、これが産業環境モデルの入力変数となり、道路整備後の沿線の各産業から排出される環境負荷が予測される。また、応用一般均衡モデルから道路整備後の物流が予測されると、これが交通環境モデルの入力変数となり、道路整備後の交通部門から排出される環境負荷が予測されることになる。

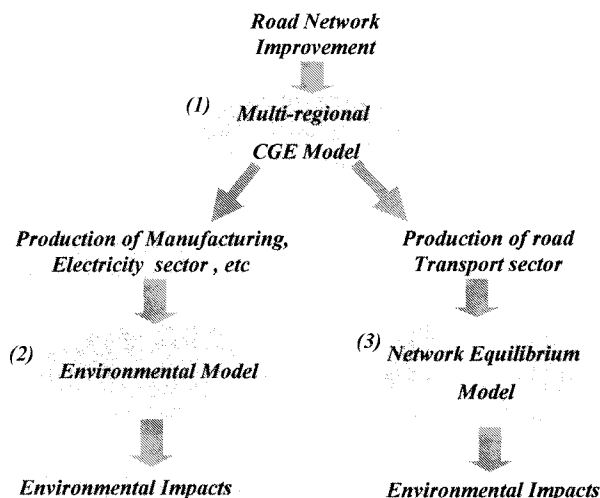


図3 モデルの全体構成

(3) 応用一般均衡モデル

応用一般均衡モデルでは、パキスタン国内を4つの州 (Sind、Punjab、Balchistan、NWFP) に分割する。それぞれの地域には、生産部門として9種類の産業 (農林水産業、鉱業、製造業、建設、電力、不動産、運輸サービス、民間サービス、公共サービス) を考える。また、それぞれの地域には、最終需要部門として民間消費、政府消費、固定資本形成を考える。

高速道路の整備は沿線地域の輸送費用を低下させ、これによって沿線の産業は価格競争力を高めることができる。他方、こうした輸送費用の低下によって生産物価格が低下すると、これを原材料として生産を行っている他の産業にもその影響が波及する。こうした産業連関を通して高速道路の整備は単に沿線地域の産業に影響を与えるだけでなく、広く国内の産業に影響を及ぼすことになる。

また、生産が変化すると労働や資本等、生産要素の需要が変化し、これらの市場でも価格が変化することになる。こうした生産要素の価格変化はさらに産業の価格競争力に影響を与え、これによって生産が変化する。そして、これらの生産の変化を通して、新しい地域の分業体制が確立されることになる。

応用一般均衡モデルはこうした市場における価格変化を明示的に組み込んだ経済モデルであり、市場における価格変化を通してその影響が広く波及するような現象を分析するのに適した分析手法である。

(4) 環境モデル

環境モデルは 1)産業環境モデルと 2)交通環境モデルの2つから構成される。

高速道路の整備は国内の分業体制を変化させ、沿線地域では産業構造の変化によって新たな環境問題を抱えることになる。産業環境モデルではこうした産業構造の変化が環境に与える影響を分析する。モデルでは産業毎に環境負荷排出原単位を持ち、応用一般均衡モデルから計算される道路整備後の生産額にこの環境負荷排出原単位を乗じることにより、道路整備後の環境負荷排出量を産業毎に予測する。なお、環境負荷としては、CO₂、NO_x、SO_x、SPM を対象とした。

また、高速道路の整備は沿線地域の産業構造の変化を通して物流需要を変化させる。また、これによって高速道路の利用状況が変化すると、交通混雑にも影響を与え、これによって環境負荷が大きく変化することになる。交通環境モデルではこうした交通需要の変化による環境負荷の変化を予測する。具体的には、交通ネットワーク均衡モデルを用いて道路整備後の交通量を予測し、これを通して環境負荷の予測を行う。このとき、高速道路ネットワークとしては、パキスタン国内の高速道路、地方幹線国土を対象とした道路ネットワークを仮定して計算を行った。また、環境負荷としては、CO₂、NO_x、SO_x、SPM を対象とし、各リンク毎に計算される交通量から環境負荷を求めた。

4. ケーススタディー

(1) ケース設定

パキスタン国内には今後整備を進めなければならない幹線道路が数多く存在する。ここではこれらをすべて分析の対象とすることはできないため、図4に示した2つの道路整備プロジェクトを取り上げ、その環境

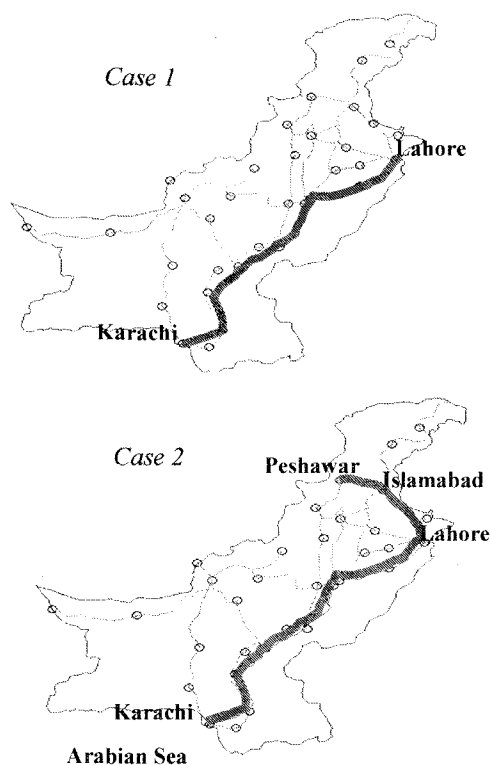


図4 ケース設定

影響評価を試みた。第1のプロジェクトは国際港湾都市 Karachi と Punjab 州の州都 Lahore を結ぶ 1,292km の高速道路を整備するもの（ケース1）、また、第2のプロジェクトはケース1をさらに延伸し、首都 Islamabad を経由して NWFP 州の州都 Peshawar まで至る 1,786km の高速道路を整備するもの（ケース2）である。

（2）輸送費用の変化

これら2つの高速道路整備によって州間の平均的な輸送費用がどのように変化するかを示したものが図5である。ケース1では Sindh 州と Punjab 州の輸送費用が 38.5%低下するのに対し、ケース2では Sindh 州と Punjab 州の輸送費用が 41.4%、Punjab 州と NWFP 州の輸送費用が 29.1%、Sindh 州と NWFP 州の輸送費用が 19.4%、それぞれ低下することがわかる。

（3）地域経済への影響

高速道路の整備が輸送費用を低下させ、これによ

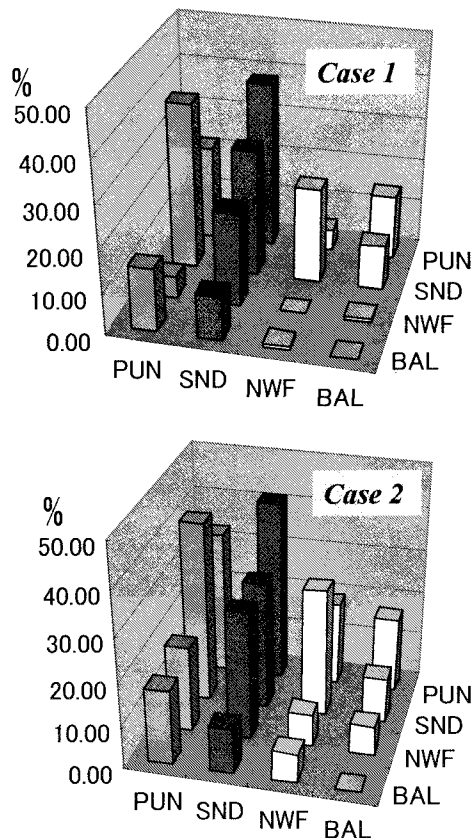


図5 輸送費用の変化

って各地域の産業競争力が変化すると、各地域の生産が変化することになる。図6は製造業と電力産業の生産の変化を示したものである。製造業の場合、ケース1では Punjab 州が 7.7%増加する対し、ケース2では Punjab 州が 11%増加し、NWFP 州が 8.0%増加している。また、製造業をはじめとする多くの産業に電力を供給する電力産業では、ケース1では Punjab 州で 0.9%増加するのに対し、ケース2では Punjab 州で 1.0%、NWFP 州で 0.9%増加することがわかる。

（4）環境への影響

各地域の生産が変化すると環境負荷も変化し、これによって新たな環境問題を抱える地域も現れる。図7は運輸業を除く全産業の生産増加による CO₂ 排出量の変化、運輸業の生産増加（交通量の増大）による CO₂ 排出量の変化を示したものである。運輸業を除く全産業の CO₂ 排出量を見ると、ケース1の場合、Sindh 州で 2.5%、Punjab 州で 2.8%、NWFP 州で 2.7%、それぞれ増加している。これに対しケース2の場合、

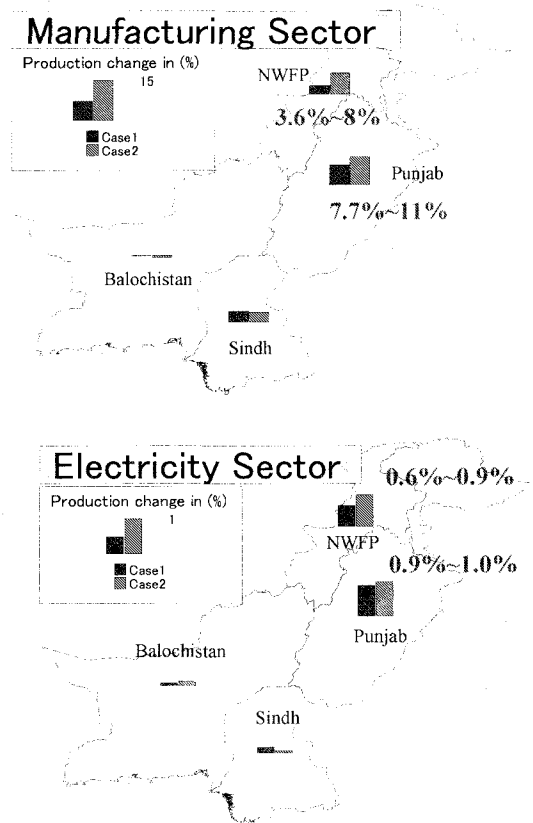


図6 地域経済への影響

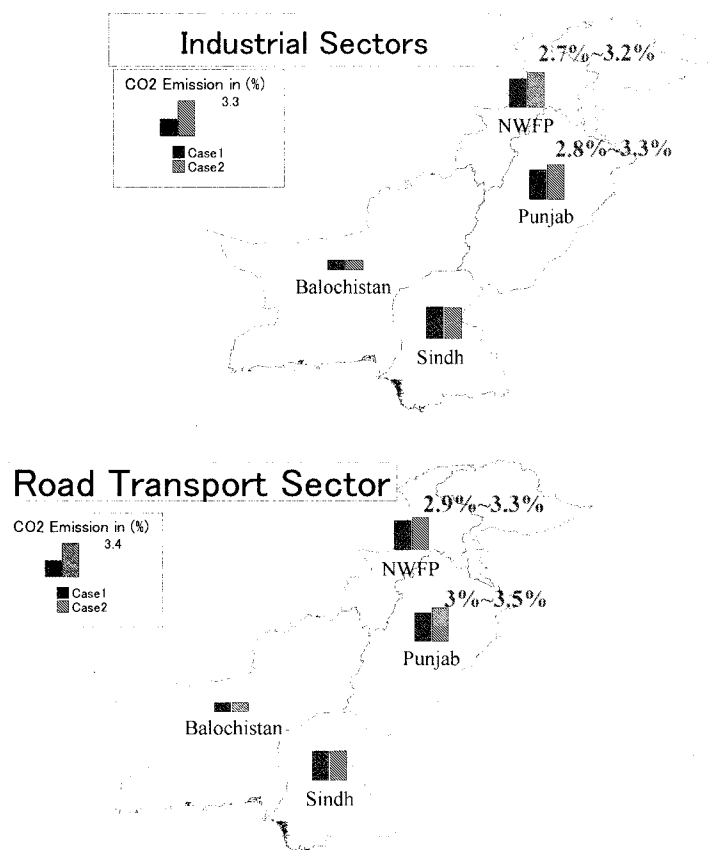


図7 環境への影響

Sindh 州で 2.4%、Punjab 州で 3.3%、NWFP 州で 3.2%増加している。他方、運輸業の CO₂ 排出量を見ると、ケース 1 の場合、Sindh 州で 2.7%、Punjab 州で 3.0%、NWFP 州で 2.9%増加しているのに対し、ケース 2 の場合、Sindh 州で 2.7%、Punjab 州で 3.5%、NWFP 州で 3.3%増加していることがわかる。

5. おわりに

本研究では、パキスタンの道路計画において意思決定の上位の段階 (Policy, Plan, Program; PPP) から十分な環境配慮を行うために、戦略的環境アセスメントの実現可能性について検討を行い、そのために必要となる影響予測手法について検討を行った。

パキスタンのような発展途上国では、高速道路の整備が沿線の産業構造を大きく変化させ、これによって沿線地域は新たな環境問題を抱える可能性が高い。そのため、本研究ではこうした環境影響を事前に把握す

るために、地域経済・環境統合型モデルを提案した。そして、このモデルを用いて 2 つの高速道路の整備プロジェクトについて具体的な環境影響の予測を行った。

今後の課題としては、本研究では 2 つのケースについて分析を行う段階に止まっているため、さらに多くの道路整備プロジェクトについて環境アセスメントを実施し、これらを比較分析することによって、より適切な意思決定を行うための情報提供を行っていく必要があると考えている。

参考文献

- 1) Sadler, B. and R. Verheem (1996): SEA: Status, Challenges and Future Directions, Ministry of VORM.
- 2) Published by OECD, (1998); Strategic Environmental Assessment for Transport, European Conference of Ministers of Transport (ECMT)
- 3) Goodland, R. and G. Tillman (1995): SEA, 1995 group Environmental Seminar 'Assessment and Monitoring', World Bank 1995.
- 4) EIA - First workshop - SEA: "Capacity Building for Environmental Management in Vietnam".
- 5) BROHI Khan Mohammad and Takaaki OKUDA (3rd August 2002): Strategic Environmental Assessment in Developing Countries Case study of Pakistan, Proceeding of the Fourth International Summer Symposium Kyoto. P 371-374.
- 6) T. Okuda (1998): Applied General Equilibrium Model for Regional planning, Seminar, No15, JSCE
- 7) Takaaki OKUDA and BROHI Khan Mohammad (October 2001): Applied General Equilibrium Analysis on Economic Impacts of New Road Transport Network in Pakistan Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS) Vol. 4(6) 17-32
- 8) Takaaki OKUDA and BROHI Khan Mohammad (September 2002): Applied General Equilibrium Analysis on Economic and environmental Impacts of New Road Transport Network in Pakistan, Proceeding of the Fourth International conference European Trade Study Group Kiel Germany