

環境経済学への工学部技術の導入 法政大学 教学改革に寄せて：伊藤過程・デリバティブ による環境政策の定量的評価理論

後藤, 公彦 / Goto, Kimihiko

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学工学部研究集報 / 法政大学工学部研究集報

(巻 / Volume)

38

(開始ページ / Start Page)

17

(終了ページ / End Page)

22

(発行年 / Year)

2002-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00003780>

環境経済学への工学部技術の導入—法政大学教学改革に寄せて — 伊藤過程・デリバティブによる環境政策の定量的評価理論 —

AN APPLICATION OF THE ITO PROCESS AND DERIVATIVES TO THE QUANTITATIVE ANALYSIS OF EXTERNAL DISECONOMY

後藤公彦*

Kimihiko GOTO

A stochastic process called Ito Process and Derivative Theories are applied to determine and forecast social cost - i.e. amount of "External Diseconomy". Effectiveness of quantitative engineering techniques is discussed to forecast the amount of external diseconomy.

Key Words: Times, Ito Process, derivatives, repercussion effect, external diseconomy

1. はじめに

(1) 環境経済学とは何か

地球温暖化・熱帯雨林減少・酸性雨・水質汚染・オゾン層破壊と紫外線照射による皮膚がん発生、あるいは血液製剤エイズ薬害・ソリブジン薬害問題・欧州狂牛病問題をはじめとして、人類の健康・生命環境を悪化させる大きな問題が今数多く出てきている。これら外部不経済の蔓延は、21世紀に16億人から60億人と約4倍となった「人口爆発」と「人類全員による豊かさの追求」を根本の原因とする。さらに、レジオネラ病・エボラ出血熱等の疫病伝播による外部不経済のように、バランスを崩した自然体系からの病菌漏出とグローバル拡散がある。こうした事態について、人間の無知は外部不経済をさらに大きくする。経済主体の自己利益追及第一主義は、人類が本来持つ清らかな心、浄化欲求・社会貢献意志を簡単に打ち砕いてしまう。現代の経済社会環境は環境破壊・病菌繁栄・情報歪曲・情報隠匿・不正と墮落・短絡殺傷等の絶好の温床となっている。

経済成長と生命環境・社会環境の保全是究極的に相反するものなのか。自然環境・社会環境を悪化させるメカニズムはどうなっているのか。負の価値を生み出す財・サービス・産業は自己の責任はどう取るのか。その産業の適正規模はどう決められるか、どういう産業政策を適用すべきか。さらに社会コストを負担した財の適正価格はどう決定できるか、誰がきめるのか、どうやって徴収するのか。こうした議論は汚染が許容限度に近づいた社会を救い、人が平和に生きるために緊急で重要な問題となった。

本論文ではまず、環境問題の解決に有力な「環境経済学」とは何かを概説する。次いで、外部不経済・社会コストとは何か、これを除去・軽減する方法があるかを考える。

さらに、外部不経済の定量化の必要性和予測方法・政策パラメータ変化による社会コストの変化から、国家・社会・国民にとっての最適政策・最適戦略策定の可能性を考えることとする。結論として、「環境経済学」は地球環境を保護し、生命を救う学問である。また環境保全は「大変にコストがかかる仕方のない灰色の義務」ではなく今世紀、人類が避けて通れないものであり、また産業と社会に明るい飛躍のチャンスを与えるものである。

なお今回は紙数の制限のため、筆者の研究していた国立がんセンター研究所疫学部における環境経済学・医療経済学分野の研究事例については詳しく述べない。これは次の機会に譲ることとしたい。

(2) 本論文執筆の目的

環境経済学の定量化と工学部技術について、

- ① 「外部不経済の削減・縮小」は外部不経済の真因研究と外部不経済の額の定量化から始まること、
- ② 工学部が持つ定量分析力・コンピュータ技術・予測技術は環境問題解決に有効なこと、
- ③ 工学部の研究の中立性は研究成果の認定・実施に説得力を持つこと

という事実を記し工学部技術が環境経済学・法政大学の発展および社会の歪み是正のために有効であることを示すことである。

2. 経済と不経済

(1) 純経済貢献

財・産業あるいは経済主体の行為の社会に対する純経済貢献は次のとおり定式化できる。

* 経営工学科

$$NEC = EC - ED$$

NEC: 純経済貢献 (Net Economic Contribution)

EC: 経済貢献 (Economic Contribution)

ED: 外部不経済 (External Diseconomy)

すなわち、ある財の存在価値の判定には、その財の純経済メリットを定量的に計測する必要がある。すなわち、社会に対する+の貢献と、-の影響すなわち外部不経済・社会コストの公正な査定が必要となる。

「外部不経済 ED (External Diseconomy)」は「財が負の価値を生みだし、そのコストを自己の内部費用として取り込まず消費され、結果として社会がその費用を負担しなければならないこと」であり環境経済の中心概念となる。この費用の額が社会が負担しなければならない「社会コスト SC (Social Cost)」である。

外部不経済には、電力会社等の硫黄酸化物の排出による「酸性雨」・工場等からの「産業廃棄物」や不法投棄・「非加熱血液製剤」による「薬害エイズ」問題やソリブジンの「薬害」・銀行の「不良債権」に対する「公的資金投入」による政府・国民による肩代わり・核実験や地雷の敷設・テロ行為・戦争や不当宗教活動がある。また「水質汚染」・「越境酸性雨」・二酸化炭素による「地球温暖化」は全地球的問題である。人の心の歪み・欲望とこれを許容する社会環境も不必要な社会コストを生み出し、世の中を住み難くしている。問題に対し適切な政策を施し、より良い社会システムを構築してゆく上で、環境経済学においては、外部不経済の存在およびその真の生因を把握することは極めて大切である。より良い社会を作るために、外部不経済はこれを作る経済主体自身が負担することがいま求められている。(後藤公彦著、「環境経済学概論—エコロジーと新しい経営戦略」、朝倉書店 1998 年発行)

(2) ある産業・製品の経済メリット評価方法

○ 粗付加価値の採用

まずある産業または製品の経済への貢献度を公正に計測する。正の価値としては、賃金・営業余剰・資本減耗引当・税金という、産業が生み出し国家に貢献する「粗付加価値」を取る。

○ 経済波及効果の導入

次ぎに当産業関連の「産業連関表」の「レオンチェフ逆行列」を展開し、他の産業に支払う資金による「経済波及効果」(Repercussion Effect)を測る。これは当産業が購入する財・サービスにより各産業が潤い、さらにそれらの産業が2次、3次の経済拡大により財・サービスを購入する分である。

産業の経済波及効果は以下のように測定できる。いまある産業について、

A: 当産業関連の産業連関表の投入係数行列 (MATRIX)
 X: 当産業の国内生産額 (VECTOR)
 F: 当産業の最終需要 (VECTOR)
 I: 単位行列 (MATRIX)
 IM: 当産業の輸入ベクトル (VECTOR)

とすると、内生部門計は $A \cdot X$ であり、内生部門計と最終需要の合計は国内生産額と輸入の合計であるから

$$A \cdot X + F - IM = X$$

$$X = [I - A]^{-1} \cdot [F - IM]$$

となり、これを展開すると、

$$X = [1 + A + A^2 + A^3 + \dots] \cdot [F - IM]$$

となる。ここでベクトル $[F - IM]$ に当産業のみの最終需要—輸入を代入すると当産業のみの影響による他産業の0次、1次、2次、3次・・・の国内生産額を測定できる。上式の第0項、第1項、第2項、第3項・・・がこれにあたる。ここでベクトル $F - IM$ は産業政策により変わるものとしておく。これにより当産業に対する育成または抑制政策による経済波及効果の有様を把握できる。

3. 外部不経済の予測へのデリバティブ理論の応用

(1) デリバティブ理論による外部不経済予測

「確率過程論」(Stochastic Process Theory)は理学・数学・工学等自然科学分野で発展、利用されてきた。そしてさらに近來の「デリバティブ理論」および「コンピュータ解析技術」の進展とともに、為替・金利・株式・債券等将来の価値が不確定なものの予測に有効であることが認められている。確率過程論の中でも「伊藤過程」・「伊藤のレンマ」は資産価値予測・資産変動に対するリスク管理・資産価値変動リスクのヘッジに極めて有効である。

「環境経済学への工学部技術の導入」研究は、「伊藤過程による外部不経済予測と産業政策策定」を目的として、1994年国立がんセンター研究所疫学部において疫学部長渡辺昌医学博士(現東京農業大学教授)と後藤公彦により共同研究が開始された。この研究は当時定性的議論に限られていた「外部不経済」を定量化しようとする試みであり、次の研究分野での定量化と予測を目指したものであった。

- ① 紫外線反復曝露に起因する皮膚がんによる死亡者数の予測と対策策定。
- ② 喫煙に起因する疾病(心臓血管疾患・慢性閉塞性呼吸器疾患・肺がん等)による死亡者数予測。死者数のコンピュータ・シミュレーション予測結果を利用したコスト・ベネフィット分析による政策

の経済性評価と公衆衛生政策・産業政策の策定と提言。

(2) 確率過程論の適用

確率過程は時間 t とともに変数 S が変化するプロセスをいう。式で表すと

$$S = S(t)$$

である。すなわち、独立変数は時間 t であり、従属変数 S は株価・為替レート・金利あるいは喫煙死者数・社会コスト等である。株価のように時間とともにある値から次の値に飛び移るものを離散変数型、温度のように連続して変化するものを連続変数型という。また、金利のように有限時間経過後次のプロセスに移るものを離散時間型、体温のように時間とともになめらかに変化する過程を連続時間型確率過程と呼ぶ。過程の次の値が現在の過程の値のみに依存して決定する確率過程を「マルコフ過程」 Markovian Process と呼ぶ。今回の研究で、確率過程予測理論が外部不経済・社会コストという負の価値の予測にも有効であることが実験できたと考える。

(3) 伊藤過程

今回の研究では、マルコフ過程の一つであり、ブラック・ショールズ・モデル等の現代金融理論・デリバティブ理論に用いられる「伊藤過程」 Ito Process を用いて、確率予測システムを開発し、喫煙による死者数・社会コストを予測した。伊藤過程は、1877年にスコットランドのブラウンにより発見されたブラウン運動を、1905年にアインシュタインが発展させ、京都大学の伊藤博士が1951年に閉じた系として定式化した過程であり、現代デリバティブ理論において重要な役割を果たす。戦後日本が産んだ数学理論の中で最も重要な数学理論の一つである。株価や債券価格および為替等の資産価値を予測する現代ファイナンス理論が負の価値の将来予測にも有効であり、厚生・環境問題の解決に貢献しうることが今回分かった。伊藤過程についての詳細は、参考文献、後藤公彦著、「デリバティブ時価会計入門—投資決定とリスク管理」、日科技連出版社1997年発行、を参照されたい。伊藤過程そのものについては参考文献“On stochastic differential equations”を参照されたい。これは戦後間もない昭和26年京都大学の青年数学家伊藤清氏がアメリカ数学協会へ投稿したものである。この論文は特別号の巻頭1頁-51頁を飾ることとなった。

(4) 伊藤過程の分類

伊藤過程の特徴そして有効性の一つは、過程を一般的なドリフト部分とブレ部分に分けて考える所にある。

確率変数 = ドリフト部分 + ブレ部分
 である。伊藤過程・伊藤のレンマ等確率微分方程式の展開において両部分が干渉して中間部分が出てくるが、最後にはやはりドリフト部分とブレ部分に分けて整理して上の

型は守られている。このことの重要性は次の例で分かる。

先住海洋民族が台湾沖からいかに乗って日本を目指したとしよう。黒潮に乗って北西に向かう流れがドリフト部分である。しかしながら、その後の運命は皆同じではない。日向・紀伊・房総に流れついたかも知れない。不幸にして太平洋の彼方に流れ去ったものもあったであろう。これはブレ部分の影響である。同じ場所から出発しても、天候、海流、風、波、人の正確や体重、いかだの材質や組み方、魚や流木との衝突等によりブレが生じた筈である。伊藤過程はこの現実にかかるブレを定量化しつつ、ドリフト部分を一般式としてモデル化している点に特別な強みがある。

(5) デリバティブ理論による社会コストの確率予測

社会コスト SC は次の確率微分方程式で表される確率過程に従うと定式化した。

$$dSC = f(X)dt + \epsilon \sigma (dt)^{1/2}$$

SC : time t における Social Cost

(または喫煙死者数 SD Smoking Deaths - 後述)

X : SC に対する内生変数 $X = F(S, P, \dots \text{etc.})$

ϵ : $N(0, 1)$ からの random sampling

$\sigma^2 dt$: 過程の分散

P : 産業に対する産業政策・価格政策・講習衛生政策

ブレ部分の時間要素が dt でなく、 $(dt)^{1/2}$ であるのは、分散の加法性による。すなわち、時間が2倍であると分散の期待値も2倍になるが、ポラティリティ (標準偏差) の期待値はルート2倍、 $(2)^{1/2}$ となるためである。伊藤過程による予測理論を用いれば、将来がどうなるのかという諸モデルに対して、数量的かつ確率的に結果を見ることが出来る。

本論文と同様にして、例えば、「大気汚染による汚染度」・「紫外線による皮膚がんの発生」等を確率予測することが可能になる。なお従来医学論文は予測に主に点推定を用いてきた。「点推定」とは将来のある時点に対応して一つの予測値を出すことである。この研究では予測範囲と確率の概念をいれてモデル化した。

(6) 伊藤過程による負の価値の確率予測

— 4つのモデル

以下に負の価値あるいは資産価格の予測モデルについて伊藤過程を含めた4つのモデルについて整理し、本論文理解のもととする。一般に資産の価格はどのような数学的モデルに従って動いていると考えられるのであろうか。筆者は、まず以下の4つのモデルを理解することが重要と考えた。資産の市況価格は第一にブラウン運動をしていると考えられる。以下のように記号を定める。

- x ブラウン運動をする一般変数
- S ブラウン運動をする資産価格変数
- z ランダム・ウォーク部分をあらわす変数
- $\Phi(m, s)$ 平均 m , 標準偏差 s の正規分布
- ε 平均 0, 標準偏差 1, の正規分布 $\Phi(0, 1)$ からの random sampling
- a ドリフト部分の係数または変数
- b プレ部分の係数または変数
- μ 期待収益率
- σ ボラティリティ (資産価格の変化率, 利回りに関わる標準偏差)
- t 時間

No. 1 ブラウン運動モデル

資産の価格はある方向へのドリフト部分とそれからのプレ部分からなると考えられるが、このプレ部分はブラウン運動に従うと考える。

これを定式化すると次の通りになる。ブラウン運動部分のみを考えるとドリフト部分は 0 であるから、

$$dx = 0 + dz$$

$$dz = \varepsilon (dt)^{1/2} \quad dz \text{ は } \Phi(0, (dt)^{1/2}) \text{ に従う。}$$

No. 2 一定ドリフトモデル

為替レートでも株価でも少なくとも短期的にはある方向に向かって次の平衡点を模索している。ドリフトの方向とブラウン運動の大きさを表す係数をおのおの定数の a, b として資産価格は次のように表現できる。

$$dx = a dt + b dz$$

$$dx = a dt + b \varepsilon (dt)^{1/2}$$

a, b を推測することにより、将来の資産価格は上式により予測できる。

No. 3 一般的伊藤過程

上のモデルの係数 a, b を一般化して、ともに時間 t と x の関数として定義すると資産価格は次の一般式により記述できる。これが伊藤過程であり、現代ファイナンス理論の中核となるものである。

$$dx = a(x, t) dt + b(x, t) dz$$

$$dx = a(x, t) dt + b(x, t) \varepsilon (dt)^{1/2}$$

No. 4 ドリフト率 μS , 分散 $\sigma^2 S^2$ の伊藤過程モデル

これはブラウン運動をする資産価格はドリフト率 μS , 分散 $\sigma^2 S^2$ の伊藤過程に従うと考えるモデルであり、次のように定式化できる。

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad dS/S = \mu dt + \sigma dz$$

このモデルは資産価格の変化率 dS/S が $\Phi(\mu dt, \sigma (dt)^{1/2})$ に従うとするもので、期待収益率とボラティリティを推測することによって資産価格を予測することができる。

ここで伊藤過程に関連して、経済・金融分野で重要な意味を持ち、ノーベル経済学賞の受賞対象となったブラック・ショールズ・モデルについて述べる。ブラック・ショールズ・モデル Black and Sholes Model は配当のない株式現物の European option について伊藤過程を応用したオプション理論価格モデルである。シカゴ商品取引所 (CBOT Chicago Board of Trade) に初めて株式オプションが上場された 1973 年 4 月の翌月にこのモデルは発表され、センセーションをまきおこした。ブラック・ショールズ・モデルは以下の内容を持つ。

$$C = S \cdot N(d) - E \cdot \exp(-rt) \cdot N(d - \sigma \cdot t^{1/2})$$

$$P = -S \cdot N(-d) + E \cdot \exp(-rt) \cdot N(-d + \sigma \cdot t^{1/2})$$

- C : theoretical price of call option
- P : theoretical price of put option
- $d = (\ln(S/E) + (r + \sigma^2/2)t) / \sigma \cdot t^{1/2}$
- S : market (straight) price
- E : striking (exercise) price
- t : maturity
- r : market interest rate
- σ : volatility

以上が環境経済学への伊藤過程の一般的応用方法についての理論である。

4. 事例研究 ——たばこ産業の外部不経済と政策効果予測シミュレーション

今回は詳細な理論は省略するが、以下に結果の大略を記しておく。

(1) 国民健康阻害度の導入と喫煙死者数の確率予測

従来の、喫煙死者数はたばこ消費量というフロー量に依存するという「消費量仮説」を捨て、本論文では、人体に対する喫煙の遅延効果・累積効果の度合を表すものとして「国民健康阻害度」という「ストック量」の関数を導入した。国民健康阻害度は、全社会的に見てこれまでに消費されたたばこの煙が、国民の肺・心臓・呼吸器等身体の中で健康を阻害している累積的影響度を表したものであり、ある時点の初期値から始まって、国民の身体に入ったたばこの煙の量の時間積分から、喫煙者の死亡により無害となった煙の量の時間積分を差し引いたものであると考えた。こ

うして国民健康阻害度を次のように設定した。

$$NM(t) = \int L(t)dt - \int M(t)dt + NM(0) \quad \text{-----①}$$

NM: time t における国民健康阻害度
 (National Morbidity)

L: time t から t+dt の間の国民健康阻害度増加
 (フロー) (国民の身体に入ったたばこの煙の量)

M: time t から t+dt の間の国民健康阻害度減少
 (フロー) (喫煙者の死亡と死体焼却により無害
 となった煙の量)

喫煙死者数 SD は下記の確率微分方程式で表される過程
 に従うものと考えた。

$$dSD = f(NM)dt + \sigma \epsilon (dt)^{1/2} \quad \text{-----②}$$

dSD: time t から t+dt の間における SD の変化

f(NM): 国民健康阻害度の関数で、time t における喫
 煙死者数のドリフト率

ϵ : 標準正規分布 $\Phi(0,1)$ からの random sampling

$\sigma^2 dt$: 過程の分散

この式で、右辺第1項は国民健康阻害度に従うドリフト
 部分を表し、変数の期待値に対応する。また、第2項はラ
 ンダム・ウォークに対応する攪乱項を表す。この予測手段
 は、為替レートや株価予測・オプション価格算定に用いら
 れるデリバティブ理論で使われる予測方法と本質的に同
 じものである。

国民健康阻害度を予測することにより喫煙死者数の予
 測が可能となる。すなわち、このまま放置すれば国民健康
 阻害度の増加により、2010年には喫煙による死者の9
 0%信頼区間が15万7000人から21万3000人の
 レベルに達する。2020年には、19万3000人か
 ら26万1000人のレベルになると予測される。社会コ
 ストもこれにつれて増大することとなる。

こうして、上記①、②の関数の導入により、喫煙死者数
 の「実測」値を説明し、喫煙死者数を予測し、たばこ消費
 抑制政策・公衆衛生知識向上・国民のコンセンサスの効果
 を定量的に把握できた。

(2) 産業政策・公衆衛生政策の効果測定

こうした定量化により、産業政策としてたばこ抑制政策
 を取った場合の、その政策の効果を査定することが可能に
 なる。このまま放置すると2030年には国民健康阻害度
 の上昇により喫煙の社会コストは3.3倍になる。たばこ
 消費量を半分にすると政策により社会コストはかなり改善
 されるが慣性によりまだ緩やかに昇ってゆく。これは従来
 の説「たばこ半減によりたばこによる医療費は半減する」
 は正しくなかったことを示している。消費量を毎年2割削
 減できれば健康阻害度にもようやくブレーキがかかり、社

会コストは1.3倍でピークアウトしその後は緩やかに下
 がってゆく。本研究の方法を延長して、たばこに対するい
 ろいろな「公衆衛生政策」・「産業政策」・「価格政策」の
 効果を測定できるようになった。

5. 結論

(1) 環境経済学へのアプローチ

健康阻害度と社会コストの関数関係、諸政策の有効性の
 公正な検討は、以下の諸学問領域の最新の理論・研究成
 果・データを総合することによって始めて可能となった。
 総合政策の研究を意味あらしめるためには、自己の専門だ
 けでなく知らない分野の人との心からの協力関係が必須
 となる。自分の専門分野の視野・知識だけでは総合政策研
 究は小さくなり、偏った結果を生み出すかもしれない。

* 1 医学

病理学 (PATHOLOGY)

腫瘍学 (ONCOLOGY)

疫学 (EPIDEMIOLOGY)

公衆衛生学 (PUBLIC HEALTH THEORY)

* 2 経済学

計量経済学・産業連関分析(レオンチェフ逆行列)

オプション・スワップ・フューチャー等を対象と

する現代ファイナンス理論・デリバティブ価格理
 論・ファイナンス工学

経済原論(経済波及効果・乗数理論)

環境経済学

* 3 数学・統計学・医療数学

確率過程理論・マルコフ過程・伊藤過程

微分方程式の数値解導出のためのコンピュ
 ータ利用

厚生統計学

OR と決定理論

コンピューターシミュレーション手法

ユーティリティ理論

クオリティー・オブ・ライフ理論

こうした推計は、一つの産業の存在価値・適正規模・適
 正価格算定に役立ち、今後同種の経済分析の参考となる。

(2) 企業へのアドバイス

企業は環境経済の新しい考え方を取り入れ、問題を自ら
 進んで解決してゆかねばならない。受け身でなく積極的に
 対処する方が賢明な生き方である。地球や人類の要請はま
 もなく怒涛のようになり、この潮流に逆らえば将来はない。
 環境白書は自己の環境責任を否定し続けた「チッソ」とい
 う会社が結局いかに高いコストを払ったかを記している。
 チッソは水俣病患者に1000億円を支払い、さらに年30億
 円の補償金支払を今も続けている。資本金78億円の会社
 には非常に重い負担であるが、失ったものは資金だけでは
 ない。1959年の熊本大学の疫学調査発表後も十数年にわた

って責任を回避し悲惨な被害を拡大した会社として社会から冷たく見られ人材獲得も容易でない。かつての優良会社も 1300 億円の累積損失を抱え店頭管理銘柄となった。有機水銀処理は当初 150 万円の設備投資でできたという説もあり、当時の経営者の会社および社会に対する責任は重大である。

産業界は自らの外部不経済を測定しこれを少なくするよう努力すると共に、社会コストの内部化を計らなければならない。これがより経済的かつ唯一の生存方法である。自動車メーカーはクリーンエネルギー車のカリフォルニア基準 (1998 年新車登録の 10%) を自ら先んじて達成する覚悟が必要である。たばこ産業は価格を上げ社会コストをより多く負担すると同時に国民健康阻害度を低めた方が賢明で、この場合には産業として存続できる。潮流は今後思いがけない早さで押し寄せ、取り残された産業は生き残れない。

さらに一歩進んで企業は環境保全により世界的に発展を期することができる。この分野の日本の技術は「水質改良」・「海水淡水化」・「脱硫技術」に見るように現在でも高度なものであるが、さらにそれを磨いて世界に売り出すことが必要である。環境改善は今世紀もその後も世界が要求するものであり、無限の需要がある。地表に届く「太陽光エネルギー」は毎年 18 万 TW (テラワット) と世界のエネルギー需要の 1 万 5000 年分に当たる。将来、化石燃料に「世界環境税」が導入され年々重くなるであろうこと (2000 年に 1 バレルあたり 10 ドル位の計画) を考えると、「太陽光・地熱・風力・海流」等の「クリーンエネルギー」の活用は環境を守り時代の大きな要請となる。多生産・多消費の時代は終わった。地球と生命を大切に作る者だけが存続を許されるのである。

(3) 国民のすべきこと

米国で 2075 年までに皮膚がんによる死者が 375 万人増加するという報告がなされると、オーストラリアでは午前十一時から午後三時まで太陽にあたらぬよう努力がなされ、チリでは日傘とサングラスが爆発的に売れた。欧米ではたばこの消費が減少している。このように、国民は最新の情報に注目しこれを前向きに活用して、文明度を上げていこう。文明度が高く、賢く心の正しい者のみが来世紀繁栄できる。

(4) 研究者の交流と協力について

「外部不経済予測」のためには心から協力しあう研究交流が必要である。また、環境経済学の進歩・発展のためには工学部の持つフィロソフィーと技術とが必要であると考える。すなわち、社会と地球を汚染する外部不経済の原因の検定、社会コスト計測と予測には工学部が持つ定量化技術・コンピュータ技術、政治経済的中立性が極めて有効

であると考え。こうした事実を認識して、工学部の進むべき新しい一つの道を模索し、社会へ貢献できる可能性を皆様と共に考えてゆきたいと考える。研究はまだその端緒にあり、多くの人の知恵を必要とすると思う。

(5) 法政大学環境認証の維持・発展

法政大学は環境経済学を研究する方々の長期的ビジョンと努力により 1999 年 9 月、日本の総合大学として初めて国際環境基準 ISO 14001 の認証を受けた。小金井キャンパスはこうした教学改革の方向に協力し、持てる実力を発揮して法政大学の将来への発展可能性・チャンスをさらに切り開いてゆくことが期待される。筆者は国立がんセンター研究所を経て 2000 年 4 月に法政大学工学部経営工学科に着任した。皆様にとって筆者の研究分野「環境経済学の定量化」はほとんど未知の分野であろう。このため皆様に筆者の研究の目的、内容を開示するチャンスがあれば願っていたが、今回の発表は研究者の相互協力と法政大学教学改革プロジェクトの進展のために良い機会であると考えている。

参考文献

- 1) BARTECCHI, CE. TD. MACKENZIE, AND RW. SCHRIER : The human costs of tobacco use, *New England Journal of Medicine* 330, pp.907-912. 1994
- 2) GOTO, K. AND S. WATANABE, ORIGINAL CONTRIBUTION : Social Cost of Smoking for the 21st Century, *Journal of Epidemiology*, Vol.5, No.3, pp.113-116, 1995
- 3) HULL, J. : *Options, Futures, and Other Derivative Securities*, New York: Prentice Hall Inc, 1989
- 4) ITO, K. : On stochastic differential equations, *Memoirs, American Mathematical Society* 4, pp.1-51, 1951
- 5) IBRD. INTERNATIONAL BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT : *Investing in Health*, Philadelphia: World Bank Publications, 1993
- 6) 後藤公彦 : 政策策定のための政策科学研究——外部不経済および疫学と政策科学, *総合政策研究, 中央大学総合政策学部*, Vol.2, pp.193-206, 1997
- 7) 後藤公彦 : 環境経済とこれからの産業社会, *中央評論, 中央大学*, Vol.47, No.4, pp.74-85, 1995
- 8) 後藤公彦 : たばこの経済分析, *日本医師会雑誌*, Vol.16, No.4, 日本医師会, pp.37, 1996
- 9) 後藤公彦 : 環境経済学概論——エコロジーと新しい経営戦略, 朝倉書店, 1998
- 10) 後藤公彦 : デリバティブ時価会計入門——投資決定とリスク管理, 日科技連出版社, 1997