

第9回 IATSSセミナー

(2002年5月23日、アルカディア市ヶ谷)

赤羽弘和氏(千葉工業大学工学部土木工学科教授)

山内弘隆氏(一橋大学大学院商学研究科教授)

IATSSセミナーでは3回にわたり、2001年度の新会員に登場いただき、自己紹介を兼ねて、それぞれの専門分野に基づいた講演をお願いしました。今回はその最終回で赤羽弘和氏、山内弘隆氏のお二人にお話をいただきました。

赤羽弘和

「インテリジェント交通システムと交通安全」



ITSを安全に使うための試みはいろいろあるが...

千葉工業大学の赤羽です。今日は、このような機会を設けていただきましてありがとうございます。それでは早速、今ご紹介いただいたこのタイトルでお話をさせていただきたいと思えます。

まず、私がどのようなことをやっているかということの説明するためのキーワードを考えてみたのですが、もともとは車が中心で、最近是人とか、あるいは交通機関でいくと公共交通などもテリトリーに入ってきました。

ITS技術を交通安全に適用するために、どのようなことが必要かを考えてみたいのですが、いろいろプロジェクトがあります。例えばAHSを考えてみると、第一段階では安全情報を提供するとか、あるいは「危険だよ」という警告を発し、第二段階ではそれだけではなく、ブレーキを制御するとか、あるいはステアリングを制御するとかというふうなステップをふんで、第三段階で、いつ実現するかわからないですけども、完全自動運転を目指すというふうな構想があるわけです。私が考えるに、第三段階の自動運転は、完全に自動制御の流儀で運転を統轄できる

ので、その意味では、考え方によっては何

か簡単などころがあるのではないかと。かえってステップ2がけっこう難しいのではないかと。それまで人間が運転していて、自動制御がそこにオーバー・ライドするといいますが、介入してくるわけで、そこでドライバー本人や周りを走っているドライバーがびっくりしてしまって、ほかの事故を発生させてしまう可能性もあるわけです。それを考えると、第一段階で、もうすでに車にはいろいろなセンサーやいろいろな通信の道具立てもそろってきているわけですから、例えば普通のドライバーが周辺車両とどんなふうに関隔制御しているのか、そういうことを観測なり分析して、とにかく今、どういうことが起こっているのかと、その中に自動制御を部分的にでも受ける車が混在したときに、不都合を起さずに、かつ所定の目的を達するためにはどうしたらよいかという情報を蓄積する必要があるのではないかと思います。

次に、今いろいろな場面を想定してAHSでいろいろなことをやるという構想があります。それに対する素朴な疑問なのですが、例えば前方障害衝突防止

支援というのがありますが、制動しすぎて後続車に追突されないかとか、制動するより回避した方がより安全なこともあるのではないかとことを考えるわけです。回避するには前の車との位置関係だけではなくて、隣の車線を走っている車との位置関係も必要になってくるので、そんなに簡単でもないのではないかと。それから、例えば出会い頭の事故に対して出会い頭衝突防止支援という考え方があります。そうすると、この装置を積んでいる車は積んでいない車に対して、いつも道を譲ることになるのか、装備車同士はどちらが譲るのか、あるいは路上設備が設置されていない交差点では、この装置をあてにしている人によってかかって事故が増えてしまわないか、そうすると全部いっぺんに付けないと危険ではないかというような疑問が起こるわけです。

このAHSのAというのは、多分自動運転、つまり先ほどの三つのステップでいきますと多分最後の段階のステップ3で構想されているものだと思いますが、隊列走行というのがあります。これは先頭の車のドライバーが、とんでもなく長いトレーラーを運転しているのとまあ同じようなものです。そうすると、車線変更時に、最後尾までだいたい見通せるのか、車線変更できるギャップが実際にあるか、という問題があります。例えば首都高速の江戸橋 箱崎インター間で、別の方向に行こうと思って車線変更しようとしてもギャップが見つからなくて、あさっての方向に行くことにならないかというふうな変な心配をしているわけです。これは多分、やっている人は考えているかもしれませんが、時には隊列外の車も間に入れるような、何と言うか、広い心が必要なのではないかと思っています。

実際に使いたい時に使えるデータが少ない

こういうことをやってどのくらい事故が減らせるかという事前評価も行われています。例えば「今まで収集された事故データから、事故の50%が発見の遅れによって起こっているので、情報提供や危険警告が有効だ」というグラフが国土交通省のホームページにあります。しかし何の発見が遅れたのか、どのような操作の判断ミスが起こったのか、どうやって集められているのかという疑問には答えていません。そういう情報を集める仕組みが果たして存在するのかどうか、よくわかりませんが、そのようなデータがあったら、私も使わせてもらいたいと思っています。

また、事故調査原票というのがあります。この事故調査原票を道路交通データと統合してデータベース化し、ITARDAで分析したりしています。これは、基本的に目的が違ふと言われればそうなのでしょうけれども、私たちがこれを使いたいと思った時に、ちょっと不満な点があるわけです。一つは、だいたい原因の書き方が当事者の責任に帰する傾向が強い点です。それはそうかもしれませんが、実際にほかの要因も働いて、いろいろな要因が重なって事故が起きているので、全部この人が悪かったというだけではなくて、それに道路環境がどう影響したかとか、周りの車との関係はどうだったかということも知りたいのですが、そういう情報はなかなかありません。それは、書いている人がどうのこうのというのではなくて、そもそも様式自体に道路環境だとか交通環境へ言及するというか、それを記述する余地がない。事故状況図みたいな、見取図的なものもありますけれども、そこに詳細な情報を全部記入してくれるかということ、そうでもないわけです。

それから、もう一つ問題なのは、基本的に手書きの紙ベースの情報で、どこで起こったかということも住所ベースなのです。この位置情報の精度がけっこう低い。ほかの情報ソースと突き合わせようとすると、その位置情報となかなか突き合わせがうまくいかないというわけです。この原票の位置データを電子化しようと思ったところ、そこに記載されている住所と、見取図の絵の様子が全然違うということが、けっこうな割合であったという話もあります。

これは皆さんご存知の方も多いと思うのですが、筑波でマイクロ調査というのがやられていますけれども、これも私たちから見ると、死傷者や車両の損傷に関する情報が中心で、何か物足りないところがあります。これも位置情報の精度が低く、やはり関連データの照合が困難というところがあります。こういうことを考えると、事故発生のプロセスで、結果はわかるのですが、プロセスに関する情報が圧倒的に不足しているのではないかと思うわけです。

それではどうやったらいいのか、手がかりはどこにあるのかと考えてみました。

例えば、これは、直接手がかりを知ることではありませんが、ITARDAのデータベースも、実際に事故が起こってからデータベースに登録されるまで、2年くらいの遅れがあるそうです。うわさによるとそのほとんどの時間は位置の同定に費やされているそうで、今はもうGPS付きの電子端末などは民

生用で普通にあるわけですから、それを使って、捜査用の詳細なデータはともかくとして、安全対策用の部分についてだけでも、そういう道具立てを使って現場で入力してもらうようなことは、もう可能ではないかと思えます。警視庁では、去年の4月にそういうものが試行的に導入されているという話をうかがっております。それから事故直前から発生時の情報の獲得ということをお考えすると、タームズというシステムがあるのですが、これは、事故発生の瞬間に発生する特有の音をトリガーにして、画像情報として蓄積するものなのですが、このシステムが有効でしょう。それからプローブ・データの収集という、要するにGPSのような位置を同定する機能と、それから通信の機能を持っている車を仕立てて、どの地点を、何時に通過したかというデータをあげて交通状況を把握しようという構想があります。そういうデータが集まってくると、大きな加速度がかかったという時にトリガーをかけて、それまでは例えば10秒間隔おきでデータの記録や送信をしていたのを、0.1秒間隔でそこだけ取るということも可能ではないでしょうか。同じような仕組みで、カーナビゲーションシステム自体がもうコンピュータ化していますので、記憶装置もあります。そういうものを使えばフライト・データ・レコーダならぬドライビング・データ・レコーダも、そんなに高くつかないのではないかと考えています。それと先ほどの電子データとを突き合わせれば、どこでどういう形態の事故が集中していると、その集中しているところで取られたデータを分析すれば、要因を把握できる手がかりにならないかというふうに考えています。

複数のビデオカメラで連続観測する

足りない足りない、文句ばかり言うのではいけないので、自分で欲しいデータを取るという精神でやっている研究の一つが、複数のビデオカメラによる車両走行軌跡の連続観測システムというものです。

今までは例えば車の走り方、交通状況を観測するには車両感知器を使ってきたのですが、これではあるポイントの情報しか得られません。例えば、ビデオ画像を解析するようになれば走行車両を撮影できるので、微視的な車両観測、車両挙動の観測に有効です。不特定多数の車両の観測が可能になります。ところが、カメラ1台だけの撮影ではいろいろな制約があります。ズームアウト画像を使いますと、観測範囲は広がったり長かったりできますけれども、精

度は低くなってしまいます。もちろんズームイン画像を使えば精度は高くできますが、1画素当たりの観測範囲も狭く短くなってしまいうことで、この両者の両立が困難なわけです。そこで複数のビデオカメラで連続して走行車両を撮影してみたらどうかと、それを軌跡のデータを接続して、観測精度と範囲の両立を可能にしたいということなのです。

そういうシステムを組み上げるための技術的要件は、次の四つぐらいにまとまります。

一つは、時間的な同期をとる必要があるということ。要するに、1フレームごとの情報を同じタイミングで撮った画面がどれだということをお照ししないと、うまく軌跡がつかないわけです。それで時間誤差の発生を防ぎます。それから二つ目は座標変換。これは、写真測量と同じような原理で、ビデオ画像上の座標を、地上座標あるいはグローバル座標系に変換します。それから、同一車両の照合。画像内の車両を識別した上で、カメラ間で同一車両であるということをお、画像がオーバーラップしていれば、同じ時間に同じ位置にいる車ということをお照合できるわけです。そうでない場合には、この軌跡を外挿すればこのあたりにいるはずだと、それと、他のカメラとの位置をお照合するか、あるいは、車の画面上のサイズとか、色だとかということをお頼りにすることになります。その上で車両軌跡の接続ということになりますが、この場合にもカメラのアンクルとか設置位置によって、どのくらいの精度でトラックできるかや、射影変換できるかということが違ってきますので、工夫が必要になります。

まず一番目の、複数のビデオカメラによる同期撮影を考えてみますと、これはマスターのカメラからスレーブのカメラに対して、同期信号とタイム行動信号というのを供給します。同期信号というのは、同期をとっていないと、1フレームずつ進むタイミングが違ってきてしまうのですけれども、同期信号を供給しあうことによって同一のタイミングでフレームを進められます。ところが、そのままではどのフレームが同じタイミングで撮影されたものかということがわからないので、タイムスタンプのようにタイムコード信号も交換して、照合できるようにするという必要があります。他の方法もありますが、これが最も簡単な方法です。ところが、これから例えば首都高速の箱崎 江戸橋間の長い区間で、このシステムを使っていくつかのカメラを設置してやろうとすると、有線でカメラ間を結ぶというのは、いく

つかのビルの屋上に設置するので大工事になってしまいます。そこで無線でやりたいと、最初は携帯電話でこういう信号を交換しようと思ったのですが、タイムラグが多くて無理だと言われました。GPS信号を受信して、このGPSで位置を同定するというのは、原理的にはそのナブスター衛星が積んでいる原子時計を使って、時刻合わせをすることらしいのです。その原理を使って、現在では、先ほどのビデオ同期信号とタイムコード信号をスタンドアロンで獲得できるというような装置を開発してもらって、それを個々のカメラに接続して、同期をとるという道具立てを使おうとしています。

いくつかの実験を紹介する

ここで実際に行った動作確認試験の結果をお話したいと思います。作ってもらったものが本当に同期がとれるかということで、ちょっと離れた二つのカメラで、有線では接続してない同期装置を18m程度離して、今からお見せする場面を撮らせて、合っているかどうかというのを確認しました。Fig.1のようにして、2台のPC画面上のタイマー表示を録画して、フレームの単位では同期がとれているということを確認しました。あとはビデオ画像の座標変換というのは、私たちの分野では、測量とか写真測量の分野でやっていますけれども、地上座標とカメラ座標、両方がわかっている点をいくつかとって、その対応関係を再現できるように射影変換式というのを作って、それを、それ以外の点の座標の推定にも使

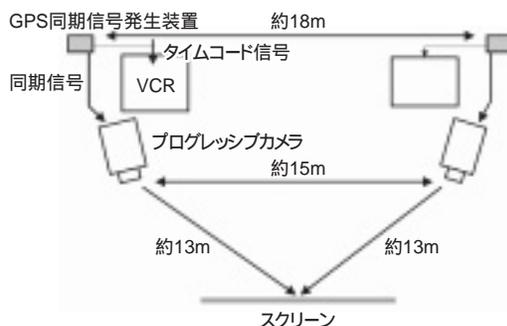


Fig.1 GPS同期信号発生装置の動作確認試験

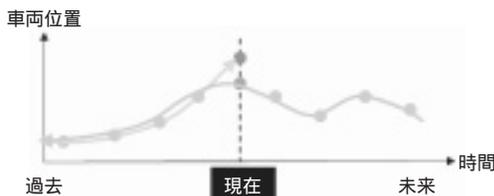
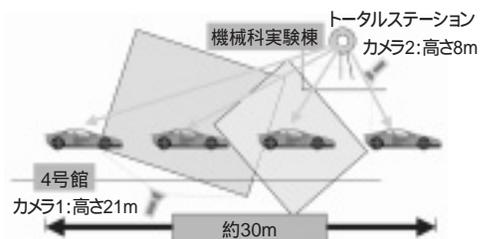


Fig.2 カルマン・スムーザーの特長

うということです。それから、平滑接続にカルマン・スムーザーを使っています。Fig.2に示すように、このアルゴリズムの特長は、過去と未来の位置座標を、現在位置推定に使えるということです。横軸が時間軸、縦軸が車両の位置というイメージで、真中の部分が現在です。一般に使われているフィルタリングのアルゴリズムでは、現在に対して左側の点を使って、この赤の点の位置を推定するということが行われています。オンラインでやるために使う時はこれしかできないのですが、実験的に使う場合にはそういう制約がないものですから、時間軸上でこの両側の点を使って、現在位置を推定することができるというのが一つの特長になっています。

Fig.3は、どのくらいの精度が出るかということ、私の大学のキャンパス内の建物を使っていくつか検証をやったものです。未完のものもあります。カメラ1が、私の部屋があります4号館の3階あたりから撮ったものです。カメラ2は、その隣の機械実験棟という建物の屋上に設置して、カメラでカバーして、車を走らせては止め、走らせては止めというふうにしたのです。止まった時にトータルステーション、つまり測量の機械で、車両1mごとに座標を測定するというのをしました。画面上の座標はフォトショップというふうなもので、非常に原始的なやり方で測定しました。

Fig.4はその実験の結果です。横軸がX座標で、縦軸がY座標です。これは平滑化する前のカメラ1、カメラ2の軌跡です。何でこんなに離れているかというと、車両の高さの影響の補正をしていないものですから、こういうふうになっています。高さの補正をやりながら接続すると、この黒の線のような結果になりまして、だいたいこの測量機械で1点1点測量した、精密測量したのと同じようなところにいっています。Fig.5は、その精密測量をした結果と最終的に推定した結果の誤差を取ったものですが、X軸Y軸



場所：津田沼校舎
Fig.3 精度検証実験(不連続走行)

方向で、最大でも20cmぐらいの精度が出ているというわけです。ただし、これはカメラの構え方や距離によっても変わってきます。次にやったのは、こういう測量をやるのはなかなか難しいので、無線コントロールの車を仕立てて、そこに超小型カメラで、このコース上に張ったそのスケールを撮って、その撮った映像をこの無線装置でビデオに飛ばして、この画面にとらえている車の見え方がどうだという画面と、この画面と同期をとって、それで、このとらえられている部分がどこだということを精密測量して、どのぐらい合っているかを検証するということをやっています。

Fig.6は、実際の道路でどのぐらいの精度が出るかということを見るために使う予定の、東大生研の桑原先生の研究室で開発している実験車です。この実験車は一般のGPSよりもはるかに精度がよくて、だいたい毎秒20回の測位をして、±2cmぐらいの精度が出ると言われているリアルタイム・キネマティック・GPSと、3軸の加速度計と、それから、先ほどご説明したGPSの同期信号発生装置を積んでいて、これで道路を走らせて位置を測ります。それをカメラでねらって、そのカメラから得られた情報で推定した位置と、この実験車での装置で計測した位置とを照合するという検証をしようとしています。実は、この車にはほかに、レーザーの車間距離計とかミリ波とか、赤外線を使った各種センサーが搭載されています。これを使えば周りの車との位置関係もわか

るので、それを画像処理で計測した精度も同じように検証できる可能性があります。Fig.7は首都高速の赤坂トンネルですが、同じ瞬間に別のカメラでとらえられた実験車です。この画像を使って位置を推定することもできますし、収集されたこの実験車のデータを使えば、この実験車独自の位置情報というがあるので検証ができます。

それからもう一つは、実は赤坂トンネルの入口の前後で事故がたくさん起こっていて、その事故分析にこれを使っています。射影変換式を作るために、トンネルの中まで画像座標とグローバル座標両方が測っている点というのを設けないといけないのです。つまりトンネルの中まで測量しなければいけないわけで、これは首都公団の交通安全対策委員会の活動の一環としてやっていただいたので、夜間工事で一車線規制をしている時に、測量をしてもらいました。私たちも夜中の2時ぐらいまで付き合いましたけれど



Fig.6 実験車

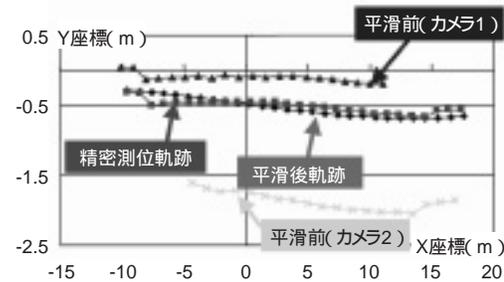


Fig.4 精密測位軌跡と画像処理軌跡

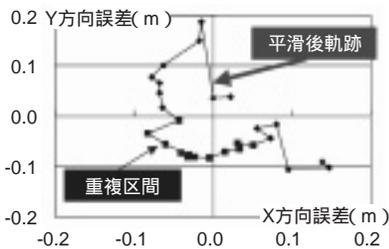


Fig.5 精密測位軌跡と観測・画像処理軌跡の差



赤坂トンネルカメラからの画像 (11時19分33秒05フレーム)



赤坂トンネルの上のカメラからの画像 (11時19分33秒05フレーム)

Fig.7 異なるアングルから同一フレームで撮影された実験車

も、ものすごい環境です。夜中にビュンビュン車が走っている横で何かいろいろやるというのはすごいことでした。

事故が起こる瞬間をどうやって撮ったかという、だいたい平日の11時から2時くらいまでの3時間に多発しているというので、毎日、係の人にテープの巻き戻しに行ってもらいまして、事故が撮れていたらそのテープを持ってきてもらうということを、2、3か月してもらいました。撮れたものが2件か3件ということで、非常に効率が悪いのですが、これも画像処理で検出して、タームズのようなトリガーの描き方をして、効率的にこういうデータを集めたいと思っております。

赤坂トンネル付近では、追突の割合が非常に高く、それが昼間に起こっている割合が相対的に高いというデータがあるのですが、原因としては、渋滞のしっぽが遡上してきて、そこに速度差が発生するものですから、末尾に追突してしまう例が多いでしょう。ですが渋滞のしっぽが遡上してくるのはトンネルの入口だけじゃなくて、トンネルの中も同じように発生しているはずで、なぜその影響がトンネルの入口だけに集中しているのかという疑問は残るわけです。まだ推測ですが、昼間に多く起こっていることを考え合わせると、トンネルの中に入ったのでスモールライトがついたと思ったが、実は渋滞がそこまで来ていて、ブレーキランプがついたと誤認して、一瞬反応が遅れるというのが、一つの原因ではないかという推定をしています。

Fig.8は、今ご説明したシステムで得られたものです。横軸は事故発生地点までの距離軸、縦軸は事故発生までの時間です。データには17台の車のデータが表示されています。右から2番目が追突された車の軌跡で、一番右が追突した車を表しています。どう

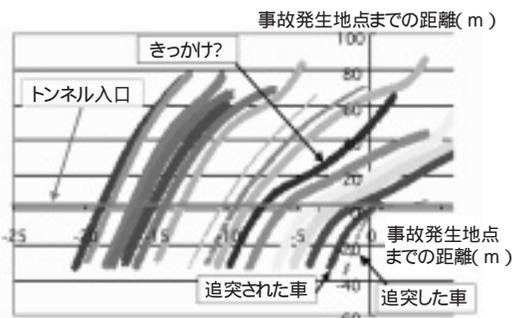


Fig.8 事故発生までの走行軌跡

も右から8番目までの車両と、7番目からの車両の走り方が違っているのですが、実は7番目の車が、渋滞の末尾がトンネルの中を遡上してきたので、それも追越車線が最初に混んできたので走行車線に車線変更しようと思ったのですが、うまくギャップが見つからなくて、うまくギャップを獲得するために減速したのです。その減速した余波でもって、ここでごちゃごちゃとなっているわけです。速度変局点を見てみますと、ここがトンネルの入口ですが、変局がここに到達しているところで、事故が起こっています。この1件だけでは何ともいえないですが、偶然の一致かもしれませんが、さっき言った仮説がどうかなのと思わせるようなグラフだと思います。Fig.9はFig.8と同じデータを表示しており、横軸が先行車との相対速度です。先を走っている車と、どのくらい速度が出ているかで、マイナスは近付きつつある、プラスは遠ざかりつつあるということです。縦軸は加速度です。だいたい車は、先行車の相対速度が大きいと減速して、相対速度、近付く度合を緩めます。緩まるので、減速度を緩めるといふふうなこういうパターンを描くのですが、追突した車は随分遅れているということがわかります。初速度も高いということがわかります。もう一つわかるのは、図中の×の位置で、実は追突されたトラックがスリップを開始していて減速度が小さくなっています。ここで減速度が小さくなったので、もしかするとここでもっとグリップのいいタイヤを履いた、ブレーキ性能のいい車がいればそのまま減速したら、もっと衝突速度が上がって深刻な事故になった可能性もあるというようなこともわかります。

こういうふうなことをいろいろ試行錯誤をしながら、やっております。ありがとうございました。

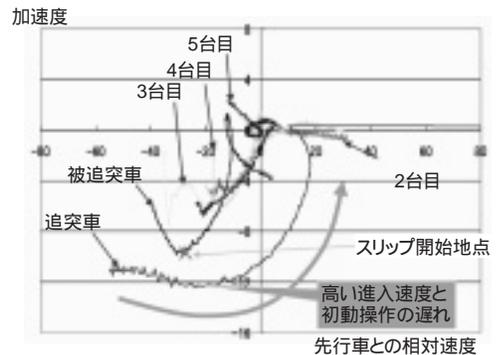


Fig.9 先行車との相対速度と加速度の関係

山内弘隆

「経済学と交通産業分析」



ご紹介ありがとうございました。山内でございます。今ご紹介いただきましたけれども、2001年5月に学会に入れていただきましたので、それについてまず最初に、皆さんに御礼申し上げたいと思います。ありがとうございます。それから、6月1日から、アメリカで在外研究ということになりました。文部科学省の長期在外研究制度の出張というかたちです。長期出張と言っても10か月でありまして、「本当に長期なのかな？」という感じもいたしますが。ただ、その間に、ご承知のとおり9月11日に同時多発テロ事件というものが起きました。今、ご紹介いただきましたように、私はメリーランドにありまして、住んでいた所はバージニアだったものですから、ワシントンDCのペンタゴン、正確には、これもバージニア州ですが、そこに飛行機が突入いたしまして、非常に大変な時に居合わせたなという感じがいたします。こういうことを言うと不謹慎でございますが、ただあれ以降、アメリカが非常に大きく変わったという、まさにその時に居合わせたことは、私のこれから生きていく中で、大きな何か一つのきっかけになるのではないかと考えております。

今日お話しします内容は、経済学と産業分析、交通産業分析ということですが、今、赤羽先生の、非常に実証的なご研究の内容をうかがいまして、これは困ったという感じを持っております。私も社会科学は、特に経済学という分野ですと、もちろん計量的な分析で実証的なことをやらないことはないのですが、どちらかというと、紙と鉛筆でものを考えると、そういう分野です。そういう意味では、今日ご出席の方々には、あまり耳慣れないようなお話になるかもしれません。

経済学における規制とは

私どもがどういうことに興味を持って研究をしているかということですが、要するに政策というものはどうあるべきかということが、私の一番の関心事です。特に、1980年代の前半ぐらいに、私は

大学院にありまして、どういう研究をしたらいいのかということをいろいろ考えました。だいたいこういう時には、図書館にこもって、どういう論文が出ているのかというのを、一步一步探っていくという作業をやるわけです。最近では電子的な媒体がすごく増えましたので、検索するのも楽になったわけですが、われわれの頃は、2、3日図書館にこもりまして、関係学術雑誌を一冊一冊あたって、どのようなことが書いてあるのか、どのような題があるのかということの研究するといいますが、調べるところから始まったわけです。その時に、規制、レギュレーション、あるいはデレギュレーションというような言葉が、非常に多く見当たったわけです。特に雑誌関係をあたりますと、アメリカの雑誌が多かったものですから、レギュレーションとかデレギュレーションという言葉が、非常にはやりになっておりました。もちろん、社会的な現象としてそういうことが行われたということがあるわけです。それで、こういう規制政策、あるいは規制緩和と政策ということを考える時に、まず何によって立つかということから述べたいわけでありまして、

ご承知のように、経済学にはいろいろな分野がありますが、私どもがやっておりますのはミクロ経済学と言われる分野であります。それは要するに、マーケット、市場というものはどういうふうに動くかを分析することです。その背景にあるのは、厚生経済学の第一定理というもので、名前はいかめしいのですが言っていることは簡単でありまして、要するに完全競争市場というものがあった時に、それによる成果と言いますかその結果というのは最適な資源配分であるという、こういう価値観が出発点にあるわけです。要するに、かつてアダムスミスが言った、「みんなが勝手なことをすると、結果的にマーケットというのはいいところに向くよ」ということだったわけです。

余計なことを言いますが、人間の思想の歴

史では、だいたいにおいて情念といいますが、人間の欲望を抑圧する、あるいは制御するというのが古来からの哲学の流れだったというふうに、ある本に書いてありました。それは古代の哲学ももちろんそうですし、それから中世のスコラ哲学であるとか、あるいは近世の理性的な、例えばカントの純粹理性批判というのは、理性というもので情念というものを抑えると言いますが、基本的な思想はそういうところにあったと思います。ですがアダムスミスの思想は、好きなことをやるといい結果になるという逆の見方で、これはコペルニクス的な転回をやったという人もいます。考えてみると日本だと親鸞という人が、宗教として、「好きなことをやると浄土へ行ける」ということを言っておりまして、別にアダムスミスだけではないのですが、経済学というのはそこから出発しています。

ですからマーケットで、各個人が勝手に行動すると最適な結果になると、こういうところから出発しております。ただし「だけど、やっぱりうまくいかない時もあるね」という、市場の失敗と言われるものを、通常逃げ道として用意しております。自然独占というのがその一つの要因で、勝手に放っておくと独占になってしまって、マーケットが機能しなくなってしまう。今で言いますと、電気とかガスとか、かつては電気通信などがそうでした。鉄道というのはその最たる例です。1806年でしたか、ストックトン - ダーリントンで最初の鉄道が走って以来、鉄道というのは非常に資本集約的だから、たくさんの人を乗せたほうが安くなる。だから、結果的に独占が成立してしまう。こんなようなことであります。あと公害とかの外部効果とかいうのがあります。それから公共財。これは、電波とかそういうものがそれにあたるわけですが、要するに、みんなで使えるものとか、あるいは使っている者からお金を取れないという、そういう性格のもので、それを公共財と呼んで、それはなかなかマーケットでは供給されないと、こんなふうに言うわけです。

それから情報の不完全性とか、異時点間の資源配分とも言いますが、要するにこれは、みんながマーケットで行動してうまくいくという場合でも、どういう商品が売られているかとか、あるいはどういう価格が付けられているか、どういう売り手がいるか、質が何かとかこういう情報がないと、なかなかマーケットは成立しませんというものです。端的な例はタクシーの運賃でありまして、東京にも安い

タクシーというのがあるのであります。MKタクシーという京都のタクシー会社が、数年前に東京で600円タクシーというのをやったわけですが、私、600円のタクシーに乗りたいと思うのですけれども、MKがどこにいるのかわからない。本当は知っています。神谷町にある森ビルに行くとき必ず乗れることになっている。知っていますが、そういう情報がないと、マーケットは機能しないということでありまして、そういった情報の問題であります。

それから、この異時点間の資源配分というのは、交通の場合、よく大規模プロジェクトなどがありますが、道路というのは100年、200年、場合によっては1000年も使える。ローマ帝国が作った道路、まだ使っているじゃないかとかこういうような議論がございます。そういった長いスパンで時間をみた時に、何が必要なか、あるいは将来何が必要になるのかということについて、マーケットでは判断できないということでもあります。通常、事業会社が何か製造して、それからそれぞれの意思決定をしてマーケットに供給するそのタイムスパンというのは、だいたい5年ぐらいだというふうに言います。要するに長くても5年間で黒字になって収益をあげられないようなものは、まず供給しないというふうに言っています。これは最大の長さですね。だとすると、道路を好き好んで100年先まで、使えるものを供給する人はいないと、このようなケースです。こういうことで市場の失敗というものが起こるといふ議論です。

このような市場の失敗に対して、公的介入が必要になると主張されます。この規制には、質的な規制とか、あるいは社会的規制と言われるものが一方にあります。例えば製品に対して、この製品は安全でなければならぬ、こういったことを担保するために規準を設けて、規準をクリアしなければいけない。こういう規制が、質的な規制だとよく言われます。別な言い方をすれば、社会的規制という言い方です。

それから、量的規制というのが一方でございます。運輸・交通の場合、この量的規制というのが、これまでかなり頻りに使われてまいりました。例えば、先ほどのタクシーの例で申し上げますと、タクシーの台数というのは、東京で何台いるだろうかということについて、かつては、需給調整という規制がございました。まあこれだけの台数だということを行政的に判断をして、それにのっとってその免許が交付されるということをしていたわけでありまして。最近、後ほど申し上げますが、そういった規制が緩

和されています。そういったもの、要するにタクシーの台数、量、量的な規制と、こういうことであります。それからもう一つは、運賃とか価格と言われるものも、この量的な規制です。鉄道の運賃、あるいは今のタクシーの運賃もそうですけれども、それを数値的に決めてあげる、あるいはそれを認可するというプロセスがあるので、そういったものを量的規制と呼んでおります。あるいは別の言い方をすると経済的な規制と言われるものにあたるわけです。

アメリカの規制は訴訟から始まった

先ほど私は、アメリカのほうの研究から始めたと言いましたけれども、アメリカでいろいろな変遷を経て、結果的に言うと70年代ぐらいから規制緩和というものが始まったわけですけれども、日本と比べると、規制のやりかたが随分違うなというのが率直な意見であります。

1880年代、マン対イリノイという行政訴訟がありました。マンはイリノイ州シカゴの、グレインエレベーターという穀物をベルトコンベアでもってサイロに上げるような、そういう事業者であります。そことイリノイ州の間に訴訟が起こったわけです。どういう訴訟かと申しますと、そのグレインエレベーターの事業者がある程度の独占力を持っていて、その料金を引き上げた。それに対してイリノイ州は、これは公的に非常に重要な作業であるから料金を下げろという介入をした。それに対してマンは、これは自由な職業だ、われわれは自由の国アメリカで自由な職業をしている、それに対して公的な介入とは何事かと、こういう訴訟を起こしたわけでありました。1880年というのは、その判決が最高裁で下ったその年で、この時に最高裁はどのような判決をしたかというと、“ビジネス・アフェクティッド・ウィズ・パブリック・インタレスト”、要するに公共の利益に関係するような産業については、行政的な、公的権力による介入を認めると、こういう判断をしたわけです。それ以来、アメリカで、通常のをれわれがいうところの経済的な規制が始まったということでございます。

考えてみると、そういった司法の判断があったから規制が始まったというのが、非常にアメリカらしいですね。もともと自由な国であって、それに対しての公権力の介入を司法が裁いて、それで始まったということなので、そのへんに日本との根本的な差があるのかもわかりません。いずれにしても、そう

いった訴訟から始まりました。まずICCというのが設立されました。インターステート・コマース・コミッションと言いますが、要するに鉄道の規制をする第三者機関です。独立規制委員会、インデペンデント・レギュラトリー・コミッション、と呼んでおりますが、大統領直属の委員会を作ってやるものです。日本でいうと、国家行政組織法第三条の公正取引委員会のような委員会に近い。ただ日本は大統領制ではありませんから、意味合いが少し違うのですけれども、そのようなものであります。これは連邦政府がやる、初めての公的な規制だと、経済的な規制だと言われております。

その後どうなったかということ、一つの大きな出来事は1930年代です。この時代は、ご承知の1929年にアメリカの株価の大暴落というのが起きまして世界中が不況になる。そうなると、アメリカはニューディール政策、イギリスはブロック経済というかたちで、経済の立て直しを起こします。マクロ経済学で有名なケインズが出て参りまして、1936年に『一般理論』という本を書きました。そういった行政的なマクロ政策、フィスカル・ポリシーですね、財政政策によって経済は立ち直るんだと、こういうようなことを言った時代であります。

そういったマクロの政策が注目されるのでありますが、同時にこのミクロの産業に対する政策も、この時代にアメリカで非常に拡大いたしました。例えば最近話題になった、FCCという組織がございますが、これはフェデラル・コミュニケーション・コミッションと申しまして、電気通信の規制をする独立団体であります。それから、SEC、セックですね、セキュリティ・エクステンジ・コミッション、連邦証券取引委員会、取引に関する委員会です。そのほか運輸で言いますとFMC、フェデラル・マリタイム・コミッションとか、あるいはCAB (Civil Aeronautics Board : 民間航空委員会) という昔、航空の規制をやっていたものがあります。そういったものも登場するという時代です。こういった公的な規制が増えていって、それが戦後、60年代70年代を通じて増えていったということでありまして。特にこの時代、60年代70年代は、先ほど言いましたように安全とか環境とか、あるいは労働条件とか、そういった社会的規制が増えたというふうに使われています。

一方で、先ほど言いました経済的規制で言いますと、公益事業とか運輸、これに対するパフォーマンス

スが低下したと、こういう時代であったというふう
に言われております。70年代になりますと、特にア
メリカ経済では経済全体のパフォーマンスが低下し
ます。70年代は、ベトナム戦争を初期にやっている。
60年代から70年代にかけてベトナム戦争があって、
アメリカの経済自体が非常に疲弊していった時代で
す。ご承知の1971年に、ニクソンショック、ドルシ
ョックと言いますか、例えば日本での関係でいうと、
1ドル360円という関係を維持できないような時代にな
ってきた。あれでドルを切り下げるといような
ことをしたわけです。それから、ドルと金の兌換を
廃止すると、こういうような時代。マクロ経済の面
でいうと、スタグフレーションという言葉がこの時
代に登場します。スタグフレーションというのは、
スタグネーション、要するに不況と、インフレーション
要するに物価上昇の合成語です。もともと不況
というのは、総需要が減っている状態を言いますか
ら、物価は下がっていくというのが通常の状態です。
今の日本が、まさにデフレ傾向になって、デフレ・
スパイラルになっていると言われております。けれど
もこれはある意味では正常な経済であります。正常
といっても、困るのですけれども…。この時代はス
タグフレーションと言いまして、要するに不景気な
んだけれども物価が上がっていくということが起こ
ったわけです。そうなりますと、マクロ的な経済
政策の閉塞感と言いますか、何をやってもだめだ、
景気が浮揚しない。なのに物価が上がっていく、
人々の生活は良くならない、こういうような時代だ
ったというふうには私は認識しております。

そこで出てきたのがミクロの産業政策です。例え
ば、先ほど言いましたように、30年代に非常に多く
みられた政府介入とか、その経済的規制を緩和する
ことによって、マーケットとか市場とかを有効に使
って経済を浮揚させようという、そういう時代にな
ったわけです。経済学では反ケインズ主義というふ
うに言っていますけれども、要するに公的な介入を
下げていく、小さくしていくということあります。
アメリカでは、フォード大統領の時代に、規制の改
革をどうしたらいいかという具体的な案がだんだん
出てきました。それから1976年に、カーター大統
領は具体的に規制緩和策を出しました。運輸の世界
でいうと、航空の規制緩和というのが1978年に法律
として成立しますが、あれはジミー・カーターの元
でやられたのであって、ロナルド・レーガンでは
ないのです。民主党のジミー・カーターが、あの規制

和をしました。80年になりますと、ロナルド・レー
ガンが出てまいりまして、いわゆる新保守主義です。
イギリスのサッチャー、それからアメリカのレーガ
ン、ちょっと同じに比べていいかどうかわかりませ
んが、日本の中曽根首相と、この3人で、新保守主義
というかたちで、マーケットとか資本主義自体を強
調するような、そういう行政を行うということであ
ったわけです。それが、規制緩和につながっていき
ます。運輸の世界で言いますと、今申し上げた78年
の航空規制緩和法、それから1990年に自動車運送法
の改正、これはモーター・キャリー・アクトという
1935年にできた法律ですが、これの改正によって規
制緩和をするということ。それから鉄道については、
1980年のレイルロード・リバイタライゼーション・
アクト・リハビリテーション・アクト、鉄道再生法
と呼んでおりますけれども、そういったものがある
と思います。こういった運輸の流れを受けて、電気
通信とか、あるいは金融、特に金融ではビッグ・バ
ンという言葉で代表されるような大きな改革があ
ったわけでありまして、こういったことが出てきた
というのが、アメリカの規制緩和の流れであります。

日本の規制緩和はどのように行われてきたか

これに対して日本はどうだったかということであ
りまして、規制緩和の議論というのは、私の知って
いる限りでは、恐らく昭和30年代ぐらいからある
と思います。例えば昭和30年代代だと思いますが、
第一次臨調というのがあったわけです。その時点で、
行政改革というのももちろん言われたわけであり
ますし、公的規制の介入をなくすということも言わ
れたわけでありまして。しかし、具体的にそれが論じ
られて出てきたというのが、1980年代前半の第二
臨調の問題であります。第二臨調は何をしたかとい
うと、ご承知の、国鉄の分割民営化、それから電
電公社、専売公社の改革、つまり民営化したとい
うことあります。運輸のほうで言いますと、国鉄
の分割民営化というのは、非常に大きなインパクト
を持っていたわけでありまして。これについては何
も説明する必要はないわけでありまして、見方を変
えれば、国営企業、あるいは国有企業であること
自体が非常に大きなレギュレーション、公的介入
なのです。それを民間会社にするということあり
ますので、国鉄の分割民営化というのは、そうい
った意味での規制緩和だったということも言え
ますし、それから具体的に、国鉄が、今のJRで
すね、JRがどのように

営業するか、あるいは事業活動を行うかということについての規制緩和も行われたというふうに考えています。

それから、もう一つ、運輸の流れで大きいのは、物流二法です。貨物自動車運送事業法と、それから貨物運送取扱事業法、いわゆるトラックに関する二つの法律です。特にトラックというのは、先ほど冒頭に挙げた「マーケットでやると失敗するよ」という、その理屈が、どうも当てはまらないのではないかと、あるいはそういう理屈が、あまりこの分野についてはエビデンスがないのではないかと、このようなことが昔から言われておりました。そこで物流二法というかたちで、トラック事業について免許制を許可制にするということ、それから免許数の限定を緩めて、ある意味では非常に参入しやすくすると、こういうようなことが行われたわけでありまして。運送取扱事業法というのは、これはフォワードというものでして、要するに例えば鉄道であれば、鉄道で運ぶまでの間を、その荷主との間を媒介する、あるいは運ばれた先の駅から荷主までを媒介する、このようなものでありますが、これについても、同じように規制緩和が1990年の法律でなされたということでもあります。

一番大きい出来事は、その6年後の1996年に現在の国土交通省、旧の運輸省ですが、規制緩和策を出されまして、需給調整規制の廃止といわれるものを提示されたわけでありまして。私自身は、先ほど申し上げましたように、修士課程のころから、レギュレーションとか公的規制ということを勉強して参りまして、特にその法律と経済、ロー・アンド・エコノミクスというふうに呼んでおりますが、その分野について非常に興味を持っておりました。特に需給調整廃止というものがどういうことを意味するのかということ、今申し上げた法律と経済の両面から見たときに、非常に大きなインパクトを持つのではないかとこのように考えました。それで次のことを言うわけでありまして、運輸事業といわれるものは、かつて事業法で免許制度というのを中心に回っておりました。免許制度というのは何かと言いますと、要するにこの免許がなければ事業を営んではいけませんという、こういうものであります。その免許制度を作られた運輸省のOBの方の本を見ると、公企業特許というものが出ているんですね。公企業特許とは何かというと、要するに免許、運輸の免許というのは公企業特許であると、こういう解釈ですね。ち

なみに同じような制度を持ってありますけれども、例えば電気事業法とかガス事業法という公益事業の法律では、免許という言葉は使わずに許可という言葉を使っております。ただ、その場合の許可は、この場合の免許と同じような性質を持ってあります。ですから免許という言葉にこだわる必要はないのですが、とにかく法律的な解釈は、公企業特許だといわれるものです。公企業特許とは何かというと、基本的に公企業というのは公のやる仕事、要するに行政がやる仕事であると。それに対する特別な許可という、こういう意味であります。

その際、私は法律の専門家ではないので、間違っていたら訂正していただきたいのですが、相当古い公企業特許の解釈によりますと、ある特定の事業に対する一般的禁止というのをまずしておいて、それを特定の条件のもとで解除するというようなことです。その解除によってその事業を、民間の事業者がそれを行うことを許すと、こういう意味だそうなんです。それと同時に罰則が付いてくると、こういう三段の解釈だそうでありまして。そうだとすると、本来的にその運輸の免許というのは、公企業、公の仕事だということになります。だとすると、例えば免許を与える時の条件であるとか、あるいは先ほどの需給調整、需要と供給のバランスというものをどう見るかということ、当然これは行政がみると、こういう解釈になるわけでありまして。そのもとに、この需給調整規制というものが存在していたというふうには思っております。

そういった需給調整規制を廃止するというので、当然その免許という性格も違ってきます。条文上も許可というかたちの条文に変更になりましたけれども、その内容、解釈も変わってくるというのは当然でありまして、その時に、じゃあどういう解釈になるのかということになるわけなんです。そこで一方の対にありますが、警察許可という、これも行政法上の用語だそうなんです、要するに資格要件に対する縛りであって、資格要件を備えたものに対してはだれでも許可を出す、というものです。例えば、床屋さんの許可とか、あるいは、ほかで言うところの風俗営業の許可などもこれにあたるそうでありまして、その手のたぐいの許可です。

こういった資格要件の許可と、それから非常に公的な介入の強い、そもそも公がやる仕事であるという解釈、この解釈の間での、恐らく中間に、現在の事業法上の許可というものが存在するのだらうとい

うふうに思いますが、だとすると、それは一体どういう性格のものなのか、あるいはマーケットというものとみた時に、それはどうあるべきなのかと、このようなことを研究する必要があるのではないかというふうに思っています。

そのことについて少し言及する前に、経済学で見れば、この需給調整規制の廃止とは何かということですが、例えば事業計画、どういう商売をやるか、あるいはどういう価格を付けるか、これは事業の基本的な意思決定であります。ホンダさんであれ、どういう会社であれ、どういう車を作ってそれをいくらの価格で売るとかというのは、これはもう基本的な経営の意思決定なのです。需給調整廃止によって規制緩和がなされたということは、企業の側から見れば、その基本的な意思決定を回復したとこういうことにほかならないわけです。だとすると、先ほどの許可の要件、あるいはその解釈と併せて、事業法の構造転換みたいなものを考える必要があると思います。あるいは、今まで事業法というのは存在しませんが、これから先もどんどん変わっていくと思います。その時にどういうことが必要なかということを考える必要があるのではないかというふうに思うわけでありませう。

そこで、事業法の構造転換ということですが、どんな事業法でも、だいたい条文の最初のほうに、公共の福祉の達成とか公共の福祉の増進という言葉が出てきています。これは行政法ですから当然なのですが、先ほどの解釈でいけば、免許を与えるというのは、そもそも公の仕事から出発しています。そういう硬い解釈だけではなく、もう少し緩和して考えたとしても、行政行為として公共の福祉を達成するという前提のもとに行動していくわけです。ところが、われわれ経済をやっている人間から見ると、市場機構というのは、それとまったく対極にあると言ったらおかしいですが、そういうようなメカニズムだというふうに解釈しています。先ほど申しましたように、アダムスミスが最初に市場機構がいいと言ったのは、それが自律的なものとして動いていくからです。要するにほかからの力ではなくて、それが勝手に動いてしまって予定調和的に良くなるかという前提のもとなのです。そうすると、もちろんその補正と言いますが失敗はあるにしても、基本は自律的なメカニズムです。だとすると、結果的にどうなるかということが実は予測できない、市場というのはそういうものだと私は思っています。例え

ば、規制緩和するといいいことがあるといひます。どんなことがあるかという、例えばいろいろな技術革新やイノベーションが起こって、産業自体が、あるいは経済自体が発展していく、それによってわれわれが利得を得ると、このようなことをいうわけですが、だいたいイノベーションなんていうものは、予測ができたなら苦労しないのであります。どんな技術革新が出てくるかというのは、これは予測をしないところから出てくるからいいのであります。もし予測できたなら、私はその会社の株を買うという行動に出るわけですが、まあ通常は予測できません。だとすると、市場メカニズムというのはほとんど将来的にどうなるかということは予測できない仕組みのものであるわけです。

それと、公共の福祉との調和というのは、非常に大きな問題だというふうに私は考えています。ある意味では、市場メカニズムというものを、公共の福祉の達成ということに、手段として選択したのでありますから、その立場からこの公共の福祉の内容とこの見直さなければいけない、そのような解釈もできるかなというふうに思っています。ただ、こういう見方はいろいろな問題を含んでおりまして、一つは政策価値の問題です。先ほど言いましたように、厚生経済学の第一の定理というのは、要するに資源配分上の効率が良くなるというそれだけの話であります。ただ社会は、例えば所得の分配はやはり平等であったほうがいいとか、あるいは公平不公平、これは所得分配のことだけではなくて、公平不公平、平等、そういった価値観が、必ずその政策にはなければならない。こういうものを、どういうふうに取り入れていくかということが、一つの問題として出てくるわけでありませう。

ただ経済と行政法の違いといひますか、感覚の違いは厳然として存在するわけでありませう。いくつか例を出してそれをご説明したいのですが、まずプライスカップ規制というのがあります。プライスカップ規制というのは、運賃料金を規制する時に、前年度の価格から何パーセント引き上げてもいいよという、ただそれだけの規制であります。

$$P_t = \left(1 + \frac{RPI_{t-1} - X}{100}\right) P_{t-1}$$

P_t および P_{t-1} はそれぞれ第 t 期および第 $t-1$ 期の価格、 RPI_{t-1} は第 $t-1$ 期の消費者物価上昇率、 X は生産性向上期待値であり、 PRI および X は、パーセントで

見積られる。

ここに簡単な式を書きましたが、T年度の価格というのは、Tマイナス1年度の価格に、これだけかけたもの。これだけというのは、要するにRPI、リテール・プライス・インデックスつまり小売物価指数です。小売物価指数からX%を引いて、パーセントで表示しています。その分だけを1に足すというのは、その分だけ上回ってもいいということ、要するに例えば物価上昇率が5%で、Xが2%だったとすると、3%だけ前年の価格を上回ってよい。前年の価格に1.03をかけたものを今年の価格にしてい、これが上限だということ。それ以下ならいいというプライシングであります。

実は、電気通信事業法で1997年だったかに業法改正をした時に、このプライスカップ規制を日本で初めて導入しようとした。実際そうなったのですが、その時にいろいろな論争がありました。率直に言うと、内閣法制局は「このやり方はだめだ」というふうに言ったのです。それはなぜかと言いますと、原価情報に基づかない価格規制はありえないというのがその時の判断だったのです。これはいろいろな解釈があって、たまたまプライスカップ規制を日本で最初に入れたのは電気通信事業法で、その前例がないので、それに対するエクスキューズとしてこういうことを言ったという人もいますし、実際に原価というものがないところで何で価格が公的な権力として決められるんだと、そのようなことも言われています。いずれにしても、もしこの解釈に立つのであれば、プライスカップ規制というのは行政法ではありえないということになるわけです。ただ経済学でいうとプライスカップ規制というのは非常に合理的な根拠に基づいておりまして、このX%というのは、例えばその企業が努力をして効率を上げるということを期待して計算するものであります。もしもX%以上の効率性を達成すると、この企業は超過部分を、利得として得ることができる、要するにインセンティブを与えるようなメカニズムを内包しているのであります。理論的にも非常に優れたレギュレーションだというふうに言われておりますが、ただ先ほど言いましたように、行政法的に考えると判断の相違があるということでもあります。これは結果的にどうなったかと言いますと、電気通信事業法の改正の時に、プライスカップ規制は明示的にこういうかたちになりませんでした。当時の郵政大臣

の指定する価格を上限とするということになって、政令でもって、プライスカップの内容を記入しました。例えばこのようなものであります。

それからもう一つは、独禁法との関係というものがああります。経済学で言うと、「競争というものは非常にいいのだ」と、こういうことをいうのであります。競争をつかさどる法律というのは、独占禁止法、一般的には競争法であります。これと事業法との関係が出てきます。例えば航空運賃の届出制というものがあります。これは2000年の2月から施行された新しい航空法で、航空運賃というのは届出をすればいいと、こういうことになったわけです。それを機会に、ご承知のように「超特割」とか「1万円均一どこでも行けます」とか、そういったものが日本でも運賃として登場したわけでありまして。その中で、しかし、航空法には、運賃変更命令というのものも書かれています。これはどういうものかということ、不当な運賃、要するに独占運賃のようなものを付けるケースとか、あるいは利用者間で不当な差別をすること、あるいは略奪的運賃、非常に安い運賃を付けて競争者を排除するようなケースには、運賃変更命令ができますと、こういうふうに書いてあります。私自身もこの法律を、どういふふうに実施するかということで、この内容について議論させていただいた一人であります。これはこれで良いのであります。ただ独占禁止法の中で同じような規定があるわけです。そうすると独占禁止法と航空法との関係はどうなるのかというのが、一つの問題になります。独占禁止法という競争をつかさどる法律、それと事業法であるところの、航空法における変更命令、この間の関係はどうなるのかという一つの大きな問題が出てくると思います。

それからもう一つは、最近の事例であります。日本航空と日本エアシステムが、最初持株会社として一つになり将来的には合併すると、こういうことになりました。その時に、市場をどういふふうに見て、その合併効果をどのように見るのか、あるいは競争の実態をどのようにとらえるのかと、こういうようなことについて、かなり議論が戦わされました。あの場合も、公正取引委員会が独禁法の立場から、その合併について判断をするというのが基本であります。同じように、航空を見る立場として、国土交通省の航空局がどのようにそれを見るのかという、こういう二つの問題があったわけでありまして。いずれにしましても、そういったレギュレー

ションとあるいは事業法と、それから市場、あるいは行政法と経済学、このような関係を整理することによって、一層整合のとれた法体系、あるいは、経済学からのアプローチというものも可能ではないかというふうに考えております。

最後に、私自身の課題ですが、例えば先ほど言いました行政法における公共の福祉という概念と、市場競争というのはどういうふうに調和していくのか。それから事業法と一般競争法、独禁法ですが、これ

の競争促進、あるいは規制との関係をどうするのか。それから、先ほど言いましたけれども、市場というのは所得の分配とか平等、公平ということについて比較的冷淡でありますので、そういった限界とそれをどのように対応していくのか、このようなことを政策的にみるというのが私の課題として最後に残ったところだというふうに思っております。

以上で私の話を終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。