

R&Dシンポジウム ラウンドテーブル

マサチューセッツ工科大学(MIT)との連携

マサチューセッツ工科大学
環境土木工学科・工学システム科 教授
(JR東日本寄附講座担当)

ジョセフ・サスマン 氏 (映像出演)

専門分野：

交通システムマネジメント、システム分析、鉄道システム、ITS

1967年 MITにて博士号取得

1977年 MIT 教授

1980年 MIT 土木工学科長

1986年 MIT 交通研究センター (Center for Transportation Study) 所長

1991年 MIT JR東日本寄附講座開設に伴い担当教授に就任



東日本旅客鉄道株式会社 JR東日本研究開発センター
防災研究所 所長

島村 誠



1. MITとJR東日本

MITは、全米でもトップクラスの総合大学であり、多くのノーベル賞受賞者を輩出しています。また、シリコンバレーと並ぶ先端技術産業の集積地であるボストン近郊の地域において中核的な役割を果たす研究機関です。

MIT産学連携推進本部の幹部のお話によれば、MITと産業との連携は非常に歴史があり、他の大学と異なり1861年の大学設立当時にすでに設立目的として「産業のための有用な科学」が明記されていたそうです。このように当初より社会との関連を重視する学風を持ち、単に知識の獲得のみならず応用を重視している点に大きな特徴があります。

そのMITに1991年4月、当時の山下会長のリーダーシップによりJR東日本の冠講座が設置され、以来今日までの約15年間、継続的な産学連携の活動を続けてきました。JR東日本が海外の大学に寄附講座を設置するのも、またMITが海外の鉄道会社の冠講座を開くのも、これが初めてのケースだということで、当時としてはたいへん画期的な出来事でした。

この寄附講座にはいくつかの活動の柱がありますが、初期の段階から取り組んだものに、共同研究の実施があります。これに関しては、すぐに実用化できる研究成果

の獲得ということよりも、MITとJR東日本という、国籍も役割も性格も異なる2つの組織が実りあるパートナーシップを築き上げるといって有意義なテーマを選定するという、長期的な視野に立って技術交流を積み重ねてきました。

また、2番目の柱として、当社社員のMIT社会人教育コースCAES (Center for Advanced Educational Services) への派遣が挙げられます。このCAESのコースは、学位取得を目的とした通常の留学とは異なります。会社での業務テーマを中断するのではなく、それをさらに深度化するために、担当教授の指導のもとで自主的な研究を行ったり、関連する講義を自由に選択して受講したり、といった活動を通してMITの素晴らしい研究環境を活用できるというものです。企業の研究者、技術者のニーズに対してきわめてよく配慮されたコースであり、JR東日本からの派遣者の累計人数はこれまでに16人に上ります。さらに、これと表裏をなす形で、MIT学生のJR東日本でのインターンシップも実施してきました。

これら今日までの寄附講座の多様な活動の中から、今日は、私どもの寄附講座創立以来の担当教授でいらっしゃるジョセフ・サスマン教授に、ビデオメッセージの形でこのシンポジウムに参加いただき、寄附講座発足の原点とも言うべきお話を皆様にご紹介していただきます。

2. サスマン教授のビデオメッセージ

ジョセフ・サスマンです。MITでJR東日本寄附講座担当教授、および環境土木工学科・工学システム科の教授をしています。MITのシンボルであるグレートドームをご覧いただけましたか。私が今話しているのは、1号館の私のオフィスです。私はこの部屋で、長年に渡って数多くのJR東日本の方々とお会いしました。今回R&Dシンポジウムでお話できる機会を与えられたことは大変光栄です。私はこのシンポジウムが長年にわたってJR東日本における研究開発の成果と取り組みをひろく社会に発表する場を担ってきた、重要なイベントであることを理解しています。本日はビデオでのご挨拶ですが、離れていても、このシンポジウムの重要性は深く認識しているつもりです。

産学連携について固い話を始める前に、写真をご紹介します。これまで寄附講座開設から15年間に培ったJR東日本とMITとの関係をご説明します。

MITを訪問されたJR東日本の方の写真をご紹介します。MITとJR東日本との密接な関係をご理解いただきたいと思います。私が持っているすべての写真をご覧いただきたいのですが、時間の関係があるので、ここでは二枚だけをご紹介します。

この写真は1993年に当時の山下会長がMITで行われた世界経済フォーラムに出席されたときの写真です。山下会長からMITの当時の学長チャールズ・ヴェスト学長にプレゼントを手渡されているところです。



ヴェスト学長、サスマン教授と山下会長（当時）

JR東日本とMITとの交流が始まったのは、1990年、当時の山下会長と山之内副社長がMITを訪問され、寄附講座の開設を検討されたときです。



サスマン教授と山之内副社長（当時）

当時、JR東日本では日本国内において東京大学への寄附講座を検討していただけで、海外では初めての寄附講座だったと思います。そのことはMITにとって大変名誉なことでした。しかし、JR東日本はただ単にMITの名誉を考えていたわけではありません。彼らは学術界との強い“連携”を作りたいことを望んでいたのです。鉄道界と学術界をリードする2つの組織が、この“連携”の下にこれまでパートナーシップを培ってきました。

寄附講座を開設するにあたって、次の重要なステップは、島村さんが1991～2年に6ヶ月間滞在したことでした。島村さんは、寄附講座を開設するにあたり、どのように具体的な研究を始めることができるかを検討するためにMITにやってきました。島村さんは安全にかかわる研究に大変興味を示していましたが、それは当時島村さんが安全研究所のメンバーだったという理由だけではありませんでした。プロジェクトとしてJR東日本が必要としている課題とMITが貢献できる分野とが一致しなければならぬからです。

島村さんはMITで教授陣と会い、彼らの講義を聴講することで、その滞在期間中に“Global Risk Assessment”という研究プログラムの方向性を決定することができました。

3. 鉄道におけるリスクアセスメント

サスマン教授のお話にもありましたように、初めての共同研究のテーマとして、リスクアセスメントの鉄道への応用が選ばれたのですが、これには、JR東日本にとって経営のトッププライオリティーである安全の問題を科学的な視点で捉えなおしたいというニーズと、MITがこれまでに、原子力や宇宙などの先端分野における安全性の評価手法であるリスクアセスメント手法の研究において世界のリーダーであったというシーズが一致したという背景があります。そこで、これらの背景と私たちのリスクアセスメントの共同研究で扱った研究テーマについてごく簡単に紹介したいと思います。

まず、そもそもリスクとは何でしょうか。リスクという言葉は、すでに日常用語としても定着しており、われわれは様々な文脈においてこの言葉を使います。多くの人の認めるところによれば、それは『不確実性』という言葉と基本的に同義語です。明日の天気や為替相場のように、前もって確実に知ることができないもの、不確実なものは、その結果が我々の利害に関わるものであればみなリスクである、というわけです。そしてそのリスクの大きさは、これもまた多くの人の認めるところによれば、ある出来事が実際に起こる可能性の大きさと、その出来事が実際に起こった結果生じる利害の大きさの組み合わせとしたものとして表現できる、と考えられます。

共同研究：鉄道におけるリスクアセスメント



安全を考える上で、事故の予防対策を徹底することによって危険の可能性を予め排除しておくのは基本中の基本です。しかし、運転中の原子炉やスペースシャトルのように、フェールセーフを実現することが難しいシステ

ムにおいては、次善の策として、事故が発生する可能性をゼロにすることはできないという前提の下に、事故の発生頻度とその影響の大きさにもとづいてリスクを数値的に推定し、そのリスクの大きさにもとづいて安全性を総合的に評価するリスクアセスメントの手法を用いることが不可欠です。

ところで、リスクを定量的に表現する方法としてしばしば次のような定式化がなされます。ここでRは貨幣価値換算したリスク、iは個々の事故のシナリオ、Pは事故の発生確率、Cは、事故シナリオから生じる影響の大きさ、 ϕ は、シナリオから生じる影響の属性による人間のリスク認知の違いをあらわす係数、をそれぞれ表します。

リスクとは

$$R = \sum P_i \times C_i \times \phi_i$$

R: リスクの貨幣価値(¥/年)

i: 危害のシナリオ

P_i : iの年あたりの発生確率

C_i : iの発生に伴う損害(死傷者数)

ϕ_i : iに対するリスク認知の増幅係数

しかしながら、このような定式化そのものが多くの計算上の不確実性を含みます。たとえば、

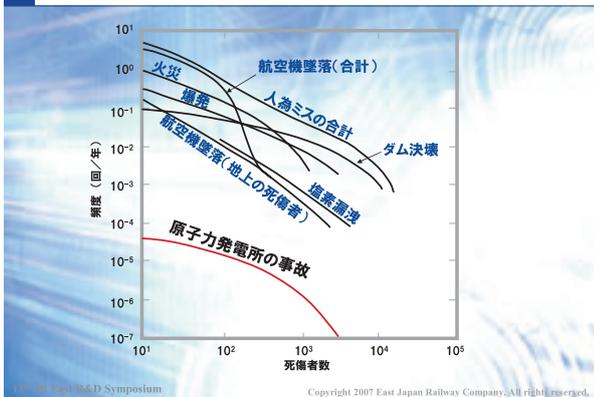
- すべてのシナリオをどうやって漏れなく数え上げるのか
- いままで起きたことのない事象の発生確率をどうやって求めるのか
- 属性の違うリスクをどうやって同一尺度で評価するのかといったものがあります。

MITでは、こうした課題を踏まえた数多くの先駆的なリスクアセスメント研究が行われてきました。最も有名なものとして、原子力工学科のラスムッセン教授の指導の下、アメリカ原子力規制委員会が原子力発電所の確率論的安全評価を初めて体系的に行って1972年に刊行したいわゆるラスムッセン報告書があります。

次の図は、その報告書からのものです。ここでは、アメリカの全100基の原子力発電所の事故にともなうリスクの計算結果が、影響の大きさを横軸に、その影響の大きさ以上の事故が生じる頻度を縦軸として、他の様々な人

間活動にともなうリスクと比較して描かれています。

原子力発電所のリスク評価 (ラスムッセン報告書, 1972)



また次の図は、影響の物理的規模が同一でもリスクの属性の違いによって人間が心理的に認知するリスクの大きさや、社会が受け入れるリスクの大きさは異なったものとなるという興味深い問題を扱ったいくつかの研究の結果を示しています。

危害カテゴリによるリスク認知の増幅倍率

カテゴリ比較	リスク増幅倍率の評価値					
	Litai, Rasmussen	Rowe	Starr	Kinchin	Otway & Cohen	
人為/自然	20	10 (2)				
低頻度/高頻度	30	50				
強制的/自発的	100	100 (10)	~1000			1-1000
短期的/長期的	30 (11)	20%/yr		30		
不可能/制御可能	5-10	100 (10)				
新しい/古い	10					
嗜好/必需	1 (7)					
稀/定期的	1					

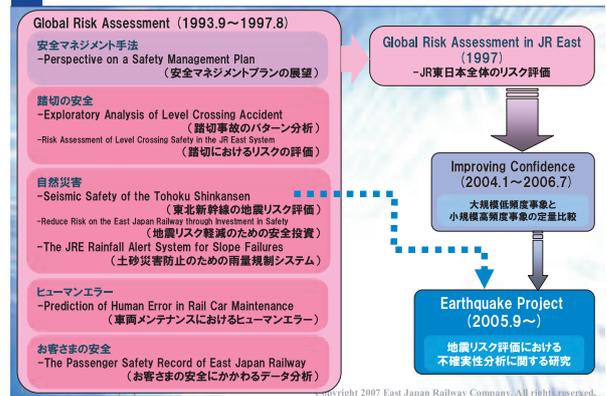
たとえば、さきほど同じラスムッセン教授の指導のもとに行われたこの研究では、人為的事故にともなうリスクは自然災害の20倍、鉄道事故や航空機事故のような低頻度の事故のリスクは、高頻度事故のリスクに対して30倍、また交通事故のような短期的あるいは即発性のリスクは喫煙による健康被害のような長期的あるいは遅発性のリスクに対して30倍のウェイトで認知されるといったことを示しています。

ひるがえって、鉄道の場合にも、すべての場合にフェールセーフを実現できるわけではなく、『究極の安全』はあっても『完璧な安全』はありえないのですから、安全性をより厳密に評価する手法として、また安全対策をより効果的に推進していくためのツールとしてリスクアセ

メントが有効に利用できるのではないかと考えられます。これらが、共同研究開始のモチベーションとなったことはすでにお話したとおりです。

これまでの共同研究の全体的な流れは図のとおりです。当初、個々の具体的な部分のリスクアセスメントを取り上げた後、それらの結果をJR東日本全体のリスク評価に取り込む統合化に進み、次いでこれらの研究の終了後、JR東日本部内で研究成果の実用化および内在化のための取り組みを行い、さらに一定期間の後までに実務への適用を通じて獲得された情報や課題にもとづいて、個別的なリスクアセスメント手法の深度化のための共同研究を行うといった、スパイラルな流れになっています。

MITとの共同研究



以上、リスクアセスメントに関するMITとの共同研究についてご紹介しました。

4. まとめ

最後に、再度サスマン先生からのメッセージでMITとの連携についての報告を締めくくりたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

＜サスマン教授からのメッセージ＞

このシンポジウムで話をする機会をいただけたことを大変うれしく思っています。ご清聴ありがとうございました。すこしでもお役に立てたなら幸いです。このシンポジウムが皆さんにとって有意義なものであるよう願っています。ありがとうございました。