

研究発表会から見た金融工学の研究動向

枇々木 規雄

研究発表会において「金融/ファイナンス/金融工学」セッションは1990年に初めて登場した。本稿ではこの15年間を振り返り、発表件数や内容を分野、方法論別に分類し、時系列推移の特徴も調べた。全体的にはポートフォリオ理論の研究および数理計画法の利用が多いが、最近はオプション理論の研究が増加するなど、傾向は変化している。また、発表回数分布から常連が少ないことも分かった。これらの点は参加していて感じていたことだが、実際のデータからも明らかになった。後半では、ORにおける金融研究の役割と位置付けについて説明し、研究発表会に参加する目的や金融工学の研究に必要なことも述べた。

キーワード：金融工学，研究発表会，時系列推移

1. はじめに

日本OR学会における「金融/ファイナンス/金融工学」研究は1988年に「投資と金融のOR」研究部会が発足され、スタートした。この研究部会は、日本における金融・ファイナンスに対する工学的アプローチを行う最初の組織であった。そして、1990年春季大会において「ポートフォリオ」セッションが金融・ファイナンスのセッションとして研究発表会に初めて現れた。1990年秋季大会ではその研究部会の特設セッションも設けられた。私が初めて学会発表をしたのは、1990年春季大会であり、博士課程1年生のときであった。テーマは銀行のALM（リスク管理）で経営セッションでの発表であったが、今振り返ってみると、日本OR学会で「金融/ファイナンス/金融工学」の研究発表がスタートした時期に私自身の研究活動をスタートさせることができたことは幸運であった。1990年秋季大会からは金融セッションで発表を行い、今まで15年間で15回（共著、DEAの発表を含めると28回）の発表の機会を得られたことに感謝している。

本稿では、この15年間を振り返り、「金融/ファイナンス/金融工学」セッションの発表件数および内容を分野、方法論、発表者を切り口にして調べることにする。それを踏まえた上で、ORにおける金融研究の役割と位置付けについて議論したい。最後に私自身が研究発表会に参加する目的やこれまでの経験を踏まえて、金融工学の研究に必要なことを述べたい。

ひびき のりお

慶應義塾大学 理工学部管理工学科

〒223-8522 横浜市港北区日吉3-14-1

ところで「金融/ファイナンス/金融工学」セッションは大会ごとにいろいろな名前が付けられている。「金融」が最も多く19回、それに引き続き「金融工学」が5回、「ポートフォリオ」が2回、「金融財務」、「財務金融」、「ファイナンス」がそれぞれ1回である。本稿では、簡単のため、以降、金融セッションと呼ぶことにする。

2. 金融セッションの動向

2.1 発表件数の推移

1990年春季大会から2005年春季大会の計31回の研究発表会における発表件数の推移を図1で見よう。全部で225件の発表が行われた¹。

初期（1990～1994年）は研究部会で活動していたOR学会員が中心となり、安定して7件前後（2～3セッション）の発表があった。しかし、徐々に陰りが見え始め、1996年、1998年、1999年²の秋季大会ではセッション数が0となり、低迷の時期を迎えた。しかし、それ以降徐々に盛り返し、2004年は春季大会、秋季大会ともに7セッション、22件の発表があり、うれしく感じている一方で非常に驚いている。7セッションはバブルとしても、今後も継続的に3～4セッションできることを期待するとともに私自身も引き続

¹ 金融セッションに含まれる件数とは限らない。著者の判断で別のセッションの発表を加えたり、除いている。この原稿を書いている最中に2005年秋季大会のスケジュールが届き、金融セッションは4.5セッション、16件の発表が行われるが、本稿における分析からは除いた。

² 1999年秋季大会の6件は企業事例交流会「金融・証券ビジネスとOR」における発表であり、一般セッションでの発表は0であった。

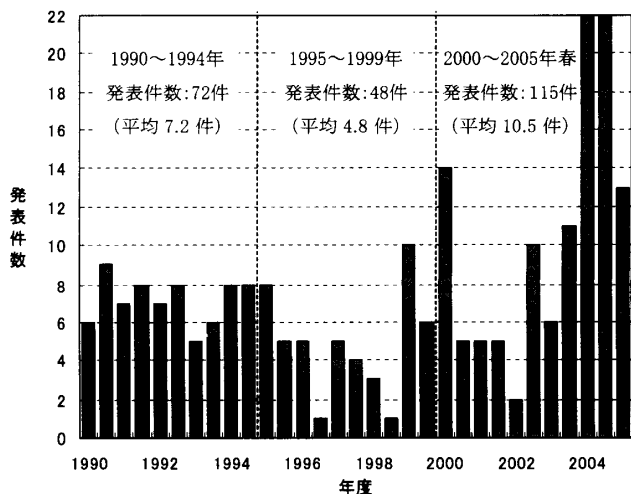


図1 金融セッションの発表件数の推移

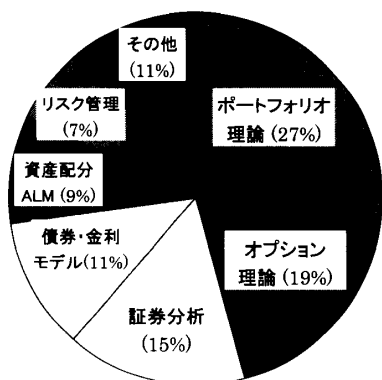


図2 分野による分類

き貢献したいと思っている。

2.2 研究テーマの傾向

研究テーマを分野および方法論の二つの側面から分類し、傾向を見てみよう。ここでは、タイトル、アブストラクトの内容から著者の判断で分類を行ったこととお断りしておく。まず初めに、研究テーマを分野によって分類した結果を図2に示す。ポートフォリオ理論やオプション理論に関する研究で半分弱を占めている。特に、ポートフォリオ最適化モデルに関する研究発表が多いのはOR学会の特徴である³。

次に、分野別の時系列推移を見てみよう。5年ごとにまとめた結果を表1に示す。ただし、2000～2005年春は5年半(11回)とする。平均・分散モデルを中心とするポートフォリオ理論はOR学会員にとって

³ 学会によって研究テーマには特徴が見られる。例えば、日本金融・証券計量・工学学会(JAFEE)では、オプション理論や証券分析が中心で、ポートフォリオ最適化モデルに関する研究は少なく、OR学会をメインとする研究者が発表するケースがほとんどである。

表1 分野の時系列推移

分野	1990～94	1995～99	2000～05(春)	合計
ポートフォリオ理論	34 (47%)	12 (25%)	17 (15%)	63 (27%)
オプション理論	10 (14%)	7 (15%)	28 (24%)	45 (19%)
証券分析	9 (13%)	12 (25%)	15 (13%)	36 (15%)
債券・金利モデル	7 (10%)	7 (15%)	13 (11%)	27 (11%)
資産配分、ALM	9 (13%)	2 (4%)	11 (10%)	22 (9%)
リスク管理	0 (0%)	3 (6%)	14 (12%)	17 (7%)
その他	3 (4%)	5 (10%)	17 (15%)	25 (11%)
合計	72 (100%)	48 (100%)	115 (100%)	235 (100%)

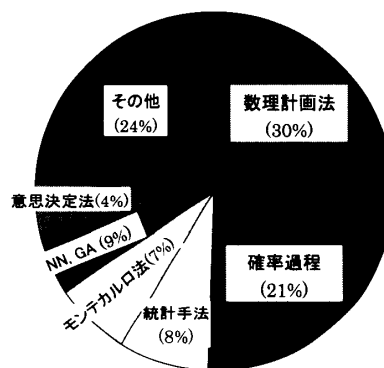


図3 方法論による分類

なじみやすかったこともあり、1990年代前半はほぼ半数がポートフォリオ理論の研究であった。しかし、最近では徐々にその比率は低くなり、2000年以降では全体の15%を占めるのみである。一方、オプション理論の研究の占める割合が2000年以降は24%となり、ポートフォリオ理論の発表件数を抜き、トップとなっている。リアルオプションに関する研究テーマが増えていることも大きな要因の一つである。1998年頃から信用リスクなどのリスク管理の研究が発表され始め、債券・金利モデル、リスク管理の発表件数が伸びている。また、その他の分野に分類した電力など非金融取引のリスク評価や金融マーケティングに関する研究テーマも登場している。

「金融/ファイナンス/金融工学」研究では問題の対象となる分野だけでなく、問題を解くための方法論も重要である。OR研究者が金融分野に新規参入する場合には自分が得意としている数理技術を使うことが多い。図3を見てほしい。

数理計画法、確率過程、モンテカルロ法など、OR手法が並んでいる。数理計画法はポートフォリオ理論、確率過程やモンテカルロ法はオプション理論に使われるそれぞれ重要な方法論である。また、統計手法は証券分析に使われることが多い。この中で数理計画法を利用した研究発表が多いのはOR学会の特徴である。

表2 方法論の時系列推移

方法論	1990~94	1995~99	2000~05(春)	合計
数理計画法	29 (40%)	13 (27%)	28 (24%)	70 (30%)
確率過程	12 (17%)	9 (19%)	28 (24%)	49 (21%)
統計手法	0 (0%)	8 (17%)	11 (10%)	19 (8%)
モンテカルロ法	0 (0%)	5 (10%)	11 (10%)	16 (7%)
NN, GA	4 (6%)	5 (10%)	5 (4%)	14 (6%)
意思決定法	1 (1%)	4 (8%)	5 (4%)	10 (4%)
その他	26 (36%)	4 (8%)	27 (23%)	57 (24%)
合計	72 (100%)	48 (100%)	115 (100%)	235 (100%)

表3 分野と方法論の関係

	数理 計画	確率 過程	モンテ カルロ	統計 手法	NN GA	意思 決定	その 他	合 計
ポートフォリオ オプション	40	7	0	0	0	2	14	63
証券分析	2	19	8	0	0	0	16	45
債券・金利	2	3	0	10	9	2	10	36
資産配分, ALM	3	10	4	2	3	1	4	27
リスク管理	20	0	0	0	0	0	2	22
その他	3	5	3	1	1	0	4	17
合計	0	5	1	6	1	5	7	25
合計	70	49	16	19	14	10	57	235

表2で時系列推移を見てみよう。ポートフォリオ理論の発表の減少とともに数理計画法の利用も減少し、オプション理論の発表の増加とともに確率過程やモンテカルロ法の利用が増加している様子が分かる。このことを確かめるために、分野と方法論の関係(表3)を見てみよう。前述の他に、NN(ニューラルネットワーク)は証券分析(株価予測)、数理計画法は資産配分、ALMにも使われることが分かる。

2.3 発表者の分布

研究テーマの傾向を探るために、分野や方法論によって大きく分けたが、細かく見てみると、様々な研究者が様々な研究テーマを発表している。そこで研究者ごとの発表回数の分布を調べてみよう。これは常日頃から研究発表が安定的に活発になるためには「常連」の存在は不可欠だと思っている一方で、感覚的には常連は少ないと感じているからである。この2~3年の発表件数は増加しているが、本格的に「新規参入」してくれた人は増えたのだろうか? また、1995~1999年の低迷の原因も分かるかもしれない。

発表者の回数分布を表4(左)、著者の回数分布を表4(右)に示す。ここで「発表者」とは実際に発表を行った(著者が複数の場合にはアブストラクトに*印の付いている)人、「著者」とは発表者も含めた全員のことである⁴。

表4を見て、「やっぱり」と思った。発表者138人

表4 回数分布

発表者			著者		
回数	人数	(比率)	回数	人数	(比率)
1	102	(73.9%)	1	148	(68.8%)
2	19	(13.8%)	2	29	(13.4%)
3	5	(3.6%)	3	13	(6.0%)
4	4	(2.9%)	4	3	(1.4%)
5	3	(2.2%)	5	5	(2.3%)
6	1	(0.7%)	6	7	(3.3%)
7	1	(0.7%)	7	3	(1.4%)
9	1	(0.7%)	8	1	(0.5%)
11	1	(0.7%)	9	1	(0.5%)
15	1	(0.7%)	10	2	(0.9%)
合計	138	(100.0%)	14	1	(0.5%)
			19	1	(0.5%)
			21	1	(0.5%)
			24	1	(0.5%)
			合計	216	(100.0%)

のうち、73.9%が1回だけしか発表していないし、5回以上発表した人は8人しかいないからである。大学院修士学生や実務家による発表は1回だけの発表が多いと思うので、このような傾向を持つのは仕方ないが、常連が少ないことが分かる。一方、著者の回数分布を見ると回数は多くなるものの、著者216人のうち、68.8%が1回のみ、88%が3回以下の発表である。

次に5年ごとの分布を調べてみよう。発表者の回数分布を表5、著者の回数分布を表6に示す。

発表者・回数分布を見てみよう。1990~94年は3回以上発表した人が10人いる。他の分野から新規参入した研究者や博士課程の学生が集中的に研究を始めた時代であった。1995~99年は3回以上発表した人が4人であるが、この4人は1990~94年の間も3回以上発表していた常連である。2000年以降で3回以上発表した人は6人であるが、この中の5人は2000年以降に発表を始めた若手研究者である。

次に著者・回数分布を見てみよう。著者の1人として3回以上発表した人は、1990~94年は17人、

⁴ 発表者は第一著者とは限らない。

表5 発表者・回数分布

回数	1990~94		1995~99		2000~05(春)	
	人数	(比率)	人数	(比率)	人数	(比率)
1	25	(68%)	28	(80%)	69	(79%)
2	2	(5%)	3	(9%)	12	(14%)
3	5	(14%)	2	(6%)	4	(5%)
4	2	(5%)	2	(6%)	1	(1%)
5	1	(3%)				
6					1	(1%)
7	1	(3%)				
8	1	(3%)				
合計	37	(100%)	35	(100%)	87	(100%)
平均	1.95回/人		1.37回/人		1.32回/人	

表6 著者・回数分布

回数	1990~94		1995~99		2000~05(春)	
	人数	(比率)	人数	(比率)	人数	(比率)
1	41	(67%)	55	(79%)	93	(69%)
2	3	(5%)	9	(13%)	22	(16%)
3	5	(8%)	4	(6%)	8	(6%)
4	5	(8%)	2	(3%)	2	(1%)
5	2	(3%)			3	(2%)
6					2	(1%)
7	2	(3%)				
8					2	(1%)
9	2	(3%)			1	(1%)
10	1	(2%)				
12					1	(1%)
合計	61	(100%)	70	(100%)	134	(100%)

1995~99年は6人、2000年以降は19人である。1995~99年に発表件数が大きく落ち込んだ原因は発表者の常連が減ったことであることがこのデータから読みとれる。

個々の研究者の回数データを調べてみよう。発表者回数の多い人は自ら発表する機会が多く（共著者となることが少なく）、若手が多いという特徴がある。その一方、著者回数の多い人は共著者の場合が多く、学生を育てながら、研究を行い、発表をさせているという特徴がある。ここで共著者とは、著者ではあるが発表者ではない回数を表す。発表者、共著者ともに2回以上は8人、3回以上になると2人しかいない、そのことは具体的な発表者ランキングを見ることによって確認することができる。表7に発表者回数のトップ5および著者回数のトップ6を示す。ここで、「発」は発表者回数、「共」は共著者の回数を表す。2000年以降、共著者の上位4人の発表回数が増加したことが全体の発表件数増加に貢献していることが分かる。また、2000年以降の新たな常連で載っていない人もおり、何年か後にこの表がどのように変わるのを楽しみにしたい。

表7 発表回数ランキング

発表者回数・トップ5

氏名(所属)	90~94	95~99	00~05	合計		
	発 共	発 共	発 共	発 共	計	
枇々木規雄(慶應義塾大学)	7 0	4 0	4 4	15	4	19
大西匡光(京都大学)	8 1	4 0	0 1	12	2	14
竹原均(筑波大学)	5 0	3 0	1 0	9	0	9
鈴木賢一(東北大学)	3 0	3 0	1 0	7	0	7
芝田隆志(横浜国立大学)	0 0	0 0	6 0	6	0	6
著者回数・トップ6(枇々木 19回, 大西 14回は上記参照)						
氏名(所属)	90~94	95~99	00~05	合計		
	発 共	発 共	発 共	発 共	計	
木島正明(京都大学)	1 10	0 2	1 11	2	22	24
今野浩(中央大学)	3 9	1 2	0 9	4	17	21
沢木勝茂(南山大学)	0 4	0 0	0 6	0	10	10
山口俊和(東京理科大学)	0 0	0 2	0 8	0	10	10

3. ORと金融工学：その役割と位置付け

3.1 研究テーマの紹介

いくつかの代表的な研究分野に対し、研究発表会で発表された研究テーマを中心に紹介することによって、金融工学におけるORの役割とその位置付けについて検討しよう。

(1) ポートフォリオ最適化問題

ポートフォリオ最適化モデルの代表である平均・分散モデルは、2次計画問題として定式化される。この問題を見て金融工学にORが使えると思ったOR研究者も多いであろう。この問題はリターン尺度として期待収益率、リスク尺度として収益率の分散を用いているため、一般に2パラメータ・アプローチとも呼ばれる。リスク尺度として分散だけではなく、絶対偏差やCVaR(条件付きバリュー・アット・リスク)を用いた最適化モデルも研究され、これらは線形計画問題として定式化される。その他の最適化モデルも含めて、その定式化は数理計画のモデリング技術と密接に関連しており、実に「うまく」定式化されている⁵。

また、取引コストを含む非凸型最適化問題や多期間最適化問題など、モデル化と解法が密接に関連する問題もあり、新しい計算アルゴリズムが開発されている。その一方で株式ポートフォリオ最適化問題や多期間資産配分問題、ALM問題などの大規模最適化問題を実用的に解くために、数理計画法アルゴリズムの進展も大きな役割を果たしている。このように、ORの代表的手法である数理計画法がモデリング技術と計算ア

⁵ この点に興味のある方は、枇々木規雄、田辺隆人「ポートフォリオ最適化と数理計画法」(朝倉書店、2005)を読んでもいただきたい。

ルゴリズムの二つの側面でポートフォリオ最適化に与える役割は大きい。数理計画法の応用分野として大きな位置を占めるようになったと言っても過言ではないだろう。

(2) オプション価格付け(評価)問題

この5年間の発表件数の増加の要因はオプション理論関係の発表の増加であり、OR研究者にとって、ポートフォリオ理論と並んで、重要な研究テーマとなっている。

よく知られている Black & Scholes モデルはヨーロッパ・オプションの価格式である。一方、アメリカン・オプションはその価格式が求められていない。そのため、一般に二項格子を用いた数値計算法によって価格が求められるが、近年、モンテカルロ法や確率メッシュ法などによる数値計算法や解の範囲(上限)を求める研究も行われている。確率過程論、確率微分方程式モデル、モンテカルロ法など OR 研究者の得意な方法論が生かせる研究テーマがそろっている。モンテカルロ法はモーゲージ証券の価格付けや信用リスク評価にも使われており、金融工学で最も広く使われている方法論の一つであろう。また、ペイオフが複雑なエキゾチック・オプション(ルックバック、ノックアウトなど)の価格付けに関する研究も行われている。

最近では、天候デリバティブズなど非金融商品のオプション評価やリアル・オプションに関する研究も盛んに行われ、事業のリスク評価に金融工学の手法が使われ始めた。リアル・オプションは延期、撤退、拡張、停止など事業の途中で意思決定を行う選択権であるため、アメリカン・オプションである。一般的には多項格子を使って問題を解くが、事業のリスク要因が多い場合、モンテカルロ法を使う必要がある。また、競争条件下でのリアル・オプション評価ではゲーム理論の考え方が利用されるなど、適用範囲が広がれば広がるほど、OR 研究者の出番は多くなるであろう。

(3) その他

研究対象は年々広がりを見せ、前述の研究テーマの他に、研究発表会ではニューラルネットワークを利用した株価予測問題、倒産確率の推定や債券格付けなどの信用リスク管理、株式市場や債券市場の分析、電力価格のデータ分析と評価問題、金融マーケティング、などに対する研究が行われている。

3.2 OR 学会における金融工学の活動状況

日本 OR 学会は、前述したように、1988 年に日本で初めての金融工学の研究部会を立ち上げた老舗であ

る。以降、途中何年か抜けたが、2002 年までの計 13 年間にわたって研究部会の活動が行われた。私は 8 年間にわたって、幹事および主査として運営に関わってきた。毎回、大学関係者 1 人、実務家 1 人の発表を年 8~10 回程度行っていたので、特に 8 年間の後半の時期は発表者を見つけるのがとても大変だったことを覚えている。最近、研究発表会の発表件数が増えてきたのも、今までの地道な活動に参加し協力してくれた多くの研究者や実務家の努力の結果であると考えている。

研究部会以外にも OR 誌の特集号やシンポジウムなども企画されてきた。1999 年秋季大会の企業事例交流会「金融・証券ビジネスと OR」では多くの聴衆を集め、2002 年 12 月発行の JORSJ 金融工学特集号では、29 本の投稿(12 本採択)があった。また、2004 年 6 月の OR セミナー「ルーエンバーガーの「金融工学入門」で学ぶ金融工学の基礎」では 64 人の参加者が集まった。紹介した企画は一部であるが、このように近年の金融工学の関連企画は成功し、数理計画や待ち行列などの理論研究には到底及ばないが、必要不可欠な応用研究分野として認識されてきたと感じている。また、あまり知られていないかもしれないが、平成 16 年度から技術士「経営工学」部門の第二次試験の選択科目として金融工学が採用されている。

ところで、現在、OR 学会において金融工学の研究部会はなく、活動といえば研究発表会でのセッションだけである。現在の研究発表会での活況を今後も継続的に保つためには、研究部会の活動も必要であると考えている。しかし、日本全体で見ると、1988 年に日本 OR 学会が「投資と金融の OR」研究部会を発足して以降、1992 年に数理ファイナンス研究部会(応用数理学会)、1993 年に日本金融・証券計量・工学学会(JAFEE)、日本ファイナンス学会(NFA)、最近では研究対象を特化した学会として、2000 年に日本不動産金融工学学会(JAREFE)、2003 年に日本保険・年金リスク学会(JARIP)が相次いで設立され、研究発表の場が広がってきている。正直に言うと、このような状況の中で、以前のような形で研究部会を開催してもあまり意味がないのではないかと思う。なぜならば、過去の研究部会の参加者は非会員が圧倒的に多いという特徴があったし、ほとんどの研究者は複数の学会に所属しているからである。そこで、もし私自身が現時点で研究部会を設立するとしたら(決して、自分でやると言っているのではない)、よほど独自性を出すか、OR 学会員の参加者の多い研究部会しか意味

がないと考えているが、この点については皆さんのご意見をお聞きしたい。研究部会での研究成果がORにおける金融工学の発展に大きな役割を果たし、そして研究発表会で発表されれば、多くのOR学会員にもさらに関心を持ってもらえるであろう。

4. 研究発表会に参加する目的

初参加して以来、研究発表会に参加することは年に2回の定期行事となっており、過去31回中29回参加している。過去を振り返ってみると、1990年春季大会で「学会デビュー」を果たして以来、7回連続で博士論文のテーマであった銀行ALMの最適化モデルに関する研究発表を行った。このときの目的はただ一つで、博士学位取得を目指し、研究論文を書くためである。博士課程の学生になったときに指導教授の福川先生から言われたことは『半年に1度のOR学会で発表して、それを論文としてまとめる。』ということだった。福川先生は研究発表会のアブストラクト提出という「締め切り」を設定することで研究を積極的に進めさせようと思っていたようだ。そのおかげで、研究論文を6本書き上げることができ、4年半かかったが無事に学位を取得することができた。学生を指導する立場になって分かったことだが、このやり方は簡単だけど強力な作戦であった。学位取得とともに研究発表会を活発にするためにも、ぜひ、博士課程の学生にはこの作戦を実行することをお勧めしたい。学位取得後も、しばらくはアブストラクト締め切りを目標に研究を行ったので、研究発表会は研究を進める上で不可欠な存在であった。DEAの発表も含めると18回連続で発表を行ったが、最近では他学会で発表することも多くなり、以前に比べて発表回数は減ってしまった。しかし、自分自身の研究に加えて、学生との共同研究も積極的に発表し、毎回ではなくても定期的に情報発信をしたいと考えている。

初期の頃はあまり余裕がなかったのと知識不足で自分の専門と違つとよく分からず、正直に言うと、話を聞いてもおもしろくなかったが、知識が蓄積されてきたおかげで、いろいろな研究を聞くのが楽しみになってきた。ただし、最近では金融セッションが多くて他の分野の発表を聞けないのが少し残念であるが、これはうれしい悲鳴である。それから、あまり大きな声では言えない（と言ってもこのような人も多いと思う）が、

年に1度の地方開催では現地のおいしい料理とお酒をいただきながら、研究仲間と情報交換をするのも目的（楽しみ）の一つになっている。

5. おわりに

本稿を読んで研究発表会における金融工学の現状を理解していただき、一人でも多くのOR研究者が金融工学に興味を持ち、金融セッションに足を運んでいただければ、ありがたいと思う。

金融工学の研究を行うためには、金融の知識に加えて、OR、確率・統計、計算機、会計（財務）、など幅広い知識があると、スムーズにスタートを切ることができるだろう。自分の経験からであるが、管理工学科や経営（システム）工学科など、これらの基礎知識を勉強する学科の出身や所属が多いOR学会員にとっては、金融工学の基礎知識を学ぶことによってスタートラインに立つことができるだろう。そのときに、良い教科書に出会うことはとても重要である。教科書としては「金融工学入門」（ルーエンバーガー著、今野浩、鈴木賢一、枇々木規雄訳、日本経済新聞社、2002）⁶を読むことをお勧めしたい。金利、債券、ポートフォリオ理論、オプション理論とバランスが取れている上に例題や練習問題も豊富であり、具体的に理解することができる。ただし、600ページあるので、多少の覚悟は必要である。私のバイブルはElton & Gruberの（第6版からはBrown, Goetzmannも加わった）“Modern Portfolio Theory and Investment Analysis”（John Wiley & Sons）であるが、今ではこの教科書は第2のバイブルとなっている。

後半部分は、学会における金融工学の話や自分自身の過去の経験なども含めて書いたため、「研究発表会から見た」という趣旨から少しはずれた部分もあったが、ご容赦いただきたい。金融工学は「お金」の話であるためか、特に工学系の先生には誤解されやすいし、実際に初期の頃は誤解されていたところが多かったと思う。しかし、今後は（もちろん、現状でも）金融機関に加えて一般企業のリスク管理、そして、年金基金の管理など我々の生活に密着した様々な問題を解決するために、不可欠な学問になってくる。今後の発展のためにも、研究発表会で多くの参加者に聞いていただきたいし、金融工学の研究者もより一層の努力が必要であろう。

⁶ 原著はD. Luenberger, “Investment Science”, Oxford University Press, 1997.