

AFIR/ERM 国際会議論文の動向

— 定性的内容を扱うリスクマネジメント手法の展開 〈AFIR 関連研究会〉

楢引 亮

【司会】 それでは、定刻となりましたので、始めさせていただきます。本会場はセッションF 605 会議室となっております。発表のタイトルは、「AFIR/ERM 国際会議論文の動向—定性的内容を扱うリスクマネジメント手法の展開—」で、AFIR 関連研究会の楢引さんから発表いただきます。では、お願いいたします。

【楢引】 ご紹介いただきました楢引でございます。それでは早速始めさせていただきます。

まず、当研究会の位置付け説明します。IAAのセクションのひとつにAFIR/ERMというセクションがあり、もともとはAFIRセクションだったのですが、これは、Actuarial Approach for Financial Risksの略語となっています。ここでは、例えば仮に、リスク中立確率を使うのがフィナンシャルアプローチで、実確率を使うのがアクチュアリーアプローチといったような狭い分類の話ではなくて、アクチュアリーたちが、フィナンシャルの世界について勉強して成果を共有していきましょう、といった意味合いをもつセクションでして、このセクションは毎年1回国際会議を開いております。当研究会では、そこで提出された論文と一緒に会員と一緒に勉強し、それらの一部について要約を作って皆さんに紹介するという活動、また、AFIR/ERMの国際会議に論文を投稿して発表するという活動、そして発表しに行ったら、他のプレゼンテーションを聞いてきて、そのフィードバックを皆さんにご紹介するというを中心として活動しています。

AFIR関連研究会について

活動内容

関連する内外の諸論文(資料)を読みメンバーの調査研究発表会・相互の情報交換を通じて、活動成果を上げ、メンバー各自の知識・技能のレベルアップを図るとともに日本アクチュアリー会の会員にも成果を広報することを内容としています。具体的には、以下の通りです。

1. 年4回程度のミーティング
2. AFIR/ERM国際会議(旧AFIR国際会議)に出席した場合は、年次大会でAFIR/ERM国際会議の概要を発表。また、アクチュアリージャーナルにAFIR/ERM国際会議の報告を投稿
3. AFIR/ERM国際会議の主要論文の翻訳・抄訳を会報別冊、アクチュアリー・ジャーナルまたはホームページに発表
4. AFIR/ERM国際会議への論文発表
5. AFIR/ERM国際会議への論文発表の呼びかけ
6. メンバーの発案によるテーマに関するディスカッション

今回のプレゼンテーションでは、AFIR/ERMの2012年メキシコ国際会議および2013年リヨン国際会議(両方の概要についてはアクチュアリージャーナルに論文研究活動報告(それぞれ2014年10月号および2015年6月号)を発表)での論文の動向を概括後、2014年ICAIにおけるいくつかの論文を取り上げて紹介いたします。(2015年シドニー国際会議の論文研究活動は今後行う予定。)

このスライドの4番に関連して、来年はAFIR/ERMの国際会議が5月末から6月にかけてあるのですが、当研究会では、現在、論文発表としてどのようなものを提出しようかということを検討しているところです。そのために、過去に国際会議で発表された論文について、俯瞰的に眺めつつ、興味深いもの少し深掘

りして勉強し、次の提出論文に繋げて生きたいところです。今日の発表では、その過程のものとして、国際会議で発表された論文の最近の傾向についての情報提供と、特徴ある論文、特に定性的なものを扱ったものについて、いくつか取り上げ、その内容を少しだけ詳しくお伝えしたいと思います。

AFIR/ERMの論文の動向

AFIR/ERMについて

AFIR/ERM was founded in 1988 as a section of the International Actuarial Association (IAA). It stands for Actuarial Approach for Financial Risks. AFIR/ERM has as its objective the promotion of actuarial research in financial risks and problems. AFIR/ERM members receive the ASTIN Bulletin, an internationally renowned referenced scientific journal. The ASTIN Bulletin is published twice a year by ASTIN, the non-life insurance Section of the IAA.

The most important function of AFIR/ERM is the organizing of annual colloquia, the first of which was held in Paris in 1990. At these colloquia, knowledge is exchanged among actuaries of different countries and different disciplines. The colloquia bring together academics and practitioners and thus provide a valuable forum for learning and keeping up to date with the fast changes occurring in the disciplines of finance, financial economics, and the management of financial risks, focusing on applications to insurance and pension funds. As well as being professionally stimulating, AFIR/ERM Colloquia have social benefits as well, as they usually take place in attractive and interesting sites which contribute to a friendly and collaborative atmosphere.

5

AFIR/ERMの論文の動向

AFIR国際会議

今後: Edinburgh, Scotland — 31 May-2 June 2016
Panama City, Panama — September 2017

Sydney, Australia — 23-27 August 2015 (joint Colloquium with ASTIN and IACA)
Lyon, France — 24-26 June 2013 (joint Colloquium with LIFE and PBSS)
Mexico City, Mexico — 1-4 October 2012 (joint Colloquium with ASTIN and LIFE)
Madrid, Spain — 19-22 June 2011 intl
Cape Town, South Africa — March 2010 (in conjunction with ICA 2010)
Munich, Germany — 6-11 September 2009
Rome, Italy — 1-3 October 2008, Stockholm, Sweden — 12-15 June 2007
Paris, France — 30 May 2006 (in conjunction with Congress)
Zurich, Switzerland — 7-9 September 2005 (in conjunction with ASTIN)
Boston, United States of America — 8-10 November 2004
Maastricht, Netherlands — 17-19 September 2003
Cancun, Mexico — 17-19 March 2002 (in conjunction with Congress)
Toronto, Canada — 6-7 September 2001, Tromsø, Norway — 20-23 June 2000
Tokyo, Japan — 24-27 August 1999 (in conjunction with ASTIN)
Cambridge, United Kingdom — 15-17 September 1998
Cairns, Australia — 13-15 August 1997 (in conjunction with ASTIN)
Nürnberg, Germany — 1-3 October 1996, Brussels, Belgium — 7-9 September 1995
Orlando, USA — 20-22 April 1994, Rome, Italy — 30 March - 3 April 1993
Brighton, United Kingdom — 17-20 April 1991, Paris, France — 23-27 April 1990

6

AFIR/ERMの国際会議の開催状況ですが、スライド表示はAFIR/ERMセクションのホームページから取った情報です。下から時系列の順番になっていて上に行くほど新しいものです。「今後」という四角の中にありますが、来年は、スコットランドのエジンバラで行われます。このスライドの表示では2013年のリヨンの次は2015年のシドニーとなっており、2014年が入っていませんが、ご存じかもしれませんが、2014年はICAが、アメリカのワシントンDCで開催され、そこで一緒に行っています。2010年についてはICAと一緒にいった、2006年、2002年は kongress と一緒にいったと書いてあるのですが、理由はわかりませんが2014年はなぜかそのようには記載されていません。他のセクションや他の団体との共同開催も結構あります。ここには特に書かれておりませんが、来年のエジンバラの国際会議については、英国の Institute and Faculty of Actuaries が主催する、Pensions, Risk, and Investment Conference というも

のと併せてAFIR/ERMセクションの会議が行われる。これもここには特に記載されていませんが、例えば、2004年のボストンの国際会議のときは、私が行ったときの記憶ですとインベストメント・アクチュアリー・シンポジウムと共同開催になっていたと思います。

開催済みの一番直近のものはシドニーでの会議のものですが、そこにおける発表論文の勉強はこれからやろうとしているところであり、まだ眺めていないので、本日は扱いません。本日は、メキシコシティの投稿論文とリヨンの投稿論文について概観し、その後、2014年のICAから三つ取り上げてご紹介いたします。

まずは、メキシコ大会の方です。メキシコ大会には、当研究会の座長をされております山下さんが論文を提出して参加しています。そこでは、分野としては、ソルベンシーII関連などが多かったほか、長寿死亡率関係関連の研究が目立ちました。

AFIR/ERMの論文の動向

2012年メキシコ国際会議

1.メキシコ国際会議の概要

2012年9月30日~10月4日の日程で、メキシコシティにてAFIR/ERM国際会議第22回が取り行われ、活発な研究論文の発表等が行われた。AFIR関連研究会では会議での論文等の資料を輪読し、以下のとおり概要を研究会のメンバーによりとりまとめたのでご報告する。なお日本からは当研究会の山下座長が日本の年金の積み立て水準別資産アロケーションのデータにより、積み立て水準別リスク回避度の経年変化についての研究を発表した。

2.サマリー

過去20数年のAFIR/ERM会議の歴史の中でメキシコでの開催は今回で2回目である。347名の多くの参加者となった中、アカデミック、保険、コンサル、運用サイド等の業界からバランスよく参加があった。研究発表に関し、分野としては、Solvency IIと長寿・死亡率関連の研究が目立ち、商品設計・時価評価、運用理論関連などについての研究も発表された。分析手法については、確率過程等をはじめ、数学的に高度なものが多く、近年の研究の特徴を引き継いでいる。参加者との情報交換の中で目立った話題はSolvency IIと運用難に関してであった。Solvency IIは応急的な対応ができていものの意義やその利用などの議論は今後決行懸念となる状況が感じられた。また世界的な低金利への対応がよく話題になった。

7

これはアクチュアリージャーナル2014年10月号での研究会報告の冒頭部分ですが、「・・・確率過程等をはじめ、数学的な高度なものが多く、近年の研究の特徴を引き継いでいる」と書いてあります。そう書いてはありますが、2012年のメキシコ会議からERMの分野がAFIRセクションの中に取り込まれることになりましたので、それ以前と比較すると少々特徴のある論文が入ってきております。それらを中心にざっと見ていきたいなと思います。つまり、全体としては定量的なものが依然として多い中、それ以前と比較してということですが、定性的な研究が多かった年であったということです。

AFIR/ERMの論文の動向

2012年メキシコ国際会議の論文の動向-発表論文と著者名

Comparing Life Insurer Longevity Risk Management Strategies in A Firm Value Maximizing Framework	Craig Blackburn, Katja Hanewald, Annamaria Olivieri and Michael Sherris
Investment Risk Taking Policy in the Context of ERM 	Miwaka Yamashita
Optimal Portfolios under Worst Case Scenarios	Carole Bernard, Jit Seng Chen and Steven Vanduffel
Mean-Variance Optimal Portfolios under State-dependent Preferences	Carole Bernard and Steven Vanduffel
Guaranteed Minimum Surrender Benefits and Variable Annuities: The Impact of Regulator-Imposed Guarantees	Alexander Kling, Frederik Ruez and Jochen Ruß
The fundamental definition of the Solvency Capital Requirement in Solvency II	Andreas Niemyer and Marcus C. Christiansen
The Impact of Inflation Risk on Financial Planning and Risk-Return	Stefen Graf, Alexander Kling, Lena Härtel and Jochen Ruß
Elliptical Symmetry of Real Returns in South Africa and its Implications for Long-Term Actuarial Modelling	R.J. Thomson

以後は、スライド中で星が付いているものに注目してください。最初は山下さんが発表したもので、上から二つ目のものです。これは年金の運用方針に関する論文で、ERMのコンテキストにおける、と書いてありますが、どのような意味かと言いますと、年金のファンドは、積立が十分かどうかの水準に関する状態については、それぞれであります。その積立水準の違いにより、リスクをどれくらい回避するかは異なると思われるが、その異なり方について、経年的な変化というものをサーベイによって調べた調査に基づく分析です。つまり、積立水準というと年金全体の管理に関わるので、運用方法に関する技術的な分析を超えて、全体的な視点で考えますので、そのような意味でERM的コンテキストというようなものになっています。

AFIR/ERMの論文の動向

2012年メキシコ国際会議の論文の動向-発表論文と著者名

Measuring Economic Risk Using Principal Component Analysis	David Parsons and Albert Lo
Parameterization of Cox-Ingersoll-Ross interest rate model for zero coupon yield curve and his application for selecting the discount rate and using Floorlets and Caplets for postretirement and pension plans	Angel Flores and Igor P Rivera
Index options and measuring co movement behavior in stock markets	Jan Dhaene
Corporate Capital Structure under Endogenous Bankruptcy and Volatility Risk	Flavia Barsotti
Valuation and solvency of long term insurance Liabilities	Pierre Devolder and Gabriela Piscopo
A note on independence between financial and actuarial risk	Ben Stassen
Methodology improvements to evaluating Counterparty Risk and Premium Risk in QIS 1 Mex	Miguel de la Garza, Susana Castillo and María de los Angeles Yáñez
Risk Measurement and Management of Operational Risk in Insurance Companies under Solvency II 	Nadine Gatzert and Andreas Kolb

次の、スライド9ページでは、一番下のものに星を付けましたが、ガザードさん、コルブさんによるこの論文では、オペレーショナルリスクを取り扱っています。ERM分野がAFIRセクションに取り込まれた結果、オペレーショナルリスク関連の話題が結構出てくるようになったので、その代表選手として、この論文について少し触れてみようと思います。そこでは、オペレーショナルリスクに関して、ソルベンシーII

による標準リスクウエイトというものがあるのですが、その、リスクウエイトを計算するための方法論と水準に関して議論されています。分析のために極値理論、Extreme Value Theory と言われていますが、それと、コンピュータを使い、分析をしております。結論としては、標準リスクウエイトは過小評価されているのではないかという見解を出しております。そのような意味ではこれは数量的な分析ですけれども、まずは、オペレーショナルリスク関連というものが増えてきたという論文の動向についての例を紹介いたしました。

AFIR/ERMの論文の動向	
2012年メキシコ国際会議の論文の動向-発表論文と著者名	
Interest Rate Derivatives under the Standard Market Model	Carlos Alexander Grajales Correa
Experienced-Based Stochastic Mortality for Internal Models	Annamaria Olivieri and Ermanno Pitacco
Defining risk management within an organization: Results of the 2012 survey for Japanese risk managers ★	Kenji Fujii and Yuji Morimoto
Long-Term Insurance Products and Volatility under the Solvency II Framework	Korneel van den Broek
Modeling in the Spirit of Markowitz Portfolio Theory in a Non Gaussian World	Tapen Sinha and Rajeeva Karandikar
Black Swan Theory: We know absolutely nothing ★	Carlos Castro Correa
Gaussian Mixtures and Financial Returns	Carlos Cuevas-Covarrubias and Jorge Rosales-Contreras
Stochastic Interpolation for Stochastic Asset Models	A. D. Wilkie
Asset and Liability Composition in Participating Life Insurance: The Impact on Shortfall Risk and Shareholder Value	Alexander Bohnert, Nadine Gatzert and Peter Luchte Jörgensen

次のスライド 10 ページでは、まずは上から三つ目の所に星が付いておりませんが、これも藤井健司さん、森本祐司さんが代表で発表されている、大規模なサーベイに関する報告となっています。これは、東京リスクマネージャー懇談会という団体、この団体は金融機関におけるリスク管理部署の担当者の集まりですが、それが 2012 年に、約 1,000 の会員に対してアンケートをとった調査を分析です。質問の中身はリスクマネジメント全般にわたり、リスクマネジメントに対する考え方や現状について詳細な分析をしたものとなっております。

その下の方、下から四つ目の星マークですが、「Black Swan Theory : We know absolutely nothing」という題名の、コレアさん発表のものです。いわゆるブラック・スワン・セオリーについて、保険関連業界でどう考えるべきかということ論じています。先ほど、極値理論やコンピュータを用いて分析した論文の話がありましたが、さらに、エキストリームなレアな事象に対しては、数量的な分析が非常に難しいだろうという部分に関する議論になっております。どのような議論かということ、どこまでが、例えば極値理論やコンピュータを使って、あるいは標準的な方法を使ってリスクを管理していける世界なのか、どこから先がブラック・スワンなのか、というより分けを検討するものです。これはなかなか困難であり、恣意的により分けられることが多いですけれども、恣意的ではなくて、客観的に「これ以上のレアな事象は、これこれの理由でブラック・スワンだから、ブラック・スワンらしく取り扱おう」と、そんなことだろうと思うのですが、そのより分ける客観的な方法をどうするかということに関する提言をしています。まずは 2012 年のところは、このような感じです。

AFIR/ERMの論文の動向

2013年リヨン国際会議

1. リヨン国際会議の概要

2013年6月23日~6月26日の日程で、フランス第二の最大都市リヨンにてAFIR/ERM国際会議(第23回)が取り行われ、活発な研究論文の発表等が行われた。AFIR関連研究会では会議での論文等の資料を輪読し、以下のとおり概要を研究会のメンバーによりとりまとめたのでご報告する。なお日本からは当研究会の横尾委員がブラウン運動の橋という確率過程の数学モデルを利用した死亡率のモデル化に関する研究論文を発表した。

2. サマリー

今回、欧州で開催されたこともあり、欧州からの参加者が比較的多かった。アカデミック、保険、コンサル、運用サイド等の業界からバランスよく参加があった。研究発表に関し、分野としては、昨年2013年に引き続き、Solvency IIと長寿・死亡率関連の研究が目立った。また、分析手法については、確率過程等をはじめ、数学的に高度なものが多く、これも近年の研究の特徴を引き継いでいる。

11

その翌年、2013年はリヨンで行われました。当会からは横尾さんが出て研究成果を発表しています。その論文に関しては発表前にAFIR関連研究会では何回かディスカッションをしています。横尾さんのその論文についてはまた後で触れることとします。

AFIR/ERMの論文の動向

2013年リヨン国際会議の論文の動向-発表論文と著者名

Unfunded hedging strategies- Some practical lessons for asset owners	J-P. Charmaille, M. Clarke, O. Sara, T. McCartan & D. Mikulskis
Keep your lid on! A Financial Analyst's View of the Cost and Valuation of DB Pension Provision	Con Keating
A common risk classification system for the actuarial profession (Presentation)	Patrick Kelliher, D. Wilmot, J. Vij & P.J.M. Klumpes
Modelling Longevity Risk: Generalization of the Olivier-Smith Model	Daniel Alai, Katja Ignatieva & Michael Sherris
Solvency assessment within the ORSA framework : issues and quantitative methodologies (Presentation)	Julien Vedani & Laurent Devineau
Coherent mortality forecasting for small populations: an application to Swiss mortality data (Presentation)	Cheng Wan, Ljudmila Bertschi & Yishan Yang
Evaluation of Uncertainty Risk of The Limit Life by Brownian-Bridge Mortality Model (Presentation)	Noriaki Yokoo

12

ここにおいても「Solvency IIと長寿・死亡率関係の研究が目立った。また、分析手法については確率過程等をはじめ、数学的に高度なものが多く」とあります。実際に当研究会において取り上げて重点的に勉強したのもこの路線に沿ったもので、確率過程をはじめ数学的に高度なものが取り上げられているものがピックアップされていました。前年度の反動のようなものもあって、定性的な要素を議論の中心とした論文の数は減っているとの印象です。たとえば、上から五つ目、題名に「quantitative methodology」という言葉が使われていますが、このような、いわゆる定量的な分析に基づく論文が多かったということです。一番下の所を見ても、これが横尾さんの出した論文です。スライドの一番下の行、一番下の論文の題名の2行目に「Brownian-Bridge Mortality Model」という用語がありますが、「ブラウン運動の橋」ということで、定量的なものに関して、理論的に難しい内容を数学的に分析した論文であり、この分野を理論的に前進をさせ

ていこうという内容が盛り込まれた論文です。

そのひとつ上の論文は死亡率に関するものであり、死亡率関係の論文が多かったここ数年間の傾向を表す一例となっています。この論文は、スイスの状況の説明をしたうえで、スイスは人口が比較的少ないので、少ない人口の死亡率をどのように分析するかということについて検討しています。大きい人口を取り扱うモデルを参照しつつ、少ない人口を取り扱うための死亡率をモデル化するための独自のアプローチを解説しています。大きい人口用のモデルと小さい人口用のモデルとのスプレッドを、スリーファクターのリー・カーターモデルでモデル化する、というものです。リー・カーターを使った一連の論文というものがいくつも出ている。先ほどの横尾さんの論文に老いても、リー・カーターモデルを進化させた形のもを前提にして、その上でブラウニアン・ブリッジというものを使っています。そのような動向があることをまずは共有させていただきます。

AFIR/ERMの論文の動向	
2013年リヨン国際会議の論文の動向-発表論文と著者名	
Hedging mortality risk in order to decrease the regulatory capital requirement under the new Australian prudential standards in effect since 1 January 2013	Philip Clark
Analytical calculation of risk measures for variable annuity guaranteed benefits (Presentation)	Feng, Runhuan & Hans W. Volkmer
Portfolio Theory and Pension Funding in a Stochastic Framework	Pierre Devolder & Roberta Melis
Optimal liquidation with directional views and additional information	Stefan Ankirchner, Christophette Blanchet-Scalliet & Anne Eyaud-Loisel
Distortion risk measures, ambiguity aversion and optimal effort	Christian Y. Robert & Pierre-E. Thérond
Asymptotic behavior, comparisons of risk indicators and applications to optimal reserve allocation	P. Cenac, S. Loisel, V. Maume-Deschamps & C. Prieur
A Comparison of the Wilkie Model and a "Yield-Macro" model for UK data	Şule Şahin, Andrew J.G. Cairns, Torsten Kleinow & David Wilkie
Some characteristics of an equity security next-year impairment	Julien Azzaz, Stéphane Loisel & Pierre-E. Thérond

次のスライド 13 ページの一番上ですが、取り上げるのが死亡率ばかりになっていますが、フィリップ・クラークさんの論文です。これは死亡率をヘッジするために、死亡率スワップというものを考えてみましょうというものです。死亡率スワップのプライシングをするということを前提に、それをリスク管理に使いましょう、という論文です。これも、金融商品として仮定した死亡率スワップのようもののプライシングですから、やはり定量的な議論になっています。

それから、死亡率関連ではないものとしてここで取り上げたいのは、下から 2 番目の論文です。ウィルキーモデルとイールドマクロモデルの比較ということで、投資環境に関するモデルの比較をしています。デイビッド・ウィルキー氏も協著者の一人となっています。エコノミック・シナリオ・ジェネレーターと関連が大きいと思います。

AFIR/ERMの論文の動向
2013年リヨン国際会議の論文の動向-発表論文と著者名

Estimation Errors and SCR Calculation	E. Karam & Frédéric Planchet
Model Risk and Capital Requirements	Parit Jakhria, Stuart Jarvis & Andrew Smith
Insurance Regulation and Plural Rationalities★	David Ingram, Michael Thompson, Alice Underwood & Elliot Varnell
Best estimate calculations of savings contracts by closed formulas - Application to the ORSA (Presentation)	François Bonnin, Frédéric Planchet & Marc Juillard
RAPMs in a multi-standard environment (Presentation)	Baptiste Bréchet & Thomas Béhar
Optimal quadratic hedging with insurance linked securities	Ragnar Norberg
Update on IAA progress: Development of model standards and actuarial notes for insurance in the context of IFRS 4 phase 2	Micheline Dionne
The Impact of Disability Insurance on a Life Insurer's Risk Situation	Nadine Gatzert & Alexander Maegebier

14

スライド 14 ページの三つ目の所に星をつけましたが、これは後で少し詳しく取り上げる三つの紹介論文と関連がありますので、ここはいったん省略します。一番上の論文は、Estimation Errors and SCR Calculation ということで、これもソルベンシーⅡ絡みですが、パラメーターを推計するときにパラメーターの推計誤差自体があると、いわゆる変動の影響だけではなくて、推計誤差も取り入れた場合の、ソルベンシー基準のSCRを考えてみましょうというものです。その下の論文、Model Risk and Capital Requirements という題名のものは、先ほどのものと、構造的には非常によく似ていますが、対象とするのがキャピタル・リクワイアメンツという、より一般的な背景で議論しています。また、モデルリスクを扱っていますので、パラメーター推計誤差とは、少し異なる視点で議論しています。

次は上から五つ目の「RAPMs in a multi-standard environment」という論文について。マルチスタンダード・エンバイロメントというのは、例えば、制約などを与える環境のようなもののことです。例えば、目的に関しては、プライシング、キャピタル・アロケーション、投資判断、財務報告、あるいは職員に対するコンペンセーション等、いろいろあり得ますが、そのようなものをマルチスタンダード・エンバイロメントといいます。そのために用いることができるように、リスク・アジャステッド・パフォーマンス・メジャメント、リスクを考慮した成果の評価というものを考えましょうというものです。題名からだけでは印象なので何とも言えないのですが、環境に応じてリスクのアジャストの方法というのは違うということなのかもしれません。例えば、評価の道具としては、リターン・オブ・キャピタル、エコノミック・バリュー・アディド、マーケット・バリュー・アディド、それから、リスク・アジャステッド・リターン・オン・キャピタル、IRRといったものがありますが、それらのツールをどのように用いて、どの目的に対してどう使うかという議論だと思います。環境に応じてリスクに対する態度やツールが変わるという話は、後で少し詳しく紹介する論文と話題的に関連性があると考え、ここで紹介をいたしました。

AFIR/ERMの論文の動向
2013年リヨン国際会議の論文の動向-発表論文と著者名

Non Gaussian Returns: Which impact on default options retirement plans?	Stéphane Hamayon, Florence Legros & Yannick Pradat
Modelling and Management of Longevity Risk	Andrew Cairns
Valuation of life insurance liabilities under changes of regimes	Rosario Monter
Optimal Payoffs under State-dependent Constraints	Carole Bernard, F. Moraux, L. Rüschemdorf & S. Vanduffel
How a single-factor CAPM works in a multi-currency world	Rob Thomson, S. Sahin & T.L. Reddy
Instantaneous mean-variance hedging and instantaneous Sharpe ratio pricing in a regime-switching financial model	Łukasz Delong & Antoon Pelsser
Optimal Capital Allocation: Mean-Variance Models	Krzysztof M. Ostaszewski & Maochao Xu
Living With Solvency II - An Economic Capital Perspective From Recent History	Russell Ward, Matthew Cocke & Russell Osman
ILS Market-derived Metrics; Finding the Market Transform	Morton Lane & Jerome Kreuser

15

AFIR/ERMの論文の動向
2013年リヨン国際会議の論文の動向-発表論文と著者名

Aggregation of market risk capital and credit risk capital assessments via integrated scenarios	Steven Morrison
Systemic sovereign risk in the valuation of solvency capital requirements	Gilberto Castellani, Carlo Mottura & Luca Passalacqua
Valuation and Risk Assessment of Participating Life Insurance in the Presence of Credit Risk	Nadine Gatzert & Michael Martin
Measuring Bank Funding Liquidity Risk using A Survival Model	Fidelis T Musakwa
Gestion des risques d'entreprise : Qualité des données, levier de pilotage stratégique	S. Wittmer, V. Ranaivozanany & Anani Olympio
Générateurs de Scénarios Economiques et Portefeuilles Répliquants : Techniques de calibration	Nordine Choukar, Xavier Larrieu, Christophe Bonnefoy & Walid Hachicha
Approche Solvabilité 2 et ERM du risque Dépendance	Néfissa Sator & Grégory Sother
Problèmes théoriques et pratiques dans le calcul des provisions best estimate sous Solvabilité II	Pierre Mathoulin, Emmanuel Tassin & Patrice Palsky

16

AFIR/ERMの論文の動向
2013年リヨン国際会議の論文の動向-発表論文と著者名

Convergence of Capital and Insurance Markets: Pricing Aspects of Industry Loss Warranties Nikolai Vogl & Nadine Gatzert
A proposal of interest rate dampener for Solvency II Framework introducing a three factors mean reversion model Alexandre Le Maistre & Frédéric Planchet

17

スライド15ページから17ページにも、リヨン大会発表のほかの論文の題名と著者が列挙されていますが、ここでは具体的には触れず、後半に入りたいと思います。

2014年ICA提出論文から3つ紹介
(関連する理論も紹介)

David Ingram, Alice Underwood & Chuck Thayerによる発表論文
「A Study of Reinsurer Risk Strategies」

⇒ リスクの文化理論の応用

Darja Stepchenko, Irina Voronva & Gaida Pettererによる発表論文
「Operational Risk Effect on Insurance Market's Activity」

⇒ AHPの活用

Walter Olbricht & Ralf Kruegerによる発表
「Tree-based Methods: Gaining new insights into (life) insurance data」

⇒ Tree-based Methodの応用

18

この三つの論文は、2014年のICAの提出論文から三つピックアップしました。この三つは、直接の関連はないので、話としては、まとまりのない三つの話ということになりますがご容赦ください。

1番上はかなり定性的な話題です。2番目は定性的な話と定量的な話と中間くらい、3番目はどちらかという定量的な話なのですが、定量的なもの定性的なものが混ざっていても一緒に取り扱えるようなツールについての話です。全体として、定性的な問題を取り扱う論文の紹介という、今日の主題にそれほど外れていないと思います。最後の論文は、どちらかというライフセクションの論文の色彩が濃いですが、2014年のICAというのは、特定のどこのセクションの発表かということがはっきりとはしてない上、ウェブサイト上のこの論文の分類にAFIR/ERMに関連する論文としてのマークもライフ関連のマークと一緒に付いているので、取り上げてよいと思いました。

リスクの文化理論の応用

<p>キーワード:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cultural Theory of Risk ✓ 文化人類学 ✓ Plural rationality(複数合理性理論) ✓ グリッド・グループ論 ✓ Agent Based Model ✓ 保険業界への応用 	<p>関連文献:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Cultural Theory of Risk (Plural rationality)について • Risk and Culture: An essay on the selection of technical and environmental dangers (1982) (Mary Douglas & Aaron Wildavsky) • Cultural Theory (1990) (Michael Thompson, Richard J Ellis & Aaron Wildavsky) ◆ Ingram氏他による一連の発表等(抜粋) • Surprise, Surprise - From Neoclassical Economics to E-Life (2012 ASTIN Bulletin) David Ingram, Paul Tayler & Michael Thompson) • Plural Rationality views of Financial and Insurance Regulation (2013 AFIR/ERM) (David Ingram, Michael Thompson & Elliot Varnell)
<p>取り上げる参考論文:</p> <p>2014年に行われたICA(International Congress of Actuaries)における David Ingram氏他による発表論文「A Study of Reinsurer Risk Strategies」</p>	

まずは一つ目です。論文の名前は、左下の枠内です。2014年のICAに提出された、デイビッド・イングラム氏他による、文章ドキュメントでは“A Study of Insurer Risk Strategy”、プレゼン資料では“A Study of Reinsurer Risk Strategies”『再保険会社のリスク戦略に関するスタディー』です。このスタディーというのは、アンケートを取って集計してそれを分析してみたという感じです。キーワードとしては、左上にこれに関連があるものを並べました。まずは Cultural Theory of Risk というものと、その二つ下、Plural rationality というものは、これはどちらも広い意味で文化人類学の中の、ひとつのトピックです。この二つの用語とていうのは、実は、同じことを別な言い方で呼んでいるような感じです。なので、右側に記載した関連文献のカテゴリーとして、「Cultural Theory of Risk (Plural rationality について)」と書きました。その理論に登場するグリッド・グループ論というのを、イングラム氏他が使って、保険業界に関する分析のツールにしています。

イングラム氏はこれに関連する一連の論文を出しているのですが、ある論文で、Agent Based Model というのを使っていますので、それも一応キーワードに入れておきました。保険業界を分析するためのツールとして用いられました。

この一連の取り組みは、文化人類学から出てきている理論を使って分析しているという意味で、他の領域の理論やツールを、保険業界というかアクチュアリーが取り扱う対象を分析するために、こちらに持ってきて使っているという特徴があります。したがって、このようなものは面白いと思い、ご紹介しようと思いました。また、当研究会で国際会議に発表する論文を開発するアプローチとして、このような取り組みは参考にできると考えました。

まず、関連文献のところで説明いたしますが、最初の関連文献が、『Risk and Culture』、リスクと文化です。これの和訳本は出ていないのですが、メアリー・ダグラスという人は、文化人類学の世界では一種の巨人という感じで、着実に新たな知識を調べて漸次全身するというよりは、新たな理論自体を提唱するような感じで、次から次へと新しいことに挑戦してきた方です。この人が書いた書籍で、この人自身の代表作と言われているのが、『Purity and Danger』という書籍が1966年に出版されています。和訳本は少し違う感じの題名となっており『汚穢と禁忌』です。禁忌というのはタブーですね。今はちくま学術文庫から出ておりますので、興味を持った方は購入できると思います。

ここで言っているのは、ここでいうデインジャーというのは危険というような意味であり、リスクという言葉ではないのですが、危険をわれわれがどのように認識するかということの分析に着手したものです。そこをスタートとして、いろいろな人と共同研究を行い、このリスクに関するものを正面から取り上げ、アーロン・ウィルダフスキーという人と一緒に研究をし、『Risk and Culture』の出版にいたっている、というものです。

このアーロン・ウィルダフスキーという人は、その下の文献『Cultural Theory』において、共著者の1人として出ています。この本の共著者にマイケル・トンプソンという人がいます。マイケル・トンプソンという人は、このイングラム氏の最近の一連の発表の中で、一つ目の論文と二つ目の論文に名前が出てきています。このようにつながっている、という流れになっております。

参考論文紹介

リスクの文化理論の応用

2014年に行われたICA (International Congress of Actuaries) におけるDavid Ingram, Alice Underwood & Chuck Thayerによる発表論文「A Study of Reinsurer Risk Strategies」について内容紹介を行う。

-調査内容および目的-

○研究目的

- ▶ 各社が会社を取り巻く様々なリスクに対して、1つのリスク管理戦略を取っているのか、リスク毎に異なる戦略を取っているのかについて把握する

○調査内容

- ▶ 異なる保険会社の8人に対して、次のリスクに関する管理戦略をヒアリング
 - ①保険金支払が予測を超えるリスク
 - ②投資リスク
 - ③責任準備金が積立不足となるリスク
 - ④オペレーショナルリスク
 - ⑤会社全体でのリスク

○ヒアリング対象

- ▶ 8人は異なる国の保険会社に所属しているリスク管理部門の最高責任者
- ▶ 生命保険会社、損害保険会社を含む

21

スライド 21 ページの研究目的のところに記載してあるとおり、シンプルなものですが、各社が会社を取り巻く様々なリスクに対して一つの管理戦略をとっているのか、各リスクに対してリスクごとに異なる戦略をとっているのかについて、調べてみたということです。なぜこのような調査をしたかというモチベーションについては後ほどふれます。

まず調査内容から簡単にいきますと、異なる保険会社の8人に対してヒアリングをしています。リスクは、代表的なリスクとして五つ取り上げています。具体的な会社名は記載されていませんが、おそらく再保険会社に対するヒアリングだと思われます。とすると、いわゆる保険サイクルとかアンダーライティング・サイクルとか言われるマーケットの保険料水準の変動の影響が比較的大きい損害保険会社、とりわけ再保険会社を取り巻く環境があるため、そのようなものに対する問題意識が、研究動機の一部にあったのだと私は思っています。

-リスク戦略の分類-

リスク管理戦略は以下の4つ（Diversification, Loss Controlling, Risk Trading, Risk Steering）に分類される。

リスク管理戦略	内容
Diversification	✓ リスクを分散する（リスクの集中を避ける）戦略
Loss Controlling	✓ 最も重要なリスクを認識して縮減させる戦略
Risk Trading	✓ リスクを定量的に評価し取り扱う戦略
Risk Steering	✓ 会社全体のリスクリターンのもっとも最適なバランスを追及する戦略

20

リスク戦略の分類については、スライド 20 ページに戻りまして、この四つで定義しています。この定義は文化人類学で使われたものということです。後でリスクの文化理論について説明するときにもう一回説明します。個々のリスク戦略が、この分類のどれかにはっきり分けられるものかということ、そういうわけではなくて、例えば、ある戦略が二つの効果を持つということはある話であるということには言及されています。例えば、保険金額の大きなものは再保険に出して保有の外に出してしまうということは、いわゆる自分の所で抱えられない大きなリスクを放棄するという、Loss Controlling に該当しますが、保険金額をなるべく平準化するという要素ももち、リスクを分散する Diversification の効果を高めるということで、この二つに関連することになります。そのようなことはもちろんありますが、一応、四つに分けています。縮減というのは、リスクそのものをとりませんよという意味合いもあります。最後の Risk Steering というのが、少し分かりにくいのですが、全体の様子を見つうまくバランスを取って混合してやっていきたいと思いますという戦略です。

-結果と考察-

ヒアリング結果は以下のとおりであり、各社は様々なリスクに対して単一のリスク管理戦略を取っておらず、リスクの特性に応じて異なるリスク管理戦略を取っていることが明らかになった。

リスク管理戦略	①	②	③	④	⑤
Diversification	0	4	0	0	2
Loss Controlling	2	5	3	3	4
Risk Trading	2	1	0	0	0
Risk Steering	7	4	3	2	6

※ 1 ①保険金支払が予測を超えるリスク、②投資リスク、③責任準備金が積立不足となるリスク、④オペレーショナルリスク、⑤会社全体でのリスク

※ 2 1つのリスクに対して複数の戦略を回答することが可能、また戦略が明確でない場合は回答しないことが可能。

-次への課題-

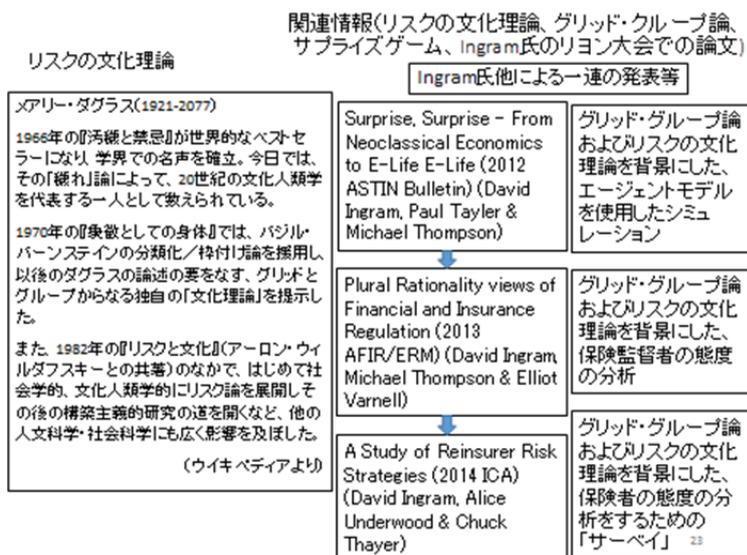
今後の研究においては、各社のリスクに対する見方と管理戦略チョイスの関係を、複数合理性理論と結び付けて説明することを試みる。

22

ヒアリングの結果は、リスクの特性に応じて、異なる管理戦略をとっていることが明らかになったという、

明確な結論です。このような結果になるだろうと想像できた方も当然多いでしょうが、やはりサーベイによって調べてみる、というのは大事なことだと私は思いました。もっとも、この結論だけで論文が終わっているだけではなくて、個々の、先ほどのこのリスクに対してどのような回答があったかということの一つ一つ分析していますが、それらの点につきましてはここでは省略いたします。

次への課題については、論文のイントロにおいても最後の章においても言及されていました。各社のリスクに対する見方と管理戦略のチョイスの関係を、ここで言う複数合理性理論、Plural rationality、Cultural Theory of Risk という言い方もありますが、それと結び付けて説明することを試みることを課題としています。当論文はそのための材料を集めたということだと思います。ですので、この調査をしたモチベーションというものは、次の論文への発展のためにあるということです。



では、この課題が、彼らの一連の研究の中でどのような位置付けとなっているか、このスライド23ページの右側にある過去からの流れでいくと、まずは、文化人類学のグリッド・グループ論を背景にした分析のために、エージェントもでるでシミュレーションをしてみたという論文が一つ目。ここには書きませんでした。二つ目との間に、インシュアランス・サイクルに関する分析をした論文があって、その後、2013年のリヨン大会で発表された、二段めの、グリッド・グループ論とリスクの文化理論を背景にした、保険監督者、レギュレーターの状態の分析に関連する論文があります。そして今度は、保険会社そのもののことを調べましょうということだと思います。ICAに提出されたものは、まずはサーベイの部分の報告を行った、という流れです。ですので、この次には、保険会社の状態の分析をリスクの文化理論と関連させて、という論点に入っていくのだろうと思います。なお、このスライドの左側に、リスクの文化理論と、その理論の開拓者の一人であるメアリー・ダグラスの研究の流れについて触れていますのであとで読んでいただければと思います。『汚穢と禁忌』は、時代に対して進み過ぎていたのか、最初の2、3年で200部ぐらいしか売れなかったそうですが、驚異的なその後ベストセラーになってある新聞社によると、20世紀の100冊に選ばれたこともあったようです。

サプライズゲーム

<p>Surprise, Surprise - From Neoclassical Economics to E-Life サプライズ、サプライズ - 新古典派経済学からEライフへ</p>	<p>INGRAM, David, TAYLER, Paul, THOMPSON, Michael</p>	<p>本論文では、サプライズゲームと呼ぶエージェント(個体)・ベース・モデルを構築し、これについて説明する。このゲームは30社から成る「世界」で行われ、各企業は、他の29社しか存在しない環境の中で生き延び(そして、可能なら成長)しなければならない。各企業は、複数合理性理論によって予測される四つの戦略の一つを採用して従う必要があるものの、サプライズを検知したら、その戦略を放棄して残りの一つを採用して従わなければならない。このモデルは、複数合理性理論によって表現される世界のダイナミクスを例証するものであるが、これは、時折ショックによって混乱させられる均衡を仮定する経済モデルに比べ、現実世界のダイナミクスにより類似したものになっている。このモデルと複数合理性理論は、アクチュアリー今後の業務に知見や着想をもたらすものである。</p>
--	---	---

アクチュアリージャーナル2014年3月号:ASTIN関連研究会 ASTIN Bulletinアブストラクトより

次のスライド 24 ページは「サプライズゲーム」という、『ASTIN Bulletin』に掲載されイングラム氏らの論文に関して、ASTIN 関連研究会が、概要の和訳をアクチュアリージャーナルに載せていますので、それを転載いたしました。

サプライズゲーム

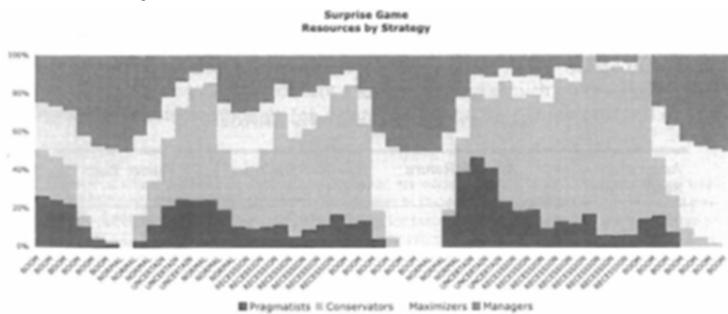
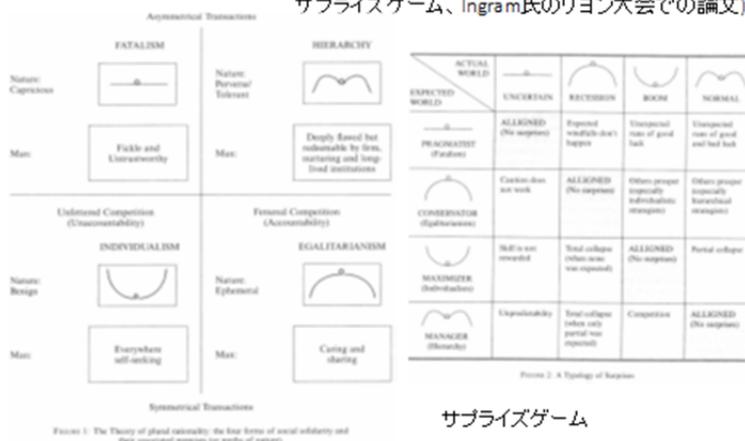


FIGURE 3: Fifty Years in the World of the Surprise Game

Surprise, Surprise - From Neoclassical Economics to E-Life (David Ingram, Paul Tayler & Michael Thompson)より図を引用

この「サプライズゲーム」についてですが、横軸が年単位の時系列です。細かくて見えにくいかもしれませんが、ブーム、ノーマル、リセッションとあります。積み重なっているグラフ部分を下から見ていくと、プラグマティスト、コンサベイター、マキシマイザー、マネージャーがあって、これの数の割合が時系列で変化しています。つまりサプライズゲームというのは、あるルールに基づいて、このようなリスクに対する態度をとりなさいという、リスクへの見方と、リスクへの対処の方法が決められていて、シミュレーションするというゲームであり、その態度のダイナミックな動きを描写してしています。この動きはエージェント・ベースド・モデルを使った結果ということです。エージェント・ベースド・モデルというのは、数式的に均衡を求めるような経済学の理論と違って、このようなダイナミックな動きについて、うまく活用すれば、有効な情報が得られますよという話だと思うのです。

関連情報(リスクの文化理論、グリッド・グループ論、サブライズゲーム、Ingram氏のリヨン大会での論文)



Surprise, Surprise—From Neoclassical Economics to E-Life (David Ingram, Paul Taylor & Michael Thompson)より図を引用

26

これがサブライズゲームの結果です。その中で説明に、スライド 26 ページの左側の図、細かくてすみませんが、縦二つ、横二つで四つの象限があり、横がグリッドで、縦がグループの区分けとされます。四つの社会に対する関わり方の態度、このところが文化人類学から出てきた概念です。

まずは、インディビジュアリズムというのは、リスクというものは管理可能で、ボールが右側に行っても結局真ん中に戻ってきますよ、左側に行っても戻ってきますよという感じで、リスクをどんどん積極的に取りに行って管理していけば、リスクから得られる収益が期待できるので、リスクを上手にとりましょう、という感じのものです。このような一般的な態度を、事業や投資に関する行動とを結び付けているのが、このイングラム氏やマイケル・トンプソン氏の発想のようです。この四つの分類自体は、社会自体、ある特定の社会が、その社会の構成員に対して、どのような態度を取ることとを規定しているかという意味において、文化人類学の研究対象とされたもののように思われます。例えば、未開社会を分析して、未開社会で特有の習慣を分析するのが文化人類学ですが、メアリー・ダグラスという人は、そのような未開社会特有のものを研究して、「ああ、そうなんだ、そういうことなんだ、未開社会って独特な特徴をもっているね」という研究から一歩進んで、そこにおける構造は、われわれの高度に文明化された社会でも同じことが起きているのではないかと、といった一般的な構造の分析に研究の主題を持ちこんでいるので、私は、そのような意味において、文化人類学が、いわゆる社会学につながってきていると思います。右半分のほうの図ですが、この四つを、今度はそれぞれの態度と見て縦に並べています。横にも同じ図がここに並んでいますが、こちらのほうは、アクチュアルワールドということで、環境を示します。たとえば、左から 2 つ目のリセッションは、ボールが一番上にある状況でかろうじて安定をとっていますが、ちょっと右に行くと、あっというまにボールが落ちてしまいます。つまりリセッションの段階では非常にリスクが高い状況になっているという表現です。ブームなどは、ぐんぐん揺らしても落ちずに、上にあがることのできる。リスクをとるインセンティブが表現されているような図になります。ノーマルというのは、右や左の方に大きく外れていくと、落ちていきますが、中心付近の管理可能な領域ではブームと同じような環境にあって、態度のほうでいえばマキシマイザーという態度と親和性がある、といったものです。

元に戻って 20 ページのリスク管理戦略と対応させると、Diversification とプラグマティスト、つまり、「予想は困難。では分散しましょう」という中庸な考え方、あるいは少々消極的な態度。Loss Controlling

とコンサベーターが対応し、「リスクを完全に避けましょう」という態度。Risk Trading とマキシマイザーが対応し、「リスクをどんどん取り込んでいきましょう」という態度。Risk Steering とマネージャーが対応し、全体的に考えてバランスをとりましょうという態度。27 ページに進みます。

関連情報(リスクの文化理論、グリッド・グループ論、サブライズゲーム、Ingram氏のリヨン大会での論文)

グリッド・グループ論を用いた分析

Chart 3 Different emphasis on Objectives of Financial Regulation

	Systemic Market Failures	Customer Protection	Investor Protection	Market Protection (Insurance)
Rules Based - Egalitarian/ Conservator	Manage the individual companies and market will be fine.	High focus.	Low importance.	Rate regulation common.
Principles Based - Hierarchical/ Manager	Find the metrics to measure and they can manage.	Moderate importance.	Moderate importance.	Moderate importance.
Market Based - Individualist/ Maximizer	No action to prevent. Cannot tell in advance.	Low importance.	High focus.	Will take care of itself.
Situational - Pragmatist	Varies.	Varies.	Varies.	Varies.

Plural Rationality views of Financial and Insurance Regulation (2013 AFIR/ERM) (David Ingram, Michael Thompson & Elliot Varnell) より図を引用

27

関連情報(リスクの文化理論、グリッド・グループ論、サブライズゲーム、Ingram氏のリヨン大会での論文)

Chart 4 Regulatory Surprise Matrix

	Bust Environment	Moderate Environment	Boom Environment	Uncertain Environment
Rules Based - Egalitarian	Expected. Some Companies Failures as expected. But Rules prevented many failures if the rules were strict enough.	Companies are fighting the rules as they are too restrictive and are standing in the way of success.	Companies are fighting the rules as they are too restrictive and are actually unnecessary. Politicians pressure relaxation of rules.	Companies following the rules are struggling.
Principles Based - Hierarchical	Companies that follow the principles are not penalized. Things are much worse than anticipated. Politicians pressure for more simple rules.	Companies who are following the principles are flourishing. Those who ignore the principles are struggling as expected.	Companies who ignore the principles are flourishing. Support from Manager firms is dwindling as they struggle to compete with Maximizers. Politicians pressure relaxation of principles.	Companies following the principles are not doing any better than those who are ignoring the principles.
Market Based - Individualist	Many firms fail. Need stronger Regulatory approach seen as failure by politicians.	Some firms struggle as they occasionally create their own mini crisis.	Companies are growing their business and their profits. Struggling out of their way worked well.	Companies following the market are not doing any better than those who are ignoring the principles.
Situational - Realist	Too Many company failures. Politicians call for different regulatory regime.	Firms stop paying attention to rules and develop their own principles based approach.	Having a hard time defunding any past decisions. Firms are talking at the patchwork quilt of regulations. Politicians call for new rules.	Variety of approaches and regulatory regimes to provide the right balance of protection, freedom and

グリッド・グループ論を用いた分析

Plural Rationality views of Financial and Insurance Regulation (2013 AFIR/ERM) (David Ingram, Michael Thompson & Elliot Varnell) より図を引用

28

保険監督者が過去に時系列的にどのような行動を取ってきたかということ进行分析に使ったのが、ICA の1年前のリヨン大会における論文です。スライド 28 ページもそれに関連する図表です。詳細はここでは省きますが、やはり縦と横四つずつに分けて分析の対象にしています。具体的な結論や内容についてはここでは省略させていただきます。次のトピックに進もうと思います。

AHPの活用

<p>キーワード:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ソルベンシーII ✓オペレーショナルリスク ✓サーベイ ✓AHP ✓フロベニウスの定理 	<p>関連文献:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆AHPについて調べた参考書 • AHPの理論と実際(日科技連 2000)(木下栄蔵 編著) • Excelで学ぶAHP入門(オーム社 2005)(高萩栄一郎&中島信之 著) • よくわかるAHP 孫子の兵法の戦略モデル(オーム社 2006)(木下栄蔵 著)
<p>取り上げる参考論文:</p> <p>2014年に行われたICA(International Congress of Actuaries)における Darja Stepchenko氏他による発表論文「Operational Risk Effect on Insurance Market's Activity」</p>	

次はAHPの活用。AHPというのは、15年ぐらい前に、日本語での解説本が何冊も出たので、当時から興味を持っていました。定性的な要素を考慮する意思決定の場面において、結構役に立つツールだと思います。

参考論文紹介

AHPの活用

2014年に行われたICA (International Congress of Actuaries) における Darja Stepchenko, Irina Voronva & Gaida Pettererによる発表論文「Operational Risk Effect on Insurance Market's Activity」について内容紹介を行う。

-研究目的および内容-

○研究目的

- ラトビアの保険業界は発展途上にあり、ソルベンシーIIの要請そのままの実務を受け入れること(特にオペレーショナルリスクに関したものは)ハードルが高い。そこで、このオペレーショナルリスク管理の実務を発展させるための短期的な対応として、リスクカルチャーの醸成への貢献を目的として、細分化したサブリスクそれぞれの重要性度合について専門家の意見を聞き評価する。また、いくつかの実務ファンクションに関するリスクへ影響を与える主要な要素に関する分析も行う。
- 著者は、分析内容と方法を、ラトビアの保険会社に勧める。

○調査内容

- 異なるラトビアの保険会社の、アクチュアリアル、内部監査、リスクマネジメントおよびコンプライアンスのエキスパートに対して、質問を行う
- オペレーショナルリスクを10種類のサブリスクに細分し、それぞれの相対的重要性を聞く
- 評価にはAHPを使用

30

AHPそのものに関しては後で説明しますが、ここで取り上げる論文は、ステプチェンコさんという人が、サーベイの分析にAHPを使っているものです。AHPを使うこと自体が論文の主題というよりは、もちろん分析の対象および分析結果が主題なのですが、分析方法としてのAHPについても、このような分析を試みたらいかがという推奨も含まれています。ラトビアという国の保険業界というのは、まだ若く、オペレーショナルリスクの取り扱いについて、高度なことを求めるのは難しいということで、まずは、リスクカルチャーを保険業界に対して醸成しましょうという、という目的をもって、リスクに関するアンケートを取ってそれを分析し、それをフィードバックしたという論文です。

-リスクの分類と重要度評価結果-

Experts' evaluation, using Saati importance scale

Operational risk subrisk	Evaluation										Importance
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.Organizational risk	1	0.5	2	0.3	0.5	1	2	2	0.3	2	0.08
2.Reputational risk	2	1	2	0.3	2	0.5	2	4	0.5	1	0.10
3.Business disruption and system failure risk	0.5	0.5	1	0.3	2	1	4	2	1	2	0.09
4.Human resources risk	4	3	4	1	4	2	5	4	0.5	4	0.23
5.Client, products and business practices risk	2	0.5	0.5	0.3	1	2	0.5	2	0.3	2	0.07
6.Compliance risk	1	2	1	0.5	0.5	1	2	2	0.3	2	0.09
7.Execution, delivery and process management risk	0.5	0.5	0.3	0.2	2	0.5	1	0.5	1	0.5	0.05
8.External fraud risk	0.5	0.3	0.5	0.3	0.5	0.5	2	1	0.3	0.5	0.04
9.Information technology (IT) risk	4	2	1	2	4	4	1	4	1	4	0.20
10.Model risk	0.5	1	0.5	0.3	0.5	0.5	2	2	0.3	1	0.06

※表の見方はAHP紹介の部分で後述

Conformity of expert evaluation

Ratio	λ_{max}	CI	CR
Value	11.317	0.146	9.24%

21

結果はスライド 31 ページのようになっています。オペレーショナルリスクを 10 のサブリスクに分けて、複数の人にアンケートを取っています。複数の人のアンケート回答から、平均的な結果を得るためのやり方にはいろいろ方法はあると思いますが、ここにおいてはAHPを用いて分析したということです。行列になっていて、各要素欄に点数が付いています。AHPを用いて分析すると、右側で表示されている、インポートランス、重要度が計算できました、ということです。重要度は、合計すると1になるように標準化されています。中でも重要度が大きいものは、ヒューマンリソースリスクとITリスクということになりました。「リスクに対してどう考えますか」ということに対するアンケートを、数字で答えてもらうのですが、いくつか難点があって、「数字で答えるのは難しいね」「人によって判断基準違うんじゃないの?」、そのような問題点をうまく取り扱って分析できるツールとして、AHPがあるということです。

なお、この論文においては、後半において、別の分析も行っておりまして、各実務ファンクションに対する分析もしています。

-各実務ファンクションに対する主要要素分析結果-

Identification of main factors affecting Audit function

Audit function factors	Evaluation		
	W	P	Pi
Lack of knowledge of insurance company's processes	8%	70%	6%
Lack of competence in insurance company's audit	22%	20%	4%
Lack of knowledge of Solvency II requirements	14%	40%	6%
Manual mistake in calculations	5%	90%	5%
Not appropriate education	18%	30%	5%
Management influence on audit	4%	90%	4%
High workload	6%	70%	4%
Changes in personal	11%	30%	3%

Identification of main factors affecting Risk management function

Risk Management function factors	Evaluation		
	W	P	Pi
Management influence on risk management	5%	90%	4%
Lack of knowledge in Solvency II requirements	9%	60%	6%
Lack in competence in risk assessment and management	5%	80%	4%
Changes in personal	28%	40%	11%
Incorrect interpretation of the ORSA requirements	22%	40%	9%
High workload	18%	70%	13%
Manual mistake in calculations	9%	60%	5%
Problems with time-management	22%	30%	6%

- ※記号の説明
- W : 重要度比率
 - P : リスク発生確率
 - Pi : 要素によるリスク発生確率

32

-各実務ファンクションに対する主要要素分析結果-

Identification of main factors affecting Actuarial function

Actuarial function factors	Evaluation		
	W	P	P _i
High workload	9%	80%	7%
Lack of knowledge in reserving	16%	50%	8%
Lack of knowledge in profitability calculations	16%	50%	8%
Manual mistake in calculations	4%	85%	3%
Management influence on actuarial function	7%	90%	7%
Incorrect performance of Liability adequacy test	11%	60%	7%
Changes in personal	18%	40%	7%
Lack of knowledge in IT systems	19%	40%	8%

※記号の説明
 ・ W：重要度比率
 ・ P：リスク発生確率
 ・ P_i：要素による
 リスク発生確率

オーディットファンクション、リスクマネジメント、アクチュアリアルファンクションに関するものです。時間がないので、このところは省略します。ひとつだけコメントすると、論文には特段書かれていないのですが、P_iというのは、W×Pになっているだろうと計算したら、つまり、ここで言う重要度比率というのは、このPがリスク発生確率なので、Wがそれにさらされている量のような感じなのですかね。そう考えると、最終的な発生率がP_iとして出てきている、と理解できます。

AHPについて

「社会システムは多くの場合、多目的システムであり、ある目的水準を上げようとする他の目的水準が下がる、というようなコンフリクトが生じる、このコンフリクトをいかに適切に処理し、総合的コバランスのとれた決定を行うかが重要な課題となる。多目的意思決定モデルは、まさに、このような多目的システムに対する科学的技法である。

しかし、この種のモデルを社会システムの中で適用するに、人間の価値判断(トレードオフ分析等)をどのように科学的技法の中に取り入れるかが重要な点になる。すなわち、社会システムにおける多目的意思決定は、単に数理計画の目的関数を複雑化するだけでは不十分であり、人間の価値判断の処理をも対象とするシステムの中に入れ、総合的な立場からシステムを見ようとする点がその本質と考えられる。

Thomas L. Saatyの階層分析法(AHP: Analytic Hierarchy Process)はこのような課題に応える、主観的判断とシステムアプローチをうまくミックスした手法の一つとして、現在欧米を中心に広く適用されている。適用分野は、経済問題・経営問題・エネルギー問題・政策決定・都市計画など多岐にわたる。」

AHPの理論と実際 (日科技連 2000) (木下栄蔵 編著)
 第1章 序論 1.1 はじめに より引用

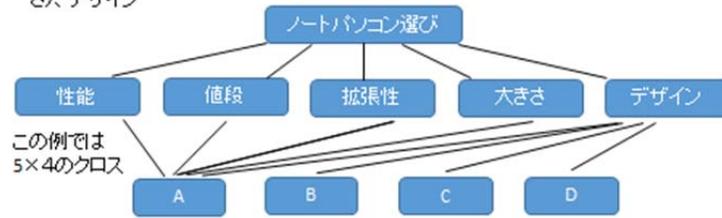
AHPのポイント：階層化、一対比較、整合度のチェック

AHPについて、私が参考にした本の「はじめに」という所で、結構よくまとめてあるので、スライド 34 ページにそのまま載せました。複数の目的をもつようなものに対してどう意思決定していくかということに対して、うまく使えるというところです。ここの三つ目のパラグラフの、主観的判断とシステムアプローチをうまくミックスした手法の一つとして広く適用されているというのがAHPです。このAHPというのは技法、テクニックとして非常に分かりやすいし、計算の方法についても、発展形のものも含めて、プログラムもありようなので、便利なツールだと私は感じました。

AHPについて

階層化: ノートパソコン選びの例

- 候補: 東芝のA、NECのB、レノボのC、PanasonicのD
- 価値基準の細分化: 性能(スピード・記憶容量等)、値段、拡張性、大きさ(重さ)、デザイン



各価値基準の重みづけ: 5つの価値基準について、一対比較($5 \times (5-1) \div 2$)の各ペアの比較を行い、比較を 5×5 行列で表現(対角要素はすべて1、左下は右上の逆数)し、その行列に対する固有ベクトル(ただし、成分の和が1のもの)を求める。そのベクトルが「重み」となる。

(比較の尺度として9段階等(1:同じくらい、3:やや優、5:かなり優、7:非常に優、9:きわめて優、(2, 4, 6, 8も補助的に使う)、逆は逆数) 33

例えばノートパソコン、「この四つのノートパソコンどれがいいでしょう」というときに、いろんな観点があって、なかなか意思決定できません。お店の人が寄ってきて、「大きさどんなのがいいですか」と聞かれても、「性能にもよるしな」「値段にもよるしな」と考える。「じゃ、どれが優先なんですか」と聞かれても「優先度と言われても・・・」というような会話があったとします。その会話をシステムチックに分析材料にして、結果として、どれが1番、どれが2番といった結果を出せるということです。

ただし、今、店員との会話の中で、『「どれが優先ですか」と聞かれても」とあるので、「性能と値段ではどちらをどれだけあなたは優先しますか」と、1個対1個の比較でやってもらうと、つまり5個あるので、 5×5 の比較表ができます。 5×5 の比較表だと、自分自身と比較するときは常に1で、他と比較するときは、1から9までのスケールを使います。1、3、5、7、9の定義は下のほうに書いてありますが、2、4、6、8もその間のものとして使います。逆であれば、その逆数が使われるので、全部で17段階。結構細かいですね。なぜそんな細かいのを使うかというのは、これは、何かこの理論の提唱者であるサーティーという人の考えがあるのでしょうか。一般的には、これは9段階ではなくてもよくて、3段階や、例えば、直線でもなく、1、2、4、8と、そのようなものを使ってもいいでしょう、という見解もあるようです。

AHPについて

各価値基準ごとに、各ノートパソコンを対比較(4×(4-1)÷2の各ペアの比較を行い、比較を4×4行列で表現(対角要素はすべて1、左下は右上の逆数)し、その行列に対する主固有ベクトル(最大固有値に対する固有ベクトル。ここで成分の和が1に標準化したものを使用)を求める。そのベクトルが「重み」となる。

各ノートパソコンを、各価値基準の重みで総合する。

※固有ベクトルを求めた際に、最大固有値(λ_{max})を用いて整合性のチェックを行う。
 $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ (n は要素個数) CI が0.1(あるいは0.15以下)であれば問題なしとする。
 CI が著しく大きい場合は、価値の論理が循環している(じゃんけん様)等の問題がある。

行列と固有値例(簡単のため、3×3行列の例とする)

	X	Y	Z
X	1	4	2
Y	1/4	1	1
Z	1/2	1	1

➔

最大固有値 (λ_{max}) = 3.054 $CI = 0.027$

主固有ベクトル
0.584
0.184
0.232

36

そして、その行列に対する、主固有ベクトルを求めます。主固有ベクトルというのは、最大固有値に対する固有ベクトルです。スカラー倍に関しては自由なので、成分の和が1になるように標準化したものが、先ほどの重みとなるわけです。

この重みを作ったあとに、その一つ一つの評価基準に対して四つ、ここはデザインから出ていますから、デザインに関してA B C Dを比べてみて同じようなことをやる。そうすると、デザインに関しては、Cが1位、Bが2位で、Cがポイント6、Bがポイント2、あと、ポイント2をAとDが分け合うという感じで、加重平均すると結果が出てくるという、という計算プロセスになります。プロセスは非常に分かりやすい。ただし、この一個対一個の比較について、独立に情報を回収するので、じゃんけん現象のように矛盾したことを回答してしまいそうな場合もあります。

例えばAよりBの方がいい、BよりCの方がいい、CよりAの方がいいとなったら、当然そこからはおかしい結果が出る。AHPにはそのようなものを検出するが出てくる指標というのがあって、それが、CIとして表現されます。実務的には、CIが0.015以下であれば問題なしとされることが多いようです。大きいときは何か内部矛盾を起こしている可能性がある。このようにCIで常にチェックできるということがポイントです。

AHPがうまく働く数学的背景としてフロベニウスの定理があるのですが、実務作業としては非常にシンプルなものです。

AHPの発展と応用

- 内部従属法、外部従属法、内部・外部従属法
- ANP(超行列の使用)
- 支配型AHPと一斉法
- 集団合意形成

37

また、その後、きつかった前提条件を緩めていく研究が進んでおります。スライド 37 ページに発展と応用の項目だけ記載しました。時間ののこともありますので、これはここで省略し、次の論文紹介に移ります。

Tree-based Methodの応用

<p>キーワード:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tree Based Method ✓ 死亡率および就業不能率 	<p>関連文献:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Olbricht氏他による関連論文 <ul style="list-style-type: none"> • Tree-based methods: a useful tool for life insurance (2012) (Walter Olbricht) • Tree-based methods: an application to disability probabilities (2013) (Marcus Bauer, Ralf Krueger & Walter Olbricht) ◆ Tree Based Methodの参考文献 <ul style="list-style-type: none"> • 統計的学習の基礎 - データマイニング・推論・予測 (The Elements of Statistical Learning 2nd edの和訳)(共立出版 2014) ((original: Trevor Hastie, Robert Tibshirani & Jerome Friedman)杉山将、井出剛、神高敏弘、栗田多喜夫 & 前田栄作 監訳、井尻義久他 訳) • 樹木構造接近法と最近の発展 (2005) (杉本知之、下川敏夫 & 後藤昌司) • Rで学ぶデータサイエンス9 樹木構造接近法(共立出版2013)(杉本知之、下川敏夫 & 後藤昌司)
<p>取り上げる参考論文:</p> <p>2014年に行われたICA (International Congress of Actuaries)における Walter Olbricht氏他による発表 「Tree-based Methods: Gaining new insights into (life) insurance data」</p>	<p>38</p>

Tree - based Method の応用についてです。この論文は、死亡率および就業不能率を分析するためにこれを使ってみたというものです。このスライド 38 ページの右側の参考文献の日本語の文献の所ですが、この三つ情報量も多く、非常に参考になります。「統計的学習の基礎」という書籍は、この後にデータ分析のセッションがあると思いますが、それとも深く関連すると思います。非常に幅広いことが書いてある本です。Tree - based Method そのものについては、ここ一番下の、「Rで学ぶ・・・」という本が読みやすいかと思います。

2014年に行われたICA (International Congress of Actuaries) にWalter Olbricht & Ralf Kruegerによる発表「Tree-based Methods: Gaining new insights into (life) insurance data」について内容紹介を行う。(2012および2013の論文により情報を補足)

-研究目的および内容-

- 研究目的
 - 複雑なリスクファクターを持つ生命保険保障について、従来の方法では困難または不十分である分析を、Tree-based Methodsを使用し、分析を試みることにより、その利点や留意点を明らかにする。
- 内容
 - 死亡率および就業不能率に対して、Tree-based Methodsを使用した発生率モデルを作成し、その適合性を分析
 - 回帰木を分類問題に使用する「ハイブリッド」アプローチとして応用
 - ドイツの死亡率や就業不能率とも比較
- 結論
 - アクチュアリーが直面する多くの問題に有用
 - 多くのリスクもつファクターを持ち、それらが独立でない場合に特に有用
 - 結果の解釈が容易でわかりやすい
 - 活用には、試行錯誤等の留意が必要

39

Tree - based Method を使ったら場合、結果とその解釈が容易で分かりやすいと論文の著者は言っています。どのようなときに有用かという、多くのリスクファクターがあり、それらが独立でないというときに有用であるとのことです。なお、試行錯誤の留意が必要というコメントが論文中にあります。自動的に計算するためのメソッドなのに試行錯誤の留意が必要というのは、ちょっと矛盾しているのではないかというのがありますけれども、やはり道具というのは使う人が考えながら使うという点について留意をもたらしたということだと思います。

背景は、スライドを少し飛ばして、43 ページにあります。

Tree-based Methodについて

背景:

- データ環境の変化
 - データ収集方法の多様化
 - データサイズの増大
 - データ入手・流通の容易化
- 計算環境の変化
 - コンピュータの高性能・低価格化
 - 統計計算やシミュレーションソフトが無料入手可能
- 統計科学の役割の重要性の認知度向上
- 錯綜するデータに内在する構造(情報)を抽出するための方法が、機械学習およびデータマイニングの分野で研究開発されている

Rで学ぶデータサイエンス⑨ 樹木構造接近法(共立出版2013)(杉本知之、下川敏夫&後藤昌司)より

Tree-based Methodの発端と発展:

- 発端:自動交互作用検出法(AID: Automatic Interaction Detection)
- 典型的なTree-based Methodとして、分類回帰樹木法(CART: Classification And Regression Trees)がBreiman氏らによって紹介された(1984) - 最終樹木の大きさの決定問題についてある回答を与えている。

40

論文の中身ですが、スライドの 40 ページに戻ります。

参考論文紹介

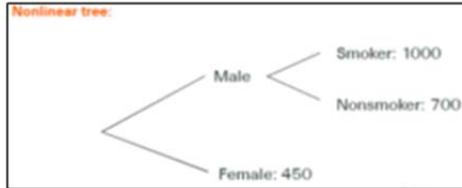
Tree-based Methodの応用

背景: 平均ダメージ(同じサイズの大きなデータによる)

	Smoker	Nonsmoker
Male	1000 950 1000	700 750 700
Female	500 550 450	400 350 450

上段: 元データ
中段: 線形モデル
下段: 非線形ツリー

Linear model:
 $DAMAGE = \mu + \theta_1 \text{SEX} + \theta_2 \text{SMOKING}$
 μ = basic level (for female nonsmokers) = 350
 θ_1 = additive effect for „SEX = male“ = 400
 θ_2 = additive effect for „SMOKING = yes“ = 200
 (The numbers are least squares estimates.)

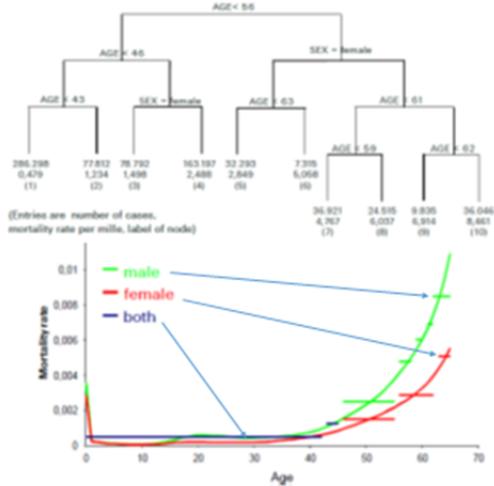


これは線形結合で求めたときにあまりうまくいかないですよ、という例です。Tree-based Methodを使う例というのは右下の図。線形結合の場合ですと、左の表、女性の550と350の開きが多くなり過ぎるという問題が出ます、ということのようです。

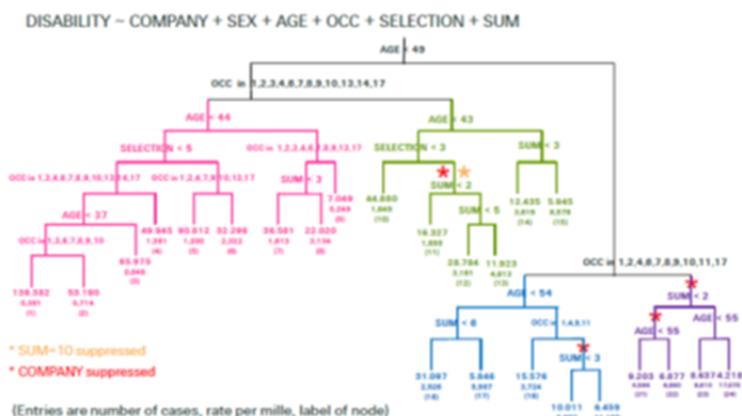
参考論文紹介

Tree-based Methodの応用

Application to life insurance



死亡率に適用する例はスライド 41 ページ。死亡率ですと、たとえば、極端な場合、年齢別にこのツリーを、1歳、1歳でなかったら2歳、2歳でなかったら3歳とわけることもでき、これは群団別にやると5歳刻みにできる、といったことも含めて、当たり前の話ではないかという印象もありますが、例えば、この例ですと、43歳以下だと男女別にはしていない、そういった、統合も可能だということです。



42

もう少し複雑なところで、就業不能率のところではいきますと、スライド 42 ページ。就業不能率に関連する変数は、会社と性別、年齢、オキュペーションこれは職業、セレクションというのは保険年度、それからサムというのは、表定保険金額の大きさです。このように、たくさん変数があるとき、Tree - based Method がよく働いてくれる。極端なことを言うと標本の数より変数の方が多い場合でも扱えるという性質を持っていますので、変数が多い時に使えるものです。その変数どうしに関連があるというときには、線型では、先ほどのような不十分なことが起こりますので、このような方法でツリーに分けていくといいです。

このツリーの見方です。スライド 41 ページに戻ります。ツリーで分けて、各ツリーの一番先の枝の所に、その枝の先に値が付いています。この 0.479 というのが死亡率。1.234、1.498。つまり、43 歳以下は 0.479 で定数ですよということで、定数値をおいていくというシンプルなパターンです。

Tree-based Methodについて

CRAT法について

- 3つのステップ
 - 前進過程(樹木の成長過程)・・・枝分かれさせる基準(不均一性測度)、前進ストップの基準
 - 後退過程(樹木の刈り込み過程)・・・複雑度コスト、後退ストップの基準
 - 最適モデル選択過程(最適な樹木の決定)・・・選択の基準

※不均一性測度:
 回帰樹木では残差平方和
 分類樹木では、誤分類率、Gini係数、エントロピー基準の3種類

発展した諸法

- 多分岐を使用する発展的応用もある
- MARS法
- Bagging(Bootstrap aggregating)樹木法
- Random Forest法
- 等

44

一番基礎となる CART 法についての説明がスライド 44 ページです。ツリーの分岐は、それぞれ二つに分岐するものです。ツリーを作るときは、前進過程というものがあって、ある判断基準を用いてどんどん枝分かれさせていくプロセスがあります。また、枝分かれ数が増えてきたら、また、ある判断基準により、評価値い

くつ以下になったらストップというような、ストップの基準というものもあります。

次に後退過程というものがあって、弱い枝、これは枝分かれの説明度の強さの指標を用いて、比較的弱いものからどんどん刈り込んでいくものです。刈り込んでいく過程のすべてのツリーの状態については、集合の包含関係で順序が決まる。その中のどれが最適なモデルであるか、ということ、その選択する基準も存在する。大雑把にいうとそのような仕組みであり、それに関する理論があるということです。

これも、その後、いろいろ発展しております、MARS 法や、Bagging 法、ここには書き忘れましたが、ブースティング法もあります。さらに発展させていって、Random Forest 法につながります。Random Forest 法というのは統計解析をやる方には非常になじみのあるツールです。このような流れの中で、ここまで至っているのだなということをお知りおきになって、皆さんも興味を持っていただけたら幸いです。われわれも今後勉強を進めていこうと思っております。最後に、樹木を用いた分析の利点および欠点に関しての記述を、「統計的学習の基礎」の中で見つけたので、その表を紹介して終わります。

Tree-based Methodについて

「統計的学習」のいろいろな学習法の特徴(▲:良い、◆:普通、▽:悪い)

特徴	ニューラルネットワーク	SVM	木	MARS	KNN, カーネル
異種データの「混在」の自然な扱い	▽	▽	▲	▲	▽
欠損データの扱い	▽	▽	▲	▲	▲
入力空間での外れ値に対するロバスト性	▽	▽	▲	▽	▲
入力の単調変換に対するロバスト性	▽	▽	▲	▽	▽
計算的拡張性(Nが大きい時)	▽	▽	▲	▲	▽
相互関連性がない入力を扱う能力	▽	▽	▲	▲	▽
特徴量の線形結合を抽出する能力	▲	▲	▽	▽	◆
説明性	▽	▽	◆	▲	▽
予測の能力	▲	▲	▽	◆	▲

【与えられた問題に対して、どの手法が最も最良か、もしくはより良いかを、事前に予測できることはほとんどない】

(このページの出版) 統計的学習の基礎 - データマイニング・推論・予測 (The Elements of Statistical Learning 2nd ed. の和訳) 共立出版 2024. (Original: Trevor Hastie, Robert Tibshirani & Jerome Friedman) 杉山 尚、井出 剛、神島 敏弘、奥田 幸夫、新田 宗彦 監訳、井原 良久 他 訳)

【司会】 どうもありがとうございました。残り時間わずかですが、ご質問一つぐらいございましたら、お願いいたします。

ございませんでしょうか。では、私から1点なのですが、例えば、AHPはそんなに新しくでてきた手法ではないという話なのですが、これが以前はさかんに使われていて、そのご一時期あまり目立たなくなって、またここにおいて取り上げられきているというのは、何か理由があってなのか、そのあたりのコメントをいただければと思います。

【榎引】 あまり使われなくなったということがあるかどうかはよく分かりませんが、日本語の一般向けの書籍の出版においては、ある時期に多く出て、その後あまり出ていなかったことはあるようです。ただし、理論や実務上の工夫については、着実に進歩していき、サーティーさんによる研究もAHPからANPに進化していますし、この分野に関して継続的に研究をしている日本人の研究者もいるようです。応用にかんする日本独自の研究に関しても、たとえば支配型AHPというようなものも開発されてきています。特に、集団で用いる意思決定や、行政の判断において、ケーススタディーとして使われることが多いようで

す。

【司会】 分かりました。それでは、時間もまいりましたので、これで終わりにさせていただければと思います。榎引さん、どうもありがとうございました。