

AFIR Colloquiumの論文内容の紹介・展望とAIの資産運用等への応用

AFIR 関連研究会（PwC あらた有限責任監査法人） 井川孝之

司会 それでは、時間となりましたので、セッションE、午前9時からの部を始めたいと思います。まず、AFIR 関連研究会から、「AFIR Colloquiumの論文内容の紹介・展望とAIの資産運用等への応用」というタイトルで、PwC あらた有限責任監査法人の井川さんからプレゼンテーションをお願いしたいと思います。では、井川さん、よろしくお願いします。



井川 ただいまご紹介いただきました AFIR 関連研究会の井川と申します。よろしくお願いいたします。早速ですが、本日お話しする内容は3本立てになっております。まず、AFIR 関連研究会の概要について、改めて簡単にご説明したいと思います。その後、直近の AFIR Colloquium—国際アクチュアリー会 IAA の

はじめに（本日本話する内容）

■ AFIR関連研究会の概要

■ IAA: AFIR/ERM Colloquium の論文紹介と展望

- 2015 Sydney, 2016 Edinburgh, 2017 Panama
- 2018 Berlin: ICA
(AFIR Colloquium 論文の展望については最後の総括にて)

■ AIの資産運用等への応用

- 書籍"Artificial Intelligence in Financial Markets"の紹介
- 資産運用におけるAIの応用事例について考察
- AIのアクチュアリー分野への応用とAI手法の課題・展望

中に AFIR-ERM セクションがあり、年 1 回、国際会議を開催しており、これを本発表では「AFIR Colloquium」と呼びますが、こちらの発表論文について幾つかご紹介したいと思っております。続いて、AI の資産運用等へ応用ということで、研究会で AFIR Colloquium の論文以外に、関連書籍を購入し輪読等もしており、これについて簡単にご紹介しつつ、資産運用の AI の応用事例や AI のアクチュアリー分野への応用について説明し、今後の展望について簡単にお話しさせていただければと考えております。

なお、ご紹介の対象となる AFIR Colloquium の大会は、2015 年のシドニー大会からとなります。シドニー、エジンバラ、今年はパナマ、来年はベルリンとなっております。毎年、AFIR 関連研究会からこのような輪読の内容についてもご紹介をしておりますが、シドニー大会から途切れている感がありましたので、2015 年からご案内したいと思っております。

1-1. AFIR関連研究会の概要①

■ 目的（日本アクチュアリー会HP掲載の内容）

- AFIRは、Actuarial Approach for Financial Risks の略。AFIR section は国際アクチュアリー会(IAA)の部会であり、投資理論・ALMに関心のあるアクチュアリーの国際的な集まり。毎年1回国際会議(本発表では「AFIR Colloquium」と呼ぶ)がある。
- 日本アクチュアリー会のAFIR関連研究会はIAAのAFIR/ERM sectionに対応する日本アクチュアリー会の調査研究組織であり、資産運用に関するアクチュアリアルな問題を広く探求することを目的としている。
- ERMはEnterprise Risk Managementの略でERMに係るモデル化においても投資理論等が応用されることが多いことから2011年にAFIRからAFIR/ERMとなった。ただし、ERM資格等を扱うものではなく、日本においても別途ERM委員会にて取り扱っている。日本での名称はAFIR関連研究会のままとしている。

2017 日本アクチュアリー会年次大会 2

次に、AFIR 関連研究会の概要について、幾つかスライドを用いてご説明したいと思います。ご覧いただいているスライドは、日本アクチュアリー会のホームページに掲載されている説明を抜粋しております。AFIR とは、ご存じの方はご存じと思いますが、Actuarial Approach for Financial Risks の略になっており、古くは国際アクチュアリー会における学術セクションの名称も AFIR となっておりました。AFIR では、投資理論や ALM に関心のあるアクチュアリーが集まり国際会議を開き、リサーチおよび実務に関連のある内容について活動を行っているということです。

日本アクチュアリー会における AFIR 関連研究会は何かということですが、国際アクチュアリー会の AFIR セクションー現在の AFIR-ERM セクションに関する調査研究活動を行う研究会になっております。具体的には、資産運用とアクチュアリーとの融合分野について、広く探求することを目的としているということになります。ERM という名称が国際アクチュアリー会のセクションの名称では入っており、これは ERM の内容が投資理論等にも関係があるということで、名称が AFIR-ERM に拡張されたということかと思いますが、ERM については、日本アクチュアリー会において ERM 委員会が別にございますので、AFIR の研究会の名称は、AFIR 関連研究会のまま残っているということになります。

1-2. AFIR関連研究会の概要②

■ 活動概要

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る。具体的には以下の通り。

1. 年4回程度のミーティング
2. AFIR Colloquium(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
3. AFIR Colloquium(国際会議)に出席の場合は、年次大会でAFIR Colloquium(国際会議)の概要を発表し、アクチュアリージャーナルにAFIR Colloquium(国際会議)の報告を投稿
4. AFIR Colloquium(国際会議)への論文発表や呼びかけ
5. 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

■ 委員の構成

現在9名のメンバー(生保・年金・資産運用・コンサル等)

2017 日本アクチュアリー会年次大会 3

以上が AFIR 関連研究会の目的で、次が活動概要になります。年に 4-5 回ミーティングを実施しており、内容は、主に AFIR Colloquium の論文の輪読となりますが、色々な所属法人のバックボーンを持った方が委員をされていますので、それぞれの方々が時宜を得たトピックを持ち寄って、意見交換等をしていることが特徴となっています。後段でご紹介する本も、山下座長からご紹介いただいた本ですし、直近の委員会では委員であるミリマンの大塚さんが AI について別の切り口でご紹介されていました。

AFIR Colloquium については、毎年 1 回発表することを目標に、研究会のメンバーで協力して対応してきています。一番下の委員の構成ですけれども、現在、9 人の方が委員をされていて、所属は、生保、年金、資産運用、コンサルティング会社、再保険会社、監査法人等となっており、色々な方が参加されているという特徴がございます。

2-1. IAA: AFIR Colloquium (過去の大会:27回)

Panama City, Panama — 20-24 August 2017
Edinburgh, Scotland — 31 May-2 June 2016
Sydney, Australia — 23-27 August 2015 (joint Colloquium with ASTIN and IACA)
Washington, United States of America — April 2014 (in conjunction with ICA 2014)
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, United States of America — 20-22 April 1994
Rome, Italy — 30 March - 3 April 1993
Brighton, United Kingdom — 17-20 April 1991
Paris, France — 23-27 April 1990

2017 日本アクチュアリー会年次大会 4

続きまして、AFIR Colloquium のご説明に入りたいと思います。過去、1990 年の一番下のパリ大会から数えまして今年のパナマ大会まで、通算で 27 回の Colloquium が開催されております。一番上の青字にな

っている部分が、本日、一部の論文をご紹介させていただく対象の大会となっているシドニー、エジンバラ、パナマ大会です。

2-2. IAA: AFIR Colloquium (論文のテーマ)

■ 直近のColloquium (2015年年次大会ご紹介以後のもの・カッコ内は論文数内訳)

2015 Sydney(22論文): 死亡率・長寿リスク(7)、金融モデル(為替・オプション)(2)、ソルベンシー II (1)、規制リスク(1)、プライシング(4)(変額年金等の保証・住宅資産)、年金ALM(1)、ポートフォリオ理論(1)、株式等運用(2)、その他(3)(統合サイバーリスクマネジメント等)

2016 Edinburgh(45論文): DC(2)、年金リスクシェアリング・プラン型選好(2)、投資理論・ポートフォリオ運用(6)、株式運用・英国債・スワップ(5)、ソルベンシー II (1)、ERM(2)、ALM(2)、リスク関連(9)、意思決定(3)、貯蓄・行動経済学(4)、十分性のための投資(2)、その他(7)

2017 Panama(16論文): 金利リスク移転(1)、死亡リスク(2)、変額年金(3)、市場リスク(1)、長寿リスク(2)、ERM(1)、資産リスク(2)、監督・モデルリスク(1)、金利・インフレリスク(2)、その他(1)

2017 日本アクチュアリー会年次大会 5

徐々にブレイクダウンして詳細をみていきたくと思いますが、この3大会について、どのようなテーマで論文が発表されているか、ラフな分類ですが、キーワードに対応づけして数えてみたものが次のスライドになります。合計数は、上のシドニー大会が22、エジンバラが45、パナマが16論文あります。

内容としては、シドニー大会はASTINとの合同の開催でしたが、死亡率モデルに関する内容が比較的多かったのではないかという印象があります。エジンバラ大会は、英国アクチュアリー会の大会との共催の関係もあってか、年金の内容が大分入っています。年金もテーマの1つになり、AFIR Colloquiumが開催されているという特徴があります。パナマ大会も、シドニー大会と同様、ASTINとの合同の開催となっており、リスクに関するものが幾つか取り上げられています。後ほど簡単に触れますが、Term Structure や Longevity 等のワークショップも開催されているという特徴があります。

大まかな内容としては、ご説明した通りとなりますが、一番上のシドニー大会で言えば、「その他」と書いてあるサイバーリスク等をテーマとするものが出てきたり、あるいはエジンバラ大会で言えば、行動経済学等に関するものが現れてきたり、少しずつこれまで主流であったテーマ以外のものも発表される状況になってきたことが垣間見られます。

2-3. IAA: AFIR Colloquium (論文のテーマの分類)

■ 過去のColloquium (2015年年次大会ご紹介以後のもの:テーマ別に整理後)

- ・資産運用(ポートフォリオ理論、株式運用等)
- ・金融モデル・リスク
- ・死亡率・長寿リスク
- ・保証・プライシング
- ・ERM・ALM・リスク管理・規制
- ・その他(行動経済学等)

2017 日本アクチュアリー会年次大会 6

先程ご覧いただきましたスライドですと、ややまとまりがないので、私が AFIR Colloquium で取り上げられる論文数が多いテーマとして、主観的に並べてみたものが次のスライドです。やはり資産運用関連、ポートフォリオ理論や株式運用等、金融リスク等を扱うモデリングがあり、死亡率、長寿リスク、保証・プライシング、そして ERM や ALM・リスク管理というものがあるという印象があります。前のスライドで少しお話ししました行動経済学等のその他の内容も徐々に登場してきている状況と思われます。

以上が 3 大会の論文テーマに関する大まかなご説明になり、次のスライドからは、各大会の一部の論文の概要についてのご説明になります。

2-4. IAA: AFIR Colloquium (2015 Sydneyの論文①)

"A Value Based Cohort Index for Longevity Risk Management"
Yang Chang and Michael Scherris

■ 概要

既存の長寿指数は、年齢別の死亡率や期間別の平均余命を用いているのに対し、長寿リスク管理のための代替的なコーホート別のバリュー指数を提案。指数は、特定のコーホート死亡率モデルと一般に用いられている金利モデルにより価格付けされた長寿リンクキャッシュフローの期待現在価値である。

■ 死亡率モデル

- ・2ファクターのGaussian 確率モデル、コーホート相関構造
- ・P測度 (Real World)
- ・オーストラリア男の死亡率による生存率の誤差の最小二乗推定
- ・高齢において適合度が改善している

■ 金利モデル

- ・Vasicek Model
- ・Reserve Bank of Australia が日次で公表しているzero-coupon discount factors によりキャリブレーション

2017 日本アクチュアリー会年次大会 7

まず、ご覧いただきますものが、シドニー大会の死亡率に関するもので、長寿指数に関する論文となります。オーストラリアの Yang Chang さんとシェリス先生が書いた論文で、内容は既存の長寿指数が年齢期間別の平均余命を用いているのに対し、ここで提案しているものはコーホート指数となっていることが特徴です。

本論文の輪読は実は私が担当しまして、この大会の発表に当たってもう一度読み直し、表題にある長寿インデックスのバリューがどのような基準に基づき測定されているかということ、改めて考えさせられました。バリューは年金現価の価値であり、死亡率モデルと金利モデルによって測定し得るとされています。

2-5. IAA: AFIR Colloquium (2015 Sydneyの論文①続き)

"A Value Based Cohort Index for Longevity Risk Management"
Yang Chang and Michael Scherris

死亡率モデル(抜粋)

$$d\mu_1^i(t, x) = \psi_1^i(t, x)\mu_1^i(t, x)dt + \sigma_1^i(t, x)dW_1^i(t)$$

$$d\mu_2^i(t, x) = \psi_2^i\mu_2^i(t, x)dt + \sigma_2^i dW_2^i(t)$$

$\psi_1^i(t, x) = a + bx$ $\sigma_1^i(t, x) = e^{c+dx}$ ψ_2^i, σ_2^i は一定 $W_1^i(t), W_2^i(t)$ は相関のある Brownian Motion on P

相関構造:

$$d\mu_1^i(t, x) = \psi_1^i(t, x)\mu_1^i(t, x)dt + \sigma_1^i(t, x)dZ_1(t)$$

$$d\mu_2^i(t, x) = \psi_2^i\mu_2^i(t, x)dt + \sigma_2^i dZ_2(t) + \sigma_2^i \sqrt{1 - (\rho^i)^2} dZ_2(t)$$

$$dW_1^i(t)dW_2^i(t) = \rho dt, \rho \text{ は一定}$$

$$d\mu(t, x) = d\mu_1(t, x) + d\mu_2(t, x)$$

$$= (\psi_1(t, x)\mu_1 + \psi_2\mu_2)dt + (\sigma_1(t, x)\mu_1 + \sigma_2\rho)dZ_1(t) + \sigma_2\sqrt{1 - \rho^2}dZ_2(t)$$

2017 日本アクチュアリー会年次大会 8

死亡率モデルについては、次のスライドに詳しい式が抜粋されていますけれども、2ファクターのガウシアンモデルで、コーホートの相関構造を取り入れたもので定式化されており、確率微分方程式の形式で記述されていますが、いわゆる P 測度でリアルワールドのモデルとして記述されています。実際に、指数の数値を算出するに当たって、オーストラリアの男子の死亡率データが用いられていますが、離散的なデータに対し、キャリブレーションをまねたような生存率の誤差の最小 2 乗推定をしており、モデルの考え方が全く整合しないというわけではないのですけれども、このようなデータに適用するには扱いが難しい部分があるように感じました。また、適合度について一定の考察をしていますが、高齢において、3ファクターモデルと同程度のフィッティングであるので改善としているとしていますが、検証が足りない部分があるようにも思われました。

もう 1 つの金利モデルの方は Vasicek モデルを使っており、こちらも Q 測度のモデルにはなっておらず、公正価値評価ではなく、リアルワールドの評価になっています。AFIR の大きなテーマとして資産運用といえますか、金融工学とアクチュアリー分野の融合があると思うのですけれども、このようなテーマに取り組むには難しい面があるのだということ、この論文を通じて改めて分かったということがありました。このスライドは、今ご説明しましたモデル式を抜粋しておりますが、詳細をお知りになりたい方は、Colloquium のホームページの論文を参照いただければと思います。

2-6. IAA: AFIR Colloquium (2015 Sydneyの論文②③)

"Mortality Forecast: Local or Global?"
H. Li and C. O' Hare

死亡率の予測をする際、ローカル情報:過去の死亡率実績よりも直近の死亡率実績に置き置く場合と、グローバル情報:過去と直近の死亡率実績を同等に扱う場合の2ケースについて、イギリスの死亡率データを用いて検証している。

"An Empirical Study for Multi-objective optimization in the Multi-currency Hull White two Factor model"
Y. Otsuka

多目的最適化による複数通貨の金利モデルのキャリブレーションを論じたもの。異なる通貨の金利モデルを各通貨のスワプションに対してキャリブレーションするための多目的最適化問題を外貨建年金に関する問題として構築し、多通貨のHull White 2ファクターモデルのパラメータ空間におけるパレート・フロンティア上での外貨建年金を含むいくつかの金利デリバティブの価格変動を調べる。この多目的最適化問題は、加重和法により解くことができ、各目的関数の重みを変えることによりパレートフロンティアを生成することができる。

2017 日本アクチュアリー会年次大会 9

続きまして、シドニー大会の他の論文について概要をご説明いたします。次の論文も死亡率に関するもので、予測に関するものです。長期の死亡率データを用いた推定パラメータに基づいて予測する場合、ローカル情報とスライドに書いてありますけれども、比較的直近の死亡率に重きを置く場合と、過去のものと同程度に考える場合を比較して、前者がよいということについて、イギリスのデータを用いて検証しているというものがありません。他にも Longevity を扱ったものがありましたが、時間の関係で本日は割愛させていただきます。

その下を書いてありますものは、AFIR 関連研究会の委員の大塚さんが発表されたもので、以前の年次大会でもご紹介させていただいたものになりまして、複数通貨を扱う金利モデルについて、スワプションを用いてキャリブレーションするというものです。このキャリブレーションのための最適化問題を定式化して、例示したという内容になっています。

2-7. IAA: AFIR Colloquium (2015 Sydneyの論文④⑤)

"Components and Challenges of Integrated Cyber Risk Management"
Thomas Kosub

効果的なサイバーリスク管理プロセスの主要な要素に焦点をあて、学術文献および関連するフレームワーク(ISO27000シリーズ)の包括的なレビューとサイバーリスク管理プロセスを段階的に概説している。サイバーリスクの包括的な管理には、適切に設計された内部リスク管理体制とその脅威に対する適切な意識が必要であることが強調されている。

"Environmental, Social and Economic Sustainability: Implications for Actuarial Science"
T. L. Reddy and R. J. Thomson

モデルで使用する前提は、過去及び現在の情報に依存しており、未来が過去のようにみえない場合、アクチュアリーは現在実施していることによるどのような影響があり将来何をすべきか考えねばならない。アクチュアリーは、環境・社会・経済の持続可能性に取り組むユニークなポジションにあり、「持続可能性」の定義とそれに関する説明責任、持続可能性の促進やアクチュアリーの問題について探索している。

2017 日本アクチュアリー会年次大会 10

次のスライドもシドニー大会の論文になります。最初の方のスライドで、シドニー大会の論文テーマにその他のものがあつたとご説明しましたが、2つピックアップしております。上の方がサイバーリスクに関するもので、内部監査や ISO 基準なども参照しつつ、アクチュアリーとの境界分野、複合分野について扱っています。下の方の論文は少々変わった感もありますが、持続可能性を考慮しつつ、アクチュアリーが課題にどのような姿勢で取り組んだらよいかということ述べています。

シドニー大会の論文は 22 個あり、他にもいろいろなものがありますが、特徴的なものとして、この 5 つの論文を紹介させていただきました。

2-8. IAA: AFIR Colloquium (2016 Edinburghの論文①)

"Long Guarantees with Short Duration: The Rolling Annuity"
ATP Pension Fund: Søren F. Jærner, VP

■ 概要

デンマークのATP年金基金(労働付加年金)におけるリスク管理の紹介。2003年より時価会計が適用され、負債の割引率はソルベンシー2における割引引きである。金利感応度は巨額であり、デルタヘッジは許容され、スワップと債券の全てがヘッジされているが、デルタヘッジの価値と割引価値は一致せず、長期の負債はヘッジ不能。

ローリング年金により、長期の利率保証を短期の率に置き換え、上限20年迄の期間毎のみヘッジすれば、負債は準統計的にヘッジ可能である。市場価格準備金は、実務的には、最新の死亡率前提に基づき、長寿リスクは統合的(コレクティブ)であり、保証は影響されない。

2017 日本アクチュアリー会年次大会 11

続きまして、エジンバラ大会の論文です。こちらは、年金をテーマに含んだ大会ということもあり、デンマークの公的年金である ATP 基金の方がリスク管理について発表されています。2003 年から時価会計が導入され、ソルベンシー2と同じ割引率を使用しなければいけなくなり、負債の変動をどう管理したらよいか、この基金が用いている手法等についてご紹介いただいた内容となっています。

要は、負債の割引率の変動による感応度と、実際に保有する資産をマッチングするという内容ですか、これが負債の割引率の規定もあってなかなかうまくいかないということで、この基金ではどのようなことをしているかという、ローリング年金というものを定義して、利率保証をしている部分について、ローリング年金の考え方に基づいた一定の方式で利率保証を定義するというものになっています。

2-9. IAA: AFIR Colloquium (2016 Edinburghの論文①続き)

"Long Guarantees with Short Duration: The Rolling Annuity"
ATP Pension Fund: Søren F. Jørgensen, VP

Rolling Annuity に関する内容 (上記発表関連資料より加工して作成)

- Traditional (deferred) life-long annuity
 - Ignore tax, safety loadings, technical basis etc.
 - Guaranteed annuity level = $100 / \int_R^{\infty} p_0(w) S(w|0) dw$
a person paying a contribution of 100 at time 0 and retiring at R
 $p_t(T)$: the price at time t of a zero-coupon bond (ZCB) maturing at time T
 $S(w|0)$: the probability that a person active at time 0 does not retire to time w
- The rolling annuity replaces the long interest rate guarantee with shorter ones
 - Assume interest rate guarantee of 15 years
 - Initial guarantee level: $z(0) = \frac{100}{\int_R^{\infty} S(w|0) dw} \frac{1}{P_{t|15}}$
 - Guarantee after 15 years: $z(15) = z(0) \frac{1}{P_{t|15}}$
 - Final Guarantee: $z(30) = \frac{z(15) \int_R^{\infty} S(w|30) dw}{\int_R^{\infty} P_{20}(w) S(w|30) dw}$

2017 日本アクチュアリー会年次大会 12

具体的には、次のスライドにある算式のようにになります。トラディショナルなやり方とローリング年金のやり方を比較しており、上の方のトラディショナルの式の保証は本当にシンプルで、保険料が 100 あったときに、据置年金現価率で割り算をして、保証の給付水準を決めるというものです。このようにしますと、長期の割引率について乖離といいますか、うまくマッチングできないということがあり、例えば、ローリング年金として下の方の式の 15 年の年金を考えましようとなります。下の方の初期保証水準 $Z(0)$ の式ですと、15 年の割引ファクターと、その前の項は割引ファクターが入っていない、要するに、現役である人の生残率 S のみ考慮され、保証水準を決めていく。これをローリングしていくという考え方を取っています。要するに、給付水準をコントロールすることによって、資産と負債のマッチングを図るというやり方を取っているということです。エジンバラ大会の論文は、現在、輪読中で、スライドのみから把握していることもあり、詳細はもう少し調べる必要がありますが、このような内容が書いてあるということが分かりました。

2-10. IAA: AFIR Colloquium (2016 Edinburghの論文②③)

"Model Governance: The Framing Decision-Making by Risk Modelling"
Christina Walter

数理モデルにおける、行動心理学でいうフレーミング効果を論じ、そのアクチュアリーにとっての重要性を論じる。

"Dollar / Ladder Investment and Universal Portfolio for Pension Schemes"
Miwaka Yamashita

他分野からのナレッジの交流例として

- ・ドルコスト平均法投資と資産減少、資産増大の年金基金運用
 - ・債券ラダー戦略とLDI投資(マイナス金利問題も含む)
- 等を論じた。また、通信理論の応用であるユニバーサルポートフォリオ戦略をさまざまに適用することを試みた。

2017 日本アクチュアリー会年次大会 13

続きまして、エジンバラ大会の2つ目と3つ目の論文です。2つ目の論文は、行動心理学の理論を取り入れた意思決定について論じており、テーマとして、行動心理学や行動経済学などと意思決定のための数理モデルを用いて応用していくという流れが表れている論文の1つです。3つ目の論文は、日本のAFIR関連研究会の座長の山下さんが発表されたものです。新たな手法ということで、分かりやすい、かつ効果的な運用手法について、バリエーションを含めて3つぐらいを取り上げて、シミュレーションなども例示して、ご発表されているものでした。

2-11. IAA: AFIR Colloquium (2016 Edinburghの論文④⑤)

"Extensions to the Wilkie in investment model"
David Wilkie

原型となるWilkie投資モデルは配当と配当利回りに依存するもので、一株当たり利益を考慮しないものであった。今回、過去データもそろい、P/Eレシオを考慮したモデルに改良した。

"Pension Design and Risk Sharing: New Mix Solutions between DB and DC"
Pierre Devolder

如何にして賦課方式の社会保障制度における拠出者(加入者)と退職者の間の公平なリスク分担の仕組みを構築するかを目的とし、賦課方式における均衡方程式により、人口構成(加入者と受給者の割合)によるリスクを掛金率と所得代替率で吸収する方法について論じている。ベルギーのMusgrave Ruleで利用されている。

2017 日本アクチュアリー会年次大会 14

次のスライドは、エジンバラ大会の4つ目と5つ目の論文です。幾つもあるので、どれを取り上げるか悩みましたが、年金の大会ということもありましたので、古い方もご存じのウィルキーモデルを作られたデービッド・ウィルキー先生の論文と、デボルダー先生の論文を取り上げています。これらは年金に関する内容ですが、デボルダー先生はファイナンスの論文も数多く執筆されています。デボルダー先生の発表内容は、ベルギーの公的年金のリスクシェアリングをどのような方法で実施したらよいかという内容になっています。

エジンバラ大会については、以上となります。こちらにも、45個も論文がございますので、今、研究会のメンバーで輪読中の論文のうち、皆様にご説明した方がよいものがあれば、後年の年次大会で他の委員の方から発表させていただければと思います。

2-12. IAA: AFIR Colloquium (2017 Panamaの論文①②他)

"Life Insurance and Pension Contracts: the Time Additive Life Cycle Model"
Knut K. Aase

生保・年金契約を導入したライフサイクルモデルにおける最適消費について分析する。モデルは、バイオメトリクスによるクレジット市場とリスク証券による市場リスクを含む。給付が状態に依存した最適な年金制度と生命保険契約を見つけることができる。(ASTIN BULLETINIに掲載された昨年の論文の中で最優秀賞をとった2論文の一つ)

"Japanese saving / bancassurance market under long dated low interest rate environment"
Kazuya Hata

長く続く低金利により日本では円建ての元本確保型の変額年金の売り上げが減少し、元本確保水準が運用成績次第で増加するような商品も登場した。商品提供後、保険会社はどうリスクマネジメントとしていこうかが重要となるが、日本では再保険でのヘッジが会計上等のメリットを提供する。

Workshop有り: Term Structure (Michael Sherris), Longevity (Andrew Cairns)

2017 日本アクチュアリー会年次大会 15

続きまして、パナマ大会です。これは8月に開催されたばかりで、共同開催のASTINの方々、本日の年次大会で、特定の発表等について詳しい内容を説明されるかもしれませんが、AFIRの方は輪読中ということもあり、2つ程ご紹介させていただければと思います。

1つ目は、ASTIN Bulletin で先に優秀論文となった2つのうちの1つです。生保年金契約をどのように購入したらいいかということ、ライフサイクルモデルを作って、数学的に記述し分析した論文です。全ては読めておりませんが、ぱっと見ると限りでは数式バリバリな感じのものとなっております。

2つ目は、AFIR 関連研究会の委員の畑さんが、低金利、マイナス金利の環境下における対処方法として、再保険の活用の内容を発表されています。

最初の方にご説明しましたが、一番下に書いてありますワークショップも開催されています。Term Structure についてマイケル・シェリス先生が、Longevity についてはアンドリュー・ケアンズがオーガナイザーになって、ワークショップが開催されています。

2-13. IAA: AFIR Colloquium (2018 ICA Berlin予定)

■ ICA 2018 (AFIR/ERM Section) のテーマ

- Risk Management
- Risk Modelling and Valuation
- Investment Management and Asset-Liability Management
- Solutions to Biometric, Mortality and Longevity Risks
- Solvency and Regulatory Environment
- Capital Management
- Customer Behavior
- Emerging Risks 等

2017 日本アクチュアリー会年次大会 16

以上が、既に開催された大会についてのご説明となり、次のスライドからは、来年開かれるベルリン大会についてとなります。こちらは AFIR Colloquium といいますか、ICA の大会となります。テーマとして掲げられているものは、上からリスク管理やモデリング、バリュエーション、投資理論、ALM、死亡率、Longevity、ソルベンシー、キャピタルマネジメント等です。また、Customer Behavior や、ERM という観点でと思われませんが、エマージングリスクも大きなテーマの例として挙げられています。

2-14. IAA: AFIR Colloquium (2018 ICA Berlin 予定)

■ Title

"Asset Liability Modeling for Insurance and Pensions Considering Correlations between Mortality Risk and Financial Risks"

Takayuki Igawa

■ 概要

平均寿命と社会経済要因の関係の実証分析に基づき、死亡リスクと金融リスクの相関を考慮した保険や年金のための基礎的なALMモデルを策定し提案する。また、先行研究の結果に基づく解約・失効率/一時金選択率とマクロ経済変数の相関関係を組み入れ、モデルを拡張する。死亡率等の非金融リスクと金融リスクの相関を考慮した保険・年金負債やサープラス評価を例示し、リスク管理等について考察する。

■ References

Reichmuth, W. and S. Sarferaz (2008)

Tapia Granados (2008)

Kataja Hanewald (2011)

Igawa (2015) Oslo

井川 (2017) 人口学会大会

猪狩, 松山 (2014) JARIP

神楽岡 (2011) JARIP

2017 日本アクチュアリー会年次大会 17

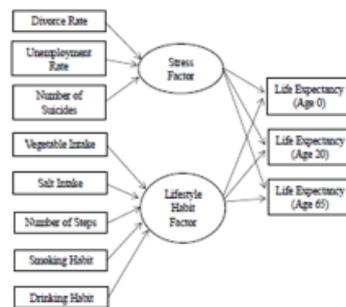
まだ、ベルリン大会については、現在、どの論文もアンダー・レビューの状態かと思うのですが、一応、発表予定ということで提出しておりますものが、こちらに書いてあります、保険と年金のための基礎的な ALM モデリングというもので、死亡リスクと金融リスクの双方を考慮したモデリングについての内容になっております。

金融工学のようなモデリングというよりは、統計モデリングを拡張したというアプローチになっております。具体的には、平均寿命と社会経済要因の関係の実証分析を幾つかの手法を用いて実施し、それを基に保険・年金の基礎的なモデリングを提案しているというものになります。

スライドの先行研究には、解約失効や、年金で言うところの一時金選択率に関するものがありますが、これらの基礎率とマクロ経済変数の関係について、一定の分析をしたりサーチとなっております。スライドのリファレンスの下の方に書いてあります、猪狩さんと松山先生、神楽岡先生の論文や、私も7年ぐらい前に、年金の一時金選択率について少し発表させていただいたものがあります。これらの先行研究の結果に基づいて、解約行動などもさらに加味したら、サープラスや負債の変動がどうなるかということについても例示し、リスク管理について考察するという内容になっております。

2-15. IAA: AFIR Colloquium (2018 ICA Berlin予定)

"Asset Liability Modeling for Insurance and Pensions Considering Correlations between Mortality Risk and Financial Risks"
Takayuki Igawa



・基礎的なALMモデリングの策定にあたり、死亡率変動の社会経済要因についていくつかの方法を用いて分析。

・左図はSEMを用いて分析した例の抜粋。

・解約 / 一時金選択行動と死亡率変動の双方に影響する経済要因を考慮。

2017 日本アクチュアリー会年次大会 18

次のスライドは、ベルリン大会で発表予定の論文の中で、死亡率変動と社会経済要因の関係について、幾つか分析したものの一つについて抜粋した内容です。統計でいう構造方程式モデリング (SEM) を用いており、中間にストレスファクターとライフスタイル、生活習慣の要因を入れて、それを説明する観察変数を入れて、平均余命を説明できることを実証して、その結果を ALM モデルに組み入れています。解約率・一時金選択率については先ほどご説明した通りです。

後段でこれからご説明します AI の中で登場するニューラルネットワークの形とよく似ているといえは似ているのですが、実は AI という、ニューラルネットワークや機械学習などが出てきますが、形としては、既存の統計モデリングの手法の中の随所に似たようなものが散りばめられているのではないかと考えております。

ちなみに、発表予定の論文で、これは 1 層といますか、3 層になっていますけれども、これにもう 1 層を加えて試しにやってみましたが、データ数が足りないのか、あまりうまくいかなかったということがあります。詳細は、別の機会があれば、またご説明させていただければと思います。

(その後、上述の提出していた発表予定の論文に対し、ICA2018 の Online Session Module 1 の Recorded Session における約 30 分間の発表のオファーがあった。)

3-1. AIの資産運用等への応用(関連書籍の紹介①)

■ 書籍”Artificial Intelligence in Financial Markets”の紹介

出版社:
palgrave macmillan

Editors:
Christian L. Dunis (ACANTO Holdings, Hannover, Germany)
Peter W. Middleton (University of Liverpool, England)
Konstantinos Theofilatos (University of Patras, Greece)
Andreas Karathanasopoulos (American University of Beirut, Lebanon)

構成:
Part I: 幅広い金融商品(株式・為替等)のモデル・予測・トレードのためのAI手法の応用
Part II: 経済変数や行動経済の予測
Part III: クレジット分析とコーポレートストラクチャーのモデリング
Part IV: ポートフォリオ理論(銘柄選択・ポートフォリオ構築・資産配分最適化)

350頁程度の分量、11記事掲載

2017 日本アクチュアリー会年次大会 19

以上が AFIR Colloquium に関するご説明になりまして、次のスライドから、AI の資産運用に関する書籍のご紹介等に入らせていただければと思います。

その書籍ですけれども、研究会で購入しましたものが、一番上に書いてあります”Artificial Intelligence in Financial Markets”というものになります。この書籍は座長の山下さんからご紹介いただきました。山下さんは非常に広範にわたって新しい書籍や文献等を調査されていて、研究会の皆様にもご紹介をいただいているところです。この本もその 1 冊で、少し輪読してみましようということになったのです。

出版社は、私はあまり詳しくないですが、Palgrave Macmillan という会社です。エディターは、スライドに記載されたハノーバーやリバプール、それから、ギリシャやバイルートの方となっています。4 部構成になっており、パート 1 では、トレーディングなども入っていますが、金融商品の予測モデル等、パート 2 では、行動経済学の内容も取り入れた記事、パート 3 では、よく登場するクレジット分析、パート 4 は、ポートフォリオ理論となっています。書籍の分量としては、350 ページ程度で、11 個の論文が掲載されています。

3-2. AIの資産運用等への応用(関連書籍の紹介②)

■ 書籍"Artificial Intelligence in Financial Markets"の紹介

総括章の本文・表に掲載されている手法

Parametric Statistical Methods

- Discriminant Analysis (判別分析)
- Logistic Regression (ロジスティック回帰)

Non-Parametric Statistical Methods (分布を仮定しないという意味で)

- Decision Tree (決定木)
- Nearest Neighbor (最近傍法)

Soft Computing

- Artificial Neural Network (人工ニューラルネットワーク)
- Fuzzy Logic (ファジィ論理)
- Support Vector Machine (サポートベクターマシン)
- Genetic Algorithm (遺伝的アルゴリズム) (メタヒューリスティックアルゴリズム)
- Expert System (エキスパートシステム)
- Hybrid Intelligence System

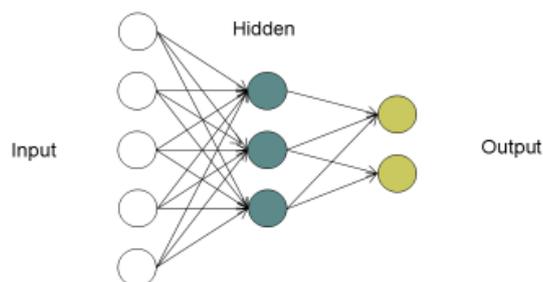
2017 日本アクチュアリー会年次大会 20

この書籍の第1章が総括の内容になっており、AI手法で応用されているものを分類して例示しています。次のスライドがその内容です。パラメトリックな方法として、統計モデルの一部しか書いてありませんが、判別分析やロジスティック回帰、その下にはノンパラメトリックな方法ということで、デシジョンツリーや、最近傍法などが掲げられています。3つ目に掲げられているものがソフトコンピューティングとなり、正確にかっちり計算するというよりはヒューリスティックといえますか、大まかな解を求めるというようなスタンスの手法になるかと思うのですが、ニューラルネットワーク、ファジー、サポートベクターマシン、ヒューリスティックアルゴリズムの1つである遺伝的アルゴリズム、推論などを用いたエキスパートシステム等が掲げられています。一番下に、ハイブリッド・インテリジェント・システムとありますが、これは幾つかの手法の組み合わせによって、既存の手法ではできなかったことを実現しているものとなります。

3-3. AIの資産運用等への応用(関連書籍の紹介③)

■ 書籍"Artificial Intelligence in Financial Markets"の紹介

Three layer architecture of ANN: ANNIは最低3層の構造を持つ
(上記書籍の図を引用し加工して作成)



2017 日本アクチュアリー会年次大会 21

次のスライドは、この書籍の中に登場するニューラルネットワークの図です。隠れている層を仮定して出力するというストラクチャーが説明されています。これは皆様もご存じではないかと思いますが、最低3層とされていますが、どこまで多層化するのがよいかということは、各論文の内容やデータ等によるのではないかと思います。

3-4. AIの資産運用等への応用(関連書籍の紹介④)

■ Artificial Neural Network (ANN) のポートフォリオマネジメント、株式市場予測等への応用 (書籍"Artificial Intelligence in Financial Markets"の本文, Tableより)

文献例	項目	内容
Zimmermann, H. G. et al. (2002) "Active Portfolio Management based on Error Correction Neural Networks," Munchen, Germany: Siemens AG Corporate Technology.	目的	Portfolio Optimization
	データ	Financial markets of the G7 countries
	アプローチ	ANN
	比較	Mean-variance theory
Liao, A. and Wang, J. (2010) "Forecasting Model of Global Stock Index by Stochastic Time Effective Neural Network," Expert Systems with Applications, 37, 834-841.	目的	Stock Index Forecasting
	データ	SP500, SAI, SBI, DJI, HIS and IXIC
	アプローチ	Back Propagation NN, Stochastic time effective NN
	比較	Brownian Motion

2017 日本アクチュアリー会年次大会 22

ご紹介しております書籍には、非常に多くの関連文献が掲載されておりますが、この場ではごく一部のご紹介に留まりますことを、ご了承いただければと思います。次のスライドの上の方の論文は、ニューラルネットワークを用いたポートフォリオ・マネジメントについてで、2002年のものですから、少し古い論文だと思います。右側のアプローチに ANN とあるのは Artificial Neural Network となり、比較している既存の手法は Mean-variance theory となります。

内容としては、時間の関係もあり概要や斜め読みでご説明しておりますことをご了承いただければと思いますが、資産時価額をアップデートして、逐次データが更新されることに伴って、期待リターンの推定値を変えて、逐次、アロケーションを変えていくという内容のようです。斜め読みなので、正確かというところはあるのですが、逐次変えていくところにニューラルネットワークの考え方といいますか、制御といいますか、それを取り入れているということのようです。

その下の論文は、株式インデックスの予測ということですが、お金を払わないと読めないジャーナルに掲載されているということで、読めていない部分がありますが、アプローチとしては、ニューラルネットワークの一種を使っており、比較対象としてブラウニアンモーションを取り上げ、ブラウニアルモーションを前提とした場合よりも予測がよくなっているという内容のようです。

3-5. AIの資産運用等への応用(関連書籍の紹介⑤)

- Expert System (ES) のポートフォリオマネジメント、株式市場予測等への応用
(書籍“Artificial Intelligence in Financial Markets”の本文, Tableより)

文献例	項目	内容
Ellis, C. and Willson, P. (2005) “Expert System Portfolios of Australian and UK securitized property investments,” Pacific Rim Property Research Journal, 12(1), 107-127.	目的	Developing an ES for Portfolio Management in Property Investment
	データ	Australian Stock Exchange and London Stock Exchange
	アプローチ	ES
	比較	Conventional Method
Wang, T.-F. (2002) “Predicting Stock Price Using Fuzzy Grey Prediction System,” Expert System with Applications, 22(1), 33-38.	目的	Stock Price Prediction
	データ	Taiwan Stock Market
	アプローチ	Fuzzy Grey Prediction
	比較	GA

2017 日本アクチュアリー会年次大会 23

前のスライドでご紹介したものは、ニューラルネットワークの応用でしたが、もう 1 つ、エキスパートシステムに関するものがあります。知見等を用いて、推論して判断するという手法になると思われ、上の方のものは、オーストラリアとUKの不動産投資の内容を扱った論文になります。

こちらを少し斜め読みしてみました。比較対象のコンベンショナル・メソッドはランダムに価格が変動していくようなモデルで既存の方法ということのようですが、これと比較し、よりよくご説明するといえますか、予測ができる、アウトパフォームするという内容のようです。その理由として、非線形の関係をモデルの中に組み入れていることがあるのではないかとということが考察されていました。

ですので、先程、既存の統計モデルで、例えば、ニューラルネットワークであれば、既存の手法と類似する部分がありますということをお話ししましたが、実はよく見ると、新しく考慮されている非線形の部分が上手に組み入れられることがあって、AI と呼ばれるような手法で新たなことができるようになることもあるのではないかと感じました。

下の方の論文は、ファジーを使っているのですが、分類としてはエキスパートシステムの手法かと思われ。台湾の株式市場の価格について、分析といえますか、新しいやり方でアプローチしている内容になっているようです。

3-6. AIの資産運用等への応用(関連書籍の紹介⑥)

- Hybrid Intelligence System (HIS) のポートフォリオマネジメント、株式市場予測等への応用(書籍"Artificial Intelligence in Financial Markets"の本文, Tableより)

文献例	項目	内容
Huang, S.-C. (2011) "Forecasting Stock Indices with Wavelet Domain Kernel Partial Least Square Regressions," Applied Soft Computing, 11(8), 5433-5443.	目的	Stock Indices Forecasting
	データ	NASDAQ, NK225, TWSE and KOSPI
	アプローチ	Hybrid Model
	比較	Traditional Time Domain Models

2017 日本アクチュアリー会年次大会 24

次のスライドは、ハイブリッド・インテリジェント・システムについてのものです。4枚前のスライドでご説明しましたが、色々な手法があって、これらを組み合わせるやり方となります。これは比較的最近の2011年の論文で、株式インデックスを扱ったもので、既存の時間領域の時系列モデルのアプローチではなく、ウェーブレットという周波数領域のアプローチで、kernel partial least squares regression という、カーネルを用いた局所最小2乗回帰によるものと思われます。いずれにしても、ハイブリッドなやり方を用いることによって、株式インデックスの予測が改善しているという論文も出てきているということがわかります。

このように、色々な手法が試されてきているということが分かり、改めて、AIと資産運用等と言われていきますけれども、振り返ると、着実に、少なくともリサーチにおいては、試され続けてきたということが分かります。

以上が、簡単ではありますが、書籍のご紹介となります。まだまだ読み切れていない部分がありますが、後年の年次大会で別の方からご説明等をさせていただければと思っております。

3-7. AIの資産運用等への応用(1990年代の資産運用)

■ 1990年代前半の市場運用(投資信託等)への応用 株式市場と為替市場

- ファジ理論の応用(プロのノウハウをメンバーシップ関数へ落とし込む)
 - ・運用成績が上がらず敗退
- ニューラルネットワークの応用(中間層が1層のニューロモデルへの落とし込み)
 - ・運用成績が上がらず敗退
 - ・計算能力の問題から重層化ができなかった
 - ・過学習の問題の認識の低さ

2017 日本アクチュアリー会年次大会 25

次のスライドからは、日本における AI の資産運用への応用について、簡単に調べたり聞いたり、考えたりしてみたことを申し上げたいと思います。

まず、先程の書籍のご紹介の中でも申し上げましたが、最近、急に AI と資産運用と言われるようになったわけではなくて、振り返ってよく見直してみれば、1990 年代ぐらいから、ここに書いてあるファジーやニューラルネットワークを運用手法として用いたファンド、投資信託だったと思うのですが、このようなものがあつたのではないかと、私も古い人間なので思い出してみると、確かにそのようなものがあつたと思われまふ。しかしながら、あまり目立っていた印象はなく、調べてみますと、やはり運用成績が上がらなかつた、そのため、ファンドが解約されたり、なくなつてしまつたりということであつたのではないかとと思われまふ。

根本的な理由の 1 つとしては、ニューラルネットワークのところに書いてありますけれども、計算機の計算能力の問題があつたのではないかと、要するに、計算機の性能が向上すれば、もう少しニューラルネットワークであれば、重層化したモデルの計算もできたのではないかとということが挙げられます。

別の理由としては、過剰に過去のデータに反応してしまう過学習という点について、あまり考慮されずに、機械的にシステムやツールから出てきた結果に基づき運用行動を決定してはなかつたのではないかとということが挙げられます。このようなことが理由で、恐らくあまり成績が上がらなかつたのではないかとと思われまふ。

3-8. AIの資産運用等への応用(近年の資産運用)

- 近年の動向(2014年くらいから)
 - 機械学習の理論の進展(Hinton et al.等)
 - 計算能力の向上
 - ビッグデータの活用
 - ・非構造化データ
 - ・テキスト情報
 - ・データの問題(欠測値・異常値等)あり
- 取り上げられている手法
 - テキストマイニング
 - 決定木
 - クラスタリング
 - アソシエーションルール
 - ニューラルネットワーク
 - ディープラーニング
 - 集団学習 等
- 観察されるサービス
 - ロボ・アドバイザー
 - 機関投資家向けサービス(データ収集、分析・戦略策定等)

2017 日本アクチュアリー会年次大会 26

次に、近年はどうなってきたかということです。2000年の半ばぐらいに、所謂ニューラルネットワークを重層化すると、もっと効果が上がるというリサーチ成果が出てきたということがありました。それに相まって、計算機の計算能力が向上し、かつ、利用可能なデータも相当増えたということがあります。スライドの上の方に「ビッグデータの活用」と書いてありますが、構造化されていないデータや、テキスト情報なども当たり前のように用いられるようになった。それに伴って発生するデータの問題、欠測値や異常値をどのように扱うかというような手法についても、さまざまな研究が進められてきたということがあると思います。

スライドの真ん中あたりには、具体的に取り上げられている手法を記載しています。先程書籍の中で幾つかご紹介しましたが、それには含まれていなかったものもあります。テキストマイニング等はよく用いられていますし、デシジョンツリーや、ニューラルネットワーク、ディープラーニングや集団学習などというものが挙げられます。真ん中に書いてあるアソシエーションルールですが、これは先程の書籍には明記されていませんでしたが、このような方法は、従来の統計アプローチ、例えば、時系列解析などで仮定されているモデルの考え方とは、別の展開のアプローチになるような気もいたします。このような手法も当たり前のように用いられてきています。

このようなりサーチの発展、道具である計算機の向上、利用可能なデータの増加ということが相まって、スライドの下の方に書いてある資産運用関係で言えばロボアドバイザーや機関投資家向けの運用者に対するデータ収集代行、あるいは、分析や戦略の代行策定といったサービスが、登場してきています。

3-9. AIの資産運用等への応用(最近の運用商品より)

- AI投信 安定収益で成長(8月25, 27日 日経報道)
 - 8月中旬時点の残高 4000億円超 半年間で2.9倍
 - AIで運用する公募投信 11本

(ファンドの例)

- ・ゴールドマン・サックス・アセット・マネジメント(GSAM) 旗艦ファンド 2400億円
10,000社を調査、約280銘柄に投資、2600万件以上のニュースや100件以上のアナリストレポートを分析し「利益率の向上」といったプラス評価が増えた場合に投資
他にも2ファンド: 約290~480銘柄に投資
- ・三菱UFJ国際投信 日本株ファンド (元々三菱UFJ信託銀行が開発)
AIが翌日の相場を予測する機能を備える 株価指数先物の売買への反映
全上場銘柄から100~150銘柄に投資
- ・アセットマネジメント One
過去20年分の株価や業績・財務データを深層学習を用いて分析
- ・大和証券投資信託委託
ポイントカードの購買情報などを分析するAI投信を準備

※ クオオンツ系ファンドは、過去のデータに基づくため、市場環境の変化(想定外の事態等)に弱く、運用ルールが硬直的、他者に真似されやすいという指摘もあり。

2017 日本アクチュアリー会年次大会 27

生々しい話になるかもしれませんが、AI手法を取り入れたファンドの動向について、既に報道されているものをいくつかピックアップしてみたものが次のスライドです。

一番上がゴールドマン・サックス・アセット・マネジメントのファンドです。他にも、三菱UFJ国際投信のファンドや、アセットマネジメント One、大和証券投資信託委託のファンド等が挙げられます。これらをご覧いただくと、似ているようですが、色々なアプローチがあり得ることがわかります。一番下にある大和証券投資信託委託の例では、ポイントカードの購買情報を使って投資行動を決めるという手法を用いており、財務諸表データはもちろん、その他の様々なデータも扱って数理的に処理し運用に生かしていくという実例が、登場してきているということかと思えます。

一方で、クオオンツ・ファンドは昔からあるわけですが、指摘されている点としては、過去のデータに基づくため、想定外の事象が起きた場合に柔軟な対応が困難なことや、過去の実績に引っ張られた対応となってしまうことなどがあります。また、同じようなスタイルで対応すると、やはり数学のモデルですので、同じような結果が出てくるということがあって、まねされやすいということもあります。リーマンショックのようなことも起きがちなのではないかという指摘が、依然としてあります。

3-10. AIの資産運用等への応用(経済指標への応用)

■ **ビッグデータ・AIを活用した経済指標(経済産業省)**(野村證券株式会社、PwCあたら有限責任監査法人、ジーエフケーマーケティングサービスジャパン株式会社、株式会社自動処理、株式会社ホットリンク、株式会社エヌ・ティ・ティ・データが新指標開発参画)

サイバースペース上に蓄積されているブログやTwitter等のビッグデータ、AI技術、民間企業が保有するPOSデータ等を活用して、新しい経済指標を開発し試験公表。

名称	調査周期	公表頻度	遅延性	既存統計との関係
1 SNS×AI 景況感指数(ウォッチャーAI)	日次	毎週	4日	
景況ウォッチャー調査【既存統計】	月次	毎月	10日程度	相関係数(※) 0.79
景況動向指数【既存統計】	月次	毎月	40日程度	相関係数 0.63
SNS×AI 景況感指数(中小AI)	日次	毎週	4日	
中小企業景況調査【既存統計】	四半期	四半期	1か月程度	相関係数 0.58
景況動向指数【既存統計】	月次	毎月	40日程度	相関係数 0.72
2 SNS×AI 鉱工業生産予測指数	日次	毎週	4日	
鉱工業生産指数(ITP)【既存統計】	月次	毎月	1か月程度	相関係数 0.90
3 POS 家電販売動向指標	週次	毎週	4日	
家電動向統計(家電)【既存統計】	月次	毎月	1か月程度	販売総額の92%

出所:経済産業省HP (<http://www.meti.go.jp/press/2017/07/20170719002/20170719002.html>)

2017 日本アクチュアリー会年次大会 28

AIの資産運用への応用ということでお話してきましたが、運用関係で別の分野について応用されている例もあります。こちらのスライドに書いてありますものは、経済指標への応用で、経済産業省と参画している会社が共同で開発し試験公表している新たな指標となります。経済産業省の指標の発表タイミング、タイミングだけでなく、中身の問題も少しあるかなという気もしますが、タイミングをもう少し早くできないかという話もあり、ブログやツイッターなどのここでビッグデータと総称されているようなデータも扱って、AI技術と呼ばれるものを用いて、指標を予測するものといいますか、代替可能な指標を試作したのとなり、この夏に公表されています。

表の一番右側に相関係数があり、概ね0.6以上、高いものと0.9ですので、大まかな傾向を把握するうえでは、実務上、耐えうるレベルになってきているのかなという印象を受けます。

いずれにしても、資産運用そのもの、運用行動の決定だけではなくて、それに関連ある指標などについても、AI手法が応用されるようになってきているということがわかります。

3-11. AIのアクチュアリー分野への応用とAI手法の課題・展望

- 生保・損保・年金等(アクチュアリー分野)への応用 (既に応用され始めている)
 - ・保険料査定
 - ・リスク管理
 - ・マーケティング
 - ・Fintechにおける様々な手法も参照
 - ・分野横断的な複合的なモデリング
- AI手法の課題
 - ・利用データの拡張・法的な制約、データの品質
 - ・想定外の(過去には起きなかった)事象への対応
- 展望 (AI手法・AFIR Colloquium 論文)
 - ・AFIR Colloquium では、様々なテーマが扱われてきたが、アクチュアリー分野と金融工学の融合的な内容
 - ・資産運用・アクチュアリー分野におけるAI手法の取り込みにより、AFIR Colloquium においても何らかのAI関連の論文が期待される。

2017 日本アクチュアリー会年次大会 28

こちらは最後のスライドですが、資産運用はさておき、アクチュアリー分野における AI の利用はどうかということです。本日は AFIR 関連研究会の発表ということで、詳細はここには書いてはおりませんが、もう皆様、ご承知の通り、生損保・年金、特に保険の方で、ここに書いてある保険料査定やリスク管理、マーケティングなどについて、既に AI 手法が導入されてきています。一定のデータを収集すれば、この手法を使えばリスクがどうなっているかなど、色々調べられる、保険料の査定もできるのではないかとということで、実際に動きが出てきていることはご承知の通りかと思えます。

銀行などで用いられているフィンテックという言葉で表されるような手法も、データを持ってきて、どのように処理するかということを考える際に、参考にされているのではないかと思います。そもそも、色々なデータを持ってきて、色々なやり方でというと、当然ながら、分野横断的な複合的なモデリングが必要になり、アクチュアリー分野が拡大すると言えば拡大するのでしょうかけれども、関連分野との融合と申しますか、競合することもあるかもしれませんが、そのようなことも図っていかないといけないと思えます。関連分野の人々と、色々なデータ・手法を用いて、業務に取り組むということになろうかと思えます。

まとめということですが、AI 手法の課題を簡単に書いております。2 つ目の想定外の事象への対応は、先にお話しした結果としての判断が硬直的になるのではないかとという問題への対処となります。1 つ目のデータの問題については、特に金融業に携わっていると金融規制があり、プライバシーの問題等もあるため、データの利用に制限があり、その場合、可能な範囲のデータを用いて、どうモデリングするかという論点があります。また、あまり大きく認識されていないと思いますが、データクオリティの問題もあります。データが沢山あるから、それを使って何かできるのではないかとよく言われますが、現実的には、どのようなデータを用いても必ずそれを適切に処理できるとは言いきれないのではないかと、データの品質も考慮して、本当にこれを用いて適切な結果を得られるかということも考えた上で、AI 手法を応用していくという姿勢が必要なのではないかと思えます。

最後に、展望を述べたいと思います。前段は AFIR Colloquium の話し、後段は AI の話しをいたしました。AFIR Colloquium は長い歴史があり、総じて言えば、少なくともこれまでは、アクチュアリー分野と金融工

学の融合的な内容だったのではないかということです。ご説明しました通り、資産運用やアクチュアリー分野において AI 手法が導入され始めておりますので、これまであまり見られませんでした。将来的には AFIR Colloquium においても AI 手法を用いた論文が数多く登場してくるのではないかと思います。そのような論文を調べたり、考えたりし、AFIR 関連研究会として、年次大会等で引き続き皆様にお知らせをして参りたいと思っております。

ご説明は以上となります。ご清聴いただきまして、ありがとうございました。

司会 時間が2-3分ありますので、もし質問がある方がいらっしゃったら挙手をお願いします。よろしいですか。それでは、これをもちまして、AFIR 関連研究会の井川さんの発表を終わらせていただきたいと思います。どうもありがとうございました。