

北朝鮮リスクの日本株式市場への影響

-AI ベースのリスクモデルは何を語るのか？

The impact of North Korea risk on the Japan equity market
: what do AI based risk models tell us?

西山 昇

Noboru Nishiyama

Dragons' Desk Ltd. / 千葉商科大学（会計専門職大学院）

Abstract: We analyze Japan equity portfolios for their risk exposures to North Korea geopolitical destabilization effects over the past few months, by using an implementation of the EM algorithm integrated with a GARCH process. The model identifies which latent factors in the Japan equity market relate to North Korea and predicts their risk impact for the near future.

Key words: EM algorithm, GARCH process, machine learning, decision making.

1. はじめに

地政学的リスクの定量的なモデル化は資産運用の実務家（特にファンドマネージャ）にとって重要なテーマの一つである。特に地政学的リスクに対応するためのファクターは過去に経験したことがない、あるいは、経験したとしても事前に決めることが有効であるとは限らない場合がある。その上、状況が経時的に変化していくことがロバストネス（頑健性）とセンシティブティ（柔軟性）の両者のバランスをとるモデル化を困難にしている。

今回の論考では、EM アルゴリズムがもつ AI 的な側面にフォーカスする。ここでの AI 的な側面とは次の 3 つの特徴をさす。①意思決定のための学習アルゴリズム、②人的なインプットなしのファクター選択、③意思決定に有効な分散・共分散の予測

EM algorithm を活用した AI ベースのリスクモデルの特徴は次の 3 点にある。

(1) 意思決定のための学習アルゴリズム

推定期間が経時的に進行するなかで一定の期間のウィンドデータが更新される。EM algorithm は、そのたびに新しい統計的ファクターを自動的に探索する。

(2) 人的なインプットなしのファクター選択

どのファクターになるかについて人的な関与がない。他の手法ではファンダメンタルのクロスセクションデータからファクター構造を人間が

解釈する必要がある。EM アルゴリズムではファンダメンタルのクロスセクションデータを属性分析に使うものの、基本的には潜在ファクター構造を明らかにするが、ファクターを決定するのに人的なインプットは求められない。

(3) 意思決定に有効な分散・共分散の予測

ファンドマネージャは近未来の分散・共分散行列の日次更新を受け取る。そしてリスクリターンプロファイルを改善する、あるいは求めるアロケーションをメンテナンスするために、どのようにリバランスするのかを意思決定する。

本稿では、過去数ヶ月間の北朝鮮のニュースに関連した地政学的に不安定な影響に対する日本株ポートフォリオのリスクエクスポージャに注目して分析する。

日本株ポートフォリオは、東証上場の日本株全体をユニバースとして最適化ポートフォリオとして構成する。

分析には GARCH プロセスを統合した EM アルゴリズムを使用する。モデルは日本株式市場の潜在ファクターのうちのどれが北朝鮮リスクと関連しているのかを識別し、保有ポートフォリオに与える可能性のある近未来のリスクインパクトを予測する。

地政学的イベントは、事後的に分析することができて、事前に要因（ファクター）を特定することができないためリスクを推定することは難しい。

実際の投資運用における地政学的リスクのようなイベントリスクに対応できる定量的なモデル化には何が必要なのか。その問いに対する一つの考え方を検討する。

本稿では、説明変数をあらかじめ特定しない統計的マルチファクターモデルを利用して、過去に発生したイベント前後のリスク値の推移を確認することでモデルの地政学的リスクへの適用可能性を探る。

検討作業の詳細は後述するが、最適化ポートフォリオを2パターン用意する。一つは北朝鮮リスクのような地政学的リスクに敏感に反応することを想定したポートフォリオ、別の一つは逆に地政学的リスクに敏感に反応しないポートフォリオである。

北朝鮮のリスク指標として韓国(South Korea)株式インデックスを代替指標として日本株式の個別銘柄の対市場ベータを計測する。

北朝鮮の地政学的なイベントが発生していると考えられる過去数カ月の期間に最適化ポートフォリオを構築して一定期間のリスク量の変動を確認する。

推定にあたっては、すでに発生したイベントであることからインサンプルのデータを使用するものの、モデルによる推定を実施する前日までの利用可能なデータを想定して、その先を予測するアウトサンプルの最適化を実行する方法をとっている。

2. 地政学的リスクとは

2.1 地政学的リスクの分析

2017年1月、イアン・ブレマー氏(Eurasia Group)は2017年に予想される地政学的リスクとしてGeopolitical Recession(地政学的後退)とのタイトルで次の10個をあげていた。[1]

- (1) 独立する米国 (INDEPENDENT AMERIKA) — トランプ大統領が述べる“America first”の哲学、そして彼の公約である“make America great again”が米国のコアバリューを組み立てる。それが米国のIndependentに向かう原動力となる。
- (2) 中国の過剰反応 (CHINA OVERREACTS) — 2017年の秋に開催される全国人民代表大会議のリーダーの権力の変更がさまざまな影響をもたらす。
- (3) 弱体化するメルケル (A WEAKER MERKEL) — このことが欧州全体の政治的リスクを高める可能性がある。
- (4) 改革なし (NO REFORM) — 先進国と新興国の両方におけるリーダーシップの欠如から構造改革が進まない状況となる。それは投資家も成長への期待と新しい投資機会を低下させる。
- (5) テクノロジーと中東 (TECHNOLOGY AND THE

MIDDLE EAST) — 中東では独裁制が存続しているものの、ここ数十年の間に政府は弱体化してきている。

- (6) 中央銀行が政治的な攻撃対象になる (CENTRAL BANKS GET POLITICAL) — ここ数十年で初めて新興国だけでなく、米国、欧州圏、英国の中央銀行が攻撃にさらされる。
- (7) ホワイトハウス対シリコンバレー (THE WHITE HOUSE VS SILICON VALLEY) — 大統領選挙ではトランプ氏を指示していなかったカリフォルニア州のITリーダーたちと関係の先行き。
- (8) トルコ (TURKEY) — エルドガン大統領の権限の拡大に対する投票において賛成、反対が拮抗している中、大統領が賛成支持の拡大に向け積極的なキャンペーンを展開する。
- (9) 北朝鮮 (NORTH KOREA) — 2017年は北朝鮮にとって大きな年となる。しかしそれはよいことではない。
- (10) 南アフリカ (SOUTH AFRICA) — 現政権と対立する勢力による政治的リスクが高まる。政治的不安定は地域経済への悪影響となる。

これらのことから、地政学的リスクの重要な一面には、国内の政治状況が与える地域を含めた対外的な影響がある。北朝鮮の国内状況と対外政策が連動しているようにはみえないが、実際にミサイル発射実験を繰り返し、核開発を進め極東地域の政治状況を不安定化させていることはリスクとして認識できる。

ここで資産運用者(ファンドマネージャ)の対応策として何があるのか。仮にある程度、事前に地政学的リスクの発生を予測できたとして、投資運用しているファンドにおいて何らかの対応策を事前にとることが可能なかがポイントになる。

2.2 地政学的リスクと投資運用

地政学的リスクは、グローバルに活動する投資運用会社のCRO(Chief Risk Officer: 最高リスク責任者)にとって投資運用リスクにおけるエマージングリスク(Emerging risk)の一つとして取り扱われている。[2]

エマージングリスク(Emerging risk)とは、それまで無関係とされていたファクター(要因)に相関が突然発生することにより生じる投資運用リスクを指す。

各投資運用会社がエマージングリスク(Emerging risk)を予測するために具体的な方法で計測しているとは限らないものの、直観的な方法を含め、資産運用リスク管理プロセスの一部として、さまざまな

方法でモニターしているとされる。

Market Risks (マーケットリスク) 管理の観点から CRO がエマージングリスク (Emerging risk) として認識しているものは次のとおりである。([2] p30)

(i)市場流動性リスク：グローバルのルールと規制が大きく変化した結果として、厳しいマーケットストレスが発生したケースでは、金融仲介者は過去に実行可能だったマーケットメーカー、市場仲介者としての役割をもった行動が十分にできない。

これはマーケットメイクによって作り出される、流動性に大きく依存した市場だけでなく、(相対取引である) 債券市場にもあてはまる

(ii)金利リスク：グローバル金融危機 GFC (Global Financial Crisis) 以降、グローバル市場と米国中央銀行の政策アクションとの相関が上昇してきている。債券、株式、商品と通貨などを含む金融市場は、米国の金利と連動して変化する指標として繰り返し反応してきた。

(iii)マクロ (経済) リスク：投資運用会社は、原油価格の下落、デフレリスク、通貨変動の関係のみならず米国、欧州、日本と中国のマクロ経済の展開をウォッチし続けている。

(iv)地政学的リスク：すべての投資運用会社が言及したが、地政学的リスクが増加している。これは原油価格の下落に関連する地政学的リスクのみならず、ロシア、ウクライナ、テロ組織 IS に関する緊張状態を含んでいる。

3. 地政学的リスク計測のモデル化

3.1 統計的マルチファクターモデル

地政学的リスクの要因として考えられるファクターは常に変化するものである。過去の経験のみでは事前に特定することはむづかしい。

そのため最初から説明変数を特定して感応度を推定するのではなく、ファクターと感応度を個別資産のリターンを被説明変数として同時に推定できる APT 型の統計的ファクターモデルを適用する。[3]

$$R : \text{return}, F : \text{risk factors}, \beta : \text{sensitivity}$$

$$R = \tilde{\beta}_1 F_1 + \tilde{\beta}_2 F_2 + \tilde{\beta}_3 F_3 + \dots + \alpha + \varepsilon$$

(式 3-1) 統計的マルチファクターモデルのリターン表現

Σ : variance-covariance (分散・共分散)

$$\Sigma = \tilde{\beta}_1 \tilde{\beta}_1' \sigma_1^2 + \tilde{\beta}_2 \tilde{\beta}_2' \sigma_2^2 + \tilde{\beta}_3 \tilde{\beta}_3' \sigma_3^2 + \dots + D_\varepsilon$$

(式 3-2) 統計的マルチファクターモデルのリスク表現

(式 3-2) において、 Σ はトータルリスクとしての分散共分散、右辺第二項 D_ε はアンシステムティック (非組織的) リスク、それ以外の右辺の項全体をシステムティック (組織的) リスクと呼ぶ。

よって (トータルリスク) = (システムティックリスク) + (アンシステムティックリスク) と読み替えることができる。

システムティック (組織的) リスクにある統計的ファクター σ_n^2 (n は統計的ファクター数) がポートフォリオ特性 (国、業種、スタイル等) とどのように関連しているかを確認することで運用するポートフォリオがどの特性からどれくらい影響を受けているかを調べられる。

先に説明したとおりポートフォリオ特性の一つとして韓国 (South Korea) 株式インデックス (以下、SK インデックス) を代替指標とする。北朝鮮のリスク指標としてとして日本株式の個別銘柄の対市場ベータを計測する。

実務的なリスク属性分析としては、ベータの他に共通のリスクファクターの中からトータルリスクに対するリスクファクターの限界の寄与の計測、トラッキングエラー、投資スタイルのトレンド分析などの推定がある。

3.2 仮想ポートフォリオの特性

東証上場銘柄をユニバースとして最適化ポートフォリオを組む。SK インデックスに対するベータをテイルトさせる 2 種類 (高リスク、低リスク) の仮想日本株式ポートフォリオを 2017 年 6 月末の時点で作成する。

仮想ポートフォリオは、SK インデックスに対する感応度が高いポートフォリオ (高リスク) と SK インデックスに対する感応度が低い (低リスク) ポートフォリオを構成する最適化をかける。

最大組み入れ銘柄数の上限を 200 銘柄、個別銘柄の最大組み入れ比率を 1% とする。

次に北朝鮮リスクが高い最適化ポートフォリオと北朝鮮リスクが低い最適化ポートフォリオの特性を概観する。ⁱⁱ

(組み入れ銘柄数) は、高リスクポートフォリオは 177 銘柄に対して、低リスクポートフォリオは 124

銘柄となる。

次にポートフォリオリスクを高める業種別リスクを高い順番に 10 個あげる。東証の業種分類による。

(高リスクポートフォリオ：業種リスク TOP10)

Top 10 Style Risks
Style
TOPIX Machinery
TOPIX Electric Appliances
TOPIX Transportation Equipment
TOPIX Secs & Commodity Futures
TOPIX Banks
TOPIX Chemicals
TOPIX Glass & Ceramics Products
TOPIX Other Financing Business
TOPIX Iron & Steel
TOPIX Nonferrous Metals

(低リスクポートフォリオ：業種リスク TOP10)

Top 10 Style Risks
Style
TOPIX Retail Trade
TOPIX Construction
TOPIX Services
TOPIX Foods
TOPIX Chemicals
TOPIX Wholesale Trade
TOPIX Textiles & Apparels
TOPIX Information & Communication
TOPIX Pharmaceutical
TOPIX Metal Products

次にポートフォリオリスクを高める個別銘柄をリスクの高い順番に 10 個あげる。リスク下げするためには、これらの銘柄の保有比率を低下させる調整を実施することになる。

(高リスクポートフォリオ：銘柄リスク TOP10)

Top 10 Riskiest Assets
Name
NTN
Yamaichi Electronics
Mazda Motor
DMG MORI
JTEKT
NSK
Shindengen Electric Mfg
Kobe Steel
SUMCO
Mitsuba

(低リスクポートフォリオ：銘柄リスク TOP10)

Top 10 Riskiest Assets
Name
Genky stores
Morinaga
Kusuri No Aoki
M3
Okamoto Industries
MEGMILK Snow Brand
Kewpie
AIN HOLDINGS
TSURUHA Holdings
Fuji Kyuko

4. 結果の考察

4.1 リスクファクターの意味

本稿では、北朝鮮リスクを EM algorithm を使った統計的マルチファクターモデルでとらえることを試みた。フォワードルッキングなリスク計測では、トータルリスクの短期変動（分散共分散行列）を予測する必要がある。

地政学的リスクという市場環境の変化を定量的にとらえるための一つの枠組みとして統計的マルチファクターモデルが適用できることを確認した。

(トータルリスク) = (システムティックリスク) + (アンシステムティックリスク) のシステムティックリスク部分を個別のポートフォリオ特性（国、業種、スタイル）に結びつけた結果である。

4.2 実際の運用のために必要なこと

今回のモデルでは、各ファクターに対する SK インデックスのベータ（感応度）を計測して、日本株の北朝鮮リスクの大きさを SK インデックスに対するベータの大きさにより調整した。ポートフォリオ全体のリスクを低下させるためには、スタイル、個別銘柄の保有比率の高さを調整する方法が適用できることがわかる。

実際には、最適化を使って SK インデックスへのリスク（感応度）を最小化することと最大化することにより 2 種類の最適化ポートフォリオを構築した。

またトータルリスクに対するリスクファクターの限界的寄与を計測することで定量的にエクスポージャーをコントロールすることができる。

5. おわりに

本稿では、北朝鮮リスクという地政学的な事象を事例に、統計的マルチファクターモデルの適用可能性を検討した。

統計的には、分散（共分散）を高い精度で予測すること、同時に新しい外部ショックが発生したときに、その波及効果を予測に反映することが求められる。

統計的マルチファクターモデルの枠組みにより、リスクの日次エクスポージャーをモニターすることができる。またファンドマネージャは、ポートフォリオへの事前には把握できないとされた地政学的な影響を早めに調整することができる。

さらに最適化によりその時点の地政学的リスクに対する耐性のあるポートフォリオを構築することによるバックテストによる最適化シナリオの有効性を確認できる。

発表では、AI ベースのリスクモデルによる最適化ポートフォリオのバックテストの経過を説明する。

謝辞

本稿を作成するのにデータ処理面でのアシストをしてくれた David Andorsoni 氏に感謝したい。

参考文献

- [1] TOP RISKS 2017: THE GEOPOLITICAL RECESSION, Ian Bremmer(Eurasia group), January, 2017.
(<https://www.eurasiagroup.net/issues/top-risks-2017>)
- [2] Securities and Futures Commission (HK) , Risk-focused Industry Meeting Series: Asset Management: Looking Forward January 2015,参考資料として香港の金融規制当局である SFC (Securities and futures commission of Hong-Kong、以下 SFCHK) が公開した小冊子” Risk-focused Industry Meeting Series: Asset Management: Looking Forward, January 2015”。この小冊子はSFCHKが2014年3月から同年11月までの間、同規制当局が管轄している投資運用会社のリスク管理部門を含む各部門の責任者と資産運用の現状と問題意識についてオープンな対話 (Risk-focused Industry Meeting Series) を重ね、その内容をまとめたものである。小冊子では、資産運用ビジネス全体について幅広く網羅している。
(<http://www.sfc.hk/web/EN/published-resources/industry-related-publications/risk-focused-industry-meeting-series-report.html>)

[3] EM Applications, Ltd.,

(<https://emapplications.com/index.php?q=research/statistical-factor-model/stat-factor-model>)

ⁱ 森金融庁長官インタビュー2016年8月2日 18:45 JST【東京】「...金融危機は繰り返し起こるものだが、その都度別の姿をしてやってくる。ほぼ確実にいえるのは、全く同じ危機は二度は起こらないということだ。なぜなら、我々は常に過去の危機に対応して、その防止に努めるからである。従って、次の危機は、予期しない所からやってくるようになる。
本年（2016年）4月のISDA（国際スワップデリバティブ協会）年次総会における基調講演で、私は第二次世界大戦の戦艦大和の例をお話した。大和は海からの攻撃に耐えうる分厚い装甲を備えていたが、空からの攻撃には脆弱であった。過去の危機は海からやってきたかもしれないが、次の危機は空からやってくるかもしれない。...」

ⁱⁱ Analytics provided by EM Applications