ノーベル記念経済学賞と 金融・株価時系列 (1) ーR. F. Engleと C. W. J. Grangerー

大阪市立大学大学院経済学研究科
中川 満

1．2003年ノーベル記念経済学賞

- Robert F. Engle(賞金1/2)
  - 国籍：米国
  - ニューヨーク大学
  - １９４２年生＜ニューヨーク州シラキューズ＞
- Clive W. J. Granger (賞金1/2)
  - 国籍：連合王国 (イギリス)
  - カルフォルニア大学サンディエゴ校
  - １９３４年生＜ウェールズ, Swansea ＞

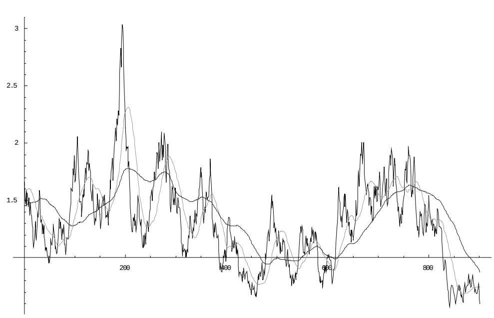
1．1　受賞理由

- Engle
  - 金融時系列分析
    - ARCHモデル
      - ボラティリティの変動を説明する統計的モデル
- Granger
  - 非定常性と共和分
    - データがあるトレンドのまわりにとどまらないような系列に従っている＜非定常時系列＞
    - そのような系列同士の関係＜共和分＞
      - Engleとの共同研究

2．講演の主題

- 彼らの業績と金融時系列分析との関連
  - ランダムウォークと単位根分析
    - 株価のモデルとしてのランダムウォーク
      - 効率的市場仮説
      - 共和分と金融時系列
        - » それでも市場は効率的ではない (一時的にせよ)
  - ARCHモデルとその拡張
    - 変動するボラティリティのモデル化
    - Leverage Effect (市場は予測できるか？)

3．あるチャート



3．1　チャーティズムとその批判

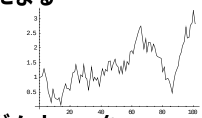
- チャート分析
  - 株価の値動きだけをもとにそこからトレンドをよみとる
- マルキールの批判
  - 市場は効率的
  - 株価はランダムウォーク
  - チャートから見えるトレンドは所詮見せかけに過ぎない

3．2　効率的市場仮説

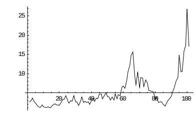
- 証券価格の決定に関連するすべての情報が完全に正しく価格に反映されている
  - この結果，値変動は完全にランダムになる
  - 値動きはランダムな値変動の積み重ね＝ランダムウォークになる
- 各種効率的市場仮説
  - ウィーク型
    - 過去の価格･収益情報は反映されている
  - セミストロング型
    - 価格情報以外の公開情報も反映されている
  - ストロング型
    - インサイダー情報も含めて反映されている

3．3　ランダムウォーク（酔歩）

- ランダムウォークの例
  - コンピュータシミュレーションによる



- 幾何ランダムウォークの例
  - この値の自然対数値がランダムウォーク



- 確率的トレンドの発生

3．4　「あるチャート」の解説

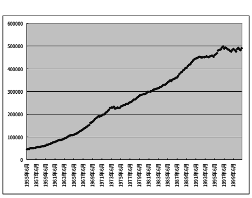
- コンピュータシミュレーション
  - ランダムウォーク系列の作成
  - 幾何ランダムウォークへの変換
  - 移動平均線の記入
- 確率的トレンドとしての移動平均線
  - 移動平均線の動きにはなんの必然もない
    - ゴールデンクロス後にその動きが維持されるのは偶然
  - 「あるチャート」ではゴールデンクロスしているが，利ざや確保が難しいケースがいくつか示されている

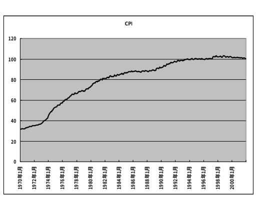
3．5　経済現象における ランダムウォークの発見

- １９０４年
  - バシュリエ（ポアンカレの弟子）博士論文で株式価格がランダムウォークであることを理論的に指摘．評定は「良」
- １９５３年
  - ケンドール，株式価格がランダムウォークであることを統計学的に検証
- １９８２年
  - ネルソンとプロッサー，経済時系列データの多く（ＧＤＰ，消費者物価指数を含む）がランダムウォークであることを統計的に検証

3．7　ランダムウォークとなっている 経済時系列

- ＧＤＰ　　消費者物価指数

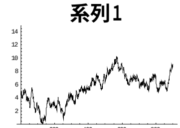




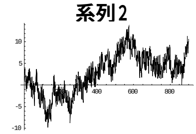
4．共和分(Cointegration)

- 二つのランダムウォークの関係
  - 無関係
  - 一方のα倍が他方とほぼ等しい
    - その差はランダムウォークではなく，定常な系列
    - この場合を共和分関係にあると呼ぶ

系列１



系列２



共和分残差

4．1　EngleとGrangerの共和分分析への貢献

- Granger表現定理
  - 共和分の数学的操作に不可欠
- Engle－Granger検定
  - 共和分分析の重要なツール
  - 共和分関係にあるかを簡易に検定する方法
    - 最小二乗法による回帰分析を行う
    - その回帰式で説明できない部分（残差）がランダムウォークか調べる（単位根検定）

4．2　共和分の金融時系列への応用

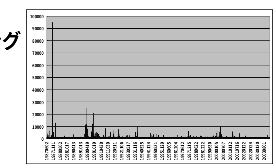
- もし共和分関係があったら
  - ランダムウォークだったら，値変動でもうけるのは平均的には不可能
  - 共和分ならば共和分残差はしばらくすると0に戻ってくる
  - 従って，逆張り戦略（共和分残差がある程度0から離れたら0に戻るのを期待してポジションをとる）が有効
- 外国為替市場
  - いくつかの為替レート間に共和分関係が観測される（効率的市場仮説への反例）
  - 共和分関係は不安定だが一時的には存在する
- 現物と先物価格
- 債券市場における期間構造
- 各国の為替市場間の共和分

4．3　株式市場への応用例

- ロングーショート戦略
  - ペアトレード
    - どの銘柄をペアにするか
      - 共和分関係を検出
    - 共和分残差が $u = x - \alpha y$ でuが正で十分大きいなら将来必ず0に戻ってくる．x株とy株と1：αの比率でそれぞれショート，ロングに持てばuが0に戻ったとき利益を確定できる
  - さらに複数株の組み合わせ
    - 同一業種，安定業種にはその可能性がある
    - 共和分係数は非常に不安定

5．ボラティリティ

- ボラティリティ
  - 株式価格の変動
    - リスクの指標となる（分散）
  - ボラティリティの大きくなる日の周辺はまたボラティリティが大きい．
    - ボラティリティクラスタリング
    - TOPIXの場合
      - 収益の二乗のグラフ



5．1　ARCH（by　Engle）

- ボラティリティ変動をモデル化する
  - ある時点でのボラティリティは，それ以前の時点での予想外の収益の2乗の加重平均によって決まる．

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2$$

$$\alpha_0 > 0, \alpha_1, \cdots, \alpha_p \geq 0 \qquad \varepsilon_t | I_t \sim N\left(0, \sigma_t^2\right)$$

  - 株価はランダムウォークだが，その一歩一歩の歩幅はそれ以前の歩幅によって変動する

5．2　ARCHモデルの拡張

- GARCH, I-GARCH, E-GARCH
- Stochasitic　Volatility　Model

５．３　Leverage Effect

- ボラティリティと収益率は負の相関を持つ
  - 下降市況時のボラティリティは上昇市況時のボラティリティに比べて高い傾向がある
  - ボラティリティが分かれば，市場の動きは予想できる．
- ボラティリティ測定の困難
  - ボラティリティを実際のデータから計算する場合，ボラティリティが分かったときには市場は閉じている
  - 瞬時ボラティリティの計測（研究トピックス）