

## 〈研究ノート〉

## アジア金融市場の時系列分析

## —国際投資に関するサーヴェイ論文—

小原 篤次\*

## I. はじめに

世界保健機関（WHO）は2020年3月11日、新型コロナウイルス（COVID-19）のパンデミックを宣言した<sup>1</sup>。金融危機、自然災害、感染症など「100年に一度」や「ブラック・スワン (black swan<sup>2</sup>)」と表現される。その前には、中国の国営中央テレビ（CCTV）は2020年1月9日、湖北省武漢市で発生した原因不明の肺炎について、新型コロナウイルスが検出されたと報じている<sup>3</sup>。中国発のCOVID-19もその一つである。世界の株価は3月11日のWHOの宣言の後、急落を経験した。

さて、本格的に時系列分析が注目されたのは、1970年代前半で、米国経済に分析に使用されたからである<sup>4</sup>。さらに、株価の連動性に関する研究が本格するのは1987年のブラックマンデー<sup>5</sup>である。それ以降、株価の連動性についての分析は計量分析の手法の発展に支えられ、盛んに行われてきた。先進国から途上国へ

の資金フローが先進国の商業銀行の経営危機につながった累積債務危機を経て、間接金融中心の構造が変わっていく。そのことで、1990年代に入り、途上国を震源とする通貨・金融危機が起きていく<sup>6</sup>。具体的には、1994年のテキサラ危機（メキシコ）、1997年のアジア通貨危機、1998年のロシア危機やそれに伴う米国ヘッジファンドのLTCM危機、2008年の世界金融危機など危機ごとに研究が続いている。

本論の構成は、以下の通りである。まず2節では株式市場の連動性に関する時系列分析の実証研究を取り上げる。3節では、実証研究の手法としてしばしば用いられる共和分検定について取り上げる。最後に今後の研究課題を示す。

## II. 株価の時系列分析に関する先行研究

株式市場に関する連動性に関する先行研究をサーヴェイする。表1は本論で引用した主な先行研究の一覧を示している。

表1 株式市場の連動性に関する時系列分析に関する先行研究

著者	地域	株価指数	期間・頻度	分析手法	主な結果とインプリケーション
B.Arshanapalli et al. (1995)	米国、日本、香港、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ	ダウ、TOPIX、SEHK、All Ordinaries Index、Kuala Lumpur Composite Index、Manila Composite Index、SES All Share Singapore、SET Index	1986.1.1.-1992.5.12. 日次	多変量共和分検定、誤差修正モデル	米国とアジアの株式市場の動きの間に長期的な均衡関係が存在することを支持している。さらに、アジアの株式市場は米国市場よりも日本の株式市場との統合度が低いことを示唆している。

\*長崎県立大学国際社会学部准教授

H.Sheng and A.Tu(2000)	米国、日本、香港、シンガポール、豪州、韓国、台湾、マレーシア、フィリピン、タイ、インドネシア、中国	S&P500、日経、ハンセン指数、STI、All Ordinaries、KOSPI、TWSE、クアラルンプール総合指数、マニラ総合指数、バンコク総合指数、ジャカルタ総合指数、上海B株指数	1996.7.1.-1997.6.30. 1997.7.1.-1998.6.30. 日次	多変量共和分検定、誤差修正モデル、Grangerの因果性検定	アジア金融危機では、韓国に次いで米国市場が大きな役割を果たす。アジア市場では香港、韓国、中国のみが米国市場にフィードバックをもたらし、アジア金融危機は東アジアの株式市場のみに影響を与える域内危機ではない。
L.Liu(2007)	中国(上海、深圳)、香港、米国	上海、深圳成分指数、ハンセン指数、S&P500	2000.1.4.-2005.8.17. 日次	多変量GARCHモデル	中国本土の証券取引所は、リターンとボラティリティの点で香港の地域先進市場と結びついているが、中国本土の証券取引所と米国のグローバル金融センターとの間には直接的な結びつきはない。
L.Liu(2014)	米国、日本	S&P500、日経、All Ordinaries Index、上海、ハンセン指数、KOSPI、STI、TWSE	1993.1.4.-2009.4.17. 日次	二項反応モデル	日米の極度のダウンサイド・リスクは、アジア太平洋の6市場において極度の損失の可能性を予測する重要な能力を有している。
西村友作(2009年)	米国、中国	ダウ、上海	2004.1.3.-2007.12.31. 日次	相互相関係数	中国市場から米国市場への一方的なボラティリティ・スピルオーバーが強く検出。他方、米国市場から中国市場へのスピルオーバーは若干ながら確認。
張艶(2010年)	日本、シンガポール、韓国、中国、香港、台湾	日経、STI、KOSPI、上海、ハンセン指数、TWSE	1991.1.1.-1997.6.30. 1997.7.1.-1998.12.31. 1999.1.1.-2007.8.14. 2007.8.15.-2009.3.31. 日次	相関関係、インパルス反応、分散分解など	アジア市場に対するシンガポール市場と日本市場の影響は比較的大きいのに対して、中国本土市場は他の国からの影響は小さい。また、全サンプル期間と世界金融危機においては、共和分関係の存在を確認し、長期的な均衡関係が見られた。

注：「ダウ」はダウ工業株30種平均、「日経」は日経平均株価、「上海」は上海総合指数を示す。

二国間のほか、米国、欧州、アジアのように地域別分析、グローバルな分析がある<sup>7</sup>。

B.Arshanapalli et al. (1995) は、Johansen (1988) の多変量共和分検定、Engle and Granger(1987) の誤差修正モデル (ECM; error correction model)<sup>8</sup>を用いて、米国(ダウ工業株30種平均)、日本(TOPIX)、香港(SEHK All Ordinaries Index)、マレーシア(Kuala Lumpur Composite Index)、フィリピン(Manila Composite Index)、シンガポール(SES All Share Singapore)、タイ(SET Index)、1986年1月1日から1992年5月12日までの日次データを分析した。ブラックマンデー前後の米国とアジア7市場の関係性を検証した。実証結果は、1987年10月以降の米国とアジアの株式市場の動きの間に長期的な均衡関係が存在することを支持している。さらに、アジアの株式市場は米国市場よりも日本の株式市場との統合度が低いことを示唆している。

H.Sheng and A.Tu(2000) は、Johansen (1988)

の多変量共和分検定、誤差修正モデル、Grangerの因果性検定を用いて、各国の株式市場の変動がアジア通貨危機でどの程度、影響しているかを分析した。対象の株価指数は12種類で、米国のS&P 500とアジア・太平洋地域の日本の日経平均株価(日経225)、香港ハンセン指数、シンガポール・ストレート・タイムズ(STI)、オーストラリア(All Ordinaries)、韓国総合指数(KOSPI)、台湾加権指数(TWSE)、クアラルンプール総合指数、マニラ総合指数、バンコク総合指数、ジャカルタ総合指数、上海B株指数で、日次の終値を使用した。期間は、1996年7月1日から1997年6月30日までをアジア通貨危機前とし、1997年7月1日~1998年6月30日をアジア通貨危機の期間とした。日次データは自然対数とした。休日は前日の終値とした。Grangerの因果性検定によると、アジア金融危機では、韓国に次いで米国市場が大きな役割を果たして

いる。一方、アジア市場は3市場(香港、韓国、中国)のみが米国市場にフィードバックをもたらしており、アジア金融危機は東アジアの株式市場のみに影響を与える域内危機ではなかったとしている。

張艶(2010年)は、アジア通貨危機前(1991年1月1日-1997年6月30日)、アジア通貨危機後(1997年7月1日-1998年12月31日)、世界金融危機前(1999年1月1日-2007年8月14日)、世界金融危機(2007年8月15日-2009年3月31日)に分けて、日次データを用いて、単位根検定を行いデータの定常性を検証し、さらに共和分関係、相関関係、インパルス反応、分散分解などの分析を実施して、アジア諸国の株価連動性(中国本土市場については上海総合指数、香港市場については香港ハンセン指数、日本市場については日経225、韓国市場についてはKOSPI、シンガポール市場についてはSTI、台湾市場についてはTWSE)を分析している。分析結果から、アジア市場に対するシンガポール市場と日本市場の影響は比較的大きいものに対して、中国本土市場は他の国からの影響は小さいことが確認された。また、全サンプル期間と世界金融危機においては、共和分関係の存在を確認し、長期的な均衡関係が見られたとした。

西村友作(2009年)は、アジア通貨危機後で世界金融危機前にあたる、2004年1月3日から2007年12月31日までの期間を対象にして、上海総合指数と米国のダウ工業株30種平均に的を絞って、相互相関係数(CCF; Cross Correlation Function)を用いている。CCFアプローチ<sup>9</sup>はCheung and Ng(1996)によって紹介された。CCFアプローチによる分析結果は、中国市場から米国市場への一方的なボラティリティ・スピルオーバーが強く検出され、他方、米国市場から中国市場へのリターンのスピルオー

バーが若干ながら確認された。

劉偉(2013年)は、上海総合指数、日経225、シンガポール・ストレート・タイムズ指数、香港ハンセン指数を用いて、1998年1月1日～2002年11月30日、2006年4月1日～2011年3月31日の3つの期間を設けた。

L.Liu(2014)では、二項反応(binary response)モデルを用いて、米国S&P500、日経225における極度ダウンサイド・リスク(extreme downside risk)がオーストラリア(ASX All Ordinaries)、中国(上海総合指数)、香港、韓国、シンガポール、台湾の6市場の極度なダウンサイド・リスクに与える影響を分析した。期間は2000年9月4日から2009年4月17日で、米ドル換算した日次データ(対数)の変動率を用いている。Lin(2014)のアプローチは、リスクにおけるグレンジャーの因果関係の概念(Hong, Liu, and Wang, 2009)に触発されている。Hong, Liu, and Wang(2009)のグレンジャーの因果関係の概念では、極度なダウンサイド・リスクがあると言われている資産収益率が所定の水準で左裾のバリュエーション・アット・リスク(VaR)を下回った場合、あらかじめ定められた水準で発生するとしている。この分析のため、Hong, Liu, and Wang(2009)は、極度なダウンサイドリスクスピルオーバーに基づくカーネルベースのテストを開発したのに対して、Lin(2014)は、支配的市場(米国または日本)に関する情報を与えられたアジア太平洋市場における極度なダウンサイド・リスクの事前予測を行う回帰アプローチを提案した。極度なダウンサイド・リスクを測定するために、Lin(2014)はマルコフ交換ARCH(SWARCH)モデル(Cai, 1994; Hamilton & Susmel, 1994)を用いてVaRを予測した。SWARCHの使用は、2つの目的に役立つとしている。(1)SWARCHは分布の潜在的なシフト

を捉え、過度の尖度と歪度の問題を緩和するので、単一レジーム(G)ARCHモデルよりもVaRの予測においてより正確であると期待される(Li and Lin, 2004; Timmermann, 2000)。(2)これまでの研究(Longin and Solnik, 2001など)では、強気相場ではなく弱気相場のスピルオーバーが増加することが示されている。SWARCHを介して高いボラティリティ・レジームと低いボラティリティ・レジームを同定することにより、Lin(2014)は、レジームがシフトするときスピルオーバー効果の程度も変化するかどうかを検討し、市場環境の変化に関するポートフォリオの選択修正の必要性を示せるとしている。

分析結果は、日米両国の極度のダウンサイド・リスクは、アジア太平洋地域の6つの市場すべてにおいて極度の損失の可能性を予測する重要な能力を有している。オーストラリアは、S&P500の極端な下方リスクに対してアジア太平洋地域で最も高い感度を示しているが、シンガポールは日経225の極端な下方リスクに対して最も脆弱である。対照的に、中国本土市場は、米国または日本市場の極端なダウンサイド・リスクの影響を最も受けにくいとしている。

他方、H.Li(2007)は、多変量GARCHモデルのなかで、Engle and Kroner(1995)が提案したBEKKモデルによって、上海総合指数、深圳成分指数、香港ハンセン指数、米国S&P 500を対象に、2000年1月4日～2005年8月17日の日次データである。アジア通貨危機の影響を回避できる期間としている。H.Li(2007)は、分析の結果、上海、深圳、香港、米国の証券取引所の株価指数を用いて、中国の証券取引所のいくつかの重要な国際的結びつきを見出した。中国本土の証券取引所は、リターンとボラティリティの点で香港の地域先進市場と結びついているが、中国本土の証券取引所と米国との間には直接的な

結びつきはない。

### Ⅲ. 共和分検定に関する先行研究

まず、分析に関連する単位根、共和分について、先行研究をもとに簡潔に整理し、仮説や分析手法について説明する。

共和分とは、Engle and Granger(1987)によって導入された概念であり、長期均衡における経済変数の関係を示すものである<sup>10</sup>。つまり、株価指数間の長期均衡関係も確認できる。

また、山本拓(2006年)によれば、本格的に時系列分析が注目されたのは、多変量時系列についてのGranger(1969)の因果性に概念がSims(1972)によって、米国経済に分析に使用されたからである<sup>11</sup>。

時系列データを用いた回帰分析において、筒井義郎・平山健二郎(2008年)によれば、変数が非定常であると望ましい性質をもった推定結果が得られない可能性がある。変数が定常であるとは、変数の平均値や散らばり具合が時期によって変わらないことであり、非定常とは、それらが、時間とともに大きくなっていく傾向があることである。この事実は、1980年代に指摘されはじめ、変数が定常であるかどうかを検定するための方法として、単位根検定が用いられるようになった<sup>12</sup>。また、黒住英司(2008年)によれば、ファイナンスでは、単位根の存在を市場の効率性と結び付けて考えることが可能であり、単位根検定が重要とされる<sup>13</sup>。単位根検定方法は、Dickey and Fuller(1979)によって提案される<sup>14</sup>。単位根検定は、帰無仮説を単位根、対立仮説を定常根と想定されるものである<sup>15</sup>。

田中勝人(2004年)は、消費や所得などのマクロ経済時系列、あるいは株価や為替レートなどの金融時系列は、一定のレベルの回りを変動

しているのではなく、時間とともにレベルが上昇、あるいは下降、さらに、変動幅が大きくなるなどの非定常的な動きを示す場合が多いという<sup>16</sup>。山本拓（2014年）は、経済データの各変数は非定常であるが、変数同士は密接に関連付けられているという特性を持っている<sup>17</sup>。こうした分析に共和分が用いられる。

野田英雄（2001年）<sup>18</sup>は、Engle-Granger 検定に対する問題点として、説明変数と被説明変数を入れ替えることにより共和分検定の結果が変わるということが指摘されており、検定結果の頑健性をみるために、対象となる変数を被説明変数とした場合と説明変数とした場合の両方について検定を行っている。

さらに、北坂真一（2014年）<sup>19</sup>は、非定常時系列データの間に関係があれば、回帰モデルの被説明変数や説明変数がそれぞれ非定常であっても、回帰モデルの関係としては定常化され、安定的な関係になるとする。

#### IV. 今後の研究課題

時系列分析が本格的に注目されたのは、多変量時系列についての Granger(1969) の因果性に概念が Sims(1972) によって、米国経済に分析に使用されたからである。その後、ブラックマンデー、アジア通貨危機、世界金融危機など金融市場の混乱を経て、研究が広がってきた。このうち、本論は、高所得経済では米国、日本のほか、韓国、台湾、香港、シンガポール、オーストラリア、中所得経済では中国、東南アジアを対象として研究に焦点をあててサーヴェイした。金融市場のなかでは株式市場、その変数として株価指数を取り上げた<sup>20</sup>。言い換えれば、アジア太平洋を対象とした、株指数を変数とした研究に焦点を絞ったと言える。

最後に、アジア太平洋について今後の研究課題を提示する。中国が貿易や直接投資で世界経済と関係が深まり、中国発の世界同時株安<sup>21</sup>という現象もみられる。短期資本移動は規制されているものの、世界貿易機関（WTO）加盟後、段階的<sup>22</sup>に緩和され、上海と香港市場の株式相互取引は2014年10月17日から開始された。米国株価指数算出会社の MSCI<sup>23</sup>は2017年6月20日、中国本土 A 株を2018年6月から同社の新興国株指数に組み入れると発表した。また、中国企業の米国株式市場上場が1990年代後半<sup>24</sup>から積極的で、2014年9月19日、中国の電子商取引最大手、アリババ集団がニューヨーク証券取引所に上場、当時、史上最大の資金調達となった。

他方、米中貿易摩擦が起き、両国が相互依存を弱めようとする、デカップリングが懸念されている<sup>25</sup>。事実、中国の配車アプリ最大手、滴滴出行（ディディ）は3日、米国上場を廃止すると発表した。来年の共産党大会を控え、習近平（シー・ジンピン）指導部は国家安全上の理由から同社に圧力をかけており、6月末の上場から異例の短期間での廃止となる。海外資金調達をテコにした技術革新よりも、国内の統制強化を優先する習指導部の姿勢が一段と鮮明になってきた。

他方、中国の配車アプリ最大手、滴滴出行は2021年12月3日、ニューヨーク証券取引所からの上場廃止手続きの開始と、香港での上場に向けた準備に入ったと発表した。

2節で紹介したように、西村友作（2009年）は「中国市場から米国市場への一方的な強いボラティリティ・スピルオーバーが強く検出された」<sup>26</sup>としたが、今後、中国と米国など先進国市場や、近隣アジア諸国との連動性を高めていくのか。今後の実証研究の蓄積が期待される。

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K01815、令和4年度長崎県立大学学長裁量研究費の助成を受けたものです。

## 注

- 1 WHO. (2020) ,WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020 (<https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19--11-march-2020>) .
- 2 アリババグループの CEO 張勇 (Daniel Zhang) は COVID-19 を “black swan event” と表現している。FT.com (2020.2.14.) (<https://www.ft.com/content/8732e814-4e82-11ea-95a0-43d18ec715f5>) .
- 3 『日経速報ニュースアーカイブ』2020/01/09 18:53
- 4 山本拓 (2006年) 82 ページ。
- 5 筒井義郎・平山健二郎 (2007年) v ページによると、当時は大型計算機からパソコンに移行し始めた時期で、計量経済学のソフトウェア TSP が利用できるようになった時期だったと回顧している。なお、TSP を引き継いだ Eviews のリリースは 1994 年、STATA のリリースは 1985 年。
- 6 小原篤次 (2002年)。
- 7 前者は、時差の関係から取引時間の重なりが多い地域に限定する。後者は時差が発生するため、例えば、アジアと米国の連動性を分析する時、カレンダーや時間はアジア地域が米国に先行する。しかしどちらの影響を受けているのに関心が向かう。例えば、二つの仮説を用意する。仮説 1 「アジア市場は前日の取引日 (t-1) の米国市場から影響を受けている」、仮説 2 「米国市場は前日の取引日 (t-1) のアジア市場から影響を受けている」である。日付について調整をする必要がある。
- 8 姚峰 (2012年) 82 ページによると、誤差修正モデルは 1 階の差分をとって定常になる時系列分析には有効である。また、レベル変数と差分変数を同時に取り込みことによって、データが持っている情報を最大限に活用できる利点がある。
- 9 CCF アプローチとは Hamori (2003) によれば、1. 平均だけでなく分散についても因果性を検定できる。2. 同時にモデルを組む必要が無いため、相対的に簡単な手法である。3. 調査する変数の数が多く、かなり長いラグが因果性のパターンに考えられるとき便利な手法である。4. はっきりとした漸近的な分布をもっており、その漸近的な性質は正規性の仮定に依存しない。5. 通常の因果関係に比べて因果関係の時差の情報を提供する。6. 単変量モデルを推定して得られた残差を用いるので、変数の欠如を考慮し

なくてもよい。

- 10 羽森茂之 (2009年) 163 ページ。
- 11 山本拓 (2006年) 82 ページ。
- 12 筒井義郎・平山健二郎 (2008年) 34 ページ。
- 13 黒住英司 (2008年) 39 ページ。
- 14 山本拓 (2006年) 87 ページ。
- 15 黒住英司 (2008年) 40 ページ。単位根検定方法については、山本拓 (2006年) が詳しい。
- 16 田中勝人 (2004年) 73 ページ。
- 17 山本拓 (2014年) 315 ページ。
- 18 野田英雄 (2001年) 136 ページ。
- 19 北坂真一 (2014年) 754 ページ。
- 20 個別銘柄や産業別指数の論文を対象としていない。
- 21 2007年2月28日、2015年8月21日、2018年10月12日。
- 22 外国人投資家向けの B 株市場は、1992年2月21日の真空電子が上場第一号。香港 H 株は、1993年7月15日上場の青島ビールが中国企業として初めて香港証券取引所に上場した。2001年には B 株市場への中国投資家投資が認められた。
- 23 MSCI は 2014 年から A 株の組み入れについて検討していた。
- 24 小原篤次 (2003年) 「中国株式市場の海外投資家自由化」『東アジア研究』第 38 号、54 ページ。
- 25 伊藤宏之 (2020年10月9日) 「人民元の未来 (下) 経済教室」『日本経済新聞』。
- 26 西村友作 (2009年) 36 ページ

## 参考文献

- 伊藤宏之 (2020年10月9日) 「人民元の未来 (下) 経済教室」『日本経済新聞』。
- 小原篤次 (2002年) 「アジア通貨危機後の米国のアジア株式投資」『東アジア研究』第 35 号、53-63 ページ。
- 小原篤次 (2003年) 「中国株式市場の海外投資家自由化」『東アジア研究』第 38 号、53-64 ページ。
- 金森久雄・荒憲治郎・森口親司 (2001年) 『経済辞典第 3 版』有斐閣。
- 黒住英司 (2008年) 「経済時系列分析と単位根検定：これまでの発展と今後の展望」『日本統計学会誌』第 38 号、39-57 ページ。
- 北坂真一 (2014年) 「国立大学の効率性：確率的フロンティアモデルによる計測」『経済学

- 論叢』第65巻第4号、749-778ページ。
- 田中勝人（2004年）「グレンジャー教授の業績計量経済学のテキストを書き換えた「共和分」と「単位根」概念（特集2 2003年ノーベル経済学賞「時系列分析」は経済学をどう変えたか）『経済セミナー』第588号、73-76ページ。
- 野田英雄（2001年）「動態的モデルにおける公共投資のマクロ経済効果：理論と実際」『経済論究』第109号、127-141ページ。
- 辻幸民・元利大輔（2012年）「裁定取引による投資戦略：共和分検定法の差異について」『三田商学研究』第6号、33-54ページ。
- 筒井義郎・平山健二郎（2009年）『日本の株価：投資家行動と国際連関』東洋経済新報社
- 西村友作（2009年）「中国株式市場国際連動性のパズル」『証券経済学会年報』第44号、27-38ページ。
- 張艶（2010年）「アジアの株式市場における連関と構造変化」『経済学研究』第5号、143-170ページ。
- 羽森茂之（2009年）「ベーシック計量経済学」中央経済社
- 山本拓（2006年）「経済における時系列分析：概観と展望」『日本統計学会』第35巻第2号、81-101ページ。
- 山本拓（2014年）「共和分分析に基づく予測とその応用」『日本統計学会誌』第43巻第2号、
- 姚峰（2012年）「多変量時系列モデル」刈屋武昭・前川功一・矢島美寛・福地純一郎・川崎能典（2012年）『経済時系列分析ハンドブック』朝倉書店。
- 劉偉（2013年）「中国株式市場と各主要市場の連動性とボラティリティ：QFIIとQDII制度の導入効果について」『福岡大学大学院論集』第45巻第1号、81-113ページ。
- Arshanapalli, Bala, John Doukas and Larry H.P. Lang, (1995), "Pre and post-October 1987 stock market linkages between U.S. and Asian markets," *Pacific-Basin Finance Journal*, 3(1), pp.57-73.
- Cheung, Yin-Wong and Lilian K. Ng, (1996), "A causality-in-variance test and its application to financial market prices," *Journal of Econometrics*, 72(1-2), pp.33-48.
- Dickey, David A. and Wayne A. Fuller, 1979, "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root," *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), pp. 427-431
- Engle, Robert F. and C. W. J. Granger, (1987), "Cointegration and error-correction: representation, estimation, and testing," *Econometrica*, 55, pp.251-276.
- Engle, R. and Kroner, K. (1995) Multivariate simultaneous generalized ARCH, *Econometric theory*, 11, pp.122-50.
- Eun, Cheol S. and Sangdal Shim, (1989), "International Transmission of Stock Market Movements," *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 24(2), pp. 241-256
- FT.com (2020.2.14.) (<https://www.ft.com/content/8732e814-4e82-11ea-95a0-43d18ec715f5>) .
- Granger, C. W. J., (1969), "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods," *Econometrica*, 37(3), pp. 424-438.
- Hamori, Shigeyuki, (2003) *An Empirical Investigation of Stock Markets: the CCF Approach*, Kluwer Academic Publishers.
- Johansen, Søren, (1988), "Statistical analysis of

- cointegration vectors," *Journal of Economic Dynamics and Control*," Vol. 12, Issues 2-3, pp.231-254.
- Li, H. (2007),"International linkages of the Chinese stock exchanges: a multivariate GARCH analysis," *Applied Financial Economics*, 17, pp.285-297.
- Liu,L.(2014)," Extreme downside risk spillover from the United States and Japan to Asia-Pacific stock markets" ,*International Review of Financial Analysis*,33,pp. 39-48.
- Sheng, Hisao-Ching and Anthony H. Tu, (2000)" A study of cointegration and variance decomposition among national equity indices and during the period of the Asian financial crisis," *Journal of Multinational Financial Management*, Vol.10, pp.345-365.
- Sims, C. A. (1972). "Money, Income, and Causality," *The American Economic Review*, 62(4), 540-552.
- WHO. (2020) ,WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020 (<https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19--11-march-2020>) .