

日元/美元套利交易及其与其他市场的因果联系

徐 尚

东北大学, 辽宁 沈阳
Email: 1162604714@qq.com

收稿日期: 2021年4月17日; 录用日期: 2021年5月2日; 发布日期: 2021年5月21日

摘 要

本研究分析了日本日元/澳大利亚美元(JPY/AUD)携带贸易和相关金融变量的因果结构。本文采用三种因果搜索算法来寻找日元/美元汇率、标准普尔500指数、日经225指数、澳大利亚证券交易所200指数、10年期美国国债、10年期日本政府债券和10年期澳大利亚政府债券之间的关系。所有三种算法的结果都提供了与无抛补利率平价理论相违背的证据。

关键词

货币套利交易, 无抛补利率平价, 因果关系, 向量自回归, 市场联系

Yen/USD Carry Trade and Its Causal Links with Other Markets

Shang Xu

Northeastern University, Shenyang Liaoning
Email: 1162604714@qq.com

Received: Apr. 17th, 2021; accepted: May 2nd, 2021; published: May 21st, 2021

Abstract

This study analyzes the causal structure of JPY/AUD carried trade and related financial variables. This paper uses three causal search algorithms to find the relationship between the Yen/USD exchange rate, the S&P 500 Index, the Nikkei 225 Index, the ASX 200 Index, the 10-year US Treasury, the 10-year Japanese Government Bond and the 10-year Australian Government Bond. The results of all three algorithms provide evidence that contradicts the theory of interest rate parity without covering.

Keywords

Currency Carry Trade, Uncovered Interest Parity, Causality, Vector Autoregressive, Market Connection

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

对冲基金和机构投资者使用的货币利差交易投资策略，如今正受到个人投资者的欢迎。一些交易所交易工具，如嘉实基金 InvescoDBG10 和优化货币套利 ETN 已经被开发出来，以方便中小投资者更容易参与套利交易策略。套利交易策略的流行加上日益加强的金融一体化，可能会导致从货币到股票和债券的溢出效应，或者产生相反的作用。本文的目标是寻找这些类型的市场之间的联系。

货币套利交易是通过从低利率筹资货币币种借入货币，同时投资于利率较高的币种，目的是从利率差异中获利[1]。这一战略并非没有风险，因为有时汇率变动可能会很快抹去投资者的利润。传统上，日元是一种非常受欢迎的基础筹资货币，因为它的利率很低。而澳元则是一种受欢迎的目标投资货币，因为它的利率相对较高。本文研究的重点是日元澳元(JPY/AUD)货币对，并试图找到这种汇率与日本、澳大利亚和美国的股票和债券市场之间的联系。市场联系的存在可能是由于市场参与者寻求投资组合的多样化，或者是价格变动所带来的信息流动等因素的存在。

相关经济理论：

汇率平价理论认为，货币套利交易无利可图。根据无抛补利率平价，汇率的变化应该足以抵消任何利率差异。这是由于

$$i_H - i_L = \Delta s_{t+1} \quad (1)$$

其中 i_H 是高收益货币的利率； i_L 是低收益货币的利率； Δs_{t+1} 是在下一个时间段内，以每单位低收益货币(H/L)的高收益货币单位为单位的即期汇率的变化(t 是一个时间序列) [1]。几乎在所有的国际经济学教科书中都有无抛补利率平价理论，但它实际上很少有效。一些研究估计，货币套利交易的利润高达百分之八十。

2. 文献综述

其他研究发现，货币套利交易回报与股票或债券市场等其他金融市场有因果关系。以下是对相关文献的简要总结。

利用逐日数据(Fung 等人，2013 年) [2]确定了在 2008 年金融危机期间，日本、澳大利亚和印度的股票市场收益率到外汇套利收益率的重大格兰杰因果关系——基于 G10 一篮子货币(十大流动性最强的货币)。且研究发现，在 1995 年 1 月至 2007 年 7 月的危机前时期，没有显著的格兰杰因果关系。

Cheung、Cheung 和 He (2012) [3]利用周数据和货币套利交易活动的三个典型操作得出结论：当控制美国股票回报、VIX 指数和商品价格系列三个变量时，日元套利交易会显著影响五个选定目标货币国家的股票市场。

Tse 和 Zhao (2012) [4]利用 1995~2010 年的每日数据, 采用 VAR 模型, 得到美国股票市场和套利交易回报是相关的, 并且得出股票市场到货币市场存在波动溢出。这项研究寻找格兰杰因果检验, 但没有发现任何一个方向。

Zhang、Yau 和 Fung (2010) [5]使用了一个 VAR 模型, 其中包含了几个经济变量的每日数据, 包括四个货币市场、股票市场、利率和信用违约互换。研究发现, 从信用违约互换市场流向日元/美元、澳元/美元和欧元/美元的格兰杰因果关系显著。结论是, 信贷市场通过套利交易影响货币市场, 但反之亦然。

Cheung、Cheung 和 He [3]利用 1995~2008 年的每日数据, 调查在不同波动情况下, G10 货币外汇套利回报对标准普尔 500 指数期货和 10 年期美国国债期货合约的敞口。研究发现, 套利交易收益在所有时期都显著正向暴露于股票回报, 但在动荡时期, 风险敞口要大得多。套利交易回报对债券市场的敞口可以忽略不计, 也不显著。

利用 1993~2008 年的 5 分钟日内数据[6], 找到瑞士法郎、日元和欧元的避险资产, 在较小程度上, 它们的超额收益与标准普尔 500 指数呈负相关, 但与 10 年期美国国债和外汇波动呈正相关。

总之, 所引用的五项研究发现套利交易与一个或多个股票市场之间存在联系。只有一项研究发现了套利交易与债券市场之间的联系。

3. 方法

3.1. 因果关系

发现因果关系的有效方法是控制对照实验。但在许多情况下, 试图发现金融市场之间的因果联系, 不能进行控制实验。幸运的是, 最近数据科学领域开发了大量基于观测数据的因果发现方法。

因果模型是有洞察力的, 因为它们包含的信息比更常见的概率模型更多, 更本质来说它们代表的是数据生成过程, 而不仅仅是数据的统计规律。虽然概率模型可以通过一个变量预测另一个变量。但因果模型却可以基于对另一个变量进行干预后, 预测另一个变量。在试图预测政策的潜在影响时, 确定干预的效果对决策者特别有帮助。金融市场的从业人员也会发现, 在试图确定大型机构或政府机构(如中央银行)干预的价格效应时, 这种方法很有用。在这种情况下, 因果关系的含义很简单, 就是一个变量的值发生了变化, 另一个变量的值也发生了变化; 前者是原因, 后者是结果。因果关系可以编码在有向无环图(DAG)中, 它提供了一个很好的因果关系的可视化表示。

3.2. 有向无环图

有向图是表示一组顶点由一组有向边相连的图。例如, 对于图中由同名的一对顶点表示的一对变量 A 和 B, 如果有向边连接 A 到 B, 如 $A \rightarrow B$, 则 A 对 B 有因果影响。在有向无环图中, 没有路径(有向边序列)可以从顶点引导回自己。也就是说, DAG 不包含有向周期, 例如, ABA, 或 A 不能是其本身的原因。

有时 DAG 不能唯一地识别一组变量背后的因果结构。联合概率分布中包含的条件独立性信息可以由多个 DAG 表示。在这种情况下, 提出了一组 DAG 结构, 这就是马尔科夫等价类。DAG 的等价类通常由部分定向 DAG 表示, 其中一些边不定向。有向边对等价类的所有成员都是公共的, 而无向边在等价类的某些成员中以一种方式指向, 而在其他成员中以相反的方式指向。

3.3. 因果搜索算法

为了寻找货币、债券和股票市场之间的联系, 本研究使用了三种因果搜索算法。前两种算法, 线性

非高斯无环模型(LiNGAM)和快速因果搜索(FCI), 由于不直接用于时间序列数据, 必须与向量自回归(VAR)模型一起使用。第三种算法, 时间序列的 FCI (tsFCI)直接使用时间序列数据。这三种算法都包含在 Tetrad 软件包中[7]。

LiNGAM 算法假设观测变量是扰动变量的线性函数, 扰动项与非高斯分布和非零方差相互独立。此外, 它还假定没有潜在的共同原因。非高斯假设是其中关键, 其允许 LiNGAM 使用独立分量分析(ICA)作为算法第一阶段。在进行独立分量分析后, LiNGAM 对 ICA 混合矩阵进行置换和归一化, 以获得观测变量的因果顺序及其连边强度。这些信息可以很容易地转换成 DAG, 以直观地显示因果结构。详情见(Shimizu, Hoyer, Hyvarinen, & Kerminen, 2006) [8]。

该 FCI 算法允许潜在变量的可能存在, 这些变量影响观察到的变量。FCI 的输出是一个部分祖先图(PAG), 它与 DAG 略有不同, 因为它表示与等价的 DAG 类共享的祖先关系。

在 PAG 中

- 1) 只有当 A 是 B 的祖先时 $A \rightarrow B$
- 2) 只有当 B 不是 A 的祖先时 $A \dashrightarrow B$
- 3) A 和 B 可能有共同的潜在原因时 $A \leftrightarrow B$

时间序列的 FCI (tsFCI)是对 FCI 算法的一种改进, 它包含了数据来自时间序列过程的内容。它特别承认, 因果效应必须及时向前发展。它还假设数据是由一阶时不变的多元马尔可夫过程产生的, 其过程带有稀疏连接和可能隐藏变量。

4. 数据描述

澳大利亚证券交易所 200 指数(AUS200)、日经 225 指数(JPN225)和标准普尔 500 指数(SPX500)的股票指数数据来自 SierraChart 数据服务。日元/美元即期外汇汇率(日元/美元)、澳大利亚 10 年期国债期货合约(XS)、日本 10 年期国债期货合约(JGB)和美国 10 年期国债期货合约(ZN)的数据来自 CQG 数据服务。数据时间跨度为 2017/11/1~2018/10/30, 周期为 10 分钟。SierraChart 软件被用来将每一种债券的未来合约加入到一个连续的时间序列中。在接下来的分析中, 我们使用每个变量的自然对数和第一次差分(按此顺序)计算的对数作为返回值。

5. 结果

5.1. VAR 估计

使用 Stata2019 选择和估计包含所有观测变量(AUS200, JPN225, SPX500, JPY/AUD, XS, JGB, and ZN)的单向量自回归。Hannan-Quinn 信息准则和施瓦茨贝叶斯准则都表明, 阶数 1 (滞后长度为 1)的 VAR 模型是合适的。表 1 包含 VAR 估计结果。

估计后的测试证实了估计的 VAR 是平稳的(伴随矩阵的所有特征值都位于单位圆之外)。此外, 残差自相关的检验不能拒绝无残差自相关的零假设。Jarque-Bera 测试表明 VAR 扰动项不是正态分布的, 因为 LiNGAM 算法依赖于非高斯性。最后, 将 LiNGAM 和 FCI 算法应用于 VAR 的过程的估计, 得到的图形结构如下所述, 如图 1 和图 2 所示。

5.2. LiNGAM 因果搜索算法结果

图形软件(Graphviz, 2019) [9]用于生成图 1~3 中的图形。LiNGAM 算法的结果显示为两个 DAG, 如图 1 所示。图 1 上部的小 DAG 包含澳大利亚和日本的 10 年期债券收益, 并表明澳大利亚债券影响日本债券。其中发现澳大利亚债券和日本债券收益都与日元/美元汇率没有任何联系。

Table 1. Estimation results of vector autoregression
表 1. 向量自回归的估计结果

	JPY/AUD					
	Coef.	Std.Err.	ZP> z	[95% Conf.	Interval]	
JPY/AUD	0.996916	0.00047	2097.81	0	0.995985	0.997848
AUS200	1.37e-06	3.36e-06	0.41	0.683	5.22e-06	7.96e-06
XS	-5.69e-06	9.30e-07	-6.11	0	7.51e-06	-3.86e-06
JGB	-2.06e-06	1.83e-05	-0.11	0.91	3.79e-05	3.38e-05
JPN225	-2.76e-07	8.06e-07	-0.34	0.732	1.85e-06	1.30e-06
SPX500	1.23e-05	8.67e-06	1.42	0.156	4.68e-06	2.93e-05
ZN	0.005391	0.00085	6.27	0	0.003707	0.007076
constant	5.137666	0.84763	6.06	0	3.476334	6.798998
	AUS200					
JPY/AUD	-0.11382	0.03864	-2.95	0.003	0.189558	-0.03809
AUS200	1.000008	0.00027	3658.1	0	0.999472	1.000544
XS	-0.00025	7.56e-05	-3.32	0.001	0.000399	-0.0001
JGB	0.002987	0.00148	2.01	0.045	7.13e-05	0.005902
JPN225	4.22e-05	6.55e-05	0.64	0.519	8.61e-05	0.000171
SPX500	0.001216	0.00070	1.72	0.085	0.000166	0.002597
ZN	0.240714	0.06988	3.44	0.001	0.103746	0.377681
constant	175.4468	68.9222	2.55	0.011	40.36175	310.5319
	XS					
JPY/AUD	-1.80034	0.48264	-3.73	0	2.74631	-0.85437
AUS200	0.00148	0.00341	0.43	0.664	0.00520	0.008178
XS	0.99527	0.00094	1053.59	0	0.99342	0.997125
JGB	-0.01389	0.01858	-0.75	0.455	0.05030	0.022525
JPN225	-0.00077	0.00081	-0.94	0.345	0.00237	0.000831
SPX500	0.00802	0.00880	0.91	0.362	0.00922	0.025282
ZN	3.42413	0.87288	3.92	0	1.71331	5.134958
constant	4532.87	860.889	5.27	0	2845.56	6220.19
	JGB					
JPY/AUD	0.011328	0.01142	0.99	0.32	0.011064	0.03371
AUS200	9.52e-05	8.08e-	1.18	0.23	6.32e-05	0.00025
XS	-1.89e-06	2.24e-	-0.08	0.93	4.57e-05	4.19e-
JGB	0.998015	0.00044	2269.2	0	0.997153	0.99887
JPN225	-3.6e-05	1.94e-	-1.88	0.06	7.43e-05	1.57e-
SPX500	-0.00064	0.00020	-3.06	0.00	0.001047	-
ZN	-0.01729	0.02066	-0.84	0.40	0.057785	0.02320
constant	34.88612	20.3774	1.71	0.08	5.052881	74.8251

Continued

JPN225						
JPY/AUD	-0.71399	0.224231	-3.18	0.00	1.153476	-0.27451
AUS200	0.00035	0.001586	0.22	0.82	0.002758	0.003461
XS	-	0.000439	-3.94	0	0.002587	-0.00087
JGB	0.00562	0.008632	0.65	0.51	0.01129	0.022547
JPN225	0.99924	0.00038	2628.8	0	0.998498	0.999988
SPX500	0.01123	0.00409	2.75	0.00	0.003215	0.019247
ZN	1.70812	0.405528	4.21	0	0.913302	2.502944
constant	1433.74	399.9551	3.58	0	649.8511	2217.646
SPX500						
JPY/AUD	-0.07622	0.01946	3.92	0	0.114362	-0.03807
AUS200	0.000201	0.00013	1.46	0.145	-6.9E-05	0.000471
XS	-0.00017	3.81E-	4.47	0	-0.00025	-9.6E-05
JGB	0.000504	0.00074	0.67	0.501	0.000965	0.001972
JPN225	-2.2E-05	0.00003	0.65	0.514	8.62E-05	4.31E-05
SPX500	1.00055	0.00035	2818.4	0	0.999854	1.001246
ZN	0.162499	0.03519	4.62	0	0.093509	0.231488
constant	142.7208	34.7156	4.11	0	74.67938	210.7622
zn						
JPY/AUD	0.002073	0.000274	7.56	0	0.001536	0.00261
AUS200	3.90E-07	1.94E-06	0.2	0.841	3.41E-06	4.19E-06
XS	421E.06	5.36E-07	7.86	0	3.16E-06	5.27E-06
JGB	-7.94E-06	1.05E-05	-0.75	0.452	2.86E-05	1.27E-05
JPN225	-4.42E-07	4.64E-07	-0.95	0.341	1.35E-06	4.68E-07
SPX500	-1.4E-05	5.00E-06	•2.89	0.004	2.42E-05	-4.65E-06
ZN	0.995981	0.000496	2009.93	0	0.99501	0.996952
constant	-3.62342	0.48872	-7.41	0	4.581291	-2.66554

图 1 底部部分的 DAG 显示，日元/澳元汇率是三个股票市场和美国 10 年期债券的信息来源(所有有向边流出)。美国 10 年期债券是一个信息汇(所有有向边都流入)，直接受到日元/澳元汇率以及日本和美国股市的影响。该图还显示，澳大利亚股市牵引日本股市，并且澳大利亚和日本股市对美国股市都有因果影响。

5.3. FCI 因果搜索算法的结果

图 2 显示了 FCI 算法以部分祖先图作为结果输出。该 FCI 算法无法在其图中指示任何方向，但图形骨架与 LiNGAM 图几乎相同；唯一的区别是 FCI 图不包含从 JPY/AUD 汇率到澳大利亚股市的边。

例如，FCI 图中缺乏任何有向边表明，我们不知道澳大利亚债券是否牵引日本债券，或者方向相反。我们也无法判断是否存在任何可能的混杂(因为没有两个箭头的边缘，例如， $A \leftrightarrow B$)。然而，两种截然不同的算法在它们的图形结构中发现了所有相同的边缘，这在某种程度上增加了一定的可信度。

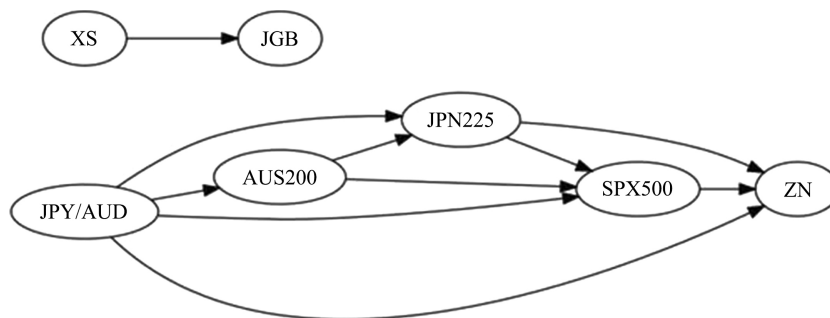


Figure 1. Lingam algorithm output

图 1. LiNGAM 算法输出

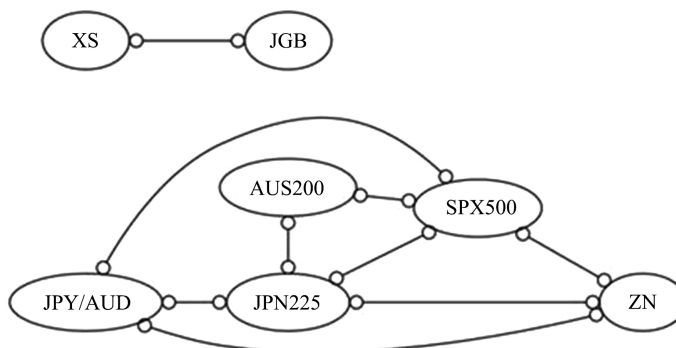


Figure 2. Output of FCI algorithm

图 2. FCI 算法输出

5.4. tsFCI 因果搜索算法结果

图 3 显示了 tsFCI 算法以部分祖先图作为输出结果。tsFCI 算法假设数据是由一阶时不变多元马尔可夫过程生成的。这个假设的结果是，算法的图形输出包含当前时间(滞后零项)和一个时间窗后(滞后一项)的变量。在图 3 中，时间从左向右流动，使图形左侧的变量簇具有冒号和数字 1(:1)附加到它们的滞后的一个变量，而图右侧的变量在当前期时间。因果效应在时间上向前流动，因此滞后变量可能对当前变量产生因果效应，但反之亦然。

图 3 中图形骨架的结构类似于图 1 和图 2 的结构，澳大利亚和日本债券市场效应相互连接，但与其他变量断开连接。由于图 3 顶部从滞后 1 变量到滞后 0 变量的边缘有开放点(不确定端点)，因此不清楚澳大利亚和日本债券市场的滞后 1 值是否对其滞后 0 值有直接的因果影响，或者是否存在影响其滞后 1 和滞后 0 值的混杂因子。

图 3 所示的 tsFCI 算法发现的因果效应的方向与图 1 所示的 LiNGAM 在特定时间内查找时发现的方向不同。tsFCI 算法发现，其他变量对 JPY/AUD 汇率有因果影响，因此它现在是一个信息接收器，而不是信息源(在时间滑动窗口)如图 1 所示。TSFCI 算法还发现，美国股市是一个信息来源，但在任何一个股市之间都没有确定的因果流动。股票市场之间可能存在潜在的共因，因为在连接它们的边缘上有开放的点。该算法确实找到了从美国股市到日元/美元汇率和美国 10 年期公债的直接因果关系。

日元/美元汇率与美国 10 年期国债之间的双重箭头边缘表明潜在的共同原因(也许是其他市场)可能对他们俩都有因果关系。tsFCI 算法还发现日本股市对日元/美元汇率和美国 10 年期公债都有因果关系。

有三个箭头从滞后 1 时间切片指向滞后 0 时间切片。日元/美元汇率滞后对日元/美元汇率和日本股市的滞后 0 值都有因果关系。美国 10 年期债券的滞后值仅对其自身的滞后 0 值有因果关系。

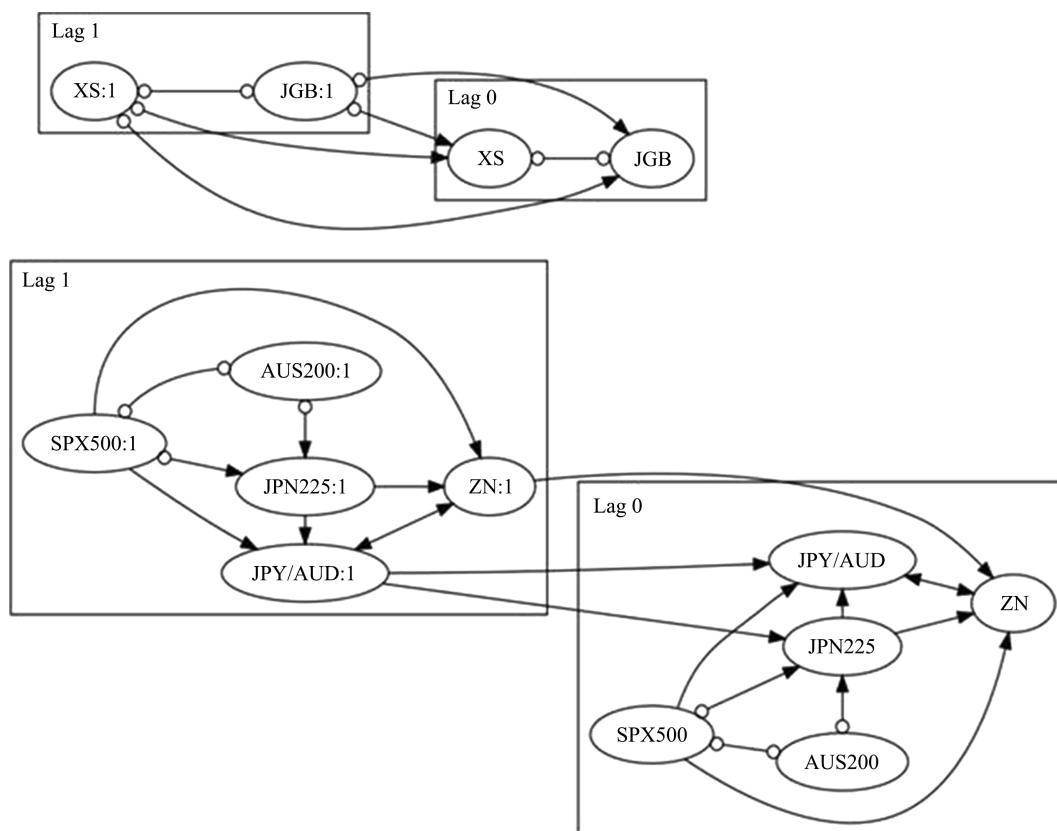


Figure 3. tsFCI algorithm output

图 3. tsFCI 算法输出

与 tsFCI 算法的输出相比, 表 1 所示的向量自回归估计的结果包含了更多的从过去到现在的联系。在向量自回归结果中, 共有 25 个变量具有显著的(p 值小于 0.01)系数估计, 而在 tsFCI 算法输出中, 从过去到现在只有三条边。例如, 有四个变量的滞后值影响标准普尔 500 指数的当前值。如表 1 中, 第二至最后一个面板所示, 该面板标为 SP500, 表明日元/美元汇率、澳大利亚 10 年期国债、美国股市和美国 10 年期票据的滞后值对美国股市的当前值都有显著影响(在 0.01 显著性水平)。

综上所述, 日元/澳元汇率与美国 10 年期国债之间仅存在间接的因果关系, 日元/澳元汇率与澳大利亚或日本债券市场之间没有联系。这一发现提供了证据, 表明汇率市场与利率市场并不像理论所描述的那样联系起来, 因此揭示了利率平价在短期内对更高频率的数据不成立。然而, 日元/澳元汇率与美国和日本股市之间存在直接的因果关系, 日元/澳元的滞后价值在滞后 0 时直接影响其自身和日本股市。

6. 结论

图 1~3 中的所有图表显示, 澳大利亚和日本的债券市场与日元/澳元汇率是脱节的。这一发现为揭示利率平价理论在使用较高频率(10 分钟周期)数据时不成立提供了证据。然而, 在所有的图 1~3 中, 日元/澳元汇率都与美国股市、日本股市和美国 10 年期国债有关。在这种情况下, 外汇市场似乎是随着股票市场和美国债券市场的波动而波动, 而不是像理论上说的那样是随着本国债券市场的波动而波动。这一发现与文献综述部分引用的五项研究一致, 这些研究也发现套利交易与一个或多个股票市场有关。LiNGAM 算法发现, 日元/澳元汇率是一个信息来源, 对股市和美国 10 年期国债有因果影响。FCI 算法可以找到与 LiNGAM 相同的所有边, 但不能指向任何边。tsFCI 算法发现, 美国股市在一个时间段内扮演信息来源的

角色，而不是像 LiNGAM 发现的那样是日元/澳元。标普 500 指数在一段时间内对日元/澳元汇率、日本股市、美国 10 年期国债以及澳大利亚股市都有因果影响。随着时间的推移，日元/澳元汇率会对自身和日本股市产生因果影响，而美国 10 年期国债只会对自身产生影响。最后，tsFCI 算法在一个时间段内发现了影响日元/澳元汇率和 10 年期美国国债的潜在共同原因。

参考文献

- [1] Bekaert, G. and Hodrick, R.J. (2012) *International Financial Management*. 2nd Edition, Pearson, Boston.
- [2] Fung, B., *et al.* (2013) Growing the Asset Management Franchise: Evidence from Hedge Funds. https://ink.library.smu.edu.sg/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=6326&context=lkcsb_research
- [3] Cheung, Y.-L., Cheung, Y.-W. and He, A.W.W. (2012) Yen Carry Trades and Stock Returns in Target Currency Countries. *Japan and the World Economy*, **24**, 174-183. <https://doi.org/10.1016/j.japwor.2012.01.010>
- [4] Tse, Y. and Lin, Z. (2012) The Relationship between Currency Carry Trades and US Stocks. *Journal of Futures Markets*, **32**, 252-271. <https://doi.org/10.1002/fut.20516>
- [5] Zhang, G., Yau, J. and Fung, H.G. (2010) Do Credit Default Swaps Predict Currency Values?. *Applied Financial Economics*, **20**, 439-458. <https://doi.org/10.1080/09603100903459774>
- [6] Carry on Speculating (2007) *The Economist*. <https://www.economist.com/finance-and-economics/2007/02/22/carry-on-speculating>
- [7] Shimizu, S., Hoyer, P.O., Hyvärinen, A. and Kerminen, A. (2006) A Linear Non-Gaussian Acyclic Model for Causal Discovery. *Journal of Machine Learning Research*, **7**, 2003-2030.
- [8] Glymour, C., Scheines, R., Spirtes, P. and Ramsey, J. (2017) The TETRAD Project. <http://www.phil.cmu.edu/projects/tetrad/>
- [9] Graphviz (2019). <https://graphviz.org/>