

Pairs Trading: Performance of a Relative-Value Arbitrage Rule

김나영

Rank by Journal Impact Factor

Journals within a category are sorted in descending order by Journal Impact Factor (JIF) resulting in the Category Ranking below. A separate rank is shown for each category in which the journal is listed in JCR. Beginning in 2023, ranks are calculated by category. [Learn more](#)

CATEGORY

BUSINESS, FINANCE

10/233

20067/42Q184.52

발표 당시에도 금융 분야의 Q1(상위 25% 이내) 저널

JCR YEAR	JIF RANK	JIF QUARTILE	JIF PERCENTILE
2023	10/233	Q1	95.9

Rank by JIF before 2023 for BUSINESS, FINANCE

EDITION

Social Sciences Citation Index (SSCI)

JCR YEAR	JIF RANK	JIF QUARTILE	JIF PERCENTILE
2022	4/111	Q1	96.8
2021	2/111	Q1	98.65
2020	5/110	Q1	95.91
2019	4/109	Q1	96.79

CATEGORY

ECONOMICS

22/600

JCR YEAR	JIF RANK	JIF QUARTILE	JIF PERCENTILE
2023	22/600	Q1	96.4

Rank by JIF before 2023 for ECONOMICS

EDITION

Social Sciences Citation Index (SSCI)

JCR YEAR	JIF RANK	JIF QUARTILE	JIF PERCENTILE
2022	14/380	Q1	96.4
2021	10/381	Q1	97.51
2020	22/376	Q1	94.28
2019	21/373	Q1	94.50

Authors

Evan Gatev

Momentum Trading and Performance with Wrong Return Expectations
co-authored with Stephen Ross
Journal of Portfolio Management, 2009

How Do Banks Manage Liquidity Risk? Evidence from the Equity and Deposit Markets in the Fall of 1998
co-authored with Til Schuermann and Philip Strahan
NBER Handbook, The Risk of Financial Institutions, 2006

Liquidity Risk Sharing Between Banks and Hedge Funds
Canadian Hedge Watch, August/September 2007

Liquidity Risk and Limited Arbitrage: Are Taxpayers Helping Hedge Fund Managers Get Rich?
Journal of Investment Management, 2009

Pension Plan Risk-taking: Does it Matter if the Sponsor is Publicly-traded?
co-authored with Christina Atanasova
Journal of Pension Economics and Finance, 2013

The Corporate Governance and Financing of Small-cap Firms in Canada
co-authored with Christina Atanasova, *Managerial Finance* 2016

Hedge Funds as Liquidity Providers: Evidence from Convertible Bond Arbitrage in Canada
co-authored with Mingxin Li, *Financial Markets and Portfolio Management* 2017

PROFESSIONAL EXPERIENCE

Associate Professor of Finance, Simon Fraser University, 2011 - present

Assistant Professor of Finance, Simon Fraser University, 2008 - 2011

Assistant Professor of Finance, Boston College, 2001 – 7/2008

Financial Consulting, Taconic Capital Partners, New York, 2000

Investment Management, Overlook Investments Limited, Hong Kong, 1997

Teaching Assistant, Mathematics Department, Yale University, 1993 - 1995

William N. Goetzmann



William Goetzmann

[Yale University](#)
yale.edu의 이메일 확인됨 - [홈페이지](#)
william.goetzmann@yale.edu



제목	인용	연도
Modern portfolio theory and investment analysis EJ Elton, MJ Gruber, SJ Brown, WN Goetzmann John Wiley & Sons	7331	2009
Performance persistence SJ Brown, WN Goetzmann The Journal of finance 50 (2), 679-698	2023	1995
Equity portfolio diversification WN Goetzmann, A Kumar Review of Finance 12 (3), 433-463	1921	2008
Survivorship bias in performance studies SJ Brown, W Goetzmann, RG Ibbotson, SA Ross The Review of Financial Studies 5 (4), 553-580	1608	1992
Efficiency and the bear: Short sales and markets around the world A Bris, WN Goetzmann, N Zhu The Journal of Finance 62 (3), 1029-1079	1291	2007
Pairs trading: Performance of a relative-value arbitrage rule E Gatev, WN Goetzmann, KG Rouwenhorst The review of financial studies 19 (3), 797-827	1254	2006

Past Positions

2005-2006 Visiting Professor of Finance, Harvard Business School

1994-1997 Associate Professor of Finance, Yale School of Management

1990-1994 Assistant Professor of Finance, Columbia Business School

1984-1985 Director of the Museum of Western Art, Denver, Colorado

1979-1990 Writer and producer of PBS documentaries with T.W. Timreck, New York

K. Geert Rouwenhorst



K. Geert Rouwenhorst

Robert B. and Candice J. Haas Professor of Corporate Finance, [Yale School of Management](#)
yale.edu의 이메일 확인됨
[Business Cycles](#) [International Finance](#) [Commodities](#) [Financial History](#)

제목	인용	연도
International Momentum Strategies KG Rouwenhorst The Journal of Finance 53 (1), 267-284	2996	1998
Facts and Fantasies About Commodity Futures G Gorton, KG Rouwenhorst Financial Analysts Journal 62 (2), 47-68	2086	2006
Local Return Factors and Turnover in Emerging Stock Markets KG Rouwenhorst The Journal of Finance 54 (4), 1439-1464	1514	1999
Pairs Trading: Performance of a Relative-value Arbitrage Rule E Gatev, WN Goetzmann, KG Rouwenhorst The Review of Financial Studies 19 (3), 797-827	1257	2006
Long-Term Global Market Correlations WN Goetzmann, L Li, KG Rouwenhorst Journal of Business 78 (1), 1-38	1049	2001
Does Industrial Structure Explain the Benefits of International Diversification? SL Heston, KG Rouwenhorst Journal of Financial Economics 36 (1), 3-27	1018	1994

Keywords

- Pairs Trading
- Statistical Arbitrage
- Relative-Value Arbitrage
- Market Efficiency
- Co-integration

Index

1. Background of Pairs Trading
2. Methodology
3. Empirical Results
 - 1) Strategy profits
 - 2) Trading statistics and portfolio composition
 - 3) Transaction costs
 - 4) Pairs trading by industry groups
 - 5) The risk characteristics of pairs trading strategies
 - 6) Pairs trading and contrarian investment
 - 7) Risk and return of the long and short positions
 - 8) Subperiod analysis and the prescence of
a dormant risk factor
4. Conclusions

0. Introduction

새로운 전략을 소개하는 것이 아니고, 이미 현업에서 사용되고 있는 전략을 실증분석하는 데 의의

- 페어 트레이딩은 월스트리트의 헤지펀드와 투자은행이 최소 20년 전부터 활용한 통계적 차익거래 전략
- 전략 개요
 - 역사적으로 가격이 함께 움직였던 두 주식을 찾아, 가격 차이가 벌어지면
승자(= 지금까지 상승세)인 주식은 숏 포지션/패자(= 지금까지 하락세)인 주식은 롱 포지션을 취함
- 가정: Mean-Reversion(평균 회귀)
 - 만약 과거의 패턴이 반복된다면 두 주식의 가격은 다시 수렴하게 되고, 이 과정에서 수익을 얻음
- 데이터: 1962년부터 2002년까지의 일일 데이터
- 결과: 우수한 페어 포트폴리오의 평균 연간 초과수익률이 약 11%에 달함
- 의의
 - 단순한 평균회귀 현상에 의한 것이 아니라, 단기 가격 왜곡과 관련된 체계적 요인으로 수익 발생
 - 투자자가 '한 가격 법칙(Law of One Price)'을 강제하는 대가로 보상받는 원리

1. Background of Pairs Trading

1) Data snooping and market response

- 페어 트레이딩 전략 개선 (X) / 실무자들이 설명하는 방식을 최대한 직관적으로 해석 (O)
 - **데이터 스누핑 방지 차원**
 - * Data snooping: 동일한 과거 데이터를 반복적으로 분석하여, 우연히 발생한 패턴이나 결과를 실제로 의미 있는 것으로 오해하는 현상
- 두 단계로 구성
 - **1) Pairs formation: 함께 움직이는 주식을 찾는다**
 - **2) Trading period: 가격이 벌어지면 롱-숏 포지션을 취한 후 수렴 시 포지션을 청산한다**
- 전략 설계 시 고민해야 하는 지점
 - 1) '함께 움직이는 주식'을 어떻게 식별할 것인지
 - Q1 유동성이 높은 주식을 어떻게 선택해야 하는지 / Q2 반드시 같은 산업에 속해야 하는지
 - 2) 어느 정도 가격 차이가 벌어져야 포지션을 취할 것인지 / 언제 포지션을 청산할 것인지
 - 주가 차이가 **2표준편차**에 도달했을 때 포지션을 취하도록 설정

1. Background of Pairs Trading

2) Relative pricing

- 자산 가격: 절대가격 VS. 상대가격
 - 절대가격: 할인된 미래 현금흐름 등 기본적인 요소로 평가하지만, 오차 범위가 넓어 평가하기 어려움
 - 상대가격: 서로 대체 가능한 두 증권이 동일한 가격에 거래되어야 한다는 원칙에 기반
- LOP (The Law of One Price, 한 가격 법칙)
 - 동일한 상태에서 동일한 수익을 제공하는 두 투자 상품은 반드시 동일한 현재 가치를 가져야 함
 - 효율적인 시장에서는 차익거래자들이 가격 차이를 이용해 수익을 얻으려 하기 때문
- 시장이 효율적으로 작동하도록 만드는 메커니즘
 - 차익거래자들이 **미세한 이익**을 통해 가격을 조정하는 과정이 **시장의 효율성**을 유지하는 데 필수적
 - 위험 차익거래
 - 시장에서 비슷한 자산의 가격이 일시적으로 떨어지거나 오를 때, 차익거래자들이 이를 이용해 거래하면 소폭의 이익(한계 수익)을 얻을 수 있음
 - 한계 수익이 바로 시장 참여자들이 가격이 다시 올바른 수준으로 회귀하도록 유도하는 동기

1. Background of Pairs Trading

3) Co-integrated prices(1/2)

- 개별 자산의 가격은 시계열 데이터로 볼 때 비정상성(non-stationary)인 특징을 보임
 - 시간이 지남에 따라 평균이나 분산이 일정하지 않고 추세를 보일 수 있음
- 두 개의 비정상적인 시계열이 선형 결합되었을 때, 정상성(stationary)을 띠면 **공적분 관계**에 있다고 봄
 - 두 자산이 장기적으로 일정한 균형 관계를 유지한다는 의미
- Bossaerts와 Green(1989) 및 Jagannathan과 Viswanathan(1988) 연구
 - 공적분 관계에 있는 두 주식은 일시적으로 가격이 벗어나더라도 결국에는 균형 상태로 돌아옴
- 가정: 한 자산(i)의 가격이 여러 다른 자산(l) 가격의 **선형 결합**으로 표현될 수 있으며,
 - 오차가 일정 범위 내에서 머무른다면 장기적으로 해당 자산 가격들은 함께 움직일 것(= **공적분 관계**)

$$p_{it} = \sum \beta_{il} p_{lt} + \varepsilon_{it}, k < n$$

1. Background of Pairs Trading

3) Co-integrated prices(2/2)

$$p_{it} = \sum \beta_{il} p_{lt} + \varepsilon_{it}, k < n$$

- 해석: 한 자산(i)의 가격이 여러 다른 자산(l) 가격의 **선형 결합**으로 표현될 수 있으며,
 - 오차가 일정 범위 내에서 머무른다면 장기적으로 해당 자산 가격들은 함께 움직일 것(= **공적분 관계**)
- p_{it} : 시간 t 에서 자산 i 의 가격
- p_{lt} : 시간 t 에서 참조가 되는 다른 자산 l 의 가격
- β_{il} : 자산 i 가 다른 자산 l 에 어떻게 영향을 받는지를 나타내는 계수
- ε_{it} : 모델로 설명되지 않는 부분(오차 항)으로, 예측 불가능하거나 노이즈를 포착
 - 정상성을 띠면, 자산 간에 장기적인 균형 관계가 존재한다는 공적분 가정 가능
- $k < n$: 자산 가격을 움직이는 비정상(nonstationary) 요인의 수(k)가 전체 자산 수(n)보다 작다는 조건
 - 시장에 존재하는 공통 요인의 개수가 자산의 개수보다 훨씬 적음을 의미
 - ex. 100개 자산이 존재해도 특정 거시경제적·시장적 요인(금리, 산업별 요인 등)에 가격이 좌우됨 9

1. Background of Pairs Trading

4) Bankruptcy risk

- 파산 위험이 존재하면, 특정 기업의 주가가 장기적으로 안정된 분포(정상성)를 갖기 어려움
 - 기업이 파산할 수 있는 가능성이 주가 변동에 영향을 주며, 주가의 평균과 분산도 변화하게 됨
 - Long(매수): 디폴트 프리미엄(파산 위험에 대한 보상)이 큰 기업(파산 위험이 증가하는 기업)
 - Short(매도): 파산 위험이 적은 기업(파산 위험이 일정하거나 감소하는 기업)
- 페어 트레이딩 시 수익 발생 원리
 - Short 포지션에서 예상치 못한 호재(ex. 실적 개선, 신용등급 상향, 업황 호전)가 나타나면, Long 포지션도 결국 회복될 가능성이 있는데, 이 경우 롱 포지션 쪽에서 큰 수익이 발생
 - (1) Short 포지션을 취한 기업과 **유사한 위험 요인을 공유**하는 Long 포지션 기업에도 시장 환경이 생각보다 긍정적이라는 신호로 작용하기 때문에 Long 포지션 주가도 회복될 수 있음
 - (2) **Long 포지션 기업**은 시장에서 **크게 저평가**된 상태이므로 파산 위험을 극복 시 급등하여 큰 수익
↔ **Short 포지션 기업**은 이미 안전한 기업이므로, **제한된 수준의 주가 상승**으로 작은 손실

2. Methodology

개요

- 본 논문에서 소개하는 페어 트레이딩 전략은 두 단계로 구성
 - **1) Pairs formation: 함께 움직이는 주식을 찾는다**
 - 과거 12개월 데이터를 바탕으로 페어 선정
 - **2) Trading period: 가격이 벌어지면 롱-숏 포지션을 취한 후 수렴 시 포지션을 청산한다**
 - 6개월간 트레이딩 진행
- 전략 설계 시 고민해야 하는 지점
 - 1) '함께 움직이는 주식'을 어떻게 식별할 것인지
 - Q1 유동성이 높은 주식을 어떻게 선택해야 하는지 / Q2 반드시 같은 산업에 속해야 하는지
 - 2) 어느 정도 가격 차이가 벌어져야 포지션을 취할 것인지 / 언제 포지션을 청산할 것인지
 - 주가 차이가 **2표준편차**에 도달했을 때 포지션을 취하도록 설정

Pairs formation(12개월)

Trading period(6개월)

2. Methodology

1) Pairs formation

- **Q1. 유동성이 높은 주식을 어떻게 선택해야 하는지? (= 유동성이 높은 주식 선별)**
 - 과거 12개월 CRSP 일일 데이터에서 거래가 이루어지지 않은 날이 1일 이상인 주식은 제외시킴
- 과거 12개월에 대해 **누적 총수익률 지수(cumulative total returns index)** 계산
 - 각 시점마다 주식이 얼마나 수익을 냈는지를 직관적으로 파악할 수 있음
 - 서로 다른 주식 간의 가격 흐름을 직접 비교할 때 사용
 - 1) 초기값(1 혹은 100)으로 설정
 - 2) 매일 종가 기준으로 해당 주식(또는 포트폴리오)의 수익률 계산
 - 3) 오늘 지수 = (전일 지수) * (1+오늘 수익률)
 - 4) 일일 수익률을 누적해 가며 시계열 형태로 값 저장
- 두 주식의 누적 총수익률 지수 시계열 사이의 **제공 편차 합이 최소화**가 되는 것을 페어로 선정
- **Q2. 반드시 같은 산업에 속해야 하는지? (비교 실험)**
 - 네 개의 산업(유틸리티, 운송, 금융, 산업) 내에서 페어 선정 후 ‘산업 제한 없는 페어 선정’ 결과와 비교

2. Methodology

2) Trading period(1/2)

- 페어 간의 거리가 가장 짧은 순서대로 상위 5개 / 상위 20개 / 하위 20개 페어를 대상으로 결과 분석

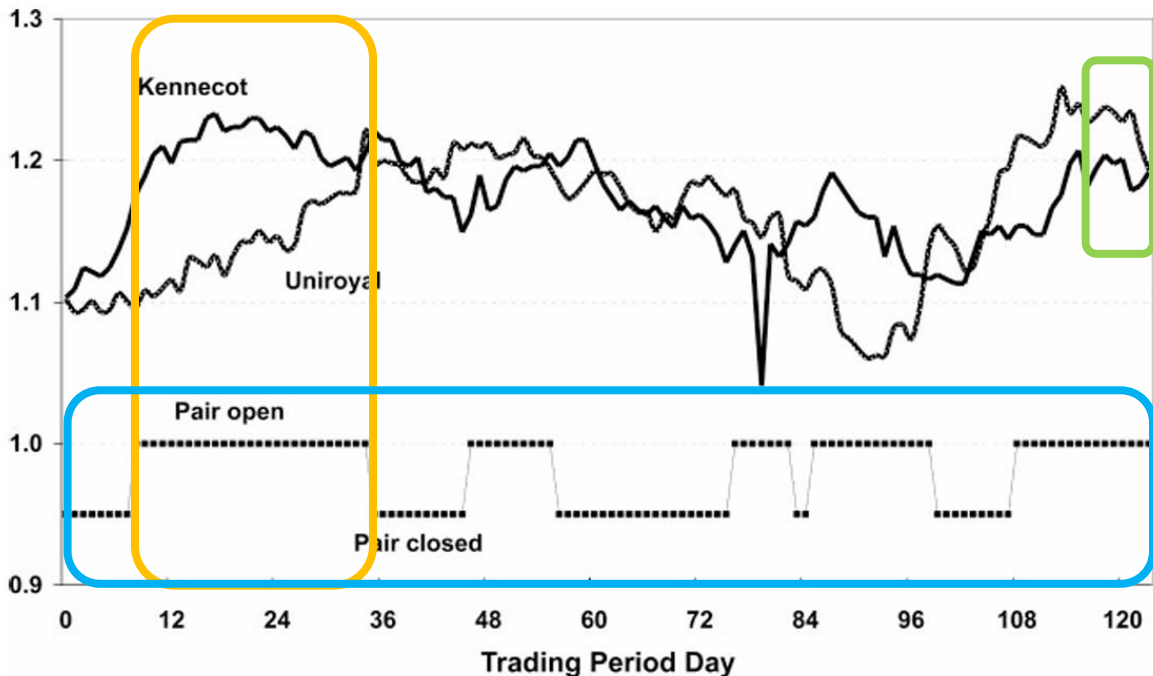


Figure 1
Daily normalized prices: Kennecott and Uniroyal (pair 5)
Trading period August 1963–January 1964.

- Kennecott과 Uniroyal 모두 미국의 타이어 제조 기업

- [그림 1] 1963년 8월부터 6개월 간의 트레이딩
 - 상단: 주식의 누적 총수익률 지수 시계열
 - 하단: 일일 포지션 개시 및 청산을 의미
- 해석
 - (1) 7일차에 포지션 개시~36일차까지 유지 (스프레드가 크게 벌어졌다가 수렴)
 - (2) 포지션은 총 5번 열렸지만 매번 같은 방향으로 열리지는 않음(어느 한 주식도 명확한 '리더' 역할을 하지 않음)
 - (3) 예시 페어에서는 거래일의 마지막 날에 했으나 모든 페어가 항상 그런 것은 아님

2. Methodology

2) Trading period(2/2)

- **기본:** 2표준편차 이상 벌어지면 포지션을 열고(= 롱-숏 포지션 개시) 가격이 수렴하면 포지션을 청산
 - 표준편차는 과거 페어 형성 기간(= 과거 12개월) 동안 산출된 값을 활용
 - 포지션 개시할 경우, 패자 주식을 1달러 매수하고 승자 주식을 1달러 매도
 - 포지션이 열렸지만 수렴되지 않은 경우, 마지막 거래일에 청산
- **예외1:** 거래 기간 내에 **가격이 교차하지 않는다면**, 마지막 거래일에 포지션의 수익/손실 계산
- **예외2:** 거래 기간 내에 **상장폐지**된 주식은 상장폐지 수익률이나 가장 최근 주가로 포지션 청산

2. Methodology

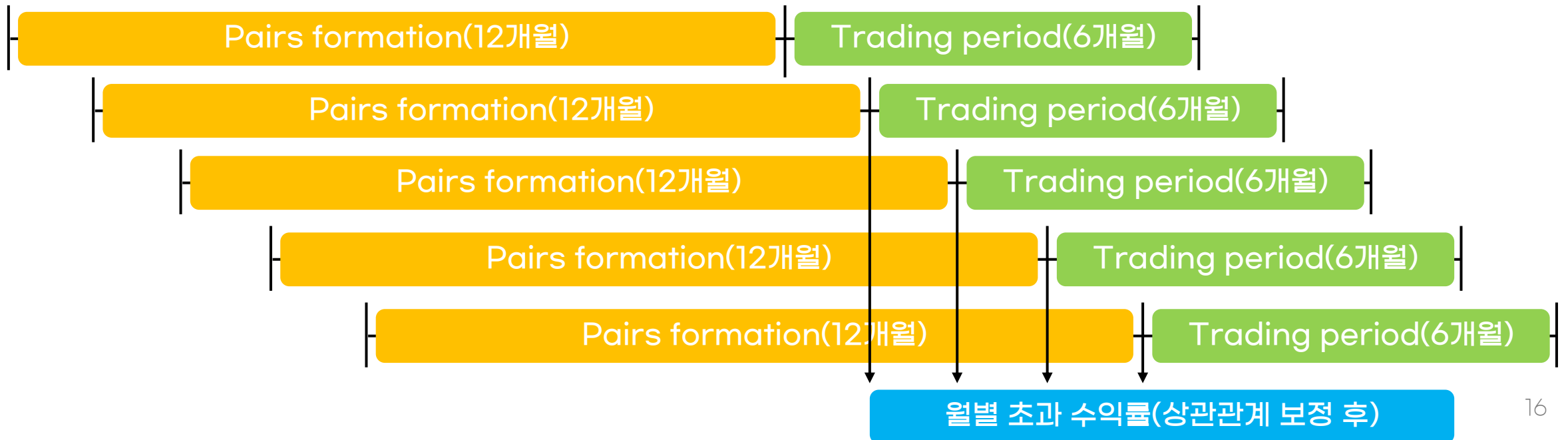
3) Excess return computation(1/2)

- **페어 하나의 초과 수익률 계산 방식**
 - 거래 기간 동안 발생하는 현금 흐름을 매번 재투자하여 누적 수익률 계산
 - 롱 포지션과 숏 포지션은 매일 시장가 평가(Marked-to-market)하여 일일 수익률 계산
 - 일일 수익률을 복리 방식으로 계산하여 월별 수익률 산출
- **페어 포트폴리오의 초과 수익률 계산 방식**
 - 1) 할당 자본 기준: (페어 포트폴리오의 총 수익) / (모든 페어의 수)
 - 기간 중 포지션이 열리지 않은 페어에 대해서도 1달러가 할당되어 있었음을 고려한 방식
 - 헤지펀드가 자본을 전략에 묶어두는 **기회비용을 반영**하는 방식
 - 2) 실제 투자 자본 기준: (페어 포트폴리오의 총 수익) / (실제로 거래가 이루어진 페어의 수)
 - 헤지펀드가 자본을 어떻게 **활용**하는지에 대한 보다 **현실적인 수익률** 반영

2. Methodology

3) Excess return computation(2/2)

- 트레이딩이 6개월간 진행되는데, 매월 초마다 새로운 페어 트레이딩이 시작되므로
 - 겹치는 거래 기간으로 인해 각 전략의 수익률이 서로 상관관계를 가질 수 있음
 - 정보가 중복해서 반영되지 않도록 하기 위해 Jegadeesh와 Titman(1993)의 방법에 따라, 서로 한 달 간격으로 시작하는 거래 전략들의 월별 수익률을 평균내어 상관관계 보정



3. Empirical Results

1) Strategy profits(1/4)

- [표 1] 페어 포트폴리오의 수익률 통계
- 패널A: 동일일 거래
 - 두 주식의 스프레드가 발산하는 날에 포지션을 개시하고, 가격이 수렴하는 날에 포지션을 청산
 - 거래가 이루어지는 시점의 가격이 바로 사용되므로, 해당 시점의 매수-매도 호가의 영향이 반영됨
 - ex. 스프레드 발산 시점에 각 주식의 종가가 승자 주식의 가격이 ask price(높은 가격)로, 패자 주식의 가격이 bid price(낮은 가격)로 지정될 경우, 중간값보다 더 극단적으로 나타날 가능성이 있음
- 패널B: 하루 지연 거래
 - 거래를 하루 지연시켜, 다음 날에 형성된 가격을 활용
 - 거래 시점의 매수-매도 호가가 중간 가격으로 조정될 가능성이 높음
 - 호가 스프레드로 인한 인위적인 수익 왜곡 효과가 줄어들어 보다 현실적인 수익률 반영 가능

3. Empirical Results

1) Strategy profits(2/4)

- 패널A 초과 수익률: 어느 방법으로 초과 수익률을 계산하든 수익률은 양수
 - 1) 실제 투자 자본 기준 (Fully invested return)
 - 상위 5개 페어: 월 평균 1.31% / 상위 20개 페어: 월 평균 1.44%
 - 2) 할당 자본 기준 (Return on committed capital)
 - 상위 5개 페어: 월 평균 0.78% / 상위 20개 페어: 월 평균 0.81%

Table 1
Excess returns of unrestricted pairs trading strategies

Pairs portfolio	Top 5	Top 20	101-120	All
A. Excess return distribution (no waiting)				
Average excess return (fully invested)	0.01308	0.01436	0.01081	0.01104
Standard error (Newey-West)	0.00148	0.00124	0.00094	0.00099
t-Statistic	8.84	11.56	11.54	11.16
Excess return distribution				
Median	0.01194	0.01235	0.00955	0.00728
Standard deviation	0.02280	0.01688	0.01540	0.01670
Skewness	0.62	1.39	1.34	3.42
Kurtosis	7.81	10.54	10.30	25.25
Minimum	-0.10573	-0.06629	-0.03857	-0.02721
Maximum	0.14716	0.13295	0.12684	0.17178
Observations with excess return < 0	26%	15%	21%	17%
Average excess return on committed capital	0.00784	0.00805	0.00679	0.00614

3. Empirical Results

1) Strategy profits(3/4)

- 패널A 다각화 효과: 포트폴리오에 포함된 페어의 수가 많아질수록
 - 1) 전체 포트폴리오의 위험(표준편차) 감소 + 2) 실현 수익률의 분포 하한(최소 수익률) 증가
 - 총 474개월의 기간(1963.07~2002.12) 동안 음의 수익률을 기록한 개월 수
 - 상위 20개 페어 포트폴리오: 71개월 < 상위 5개 페어 포트폴리오: 124개월
 - 위험 감소 및 수익률 분포 하한 개선으로 수익률 분포가 오른쪽으로 왜곡(skewed)됨

Table 1
Excess returns of unrestricted pairs trading strategies

Pairs portfolio	Top 5	Top 20	101-120	All
A. Excess return distribution (no waiting)				
Average excess return (fully invested)	0.01308	0.01436	0.01081	0.01104
Standard error (Newey-West)	0.00148	0.00124	0.00094	0.00099
t-Statistic	8.84	11.56	11.54	11.16
Excess return distribution				
Median	0.01194	0.01235	0.00955	0.00728
Standard deviation	0.02280	0.01688	0.01540	0.01670
Skewness	0.62	1.39	1.34	3.42
Kurtosis	7.81	10.54	10.30	25.25
Minimum	-0.10573	-0.06629	-0.03857	-0.02721
Maximum	0.14716	0.13295	0.12684	0.17178
Observations with excess return < 0	26%	15%	21%	17%
Average excess return on committed capital	0.00784	0.00805	0.00679	0.00614

3. Empirical Results

1) Strategy profits(4/4)

- 패널B 초과 수익률: 패널A 초과 수익률 대비 낮은 수준이지만, 수익률은 여전히 양수
 - 패널A 대비 완전 투자 기준과 할당 자본 기준에서 각각 약 30-55bp, 20-35bp 감소
 - 패널 A의 초과 수익은 가격 회귀 효과 외에도 Bid-Ask bounce 효과에서 비롯되었다는 의미
- 이후 논문에서는 패널B(하루 지연 거래) 거래 방식을 채택하여 페어 트레이딩 진행할 것

Table 1
Excess returns of unrestricted pairs trading strategies

Pairs portfolio	Top 5	Top 20	101–120	All					
A. Excess return distribution (no waiting)					B. Excess return distribution (one day waiting)				
Average excess return (fully invested)	0.01308	0.01436	0.01081	0.01104	Average monthly return (fully invested)	0.00745	0.00895	0.00795	0.00715
Standard error (Newey-West)	0.00148	0.00124	0.00094	0.00099	Standard error (Newey-West)	0.00119	0.00096	0.00085	0.00090
t-Statistic	8.84	11.56	11.54	11.16	t-Statistic	6.26	9.29	9.40	7.92
Excess return distribution					Excess return distribution				
Median	0.01194	0.01235	0.00955	0.00728	Median	0.00699	0.00690	0.00694	0.00411
Standard deviation	0.02280	0.01688	0.01540	0.01670	Standard deviation	0.02101	0.01527	0.01438	0.01577
Skewness	0.62	1.39	1.34	3.42	Skewness	0.34	1.45	0.98	3.32
Kurtosis	7.81	10.54	10.30	25.25	Kurtosis	10.64	16.13	7.78	25.66
Minimum	−0.10573	−0.06629	−0.03857	−0.02721	Minimum	−0.12628	−0.08218	−0.04266	−0.02951
Maximum	0.14716	0.13295	0.12684	0.17178	Maximum	0.14350	0.13490	0.10464	0.16325
Observations with excess return < 0	26%	15%	21%	17%	Observations with excess return < 0	35%	23%	28%	32%
Average excess return on committed capital	0.00784	0.00805	0.00679	0.00614	Average excess return on committed capital	0.00463	0.00520	0.00503	0.00396

3. Empirical Results

2) Trading statistics and portfolio composition(1/3)

- [표 2] 페어 포트폴리오의 트레이딩 통계
- 패널A: 트레이딩 통계
 - 상위 5개 페어 포트폴리오의 포지션 개시 평균 표준편차(트리거 표준편차): 약 4.76%
 - 포트폴리오 내 페어 수가 많아질수록 트리거 스프레드 증가
 - 대부분의 페어는 6개월 동안 최소 한 번 이상 포지션 개시 / 상위 5개 페어: 평균 4.81번 개시
 - 각 페어당 평균 왕복 거래 횟수: 2.02회 (왕복 거래: 페어의 포지션이 개시된 후 청산까지의 과정)
 - 포지션의 평균 지속 기간: 3.75개월로, 중기 투자 전략임을 알 수 있음

Table 2
Trading statistics and composition of pairs portfolios

Pairs portfolio	Top 5	Top 20	101-120	All
A. Trading statistics				
Average price deviation trigger for opening pairs	0.04758	0.05284	0.07560	0.16888
Average number of pairs traded per six-month period	4.81	19.30	19.41	1944.22
Average number of round-trip trades per pair	2.02	1.96	1.78	1.62
Standard deviation of number of round trips per pair	0.62	0.40	0.27	0.16
Average time pairs are open in months	3.75	3.76	3.98	3.97
Standard deviation of time open, per pair, in months	0.80	0.45	0.38	0.17

3. Empirical Results

2) Trading statistics and portfolio composition(2/3)

- 패널B: 페어 포트폴리오 구성
 - 시가총액: 상위 5개 및 상위 20개 페어는 시총 기준 상위 2분위 또는 3분위에 속함
 - 페어 포트폴리오에 포함된 주식들이 전반적으로 큰 규모의 주식임을 의미
 - 유동성이 높고, 거래 비용 측면에서도 유리
 - 상위 20개 페어의 주식 중 74%는 CRSP 기준 상위 3 분위 / 91%는 상위 5 분위에 속함
 - 약 2/3의 페어는 서로 다른 크기 분위의 주식을 결합한 크기 혼합 페어(size-mixed pairs)
 - 혼합된 주식들은 평균적으로 한 분위 차이가 나타남

B. Pairs portfolio composition				
Average size decile of stocks	2.54	2.71	3.41	4.57
Average weight of stocks in top three size deciles	0.78	0.74	0.58	0.40
Average weight of stocks in top five size deciles	0.91	0.91	0.79	0.62
Average weight of pairs from different deciles	0.66	0.69	0.75	0.82
Average decile difference for mixed pairs	0.97	0.97	0.97	0.98
Average sector weights				
Utilities	0.72	0.71	0.32	0.08
Transportation	0.02	0.02	0.02	0.03
Financials	0.11	0.13	0.26	0.16
Industrials	0.15	0.14	0.40	0.73
Mixed sector pairs	0.20	0.22	0.44	0.33

3. Empirical Results

2) Trading statistics and portfolio composition(3/3)

- 산업
 - 상위 20개 페어의 평균 71%은 유틸리티 산업에 속함
 - 유틸리티 산업은 전체 표본에서 차지하는 비중이 낮지만, 페어로 선정된 확률이 높음
 - 변동성이 낮고, 금리 변동과 밀접하게 연관되어 있어 주가가 함께 움직이는 경향이 있기 때문
- 혼합 섹터 페어(mixed sector pairs)
 - 상위 5개 페어에서는 20% 정도에서, 하위 20개 페어에서는 44%까지 높아짐

B. Pairs portfolio composition

Average size decile of stocks	2.54	2.71	3.41	4.57
Average weight of stocks in top three size deciles	0.78	0.74	0.58	0.40
Average weight of stocks in top five size deciles	0.91	0.91	0.79	0.62
Average weight of pairs from different deciles	0.66	0.69	0.75	0.82
Average decile difference for mixed pairs	0.97	0.97	0.97	0.98
Average sector weights				
Utilities	0.72	0.71	0.32	0.08
Transportation	0.02	0.02	0.02	0.03
Financials	0.11	0.13	0.26	0.16
Industrials	0.15	0.14	0.40	0.73
Mixed sector pairs	0.20	0.22	0.44	0.33

3. Empirical Results

3) Transaction costs

- 거래 비용 추정
 - 연구에서는 6개월 동안 각 페어가 평균 2회 거래(왕복 거래)를 수행한다고 가정
 - 하루 지연으로 인해 6개월 전체 초과 수익률이 324bp 감소
 - → 한 번의 왕복 거래에 대해 162 bp($= 324/2=162$ bp)의 비용이 발생한다는 의미
 - 유효 스프레드 = 매수와 매도 시 발생하는 비용의 절반
 - 81 bp($= 162/2=81$ bp)가 각 거래의 유효 스프레드로 추정
 - 유효 스프레드는 거래자가 매수 혹은 매도할 때 실제로 부담해야 하는 거래 비용의 수준
- 순수익 계산
 - 원시 초과 수익: 6개월 동안 437 bp ~ 549 bp
 - 위에서 추정한 6개월 간의 왕복 거래 비용(324 bp)을 원시 초과 수익에서 차감하면,
 - 순수익은 6개월 동안 평균 113 bp ~ 225 bp 수준. 거래 비용을 차감하더라도 유의미한 순수익 발생
- 즉, 하루 지연 거래 방식으로 트레이딩을 진행하더라도 수익 창출됨을 확인

3. Empirical Results

4) Pairs trading by industry group(1/2)

- [표2] 서로 다른 산업에 속하는 혼합 페어(Mixed sector pairs)의 비율은 보통 50% 미만
 - 같은 산업에 속한 주식들이 공통 요인(ex. 경기 변동, 산업 관련 리스크)에 비슷하게 반응하기 때문
 - 공통요인 노출(Common factor exposure): 기업이 시장의 공통 요인에 민감하게 반응하는 정도
 - 1) 공통요인 노출 차이가 적고, 2) 수익률의 변동성이 낮다면, 주가가 함께 움직일 가능성이 높음
 - 유틸리티 산업의 주식은 일반적으로 변동성이 낮고, 비슷한 경제적 요인에 의해 영향을 받기 때문에 서로의 움직임이 유사. 그러므로 '상위 페어'로 선정될 확률이 높음

B. Pairs portfolio composition

Average size decile of stocks	2.54	2.71	3.41	4.57
Average weight of stocks in top three size deciles	0.78	0.74	0.58	0.40
Average weight of stocks in top five size deciles	0.91	0.91	0.79	0.62
Average weight of pairs from different deciles	0.66	0.69	0.75	0.82
Average decile difference for mixed pairs	0.97	0.97	0.97	0.98
Average sector weights				
Utilities	0.72	0.71	0.32	0.08
Transportation	0.02	0.02	0.02	0.03
Financials	0.11	0.13	0.26	0.16
Industrials	0.15	0.14	0.40	0.73
Mixed sector pairs	0.20	0.22	0.44	0.33

3. Empirical Results

4) Pairs trading by industry group(2/2)

- [표3] 섹터별 페어 트레이딩 결과
- 섹터별 초과 수익률
 - 상위 20개 페어: 유틸리티 섹터에서 1.08%로 가장 높음.
운송, 금융, 산업 섹터는 각각 0.58%, 0.78%, 0.61%
- 수익률 분포
 - 각 섹터별 초과 수익률 분포는 오른쪽으로 긴 꼬리를 가진 분포를 보이고 첨도가 높아 극단적인 수익 또는 손실이 발생할 가능성이 높음.
- 페어 트레이딩 전략은 특정 산업에 국한되지 않고 네 가지 주요 산업군에서 유의미한 초과 수익을 창출함.
- 전체 시장에 적용 가능한 전략임을 시사

Table 3
Industry sector pairs trading

Portfolio	Top 5	Top 20	20 after 100	All
A. Utilities				
Mean excess return	0.00905	0.01084	0.009256	0.01036
t-Statistic (Newey-West)	7.37	10.26	6.11	10.51
Median	0.00829	0.00938	0.00665	0.00969
Standard deviation	0.02154	0.01645	0.02640	0.01472
Skewness	0.44	0.76	0.66	1.39
Kurtosis	13.67	12.38	5.52	12.74
Minimum	-0.12347	-0.08750	-0.07868	-0.03519
Maximum	0.16563	0.12730	0.12133	0.12878
Observations with excess return < 0	28%	19%	35%	18%
B. Transportation				
Mean excess return	0.00497	0.00577		0.00440
t-Statistic (Newey-West)	2.96	4.26		3.67
Median	0.00594	0.00547		0.00339
Standard deviation	0.03892	0.02942		0.02871
Skewness	-0.50	-0.11		0.53
Kurtosis	4.98	5.00		5.89
Minimum	-0.19570	-0.12467		-0.12526
Maximum	0.10961	0.11099		0.13560
Observations with excess return < 0	44%	42%		44%
C. Financials				
Mean excess return	0.00678	0.00775	0.00854	0.00726
t-Statistic (Newey-West)	4.72	7.66	7.12	7.62
Median	0.00557	0.00615	0.00660	0.00511
Standard deviation	0.02598	0.01792	0.02358	0.01808
Skewness	0.81	0.61	1.98	2.64
Kurtosis	6.37	6.48	18.27	21.21
Minimum	-0.081988	-0.07810	-0.100477	-0.04452
Maximum	0.149291	0.10638	0.195797	0.17211
Observations with excess return < 0	40%	33%	32%	34%
D. Industrial				
Mean excess return	0.00490	0.00607	0.00664	0.00715
t-Statistic (Newey-West)	4.11	6.25	6.86	7.32
Median	0.00292	0.00547	0.00550	0.00397
Standard deviation	0.02361	0.01601	0.01825	0.01672
Skewness	0.40	0.43	0.94	2.97
Kurtosis	4.94	4.75	7.65	20.95
Minimum	-0.10016	-0.04786	-0.05412	-0.03431
Maximum	0.10546	0.08022	0.11619	0.16072
Observations with excess return < 0	42%	36%	35%	34%

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(1/11)

- [표4]
- 1) 페어 트레이딩 전략이 시장 전체와 비교했을 때 어떤 위험 프리미엄과 위험 조정 수익률을 보이는지
- 2) 체계적 위험 요인(ex. Fama-French, 모멘텀, 반전 요인 등)에 대해 어떤 노출을 가지는지
- 3) Value-at-Risk(VAR) 측정을 통해 페어 포트폴리오가 경험할 수 있는 최악의 손실 규모 평가

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(2/11)

- 시장(S&P500)과의 비교
 - 페어 트레이딩의 평균 초과 수익률은 S&P 500의 초과 수익률보다 약 2배 정도 높았음
 - 페어 포트폴리오의 위험(표준편차)은 S&P 500에 비해 절반에서 1/3 정도로 낮았음
 - 페어 트레이딩의 샤프 비율(Sharpe ratio)은 시장의 샤프 비율보다 4배에서 6배 정도 높았음

Table 4
Systematic risk of pairs trading strategies

	Top 5	Top 20	20 after top 100	All	Equity premium
“Wait one day” portfolio performance					
Mean excess return	0.00745	0.00895	0.00795	0.00715	0.00410
Standard deviation	0.02101	0.01527	0.01438	0.01577	0.04509
Sharpe Ratio	0.35	0.59	0.55	0.45	0.09
Monthly serial correlation	0.14	0.24	0.19	0.12	0.05

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(3/11)

- 체계적 위험 요인에 대한 회귀 분석
 - Fama-French(1996)의 세 가지 요인(Market, SMB, HML) + Reversal + Momentum 요인을 포함한 모델로 회귀 분석
 - 단기 Reversal 요인: 전월 수익률 상위 3분위와 하위 3분위의 차이로 구성
 - 1개월 내 가격 반전(가격이 단기적으로 과도하게 상승하거나 하락한 뒤 되돌아오는 현상)을 포착하는 요인
 - 중기 Momentum 요인: 과거 수익률이 높은 주식과 낮은 주식의 성과 차이

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(4/11)

- 결과 해석
 - 1) 페어 트레이딩 전략의 초과 수익 중 극히 일부만을 5가지 위험 요인으로 설명할 수 있음
 - 2) 회귀의 절편(즉, 위험 조정 수익률)은 원시 초과 수익률보다 월 10~20bp 정도 낮으나 여전히 양수
 - 3) 페어 전략이 시장 중립적이므로 시장 요인에 대한 노출은 매우 작거나, 통계적으로 유의하지 않은 반면, **중기 Momentum**과 **단기 Reversal** 요인의 노출에 대해서는 상당 부분 유의미한 결과

Factor model: Fama–French, Momentum, Reversal

Intercept	0.00545 (3.81)	0.00764 (7.08)	0.00714 (8.66)	0.00512 (5.30)
Market	−0.06661 (−1.03)	−0.03155 (−0.64)	−0.07697 (−1.77)	−0.14520 (−3.10)
SMB	−0.04233 (−0.71)	0.00111 (0.02)	−0.02333 (−0.50)	−0.07079 (−1.66)
HML	0.05740 (1.37)	0.04514 (1.45)	−0.01724 (−0.59)	−0.05403 (−1.82)
Momentum	−0.02804 (−0.94)	−0.04817 (−2.45)	−0.10312 (−5.83)	−0.18077 (−8.50)
Reversal	0.10192 (1.50)	0.07237 (1.27)	0.09459 (2.24)	0.20077 (4.34)
R^2	0.05	0.09	0.18	0.54

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(5/11)

- 대체 위험 요인 분석
 - Ibbotson의 대체 위험 요인(ex. S&P 500 초과 수익률, 미국 소형주 프리미엄, 미국 채권 디폴트 프리미엄, 미국 채권 만기 프리미엄)에 대한 회귀 결과
- 결과 해석
 - 1) 위험 요인에 의한 노출은 대체로 유의하지 않았지만, **모든 포트폴리오에서 계수의 부호가 양수**
 - 2) 회사채 가격이 국채 가격에 비해 상승하면 페어 포트폴리오가 수익을 내는 경향이 있음
 - **주식 및 채권 시장에 동시에 호재로 작용하는 공통 요인(ex. 낮은 차입 비용)이 있음을 의미**
 - 3) 수익률 곡선(채권 만기 스프레드) 변화에도 민감하게 반응하여, 장기 스프레드가 감소할 때 페어 트레이딩 수익이 증가하는 효과도 나타남
 - 장기 스프레드 감소 = 채권 시장에서 장·단기 금리 차가 축소
 - 기업의 자본 조달 비용(차입 비용)이 낮아져 시장 유동성이 풍부해지고 기업 가치에 대한 재평가가 더 빠르게 이루어지면서 주가 괴리가 해소될 가능성이 높음

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(6/11)

Factor model: Ibbotson factors

Intercept	0.00716 (6.32)	0.00857 (9.25)	0.00766 (9.39)	0.00651 (7.77)
Market	-0.00182 (-0.07)	0.01377 (0.74)	0.01642 (0.90)	0.06466 (1.98)
Small stock premium	0.04120 (1.32)	0.05227 (2.22)	0.03646 (1.66)	0.07608 (1.93)
Bond default premium	0.14593 (1.11)	0.15989 (1.38)	0.16811 (1.81)	0.30571 (2.82)
Bond horizon premium	0.07997 (1.55)	0.06818 (1.64)	0.04034 (1.04)	0.03422 (0.77)
R^2	0.02	0.05	0.04	0.15

- 결과 해석

- 1) 위험 요인에 의한 노출은 대체로 유의하지 않았지만, 모든 포트폴리오에서 계수의 부호가 양수
- 2) 회사채 가격이 국채 가격에 비해 상승하면 페어 포트폴리오가 수익을 내는 경향이 있음
 - 주식 및 채권 시장에 동시에 호재로 작용하는 공통 요인(ex. 낮은 차입 비용)이 있음을 의미
- 3) 수익률 곡선(채권 만기 스프레드) 변화에도 민감하게 반응하여, 장기 스프레드가 감소할 때 페어 트레이딩 수익이 증가하는 효과도 나타남
 - 장기 스프레드 감소 = 채권 시장에서 장·단기 금리 차가 축소
 - 기업의 자본 조달 비용(차입 비용)이 낮아져 시장 유동성이 풍부해지고 기업 가치에 대한 재평가가 더 빠르게 이루어지면서 주가 괴리가 해소될 가능성이 높음

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(7/11)

- [표5] 페어 포트폴리오의 위험 분석
- 패널A: 월간 VaR
 - 상위 5개 페어 포트폴리오의 최악의 월간 손실: -12.6% / 상위 20개 페어: -8.2%
 - 100개월 중 한 번씩 상위 5개 페어: -4.32% / 상위 20개 페어: -1.94% 이상의 손실 발생

Table 5
Value at risk (VAR) of pairs trading

	Top 5	Top 20	20 after 100	All
A. Monthly var				
Mean excess return	0.00745	0.00895	0.00795	0.00715
Standard deviation	0.02101	0.01527	0.01438	0.01577
Serial correlation	0.14	0.24	0.19	0.12
VAR				
1%	-0.04320	-0.01943	-0.02236	-0.01994
5%	-0.02142	-0.01002	-0.01293	-0.00877
10%	-0.01516	-0.00577	-0.00756	-0.00614
25%	-0.00460	0.00054	-0.00145	-0.00146
Probability of return below 0	0.35	0.23	0.28	0.32
Minimum historical observation	-0.12628	-0.08218	-0.04266	-0.02951

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(8/11)

- 패널B: 일간 VaR
 - 상위 5개 페어 포트폴리오의 최악의 일간 손실: -10.08% / 상위 20개 페어: -6.72%
 - 100일 중 한 번씩 상위 5개 페어: -1.24% / 상위 20개 페어: -0.65% 이상의 손실 발생

B. Daily var				
Mean excess return	0.00033	0.00040	0.00035	0.00027
Standard deviation	0.00492	0.00296	0.00277	0.00169
Serial correlation	-0.12	-0.06	0.00	0.35
VAR				
1%	-0.01236	-0.00647	-0.00653	-0.00327
5%	-0.00710	-0.00398	-0.00400	-0.00202
10%	-0.00504	-0.00293	-0.00288	-0.00149
25%	-0.00239	-0.00133	-0.00130	-0.00071
Probability of return below 0	0.47	0.44	0.45	0.46
Minimum historical observation	-0.10079	-0.06723	-0.01987	-0.01069

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(9/11)

- [그림 2] 상위 20개 페어의 월별 성과
- 1970년~1980년대에는 높은 수익성을 보였으나 이후에는 다소 완만해지거나 음의 수익률을 기록

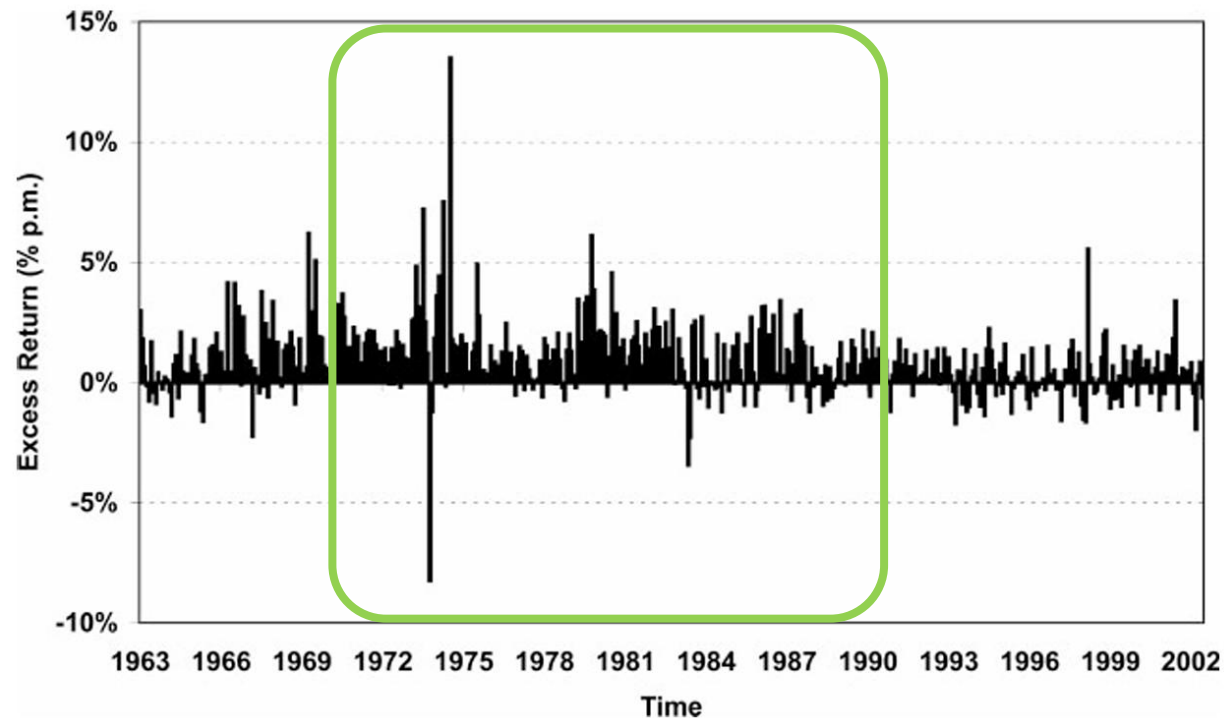


Figure 2
Monthly excess returns of top 20 pairs portfolio
May 1963–December 2002.

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(10/11)

- [그림 3] 상위 20개 페어의 누적 초과 수익률과 S&P 500 투자에 따른 누적 초과 수익률 비교
- 페어 트레이딩 포트폴리오의 누적 수익률 지수는 주식시장(S&P500)과 달리 평탄한 곡선
- 미국 주식시장이 1969년~1980년까지 큰 하락을 겪었을 때, 페어 트레이딩 전략은 수익률이 높았음
- 반면, 1990년대 중반처럼 주식시장이 우수하게 움직이는 시기에는 페어 트레이딩의 수익이 비교적 평탄

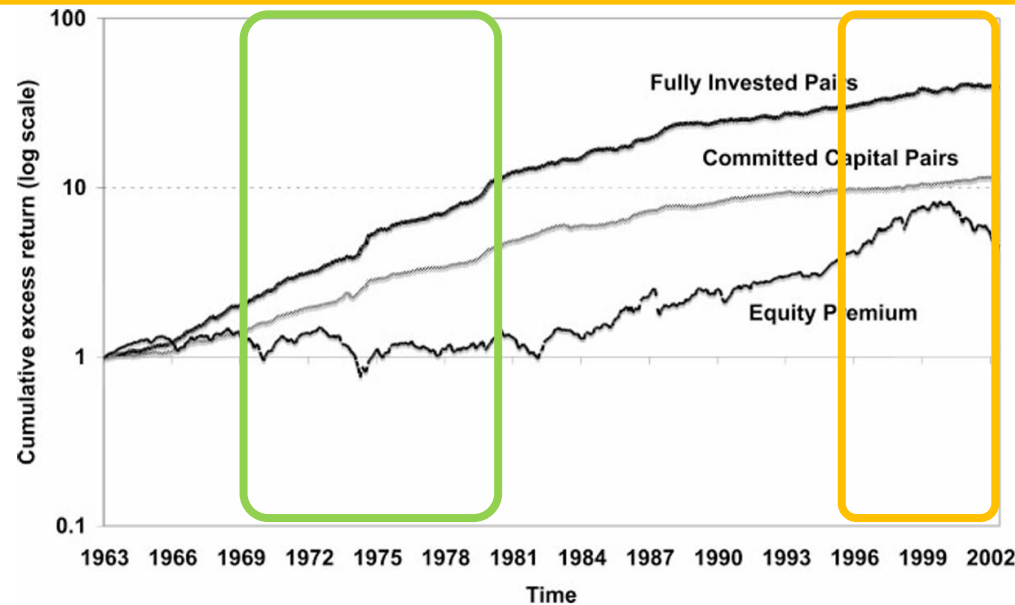


Figure 3
Cumulative excess return of top 20 pairs and S&P 500
May 1963–December 2002.

3. Empirical Results

5) The risk characteristics of pairs trading strategies(11/11)

- 1) 거래 비용의 장기적 변화: 시간이 지남에 따라 거래 비용이 감소하면서 차익거래 기회가 늘어남
- 2) 헤지펀드 자산의 급증: 1989년 이후 헤지펀드 자산이 크게 증가하면서, 차익거래 경쟁 심화
- 그럼에도 위험 조정 수익률(Sharpe ratio)은 시간이 지나도 비교적 안정적으로 유지됨

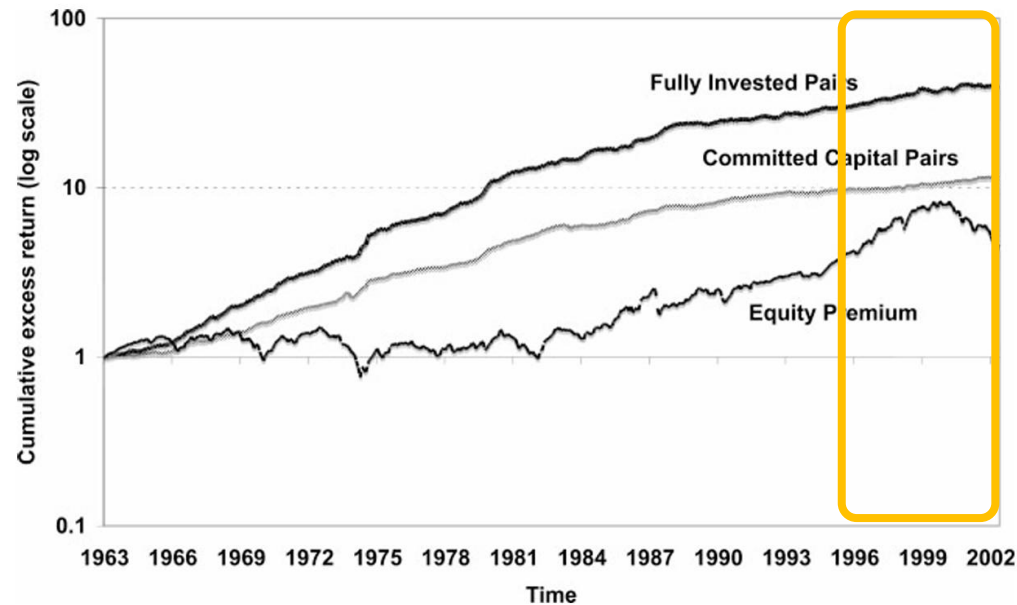


Figure 3
Cumulative excess return of top 20 pairs and S&P 500
May 1963–December 2002.

3. Empirical Results

6) Pairs trading and contrarian investment(1/2)

- 페어 트레이딩은 가격 회귀에 베팅하는 전략으로, **역발상 투자(contrarian investment)**의 한 종류
- [표 4]에서 페어 트레이딩의 수익률이 단기 Reversal 요인과 양의 상관관계를 보이지만 해당 요인만으로는 설명되지는 않았음
- **부트스트랩 분석**
 - * 부트스트랩 분석: 원래의 표본 데이터에서 여러 번 반복 추출하여 새로운 가상의 표본을 만들고 이를 이용해 통계적 추정이나 검정을 수행하는 기법
 - 실제 페어의 성과와 전월 수익률이 유사한 다른 페어로 구성된 무작위 페어의 성과 비교
 - 실제 페어와 시뮬레이션된 무작위 페어 간의 수익률 차이는 단순 회귀 효과 외에 페어 트레이딩 전략이 창출하는 추가 수익을 의미

3. Empirical Results

6) Pairs trading and contrarian investment(2/2)

- [표6] 부트스트랩 분석
- 200회 반복(부트스트랩)한 결과, 시뮬레이션된 페어의 수익률은 실제 페어보다 훨씬 낮았음
 - 수익률이 음수를 나타낼 때도 있었고 변동성도 더 크게 나타났음
 - 시뮬레이션 페어가 제대로 ‘함께 움직이는’ 주식들을 잘 찾아내지 못했다는 의미
 - 단순히 전월 수익률 기준만으로는(= 단기 Reversal 요인) 페어 트레이딩 전략의 성과를 재현 불가

Table 6
Returns to random pairs sorted on prior one-month return

Portfolio	Top 5	Top 20	Top 100-120	All 120
A. No waiting				
Fully invested				
Mean excess return	-0.00137	-0.00111	-0.00105	-0.00113
Standard deviation	0.05521	0.02295	0.02264	0.01200
Median	-0.00192	-0.00153	-0.00156	-0.00162
Committed capital				
Mean excess return	-0.00083	-0.00077	-0.00089	-0.00091
Standard deviation	0.02635	0.01358	0.01443	0.00760
Median	-0.00123	-0.00100	-0.00123	-0.00122
B. Wait one day				
Fully invested				
Mean excess return	-0.00177	-0.00004	-0.00154	-0.00156
Standard deviation	0.05966	0.05310	0.02404	0.01213
Median	-0.00241	-0.00172	-0.00206	-0.00201
Committed capital				
Mean excess return	-0.00103	-0.00094	-0.00112	-0.00112
Standard deviation	0.02811	0.01363	0.01449	0.00761
Median	-0.00152	-0.00118	-0.00148	-0.00139

3. Empirical Results

7) Risk and return of the long and short positions

- [표 7] Long 포지션과 Short 포지션 분석
- 페어 트레이딩이 평균 회귀에 의해서만 수익이 창출된다면 Long/Short 포지션의 수익률은 동일해야 함

Table 7
Returns to long and short components of pairs

Portfolio	Top 5		Top 20		20 after top 100		All	
	Long	Short	Long	Short	Long	Short	Long	Short
Portfolio performance								
Mean monthly return	0.01245	0.00501	0.01330	0.00435	0.01458	0.00663	0.01623	0.00908
Standard error (Newey-West)	0.00183	0.00177	0.00179	0.00174	0.00170	0.00165	0.00254	0.00231
Standard deviation	0.03875	0.03259	0.03653	0.03161	0.03437	0.03146	0.05157	0.04601
Monthly serial correlation	0.06	0.11	0.09	0.12	0.13	0.12	0.17	0.16
Regression on Market, SMB, HML, Momentum, and Reversal factors								
Intercept	0.00103	-0.00442	0.00243	-0.00521	0.00287	-0.00426	-0.00101	-0.00613
<i>t</i> -Statistic	0.47	-2.74	1.27	-3.35	2.85	-4.26	-1.32	-5.22
U.S. equity risk-premium	0.37415	0.44075	0.47617	0.50772	0.48520	0.56217	0.58571	0.73091
<i>t</i> -Statistic	4.60	6.19	6.68	8.44	10.23	9.74	14.99	12.13
SMB	-0.16764	-0.12532	-0.06506	-0.06616	0.01120	0.03453	0.22192	0.29271
<i>t</i> -Statistic	-1.74	-2.00	-0.80	-1.22	0.27	0.95	3.45	3.15
HML	0.48401	0.42661	0.52539	0.48025	0.39451	0.41175	0.25732	0.31134
<i>t</i> -Statistic	7.12	6.92	9.36	9.47	9.76	11.54	7.49	8.11
Momentum	-0.05430	-0.02625	-0.04456	0.00361	-0.10901	-0.00589	-0.08832	0.09245
<i>t</i> -Statistic	-1.48	-0.65	-1.21	0.10	-3.53	-0.21	-3.53	2.81
Reversal	0.15854	0.05662	0.09601	0.02365	0.17288	0.07830	0.39208	0.19131
<i>t</i> -Statistic	1.83	1.13	1.26	0.55	4.33	1.90	10.44	2.98
<i>R</i> ²	0.39	0.41	0.48	0.49	0.78	0.75	0.97	0.93

3. Empirical Results

8) Subperiod analysis and the presence of a dormant risk factor

- [표 8] 기간별 분석
- 1988년 기준으로 분할 시 상위 20개 페어의 초과 수익률은 월 118bp에서 월 38bp로 크게 감소
- 위험 조정 수익률도 하락하여 상위 20개 포트폴리오는 월 67bp에서 약 42bp로 떨어지지만 여전히 양수
- 서로 겹치지 않는 페어 포트폴리오 간의 상관계수는
 - 전체 표본에서 0.48/전반부(1988 이전)에서는 0.51/후반부(1988 이후)에서는 0.18
 - 공통된 잠재적 위험 요인이 존재함을 시사

Table 8
Subperiod analysis

Portfolio	Top 5	Top 20	20 after top 100	All	Factor SD
A. Pre-1989					
"Wait one day" portfolio performance					
Mean excess return	0.01034	0.01181	0.01052	0.00992	
Standard deviation	0.02259	0.01689	0.01527	0.01651	
Regression on Fama-French factors					
Intercept	0.00353	0.00670	0.00710	0.00446	
t-Statistic	1.72	4.41	6.54	4.19	
U.S. equity risk-premium	-0.43395	-0.31200	-0.28946	-0.43429	0.04580
t-Statistic	-4.29	-3.57	-3.80	-7.26	
SMB: small minus big	-0.44181	-0.33193	-0.27508	-0.40184	0.02923
t-Statistic	-3.75	-2.86	-2.86	-5.76	
HML: high minus low book to market	0.03568	0.03162	-0.06840	-0.06983	0.02597
t-Statistic	0.64	0.73	-1.84	-1.97	
Momentum	0.01291	-0.01630	-0.07689	-0.15848	0.03506
t-Statistic	0.29	-0.50	-2.92	-5.01	
Reversal	0.43575	0.33274	0.28765	0.45222	0.07228
t-Statistic	4.44	3.62	4.05	7.98	
R ²	0.19	0.23	0.26	0.70	

B. Post-1988					
"Wait one day" portfolio performance					
Mean excess return	0.00217	0.00375	0.00327	0.00212	
Standard deviation	0.01660	0.00987	0.01121	0.01295	
Regression on Fama-French factors					
Intercept	0.00337	0.00417	0.00363	-0.00065	
t-Statistic	2.12	3.77	3.01	-0.56	
U.S. equity risk-premium	0.07339	0.04804	0.00241	-0.06958	0.04390
t-Statistic	1.68	1.81	0.06	-2.43	
SMB: small minus big	-0.00400	0.02888	0.02332	-0.06063	0.03856
t-Statistic	-0.10	1.32	0.69	-2.83	
HML: high minus low book to market	0.03441	0.01412	0.01830	-0.08202	0.03641
t-Statistic	0.61	0.45	0.50	-2.65	
Momentum	-0.00424	-0.02266	-0.08840	-0.12670	0.04926
t-Statistic	-0.13	-1.29	-4.17	-7.59	
Reversal	-0.06259	-0.01727	0.02404	0.18808	0.04448
t-Statistic	-1.76	-0.67	0.54	5.56	
R ²	0.02	0.04	0.19	0.64	

4. Conclusion

결론

- 효율적인 시장 내에서 공적분 가격 개념에 기반한 헤지펀드 주식 거래 전략인 페어 트레이딩을 소개
- 적절하게 선정된 페어 트레이딩을 진행할 경우, 보수적인 거래 비용 추정치를 설정했음에도 수익 창출 가능
- 수익은 주식시장(S&P 500)과 상관관계가 없으며, 다른 여러 요인(ex. SMB, HML, 회사채 스프레드, 수익률 곡선 변화 등)에 대해서도 낮은 민감도를 보임
- 페어 트레이딩의 초과 수익은 위험에 대한 보상(특히, '한 가격 법칙'을 강제하는 차익거래자들의 보상)에서 비롯되었음을 입증
 - 헤지펀드 활동이 증가했음에도 불구하고 원시 수익률은 하락했으나 위험 조정 수익률은 지속됨