

具多種內含選擇權的公司債之 贖回和轉換策略實證研究

20200817

債券可能鑲有一個至多個選擇權，可能都屬於發債公司，或分別屬於公司與債券投資人

- 發債公司的權利:

CALLABLE:發行公司可將債券贖回

- 債權人的權利:

CONVERTIBLE:債權人有權利將債券轉換為股票

PUTTABLE:債權人有權利將債券以約定價格賣回給發行公司

探討當雙方都有權利時履約決策的交互作用

Call policy(p.3)	Conversion policy(p.4)
Pure callable	Pure convertible
Callable convertible	Callable convertible
Puttable callable convertible	Puttable callable convertible

Call policy

- 轉換權利會分享既有股東(公司)的利益，對公司不利，所以用最大化股東價值的角度設計的贖回策略，要更早贖回有轉換權利的債券(贖回會提早是因為股東與債權人利益是衝突的)
- **Puttable convertible**比**convertible**的債權人有更多的權利
以最大化股東價值來設計贖回策略，債權人的權利越多，要再更早贖回才是對股東最有利
- 想實證，其他條件相同之下
Puttable callable convertible 會最早被贖回
Callable convertible 其次， Pure callable 會最慢被贖回

Conversion policy

- 發行公司會因為債權人的權利越大而越早贖回

➡ 債權人為了最大化自己的利益，會加快自己的轉換時間點[B]

(為了回應公司以最大化股東價值的角度設計出來的贖回策略，債權人的最適轉換策略)

但是，如果債權人額外有了put option，可能會為了保護自己的put option 不被自己的履約而消滅，而放慢轉換的時間點[A]

- 想實證，在其他條件相同下

Pure convertible 會最慢轉換

[A] Puttable callable convertible 會比callable convertible 更晚轉換

[B] Puttable callable convertible 會比callable convertible 更早轉換

資料篩選(Call policy)

1. 選擇發行於1990-2018年間能夠確認產業別的public firm(有公開發行股票的公司)，並排除government-sponsored的公司所發行的美金計價公司債
(FISD)
2. 選擇有紀錄 initial offering amount 的 fixed-coupon non-resettable bond，且不會是Pay in kind (PIK) bonds、sinking fund bonds、也不是exchangeable bond 的 callable bond；而這當中的convertible bond，只保留轉換成債券發行公司普通股的樣本
(FISD, Bloomberg)
3. 為了能公平比較贖回時間點的早晚，並且使贖回時間點不受各個債券因 discrete call schedule 不同的贖回頻率影響，我們選擇擁有continuous call schedule 的樣本，並且只保留具有完整call schedule 資訊的樣本，例如，我們必須知道first call date，每一個call price 和適用該價格贖回的日期區間
(FISD, Bloomberg)
4. 為了確保贖回價格可以完全由契約上的call schedule 描述，我們排除具有make-whole call 條款的 callable bond，因為這類債券的call price 具有隨機性
(FISD)

5. 為了確保債券信評可充分描述發債公司的財務狀況，我們排除asset-backed bond、credit enhancement bond

(FISD)

6. 因為要研究的是call policy，所以我們只保留最後被提前贖回、或到期日才贖回的樣本(我們將到期的債券視為到期日贖回)，到這裡的樣本我們稱為**全樣本**，我們排除下列情況下的提前贖回，因為這些贖回事件並非我們研究的目標：

- (1) 我們排除贖回生效日在契約定義的call period以外的樣本，而這個步驟可以讓我們排除許多的event call，例如sudden death call (FISD, Bloomberg)

- (2) 針對贖回生效日在call period 內的樣本，我們仿King and Mauer (2014)，排除贖回宣告年與發債公司宣告下市、宣告併購、或宣告破產年相同的樣本，因為這些贖回也很可能與這些事件有關 (FISD, Bloomberg, CRSP)

- (3) 針對convertible bond的贖回，我們也排除發債公司股票下市後才贖回的樣本 (CRSP)

7. 除了在步驟1.中，我們只挑選public firm 所發行的債之外，我們只保留贖回決策日前有至少100個股票交易日以上的債券樣本 (仿 King and Mauer, 2014)，並且，我們確保該樣本在贖回決策日前至少擁有一次S&P信用評等 (FISD, CRSP, Compustat)

篩選後樣本:1766，1415檔Callable nonconvertible bond，351檔Callable convertible bond

資料篩選(Conversion policy)

1. 選擇發行於1990-2018年間能夠確認產業別的public firm，並排除government-sponsored的公司所發行的美金計價公司債

(FISD)

2. 選擇有紀錄 initial offering amount 的 fixed-coupon non-resettable bond，且不會是Pay in kind (PIK) bonds、也不是exchangeable bond 的 callable bond；而這當中的convertible bond，只保留轉換成債券發行公司普通股、且具有first conversion date 的樣本

(FISD, Bloomberg)

3. 為了確保債券信評可充分描述發債公司的財務狀況，我們排除asset-backed bond、credit enhancement bond

(FISD)

4. 因為要研究的是**conversion policy**，所以我們只保留最後被提前轉換，或到期日轉換與不轉換的樣本，到這裡的樣本我們稱為**全樣本**，我們排除下列情況下的轉換，因為這些轉換事件並非我們研究的目標：
- (1) 我們排除轉換生效日在契約定義的**conversion period** 外的樣本；若樣本為到期前轉換，我們令轉換生效日為轉換決策日，若樣本為到期日決定轉換或不轉換，我們令轉換決策日為債券到期日 **(FISD)**
 - (2) 針對轉換生效日在**conversion period** 內的樣本，我們排除轉換決策年與發債公司宣告下市、宣告併購、或宣告破產年相同的樣本 **(FISD, CRSP)**
5. 除了在步驟1.中，我們只挑選**public firm** 所發行的債之外，我們只保留轉換決策日前有至少**100**個股票交易日以上的債券樣本，並且，我們確保該樣本在轉換決策日前具有至少一次的**S&P**信用評等 **(FISD, CRSP, Compustat)**

篩選後樣本: 452，329檔 Noncallable convertible bond，123檔 Callable convertible bond

資料庫對應

(1) FISD → Bloomberg : bond CUSIP

(2) FISD → Compustat : first 6 digits of bond CUSIP (issuers' CUSIP)

(3) FISD → CRSP :

[a] 從步驟(2)的對應，從Compustat找到 SEC's CIK 碼

[b] 若在[a]步驟無法找到CIK 碼，我們到SEC's Edgar database 使用公司名稱尋找
CIK碼

[c] 透過WRDS SEC Analytics Suite 從CIK碼找到CRSP PERMNO碼

樣本分布表

贖回樣本

年	十年期公債殖利率	全樣本				篩選後樣本			
		可贖回不可轉換		可贖回可轉換		可贖回不可轉換		可贖回可轉換	
		發行	贖回	發行	贖回	發行	贖回	發行	贖回
1990-1992	6.77%	275	0	7	0	109	0	6	0
1993-1995	5.71%	854	0	31	0	312	0	22	0
1996-1998	4.65%	619	107	85	4	390	52	64	4
1999-2001	5.09%	462	399	112	41	354	204	105	30
2002-2004	4.23%	244	1114	91	93	103	635	85	88
2005-2007	4.10%	220	390	56	55	112	195	47	52
2008-2010	3.29%	77	142	18	56	12	53	18	54
2011-2013	2.90%	64	166	4	48	21	51	4	38
2014-2016	2.49%	11	142	0	16	2	80	0	15
2017-2018	2.91%	0	46	0	5	0	25	0	4
總和		2826	2506	404	318	1415	1295	351	285

轉換樣本

年	十年期公債殖利率	全樣本				篩選後樣本			
		不可贖回可轉換		可贖回可轉換		不可贖回可轉換		可贖回可轉換	
		發行	轉換	發行	轉換	發行	轉換	發行	轉換
1990-1992	6.77%	0	0	2	0	0	0	2	0
1993-1995	5.71%	3	0	10	0	2	0	10	0
1996-1998	4.65%	3	1	27	2	3	0	26	2
1999-2001	5.09%	10	0	26	5	10	0	26	5
2002-2004	4.23%	48	1	38	7	47	1	35	7
2005-2007	4.10%	83	5	12	14	79	5	10	10
2008-2010	3.29%	89	5	5	7	87	4	5	7
2011-2013	2.90%	73	1	6	4	73	1	5	3
2014-2016	2.49%	30	7	4	7	28	6	4	7
2017-2018	2.91%	0	4	0	2	0	3	0	1
總和		339	24	130	48	329	20	123	42

- 首先，我們先將樣本約略分成10個區間來看樣本分布
- 再列出每個區間中最後一年年底的10年期公債殖利率，用來大致表示該區間的利率水平
- Callable bond 於近年樣本較少的原因在於，這些債券平均到期日比較長，而我們只納入已經到期和已經提前贖回的樣本；近年發行的樣本大多還流通在外，所以並沒有被納入實證
- Convertible bond 的樣本裡，反而是當中的 Noncallable bond 在近年的樣本比較多，這符合 Finnerty (2015), Grundy and Verwijmeren (2018) 的觀察: 投資人近年來不偏好含有 call option 的可轉債
- 也可觀察到，大部分的 Callable bond 被提前贖回 (全樣本: $2824/3230 = 87\%$ ；篩選後樣本: $1580/1766 = 89\%$)，只有少部分的 Convertible bond 被轉換 ($72/469 = 15\%$ ； $62/452 = 14\%$)

贖回樣本

年	十年期公債殖利率	全樣本				篩選後樣本			
		可贖回不可轉換		可贖回可轉換		可贖回不可轉換		可贖回可轉換	
		發行	贖回	發行	贖回	發行	贖回	發行	贖回
1990-1992	6.77%	275	0	7	0	109	0	6	0
1993-1995	5.71%	854	0	31	0	312	0	22	0
1996-1998	4.65%	619	107	85	4	390	52	64	4
1999-2001	5.09%	462	399	112	41	354	204	105	30
2002-2004	4.23%	244	1114	91	93	103	635	85	88
2005-2007	4.10%	220	390	56	55	112	195	47	52
2008-2010	3.29%	77	142	18	56	12	53	18	54
2011-2013	2.90%	64	166	4	48	21	51	4	38
2014-2016	2.49%	11	142	0	16	2	80	0	15
2017-2018	2.91%	0	46	0	5	0	25	0	4
總和		2826	2506	404	318	1415	1295	351	285

轉換樣本

年	十年期公債殖利率	全樣本				篩選後樣本			
		不可贖回可轉換		可贖回可轉換		不可贖回可轉換		可贖回可轉換	
		發行	轉換	發行	轉換	發行	轉換	發行	轉換
1990-1992	6.77%	0	0	2	0	0	0	2	0
1993-1995	5.71%	3	0	10	0	2	0	10	0
1996-1998	4.65%	3	1	27	2	3	0	26	2
1999-2001	5.09%	10	0	26	5	10	0	26	5
2002-2004	4.23%	48	1	38	7	47	1	35	7
2005-2007	4.10%	83	5	12	14	79	5	10	10
2008-2010	3.29%	89	5	5	7	87	4	5	7
2011-2013	2.90%	73	1	6	4	73	1	5	3
2014-2016	2.49%	30	7	4	7	28	6	4	7
2017-2018	2.91%	0	4	0	2	0	3	0	1
總和		339	24	130	48	329	20	123	42

6. 在Callable Sample中:

於1990-2001年之間發行的全樣本: 2210(篩選後樣本: 1165) 檔 Callable nonconvertible bond中，在2007年以前已經贖回了1929(1055)檔 **87%(91%)**；於1990-2001年之間發行的235(197)檔 Callable convertible bond中，在2007年以前已經贖回了161(144)檔 **69%(73%)**

(利率水準走低，會使大部分的callable bond 被提前贖回)

7. 在Convertible Sample中:

於1990-2001年之間發行的16(15) 檔 Noncallable convertible bond中，在2007年以前已經轉換了2(1)檔 **13%(7%)**；

於1990-2001年之間發行的65(64)檔 Callable convertible bond中，在2007年以前已經轉換了14(14)檔 **22%(22%)**，這當中只有8(8)檔是call force to conversion

(轉換策略較不受利率水準走低影響，但具有call option 的convertible bond 發動轉換的樣本明顯比較多)

贖回樣本

年	十年期公債殖利率	全樣本				篩選後樣本			
		可贖回不可轉換		可贖回可轉換		可贖回不可轉換		可贖回可轉換	
		發行	贖回	發行	贖回	發行	贖回	發行	贖回
1990-1992	6.77%	275	0	7	0	109	0	6	0
1993-1995	5.71%	854	0	31	0	312	0	22	0
1996-1998	4.65%	619	107	85	4	390	52	64	4
1999-2001	5.09%	462	399	112	41	354	204	105	30
2002-2004	4.23%	244	1114	91	93	103	635	85	88
2005-2007	4.10%	220	390	56	55	112	195	47	52
2008-2010	3.29%	77	142	18	56	12	53	18	54
2011-2013	2.90%	64	166	4	48	21	51	4	38
2014-2016	2.49%	11	142	0	16	2	80	0	15
2017-2018	2.91%	0	46	0	5	0	25	0	4
總和		2826	2506	404	318	1415	1295	351	285

轉換樣本

年	十年期公債殖利率	全樣本				篩選後樣本			
		不可贖回可轉換		可贖回可轉換		不可贖回可轉換		可贖回可轉換	
		發行	轉換	發行	轉換	發行	轉換	發行	轉換
1990-1992	6.77%	0	0	2	0	0	0	2	0
1993-1995	5.71%	3	0	10	0	2	0	10	0
1996-1998	4.65%	3	1	27	2	3	0	26	2
1999-2001	5.09%	10	0	26	5	10	0	26	5
2002-2004	4.23%	48	1	38	7	47	1	35	7
2005-2007	4.10%	83	5	12	14	79	5	10	10
2008-2010	3.29%	89	5	5	7	87	4	5	7
2011-2013	2.90%	73	1	6	4	73	1	5	3
2014-2016	2.49%	30	7	4	7	28	6	4	7
2017-2018	2.91%	0	4	0	2	0	3	0	1
總和		339	24	130	48	329	20	123	42

8. 在Callable Sample中:

於2002-2013年之間發行的 605(248) 檔 Callable nonconvertible bond中，在2018年以前已經贖回了 502(223)檔 **83%(90%)**；

於2002-2013年之間發行的169(154)檔 Callable convertible bond中，在2018年以前已經贖回了 146(132)檔 **86%(86%)**

(利率水準走低，依然會使大部分的callable bond提前贖回)

9. 在Convertible Sample中:

於2002-2013年之間發行的293(286)檔 Noncallable convertible bond中，在2018年以前已經轉換了13(12) 檔**4%(4%)**；

於2002-2013年之間發行的61(55)檔 Callable convertible bond中，在2018年以前已經轉換了28(22) 檔**46%(40%)**，這當中只有**7(5)檔是call force to**

conversion

(當Call Sample中的 Call convertible bond 贖回比例從**73%** 提升到**86%**時，Convertible Sample 中的 Call convertible bond轉換比例也從**22%**提升到**40%**，顯見Call convertible bond贖回的機率提高也會推升其發動轉換的機率)

使用 Ratio of Time Span 來衡量
做下贖回和轉換決策的早晚

Ratio of Time Span for Bond i ($RatioTS_i$)

- $RatioTS_i = \frac{\text{Maturity Date} - \text{Action decision date}}{\text{Maturity Date} - \text{First Call (convert) Date}} = \frac{a}{b}$

其中，[a] Callable Sample 中的 Action decision date 可為：

(1) 贖回宣告日；(2) 債券到期日

Convertible Sample 中的 Action decision date 可為：

(1) 轉換生效日 (2) 債券到期日

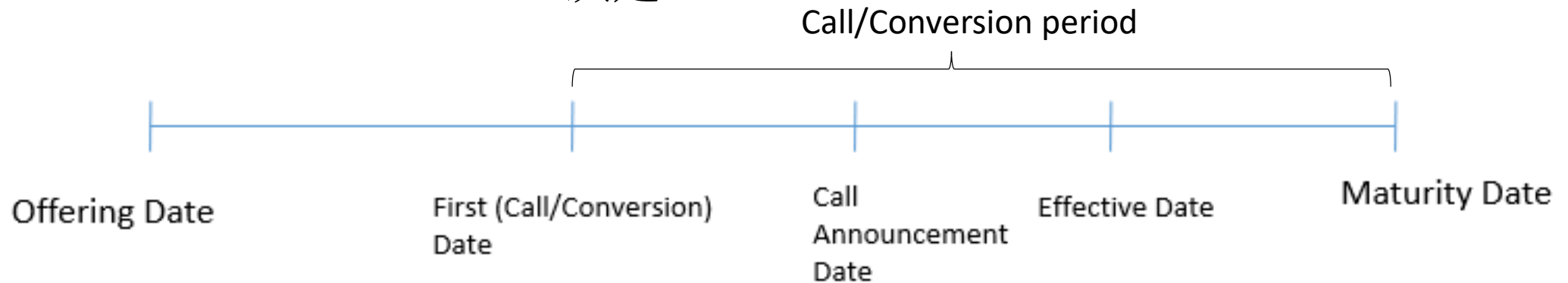
[b] a與b的值使用real calendar day 來計算，所有類型的債券計算標準一致

[c] $RatioTS_i$ 越大代表，相對於債券契約允許決策者做決定的時間範圍內 (b的大小)，決策者做出決策的時點距離到期日越遠 (a的大小)，代表越早做決策，反之，則越晚做決策。

[d] 如果 $RatioTS_i = 0$ ，代表決策者在到期日才下決定

$0 < RatioTS_i \leq 1$ ，代表決策者在call/conversion period 中做了決定

$RatioTS_i > 1$ ，代表決策者在call/conversion period外宣告一個準備於call/conversion period中生效的決定



令 $Y_i = \ln(1+RatioTS_i)$

因為 $RatioTS_i \geq 0$ ，所以 $Y_i \in [0, \infty)$ ，

所以我們打算使用 Tobit regression來找出解釋 Y_i 的變數；

Y_i 越大代表越早做出決策， Y_i 越小，代表越晚做出決策；

$Y_i = 0$ 代表在到期日才做出決定

針對贖回決策早晚的基本解釋(控制)變數

(1) Coupon rate: 債券的票面利率 (Mauer, 1993; King and Mauer, 2000; Sarkar, 2003)

[Coupon rate 越高，越容易提早贖回，所以 Y_i 越大，是正向關係]

(2) Level of market interest: 市場利率水準 (King and Mauer, 2000)

我們採10年期公債殖利率當作利率水準；
取Action decision month 往前6個月的利率作為未來發債公司做下贖回決策的利率水準依據

[Level of market interest rate 越低，越容易提早贖回，所以 Y_i 越大，是反向關係]

(3) Interest rate volatility: 市場利率波動度 (King and Mauer, 2000)

我們仿文獻使用利率的月資料，取含變數(2)的利率往前12個月的10年期公債殖利率，並取標準差

[Interest rate volatility 越高，call option 的 continuation value 越高，會傾向晚贖回；如果可贖回債中含有 conversion option，Interest rate volatility 越高也同時會讓 conversion option 的 continuation value 提高，這又可能會使 call option 的 continuation value 降低，進而提高提前贖回的機會；所以如果樣本中的 callable convertibles 越像債 (i.e., conversion option 較沒有價值)，則 Interest rate volatility 與 Y_i 是反向關係，如果越像股 (i.e., conversion option 較有價值)，則反向關係可能不明顯]

(4) Bond issuer's financial status : 發債公司的財務狀態好與壞 (Mauer, 1993; King and Mauer, 2000)

我們以債券的信用評等來衡量發債公司財務狀態的好與壞，我們取 Action decision date 之前，且最接近 Action decision date 的 S&P 信評；我們仿文獻使最佳信評為1，最差信評為23；若FISD中沒有S&P信評，則以 Compustat 中 S&P 信評代替

[公司財務狀況越好(rating 值越小)，越容易提早贖回，所以 Y_i 越大，是反向關係]

(5) Stock volatility: 發債公司的財務風險 (King and Mauer, 2014)

我們以股價波動度來代表公司資產價值的波動度，用以描述財務風險；我們仿文獻，取 Action decision date 以前一年，至多 252個交易日，至少100日發債公司調整後股價的收盤價格，計算其連續複利頻率下的股票報酬率，並計算這些報酬率的標準差

[解釋上同 Interest rate volatility 與 Y_i ，所以如果樣本中的 callable convertibles 越像債，則 Stock volatility 與 Y_i 是反向關係，若比較像股，則反向關係會比較不明顯]

(6) Call price: 贖回價格 (Sarkar, 2003)

我們以該債券Call Schedule中，所有Call price的加權平均當作是該債券所訂定的贖回價格，加權平均的算法如下：

$$\text{call price} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\text{Call Date}_{i+1} - \text{Call Date}_i}{\text{Maturity Date} - \text{First Call Date}} * \text{Call Price}_i$$

As $i = n - 1$, $\text{Call Date}_n = \text{Maturity Date}$

即以 Call schedule 中當次贖回的日期與下次贖回日期的區間除以整段的贖回期間當做時間區間的比率，並將此比率乘上當期的贖回價格，直到到期日並進行加總

[契約整體給出來的Call price 越低，越容易提早贖回，所以 Y_i 越大，是反向關係]

(7) Initial offering amount: 債券的發行量(Mauer, 1993; King and Mauer, 2000; King and Mauer, 2014)

我們以百萬為單位，取natural log

[King and Mauer 的實證研究發現，單一檔債券發行量越大，公司越不傾向對其做出晚贖回的決策；若最佳贖回決策是提早贖回，而公司卻將其延後至更晚的時間點才贖回，發行量大的債券所承擔的偏離最佳決策的代價會比較高。

所以Initial offering amount 越大，以 Y_i 越大，是正向關係]

針對轉換決策早晚的基本解釋(控制)變數

(1) Coupon rate: 債券的票面利率

[**Coupon rate** 越高，可能越不容易提早轉換，但如果可轉債中具有**Call option**，卻會有越高的機會被提前贖回，而迫使轉換提早發生]

(2) Level of market interest: 市場利率水準

(3) Interest rate volatility: 市場利率波動度

(4) Bond issuer's financial status: 發債公司的財務狀態好與壞

[公司財務狀況越好(**rating** 值越小)，可轉債越容易被提早轉換，所以 Y_i 越大，是反向關係]

(5) Stock volatility: 發債公司的財務風險

[**Stock volatility** 越高，**conversion option** 的 **continuation value** 越高，會傾向晚轉換；如果可轉債中含有**call option**，**Stock volatility** 越高也同時會讓 **call option** 的 **continuation value** 提高，這又可能會使**conversion option** 的 **continuation value** 降低，進而提高提前轉換的機會。所以當樣本有可轉債具有**Call option**，則 **Stock volatility** 與 Y_i 間的負向關係可能會不明顯，或甚至會變成正向關係]

(6) Initial offering amount: 債券的發行量

(7) Dividend per bond: 當可轉債轉換成股票時可以拿到的現金股利 (Ordinary cash dividend) (Sarkar, 2003)

我們使用仿文獻，計算當\$1000面額的可轉債轉換成普通股時，可以拿到多少的現金股利，取Action decision year 前一年的現金股利總和，計算方式如下：

$$\begin{aligned} & \text{Dividend (per \$1000 bond)} \\ &= [\sum (\text{Cash dividend per share} \cdot \text{Conversion Ratio})] \cdot \frac{1000}{\text{Principal amount per unit of bond}} \end{aligned}$$

其中，Conversion ratio 我們根據stock split，stock dividend而調整，並取得Action decision year 前一年所有的Conversion ratio 而來；另外，大多數的債券Principal amount per unit of bond 是1000，但有一些不是

[Dividend 越高，conversion option 的continuation value 越低，債權人會傾向提早轉換；如果可轉債中具有call option，dividend 越高，發動贖回很有可能觸發轉換，使既有股東每股所能獲得的股利下降，所以發債公司傾向不贖回債券]

基本統計量

贖回篩選後樣本

	樣本數	可贖回不可轉換			樣本數	可贖回可轉換		
		平均數	中位數	標準差		平均數	中位數	標準差
債券到期(年)	1415	12.25	8.04	8.98	351	12.81	9.98	7.98
贖回期間(年)	1415	7.97	5.00	6.86	351	9.08	5.00	7.16
RatioTS	1415	0.47	0.55	0.23	351	0.47	0.64	0.28
票面利率(%)	1415	7.88	7.88	1.81	351	3.85	4.00	2.18
市場利率水準(%)	1415	4.27	4.50	1.12	351	4.05	4.15	1.04
市場利率波動度(%)	1415	33.10	31.59	10.39	351	32.83	31.59	12.55
信用評等	1415	10.89	12.00	3.02	351	12.40	13.00	3.48
股價波動度(%)	1415	38.76	29.70	21.19	351	47.74	41.88	25.00
贖回價格(%)	1415	100.58	100.20	4.36	351	98.29	100.45	9.44
發行人	1415	2.41	1.72	2.42	351	5.53	5.52	0.84
零息債券	1415	0.01	0	0.08	351	0.12	0	0.33
可賣回	1415	0.01	0	0.12	351	0.43	0	0.50
毒性賣權	1415	0.22	0	0.41	351	0.83	1	0.37

轉換篩選後樣本

	樣本數	不可贖回可轉換			樣本數	可贖回可轉換		
		平均數	中位數	標準差		平均數	中位數	標準差
債券到期(年)	329	4.70	4.57	2.26	123	8.35	6.68	6.15
轉換期間(年)	329	4.68	4.50	2.26	123	8.22	6.60	6.21
RatioTS	329	0.02	0.00	0.10	123	0.17	0.00	0.25
票面利率(%)	329	4.41	4.50	2.52	123	4.73	5.00	2.00
市場利率水準(%)	329	2.76	2.36	0.96	123	4.29	4.54	1.11
市場利率波動度(%)	329	29.73	25.84	13.97	123	30.46	30.11	11.08
信用評等	329	11.49	12.00	3.29	123	14.11	14.00	3.55
股價波動度(%)	329	38.36	31.62	22.52	123	56.27	48.76	31.82
股利(每面額一千美元)	329	17.42	0.00	29.48	123	6.74	0.00	21.38
發行人	329	5.69	5.64	0.92	123	5.05	5.01	1.01
零息債券	329	0.02	0	0.13	123	0.07	0	0.26
可賣回	329	0.02	0	0.12	123	0.15	0	0.36
毒性賣權	329	0.50	0	0.50	123	0.77	1	0.43

(1) 從基本統計量的結果可以回應樣本分布圖中第3點所說，具有Call option 的債券年限都比較長 (p.12)，這符合 Verwijmeren and Yang (2020) 的觀察

(2) Call option 使債券coupon rate 提高，conversion option 使 coupon rate 降低

(3) Convertible bond 的發行人比Nonconvertible bond大

(4) Callable convertible bond常有put option在其中，包含 optional put option 和 poison put (event-trigger put)

相關係數表

贖回樣本

	可轉換	毒性賣權	可賣回	票面利率	利率	利率波動度	信用評等	贖回價格	發行量	股價波動度	零息債券
可轉換	1.00										
毒性賣權	0.52***	1.00									
可賣回	0.56***	0.30***	1.00								
票面利率	-0.65***	-0.07***	-0.57***	1.00							
利率	-0.08***	0.00	-0.16***	0.28***	1.00						
利率波動度	-0.01	0.02	-0.03	0.06**	0.06**	1.00					
信用評等	0.19***	0.38***	-0.10***	0.21***	0.07***	-0.02	1.00				
贖回價格	-0.16***	0.00	-0.29***	0.26***	-0.02	0.02	0.08***	1.00			
發行量	0.49***	0.65***	0.31***	-0.18***	-0.07***	0.02	0.01	-0.05**	1.00		
股價波動度	0.16***	0.29***	-0.06**	0.12***	-0.02	0.24***	0.46***	0.06**	0.14***	1.00	
零息債券	0.28***	0.13***	0.45***	-0.49***	-0.03	-0.03	-0.10***	-0.50***	0.20***	0.00	1.00

而值得我們注意的是，Optional put 的權利對 coupon rate 的影響遠比Event-trigger put 還要高 (前者比較貴的意思)

轉換樣本

	可贖回	毒性賣權	可賣回	票面利率	利率	利率波動度	信用評等	股利	發行量	股價波動度	零息債券
可贖回	1.00										
毒性賣權	0.23***	1.00									
可賣回	0.28***	-0.01	1.00								
票面利率	0.06	-0.19***	-0.25***	1.00							
利率	0.56***	-0.02	0.13***	0.22***	1.00						
利率波動度	0.02	0.20***	0.00	0.02	0.05	1.00					
信用評等	0.33***	0.31***	-0.13***	0.21***	0.09*	0.11**	1.00				
股利	-0.17***	-0.13***	0.00	0.17***	-0.11**	-0.15***	-0.33***	1.00			
發行量	-0.29***	-0.12**	0.06	-0.34***	-0.13***	-0.08*	-0.48***	-0.05	1.00		
股價波動度	0.30***	0.19***	-0.05	0.09*	0.12***	0.19***	0.54***	-0.30***	-0.26***	1.00	
零息債券	0.14***	-0.01	0.62***	-0.35***	0.11**	-0.03	-0.21***	-0.05	0.17***	-0.08*	1.00

Proposal時的問題與修正

- 迴歸要控制公司和時間效果
 - 公司效果:一間公司設為一個虛擬變數
 - 時間效果:使用Effective date來控制，將時間分為1996年到2000年、2001年到2005年、2006年到2010年、2011年到2015年、2016年到2018年等五個區間，每一個時間區間設為一個虛擬變數

Tobit Analysis for Callable Sample

贖回樣本	排除optional put						排除optional put					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
可轉換		-0.013 (0.034)		0.106 (0.030)***				0.225 (0.065)***		0.279 (0.060)***		
可轉換和毒性賣權的交乘項					0.092 (0.028)***						0.168 (0.051)***	
可轉換和可賣回的二乘項						0.377 (0.030)***						0.425 (0.073)***
票面利率	4.346 (0.381)***	4.238 (0.485)***	3.101 (0.353)***	4.185 (0.469)***	3.893 (0.432)***	4.269 (0.360)***	8.976 (0.854)***	10.459 (0.970)***	7.426 (0.686)***	9.561 (0.753)***	8.425 (0.715)***	8.025 (0.672)***
利率	-3.986 (0.710)***	-3.970 (0.713)***	-3.882 (0.718)***	-4.069 (0.716)***	-3.980 (0.717)***	-4.031 (0.682)***	-7.598 (1.142)***	-7.824 (1.133)***	-6.989 (1.115)***	-7.381 (1.100)***	-7.001 (1.101)***	-6.916 (1.067)***
利率波動度	-0.120 (0.045)***	-0.119 (0.045)***	-0.106 (0.043)**	-0.106 (0.043)**	-0.104 (0.043)**	-0.117 (0.042)***	-0.109 (0.070)	-0.092 (0.069)	-0.147 (0.067)**	-0.106 (0.066)	-0.138 (0.066)**	-0.151 (0.064)**
信用評等	-0.033 (0.002)***	-0.032 (0.002)***	-0.031 (0.002)***	-0.033 (0.002)***	-0.033 (0.002)***	-0.031 (0.002)***	-0.049 (0.010)***	-0.049 (0.009)***	-0.037 (0.009)***	-0.038 (0.009)***	-0.037 (0.009)***	-0.036 (0.008)***
股價波動度							-0.251 (0.053)***	-0.262 (0.052)***	-0.221 (0.051)***	-0.241 (0.050)***	-0.221 (0.050)***	-0.222 (0.050)***
贖回價格	-0.442 (0.168)***	-0.438 (0.166)***	-0.431 (0.145)***	-0.399 (0.135)***	-0.401 (0.138)***	-0.243 (0.120)**	-0.563 (1.550)	-0.359 (1.554)	-0.134 (0.394)	0.094 (0.386)	-0.028 (0.385)	0.316 (0.360)
發行量	0.035 (0.007)***	0.035 (0.007)***	0.034 (0.007)***	0.033 (0.006)***	0.033 (0.006)***	0.032 (0.006)***	0.022 (0.005)***	0.021 (0.005)***	0.025 (0.005)***	0.024 (0.005)***	0.024 (0.005)***	0.023 (0.005)***
零息債券			0.128 (0.055)**	0.166 (0.055)***	0.160 (0.055)***	0.011 (0.056)			0.416 (0.123)***	0.482 (0.124)***	0.425 (0.124)***	0.219 (0.122)*
截距	0.749 (0.181)***	0.748 (0.179)***	0.842 (0.159)***	0.768 (0.152)***	0.782 (0.154)***	0.553 (0.138)***	1.059 (1.574)	0.751 (1.580)	0.679 (0.447)	0.258 (0.439)	0.484 (0.437)	0.058 (0.392)
時間效果	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
公司效果	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Pseudo R ²	0.49	0.49	0.45	0.46	0.46	0.49	0.74	0.75	0.72	0.73	0.73	0.74
樣本數	3040	3040	3230	3230	3230	3230	1595	1595	1766	1766	1766	1766

- 前六條為全樣本，後六條為篩選後樣本。首先，我們先將樣本中具有optional put的樣本排除，先控制前面我們所提及的，有關贖回決策的變數
- 從Treasury rate volatility 和 Stock volatility的係數和顯著性來看，Callable sample 中的callable convertible bond比較像債而非股
- 接著，我們加入了Convertible dummy，如果是 callable convertible，則Convertible = 1，如果是callable nonconvertible，則Convertible = 0
- 全樣本的Y 與 Convertible 呈現負相關，可能因為我們沒有排除事件贖回。在篩選後的樣本，我們可以得到，在其他條件相同下，如果callable bond 中具有conversion option，則callable bond 會傾向更早贖回；所以Y 與 Convertible 會呈現正相關

(這是我們所定義的，同一債券中，因為發債方與持有方同時具有提前終結債券的權利，又雙方利益衝突所產生的贖回決策與轉換決策間的 interaction effect)

Tobit Analysis for Callable Sample

排除optional put

排除optional put

贖回樣本

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12)

可轉換		-0.013 (0.034)	0.106 (0.030)***					0.225 (0.065)***	0.279 (0.060)***			
可轉換和毒性賣權的交乘項				0.092 (0.028)***						0.168 (0.051)***		
可轉換和可賣回的交乘項					0.377 (0.030)***						0.425 (0.073)***	
票面利率	4.346 (0.381)***	4.238 (0.485)***	3.101 (0.353)***	4.185 (0.469)***	3.893 (0.432)***	4.269 (0.360)***	8.976 (0.854)***	10.459 (0.970)***	7.426 (0.686)***	9.561 (0.753)***	8.425 (0.715)***	8.025 (0.672)***
利率	-3.986 (0.710)***	-3.970 (0.713)***	-3.882 (0.718)***	-4.069 (0.716)***	-3.980 (0.717)***	-4.031 (0.682)***	-7.598 (1.142)***	-7.824 (1.133)***	-6.989 (1.115)***	-7.381 (1.100)***	-7.001 (1.101)***	-6.916 (1.067)***
利率波動度	-0.120 (0.045)***	-0.119 (0.045)***	-0.106 (0.043)**	-0.106 (0.043)**	-0.104 (0.043)**	-0.117 (0.042)***	-0.109 (0.070)	-0.092 (0.069)	-0.147 (0.067)**	-0.106 (0.066)	-0.138 (0.066)**	-0.151 (0.064)**
信用評等	-0.033 (0.002)***	-0.032 (0.002)***	-0.031 (0.002)***	-0.033 (0.002)***	-0.033 (0.002)***	-0.031 (0.002)***	-0.049 (0.010)***	-0.049 (0.009)***	-0.037 (0.009)***	-0.038 (0.009)***	-0.037 (0.009)***	-0.036 (0.008)***
股價波動度							-0.251 (0.053)***	-0.262 (0.052)***	-0.221 (0.051)***	-0.241 (0.050)***	-0.221 (0.050)***	-0.222 (0.050)***
贖回價格	-0.442 (0.168)***	-0.438 (0.166)***	-0.431 (0.145)***	-0.399 (0.135)***	-0.401 (0.138)***	-0.243 (0.120)**	-0.563 (1.550)	-0.359 (1.554)	-0.134 (0.394)	0.094 (0.386)	-0.028 (0.385)	0.316 (0.360)
發行量	0.035 (0.007)***	0.035 (0.007)***	0.034 (0.007)***	0.033 (0.006)***	0.033 (0.006)***	0.032 (0.006)***	0.022 (0.005)***	0.021 (0.005)***	0.025 (0.005)***	0.024 (0.005)***	0.024 (0.005)***	0.023 (0.005)***
零息債券			0.128 (0.055)**	0.166 (0.055)***	0.160 (0.055)***	0.011 (0.056)			0.416 (0.123)***	0.482 (0.124)***	0.425 (0.124)***	0.219 (0.122)*
截距	0.749 (0.181)***	0.748 (0.179)***	0.842 (0.159)***	0.768 (0.152)***	0.782 (0.154)***	0.553 (0.138)***	1.059 (1.574)	0.751 (1.580)	0.679 (0.447)	0.258 (0.439)	0.484 (0.437)	0.058 (0.392)
時間效果	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
公司效果	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Pseudo R ²	0.49	0.49	0.45	0.46	0.46	0.49	0.74	0.75	0.72	0.73	0.73	0.74
樣本數	3040	3040	3230	3230	3230	3230	1595	1595	1766	1766	1766	1766

(如果贖回決策與轉換決策間的 interaction effect 存在，則發行方會越傾向提早贖回；如果投資方在擁有轉換權利外更多的權利提前終結債券，因為雙方利益衝突，這會迫使發行方更是提早做出贖回的決策)

5. 在含Optional put 的樣本中，我們可以發現Convertible 變數的顯著性更高，係數也更大，顯然從資料上來看，含有Optional put 的 Callable convertible，讓贖回時點變得更早

6. 利用Convertible*poison put 與 Convertible*optional put 交乘項係數來確認，也的確可看出，主要是債券中Optional put 讓 Callable convertible變得更早贖回，而並非Poison put，原因在於，Optional put 更容易發動

Tobit Analysis for Convertible Sample

排除optional put

排除optional put

轉換樣本	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
可贖回		0.275 (0.170)		0.545 (0.132)***			0.314 (0.186)*		0.563 (0.150)***			
可贖回和毒性賣權的交乘項					0.391 (0.123)***						0.388 (0.133)***	
可贖回和可賣回的交乘項						0.959 (0.107)***						1.092 (0.126)***
票面利率	-1.941 (3.244)	-1.226 (3.154)	-8.043 (3.197)**	-5.395 (2.895)*	-7.089 (3.061)**	-1.454 (2.580)	0.101 (3.212)	0.811 (3.136)	-6.899 (3.528)	-4.084 (3.039)	-6.132 (3.365)*	-0.134 (2.601)
利率	12.009 (9.810)	8.313 (10.579)	11.439 (9.734)	1.952 (8.704)	6.203 (10.225)	7.919 (5.832)	13.401 (10.237)	9.122 (11.029)	5.983 (9.620)	-1.769 (9.109)	0.750 (10.160)	8.412 (6.364)
利率波動度	-0.146 (0.515)	-0.183 (0.521)	-0.274 (0.447)	-0.381 (0.412)	-0.285 (0.438)	-0.217 (0.343)	-0.075 (0.545)	-0.121 (0.555)	-0.342 (0.489)	-0.386 (0.469)	-0.376 (0.479)	-0.202 (0.381)
信用評等	-0.038 (0.020)*	-0.048 (0.021)**	-0.022 (0.018)	-0.038 (0.018)**	-0.038 (0.019)**	-0.025 (0.015)*	-0.031 (0.024)	-0.040 (0.024)	-0.023 (0.022)	-0.037 (0.022)*	-0.038 (0.022)*	-0.019 (0.017)
股價波動度							0.089 (0.252)	0.074 (0.248)	0.089 (0.231)	0.036 (0.223)	0.091 (0.240)	0.048 (0.178)
股利	-0.003 (0.003)	-0.002 (0.003)	0.000 (0.003)	0.000 (0.003)	0.001 (0.003)	-0.002 (0.002)	-0.001 (0.003)	-0.001 (0.004)	0.000 (0.003)	0.001 (0.003)	0.001 (0.003)	-0.001 (0.002)
發行量	-0.190 (0.074)**	-0.162 (0.081)**	-0.231 (0.067)***	-0.174 (0.073)**	-0.219 (0.072)***	-0.159 (0.059)***	-0.128 (0.075)*	-0.090 (0.084)	-0.205 (0.074)***	-0.121 (0.081)	-0.185 (0.080)**	-0.095 (0.059)
零息債券			0.427 (0.210)**	0.178 (0.203)	0.316 (0.214)	0.007 (0.237)			0.508 (0.242)**	0.189 (0.233)	0.395 (0.245)	-0.213 (0.188)
截距	-0.701 (0.238)***	0.983 (0.733)**	1.323 (0.651)*	1.283 (0.664)	1.491 (0.684)**	0.795 (0.555)	0.272 (0.707)	0.232 (0.740)	1.121 (0.735)	0.881 (0.749)	1.245 (0.781)	0.217 (0.550)
時間效果	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
公司效果	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Pseudo R ²	0.38	0.36	0.39	0.39	0.37	0.6	0.39	0.38	0.40	0.42	0.38	0.57
樣本數	441	441	469	469	469	469	428	428	452	452	452	452

(如果贖回決策與轉換決策間的 interaction effect 存在，則贖回決策若提早，會迫使轉換決策提早)

- 前六條為全樣本，後六條為篩選後樣本。首先，我們也將樣本中具有optional put的樣本排除，先控制前面我們所提及的，有關轉換決策的變數
- 從Stock volatility的係數來看，Convertible sample 中的callable convertible bond比較像股而非債
- 接著，我們加入了Callable dummy，如果是 callable convertible，則Callable = 1，如果是noncallable convertible，則Callable = 0
- 我們推論，在其他條件相同下，如果convertible bond 中具有call option，則convertible bond 會傾向更早轉換；所以Y 與 Call 會呈現正相關，這也回應了從樣本分布圖所觀察到的現象

Tobit Analysis for Convertible Sample

排除optional put

排除optional put

轉換樣本

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
可贖回		0.275 (0.170)		0.545 (0.132)***				0.314 (0.186)*		0.563 (0.150)***		
可贖回和毒性賣權的交乘項					0.391 (0.123)***						0.388 (0.133)***	
可贖回和可賣回的交乘項						0.959 (0.107)***						1.092 (0.126)***
票面利率	-1.941 (3.244)	-1.226 (3.154)	-8.043 (3.197)**	-5.395 (2.895)*	-7.089 (3.061)**	-1.454 (2.580)	0.101 (3.212)	0.811 (3.136)	-6.899 (3.528)	-4.084 (3.039)	-6.132 (3.365)*	-0.134 (2.601)
利率	12.009 (9.810)	8.313 (10.579)	11.439 (9.734)	1.952 (8.704)	6.203 (10.225)	7.919 (5.832)	13.401 (10.237)	9.122 (11.029)	5.983 (9.620)	-1.769 (9.109)	0.750 (10.160)	8.412 (6.364)
利率波動度	-0.146 (0.515)	-0.183 (0.521)	-0.274 (0.447)	-0.381 (0.412)	-0.285 (0.438)	-0.217 (0.343)	-0.075 (0.545)	-0.121 (0.555)	-0.342 (0.489)	-0.386 (0.469)	-0.376 (0.479)	-0.202 (0.381)
信用評等	-0.038 (0.020)*	-0.048 (0.021)**	-0.022 (0.018)	-0.038 (0.018)**	-0.038 (0.019)**	-0.025 (0.015)*	-0.031 (0.024)	-0.040 (0.024)	-0.023 (0.022)	-0.037 (0.022)*	-0.038 (0.022)*	-0.019 (0.017)
股價波動度							0.089 (0.252)	0.074 (0.248)	0.089 (0.231)	0.036 (0.223)	0.091 (0.240)	0.048 (0.178)
股利	-0.003 (0.003)	-0.002 (0.003)	0.000 (0.003)	0.000 (0.003)	0.001 (0.003)	-0.002 (0.002)	-0.001 (0.003)	-0.001 (0.004)	0.000 (0.003)	0.001 (0.003)	0.001 (0.003)	-0.001 (0.002)
發行量	-0.190 (0.074)**	-0.162 (0.081)**	-0.231 (0.067)***	-0.174 (0.073)**	-0.219 (0.072)***	-0.159 (0.059)***	-0.128 (0.075)*	-0.090 (0.084)	-0.205 (0.074)***	-0.121 (0.081)	-0.185 (0.080)**	-0.095 (0.059)
零息債券			0.427 (0.210)**	0.178 (0.203)	0.316 (0.214)	0.007 (0.237)			0.508 (0.242)**	0.189 (0.233)	0.395 (0.245)	-0.213 (0.188)
截距	-0.701 (0.238)***	0.983 (0.733)**	1.323 (0.651)*	1.283 (0.664)	1.491 (0.684)**	0.795 (0.555)	0.272 (0.707)	0.232 (0.740)	1.121 (0.735)	0.881 (0.749)	1.245 (0.781)	0.217 (0.550)
時間效果	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
公司效果	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Pseudo R ²	0.38	0.36	0.39	0.39	0.37	0.6	0.39	0.38	0.40	0.42	0.38	0.57
樣本數	441	441	469	469	469	469	428	428	452	452	452	452

(如果贖回決策因為投資人擁有更多權利而變得更早，
則 [A] 投資人仍會為了保護自己所持有的所有權利價值，而依然選擇較慢的轉換時點，因為提前終結債券，會將自己所擁有的其他權利全數消滅
[B] 投資人會因為發行方更早贖回，而也變得更早轉換)

- 5. 在含Optional put 的樣本中，我們可以發現Callable係數更大，顯然從資料上看來，含有Optional put 的 Callable convertible，讓轉換時點變得更早，所以投資人也傾向提前轉換，答案傾向[B]
- 6. 利用Callable*poison put 與 Callable*optional put 交乘項係數來確認，也的確可看出，主要是債券中Optional put 讓 Callable convertible變得更早轉換，而並非Poison put，原因也在於，Optional put 更容易讓贖回發動

截至目前為止：

(1) Call policy 中

我們使用了 $RatioTS_i$ 來比較 Pure callable 與 Callable convertible bond 兩種債券贖回決策的早與晚，然而過去文獻中用以描述贖回決策早晚是使用兩類債券的 Moneyness 來定義

[a] Moneyness for pure callable: $\left(\frac{Bond\ market\ price}{Effective\ call\ price} \right) - 1$

其中 (a1) Bond market price 取 action decision date 前的債券市價；

(a2) Effective call price 為贖回生效時的贖回價格加應計利息；

(a3) 若 Moneyness > 0 代表 in-the-money call (late call)；

若 Moneyness = 0 代表 at-the-money call (optimal call times)；

若 Moneyness < 0 代表 out-of-the-money call (early call)；

[b] Moneyness for callable convertibles: $\left(\frac{\text{Conversion value}}{\text{Effective call price}}\right) - 1$

其中 (b1) Conversion value 取贖回宣告日前的轉換價值，為發債公司

當時的股票市價乘上調整後的轉換比例；贖回宣告日前指的是

前2個交易日(參考 Bechmann et al. (2014)的做法)；調整後的轉換比例指的是經過 stock split 和 stock dividend 調整後的轉換比例 (參考 King and Mauer (2014)的做法)

(b2) Effective call price 為贖回生效時的贖回價格加應計利息；

(b3) 若 Moneyness > 0 代表 in-the-money call (ITM call, late call)；

若 Moneyness = 0 代表 at-the-money call (ATM call, optimal call times)；

若 Moneyness < 0 代表 out-of-the-money call (OTM call, early call)；

因為 [a] 與 [b] 在定義上無法比較，所以我們使用 $RatioTS_i$ 。然而，nonputtable callable convertible 與 puttable callable convertible bond 可使用[b]定義來描述：相對於最適贖回時點，債券比較早或晚贖回。

如果 $RatioTS_i$ 是足夠好的衡量方式，
那我們用它所得到的結論，應該也要能得到

- (1) Puttable callable convertible bond 比起 Nonputtable callable convertible bond 會有更高 OTM call (early call) 的機會
- (2) Puttable callable convertible bond 比起 Nonputtable callable convertible bond 會有較低程度的 late call

Proposal時的問題與修正

- 判斷是否有顯著差異

➤t檢定

(1) Putable callable convertible bond 比起 nonputable callable convertible bond 會有更高 OTM call (early call) 的機會嗎?

	有賣回權利	無賣回權利	P-value
有信評的可贖回可轉換債券 (N = 349)	0.93 (0.48) Means of RatioTS Ratio of OTM call	0.45 (0.43)	0.0000*** (0.3307)
有信評和無信評的可贖回可轉換債券 (N = 460)	0.93 (0.51)	0.43 (0.40)	0.0000*** (0.02189)**

(2) Puttable callable convertible bond 比起 Nonputtable callable convertible bond 會有較低程度的 late call 嗎?

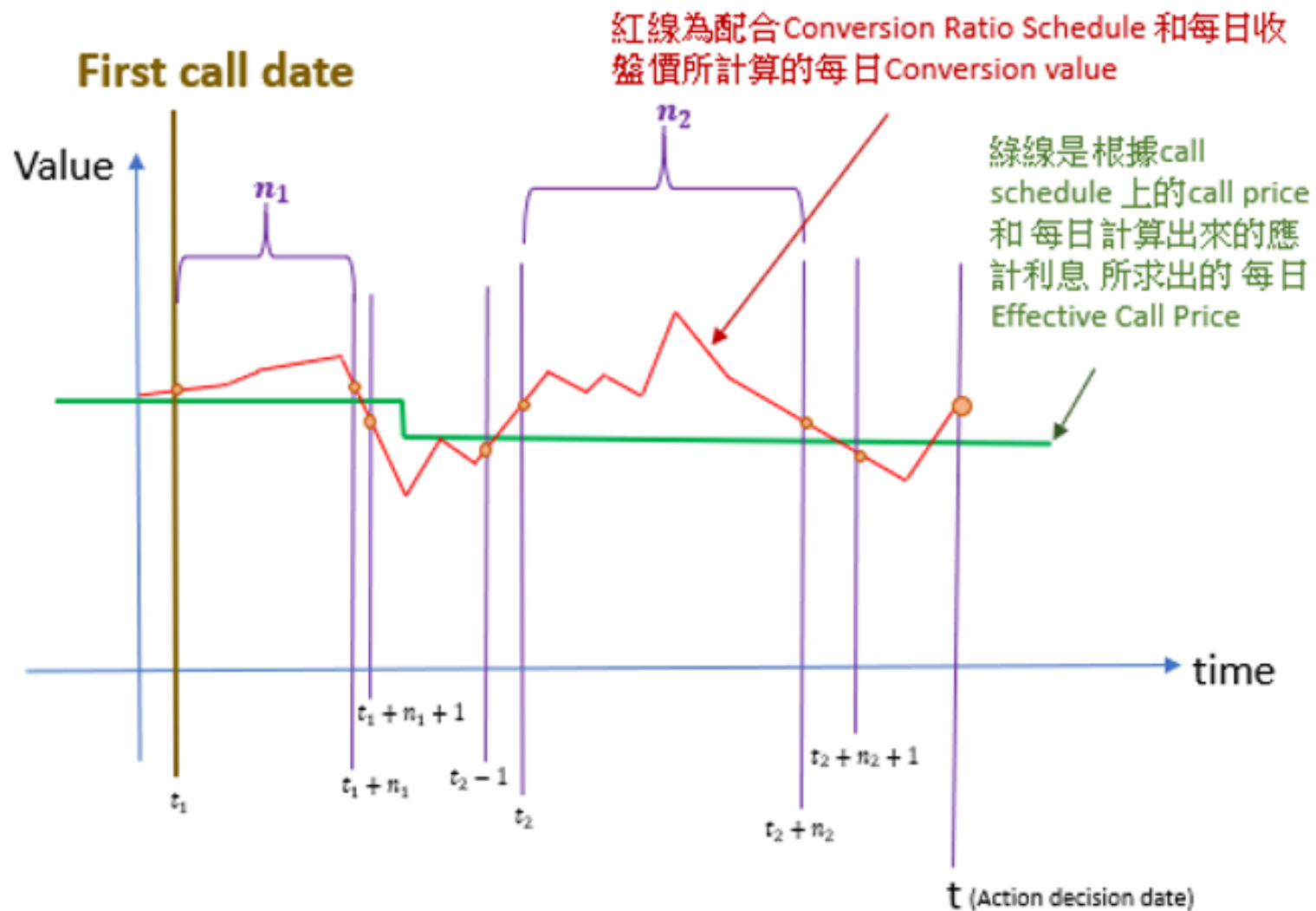
- 衡量late call 的程度，我們仿 King and Mauer (2014) 和 Grundy and Verwijmeren (2016) 的方法；我們去計算每一檔債券在 Action decision date 之前，於 Call period 內 Conversion value 大於 Effective call price 的累積天數佔整個 Call period 的天數比例；所以我們必須計算

[1] Call period 內每一個工作日對應的 Effective call price；

[2] 每一個工作日的 Conversion value，其中的 Conversion ratio 必須根據 Stock split 與 Stock dividend 去調整，股價則採每日的收盤價；

[3] 有了[1][2]之後，我們計算 Conversion value 大於 Effective call price 的累積天數，令其為 m ；如果 Action decision date 在 first call date 之前，則 $m = 0$ ；

[4] 將 first call date 到 Action decision date 有股價資料的工作日天數令為 x_1 ，Action decision date 到 Maturity date 的工作日天數令為 x_2 ，令 $x = x_1 + x_2$



[5] 計算每一檔 Putable callable convertible bond 和 Nonputable callable convertible bond 的 m/x ，越大代表 Call period 內 late call 的程度越高

Proposal時的問題與修正

- 判斷Puttable callable convertible bond的 m/x 與 Nonputtable callable convertible bond的 m/x 是否有顯著差異

➤ t檢定

有信評	$\frac{m}{x}$ 的平均值	P-value
可贖回不可賣回可轉換債券	3.04%	0.7872
可贖回可賣回可轉換債券	2.72%	

可能不顯著的原因:我們在計算每一檔債券在Action decision date之前，於Call period 內的 Conversion value 時，可能有很長一段時間沒有股價，無法計算 Conversion value 是否大於 Effective call price

有信評和無信評	$\frac{m}{x}$ 的平均值	P-value
可贖回不可賣回可轉換債券	2.64%	0.7267
可贖回可賣回可轉換債券	2.33%	

- 所以我們使用**RatioTS**來說明，在以最大化股東價值為前提所發展出來的贖回策略下，若債券投資人握有權利在最大化自身利益下提前中止債券契約，因股債權人雙方利益衝突的關係，發債公司會提早發動贖回；若投資人握有越多價值的權利(單一權利更有價值或更多的權利)，則公司會越早發動贖回。這是發行方與投資方雙方決策的**Interaction effect**
- **Grundy and Verwijmeren (2016)** 的研究發現，當債券中轉換權利受現金股利保護條款保護時(當公司發放現金股利時，**Conversion ratio** 會提高，讓發放股利前後**Conversion value** 不變)，公司會傾向提早贖回該可轉債。理由即是因為該債券的轉換權利價值受到保護而提高了公司發動贖回的動機，這是**Interaction effect**存在下可以推論的一個現象
- 然而，在他們的實證樣本中，有將近一半的**callable convertible bond** 含有**optional put**；在他們的實證發現中，因為 **put option** 的存在所導致的贖回提早，究竟扮演什麼角色？

- 我們透過SEC's Edgar database 手動蒐集了Nonputable callable convertible bond 和 Putable callable convertible bond 兩種債券的契約規格說明書，前者201檔債券有179檔有說明書 (89%)，後者150檔債券有136檔有說明書 (91%)
- 我們以說明書中有具體載明，是否具有現金股利保護條款且明確指出 Conversion ratio 或 Conversion price 因現金股利發放的調整公式，將該債券判定為具現金股利保護條款；常見的Conversion ratio (CR) 調整公式為

$$CR_1 = CR_0 \times \frac{S}{S-d} ,$$

其中 S 為除息日前的收盤價、

d 為該次現金股利每股的發放量 (\$/share)

CR_0 為調整前的Conversion ratio

CR_1 為調整後的Conversion ratio

- 經統計發現，179檔 Nonputable callable convertible bond 有 20 檔 **(11%)** 具有現金股利保護條款 (Cash-Dividend-Protected Clause)，136檔 Putable callable convertible bond 有 50 檔 **(37%)** 具有現金股利保護條款
- 我們將這些樣本分成四群，每別計算每一群的RatioTS平均(中位數)，值越大代表該群債券平均而言被贖回的時間越早

	Cash-dividend-protected	Non-Cash-dividend-protected	P-value
Putable callable convertible	98.2% (99.9%)	92.2% (99.6%)	0.0045***
Nonputable callable convertible	52.9% (40.3%)	46.0% (34.0%)	0.4986
P-value	0.0003***	0.0000***	

	有Cash-dividend-protected的 Putable callable convertible bond	沒有Cash-dividend-protected的 Nonputable callable convertible bond	P-value
m/x的平均	0.4%	10.7%	0.14

- 所以由上述的統計數據可以發現，平均而言，會讓發債公司最早贖回的債券，是同時具有 **Cash-Dividend-Protected Clause** 和 **Optional put** 的可轉債；最慢贖回的債券是同時不具備 **Cash-Dividend-Protected Clause** 和 **Optional put** 的可轉債
- 而這也是 **Interaction effect** 可以推論的贖回決策
- 據我們所知，我們是目前第一個指出，在可轉債契約中，**put option** 的存在如何影響發債公司贖回決策 (透過 **interaction effect**) 的研究

(2) Conversion policy 中

針對 Pure convertible 與 Callable convertible bond

兩種債券轉換決策的早與晚，文獻中(參考 Jensen and Pedersen (2016)的定義)

是使用下列的Moneyness:

$$\left(\frac{\text{Stock market price}}{\text{Conversion price}} \right) - 1$$

其中 (c1) Stock market price 為轉換生效日前的股票收盤價；

我們取轉換生效日前2個交易日(同call policy的做法) 的股票收盤價；

(c2) Conversion price 為對應的轉換價格，

如下計算: $\text{Conversion price} = \frac{\text{Principal amount per unit of bond}}{\text{Conversion ratio}}$,

其中 Conversion ratio 必須根據stock split和 stock dividend 調整

(c3) 若 Moneyness > 0 代表 in-the-money conversion (ITM conversion, late conversion)；

若 Moneyness = 0 代表 at-the-money conversion (ATM conversion)；

若 Moneyness < 0 代表 out-of-the-money conversion (OTM conversion, early conversion)；

我們已經透過 $RatioTS_i$ 來說明，Callable convertible bond 會比 Pure convertible bond 更早轉換，應該也要得到，前者比後者更容易 OTM conversion (early conversion)

Callable convertible 會比Pure convertible更早轉換

	有贖回權利	無贖回權利	P-value
有信評的可轉換債券 (N = 451)	0.23 (0.05)	Means of RatioTS 0.03 Ratio of OTM conversion (0.01)	0.0000*** (0.0465)**
有信評和無信評的可轉換 債券 (N = 661)	0.26 (0.04)	0.04 (0.02)	0.0000*** (0.316)

	有賣回權利	無賣回權利	P-value
有信評的可贖回可轉換債 券 (N=123)	0.73 (0.32)	0.13 (0.00)	0.0000*** (0.0000)***
有信評和無信評的可贖回 可轉換債券 (N=194)	0.68 (0.30)	0.20 (0.00)	0.0000*** (0.0000)***

Puttable callable convertible 會比Callable convertible 更早轉換

結論

- 贖回策略

Puttable callable convertible 會最早被贖回

Callable convertible 其次， Pure callable 會最慢被贖回

- 轉換策略

Pure convertible 會最慢轉換

[A] Puttable callable convertible 會比callable convertible 更晚轉換

[B] Puttable callable convertible 會比callable convertible 更早轉換

➡ [B]成立

Reference

- [1] Bechmann, K. L., A. Lunde, and A. A. Zebedee (2014). In-and out-of-the-money convertible bond calls: Signaling or price pressure? *Journal of Corporate Finance* 24, 135–148.
- [2] Finnerty, J. D. (2015). Valuing convertible bonds and the option to exchange bonds for stock. *Journal of Corporate Finance* 31, 91–115.
- [3] Grundy, B. D. and P. Verwijmeren (2016). Disappearing call delay and dividend-protected convertible bonds. *The Journal of Finance* 71 (1), 195–224.
- [4] Grundy, B. D. and P. Verwijmeren (2018). The buyers' perspective on security design: Hedge funds and convertible bond call provisions. *Journal of Financial Economics* 127 (1), 77–93.
- [5] Jensen, M. V. and L. H. Pedersen (2016). Early option exercise: Never say never. *Journal of Financial Economics*.

Reference

- [6] King, T.-H. D. and D. C. Mauer (2000). Corporate call policy for nonconvertible bonds*. The Journal of Business 73 (3), 403–444.
- [7] King, T.-H. D. and D. C. Mauer (2014). Determinants of corporate call policy for convertible bonds. Journal of Corporate Finance 24, 112–134.
- [8] Mauer, D. C. (1993). Optimal bond call policies under transactions costs. Journal of Financial Research, 16(1), 23-37.
- [9] Sarkar, S. (2003). Early and late calls of convertible bonds: Theory and evidence. Journal of Banking & Finance 27 (7), 1349–1374.