

從Promise 開始的JavaScript異步生活

Start JavaScript Async life from Promise

目錄

關於本書	1.1
寫作格式	1.1.1
更新日誌	1.1.2
問答與回饋	1.1.3
主要內容	1.2
前言	1.2.1
基本概念	1.2.2
Promises/A+標準定義	1.2.3
Promise物件建立與基本使用	1.2.4
執行流程與錯誤處理	1.2.5
深入then方法	1.2.6
靜態方法 Promise.resolve與Promise.reject	1.2.7
靜態方法 Promise.all與Promise.race	1.2.8
執行順序 Chaining(連鎖)或Branching(分支)	1.2.9
反樣式(anti-pattern)與最佳實踐	1.2.10
實例與程式碼片段	1.2.11
Promise外部函式庫議題	1.2.12
參考資源	1.2.13

關於本書

這是一本學習JavaScript程式語言中，有關Promise語法架構的中文入門書籍。

本書原本是從ES6開始的JavaScript學習生活書中的一個章節，由於涉及的相關內容較多，與有獨自的主題，所以單獨移出來成為一本小型的電子書。

由於Promise並非適合完全沒有使用過JavaScript程式語言的新手使用，建議你要觀看本書前，最好需具備以下的知識，以免有看沒有懂：

- JavaScript基礎的知識
- Callback(回調)特性
- Closure(閉包)特性
- 錯誤處理
- 事件處理與事件迴圈(Event Loop)

如果你對JavaScript程式語言有興趣入門，你可以參考這本書從ES6開始的JavaScript學習生活中的內容。

授權規定

本電子書的使用的授權規定如下，如果有其他問題請再連絡作者：



本著作係採用創用 CC 姓名標示-非商業性-相同方式分享 4.0 國際 授權條款授權。

寫作格式

本書使用了以下的風格作為撰寫風格:

專有名詞

對於專有名詞，例如函式庫中的定義、函式、方法、物件等專用名詞，保留原字詞不進行"取代式"的翻譯，而使用括號(())加註其後作為補充翻譯，例如:

```
state(狀態)  
props(屬性)
```

符號

提供的符號，儘可能使用括號(())加註符號在字句中。例如:

```
單行註解使用雙斜線符號(//)。
```

中文字詞與符號

可以使用全形的逗號(，)、分號(、)與句號(。)，但儘量不使用全形的括號(())、框號(「」)與其他符號等。而是使用半形符號。

適當的在中文字詞的前後加上空白字元，作為明顯的區隔出這個字詞。例如:

```
使用 擴充套件->管理 進入這個管理的頁面。
```

不使用分號作為每行程式碼的結尾

本書的所有程式碼，每行後面都"不"再使用分號(semicolon)(;)作為程式碼段落之用，程式碼只需要記得有分行就行了。

有許多現代新式的程式語言，也是不需要用分號(;)來作每行程式碼的結尾，例如Swift、Python或Ruby。而實際上，Javascript現在也可以不需要用分號(;)來分行，有許多知名的函式庫例如npm、jQuery都已經採用這個撰寫風格。所以，我們鼓勵所有的Javascript程式設計

師，使用這種方式，讓程式碼看起來會更加簡潔。

更多參考資訊:

- [Semicolons in JavaScript are optional](#)
- [An Open Letter to JavaScript Leaders Regarding Semicolons](#)

其他參考

- [翻譯指引 Translation Guide](#)

更新日誌

2016/8/10 v1.1

- 修正部份程式碼範例問題。
- 完成&加入"實例與程式碼片段"章節。

2016/8/8 v1.0

- 整理目前已有的內容，發佈第一個版本v1.0。

問答與回饋

本書的儲存庫使用github，如果對本書的內容有疑問、建議或有寫錯的地方，請至以下的連結中發ISSUE:

- <https://github.com/eyesofkids/javascript-es6-promise>

在學習的過程中，如果你有任何的問題，可以使用作者的個人部落格與連絡方式，發問或尋求協助:

- <http://eddychang.me>

前言

一個promise代表一個異步運算的最終結果 ~譯自 [Promises/A+](#)

Promise語法結構提供了更多的程式設計上的可能性，它是一個經過長時間實戰的結構，在許多知名的函式庫或框架中很早就有見到Promise物件的身影，例如Dojo、jQuery、YUI、Ember、Angular、WinJS、Q等等，之後Promises/A+社區則提供了統一的標準。在最近新一代的ES6標準中將會包含了Promise的實作，提供原生的語言內建支援，這將是個開始，往後會有愈來愈多API以此為基礎架構在其上。

本文的範例是介紹原生的ES6 Promise為主，從基本概念出發，以Promises/A+作為主要的規則說明，另外集合了很多的實例與深入設計原理的解說，其目的是希望剛入門Promise的學習者，能有得到扎實的基礎知識。最後提供了幾種應用實例與程式碼片段，希望能以最接近實際應用的範例，真正學會與活用Promise結構。這份文件大約陸陸續續寫了一週左右，相信你如果願意多花點時間多看幾遍內容，以及測試其中的範例，很快就可以學會Promise的基礎。

Promise這種異步執行結構的需求，在伺服器端(Node.js)遠遠大於瀏覽器端，原因是瀏覽器通常只有會有一個使用者在操作，而且除了網路連線要求之類的I/O(例如AJAX)、DOM事件處理、動畫流程處理(計時器)外，並沒有太多需要異步執行I/O處理的情況。伺服器端(Node.js)所面臨到情況就很嚴峻，除了與外部資源I/O的處理情況到處都有之外，而且伺服器端(Node.js)是需要同時服務多人使用的情況。

Promise是一個強大的異步執行流程語法結構，在ES6 Promise標準中，實作內容只有一個建構函式與一個 `then` 方法、一個 `catch` 方法，再加上四個必需以 `Promise` 關鍵字呼叫的靜態函式，`Promise.resolve`、`Promise.reject`、`Promise.all`、`Promise.race`。語法介紹頁面只有7頁，內容少之又少。但為何Promise結構不容易被理解？原因在於同步與異步回調函式執行的概念，以及其中很多流程運作需要用另一種方式來思考要如何進行。當然，需要理解的規則也很多。

ES6 Promise特性截至2016/7月為止，已有約市佔率70%以上的瀏覽器品牌支援，幾乎在所有新式的瀏覽器中都已经內建支援(參考[Can I use...](#))。對於尚未支援的舊版瀏覽器、IE系列的瀏覽器、或是某些行動裝置上的瀏覽器，都可以使用[es6-promise](#)函式庫進行補充(Polyfill)，一樣可以使用相同的API。

基本概念

異步Callback(回調)

Promise中的所有回調函式，都是異步執行的

我需要再次強調，並非所有的使用callbacks(回調)函式的API都是異步執行的。在JavaScript中，除了DOM事件處理中的回調函式9成9都是異步執行的，語言內建API中使用的回調函式不一定是異步執行的，也有同步執行的例如 `Array.forEach`，要讓開發者自訂的callbacks(回調)的執行轉變為異步，有以下幾種方式：

- 使用計時器(timer)函式: `setTimeout` , `setInterval`
- 特殊的函式: `nextTick` , `setImmediate`
- 執行I/O: 監聽網路、資料庫查詢或讀寫外部資源
- 訂閱事件

註: 執行I/O的API通常會出現在伺服器端(Node.js)，例如讀寫檔案、資料庫互動等等，這些API都會經過特別的設計。瀏覽器端只有少數幾個。

那麼像那些為尚未支援ES6 Promise瀏覽器打造的polyfill(填充)函式庫，又是怎麼作的？

一方面的確是用上面說的這些特別的方式，尤其是計時器的API，也有可能使用新式瀏覽器中獨有的功能。有個專案[asap](#)，裡面很多研究出來的異步執行方式，後來延伸出一套知名的Promise外部函式庫 - [Q](#)。而在[es6-promise](#)專案中，也有個自己的[asap.js](#)檔案，它是來自另一個異步程式的工具函式庫[RSVP.js](#)。

在Promise結構中異步回調函式只是其中一個重要的參與分子，但Promise的重點並不只是在異步執行的回調函式，它可以把多個異步執行的函式，執行流程轉變為序列執行(一個接一個)，或是並行執行(全部都要處理完再說)，並且作更好的錯誤處理方式。也就是說，Promise結構是一種異步執行的控制流程架構。

Deferred物件

如果你有用過近幾年在jQuery中的ajax相關方法，其實你就有用過它裡面Deferred(延期)的設計了。Deferred(延期)算是很早就被實作的一種技術，最知名的是由jQuery函式庫在1.5版本(2011年左右)中實作的Deferred物件，用於註冊多個callbacks(回調)進入callbacks(回調)佇列，呼叫callbacks(回調)佇列，以及在成功或失敗狀態轉接任何同步或異步函式，這個目的也就是Deferred物件，或是Promise物件實作出來的原因。

Deferred的設計在jQuery中API豐富而且應用廣泛，尤其是在ajax相關方法中，因為它的語法易用而且功能強大，更是受到很多程式設計師的歡迎。jQuery所設計的Deferred物件中其中有一個 `deferred.promise()` 可以回傳Promise物件。歷經多次的改版，現在在3.0版本中的jQuery.Deferred物件，與現在的Promises/A+與ES6 Promises標準，已經是相容的設計可以交互使用，你可以把它視為是Promise的超集或擴充版本。

Deferred(延期)的設計在不同函式庫中略有不同，例如Q函式庫(或Angular中的\$q)，它把Promise物件視為Deferred物件的一個屬性，在使用上兩者扮演不同的角色。Deferred(延期)並不在我們要討論的細節。不過，相對來說ES6中的Promise物件功能較少。

如果你有需要使用外部函式庫或框架中關於Promise的設計，以及使用它們裡面豐富的方法與樣式，建議你不妨先花點時間了解一下ES6中的Promise特性，畢竟這是內建的語言特性，對於一般的異步程式設計也許已經很足夠。

異步程式設計與Promise

promise物件的設計就是針對異步函式的執行結果所設計的，要不就是用一個回傳值來變成已實現狀態，要不就是用一個理由(錯誤)來變成已拒絕狀態

同步程序你應該很熟悉了，大部份你寫的程式碼都是同步的程序。一步一步(一行一行)接著執行。異步程序有一些你可能用過，`setTimeout`、`XMLHttpRequest` (AJAX)之類的API，或是DOM事件的處理，在設計上就是異步的。

我們關心的是以函式(方法)的角度來看異步或同步，函式相當於包裹著要要一起來作某件事的程序語句，雖然函式內的這些程序有可能是同步的也有可能是呼叫到異步的其他函式。

JavaScript中的程式執行的設計是以函式為執行上下文(EC)的一個單位，也只有函式可以進入異步的執行流程之中。

同步執行函式的結果要不就是回傳一個值，要不然就是執行到一半發生例外，中斷目前的程式然後拋出例外。

異步的函式結果又會是什麼？要不然就最後回傳一個值，要不然就執行到一半發生例外，但是異步的函式發生錯誤時怎麼辦，可以馬上中斷程式然後拋出例外嗎？不行。那該怎麼作？只能用別的方式來處理。也就是說異步的函式，除了與同步函式執行方式不同，它們對於錯誤的處理方式也要用不同的方式。

異步執行函式的結果要不就是帶有回傳值的成功，要不就是帶有回傳理由的失敗。

以一個簡單的比喻來說，你開了一間冰店，可能有些原料是自己作的，但也有很多配料或食材是由別人生產的。同步函式就像你自己作配料的流程，例如自己製作大冰塊、煮紅豆湯之類的，每個步驟都是你自己監管品質，中間如果發生問題(例外)，例如作大冰塊的冰箱壞了，你也可以第一時間知道，而且需要你自己處理，但作大冰塊這件事就會停擺，影響到後面的工作。異步函式是另一種作法，有些配料是向別的工廠叫貨，例如煉乳或黑糖漿，你可以先

打電話請工廠進行生產，等差不多時間到了，這些工廠就會把貨送過來。當工廠發生問題時，你可能只是接獲工廠通知，你能作的後續處理有可能是要同意延期交貨或是改向別的工廠叫貨。

Promise物件的設計就是針對異步函式的執行結果所設計的，promise物件最後的結果要不然就用一個回傳值來fulfilled(實現)，要不然就用一個理由(錯誤)來rejected(拒絕)。

你可能會認為這種用失敗(或拒絕)或成功的兩分法結果，似乎有點太武斷了，但在許多異步的結構中，的確是用成功或失敗來作為代表，例如AJAX的語法結構。promise物件用實現(解決)與拒絕來作為兩分法的分別字詞。對於有回傳值的情況，沒有什麼太多的考慮空間，必定都是實現狀態，但對於何時才算是拒絕的狀態，這有可能需要仔細考量，例如以下的情況：

好的拒絕狀態應該是：

- I/O操作時發生錯誤，例如讀寫檔案或是網路上的資料時，中途發生例外情況
- 無法完成預期的工作，例如 `accessUsersContacts` 函式是要讀取手機上的聯絡人名單，因為權限不足而失敗
- 內部錯誤導致無法進行異步的程序，例如環境的問題或是程式開發者傳送錯誤的傳入值

壞的拒絕狀態例如：

- 沒有找到值或是輸出是空白的情況，例如對資料庫查詢，目前沒有找到結果，回傳值是0。它不應該是個拒絕狀態，而是帶有0值的實現。
- 詢問類的函式，例如 `hasPermissionToAccessUsersContacts` 函式詢問是否有讀取手機上聯絡人名單的權限，當回傳的結果是`false`，也就是沒有權限時，應該是一個帶有`false`值的實現。

不同的想法會導致不同的設計，舉一個明確的實例來說明拒絕狀態的情境設計。jQuery的`ajax()`方法，它在失敗時會呼叫`fail`處理函式，失敗的情況除了網路連線的問題外，它會在雖然伺服器有回應，但是是屬於失敗類型的HTTP狀態碼時，也算作是失敗的狀態。但另一個可以用於類似功能的Fetch API並沒有，`fetch`使用Promise架構，只有在網路連線發生問題才會轉為rejected(拒絕)狀態，只要是伺服器有回應都算已實現狀態。

註：在JavaScript中函式的設計，必定有回傳值，沒寫只是回傳`undefined`，相當於`return undefined`

Promises/A+標準定義

原生的ES6 Promise是符合Promises/A+標準的

所謂的Promises/A+標準，其實就是個幾千字的一頁網頁而已，裡面的說明與用語並不會太難理解。雖然ES6標準中也有自己的Promise物件標準章節，但因為裡面涉及很多實作技術說明，明顯地用字遣詞艱澀許多，所以在這裡就不多加討論。以下使用Promises/A+標準作為一個開始，來解說Promise的標準裡有什麼內容。這一章僅有定義部份，之後的解說也是會依照Promises/A+標準中的規則來說明。

專門用語

- `promise` (承諾)是一個帶有遵照這個規格的`then`方法的物件
- `thenable` 是一個有定義`then`方法的物件
- `value` 合法的JavaScript值(包含`undefined`、`thenable`與`promise`)
- `exception` (例外)使用`throw`語句丟出來的值
- `reason` (理由)是表明為什麼`promise`被拒絕(`rejected`)的值

註: 另外有個常見的專有名詞 `settled` (固定的) 一個`promise`最後的狀態，也就是`fulfilled`(已實現)或`rejected`(已拒絕)

註: `reason` (理由)通常是一個`Error`物件，用於錯誤處理。

註: `promise` / 帕咪死/ 的中文翻譯是"承諾"、"約定"，本書中並不會用它的中文翻譯字詞，都是直接用英文。

Promise狀態

`promise`物件必定是以下三種狀態中的其中一種: `pending`(等待中)、`fulfilled`(已實現)或`rejected`(已拒絕)。

2.1.1 當處在`pending`(等待中)時，一個`promise`:

2.1.1.1 可能會轉變到不是`fulfilled`(已實現)就是`rejected`(已拒絕)狀態

2.2.1 當處在`fulfilled`(已實現)時，一個`promise`:

2.2.1.1 必定不會再轉變到其他任何狀態

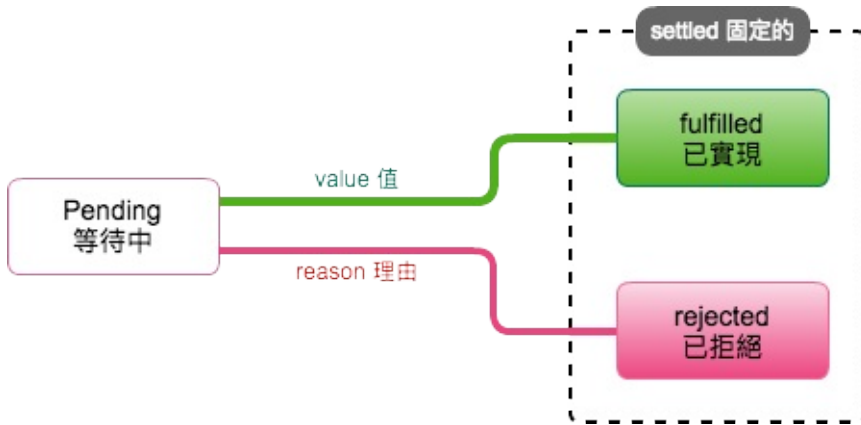
2.2.1.2 必定有不能再更動的值

2.3.1 當處在rejected(已拒絕)時，一個promise:

2.3.1.1 必定不會再轉變到其他任何狀態

2.3.1.2 必定有不能再更動的值reason(理由)

這個用下面的圖解說明，應該可以很清楚的理解:



狀態是在Promise結構很重要的一個屬性，因為promise物件一開始都是代表懸而未決的值，所以一開始在promise物件在建立時，狀態都是pending(等待中)，之後可以轉變到fulfilled(已實現)就是rejected(已拒絕)其中一個，然後就固定不變了。如果有產生value(值)的情況就是轉變到fulfilled(已實現)狀態，而如果是reason(理由)時，代表要轉變到rejected(已拒絕)狀態。

不過，講是這樣講，在實作時promise物件一旦實體化完成回傳出來，就已經決定好是那一種狀態了，要不就是fulfilled(已實現)，要不就是rejected(已拒絕)。只是在實體化過程中，這個還不存在的(還沒回傳出來的)的promise物件的確是pending(等待中)狀態。看到後面的章節內容你大概能體會，其實這是一種保護措施，它的設計就是這樣子。

Promise物件建立與基本使用

Promise物件的建立

ES6 Promise的實作中，會確保Promise物件一實體化後就會固定住狀態，要不就是"已實現"，要不就是"已拒絕"

一個簡單的Promise語法結構如下：

```
const promise = new Promise(function(resolve, reject) {  
  // 成功時  
  resolve(value)  
  // 失敗時  
  reject(reason)  
});  
  
promise.then(function(value) {  
  // on fulfillment(已實現時)  
}, function(reason) {  
  // on rejection(已拒絕時)  
})
```

首先先看Promise的建構函式，它的語法如下(來自MDN):

```
new Promise( function(resolve, reject) { ... } )
```

用箭頭函式可以簡化一下：

```
new Promise( (resolve, reject) => { ... } )
```

建構函式的傳入參數值需要一個函式。

這個函式中又有兩個傳入參數值，`resolve` (解決)與 `reject` (拒絕)都是要求一定是函式類型。成功的話，也就是有合法值的情況下執行 `resolve(value)`，`promise`物件的狀態會跑到 `fulfilled`(已實現)固定住。失敗或是發生錯誤時用執行 `reject(reason)`，`reason`(理由)通常是用 `Error`物件，然後`promise`物件的狀態會跑到`rejected`(已拒絕)狀態固定住。

這個建構函式的傳入函式稱為`executor`(執行者, 執行函式)，這其實有強制執行的意味。這是一種名稱為**暴露的建構式樣式** `Revealing Constructor Pattern`的樣式。`executor`會在建構式回傳物件實體前立即執行，也就是說當傳入這個函式時，`Promise`物件會立即決定裡面的狀態，

看是要執行 `resolve` 來回傳值，還是要用 `reject` 來作錯誤處理。也因為它與一般的物件實體化的過程不太一樣，所以常會先包到一個函式中，使用時再呼叫這個函式來產生 `promise` 物件，例如像下面這樣的程式碼：

```
function asyncFunction(value) {
  return new Promise(function(resolve, reject){
    if(value)
      resolve(value) // 已實現，成功
    else
      reject(reason) // 有錯誤，已拒絕，失敗
  });
}
```

`Promise` 建構函式與 `Promise.prototype` 物件的設計，主要是要讓設計師作 `Promisify` 用的，也就是要把原本異步或同步的程式碼或函式，打包成為 `Promise` 物件來使用。包裝後才能使用 `Promise` 的語法結構，也就是我們所說的異步函式執行流程的語法結構。

你可能會認為在 `new Promise(function(resolve, reject){...})` 中的 `resolve` 與 `reject` 兩個傳入參數值的名稱，就一定是這樣。而且學到最後面，最會讓人搞混的是 `Promise` 物件中也有兩個靜態方法(說明在下面章節)，名稱也恰好是 `Promise.resolve` 與 `Promise.reject`。

正確的解答是，"並不是一定要這樣命名"。這兩個名稱只是對照之後執行時，為了閱讀性或習慣上這樣命名而已。你可以執行下面的範例，看能不能執行：

```
const promise = new Promise(function(resolveParam, rejectParam) {
  //resolveParam(1)
  rejectParam(new Error('error!'))
})

promise.then((value) => {
  console.log(value) // 1
  return value + 1
}).then((value) => {
  console.log(value) // 2
  return value + 2
}).catch((err) => console.log(err.message))
```

為什麼可以換傳入參數值的名稱？要回答這個問題，要先來解說一下進入 `Promise` 建構函式的大概執行流程，當然下面都是簡化過的說明：

1. 先用一個內部的物件，我把它稱為雛形物件，然後狀態(`state`)設定為 `pending`(等待中)，值(`value`)為 `undefined`，理由(`reason`)為 `undefined`
2. 再來初始化這個物件的工作，用 `init(promise, resolver)` 函式，傳入建構式中的傳入參數，也就是 `function(resolve, reject){...}` 當作 `resolver` (解決者，解決用函式)傳入參數。
3. 把真正實作的 `Promise` 中的兩個內部 `_resolve` 函式，與 `_reject` 函式，對映

到 `init(promise, resolver)` 中執行。

下面是把步驟說明實作出來的範例，不過這個只是爲了方便解說用的，並不是真正可用的 Promise 建構函式，參考自 [es6-promise](#):

```
// 內部用的雛形物件，實作上包含在建構式中用this
const pInternal = {
  state: 'pending',
  value: undefined,
  reason: undefined
}

// 這個就是稱爲executor的傳入參數
function resolver(resolve, reject){
  resolve(10)
  // reject(new Error('error occurred !'))
}

// 初始化內部雛形物件用的函式
function init(promise, resolver){
  try {
    resolver(function resolvePromise(value){
      _resolve(promise, value);
    }, function rejectPromise(reason) {
      _reject(promise, reason);
    })
  } catch(e) {
    _reject(promise, e);
  }

  return promise
}

// 隱藏在內部的私有函式
function _resolve(promise, value){
  console.log(value)
  promise.state = 'onFulfilled'
  promise.value = value
}

// 隱藏在內部的私有函式
function _reject(promise, reason){
  console.log(reason)
  promise.state = 'onRejected'
  promise.reason = reason
}

// 最後生成回傳的promise物件
const promise = init(pInternal, resolver)
console.log(promise)
```


以上面的範例來說，`resolver` 函式在 `init` 中被呼叫時，`resolver` 的第1個傳入參數，它的執行程式碼內容會被 `init` 中的 `resolver` 呼叫時的第一個傳入參數 `resolvePromise` 所取代，然後再加上 `init` 函式傳入參數 `promise` 物件，最後呼叫執行 `_resolve(promise, value)` 這個內部私有方法。也就是說這只是一個函式傳入參數的代換過程。所以如果你改成這樣也是一樣的結果：

```
//這個就是稱為executor的傳入參數
function resolver(rs, rj){
  rs(10)
  //rj(new Error('error occurred !'))
}

//初始化內部雛形物件用的函式
function init(promise, resolver){
  //改用匿名函式
  resolver(function(value){
    _resolve(promise, value)
  }, function(reason) {
    _reject(promise, reason)
  })

  return promise
}
```

或用箭頭函式來更簡化程式碼：

```
//這個就是稱為executor的傳入參數
function resolver(rs, rj) {
  rs(10)
  //rj(new Error('error occurred !'))
}

//初始化內部雛形物件用的函式
function init(promise, resolver) {
  //改用匿名函式與箭頭函式
  resolver((value) => _resolve(promise, value), (reason) => _reject(promise, reason))
}

return promise
}
```

那麼`executor`(執行者，執行函式)是必要的傳入參數值嗎？是的，如果你沒傳入任何的參數，會產生一個類型錯誤，錯誤訊息中有一個`resolver`(解決者，解決函式)字詞，它應該算是`executor`的別名(或者是第一個函式型傳入參數的名稱?)，如果你傳入一個空白函式，雖然不會有錯誤發生，但會產生一個完全無三小路用的`Promise`物件：

```
const promise = new Promise()
//Uncaught TypeError: Promise resolver undefined is not a function

const promise = new Promise(function(){} )
//不會有錯誤，但會產生一個完全無用的promise，無法改變狀態
//Promise {[[PromiseStatus]]: "pending", [[PromiseValue]]: undefined}
```

另外，Promise物件中的兩個靜態方法，`Promise.resolve` 與 `Promise.reject`，它們的實作是雖然接近上面範例中的 `_resolve` 與 `_reject` 內部方法，但定義中都說它是與 `then` 回傳出來的Promise物件相同，請不要搞混了。下面的章節會專門來討論它們的用法。

你可能會覺得很奇怪，為何要一定要用這種方式來建構一個promise的物件實體？而且實際上這是一種相當高消費的語法(三個閉包)。有幾個原因：

1. 暴露的建構式樣式: Promise只是個用來包裹現有函式或程式語句的物件，所以把建構式外露出來給程式設計師自行定義其中的程式碼，稱之為"暴露的建構式樣式(Revealing Constructor Pattern)"。
2. 封裝: Promise物件不外露狀態，也無法從外部程式碼中直接修改其狀態，狀態由 `executor` 的執行結果決定。此外，Promise物件一旦被固定住兩種其一的狀態，就無法再改變狀態，這也是這種樣式在致力保護的原則。
3. Throw safety: 確保在建構函式在執行過程時，如果有throw例外的情況也是安全的，能作異步的錯誤處理。在混用同步/異步程式之後，可能會產生的問題，稱之為 [Zalgo](#)。

註: 有一些術語或形容詞的意思大概都是相同的，`fulfilled`(已實現)、`resolve`(解決)、`successful`(成功的)、`completed`(完成的)差不多意思，尤其有些外部函式庫，會使用 `fulfill` 代替這裡的 `resolve`。而`rejected`(已拒絕)、`fail`(失敗)、`error`(錯誤)是相反的一個意思。

then與catch

`then`方法是Promise的最核心方法，標準有八成都是在定義`then`方法

在Promise的標準中，一直不斷的提到一個方法 - `then`，中文是"然後、接著、接下來"的意思，這個是一個Promise的重要方法。有定義`then`方法的物件被稱之為 `thenable` 物件，標準中花了一個章節在講 `then` 方法的規格，它的語法如下(出自[MDN](#)):

```
p.then(onFulfilled, onRejected);

p.then(function(value) {
  // fulfillment
}, function(reason) {
  // rejection
});
```

`then` 方法一樣用兩個函式當作傳入參數，`onFulfilled` 是當promise物件的狀態轉變為fulfilled(已實現)呼叫的函式，有一個傳入參數值可用，就是value(值)。而 `onRejected` 是當promise物件的狀態轉變為rejected(已拒絕)呼叫的函式，也有一個傳入參數值可以用，就是reason(理由)。

為什麼說它是"一樣"？因為比對到promise物件的建構式，與那個傳入的函式參數值的樣子非常像，也是兩個函式當作傳入參數，只是名稱的定義上有點不同，但意義接近。

那麼 `then` 方法最後的回傳值是什麼？是另一個"新的"promise物件。

Promises/A+標準 2.2.7

`then` 必須回傳一個promise。 `promise2 = promise1.then(onFulfilled, onRejected);`

這樣設計的主要目的，是要能作連鎖(chained)的語法結構，也就是稱之為合成(composition)的一種運算方式，在JavaScript中如果回傳值相同的函式，可以使用連鎖的語法。像下面這樣的程式碼：

```
const promise = new Promise(function(resolve, reject) {
  resolve(1)
})

promise.then(function(value) {
  console.log(value) // 1
  return value + 1
}).then(function(value) {
  console.log(value) // 2
  return value + 2
}).then(function(value) {
  console.log(value) // 4
})
```

`then` 方法中的`onFulfilled`函式，也就是第一個函式傳入參數，它是有值時使用的函式，經過連鎖的結構，如果要把值往下傳遞，可以用回傳值的方式，上面的例子可以看到用 `return` 語句來回傳值，這個值可以繼續的往下面的 `then` 方法傳送。

`onRejected`函式，也就是 `then` 方法中第二個函式的傳入參數，也有用回傳值往下傳遞的特性，不過因為它是使用於錯誤的處理，除非你是有要用來修正錯誤之類的理由，不然說實在這樣作會有點混亂，因為不論是`onFulfilled`函式或`onRejected`函式的傳遞值，都只會記錄到新產生的那個Promise物件之中，對"值"來說並沒有區分是`onFulfilled`回傳的來的，還是`onRejected`回傳來的。當一直有回傳值時就可以一直傳遞回傳值，當出現錯誤時，就會因為獲取不到之前的值，會導致之前的值消失不見。

`then` 方法中的兩個函式傳入參數，第1個`onFulfilled`函式是在promise物件有值的情況下才會執行，也就是進入到fulfilled(已實現)狀態。第2個`onRejected`函式則是在promise物件發生錯誤、失敗，才會執行。這兩個函式都可以寫出來，但為了方便進行多個不同程式碼的連鎖，

通常在只使用 `then` 方法時，都只寫第1個函式傳入參數。

而錯誤處理通常交給另一個 `catch` 方法來作，`catch` 只需要一個函式傳入參數，(出自MDN):

```
p.catch(onRejected);

p.catch(function(reason) {
  // rejection
});
```

`catch` 方法相當於 `then(undefined, onRejected)`，也就是 `then` 方法的第一個函式傳入參數沒有給定值的情況，它算是個 `then` 方法的語法糖。`catch` 方法正如其名，它就是要取代同步 `try...catch` 語句用的異步例外處理方式。

註: 不過也因為 `catch` 方法與 `try...catch` 中的 `catch` 同名，造成IE8以下的瀏覽器產生名稱上的衝突與錯誤。有些函式庫會用 `caught` 這個名稱來取代它，或是乾脆用 `then` 方法就好。

對於值的傳遞情況，需要注意是在中途發生有promise物件有rejected(已拒絕)的情況。在下面的範例中，第二個 `then` 方法假設在中途發生錯誤，這樣會導致下一個執行被強迫只能使用 `catch` 方法，`catch` 方法中的回調(相當於 `then` 中的 `onRejected` 函式)是只能得到理由(錯誤)而得不到值的，所以導致最後一個 `then` 方法中的 `onFulfilled` 函式獲取不到之前的值。這一段內容如果你並不是很理解，你可以先看其他章節的內容，再回來這裡重新執行一次這個範例。

```
const p1 = new Promise((resolve, reject) => {
  resolve(4)
})

p1.then((val) => {
  console.log(val) //4
  return val + 2
})
  .then((val) => {
    console.log(val) //6
    throw new Error('error!')
  })
  .catch((err) => {          //catch無法抓到上個promise的回傳值
    console.log(err.message)
    //這裡如果有回傳值，下一個then可以抓得到
    //return 100
  })
  .then((val) => console.log(val, 'done')) //val是undefined，回傳值消息
```


執行流程與錯誤處理

Promise中會吞掉(隱藏)throw例外的錯誤輸出，改用轉變狀態為rejected(已拒絕)來作錯誤處理

throw與reject

在promise建構函式中，直接使用 `throw` 語句相當於用 `reject` 方法的作用，一個簡單的範例如下：

```
// 用throw語句取代reject
const p1 = new Promise((resolve, reject) => {
  throw new Error('rejected!') // 用throw語句
  //相當於用以下的語句
  //reject(new Error('rejected!'))
})

p1.then((val) => {
  console.log(val)
  return val + 2
}).then((val) => console.log(val))
  .catch((err) => console.log('error:', err.message))
  .then((val) => console.log('done'))

//最後結果：
//error: rejected!
//done
```

原先在錯誤處理時，對於 `throw` 語句的說明是，`throw` 語句執行後會直接進到最近的 `catch` 方法的區塊中，執行中的程式會中斷之後程式碼執行。但這個理解是針對一般的同步程式執行，對異步的Promise執行結構並不適用。也就是在Promise的連鎖執行中，"並不會"中斷Promise連鎖結構，還會繼續執行，上面的範例中，最後有個 `then` 中會輸出'done'字串，它依然會輸出。此外，這裡的 `throw` 語句並不會在瀏覽器的錯誤主控台出現任何的錯誤訊息。

`throw` 語句只有在搭配 `try...catch` 語句時，位於 `try` 區塊之中，才會移交錯誤處理的控制權到 `catch` 區塊中，也因此不會在瀏覽器主控台直接產生錯誤訊息，這是 `throw` 語句的特性。所以當然是因為Promise物件在進行初始化時，執行的每一個回調，都是在 `try...catch` 語句的區塊中執行，才會在就算有錯誤發生時，並不會造成連鎖的中斷，而是改變Promise的狀態為rejected(已拒絕)，然後再向下一個連鎖傳遞。例如以下的程式碼範例，參考自[es6-promise](#)：

```
//Promise物件建構函式相關
function initializePromise(promise, resolver) {
  try {
    resolver(function resolvePromise(value){
      resolve(promise, value);
    }, function rejectPromise(reason) {
      reject(promise, reason);
    });
  } catch(e) {
    reject(promise, e);
  }
}

//then方法，使用於外部thenable在用的
function tryThen(then, value, fulfillmentHandler, rejectionHandler) {
  try {
    then.call(value, fulfillmentHandler, rejectionHandler);
  } catch(e) {
    return e;
  }
}
```

使用 `throw` 語句與用 `reject` 方法似乎是同樣的結果，都會導致`promise`物件的狀態變為`rejected`(已拒絕)，那麼這兩種方式有差異嗎？

有的，這兩種方式是有差異的。

首先，`throw` 語句用於一般的程式碼中，它代表的意義是程式執行到某個時候發生錯誤，也就是 `throw` 語句會立即完成`resolve`(解決)，在 `then` 方法中按照規則，不論是`onFulfilled`函式或`onRejected`函式，只要丟出例外，就會導致新的`promise`物件的狀態直接變為`Rejected`(已拒絕)。

而 `reject` 則是一個一旦呼叫了就會讓`Promise`物件狀態變為`Rejected`(已拒絕)的方法，用起來像是一般的可呼叫的方法。

根據上面的解說，這兩種方式明顯是用在不同的場合的，實際上也無關優劣性，視情況使用就是。

不過有一個例外狀況，如果在`Promise`中(建構函式或`then`中)使用其他異步回調的API時，這時候完全不能使用 `throw` 語句，`Promise`物件無法隱藏錯誤，導致連鎖失效，這不是`Promise`的問題，是`JavaScript`中本來就會這樣，不過這時你還是可以用`reject`。以下的範例你可以試試：

```
const p1 = new Promise(function(resolve, reject){
  setTimeout(function(){
    // 這裡如果用throw，是完全不會拒絕promise
    reject(new Error('error occur!'))
    //throw new Error('error occur!')
  }, 1000)
})

p1.then((val) => {
  console.log(val)
  return val + 2
}).then((val) => console.log(val))
.catch((err) => console.log('error:', err.message))
.then((val) => console.log('done'))
```

執行流程&連鎖反應

如果你有看過其他的Promise教學，使用 `then` 方法與 `catch` 來組成一個有錯誤處理的流程，例如像以下的範例程式，來自 [JavaScript Promises](#):

```
asyncThing1().then(function() {
  return asyncThing2();
}).then(function() {
  return asyncThing3();
}).catch(function(err) {
  return asyncRecovery1();
}).then(function() {
  return asyncThing4();
}, function(err) {
  return asyncRecovery2();
}).catch(function(err) {
  console.log("Don't worry about it");
}).then(function() {
  console.log("All done!");
});
```

在這篇文章中的作者也畫了一個這個範例的流程圖，你可以看一下還滿複雜的。我並不是說這張流程圖畫得不好，只是我建議初學者不要單純用只有 `onFulfilled` 函式的 `then` 方法，以及 `catch` 方法來看整體流程，其實很容易造成混亂。假設你今天已經有基礎了，當然一下子就可以理解。從完整的 `then` 方法，可以把整個流程看得更清楚，每個 `then` 方法(或 `catch` 方法)都會回傳一個完整的Promise物件，當新的Promise往下個 `then` 方法傳遞時，因為其中程式碼執行的不同，狀態也不同。

流程的主要規則在Promises/A+標準 2.2.7章節，內容如下:

`then` 必須回傳一個 `promise`。 `promise2 = promise1.then(onFulfilled, onRejected);`

2.2.7.1 當不論是 `onFulfilled` 或 `onRejected` 其中有一個是有回傳值 `x`，執行 `Promise` 解析程序 `[[Resolve]](promise2, x)`

2.2.7.2 當不論是 `onFulfilled` 或 `onRejected` 其一丟出例外 `e`，`promise2` 必須用 `e` 作為理由而拒絕(`rejected`)

2.2.7.3 當 `onFulfilled` 不是一個函式，而且 `promise1` 是 `fulfilled`(已實現)時，`promise2` 必須使用與 `promise1` 同樣的值被 `fulfilled`(實現)

2.2.7.4 當 `onRejected` 不是一個函式，而且 `promise1` 是 `rejected`(已拒絕)時，`promise2` 必須使用與 `promise1` 同樣的理由被 `rejected`(拒絕)

標準的 2.2.7.4 正好說明了，當你單純用只有 `onFulfilled` 函式的 `then` 方法時，如果發生在上面的 `Promise` 物件 `rejected`(已拒絕)情況，為何會一直往下發生 `rejected`(已拒絕)的連鎖反應，因為這個時候 `then` 方法並沒有 `onRejected` 函式，也就是說 `onRejected` 函式相當於 `undefined`，相當於"不是一個函式"，滿足了 2.2.7.4 這條規則。所以會一直連鎖反應往下到有出現 `catch` 方法(或是有 `onRejected` 函式的 `then` 方法)，執行過後才會又恢復使用 2.2.7.1 的正常規則。

標準的 2.2.7.3 恰好相反，它是在一連串只有 `catch` 方法的連鎖結構出現，`catch` 方法代表沒有 `onFulfilled` 函式的 `then` 方法，只要最上面的 `Promise` 物件 `fulfilled`(已實現)時，會一直連鎖反應到某個 `then` 方法，才會又恢復使用 2.2.7.1 的正常規則。當然，這種情況很少見，因為在整個結構中，我們使用一連串的 `catch` 方法是不太可能的，錯誤處理頂多只會使用一或二個而已。從規則可以看到，為何 `catch` 方法通常會擺在整體連鎖流程的後面，這是因為擺在前面會捕捉不到在它後面的 `then` 方法中的錯誤，這是一個很重要的概念。

我把上面的範例用箭頭函式簡化過，函式名稱也簡化一下，看起來會比較好閱讀，像下面這樣的範例：

```
async1()
  .then(() => async2())
  .then(() => async3())
  .catch((err) => errorHandler1())
  .then(() => async4(), (err) => errorHandler2())
  .catch((err) => console.log('Don\'t worry about it'))
  .then(() => console.log('All done!'))
```

然後再把 `then` 方法中的兩個函式傳入參數都補齊，`catch` 方法也改用 `then` 方法來改寫。這樣作只是要方便解說這個規則影響流程是怎麼跑的。實際使用你應該還是用 `then` 與 `catch` 的組合。

```

async1()
  .then(() => async2(), undefined)
  .then(() => async3(), undefined)
  .then(undefined, (err) => errorHandler1())
  .then(() => async4(), (err) => errorHandler2())
  .then(undefined, (err) => console.log('Don\'t worry about it'))
  .then(() => console.log('All done!'), undefined)

```

情況: 當 `async1` 回傳的 `promise` 物件的狀態是 `rejected` 時。以下為每個步驟流程的說明:

1. 2.2.7.4規則，`async2` 不會被執行，新的 `Promise` 物件直接是 `rejected` (已拒絕) 狀態
2. 2.2.7.4規則，`async3` 不會被執行，新的 `Promise` 物件直接是 `rejected` (已拒絕) 狀態
3. 2.2.7.1規則，`errorHandler1()` 被執行，新的 `Promise` 物件為 `fulfilled` (已實現) 狀態
4. 2.2.7.1規則，`async4()` 被執行，新的 `Promise` 物件為 `fulfilled` (已實現) 狀態
5. 2.2.7.3規則，跳過輸出字串，新的 `Promise` 物件為 `fulfilled` (已實現) 狀態，回傳值繼續傳遞
6. 2.2.7.1規則，輸出字串

第3步是最不易理解的，實際上它需要根據 `errorHandler1()` 函式的回傳值來決定新的 `Promise` 是哪一種狀態。上面步驟的結果，是假設當 `errorHandler1()` 只是簡單的回傳值或沒回傳值時。

根據連鎖反應，`rejected` 狀態的 `Promise` 物件，會一直往下找到有 `onRejected` 函式的 `then` 方法或是 `catch` 方法，才會再進入 2.2.7.1 規則，也就是正常的 `Promise` 解析程序，那麼在正常的解析程序中，又是怎麼決定回傳的新 `Promise` 物件的狀態的？根據標準的另一個章節，在 2.2.7.1 規則裡面的解析程序原則，主要是由回傳值 `x` 來決定的，這裡所謂的 `x` 是經過 `onFulfilled` 或 `onRejected` 其中一個被執行後的回傳值 `x`，有幾種情況:

- `x` 不是函式或物件，直接用 `x` 實現 (fulfill) `promise` 物件 (注意: `undefined` 也算，所以沒回傳值算這個規則)
- `x` 是 `promise`，看 `x` 最後是實現 (fulfill) 或拒絕狀態，就直接對應到 `promise` 物件，回傳值或理由也會一併跟著
- `x` 是函式或物件，指定 `then = x.then` 然後執行 `then`。其實它是在測試 `x` 是不是 `thenable` 物件，如果是 `thenable` 物件，會執行 `thenable` 物件中的 `then` 方法，一樣用類似 `then` 方法的兩選一來解析狀態，最後的狀態與值會影響到 `promise` 物件。一般情況就是如果不是 `thenable` 物件，也是直接用 `x` 作實現 (fulfill) `promise` 物件。

所以上面的第3步，因為 `errorHandler1()` 沒有回傳值或簡單回傳一個值，所以會讓新的 `Promise` 物件的狀態變為 `fulfilled` (已實現)，然後繼續下一步。

實際上大部份時候只要有回傳值的情況，都會讓新的 `Promise` 物件的狀態變為 `fulfilled` (已實現)，當然我們都希望大部份時候，程式都是能順利執行，只有少部份時候有可能需要針對錯誤或例外情況，需要額外處理。回傳值的詳細情況我們在 "深入 `then` 方法" 這一章會再看到。

深入then方法

then方法實際上是整個Promise結構的流程運作起來的主要關鍵

爲了先讓你的概念能比較清楚，我列出幾個小問題的問答。這一章節是本書中內容最難理解的一章，有可能你需要多看幾次。如果你有看不懂的地方，可以翻翻前面的內容，或許你可以找到一些基礎或想法。

概念問與答

promise中會用到的回調函式，都是在執行時會以異步執行的回調函式嗎？

當然。~~其實我想打的是"廢話"，要不然用Promise作什麼...~~

一個**promise**物件經過**then**後，原本的**promise**物件的內容會改變？

不會。**then**方法執行完會另外產生一個新的**promise**物件。以下爲解說範例：

```
const promise = new Promise(function(resolve, reject) {
  resolve(1)
})

const p = promise

const p1 = promise.then((value) => {
  console.log(value)
  return value + 1
})

const p2 = promise.then((value) => {
  console.log(value)
  return value + 1
})

//延時執行
setTimeout(
  () => {
    console.log(p1)
    console.log(p2)
    console.log(p1 === p2) //false
    console.log(p === promise) //true
  }, 5000)
```

then 方法中onFulfilled函式的回傳值

這個章節的內容是要討論在onFulfilled函式或onRejected函式，你可以自訂什麼回傳值。

上面已經有提到關於回傳值的差異情況，是會影響到新的Promise物件的狀態，你可以對照看看。

then 方法中onFulfilled函式回傳值，或是Promise建構函式中executor(執行者, 執行函式)的resolve中的參數值，這是已經進入正常的"執行Promise解析程序"中。相較於onRejected函式，它通常只會用reason(理由)來處理，而且通常是個Error物件。不過，如果你的onRejected函式有回傳值，它的規則也會和onFulfilled回傳值一模一樣。

then 方法中onFulfilled函式回傳值可以有三種不同類型：

- 值
- promise物件
- thenable物件

值的話，就一般在JavaScript的各種值，這沒什麼好講的，因為 then 方法最後會回傳Promise物件，所以這個回傳值會跟著這個新Promise物件到下一個連鎖方法去，這個回傳值可以用下個 then 方法的onFulfilled函式取到第1個傳入參數值。

promise物件的話，當你不希望 `then` 幫你回傳promise物件，自己建立一個，這也是合情合理，有些設計師會乾脆把所有的函式改寫成回傳promise物件，這也是ok的寫法。通常是使用promise建構式來new一個，或是直接用 `Promise.resolve(value)` 靜態方法，產生一個fulfilled(已實現)狀態的promise物件。

thenable物件是最特殊的，根據標準的定義為：

`thenable` 是一個有定義`then`方法的物件或函式

按照標準上的解說，`thenable`是提供給沒有符合標準的其他實作函式庫或框架，利用合理的 `then` 方法來進行同化的方式。以最簡單的情況說明，`thenable`物件是個單純物件，然後裡面有個`then`方法的定義而已，例如以下的範例：

```
const thenable1 = {
  then: function(onFulfill, onReject) {
    onFulfill('fulfilled!')
  }
}

const thenable2 = {
  then: function(resolve) {
    throw new TypeError('Throwing')
    resolve('Resolving')
  }
}
```

then中傳入參數值

這個章節的內容是要討論，你可以把什麼東西傳到 `then` 方法的傳入參數中，作為`onFulfilled`或`onRejected`，當然正常情況應該要是個函式。

`then` 方法有兩個傳入參數值，分別為`onFulfilled`與`onRejected`，像下面這樣的語法：

```
promise.then(onFulfilled, onRejected)
```

`then` 是promise物件中的方法，以`onFulfilled`與`onRejected`作為兩個傳入參數，有幾個規則需要遵守：

- 當`onFulfilled`或`onRejected`不是函式時，忽略跳過
- 當promise是fulfilled時，執行`onFulfilled`函式，並帶有promise的value作為`onFulfilled`函式的傳入參數值
- 當promise是rejected時，執行`onRejected`函式，並帶有promise的reason作為`onRejected`函式的傳入參數值

then方法最後還要回傳另一個promise，也就是：

```
promise2 = promise1.then(onFulfilled, onRejected)
```

以下假設只使用then方法中的第1個onFulfilled傳入參數(onRejected也是一樣)，那麼它可以有四種傳入的情況。在這個範例中，我們會把焦點放在其中有關於值的回傳情況。仔細看下面的範例中的 doSomething2 函式：

```
function doSomething1(){
  console.log('doSomething1 start')
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    console.log('doSomething1 end')
    resolve(1)
  })
}

function doSomething2(){
  console.log('doSomething2')
  return 2
}

function finalThing(value){
  console.log('finalThing')
  console.log(value)
  return 0
}

// 第1種傳入參數
doSomething1().then(doSomething2).then(finalThing)

// 第2種傳入參數
doSomething1().then(doSomething2()).then(finalThing)

// 第3種傳入參數
doSomething1().then(function(){ doSomething2() }).then(finalThing)

// 第3種傳入參數
doSomething1().then(function(){ return doSomething2() }).then(finalThing)
```

第1種: 正常的函式傳入參數。最後的 finalThing 可以得到 doSomething2 回傳值 2。

第2種: 雖然說 then 方法的規則，如果onFulfilled不是函式時會忽略，但這裡是執行 doSomething2() 函式，onFulfilled相當於 doSomething2() 的回傳值，JavaScript中的函式回傳值可以是個函式，沒執行過怎麼會知道它是不是回傳一個函式？所以會執行 doSomething2()，但最後得到onFulfilled不是一個函式，所以忽略它。依照連鎖規則 2.2.7.3(前面的章節中有)，當onFulfilled不是函式，繼續用fulfilled狀態與帶值回傳新的Promise物件到下一個then方法，最後的 finalThing 得到的值是 doSomething1 中的 1。

第3種: 正常的函式傳入參數，因為在函式中執行 `doSomething2()`，這個`onFulfilled`最後的回傳值其實是`undefined`，但是算有回傳值，回傳的新`Promise`物件也是`fulfilled`狀態，不過值變成 `undefined`。最後的 `finalThing` 得到 `undefined` 值。

第4種: 正常的函式傳入參數，`then` 方法執行完`onFulfilled`最後的回傳值是 `doSomething2()` 的執行後的值也就是 `2`，回傳的新`Promise`物件也是`fulfilled`狀態，最後的 `finalThing` 得到 `2` 值。

註: 在JavaScript中函式的設計，必定有回傳值，沒寫只是回傳`undefined`，相當於 `return undefined`

註: 第2種與第3種是反樣式(anti-pattern)，是經常會發生錯誤的使用方式，實際使用時要避免使用。

then中傳入參數值(帶異步執行的函式)

上面的概念如果在`doSomething1`、`doSomething2`與`finalThing`函式中，都有異步的`callbacks`(回調)時，這時除了值的情況，我們還會關心整體的執行順序。這個程式碼範例是來自 [We have a problem with promises](#)，其實這已經是稍微進階的討論議題了。


```
function doSomething1(){
  console.log('doSomething1 start')
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    setTimeout(function(){
      console.log('doSomething1 end')
      resolve(1)
    }, 1000)
  })
}

function doSomething2(){
  console.log('doSomething2 start')
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    setTimeout(function(){
      console.log('doSomething2 end')
      resolve(2)
    }, 1000)
  })
}

function finalThing(value){
  console.log('finalThing start')
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    setTimeout(function(){
      console.log('finalThing end')
      console.log(value)
      resolve(0)
    }, 1000)
  })
}

//第1種傳入參數，finalThing最後的值為2
doSomething1().then(doSomething2).then(finalThing)

//第2種傳入參數，finalThing最後的值為1
doSomething1().then(doSomething2()).then(finalThing)

//第3種傳入參數，finalThing最後的值為undefined
doSomething1().then(function(){doSomething2()}).then(finalThing)

//第4種傳入參數，finalThing最後的值為2
doSomething1().then(function(){return doSomething2()}).then(finalThing)
```

執行的結果會出乎想像，只有第1種與第4種，才是完整的Promise流程順序，也就是像下面的流程：

```
doSomething1 start
doSomething1 end
doSomething2 start
doSomething2 end
finalThing start
finalThing end
```

第2種中的 `then` 方法裡 `onFulfilled` 傳入參數的 `doSomething2()` 執行語句，它是一個同步的語句，所以會在 `doSomething1` 還沒執行完成時，就先被執行，所以流程會變為：

```
doSomething1 start
doSomething2 start
doSomething1 end
finalThing start
doSomething2 end
finalThing end
```

第3種在 `then` 方法裡裡 `onFulfilled` 的 `function(){doSomething2()}` 裡面的 `doSomething2()` 執行語句，也是一個同步的語句，但外圍的匿名函式卻是一個異步函式，因為這樣會在 `doSomething1()` 結束才開始執行，但是也是在 `finalThing` 開始後才會結束。不過流程也是怪異：

```
doSomething1 start
doSomething1 end
doSomething2 start
finalThing start
doSomething2 end
finalThing end
```

從這個範例中，我認為並不需要太深究其中的順序的原因是為何。這範例其實是在告訴你，不要亂用 `then` 方法中的傳入參數值，要不就是個堂堂正正的函式，要不然就寫好一個有回傳值的匿名函式。此外，如果你要在 **Promise** 結構中使用其他的異步API，更是要注意它們的執行順序，用想的還不如直接寫出來執行看看，有可能不見得是最後是你要的。

註：第2種與第3種是反樣式(anti-pattern)，是經常會發生錯誤的使用方式，實際使用時要避免使用。

靜態方法 `Promise.resolve`與`Promise.reject`

`Promise.reject` 或 `Promise.resolve` 只用於單純的傳入物件、值(理由)或外部的thenable物件，轉換為`Promise`物件的場合

`Promise.resolve` 是一個靜態方法，也就是說它前面一定要加上 `Promise` 這樣呼叫的方法。`Promise.resolve` 等於是要產生fulfilled(已實現)狀態的`Promise`物件，它相當於直接回傳一個以 `then` 方法實現的新`Promise`物件，帶有傳入的參數值，這個方法的傳入值有三種，相當於 `then` 方法中`onFulfilled`函式的回傳值(上一章的內容中有說)，語法如下：

```
Promise.resolve(value);
Promise.resolve(promise);
Promise.resolve(thenable);
```

直接用 `Promise.resolve` 代表這個新的`Promise`物件的狀態是直接設定為fulfilled(已實現)狀態，這方法只是方便產生根(第一個)`Promise`物件使用的，也就是除了用建構式的 `new Promise()` 外，提供另一種方式來產生新的`Promise`物件。下面為範例：

```
Promise.resolve("Success").then(function(value) {
  console.log(value) // "Success"
}, function(value) {
  // 不會被呼叫
})
```

`Promise.reject` 剛好與 `Promise.resolve` 相反，等於是要產生rejected(已拒絕)狀態的新`Promise`物件。範例如下：

```
Promise.reject(new Error("fail")).then(function(error) {
  // 不會被呼叫
}, function(error) {
  console.log(error); // Stacktrace
});
```

`Promise.reject` 與 `Promise.resolve` 的實作的程式碼隱藏了在內部關於`Promise`物件產生的過程，前面有提到我們不能用沒有`executor`傳入參數的`Promise`建構式來產生新的物件實體，會有錯誤發生。這兩個靜態方法，它們在實作時的確有產生沒有`executor`傳入參數的`Promise`雛形(中介)物件，只是它還不算真正會被回傳出來的`Promise`物件實體。理由主要當然是不要讓程式設計師自由控制`Promise`的狀態，要改變`Promise`的狀態只有靠程式碼的執行結果才行。例如下面這一段程式碼(出自`es6-promise`):

```
var promise = new Constructor(noop); //noop是沒有內容的函式
_resolve(promise, object); // _resolve是內部函式，object是Promise.resolve傳入參數值
return promise;
```

Promise.reject 與 Promise.resolve 與使用Promise建構式的方式，在使用上仍然有大的不同，**executor**傳入參數可以讓程式設計師自訂Promise產生的過程，而且在產生的過程中是**throw safety**(安全)的。以下面的例子來說明：

```
//方式一：使用Promise建構式

function initPromise1(someObject) {

    return new Promise(function(resolve) {
        if (typeof someObject !== 'object')
            throw new Error('error occured')
        else
            resolve(someObject);
    });
}

//方式二：使用Promise.resolve+throw

function initPromise2(someObject) {
    if (typeof someObject !== 'object')
        throw new Error('error occured')
    else
        return Promise.resolve(someObject)
}

//方式三：使用Promise.resolve+Promise.reject

function initPromise3(someObject) {
    if (typeof someObject !== 'object')
        return Promise.reject(new Error('error occured'))
    else
        return Promise.resolve(someObject)
}

//測試用
initPromise1(1).then((value) => {
    console.log(value)
}).catch((err) => {
    console.log(err.message)
})
```

如果此時傳入的 `someObject` 不是物件類型，方式二會直接**throw**出例外，造成程式中斷，與Promise結構中對錯誤的處理方式不同，只有方式一或方式二可以正常的處理錯誤。

上面的例子是太過簡單，如果 `initPromise` 函式中的程式碼很複雜的時候，你在回傳 `Promise.reject` 或 `Promise.resolve` 前發生例外，是完全沒辦法控制的。

結論是 `Promise.reject` 或 `Promise.resolve` 只用於單純的傳入物件、值或外部的`thenable`物件，轉換為`Promise`物件的場合。如果你要把一整段程式碼語句或函式轉為`Promise`物件，不要用這兩個靜態方法，要使用`Promise`建構式來產生物件才是正解。

註: 在`Promises/A+`並沒有關於 `Promise.reject` 或 `Promise.resolve` 的定義，它們是ES6 `Promise`標準中的實作。

靜態方法 Promise.all與Promise.race

Promise.all與Promise.race的參數值，通常使用陣列結構作為傳入參數，而陣列中要不是就一般的值，要不就是Promise物件

Promise.all 是"並行運算"使用的靜態方法，它的語法如下(出自[MDN](#)):

```
Promise.all(iterable);
```

iterable 代表可傳入陣列(Array)之類的物件，JavaScript內建的有實作 iterable 協定的有String、Array、TypedArray、Map與Set這幾個物件。一般使用上都只用到陣列而已。Promise.all 方法會將陣列中的值並行運算執行，全部完成後才會接著下個 then 方法。在執行時有幾種情況:

- 陣列中的索引值與執行順序無關
- 陣列中的值如果不是Promise物件，會自動使用 Promise.resolve 方法來轉換
- 執行過程中只要有"其中一個(any)"陣列中的Promise物件執行發生錯誤例外，或是有Promise的reject情況，會立即回傳一個rejected狀態promise物件
- 實現完成後，接下來的then方法會獲取到的值是陣列值

```
const p1 = Promise.resolve(3)
const p2 = 1337
const p3 = new Promise((resolve, reject) => {
  setTimeout(() => resolve('foo'), 1000)
});

Promise.all([p1, p2, p3]).then((value) => {
  console.log(value)
}).catch((err) => {
  console.log(err.message)
})

//結果: [3, 1337, "foo"]
```

你可能會好奇，String(字串)類型是可以傳到 Promise.all 中的參數，傳入後會變成什麼樣子，當然實際上應該沒人這樣在用的。以下為一個簡單的範例:

```
Promise.all('i am a string').then((value) => {
  console.log(value)
}).catch((err) => {
  console.log(err.message)
})

//結果: ["i", " ", "a", "m", " ", "a", " ", "s", "t", "r", "i", "n", "g"]
```

`Promise.race` 它的真正名稱應該是對比 `Promise.all` 的"any"，`Promise.all` 指的是"所有"的"陣列傳入參數的Promise物件都要解決(resolve)完了才進行下一步"，`Promise.race` 則是"任何一個"陣列傳入參數的Promise物件有解決，就會到下一步去。用"race(競賽)"這個字詞是比喻就像在賽跑一樣，只要有一個參賽者到達終點就行了，當然它的回傳值也只會是那個優勝者而已。

`Promise.race` 的規則與 `Promise.all` 相同，只不過實現的話，下一步的 `then` 方法只會獲取跑最快的(最快實現的)的那個值，一個簡單的範例如下：

```
const p1 = Promise.resolve(3)
const p2 = 1337
const p3 = new Promise((resolve, reject) => {
  setTimeout(() => resolve('foo'), 1000)
});

Promise.race([p1, p2, p3]).then((value) => {
  console.log(value)
}).catch((err) => {
  console.log(err.message)
})
```

上面這個 `Promise.race` 範例，你把p1與p2的位置對調，就會發現最後的結果正好會對調，也就是說正好是只使用 `Promise.resolve` 方法的轉換情況，是和陣列中的前後順序有關的。不過因為 `Promise.race` 只能選出一個優勝者，p1與p2應該算同時，所以也只能以陣列的順序為順序。

註: `Promise.race` 應該要多一個規則，如果陣列中有同時實現的promise值，以陣列中的順序優先者為回傳值

下面的例子是有加上每個陣列中的Promise物件產生時間的不同，這當然就只會回傳最快實現的那個Promise物件，也就是p3。

```
const p1 = new Promise((resolve, reject) => {
  setTimeout(() => resolve('p1'), 2000, )
});
const p2 = new Promise((resolve, reject) => {
  setTimeout(() => resolve('p2'), 1000, 'p2')
});
const p3 = new Promise((resolve, reject) => {
  setTimeout(() => resolve('p3'), 500, 'p3')
});

Promise.race([p1, p2, p3]).then((value) => {
  console.log(value)
}).catch((err) => {
  console.log(err.message)
})
```

註: 在Promises/A+並沒有關於 `Promise.all` 或 `Promise.race` 的定義，它們是ES6 Promise標準的實作

執行順序 Chaining(連鎖)或Branching(分支)

Chaining(連鎖)是我們在上面一直看到的用 `then` 與 `catch` 方法串接起來的結構，這個結構會依照同步流程的原則，一步一步往下執行。如果你已經看過上面的內容，相信你已經很熟悉了。像下面的例子這樣：

```
const p1 = new Promise((resolve, reject) => {
  resolve(1)
});

p1.then((value) => {
  console.log(value)
  return value+1
}).then((value) => {
  console.log(value)
  return value+2
}).then((value) => {
  console.log(value)
  return value+3
})
```

如果你以為相當下面這樣的程式碼，表示你對Chaining(連鎖)語法的認知是有問題的，這種叫作Branching(分支)的結構。因為經過 `then` 方法之後，雖然會產生一個新的Promise物件，原有的Promise物件並不會消失或被更改內容。每一次使用 `p1` 仍然是一樣的 `p1`，每一段Promise語法由同樣的 `p1` 值各自發展，對程式來說它們是同步的語句：

```
const p1 = new Promise((resolve, reject) => {
  resolve(1)
});

p1.then((value) => {
  console.log(value)
  return value+1
})

p1.then((value) => {
  console.log(value)
  return value+2
})

p1.then((value) => {
  console.log(value)
  return value+3
})
```

Chaining(連鎖)語法真正的相等語法如下:

```
const p1 = new Promise((resolve, reject) => {
  resolve(1)
});

const p2 = p1.then((value) => {
  console.log(value)
  return value+1
})

const p3 = p2.then((value) => {
  console.log(value)
  return value+2
})

p3.then((value) => {
  console.log(value)
  return value+3
})
```

在Promise中使用連鎖的架構，就是一般稱為sequential(序列)執行的結構，而Branching(分支)並不是parallel(並行)的執行結構，真正的parallel(並行)結構應該是使用 `Promise.all` 方法的語法。序列執行可以保證一個Promise接著另一個執行，也就是"同步中的異步"結構。

Branching(分支)的執行順序就很亂了，要看程式碼執行的順序來決定。

註: sequential(序列)執行結構，也有另一個名稱是waterfall(瀑布)

反樣式(anti-pattern)與最佳實踐

反樣式(anti-pattern)是指常發生的錯誤的用法。為避免很多潛在的問題，或是導正剛開始使用的開發者，網路上有很多整理好的反樣式提供參考，以下列出常見的幾個。

巢狀的(Nested) Promises

巢狀的(Nested) Promises無疑是讓錯誤處理變得更加困難，而且到底程式會怎麼執行，從程式碼中很難預期最後的結果會是什麼，而且巢狀的結構對於除錯或錯誤處理都會變得更加困難。

```
firstThingAsync().then((result1) => {  
  // 巢狀Promises，不建議使用  
  secondThingAsync().then((result2) => {  
    // 可以存取得到result1與result2  
  })  
}, (err) => {console.log(err.message)}) // 這裡捕捉不到錯誤  
.catch((err) => {console.log(err.message)}) // 這裡捕捉不到錯誤
```

解決之道之一

如果你是要並行處理 `firstThingAsync` 函式與 `secondThingAsync` 函式，可以用 `Promise.all` 方法。

```
Promise.all([firstThingAsync(), secondThingAsync()]).then(function(value) {  
  console.log(value)  
}).catch(function(err) {  
  console.log(err.message)  
})
```

解決之道之二

如果你希望 `secondThingAsync` 函式是可以獲得 `firstThingAsync` 函式先執行完的結果`result1`，可以先解決 `firstThingAsync` 函式，得到`Promise`物件與結果`result1`後，再用 `Promise.all` 方法來保證 `secondThingAsync` 函式與結果`result1`可以並行。這個結構有點複雜，而且這是因為 `then` 方法可以回傳一個`Promise`物件，所以可以這樣用。

```
firstThingAsync().then((result1) => {  
  return Promise.all([result1, secondThingAsync(result1)])  
})  
  .then((result2) => { console.log(result2)})  
  .catch((err) => {console.log(err.message)})
```

巢狀的(Nested) Promises之二

你可能開始用Promise結構之後，發現你的程式碼並沒有如預期的改善，反而因為回調函式的使用，變得更難以閱讀。

用了Promise之後的，程式碼結構如果像這樣，那實在很難一下看得懂是它的執行流程：

```
firstThingAsync().then((result1) => {  
  return secondThingAsync(result1, 'foo')  
    .then((result2) => {  
      return thirdThingAsync(result2, 'bar', 123)  
        .then((result3) => {  
          console.log(result3)  
          return result3  
        })  
    })  
})
```

使用Promise後，原本你希望能改善程式碼的結構是這樣：

```
firstThingAsync().then(secondThing).then(thirdThing).then(outputThing)
```

其實只要再把原本的 `secondThingAsync` 與 `thirdThingAsync` 函式，以及輸出的函式再打包一下就行了，這種稱之為平坦化你的Promise連鎖結構。

```
function secondThing(value){  
  return secondThingAsync(value, 'foo')  
}  
  
function thirdThing(value){  
  return thirdThingAsync(value, 'bar', 123)  
}  
  
function outputThing(value){  
  console.log(value)  
  return value  
}
```

結論是儘可能保持Promise連鎖結構的簡單，你可以把原先的函式先進行包裝與加工處理。因為Promise連鎖結構是一個真正執行函式的結構，它需要更好的閱讀性與容易被除錯。

then方法中的傳入回調函式沒有return值

在JavaScript中的函式區塊中，如果你最後沒寫上 `return` 值的語句，它會照樣 `return undefined`，這是一個函式預設的機制。`then` 方法中的函式傳入參數回傳值，攸關這個準備要回傳的新Promise物件的狀態值，影響程度很高。像下面這樣的範例是不建議使用的反樣式，而且這是很常發生的錯誤：

```
somePromise().then(() => {
  someOtherPromise()
}).then( () => {
  // 你覺得someOtherPromise會回傳給你嗎？ 我想不會
})
```

解決之道

`then` 方法中的函式傳入參數，總是要有回傳值，要不然，就用 `throw` 拋出錯誤也行，最後有 `catch` 方法可以接住錯誤。

```
somePromise().then(() => {
  return someOtherPromise()
}).then(() => {

}).catch((err) => {
  console.log(err.message)
})
```

理由(reason)不是一個Error物件

當然這是一直強調的，用於錯誤處理的理由(reason)最好是使用Error物件，這可以讓程式碼的錯誤處理方式統一，使用字串值或其他資料類型雖然是合法的，但並不建議這樣作。

```
function firstThingAsync(){
  return Promise.reject(new Error('error!'))
}

firstThingAsync().then(function() {
  return secondThingAsync()
}).then(function() {
  return thirdThingAsync()
}).catch((err) => {
  console.log(err.message)
})
```

使用then方法中的第二傳入參數(onRejected函式)

你不可能在程式碼中一直要處理錯誤，只是針對某些可預期的、有可能會發生的錯誤或例外進行處理。

當然 `then` 方法的第二個傳入參數，也就是 `onRejected` 函式，它是在發生 `rejected` (已拒絕) 狀態使用的，不過我會建議在 `then` 使用第一個傳入參數就好，也就是 `onFulfilled` 函式，而另外使用 `catch` 方法。

`catch` 方法雖然就是 `then` 方法只使用 `onRejected` 函式的語法糖，但 `catch` 方法的名稱上看起來就是在捕捉錯誤用的，何不只使用它來專門處理錯誤就好。這樣可以提供更好的程式碼閱讀性。

忘了加catch方法

如果你把所有的 `then` 方法都只用於 `fulfilled` (已實現) 情況，而用 `catch` 方法用於 `rejected` (已拒絕) 情況，這是個好主意，它可以讓你的程式碼更清楚易讀。

但至少每個連鎖的結構中，都至少要有個 `catch` 方法，而且它的位置是最後一個，或倒數第二個(如果最後一個是用於通知流程執行完成)，因為 `catch` 方法只能捕捉到在前面步驟的錯誤，這個規則你必須要記在心中。

```
firstThingAsync().then(function() {
  return secondThingAsync()
}).then(function() {
  return thirdThingAsync()
}).catch((err) => {
  console.log(err.message)
})
```

回調函式沒有名稱

當然這個樣式並非絕對的反樣式，在簡單的程式碼中，使用匿名函式作為回調函式並沒有太大問題，回調函式大部份在使用時都是以匿名函式的語法。

但為何要給回調函式一個名稱？理由可能有幾個。首先，當錯誤發生時，你會很容易就知道是哪一個函式出了問題，在錯誤的堆疊上中會顯示出函式名稱。其次，你把回調函式拆出來另外再撰寫，程式碼的可閱讀性會更高，全部擠在 `then` 或 `catch` 方法的傳入參數中，如果回調函式的程式碼內容很多時，似乎是有點太擠了。

此外，使用箭頭函式在回調函式中也是一個不錯的語法，你可以學習著如何使用它，它可以讓你少打很多 `function` 這字詞，還有一些另外的好處，你已經在上面的內容中看到很多次，這可以讓程式碼看起來更清爽好閱讀。

```
function firstThingAsync(){
  return Promise.resolve(1)
}

function secondThingAsync(){
  return Promise.reject(new Error('error!'))
}

function thirdThingAsync(){
  return Promise.resolve(1)
}

firstThingAsync()
  .then(secondThingAsync)
  .then(thirdThingAsync)
  .catch((err) => {
    console.log(err.stack) //stack為非標準屬性，IE9或舊版瀏覽器不能使用
  })
```


實例&程式碼片段

Delay(延時)

```
function delay(ms) {  
  ms = Number(ms)  
  ms = Number.isNaN(ms) ? +0 : Math.max(ms, +0)  
  
  return new Promise(resolve => setTimeout(resolve, ms))  
}
```

出自 [Writing Promise-Using Specifications](#)

如果要讓 `delay` 可以有回傳值，可以用以下的範例：

```
function delay(ms) {  
  return function(result) {  
    return new Promise(function(resolve, reject) {  
      setTimeout(function() {  
        resolve(result)  
      }, ms)  
    })  
  }  
}  
  
//使用範例  
delay(1000)('hello').then(function(result) {  
  console.log(result)  
})
```

出自 [Fun with promises in JavaScript](#)

包裝XMLHttpRequest(AJAX)

```
function ajax(url, method, data) {
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    var request = new XMLHttpRequest()

    request.responseType = 'text'

    request.onreadystatechange = function() {
      if (request.readyState === XMLHttpRequest.DONE) {
        if (request.status === 200) {
          resolve(request.responseText)
        } else {
          reject(new Error(request.statusText))
        }
      }
    }

    request.onerror = function() {
      reject(new Error('Network Error'))
    }

    request.open(method, url, true)
    request.send(data)
  })
}

//使用範例
ajax('/', 'GET').then(function(result) {
  console.log(result)
})
```

出自 [Fun with promises in JavaScript](#)

包裝jQuery的\$.ajax

```
function ajax(options) {
  return new Promise(function(resolve, reject) {
    $.ajax(options).done(resolve).fail(reject)
  })
}

//使用範例
ajax({ url: '/' }).then(function(result) {
  console.log(result)
})
```

出自 [Fun with promises in JavaScript](#)

forEach/for/while

在forEach/for/while等情況時，應該要使用 `Promise.all`，因為它最後可以直接回傳一個陣列值，這提供了一些使用上的便利。

以下的原本的的使用範例，是希望能刪除所有的文件再到下一步:

```
// 錯誤示範
// 我想要移除所有的文件資料
db.allDocs({include_docs: true}).then(function (result) {

  result.rows.forEach(function (row) {
    db.remove(row.doc)
  })

}).then(function () {
  // 到這裡所有的文件都已經被刪除
})
```

正確用法

使用 `Promise.all`，並以 `map` 取代 `forEach`。

```
db.allDocs({include_docs: true}).then(function (result) {

  return Promise.all(result.rows.map(function (row) {
    return db.remove(row.doc)
  })))

}).then(function (arrayOfResults) {
  // 到這裡所有的文件都已經被刪除
})
```

出自 [We have a problem with promises](#)

呼叫函式將回傳結果轉成Promise物件

```
function promiseCall(f, ...args) {
  try {
    return Promise.resolve(f(...args))
  } catch (e) {
    return Promise.reject(e)
  }
}
```

說明如下：

- 當呼叫函式回傳一個值 `v` 時，會回傳一個以 `v` 實現的promise物件。
- 當呼叫函式會throw出例外 `e` 時，會回傳一個以 `e` 拒絕一個promise物件。

出自 [Writing Promise-Using Specifications](#)

改寫回調函式

基本上這是爲了改用回調地獄用的方式，把原本的回調函式程式碼：

```
//原本的回調函式
function(err, response) { ... }

//-----

//改用Promise的`then`方法：
.then(function(response) { ... }).catch(function(err) { ... })
```

另一個改寫的對照簡單範例：

```
// 原本的回調結構
async1(function(){
  async2(function(){
    async3(function(){
      //....
    });
  });
});

//-----

// 改為Promise的結構
var task1 = async1();
var task2 = task1.then(async2);
var task3 = task2.then(async3);

task3.catch(function(){
  // 處理task1, task2, task3的例外
});

//-----

// 使用Promise的連鎖語法
async1(function(){..})
  .then(async2)
  .then(async3)
  .catch(function(){
    // 處理例外
  })
```

出自 [Staying Sane With Asynchronous Programming: Promises and Generators](#)

Promise外部函式庫議題

在ES6標準正式定案將Promise特性加入後，再加上各家瀏覽器紛紛發佈已附有實作Promise特性的新版本後，約莫2015年中開始，有許多Promise相關的外部函式庫，有逐漸的發佈趨緩，或是停止再維護的現象。以下列出幾套常見有遵照Promise標準，而且有進行擴充的函式庫(單純只加速或polyfill的不列入)，以及它們的發佈情況：

- **q**: 維護停止，最後發佈版本在2015/5
- **bluebird**: 維護持續(唯一)，最後發佈版本在2016/6
- **when**: 維護停止，最後發佈版本在2015/12
- **then-promise**: 維護停止，最後發佈版本在2015/12
- **rsvp.js**: 維護停止，最後發佈版本在2016/2
- **vow**: 維護停止，最後發佈版本在2015/12

註: 維護停止，代表6個月左右都沒有新的發佈版本

由列表中可以看到至2016/7目前唯一還在在更新版本的，就只有bluebird而已。下面分析為何會有這個現象發生，以及到底你是要選擇用原生的ES6 Promise就好，還是要使用其他外部函式庫中的Promise相關API的一些建議。

根據一篇在2015/4月網路上的問答為何原生的ES6 Promise會比bluebird慢而且更耗記憶體的內容，回答的內容是由bluebird函式庫的創作者所寫的。當時(2015初)的原生ES6 Promise，又慢又耗記憶體的主因如下：

1. 尚未最佳化，實作雖然有也是JavaScript程式碼
2. 原生ES6 Promise使用非常耗資源的 `new Promise` 與 `executor` 方式來建立根(第一個)Promise物件

從效能評比來看，當時(2015)的效能評比資料還在[這裡](#)。

- 序列執行(sequential): 原生ES6 Promise的執行時間需要bluebird的4倍，記憶體需要3.6倍
- 並行執行(parallel): 原生ES6 Promise的執行時間需要bluebird的9倍，記憶體需要5.7倍

看到這個結果，當然有很多人會存疑，為何bluebird會快成這樣，或是原生ES6 Promise會慢成這樣，就算是都用JavaScript程式碼實作，這麼大的差距也是很誇張。

實際上會出在設計出發點與本質並不相同，bluebird以較有效率而且節省資源的方式來設計，不只是原生的ES6 Promise，其他的函式庫都沒有辦法這麼快又節省資源。根據這篇bluebird的issue中的開發者指出，以Q與bluebird的設計比較，Q會慢bluebird幾十倍是因為Q針對瀏覽

器提供某些安全上的設計，bluebird則是極致的追求執行效率，假設所有程式碼都是在完全可信的環境例如Node.js中執行。或許也因為如此，在網路上很多類似的問答中，通常建議只在伺服器端(Node.js)使用bluebird，而瀏覽器端建議使用原生ES6 Promise或Q。

當然，經過一年之後的原生ES6 Promise，其效率與記憶體消耗問題已有了很大的改善，根據最近(2016/7)Chrome瀏覽器使用的V8引擎在[版本53發佈的消息](#)，目前的原生ES6 Promise進行最佳化後，效能改善了20-40%。也就是說未來的原生ES6 Promise在經過最佳化後，與外部函式庫的執行效率並不會相差太遠，這個消息無疑為原生ES6 Promise打了一劑強心針。

所以如果你要使用外部函式庫，其理由可能是以下幾個：

- 為了能使用豐富的API。效率有可能在將來並不是唯一的重點。
- 資源存取類型的函式庫或模組，現在都會提供具有Promise的API，例如資料庫、檔案處理、網路資源存取的模組。例如[MongoDB Node.JS Driver](#)就是雙模式的。有一些AJAX的函式庫也都是用Promise的架構，例如[axios](#)，或是像新式的標準Fetch API，也是基於Promise的。
- 工具類型的函式庫，現在可能也有提供相容於Promise標準的物件，例如jQuery(3.0之後)。

雖然jQuery 3.0中實作了符合Promises/A+標準的Promise物件，但是jQuery並非單純用於Promise架構的外部函式庫，而且3.0也才剛發佈不久，再加上長期以來，jQuery有很多自己設計的擴充API，API的名稱與標準中有些不同。如果你原本就有使用jQuery，是可以使用它新版本中的deferred物件與Promise物件的API，但可能還是需要具備Promise的使用基礎知識比較好。

原生ES6 Promise會被認為是一個基礎，如果是在很簡單的執行流程，或許就已經夠用了。學習語法和使用方法後，以這個基礎你可以因應不同的需求，使用專屬的資源存取模組(例如資料庫)。而這些專門使用在Promise擴充的函式庫，雖然額外提供了更多可使用的API，但使用它們的情況相信會愈來愈少，這也是為什麼後來這些函式庫都停止維護的主要原因。如果你現在需要在伺服器端(Node.js)中，馬上就要使用高效能或豐富API的外部函式庫，那麼有可能bluebird會比較好的選擇。原生ES6 Promise仍然需要一點時間，除了它的最佳化尚未完全完成之外，它的API的確真的少，面對複雜的應用情況可能會不符使用。

參考資源

標準&函式庫

- [Promises/A+](#)
- [ECMA-262](#)
- [Writing Promise-Using Specifications\(W3C\)](#)
- [Promise\(MDN\)](#)

其他樣式、反樣式

- [Promise Patterns & Anti-Patterns](#)
- [We have a problem with promises](#)
- [Promise Ponderings, \(Anti-\)Patterns, and Apologies](#)

教學&概念

- [ES6 Promises](#)
- [Promises for asynchronous programming \(Exploring ES6\)](#)
- [JavaScript Promises](#)

內容可能過時/舊

- [ECMAScript 6 promises \(2/2\): the API](#)
- [You're Missing the Point of Promises](#)
- [JavaScript Promise迷你书（中文版）](#)