

投稿類別：生物類

篇名：  
細菌間溝通的方式

作者：  
廖本翔。國立中壢高商。綜合高中部。二年一班

指導老師：  
黃佳茵老師

## 壹●前言

### 一、研究動機

經過生物學家的研究，他們發現了許多同種動物間互相溝通的方法，在一個偶然的情況下，我在電視上看到了細菌竟然也有互相溝通的方式，這引起了我很大的興趣，現在就讓我們開開眼界，身為世上最古老的生命體「細菌」，是如何溝通的呢？

### 二、研究目的

藉由這次的研究，讓人了解我們多細胞生物可能的起源——單細胞生物，它們也有類似多細胞生物之間的合作關係，也就是同種之間的互助，這也可能就是我們多細胞生物彼此間交互作用的原型吧！

### 三、研究方法

先以書籍資料為主，利用圖書館的書籍查詢系統，尋找適合的書本，將相關的資訊加以整理，及運用網路查詢。

## 貳●正文

### 一、細菌的介紹

#### (一)、原核生物：

『細菌和其他生物(真菌類、藻類、植物、原生生物以及動物)的基本差別，在於他們的構造比較簡單，以及沒有真正的細胞核。』(李中文(譯)，2006)有細胞核的生物被稱為「真核生物」，細菌則被歸類為「原核生物」。有些細菌會形成菌落，是由單一細菌逐漸分裂而形成的一個細菌族群，由於不同的細菌形成的菌落不盡相同，故可以藉此來判斷細菌的種類。(註一)

#### (二)、分類：

『細菌大致上被分為三種基本型態：一、球菌，二、桿菌，三、曲狀菌。細胞成逗點狀者為弧菌，為螺旋狀者稱為螺旋菌。』(李中文(譯)，2006)

1. 球菌：外觀呈圓球狀，無鞭毛，有菌落。例如：雙球菌、鏈球菌、葡萄

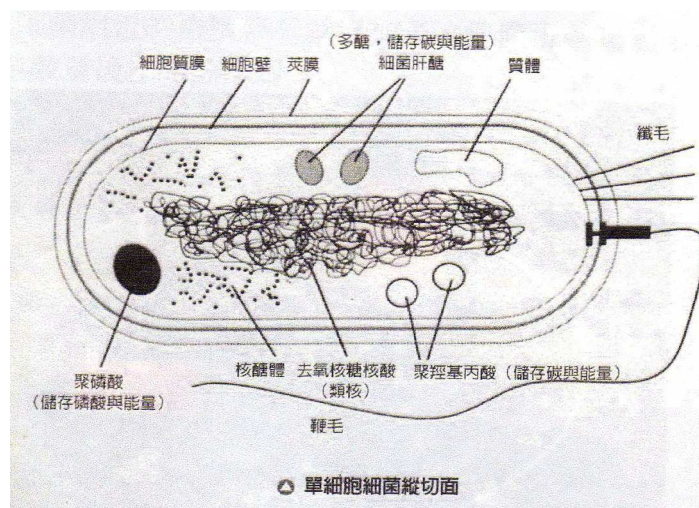
球菌等。

2. 桿菌：外觀呈長桿狀，部分有鞭毛、菌落，種類最多。例如：大腸桿菌、枯草桿菌、肉毒桿菌等。
3. 曲狀菌：外觀呈彎曲狀，有鞭毛，有菌落。例如：曲狀桿菌。

### (三)、結構：

如圖一所示，細菌並不具有細胞核，但其實它具有菌核(類核)，『雖然在電子顯微鏡的縱切面下，顯現不出包覆的核膜，但其纖維結構卻會在佈滿顆粒的細胞質中突顯出來。』(李中文(譯)，2006)(註一)

細菌也有染色體，大部分的細菌所含多為環狀封閉染色體，其中儲存了生物發育的各種訊息，有些還有小一號的「質體」，質體也是環狀 DNA，其中含有抗抗生素的基因。細菌和細菌之間，有一種特殊行爲——接合作用，也就是『當把不同細菌且帶有不同的抗藥基因一起培養時，發現細菌之間會利用奈米管線把自己的物質傳給不同的細菌。』(黃靜柔(譯)，2011)。「NDM-1」是目前已確認的引起細菌抗藥性的基因之一，此基因讓細菌對碳氫甙類抗生素具有抗藥性，而這類抗生素是目前重症病人的首選用藥，導致若被感染，目前尚無藥可有效治療，因此被稱為「超級細菌」，一旦此類細菌大量流行，可能引起很大的浩劫，因而被媒體稱為「末日細菌」(註五)



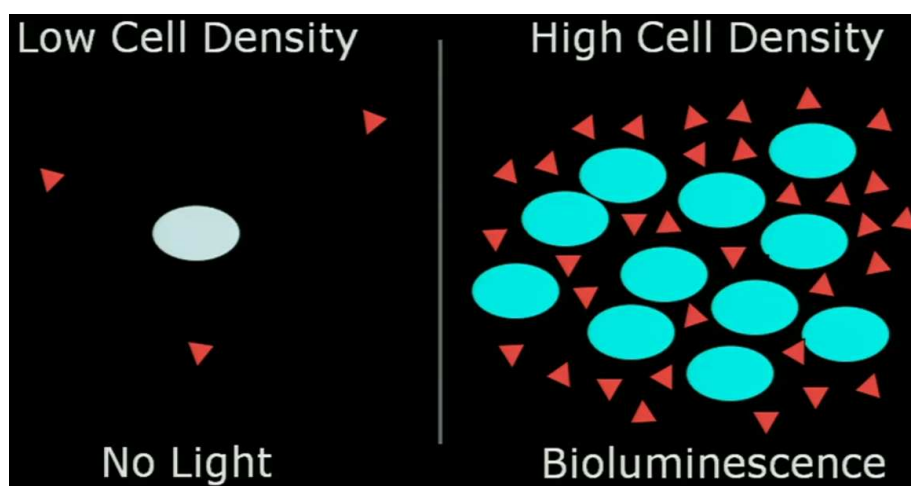
圖一：細菌的基本構造

資料來源：(註一)

## 二、同種細菌間的溝通

Bonnie Bassler 的團隊的研究材料，是來自一種海洋細菌「費氏弧菌(*Vibrio fischeri*)」，這種細菌的特徵就是會發光，除此之外完全無害。他們發現如果以單一個體懸浮在水中時，並不會發光，『當它們成長至一定數量後，所有的細菌會同時開始發光。』(Bonnie Bassler, 2009)可見它們可以辨識自己現在正處於群體之中，還是為單獨存在的。(註二)

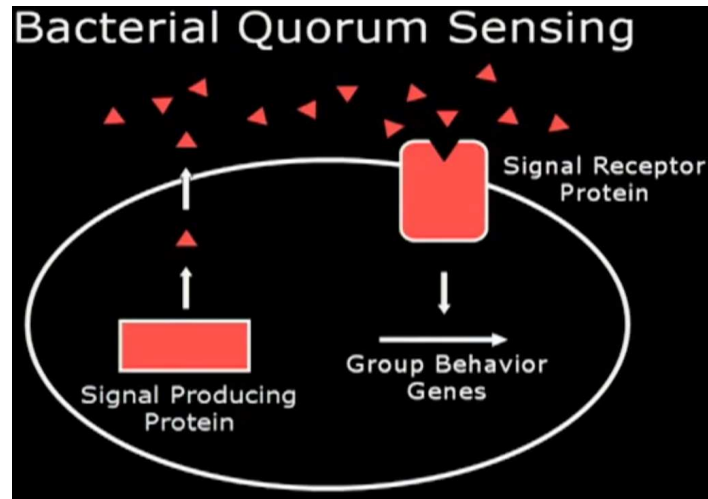
經研究得知，費氏弧菌會釋放化學分子，這種分子可以當成是這種細菌間的共通語言。如圖二左側所示，當單一個體釋放此分子時，此種分子乍看之下沒有甚麼用處，可是如圖二右側所示，當多個細菌同時釋放化學分子時，在細菌附近的分子數增加了，細菌可藉此判斷周圍的同伴有多少，當達到一定的數量之後才開始進行發光的反應。



圖二：細菌處在單獨與群體的情況 資料來源：(註二)

這是因為，在細菌的細胞膜上有一種受器，可以偵測在細胞周圍，由同種細菌製造的化學分子的數量，當達到一定數量時，就會傳遞訊息，並開始進行其集體反應。

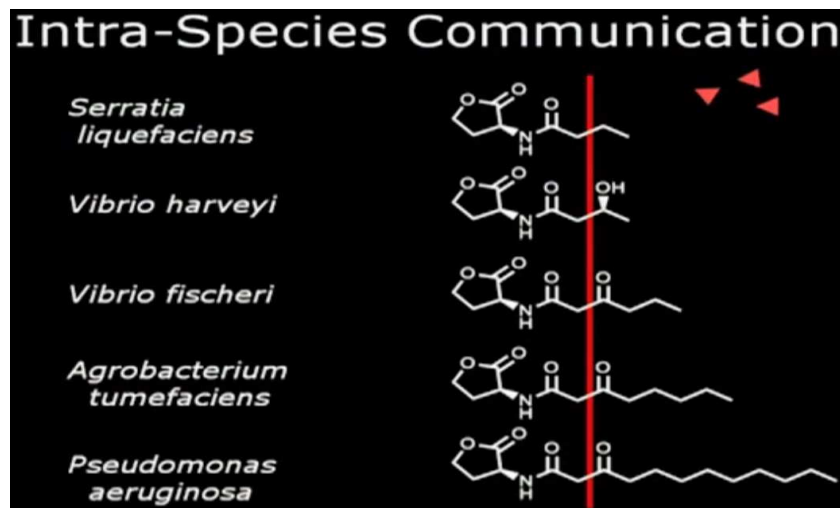
大部分的細菌都是依照此種模式來溝通的，稱為「聚量感應」，『取決於這些化學物質的數量加以統計後，所有細胞都要服從最後的結果。』(Bonnie Bassler, 2009)(註二)



圖三：細菌所用的酵素與受器 資料來源：(註二)

### 三、異種細菌間的溝通

圖四所示為各種細菌所製造的分子結構式，經過分析所得到的結果，在紅線左邊的化學結構都是一樣的，在右邊則有不同的結構，雖然整個化學結構的差異很小，但造成的差別很大，而且具有高度的專一性，只有同種才能了解，不同種之間並不能了解對方的語言。



圖四：各種細菌所使用的化學分子 (註二)

除此之外，他們發現在所有細菌裡都有一種酵素，會製造同一種的化學分子，可能是細菌世界的共通語言，當然這種分子也有專門的受器，用來和其他種細菌溝通，使所有細菌可以知道，附近所有的細菌之中，同種的有多少？異種的有多少？

邦尼·貝斯勒最新研究顯示，不同種的細菌可以干擾彼此的行為，用來調節聚量感應的化學分子稱為「自體誘導物(autoinducers)」，『海洋弧菌(*Vibrio vulnificus*)所製造的兩個自體誘導物「AI-1」、「AI-2」，在高細胞密度下，分別被「LuxN」、「LuxPQ」兩種感測器所偵測。』(wakenstep, 2006)可見其有兩種用來調節聚量感應的物質，以判斷周圍同種細菌的個數來調整聚量感應；『對大腸桿菌(*E.coli*)而言，AI-2可活化它Isr的操縱子，生產AI-2的運輸酶，將環境中的AI-2大量送往自己的細胞內。』(wakenstep, 2006)導致海洋弧菌錯估了週圍同種細菌的數量。(註三)

由此可知，細菌除了可以利用化學分子來區分同種、異種，還可以藉由讓化學分子的數量產生改變，來影響其他種類細菌的聚量感應。『各種細菌間的溝通，和他們發展的機制，以及通信的干擾。也許不過是它們對操縱化學通訊的許多狡猾策略之一。』(Jennifer Michalowski, 2005) (註四)

#### 四、以干擾細菌間溝通達到疾病治癒

目前治療細菌造成的疾病，藥物均以抗生素為主，抗生素的原理為抑制細胞壁的合成，使細胞壁結構不完整且脆弱，容易裂體而亡。因為細菌間以化學分子來進行溝通，將聚量感應分子分析後，改造成反聚量感應分子，則可有效達到治療效果，這也可能就是下一世代的抗生素，雖然還在研究階段，但至少為現今多重抗藥性細菌的問題打開了一個窗口。

#### 參●結論

細菌是單細胞的個體，雖然在自然界中小到肉眼也看不到，但仍然扮演著很重要的角色，他們的這種聚量感應，讓我想到了「團結力量大」，這亙古不變的道理。就像是社會運動，如果只有一個人支持某個理念，其影響力可能不大；但如果很多人都認同的話，那造成的影響力就會很大了。這種互相傳遞訊息，並經確認後所產生的集體行為，讓我聯想到這或許與我們多細胞生物的細胞分工，有著密切的關聯，希望之後有機會能再進一步做這部分的探討。

#### 肆●引註資料

註一：李中文(譯)(2006)。細菌之謎。晨星出版有限公司

註二：Bonnie Bassler。Bonnie Bassler 談細菌如何溝通。2013/01/28。取自 [http://www.ted.com/talks/lang/zh-tw/bonnie\\_bassler\\_on\\_how\\_bacteria\\_communicate.html](http://www.ted.com/talks/lang/zh-tw/bonnie_bassler_on_how_bacteria_communicate.html)

註三：Wakenstep(2006)。為何感覺不到你的存在—受的干擾的細胞溝通機制。2013/1/29。取自

[http://www.sciscape.org/news\\_detail.php?news\\_id=1954](http://www.sciscape.org/news_detail.php?news_id=1954)

註四：Jennifer Michalowski(2005)。Say what? Bacterial conversation stoppers。2013/1/29。取自

[http://www.eurekaalert.org/pub\\_releases/2005-09/hhmi-swb092905.php](http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2005-09/hhmi-swb092905.php)

註五：黃靜柔(譯)。社群網路—奈米線。2013/1/29。取自

<http://life.nctu.edu.tw/~hlpeng/klbbs/20110307.htm>