

2011.03.18

# Assistant Professor Naoki Osada 演講摘要 粒線體與核基因組的補償性演化： 靈長類呼吸鏈複合基因的證據

Assistant Professor **Naoki Osada**

Department of Genetics, Graduate School for Advanced Studies,  
Mishima, Japan.

王弘毅 副教授 謝佳宏

過去的研究指出，哺乳動物尤其是靈長類粒線體的基因演化非常快速。這樣的現象被認為與維持哺乳類恆定體溫和靈長類擁有較大的大腦有關，反映出達爾文所提出的適應性演化。

粒線體有許多特殊的遺傳特徵，例如高突變率，使粒線體較易產生有害突變。此外粒線體大約只有體染色體1/4的有效族群量。族群數量與天擇的效應有關。當族群數量較大時，天擇作用較大。但粒線體的族群數量比核內基因小，所以天擇作用較弱。最後由於粒線體缺乏重組，其基因組突變的累積，符合穆勒的制動齒輪假說 (Muller's ratchet)。制動齒輪是一種具有防倒轉的特殊的裝置，只能向單一方向轉動。也就是說，隨著時間的推移，粒線體的突變會逐漸累積，無從藉由重組被淘汰。



2011.03.18

Dr. Osada 醫學院演講

因此，粒線體的快速演化，有可能是由於哺乳類代謝率增加，產生較多的自由基導致突變率升高，而與適應性演化無關。由於粒線體的基因必須與細胞核內基因共同作用，前者的高突變率，應該會加速導致核內基因也產生適應性的補償性突變 (**adaptive compensatory mutation**)。

作者根據理論與電腦模擬指出如果1)粒線體基因組突變率大於核基因組以及2) 未產生補償性突變前的過渡型具有較低的適應性，則核基因組中補償性突變的演化會加速。

為了檢測這個想法，作者研究靈長類色素細胞色素氧化酶 **c (COX)** 複合體的演化模式以及蛋白質結構的改變。這個複合體是由核與粒線體的基因所共同組成。結果發現蛋白質三級結構中位置接近的胺基酸，如果是分別由核基因與粒線體基因所共同組成的，其偶合改變 (**coupled mutation**) 有增加的情形。但如果相近的胺基酸是由兩個不同的粒線體基因或是兩個核內基因所組成，則沒有上述的情況發生。此外作者也觀察到，在粒線體發生改變後，核基因的改變速率也會增加。而且速率的增加與相對位置的遠近有關，接近的位置改變較快，較遠的位置則變慢。以上的發現說明了靈長類 **COX** 核內基因的加速演化是由於補償性突變累積所導致的。



2011.03.18

參與演講人員踴躍