

共生がもたらす多様性

Symbiosis produces the biodiversity

海洋には共生によって多様な生物が生息しています。

In the ocean, the various species with symbiosis are living.

共生は2つ（または複数）の異なる生物種が相互作用しながら生息することです。海洋には共生関係をもつ生物が沢山います。たとえば、クマノミとイソギンチャク（Fig1A）やシャコガイと外套膜に生息する褐虫藻（Fig1B）やシロウリガイとエラに生息する化学合成細菌といった生物がいます(Fig.1C)。

Symbiosis is a close relationship between the individuals of two (or more) different organisms. There are many symbiotic relationships in the ocean. For example, clownfish and sea anemone (Fig1A), giant clams and zooxanthellae in the clam mantle, and *Calyptogena* clams and chemosynthetic bacteria in the clam gill tissue.

→Fig.1 A:クマノミとイソギンチャク. B:シャコガイと褐虫藻. C:シロウリガイ類と化学合成細菌. A: clownfish and the sea anemone. B: giant clam and zooxanthellae. C: *Calyptogena* clams and chemosynthetic bacteria.



共生関係では、共生する生物が小さい方を共生者といい、体が大きい生物を宿主といいます。共生関係には、宿主の表面や消化管や体表のくぼみ部分に共生者が生息する体外共生（例えば、クマノミとイソギンチャクやシャコガイと褐虫藻）(Fig.2A)と宿主の内部に生息する体内共生（例えば、サンゴと褐虫藻やシロウリガイと化学合成細菌など）があります(Fig.2B)。

In the symbiotic relationship, the symbiont is the smaller of the two, while the larger organism is the host. Symbiotic relationships include those associations in which symbionts lives on the body surface of the host, including internal surfaces such as the lining of the digestive track and the ducts of glands (ectosymbiosis, such as crownfish and sea anemone or giant clam and zooxanthellae) (Fig.2A), or where symbionts lives inside the host (endosymbiosis, such as corals and zooxanthellae or *Calyptogena* clams and chemosynthetic bacteria in the gill tissue) (Fig.2B).

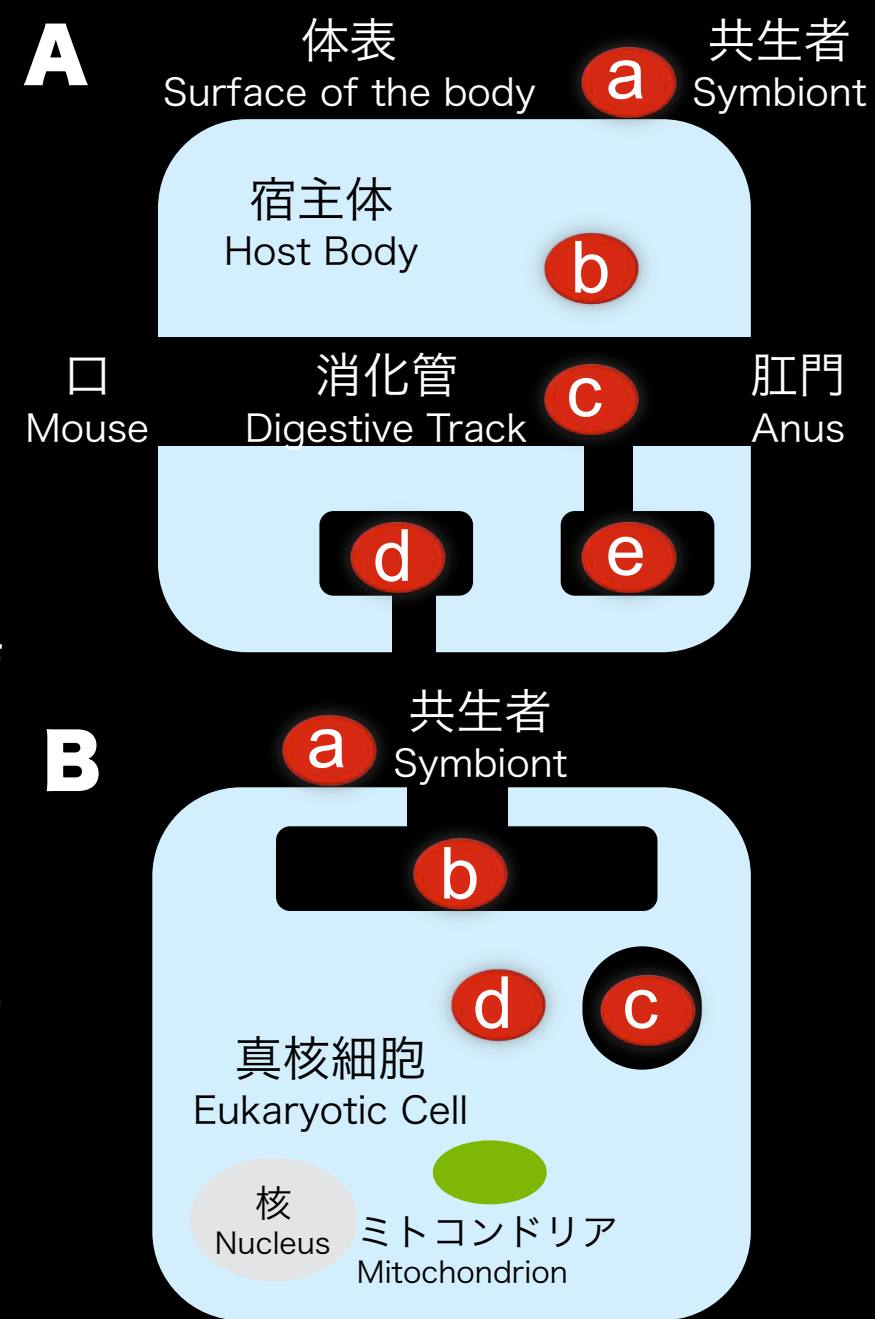


Fig2. A:体外共生(a, c, d, e)と体内共生(b); B:細胞外共生(a, b)と細胞内共生(c, d). A: Ecotosymbiosis and endosymbiosis. a, c, d, and e are ectosymbionts, but b is an endosymbiont; B: Extracellular symbiosis and intracellular symbiosis. a and b are extracellular symbionts. c, and d are intracellular symbionts.

2つの異なる生物間の相互作用は、生物が利益を得る、得ない、どちらでもないという観点で区別することができます (Fig.3)。共生関係では、相利、片利、寄生は、特に重要です (Fig.3 赤枠)。相利共生は、サンゴと褐虫藻のように、両者が得をする関係です。片利共生は、クマノミとイソギンチャクのように2つの生物間で、一方が得をして、もう一方は損も得もしない関係です。寄生は、多くの寄生虫のように、寄生者は得をして、宿主は、損をするような関係です。

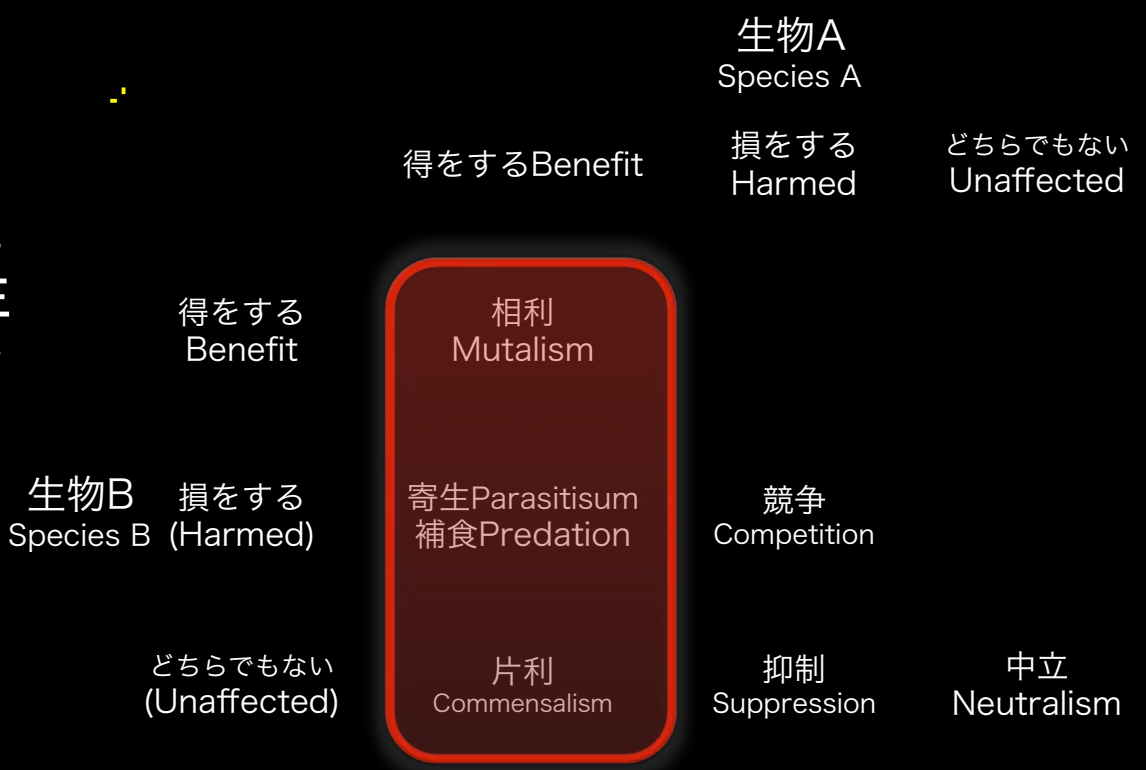


Fig3 A:相互から2つの生物間の共生関係をまとめた表. Table shows the summary of symbiotic relationship between two organisms by interaction.

Interactions between two different organisms are classified by whether each organism benefits, is harmed or is unaffected by the interaction (Fig3.). The mutualism, parasitism, and commensalism are especially important for symbiotic relationship (Fig.3, red box). Mutualism is the type of symbiotic interactions that both organisms benefit (such as, corals and zooxanthellae). Commensalism is a type of relationship between two organisms where one organism benefits but the other is unaffected (such as, clownfish and sea anemone). Parasitism is a type of symbiotic relationship between organisms of different species where one organism, the parasite, benefits at the expense of the host (such as, pathogenic parasite).

褐虫藻

Zooxanthellae

共生 Symbiosis

▼
サンゴ類
Corals



<http://www.poe-poe.com/acromill.html>

▼
二枚貝類
Bivalves



▼
クラゲ類
Jellyfishes
など
etc.



新しい機能や住処などを獲得
Acquisition of new function and environment
化学合成細菌

(Chemosynthetic Bacteria)

共生 Symbiosis

▼
多毛類
Polychaeta



▼
二枚貝類
Bivalves



▼
巻貝類
Snails
など
etc.



新しい機能や住処などを獲得
Acquisition of new function and environment

Fig.4 褐虫藻や化学合成細菌からみた共生の多様性. Diversity of symbiosis for the zooxanthellae and chemosynthetic bacteria.

褐虫藻は、例えば、サンゴ類、二枚貝類、クラゲ類など、様々な海洋生物と共生関係を築きながら生息しています。また、化学合成細菌も同様に、多毛類や二枚貝類や巻貝類などの様々な生物と共生しています。2つの生物が共生することで、宿主は、新しい機能や新しい環境に生息することができます。共生によって生物の多様性が生じます。

Zooxanthellae live in the various marine organisms by symbiotic relationship, such as corals, bivalves, and jellyfishes etc. Chemosynthetic bacteria also live in the various marine organisms by symbiotic relationship, such as polychaeta, bivalves, and snails, etc. For the symbiosis, the hosts have new function, and live in the new environment. Biodiversity produced by the symbiosis.

真核細胞の祖先は、すくなくとも1つ以上の原核生物が関係する共生コンソーシアであったと考えられています。真核細胞のオルガネラであるミトコンドリアや葉緑体の起源は原核生物であり、これらオルガネラは細胞内共生者として細胞に取り込まれたと考えられます。ミトコンドリアは、好気性細菌の α -プロテオバクテリア、葉緑体は光合成細菌であると考えられています。共生は生物の進化や多様性に重要な役割を果たしています。

The ancestor of the eukaryotic cells was the symbiotic consortium of prokaryote cells with at least one and possibly more species involved. The origins of mitochondria and chloroplasts, which are organelles of eukaryotic cells were taken inside the cell as endosymbionts. Mitochondria developed from α -proteobacteria and chloroplasts from cyanobacteria. The symbiosis plays the important role for evolution and diversity of life.

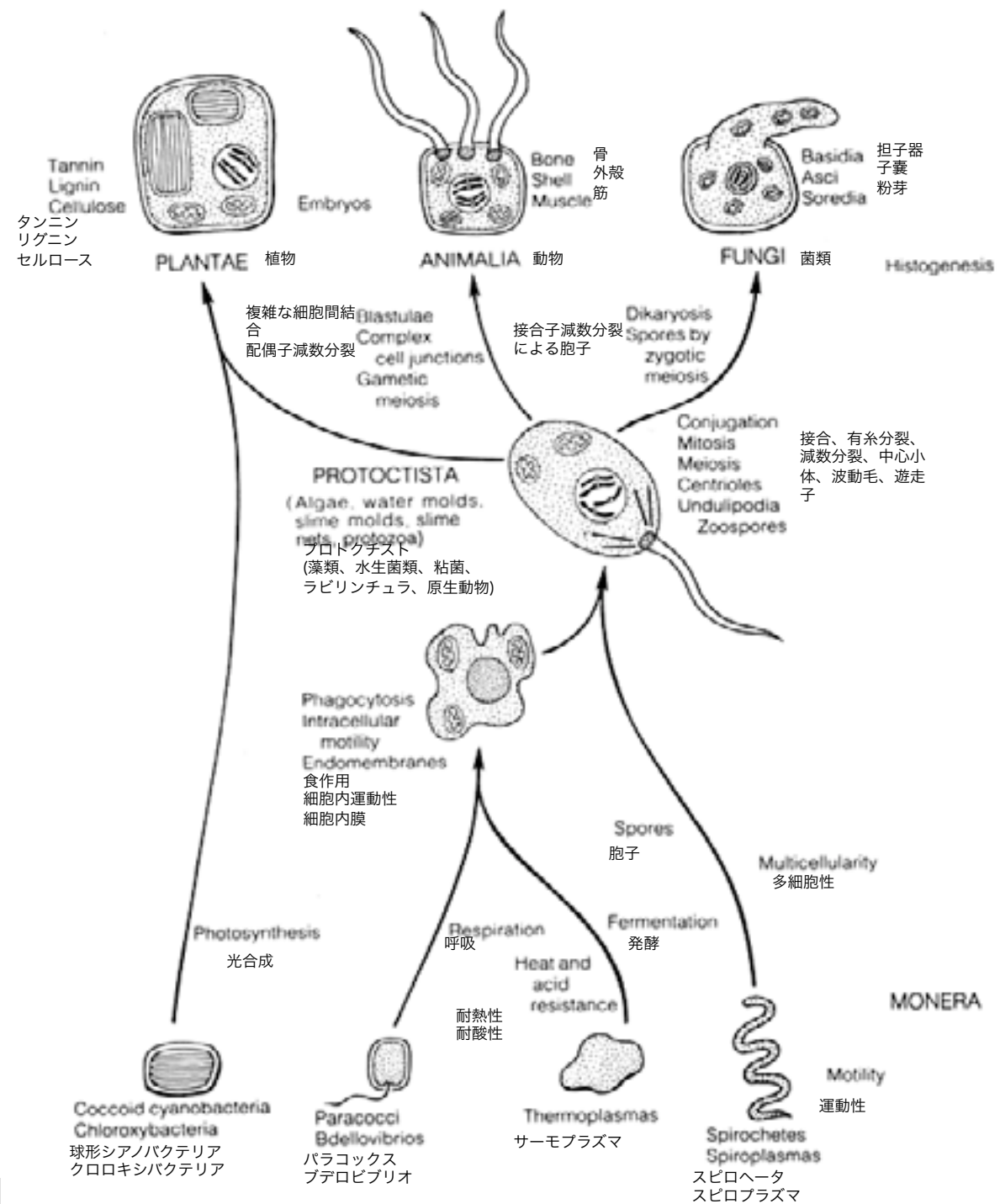


Fig. 5 マーギュリスの真核細胞の細胞内共生説. Endosymbiotic theory of eukaryotic evolution was proposed by Margulis.