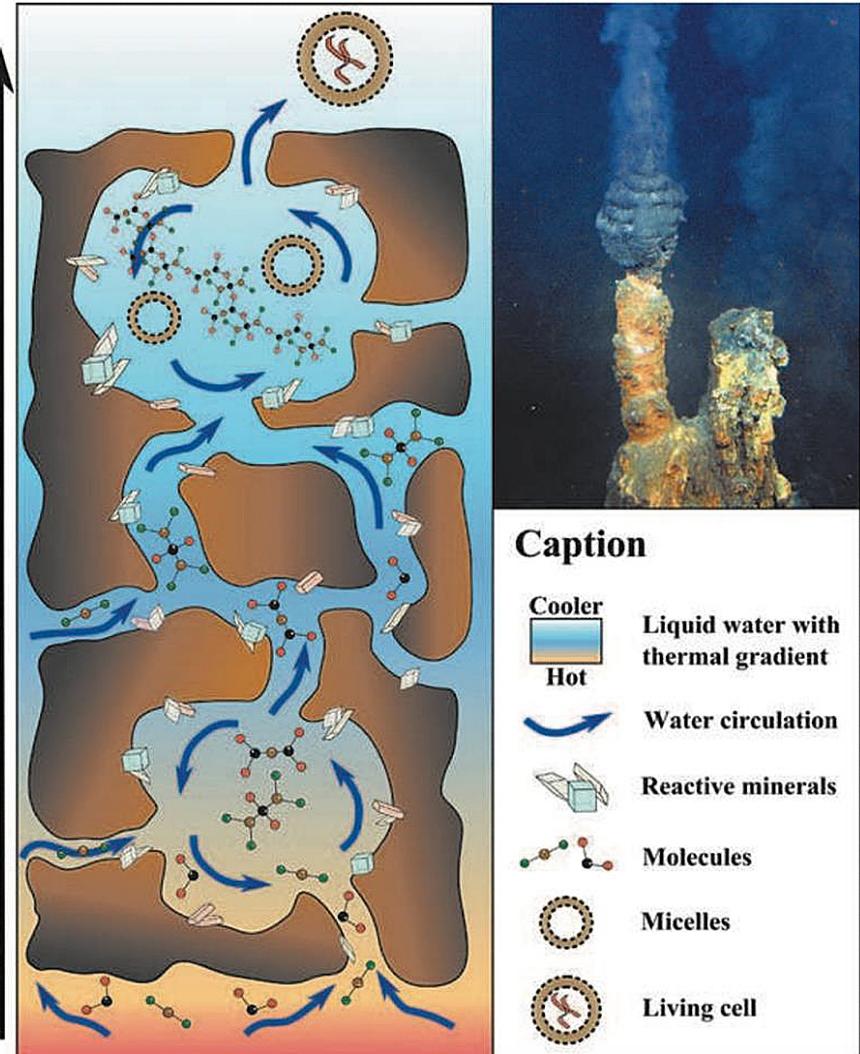


細胞がナトリウムではなくカリウムを選んだ理由



(出典: Life 2020, 10(5), 52; <https://doi.org/10.3390/life10050052>)

主な成分・イオン	生命環境における主要無機イオンの比較（単位:mmol/L、pHは数値）				
	約40億年前の海水(推定)	微小孔(アルカリ性炭酸塩チムニー)	LUCA細胞内液(推定)	哺乳類細胞内液	現代の海水
Na ⁺ (ナトリウム)	10~100	←(同程度)	5~20	約10~15	約470
Cl ⁻ (塩化物)	10~100	←	5~40	約3~10	約550
K ⁺ (カリウム)	10~50	↑	80~160	約130~150	約10
Mg ²⁺ (遊離)	10~50	↓	0.5~2	約0.5~1	約53
Ca ²⁺ (遊離)	10~50	↓	約0.0001	約0.0001	約10
PO ₄ ³⁻ (リン酸)	微量	←↑	5~30	約1~10	約0.5
SO ₄ ²⁻ (硫酸)	数~数十	↓	0.5~数	約0.5前後	約28
CO ₂ (溶存・無機炭酸)	数百~数千	↓	間接的に関与	間接的に関与	約2
【pH】	約5(酸性)	↑	6.8~7.4	約7.2	約8.1

◆他の惑星に「細胞」と呼べる構造を基本にした生物が居た場合、優先的に用いている元素の種類が違っていても驚くべきことではないが、以下に述べるのは、あくまで地球上に生まれ育った生物の話である。

◆細胞がカリウム(K⁺)を選んだのは、酵素やタンパク質の安定性、膜電位形成の効率、そして水和構造の違いによって、生命活動にとってK⁺がより適したイオンだったからである。ナトリウム(Na⁺)は外界に豊富であるが、細胞内では不安定要因となりやすいため、生命は能動的にK⁺を選んだ。

◆【進化的背景】・原始の海水はNa⁺が豊富であったが、熱水噴出孔の微小孔環境では相対的にK⁺が濃縮されやすかったと推定される。・生命はその環境を利用し、やがてNa⁺を排出しK⁺を保持する能動的な仕組み(Na⁺/K⁺ ATPaseなど)を獲得した。

◆【酵素活性の安定化】・多くの酵素は高K⁺・低Na⁺環境で最も安定して働くことが知られている。・Na⁺が多いとタンパク質の立体構造が乱れやすく、リン酸基やヌクレオチドの安定性が損なわれる。・K⁺は酵素の活性中心やRNAの折り畳みに適したイオンであり、生命の化学反応を支えるものである。

◆【膜電位の形成】・細胞はNa⁺を外に、K⁺を内に保つことで静止膜電位を作り出す。・この電位差が神経伝達や筋収縮の基盤となり、生命活動の「電気的リズム」を可能にした。

◆【水和構造の違い】・Na⁺は小さなイオン半径を持ち、水分子を強く引き寄せて厚い水和殻を形成する。・そのため、Na⁺はチャネルや酵素の結合部位に入り込みにくく、逆にK⁺は水和殻が薄く、選択的に透過・結合しやすい。