中房温泉の高温からの温度低下にそった微生物のエネルギー代謝の変化と太古代の生物進化との関係

松浦 克美[1, 2], 河合 繁[3], Shawn E. McGlynn[2]

[1] 代謝初期進化研, [2] 東工大 ELSI, [3] JAMSTEC

地球の地質年代と地表推定温度

冥王代	太古代 （始生代）	原生代	顕生代

46　40　25　5.4　0

億年前

推定温度　100℃　50℃　30℃　20℃

中房温泉：長野県安曇野市　硫黄泉（硫化水素型，アルカリ泉）

源泉数　30カ所以上
（すべて自然湧出）
温度　60℃～95℃
湧出量　2000 L/min 以上

pH 8.0～9.5
硫化水素イオン　200～400 μmol/L
硫酸イオン　150～300 μmol/L
炭酸水素イオン　1.5～2.5 mmol/L

中房温泉の光合成微生物群集と化学合成微生物群集

合戦の湯:泉源86℃ 水平に近い流れ

86℃

66℃

56℃

古事記の湯:泉源80℃ 垂直に近い流れ

78℃

63℃

58℃

中房温泉の各高温領域と成育微生物群集

温度: 45℃ - 90℃，流速: 0.1 – 1200 mm/s，硫化水素: 0 – 300 µmol/L，酸素: 10 - 180 µmol/L

90℃　70℃　62℃　45℃

化学合成
微生物群集

酸素非発生光合成
微生物群集

酸素発生光合成
微生物群集

・色（吸収スペクトル）と部分的な遺伝子解析からの推定
・それぞれの群集の詳しい構成はわかっていない

研究の進め方

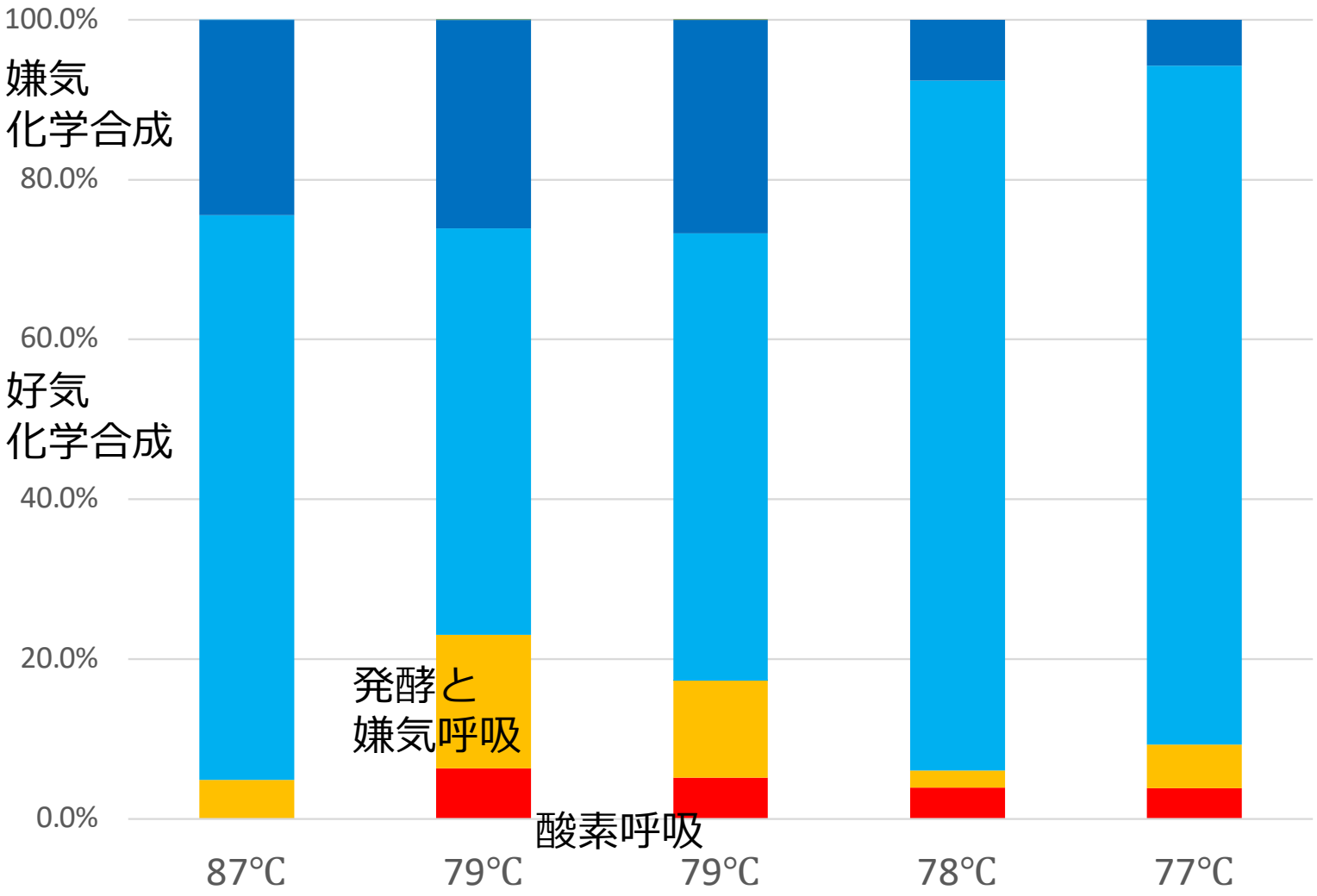
1. 微生物マットを 0.2 g 程度ずつサンプリングする.
2. 温度，pH，酸化還元電位，酸素濃度，硫化水素濃度，流速を測定する.
3. 各サンプルからリボソーム遺伝子の一部をPCR増幅し，40,000 程度のDNA配列を決定する.
4. 得られた配列を種ごとに分類し，種ごとの数を求める.
5. 種ごとにエネルギー源* を推定し，エネルギー源の割合をグラフにする.

* 嫌気化学合成，好気化学合成，酸素非発生光合成，酸素発生光合成，発酵・嫌気呼吸，酸素呼吸

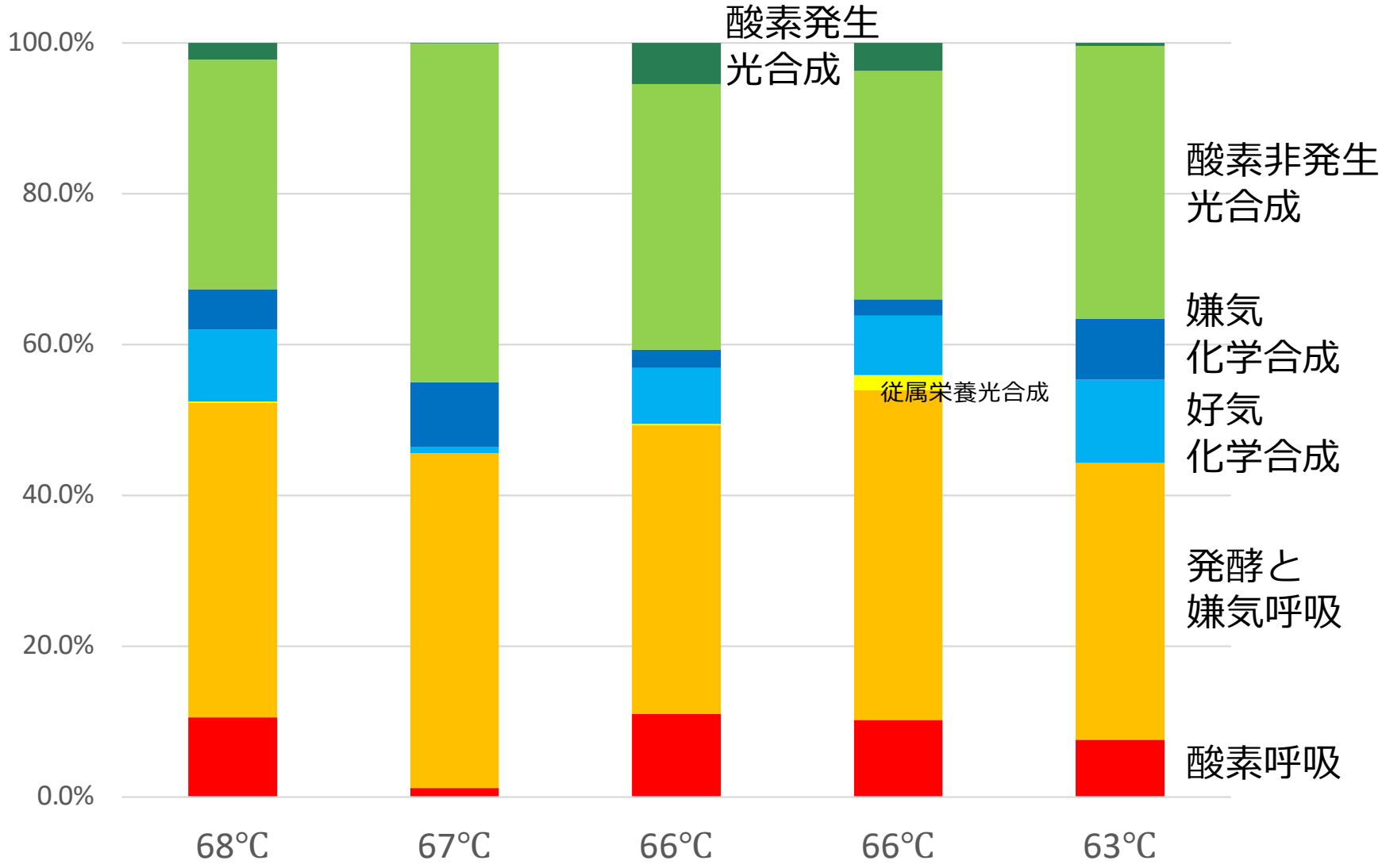
微生物の生き方による種類分け：炭素源とエネルギー源に注目して

炭素源	エネルギー源	酸素なし （嫌気）	酸素あり （好気）
CO_2	無機物の 酸化還元	嫌気化学合成	好気化学合成
	光	酸素非発生光合成	酸素発生光合成
有機物	有機物の酸化	発酵・ 嫌気呼吸	酸素呼吸

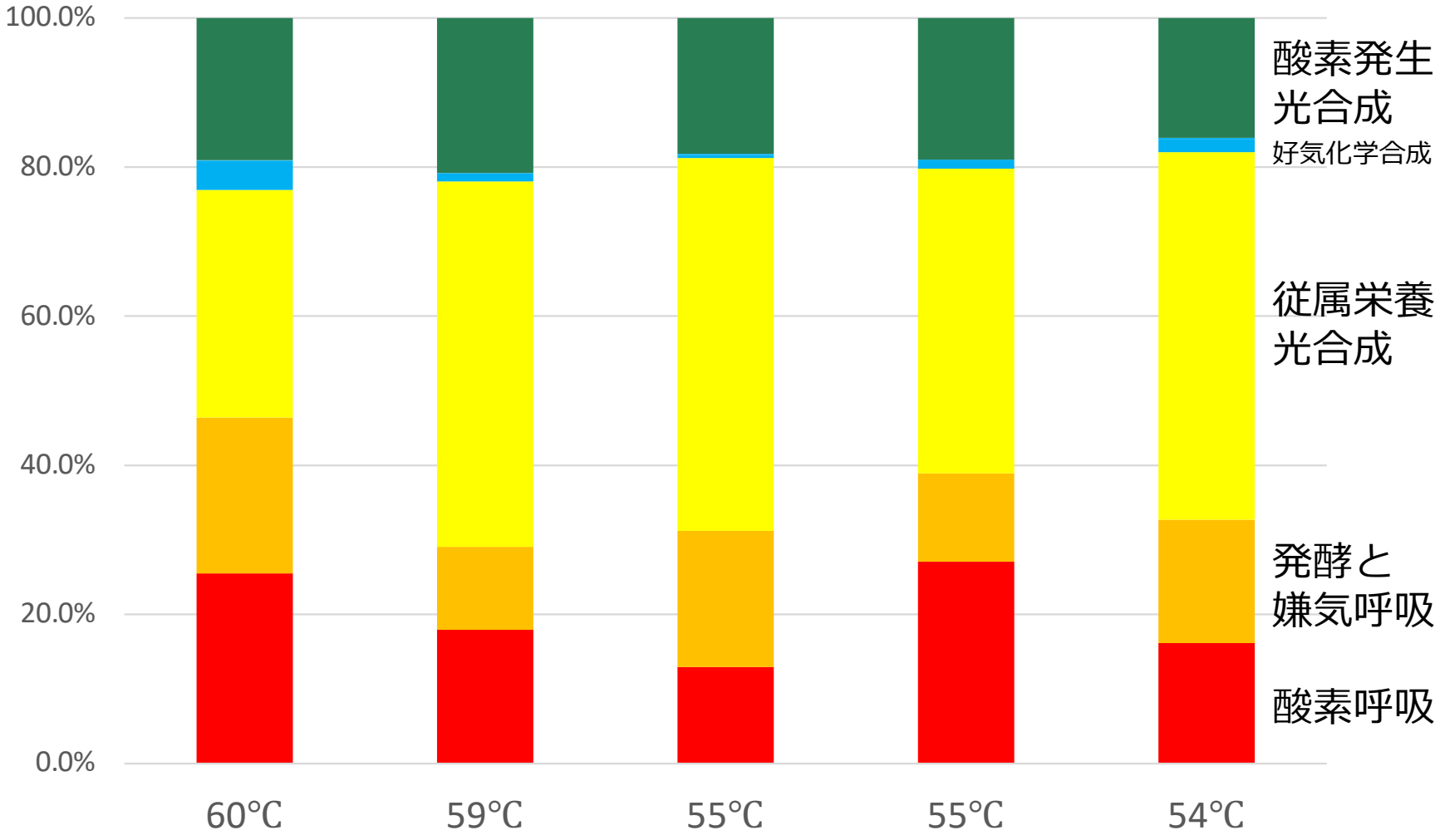
化学合成微生物群集のエネルギー代謝ごとの微生物の割合



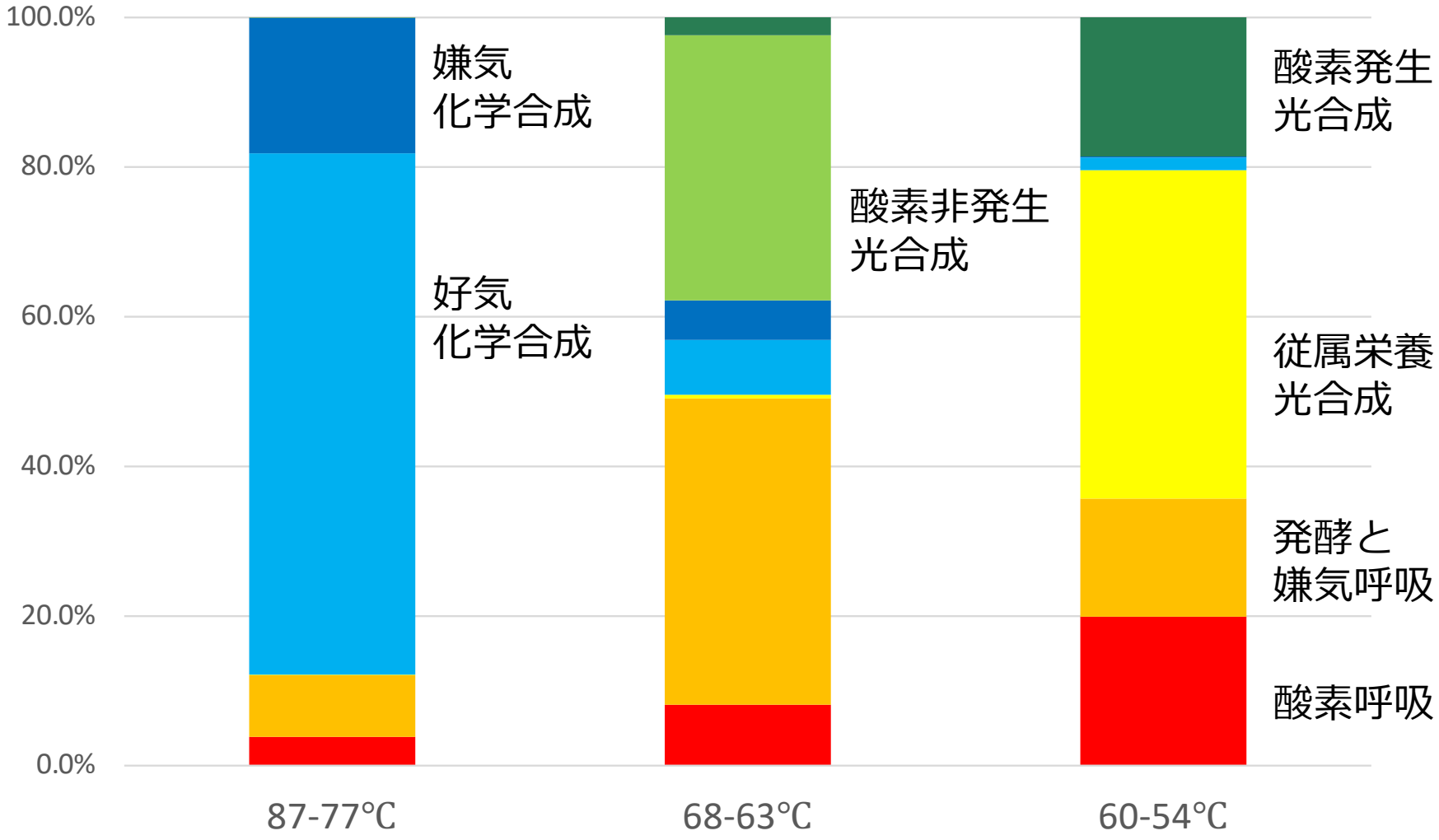
酸素非発生光合成微生物群集のエネルギー代謝ごとの微生物の割合



酸素発生光合成微生物群集のエネルギー代謝ごとの微生物の割合



温度低下に伴う微生物のエネルギー獲得様式の変化



研究のまとめ

中房温泉の高温からの温度勾配にそって見られる微生物群集は,

1. 化学合成，酸素非発生光合成，酸素発生光合成の順である.
2. 太古代の生物進化の過程を再現している可能性が高い.
3. 太古代の生物進化に関連して，さらに詳しく調べる意義がある.
4. 進化に重要な様々な微生物が目に見える形状で成育しているので，教育にも活用できる.