

月面における液体水素貯蔵の研究

(高効率熱交換チューブとボイルオフガス/冷凍機ループによるタンク冷却システム)

名古屋大学 航空宇宙工学専攻

月面に存在する水から、電気分解により液体水素・酸素を製造し、ロケットや探査車に利用することが検討されている。月面での限られたリソースにより液体水素の製造レートは極めて少ないため、極低温の液体水素・酸素の蒸発率を抑えつつ、地球から月面に輸送する質量や、月面での消費電力を最小化する必要がある。従来のMLI(多層断熱)による断熱のみでは不十分である。そこで本研究では図1に示

す蒸発した水素蒸気、及び冷凍機により冷却した低温ヘリウムガスによりMLI層間を冷却し、太陽光や月面からの入熱を低減する手法を提案する。設計には2流体の熱交換性能が重要となるため、冷凍機と各種形状のチューブを利用した真空中試験を実施した(図2)。

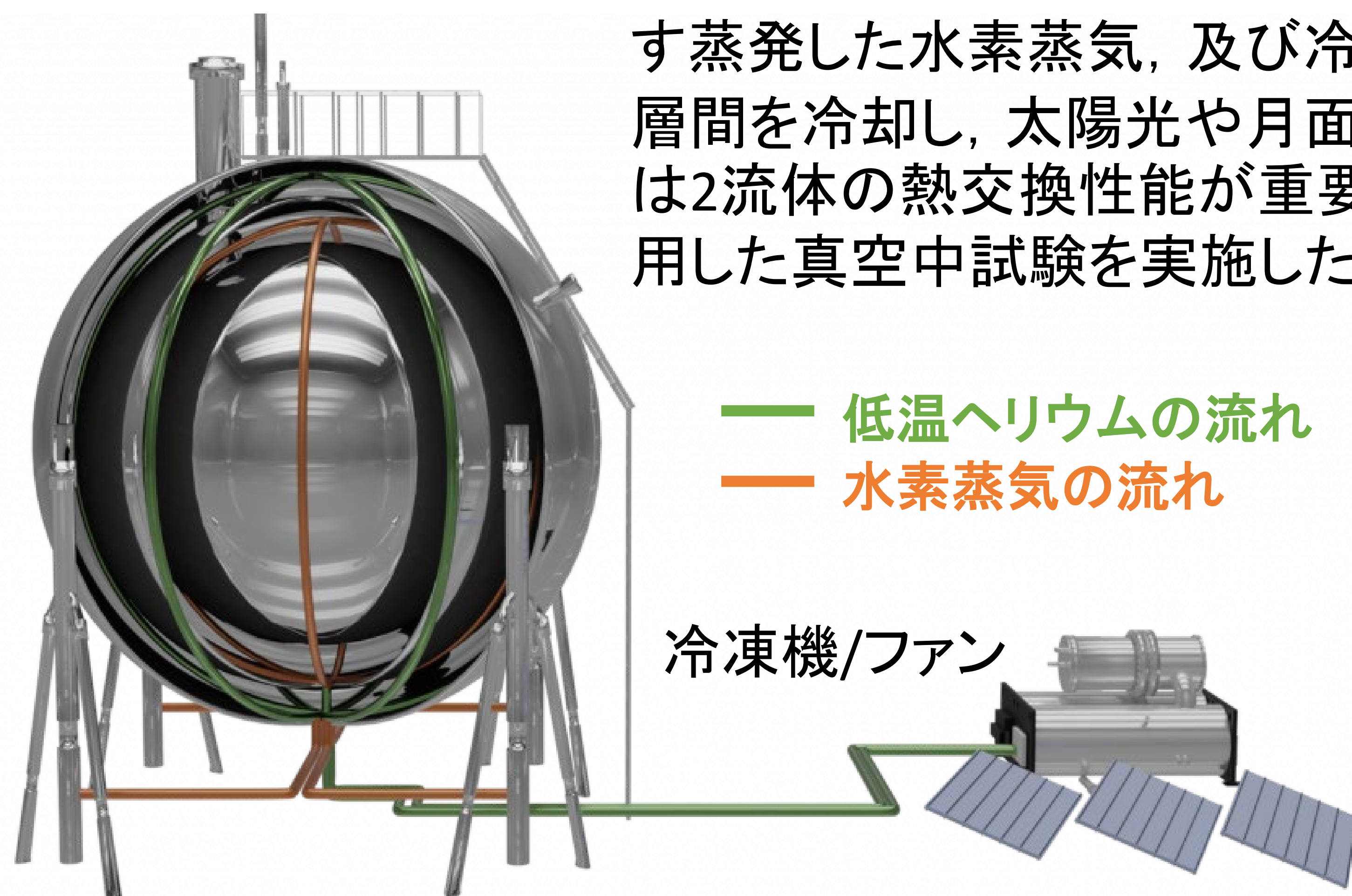


図1 提案する貯蔵システム



図2 冷凍機による真空熱交換試験

本方式ではヘリウム温度・流量に加え、MLIの何層目に2流体を導入するか等の最適化要素を含む。図3はこれらを入力変数とした蒸発率、冷凍システム質量の解析結果である。両者は相反関係にあることが読み取れる。この結果を基に最適設計点を選定した。図4に本方式と各種方式の質量と蒸発率(対製造レート%)を示した。①のMLIのみでは製造した液水のうち22.5%が蒸発し、一方⑤～⑧の蒸発0%の構成では400kg近い質量を要す。③の本方式は製造レートに対し2.5%と無視できる程度の蒸発率を達成でき、質量も100kg強と他の方式にバランスに優れていることが示された。低蒸発率を省電力、軽量に実現する本方式により地上産業への貢献を目指したい。

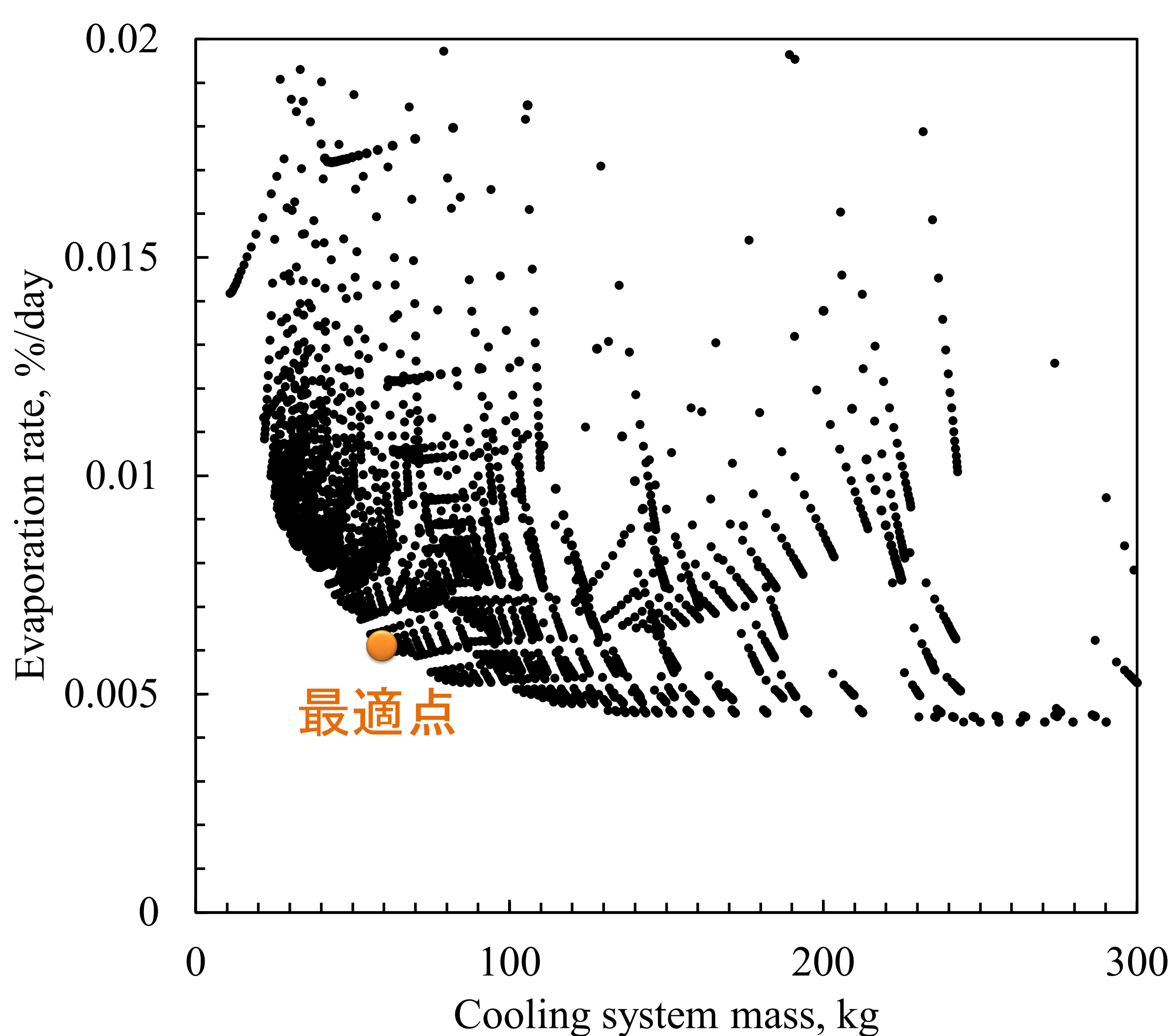


図3 提案方式の最適点探索解析と選定した最適点

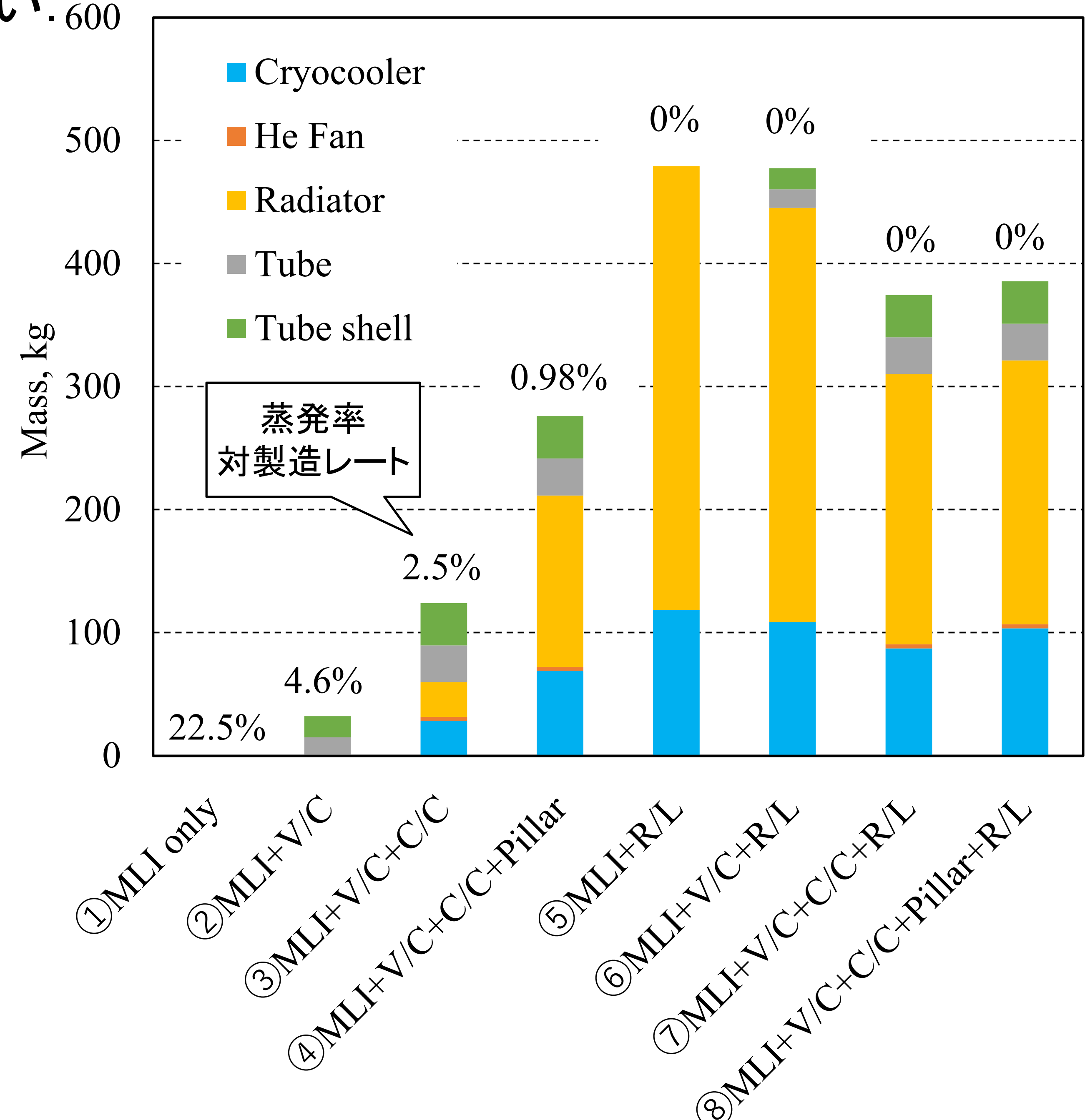


図4 各種方式の質量構成と蒸発率の比較(③が提案方式)