

# P-109 Contamination Monitoring and Control for the Aerogel in the Tanpopo Mission

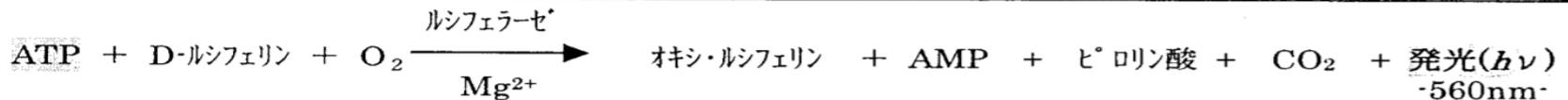
○佐々木聰(1)、小船井啓介(2)、今仁順也(1)、田端誠(3)、今井栄一(4)、矢野創(5)、堀川大樹(6)、石橋之宏(7)、河口優子(8)、癸生川陽子(9)、三田肇(10)、奥平恭子(11)、小林憲正(9)、山岸明彦(8)  
(1)東京工科大学、(2)東京工科大学大学院、(3)千葉大学、(4)長岡科学技術大学、(5)宇宙航空研究開発機構、(6)慶応義塾大学、(7)九州大学、(8)東京薬科大学、(9)横浜国立大学、(10)福岡工業大学、(11)会津大学、(9)横浜国立大学、(8)東京薬科大学

**[概要]** アストロバイオロジー研究の先駆けとして、たんぽぽプロジェクトが2015年より進行している。宇宙で捕獲した微粒子を詳細に分析するうえで、捕獲用エアロゲルの汚染を最低限に制御する必要がある。ここでは、宇宙帰還エアロゲルを加工するクリーンエリアにおける微生物による汚染を評価する方法と評価結果を報告する。生物発光を利用するATP計測により、クリーンエリアの微生物汚染を評価した。同時にエアロゾル数の評価も行った。両者の関係について報告する。

# [背景] なぜATPに着目するのか

## 1. DNAを増幅する方法と比べて、定量性がよく感度が高い測定が可能であるから。

米国产ホタル (*Photinus pyralis*) 由来のルシフェラーゼは、以下の反応を触媒します(1)。



ルシフェラーゼ反応においてATPを律速にした場合、その発光量はATP量に依存します。従って発光量をルミノメーターで測定することから、ATP量がダイレクトに定量できます(2, 3)。

### 図1 ルシフェラーゼが触媒する反応(L-L反応)

1. M. A. Deluca and W. D. McElroy, in Meth. Enzymol. 53 : 3 ; edited by S. P. Colowick and N. O. Kaplan(1978).
2. W. D. McElroy and M. A. Deluca, J. Applied Biochem, 5 : 197-209 (1983).
3. A. Lundin and A. Thore, Anal. Biochem. 66 : 47-63 (1975).

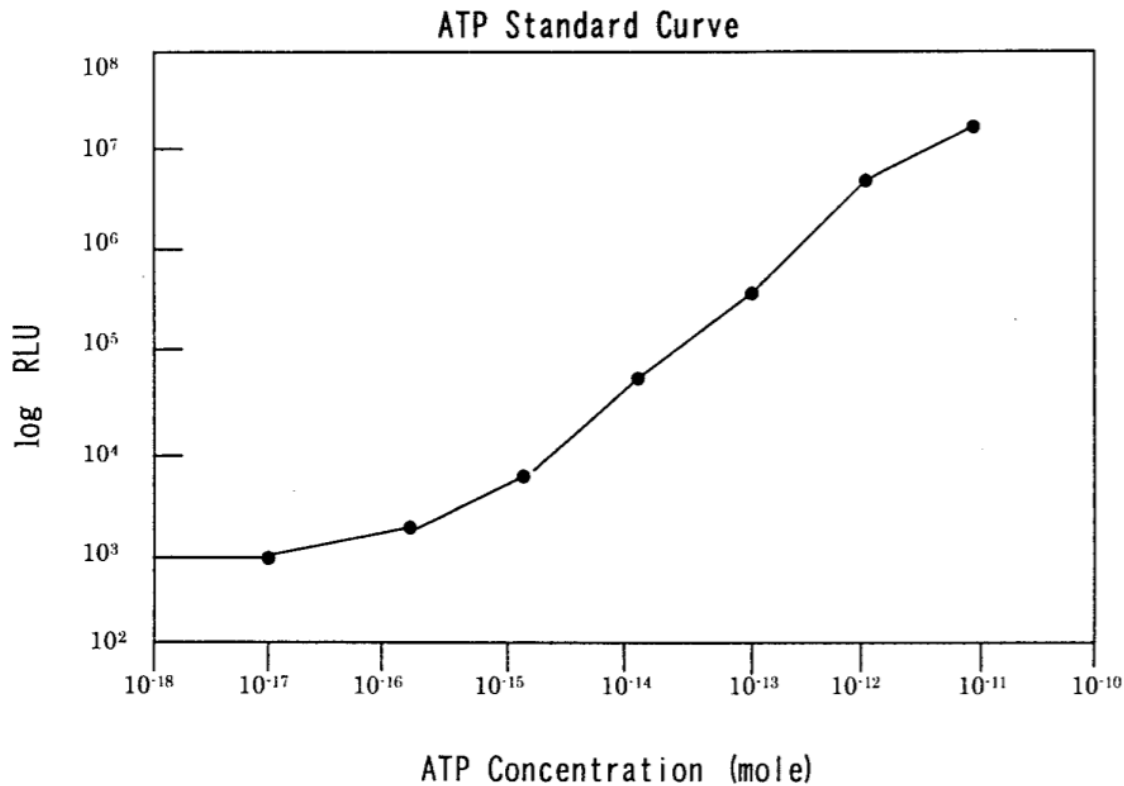


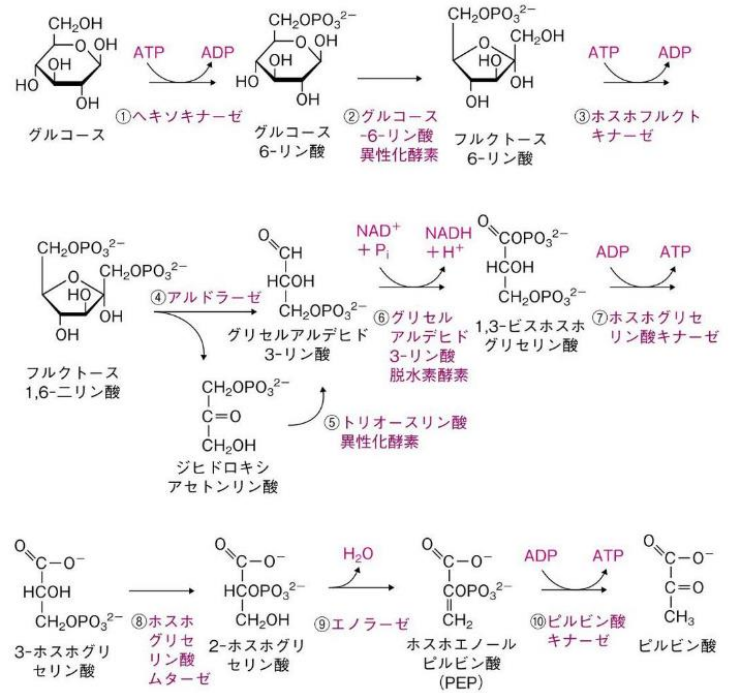
図2 発光強度のATP標準液濃度依存性

[http://search.cosmobio.co.jp/cosmo\\_search\\_p/search\\_gate2/docs/TIC\\_/LL1001.19950704.pdf](http://search.cosmobio.co.jp/cosmo_search_p/search_gate2/docs/TIC_/LL1001.19950704.pdf)

# [背景] なぜATPに着目するのか

2. ATPは生物の指標となる。  
(例:微生物は解糖系を通してATPを合成している)

∴微生物の指標としてATPを検出する系が実用化されている。



# [目的]

地球帰還エアロゲルハンドリングゾーンのATP濃度を測定すること。

# [実験]

1.

パーティクルカウンターを用いてエアロゲルハンドリングゾーンの浮遊粒子数を評価した。

2.

ATP測定キット(L-L反応型)を用いてエアロゲルハンドリングゾーンの浮遊粒子数を評価した。

# 宇宙科学研究所クリーンルーム

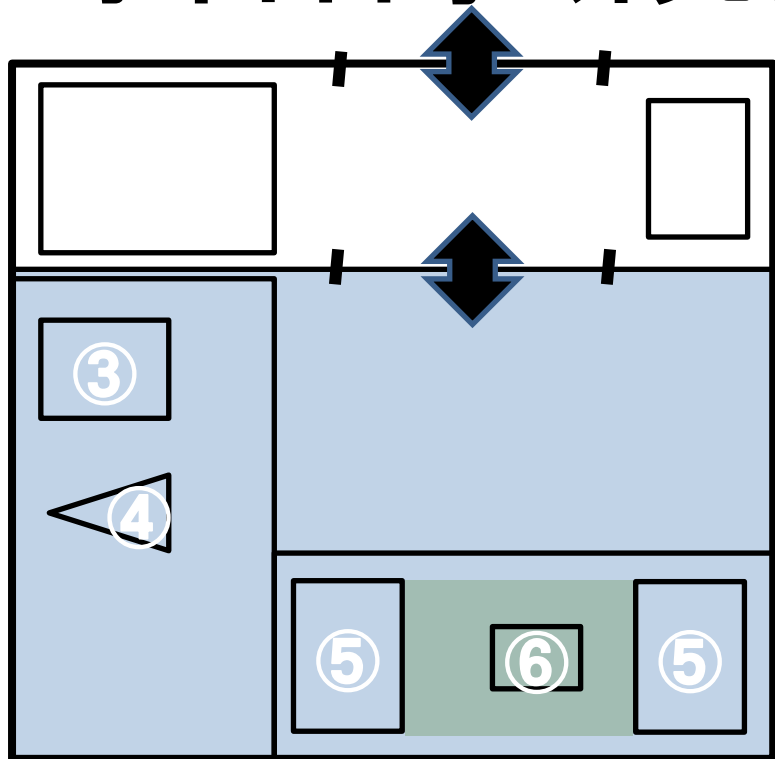


図4 クリーンルームの見取り図

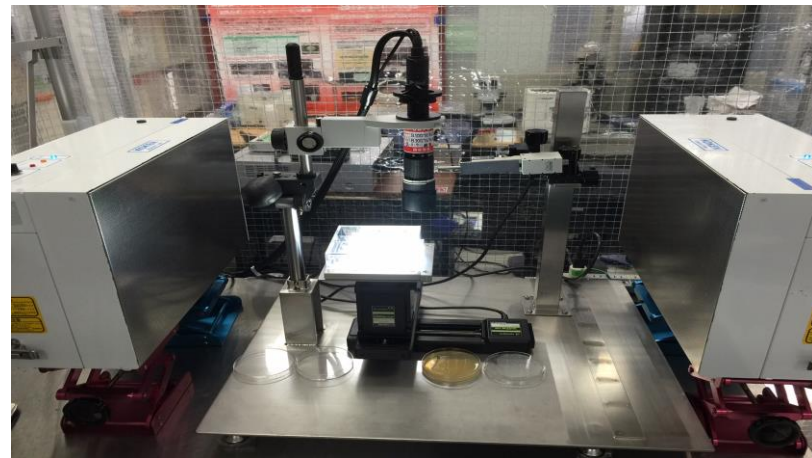


図5 エアロゲル  
ハンドリングゾーン

# デスクトップ型クリーンブース (KOACH)

装置に挟まれた空間にクリーンゾーンを形成するもの。

外形寸法	W541 mm ×D289 mm ×H334 mm
吹出し風速	約0.3 m/s

興研株式会社製

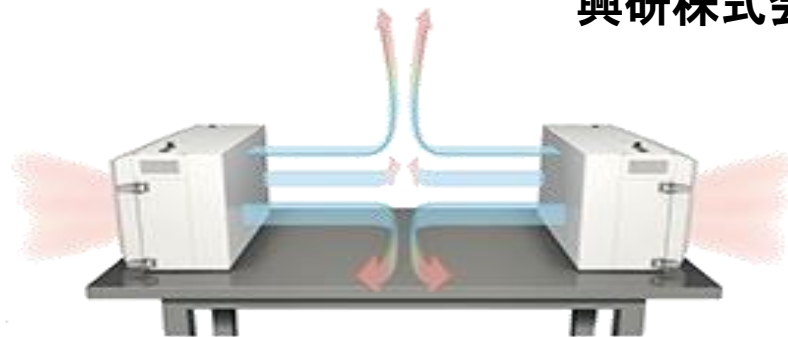


図6 デスクトップ型クリーンブース設置時と起動時のイメージ図



# ATP測定キット(L-L反応型)

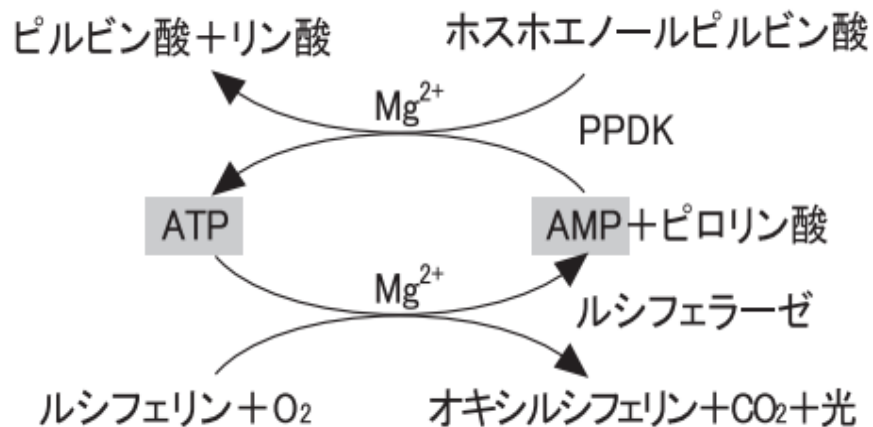


図7 ATP測定キットと用いられている反応

NASAで採用実績あり\*)



[抽出試薬]

界面活性剤(塩化ベンザル  
コニウム)

[発光試薬]

ルシフェリン  
ルシフェラーゼ  
酢酸マグネシウム  
ホスホエノールピルビン酸  
ピロリン酸  
ピルベートオルトホスフェー  
トジキナーゼ(PPDK)

\*) NASA(2010), HANDBOOK FOR THE MICROBIAL EXAMINATION OF SPACE HARDWARE, NASA-HDBK-6022

## ルシパックを用いた落下菌測定

- 30秒間振り試薬と反応させた
- 測定機器にて5回測定した
- 拭き取る範囲は宇宙サンプル用のホルダーと同サイズの13 cm四方とした

研究室内クリーンベンチ、机2ヶ所、教室、食堂、宇宙科学  
研究所内クリーンルームにて測定を行った

# [結果1]

NASA規格 クラス1000レベル

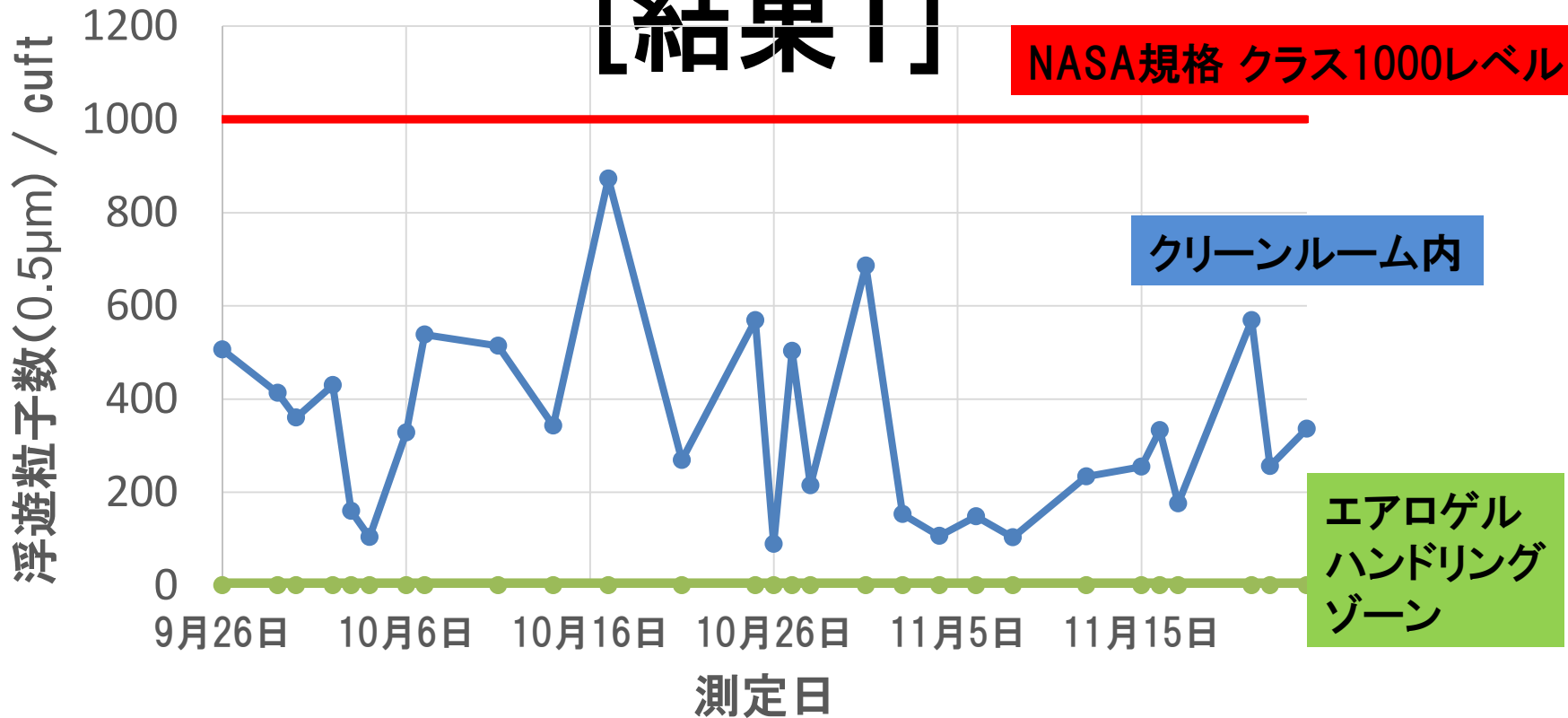


図9 クリーンルーム内の浮遊粒子数の変化

# [結果2]

n=75

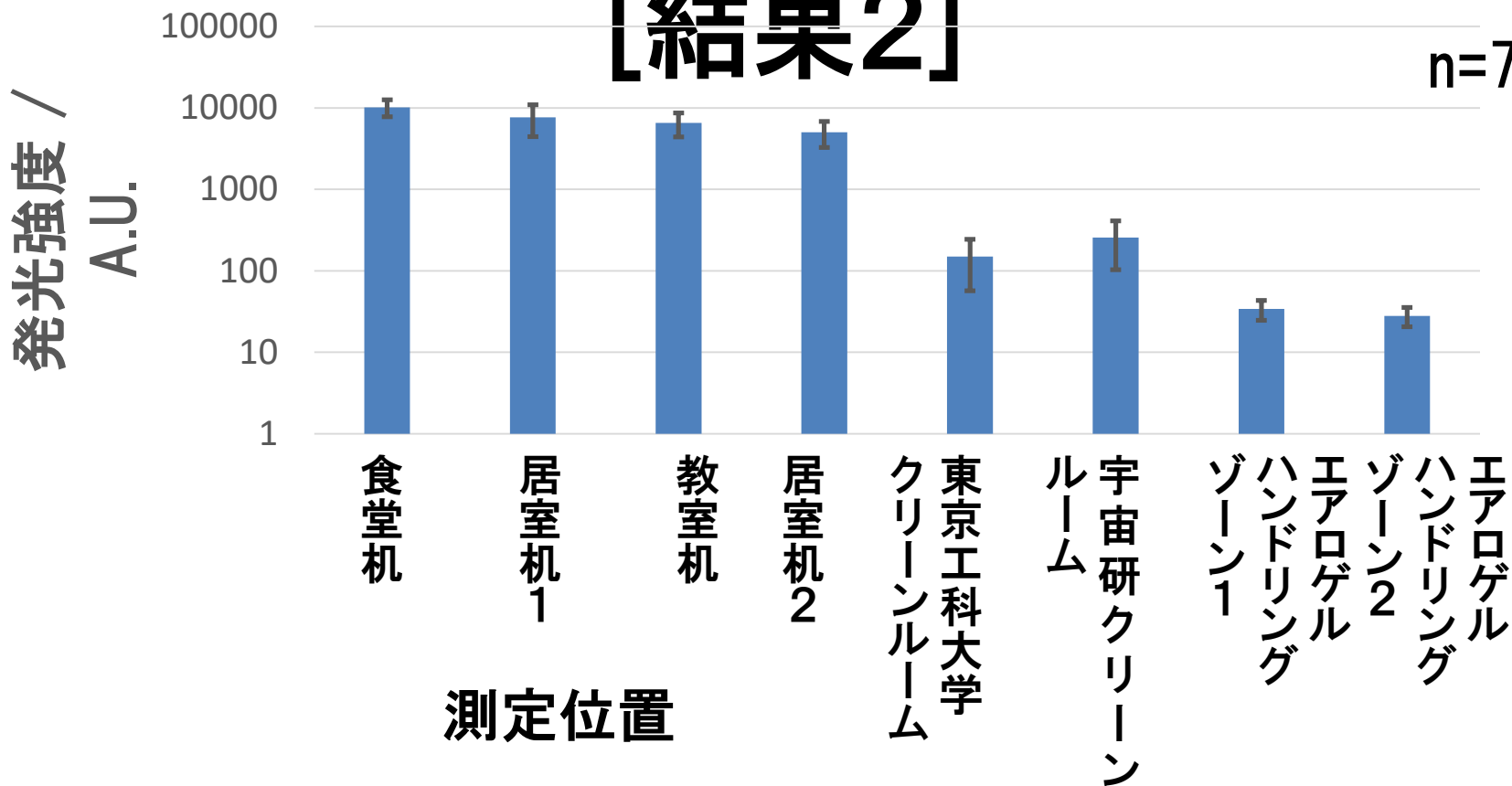


図10 PD-30の測定結果(イオン交換水値 ca. 10)

# [考察]

1. パーティクルカウンターによる評価結果：ハンドリングゾーン内測定値は0であった。

⇒ハンドリングゾーンのクリーン度は検出下限以下であり、同ゾーンの評価には感度不足であった。

2. ATP測定キットによる評価結果：ハンドリングゾーン内測定値は、一般クリーンルームの値より有意に低かった。

⇒ATP測定法は有効であることが示唆された。

# [今後]

ATP測定法⇒絶対細胞数<sup>\*)</sup>を算出するには感度不足であり、ノイズも大きかった。

## 提案

1. 光電子増倍管型の検出器を用いる
  2. 高感度ATP測定用試薬を用いる
  3. エアロゲル表面付着細胞を抽出でき、L-L反応を阻害しない溶媒を探索する
- クリーンレベルを維持しながら、上記手法を実施する  
プロトコルを案出していきたい

<sup>\*)</sup>定常期グラム陰性菌 $0.4-2.5 \times 10^{-18}$  mol/cell、グラム陽性菌 $0.4-16.7 \times 10^{-18}$  mol/cell、酵母 $0.9-18 \times 10^{-16}$  mol/cell