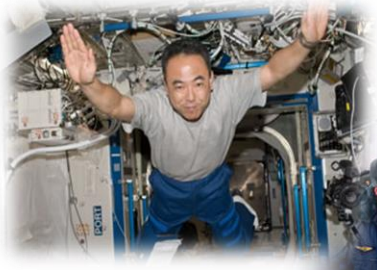
【ウェブ講座②】　重力がないと人はどうなる？

宇宙では重力がないため、宇宙飛行士は体液が上半身に移動し、方向の認識ができなくなります。また骨で体を支える必要もなくなり、ISSの中を泳いで生活しています。このような地上と異なる宇宙滞在中にはさまざまな体の変化が現れます（図）。この変化を研究する過程で、宇宙で起きる現象は人体のしくみの理解や加齢現象の対策に役に立つことが分かってきました。

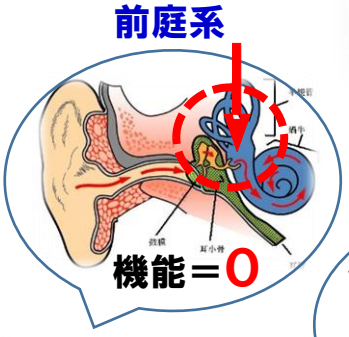
宇宙では、加齢と同じような現象が急速に進む

- 立ちくらみ（起立性低血圧）
- 体力の低下（免疫・心肺機能低下）
- 骨量減少（高齢者の 10 倍の速度で減少）
- 筋肉の委縮（10～15％委縮）
- 放射線被曝の影響（0.5-1mSv/日）



ISS 内の古川宇宙飛行士
（写真提供 NASA/JAXA）

地球帰還後



骨のリモデリング

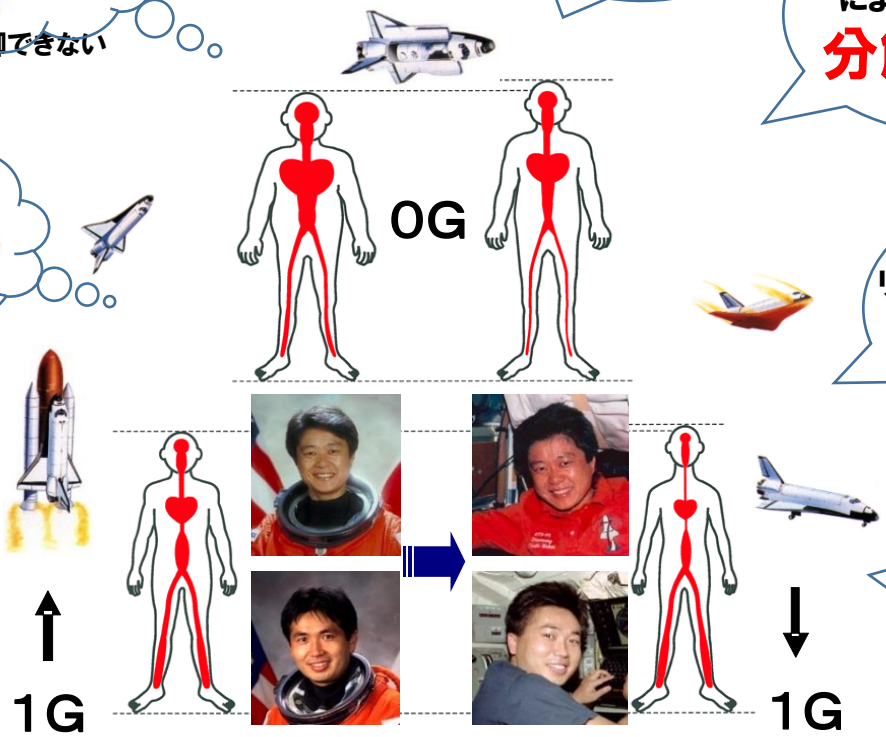
破骨細胞による　骨芽細胞による
分解＞合成

筋タンパク質

ユビキチン
リガーゼによる
分解＞合成

腸内環境

免疫低下？



（提供 NASDA）

人体の変化

このような変化は、人間が1Gの地球環境で進化してきたから起きるのです。これらの変化を軽減するために、現在でもいろいろな研究が行われています。主な変化を表にまとめました。

表　宇宙では人の体はどうなる？

人体変化	人体のしくみ	対策
体液シフト	人は通常、重力で血液や体液が下半身に集まるので、体のポンプの働きで体液を上半身に押し上げている. 重力がないと、ポンプだけが働いて、体液は体の上半身に移動して顔がむくみ（ムーンフェイスという）、足が細くなる（バードレッグという）（*J. Physiol. 2014*）. 椎間板の抑えがとれて、身長が数センチ伸びる.	数日～1週間で宇宙に適応する.
心肺機能低下	心臓の容積そのものが減少し、心肺の働きが低下する.	約 1.5 ヶ月で宇宙に適応.
宇宙酔い	内耳にある三半規管が混乱し、前庭系（三半規管根元にある）がバランス感覚をとれなくなると考えられている. これは耳石系の自律神経が関与する乗り物酔いと違う.	3～5 日で宇宙に適応.
地球酔い	1Gの地球に帰還したとき、前庭系の反射がなくなり、起立性低血圧が起きて歩けない. これは高齢者の立ちくらみと同じである.	同上
骨量減少	骨は通常、破骨細胞による骨吸収（分解）と骨芽細胞（合成）による骨形成がくり返され、年間 20～30%の骨が新しく作り替えられる. 宇宙ではこの分解と合成のバランスが崩れ、骨分解が合成より急速に進む. その結果、骨量が減少し骨粗鬆症と同じ現象がおきる. Ca は 1 日に 250 mg も尿中に捨てられる. その速度は、地上の高齢者の骨粗鬆症と比べて約 10 倍の速度で進む.	運動＋薬剤（ﾋﾞｽﾌｫｽﾌｫﾈｰﾄ）で予防（*Osteopor. Int. 2013*）. 宇宙食に VD と Ca を補う.
筋萎縮	筋委縮は、足の筋肉（下肢三頭筋）に著しく、2 時間／日の運動を週 6 日間行っていても 6 か月の宇宙滞在で 10-20%（1%／日）も委縮する. この 1 日分の変化は、寝たきりの 2 日分、高齢者の半年分に相当する. 宇宙では、筋肉を使わないことにより、タンパク質の合成が抑えられ、タンパク質分解酵素（ユビキチンリガーゼ）が働いて分解が進む.（*Cell 2004*）	高カロリー宇宙食＋運動
生体リズム	＜ISS 内は 24 時間サイクルに調節されており、規則正しい生活で生体リズムが維持されている＞	
人体常在菌	入浴できないため、皮脂を餌にしているマラセチア菌（カビの一種）が増える.（*Med Mycol. 2016*）	皮膚をウェットタオルで拭いて清浄する.
免疫低下	細胞性の免疫が低下する.	＜研究中＞

（執筆者：太田敏子）