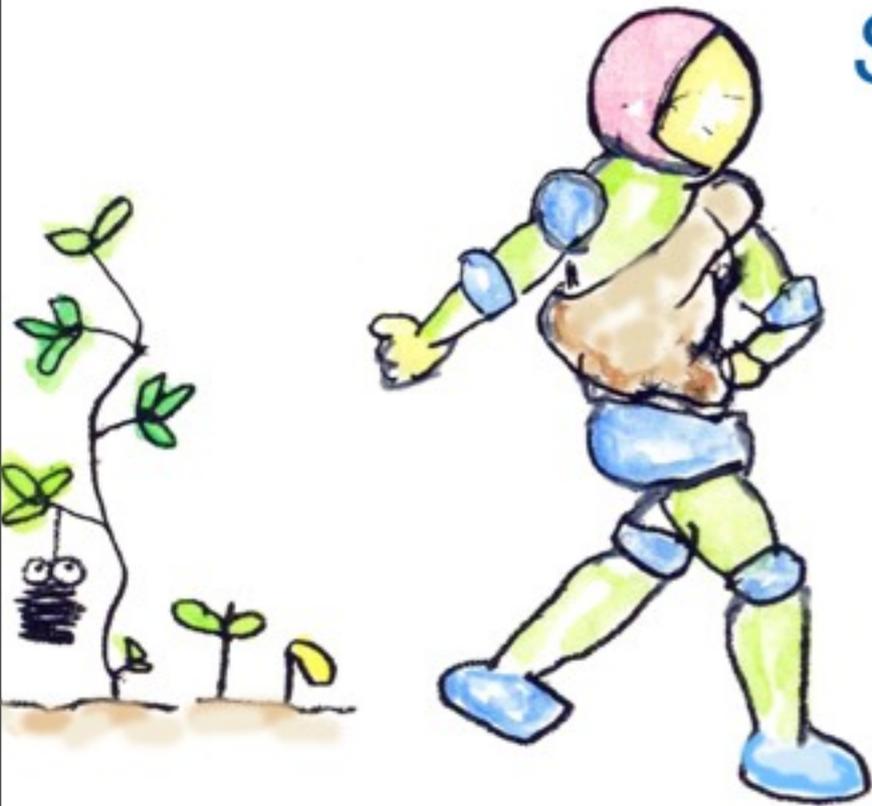


Space Agriculture



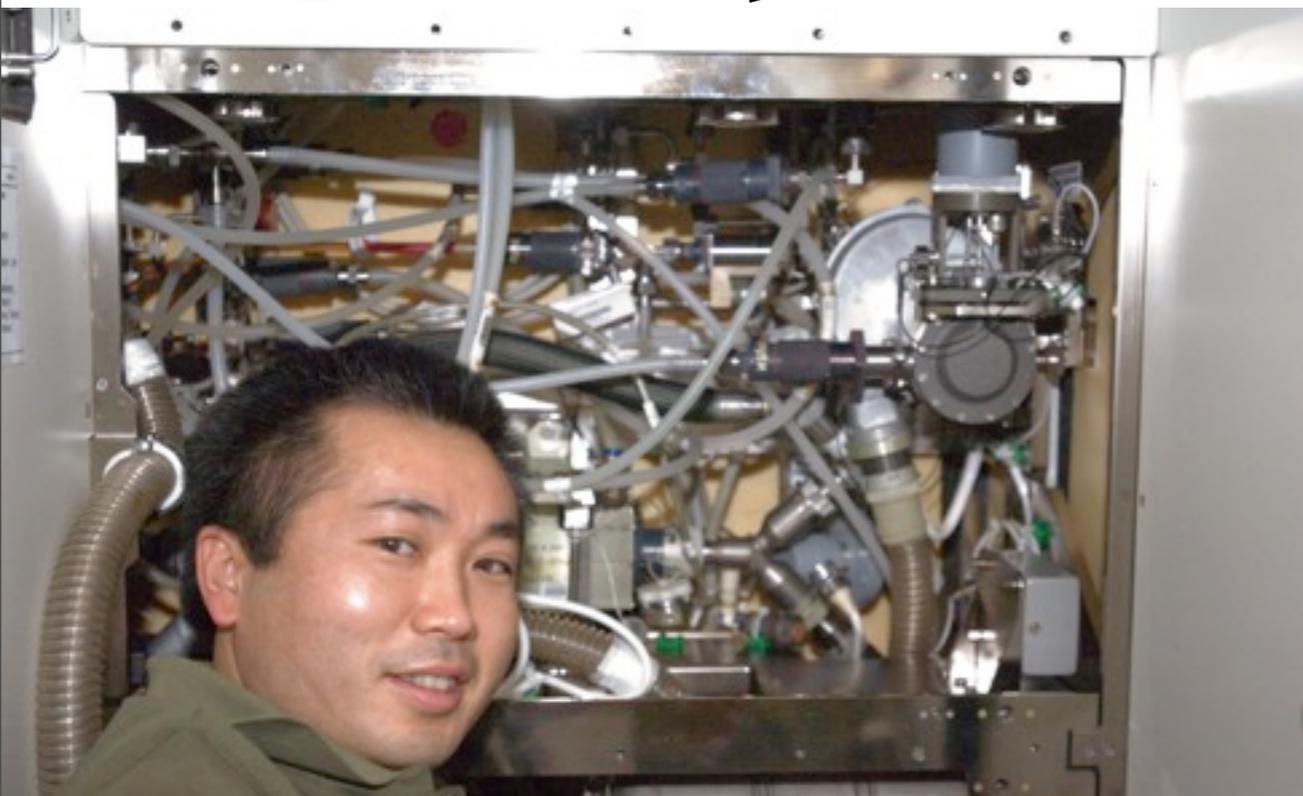
火星に向かう箱船 宇宙農業

人類はなぜ宇宙へ行くのか 2

京都大学・2011年3月5日

山下雅道(宇宙農業サロン)

国際宇宙ステーションでは どのようにして暮らしているのか



- 水は一部を再生して利用
- 食料は地上からはこびあげ、排泄物は太平洋に捨てている



ISS019E011464

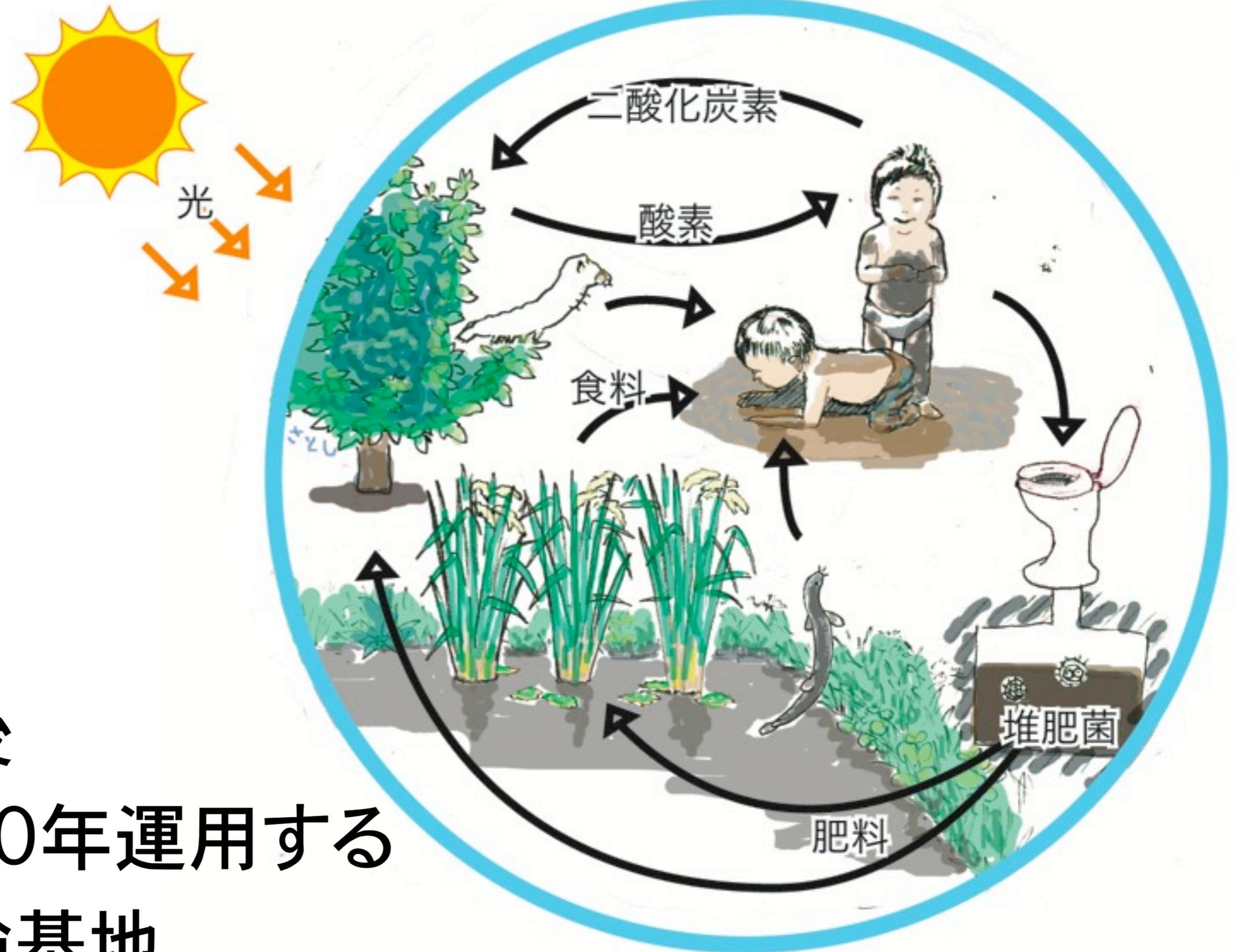
最初は6人で火星飛行520日

内装はむくのオーク材



モスクワでの
模擬火星飛
行
シャワーもなく
サウナだけ

宇宙農業は物質を再生して利用する



100年後
100人20年運用する
火星探検基地

宇宙農業構想のいくつかのコア

- 多様な食材作物種、飼育種、微生物を利用
- コメ、ダイズ、サツマイモ、青菜の組み合わせ
- 樹木を栽培し余剰の酸素と木材を生産
- 昆虫を食べ、衣料もつくり、花の授粉もする
- 超好熱(80-100°C)好気堆肥菌生態系
- 海藻や耐塩性植物(たとえばアイスプラント)により Na問題を解決

食料作物種の選択

	収量 kg/1000m ²	播種-収穫 month	エネルギー含量 kcal/100g	栽培所要面積 2000 kcal/day m ²	タンパク含量 g/100g	タンパク栽培面積 60g protein m ²	アミノ酸 スコア	継世代様式
コメ	526	4	356	130	6.8	204	64	風媒
コムギ	280	7	337	451	10.6	430	42	風媒
ダイズ	367	3.5	417	139	35.3	49	86	虫媒
ソバ	106	2.5	364	394	12.0	359	100	虫媒
キヌア	178	3	403	254	13.4	230	85	風媒
ジャガイモ	3000	3	76	80	1.6	114	73	栄養生殖
サツマイモ	3180	5	150	64	0.9	319	83	栄養生殖
キャッサバ	7000	11	160	60	1.4	205	52	挿し木



ソバ



キヌア



ジャガイモ

火星のご当地グルメ 栄養過不足無し

1日の食材

コメ 300g

ダイズ 100g

サツマイモ 200g

緑黄色野菜 300g

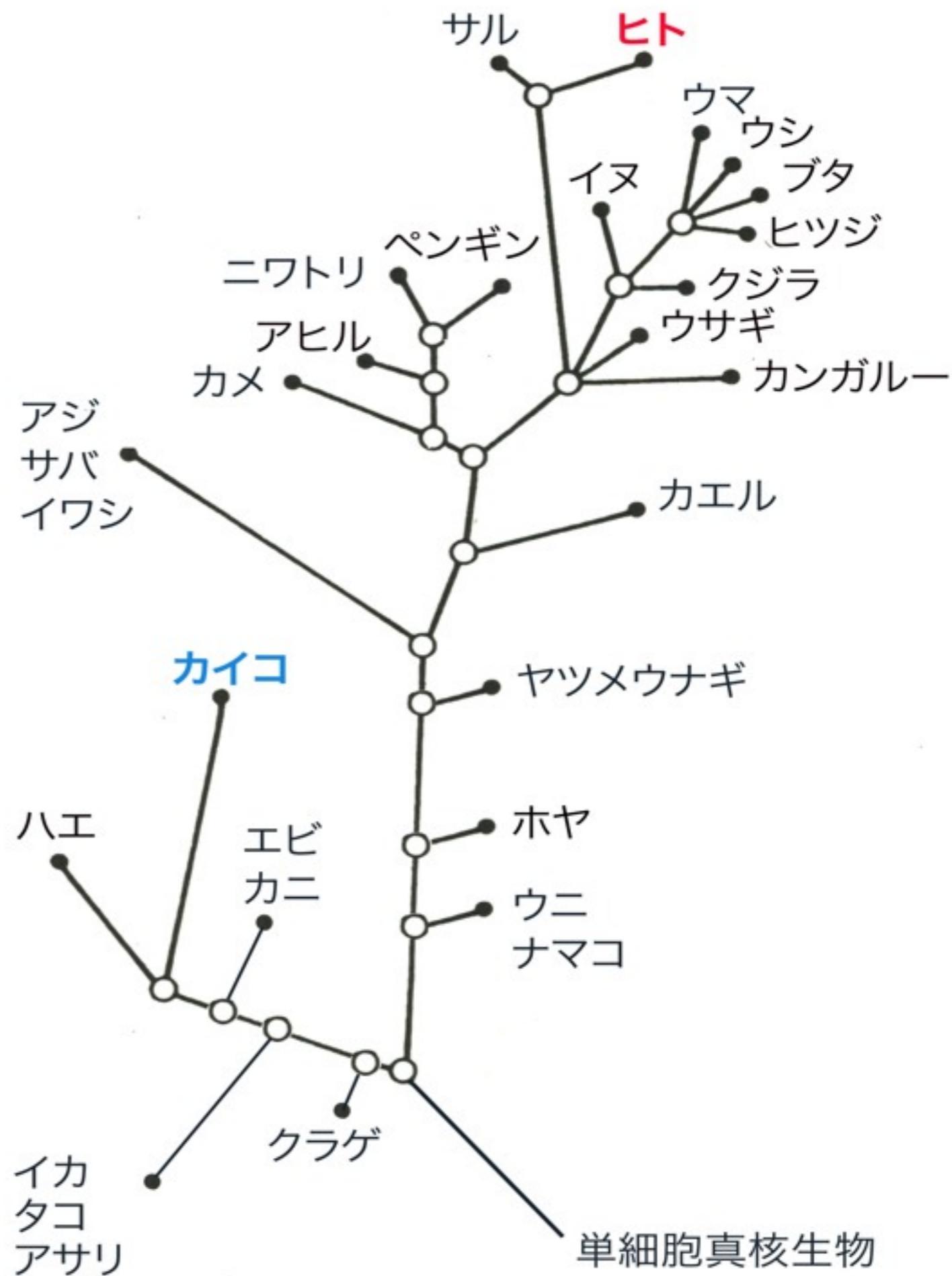
カイコ・サナギ 50g

ドジョウ 120g

塩 3g



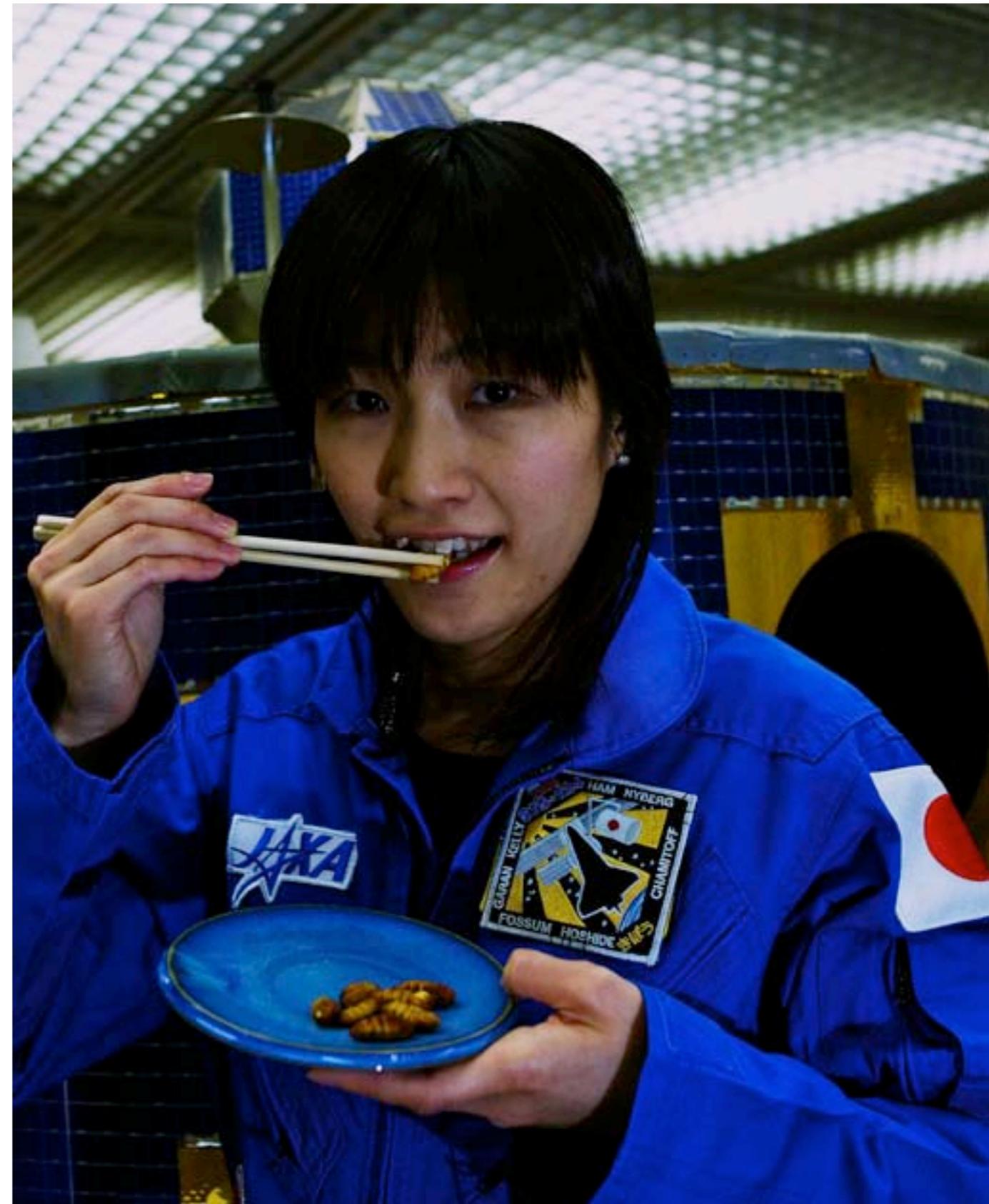
系統樹を たべる



昆虫食の提案

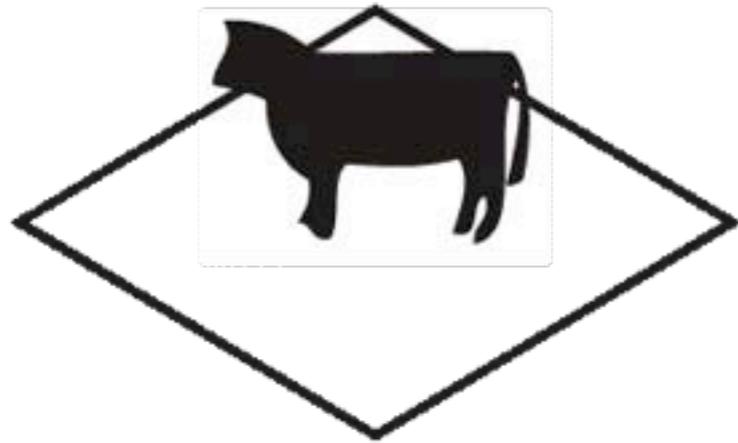
- エビやカニをうまい
というなら
昆虫はあと一歩さき
にいる

世界中で昆虫食は注目の的

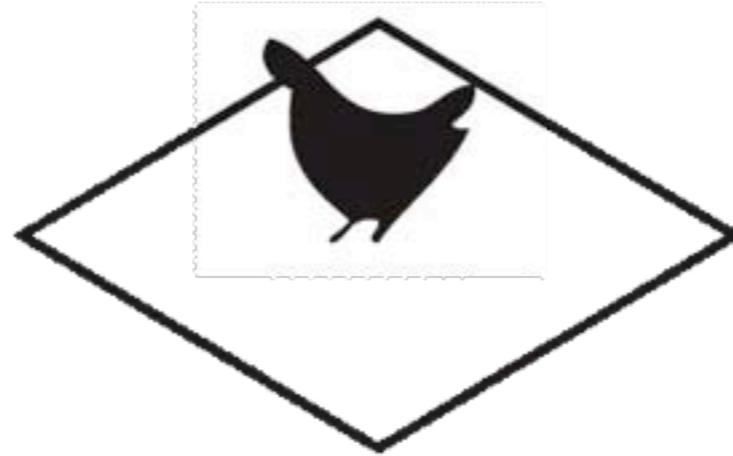


Physical Footprint

フットプリント



545kg/acre
0.13kg/m²



40kg/m²



64kg/m³

昆虫は
ブロイラーにも勝ちそうだ

Beef Cattle: 308

Broiler Chicken: 1.0

Cricket: 0.63

10

カイコの生活環



5000年来 家畜化されてきた昆虫



ヘルシーシルキー火星クッキー

酒まんじゅう崩し

火星での農業で栽培・飼育する

コメ、ダイズ、サツマイモ、カイコでつくるクッキー



コメを炊いて30°Cの温度でコウジカビを接種し 2日ほどかけてコウジをつくる
コメのおかゆを60°Cに維持して コウジを加え半日ほどおき 甘酒をつくる

オカラ 70 g
サツマイモ粉 90 g
ボウルにいれ混ぜる

甘酒 40 g (みみたぶくらいの硬さに)
カイコのサナギ 40 g (新鮮なサナギを軽くゆでてみじん切り)
味噌 25 g
シナモン 0.3 g
を混ぜて クッキー地をつくる
イースト 2 g を加え しばらく寝かせる

生地を小分けしてクッキーのかたち成形する

30°Cにおき アルコール発酵させたあと オーブン180°Cで15分ほど焼いて完成

ヘルシーシルキー火星クッキー

酒まんじゅう風 火星のコメ、ダイズ、サツマイモ、カイコ



コウジカビとイーストを使う



ソウル



北京



もうひとつの昆虫の利用

●もちつもたれつ 共進化した

花と授粉昆虫

●火星で授粉昆虫は飛べるか



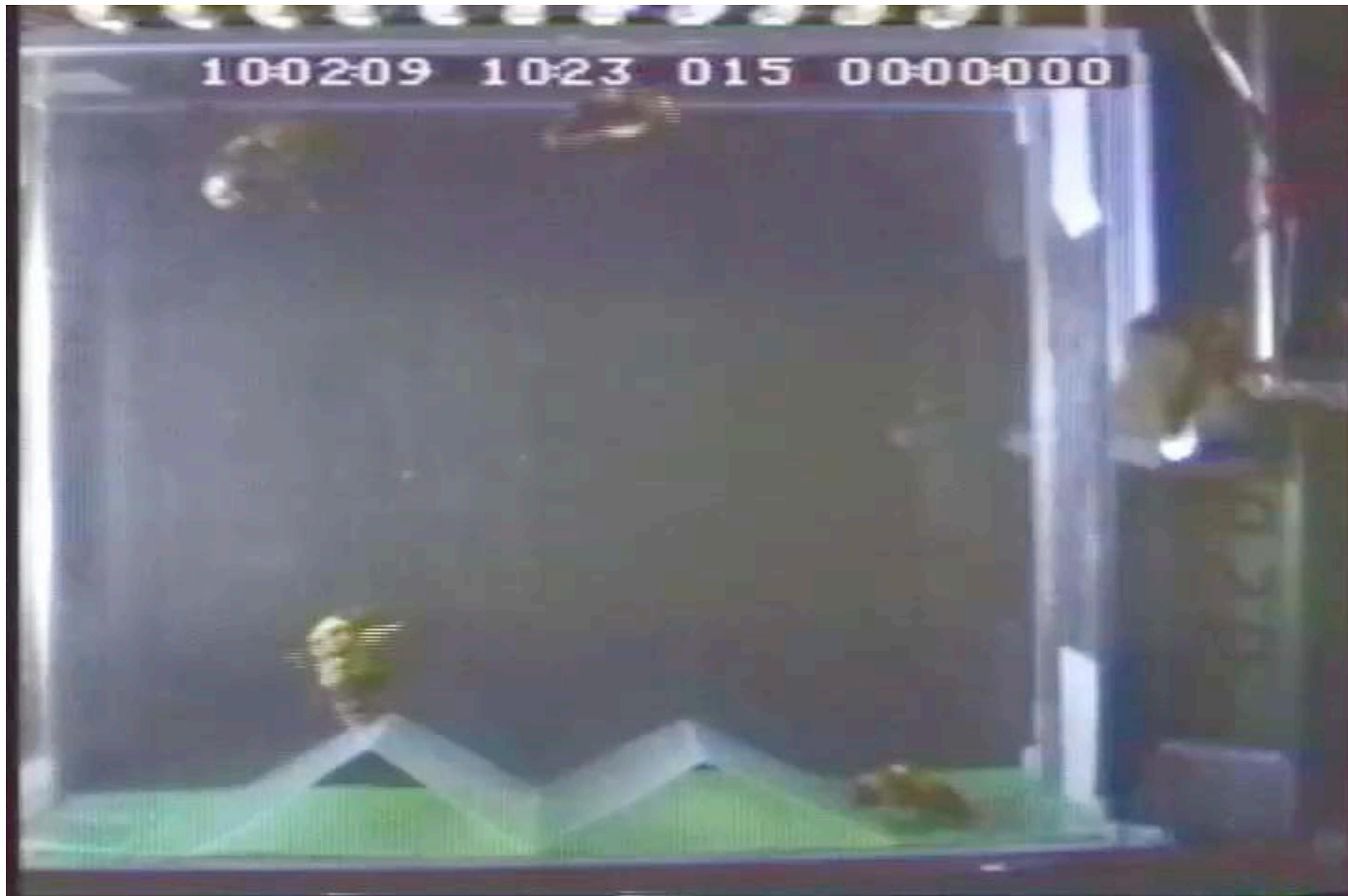
クロマルハナバチ
玉川大・佐々木正己先生

パラボリックフライト **低重力** 実験



2011年3月4日金曜日

0.3 G 火星で飛ぶハチ



植物で 足りない栄養
魚を内臓ごとたべる

ドジョウがよい

- ・ コメ
 - ・ アカウキクサ
 - ・ ドジョウ
- を水田で育てる



水棲のシダ
ラン藻が共生
窒素固定する



韓国・ナムオンの名物ドジョウ料理

伝統料理は
栄養100点

スツケ



チュオタン

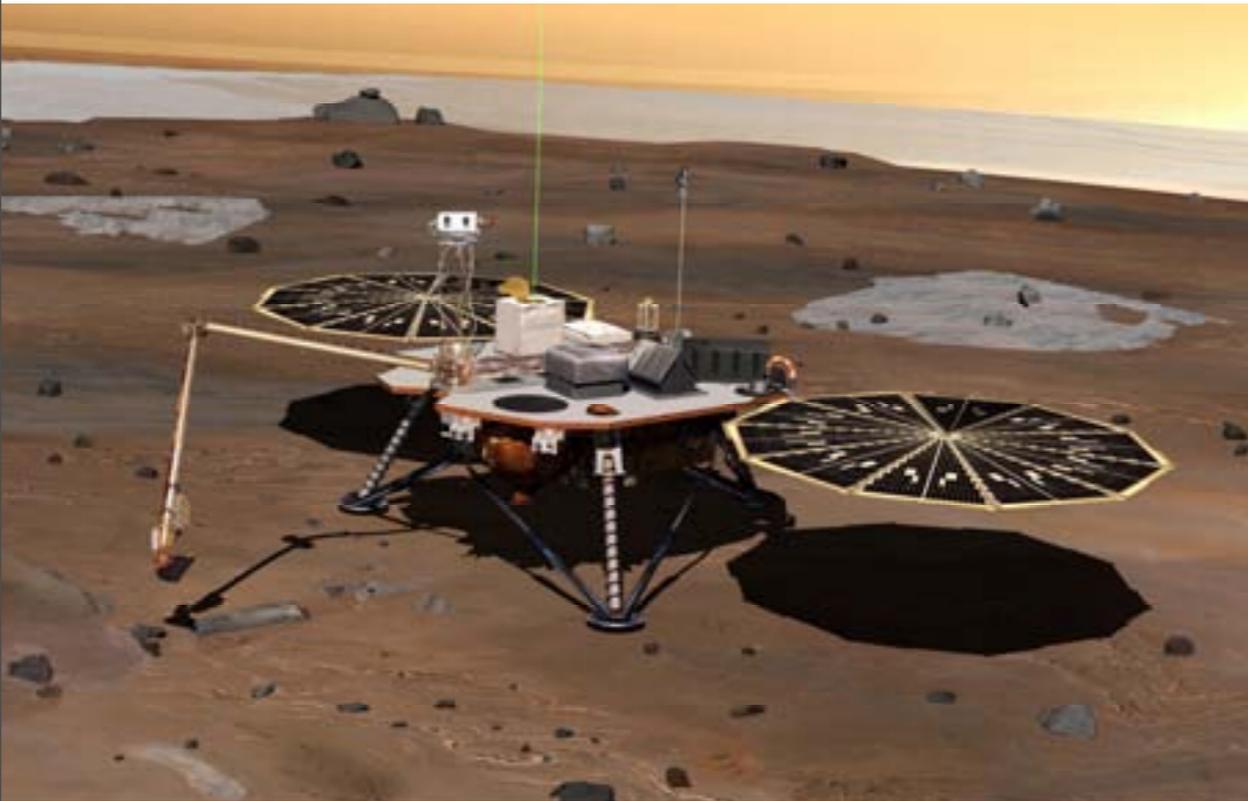
21

火星で農業**土壌**をつくる

- 極近くを探査したフェニックスの成果 

- 表面直下にも水がある
- 水をかけたら弱アルカリ性

- 模擬火星レゴリス

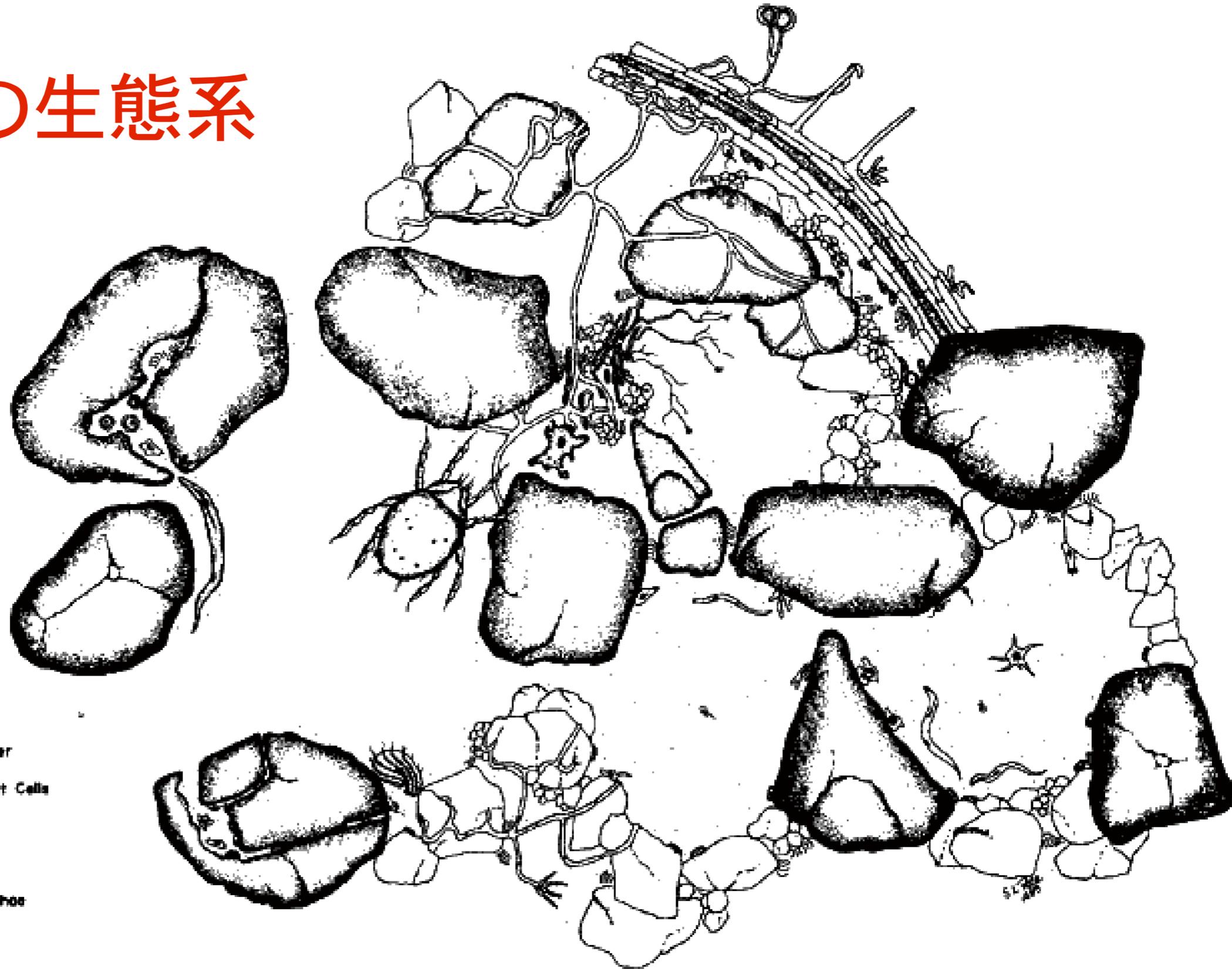


共生する菌類などは植物の根がアクセス できない部分から肥料成分を運ぶ

土壌の中の生態系

アメーバ
鞭毛虫
細菌
線虫
繊毛虫
粘土-有機物
植物遺骸
菌類

- Cyst
- Amoeba
- Flagellate
- Bacterial Colonies
- Nematode
- Ciliate
- Clay-Organic Matter Complex
- Decomposing Plant Cells
- Water
- Actinomycete hyphae and Spores
- Fungal Hyphae and Spores



肥料をつくる

- 排泄物と非可食バイオマスから食料作物を再生産
- 高温好気堆肥菌の利用を提案

高温(100℃)好気堆肥菌による物質 循環：：下水処理汚泥の堆肥化



日本・東アジアが貢献する 宇宙開発

Golden Fertilizer (Night soil) Barge



日本では都市と農村をつなぐ物質循環がよく機能していた

西欧の都市では排泄物に媒介された疫病蔓延の記憶



第4回世界水フォーラムでの
皇太子基調講演(2006)

カイコとコメ

皆で会食・ときには「外交官食」



宇宙で料理する楽しみ

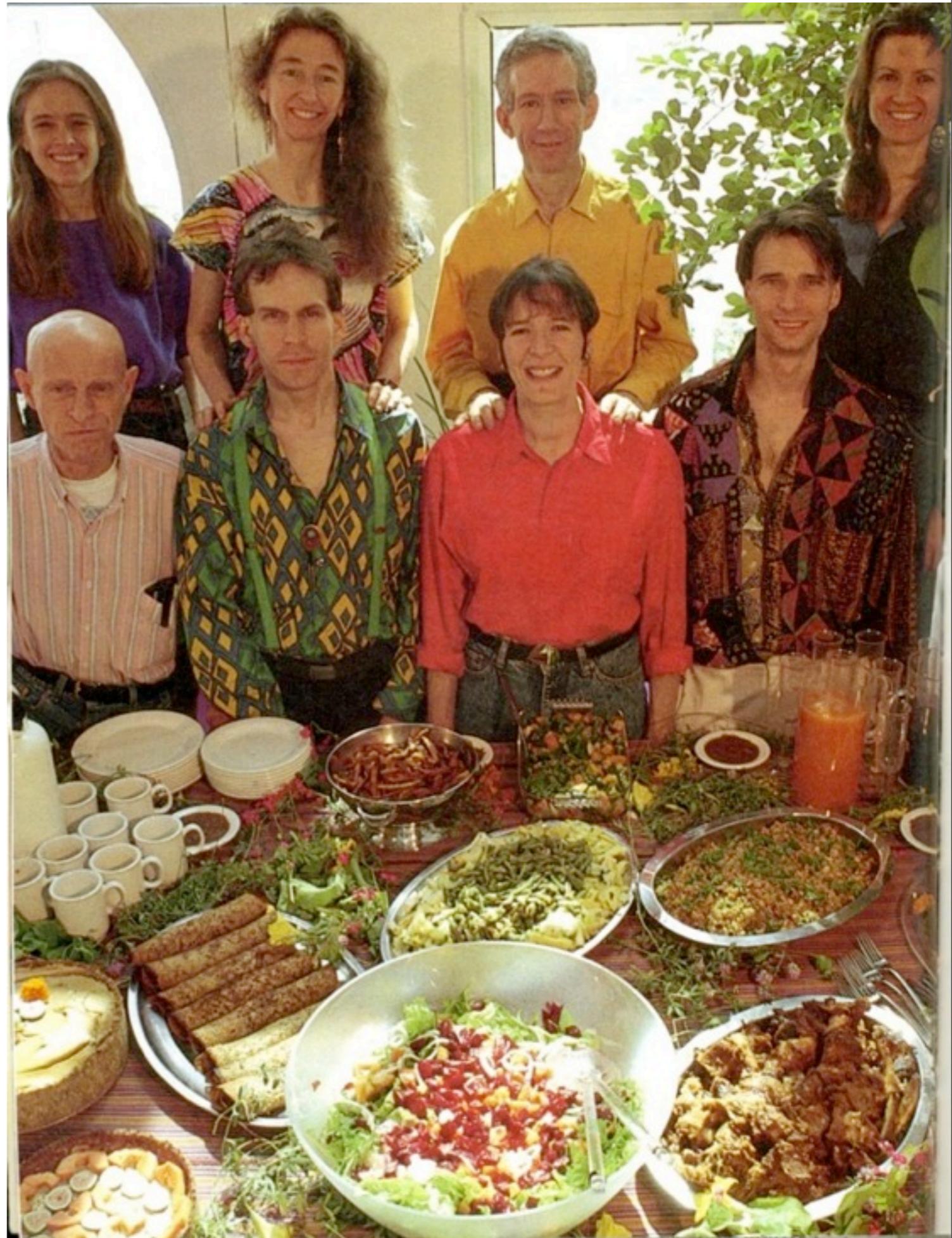
生鮮食料や家族からの
差し入れ品は補給船の
一番奥に置いて運ぶ



バイオスフェア 2

1991-93

ハレの日にはごちそう



Eating In

*From the Field to the Kitchen
in Biosphere 2*

By Sally Silverstone

おいしく食べよう宇宙食

2

—宇宙食は健康食—



片山直美 山下雅道 趙徳以 蘇雄永
名古屋女子大学給食経営管理研究室一同
宇宙農業サロン一同