

本特別部会では、異なる二つの立場からご説明をさせていただきます。

大同大学 澤岡 昭

## 応用利用分野で期待される成果

～特にグリーンテクノロジーの視点から～

日本マイクロ重力応用学会顧問

本学会は微小重力利用研究者の研究発表・情報交換の場として  
1982年に設置されたユーザー組織です。

## 地球観測の目としての期待

文部科学省科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

地球観測推進部会元部会長(2006～09)

私は地球観測の専門家ではありませんが、4年間、部会長としてさまざまな課題に取り組む過程で、市民感覚の視点から、痛感したことがあります。

## 宇宙における新材料創成

無重力(微小重力)利用の物理化学分野では、過去30年間、各種の実験施設を利用して、多くの成果を挙げてきた。特に“きぼう”の初期利用における、流体物理実験の成果には目をみはるものがある。

本発表は、期待通りの成果が乏しいと批判を受けている応用利用分野に話題を限定する。応用利用;産業等への波及効果が定量的に評価できる分野と定義。

1980年代、無重力利用によって夢の新材料創成が次々に行われ、遂には宇宙工場が登場することが真剣に議論された。

1992年、予定より5年以上遅れて、スペースシャトルを利用した本格的な宇宙実験が実施された。80年代に数々の技術革新が進行し、宇宙実験の意義が失われていった。代表的3例を挙げる。

- \* 高品質シリコン結晶—強磁界印加による対流の抑制
- \* 多元系化合物半導体結晶—多層膜技術による製品化達成
- \* 電気泳動による生体物質の分離—遺伝子組み換えによる代替技術

さらに、宇宙実験は、長期間の準備が必要の上、材料実験に不可欠な繰り返し実験が困難であるとの実態が見えてきた結果、多くの企業研究者が離脱した。

1999年 新制度による民間の参加を促す努力が開始された

突破口をタンパク結晶育成に求めた一例;サントリー生物有機科学研究所の膜タンパク結晶育成実験

## 2003年 コロンビア号の空中分解事故

—日本のタンパク結晶育成装置が搭載

この事故によって、ISSの完成は難しいと判断(澤岡)、  
ISSが完成しなくとも、研究投資が無駄にならない、さらに代替手段で  
宇宙実験が継続できる研究分野の模索が行われた(2004年)

## 2005年頃から、大学の産学連携を活用する新型の拠点形成が行われた ～分子間の弱い相互作用を駆動力とする自己配列型材料～

- ・長時間の無重力が必須であること、
- ・比較的簡便な小型装置であること、
- ・産業へのより大きな波及効果が期待されること。

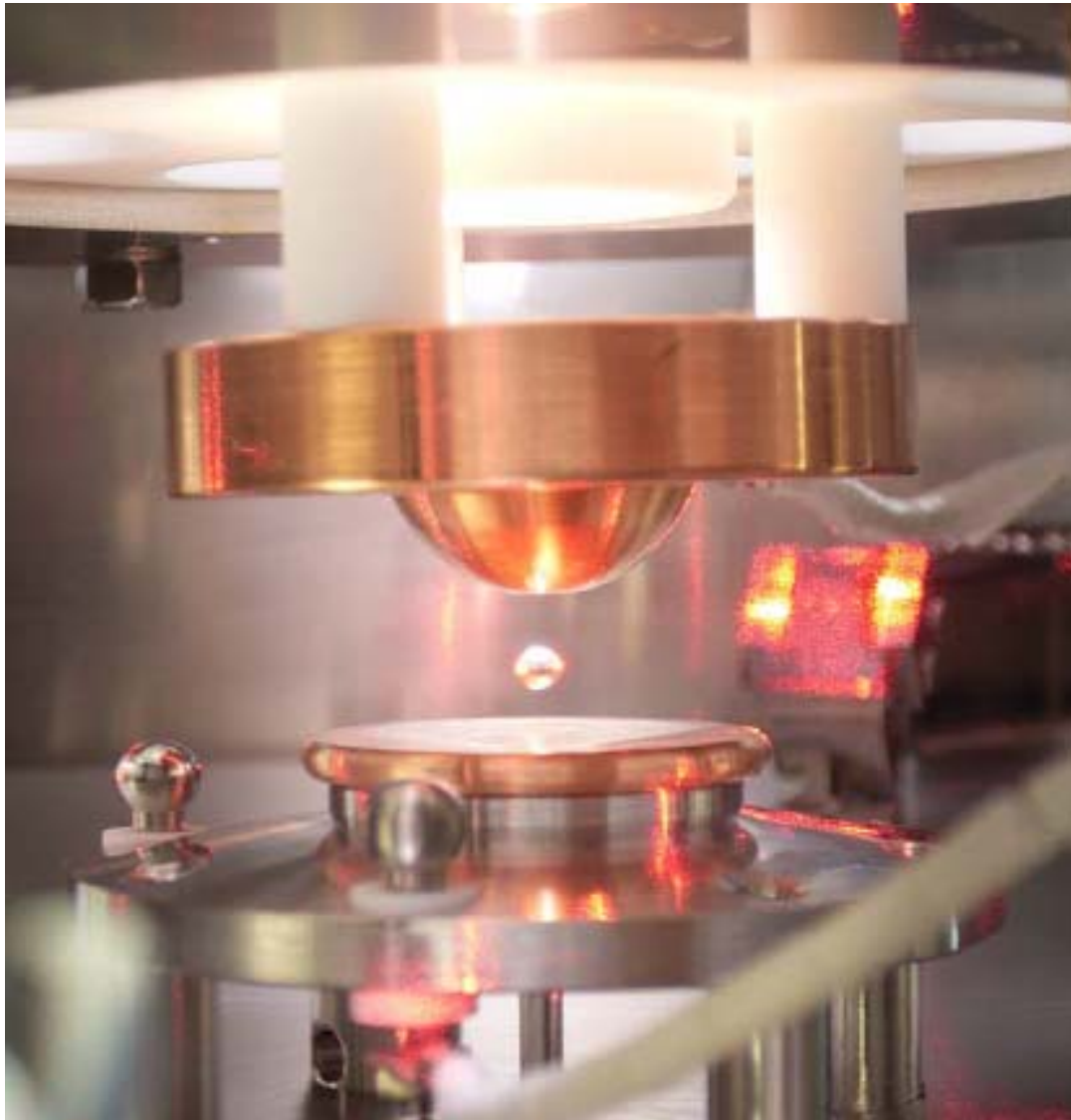
産学連携を必要条件として3拠点を発足

- ・大阪大学のタンパク結晶育成
- ・理科大のナノスケルトン形成
- ・名古屋工業大学のテンプレート形成

## 近未来への期待

- 2011年、高温域温度勾配型電気炉の搭載(本来の日本のお家芸)
- 静電浮遊炉による新材料の探索(日本独自の浮遊炉)

## ユニークな日本の静電浮遊炉(JAXA)



電極に直流高電圧を印加することによって、地上でも試料を浮かせることができる。

加熱はレーザー光の集中照射によって、 $3,000^{\circ}\text{C}$ 以上の高温発生が可能。欠点は、高真空が必要—金属には優れた方法であるが、化合物(酸化物)に適していない。

## 最近の地上での静電浮遊炉の実験成果とISSへの期待

- ・ 高融点金属融体の熱物性値(密度・表面張力・粘性係数)を世界に先駆けて網羅的に取得。産総研の分散型熱物性DB等でデータを公開。
- ・ BaTi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>において、ダイヤモンドに匹敵する屈折率を持つボールレンズを無容器により創製。BaTiO<sub>3</sub>においては、巨大かつ温度安定性に優れた強誘電体を創製。
- ・ SPring-8と静電浮遊技術を組み合わせ、過冷却液体の構造測定研究を推進、熱物性との相関を研究中。
  - ✓ 液体ボロン(硼素):過冷却状態での、クラスターの存在を示唆する粘性の上昇を計測。(Physical Review B81,140201R(2010))
- ・ 現在のところ、上記の成果の産業への波及効果を定量化することは困難である。ESAは独自の電磁浮遊法によって得られる物質・材料の熱物性値を人類共有財産として位置付けている。。
- ・ 宇宙実験により、より大きな試料、安定状態での測定一著しい精度向上、より大きな化合物(雰囲気制御が必須)試料による準安定相の探索を期待—2010年代後半～本装置による新分野開拓～わが国が主導

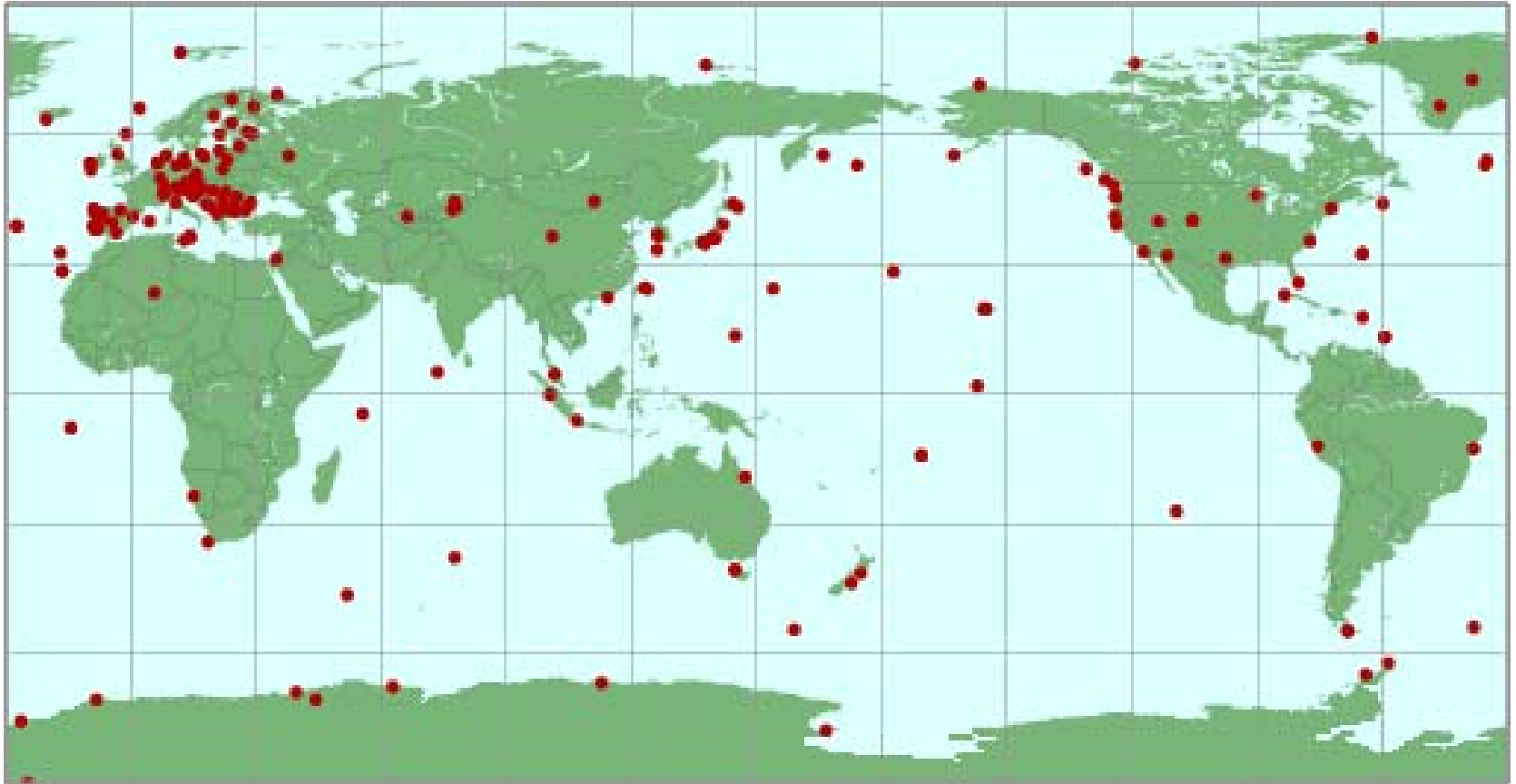
# ISSを舞台に各国が競う浮遊炉

- ESA: 電磁浮遊炉(2012年頃打上げ予定) : ローレンツ力により試料を浮遊させるため、原理的には導電性材料(金属・合金)が対象。
- NASA: Space DRUMS (「きぼう」船内米国ラックに搭載済み): 音波を使用して試料位置制御を行うため、高温の材料プロセッシングには不向き。主に低温の燃焼合成実験を予定。
- JAXA: 静電浮遊炉 (早い打ち上げを要望) : 帯電した試料と周囲の電極間のクーロン力を利用するためあらゆる試料が可能、無重力下では比較的低い電圧によって浮かせることができるので、放電を避けながら雰囲気制御することができる一高温化合物については、追従を許さないはず。

	低温	高温
金属・合金導電性材料	Space DRUMS (NASA)	電磁浮遊炉(ESA)
非導電性材料(酸化物)		静電浮遊炉(JAXA)

## ISSからの地球観測への期待

二酸化炭素濃度の定点観測サイトは非常に偏っている。



二酸化炭素の地上観測点(約300点)

## 地球観測プラットフォーム(PF)としてのISSの役割

	きぼう船外PF	地球観測衛星	航空機
観測幅	千数百km～10km程度		数km～数百m
分解能	～40cm程度(高分解能光学センサ)		～10cm程度
観測タイミング	軌道による制約		自由
観測範囲	緯度51.6°以下 (直下視の場合)	軌道の選択により全 球の任意の場所を観 測可能	飛行場からの距離に より制約
きぼう船外 PFの特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>•低高度であるためアクティ ブセンサに有利</li> <li>•宇宙飛行士による支援が 可能(観測対象の選択、 軌道上交換・修理など)</li> </ul>		
まとめ	有人プラットフォームの 特徴を生かすことにより、 地球観測衛星を補完する 有効な観測が可能。	全球を含む広域の同 精度、繰り返し観測 に適する。	特定地域の精密観 測に適する。衛星観 測データの検証に利 用できる。



## 国際共同施設ISSから行う地球観測の政治的意義

人工衛星による全球的な温室効果ガス分布の観測は可能である。しかし、他国のデータをロシアや中国が納得しがたい傾向にある。ISSを利用して得られた観測データの説得力は非常に大きい。

## 宇宙飛行士の眼で見る地球

宇宙飛行士の視角は大きく、訓練を受けた飛行士は瞬時に異常を判断することができる。飛行士の観察眼と自身の言葉で語るアナログ的報告は、一般市民の感性に訴える力があるはずだ。センサーによるデジタルデータとの併用により、ISSを地球の“火の見櫓”として活用する。

# ISSから宇宙飛行士が撮った火山噴火写真

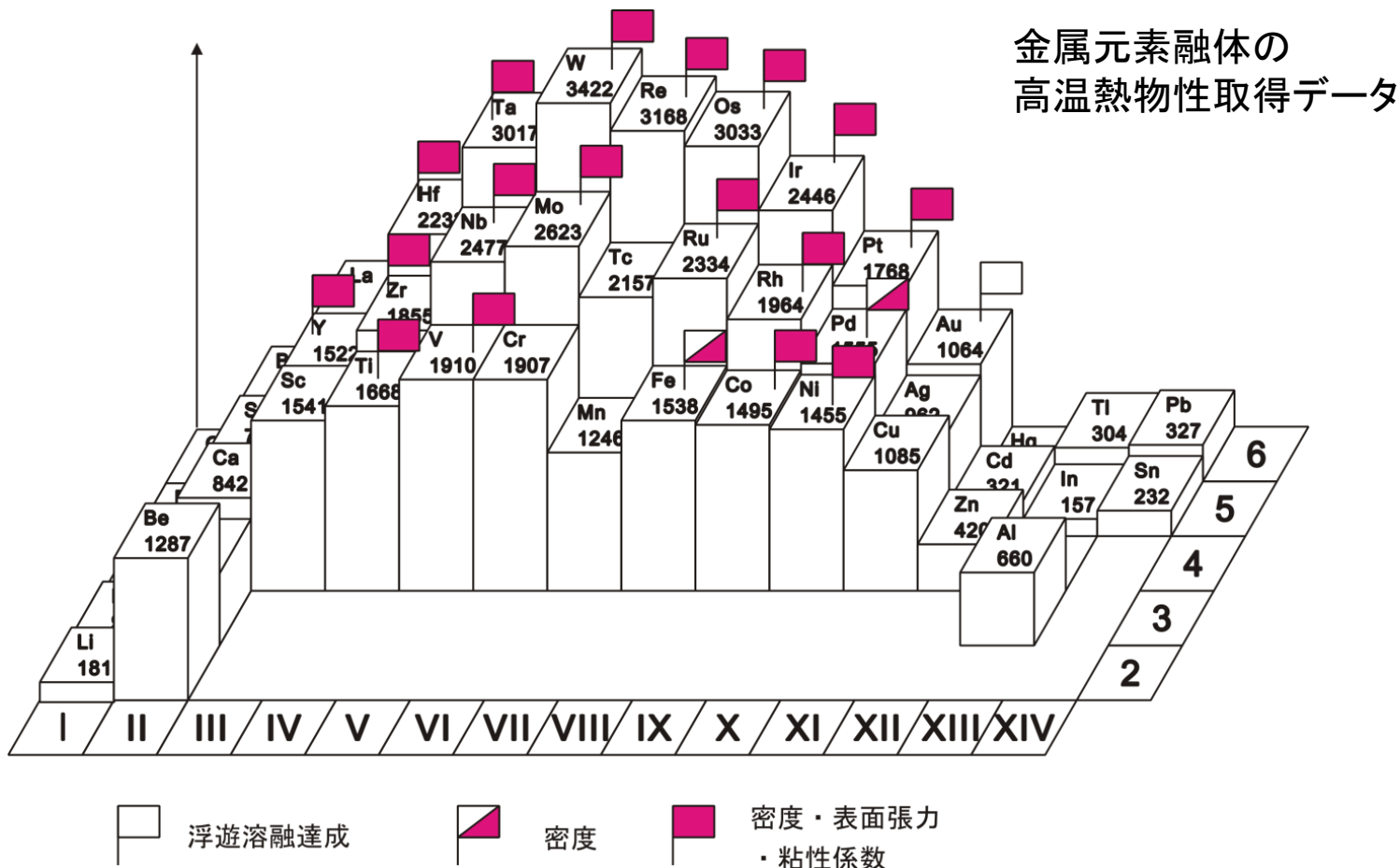
122050E000048



2009年6月12日、Sarychev Peak Volcano, Kuril Island, Russia

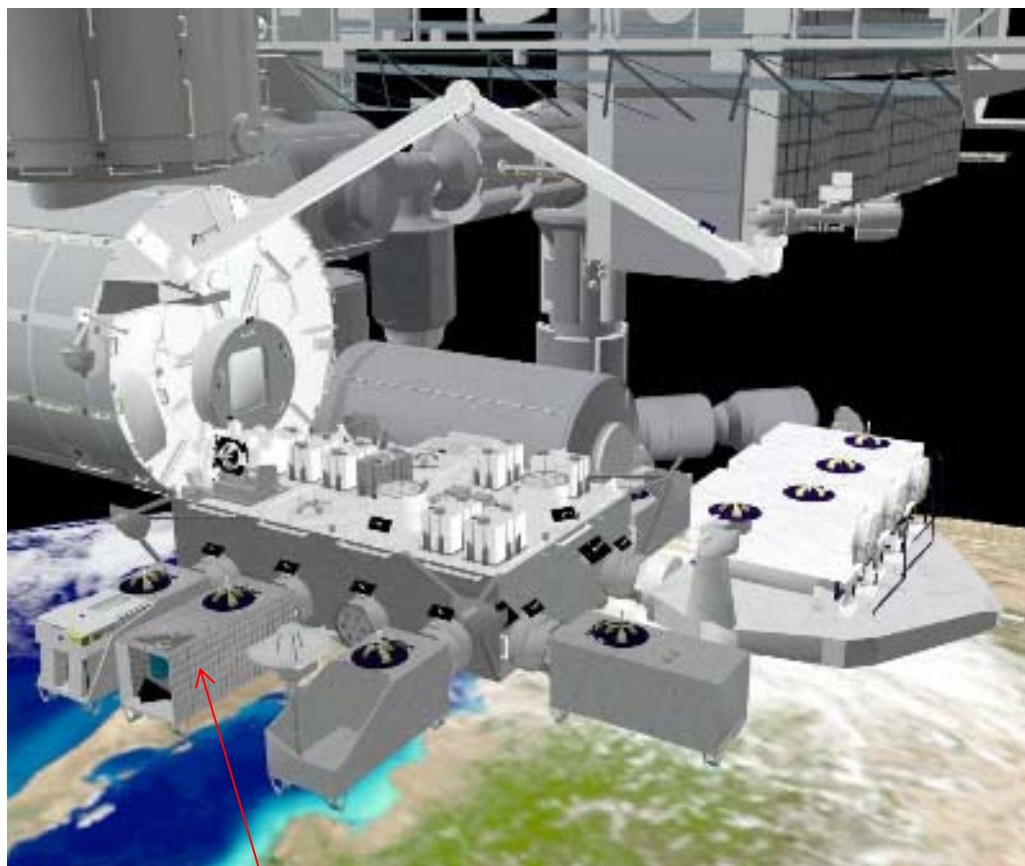
## 最近の地上での静電浮遊炉の実験成果

JAXAは装置開発の過程で、高融点金属の物性データを取得した。この内の相当数は、信頼性において世界初と評価できる。



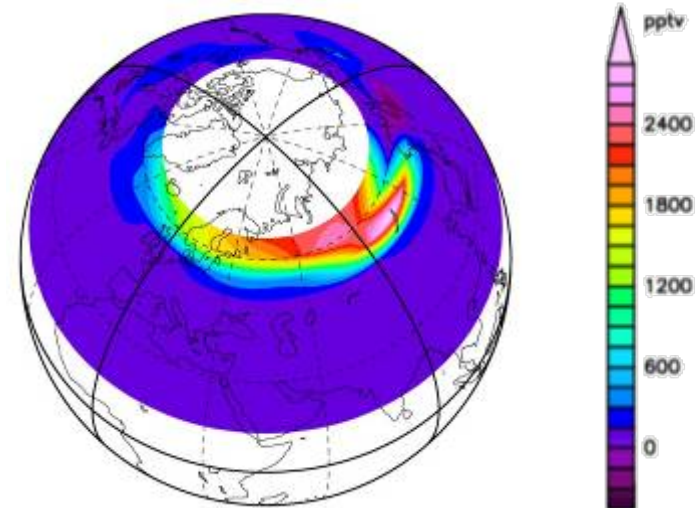
# きぼうに取り付けられた超高感度微量元素観測装置 SMILES

## 最近の観測例—オゾンホール崩壊の観測



(SMILES: Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder)

ClO



Ozone

