

疑似科学とのつきあいかた  
マイナスイオンと健康

武藤 浩二

長崎大学 教育学部 技術教育教室

Outline

1. アンケート結果
2. レナード現象には理由がある？
3. マイナスイオンって何？
4. マイナスイオンの数は？
5. マイナスイオン健康器具類
6. ゲルマニウム健康器具
7. ゲルマニウム健康食品
8. まとめ
9. レポート課題

1. アンケート結果

No	言説内容	回答数	割合[%]
1	ゲルマニウムは体に良い	149	36.4
2	血液型を知らば大体の性格がわかる	69	16.9
3	シャンプー成分は頭皮吸収されるので、成分に注意が必要	155	37.9
4	電磁波は人体に良くない	212	51.8
5	マイナスイオンは健康に良い	234	57.2
6	EMは万能であり、EMを混ぜて高温で焼いたセラミックも効果がある	34	8.3
7	創造性を培うためには右脳を鍛えるといい	157	38.4
8	量子力学によれば人間の意識が世界を支配するので、念じれば未来が変化する	25	6.1
9	活性酸素は生命の維持に必要不可欠である	100	24.4
10	ゲームをしすぎると脳が損傷を受ける	141	34.5
NIL	どの項目にも〇なし	20	4.9
回答者人数（教育学部1年十「疑似科学とのつきあいかた」受講生）		409	—

2. レナード現象には理由がある？

レナード効果

- \* 水を急激に微粒化
  - 大きい水粒子は正に帯電して落下
  - 小さい水粒子は負に帯電して漂う
  - ⇒ 周りの空気を負に帯電させる
- \* 詳細なメカニズムについては未解明で、いくつかの仮説が存在
- \* 落下する滝の滝つぼの周辺では負に帯電した空気が多い
- \* 右作品の内容は講義とは関係ないので割愛（笑）



川原康、レナード現象には理由がある、白泉社、2006

2. レナード現象には理由がある？

清々しい気持ちになれるのはマイナスイオンが豊富だから  
マイナスイオン系のメディアは、たいていこう主張する  
でもそれは誰も確かめていない（比較対照実験ができない）



3. マイナスイオンって何？ (1)

韓国で見かけたマイナスイオンドライヤー



3. マイナスイオンって何？ (2)

マイナスイオンの効果といわれるもの（一例）

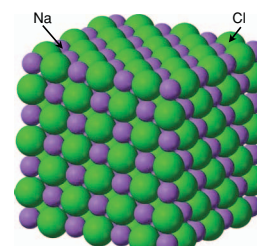
項目	マイナスイオン	プラスイオン
一般概念	鎮静的作用	刺激的作用
	催眠作用	不眠作用
	鎮痛作用	頭重・頭痛作用
	食欲亢進作用	不快作用
血压	降下	亢進
血糖	減少	増加
疲労	疲労防止	疲労促進
	回復促進	回復遅延

出典：http://www.n-ion.com/what\_ion\_02.html

3. マイナスイオンって何？ (2)

イオン

- \* 電荷を持つ原子または原子団（分子を含む）
- \* 例：塩化ナトリウム
  - 個体  
右図のような結晶構造（面心立方格子）
  - 水溶液（食塩水）  
 $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$   
溶解する際にナトリウムの電子1個が塩素に持っていかれることでイオン化



NaClの結晶構造

\* イオン物質を明記していることに注目

3. マイナスイオンって何？ (3)

「マイナスイオン」という言葉

- \* 「マイナスイオン」という科学用語はない  
⇒ 科学用語のように見える「マーケティング用語」
- \* 定義は？  
- 定義はなく、使用者により異なる意味で用いられている（例）
  - ・ マイナスイオンとは電子 $e^-$ である
  - ・ 原子、分子に電子を付着させた状態がマイナスイオン
  - ・ 摩擦帯電（＝静電気）の意味で使用～某社掃除機
  - ・ 負の大気イオン  
# 科学大辞典 2/e  
# 山形大学データベースアムニティ研究所

### 3. マイナスイオンって何？ (4)

#### ¶ 負の大気イオン

- \* 「**マイナスの電荷を持つ大気イオン**」 (空気中の陰イオン)
  - 大気イオン：大気中に存在するイオン  
大きさ、移動度によってさらに分類
  - ・ 小イオン：分子1個程度  
地表面近くで600~700 [個/cm<sup>3</sup>] 程度、陽イオンがやや多い
  - ・ 中イオン：分子1000個程度
  - ・ 大イオン：分子数万個程度  
煤煙や塵埃の多い大都会に多く、数万 [個/cm<sup>3</sup>] 程度  
このような状態では、小イオンは100 [個/cm<sup>3</sup>] 程度以下
- \* 大気電気現象での電気伝導の主体
  - 地球磁場、雷や大気放電など気象学的な現象を対象

### 3. マイナスイオンって何？ (5)

#### ¶ 結局、「マイナスイオン」とは何か

- \* 定義は様々
  - 科学用語ではない
  - 利用者の都合に合わせて使い分けられている
- \* 科学的には「負の大気イオン」が最も近いようだ
  - サイズによって密度が異なる
  - イオン物質は様々
- \* イオン物質は何か
  - 明示できるマイナスイオン商品はない
  - ・ 唯一の例外：S社の製品 (OHラジカル、陽イオンも出る)
  - **物質を明示しないのに、効果をいうことはできない**

**実体のないマーケティング用語**

### 4. マイナスイオンの数は？ (1)

#### ¶ イオンレーディング<sup>†</sup>による文献調査結果

- \* 適量の分布範囲としては、1,000~500,000 [個/cm<sup>3</sup>] にある可能性が高い (全データの85%)
- \* 特に50,000 [個/cm<sup>3</sup>] 以下が比較的多く使用されており、この程度のマイナスイオン量で相当の効果が上がる可能性が高い (全データの54%)

<sup>†</sup> [http://www.n-ion.com/number\\_ion.html](http://www.n-ion.com/number_ion.html)

#### ¶ アボガドの法則

- \* **同一圧力・温度・体積の全ての気体は、同数の分子を含む**  
0℃, 1気圧, 22.4リットル ⇒ **6.02×10<sup>23</sup>** [個]  
(アボガド定数)

### 4. マイナスイオンの数は？ (2)

#### ¶ 空気分子数の計算例

- \* 空気を組成 窒素8：酸素2の理想気体と仮定 @ 0℃, 1気圧
  - 窒素分子数：**2.2×10<sup>19</sup>** [個/cm<sup>3</sup>]
  - 酸素分子数：**5.4×10<sup>18</sup>** [個/cm<sup>3</sup>]

#### ¶ 空気中の水分子数の計算例

- \* **物質1モル中の要素粒子数は6.02×10<sup>23</sup>** [個]
- \* 20℃, 1気圧での飽和水蒸気量 : 1.7×10<sup>-5</sup> [g/cm<sup>3</sup>]
- \* 水分子1[mol]あたりの質量 : 18[g]
- \* 飽和時の1[cm<sup>3</sup>]あたりの水分子数 : 5.8×10<sup>17</sup> [個]
- \* 20℃, 1気圧, 湿度50[% RH]での水分子数  
⇒ **2.9×10<sup>17</sup>** [個/cm<sup>3</sup>]

### 4. マイナスイオンの数は？ (3)

#### ¶ 地下鉄サリン事件 (1995.03.20)

- \* オウム真理教による無差別大量殺人事件
  - サリン：C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>FO<sub>2</sub>P, 分子量 140.1
  - 半数致死量 (吸気) : 70~100[mg/m<sup>3</sup>] = 70~100[ng/cm<sup>3</sup>]
  - 半数致死量分子数 : **3.0~4.3×10<sup>14</sup>** [個/cm<sup>3</sup>]



出典：時事通信社 <http://www.jiji.com/jc/d2?p=sm00101&d=005news>

### 4. マイナスイオンの数は？ (4)

#### ¶ マイナスイオン濃度についての検討

- \* 適量の分布範囲：1,000~500,000 [個/cm<sup>3</sup>] (前述)
- \* 空気分子密度  
N<sub>2</sub> : 2.2×10<sup>19</sup>, O<sub>2</sub> : 5.4×10<sup>18</sup> [個/cm<sup>3</sup>] @0℃, 1気圧
- \* 水蒸気密度  
2.9×10<sup>17</sup> [個/cm<sup>3</sup>] @20℃, 1気圧, RH50%
- \* サリンLD50密度  
3.0~4.3×10<sup>14</sup> [個/cm<sup>3</sup>]
- \* **8桁以上も少ない濃度** (1×10<sup>6</sup> [個/cm<sup>3</sup>] として)
  - 水蒸気や空気分子と比べると11桁以上

**生体への何らかの作用を期待するには、少なすぎる**

### 5. マイナスイオン健康器具類 (1)

#### ¶ トルマリン

- \* ケイ酸塩鉱物のグループ名、宝石材料の一つ、電気石



### 5. マイナスイオン健康器具類 (2)

#### ¶ トルマリン (続き)

- \* 物理特性
  - 焦電効果  
温度変化によって誘電体の分極 (表面電荷) が変化する現象
  - 圧電効果  
圧力を加えると、圧力比例した分極 (表面電荷) が現れる現象  
・ 結晶構造の特定方向に加圧したとき、強い分極を生起  
⇒ **温度・機械的歪みにより電気を発生**
- \* 周りの空気を電離しイオン化させる可能性はある (確率は低い)
  - ただし、陰イオンだけではなく同数の陽イオンも発生

**・置いておくだけで、粉末状では周囲をイオン化させない**  
**・イオンの極性 (陽 or 陰) を選択できない**

### 5. マイナスイオン健康器具類 (3)

#### ¶ 100円ショップで見かけたもの





### 5. マイナスイオン健康器具類 (4)

¶ Loftで見かけたマイナスイオン器具 (右)



### 5. マイナスイオン健康器具類 (5)

¶ こうやって使うらしい



### 5. マイナスイオン健康器具類 (6)

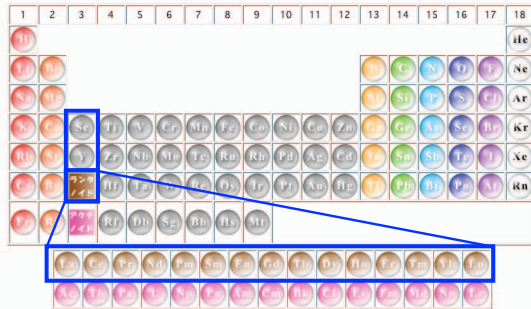
¶ 材質表示

材質表示	
本体	PE樹脂
突起部	ABS樹脂 天然鉱石希土類

レアアースが使われているようだ

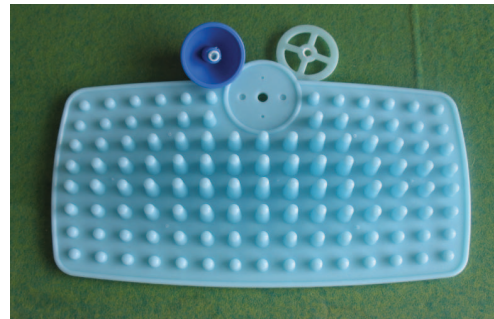
### 5. マイナスイオン健康器具類 (7)

¶ 希土類元素 (ランタノイド, スカンジウム, イットリウム)



### 5. マイナスイオン健康器具類 (8)

¶ 突起部を分離したところ



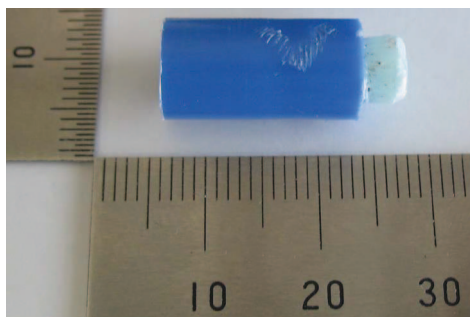
### 5. マイナスイオン健康器具類 (9)

¶ 突起部内部のクローズアップ



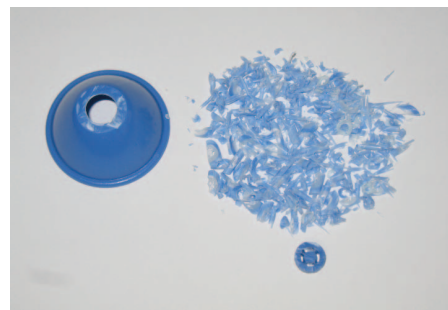
### 5. マイナスイオン健康器具類 (10)

¶ この中に「天然鉱石希土類」があるのか？



### 5. マイナスイオン健康器具類 (11)

¶ 軸部分を削ったところ



### 5. マイナスイオン健康器具類 (12)

¶ 供試イオンマットについての結論

- \* 突起部内に視認可能な鉱物片を見つけることはできなかった
- \* 削り残し部分に仮に存在したとしても...
  - 周囲を樹脂で完全に覆われているので、何らかのイオンが外部に出ることはありえない
- \* 考えられる可能性
  - 粉末状の鉱物が樹脂に混合されていた
  - ・ この状態で突起部外の空気をイオン化できるとしたら、放射性物質以外にありえない
  - ・ 簡易線量計による測定の結果、背景の放射線量と明確に区別可能な放射線源の存在は確認できなかった

この製品はマイナスイオンなるものを発生しない

### 5. マイナスイオン健康器具類 (13)

#### ¶ 備長炭とマイナスイオン (もちろん出ない)

\* 備長炭通販サイトでの記述例 (誤りだらけ・笑)

備長炭は**空気中に飛び交う無数の自由電子を集めマイナスイオンの磁場を発生**させる働きがあります。マイナスイオンの磁場は**身体のアルカリ化を促し、疲労回復に効果**があります。また酸化された場所を好むダニは、アルカリ性の雰囲気非常に嫌い、この磁場に近寄せません。また、このマイナスイオン効果はある程度の**殺菌効果**も持っています。昔から世界各地で**炭を防腐剤**として利用してきたのもこのためです。(出典: <http://latest.shop-pro.jp/?mode=f1>)

- 自由電子は飛び交っていないし、集めるのは大きな臭い分子
- 静的なイオンは磁場を作らない
- マイナスイオンの殺菌効果は示されていない
- 防腐剤ではなく、脱臭剤

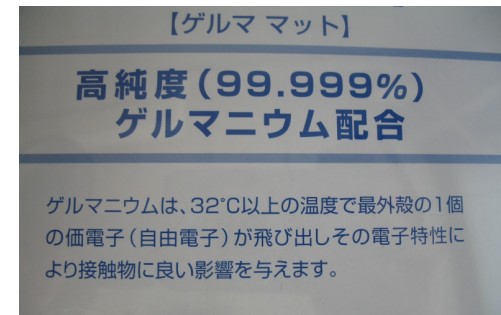
### 6. ゲルマニウム健康器具 (1)

#### ¶ Loftで見かけたゲルマニウム健康器具 (左)



### 6. ゲルマニウム健康器具 (2)

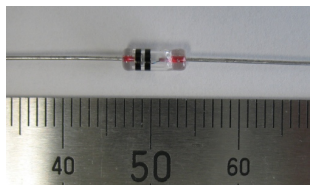
#### ¶ ゲルマニウム健康器具によく見られる記述



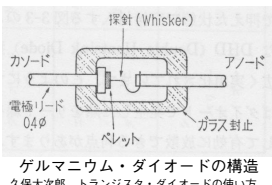
### 6. ゲルマニウム健康器具 (3)

#### ¶ ゲルマニウム

- \* 原子番号32, 原子量72.59の元素 (IV族)
- \* 半導体材料として用いられる
  - ゲルマニウム・ダイオード, 初期のトランジスタ
  - 特殊な用途を除き, 最近はあまり用いられない



ゲルマニウム・ダイオード

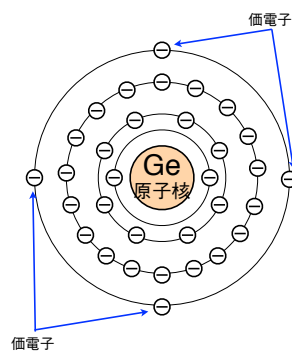


ゲルマニウム・ダイオードの構造  
久保大次郎, トランジスタ・ダイオードの使い方, CQ出版, 1973より引用

### 6. ゲルマニウム健康器具 (4)

#### ¶ ゲルマニウムの原子構造

- \* 原子核の周りを32個の電子がとりまく
- 電子の軌道及び軌道ごとの電子数は決まっている
- 一番外側の軌道 (最外殻軌道) には, 電子が**4個存在**する (価電子)

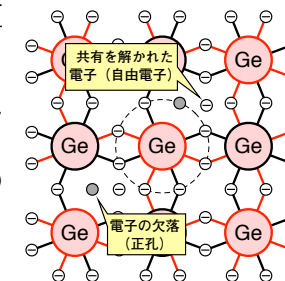


### 6. ゲルマニウム健康器具 (5)

#### ¶ ゲルマニウムの結晶構造 (模式図)

不純物のない場合: 真性半導体 (純度: 9-N~14-N)

- ある原子の価電子は、隣り合う原子の価電子を互いに共有して安定 (共有結合)
- 共有結合は【弱い】結合
- $T > 0$  で電子が共有から離脱し (自由電子), **固体内部をランダムに運動** (ブラウン運動)
- 電子の抜けた箇所: 正孔
- 正孔の位置に自由電子が取り込まれ, 再結合することもランダムに生起



### 6. ゲルマニウム健康器具 (6)

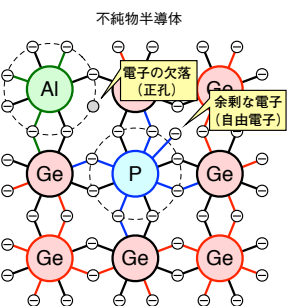
#### ¶ ゲルマニウムの結晶構造 (模式図) (続き)

##### 不純物を含む場合

- 原子量の違いから, 共有結合した際に
- ・ 共有しない余剰な電子が発生
- ・ 電子が欠落する箇所が発生
- **固体内でランダムな運動**

##### 不純物の有無に関わらず

常温~体温程度では, 自由電子の運動は**固体内に限定**  
⇒ **外部に飛び出すことはない**



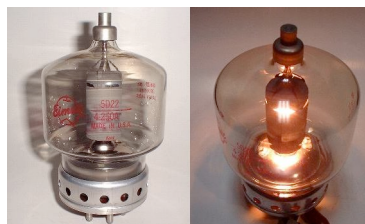
### 6. ゲルマニウム健康器具 (7)

#### ¶ ゲルマニウム健康器具についての結論

- \* **32°C以上の温度で最外殻の1個の価電子 (自由電子) が飛び出し**
- 電子はGe内でブラウン運動はしても, **外部には飛び出さない**
- 外部に飛び出すには, **1000°Cオーダー以上の温度が必要**

⇒ **熱電子放出**

- 熱電子放出の利用例
- ・ 真空管 (左写真)
  - ・ 蛍光灯



**ゲルマニウム健康器具は, 物理的には何の効果も持たない**

### 7. ゲルマニウム健康食品 (1)

#### ¶ ゲルマニウム健康食品の例

- \* 有機ゲルマニウムのサプリメントが多数販売されている
- ネット上の広告例 (<http://www.watabeyakuhin.co.jp/gsup01.html>)



- ・ 原材料: 有機Ge, ビール酵母, ビタミンC, 被包材 (ゼラチン)
- ・ 値段: 15,750円 (60粒, 1粒462mg, 約1ヶ月分)

## 7.ゲルマニウム健康食品 (2)

### ¶ゲルマニウム健康食品の例 (続き)

- \* 有機ゲルマニウムの安全性についての記述 (前述サイト)

有機ゲルマニウムは、その安全性や許容量を判断するための試験 (毒性試験) が数次にわたり実施されており、安全性が確認されています。

また、これまでの数多くの臨床試験では、深刻な副作用等は一切に報告されておりません。

因みに、現在では厚生労働省の、46通知の成分における食薬区分では、「食品の2のa」の分類に属する食品と認定されています。

## 7.ゲルマニウム健康食品 (3)

### ¶ゲルマニウムの効果を謳うサイトの記述例

ゲルマニウムには  
インターフェロン誘起活性する作用  
免疫がうまく機能するように調整する作用  
癌が治るような作用  
ウイルスと戦う作用  
痛みをやわらげる作用  
アンチエイジングのような作用  
などなど、

いろんな体に良い効果が期待されている

- \* 通販サイトではこのような効果は謳っていない  
∴ 謳うと【医薬品】扱いとなるから

## 7.ゲルマニウム健康食品 (4)

### ¶ゲルマニウムに対する厚生労働省の分類

- \* 「食品の2のa」の分類
  - その成分本質が伝承、慣行等により医薬品的な効能効果を有するものと期待して使用される物
  - 通常の食生活において食品の範囲と認められない
  - この分類は平成13年に廃止、**死文化**
- \* 現在の分類
  - 医薬品の効能効果を標ぼうしない限り医薬品と判断しない
    - ・ 医薬品として承認：プロバゲルマニウム (後述)
  - 「一般に食品として飲食に供される物であって**添加物として使用されるもの**」として取り扱う  
⇒ 医薬品の効能効果を標ぼうしない限り、販売、製造、輸入、加工、使用、貯蔵、陳列は禁止されない (食品衛生法第10条)

## 7.ゲルマニウム健康食品 (5)

### ¶ゲルマニウムに対する国立健康・栄養研究所の見解

- \* **栄養学的な重要性は明確でない**
- \* ヒトでの有効性については**信頼できるデータが見当たらない**
- \* 医療従事者の管理下以外に**経口摂取した場合、おそらく危険**
  - 【サプリメントとしての経口摂取】
  - 末梢神経や尿路系の障害を起こすことがある
  - 重篤な場合には死に至ることがある
- \* 健康被害に関する情報
  - 無機ゲルマニウムに限らず、有機ゲルマニウムでも**死亡例あり**  
cf. <http://hfnet.nih.go.jp/contents/detail35.html>

**通販サイトの記述とは真っ向から対立**

## 7.ゲルマニウム健康食品 (6)

### ¶プロバゲルマニウム

- \* 唯一承認されたゲルマニウム医薬品 (有機ゲルマニウム)
  - B型肝炎ウイルスによる慢性肝炎の治療薬
  - ・ 免疫を受けもっている細胞の機能を高める
  - ・ 体内でのインターフェロンの産生を増強する作用  
⇒ ウイルスの増殖を抑制
- \* 副作用
  - かゆみ、じんま疹などの過敏症状
  - 食欲不振、腹痛、下痢、吐き気、胸やけ、頭痛、めまい
  - うつ症状、肝機能異常、月経異常、脱毛
  - 服用中に慢性肝炎が急に憎悪することがある
  - ・ **死亡例も報告されている**
- \* 1日の服用量：10mg×3回 ⇔ 390mg (前述サプリメント)

## 8.まとめ

### ¶マイナスイオン

- \* **正体不明の【商業用語】 (科学用語ではない)**
  - イオン物質が不明で、**効果を証明された商品はほとんどない**
  - ・ 何らかの化学作用を期待できるほどの濃度がない
  - ・ 物質を明示しないのに効果をいうことはできない
  - トルマリン、備長炭は何の効果も持たない

### ¶ゲルマニウム

- \* 常温～体温程度の温度で**電子が外部に飛び出すことはない**
- ゲルマニウム健康器具は詐欺商品
- \* 有機・無機に関わらず、健康障害の症例・死亡例あり
  - サプリメントとしての経口摂取は危険
  - **生死に関わる副作用が起きる可能性を否定できない**

## 9.レポート課題

- 以下の条件で空気の分子密度を計算して求めなさい。
  - 空気の組成は窒素 8：酸素 2とし、理想気体と仮定する。
  - 0℃, 1気圧とする。
- あなたのおばあさんが業者の口車に乗せられ、非常に高価なゲルマニウム健康器具とサプリメントの購入契約書にサインをしようとしています。  
あなたはどうか説明して、思いとどまらせますか？
  - ・ 提出期日：
  - ・ 提出場所：