

本日の内容

1. 質量分析とは？

2. 振り子の実験と イオントラップ

3. 最先端プロでの 若手による発明

4. 高校までの基礎的な学習が活きる

5. 将来性のある日本になるために

質量分析とは：何に貢献：役立っているか？

すなわち 縁の下での力持ち・裏方の仕事 をしている

医学・薬学・ライフサイエンス

疾病診断、臨床、法医学、麻薬捜査、ドーピング、毒物検知、遺伝子解析、タンパク質解析、糖鎖解析、代謝解析、薬物動態・合成反応の最適化・薬効・安全性、天然物分析、等々

化学合成品・工業・新素材

プラスチック等製品検査、金属・無機物・半導体分析、香料分析、ナノテク素材分析、添加物・不純物・触媒・合成品確認、工程等モニタリング、等々

環境分析

大気・水・土壌・室内汚染物質分析、環境ホルモン分析、等々

<http://ssed.gsfc.nasa.gov/sam/samiam.html>

その他

火星探査車”キュリオシティ”にも搭載

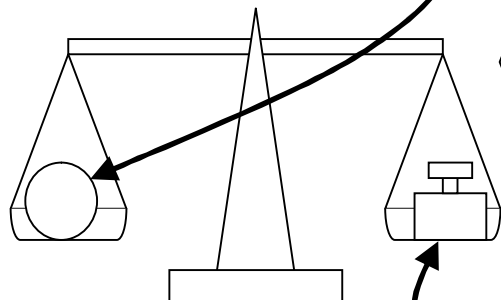
年代測定、地球外生命 探索、等々

“はやぶさ”が持ち帰った微粒子の分析も

質量分析とは？ 質量分析⇔天秤量り

Q. 通常 **未知の物**
の”重さ”を量る
場合は？

A. 例：天秤量り



量りたい物と **分銅**
が釣合う

Q. 質量分析とは？

A. 分子(原子)の重さを量る

分子は非常に小さい

分銅で釣合わせる方法は非現実的

分子をイオン化し、イオンを
分離・検出し 測定する

イオン化

分離

検出

測定

まず イオンを作らなければならない

ソフトレーザ脱離(イオン化)法とは

ノーベル賞受賞：ソフトレーザ脱離(イオン化)法とは？

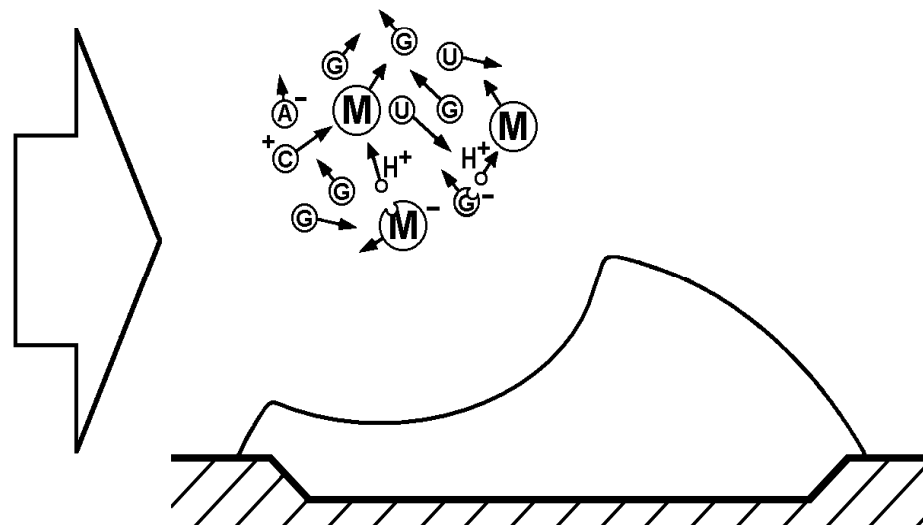
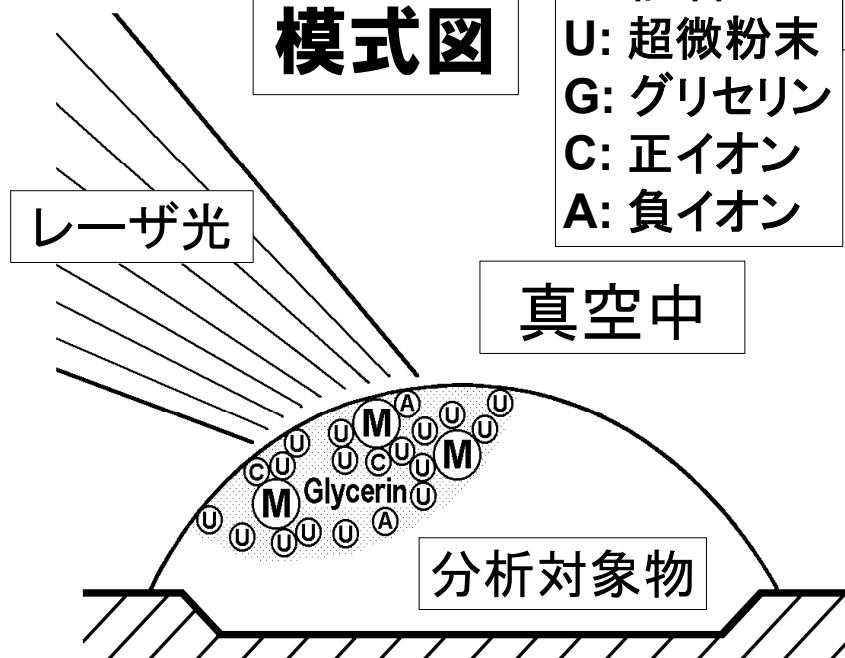
グリセリン（液体）／金属超微粉末を用いたソフトレーザ脱離法

タンパク質をイオン化（正（+プラス）・負（-マイナス）の電気を帯び）

させ、丸のままで飛び出させる（脱離
ガス化：気体にする）ことに成功！

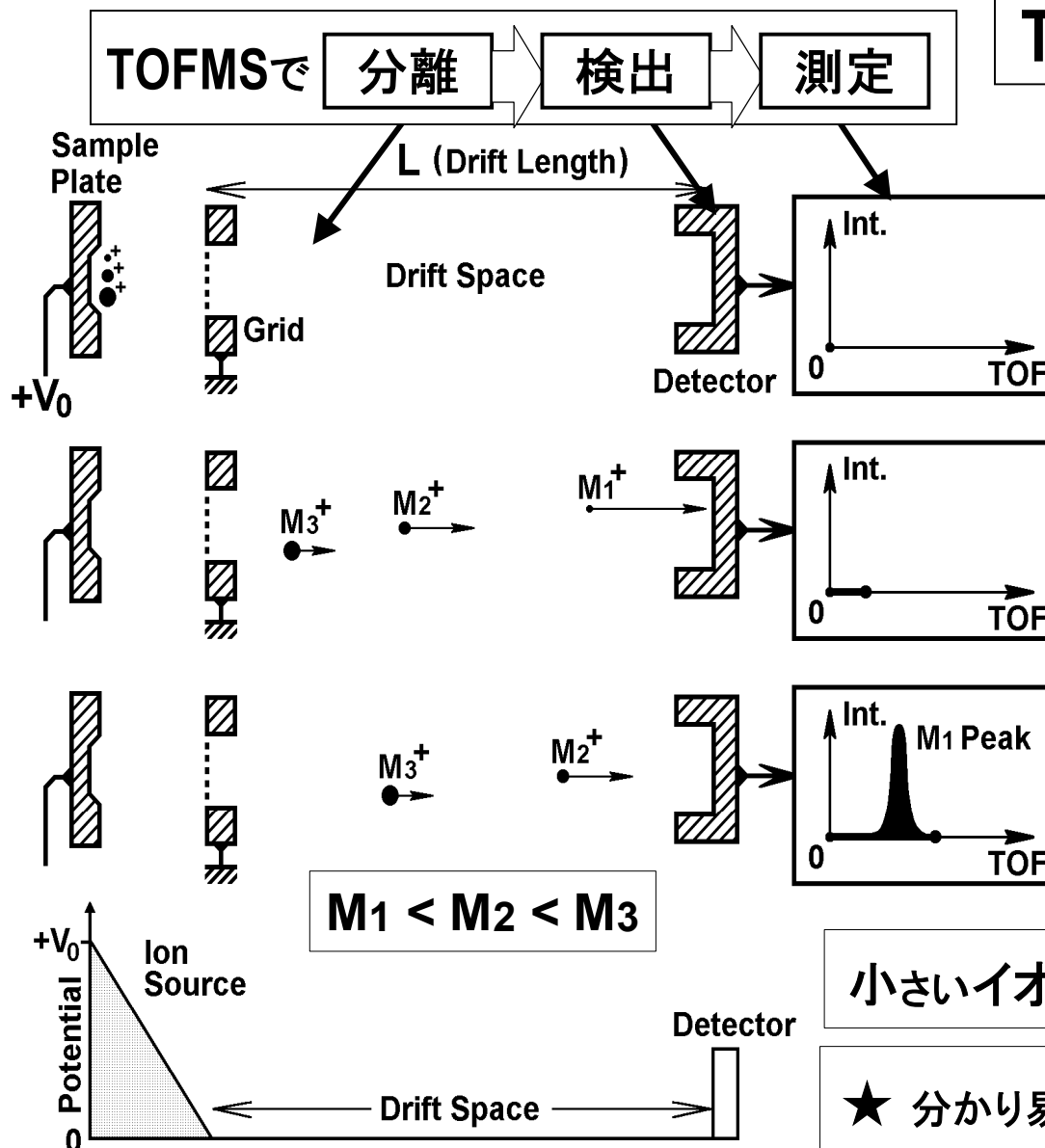
模式図

M: 試料
U: 超微粉末
G: グリセリン
C: 正イオン
A: 負イオン



これで **イオン化** はできた 次は **分離** ➡ **検出** ➡ **測定**

質量分析とは？ 飛行時間型質量分析TOFMSとは？



Time Of Flight Mass Spectrometry

エネルギー保存の法則

位置 と 運動エネルギー

$$qV_0 = \frac{1}{2}Mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2V_0q}{M}}$$

$$\therefore \text{ToF} = \frac{L}{v} = L \cdot \sqrt{\frac{M}{2qV_0}}$$

q: イオン電荷 M: イオン質量
v: イオン速度 V₀: 電位差

高校の
物理
で学ぶ

小さいイオンは速度が速く、早く検出器に届く

★ 分かり易く例えると: 坂道を転げ落ちる玉

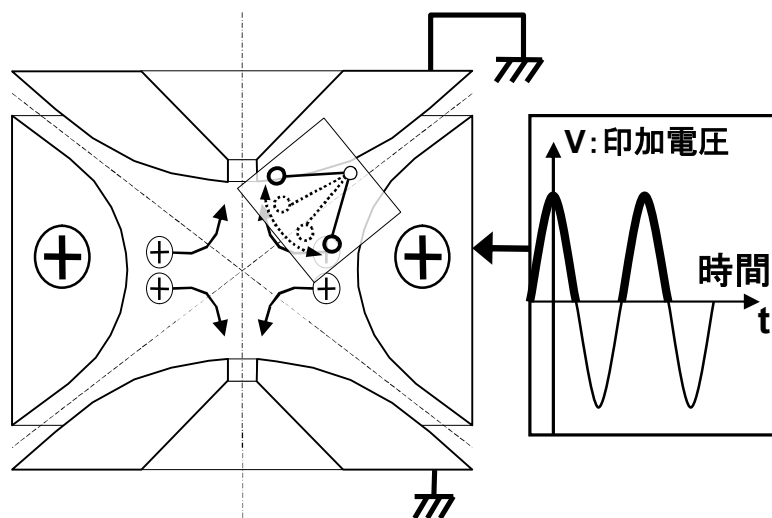
なぜイオンはトラップできるのか？ その1

トラップ内イオンを、方程式を使わず 分かり易く...

振り子の動きに似ている

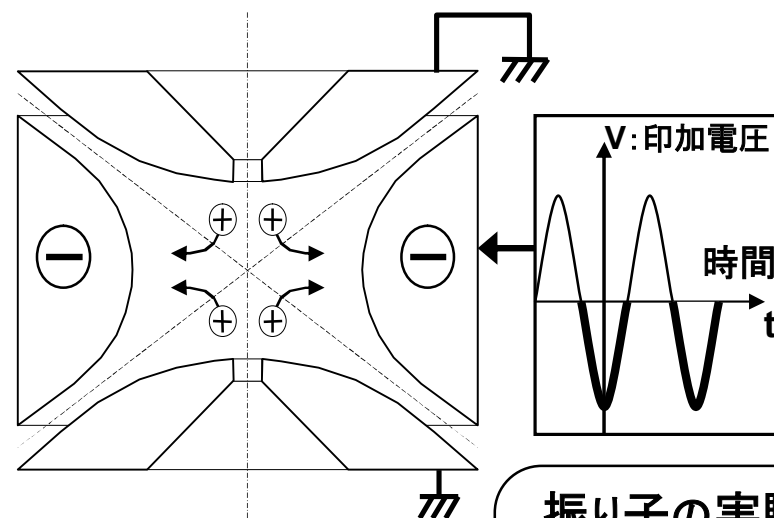
正イオン $\oplus$ がトラップ内にある場合

リング電極に**正 $\oplus$** 電圧を加えると



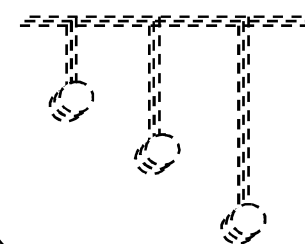
正イオンは反発し、電極の中心や
エンドキャップ電極へ押しやられる

リング電極に**負 $\ominus$** 電圧を加えると



リング電極に引き
寄せられる

振り子の実験



1秒間に10万回以上

電極に衝突する前に**正負**切り替え続ける(高周波)→イオントラップ可能

RF (Radio Frequency) : 使用する**高周波**が、放射電波**R**adio周波数**F**requencyになるため、**RF**と呼ばれている

なぜ様々なイオンがトラップできるのか？

イオンは各々特定の重さ M と電荷 q を持つ → 特定の周波数に**共振**する

(Trap内の様々な)イオンを **振り子**に置きかえて考えると → 飛行時間型 9/40 参照

イオンの M/q の違い → 置きかえ → 弦の長さの違い

イオンの M/q が小さい/大きい

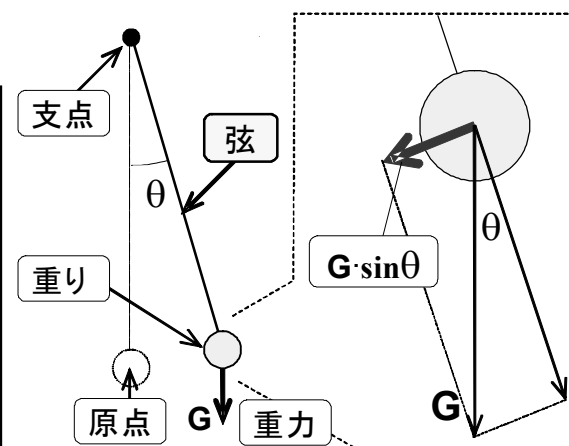
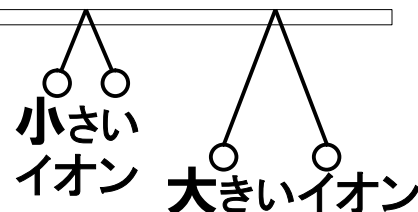
置きかえ

弦(ヒモ)の長さが短く/長く
共振周波数が高い/低い

弦の長さの違い

トラップの中

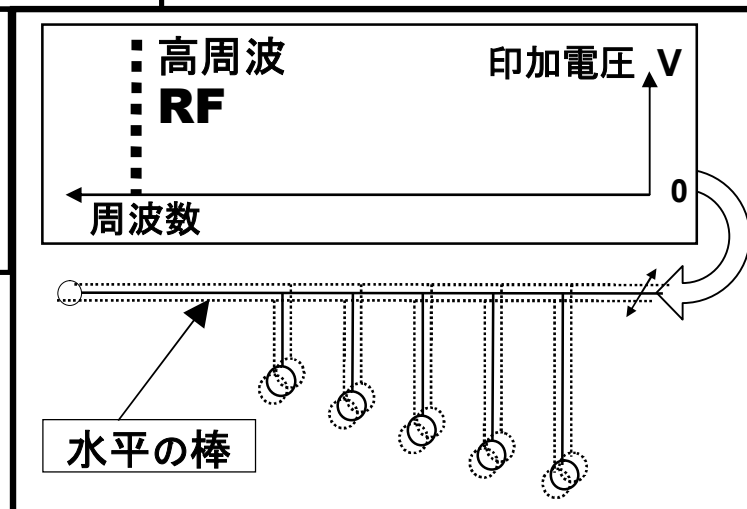
棒でつなげる



共振周波数の異なる**多種類の振り子**が
水平の棒につながれ、その棒に**高周波RF**
振動が与えられれば **全てがトラップできる**

高周波(RF: Radio Frequency)振動:

最も弦の短い振り子における共振周波数よりも高いため
全ての振り子は微細な振動は受けるが、共振して振幅を
大幅に増加させることはない



最先端プロの 1 テーマ “MSプロ” とは？

最先端研究開発支援プログラム <http://www.jsps.go.jp/j-first/sentaku.html>

＜研究課題名＞ 次世代質量分析システム開発と創薬・

診断への貢献 <<http://www.first-ms3d.jp/>>

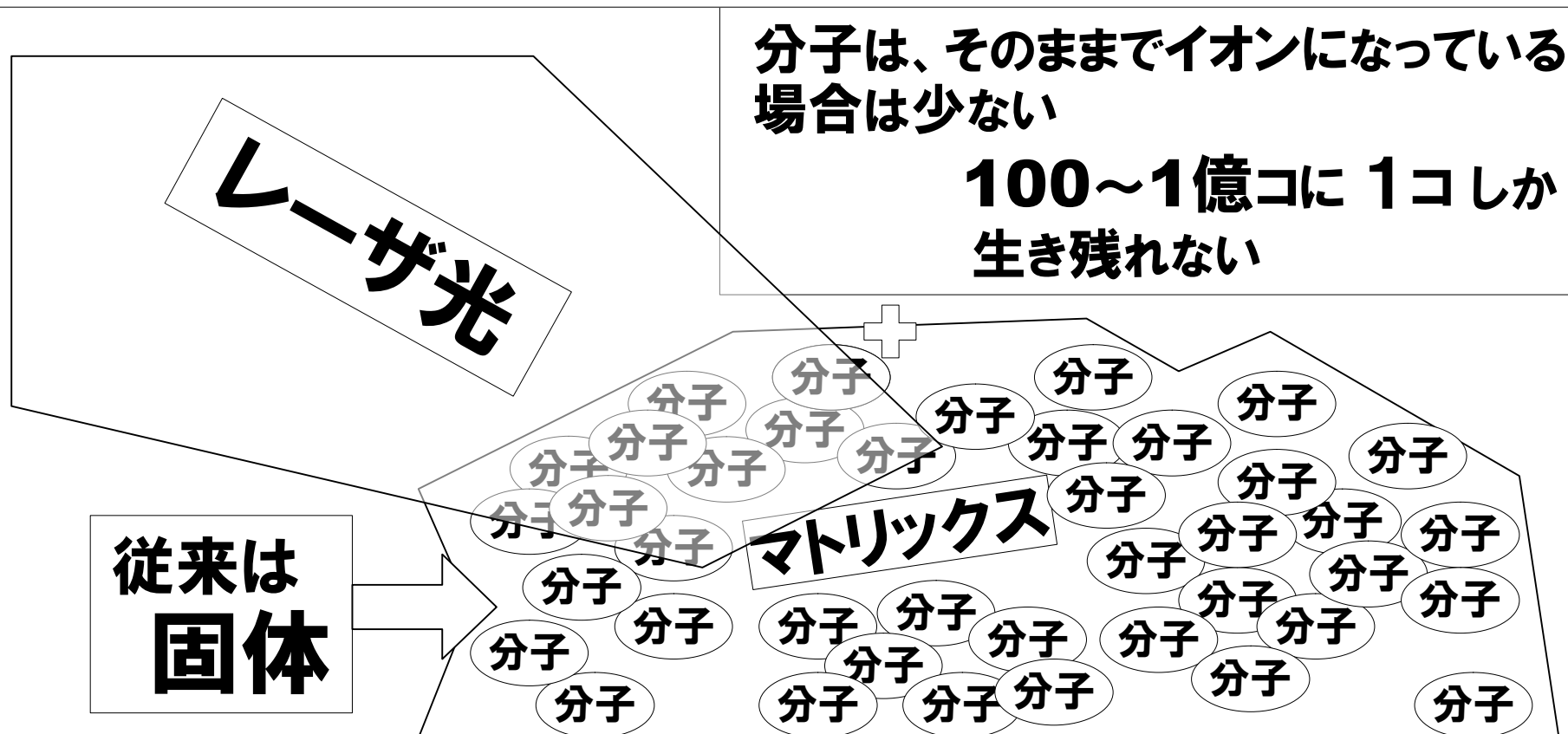


mass **S**pectrometer for **d**rug **d**iscovery and **d**iagnostics

— 血液一滴から 様々な病気の診断と
創薬・治療の手がかりを得るために —

科学的に考える 高校までにできること の説明の前に

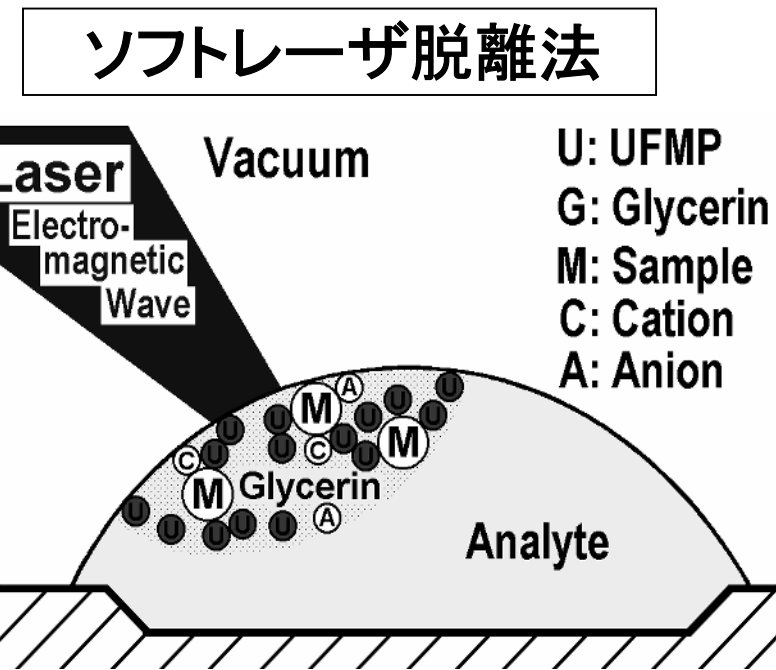
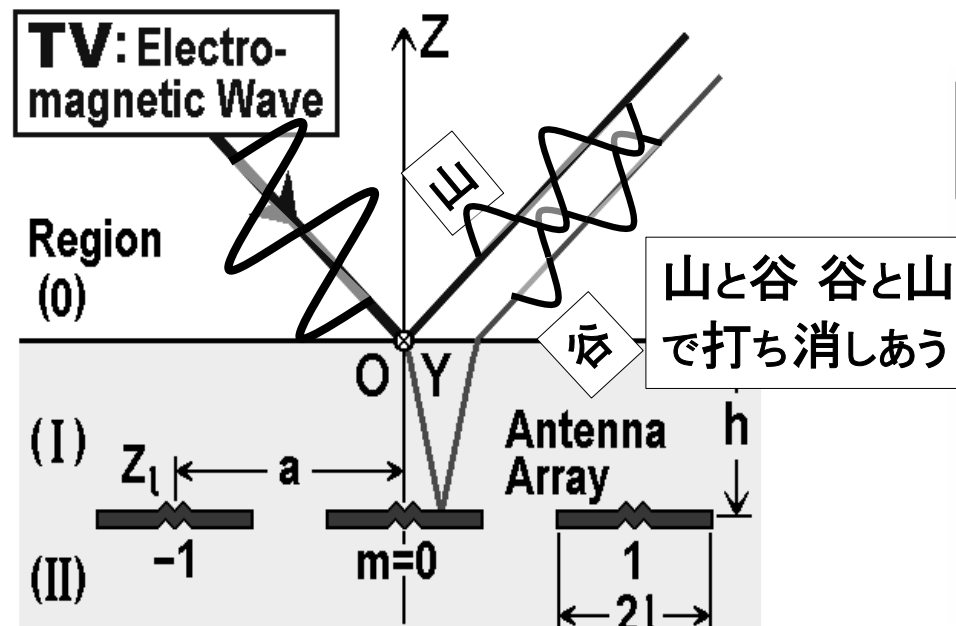
ソフトレーザ脱離法・マトリックス支援レーザ脱離イオン化法
レーザ光を用い、**マトリックス** と呼ばれる化合物の助け(支援)を受け、
固体・液体分子を壊さず(ソフト)に、気体(ガス状態)にする(脱離させる)
と同時に イオン化(+プラスまたはーマイナス 電気を付ける)を行う



電気工学と化学発明の意外な関係？ 略図で分かる共通性

高校の教科書にも良く使われている模式図が 分野を超えた斬新な発想に役立つ

電子情報通信学会 2007年9月号「対談－アンテナを張る－」参照 <http://www.ieice.org/jpn/books/kaishikiji/index.html>



コンクリートにアンテナ(金属棒)を並べ 電磁波吸収

グリセリンに金属超微粉末UFMPを混ぜ レーザ(電磁波)吸収

全く異分野の基礎知識・経験・発想を発明に活かした！

間違って混ぜてしまった失敗作を捨てなかったのは、このことが無意識の内にあったから！？

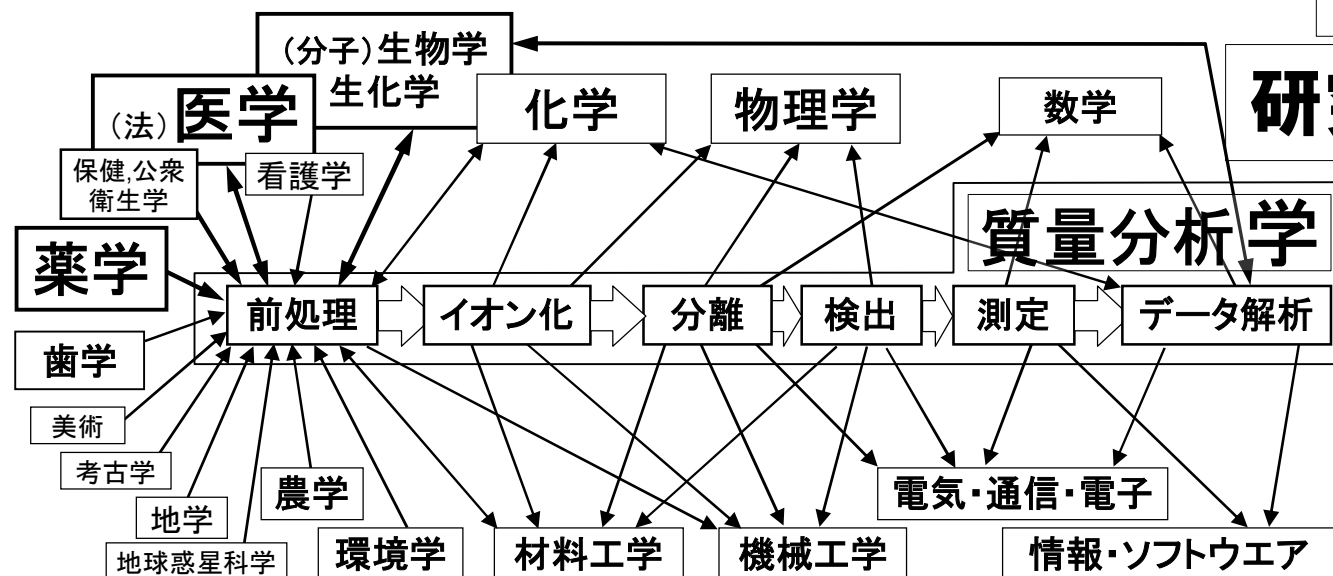
将来性？ 実は 日本の中に すでに素地は出来ている

MSIは 先端的基礎研究・産業の進展に幅広く貢献している

MSで扱う分析対象物・カテゴリーは、タンパク質・糖質・脂質・核酸・ビタミン・代謝物等の生体関連化合物・疾患診断・天然物や合成薬品の薬効/不純物確認(ライフサイエンス)、検死・薬物乱用/ドーピング確認・テロ防止(国民の安全)、バイオ燃料解析(エネルギー)、金属・セラミック・無機化合物・プラスチック・半導体・ナノテクノロジーを含めた新素材等の化成品検査(もの作り)、隕石(フロンティア)・化石・文化財等の年代・由来・真贋測定、土壌・上下水道・大気の汚染度合い診断(環境診断)、等々、極めて広範囲に渡っている。

液体マトリックス(イオン液体)は、別分野から取り入れた

異分野から学ぶ



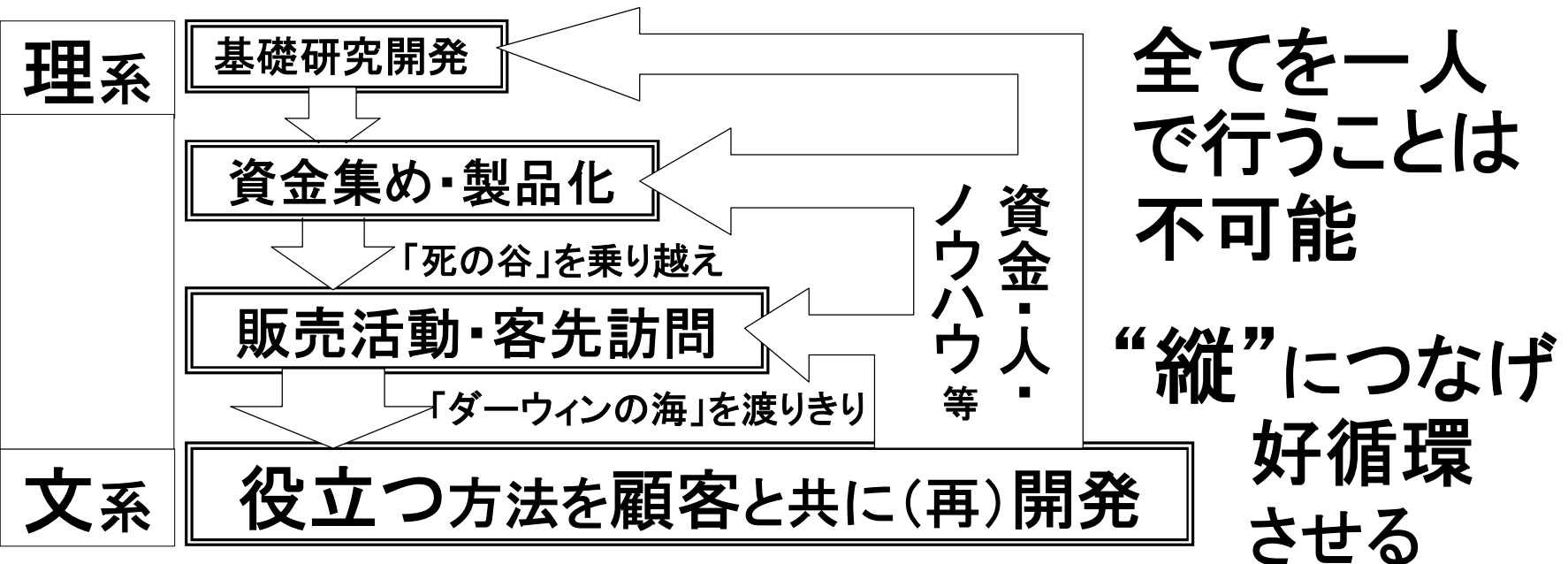
研究開発の「場」

日本の物作りの現「場」は...

理系の責任と将来性 分野を超えて伝える相互理解する

(日本に不足している)「縦の」チームワーク も重要

研究成果が製品となって役立つまでの流れ (特にベンチャー)



特に「理系」以外 異分野にも分かり易く説明・橋渡しすることで 理解・協力・やりがい・資金が得られる