

# 見えない物を観る

島津製作所 田中最先端  
研究所所長 田中耕一

## 肉眼では見えない物を観る話

誰もが 大なり小なり持っているはずの力を磨く話

中学、高校、大学生、社会人、、、 様々  
出来る限り多くの方々にヒントを得て頂ければ

1/26

(高校までの) 実験は？ 分かっている事を確認

(大学からの) 実験は？ 主に仮説を確認するため？

1例：仮説「ヒッグス粒子の存在」証明実験

検出・分析用の検出器・電磁石などは日本の会社が貢献

全て仮説が先に？ 人間そんなに賢くは無い

4/26

データ読み取り能力が高いと？ 思いがけない発見

木星の衛星の1つ“イオ”での噴火発見は？

1979年3月8日、ボイジャー1号から送られた“イオ”の写真に写っているはずの背後にある星を調査していた。

**女性 科学者** Linda Morabito (JPL)が、イオの地平線から吹き出す青白い噴煙の様な物を発見した。詳しく調べてみるとそれは火山噴火であった。

--- 地球外噴火を確認！ **世界初**

見えているはずの物から  
でさえも **発見**がある

**セレンディピティ**

ウィキペディアより

何かを探しているときに、探している物とは別の価値ある物を見つける能力・才能を指す言葉。ふとした偶然をきっかけにひらめきを得、幸運をつかみ取る能力。

5/26

# 観察から大胆？な仮説に 質量分析の活用

地球外生命探索：過去の火星(隕石)に生命の痕跡を発見！？

**Science** 16/Aug/1996: Vol. 273. no. 5277, pp. 924 - 930 より

Search for **Past Life on Mars**: Possible Relic Biogenic Activity in Martian Meteorite ALH84001

飛来隕石の電子顕微鏡写真

質量分析MSデータ活用

肉眼では見えない それが**観**えた事で 仮説→実験→証明？

6/26

## 自然をじっくり観察して得られたのは

まねる → まなぶ

ヤモリの足裏がお手本

無数の剛毛

片足で**ガラス**にぶら下がる

ガラス表面の細かい  
凹凸に引っかかる

次世代半導体  
粘菌がお手本

東北大 石田秀輝教授「**日本**は**生物模倣研究**では**有利**。自然は人間がコントロールすべきという西洋的な発想より、**人間は自然の一部である**とする東洋的な**自然観**の方が、生物模倣技術との親和性が高い」

自然は科学・  
技術のお手本

生物模倣(バイオミメティクス) 国立科学博物館HPより

「生物学、物理学、化学、工学、医学などの大変広範な分野の研究者がしっかりと**連携**することが大切... 混じり合うことのなかったような**違う分野**の研究も、... **研究者が一緒になって**、同じ方向を向き、... 研究を進めることが重要」

7/26

## 自然をじっくり観察して得られたのは

様々な学問分野がある**自然科学(技術)**とは...

富山科学技術大使

都会で人工物に囲まれていると、人間が作った(分かりきった)範囲の中でしか思考できない傾向がある だから 自然豊富な“田舎”が有利

人文・社会 科学

人が勝手に自然科学を個々の分野に切り分けた

自然も“ヒト”の体の中も分からない事だらけ

(自然) **科学**とは？ 自然の中に隠れた法則を見つける **好奇心**  
**技術**とは？ それを人々に役立つように活かす **公共心**

“ヒト”が“人”である 誰もが持っている 根本の力

8/26

# 観察→豊かな知識・考察で全く予期しない物をも発見

1996 ノーベル化学賞 Smalley  
「フラーレン発見」受賞講演より

## モデル化

息子がサッカー..  
5角形・6角形の辺  
が交わった点が **60**

レーザー光で黒鉛をイオン化

なぜC<sub>60</sub>の強度  
が高いのか？

フラーレン

世界で初めて**観えた**ことで **A ha!** 体験 新理論をも**生み出**せる  
人はそれほど賢くない 科学技術は 理詰めだけで切り広げられたのではない

**ダイナマイト**の**発見**も**観察**から

だからMSの実験は面白い 止められない

分析計測装置は、「(肉眼では)見えない」もの**見えるようにする道具**

2008年化学賞下村先生: **GFP**も 見えないタンパク質を**見えるようにする道具**

9/26

## モデル化 補足：2013年ノーベル化学賞は

DEVELOPMENT OF MULTISCALE **MODELS**  
FOR COMPLEX CHEMICAL SYSTEMS

<http://www.nobelprize.org/>

外側は古典物理学  
で簡易**モデル化**

化学反応に重要な中心部のみ  
量子物理学で詳細**モデル化**

電子“**雲**”？

10/26

## 質量分析とは？① 何に貢献・役立っているか？

### 医学・薬学・ライフサイエンス

注) 質量分析: MS(Mass Spectrometry)

**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

### その他

“はやぶさ”が持ち帰った微粒子の分析も

年代測定、**地球外生命**探索、等々

火星探査車  
“**キュリオ  
シティ**”に  
も搭載

主に **縁の下**の力持ち・裏方の仕事をしている

12/26

## 質量分析とは？② 質量分析⇔天秤量り

### 質量を分析する？

Q. 「質量を量る」といえば？

A. 例：天秤量り  
1mg (砂粒1つ)程度  
の重さまで量れる

Q. 質量分析とは？

A. 目に見えないほど  
小さいタンパク質のような  
分子・原子の重さを量る

13/26

## 質量分析とは？③ なぜ質量分析が必要か？

Q. がん等の病気になる？

A. 今までに無かったタンパク質  
が作られたり量が増減する  
(場合が良く見受けられる)

それを量る(観る)ことで

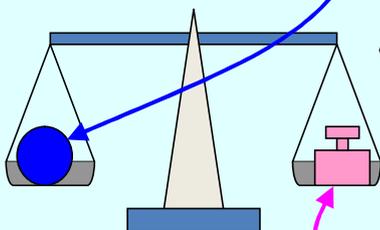
病気の早期診断等が  
行える(可能性が高い)

14/26

## 質量分析とは？④ 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目に見えない  
分銅で釣合わせる方法は非現実的

分子を1イオン化し、イオンを  
2分離・3検出し4測定する

1イオン化 → 2分離 → 3検出 → 4測定

まず1イオンを作らなければならない

15/26

## 受賞技術説明 ①：ソフトレーザ脱離法でタンパク質イオン化成功

ソフトレーザ脱離(イオン化)法：分解させずに(間接的に)化合物を飛び出させる  
 分かり易く言えば：強いレーザ光照射の直接衝撃を和らげるクッションを用いて脱離

ナノ粒子の一種：真船先生のご講演参照

当時の合金材料を化学反応(異分野)に活用

複雑な反応を簡略  
 にモデル化

グリセリン Glycerin と **金属超微粉末** UFMP を混ぜ、**レーザ** 光を当てると **タンパク質** を壊さず(ソフト)に **イオン化** できた！

失敗して混ぜた物を「**もったいない!**」と思い、使っただけなのか？

16/26

## 受賞技術説明 ②：田中東北大学卒業論文アンテナ工学研究

電子通信学会  
 での発表

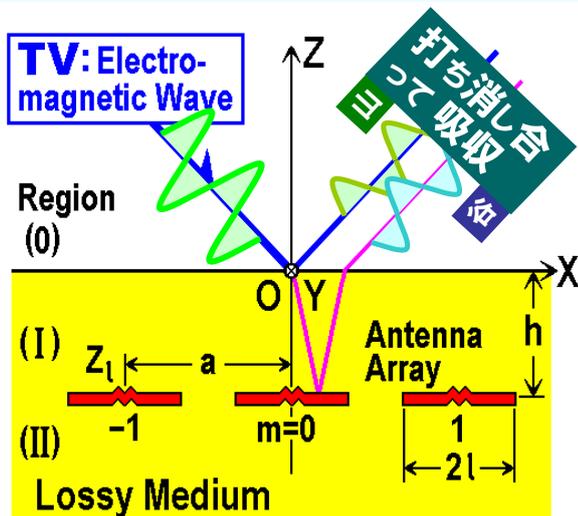
ビルの壁の断面  
 を拡大すると

ビルの壁から跳ね返ってくる 不要な  
**電波** を消去・**吸収** する手法

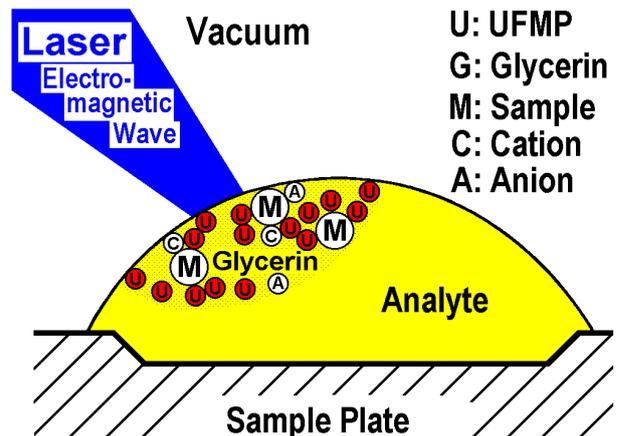
17/26

## 受賞技術説明 ③：電気工学と化学発明の意外な関係？

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>



受賞対象：ソフトレーザ脱離法



**電気** コンクリートにアンテナ  
 (金属棒) を並べ **電磁波** 吸収

**化学** グリセリンに **金属** 超微粉末  
 UFMP を混ぜ **レーザ** (電磁波) 吸収

大学での **電気** のアイデアが、実は入社後の **化学** の大発見に！  
 全く **異分野** の知識・経験・発想を **発明** に活かした！？

モデル化で 分野を超えて橋渡し

イオンを作ることはできたが...

18/26

# 「最先端 研究開発支援FIRSTプログラム」とは？

Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology

＜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 spectrometer for drug discovery and diagnostics

— 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 —

若手 研究者・技術者が活躍中！

19/26

## 「次世代質量分析システム開発と創薬・診断への貢献」体制

- ・ 医療・創薬の進展に役立つMSシステムを産学官連携で開発
- ・ 次世代を担う若手を育成

どんな方法・考え方で？

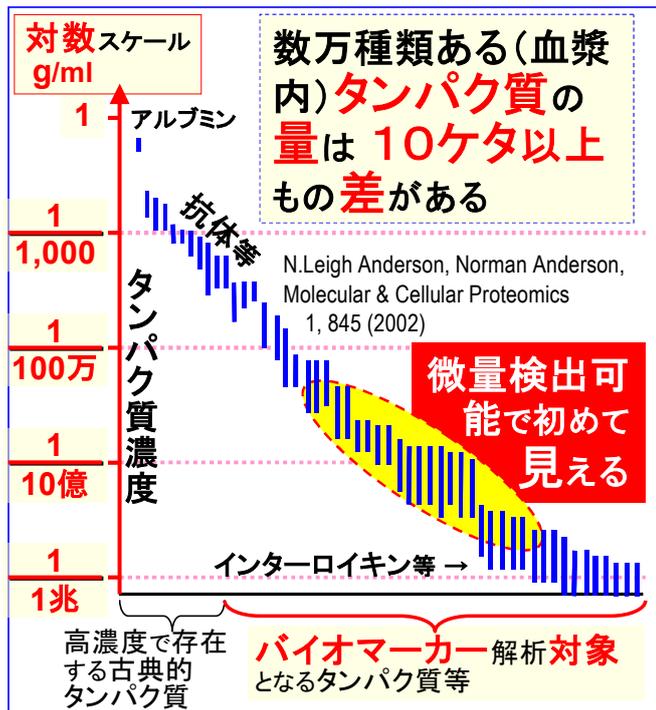
目標：感度(・選択性)を1万倍に向上

20/26

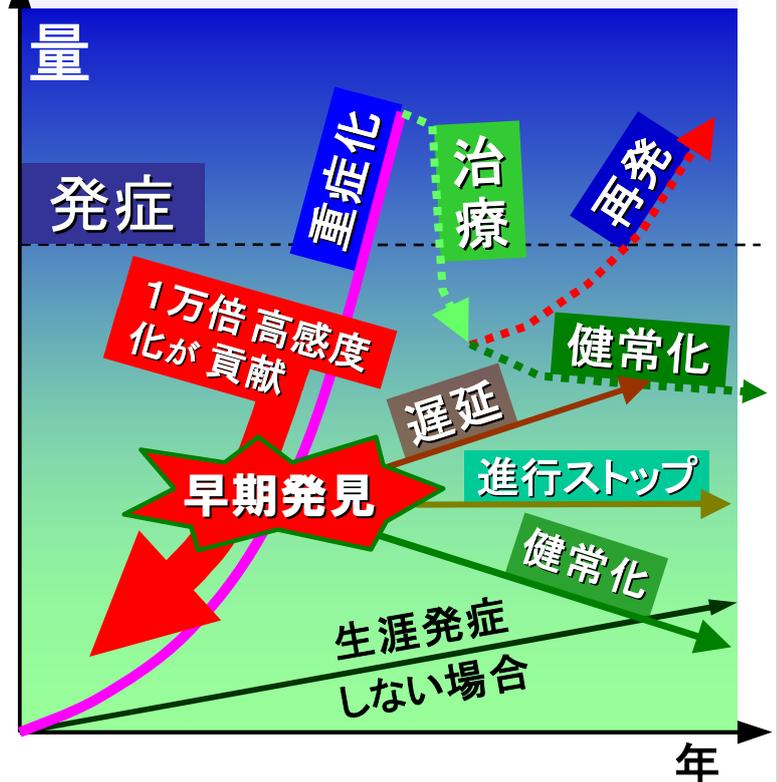
## 1万倍の高感度・微量が量れるようになると

Q. がん等の病気になると？

A. 今までに無かったタンパク質が作られたり量が増えたり減ったりする(場合が良く見受けられる)



がん等の病気発症・治療の経緯 (分かりやすく簡略化している)



21/26

# 質量顕微鏡：ミクロンレベルで乳がん組織のイメージング化

癌と非癌部を**鮮明**に差別化

バイオマーカー候補発見

世界初

世界初

## 次世代質量分析装置：前立腺がん診断を尿から

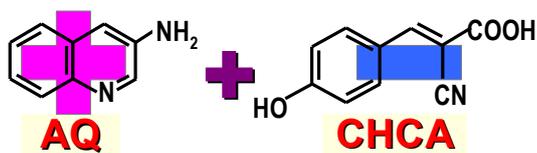
前立腺**がん**と前立腺**肥大**の**区別**が可能な**バイオマーカー**候補

を、非侵襲採取可能な**尿中**から検出

なぜそれが見えたのか？理由が分からなくても、**役立**たせる事ができる

22/26

## 本プロジェクトの隠れた目的 若手・女性 研究者の可能性を引き出す



液体(マトリックス)になる

化学反応の場合：失敗を作ってしまった！が感度が500~1万倍になってしまった！

(非専門家の)若手は、「失敗・欠点」を「成功・利点」に！

素人だから**基礎**に立ち返ってできた**発見**

23/26

## 若手・女性 研究者の可能性を引き出す 失敗を活かす・楽しむ

25年前の田中の発明も、失敗を新発見に... 若手の田中は「先人に**育**てて頂いた」(これからの)先人の役割：若手が**挑戦**し**失敗**を**乗り越え** **伸**びられる**”場”**を作ること

### なぜ失敗を楽しめるのか？ (←これまでの経験から)

高校までの実験は、成功して当たり前 人が知っている事は、ほんの一部 当然失敗する 誰でも**失敗**するのは嫌だ そこ(皆同じところ)で**思考**が**停止**して(「それより先は考えたくない」と思って)しまいやすい **ということは...**

**失敗(皆が目を背けたがる所)に 発見が隠れている場合が意外に多い**

例えば 2000年ノーベル化学賞：白川先生発明 導電性プラスチック：  
試薬配合量を間違えて作り、電気を通してしまった。「失敗」と思い捨てていたら、「プラスチックは電気を通してはいけない」という**常識**に縛られていたら...

### 挑戦・独創：「自分で**考**えることの良さ」について

(**K**空気を**Y**読み)他人の意見を鵜呑みに取り入れた結果として

• **成功**した場合 • **失敗**に終わった場合

**自分**の考えを貫いた結果として

• **成功**した場合 • **失敗**に終わった場合

失敗・挫折に備えると、**挑戦・独創**へとつながる

24/26

# 失敗・発見からの独創・創造を高めるために

MSは 先端的基礎研究・産業の進展に幅広く貢献している

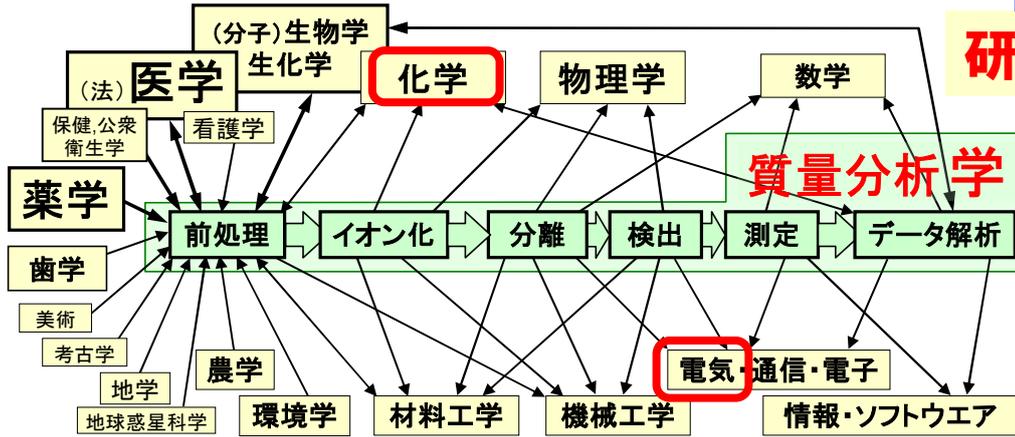
MSで扱う分析対象物・カテゴリーは、タンパク質・糖質・脂質・核酸・ビタミン・代謝物等の生体関連化合物・疾患診断・天然物や合成薬品の薬効/不純物確認(ライフサイエンス)、検死・薬物乱用/ドーピング確認・テロ防止(国民の安全)、バイオ燃料解析(エネルギー)、金属・セラミック・無機化合物・プラスチック・半導体・ナノテクノロジーを含めた新素材等の化成品検査(もの作り)、隕石(フロンティア)・化石・文化財等の年代・由来・真贋測定、土壌・上下水道・大気汚染度合い診断(環境診断)、等々、極めて広範囲に渡っている。

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...



25/26

読売新聞社主催：ノーベル賞受賞者を囲むフォーラム

「次世代へのメッセージ」「若き探究心 科学の未来を切り開く」



## 見えない物を観る

島津製作所 田中最先端  
研究所所長 田中耕一

適切・豊富な知識に基づく仮説・実験

自然に学ぶ

違いを見分ける鋭い観察力・探究心

A-Ha! 体験

失敗をも活かせる楽しめる柔軟性 気持ちの切り替え

複雑な構造を適切に簡略化・分かりやすくモデル化

コミュニケーション能力・異分野融合の「場」

この他にも沢山ある 自分で考えて

天才の能力?

誰もが 大なり小なり持っている・磨ける力が 独創性に

26/26