

Hakuto

# 伯東について

2



社名：伯東株式会社 (本社：東京都新宿区1丁目)  
 設立：1953年11月  
 資本金：8,100,251,614円 (2020年3月末)  
 従業員数：1,257人(連結、2020年3月末)

Electronics  
(As a Distributor)

Electronic and Electric Equipment

Semiconductor Devices

Electronic Components

Chemicals  
(As a Manufacturer)

Industrial Chemicals

Hakuto

# レーザーアブレーション分析

4

レーザーアブレーション-ICPMS分析 (Laser Ablation ICP-MS, LA-ICPMS)  
 レーザー誘起ブレイクダウン分光分析(Laser Induced Breakdown Spectrometry LIBS)



Hakuto

2021年新春講演会 講演レジュメ

APPLIED SPECTRA  
Transforming the way the world does chemistry

近畿アルミニウム表面処理研究会  
2021年2月8日(月)

# LIBSおよびレーザーアブレーションICP-MS を用いた材料分析

伯東株式会社  
システムプロダクツカンパニー  
中江 俊暁  
nakae-1@hakuto.co.jp

Hakuto

# 伯東 システムプロダクツカンパニー

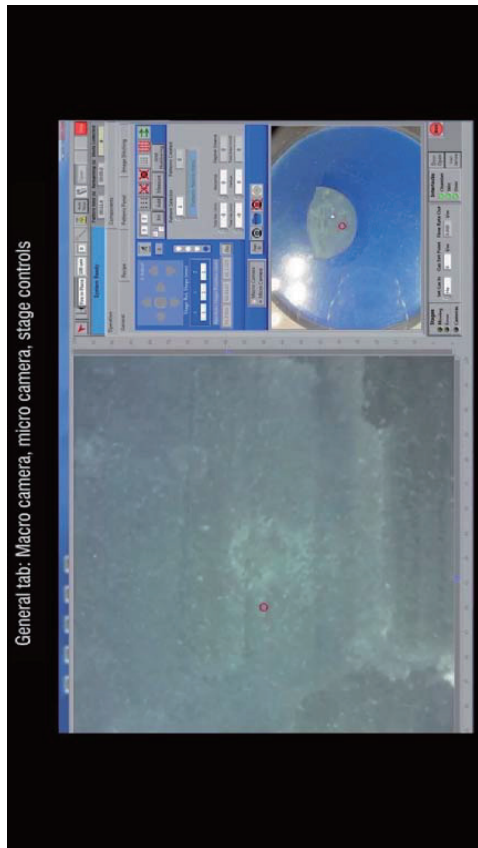
3

- ・真空関連機器  
Turbo-Molecular Pump, Dry pump, Vacuum Gauges, Mass spectrometer, Leak Detector ( Pfeiffer/Vacuum)
- ・熱負荷試験機  
ThermoStream system (inTEST Thermal Solutions)
- ・分析機器  
ICP-TOFMS (GBS), LIBS (Applied Spectra)
- ・科学機器  
"Polycold", Cryo-Chiller (Brooks Automation)  
Pelletron Accelerator ( National Electrostatic Corporation)  
Cyclotron for PET radiopharmaceuticals ( Advanced Cyclotron system Inc.), Teslamer(Group3)



レーザーアブレーション分析

5



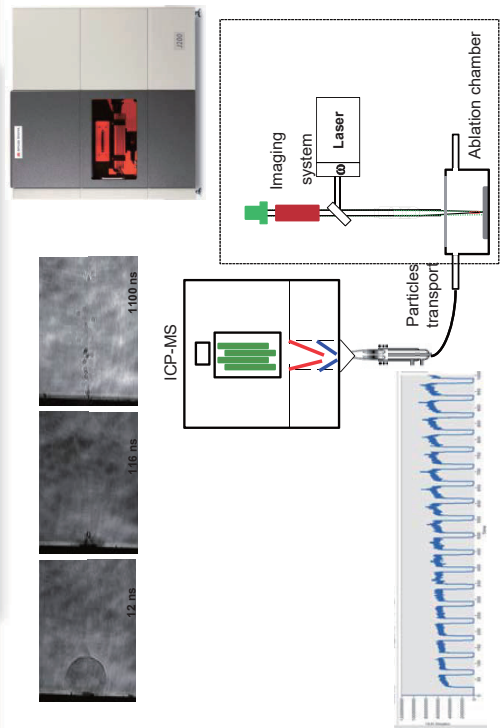
レーザーアブレーション(LA-ICPMS)/LIBS分析

6



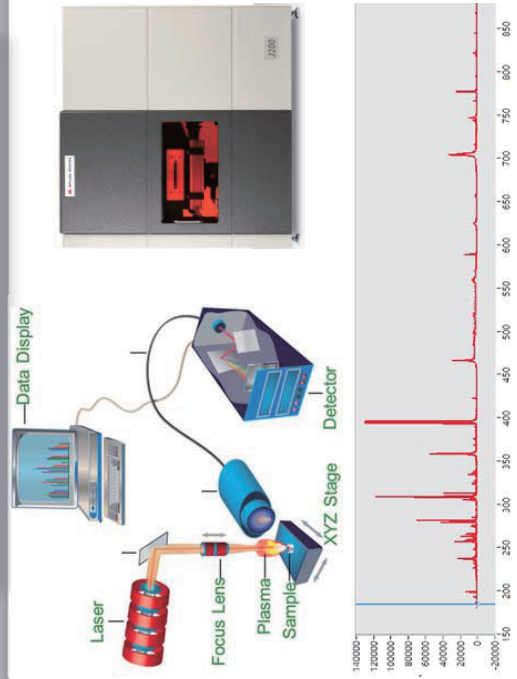
レーザーアブレーションICP-MS分析(LA-ICPMS)

7



レーザー誘起ブレイクダウン分光分析(LIBS)

8



9 レーザーアブレーション(LA-ICPMS)/LIBS分析

[共通する特徴]

試料(主に固体)表面にパルスレーザーを照射することにより試料に起こる反応を用いて元素分析(定性/定量分析)を行う

- => 試料の前処理(溶解など)を不要とし、高速かつ局所分析が可能
- => 大気圧下での試料分析が可能

[レーザーアブレーションICP-MS (LA-ICPMS)]

レーザーの照射箇所が気化(アブレーション)し、再凝固により微粒子となつた試料をガス(主にAr/He)によりICP-MSに輸送、ICP-MSのアルゴンプラズマを用いてイオン化し、質量スペクトルを得る。

[レーザー誘起ブレイクダウン分光分析 (LIBS)]

レーザーの照射箇所がプラズマ化し、この時に発する試料中元素の発行スペクトルの分光分析を行う。

10 レーザーアブレーション(LA-ICPMS)/LIBS分析

**LIBS**

- 主成分、微量元素の分析 (%~ppmレベル)
- ICP-MSでは難しい元素の定性/定量分析 (C, F, O, H, N, etc.)

**LA-ICP-MS**

- 極微量元素(~ppbレベル)の元素分析
- 難溶性試料などの高速、局所分析

ms – nano particles are formed  
μs – light is given off as plasma cools

**タンデムLA-LIBS**

- LA-ICPMS, LIBSの同時分析により幅広い元素範囲がカバー可能
- 各元素の測定ダイナミックレンジの拡張 (ppb to %)

11 レーザーアブレーション(LA-ICPMS)/LIBS分析

【レーザー】

パルスレーザー  
(ナノ秒(Nd-YAGの高調波) / フェムト秒 (Ybダイオード or Ti-Sapphire))  
=> 一般的な照射径は数μm~200μm程度

- 例: 10mm四方のアルミ板全体にレーザー径100μmで元素分析(マッピング)を行う場合、10,000点の照射が必要であり、レーザー周波数が10Hzの場合、測定時間は1,000秒(約17分)となる。
- \*ラインスキャン+LIBS分析の場合、ライン変更後のレーザー安定化照射を考慮しない

【測定部】

LA-ICPMS: ICP-MS  
\*基本的に各社のICP-MSにレーザーアブレーションユニットを接続することで分析が可能 (時間分解分析が可能な機種に限る)

LIBS: 分光器+CCD (ICCD) \*分光器の特徴によりシーケンシャルとマルチに分かれる

12 LA/LIBSの用途

**惑星探査、鉱石、地球化学**

図2 Curiosity (credit: NASA/JPL-Caltech/MSSS)

**法科学、犯罪捜査**

ASTM(American Society for Testing and materials) E2927-16e1. ソーダ石灰ガラス試料の微量元素分析にLA-ICPMSを用いた法科学的比較分析法

**生化学**

**金属材料、工業分析**

D8182-18. 合金デブリ粉のLIBS測定を用いたクラス分析

Figure 8: Fluorine

**LA-LIBSのアプリケーション例**

13

葉の蒸騰による経時マッピング分析(LA, LIBS)  
Control 1h 12h 24h

75K\* 30K\*

\*JASIS2016 新技術説明会発表資料抜粋  
APPLIED SPECTRA  
*Transforming the way the world does chemistry*

**LA-LIBSのアプリケーション例**

14

リチウムイオン電池、電極材の深さ方向分析(LIBS)

APPLIED SPECTRA  
*Transforming the way the world does chemistry*

Layer	Depth (µm)	Depth per Laser Pulse (µm)
Li metal	2	0.249
LiPON	3	0.429
LiCoO <sub>2</sub>	20	0.370
Ti	1	0.200
Glass	Core	-

— 266nm Nd:YAG レーザー  
— 6channel CCD検出器  
— Heバージ下で測定

PVDF/バインダーの3Dマッピング例→

**まとめ**

17

— 表面分析手法の一つとして、大気圧下での局所、他元素同時分析が可能なレーザーアブレーション、LIBS分析は近年研究が進んでいる。

— この二つの測定手法を同時に行うことが出来るLA-LIBS装置は既に材料分析など工業分野でも展開が始まりつつある。

**Thank you !!**

18

J200 LA Instrument  
J200 FEMTO QX (Tandem LA-LIBS Instrument)  
J200 FEMTO IX Tandem LA-LIBS Instrument (dual detectors)  
J200 FEMTO IX LA Instrument

Emission Intensity vs Wavelength (nm)

Exogitir; grid back; 30 accum at each location

APPLIED SPECTRA  
*Transforming the way the world does chemistry*  
[www.appliedspectra.com](http://www.appliedspectra.com)

<http://www.hakuto.co.jp>