

目次

刊行のことば *i*

まえがき *iii*

Chapter 1 ICP-MS の原理と装置構成

1

1.1 原理 2

1.1.1 イオン源としての ICP 2

1.1.2 ICP の仕組み, 構造 4

1.1.3 真空系へのイオンの引き込み 17

コラム プラズマを点火する 23

1.2 ICP-MS の装置構成 24

1.2.1 四重極型質量分析計との組み合わせ (ICP-QMS) 24

1.2.2 高分解能質量分析計との組み合わせ (High Resolution ICP-MS)

41

1.2.3 多元素同時検出型装置との組み合わせ 46

1.2.4 タンデム型質量分析計 (MS/MS) との組み合わせ 49

コラム 高熱源に油を注ぐ 58

1.3 展望 59

コラム 危険なプラズマ 60

Chapter 2 干渉の種類と補正法

63

2.1 干渉の種類 64

2.1.1	物理干渉	64
2.1.2	化学干渉	65
2.1.3	イオン化干渉	66
2.1.4	スペクトル干渉	66
2.1.5	空間電荷（スペースチャージ）効果による干渉	73
2.2	干渉の補正法	75
2.2.1	スペクトル干渉の補正	75
2.2.2	非スペクトル干渉の補正	86
2.2.3	メモリー効果の低減	89
2.2.4	おわりに	89
コラム	原子量は不変か？	90

Chapter 3 微量分析のためのコンタミネーション防止 93

3.1	はじめに	94
3.2	前処理環境	95
3.3	使用器具に関する注意点	98
コラム	1 ppt の実感	100
3.4	試薬および水について	101
コラム	超純水と高純度の酸	102
3.5	装置の設置環境	103
コラム	クリーンルーム	103
3.6	装置内メモリーについて	104
3.7	試料の保管	106
コラム	ppb, ppt の意味するところ	107
3.8	まとめ	108

Chapter 4 ICP-MS の複合分析装置 109

4.1	レーザーアブレーション／誘導結合プラズマ質量分析法による
-----	------------------------------

固体試料中の元素分析	110
4.1.1 レーザーアブレーション	110
4.1.2 LA/ICP-MS の特徴	111
4.1.3 LA/ICP-MS による定量分析の注意点	112
4.1.4 LA/ICP-MS 分析の操作手順	114
4.1.5 LA/ICP-MS の分析例	116
4.2 クロマトグラフ／ICP-MS による元素の化学形態別分析（スペシエーション分析）	121
4.2.1 ICP-MS を用いたスペシエーション分析の特徴	123
4.2.2 LC/ICP-MS の特徴	126
4.2.3 LC/ICP-MS 装置の構成	126
4.2.4 測定の準備	128
4.2.5 測定	128
4.2.6 測定上の注意点	129
4.2.7 LC/ICP-MS によるスペシエーション定性分析および定量分析	133
4.2.8 LC/ICP-MS によるスペシエーション分析の実際	135
4.2.9 分析値の確認（精度管理）	142
4.2.10 LC/ICP-MS の高感度化	149
4.2.11 スペシエーション分析の理想と現実	153

Chapter 5 同位体希釈質量分析法 159

5.1 ID/ICP-MS の概略	160
5.2 ID/ICP-MS の実際（その1）	163
5.2.1 同位体比測定における“真値からの偏り”およびその変動の補正法	164
5.2.2 同位体比 R_{mix} 以外の値を既知量とする方法	166
コラム スパイクの入手	170
コラム 化学分離における同位体分別	170

5.3	ID/ICP-MS の実際（その 2）— 精確な定量値を得るために	171
5.3.1	適切な同位体の選択	171
5.3.2	スパイク添加量の最適化	171
5.3.3	同位体平衡の達成	175
5.3.4	操作ブランクの抑制	176
	コラム IUPAC の天然同位体組成推奨値	176
5.4	ID/ICP-MS の応用テクニック	177
5.4.1	化学形態別同位体希釈分析法	177
5.4.2	オンライン同位体希釈法	178
	コラム 同位体比はどれぐらい繰り返し測定すべきか	178
5.5	おわりに	179
	コラム 質量差別効果の補正法	180
	コラム 精度さを追求すると	180

Chapter 6 ICP-MS の実試料への応用 181

6.1	キレート樹脂分離法による海水中重金属の分析	182
6.1.1	キレート樹脂分離法の原理と操作	182
6.1.2	まとめ	195
	コラム キレート樹脂分離法以外の元素の分離・濃縮法	196
6.2	高分子材料	197
6.2.1	高分子材料中の金属分析のための前処理	197
6.2.2	バルク分析実施例	199
6.2.3	レーザーアブレーション法	201
6.2.4	高分子材料からの薬液による金属の溶出試験	202
6.2.5	まとめ	206
	コラム 煮ても焼いても…	206
6.3	生体試料	207
6.3.1	生体試料の特徴	208
6.3.2	生体試料分析のための前処理	213

6.3.3	血液試料の分析	215
6.3.4	尿試料の分析	217
6.3.5	毛髪試料の分析	218
6.3.6	まとめ	220
6.4	土壌および石炭試料の重金属分析	223
6.4.1	はじめに	223
6.4.2	全量分析法	224
6.4.3	重金属の抽出分析	232
6.5	半導体材料	235
6.5.1	半導体用シリコン中の不純物分析	235
6.5.2	太陽電池用シリコンの不純物分析	236
6.5.3	クロロシラン類の分析	238
6.5.4	シリコンウェーハ表面・表層部の汚染分析	239
6.5.5	ウェーハ上の特定部位の汚染分析	244
6.5.6	高純度試薬の不純物分析	245
6.5.7	クリーンルームエアの分析	246
6.5.8	まとめ	248
付 録	イオン化エネルギーと相対質量・同位体存在度・原子量	253
索 引		265



イラスト／いさかめぐみ