

**令和4年度重要技術管理体制強化事業
(研究開発基盤技術に係る実態調査)
調査報告書**

令和5年3月

株式会社三菱ケミカルリサーチ

経済産業省貿易経済協力局貿易管理部
安全保障貿易管理政策課技術調査室

目次

本調査事業の概要	3	5.2. 注目すべき分析機器選定のプロセス	24
2. 調査事項1. ラボラトリー用分析機器の俯瞰調査	5	5.3. 分析機器選定各調査結果	25
(非公開)		5.4. ヒアリング対象機器及びヒアリング先選定結果	26
2.2. サプライヤー情報 (非公開)		5.5. 分析機器の深掘調査	
2.3. 分析機器分類ごとの市場比較 (非公開)		5.5.1. MALDI-TOF MS	27
2.4. 地域別分析機器の市場比較 (非公開)		5.5.2. XRD	28
2.5. 中国市場の特徴 (非公開)		5.5.3. UV/Vis	29
2.6. 特許解析	7	5.5.4. IR	30
3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査		5.5.5. ラマン分光	31
査目的・対象と概要	8	5.5.6. 蛍光	32
3.2. 日本	11	5.5.7. 光学顕微鏡	33
3.3. 米国	12	5.5.8. SEM	34
3.4. EU	13	5.5.9. TEM	35
3.5. ドイツ	14	5.5.10. 共焦点顕微鏡	36
3.6. スイス	15	5.5.11. 表面分析	37
3.7. 中国	16	5.5.12. 熱分析	38
4. 調査事項3. 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査	17	5.6. まとめー1 注目すべき分析機器の技術俯瞰図	39
4.1. 重要技術選定の考え方とプロセス	18	5.7. まとめー2 分析機器種類別業界相関図 (非公開)	
4.2. 重要技術選定結果	19	5.7. まとめー3 サプライチェーン関連情報一覧	40
4.3. 重要技術の研究開発を支える分析機器	20	5.8. まとめー4 分析機器貿易統計まとめ	41
4.4. 出典	21	5.11. 出典	44
5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査	22	6. 総括	45
5.1. 調査内容	23	7. 補足資料	47

1. 本調査事業の概要

【目的】

分析機器は、それ自体が最先端の研究開発分野であるとともに、多様な研究開発を支える共通基盤技術でもある。我が国の産業競争力や安全保障上の観点から当該基盤技術の維持・強化は必要不可欠である。そこで、本調査では「分析機器」に関する国内外の動向等の情報収集を通じて、我が国の優位性（競争力）や脆弱性を分析・評価し、外国為替及び外国貿易法の運用の強化と執行体制の整備に役立つ基礎資料を得ることを目的とする。

調査事項 1. ラボラトリー用分析機器の俯瞰調査

最先端技術の研究開発を支える分析機器の情報を整理する。

調査事項 2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

各国が技術の保護や取得に力を入れている分析機器の取り組み状況进行分析する。

調査事項 3. 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査

産業競争力や安全保障上の観点から重要と認められる技術分野（10程度）を選定し、選定した技術分野の研究開発に利用される分析機器の種類やスペックを整理する。

調査事項 4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

調査事項 1～3 を踏まえ、産業競争力や安全保障上の観点から重要性が認められる分析機器を10種類程度選定する。選定した分析機器に関し詳細情報を整理する。

2. 調査事項1. ラボラトリー用分析機器の俯瞰調査

【調査内容】

最先端技術の研究開発を支える分析機器について、公開情報に基づいて市場情報、サプライヤー情報等を俯瞰的に調査した。

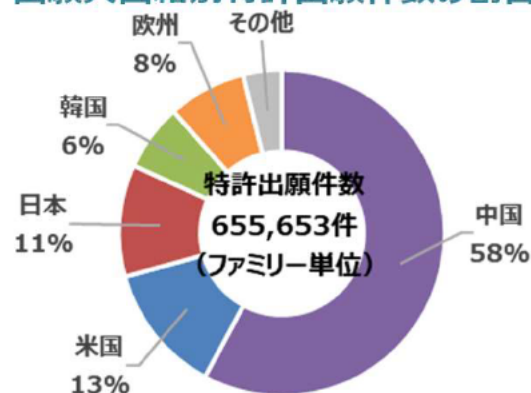
- 2.1. 市場規模（非公開）
- 2.2. サプライヤー情報（非公開）
- 2.3. 分析機器分類ごとの市場比較（非公開）
- 2.4. 地域別分析機器の市場比較（非公開）
- 2.5. 中国市場の特徴（非公開）
- 2.6. 特許解析
- 2.7. 出典

2. 調査事項1. ラボラトリー用分析機器の俯瞰調査

2.6. 特許解析

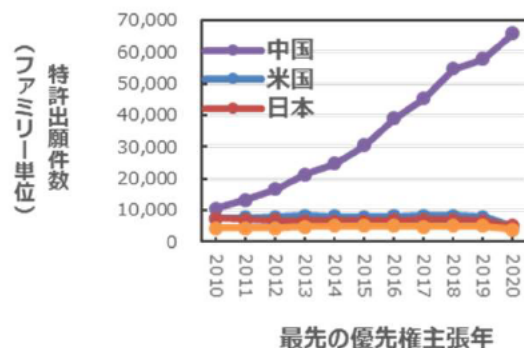
中国は分析技術を重要な基盤技術と捉え技術力の強化を図っている。
中国の出願件数が圧倒的に多いが、大学、公的機関を除いた出願人別では日本企業が上位を占める。
⇒ **中国は、大学の研究力を活用し、実用化技術を確立する狙い。**

・ 出願人国籍別特許出願件数の割合 (2010-2020年に提出された件数)



2010-2020年の
10年間では**中国**の
特許出願件数が過
半数を占める。

出願人国籍別特許出願件数の年次推移



過去10年間で**中国**の特
許出願が急増している。
(中国の出願は
大学が圧倒的に多い)

・ 特許出願件数の上位15社 (大学、公的研究機関を除く)

順位	出願人	国籍	ファミリー数 2010-2020年
1	島津製作所	日本	3,418
2	キヤノン	日本	2,413
3	ロバート・ボッシュ	ドイツ	1,855
4	中国石油天然気	中国	1,718
5	シーメンスヘルシニアーズ	ドイツ	1,690
6	日立ハイテク	日本	1,560
7	サムスン電子	韓国	1,541
8	セイコーエプソン	日本	1,153
9	コニカミノルタ	日本	1,148
10	富士フイルムホールディングス	日本	1,136
11	コーニンクレッカ・フィリップス	オランダ	1,100
12	中国石油化工	中国	967
13	ゼネラル・エレクトリック	米国	953
14	日立製作所	日本	914
15	オリンパス		909

・ 大学、公的研究機関の特許 出願件数上位15機関

順位	出願人	国籍	ファミリー数 2010-2020年
1	Univ. Zhejiang	中国	3,635
2	Univ. Tianjin	中国	2,377
3	Univ. Jinan	中国	1,911
4	Univ. Southeast	中国	1,716
5	Univ. Tsinghua	中国	1,667
6	Univ. Jilin	中国	1,657
7	Univ. Shandong	中国	1,592
8	Univ. Shanghai Jiaotong	中国	1,505
9	Univ. Jiangnan	中国	1,491
10	Univ. Hohai	中国	1,445
11	Univ. China Agricultural	中国	1,441
12	Univ. Jiangsu	中国	1,383
13	Univ. Dalian Tech	中国	1,295
14	Univ. Chongqing	中国	1,210
15	Univ. South China Tech	中国	1,148

Minesoft社とRWSグループ社の共同開発による「PatBase」を用いて検索。検索結果の情報から、図表は(株)三菱ケミカルリサーチが作成。
検索期間は、2010~2020年(優先権主張年)とした。特許分類の分析機器一般、各分析機器分類(バイオ系、クロマトグラフィー等)を母集団として検索。

2. 調査事項1. ラボラトリー用分析機器の俯瞰調査

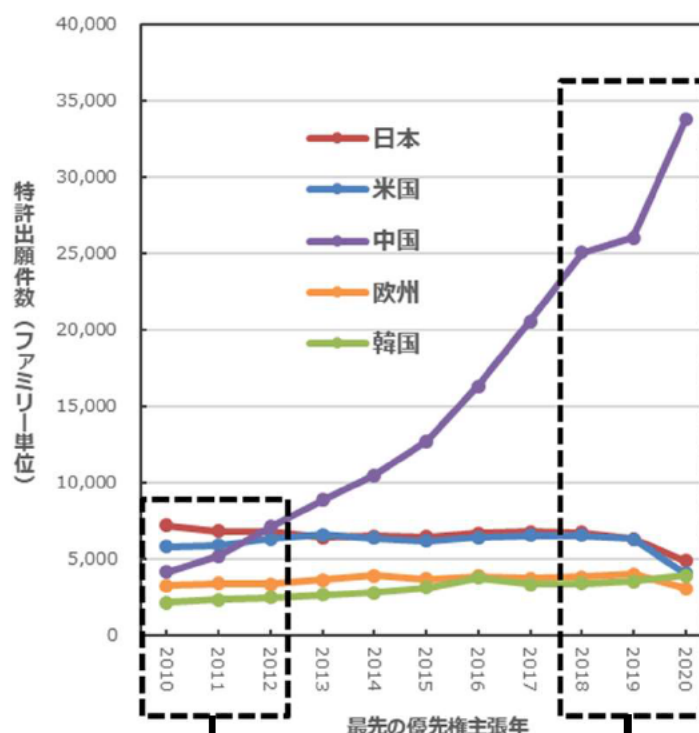
2.6. 特許解析

企業の出願のみに限定して出願人の推移を調べた。

- 2010年からの3年間は上位を日本企業が占めており中国企業はランクインしていなかった。
- 2018-2020年の3年間は中国企業が上位に入ってきており、今後は更にこの傾向が強くなると予想される。

・ 2010-2012年と2018-2020年における特許出願件数の上位15社の比較（大学、公的研究機関を除く）

順位	出願人	国籍	ファミリー数 2010-2012年
1	日立ハイテック	日本	1,126
2	島津製作所	日本	783
3	キヤノン	日本	765
4	オリンパス	日本	706
5	セイコーエプソン	日本	452
6	富士フイルムホールディングス	日本	443
7	シーメンスヘルシニアーズ	ドイツ	424
8	ゼネラル・エレクトリック	米国	413
9	ロバート・ボッシュ	ドイツ	391
10	サムスン電子	韓国	380
11	シーメンス	ドイツ	369
12	コニカミノルタ	日本	356
13	ソニー	日本	340
14	ニコン	日本	323
15	Carl Zeiss AG	ドイツ	300



順位	出願人	国籍	ファミリー数 2018-2020年
1	島津製作所	日本	1,119
2	中国石油天然気	中国	727
3	中国石油化工	中国	654
4	キヤノン	日本	648
5	日立ハイテック	日本	641
6	ロバート・ボッシュ	ドイツ	600
7	シーメンスヘルシニアーズ	ドイツ	441
8	カール・ツァイス	ドイツ	413
9	深圳邁瑞生物医療電子	中国	374
10	サムスン電子	韓国	356
11	コーニンクレッカ フィリップス	オランダ	309
12	雲南中煙工業	中国	303
13	中国石油天然気集団	中国	292
14	LG化学	韓国	290
15	BOEテクノロジーグループ	中国	282

Minesoft社とRWSグループ社の共同開発による「PatBase」を用いて検索検索結果の情報から、図表は（株）三菱ケミカルリサーチが作成。出願人を、企業に限定。特許分類の分析機器一般、各分析機器分類（バイオ系、クロマトグラフィー等）を母集団として検索。

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.1. 調査目的・対象と概要

3.2. 日本

3.3. 米国

3.4. EU

3.5. ドイツ

3.6. スイス

3.7. 中国

3.8. 出典

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.1. 調査目的・対象と概要

【調査目的】

調査対象とする分析機器を選定する際の要素の一つとして、主要国・地域の分析技術に関する政策を調べる。分析機器に関する国家レベルでの政策が見当たらない場合は、国家・地域の主要な科学技術機関について、分析機器に関する主要なプログラムを調べる。分析機器に関する主要なプログラムで特に力を入れている分析機器を絞ることができない場合は、主要国・地域の科学技術に関する政策を調べ、分析機器選定の際に考慮すべき材料とする。調査の対象期間は過去10～5年程度を目安に、それ以降とした。調査については文献資料調査のほか、分析機器関係の団体、企業へのヒアリングも行った。

【調査対象国の選定】

日本のほか、名目GDPの大きいアメリカ、中国とEUを選んだ。さらに分析機器メーカーの世界売上げ上位20社¹⁾に含まれる会社が本社を置くドイツ、スイスを加えた。

【調査対象選定結果】

中国以外の国・地域では、国家の水準で具体的な分析機器に関する政策を見つけることはできなかった。そこでそれぞれの国・地域の科学技術研究の資金提供に携わる代表的な機関について、分析機器に関するプログラムを調べた。その結果、次頁の表に示すとおり、米国、ドイツ、スイスについては今回の調査目的を満たすと考えられる事業を見出したため、それらを重要機器選定材料として採用することとした。日本、EUについては適当な事業が見当たらなかったため、国家として注力しているテーマについて取り上げることとした。なお中国については上記の調査目的に限らず、分析機器が関わりと考えられる国家の政策を詳細に調べた。

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.1. 調査目的・対象と概要

【各国・地域の科学技術研究の資金提供に携わる代表的な機関と分析機器に関するプログラム】

アメリカ、ドイツ、スイスについては下表の赤字で囲んだプログラムの機器を選定することとした。

不採用理由： 件数が非常に多く、重点テーマの区別がない。 分析機器自体ではなく、分析機器も含むさらに広いインフラが対象。 1国に1基といった規模の超大型施設。

国	実施機関	事業名	事業概要	実施状況
日本	科学技術振興機構 (JST) ²⁾	先端計測分析技術・機器開発プログラム ³⁾	日本の先端計測分析技術や機器の分野が海外に依存している度合いが強いという状況を脱却するため、将来の創造的・独創的な研究開発に資する先端計測分析技術・機器及びその周辺システムの開発を推進する。	平成16年10月から令和2年度まで347件実施。
米国	国立科学財団 (NSF) ⁴⁾	主要な研究機器 (MRI) プログラム ⁵⁾	重要な研究機器を取得するためのサポートを提供し、米国の高等教育機関および非営利の科学/工学研究組織における研究および研究トレーニングのためのマルチユーザー科学および工学機器へのアクセスを増やす。	研究機器の取得または開発に10万-400万ドルを提供。期間1年。予算にもよるが毎年100件程度。
		中規模研究インフラストラクチャー ⁶⁾⁷⁾	2016年に発表された、世界の科学と工学のリーダーシップの最先端にアメリカを位置づけるための10のアイデアの1つとして開始。MRIと主要施設の間の中規模範囲での実験的研究能力に資金を提供するための機敏な財団全体のプロセスをNSFに提供することを目的とする。	R-1は2年に一度、5-10テーマが採択され、R-2は原則R-1のテーマから選ばれる。1件あたりの資金提供額（原則）はR-1が400万-2,000万ドル、R-2が2,000万～1億ドル。
		主要研究設備・施設建設 (MREFC) ⁸⁾	科学と工学の最前線で独自の機能を提供する主要な施設と大規模な研究インフラストラクチャーの取得、建設、試運転を支える。	1件1億ドル以上。
	国立標準技術研究所 (NIST) ⁹⁾	(一般のプロジェクト/プログラム)	経済的安全保障を強化し、生活の質を向上させる方法で測定科学、標準、および技術を進歩させることにより、米国の革新と産業競争力を促進することを目的とする。	ホームページでは現在1,495のプロジェクト/プログラムが掲載されており、テーマ名で分析技術に関すると考えられるものも100を超えるが、分析技術に注力した特別なプロジェクト/プログラムは見られない。NISTの研究開発支出予算 (FY2020) は7億1,230万ドル。
	国防高等研究計画局 (DARPA) ¹⁰⁾	(定期的に募集・採用される研究テーマ)	国家安全保障に関連する広範な分野の、ハイリスクだが影響の大きい研究に資金提供している。	DARPA全体の予算は27.6億ドル (FY2022)。一つのテーマの期間は概ね3-5年。原理原則を探索する基礎研究11テーマとより実用化に近い244テーマのうち、分析技術に関連するテーマは実用化に近いテーマで3つ認められる。
EU	EU加盟国、EUフレームワークプログラムに関連する国の代表者、欧州委員会の代表者で構成されるフォーラム (ESFRI) ¹¹⁾	欧州研究基盤戦略フォーラム (ESFRI) プロジェクト ¹²⁾	2002年に設立され、戦略主導の共同調整プロセスにより、ヨーロッパで大規模な研究施設と研究インフラストラクチャーネットワークをさらに発展させることを目的とする。ESFRI プロジェクトは準備段階にある研究インフラストラクチャーであり、プロジェクトが10年の期間内に実施段階に入るという期待に基づいて、科学的事例の卓越性と成熟度によって選ばれる。	22のテーマが実施されている。
		欧州研究基盤戦略フォーラム (ESFRI) ランドマーク ¹²⁾	2002年に設立され、戦略主導の共同調整プロセスにより、ヨーロッパで大規模な研究施設と研究インフラストラクチャーネットワークをさらに発展させることを目的とする。ESFRI ランドマークは、実装された、または高度なレベルに達した研究インフラストラクチャーである。	社会・人文科学系を含む41のテーマが実施されている。
ドイツ	ドイツ研究振興協会 (DFG) ¹³⁾	新しい研究機器プログラム ¹⁴⁾	基礎研究で使用するための新しい方法・原理の機器の開発に資金を提供するためのプログラム。	2021年には「新しい研究機器プログラム」を含む31,600を超えるプロジェクトに36億ユーロの資金を提供した。2017-21年のDFG年次報告書に記載された「新しい研究機器プログラム」の分析機器は13種。
スイス	スイス国立科学財団 (SNSF) ¹⁵⁾	国立研究能力センター (NCCRs) ¹⁶⁾	スイスの科学、スイスの経済、スイスの社会にとって戦略的に重要な分野で、長期的な研究を促進するためのプログラム。資金は連邦政府、高等教育機関、第三者から提供される。	2001年以降、42のNCCRが設立された。
		国家研究プログラム (NRPs) ¹⁷⁾	スイスの最も差し迫った問題を解決することを目的としたプログラム。学際的な研究に重点を置いており、テーマは連邦評議会によって指定される。	期間は6～7年で、予算は1,000万～2,000万スイスフラン。
中国	中国国家自然科学基金会 (NSFC) ¹⁸⁾	国家主要科学研究機器・設備開発事業 ¹⁹⁾	2011年の教育部の通知により開始された。支援対象は科学研究のための主要な機器および機器の開発であり、一般のおよび主要でない機器の開発は対象外である。推薦は原則として1校につき3項目以内。	調査で判明した2013、14、16～18、20～22年で機器・アプリケーション・コアキーコンポーネント合わせて125件

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.1. 調査目的・対象と概要

日本分析機器工業会からのヒアリングにより、分析機器業界に関し下記の情報が得られた。

各国の分析機器産業の概観※

(1) 用途別：日本のラボ用機器市場規模は小さい。

・ラボ用（技術開発用機器含む）：国内生産額～約3,000億円

・他に医療用分析機器もある。

(2) プレイヤー：日本は中小・中堅企業が多い。輸出多いが、収益性低い。

①島津製作所：2800億円、②日本電子：850億円、③堀場製作所：360億円(FY2021)

cf) Thermo Fisher Scientific：8200億円

(3) 各国政策動向：欧米中韓ともに分析機器への支援政策あり。

①欧州：長期的な観点から分析を含む研究基盤に投資している。

：億単位の高額な機器開発はEU全体で開発（例：1.2GHzNMR）。

②米国：欧州に追随の動きあり。国家予算で具体的に何を検討しているか把握出来てない。

③中国：医療用分析機器の国産化開始。ラボ用機器の国産化の可能性大。レベルもUP。

④韓国：政府が分析機器への支援の動きあり。日本の半導体関連輸出規制がきっかけ。

(4) 分析機器産業の位置づけ：産業上重要であり、先進国が強い産業である。

(5) 日本の競争力：市場やプレイヤーは小さいが、技術力は高く、この面での競争力は高い。

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.2. 日本

【国が力を入れている科学技術分野】

AI技術、バイオテクノロジー、量子技術、マテリアル

第6期科学技術・イノベーション基本計画²⁰⁾（2021年）

- ・「様々な社会課題を解決するための研究開発・社会実装の推進と総合知の活用」の中で、国家戦略の策定・推進をすべきテーマとして、宇宙、海洋、環境エネルギー、健康・医療、食料・農林水産業と共に例示されている。基本計画の実行計画の2022年度版「**統合イノベーション戦略2022²¹⁾**」では、「戦略的に取り組むべき基盤技術」と位置づけられている。
- ・**AI技術**：「**AI戦略2022²²⁾**」の中で、「社会実装の充実」と「差し迫った危機への対処」が2大目標に掲げられている。
- ・**バイオテクノロジー**：「**バイオ戦略2020²³⁾**」において、2030年に世界最先端のバイオエコノミー社会を実現し、2030年時点で総額92兆円の市場規模を目指すとしている。
- ・**量子技術**：「**量子技術イノベーション戦略²⁴⁾**」（2020年）において、将来の経済・社会に変革をもたらし、また安全保障の観点からも極めて重要な基盤技術と位置づけている。国直轄のプロジェクトや研究開発ファンディング等を通じて、幅広い研究開発支援等を推進するとしている。
- ・**マテリアル**：「**マテリアル革新力強化戦略²⁵⁾**」（2021年）において、AI戦略、バイオ戦略、量子技術イノベーション戦略等の実現のためにはマテリアルの革新が不可欠とされ、経済発展と社会課題解決に寄与するとしている。パワーエレクトロニクスデバイス、高出力大容量蓄電池、バイオアダプティブ材料、超耐熱・耐火材料など、多くの材料が例示されている。

【業界団体（JAIMA）からのヒアリング情報】

日本では、分析機器市場が小さいため国の補助金が出にくい状況にある。最近分析機器に対するファンドの例としては、AMED（日本医療研究開発機構）による創薬研究のためのプロジェクトの中で、大型の分析機器購入に対する補助金がある。

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.3. 米国

【国家の主要な科学技術機関の分析機器に関するプログラム】

コンパクト電子線形加速器²⁶⁾、ガンマ線検査技術²⁷⁾、ミュオンビーム生成²⁸⁾

DARPA研究プログラム（2022年12月現在）

- ・ 現行244テーマ中、分析機器そのものの開発テーマは見られなかったが、分析機器への応用を視野に入れた研究として、上記三つに関するテーマが存在する。

レーザーラマン分光計²⁹⁾

DARPA研究プログラム（2022年12月時点で過去のテーマ）

- ・ 選択式キーワードで唯一分析と関わりの深い“Spectroscopy”で一つだけヒットする分析機器に関するテーマ。
- ・ 2015年に採択され、資金提供額約560万ドル。

超高磁場NMR装置³⁰⁾、小型X線自由電子レーザー³¹⁾、中性子スピンエコー分光計³²⁾、高磁場X線装置³³⁾

国立科学財団Mid-scale Research Infrastructureプログラム（2019年-現在）

- ・ 中規模の研究インフラに資金を提供するためのプログラム。R-1（設計・実装）とR-2（高度な設計・実装）から成る。R-1は2年に一度、5-10テーマが採択され、R-2は原則R-1のテーマから選ばれる。1件あたりの資金提供額（原則）はR-1が400万-2,000万ドル、R-2が2,000万-1億ドル。
- ・ 分析機器に関するテーマとして、上記4つ（高磁場X線装置がR-2、残り3つがR-1）が採択されている。

【業界団体（JAIMA）からのヒアリング情報】

- ・ 先進的な技術はDARPAなどの予算で行われていると思うが、外部からは内容をつかみにくい。
- ・ 欧州の後を追う形で1GHz超高磁場NMRの投資を行った。
- ・ 数億円単位のクライオ電子顕微鏡を何十台も揃えるという政府機関のプロジェクトがあった。 ※)

※) JAIMAからの非公式情報、具体的なプロジェクトなどの情報は確認できていない。

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.4. EU

【地域の主要な科学技術機関の分析機器に関するプログラム】

核磁気共鳴装置（NMR）

EUの代表的な研究計画「フレームワークプログラム」の第7次プログラム（2007-14年）下のテーマ「BioNMR³⁴⁾」（2010-14年）

- ・ 生体分子の構造決定等に有用なNMR装置を国境を超えたアクセスを可能とした（当時世界唯一の1GHz装置を含む67の装置）。本プロジェクトに直接関連するものだけでも300の出版物が発行された。総資金はEUからの約900万ユーロを含む約1,093万ユーロ。
- ・ 本プログラムのプラットフォームを活かし、現在欧州数カ所に1.2GHzのNMR装置が設置されつつある。

シンクロトロン放射光X線構造解析装置

EUの代表的な研究計画「フレームワークプログラム」の第7次プログラム（2007-14年）下のテーマ「BioStructX³⁵⁾」（2010-14年）

- ・ EUの11の加盟国・関連国の19の研究機関をグループ化し、シンクロトロン放射光X線を用いたタンパク質の構造解析を行う（高分子X線結晶構造解析、小角X線散乱、X線イメージング）。総資金はEUからの約900万ユーロを含む約1,057万ユーロ。

現行の第9次フレームワークプログラム「Horizon Europe³⁶⁾」（2021-27年）では、分析機器間のネットワーク化に注力している。

【業界団体（JAIMA）からのヒアリング情報】

- ・ 先進国では分析機器開発への直接投資よりも研究基盤整備を長期的に行う流れ。
- ・ EU全体で1.2GHz高磁場NMRを開発するプロジェクトが10年くらい前から存在する。同様のプロジェクトはおそらく他の機器でも存在する。

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.5. ドイツ

【国家の主要な科学技術機関の分析機器に関するプログラム】

光子計数型X線コンピュータ断層撮影装置、MRIスキャナ、標準量子限界顕微鏡³⁷⁾
磁気共鳴画像法、陽電子放出断層撮影法³⁸⁾
3ペタワットピーク出力高性能レーザー、3テスラ磁気共鳴断層撮影装置システム、
PET-MRI、格子光シート顕微鏡、MINFLUX超解像顕微鏡、多光子顕微鏡³⁹⁾
クライオ電子顕微鏡、エネルギー分散型X線分光法（EDX）、3テスラ磁気共鳴断層
撮影装置システム⁴⁰⁾

ドイツ研究振興協会（DFG）の「新しい研究機器プログラム⁴¹⁾」（2017年-現在）の採択テーマ

- ・ドイツ研究振興協会は基礎研究の支援を最重要事業とし、連邦政府やEU等から資金助成を受けている、ドイツ学会最大の自治組織。
- ・「新しい研究機器プログラム」は、基礎研究で使用するための新しい方法・原理の機器の開発に資金を提供するためのプログラム。助成期間は最大3年（延長あり）。
- ・2021年には「新しい研究機器プログラム」を含む31,600を超えるプロジェクトに36億ユーロの資金を提供した。
- ・2017-21年のDFG年次報告書に記載された「新しい研究機器プログラム」の分析機器は13種（2020年は0件）。

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.6. スイス

【国家が力を入れている科学技術分野】

耐性菌用抗菌薬⁴²⁾、自動化⁴³⁾、低分子活性化触媒⁴⁴⁾、微生物叢活用⁴⁵⁾、量子コンピュータ⁴⁶⁾

国家戦略的に重要なテーマに関する長期的な研究プロジェクト¹⁶⁾（FY2020-23、延長あり）

- ・ 2020年に上記とデータサイエンスの計6テーマを採択。国立科学財団の助成金に加え、それ以外の資金源（大学、プロジェクト参加者、企業）で運営される。
- ・ **耐性菌用抗菌薬**：耐性菌の世界的な急増と拡散に対抗する。助成金は4年間で3,100万スイスフラン。
- ・ **自動化**：エネルギーネットワーク、将来のモビリティシステム、産業プロセスへの適用を目指す。助成金は4年間で2,600万スイスフラン。
- ・ **低分子活性化触媒**：化学産業を再生可能な資源で支え、ゼロエミッション・カーボンニュートラルな社会への移行に貢献する。助成金は4年間で3,900万スイスフラン。さらに国家インフラプロジェクトにより、2023年以降稼働予定で大規模な研究施設（CAT+⁴⁷⁾）を整備中。
- ・ **微生物叢活用**：細菌感染症の治療や予防、植物生産性の向上及び環境衛生に貢献する。助成金は4年間で32百万スイスフラン。
- ・ **量子コンピュータ**：1,000以上の論理的量子ビットを持つ万能量子コンピュータを作る。助成金は4年間で4,000万スイスフラン。また国家インフラプロジェクトで、2021-24年の期間で大規模な研究施設（HPCN-24⁴⁸⁾）を整備中。

感染症対策⁴⁹⁾

緊急課題解決型の国家研究プログラム¹⁷⁾（2022年）

- ・ 国立科学財団の助成金で運営される。2022年は上記と動物実験代替⁵⁰⁾の計2テーマを採択。
- ・ 新型コロナウイルスへの理解を深め、ワクチン、治療、診断の開発を加速させる。助成金は3年で1,400万スイスフラン。

3. 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

3.7. 中国

【国家が力を入れている分析機器】

自動生化学モニタリング装置、血球分析装置、自動化学発光免疫測定法装置、ハイスループット遺伝子配列決定システム、分子診断装置⁵¹⁾
グロー放電質量分析計、透過型電子顕微鏡⁵²⁾

外国投資奨励産業目録（2020年版⁵¹⁾、2022年版⁵²⁾）

- ・国家発展改革委員会と商務部が1995年から発行している、外資企業からの投資を禁止、制限、奨励する分野を明らかにする目録。奨励分野では、中国政府が外国の技術や知見を取り入れて強化したいと考えている、あるいは、まだ十分な発展を遂げていないと考えている対象が列挙されている。
- ・該当する分野の企業が中国進出する場合、進出先の地域によっては助成金の給付や税の軽減等の優遇措置を受けることができる。

【業界団体（JAIMA）からのヒアリング情報】

- ・中国では、分析機器について国産化を図ろうとしている。医療用の分析機器などは既にその対象になっている。
- ・今後、ラボ用の分析機器についても、国産化ができないという判断をしたときには、海外メーカーに取り入り、対応が悪ければ、政府調達から締め出すというような政策に転じてくる可能性は充分にありえる。
- ・3年前に中国でBCEIA（北京分析測試學術報告会及展覧会）が開催され、中国では分析機器といったラボ機器に、国産のものを3～4割以上購入しなければならないとする調達指示が出ているという情報があった。
BCEIAでは、質量分析系や、NMRなどにかなり投資をしている。NMRは、日本と米国のメーカーが強い分野であるが、10年ほど前から中国メーカー製の製品が出始めてきた。

4. 調査事項3. 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査

4.1. 重要技術選定の考え方とプロセス

4.2. 重要技術選定結果

4.3. 重要技術の研究開発を支える分析機器

4.4. 出典

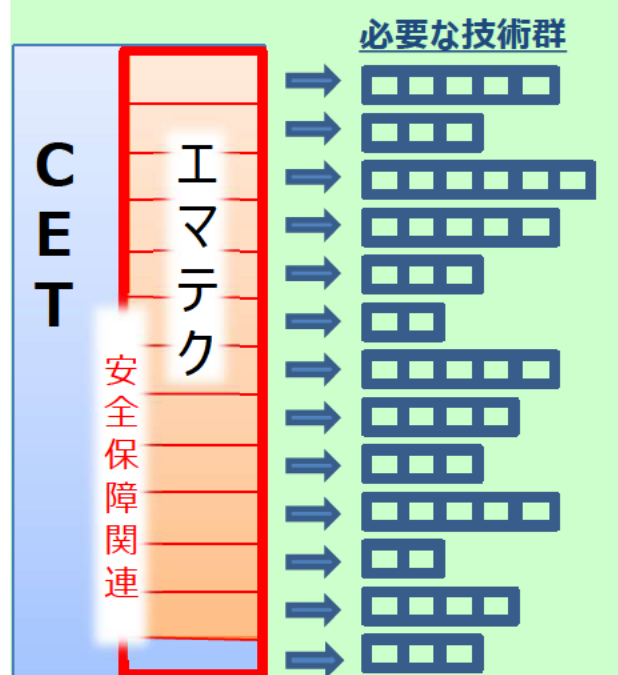
4. 調査事項3. 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査

4.1. 重要技術選定の考え方とプロセス

- ・米国輸出管理改革法の新基本技術（Emerging and Foundational Technologies）¹⁾（以下、エマテク）を重要技術選定の作業の出発点とした。
- ・エマテク14カテゴリーの内、分析機器に関連のある12のカテゴリーの中から下記プロセスに従い重要技術を選定した。

1) 関連技術の抽出

エマテクのサブカテゴリーに関連する技術を抽出、CET²⁾のサブカテゴリー関連技術も追加し安全保障に関連するサブカテゴリーに必要な技術群を抽出



2) 重要技術の選定

共通性・必要性・将来性の観点から重要技術選出、安全保障上の重要性及び産業競争力を加味して約10の技術に絞った

i) カテゴリー毎での纏め

ii) 技術の重要性で抽出

iii) 安全保障上の重要性を加味

産業競争力・安全保障上の重要技術



4. 調査事項3. 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査

4.2. 重要技術選定結果

●重要技術の選定結果を下表に示す。

※白字の重要技術有識者にヒアリング実施
青字の重要技術はラボ用分析機器不使用

CET（米国、機微・新興技術国家戦略における重要エマージング技術）			エマテク（米国商務省のエマージング技術）			重要技術※
No.	カテゴリー	サブカテゴリー	No.	カテゴリー	サブカテゴリー	
①	先端コンピューティング	・スーパーコンピューティング ・エッジコンピューティング ・クラウドコンピューティング ・データストレージ ・コンピューティングアーキテクチャ ・データ処理・解析技術	(5) (6)	先進コンピューティング データ分析	メモリ集約型論理 視覚化 自動分析アルゴリズム	半導体メモリ (ストレージクラスメモリ)
②	先端工学素材	・マテリアルバイデザインとマテリアルゲノミクス ・新しい性質を持つ材料 ・既存の特性を大幅に改进了した材料 ・材料特性評価とライフサイクルアセスメント	(13)	先端材料	適応塗料 機能性繊維、織物 バイオ素材	メタマテリアル 抗菌・抗ウイルス機能性繊維 生体適合材料
④	先端製造	・アディティブ・マニファクチャリング ・クリーンでサステナブルなもののづくり ・スマートマニファクチャリング ・ナノマニファクチャリング	(9)	付加製造技術	3Dプリンティング	金属3Dプリンタ
⑦	人工知能	・機械学習 ・ディープラーニング ・強化学習 ・感覚的知覚・認識 ・次世代AI ・計画、推論、意思決定 ・安全・安心なAI	(2)	AI・機械学習	ニューラルネットワーク・ディープラーニング 連化的・連想的コンピューティング 強化学習 コンピュータビジョン エキスパートシステム 音声・音響処理 自然言語処理 プランニング オーディオ・ビデオ操作技術 AIクラウド技術 AIクラウド基盤プラットフォーム	プロセッサ技術 (CPU/GPU)
⑧	自律システム及びロボティクス	・地上 (Surfaces) ・空中 (Air) ・海洋 (Maritime) ・宇宙 (Space)	(10)	ロボティクス	マイクロドローン・ロボティクスシステム 群知能技術 Swarming technology 自己集合ロボット 分子ロボット ロボットコンパイル制御 スマートダスト	画像センサ (CMOSセンサ)
⑨	バイオ技術	・医療・タンパク質合成 ・ゲノム・タンパク質工学（設計ツール含む） ・マルチオミクス、その他のバイオメトリクス、バイオインフォマティクス、予測モデリング、機能的多 ・現象の分子レベル ・多細胞システム工学 ・ウイルス及びウイルス関連システムの工学 ・バイオマニファクチャリング及びバイオプロセッシング技術	(1)	バイオテクノロジー	ナノバイオロジー 合成生物学 遺伝子工学 神経工学	ゲノム編集（抗体医薬）
⑬	ヒューマンマシンインターフェース	・拡張現実 (Augmented Reality) ・バーチャリアリティ ・ブレイン・コンピュータ ・インターフェイス ・人間と機械の融合 human machine teaming	(11)	ブレインコンピュータインターフェース	ニューラルコントロール・インターフェイス マインドマシン・インターフェイス DNI ブレインマシン・インターフェイス	脳磁計 (固体量子センサ、SQUID等の量子センサ)
⑭	極超音速	・推進技術 ・空力と制御 ・材料 ・検出・追跡・特性評価 ・防衛	(12)	極超音速	飛行制御アルゴリズム 推進技術 熱防護システム 特殊素材	構造材 (CFRP)
⑮	ネットワークセンサ及びセンシング		(3)	測位技術 (Position, Navigation, and Timing (PNT) technology)		GNSS (GPS等)
⑯	量子情報技術	・量子コンピューティング ・量子デバイスの材料・異位体・作製技術 ・ボスト量子暗号 ・ボスト量子暗号 ・量子センシング ・量子ネットワーク	(7)	量子情報・量子センシング	量子コンピューティング 量子暗号 量子センシング	遠距離伝送技術（量子中継器）
⑰	半導体・マイクロエレクトロニクス	・設計・電子設計自動化ツール ・製造プロセス技術・製造装置 ・CMOS（相補型金属-酸化膜-半導体）技術を超えて ・異種集積とアドバンストパッケージング ・人工知能、自然または数値的放射線環境 ・RF・光学部品、ハイパワー機器、その他重要なアプリケーションに特化・カスタマイズされたハードウェア部品 ・先進マイクロエレクトロニクス用新材料 ・電力管理、配電、伝送のためのワイドバンドギャップ及びウルトラワイドバンドギャップ技術		マイクロプロセッサ	チップ上スタックメモリ	高速化技術、スタック技術 (CPU/GPU)
		化合物半導体				ダイヤモンド基板

4. 調査事項3. 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査

4.3. 重要技術の研究開発を支える分析機器

有識者へのヒアリングにより、重要技術に用いられる分析機器について調査した。
 深堀調査対象の注目すべき分析機器（12種類）は、5.1項のプロセスに従って選定した。

重要技術	◎重要分析機器
メタマテリアル	Optical Microscopy, Electron Microscopy(SEM,EDX), UV/Vis
抗菌・抗ウイルス機能性繊維	HPLC , MALDI-TOF, UV/Vis, IR
生体適合材料	NMR , UV/Vis, IR, GPC, X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), Differential Scanning Calorimetry, Contact Angle Goniometer, Tensile Testing Machine, PCR, Flow Cytometry, Microarrays, in vivo Animal Imaging, Cell Counters, Confocal & Advanced Microscopy
金属3Dプリンタ	Surface Analyzers, X-CT
CFRP (炭素繊維強化プラスチック)	Thermal Analyzers, Physical Testing
ゲノム編集（抗体医薬）	Flow Cytometry , ELISA (automated), SPR & Label-Free Detection, Thermal Analyzers
ダイヤモンド基板	XRD , Raman, Fluorescence & Luminescence, Optical Microscopy, Electron Microscopy, Surface Analyzers, エッチピット法, TEM, X線トポ, Optical Microscopy, Electron Microscopy, Confocal & Advanced Microscopy, Surface Analyzers,
半導体メモリ (ストレージクラスメモリ)	XRD(X-ray Diffraction), XPS, SEM , TEM, Source/Measurement Unit (SMU)
脳磁計 (量子センサ)	Raman, SIMS, UV/Vis, Confocal Fluorescence Microscopy

4. 調査事項3. 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査

4.4. 出典

1. Review of Controls for Certain Emerging Technologies- Advance notice of proposed rulemaking (ANPRM)(Federal Register, November 19, 2018) : <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2018-11-19/pdf/2018-25221.pdf>
2. CRITICAL AND EMERGING TECHNOLOGIES LIST UPDATE- A Report by the FAST TRACK ACTION SUBCOMMITTEE ON CRITICAL AND EMERGING TECHNOLOGIES of the NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL(February 2022)

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

- 5.1. 調査内容
- 5.1. 注目すべき分析機器選定のプロセス
- 5.2. 注目すべき分析機器の選定方法
- 5.3. 分析機器選定各調査結果
- 5.4. ヒアリング対象機器及びヒアリング先選定結果
- 5.6. 分析機器の深掘調査
 - 5.6.1. MALDI-TOF MS
 - 5.6.2. XRD
 - 5.6.3. UV/Vis
 - 5.6.4. IR
 - 5.6.5. ラマン分光
 - 5.6.6. 蛍光・発光分光
 - 5.6.7. 光学顕微鏡
 - 5.6.8. SEM
 - 5.6.9. TEM
 - 5.6.10. 共焦点顕微鏡
 - 5.6.11. 表面分析
 - 5.6.12. 熱分析
- 5.7. まとめー1 注目すべき分析機器の技術俯瞰図
- 5.8. まとめー2 分析機器種類別業界相関図（非公開）
- 5.9. まとめー3 サプライチェーン関連情報一覧
- 5.10. まとめー3 分析機器貿易統計まとめ
- 5.11. 出典

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.1. 調査内容

調査事項 1 ～ 3 の結果を踏まえ、産業競争力や安全保障上の観点から重要性が認められる分析機器を12種類選定し、下記詳細情報を整理した。

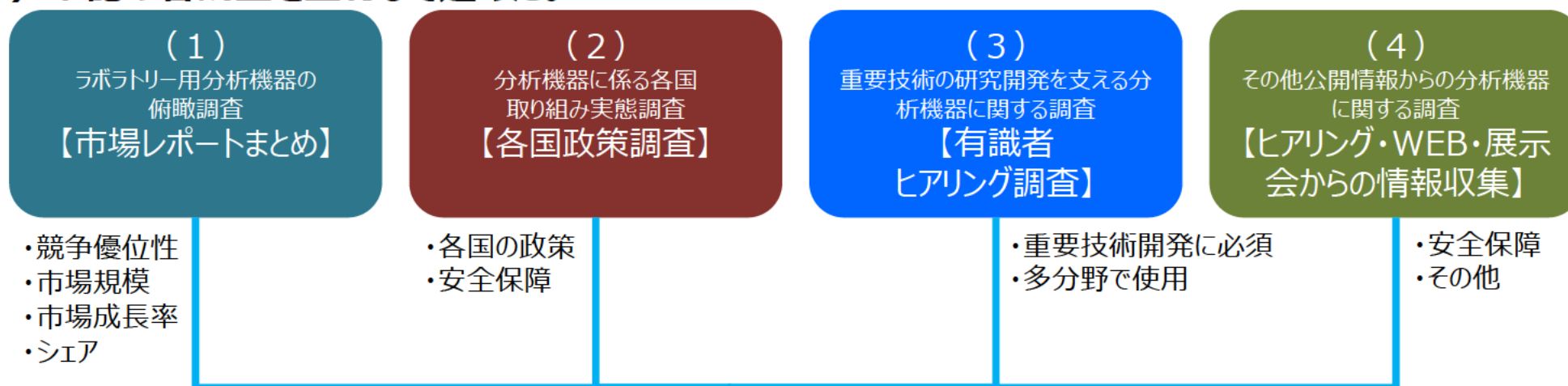
- ・**動作原理**：どのような原理で測定されるのかについての概要を記載
- ・**構成要素**：動作原理に基づいた当該分析の測定に必要な構成要素（部品）を列挙し概説
- ・**技術俯瞰図**：当該装置におけるコア技術・技術動向・課題を構成要素や周辺装置に紐づけて概説
- ・**周辺技術**：前処理に用いる試薬や装置、オプション装置、解析ソフトウェア等について詳述
- ・**コア技術**：当該分析機器のコアとなる技術について、主要メーカーに聴取した結果を整理
- ・**技術課題**：今後の改良の方向性等の技術課題について、主要メーカーに聴取した結果を整理
- ・**技術動向**：各国の研究開発状況や最近のトピック等について、主要メーカーに聴取した結果を整理
- ・**市場規模**：当該分析機器の市場全体の状況を整理
- ・**地域別市場**：欧米日中の地域別の状況を整理
- ・**サプライヤー**：主要サプライヤー（分析メーカー）とシェア（日本メーカーの位置付け）を整理
- ・**用途**：当該分析機器の用途（利用産業分野）を整理
- ・**メーカーの動向**：メーカーのプレスリリース情報等から最近の（技術）動向について紹介
- ・**業界相関図**：主要メーカーとチョークポイントの可能性のある重要部品のメーカー等について整理
- ・**サプライチェーン**：主要部品調達状況や販売の海外比率等（日本メーカーの海外依存度）を整理

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.2. 注目すべき分析機器選定のプロセス

(1) ラボラトリー用分析機器の俯瞰調査、(2) 分析機器に係る各国取り組み実態調査、(3) 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査、(4) その他公開情報からの分析機器に関する調査、を総合して、注目すべき12種類の分析機器を選定した。

1) 下記の各調査を並行して進めた。



2) 調査(1)～(4)の結果を次頁の表にまとめた。

3) 次頁表の総合評価から注目すべき分析機器を三菱ケミカルリサーチが選定し、経済産業省と相談して注目すべき分析機器を決定した。



5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.3. 分析機器選定各調査結果

(1) ラボラトリー用分析機器の俯瞰調査【市場レポートまとめ】

- ・分析機器市場における市場規模、市場成長率、日本メーカーのシェアを数値化した。¹⁾

(2) 分析機器に係る各国取り組み実態調査【各国政策調査】

- ・各国で下記の分析機器を重視している。

日本：ライフサイエンス関連

米国：レーザーラマン、NMR、X線自由電子レーザー、中性子スピンエコー分光計、高磁場X線装置、クライオ電子顕微鏡

E U：NMR、シンクロトロン放射光X線構造解析装置

ドイツ：光子計数型X線CT、MRI、量子限界顕微鏡、NMR、陽電子放出断層撮影法、PET-MRI、格子光シート顕

微鏡、MINFLUX顕微鏡、多光子顕微鏡、クライオ電子顕微鏡、エネルギー分散型EDX、磁気共鳴断層撮影装置

中国：自動生化学モニタリング装置、血球分析機器、自動化学発光免疫測定法装置、ハイスループット遺伝子配列決定システム、分子診断装置、グロー放電質量分析計、透過型電子顕微鏡

(3) 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査【有識者ヒアリング調査】

- ・有識者ヒアリングにより、重要技術開発に必要な分析機器、重要分析機器を調査した。（次ページ）

1)出典：SDi Global Assessment Report 2022 The Laboratory Analytical & Life Science Instrumentation Industryより(株)三菱ケミカルリサーチが作成

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.4. ヒアリング対象機器及びヒアリング先選定結果

1)2)3)の調査を数値化して合計得点で順位付けを行った結果10位までの分析機器は下記のとおりとなった。

●総合得点の高い順に総合順位1～10位の分析機器についてヒアリングを実施した。

総合順位	総合得点	重要分析機器	重要技術分野
1	65	SEM,TEM	メタマテリアル、半導体メモリ
2	47	光学顕微鏡	
3	44	UV/Vis	
4	38	表面分析	金属3Dプリンタ
5	28	共焦点顕微鏡	量子センサ等
5	28	ラマン分光	ダイヤモンド基板
7	25	蛍光・発光分光	
8	23	IR	
9	21	MALDI-TOF	
10	20	熱分析	
10	20	XRD	ダイヤモンド基板

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.1. MALDI-TOF MS (1) 構成要素

【構成要素】

- ①・レーザー
- ・フィルタ
- ・レンズ

【イオン化装置】

試料をイオン化する

- ②・サンプルプレート
- ・グリッド

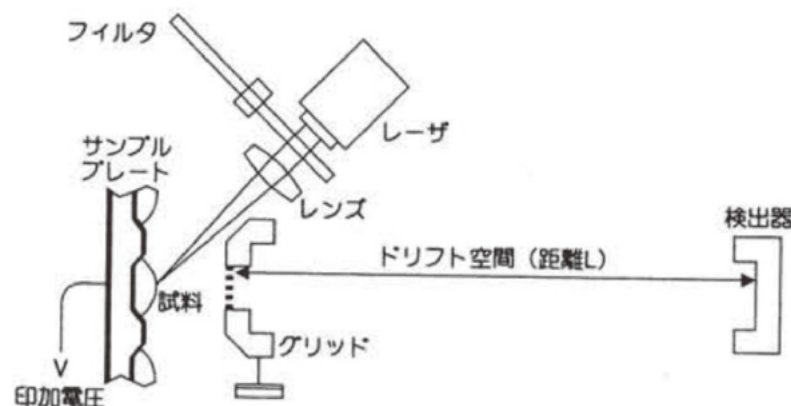
【加速装置】

イオンを電場により加速する

- ③・ドリフト空間
- ・検出器

【イオン収束装置】

検出器迄の
到達速度測定



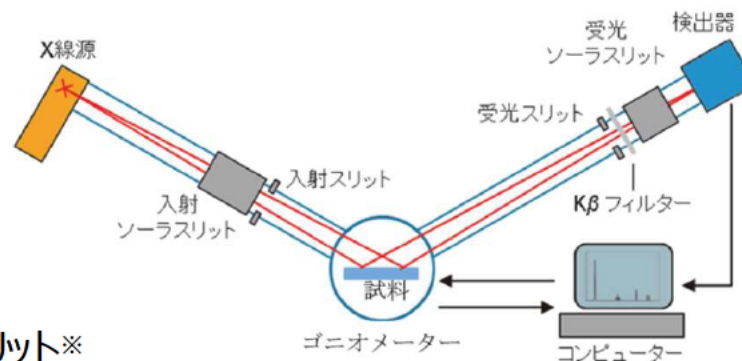
MALDI-TOF MSの構造²⁾

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.2. XRD(1) 構成要素

【構成要素】

- X線源
- ゴニオメーター*
- 検出器
- 入射スリット、受光スリット
- 入射ソーラスリット、受光ソーラスリット※
- $K\beta$ フィルター†
- コンピュータ



X線回折装置 装置構成²⁾

*ゴニオメーター: X線源, 試料および検出器の間の相対的な角度を精密に変化させる機構

※ソーラスリット: 多数の薄い金属板を狭い間隔で平行に並べたもので、入射X線および回折X線の垂直発散を制限するもの

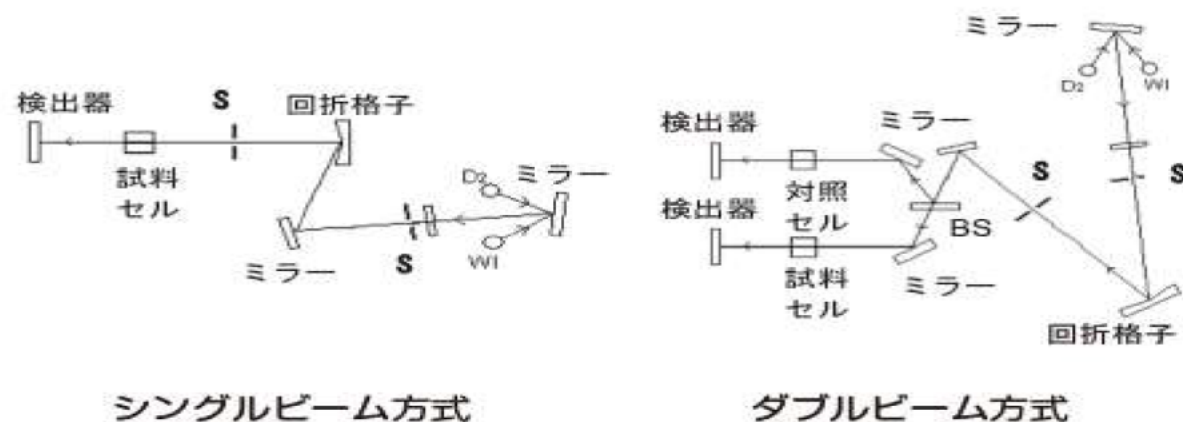
† $K\beta$ フィルター: $K\beta$ 輻射の影響を軽減するために光路上に挿入するフィルター

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.3. UV/Vis(1) 構成要素

【構成要素】¹⁾

- ・光源：一般に重水素ランプ(D2)を紫外部用に、タングステン・ハロゲンランプ(WI)を可視部に用いる。
- ・ミラー
- ・分光器（回折格子、プリズム）：必要な波長を選択する。
- ・試料セル／対照セル：液体試料用セルホルダーの他、各種ホルダーを目的に応じて使い分ける。また材質（石英、ガラス、樹脂等）も測定波長範囲に使い分ける。
- ・検出器：測光部の検出器には、光電子増倍管あるいはシリコンフォトセルを使用する。



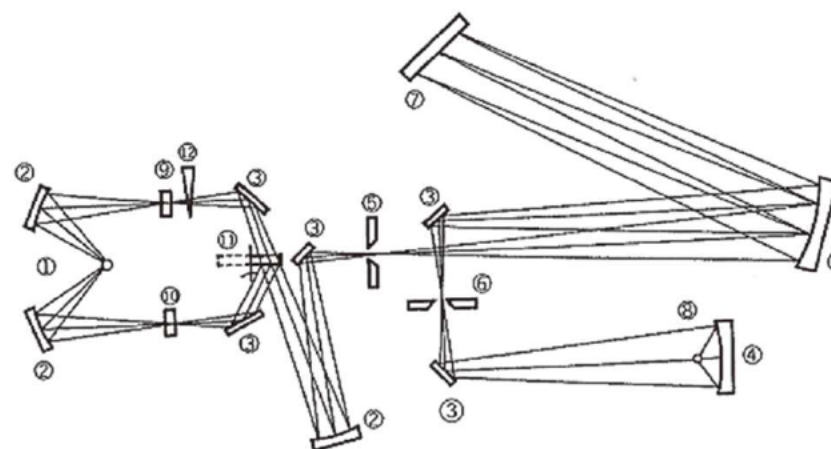
紫外・可視分光光度測定法 測光方式²⁾

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.4. IR(2)構成要素

【構成要素】（分散形赤外分光光度計）

- ①赤外光源
- ②凹面鏡
- ③平面鏡
- ④集光鏡
- ⑤入射スリット
- ⑥出射スリット
- ⑦回折格子*
- ⑧検出器
- ⑪セクターミラー※
- ⑫減光器†



分散形赤外分光光度計の構成例²⁾

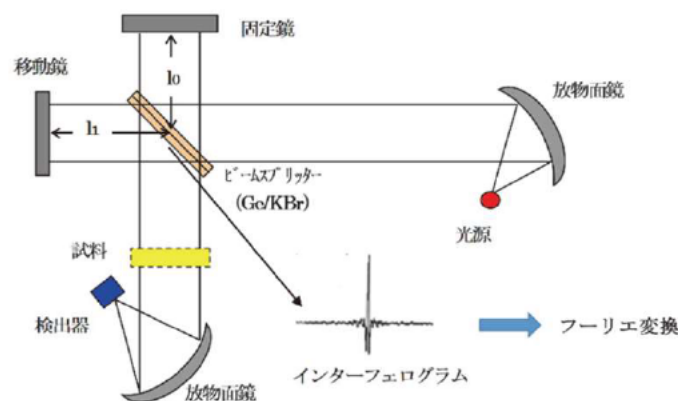
*回折格子：種々の波長が混ざった光（白色光）を波長ごとにわけける光学素子

※セクターミラー：試料光束と対照光束（参照側の高速）を切り換えるための回転鏡

†減光器：光の量を減じる光学素子、装置

【構成要素】（フーリエ変換赤外分光光度計）

- ・光源
- ・放物面鏡
- ・ビームスプリッター(BS)*
- ・固定鏡
- ・移動鏡
- ・フーリエ変換※
- ・検出器



FTIR用マイケルソン干渉計の模式図²⁾

*ビームスプリッター(BS)：入射光を所定の分割比で2つの光に分割する光学素子

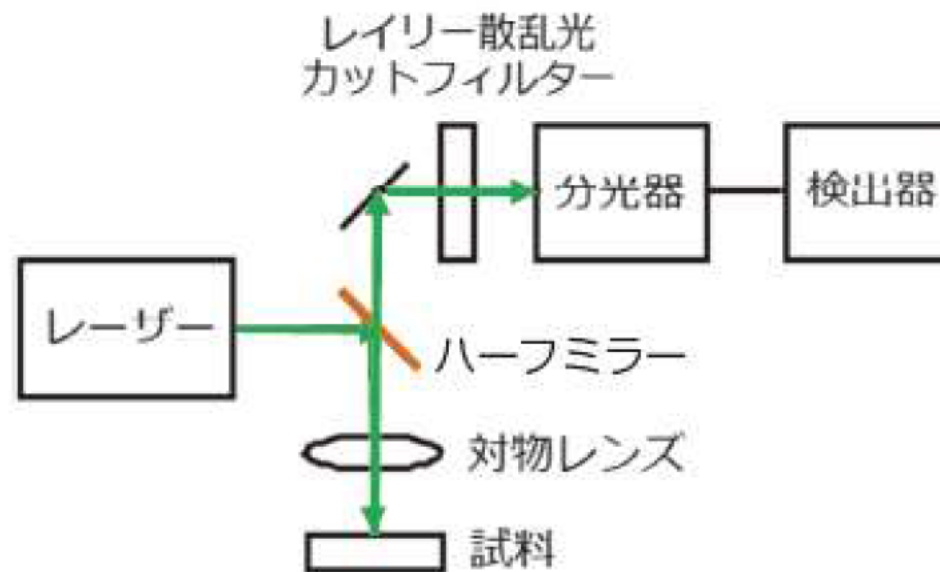
※フーリエ変換：重なりあった異なる周波数の波を、周波数毎に分離する方法

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.5. ラマン分光(1) 構成要素

【構成要素】

- ・レーザー：主に可視光領域の光
- ・対物レンズ
- ・ハーフミラー
- ・カットフィルター：レイリー散乱光を除去
- ・分光器（含む回折格子）
- ・検出器：CCD等



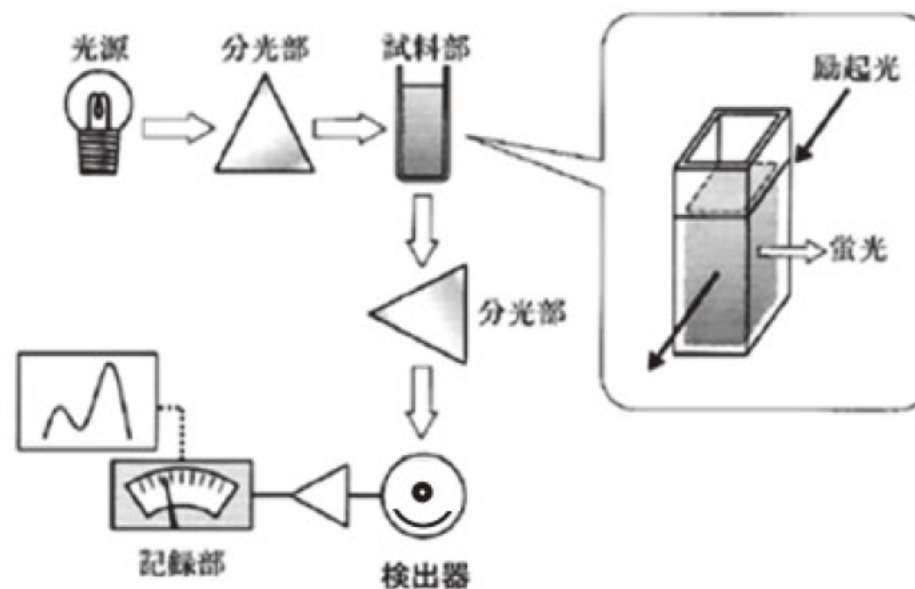
ラマン分光光度計の概略²⁾

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.6. 蛍光・発光分光(1) 構成要素

【構成要素】²⁾

- ・光源：中圧水銀灯、キセノンランプ、レーザー等
- ・分光部（励起波長選択部）
- ・試料部：一般に石英セルが用いられる
- ・分光部（蛍光波長選択部）
- ・検出器：光電子増倍管が主流
- ・記録部



蛍光分光光度計の構成例²⁾

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.7. 光学顕微鏡(1) 構成要素

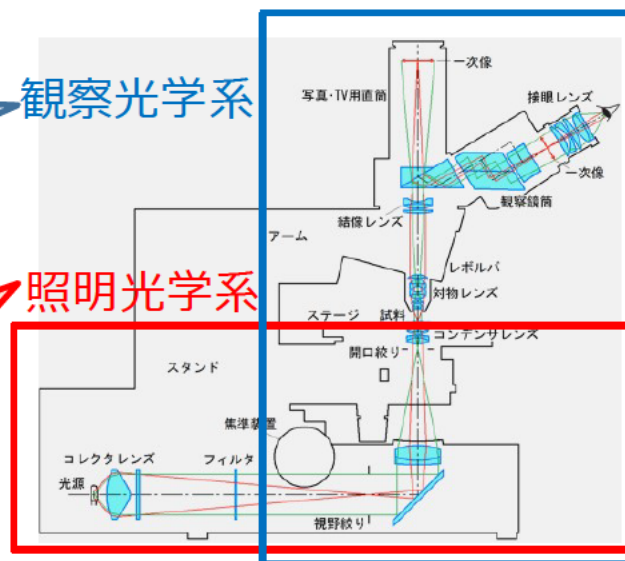
【構成要素】

- 接眼レンズ（結像系で作られた1次像を眼で観察するためにさらに拡大する）
- 結像レンズ（対物レンズから出た平行光を1次像として結像する）
- 対物レンズ（レンズによる結像の理想像からのズレを補正する）

- コンデンサレンズ（照明光を有効に試料面に集光する）
- 光源（タングステンランプ、ハロゲンランプ等）
- コレクタレンズ（光源から出た光を集める）
- フィルター（カラーバランスフィルター、明るさ調整のためのフィルター等）
- 焦準装置（試料と対物レンズとの距離を変化させピントを合わせる）

観察光学系

照明光学系



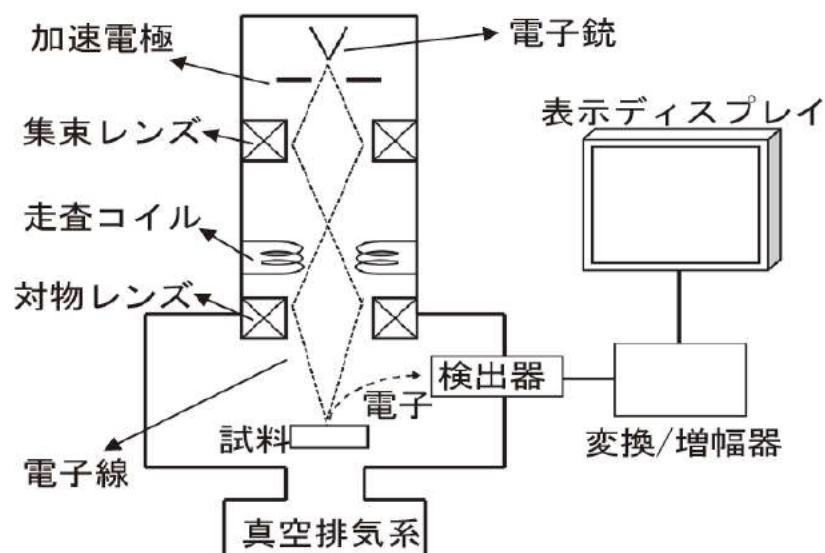
光学顕微鏡の構成例³⁾

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.8. SEM(1) 構成要素

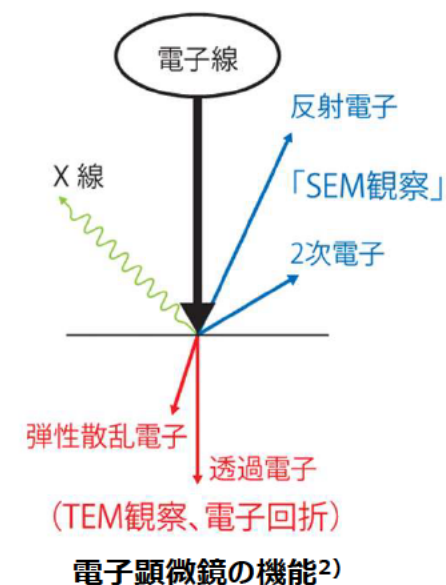
【構成要素】²⁾

- ・電子銃、加速電極、集束レンズ、走査コイル、対物レンズ、検出器、真空排気系



走査電子顕微鏡(SEM)の装置構成²⁾

- ・ SEMの分解能は、電子銃と対物レンズの集束性能に左右される。
- ・ 電子源から発生した電子がガス分子と衝突しないで試料に到達するには、 $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{Pa}$ の真空度が必要。



²⁾出典：日本分析機器工業会 機器分析の手引き(2021)

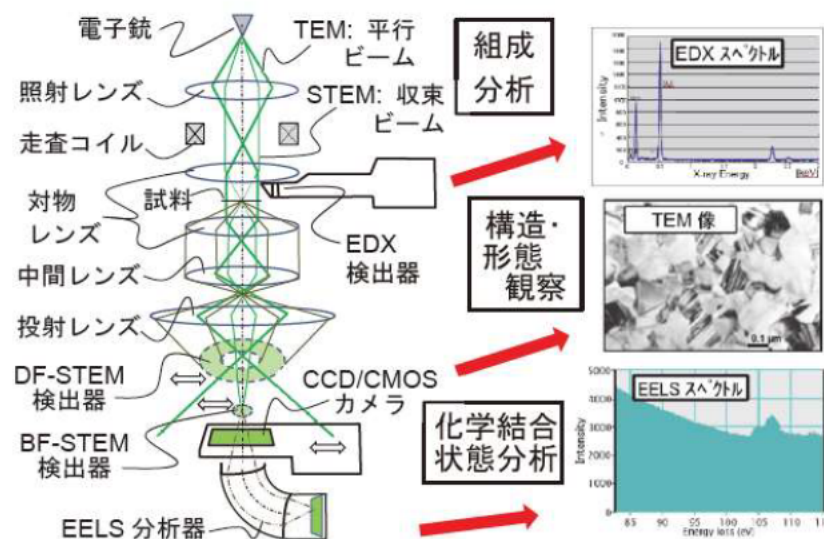
5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.9. TEM(1) 構成要素

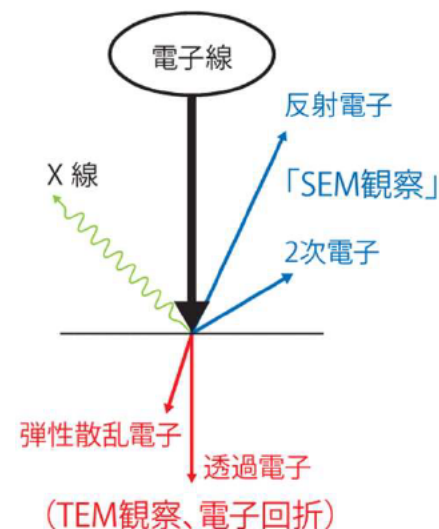
【構成要素】

- ・電子銃
- ・照射レンズ
- ・走査コイル
- ・対物レンズ
- ・中間レンズ
- ・検出器
- ・CCD/CMOSカメラ
- ・EELS※分析器

※EELS : energy dispersive X-ray spectroscopy (電子エネルギー損失分光法: 物質に電子線を照射し、非弾性散乱によるエネルギー損失を測定することで元素分析や状態分析をする手法)



TEMの装置構成²⁾



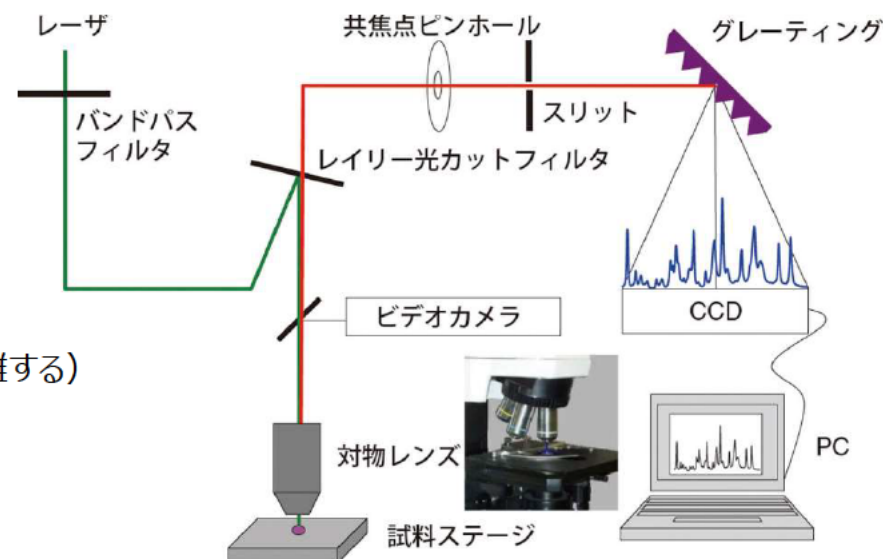
電子顕微鏡の機能²⁾

5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.10. 共焦点顕微鏡(1) 構成要素

【構成要素】

- ・レーザー（共焦点顕微鏡の光源）
- ・バンドパスフィルタ（特定の波長領域の光のみ通過させる）
- ・レイリー光カットフィルタ（レイリー散乱光を除去する）
- ・スリット（観察には適さない散乱光、反射光を除去する）
- ・共焦点ピンホール（観察には適さない散乱光、反射光を除去する）
- ・グレーティング（回折格子。種々の波長が混ざった光を波長ごとに分離する）
- ・対物レンズ（レンズによる結像の理想像からのズレを補正する）
- ・CCD（検出器）
- ・PC（データ処理装置）



共焦点顕微鏡の装置構成例⁴⁾

4) 出典：日本分析機器工業会 ホームページ 共焦点顕微ラマン分光装置より(2022)<https://www.jaima.or.jp/jp/analytical/basic/spectroscopy/raman/>

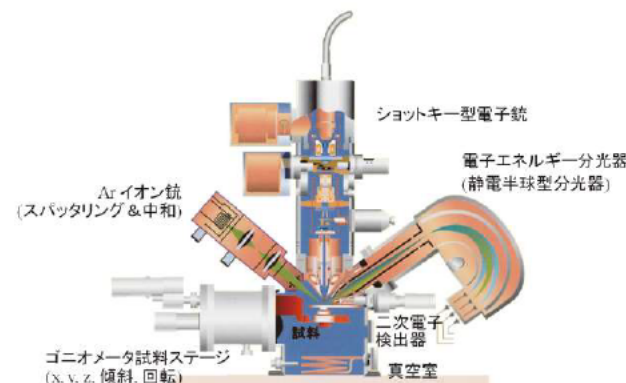
5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.11. 表面分析(1) 構成要素

【構成要素】

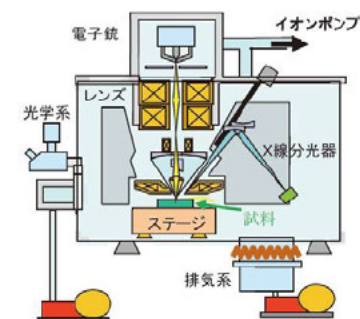
オージェ電子分光法(AES)装置構成例²⁾

- ・ショットキー型電子銃（高い電流密度が得られ10nm以下の電子ビーム径が確保できるためショット型電子銃が主流となっている）
- ・イオン銃（イオン化したアルゴンガスを試料表面に照射して、付着した不純物を除去したり、試料をエッチングしたりする）
- ・ゴニオメータ試料ステージ（試料を入射電子線に対して傾斜して観察するため傾斜機能を持ったステージ）
- ・真空室
- ・分光器（測定したい光を各波長に分け（分光）、検出器で受けられるようにする）
- ・二次電子検出器（電子ビームの照射により試料表面から放出される二次電子の検出器）



電子プローブ微量分析(EPMA)装置構成例²⁾

- ・電子銃（電子線を発射する）
- ・試料ステージ
- ・レンズ
- ・光学系（EPMAに内蔵されている光学顕微鏡等）
- ・イオンポンプ（油を使用しないドライ真空系ポンプ）
- ・X線分光器（電子線照射により発生する特性X線をエネルギーで分光する）
- ・検出器



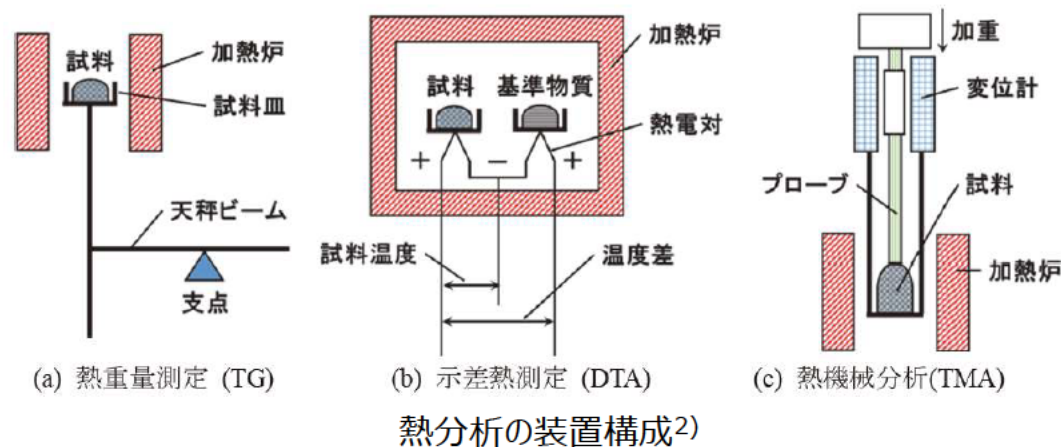
5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.5.12. 熱分析(1) 構成要素

【構成要素】

- ・加熱源：加熱炉（ヒーター）
- ・測温センサ：熱電対
- ・温度差測定機：試料が融解したり反応したりすると、基準物質との温度差が出るのでその温度を検出して融点や反応温度を求める
- ・質量測定機：天秤
- ・機器制御ファームウェア※／データ処理PCソフトウェア

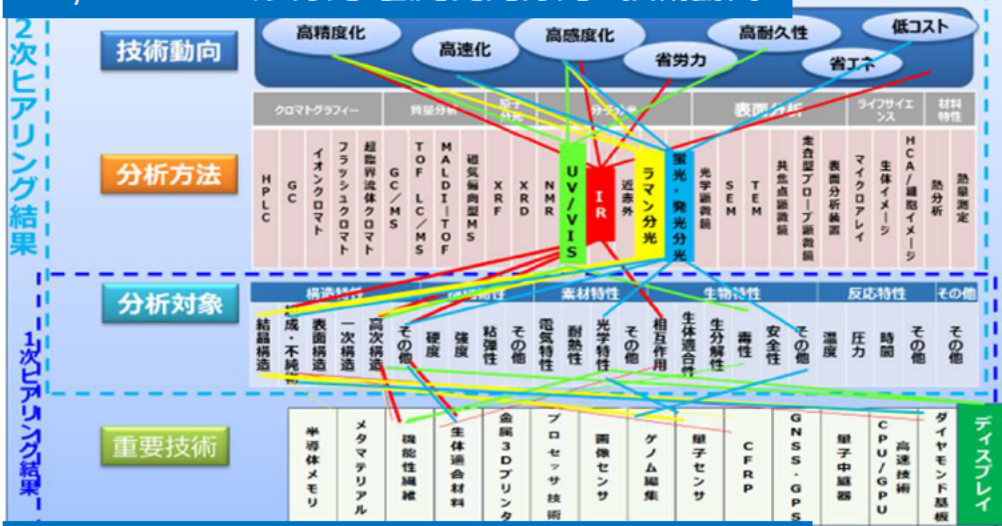
※ ファームウェアとは、デバイスを動かすために内蔵されている制御のためのソフトウェアである。



5.6. まとめー 1 注目すべき分析機器の技術動向

- UV/Vis・IR・ラマン分光・蛍光発光分光の技術動向

UV/Vis・IR・ラマン分光・蛍光発光分光の技術動向



光学顕微鏡・SEM・TEM・共焦点顕微鏡の技術動向



MAKDI-TOF MS・XRDの技術動向



光学顕微鏡・SEM・TEM・共焦点顕微鏡の技術動向



5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査5.7. まとめ-3 サプライチェーン関連情報一覧

- 部品は自社生産または海外関連会社で製造しているメーカーが多いが海外からの調達部品を一部使用しているメーカーもあった。
- サプライチェーンでチョークポイント部品を使用している機器は少ない。
- 中国の国策で国産化の情報有り。技術レベルはまだ欧米日に追いついていないが中国市場では中国製品がすでに市販されている。

	分析機器A	分析機器B	分析機器C	分析機器D	分析機器E	分析機器F	分析機器G	分析機器H	分析機器I	分析機器J	分析機器K	分析機器L
メーカー	A社	B社	C社	D社	F社	G社	H社	I社	J社	H社	I社	J社
部品（自社製造）	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
部品（国内調達）	●	●		●		●	●	●	●	●		▲
部品（海外調達）	●	●	▲	●	●	●	●	●		●		●
チョークポイント	特になし	特になし	特になし	特になし	特になし	海外からの 部品調達あり	特になし	特になし	特になし	一部部品メー カーに限られる	部品は問題 なし	特になし
販売比率 (国内/海外)	非公開											

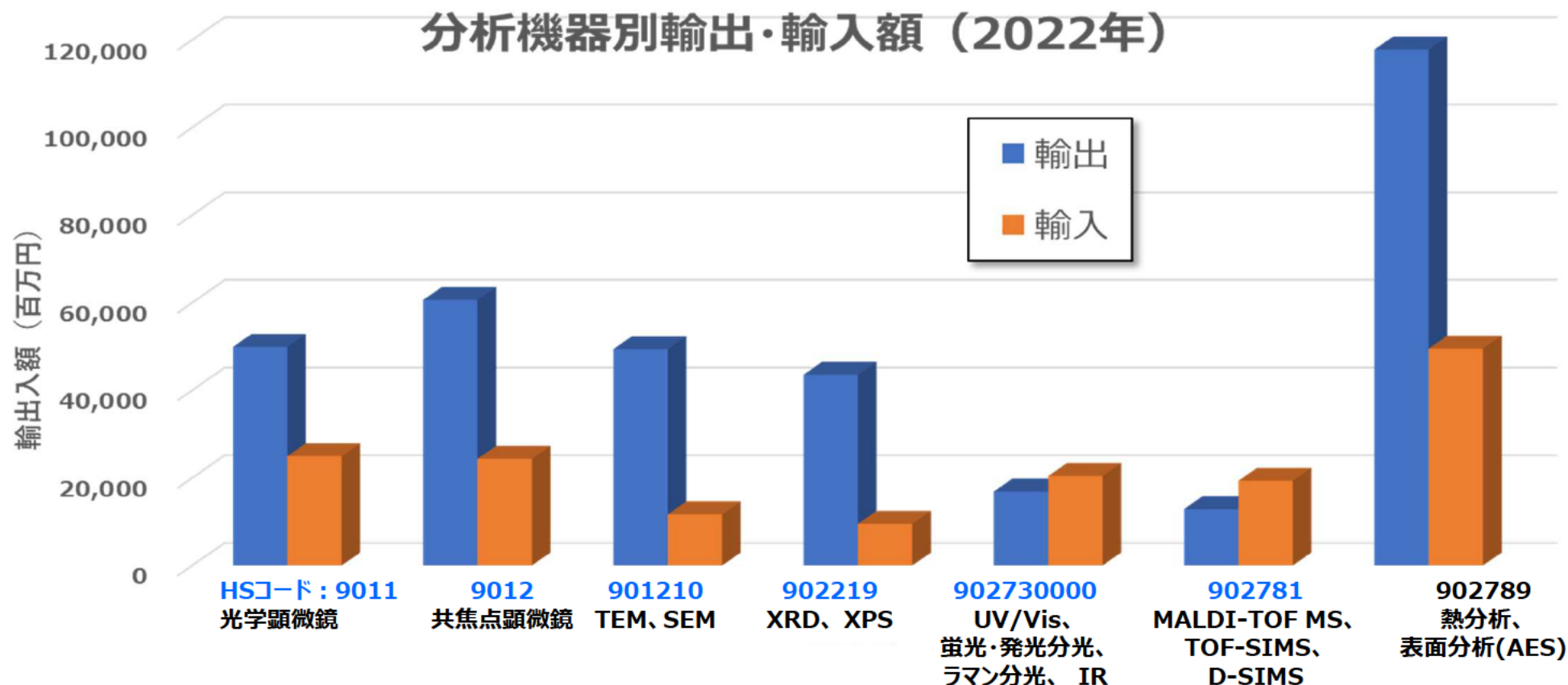
5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.8. まとめ-4 分析機器貿易統計まとめ(1)機器別輸出入額

- 光学系分析機器、表面分析機器など日本が強い分野が輸出優位の傾向となっている。

使用データベース：財務省貿易統計 貿易統計検索ページ 普通貿易統計（検索ページ） 品別国別表 <https://www.customs.go.jp/toukei/srch/index.htm?M=01&P=0>
統計年月：2022年1月から12月 品名の指定：品名コード指定（HSコード） 国の指定：全対象指定（世界各国）

UV/Vis、蛍光分光、ラマン分光、IR、MALDI-TOF MS、TOF-SIMS、D-SIMS
で使用しているHSコード分類ではやや輸入優位、その他の分類ではは大幅に輸出優位。



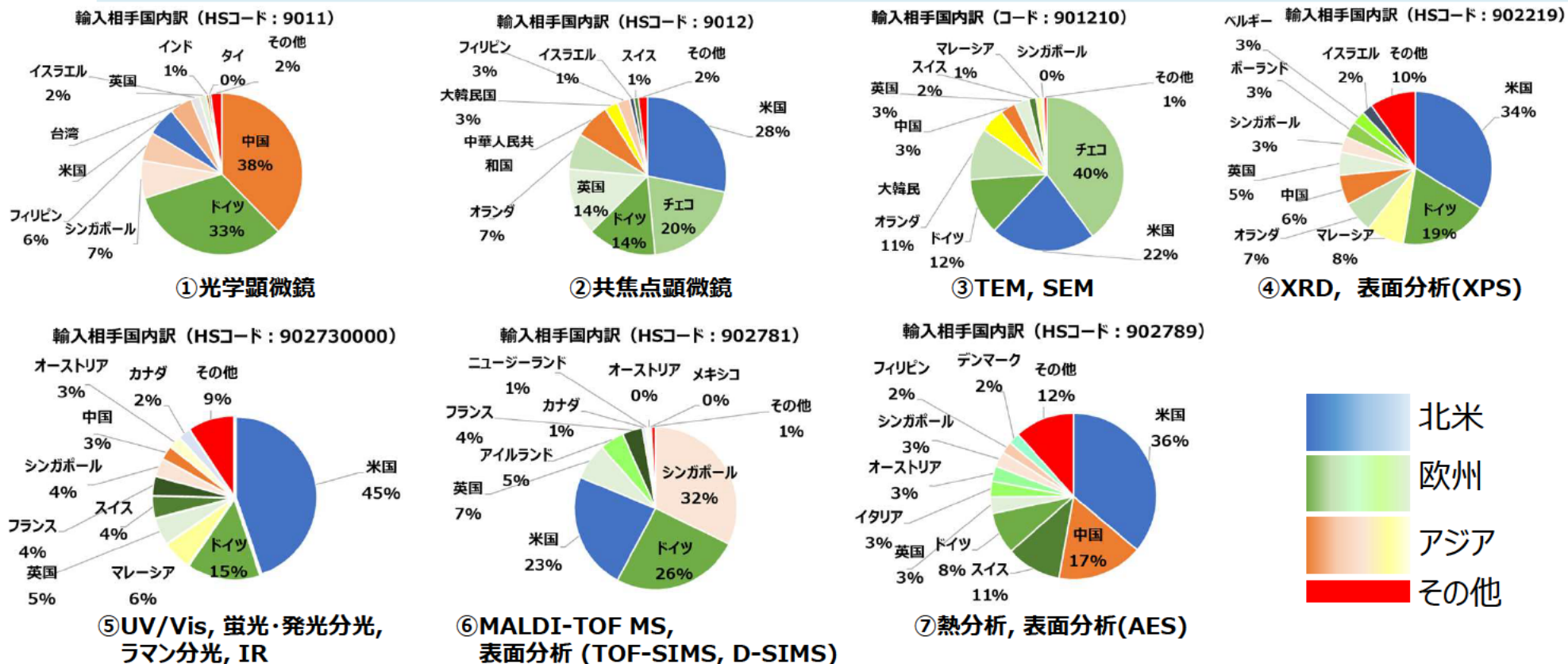
5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.9. まとめ-4 分析機器貿易統計まとめ(2)機器別輸入相手国

使用データベース：財務省貿易統計 貿易統計検索ページ 普通貿易統計（検索ページ）品別国別表 <https://www.customs.go.jp/toukei/srch/index.htm?M=01&P=0>
統計年月：2022年1月から12月 品名の指定：品名コード指定（HSコード） 国の指定：全対象指定（世界各国）

1) 分析機器輸入相手国（2022年輸入額の国別割合）

- ・光学顕微鏡以外は米国からの輸入が多い。
- ・光学顕微鏡は中国からの輸入が多い。（低価格品を中国から多く輸入しているためと推定される）
- ・TEMとSEMはチェコ、MALDI-TOF MSとSIMSはシンガポールが最大輸入先国。

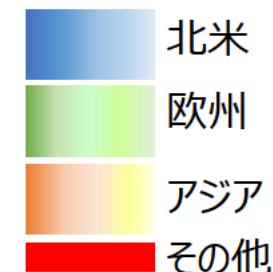
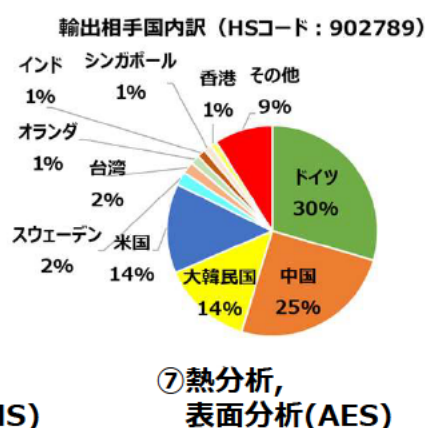
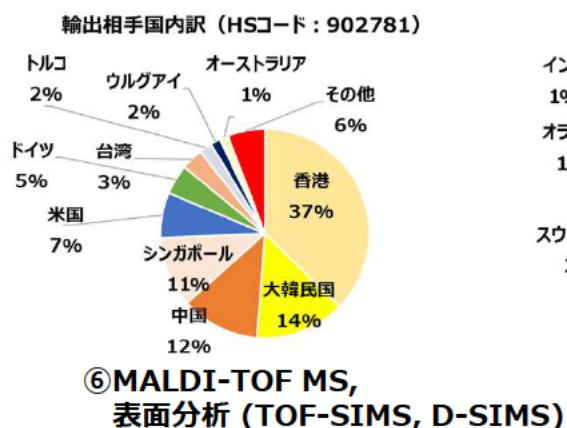
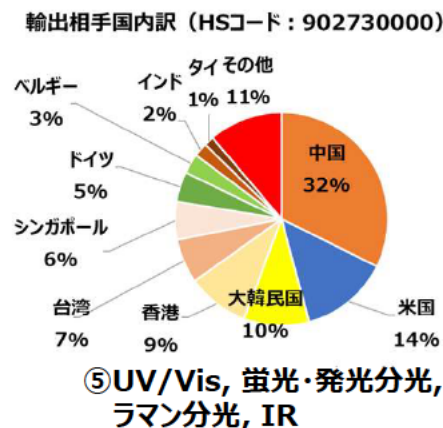
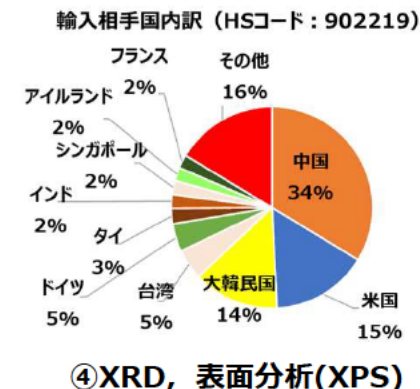
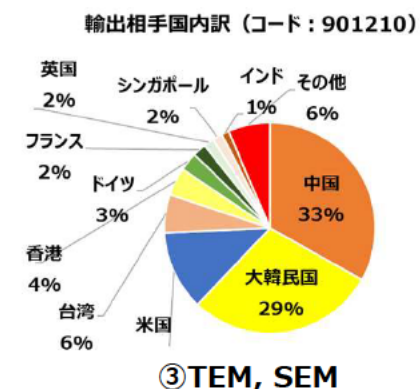
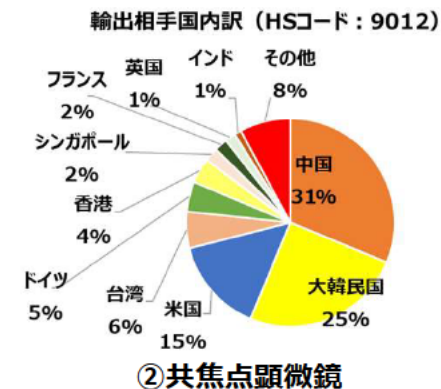
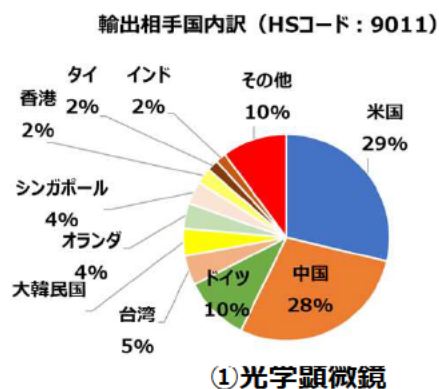


5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.10. まとめ-4 分析機器貿易統計まとめ(3)機器別輸出相手国

2) 分析機器輸出相手国（2022年輸出額の国別割合）

- ・光学顕微鏡の米国、熱分析、表面分析（AES）のドイツ以外、欧米への輸出は少ない（各国の有力メーカーがある為と推定）。
- ・光学顕微鏡は米国、中国が多い（高性能品が輸出されていると推定）。
- ・MALDI-TOF MSとSIMSは香港、韓国が多いがその他は中国が主な輸出国となっている。



5. 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

5.11. 出典

1. SDi Global Assessment Report 2022 The Laboratory Analytical & Life Science Instrumentation Industry
2. 日本分析機器工業会「分析の手引き(2021)」
3. 日本顕微鏡学会 ホームページ 顕微鏡の基礎より(2022)
4. 日本分析機器工業会 ホームページ 共焦点顕微ラマン分光装置(2022)
<https://www.jaima.or.jp/jp/analytical/basic/spectroscopy/raman/>

6.総括(1)

1) 調査事項1. ラボラトリー用分析機器の俯瞰調査

- ・世界の分析機器市場規模は年間約800億ドルの規模で、2021年から2026年度まで5.0%の年平均成長率で拡大が予想される。
- ・年平均成長率は、米国・カナダが世界平均並み、日本・欧州は平均をやや下回り、中国は平均以上と予想される。
- ・中国は分析技術の強化を図っている。大学の研究力を活用し、技術確立する狙いが特許解析の結果から示唆された。

2) 調査事項2. 分析機器に係る各国の取り組み実態調査

- ・欧米は分析技術を基盤技術と捉え長期的に投資を行っており、中国はハイエンド分析機器の国産化に向けて技術育成、産業保護を行っている。

3) 調査事項3. 重要技術の研究開発を支える分析機器に関する調査

- ・分析の結果が研究開発の進捗を左右する分析機器を重要分析機器として位置付ける有識者が多かった。

6.総括(2)

4) 調査事項4. 注目すべき分析機器に関する深掘調査

- ・ヒアリングしたメーカーの主要部品でチョークポイント（共焦点顕微鏡におけるレーザー・ディテクター・スキャナの調達、及びMALDI-TOF MSにおける検出器の調達）の問題が2件挙げられていたが、友好国からの調達または国内調達が可能であった。
- ・日本企業が強い分析機器はあったが、供給制限により他国の研究開発に影響を与えるものはなかった。
- ・今回深掘調査した分析機器に関しては1社独占製造の機器はなく他社製品での代替が可能である。

全般

- ・分析機器市場は大きくないが、分析機器の技術開発が事業に直結しており長年の技術の蓄積により新規参入が難しく、後発メーカーの多くは低価格帯へ参入している。
- ・中国の分析機器メーカーは汎用品で中国国内市場を代替してきているが、国際市場では欧米日の技術に追いついておらず参入できていない。
- ・中国の分析機器に関する技術開発は旺盛であり、国策で重点化しているため今後は技術が追いつくと予想される。
- ・日本は材料技術にまだ優位性があるため、関連の分析機器は強いが、バイオ関連技術が欧米、中国に比べ弱く、バイオ研究に必要な分析機器メーカーも少なく分析技術も海外メーカーに遅れをとっている。
- ・分析機器の発展はその国の技術開発の規模、予算に大きく依存するため、日本の科学技術及び産業の発展と分析機器の進展がともに国際社会において競争優位に展開することが望まれる。

7.補足資料

HSコードと対応分析機器

HSコード (4桁親コード)	入力HSコード	対応分析機器				備考 (HSコードの説明)
9011	9011	光学顕微鏡				光学顕微鏡（顕微鏡写真用、顕微鏡映画用又は顕微鏡投影用のものを含む。）
9012	9012	共焦点顕微鏡				顕微鏡（光学顕微鏡を除く。）及び回折機器
	901210	TEM, SEM				顕微鏡（光学顕微鏡を除く。）及び回折機器 － 顕微鏡（光学顕微鏡を除く。）及び回折機器
9022	9022.19	XRD	Surface Analyzers (X線光電子分光分析装置 XPS)			エックス線、アルファ線、ベータ線、ガンマ線その他の電離放射線を使用する機器（放射線写真用又は放射線療法用のものを含むものとし、医療用又は獣医用のものであるかないかを問わない。）、高電圧発生機、制御盤、スクリーン並びに検査用又は処置用の机、椅子その他これらに類する物品及びエックス線管その他のエックス線の発生機 － 其他の用途に供するもの
9027	9027.30.000	UV/Vis	ラマン	蛍光分光	IR	物理分析用又は化学分析用の機器（例えば、偏光計、屈折計、分光計及びガス又は煙の分析機器）、粘度、多孔度、膨張、表面張力その他これらに類する性質の測定用又は検査用の機器、熱、音又は光の量の測定用又は検査用の機器（露出計を含む。）及びマイクローム － 分光計、分光光度計及び分光写真器（紫外線、可視光線又は赤外線を使用するものに限る。）
	9027.81	MALDI-TOF-MS	Surface Analyzers (飛行時間型二次イオン質量分析装置 TOF-SIMS)	Surface Analyzers (四重極型二次イオン質量分析装置 D-SIMS)		物理分析用又は化学分析用の機器（例えば、偏光計、屈折計、分光計及びガス又は煙の分析機器）、粘度、多孔度、膨張、表面張力その他これらに類する性質の測定用又は検査用の機器、熱、音又は光の量の測定用又は検査用の機器（露出計を含む。）及びマイクローム － 質量分析計
	9027.89	Thermal Analyzers	Surface Analyzers (走査型オージェ電子分光分析装置 AES)			物理分析用又は化学分析用の機器（例えば、偏光計、屈折計、分光計及びガス又は煙の分析機器）、粘度、多孔度、膨張、表面張力その他これらに類する性質の測定用又は検査用の機器、熱、音又は光の量の測定用又は検査用の機器（露出計を含む。）及びマイクローム － 其他のもの

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 令和4年度重要技術管理体制強化事業
(研究開発基盤技術に係る実態調査)
調査報告書(公表用)

委託事業名 令和4年度重要技術管理体制強化事業
(研究開発基盤技術に係る実態調査)

受注事業者名 株式会社三菱ケミカルリサーチ

[illegible]