

廃ガラス等リサイクル原料使用の
水素化処理触媒の開発
GMCCプロジェクト
(Glass Material Ceramic Catalyst)

2024年 12月11 日
ガラス再資源化協議会 GRCJ
野口裕司

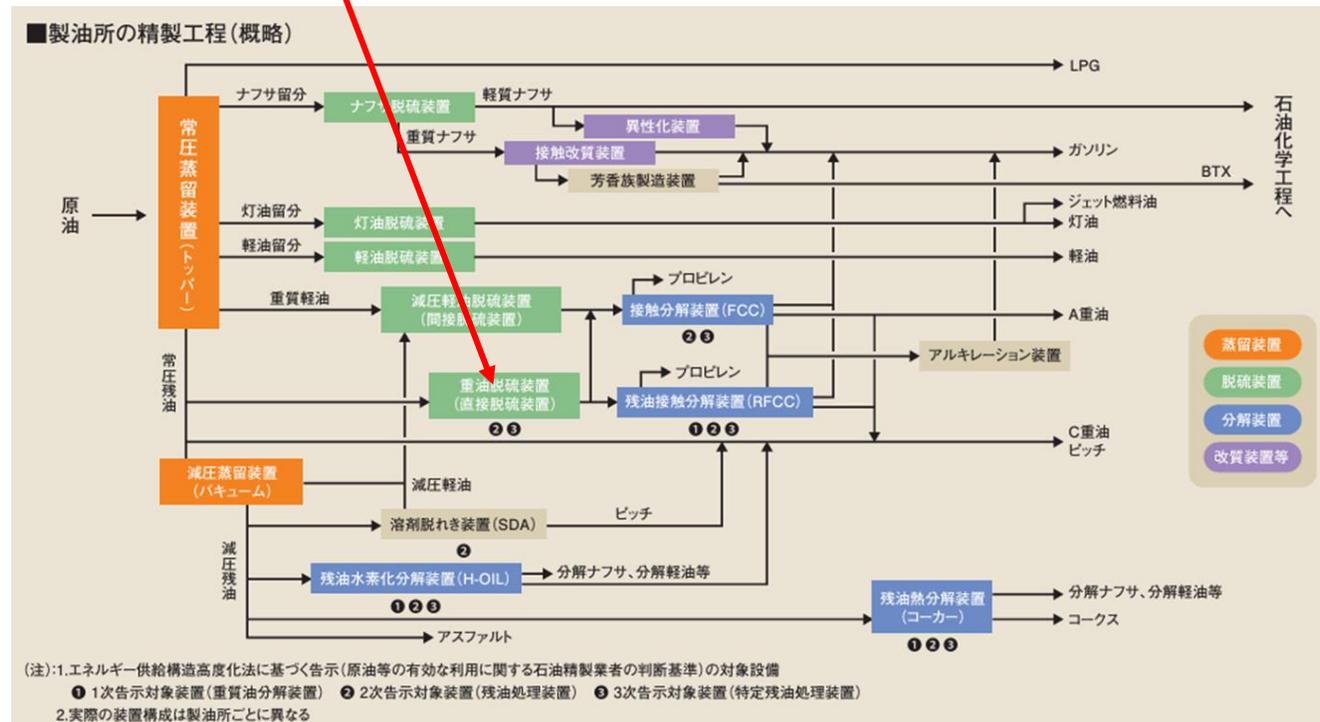
【水素化処理触媒の開発内容】

1. 開発の目的

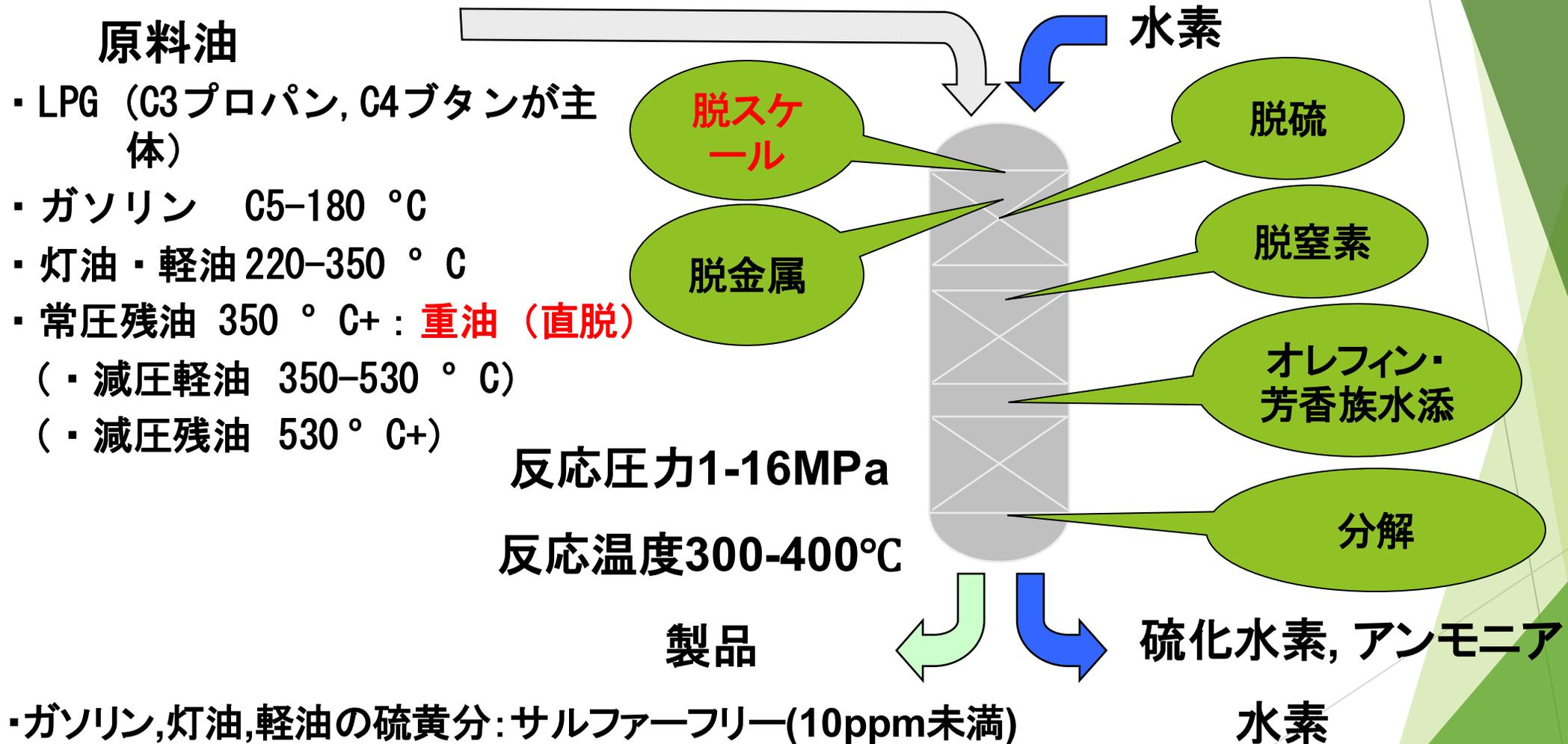
- ・ 廃ガラス等のリサイクル原料を使用して触媒製造を行うことで、**エネルギー及びCO2削減に寄与する。**
- ・ **水素化処理触媒は、今までリサイクル原料（活性金属Ni, Co, Moを除く）を適用したことはなく、水素化処理触媒を使用するCO2排出量の多い製油所は、リサイクル原料触媒をグリーン購入してCO2排出を低減できる。**

2. 触媒種類

- ・ 石油会社の製油所の**直脱(重油水素化脱硫装置)**等の水素化処理装置で使用する水素化処理触媒
- ・ 今回の開発品：**スケールを除去する脱スケール触媒を鋭意開発中。**



【水素化処理装置】

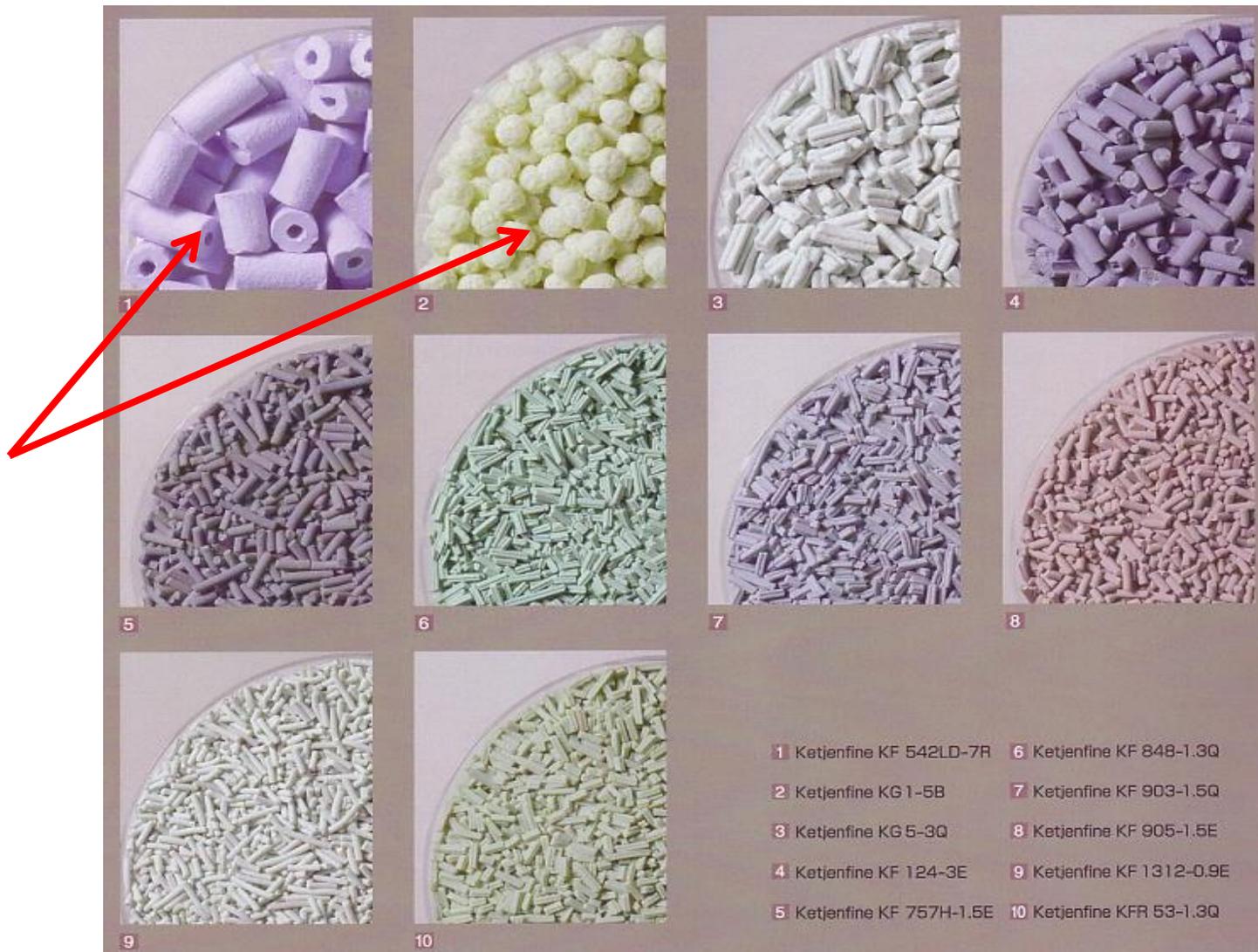


・ガソリン, 灯油, 軽油の硫黄分: サルファーフリー(10ppm未満)

・**脱硫重油の硫黄分: 0.3wt%以下**

【水素化処理触媒の外観（日本ケッチェンHPより）】

脱スケール触媒



【水素化処理触媒のビジネス】

Confidential

1. 水素化処理触媒の重要性

- 水素化処理触媒により、石油(原油)に含まれる硫黄分、窒素分、重金属等を除去してクリーンな石油(燃料油)を製造する。
- 水素化処理触媒に想定外の活性低下等の不具合が発生すると、その触媒を使用している脱硫装置を停止することになる。その場合、製油所全体が止まってしまうこともあり大きな損失(製油所停止で20-30億円/日)が発生すると同時に、燃料油の安定供給に懸念が生じる。

2. 水素化処理触媒の需要

- 水素化処理触媒の世界の需要は、20万トン/年以上で日本の需要は、2万トン/年。平均価格は1,500円/kg。
- 脱スケール触媒の需要は全体需要の3~5%として、世界で0.6~1.0万トン/年以上で日本の需要は600~1000ton/年ぐらいの様。
- 今は、円安状態で、日本からの輸出は有利である。

3. 世界の主な水素化処理触媒の製造販売会社とシェア

- ケッチェンKetjenグループ(米国, オランダ, 日本):25%
- シェブロンChevron(米国):25%
- アクセンスAxens(フランス):25%
- その他(日揮触媒化成等):25%

4. 水素化処理触媒の売買形態

- 石油会社は、水素化処理触媒の組合わせを一括して、触媒会社より購入するのが一般的。
- 上記の場合、触媒会社は触媒の保証(活性及び寿命等)を行う。
- 技術力のある石油会社は、自ら最適な水素化処理システムを構築して、複数の触媒会社から触媒を購入する場合もある。自社開発触媒または再生触媒を使用することもある。その場合は、触媒会社は触媒の保証をしない。

予備資料

10. 水素化処理触媒のビジネス

Confidential

【水素化処理触媒の重要性】

- 水素化処理触媒に想定外の活性低下等の不具合が発生するとその触媒を使用している脱硫装置を停止することになる。その場合、製油所全体が止まってしまうこともあり大きな損失(製油所停止で20-30億円/日)が発生すると同時に、燃料油の安定供給に懸念が生じる。

【水素化処理触媒の需要】

- 水素化処理触媒の世界の需要は、20万トン/年で日本の需要は、2万トン/年。平均価格は1,500円/kg。
- 脱スケール触媒の需要は全体需要の3~5%として、0.3~0.5万トン/年で日本の需要は600~1000ton/年ぐらいの様。
- 今は、超円安状態で、日本からの輸出は有利である。

【世界の主な水素化処理触媒の販売会社とシェア】

- ケッチェンKetjenグループ(米国, オランダ, 日本):25%
- シェブロンChevron(米国):25%
- アクセンスAxens(フランス):25%
- その他(日揮触媒化成等):25%

【水素化処理触媒の売買形態】

- 石油会社は、水素化処理触媒の組合わせを一括して、触媒会社より購入するのが一般的。
- 上記の場合、触媒会社は触媒の保証(活性及び寿命等)を行う。
- 技術力のある石油会社は、自ら最適な水素化処理システムを構築して、複数の触媒会社から触媒を購入する場合もある。自社開発触媒または再生触媒を使用することもある。その場合は、触媒会社は触媒の保証をしない。

6. 製油所の精製工程

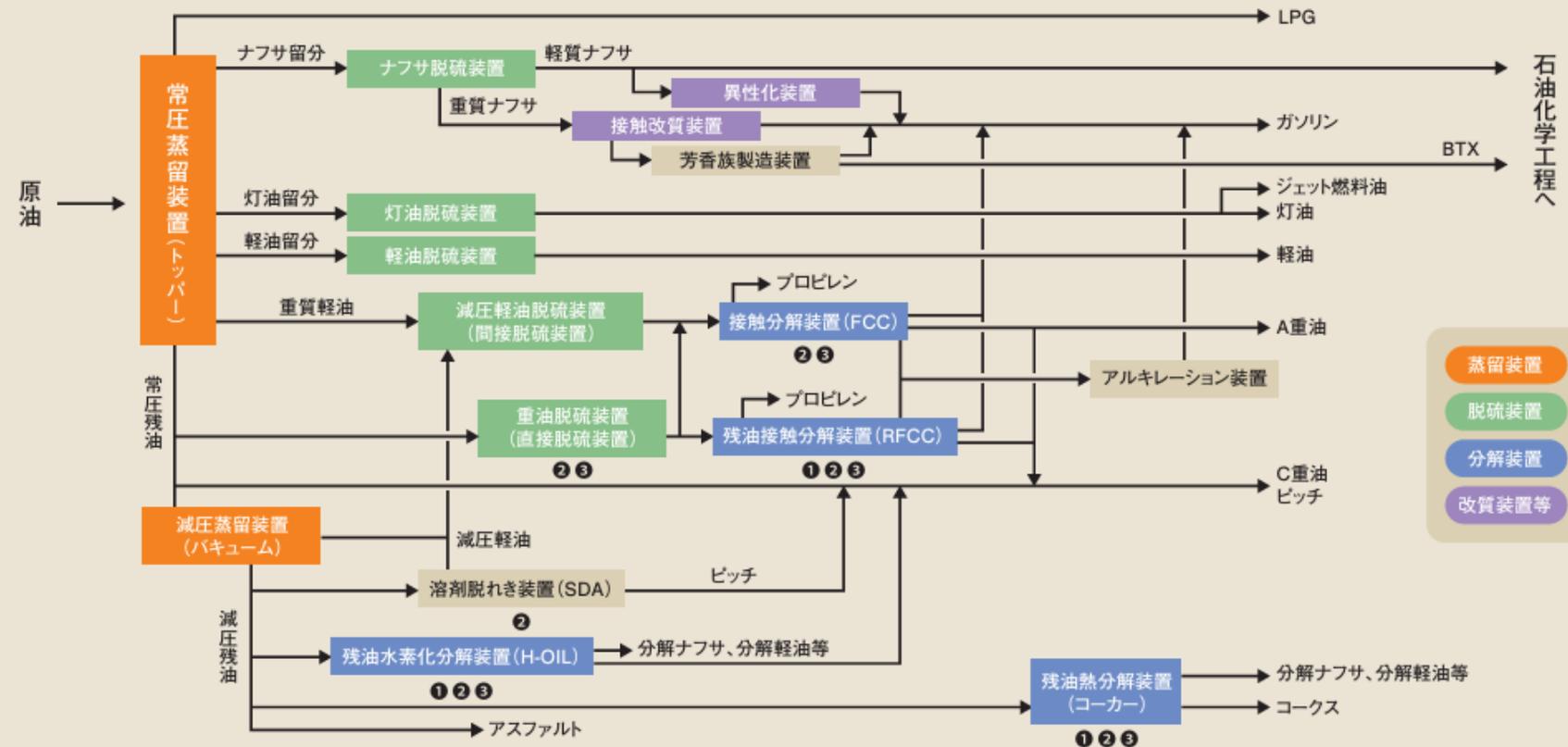
・製油所で原油を処理して石油製品を生産するまでの主な石油精製プロセスは、①原料から沸点の違いによって様々な成分に分離する「蒸留」、②原料から硫黄分を除去する「脱硫」、③原料をより軽質(低分子)な分子構造に変換する「分解」、④原料の化学結合を変化させる「改質」等に分類される。

・石油は、原油から複数の製品（ガソリン、灯油、軽油、重油等）が一定の割合（得率）で同時に生産される「連産品」という特性があり、原油から特定の製品だけを生産することは不可能。一方で、需要においてはガソリン、灯油、軽油等のいわゆる「白油」の割合が増加している。

・このため、軽質な原油を選択したり、重油を分解してガソリンや軽油等の基材にするなどして需要の変化に対応している。

・2022年度の石油製品（燃料油）生産量は、前年度比5.7%増の1億5,013万klとなった。生産得率は、軽質留分が約39%、中間4品が約46%、重質留分約10%、燃料油計で約95%となっている。原油処理能力も減少傾向で推移している。

■製油所の精製工程(概略)



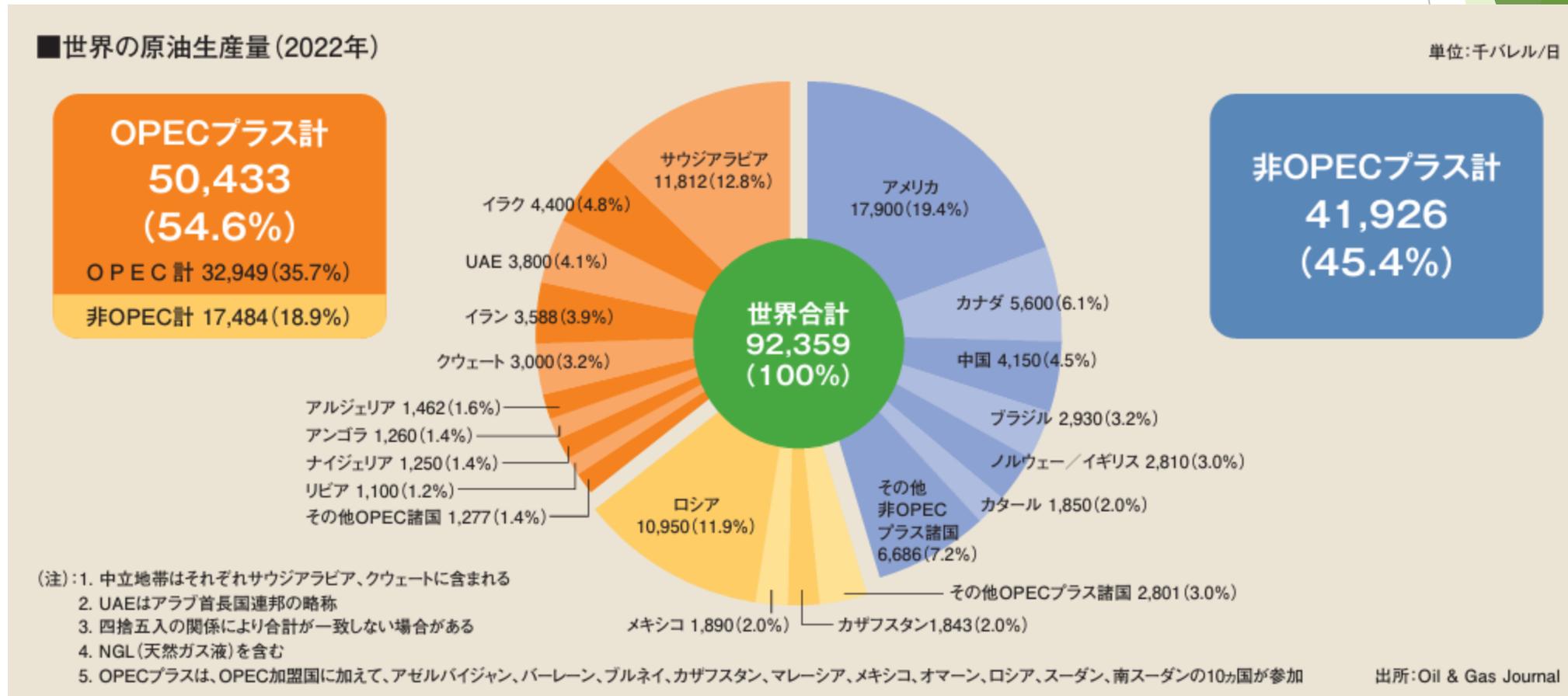
(注):1.エネルギー供給構造高度化法に基づく告示(原油等の有効な利用に関する石油精製業者の判断基準)の対象設備
 ① 1次告示対象装置(重質油分解装置) ② 2次告示対象装置(残油処理装置) ③ 3次告示対象装置(特定残油処理装置)
 2.実際の装置構成は製油所ごとに異なる

【石油産業の現況】

1. 世界の原油生産量

Confidential

- ・ 2022年の世界の原油生産量は、9,236万バレル（1,469万kl）／日となっており、そのうち、**アメリカ、サウジアラビア、ロシア**がいずれも1,000万バレル(159万kl)／日を超え、この3カ国で世界の原油生産量の4割以上を占めている。**1バレル=159ℓ**
- ・ **産油国で構成される組織として、OPEC（石油輸出国機構）**がある。OPECは、石油市場を支配していた国際石油資本に、産油国として共同で対抗することを目的として、サウジアラビア等の中東産油国を中心に1960年に設立され、石油価格の大幅引き上げを実現する等、国際カルテルとして大きな影響力を行使した。
- ・ さらにOPECは、2016年12月に**ロシアやメキシコなどの産油国とも協調して需給調整を行うOPECプラス**という枠組を設立して、石油価格への影響力の維持を図っている。



2. 石油の埋蔵量と可採年数について

- ・地下に存在するすべての石油の量は「資源量 (Resources)」といい、この資源量のうち、既発見であり、かつ経済的・技術的に採取可能な量を「埋蔵量 (Reserves)」という。
- ・また、「**可採年数 (R/P)**」とは、現在の技術と価格の下で採掘可能であると考えられる石油埋蔵量 (R) をその年の石油生産量 (P) で割ったもの。可採年数は、技術革新による採掘方法の進歩や新規油田の発見、原油価格の上昇による採算性の向上等から増加するもので、原油価格や統計の取り方によっても変動する試算値であり、石油が枯渇する年数という意味ではない。



3. 原油価格の動向

Confidential

・原油価格は、需給バランスの影響及び地政学リスクの影響を受ける。2020年に新型コロナウイルス感染拡大により、石油需要が急速に落ち込んだことから、4月にはWTI原油先物が上場以来初のマイナスを記録する等原油価格は暴落した。その後、OPECプラスの大幅な協調減産や経済の回復等から原油価格は徐々に上昇。2022年2月、ロシアによるウクライナ侵攻およびそれに対する欧米諸国の経済制裁発動等を受け、原油価格は100ドル/バレルを超える水準となり、振れ幅の大きい値動きとなった。

・わが国は原油のほぼすべてを海外から輸入していることから、輸入原油価格は国際市場の影響を受ける。さらにドル建ての原油価格を円建てに換算するにあたっては為替レートの影響も受けるため、円安になると価格が上がる。



4. 日本の石油元売り会社の再編動向

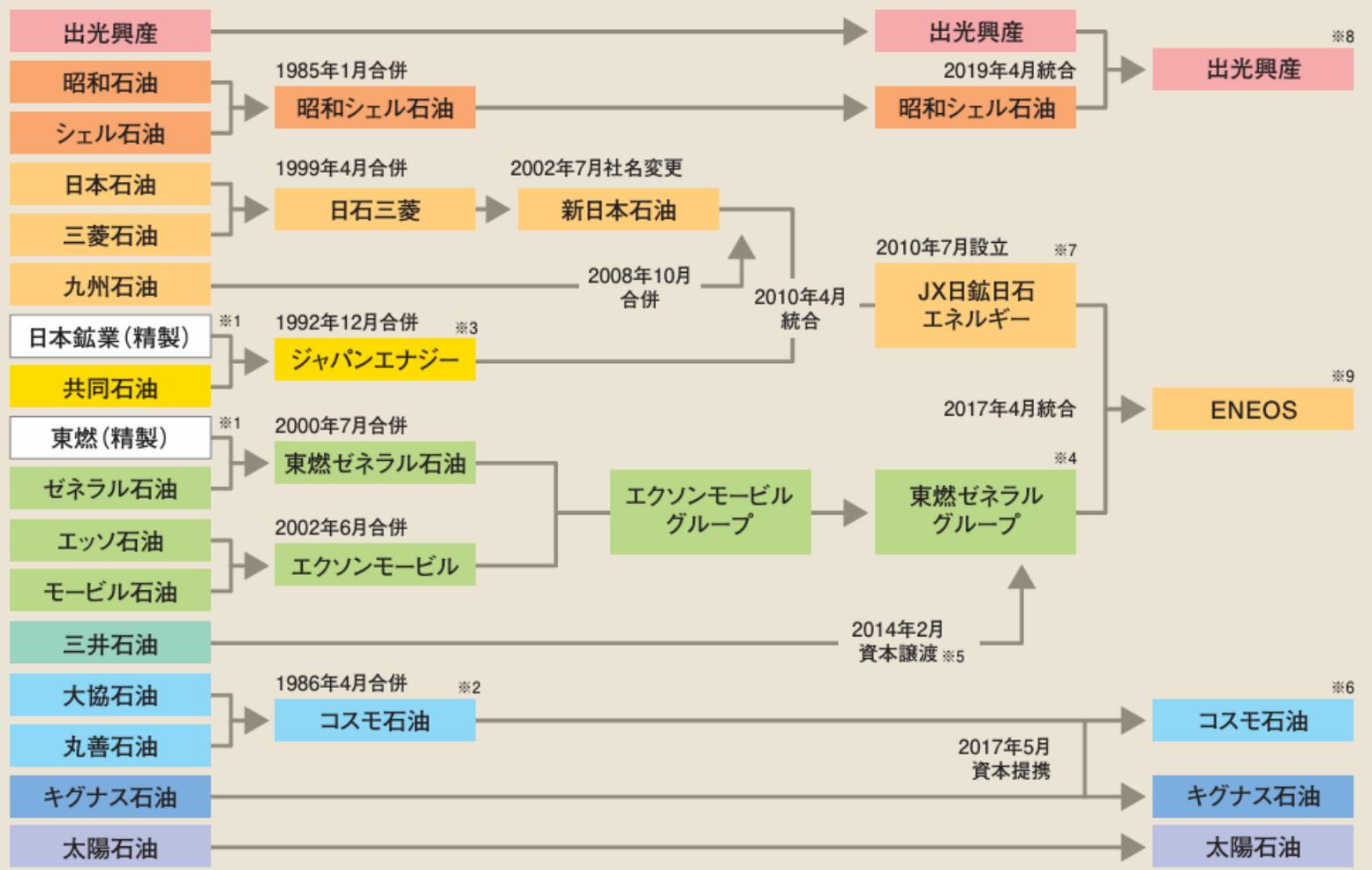
・欧米のオイルメジャーの世界的な再編の流れや、特石法廃止後の国内石油業界の競争激化などを背景に、わが国石油産業においても、石油精製・元売会社の再編に向けた動きが活発化し、1999年の日本石油と三菱石油の合併、2002年にはエッソ石油、モービル石油などが合併した。2008年に入ると、原油価格高騰とエネルギー全体の競争激化を背景に、新日本石油が九州石油と合併し、さらに2010年にジャパンエナジーと経営統合。

・2017年にコスモ石油とキグナス石油が資本業務提携を締結

・2017年にはJXエネルギーと東燃ゼネラル石油が経営統合し、ENEOSが発足した。

・さらに2019年には出光興産と昭和シェル石油が経営統合したことにより、石油元売会社は5社(もしくは大手3社)に集約された。

■日本の石油元売会社の再編動向(2023年7月現在)



石油元売会社:製油所を所有するか、石油精製会社と密接な資本関係がある等で製品売買契約を結び石油製品を仕入、自ら需要家に売るか特約店に卸売る会社(公式な定義はない)

※1 元売ではなく精製専業会社
 ※2 1984年4月に2社の精製部門を分社化・統合した旧・コスモ石油を設立
 ※3 1992年12月合併時の社名は日鉱共石、その後93年12月にジャパンエナジーに社名変更
 ※4 2012年6月1日に東燃ゼネラル石油を中心とした新体制に移行(エクソンモービルはEMGマーケティングに社名変更)
 ※5 2014年2月4日に三井石油は東燃ゼネラル石油の子会社となりMOCマーケティングに社名変更
 ※6 2015年10月1日、ホールディングス制(コスモエネルギーホールディングスを設立し、コスモ石油、コスモ石油マーケティング、コスモエネルギー開発を子会社化)に移行
 ※7 2016年1月1日、JXエネルギーへ社名変更
 ※8 2019年7月1日、昭和シェル石油の全事業を出光興産に吸収分割
 ※9 2017年4月統合時の社名はJXTGエネルギー、その後20年6月にENEOSに社名変更
 (注):上図で示した他に、各社間において精製・物流の提携を行っている

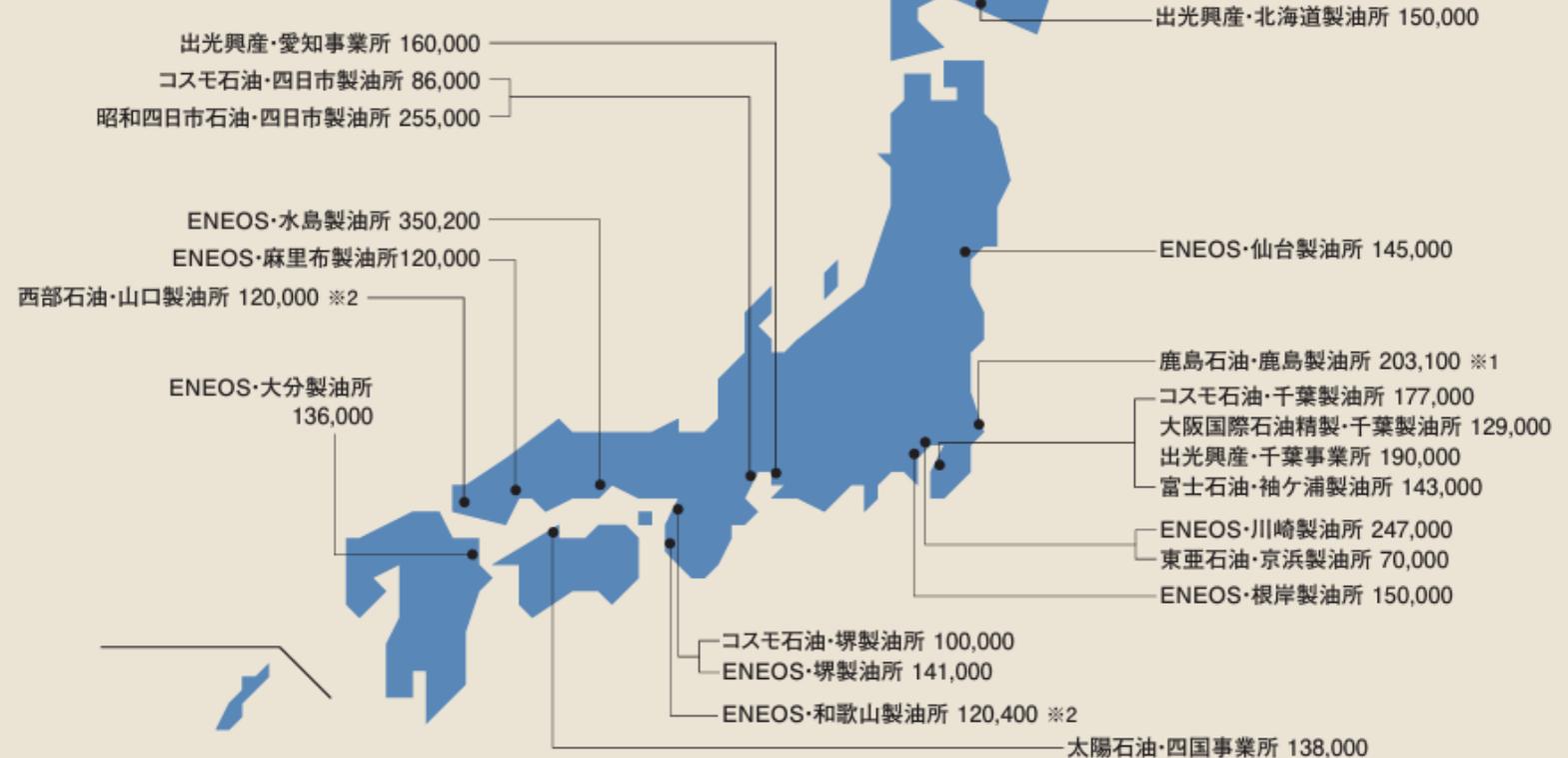
5. 製油所の所在地と原油処理能力

・石油製品の供給は、**石油製品を輸入する方法と、原油を輸入して国内で石油製品に精製する方法**（消費地精製方式）がある。**わが国の供給体制の根幹は消費地精製方式**で、この方式は、大型のタンカーで大量に原油を輸送することでコストを低減できること、国内の需要構造に合わせて石油製品の生産割合を一定程度調整できること、国内の環境基準等に適合した品質の調整が容易であること、緊急時への対応に優位性があること等多くのメリットがある。2022年度に国内で産出した原油は41万klで、精製業者の原油処理量1億5,602万klの0.3%、およそ1日分に相当する量に過ぎず、**わが国は原油のほぼすべてを海外から輸入している**。そのため国内の製油所は全て沿岸部に所在しており、その数は22年度末時点で21カ所（原油処理能力333万バレル／日）です。**石油製品の需要が減少し続ける中、製油所の数、原油処理能力も減少傾向で推移している**。

■製油所の所在地と原油処理能力(2023年3月末現在)

原油処理能力

合計 3,330,700バレル／日(製油所数:21カ所)



※1 鹿島石油・鹿島製油所の数値には、コンデンセートスプリッターの処理能力を含む

※2 ENEOS・和歌山製油所は2023年10月、西部石油・山口製油所は2024年3月を目途に精製機能を停止予定

単位:バレル／日

出所:石油連盟

6. 製油所の精製工程

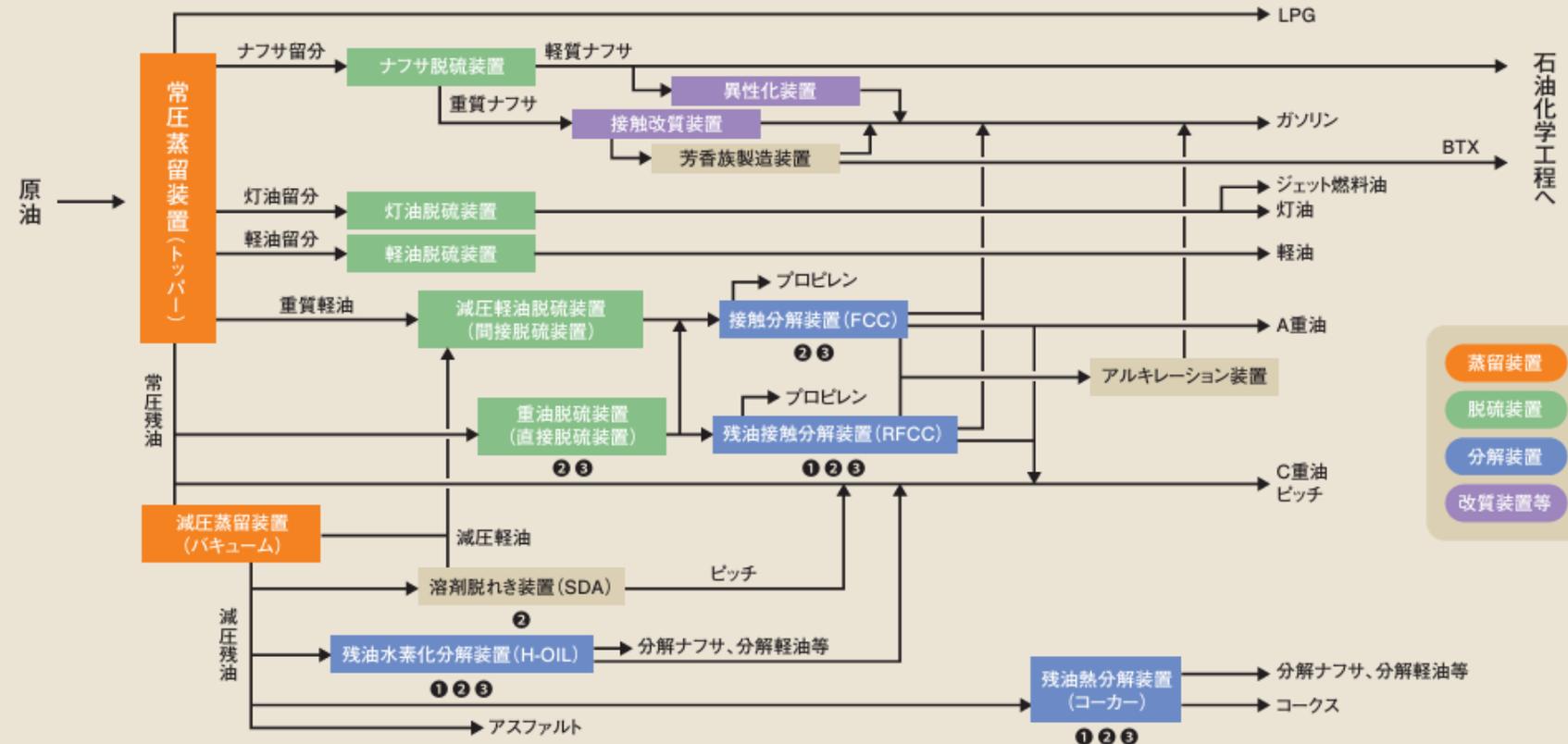
・製油所で原油を処理して石油製品を生産するまでの主な石油精製プロセスは、①原料から沸点の違いによって様々な成分に分離する「蒸留」、②原料から硫黄分を除去する「脱硫」、③原料をより軽質(低分子)な分子構造に変換する「分解」、④原料の化学結合を変化させる「改質」等に分類される。

・石油は、原油から複数の製品（ガソリン、灯油、軽油、重油等）が一定の割合（得率）で同時に生産される「連産品」という特性があり、原油から特定の製品だけを生産することは不可能。一方で、需要においてはガソリン、灯油、軽油等のいわゆる「白油」の割合が増加している。

・このため、軽質な原油を選択したり、重油を分解してガソリンや軽油等の基材にするなどして需要の変化に対応している。

・2022年度の石油製品（燃料油）生産量は、前年度比5.7%増の1億5,013万klとなった。生産得率は、軽質留分が約39%、中間4品が約46%、重質留分約10%、燃料油計で約95%となっている。原油処理能力も減少傾向で推移している。

■製油所の精製工程(概略)



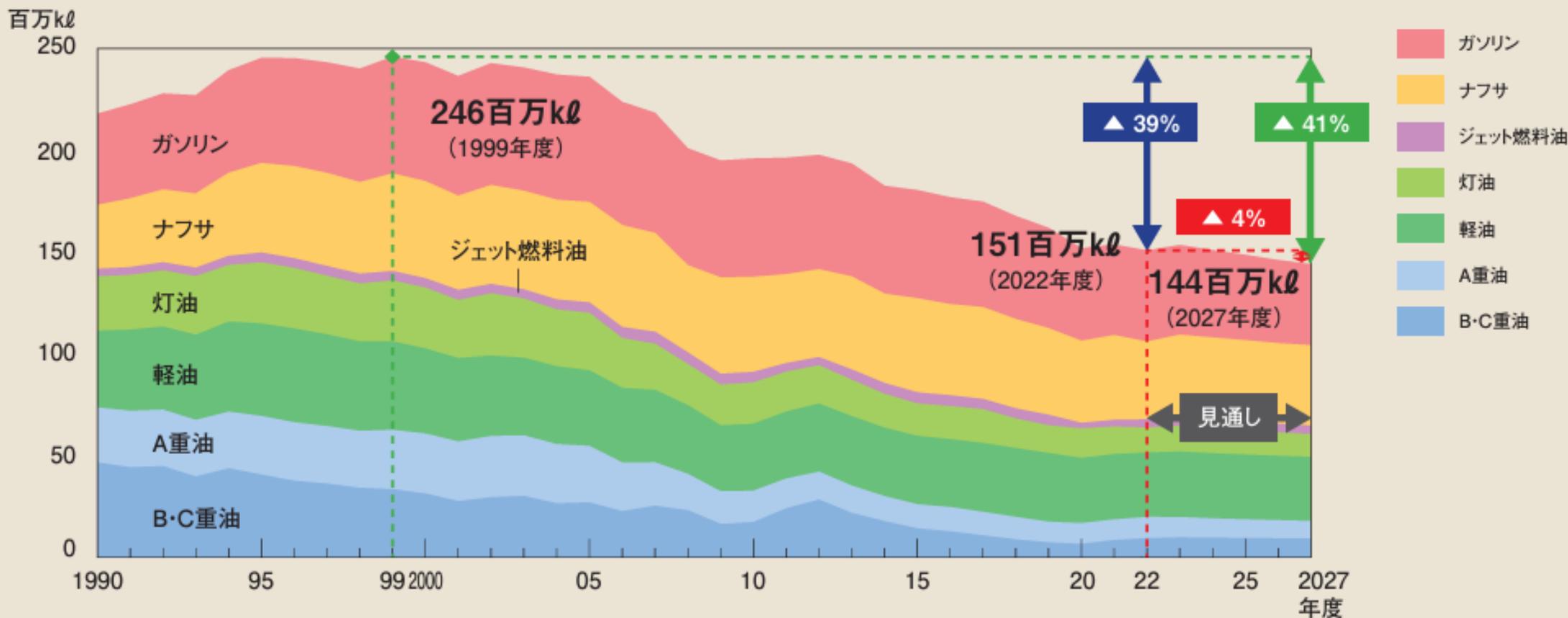
(注):1.エネルギー供給構造高度化法に基づく告示(原油等の有効な利用に関する石油精製業者の判断基準)の対象設備
 ① 1次告示対象装置(重質油分解装置) ② 2次告示対象装置(残油処理装置) ③ 3次告示対象装置(特定残油処理装置)
 2.実際の装置構成は製油所ごとに異なる

7. 石油製品内需の推移と見通し

Confidential

- ・2022年度の石油需要は燃料油合計で前年度比1.9%減の1億5,083万klとなった。燃費の改善や省エネ対策等により、需要のピークであった1999年度から39%の減少となっている。特に、2020年度に新型コロナ感染拡大の影響等から大きく減少した。
- ・今後は、大きな増減はないが漸減していくと思われる。

■石油製品内需の推移と見通し



出所: 2022年度までは実績「資源・エネルギー統計」

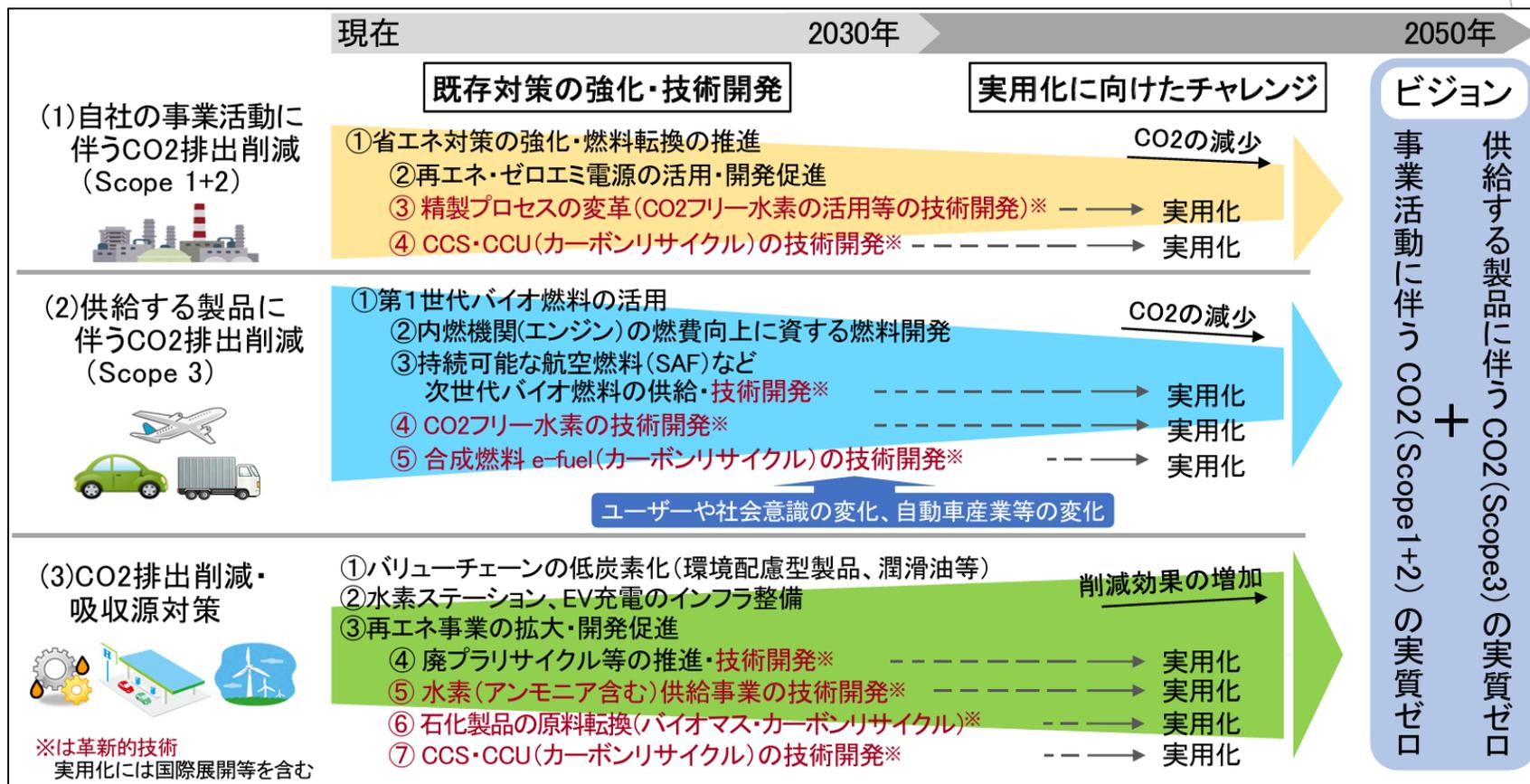
2023~27年度は石油製品需要想定検討会「石油製品需要見通し」(2023年3月 経済産業省)

(注): B・C重油のうち、電力用C重油は見通しが示されないため2022年度実績見込を据え置きと仮定

8.石油業界のカーボンニュートラルに向けたビジョン (目指す姿)

Confidential

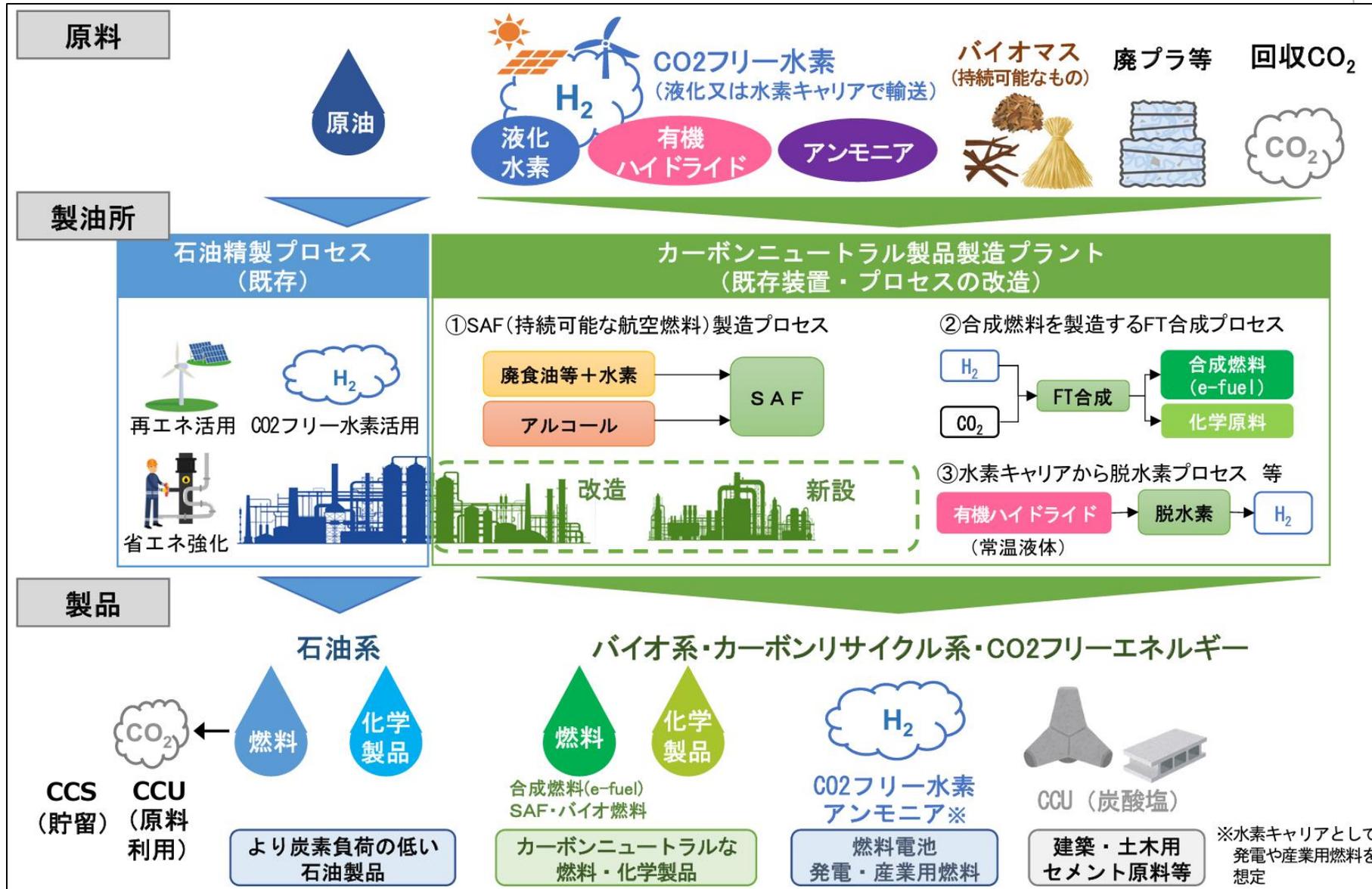
・石油業界は、サプライチェーンや製品の脱炭素化の取り組みを加速化し、さらに既存インフラが活用できる革新的な脱炭素技術（①CO2フリー水素、②合成燃料、③CCS・CCU（カーボンリサイクル）など）の研究開発と社会実装にも積極的に取り組むことで、事業活動に伴うCO2排出（Scope1+2）の実質ゼロ（CN）を目指すとともに、供給する製品に伴うCO2排出（Scope3）の実質ゼロ（CN）にもチャレンジすることにより、社会全体のカーボンニュートラルの実現に貢献する。



出典:石油連盟

8.石油業界のカーボンニュートラルに向けたビジョン(カーボンニュートラルを実現する製油所の将来像)

Confidential



・リサイクル原料を使用した水素化処理触媒の導入は検討されていない。

出典:石油連盟

日本企業の売上高ランキング

2024.4.3時点 出典：日経

Confidential

順位	証券コード	銘柄名	売上高 (百万円)	業種	決算期
1	7203	トヨタ	37,154,298	自動車	2023/3/1
2	8058	三菱商	21,571,973	商社	2023/3/1
3	7267	ホンダ	16,907,725	自動車	2023/3/1
4	5020	E N E O S	15,016,554	石油	2023/3/1
5	8031	三井物	14,306,402	商社	2023/3/1
6	8001	伊藤忠	13,945,633	商社	2023/3/1
7	9432	N T T	13,136,194	通信	2023/3/1
8	3382	セブン&アイ	11,811,303	小売業	2023/2
9	6758	ソニーG	11,539,837	電気機器	2023/3/1
10	6178	日本郵政	11,138,580	サービス	2023/3
順位	証券コード	銘柄名	売上高 (百万円)	業種	決算期
11	6501	日立	10,881,150	電気機器	2023/3/1
12	7201	日産自	10,596,695	自動車	2023/3
13	8015	豊田通商	9,848,560	商社	2023/3/1
14	5019	出光興産	9,456,281	石油	2023/3
15	8002	丸紅	9,190,472	商社	2023/3/1
16	8267	イオン	9,116,823	小売業	2023/2
17	6752	パナHD	8,378,942	電気機器	2023/3/1
18	5401	日本製鉄	7,975,586	鉄鋼	2023/3/1
19	9501	東電HD	7,798,696	電力	2023/3
20	8053	住友商	6,817,872	商社	2023/3/1

順位	証券コード	銘柄名	売上高 (百万円)	業種	決算期
21	9984	S B G	6,570,439	通信	2023/3/1
22	6902	デンソー	6,401,320	電気機器	2023/3/1
23	9434	S B	5,911,999	通信	2023/3/1
24	9433	K D D I	5,671,762	通信	2023/3/1
25	5411	J F E	5,268,794	鉄鋼	2023/3/1
26	6503	三菱電	5,003,694	電気機器	2023/3/1
27	1925	ハウス	4,908,199	建設	2023/3
28	7269	スズキ	4,641,644	自動車	2023/3
29	4188	三菱ケミG	4,634,532	化学	2023/3/1
30	7259	アイシン	4,402,823	自動車	2023/3/1
順位	証券コード	銘柄名	売上高 (百万円)	業種	決算期
31	7011	三菱重	4,202,797	機械	2023/3/1
32	5108	ブリヂストン	4,110,070	ゴム	2022/12/1
33	7751	キヤノン	4,031,414	電気機器	2022/12/31
34	4502	武田	4,027,478	医薬品	2023/3/1
35	5802	住友電	4,005,561	非鉄金属製品	2023/3
36	9502	中部電	3,986,681	電力	2023/3
37	6367	ダイキン	3,981,578	機械	2023/3
38	9503	関西電	3,951,884	電力	2023/3
39	7261	マツダ	3,826,752	自動車	2023/3
40	7270	S U B A R U	3,774,468	自動車	2023/3/1