

廃プラスチックの再資源化 ～マテリアルリサイクルとケミカルリサイクル

2021年3月

株式会社 三井住友銀行

コーポレート・アドバイザリー本部 企業調査部

- 本資料は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。
- 本資料は、作成日時時点で弊行が一般に信頼できると思われる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を弊行で保証する性格のものではありません。また、本資料の情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがありますので、ご了承ください。
- ご利用に際しては、お客さまご自身の判断にてお取扱いいただきますようお願い致します。本資料の一部または全部を、電子的または機械的な手段を問わず、無断での複製または転送等することを禁じております。

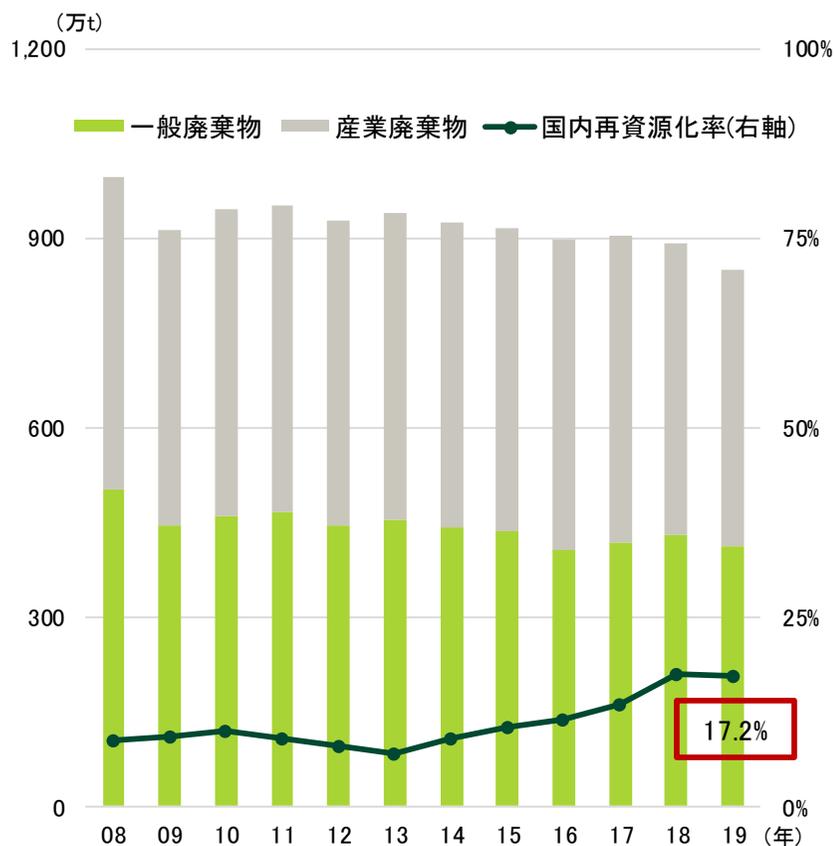
1. 国内廃プラスチックの現状	2
2. 廃プラスチックのリサイクル手法	6
3. プラスチック資源循環社会に向けた戦略方向性	10
Appendix. マテリアルズ・インフォマティクス(MI)とは	16

1. 国内廃プラスチックの現状

廃プラスチックの現状

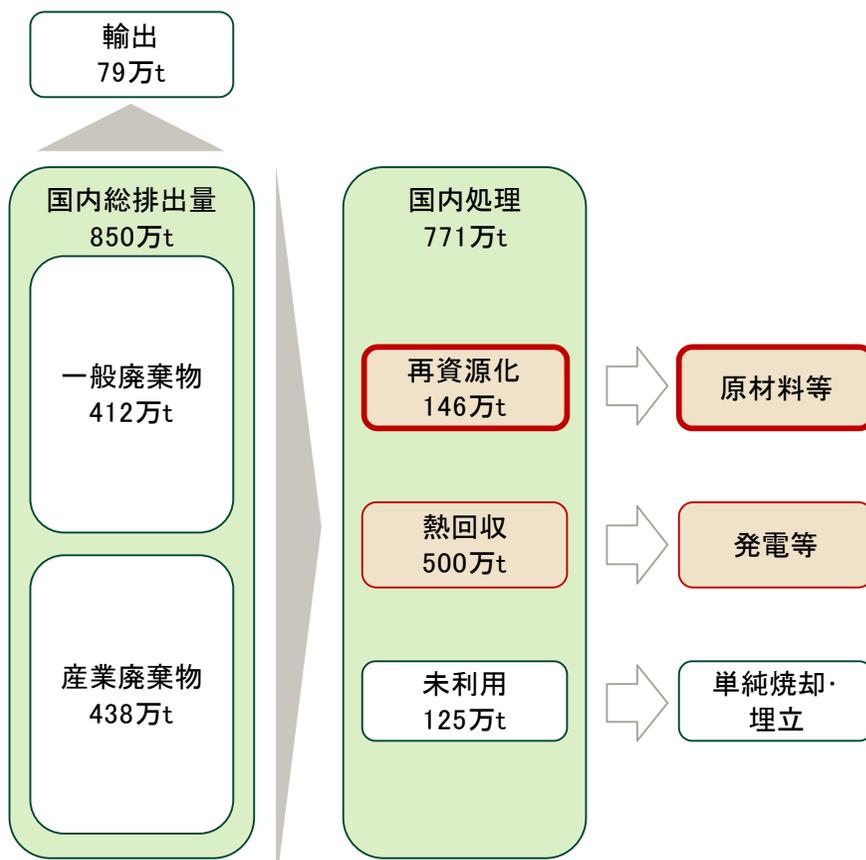
- ✓ 現在、国内では年間850万t(19年度)の廃プラスチックが排出されています。これら廃プラスチックの処理状況をみれば、約7割はエネルギー利用(発電等)あるいは単純焼却・埋立されている他、1割程度は輸出に振り向けられています。このため国内で材料として再利用されている廃プラスチックは2割弱に止まっており、国内での再資源化は限定的となっています。

廃プラスチックの総排出量と国内再資源化率(*)の推移



(*)本資料では、国内で新たに製品やその原材料として再利用された場合のみを指す。

マテリアルフロー(19年)

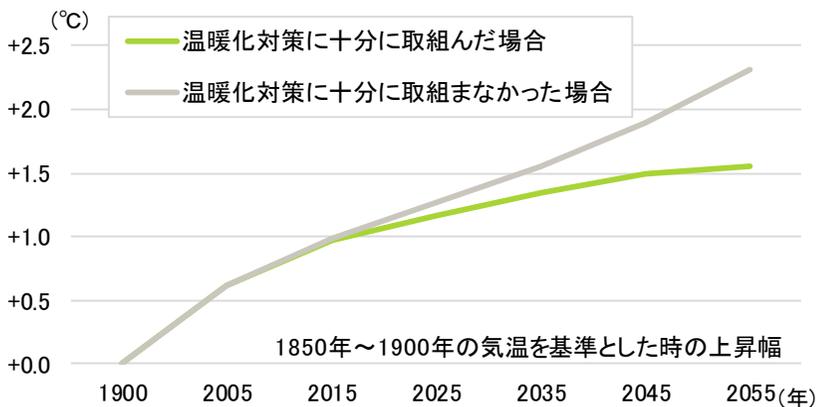


(出所) (一社)プラスチック循環利用協会「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況」を基に弊行作成

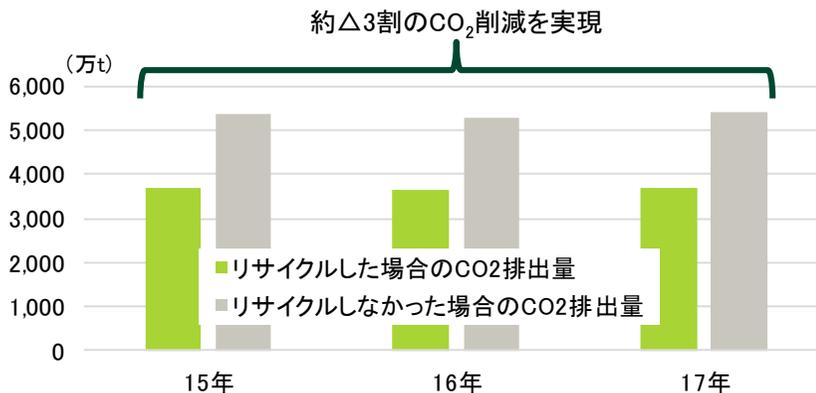
廃プラスチックに関する環境問題

- ✓ こうした中、廃プラスチックの燃焼時には温室効果ガスが発生するため温暖化を助長する他、廃プラスチックによる海洋汚染が世界的に問題化されていることも背景として、近時リサイクルの重要性が高まっています。

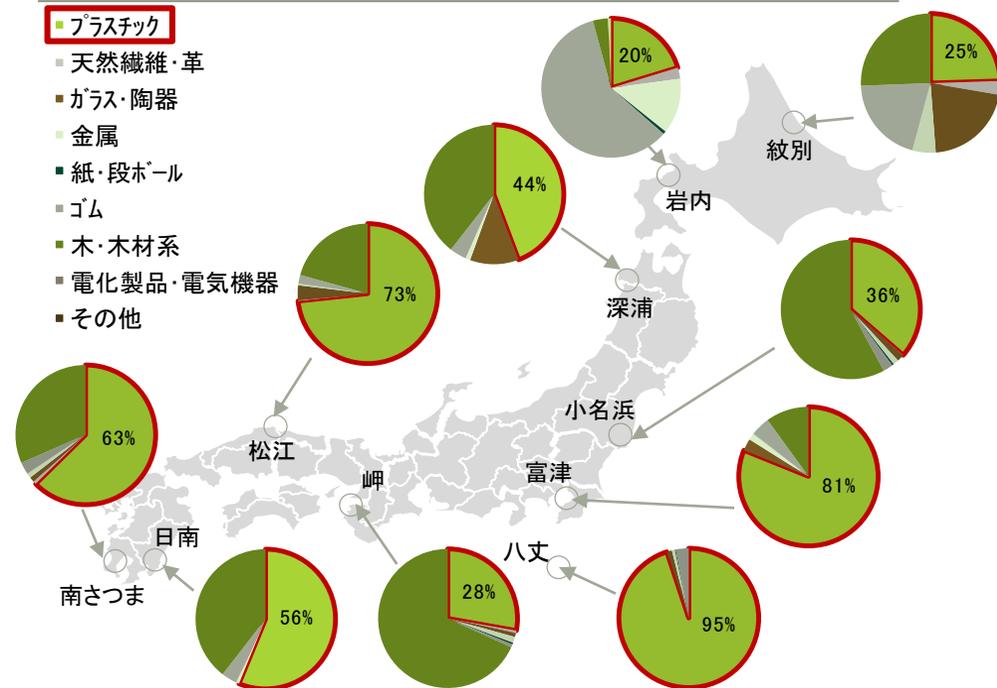
温室効果ガス排出による地球温暖化の進行



廃プラスチックのリサイクルによるCO₂削減効果の推移(国内)



日本沿岸に漂着した人工物の重量別比較(17年度)



海洋プラスチック問題によって想定される被害

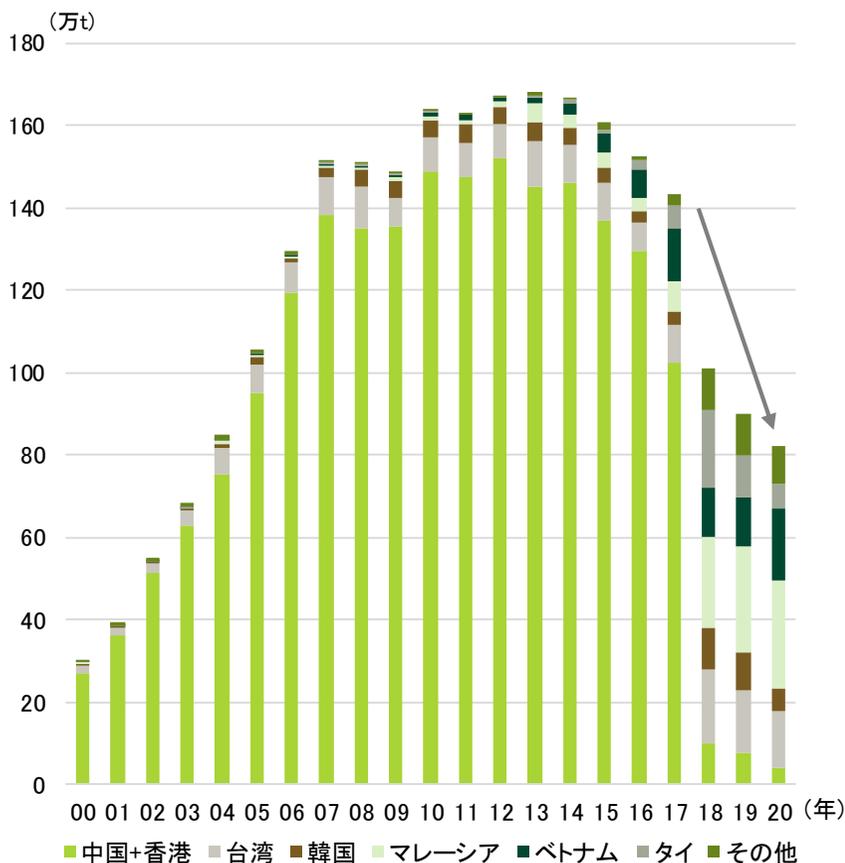
- 生態系を含めた海洋環境への影響
- 船舶航行への障害
- 環境・漁業への影響
- 沿岸域居住環境への影響

(出所) IPCC「第5次評価報告書」、「1.5°C特別報告書」、(一社)プラスチック循環利用協会「LCAを考える」、環境省「漂着ごみ対策総合検討業務」を基に弊行作成

廃プラスチックの輸出動向

- ✓ 加えて、輸出についても、中国の固形廃棄物輸入規制の影響により従前比大幅に減少してきた中、21/1月のバーゼル条約改正により有害なプラスチック等を輸出する際は輸入国による事前同意が必須となったため、廃プラスチックを国内で処理する必要性が高まっている状況にあります。

廃プラスチックの輸出量推移



各国の廃棄物輸入規制

国・地域	年/月	内容
中国	17/12月	生活由来の廃プラスチック等の輸入禁止
	18/12月	工業系廃プラスチックの輸入禁止
	21/1月	固形廃棄物の全面的な輸入禁止
台湾	18/10月	質の悪い廃プラスチックの輸入を制限 (背景: 中国の輸入制限に伴う輸入増)
マレーシア	18/7月	廃プラスチックを輸入する企業・工場に発行した全ての輸入許可証(AP)を三カ月間停止
	18/10月	許可基準を厳格化した上でAP発行を再開したが、19年前半まで一時的に禁輸状態も発生
タイ	18/6月	廃プラスチックなどの輸入制限を強化、新規輸入許可手続きを停止
	18/7月	バンコク等一部の港で廃プラスチック積載コンテナの荷揚げを禁止
	18/10月	21年までに全面輸入禁止の方針を発表
インドネシア	19/6月	プラスチック廃棄物の輸入禁止を厳格運用する意向を表明
	19/7月	税関検査・罰則規定の強化方針を発表

(出所) 財務省「貿易統計」、環境省「廃プラスチックのリサイクル等に関する国内及び国外の状況について」、(公財)東京都環境公社HPを基に弊行作成

2. 廃プラスチックのリサイクル手法

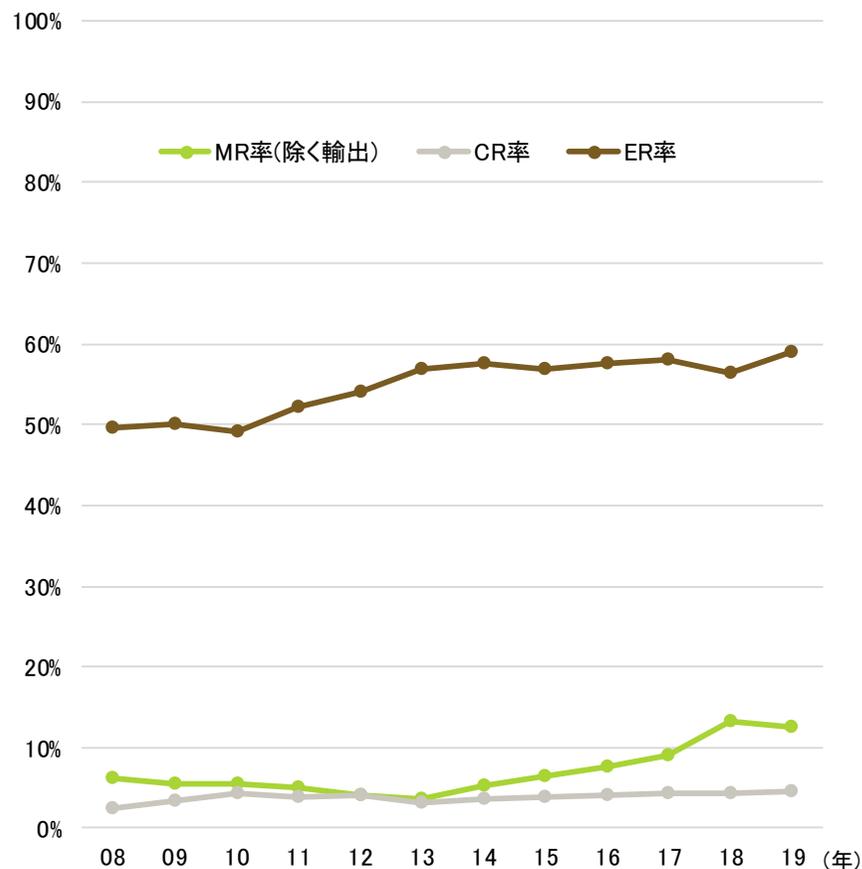
プラスチックの各リサイクル手法と特徴

✓ 廃プラスチックのリサイクル方法は、マテリアルリサイクル(以下、MR)、ケミカルリサイクル(以下、CR)、エネルギーリカバリー(熱回収。以下、ER)の3種類に大別されます。現状、大半がERとなっており、MRやCRは低位に止まっています。

各リサイクル手法の特徴(カッコ内は技術開発中)

手法		対象物	主な成果物	1t処理当たりのCO ₂ 削減貢献量(17年)	
再資源化	MR	同一種類且つ汚れ・異物の混入がない廃プラスチック	フレーク、ペレット	4.5t	
	ガス化	廃プラスチック全般	合成ガス(水素、酢酸、メタノール、アンモニア等)		
	(モノマー化)	廃PETボトル	樹脂		
	CR(油化)	(油化)	廃プラスチック全般	ナフサ等	3.6t
		(バイオ)	廃プラスチック全般	エタノール	
		高炉・コークス炉原料化	廃プラスチック全般	高炉原料(コークス)、炭化水素、ガス	
熱回収	ER	廃プラスチック全般	熱エネルギー	1.2t	

各リサイクル手法が総廃プラスチック排出量に占める割合の推移



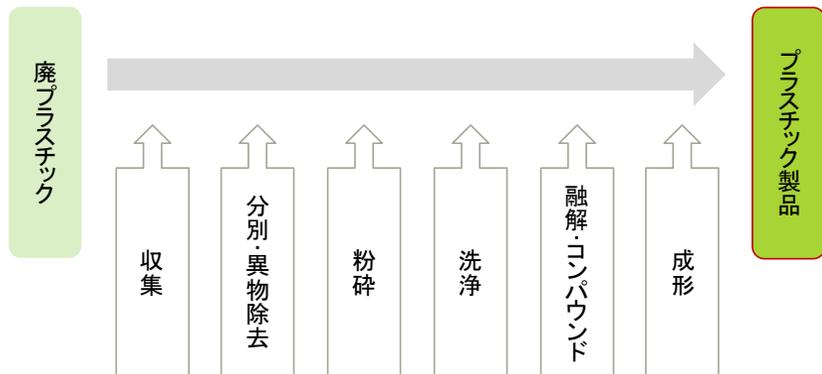
(出所) (一社)プラスチック循環利用協会「LCAを考える」、「プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況」を基に弊行作成

各リサイクル手法の工程と課題 ①MR・②CR(ガス化)

- ✓ MRとCR(ガス化)はプラスチック製品をはじめとする様々な最終製品へ生まれ変わらせることが可能で、資源循環社会の形成に不可欠なリサイクル手法です。然し乍ら、廃プラスチックの収集体制の構築やリサイクルコストを社会全体で負担する仕組みづくりが十分とは言えず、更に分別・洗浄・熱分解等の技術的なハードルも低くないこと等から、採用はあまり進んでいない状況にあります。

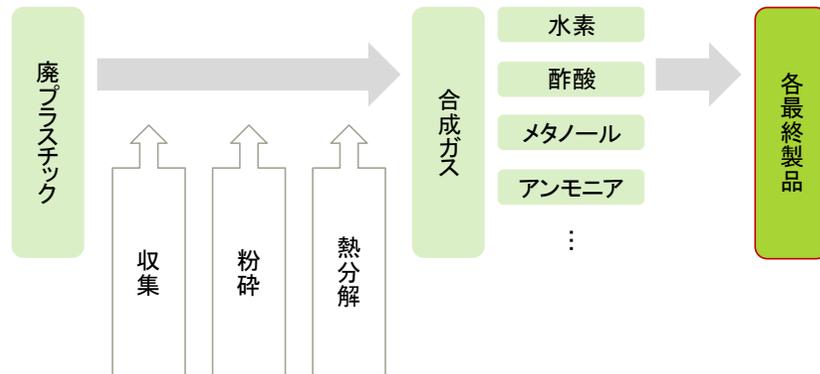
①MR

新たなプラスチック製品として生まれ変わる



②CR(ガス化)

様々な最終製品の原材料へと変化する



新たな製品・原材料として再資源化

課題

- 廃プラスチック収集体制の更なる改善
- 対象物が限定的(分別・異物除去、粉碎、洗浄技術の向上が必要)
- リサイクル過程で品質劣化が生じるため(ダウンサイクル)、リサイクル材のコンパウンド(成分調整)技術の向上や、ユーザーとの擦り合わせが必要

課題

- 得られた合成ガスから原材料を取り出した後に最終製品を生産するため、工程が複雑でコストが高む
- より効率的な技術の開発が必要
- 事業化には廃プラが不足(大量の廃プラを要する)

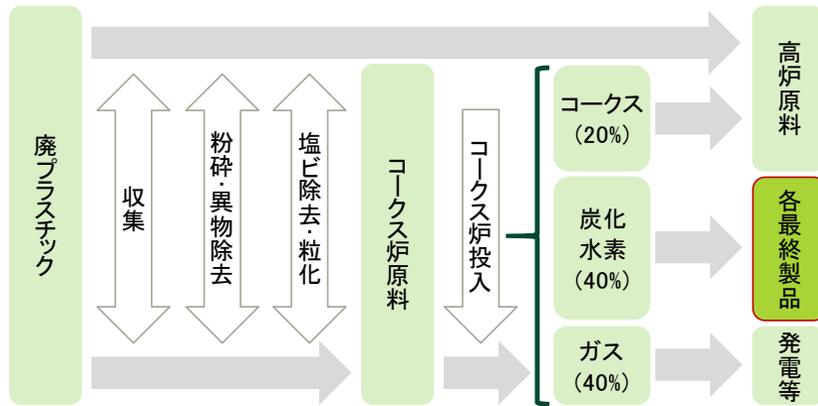
(出所) (一社)プラスチック循環利用協会「プラスチックリサイクルの基礎知識」を基に弊行作成

各リサイクル手法の工程と課題 ③CR(高炉・コークス炉原料化)・④ER

- ✓ CRの高炉・コークス炉原料化で生成される化学原料のうち、最終製品の原材料として再度利用されるのは一部に止まる他、ERではそもそも化学原料が得られないことから、これら手法では廃プラスチックを十分に再資源化出来ない形となっています。

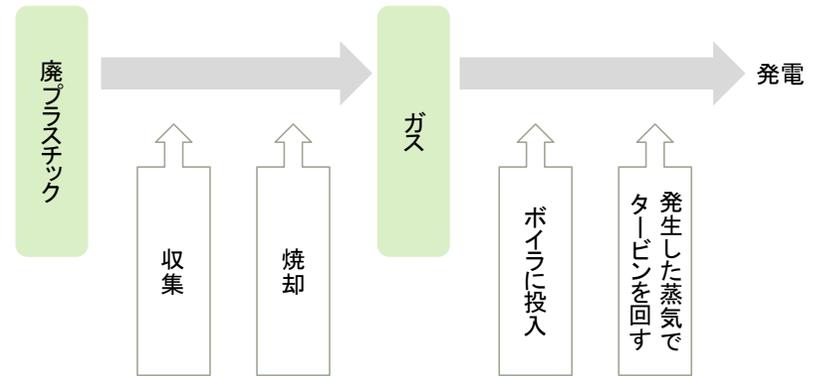
③CR(高炉・コークス炉原料化)

生成物は化学原料の他、高炉原料や発電用ガスとして用いられる



④ER

焼却時の熱エネルギーが発電等に用いられる



再資源化は限定的

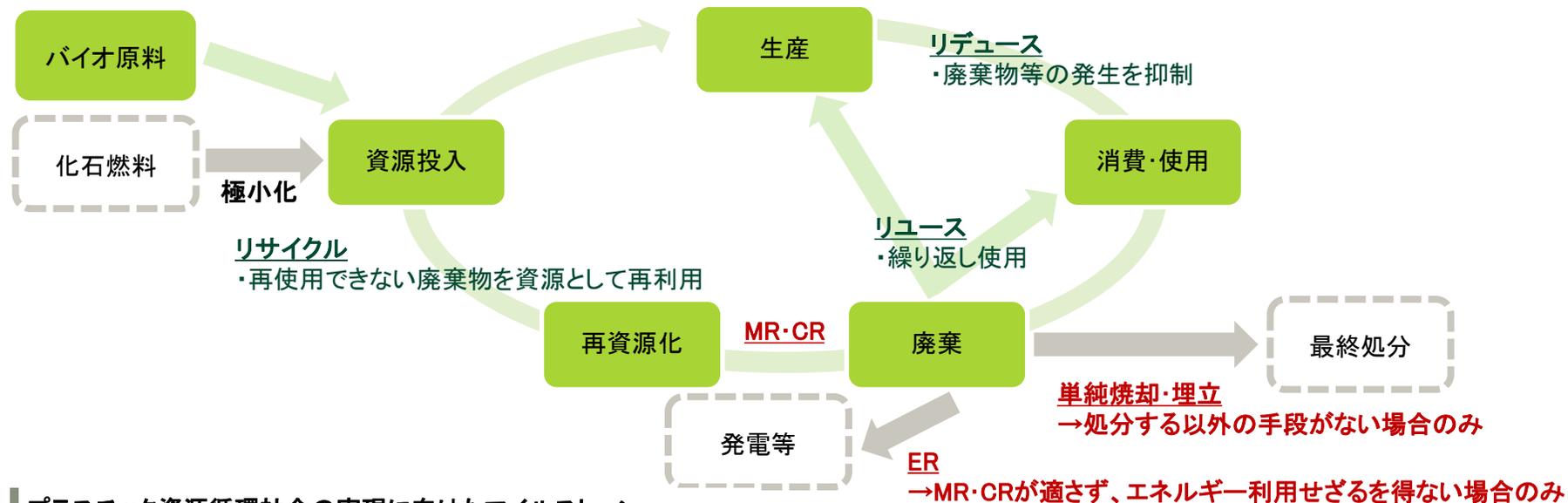
(出所) (一社)プラスチック循環利用協会「プラスチックリサイクルの基礎知識」を基に弊行作成

3. プラスチック資源循環社会に向けた戦略方向性

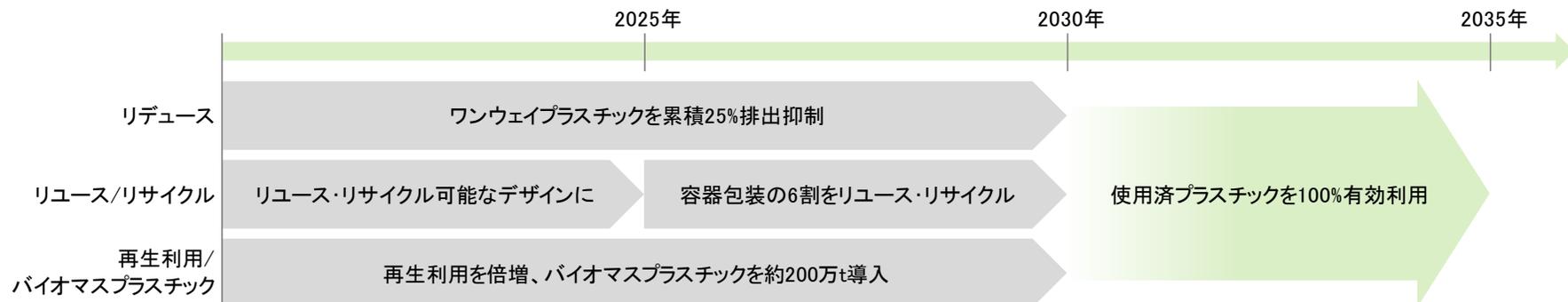
プラスチック資源循環社会のあり方

- ✓ 環境省では、19/5月策定の「プラスチック資源循環戦略」において、廃プラスチック処理に当たっては、ERや単純焼却・埋立を極力避け、MRやCRを積極活用してプラスチック資源循環社会を形成していくことを目指しており、35年までに廃プラスチックを100%有効利用する目標を掲げています。

プラスチック資源循環社会のあるべき姿



プラスチック資源循環社会の実現に向けたマイルストーン

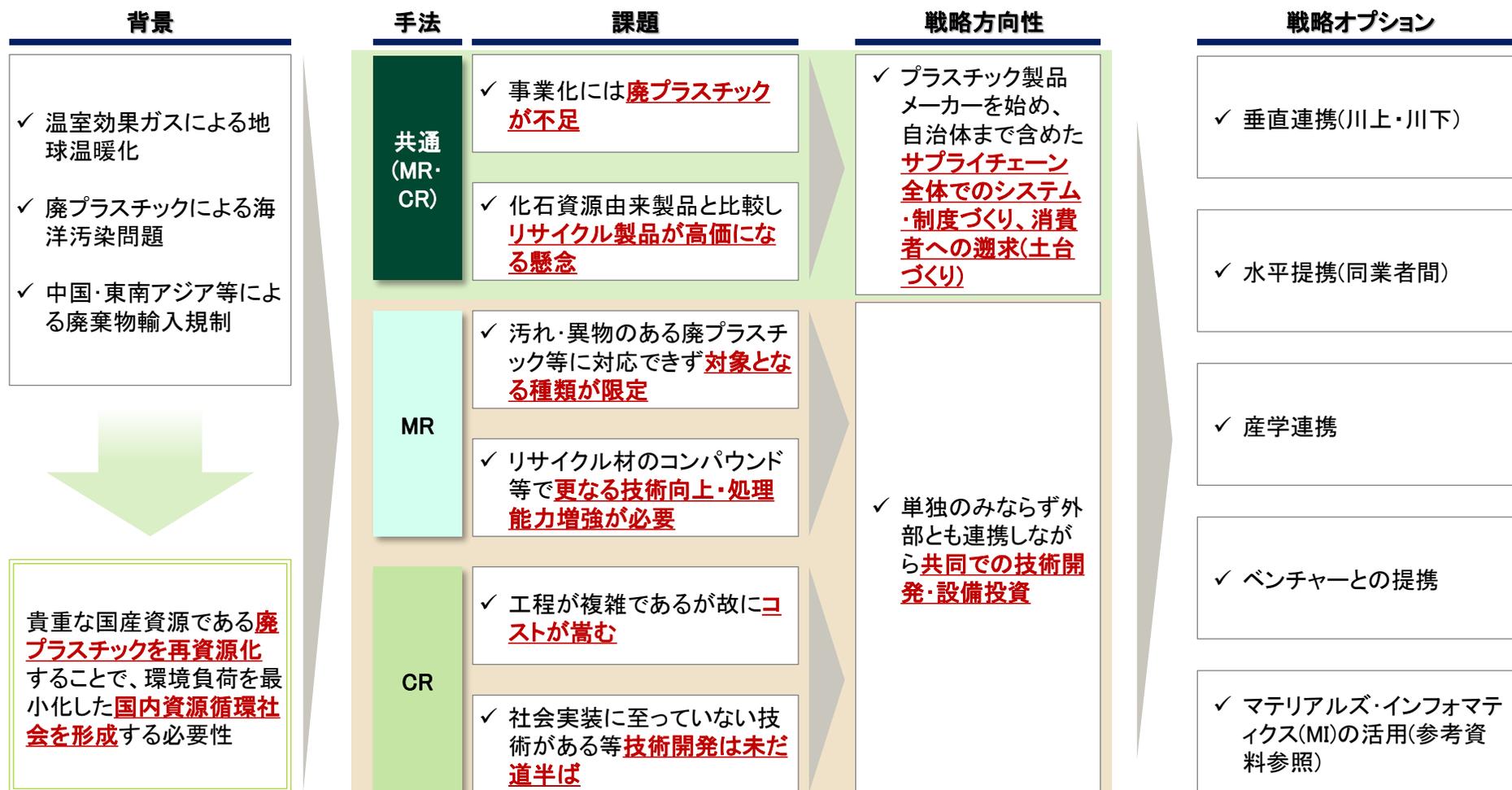


(出所) 環境省「プラスチックを取り巻く国内外の状況」、「プラスチック資源循環戦略」を基に弊行作成

各メーカーの戦略方向性

- ✓ プラスチック資源循環社会の形成にはMRやCRの積極活用が不可欠であるなか、この実現に当たっては、まずは自治体を含めたサプライチェーン全体が廃プラスチックの安定供給体制や社会全体でリサイクルコストを負担する仕組み等を構築していくことが重要となります。加えて、各社が単独のみならず業界の垣根を越え、大学・研究機関やベンチャー企業とも連携しながら、技術開発や設備投資を進めていくことも必要と考えられます。

想定される戦略方向性



MRに関する連携事例

- ✓ MRでは、製品メーカーや化学メーカーが、既に技術を有するリサイクル業者や大学等と提携し、研究開発を進める事例が多くみられます。また、一部の製品メーカーや商社等では、双方のリソースを相互活用する形でサプライチェーン構築を進める動きも出てきています。

過去の連携事例(18年以降)

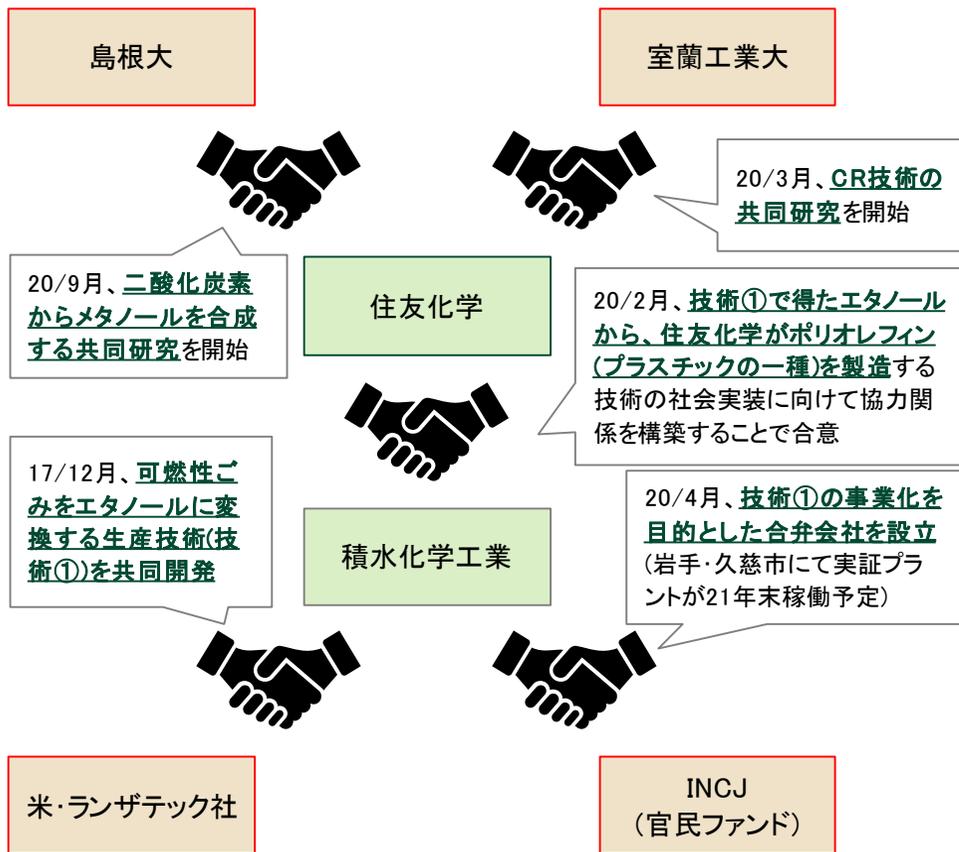
連携手法	事業者	内容	目的		
			技術開発/補完	サプライチェーン構築	設備投資
垂直連携	サントリー×協栄産業 (製品メーカー×リサイクル業者)、等	工程を一部削減したリサイクル技術を共同開発し、商品に当技術を用いたペットボトルを採用	○	○	○
	萩原工業×J&T環境 (製品メーカー×リサイクル業者)	ブルーシートの水平リサイクルの事業化	○	○	
	東洋インキ×ヴェオリア・ジェネッツ (化学メーカー×リサイクル業者)	印刷インキ成分の除去、ラミネート接着剤による剥離技術の確立	○		
	東洋インキ×伊藤忠商事 (化学メーカー×商社)	東洋インキの有するリサイクル技術と、伊藤忠商事のネットワークを融合		○	
	旭化成×ライオン×盛岡大×神戸大、等	リサイクル業者・化学メーカーや最終製品メーカーに加え大学等が連携し、リサイクル技術を開発	○	○	
産学連携	三井化学×長岡技術科学大	再生製品の品質を安定化させるための技術を共同研究	○		
	宇部興産×名古屋大	複合プラスチックの高度分離技術の共同開発	○		
	DIC×福岡大、等	インキや接着剤等のパッケージング素材がMRに及ぼす影響に関する研究	○		

(出所) 各社プレスリリースを基に弊行作成

CRに関する連携事例①

✓ CRに関しては、大手化学メーカー同士が水平連携し、研究開発を加速させているほか、技術開発や一気通貫の仕組みづくりに向けた、業界を超えた22社の企業が参加する大規模なアライアンス体制が誕生した事例もみられています。

水平・産学・ベンチャー連携～住友化学と積水化学工業の動向

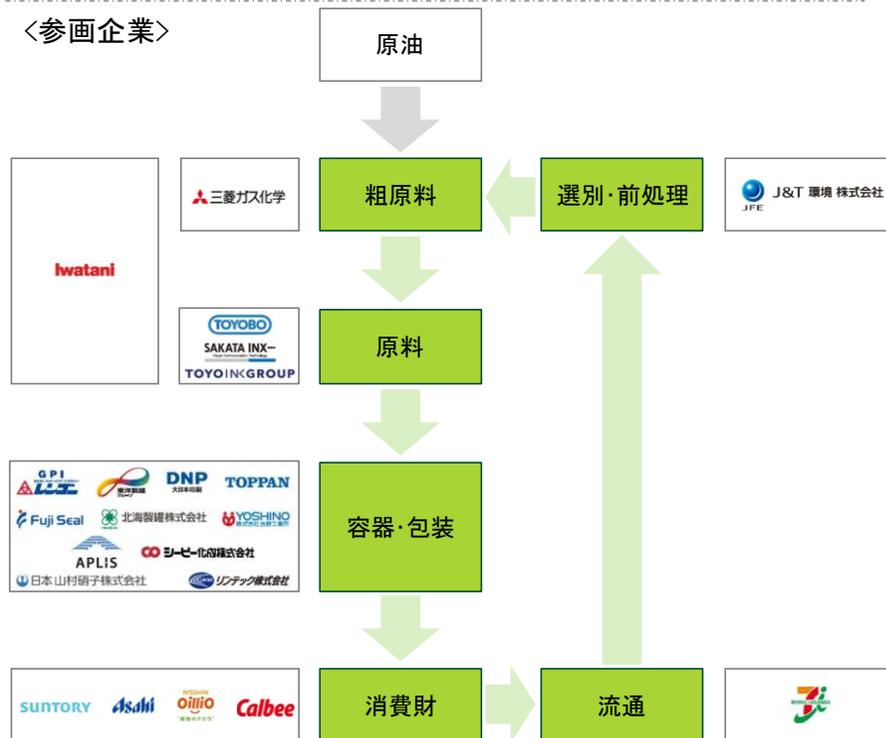


垂直・水平・ベンチャー連携～アールプラスジャパン

概要:

回収プラスチックの選別処理、モノマー製造、ポリマー製造、包装容器製造、商社、飲料・食品メーカー等が**業界を超えて共同出資し設立**(20/6月)。米・アネロテック社(バイオ科学ベンチャー)と共に、**環境負荷の少ない効率的なCR技術の開発を進め、27年の実用化を目指す。**

<参画企業>



(出所) 各社プレスリリースを基に弊行作成

CRに関する連携事例②

- ✓ この他にも、樹脂生産を手掛ける化学メーカーが中心となり、独自技術を有する事業者との提携や産学連携等を通じて技術開発を進めている他、プラスチックのユーザーである飲料メーカーも実用化に向けた取組を活発化させています。

過去の提携事例(19年以降)

連携手法	事業者	内容	目的		
			技術開発/補完	サプライチェーン構築	設備投資
垂直連携	三菱ケミカル×キリンHD (化学メーカー×飲料メーカー)	ペットボトルの再資源化に向けた技術開発と実用化を目指す共同プロジェクトを開始	○		
	三菱ケミカル×リファインバース (化学メーカー×リサイクル業者)	廃棄物リサイクル技術を有するリファインバースと資本業務提携	○		
	三菱ケミカル×JXTGエネルギー (化学メーカー×石油メーカー)	有限責任事業組合を設立し、石油精製・化学事業の連携強化の他、CRの技術検討に取組む	○		
	DIC×エフピコ (化学メーカー×容器メーカー)	プラスチック食品包装容器等の素材であるポリスチレンのCRの社会実装に向けて協業を検討	○		
	PSジャパン×東芝プラントシステム (化学メーカー×プラント事業者)	共同で実証設備の検討を開始(22/3月完工予定)			○
	アサヒ飲料×日本環境設計 (飲料メーカー×リサイクル業者)	アサヒ飲料が日本環境設計へ融資し、ボトルtoボトルリサイクルを行う工場の再稼働を支援			○ (融資)
	伊藤忠商事×伊・Aquafil社 (商社×リサイクル業者)	ナイロンリサイクル技術を有するAquafil社へのリサイクル材の安定供給、最終製品の販売		○	
産学連携	宇部興産×東西化学産業×東北大、等	多層プラスチックを高温高圧水中で処理し、特定の原料まで分解し、再利用する技術の開発	○		

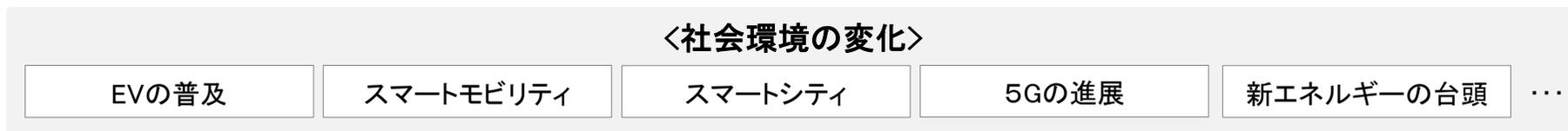
(出所) 各社プレスリリースを基に弊行作成

Appendix. マテリアルズ・インフォマティクス (MI) とは

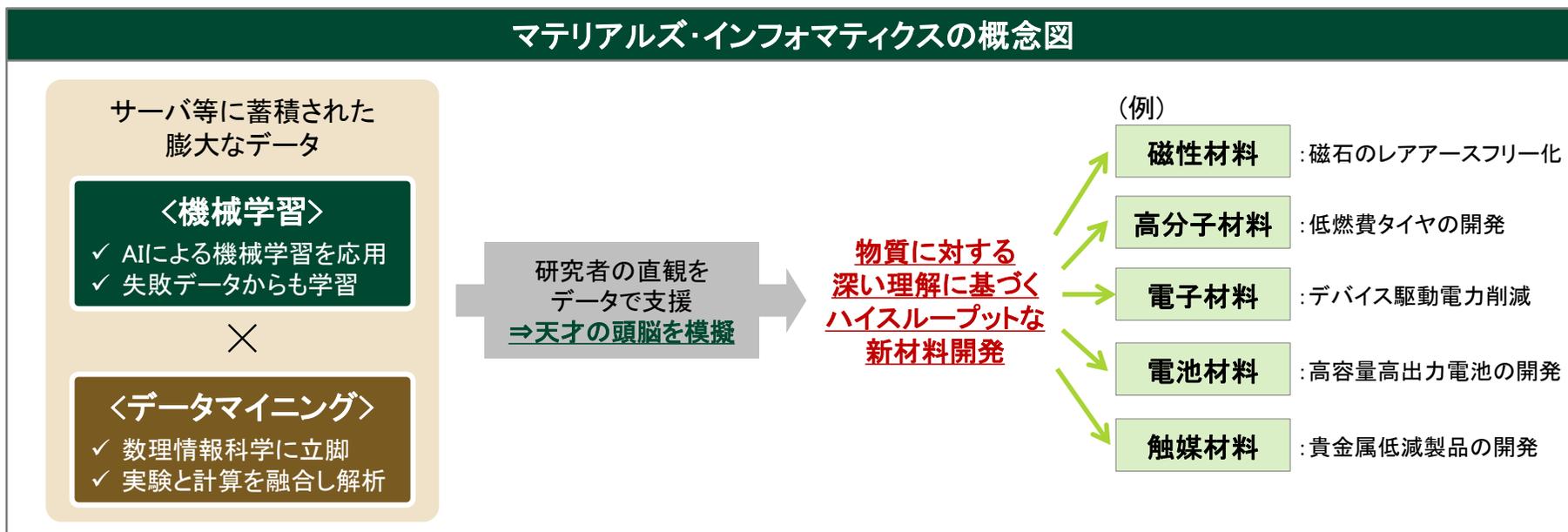
MIの概念

- ✓ モビリティの進化や5Gの進展など我々を取り巻く環境が大きく変化中、これらの加速に向けた新材料の開発ニーズが高まりつつあり、各国の素材メーカーでは開発競争が激化しています。
- ✓ こうした中、情報科学技術(機械学習、データマイニング等)を材料分野へ応用したマテリアルズ・インフォマティクス(以下、MI)と呼ばれる概念が注目されています。

MIの概念図



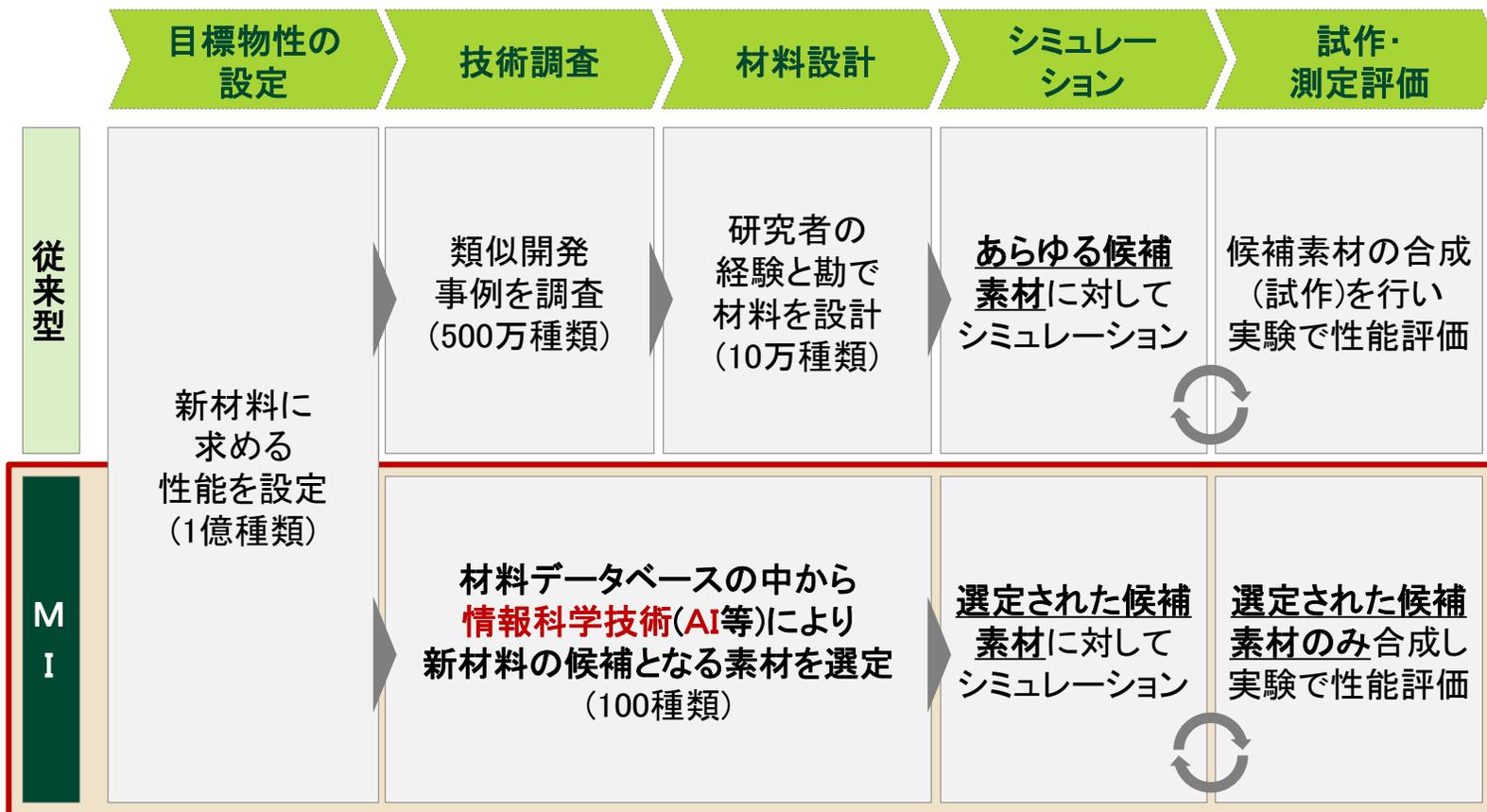
新材料開発の必要性の高まり・素材開発競争の激化



MIと従来型開発手法との比較

- ✓ MIは、研究者の経験や勘に基づく従来型の手法に比べ、開発期間の大幅な短縮や開発コストの低減を実現できる他、データベースから目標材料を直接的に探索することで、材料ユーザーのニーズに合わせた効率的な材料開発も可能になるとみられます。また、従来型の研究では辿り着けなかった未知の素材の発見に繋がる可能性もあると期待されています。

材料開発プロセスの比較



開発期間の短縮
開発コストの低減
未知の素材発見

(*)括弧内は材料候補数の例。