令和5年度製造基盤技術実態等調査

我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査

報 告 書

令和6年3月

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

はじめに

近年、日本の製造業の海外進出は進展しており、国内売上が横ばいの中、輸出や海外直接投資といった海外での稼ぎ・その還流によって、高収益構造を実現してきた。 このように、事業のグローバル化を進めてきた一方で、それに対応できるような経営への変革が追い付いておらず、その結果、経常利益の拡大に対して利益率が伸び悩み、海外展開のペースも鈍化するなど、日本企業の制約となっている可能性が考えられる。

グローバルビジネスを効率的・最適に展開できる経営を実現するためには、グローバルガバナンスの実現やDXによる経営・生産現場の効率的な運営の実現等が求められる。こうした認識のもと、本調査では、 製造業を取り巻く国内外の環境について整理した上で、 特に、我が国製造業が DX による経営・生産現場の効率的な運営を実現するにあたり、直面する課題や求められる対応の方向性について、実態把握や事例考察を含む幅広い観点から考察を行った。

これらの調査結果を、今後の政策立案の参考資料として、また、2024 年版ものづくり白書作成のための基礎資料としてとりまとめた。

なお、本調査は（1）製造業を取り巻く環境変化や課題の整理及び今後の対応の検討に資する調査と、（2）製造業における企業間データ連携の進展に向けた調査から構成されており、（2）については株式会社 d-strategy,inc 及び一般社団法人日本機械工業連合会に再委託を行った。

製造業を取り巻く環境変化や課題の整理及び今後の対応の検討に資する調査

目 次

第Ⅰ章 日本経済のマクロ状況と製造業の企業業況分析 1

1 統計データを用いた分析 1
2 企業活動基本調査を用いた分析 26

第2章 アンケート調査結果 28

1 アンケート調査設計 28
2 アンケート回答企業のプロフィール 29
3 経済・社会状況の変化への対応 36
4 設備投資の動向（連結ベース） 45
5 国内外における事業所立地 58
6 脱炭素への対応について 64
7 製造ソリューションや DX への取組 67
8 産業規模でのデータ連携 81
9 オープンイノベーション 85

第3章 データ連携にかかる分析 89

参考資料 アンケート調査票

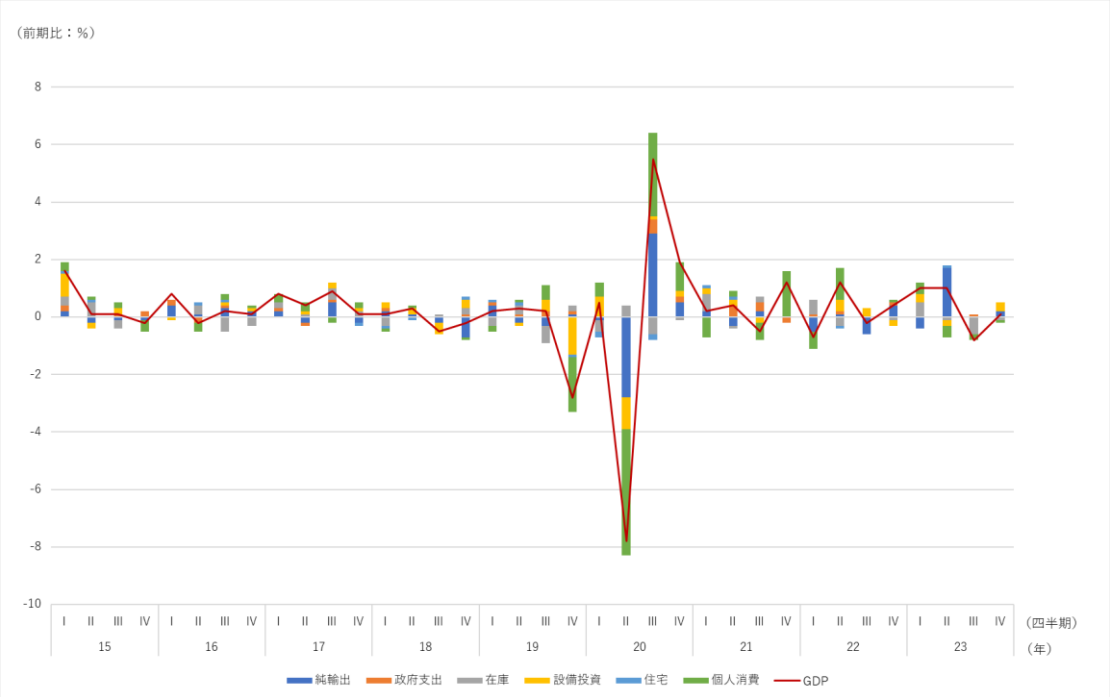
第Ⅰ章　日本経済のマクロ状況と製造業の企業業況分析

1　統計データを用いた分析

① 実質 GDP の成長率の推移（前期比）とその寄与度

実質 GDP は、2020 年第 2 四半期に大きく落ち込んだものの、第 3 四半期には回復し、それ以降は 2%以内の増減となっている。2023 年は個人消費が落ち込んだものの、純輸出や設備投資の寄与が大きい。

図表 Ⅰ 実質GDPの成長率の推移（前期比）とその寄与度



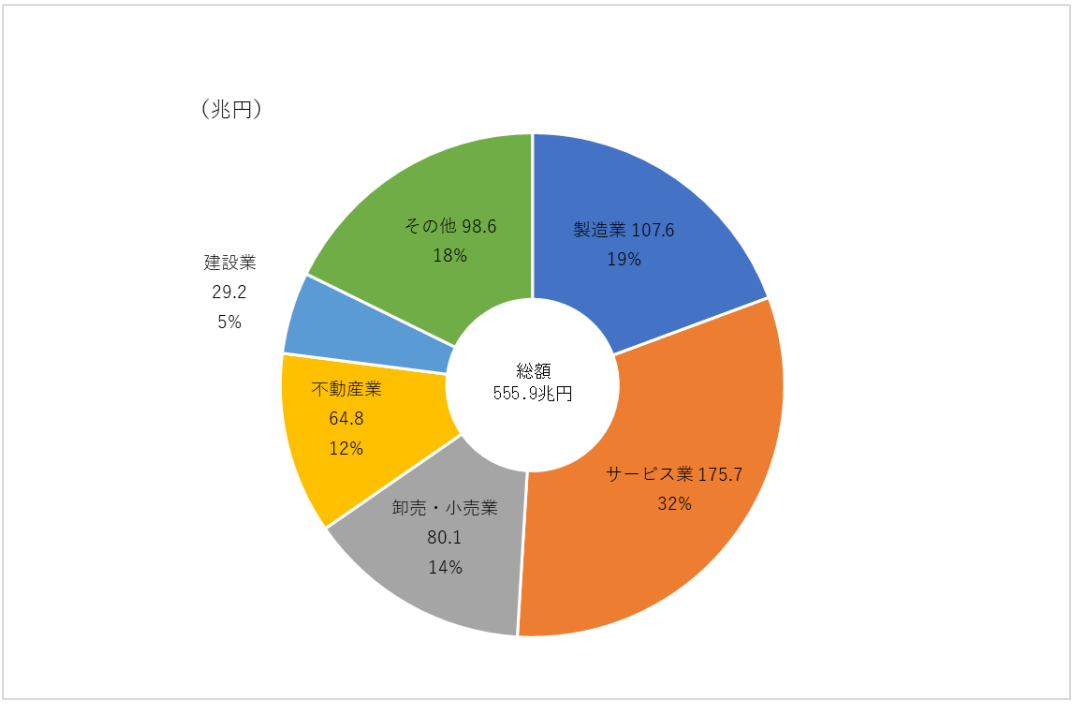
備考：季節調整値のため、前年の値とは異なる。

資料：内閣府「2023 年 10-12 月期四半期別 GDP 速報（2 次速報）：実質季節調整系列(前期比)、実質季節調整系列(寄与度)」（2024 年 3 月）

② 業種別 GDP 構成比

2022 年時点での製造業は、我が国の国内総生産の 19%を占めている。これは、サービス業についで 2 番目に高い割合であり、我が国の経済において重要な役割を果たしている。

図表 2 業種別GDP構成比



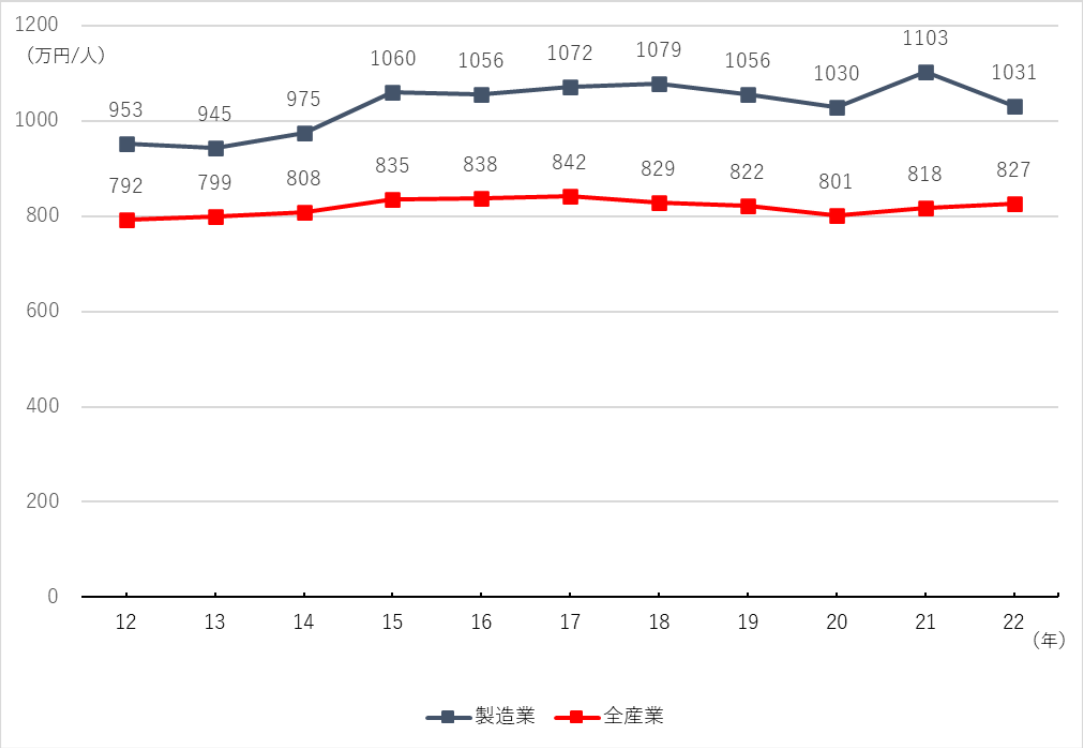
備考：ここでいう「サービス業」とは、「宿泊・飲食サービス業」、「専門・科学技術、業務支援サービス業」、「公務」、「教育」、「保健衛生・社会事業」、「その他のサービス業」とする。

資料：内閣府「2022 年度（令和 4 年度）国民経済計算年次推計：経済活動別の国内総生産・要素所得」（2023 年 12 月）

③ 製造業の１人当たり名目労働生産性の推移

製造業の １ 人当たり名目労働生産性は横ばい傾向にあったものの、2022 年は減少に転じ、1,031 万円である。これは、全産業の名目労働生産性の約 1.25 倍である。

図表 3 製造業の1人当たり名目労働生産性の推移



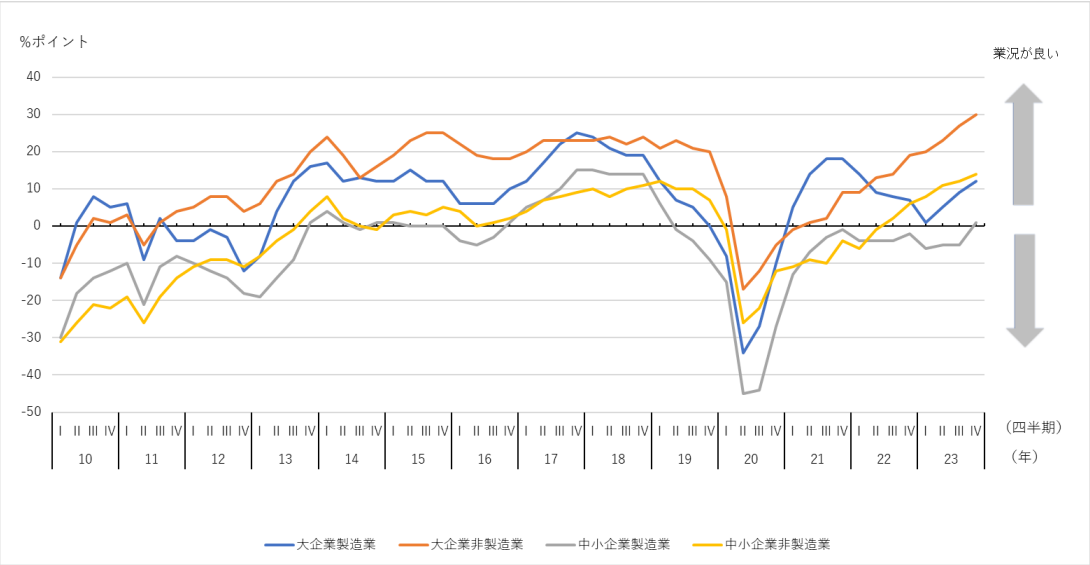
備考：名目労働生産性＝経済活動別付加価値の合計/就業者数にて算出。2020 年と 2021 年の名目 GDP が遡及改定されているため、前年とは値が異なる。

資料：内閣府「2022 年度（令和 4 年度）国民経済計算年次推計：経済活動別国内総生産（名目）」、総務省「労働力調査：基本集計 全都道府県 長期時系列データ 5-1 第 12・13 回改定日本標準産業分類別就業者数」

④ 日本銀行「全国企業短期経済観測調査」業況判断 DI の推移（企業規模別・業種別）

企業の全般的な業況を示す日本銀行「全国企業短期経済観測調査」の 2023 年における業況判断 DI の推移をみる。大企業製造業は、前年の 4 期連続悪化に対して、4 期連続の上昇が観察される。一方、中小企業製造業は前年に続きマイナスで横ばい傾向であるが、第 4 四半期にはプラスに転じている。大企業非製造業は 10 期連続でプラスに増加傾向にあり、第 3 四半期には 2020 年以前よりも高い水準となっている。同様に、中小企業非製造業においても、6 期連続でプラスに増加傾向であり、第 4 四半期には 2020 年以前の水準に戻っている。

図表 4 日本銀行「全国企業短期経済観測調査」業況判断DIの推移（企業規模別・業種別）



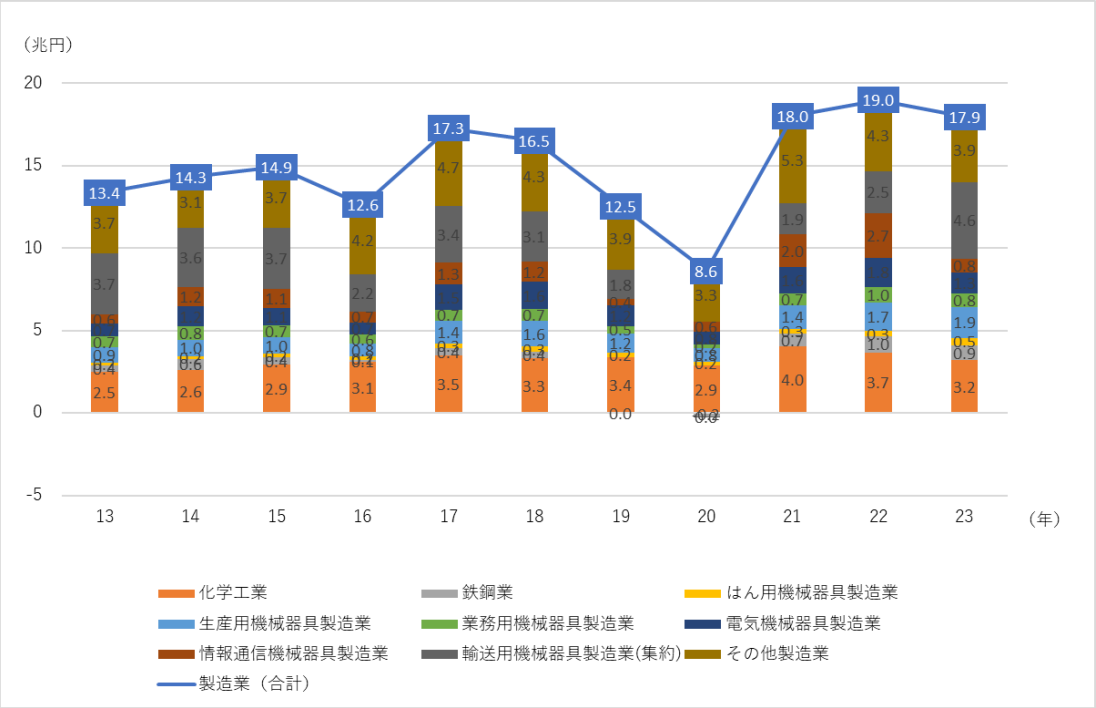
備考：「業況判断 DI」は、企業の収益を中心とした業況についての全般的な判断を示すものであり、良いと判断した企業数から悪いと判断した企業数を引いて算出。

資料：日本銀行「全国企業短期経済観測調査」（2023 年 12 月）

⑤ 営業利益の推移

営業利益の推移について、財務省「法人企業統計調査」をみると、2023 年は製造業全体で前年から減少したものの、2020 年以前と比べて高水準を維持している。

図表 5 営業利益の推移



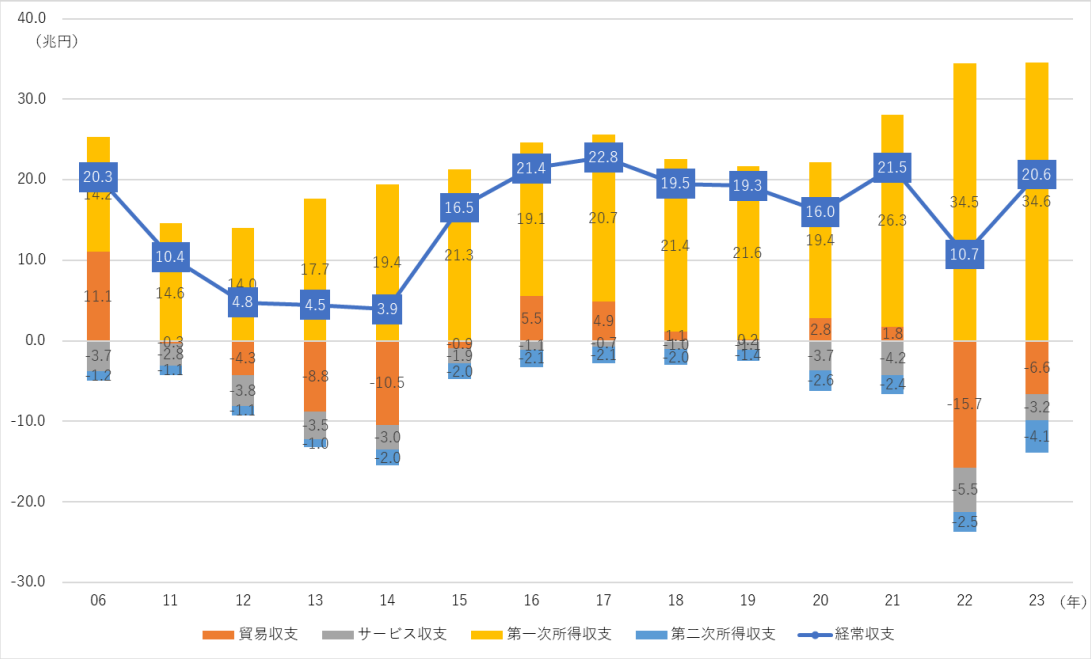
備考：資本金 1 億円以上の事業者の四半期の営業利益の合計を集計

資料：財務省「法人企業統計調査」（2024 年 3 月）

⑥ 経常収支の推移

我が国の国際収支の動向について、財務省・日本銀行「国際収支統計」をみると、2023 年速報値における経常収支は約 20.6 兆円の黒字となった。第一次所得収支は横ばいであるものの、貿易収支、サービス収支の赤字幅は縮小し、経常黒字幅は拡大した。

図表 6 経常収支の推移



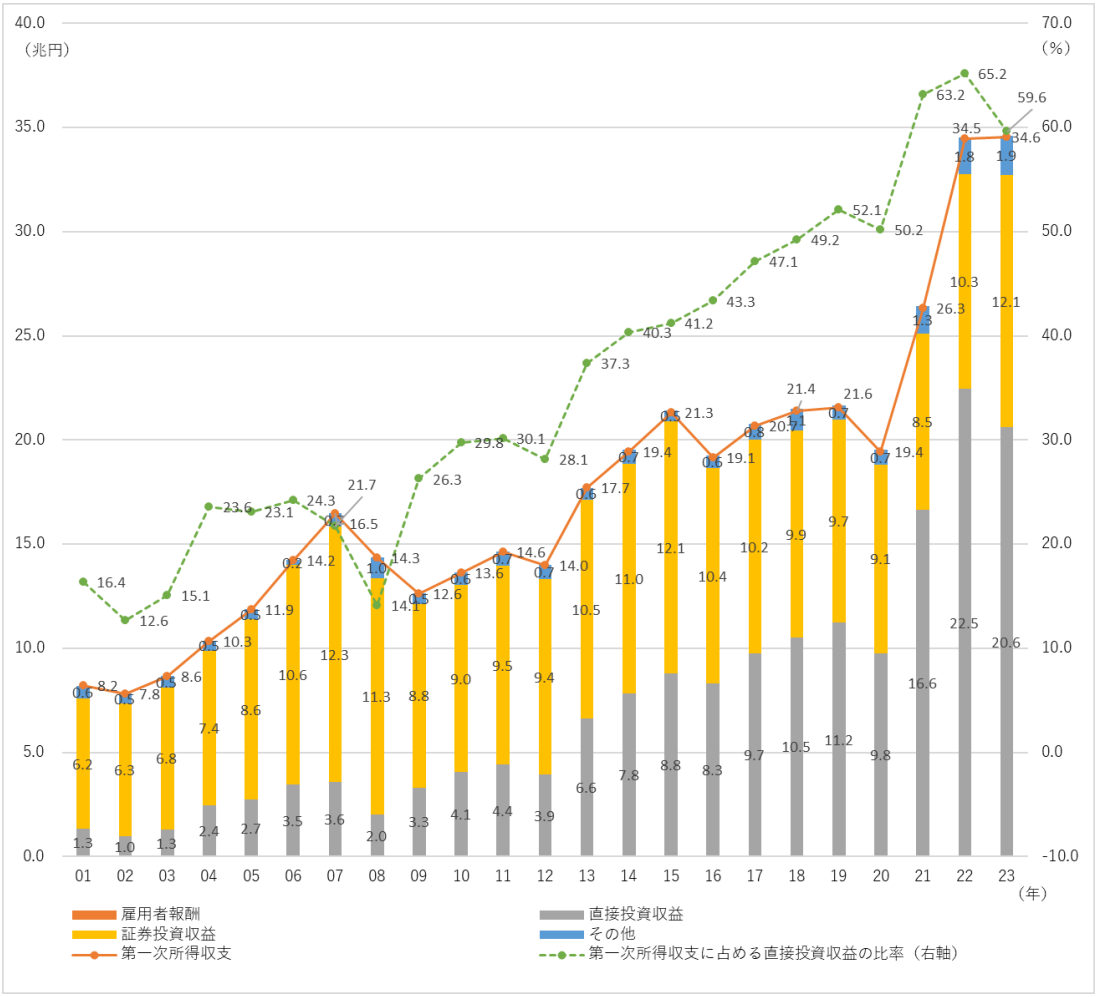
備考：2023 年は速報値。年次改訂のため、前年の値とは異なる。

資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」(2024 年 2 月)

⑦ 第一次所得収支の推移

第一次所得収支の推移をみると、2023 年は過去最大である前年とほぼ横ばいの約 34.6 兆円の黒字を計上している。証券投資収益、直接投資収益は 2020 年に一時落ち込みがみられたが、全体的には上昇傾向が続いている。また、直接投資収益の占める割合は増加傾向であるものの、前年から減少している。

図表 7 第一次所得収支の推移



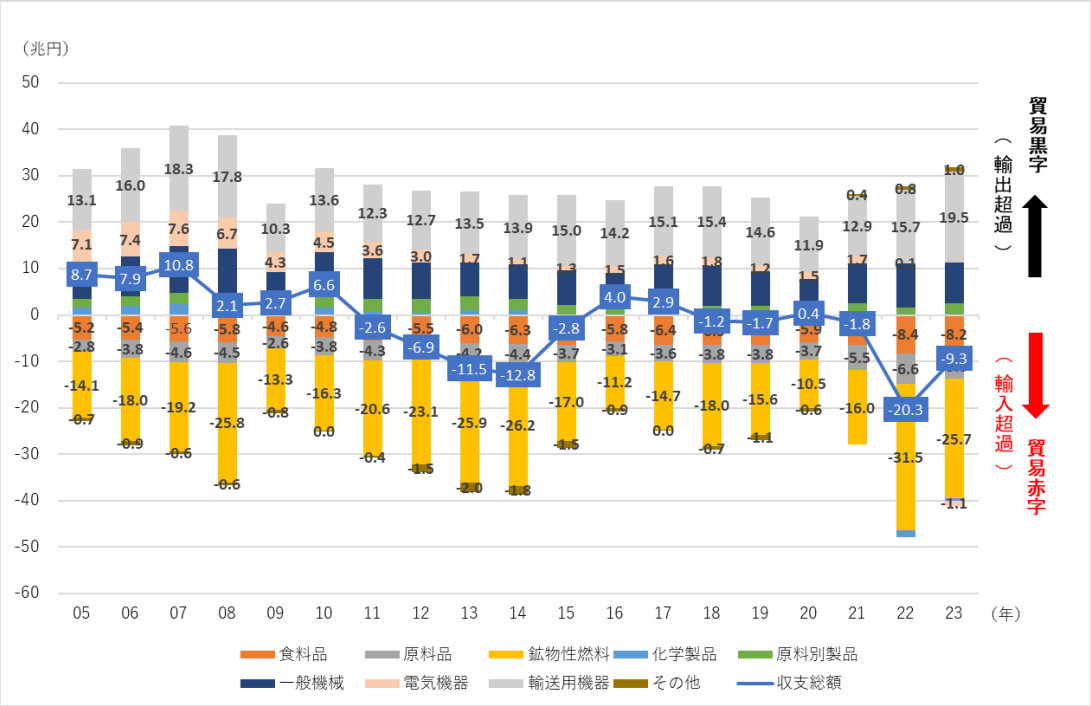
備考：2023 年は速報値。年次改訂のため、前年の値とは異なる。

資料：財務省・日本銀行「国際収支統計」(2024 年 2 月)

⑧ 貿易収支の推移

財務省「貿易統計」をみると、収支総額は 2022 年に約 20 兆円の赤字と大きく落ち込んだものの、2023 年は前年よりも貿易赤字が縮小し、約 9.3 兆円となった。

図表 8 貿易収支の推移



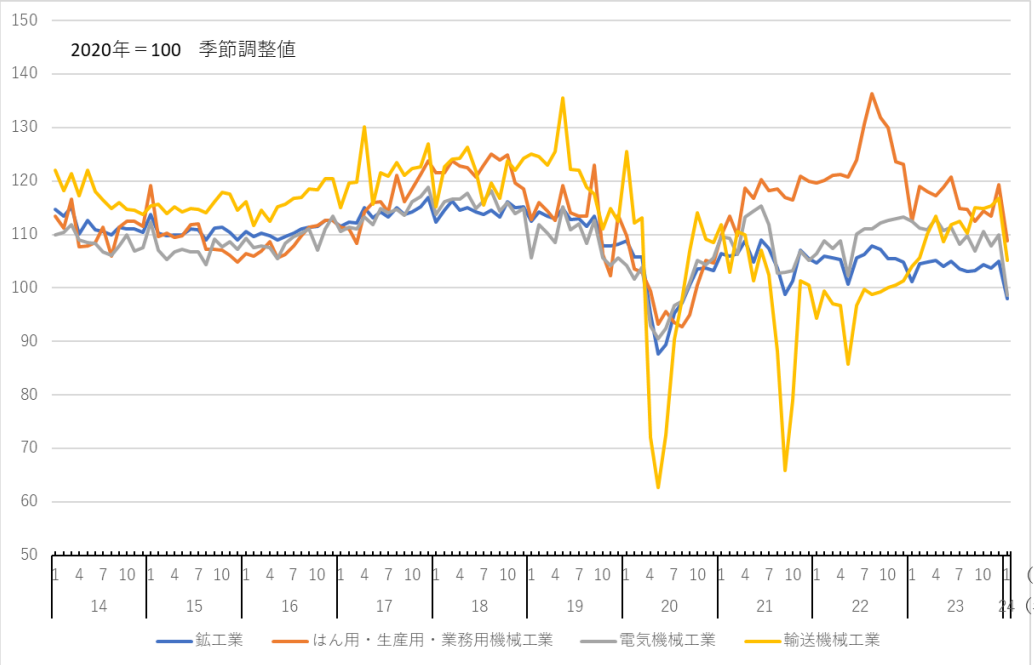
備考:輸出額から輸入額を除したもの。

資料:財務省「貿易統計」(2024 年 3 月)

⑨ 鉱工業生産指数の推移

鉱工業生産活動の全体的な水準を示す鉱工業生産指数をみると、はん用・生産用・業務用機械工業は前年のピーク時より減少し、輸送機械工業は増加している。全体として、2020 年の平均値より上回る値となっている。

図表 9 鉱工業生産指数の推移



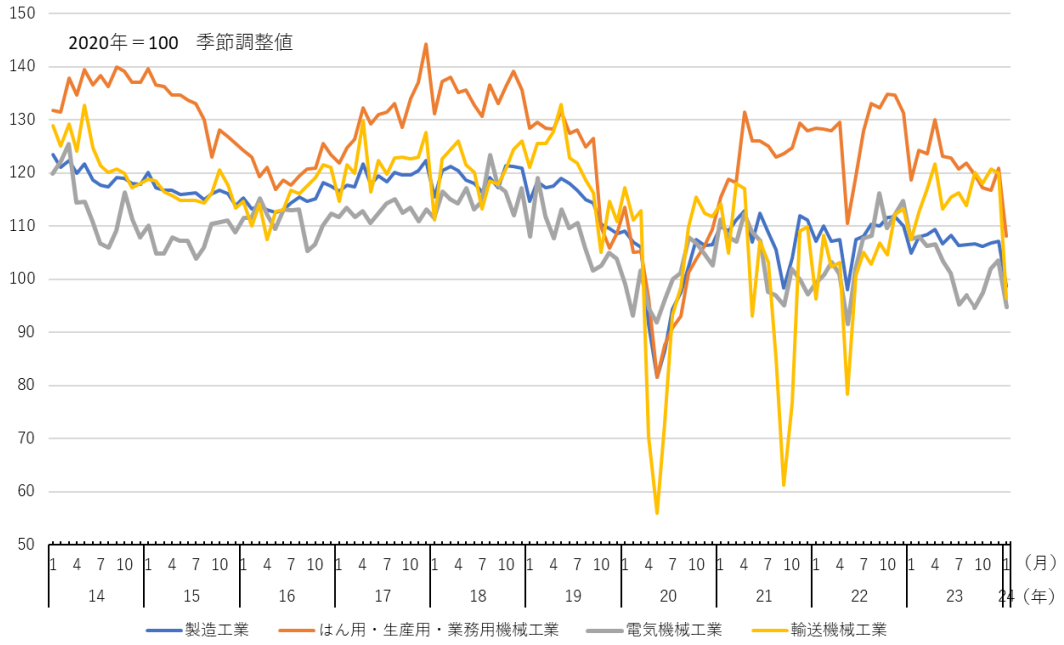
備考：基準が 2020 年に変更になったため、前年の値とは異なる。

資料：経済産業省「鉱工業生産指数（2024 年 1 月確報）」（2024 年 3 月）

⑩ 稼働率指数の推移

製造工業の設備の稼働状況を表す稼働率指数の 2023 年の動向をみる。電気機械工業、はん用・生産用・業務用機械工業は減少傾向、輸送機械工業は上昇傾向、製造工業は停滞している。

図表 10 稼働率指数の推移



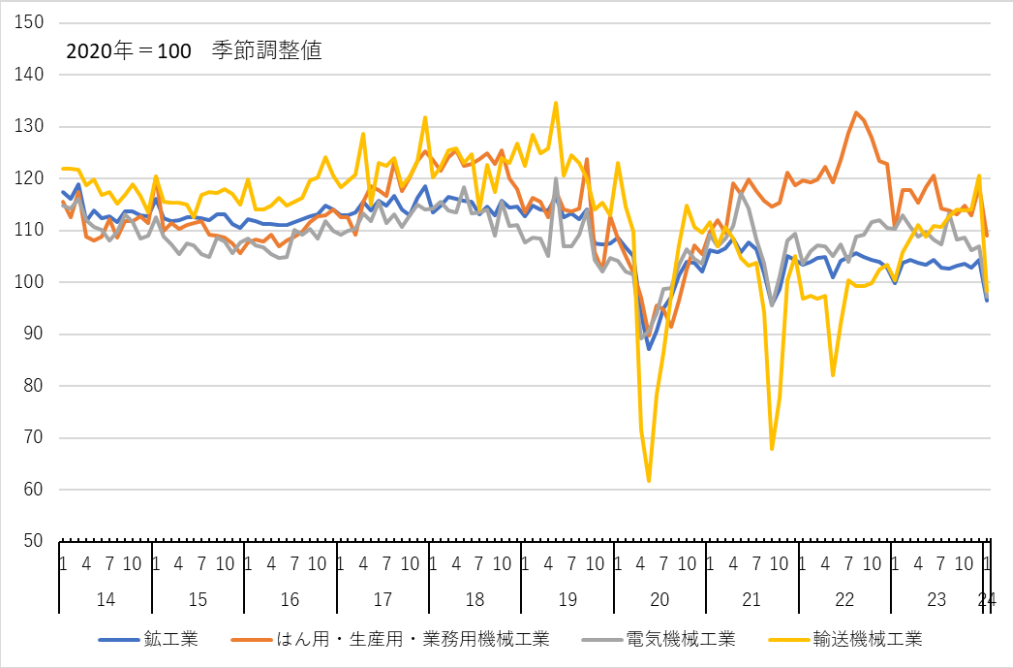
備考：基準が 2020 年に変更になったため、前年の値とは異なる。

資料：経済産業省「製造工業生産能力・稼働率指数（2024 年 1 月確報）」（2024 年 3 月）

⑪ 鉱工業出荷指数の推移

出荷の状況について、2020 年以降浮き沈みが激しかったが、2023 年は全体的に安定していた。特に、輸送機械工業においては増加傾向がみられる。

図表 11 鉱工業出荷指数の推移



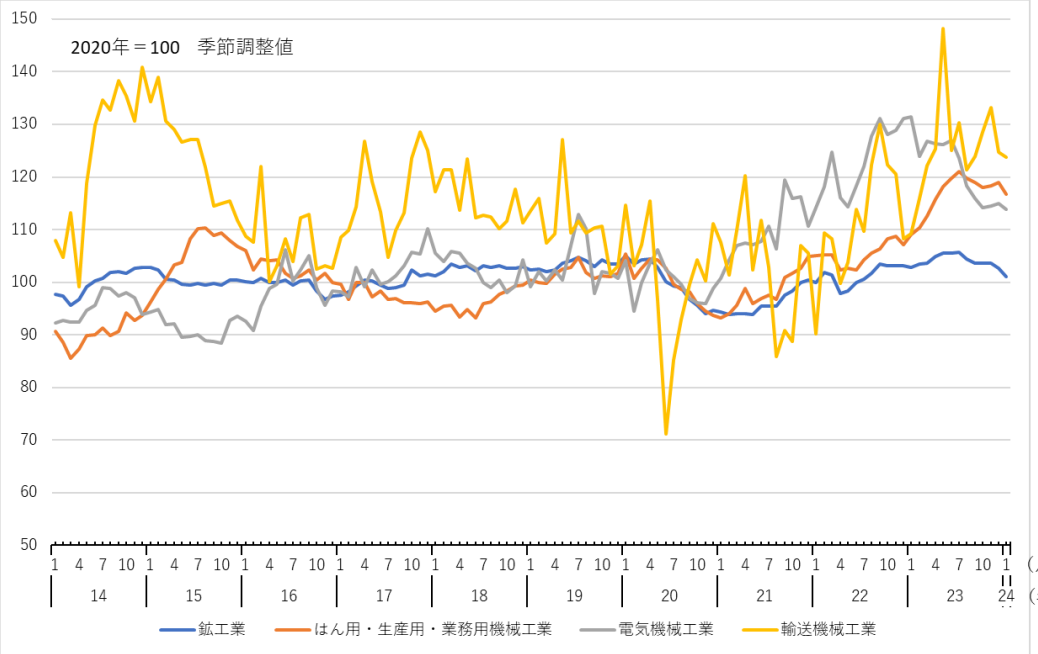
備考：基準が 2020 年に変更になったため、前年の値とは異なる。

資料：経済産業省「鉱工業出荷指数（2024 年 1 月確報）」（2024 年 3 月）

⑫ 鉱工業在庫指数の推移

在庫の状況について、2023 年において、電気機械工業は減少傾向、輸送機械工業、はん用・生産用・業務用機械工業は上昇傾向、鉱工業は停滞している。全体としては、2022 年 7 月以降 2020 年の平均値を常に上回っている。

図表 12 鉱工業在庫指数の推移



備考：基準が 2020 年に変更になったため、前年の値とは異なる。

資料：経済産業省「鉱工業在庫指数（2024 年 1 月確報）」（2024 年 3 月）

⑬ 名目民間企業設備投資額の推移

名目民間企業設備投資額の推移をみると、2010 年以降、2019 年から 2020年に落ち込み、それ以外の時期では増加傾向が続いている。2023 年第 4 四半期には名目民間企業設備投資額は 100 兆円を超えた。

図表 13 名目民間企業設備投資額の推移



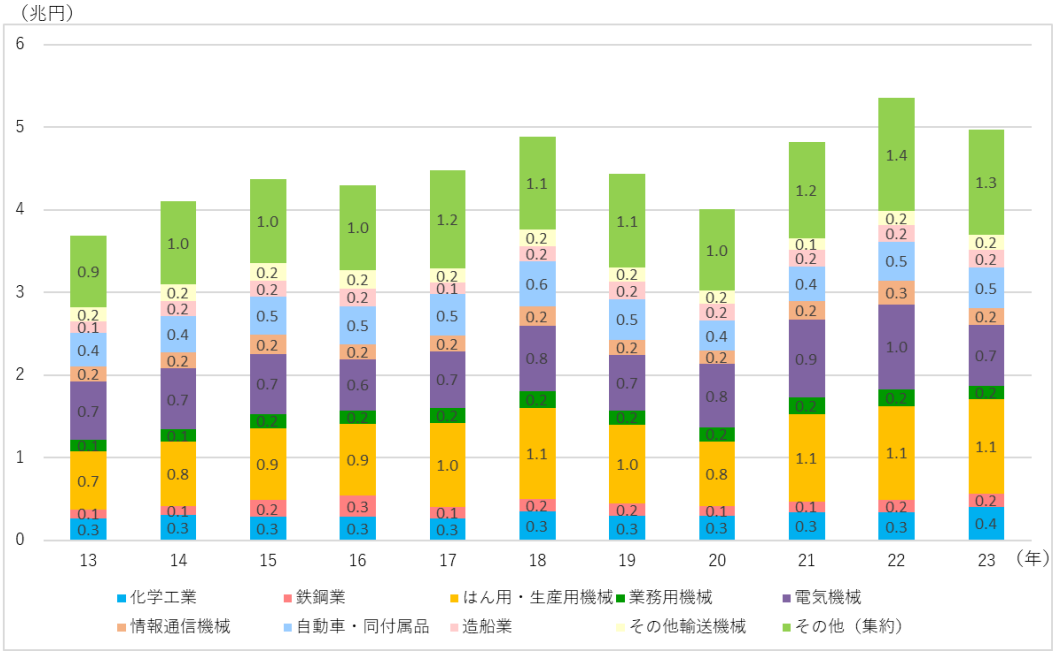
備考：季節調整値のため、前年の値とは異なる。

資料：内閣府「四半期別 GDP 速報（2023 年 10-12 月期 2 次速報値：実額-名目季節調整系列）」（2024 年 3 月）

⑭ 機械受注額の推移（製造業業種別）

2019 年から2022 年にかけて増加傾向にあった電気機械が減少に転じ、情報通信機械も前年と一転して減少している。2023 年は化学工業が増加している。

図表 14 機械受注額の推移（製造業業種別）



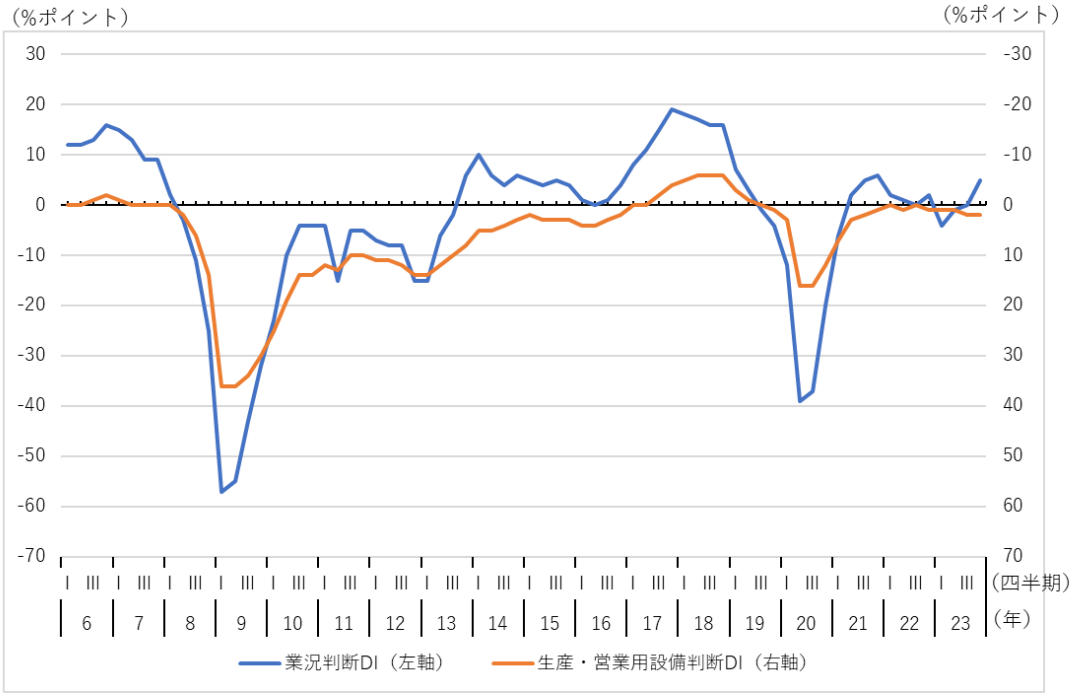
備考：「その他（集約）」は、製造業全体の合計額からグラフ要素の業種を除したもの。

資料：内閣府「機械受注統計調査報告（令和５年 12 月実績および令和６年 1～3 月見通し：需要者別受注額（暦年））」（2024 年２月）

⑮ 業況判断・生産・営業用設備判断 DI（製造業）

企業の業況判断と設備投資の過不足感を把握するため、日本銀行「全国企業短期経済観測調査」の業況判断 DI 及び生産・営業用設備判断 DI をみる。製造業の業況判断は、2023 年第 1 四半期にマイナスに落ち込むも、以降は回復し第 4 四半期にはプラスに転じている。2021 年第 4 四半期から設備判断の過剰感は弱まっており、横ばい傾向であるが、2023 年第 3 四半期から過剰側に振れている。

図表 15 業況判断・生産・営業用設備判断DI（製造業）



備考：1.「業況判断 DI」は、企業の収益を中心とした業況についての全般的な判断を示すものであり、良いと回答した企業の割合から悪いと回答した企業の割合を引いて算出。

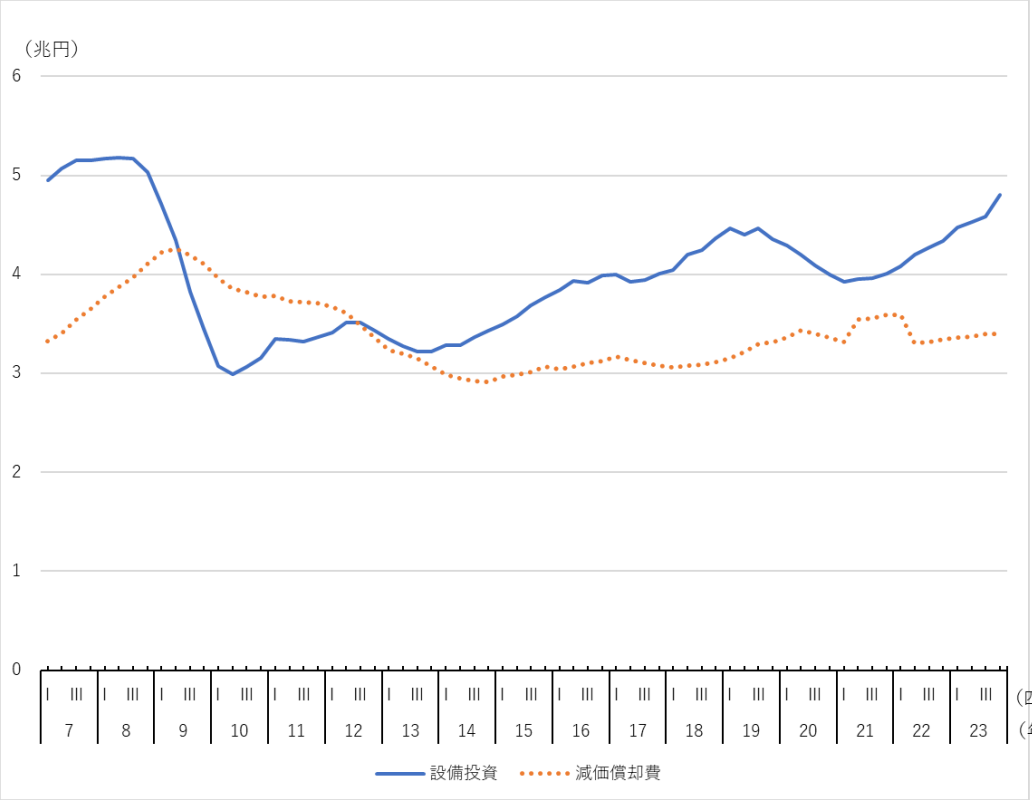
2.「生産・営業用設備判断 DI」は、企業の生産設備・営業用設備の過不足についての判断を示すものであり、過剰と回答した企業の割合から不足と回答した企業の割合を引いて算出。

資料：日本銀行「全国企業短期経済観測調査」（2023 年 12 月）

⑯ 製造業の設備投資額と減価償却費

財務省「法人企業統計調査」によると、製造業の設備投資額は 2014 年後半より増加傾向にある。2019 年第 4 四半期より一時落ち込むも、その後増加を続け 2023 年第 4 四半期には、2007 年第 1 四半期と同水準まで回復している。

図表 16 製造業の設備投資額と減価償却費



備考：1.設備投資(当期末新設固定資産合計)及び減価償却費合計(当期末償却固定資産)の値を使用。

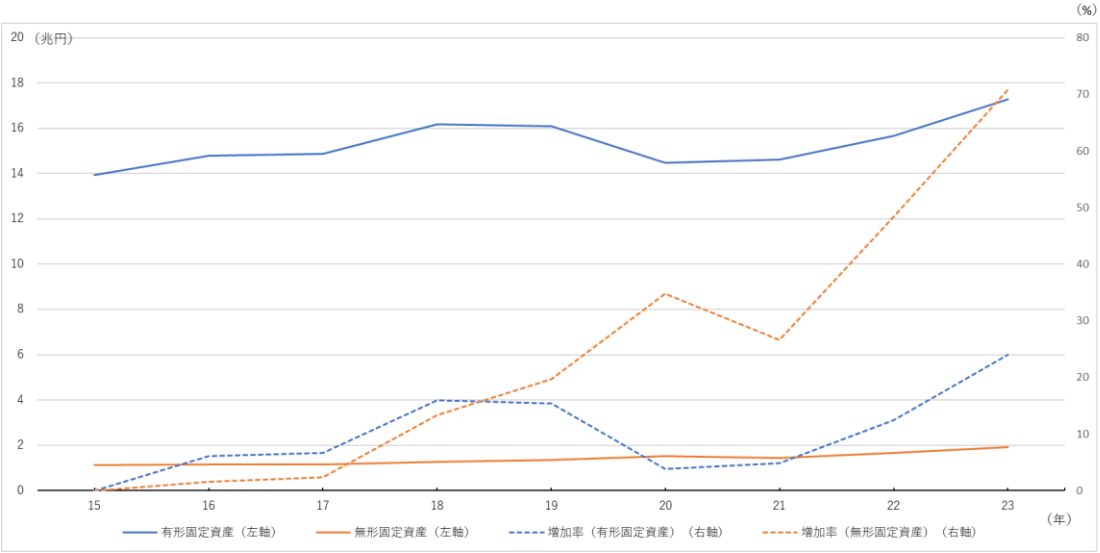
2.当該期から 3 期前までの平均（後方四半期移動平均）を算出。

資料：財務省「法人企業統計調査」（2024 年 3 月）

⑰ 製造業の設備投資額と 2015 年比の増加率（有形固定資産・無形固定資産）

有形固定資産と無形固定資産への設備投資額の推移をみると、2023 年の無形固定資産への投資は 2015 年比でおよそ 70.9%増加している。また有形固定資産についても、2015 年比で 24%増加している。

図表 17 製造業の設備投資額と2015年比の増加率（有形固定資産・無形固定資産）



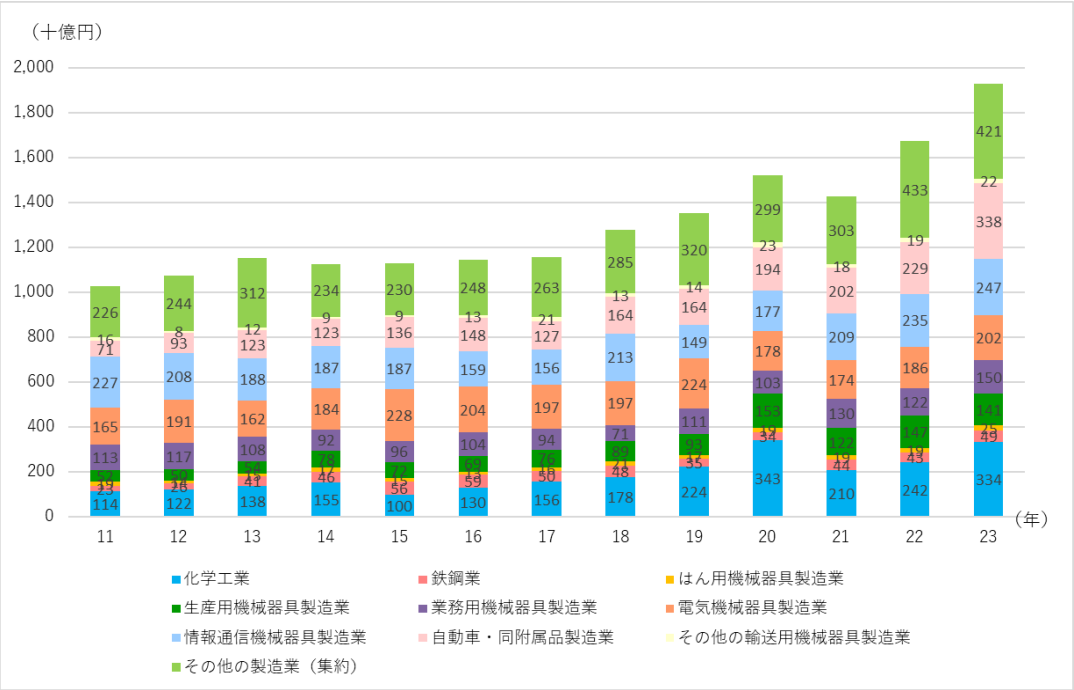
備考：有形固定資産は、設備投資(当期末新設固定資産合計)から無形固定資産（当期末新設固定資産）を引いた値のうち、当該年の四半期額を合計して算出。無形固定資産は、無形固定資産（当期末新設固定資産）の値のうち、当該年の四半期額を合計して算出。

資料：財務省「法人企業統計調査」（2024 年 3 月）

⑱ ソフトウェア投資額の推移（業種別）

製造業のソフトウェア投資の推移をみると、2023 年は製造業合計で約 1.9 兆円と前年からさらに増加した。業種別の内訳においても、化学工業、鉄鋼業、はん用機械器具製造業、業務用機械器具製造業、電気機械器具製造業、情報通信機械器具製造業、自動車・同付属品製造業、その他輸送機械器具製造業で投資額が増加している。

図表 18 ソフトウェア投資額の推移（業種別）



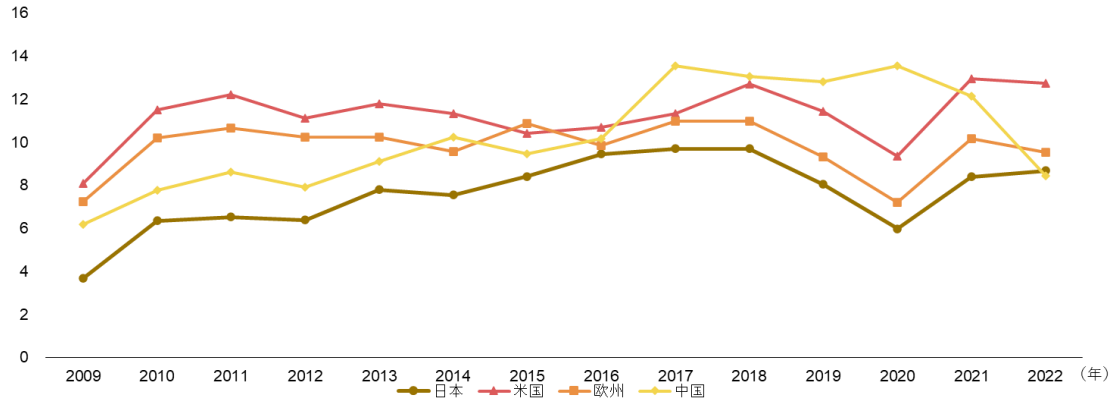
備考：設備投資（当期末新設固定資産合計）の四半期合計額からソフトウェアを除く設備投資(当期末新設固定資産)の四半期合計額を引いた値を使用。

資料：財務省「法人企業統計調査」（2024 年 3 月）

⑲ ROIC の国際比較

企業が事業活動のために投資した資金に対して、どれほどの利益が生み出されているかを示す指標である ROIC（Return on Invested Capital：投下資本利益率）について国際比較をした。日本では TOPIX500、米国では S&P500、欧州では STOXX600、中国では上海総合指数を構成する銘柄をそれぞれの国・地域の企業群としている。日本は米国、中国、欧州と比べて ROIC が低い傾向にあり、2009 年から 2021 年まで最下位に位置している。

図表 19 ROICの国際比較



備考：TOPIX500（日本）、S&P500（米国）、STOXX600（欧州）、上海総合指数（中国）を構成する銘柄を各国・地域の企業群としている。

TOPIX500：東証株価指数の構成銘柄のうち、時価総額、流動性の高い上位 500 銘柄で構成される時価総額加重平均型の株価指数

S&P500：ニューヨーク証券取引所や NASDAQ 等の構成銘柄のうち、時価総額の大きさ等を基準として選定された代表的な 500 社で構成される時価総額加重平均型の株価指数

STOXX 欧州 600：ロンドン証券取引所等の欧州先進国の証券取引所の構成銘柄のうち、流動性が高い上位 600 銘柄で構成される時価総額加重平均型の株価指数

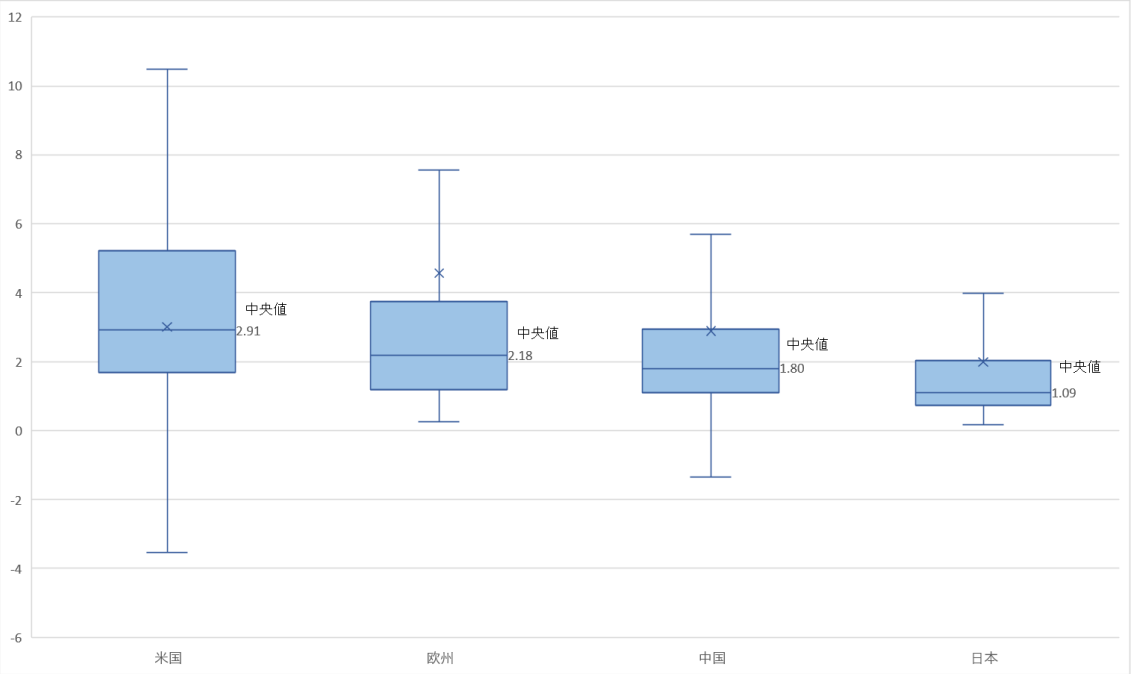
上海総合指数：上海証券取引所に上場する人民元建ての A 株と米ドル建ての B 株すべてで構成される時価総額加重平均型の株価指数

資料：Bureau van Dijk “Orbis”

⑳ PBR（2009 年～2022 年の平均値）の国際比較

同様の企業群について、PBR（Price Book-value Ratio：株価純資産倍率）を比較した。PBR とは一株あたり純資産に対する株価として求められ、市場での評価の高さを示す一つの指標である。日本の PBR 平均値の中央値は約 1.1 倍であり、他の国・地域の中央値と比較して低水準である。

図表 20 PBR（2009年～2022年の平均値）の国際比較



備考：値は 2009 年から 2022 年の平均値。TOPIX500（日本）、S&P500（米国）、STOXX600（欧州）、上海総合指数（中国）を構成する銘柄を各国・地域の企業群としている。

TOPIX500：東証株価指数の構成銘柄のうち、時価総額、流動性の高い上位 500 銘柄で構成される時価総額加重平均型の株価指数

S&P500：ニューヨーク証券取引所や NASDAQ 等の構成銘柄のうち、時価総額の大きさ等を基準として選定された代表的な 500 社で構成される時価総額加重平均型の株価指数

STOXX 欧州 600：ロンドン証券取引所等の欧州先進国の証券取引所の構成銘柄のうち、流動性が高い上位 600 銘柄で構成される時価総額加重平均型の株価指数

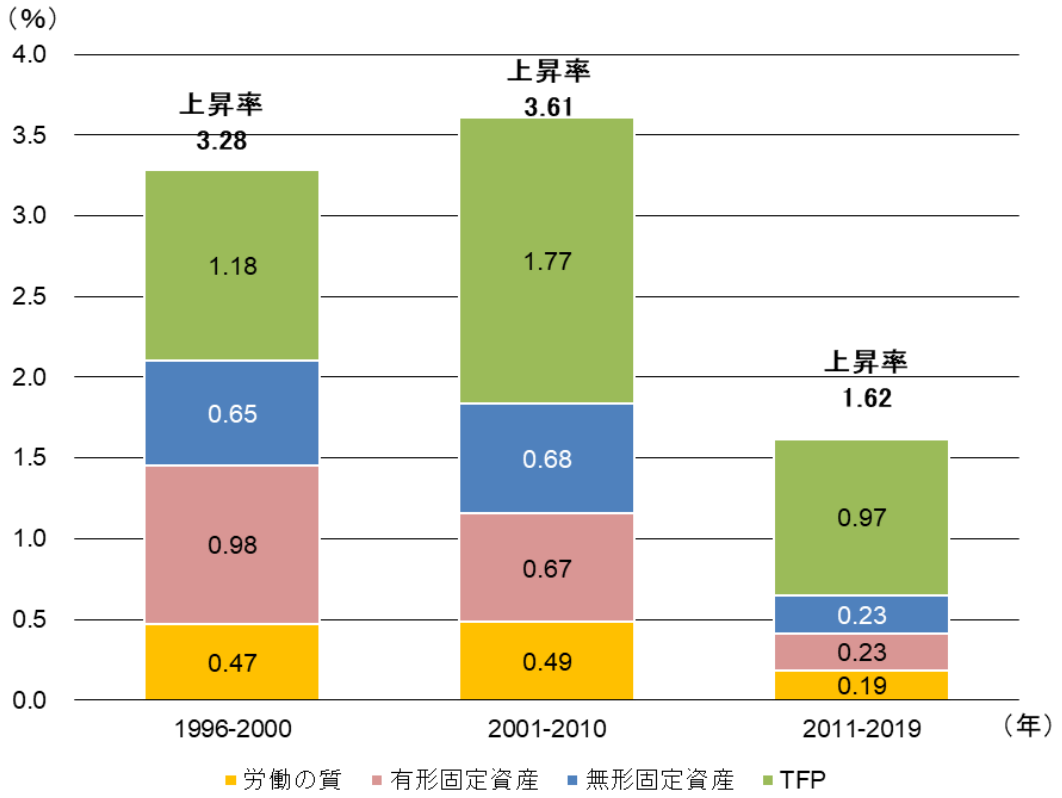
上海総合指数：上海証券取引所に上場する人民元建ての A 株と米ドル建ての B 株すべてで構成される時価総額加重平均型の株価指数

資料：Bureau van Dijk “Orbis”

⑵我が国製造業の労働生産性上昇率

日本の製造業における労働生産性の上昇率の推移をみる。2001 年から 2010 年と 2011 年から 2019 年の期間平均を比べると、2001 年から 2010 年において上昇率がより大きく、日本の製造業では労働生産性の上昇率は低下している。EU KLEMS の手法に基づき、労働生産性向上への寄与度を分解すると、各年代とも TFP が約 6 割を占め、次いで有形固定資産が 1.5 割程度、無形固定資産と労働の質は 1 割程度となっていた。

図表 21 我が国製造業の労働生産性上昇率



備考：1.労働の質、有形固定資産、無形固定資産、TFP（Total Factor Productivity：全要素生産性）の定義は EU KLEMS による。

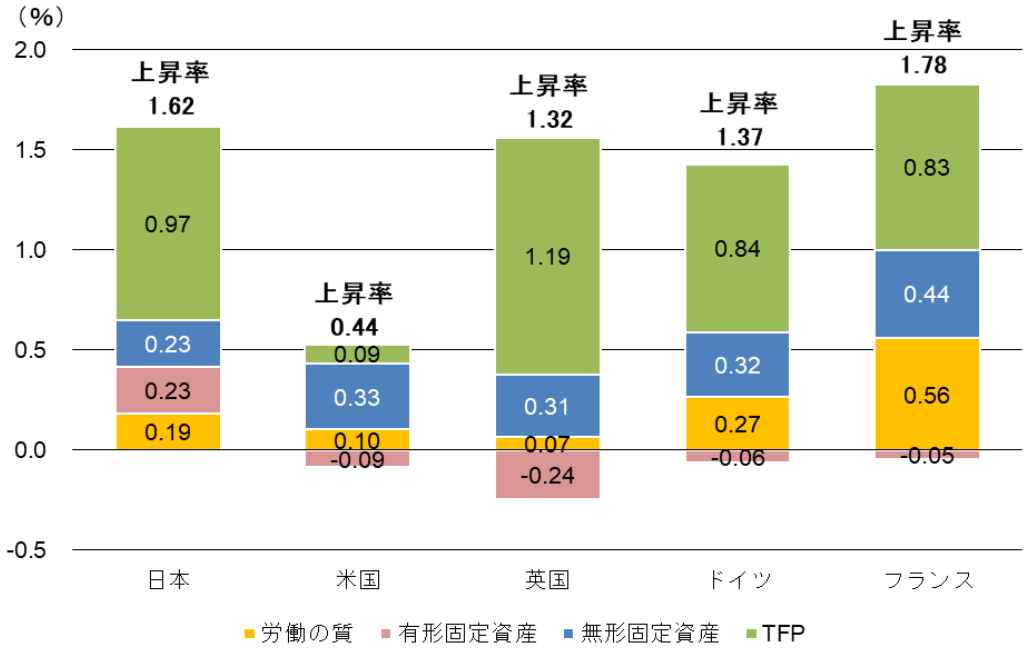
2.元データにおいて、日本の 2019 年の無形固定資産の寄与度が欠損していたため、労働生産性から他の要素（労働の質、有形固定資産、TFP）の寄与度を引いた値を用いて期間の平均を計算している。

資料：EU KLEMS（Bontadini. F, C. Corrado., J.Haskel., M.Iommi., C.Jona-Lasinio(2023) ”EUKLEMS & INTANProd:industry productivity accounts with intangibles”）

㉒我が国と諸外国の製造業の労働生産性上昇率（2011 年-2019 年）

引き続き、諸外国との労働生産性上昇率及び寄与度の比較を実施する。諸外国との比較では、日本の製造業の労働生産性上昇率の寄与度が TFP に大きく依存していることが顕著に表れている。一方で、無形固定資産の寄与度は低い。

図表 22 我が国と諸外国の製造業の労働生産性上昇率（2011年-2019年）



備考：1.労働の質、有形固定資産、無形固定資産、TFP（Total Factor Productivity：全要素生産性）の定義は EU KLEMS による。

2.元データにおいて、日本の 2019 年の無形固定資産の寄与度が欠損していたため、労働生産性から他の要素（労働の質、有形固定資産、TFP）の寄与度を引いた値を用いて期間の平均を計算している。

資料：EU KLEMS（Bontadini. F, C. Corrado., J.Haskel., M.Iommi., C.Jona-Lasinio(2023) ”EUKLEMS & INTANProd:industry productivity accounts with intangibles”）

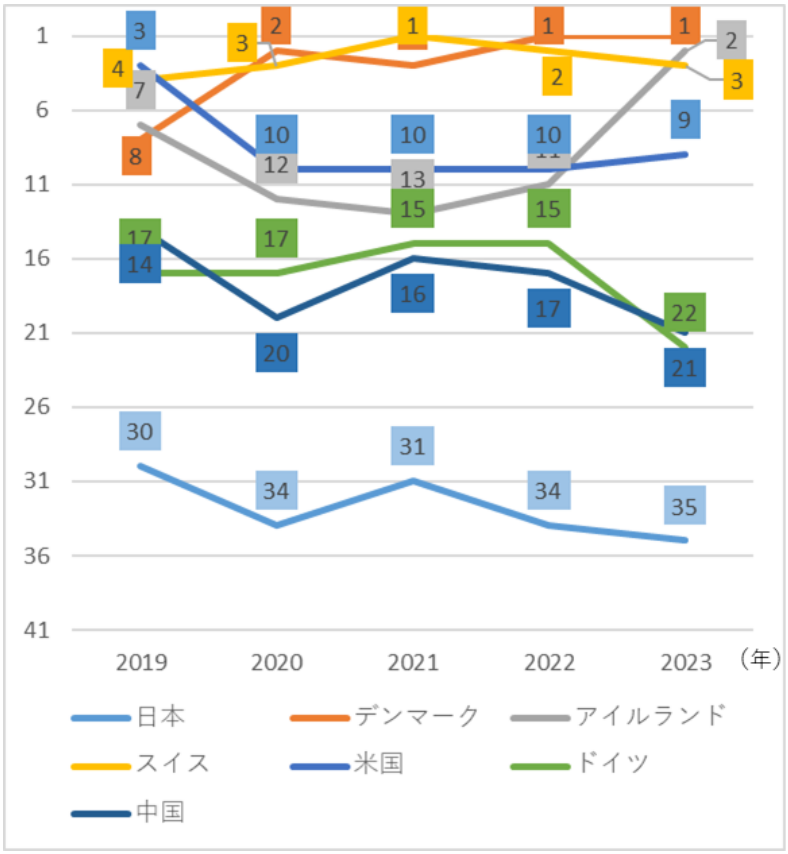
㉓「世界競争力ランキング」総合順位の比較

国際経営開発研究所（International Institute for Management Development：IMD）が公表している「世界競争力ランキング」によれば、2023 年の我が国の総合順位は 64 か国中 35 位であった。また、日本のランキングの内訳をみると、ビジネス効率性の順位が 47 位と他の項目と比較して最も低い。

図表 23「世界競争力ランキング」総合順位の比較

「世界競争力ランキング」総合順位の比較

	総合順位	経済状況	政府効率性	ビジネス効率性	インフラ
日本	35	26	42	47	23
デンマーク	1	15	5	1	2
アイルランド	2	1	3	3	19
スイス	3	18	1	7	1
米国	9	2	25	14	6
ドイツ	22	12	27	29	14
中国	21	8	35	21	21



資料：国際経営開発研究所（International Institute for Management Development）「世界競争力ランキング」

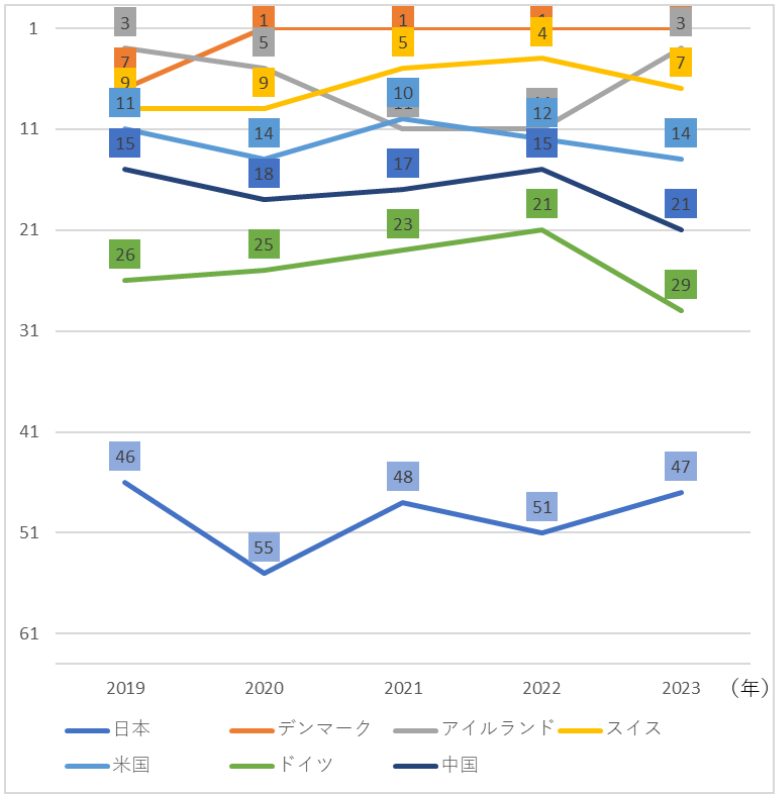
㉔ビジネス効率性の諸外国との比較

国際経営開発研究所が公表している「世界競争力ランキング」において、ビジネス効率性に着目し、諸外国との時系列比較をする。日本は 2019 年から 2023 年まで常に 40 位以下の順位であり、毎年低位で推移している。デンマークは 2019 年を除き 1 位であり、高い順位に常に位置している。

図表 24 ビジネス効率性の諸外国との比較

ビジネス効率性の諸外国との比較

	2019	2020	2021	2022	2023
日本	46	55	48	51	47
デンマーク	7	1	1	1	1
アイルランド	3	5	11	11	3
スイス	9	9	5	4	7
米国	11	14	10	12	14
ドイツ	26	25	23	21	29
中国	15	18	17	15	21



資料：国際経営開発研究所（International Institute for Management Development）「世界競争力ランキング」

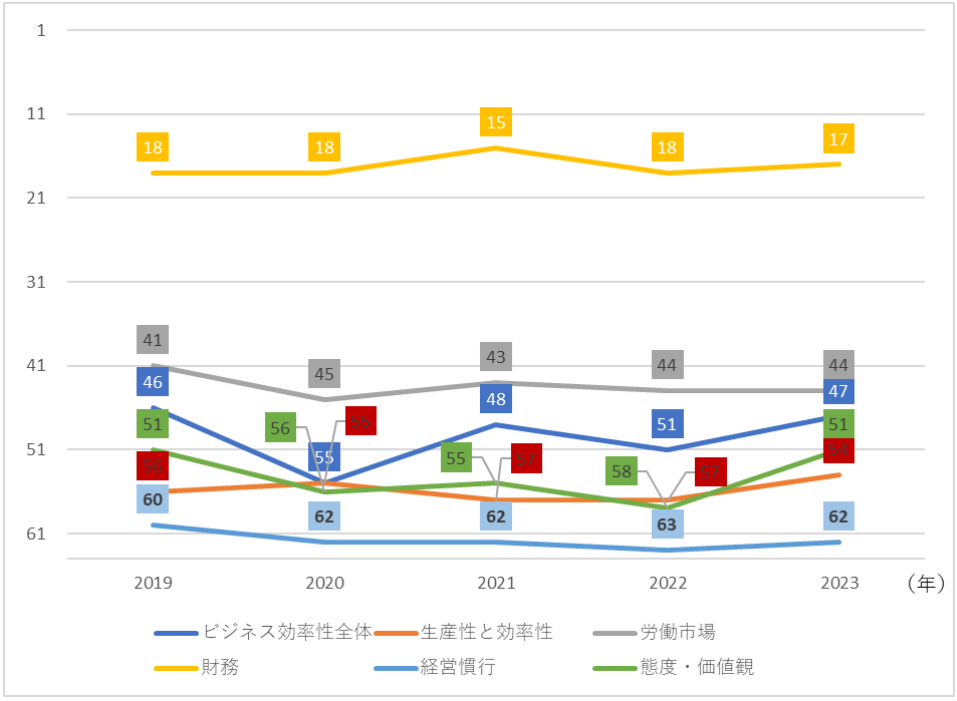
㉕我が国のビジネス効率性小分類の推移

国際経営開発研究所が公表している「世界競争力ランキング」の中のビジネス効率性について小分類ごとの順位をみると、日本は財務を除き、順位が低いことが見て取れる。特に、「生産性と効率性」、「経営慣行」、「態度・価値観」の順位が低くなっている。

図表 25 我が国のビジネス効率性小分類の推移

我が国のビジネス効率性小分類の推移

	全体	生産性と効率性	労働市場	財務	経営慣行	態度・価値観
2019	46	56	41	18	60	51
2020	55	55	45	18	62	56
2021	48	57	43	15	62	55
2022	51	57	44	18	63	58
2023	47	54	44	17	62	51



資料:International Institute for Management Development「世界競争力ランキング」

2 企業活動基本調査を用いた分析

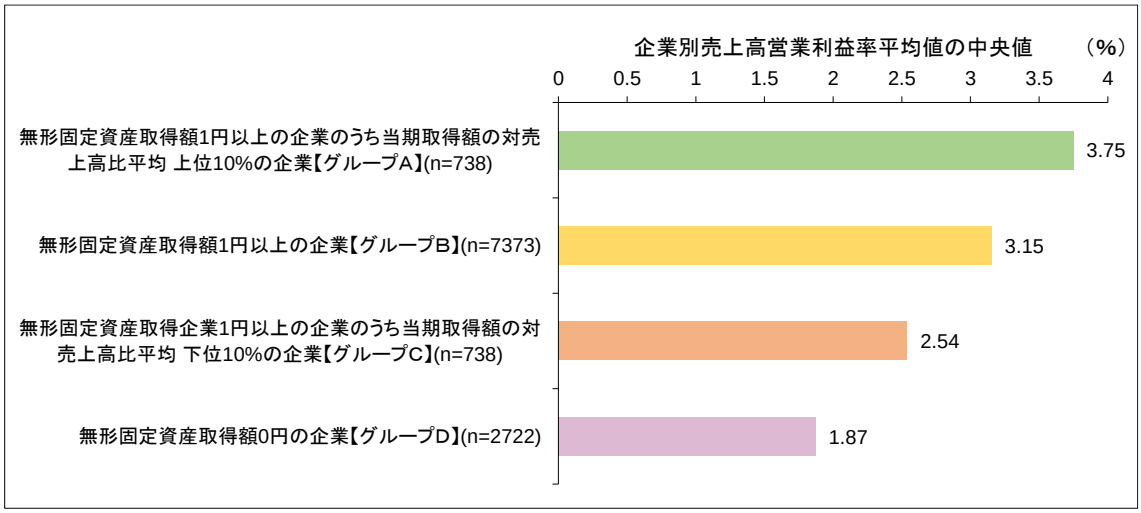
本分析では、2018 年度から 2022 年度の経済産業省企業活動基本調査の結果を用い、製造事業者の無形固定資産に対する支出と収益性の関係（2017 年度から 2021 年度の実績）について分析する。

具体的には、無形固定資産に対する支出の指標として無形固定資産当期取得額の対売上高比を用い、2017 年度から 2021 年度の平均値に着目する。また、収益性の指標として売上高営業利益率を用い、同様に 2017 年度から 2021 年度の平均値に着目する。

二つの指標の関係を分析するため、製造事業者を4つのグループに分ける。まず、2017 年度から 2021 年度の間に無形固定資産を取得していないグループ（グループ D）と、取得しているグループ（グループ B）に分ける。次に、無形固定資産を取得している企業の内、無形固定資産当期取得額対売上高比の平均が上位 10%の企業グループ（グループ A）と下位 10%の企業グループ（グループ C）を特定する[1]。

これらの 4 グループについて、各グループに属する企業の売上高営業利益率平均の中央値を算出すると、以下のとおりとなる。製造業全体において、無形固定資産当期取得額の対売上高比が高い企業ほど売上高営業利益率が高い傾向があることがわかる。

図表 26 製造事業者における無形固定資産当期取得額と売上高営業利益率の関係（2017年度～2021年度）

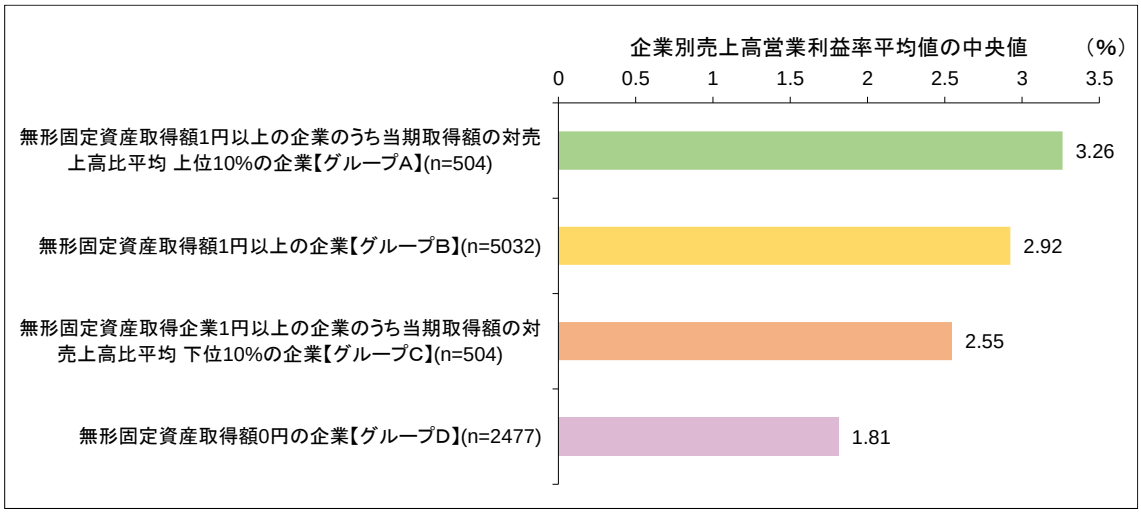


（資料）経済産業省企業活動基本調査から三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

[1] 無形固定資産当期取得額対売上高比の平均が 0 の企業は無形固定資産を取得していないとする。また、無形固定資産当期取得額対売上高比の平均が 0 超の企業は無形固定資産を取得しているとする。

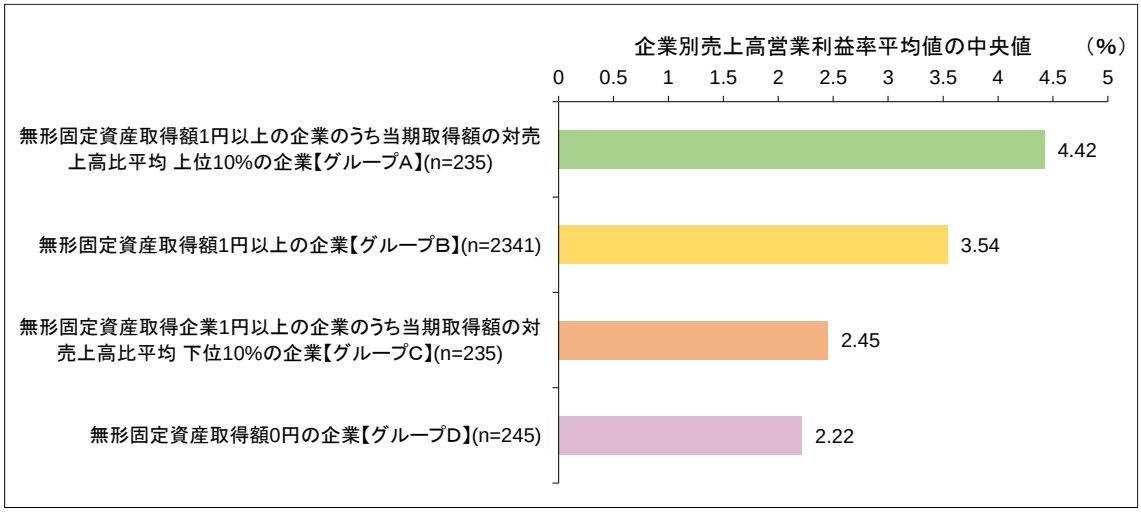
また、従業員数が 300 人以下（中小企業）及び 301 人以上（大企業）に限定して 4 つのグループに分けたときの結果は以下のとおりである。中小企業、大企業のいずれにおいても無形固定資産当期取得額対売上高比が高くなるほど、売上高営業利益率が高い傾向が見られ、二つの指標の関係は企業規模によって変わらないことがわかる。

図表 27 従業者300人以下の製造事業者における無形固定資産当期取得額と売上高営業利益率の関係（2017年度～2021年度）



（資料）経済産業省企業活動基本調査から三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

図表 28 従業者301人以上の製造事業者における無形固定資産当期取得額と売上高営業利益率の関係（2017年度～2021年度）



（資料）経済産業省企業活動基本調査から三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

第2章　アンケート調査結果

前述したような我が国のものづくりを取り巻く潮流と課題についての実態把握を行い、今後の政策を検討するための基礎的な情報収集を目的として、製造業を対象とするアンケート調査を実施した。

1　アンケート調査設計

実施時期

2023 年 12 月～2024 年 1 月

発送対象

大手データベース会社のデータをもとに、従業員 30 人以上の製造業 25,000 社を調査対象として抽出した。具体的には、従業員 100 人以上の企業は全て対象とし、従業員 30～99 人の企業については無作為抽出を行った。

実施方法

郵送書留法及び WEB アンケートのハイブリッド方式

回収率

有効回収率　12.4%（有効票　3,097 件）

主な調査内容（アンケート調査票は巻末参照）　要更新

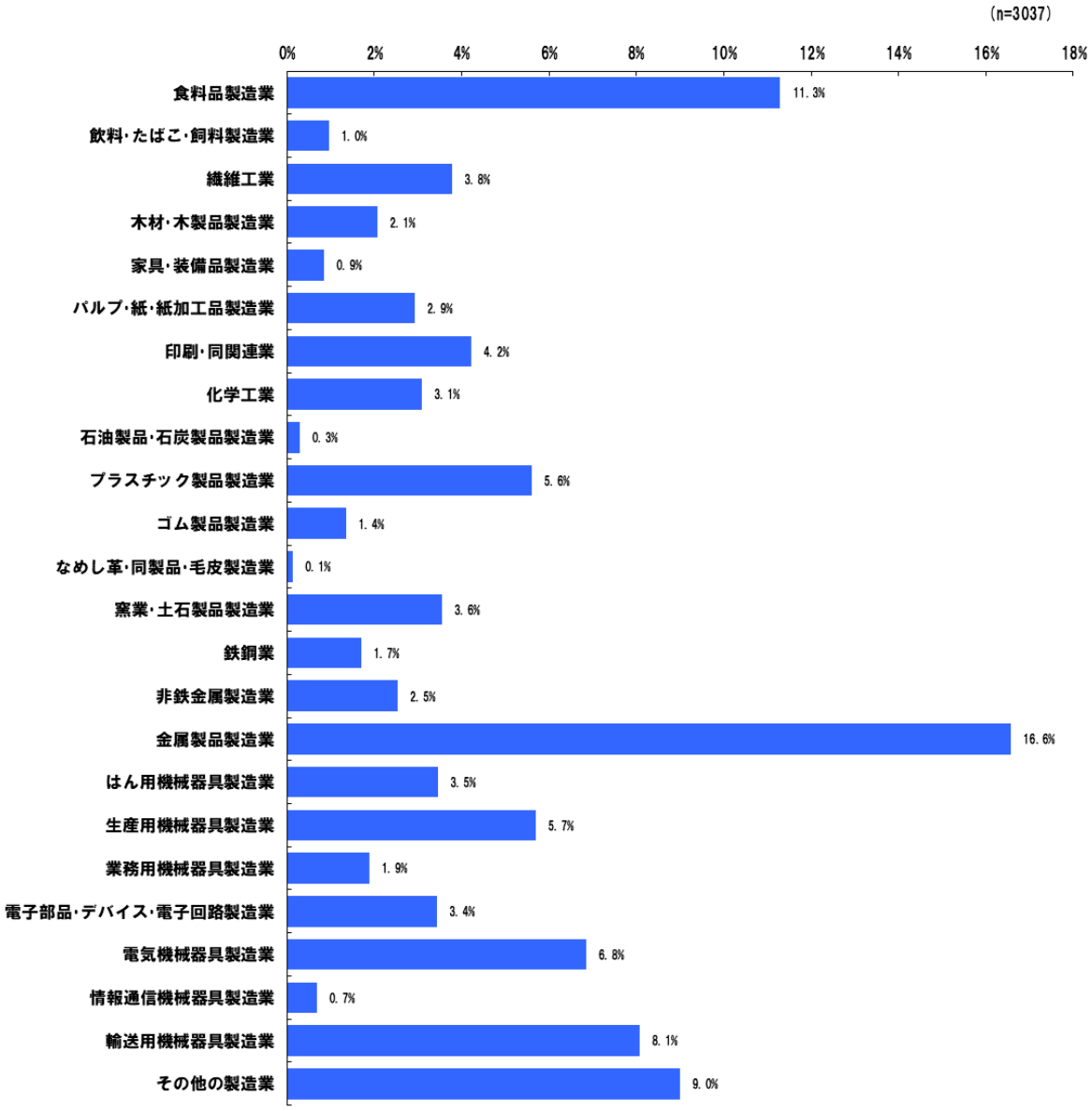
- 事業概要、業績
- 経済・社会状況の変化への対応状況
- 設備投資の動向
- 国内外における事業所立地の動向
- 脱炭素や資源循環への対応状況
- 製造ソリューションやデジタルトランスフォーメーション（DX）への取組
- 産業規模でのデータ連携に係る取組
- オープンイノベーションに係る取組

2 アンケート回答企業のプロフィール

① 主要業種

回答企業の主要業種についてみると、「金属製品製造業」の割合が最も高く 16.6%となっている。次いで、「食料品製造業（11.3%）」、「その他の製造業（9.0%）」となっている。これら上位3業種で全体の4割弱を占めている。[2]

図表29 主要業種（SA）

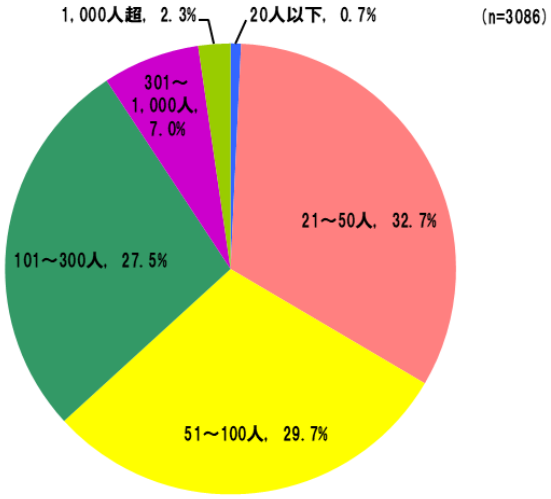


[2] 各設問のアンケート集計は無回答を除く有効回答で実施している。以降もすべて同様。

② 国内従業員数

回答企業の国内従業員数についてみると、「21～50 人」の割合が最も高く 32.7%となっている。次いで、「51～100 人（29.7%）」、「101～300 人（27.5%）」となっている。100 人以下が 63.2%、300 人以下が 90.7%を占める。

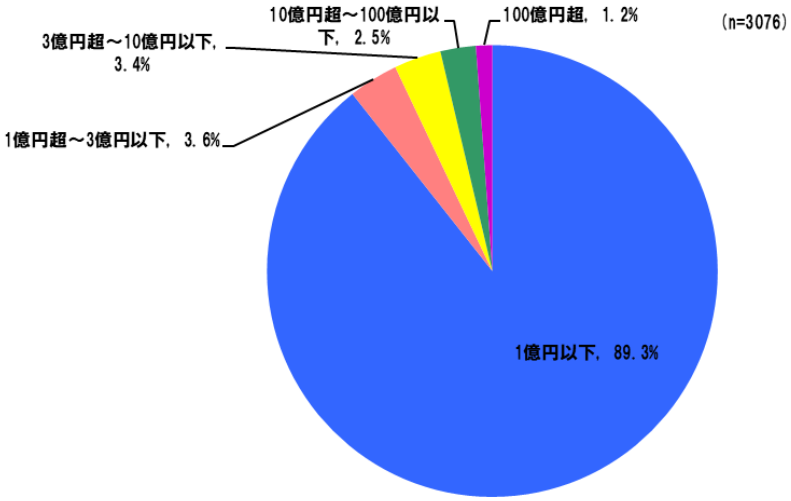
図表30 国内従業員数（SA）



③ 資本金

回答企業の資本金についてみると、「1 億円以下」の割合が 89.3%と約 9 割を占めており、これに「1 億円超～3 億円以下（3.6%）」を加えた資本金 3 億円以下の企業が全体の 92.9%を占める。

図表31 資本金（SA）

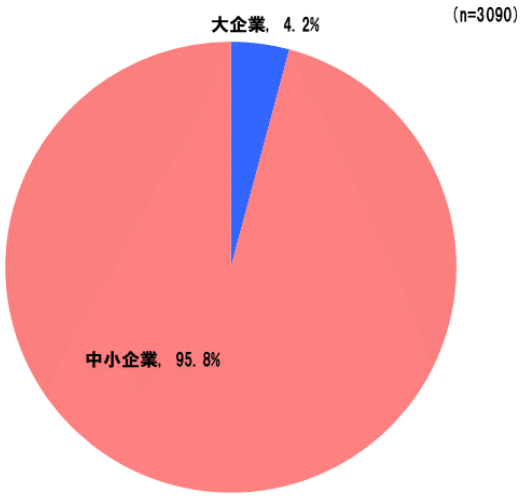


④ 企業規模

国内従業員数と資本金に関する回答結果をもとに、以下のとおり「大企業」と「中小企業」に分類したところ、「中小企業」が 95.8%を占めており、「大企業」は 4.2%である。

- 大企業　：国内従業員数が 301 人以上、かつ、資本金が3億円超
- 中小企業：国内従業員数が 300 人以下、または、資本金が3億円以下

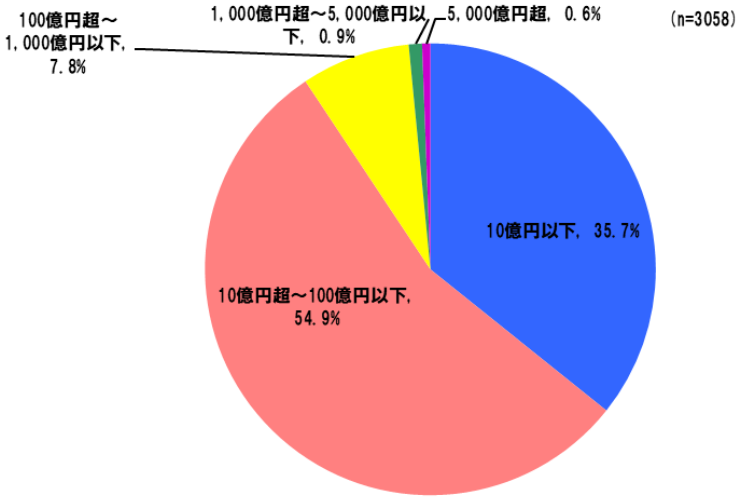
図表32 企業規模（SA）



⑤ 売上高

回答企業の売上高についてみると、「10 億円超～100 億円以下」の割合が 54.9%と最も高く、「10 億円以下（35.7%）」がこれに次ぐ。両者を合計した 100 億円以下の割合が全体の約9割を占める。

図表33 売上高（SA）

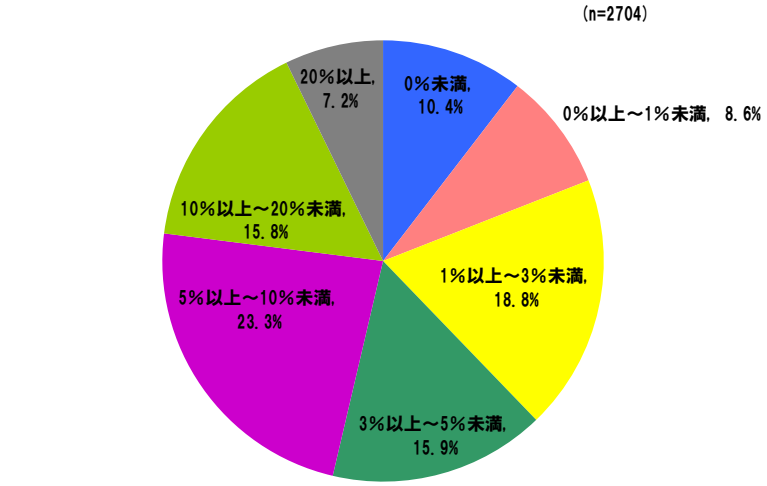


⑥ 営業利益率

回答企業の営業利益率をみると、「0%未満」が 10.4%と赤字企業が約 1 割を占める。

0%以上については、「5%以上～10%未満」の割合が 23.3%と最も高く、以下、「1%以上～3%未満（18.8%）」、「3%以上～5%未満（15.9%）」、「10%以上～20%未満（15.8%）」の順である。営業利益率 5%以上が 46.3%、同 10%以上が 23.0%を占める。

図表34 営業利益率（NA）



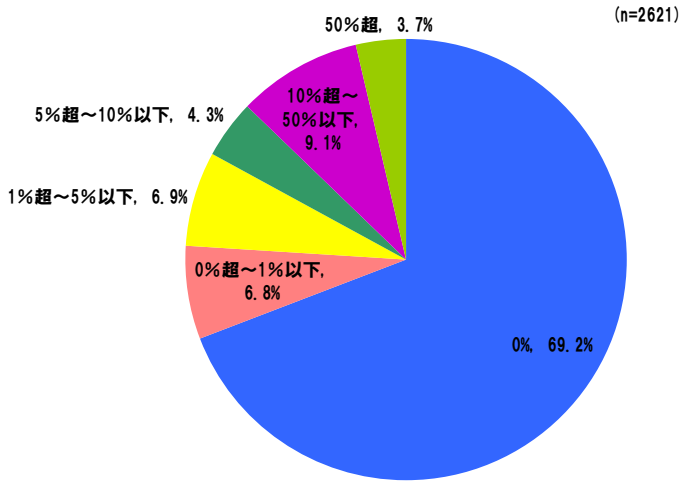
備考）NA（数量回答）をもとに上記区分で集計を行っている。

⑦ 海外売上比率

回答企業の海外売上比率については、「0%」が 69.2%と海外売上のない企業が約 7 割を占める。

0%以上については、「10%超～50%以下（9.1%）」、「1%超～5%以下（6.9%）」、「0%超～1%以下（6.8%）」の順である。海外売上比率 5%超が 17.1%、同 10%超が 12.8%を占める。

図表35 海外売上比率（NA）

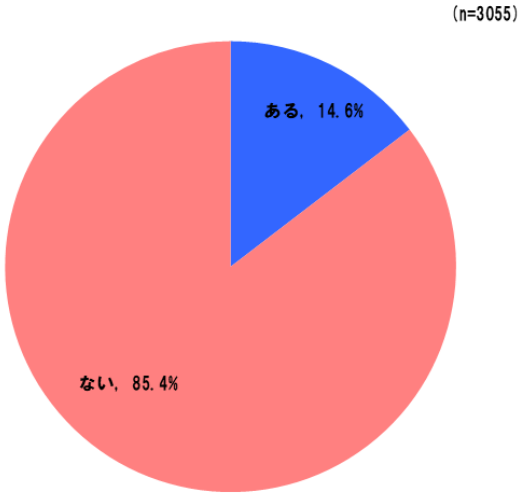


備考）NA（数量回答）をもとに上記区分で集計を行っている。

⑧ 海外生産拠点

海外生産拠点の有無についてみると、「ない」が 85.4%を占め、「ある（14.6%）」を大きく上回っている。

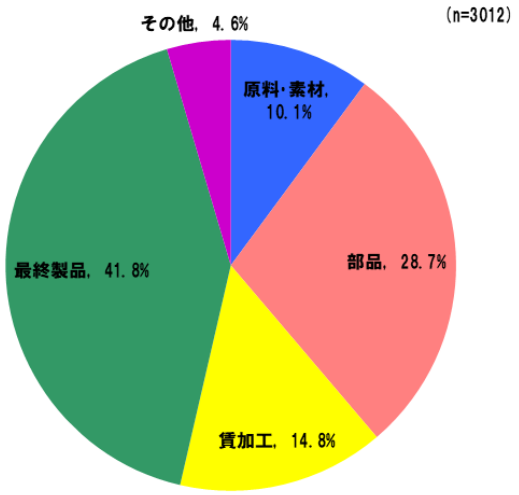
図表36 海外生産拠点（SA）



⑨ 主力製品

主力製品についてみると、「最終製品」の割合が最も高く 41.8%となっている。次いで、「部品（28.7%）」、「賃加工（14.8%）」となっている。

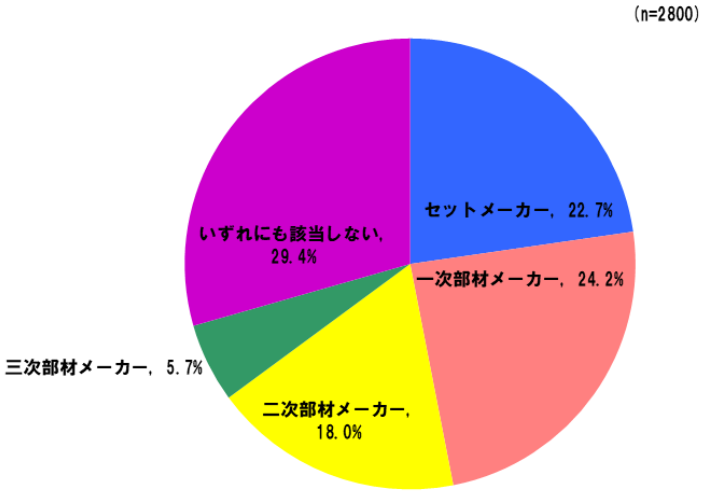
図表37 主力製品（SA）



⑩ 取引構造上の位置づけ

主力事業領域における取引構造上の位置づけをみると、「一次部材メーカー（24.2%）」、「セットメーカー（22.7%）」、「二次部材メーカー（18.0%）」の順となっている。

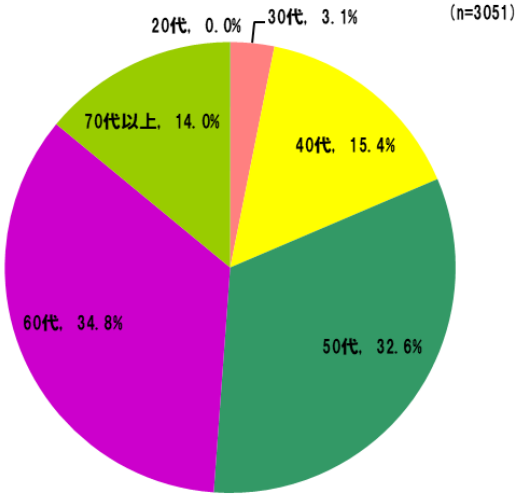
図表38 主力事業領域における取引構造上の位置づけ（SA）



⑪ 経営者の年齢

経営者の年齢についてみると、「60 代（34.8%）」と「50 代（32.6%）」の割合が高く、それぞれ3割以上を占めており、両者を合計した 50～60 代が 67.4%と全体の約 3 分の 2 を占める。

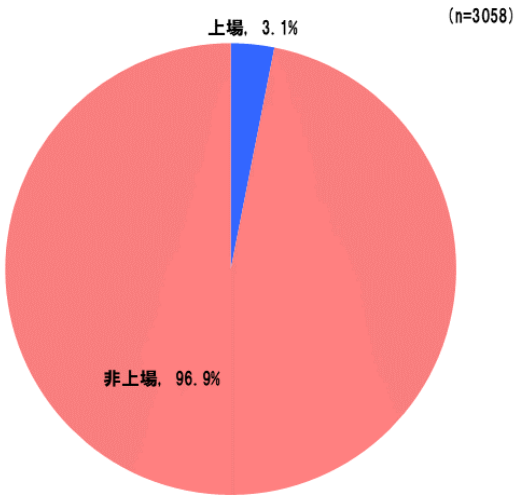
図表 39 経営者の年齢（SA）



⑫ 上場有無

上場有無についてみると、「上場」が 3.1%、「非上場」が 96.9%となっている。

図表 40 上場有無（SA）



3 経済・社会状況の変化への対応

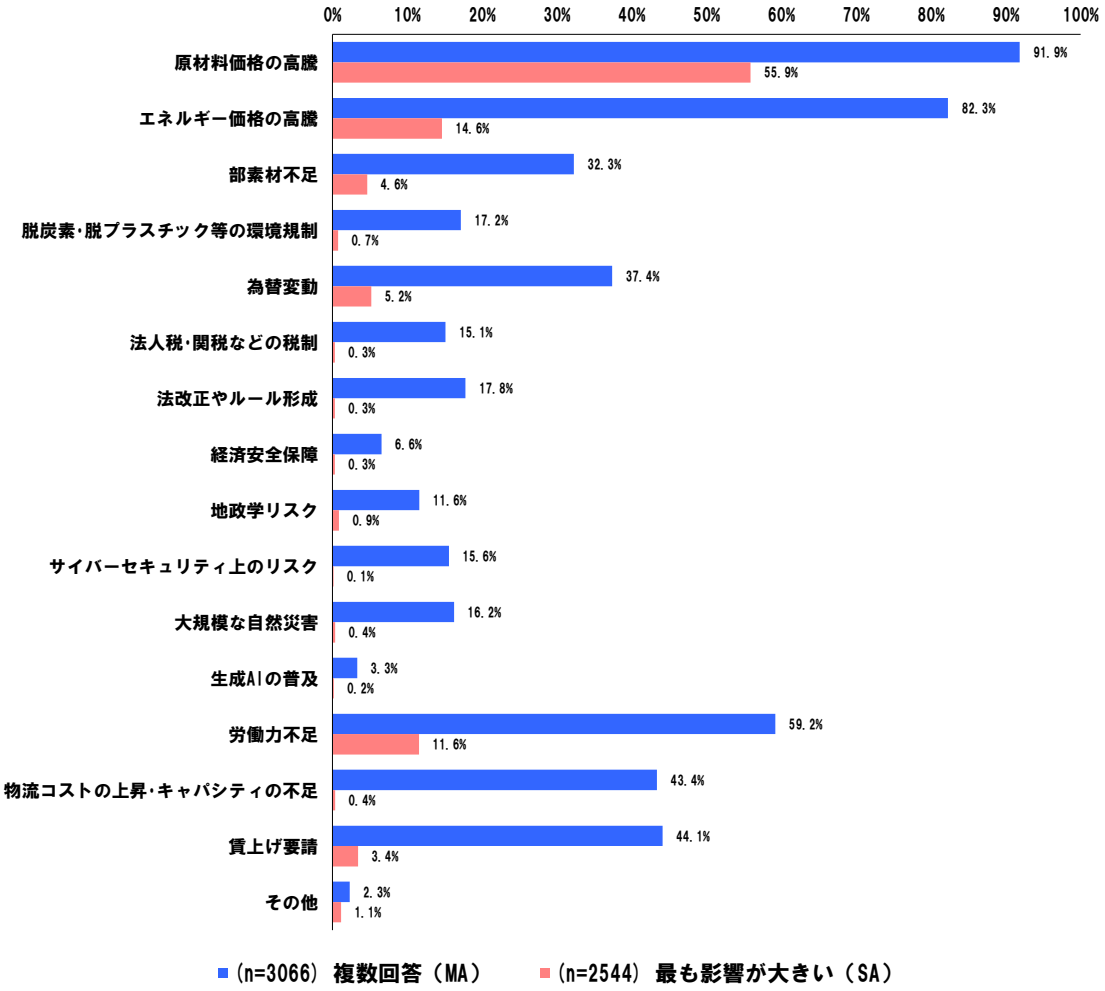
① グローバル経済・社会状況の変化のうち、事業に影響があるもの

昨今のグローバル経済・社会状況の変化のうち、事業に影響があるものを尋ねたところ、複数回答においては、「原材料価格の高騰（91.9%）」と「エネルギー価格の高騰（82.3%）」を挙げる企業の割合が突出して高く、「労働力不足（59.2%）」などをはじめとする３位以下を大きく上回っている。

また、最も事業に影響するものとしては「原材料価格の高騰」が 55.9%と半数強を占めており、以下、「エネルギー価格の高騰」（14.6%）、「労働力不足」（11.6%）の順となっている。

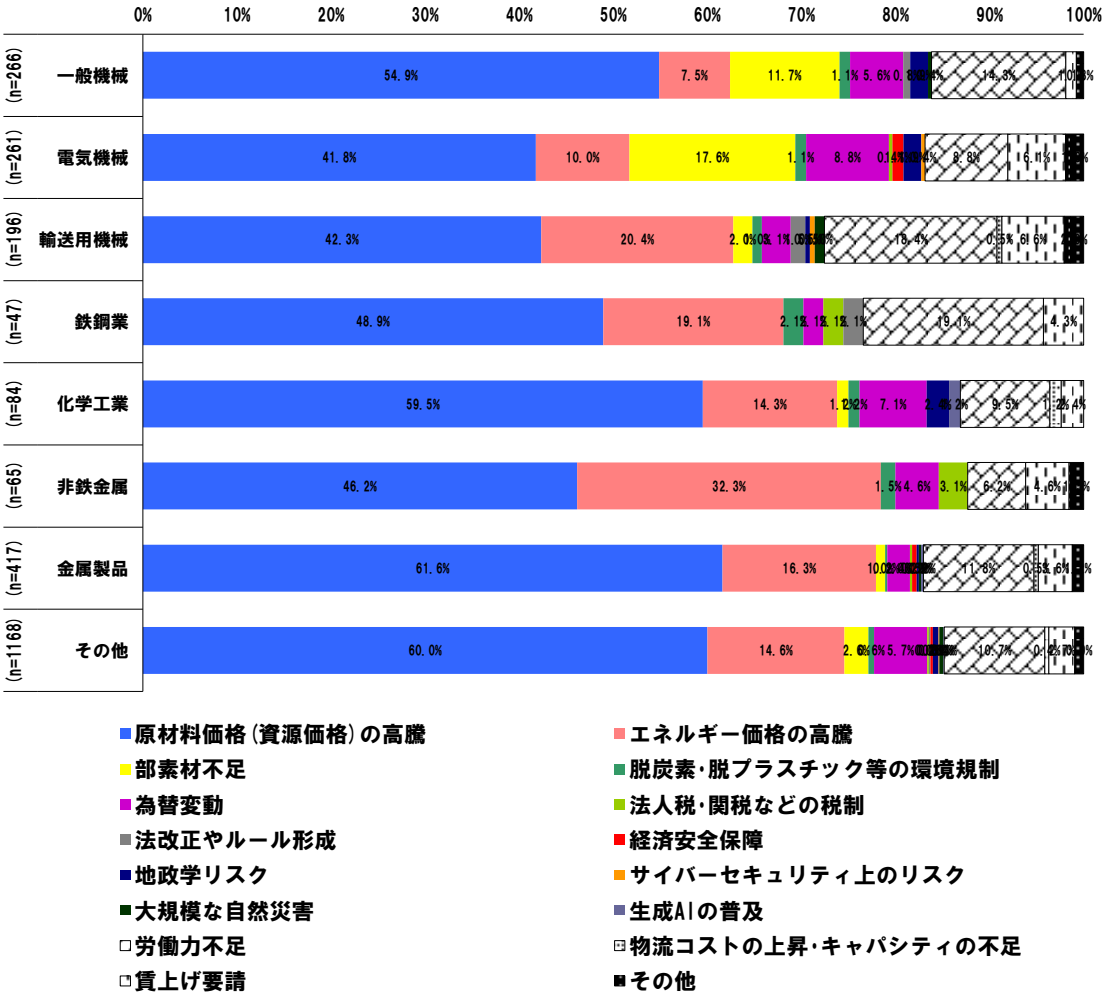
こうしたことから、原材料価格やエネルギー価格の高騰による影響の大きさがうかがえる。また、事業に影響があるその他事象としては、複数回答でみた場合、「労働力不足（59.2%）」、「賃上げ要請（44.1%）」、「物流コストの上昇・キャパシティの不足（43.4%）」、「為替変動（37.4%）」、「部素材不足（32.3%）」などが挙げられている。

図表 41 グローバル経済・社会状況の変化のうち、事業に影響があると考えられるもの（MA・SA）



事業に最も影響が大きいものを主要業種別にみると、回答割合は業種間で差があるものの、全ての業種において「原材料価格（資源価格）の高騰」が最上位に挙げられている。これに次ぐ第 2 位は、一般機械と電気機械を除く業種において「エネルギー価格の高騰」が挙げられており、特に非鉄金属の回答割合が他の業種に比べて高い。また、「部素材不足」については、一般機械や電気機械の割合が他の業種に比べて高くなっている。

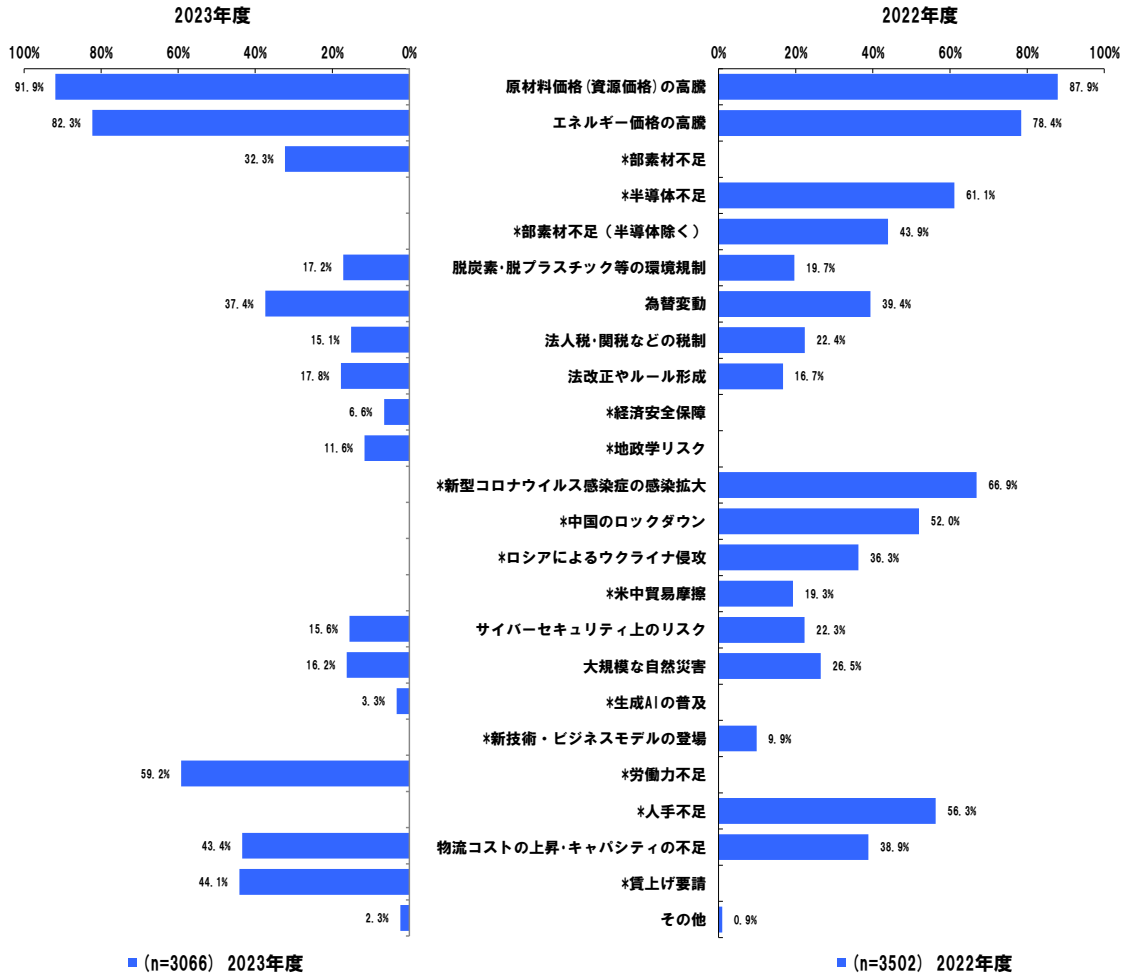
図表 42 グローバル経済・社会状況の変化のうち、事業に最も影響があると考えられるもの（SA） ＜主要業種別＞



さらに、2022 年度調査と 2023 年度調査の結果を比較すると、2022 年度から 2023 年度にかけて割合が上昇した項目としては、「物流コストの上昇・キャパシティの不足（+4.5 ポイント）」「原材料価格の高騰（+4.0 ポイント）」「エネルギー価格の高騰（+3.8 ポイント）」等が挙げられる。

一方、「部素材不足」や「地政学リスク」に関しては、調査年度間で選択肢項目が異なる点に留意が必要だが、回答割合が低下していることがうかがえる。

図表 43 グローバル経済・社会状況の変化のうち、事業に影響があると考えられるもの（MA）<時系列比較>



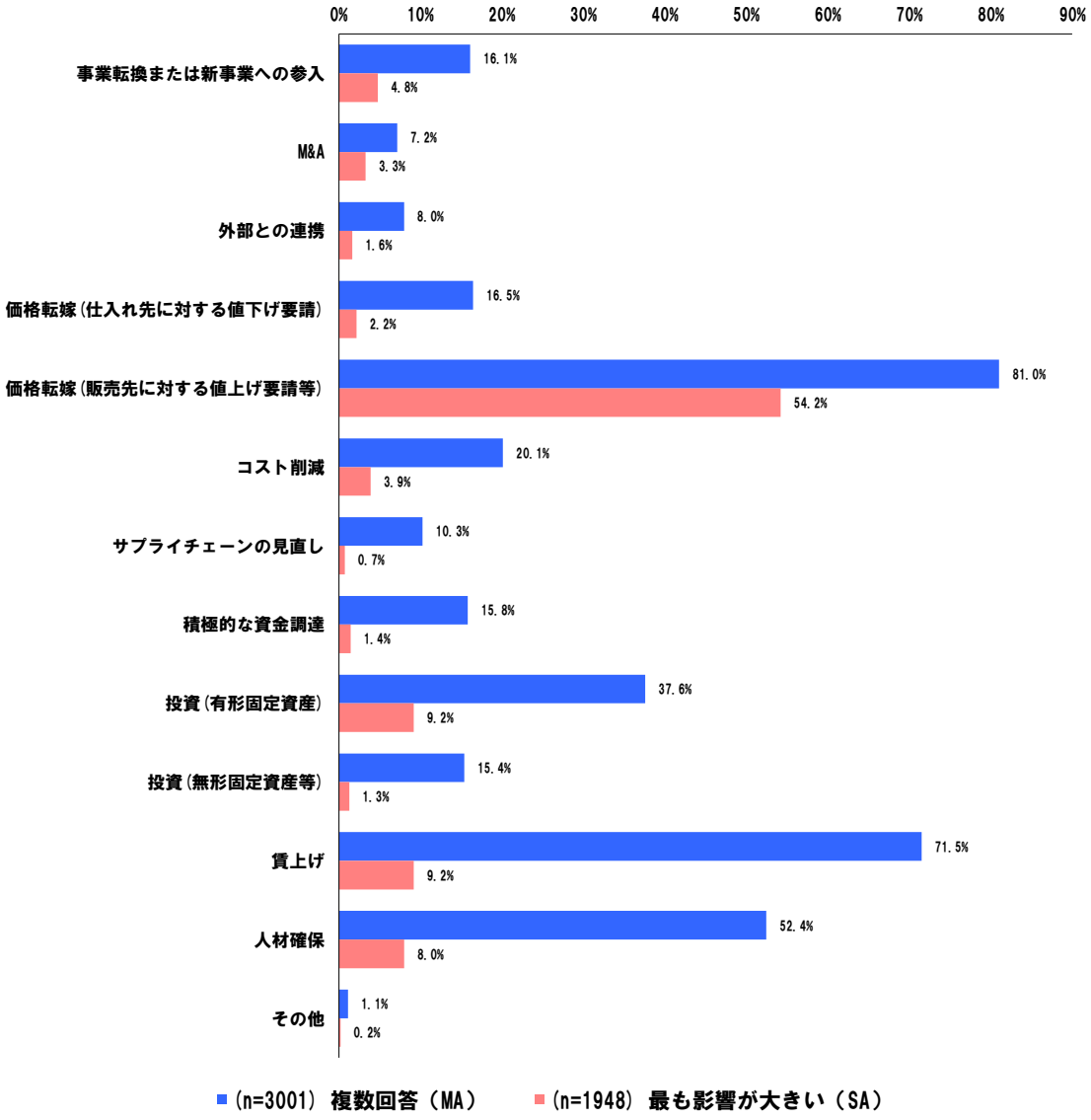
備考）*印：2022 年度調査と 2023 年度調査で設問対象が異なる

② 直近3年間で実施した企業行動

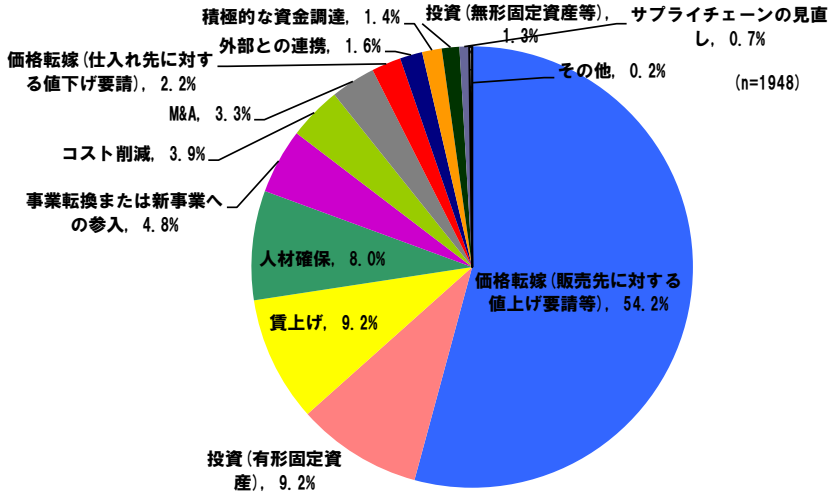
直近3年間で実施した企業行動については、複数回答の場合、「価格転嫁(販売先に対する値上げ要請等)」の割合が最も高く 81.0%である。次いで、「賃上げ（71.5%）」、「人材確保（52.4%）」の順となっており、これら上位 3 項目の回答割合はいずれも 5 割を超えている。

また、自社事業に影響が大きいと考えられる企業行動としては、「価格転嫁(販売先に対する値上げ要請等)」の割合が 54.2%と半数以上を占めており、「投資(有形固定資産)（9.2%）」をはじめとする 2 位以下を大きく上回っている。

図表 44 直近3年間で実施した企業行動（MA・SA）



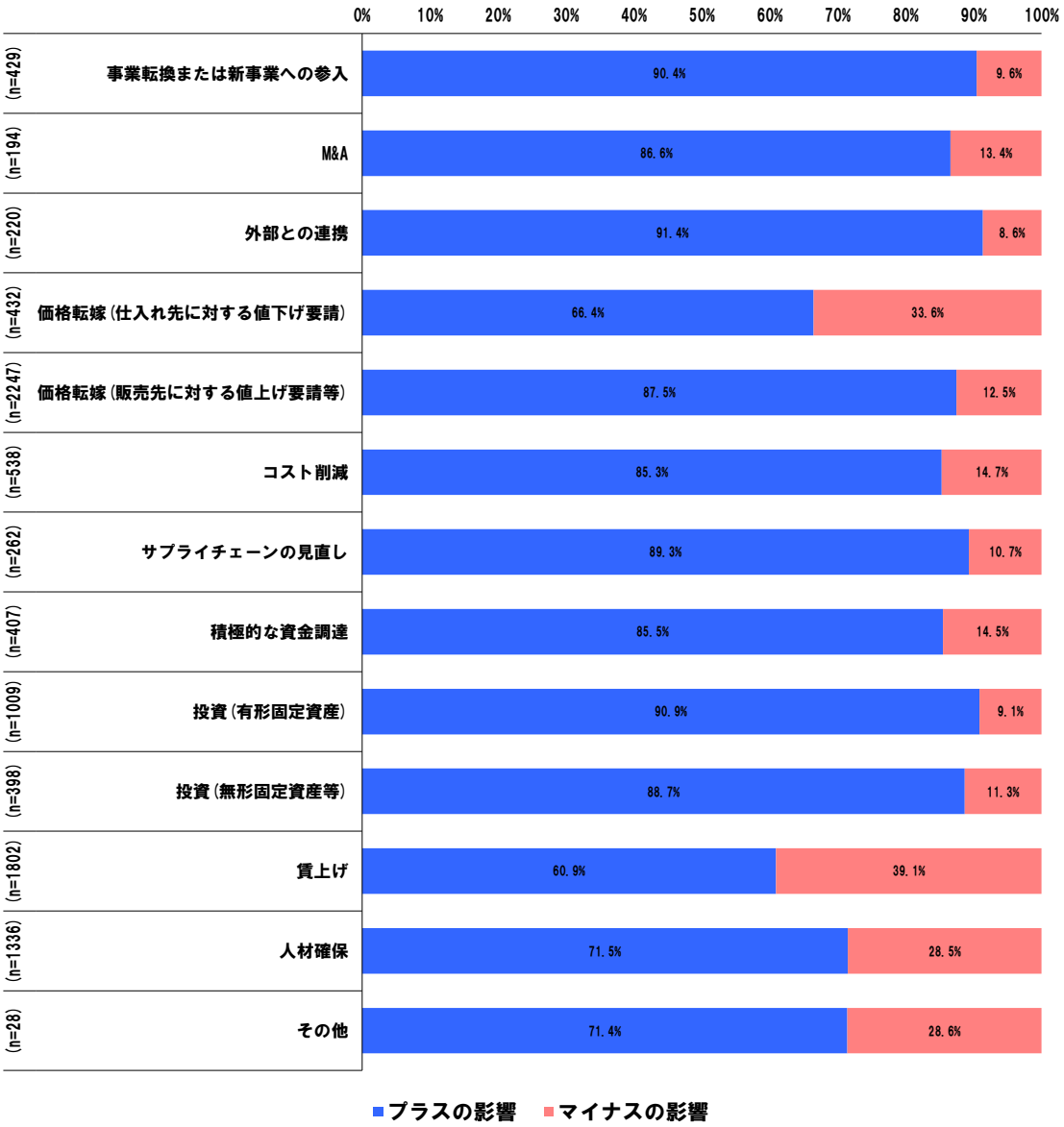
図表 45 直近3年間の企業行動のうち、最も事業に影響が大きいもの（SA）



さらに、直近3年間で実施した企業行動による影響について尋ねたところ、いずれの項目においても、「プラスの影響」の割合が「マイナスの影響」を大きく上回っている。

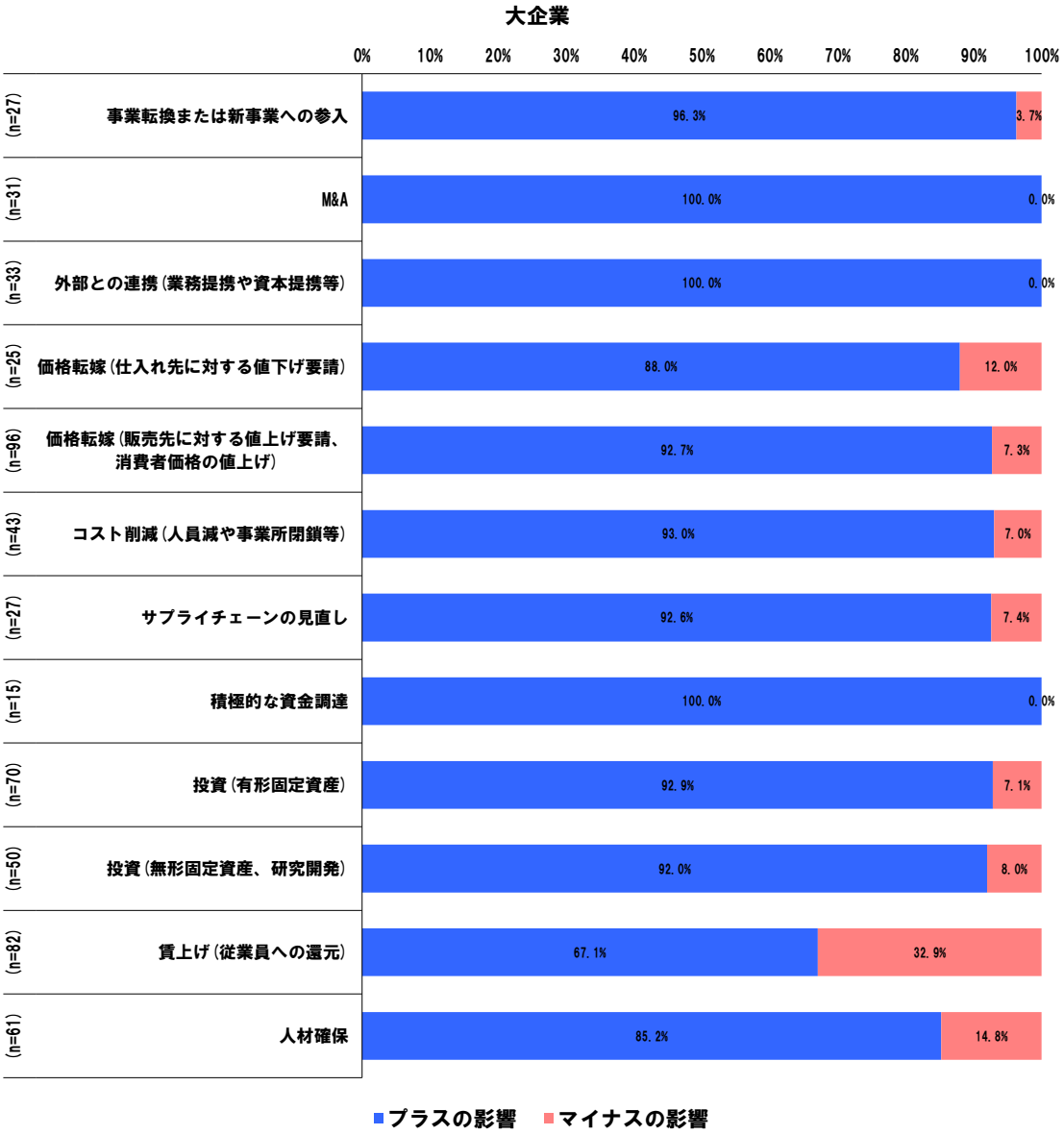
「マイナスの影響」の割合が大きいものとしては、「賃上げ（39.1%）」が最も高く、以下、「価格転嫁(仕入れ先に対する値下げ要請)（33.6%）」、「その他（28.6%）」、「人材確保（28.5%）」の順となっている。これらのうち、「その他」を除く 3 項目は、直近3年間で実施した企業行動の上位 3 つに挙げられており、マイナスの影響が大きいことがわかる。

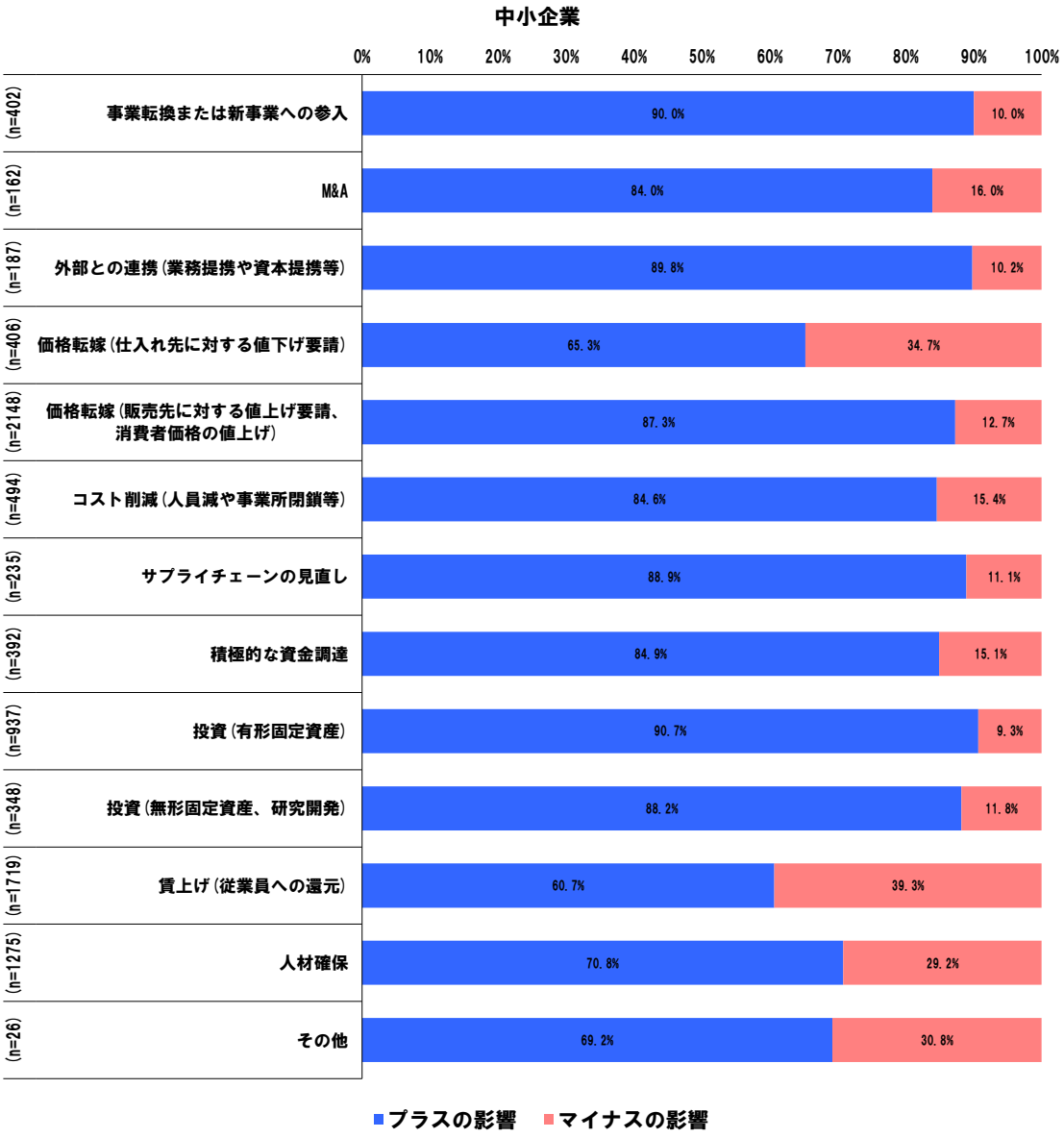
図表 46 企業活動への影響（SA）



企業規模別にみると、大企業の n 数が少ないため大企業と中小企業との比較が難しい項目があるものの、いずれの項目においても「マイナスの影響」と受け取る割合は、中小企業が大企業を上回っている。直近3年間で実施した企業行動による影響については、大企業よりも中小企業の方がマイナスの影響が大きいと考えられる。

図表 47 企業活動への影響（SA）<企業規模別>



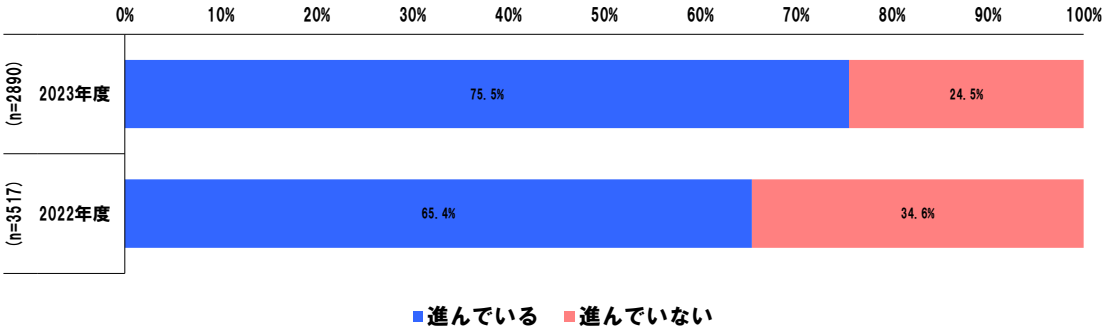


③ 価格転嫁の状況

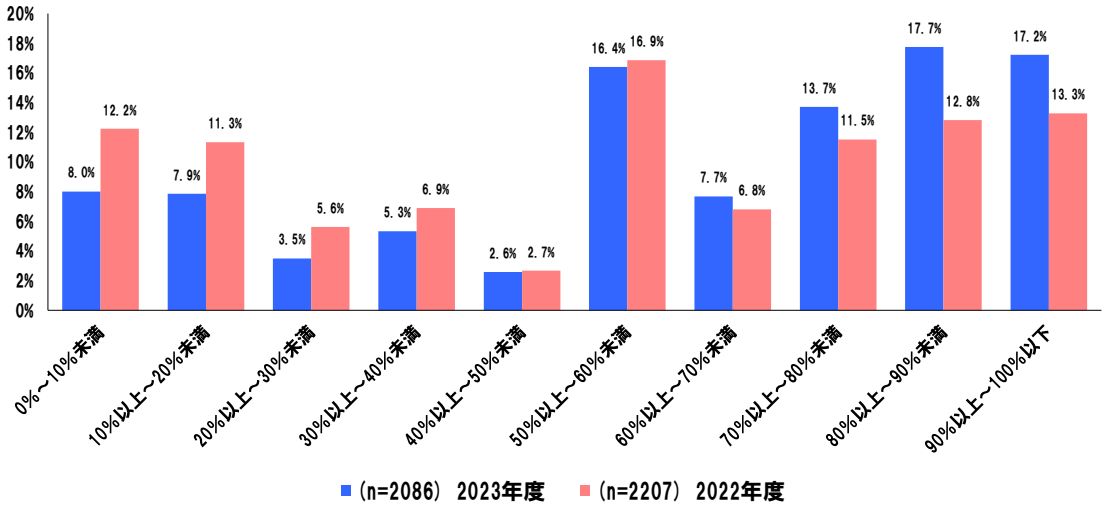
製造・販売する製品や部材への原材料調達における高騰分の価格転嫁の状況については、価格転嫁が「進んでいる」と回答した企業が 75.5%と約 4 分の 3 を占め、「進んでいない（24.5%）」を大きく上回る。2022 年度調査と比較すると、価格転嫁が「進んでいる」の割合が 65.4%から約 10 ポイント上昇している。

また、価格転嫁が「進んでいる」と回答した企業にどの程度価格転嫁ができているかを尋ねたところ、70%以上の各階層では、2022年度調査よりも2023 年度調査の回答割合が高くなっており、70%以上の合計シェアで比較すると、2022 年度調査の 37.6%に対して 2023 年度調査では 48.7%と約 10 ポイント上昇している。

図表 48 価格転嫁の状況（SA）



図表 49 転嫁できている割合（NA）

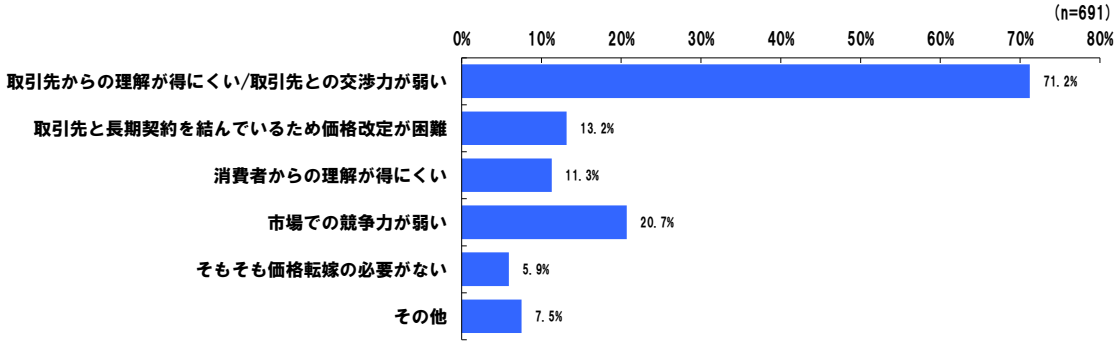


備考）NA（数量回答）をもとに上記区分で集計を行っている。

④ 価格転嫁が進んでいない要因

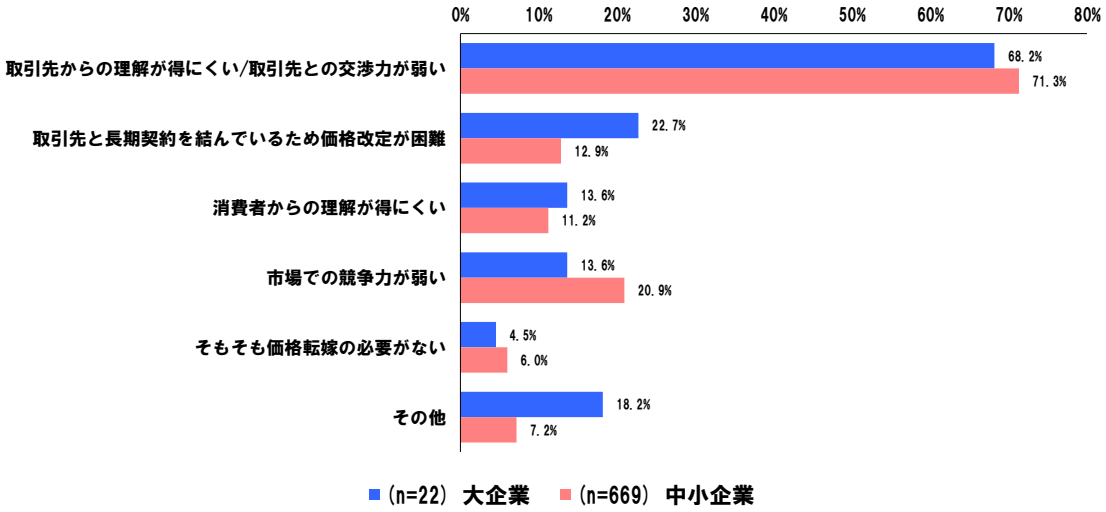
一方、価格転嫁が「進んでいない」と回答した企業にその要因を尋ねたところ、7割以上が「取引先からの理解が得にくい/取引先との交渉力が弱い」を挙げており、他の項目より高い。

図表 50 価格転嫁が進んでいない要因（MA）



企業規模別にみると、大企業の回答数が少ない点に留意が必要であるが、大企業・中小企業のいずれにおいても、「取引先からの理解が得にくい/取引先との交渉力が弱い」が突出して高くなっている。

図表 51 価格転嫁が進んでいない要因（MA）＜企業規模別＞



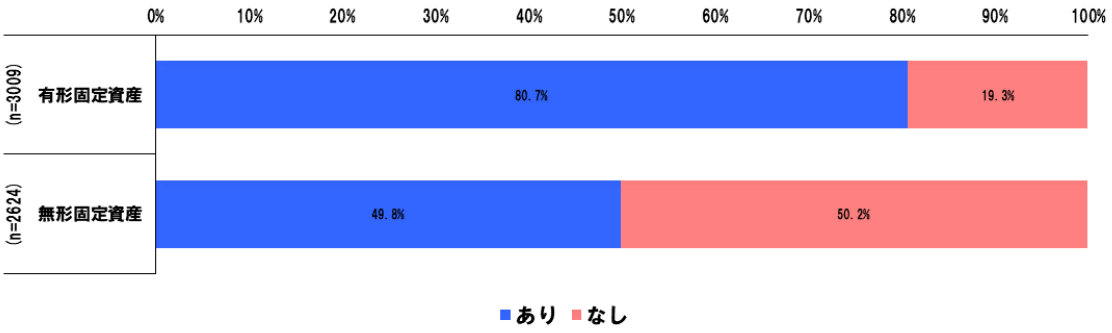
4 設備投資の動向（連結ベース）

① 直近１年間の設備投資（有形固定資産・無形固定資産）

有形固定資産と無形固定資産について直近１年間における設備投資の有無を尋ねたところ、有形固定資産への設備投資を行った企業は 80.7%を占める。

一方、無形固定資産については、設備投資を行った企業の割合は 49.8%と有形固定資産よりも低く、設備投資を行わなかった企業と割合が拮抗している。

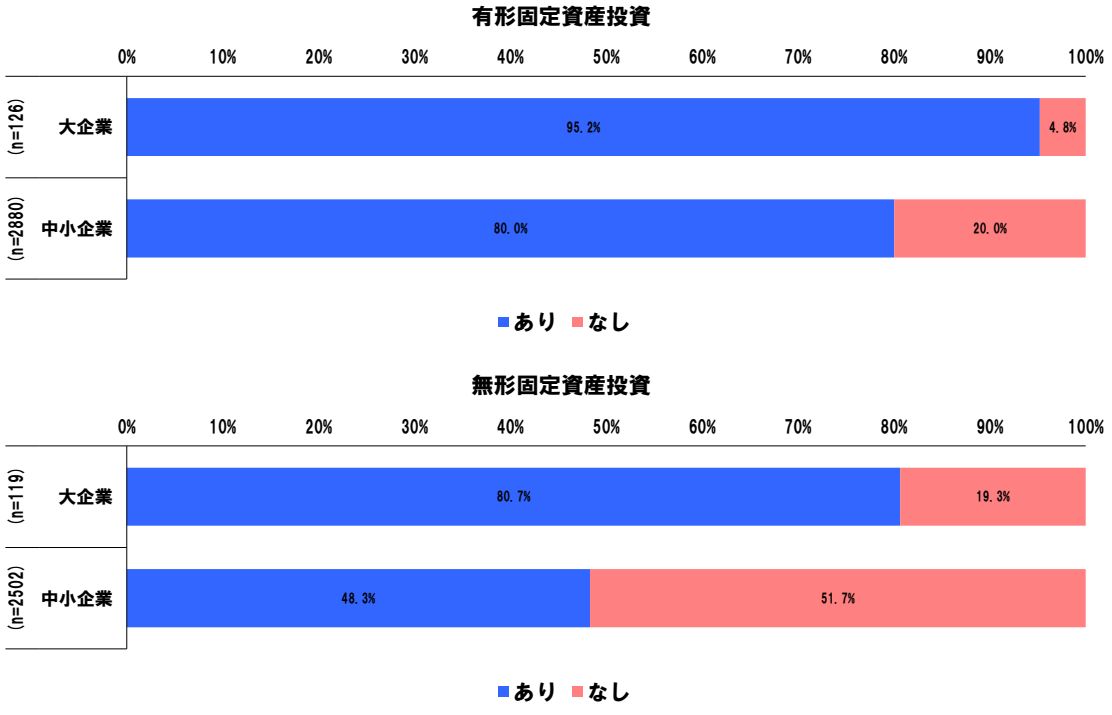
図表 52 設備投資の有無（SA）



企業規模別にみると、有形固定資産・無形固定資産とも、設備投資が「あり」の割合は中小企業よりも大企業の方が高い。

また、大企業・中小企業のそれぞれにおいて、有形固定資産と無形固定資産を比較すると、無形固定資産よりも有形固定資産への設備投資が「あり」とする割合が高い。

図表 53 設備投資の有無（SA） <企業規模別>

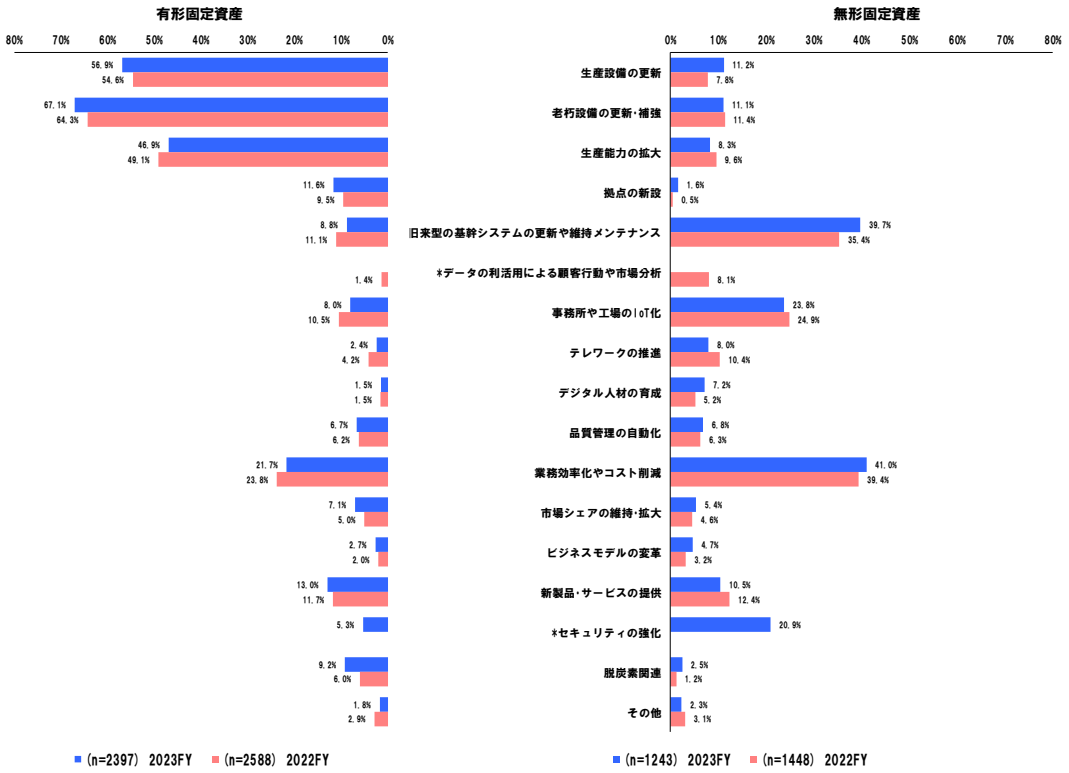


設備投資の目的については、有形固定資産と無形固定資産との間で顕著な差がみられる。有形固定資産の場合、「老朽設備の更新・補強」の割合が 67.1%を占め最も高く、「生産設備の更新（56.9%）」、「生産能力の拡大（46.9%）」が続いている。

一方、無形固定資産については、「業務効率化やコスト削減（41.0%）」と「旧来型の基幹システムの更新や維持メンテナンス（39.7%）」の割合が高く4割程度を占める。その他、「事務所や工場の IoT 化（23.8%）」や「セキュリティの強化（20.9%）」等の目的で設備投資が行われている。

また、2023 年度調査と 2022 年度調査の結果を比較すると、大きな変化はみられない。

図表 54 設備投資の目的（MA）

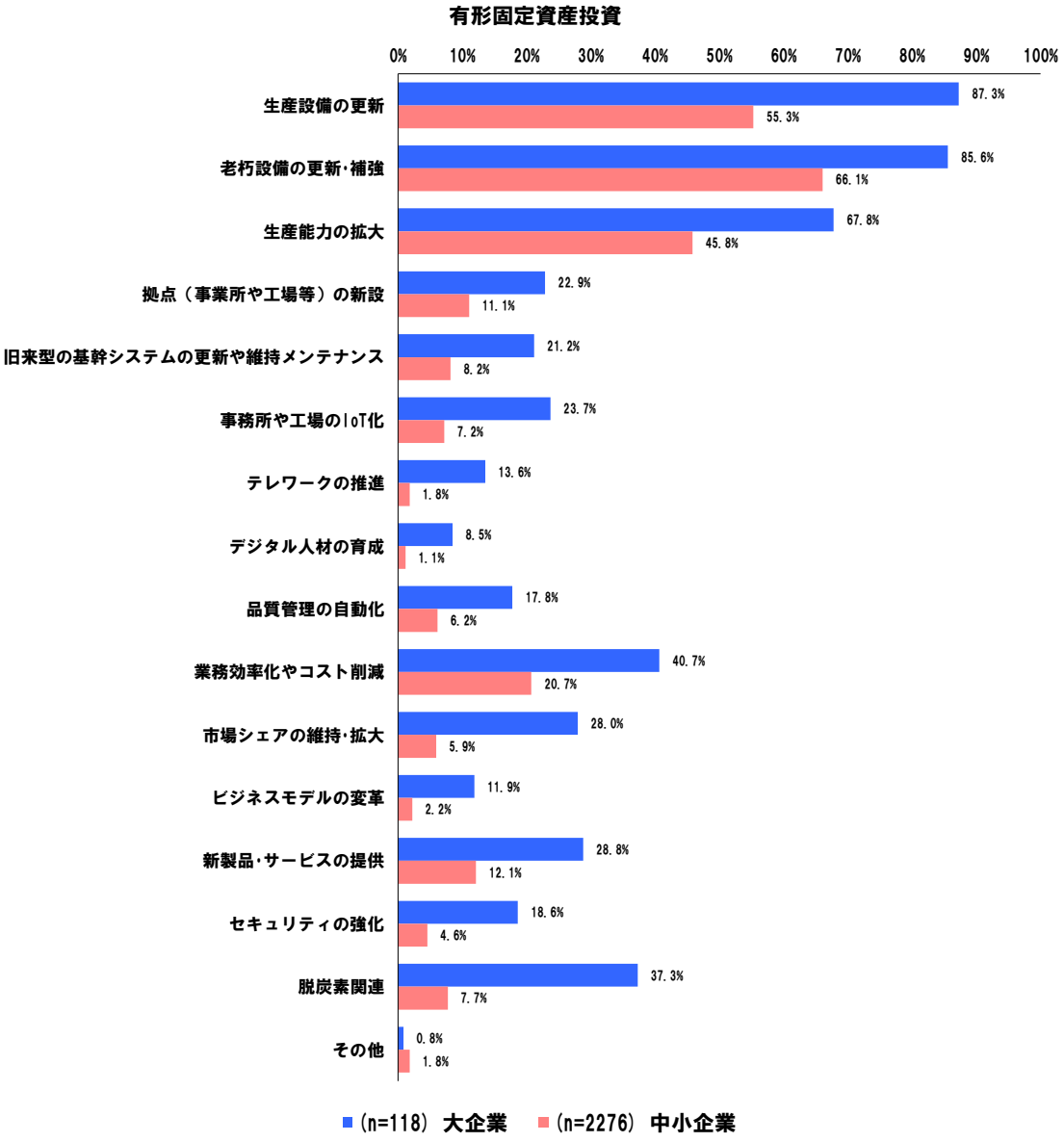


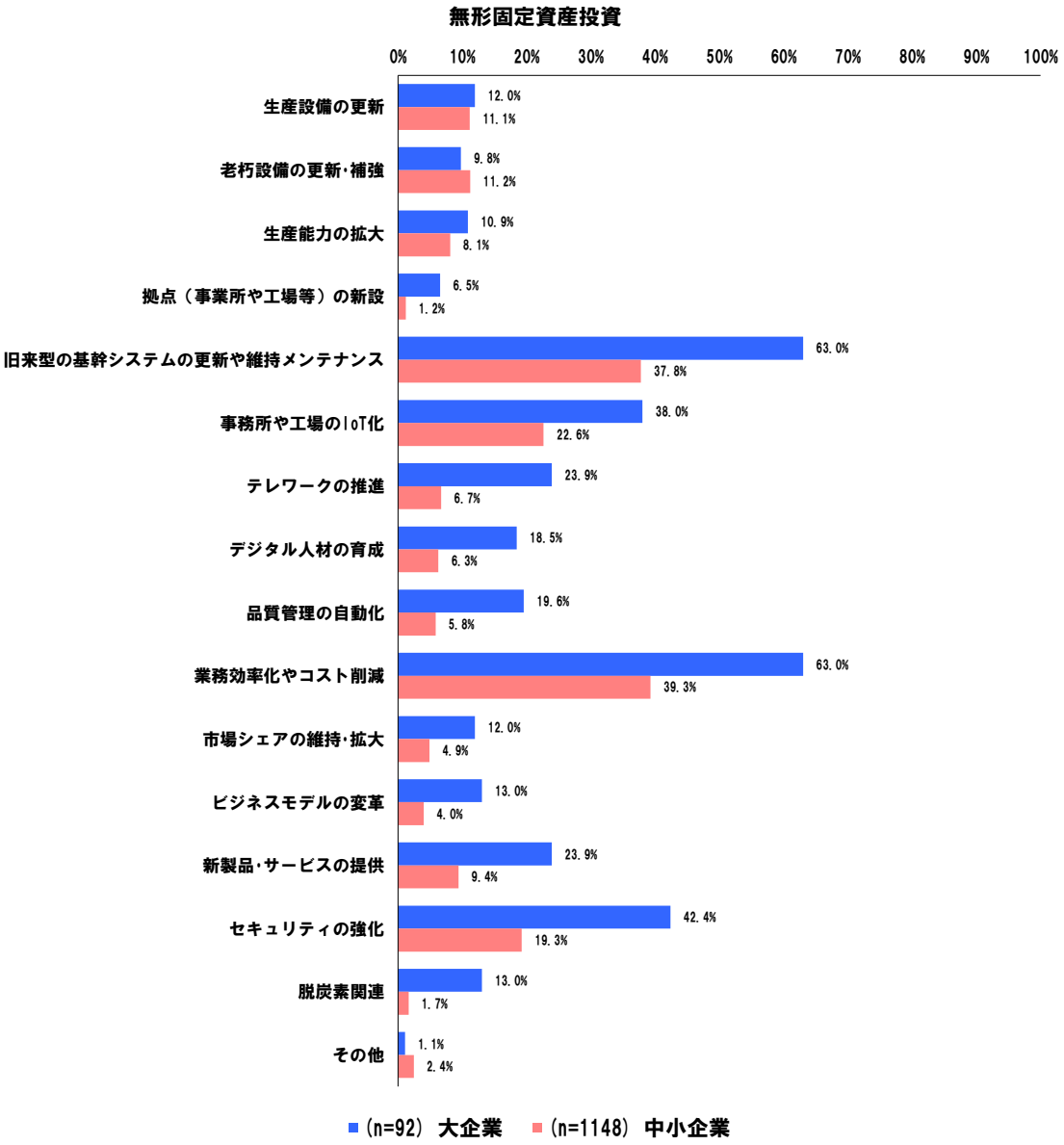
備考）「*データの利活用による顧客行動や市場分析」は 2022 年度調査のみ、「*セキュリティの強化」は 2023 年度調査のみで把握

企業規模別にみると、有形固定資産については、「その他」を除く全ての目的において大企業の回答割合が中小企業を上回っており、大企業の方がより多様な目的で設備投資を行っていることがうかがえる。特に「生産設備の更新」や「脱炭素関連」といった目的においては回答割合の乖離が大きく、大企業が中小企業を 30 ポイント前後上回っている。

無形固定資産においても、ほとんどの目的において大企業の回答割合が中小企業を上回っている。特に「旧来型の基幹システムの更新や維持メンテナンス」「業務効率化やコスト削減」「セキュリティの強化」といった目的では回答割合の乖離が大きくなっている。

図表 55 設備投資の目的（MA）＜企業規模別＞





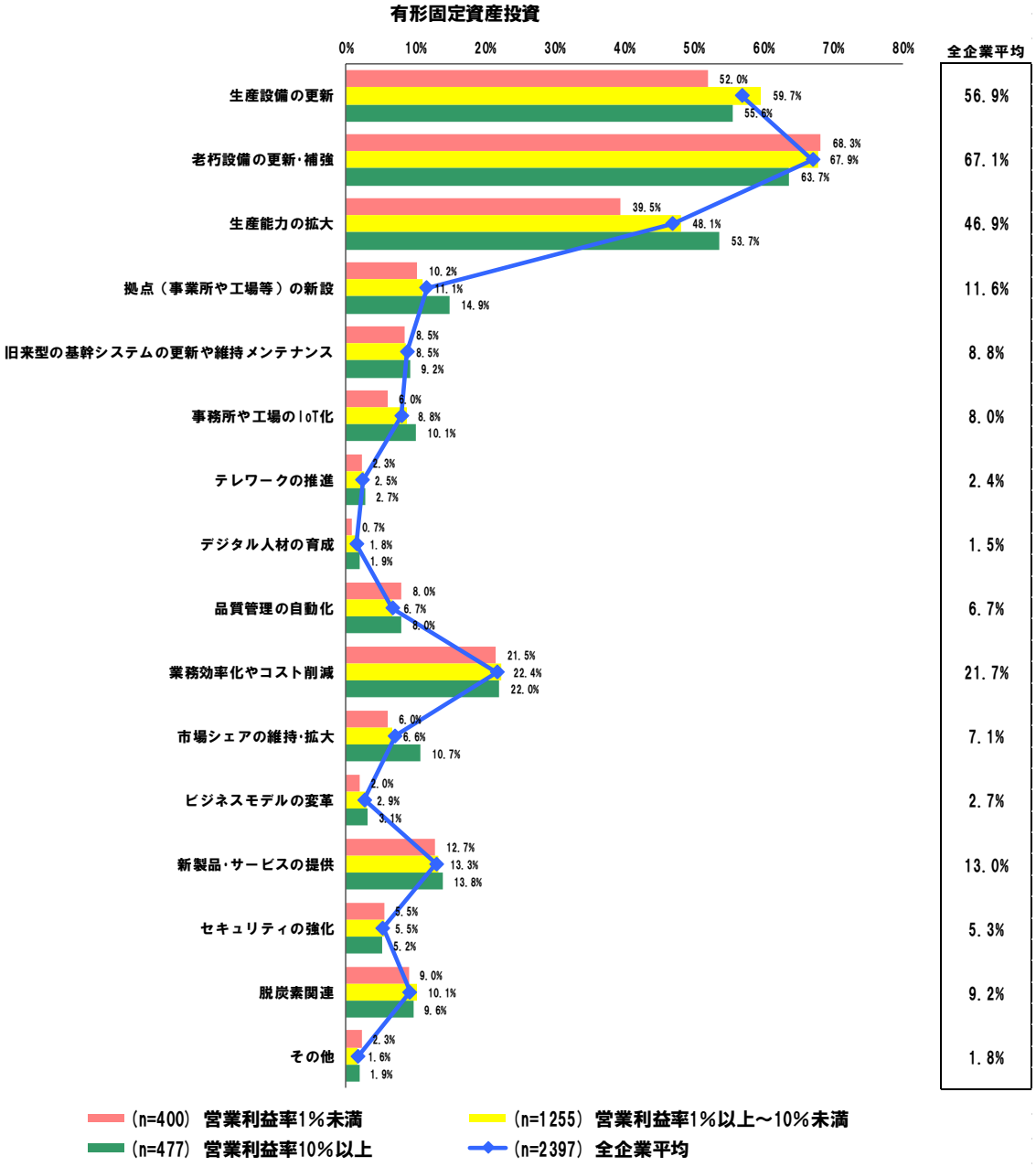
さらに、営業利益率別にみると、有形固定資産の場合、いずれの階層においても上位４項目の順序は共通で、「老朽設備の更新・補強」「生産設備の更新」「生産能力の拡大」「業務効率化やコスト削減」の順となっている。

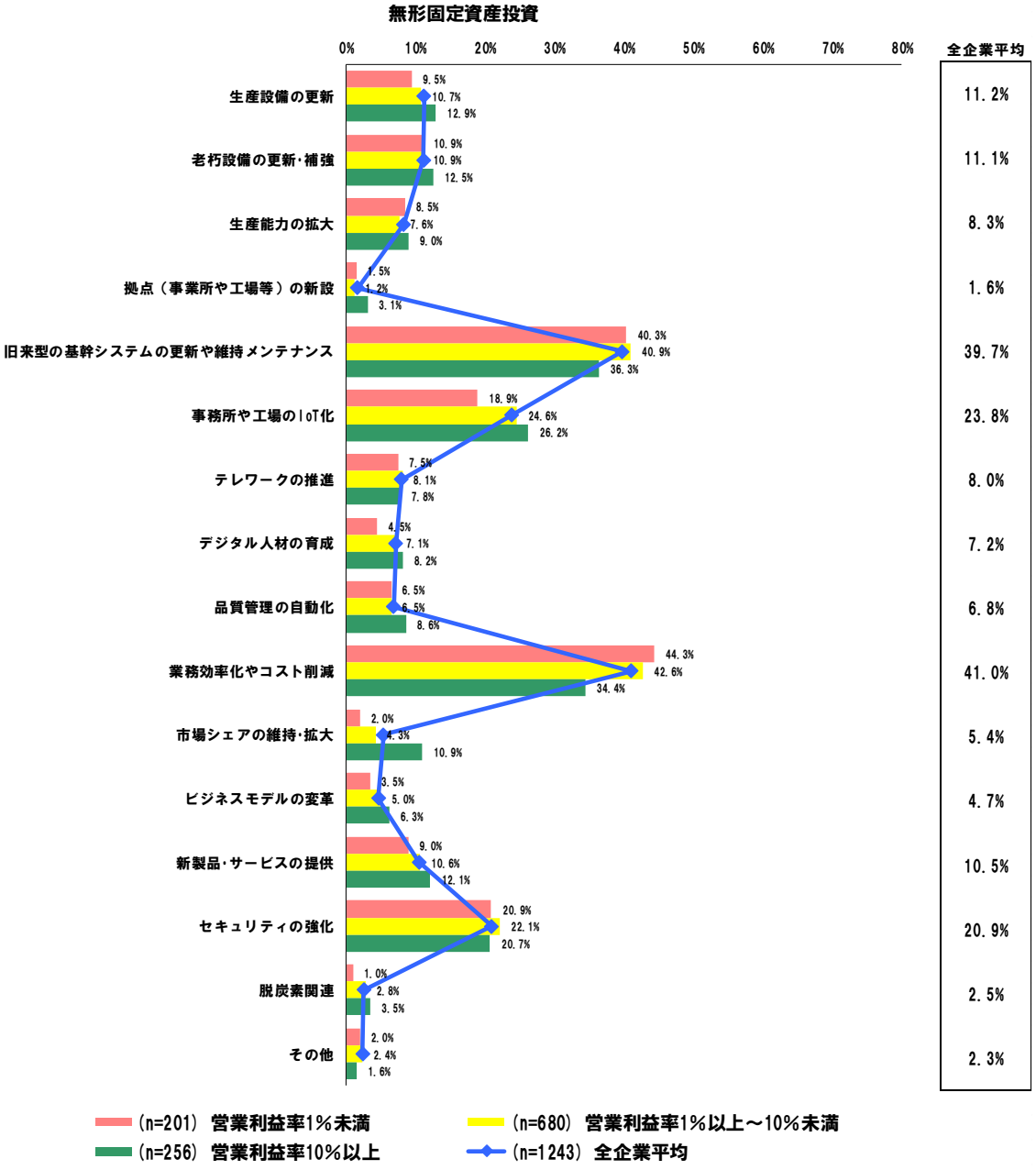
営業利益率が高くなるほど「生産能力の拡大」の回答割合が上昇しており、営業利益率が高い企業では生産能力の拡大のために有形固定資産の設備投資を行う傾向が強くなっている。その他、回答割合自体は低いものの、「拠点（事業所や工場等）の新設」「事務所や工場の IoT 化」「市場シェアの維持・拡大」といった目的についても、営業利益率が高くなるほど回答割合が上昇する傾向がみられる。一方、各階層において最も回答割合が高い「老朽設備の更新・補強」については、上記とは逆に営業利益率が低くなるほど回答割合が上昇している。

無形固定資産については、順位の入れ替えはあるものの、回答割合が高い項目は各階層で共通である。営業利益率が低くなるほど、「業務効率化やコスト削減」や「旧来型の基幹システムの更新や維持メンテナンス」の回答割合が上昇している。一方、「事務所や工場のIoT 化」や「市場シェアの維持・拡大」等については、営業利益率が高くなるほど回答割合が上昇している。

有形固定資産・無形固定資産のいずれにおいても、営業利益率が低い企業では、旧来型の設備・システムの更新・維持等のために投資を行う傾向がみられる。

図表 56 設備投資の目的（MA）＜営業利益率別＞



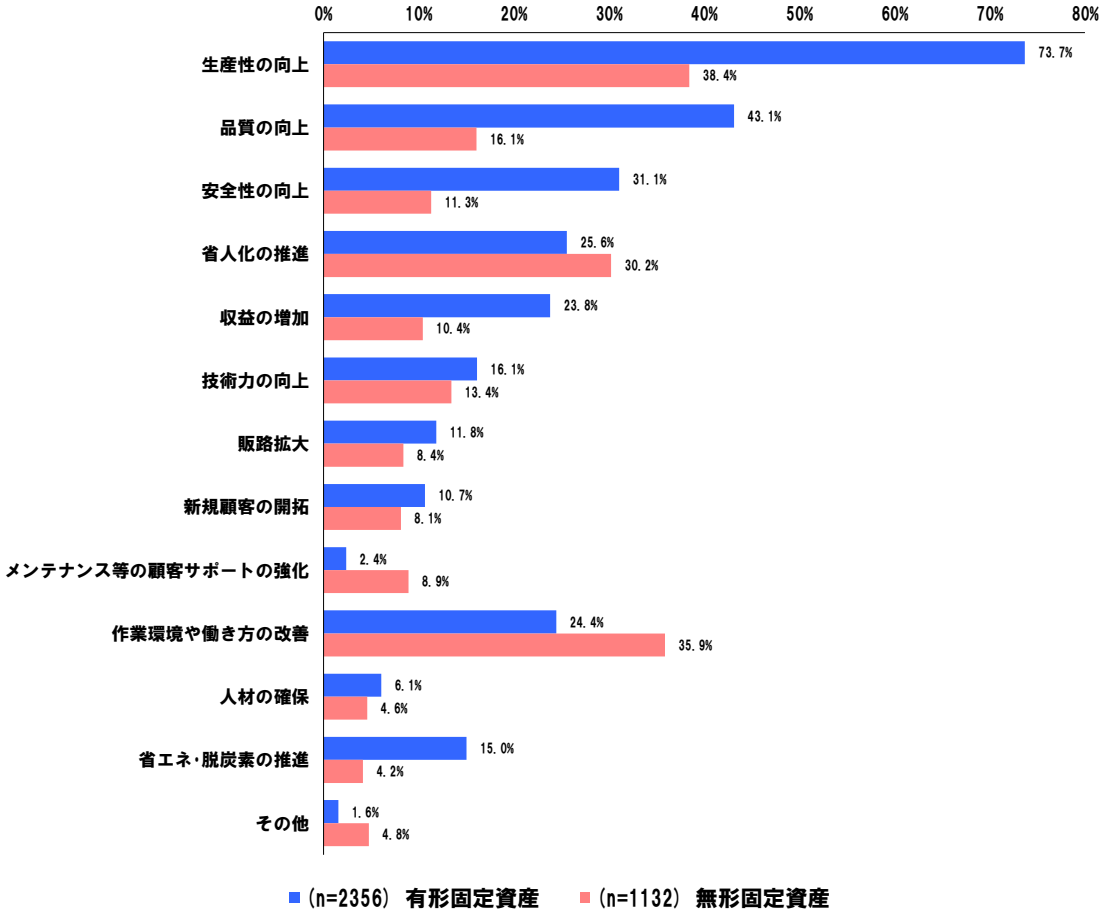

無形固定資産投資
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%
70%
80%
全企業平均
生産設備の更新
9.5%
10.7%
12.9%
11.2%
老朽設備の更新・補強
10.9%
10.9%
12.5%
11.1%
生産能力の拡大
8.5%
7.6%
9.0%
8.3%
拠点（事業所や工場等）の新設
1.5%
1.2%
3.1%
1.6%
旧来型の基幹システムの更新や維持メンテナンス
40.3%
40.9%
36.3%
39.7%
事務所や工場のIoT化
18.9%
24.6%
26.2%
23.8%
テレワークの推進
7.5%
8.1%
7.8%
8.0%
デジタル人材の育成
4.5%
7.1%
8.2%
7.2%
品質管理の自動化
6.5%
6.5%
8.6%
6.8%
業務効率化やコスト削減
44.3%
42.6%
34.4%
41.0%
市場シェアの維持・拡大
2.0%
4.3%
10.9%
5.4%
ビジネスモデルの変革
3.5%
5.0%
6.3%
4.7%
新製品・サービスの提供
9.0%
10.6%
12.1%
10.5%
セキュリティの強化
20.9%
22.1%
20.7%
20.9%
脱炭素関連
1.0%
2.8%
3.5%
2.5%
その他
2.0%
2.4%
1.6%
2.3%
(n=201) 営業利益率1%未満
(n=680) 営業利益率1%以上～10%未満
(n=256) 営業利益率10%以上
(n=1243) 全企業平均

設備投資の効果をみると、有形固定資産・無形固定資産のいずれにおいても、「生産性の向上」の割合が最も高い。

有形固定資産の場合、「生産性の向上」が 73.7%と突出しており、「品質の向上（43.1%）」、「安全性の向上（31.1%）」がこれに次ぐ。

無形固定資産については、「生産性の向上（38.4%）」、「作業環境や働き方の改善（35.9%）」、「省人化の推進（30.2%）」の順で、これら 3 項目の回答割合は 3 割超と他の項目を大きく上回っている。

図表 57 設備投資の効果（MA）



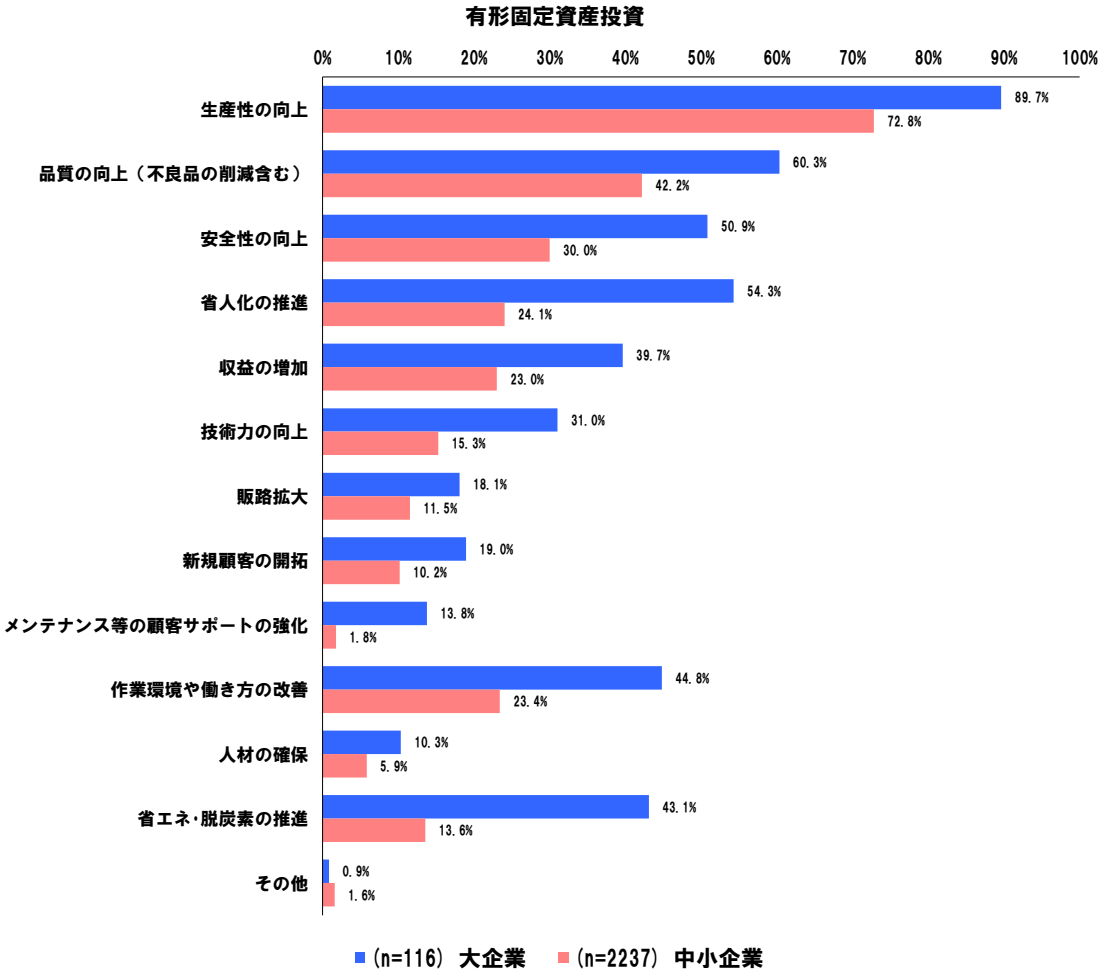
企業規模別にみると、有形固定資産・無形固定資産のいずれについても、「その他」を除く全ての項目において大企業の回答割合が中小企業を上回っており、大企業では、設備投資に伴ってより多様な効果を実感している傾向があるといえる。

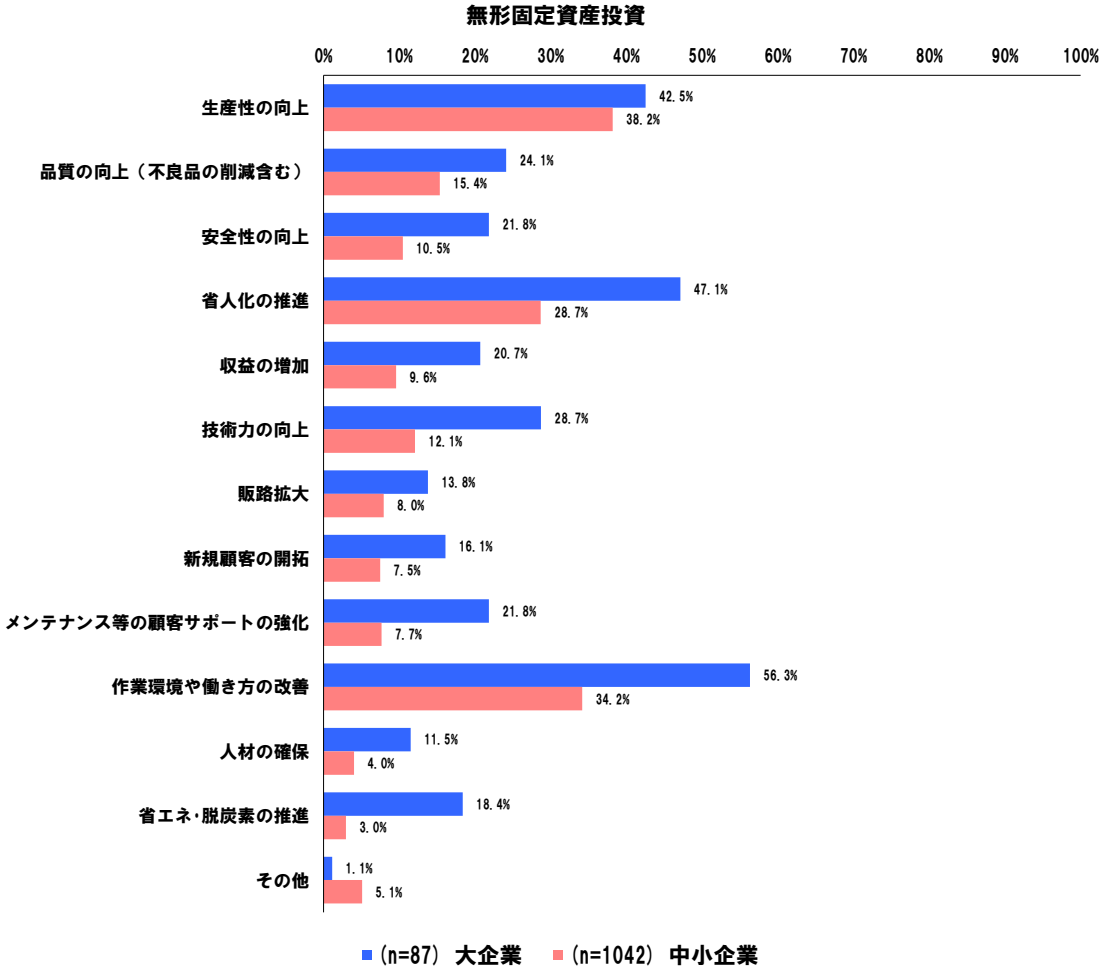
大企業と中小企業の回答割合の乖離幅に着目すると、有形固定資産の場合、「省人化の推進」や「省エネ・脱炭素の推進」といった項目で乖離幅が大きく、大企業が中小企業を 30 ポイント程度上回っている。前述した設備投資の目的についても、「生産設備の更新」や「脱炭素関連」では大企業の回答割合が中小企業を大きく上回っており、その影響が効果にも現れていると考えられる。

無形固定資産については、「作業環境や働き方の改善」をはじめ「省人化の推進」「技術

力の向上」「省エネ・脱炭素の推進」「メンテナンス等の顧客サポートの強化」などにおいて大企業と中小企業の乖離幅が大きく、これら項目において効果を得たとする大企業の割合が中小企業に比べて高い。

図表 58 設備投資の効果（MA）＜企業規模別＞



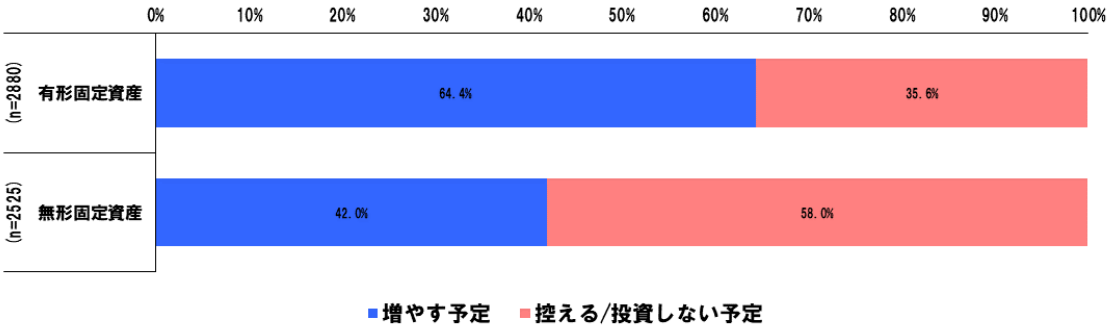


② 2024 年以降の設備投資（有形固定資産・無形固定資産）の予定

2024 年以降の設備投資の予定については、有形固定資産の場合、「増やす予定」が 64.4%を占め、「控える/投資しない予定（35.6%）」を上回っている。

一方、無形固定資産については、両者の比率が逆転しており、「増やす予定」の割合（42.0%）は有形固定資産より 20 ポイント以上下回っている。

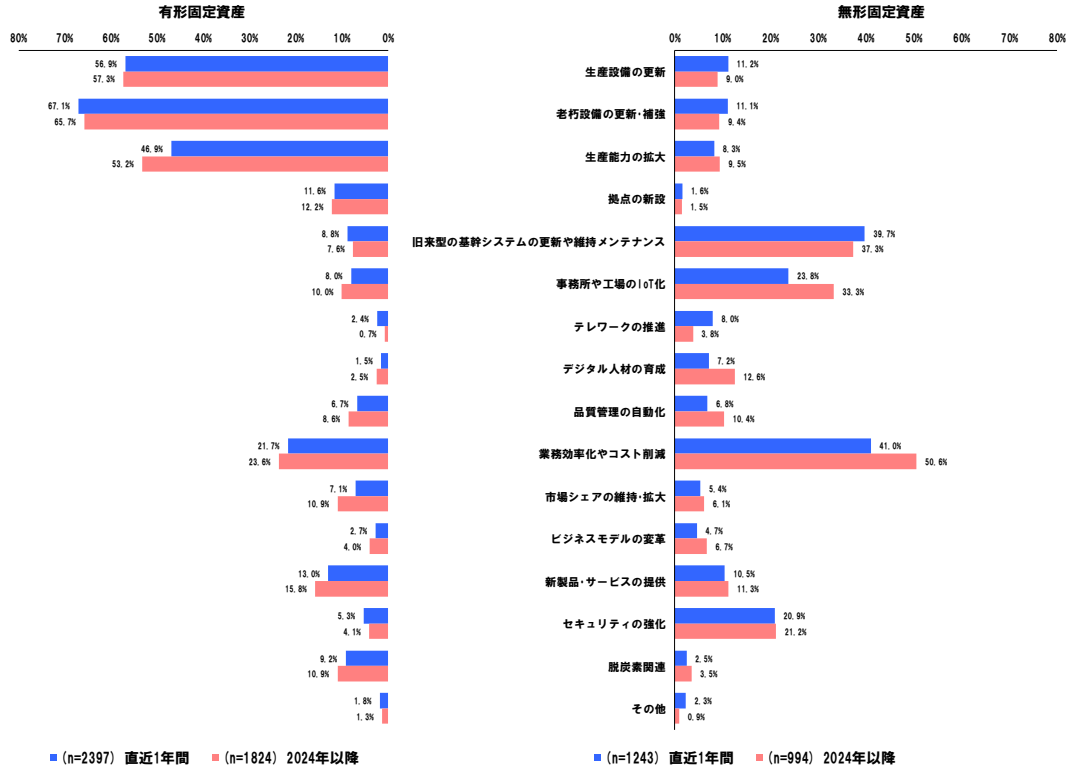
図表 59 2024年以降の設備投資の予定（SA）



投資の目的をみると、全体的には直近 1 年間の実績と同様の傾向がみられる。

また、直近 1 年間における回答割合との差分に着目すると、有形固定資産においては「生産能力の拡大」等の割合が上昇し、無形固定資産においては「業務効率化やコスト削減」や「事務所や工場の IoT 化」等の割合が上昇している。

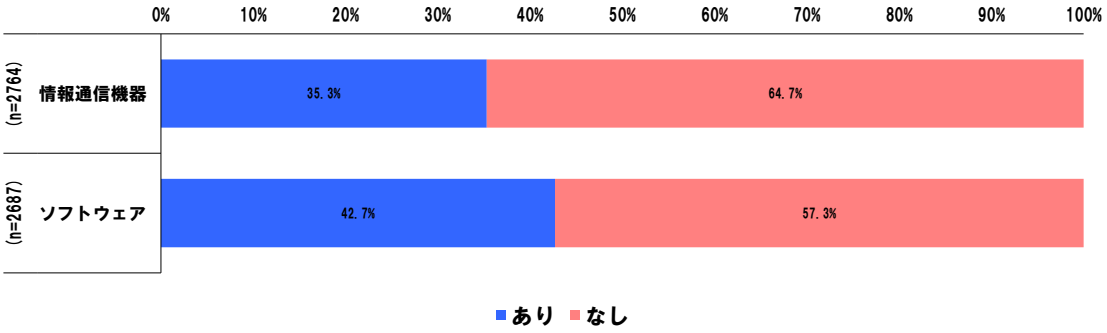
図表 60 2024年以降の設備投資の目的（MA）



③ 直近 1 年間の IT 投資（情報通信機器、ソフトウェア）

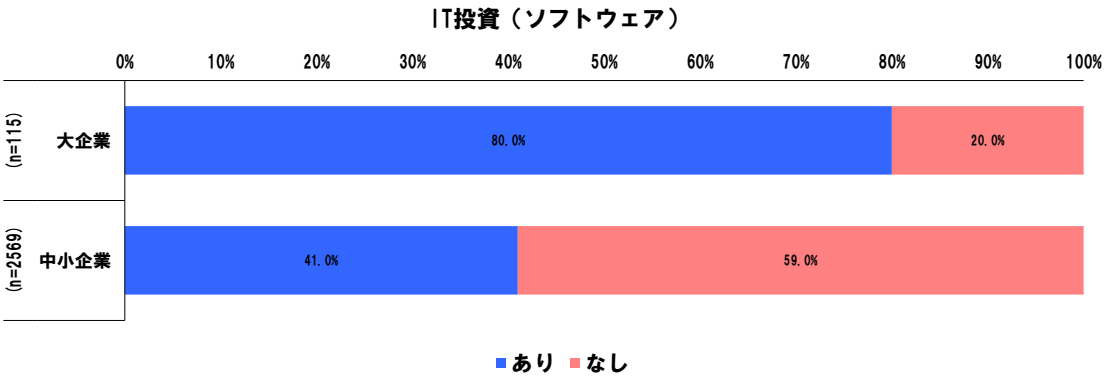
IT 投資の状況についてみると、情報通信機器に投資をしている割合が 35.3%、ソフトウェアに投資をしている割合が 42.7%となっており、ソフトウェアに投資している企業の割合が情報通信機器を上回っている。

図表 61 IT投資の状況（SA）



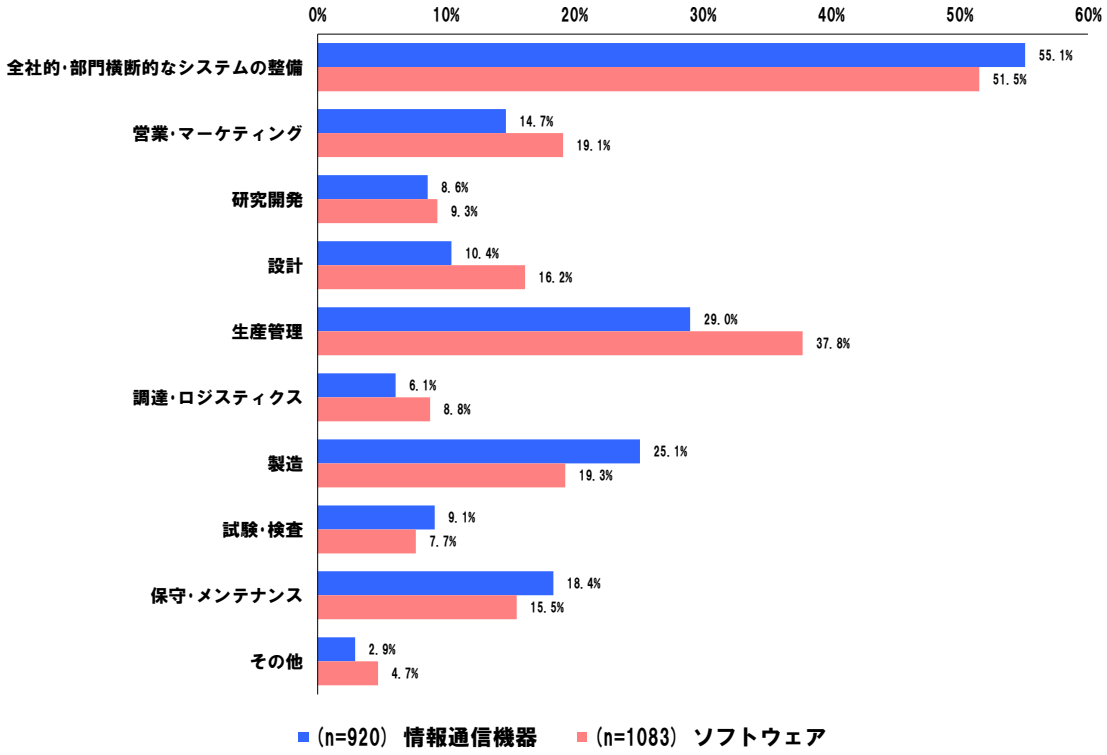
ソフトウェアへの投資有無について企業規模別に比較すると、直近 1 年間において投資が「あり」とする企業の割合は、大企業の 80.0%に対して中小企業では 41.0%と 2 倍程度の開きがみられる。

図表 62 IT投資の状況（SA）＜企業規模別＞



IT 投資の対象については、情報通信機器、ソフトウェアともに「全社的・部門横断的なシステム」の回答割合が最も高く、「生産管理」「製造」が続く。

図表 63 IT投資の対象（MA）

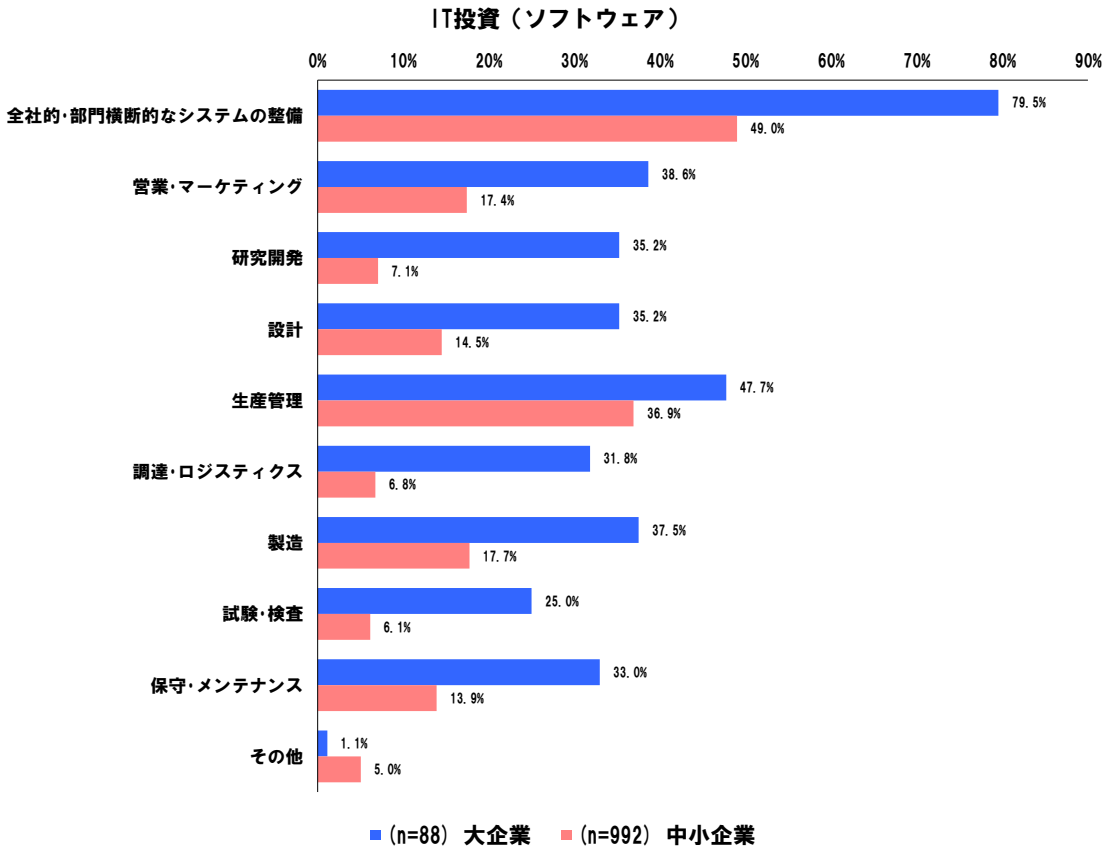


ソフトウェアについて企業規模別に比較すると、「その他」を除く全ての対象において大企業の回答割合が中小企業を上回っており、大企業の方がより多様な対象に対してソフトウェア投資を行っていることがうかがえる。

特に「全社的・部門横断的なシステムの整備」「研究開発」「調達・ロジスティクス」などの

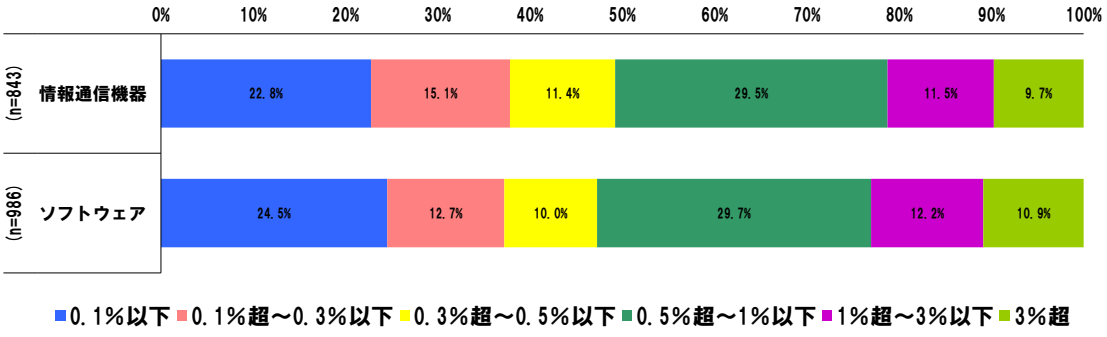
対象においては乖離幅が大きくなっている。

図表 64 IT投資の対象（MA）<企業規模別>



売上高に対する IT 投資額の割合を比較すると、情報通信機器とソフトウェアとで分布状況に大きな差はみられない。3%超の割合が 1 割前後、1%超の割合が 2 割強を占める。

図表 65 売上高に対するIT投資額の割合（SA）

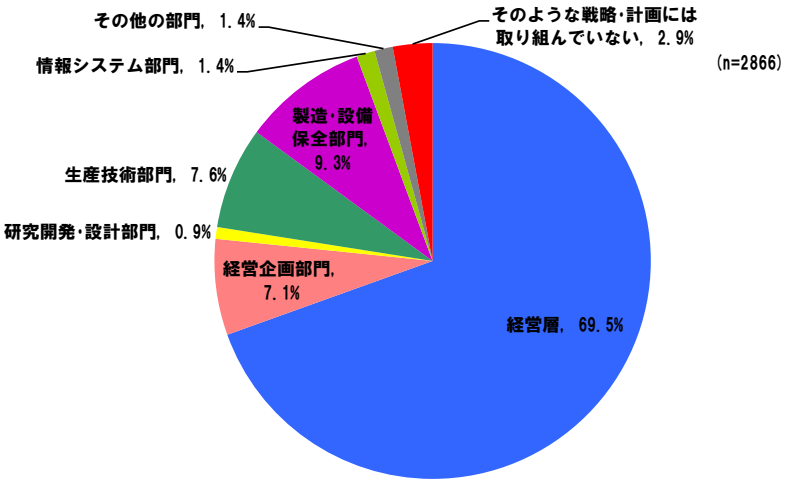


④ 戦略・計画の策定を主導する部門

今後の設備投資の可否を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門としては、「経営層」が 69.5%と全体の約 7 割を占めており、「製造・設備保全部門（9.3%）」などのその他部門を大きく上回っている。

なお、「そのような戦略・計画には取り組んでいない」企業が 2.9%存在する。

図表 66 今後の設備投資の可否を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門（SA）

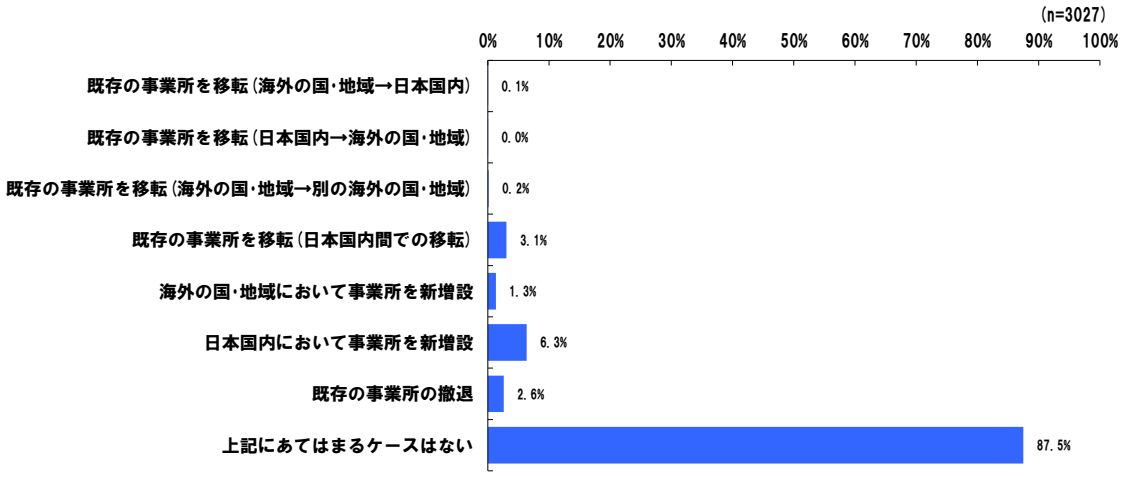


5 国内外における事業所立地

① 直近 1 年間の事業所の移転や新増設の状況

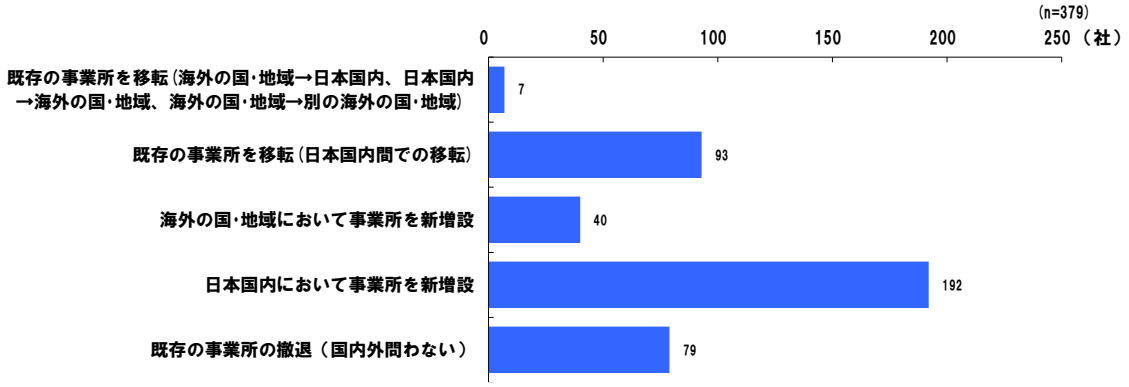
直近 1 年間における事業所の移転や新増設の状況について尋ねたところ、「上記にあてはまるケースはない」即ち事業所の移転・新増設・撤退がなかったとする回答が 87.5%を占める。該当があるケースの中では、「日本国内において事業所を新増設（6.3%）」が最も多い。

図表 67 直近1年間の事業所の移転や新増設の状況（MA）



「上記にあてはまるケースはない」を除いたうえで回答企業数をみると、回答数が最も多い「日本国内において事業所を新増設」に該当するケースは 192 社であった。

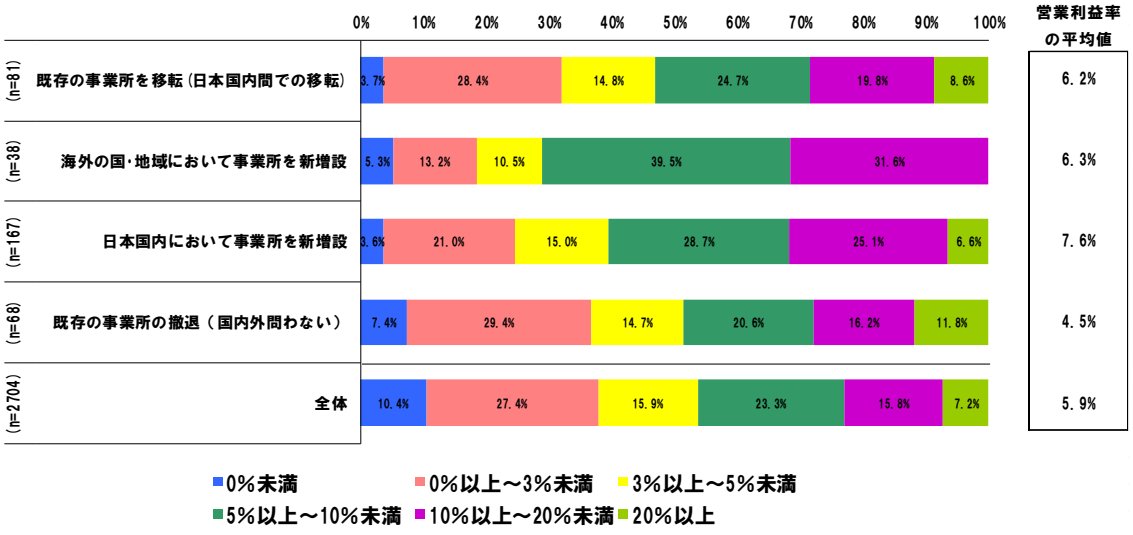
図表 68 直近1年間の事業所の移転や新増設の状況（MA） <回答企業数ベース>



さらに、「既存の事業所を移転（日本国内間での移転）」「海外の国・地域において事業所を新増設」「日本国内において事業所を新増設」「既存の事業所の撤退（国内外問わない）」の 4 ケースについて該当ありと回答した企業の営業利益率の分布状況をみると、営業利益率が高い企業の割合が高いのは「海外の国・地域において事業所を新増設」である。営業利益率が 5%以上の割合は 71.1%を占めており、2 番目に割合が高い「日本国内において事業所を新増設」の 60.5%を 10 ポイント以上上回っている。

また、国内外を問わず、既存事業所の移転（国内）や撤退よりも事業所の新増設の方が、営業利益率が高い企業が多くなる傾向がみられる。

図表 69 直近1年間の事業所の移転や新増設の状況と営業利益率の関係

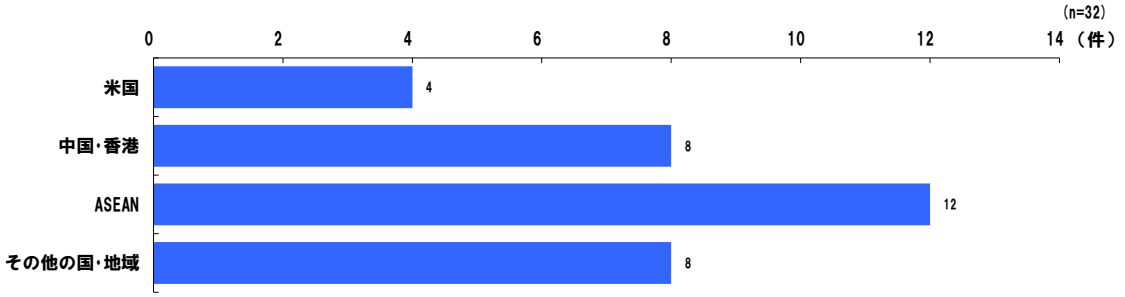


さらに、「海外の国・地域において事業所を新増設」を回答した企業に対して、最大2件まで具体的な事例を尋ねたところ 32 件（事例）の回答が得られた。

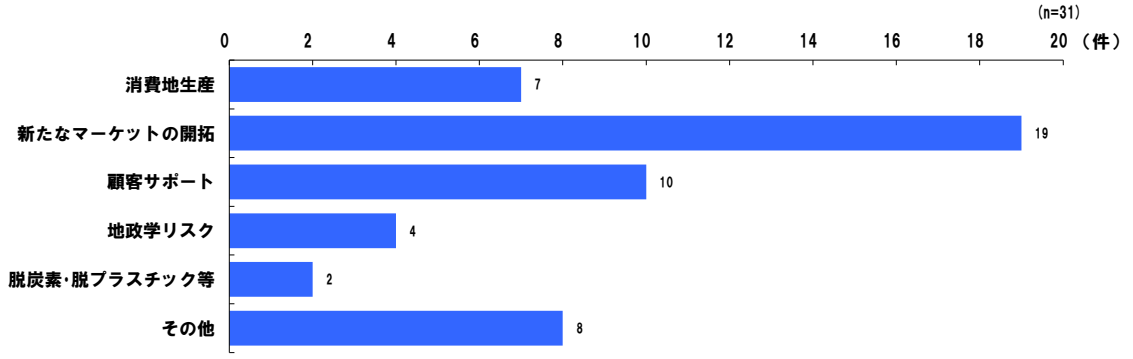
これら事例の新増設先をみると、「ASEAN」が 12 件と最も多く、「中国・香港（8 件）」が続いている。

また、新増設の理由としては、「新たなマーケットの開拓」が 19 件と最も多い。

図表 70 海外の国・地域において事業所を新増設した事例における新増設先



図表 71 海外の国・地域において事業所を新増設した事例における新増設の理由

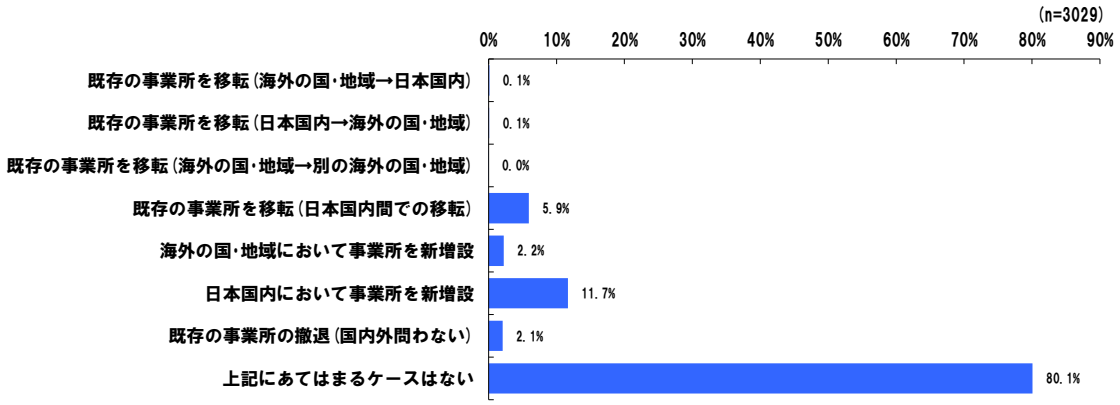


② 事業所の移転や新増設の計画

既存の事業所の移転や新たな事業所の新増設に関する計画の有無については、「上記にあてはまるケースはない」の割合が 80.1%を占める。

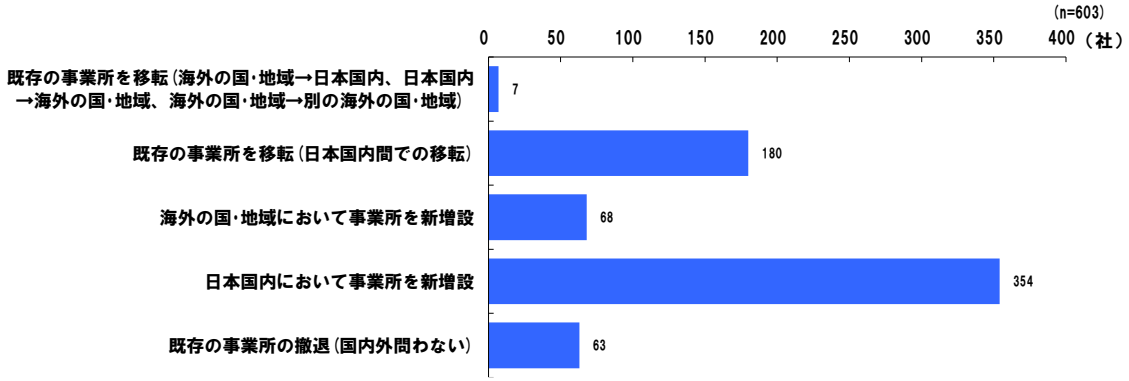
計画があるという回答の中では、「日本国内において事業所を新増設」が 11.7%を占め最も多く、「既存の事業所を移転(日本国内間での移転)(5.9%)」が続く。日本国内における事業所の新増設・移転が上位に挙げられている。

図表 72 事業所の移転や新増設の計画(MA)



「上記にあてはまるケースはない」を除いたうえで回答企業数をみると、回答数が多い日本国内における事業所の新増設・移転に該当するケースについては事業所の新増設が 354 社、既存事業所の移転が 180 社となっている。

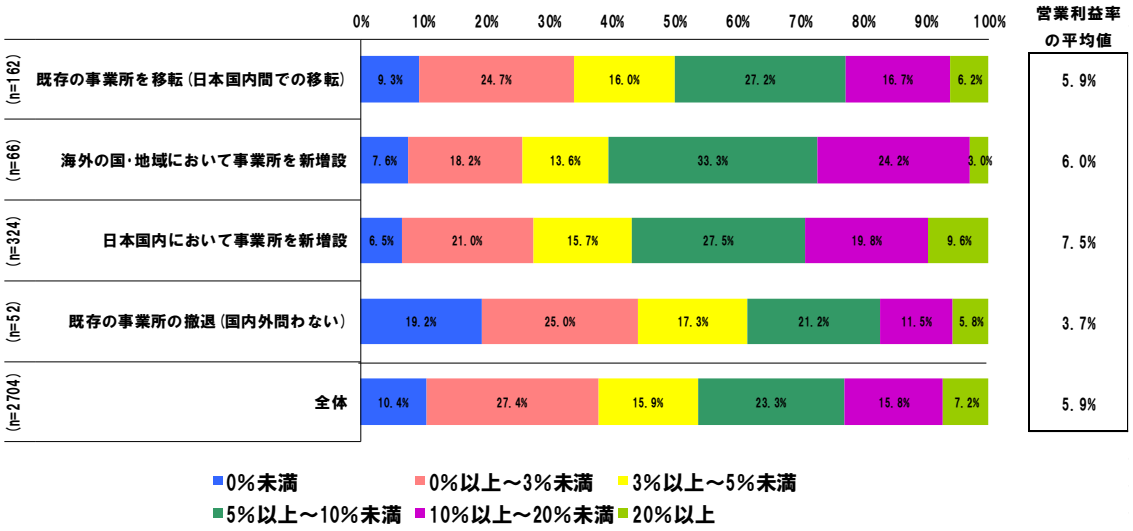
図表 73 事業所の移転や新増設の計画(MA) <回答企業数ベース>



さらに、「既存の事業所を移転(日本国内間での移転)」「海外の国・地域において事業所を新増設」「日本国内において事業所を新増設」「既存の事業所の撤退(国内外問わない)」の 4 ケースについて該当ありと回答した企業の営業利益率の分布状況をみると、直近 1 年間における実績と同様、国内外を問わず、既存事業所の国内移転・撤退よりも事業所の新増設の方が、営業利益率が高い企業が多くなる傾向がみられる。

また、「既存の事業所の撤退(国内外問わない)」は、全体と比べて営業利益率が低い企業の割合が高くなっている。

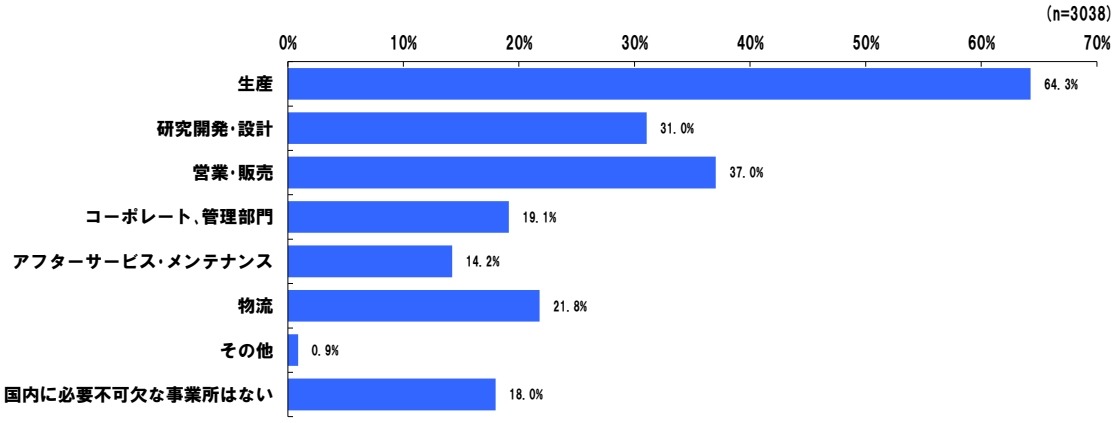
図表 74 事業所の移転や新増設の計画と営業利益率の関係



③ 国内に必要不可欠と考える事業所が担う役割

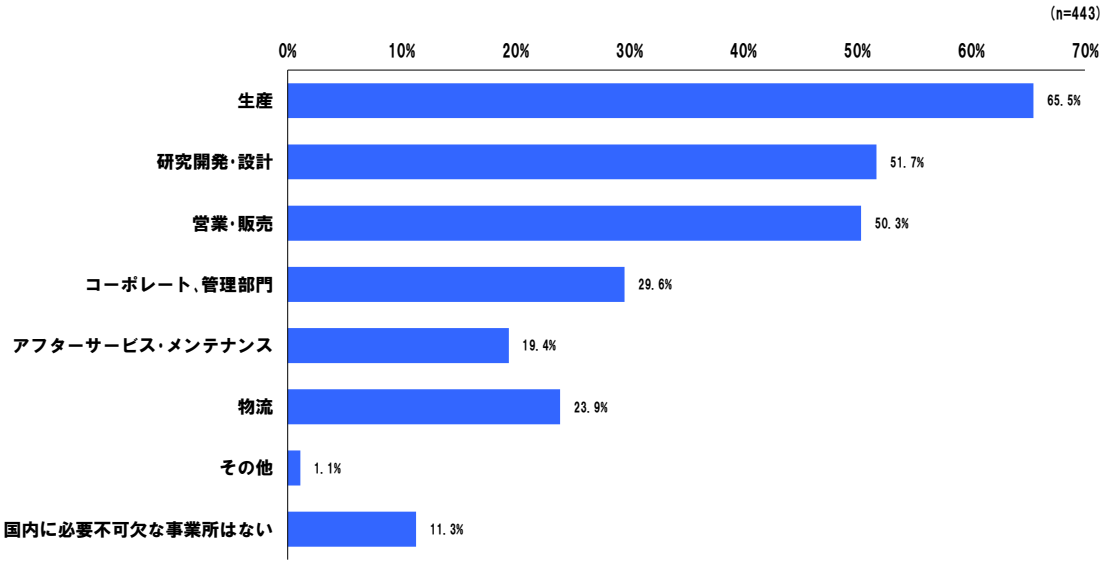
国内に必要不可欠と考える事業所が担う役割としては、「生産」の割合が 64.3%と突出して高く、「営業・販売（37.0%）」、「研究開発・設計（31.0%）」が続いている。一方で、「国内に必要不可欠な事業所はない」とする企業が 18.0%存在する。

図表 75 国内に必要不可欠と考える事業所が担う役割（MA）



海外生産拠点がある企業に着目すると、「生産」の割合が最も高く、「研究開発・設計」「営業・販売」がこれに次ぐ。

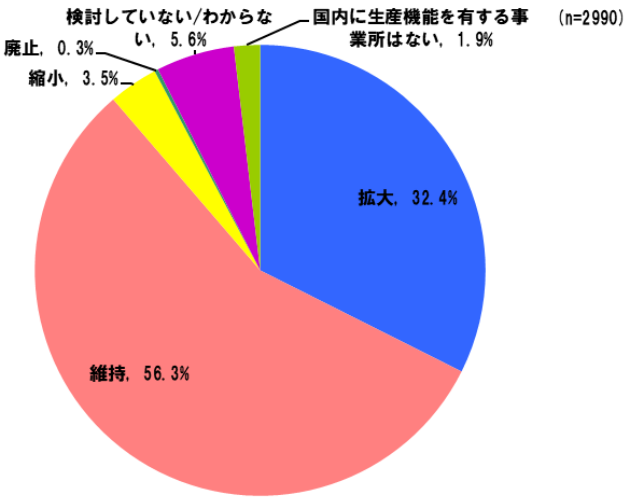
図表 76 国内に必要不可欠と考える事業所が担う役割（MA）＜海外生産拠点がある企業＞



④ 国内において生産機能を有する事業所の今後の方向性

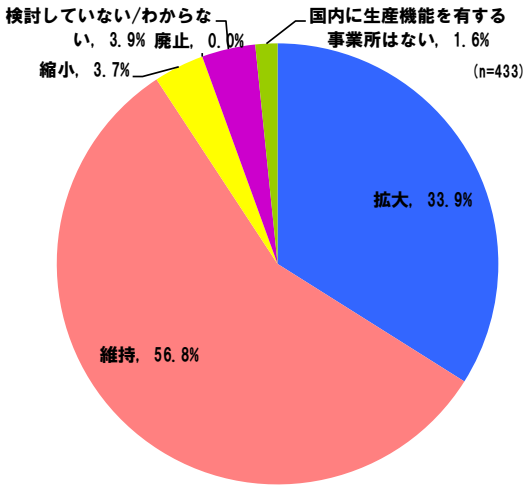
国内において生産機能を有する事業所の今後の方向性を尋ねたところ、「維持」の割合が 56.3%と最も高く、「拡大（32.4%）」が続く。両者を合計した現状維持以上が 88.7%と９割弱を占める。

図表 77 国内において生産機能を有する事業所の今後の方向性（SA）



海外生産拠点がある企業に着目すると、全体でみた場合の傾向と同様、「維持」の割合が 56.8%と最も高く、「拡大（33.9%）」が続く。

図表 78 国内において生産機能を有する事業所の今後の方向性（SA）
＜海外生産拠点がある企業＞

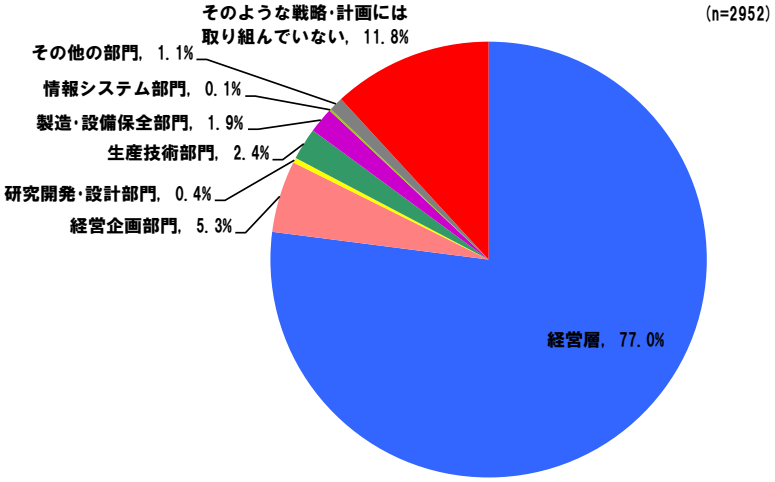


⑤ 戦略・計画の策定を主導する部門

事業所の移転や新増設を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門としては、「経営層」が 77.0%と 4 分の 3 以上を占めており、「経営企画部門（5.3%）」などのその他部門を大きく上回っている。

なお、「そのような戦略・計画には取り組んでいない」企業が 11.8%存在する。

図表 79 事業所の移転や新増設を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門（SA）



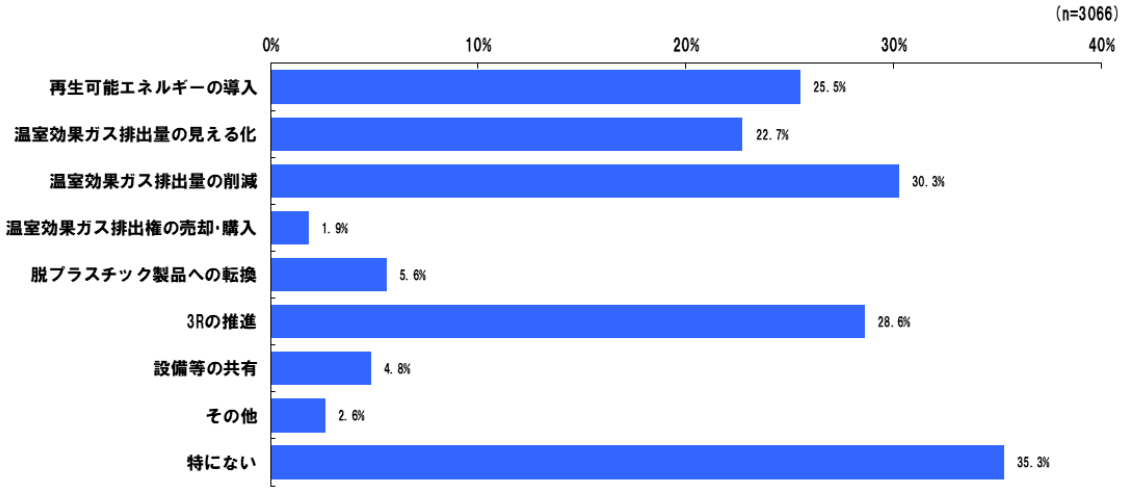
6 脱炭素への対応について

① 脱炭素や資源循環への対応の取組状況

脱炭素や資源循環への対応として具体的に取り組んでいることについては、「特にない」の割合が最も高く 35.3%を占める。

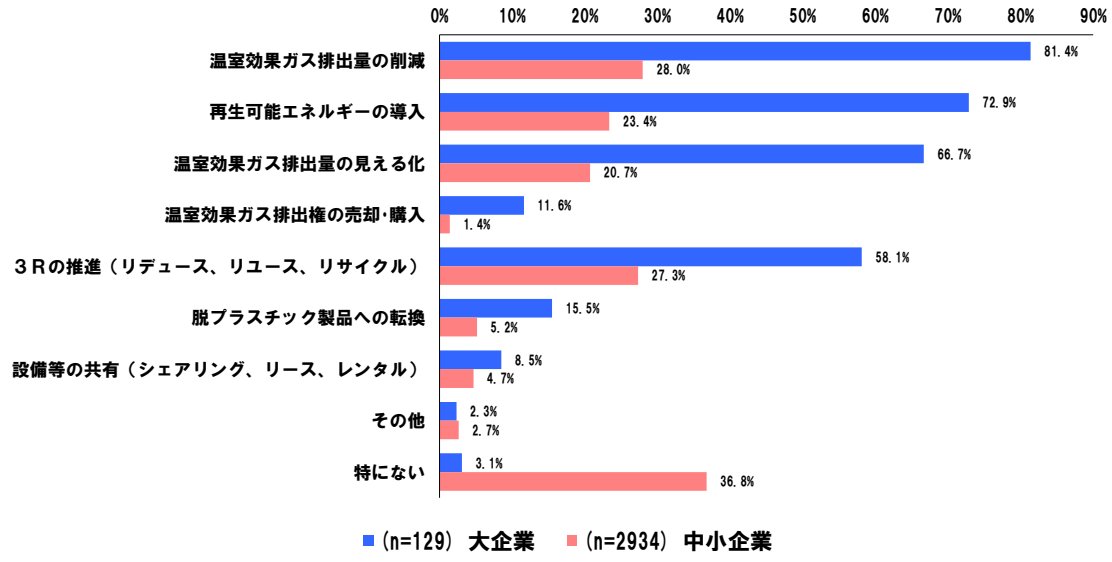
具体的な取組内容としては、「温室効果ガス排出量の削減」が 30.3%と最も多く、以下、「3R の推進（28.6%）」、「再生可能エネルギーの導入（25.5%）」、「温室効果ガス排出量の見える化（22.7%）」の順となっている。

図表 80 脱炭素や資源循環への対応の取組状況（MA）



企業規模別にみると、大企業は中小企業よりも各取組に対して積極的であることがうかがえる。一方、「特にない」の割合は、大企業の 3.1%に対して中小企業は 36.8%にのぼり 33.7 ポイントも乖離している。

図表 81 脱炭素や資源循環への対応の取組状況（MA）＜企業規模別＞

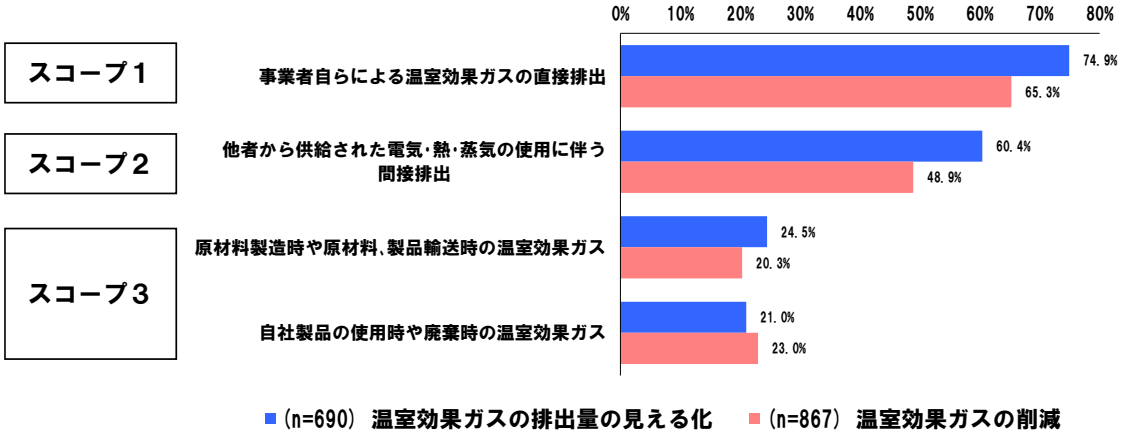


② 温室効果ガスの排出量の見える化・削減への対応

温室効果ガスの排出量の見える化または温室効果ガスの削減に取り組んでいる企業に対し、サプライチェーンのどの部分において取り組んでいるかを尋ねたところ、いずれも「事業者自らによる温室効果ガスの直接排出」の割合が最も高く、「他者から供給された電気・熱・蒸気の使用に伴う間接排出」が続いている。

温室効果ガスの排出量の見える化と温室効果ガスの削減のいずれにおいても、スコープ1・2に比べてスコープ3への対応が遅れていることがわかる。

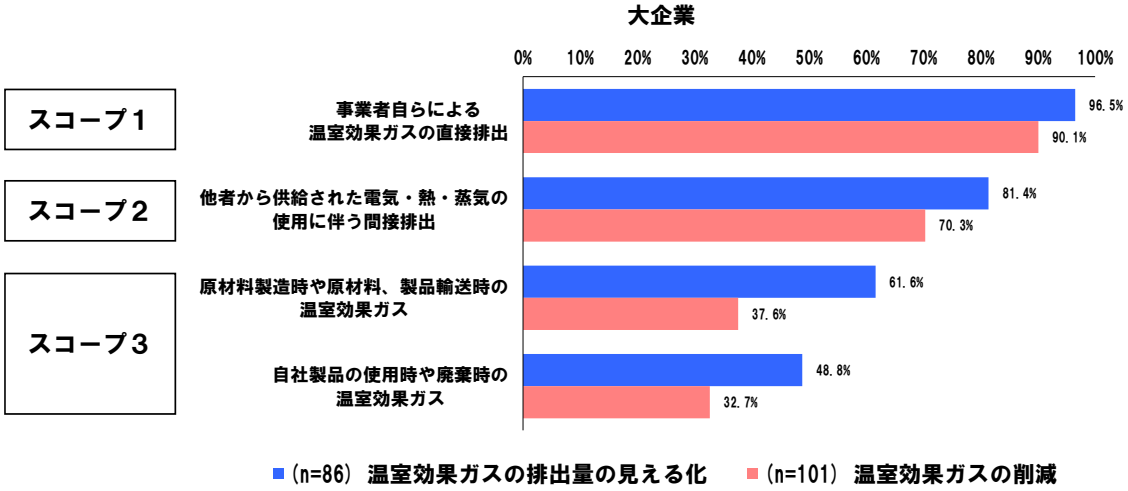
図表 82 温室効果ガスの排出量の見える化・削減への対応の取組状況（MA）

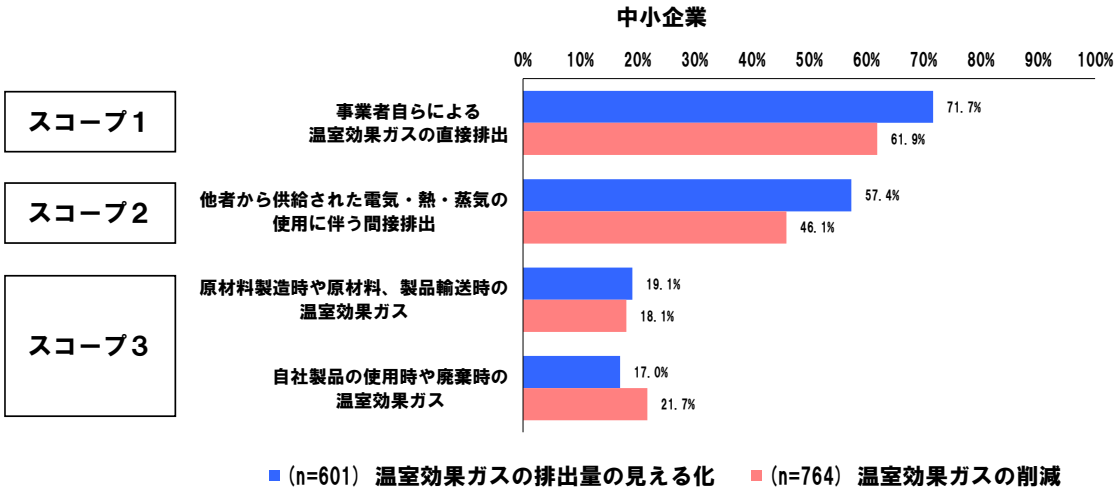


企業規模別に比較すると、いずれの取組においても、大企業の回答割合が中小企業を上回っており、11～40ポイント強の乖離がみられる。

中でも、スコープ1・2に比べて取組が遅れているスコープ3に関しては、温室効果ガスの見える化において乖離幅が大きい。「原材料製造時や原材料、製品輸送時の温室効果ガス」の見える化では42.5ポイント、「自社製品の使用時や廃棄時の温室効果ガス」の見える化では31.9ポイントの開きがみられ、大企業に比べて中小企業の取組が大きく遅れていることがうかがえる。

図表 83 温室効果ガスの排出量の見える化・削減への対応の取組状況（MA） <企業規模別>



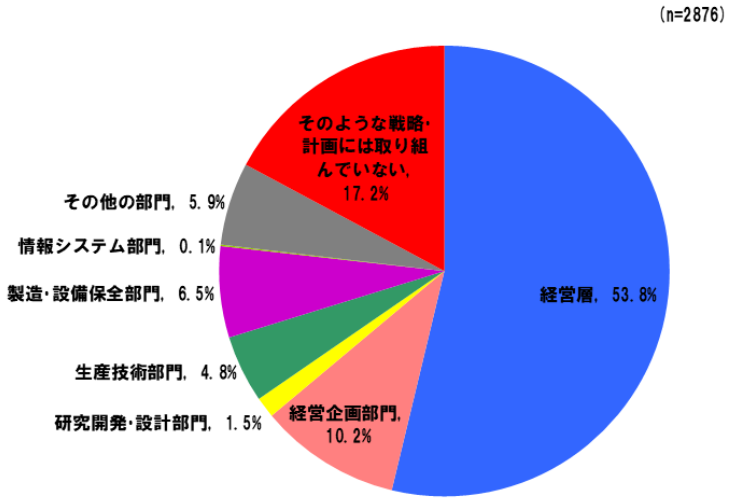


③ 戦略・計画の策定を主導する部門

脱炭素や資源循環への対応を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門としては、「経営層」が 53.8%と半数強を占めており、「経営企画部門（10.2%）」などのその他部門を大きく上回っている。

一方で、「そのような戦略・計画には取り組んでいない」企業が 17.2%存在する。

図表 84 脱炭素や資源循環への対応を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門（SA）



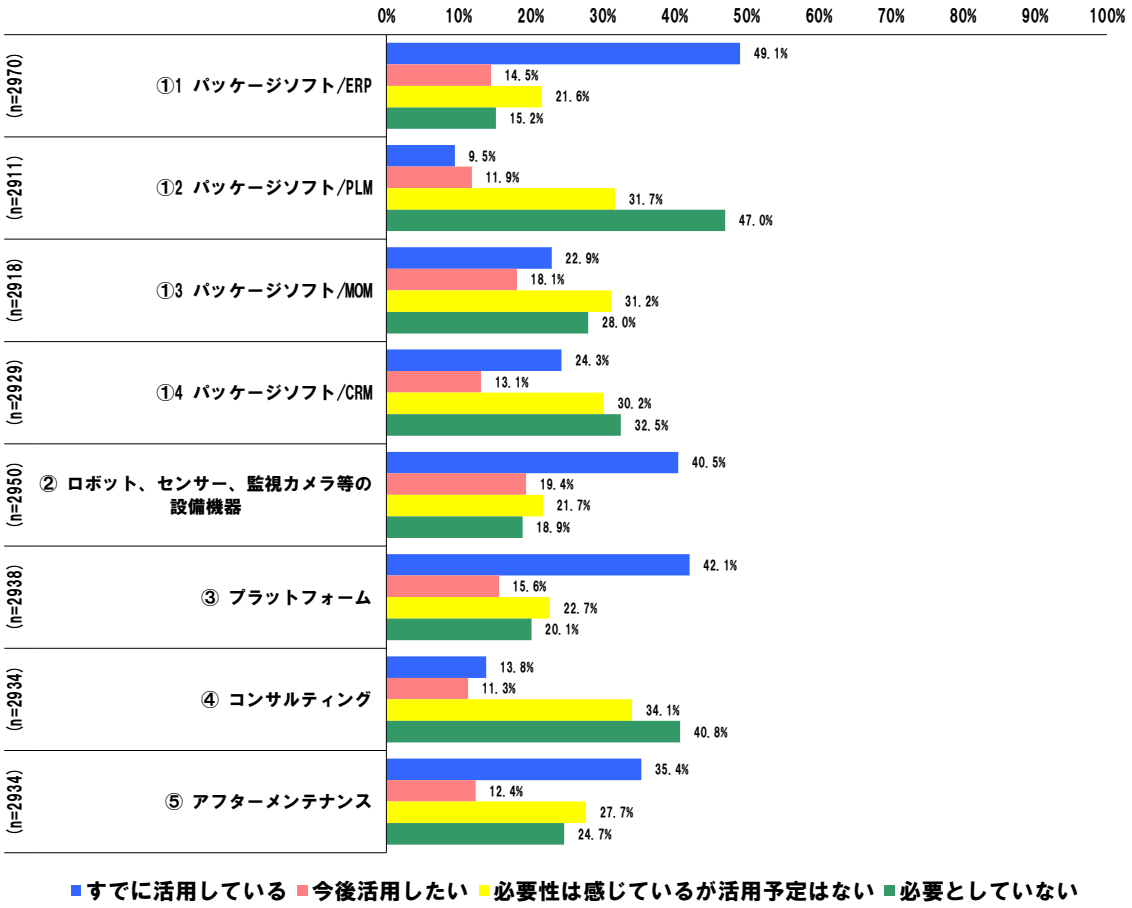
7 製造ソリューションや DX への取組

① 製造ソリューションの活用状況

活用している製造ソリューションについて尋ねたところ、「すでに活用している」ものとしては、「①1 パッケージソフト/ERP」の割合が 49.1%と最も高く、「③ プラットフォーム（42.1%）」、「② ロボット（40.5%）」が続いている。これら上位3つの活用割合はいずれも4割を超えている。

一方、「必要性は感じているが活用予定はない」または「必要としていない」とする回答が多い製造ソリューションとしては、「①2 パッケージソフト/PLM」や「④ コンサルティング」が挙げられる。いずれにおいても、「必要としていない」とする回答が4割超、「必要性は感じているが活用予定はない」が3割超を占める。

図表 85 製造ソリューションの活用状況（MA）

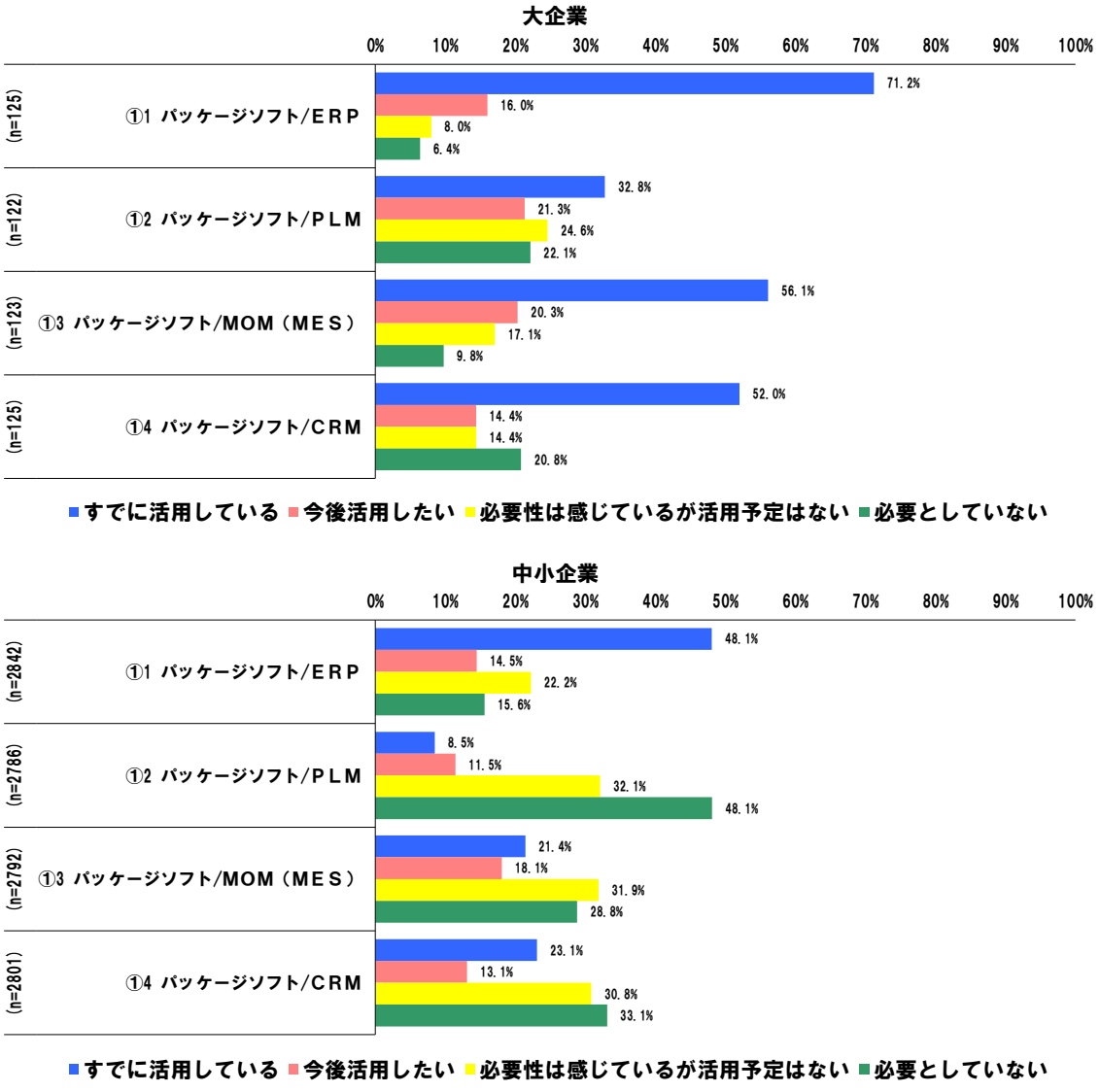


パッケージソフトの活用状況を企業規模別にみると、「すでに活用している」と「今後活用したい」については、全てのソフトで大企業の回答割合が中小企業を上回っている。特に「すでに活用している」においては乖離幅が大きく、大企業が中小企業を約 23~35 ポイント上回っており、パッケージソフトの活用状況に関しては大企業と中小企業との差が顕著である。

一方、「必要性は感じているが活用予定はない」と「必要としていない」については、いず

れのソフトにおいても、上記とは逆に中小企業の割合が大企業を上回っている。特に「①2 パッケージソフト/PLM」や「①3 パッケージソフト/MOM（MES）」に関しては、「必要としていない」とする回答の乖離幅が大きく、20 ポイント程度以上の開きがみられる。

図表 86 パッケージソフトの活用状況（MA）<企業規模別>

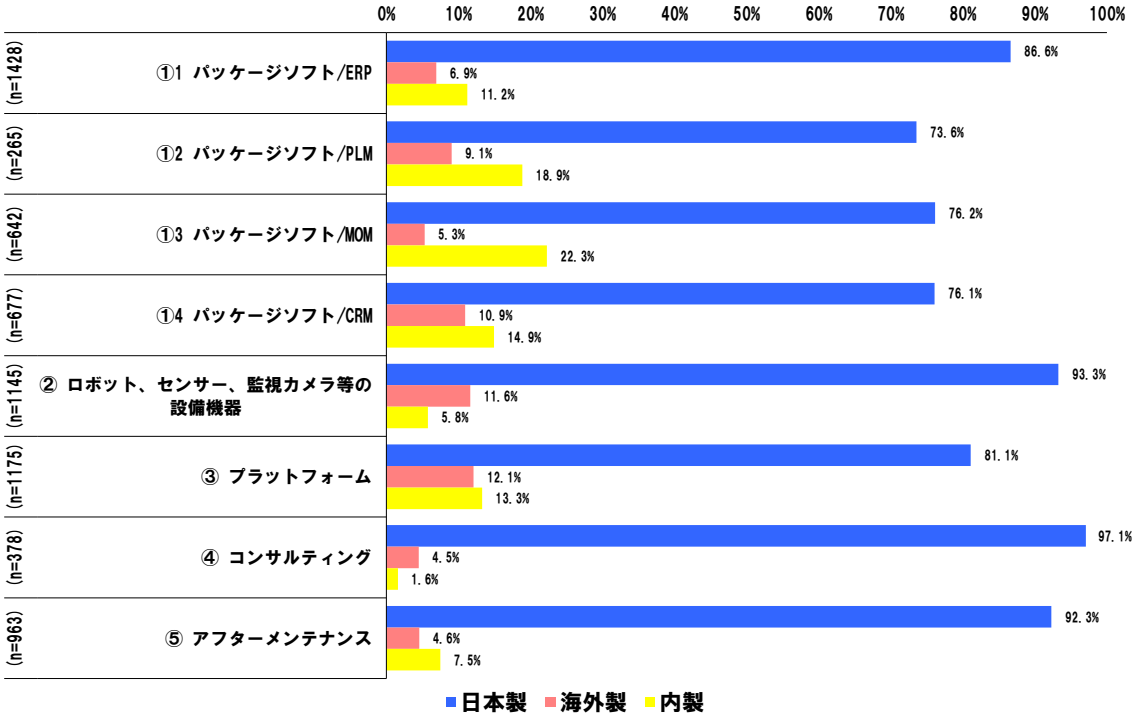


② 製造ソリューションの製造元

「すでに活用している」製造ソリューションの製造元については、いずれのソリューションにおいても「日本製」の割合が高い。

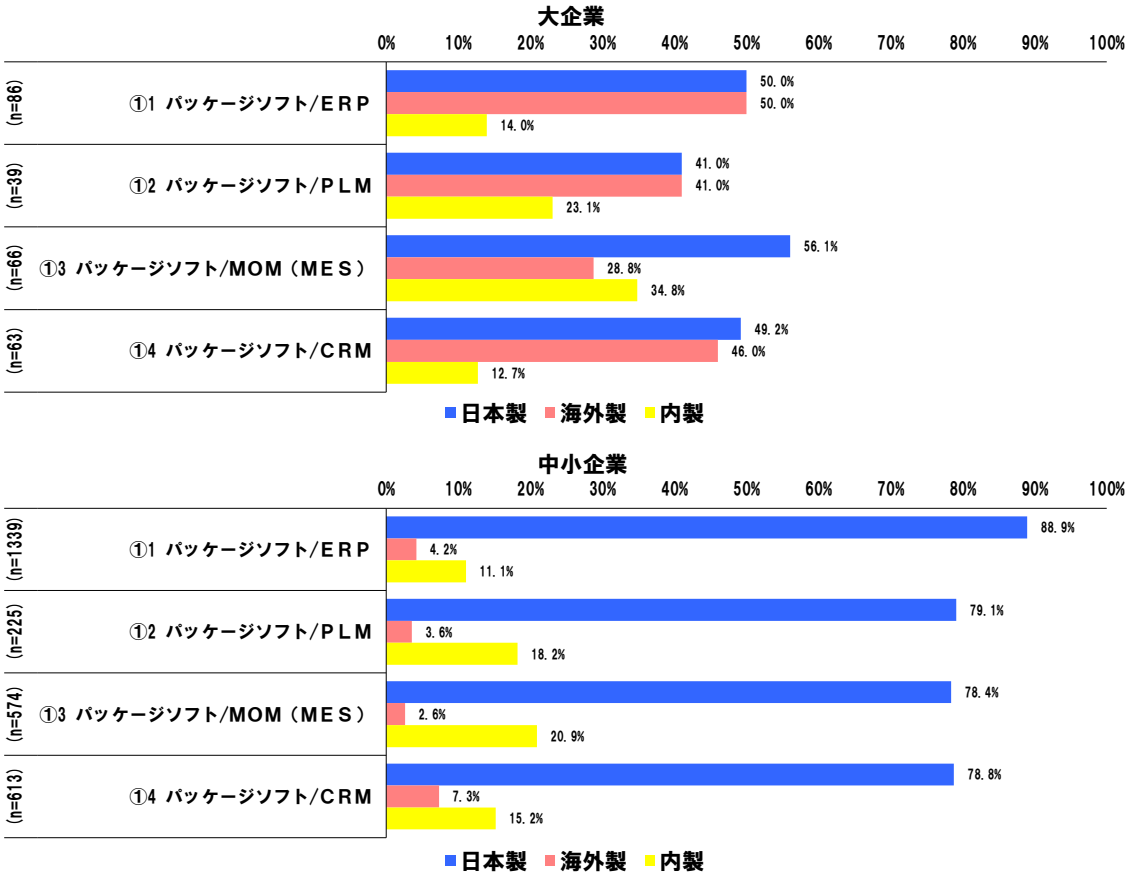
また、「内製」している製造ソリューションとしては、「①3 パッケージソフト/MOM（22.3%）」や「①2 パッケージソフト/PLM（18.9%）」の割合が高くなっている。

図表 87 活用している製造ソリューションの製造元（MA）



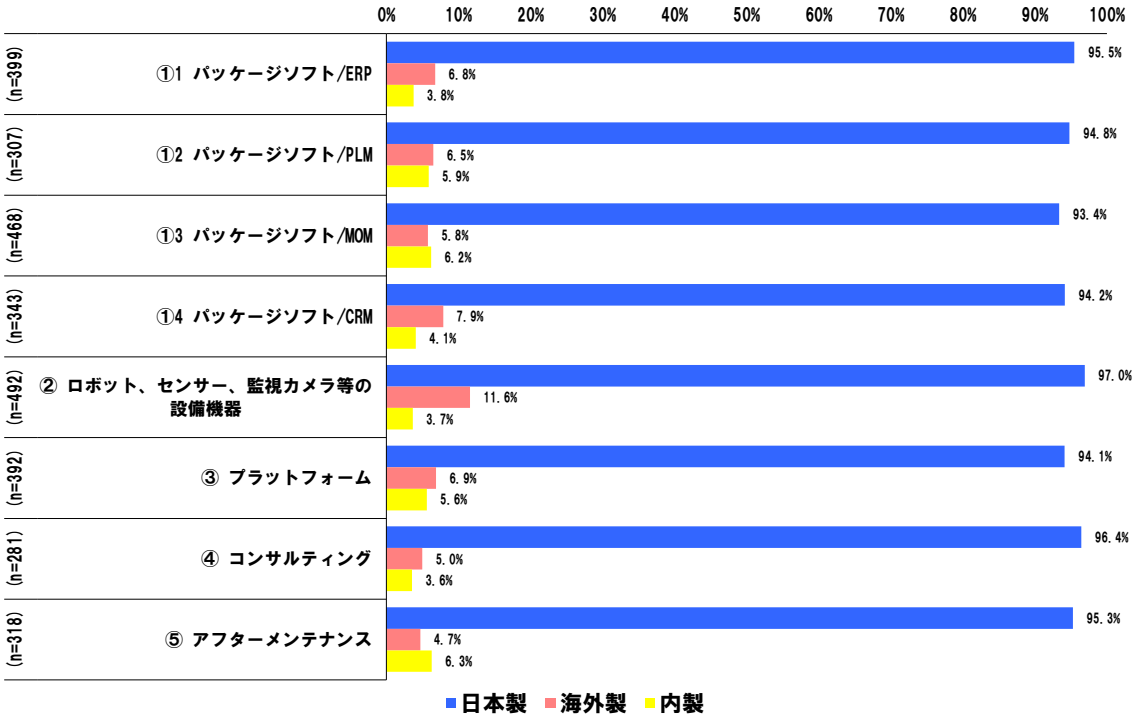
パッケージソフトの製造元を企業規模別にみると、日本製は中小企業の方が割合が高く、海外製は大企業の方が高くなっている。

図表 88 活用しているパッケージソフトの製造元（MA）＜企業規模別＞



「今後活用したい」製造ソリューションの製造元についても、「すでに活用している」製造ソリューションと同様、「日本製」の割合が高い。

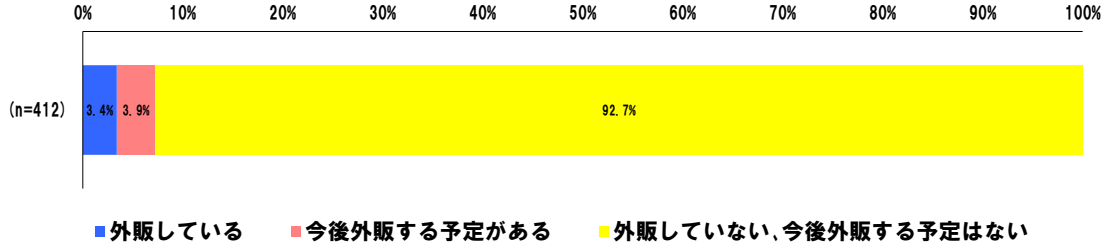
図表 89活用したい製造ソリューションの製造元（MA）



③ 内製化している製品・サービスの外販状況

「内製」している製造ソリューションがあると回答した企業に対して、その内製化している製品・サービスの外販の有無を尋ねたところ、「外販していない、今後外販する予定はない」が 92.7%と9割以上を占めており、「今後外販する予定がある（3.9%）」、「外販している（3.4%）」の割合はそれぞれ3～4%にとどまる。

図表 90 内製化している製品・サービスの外販状況（SA）



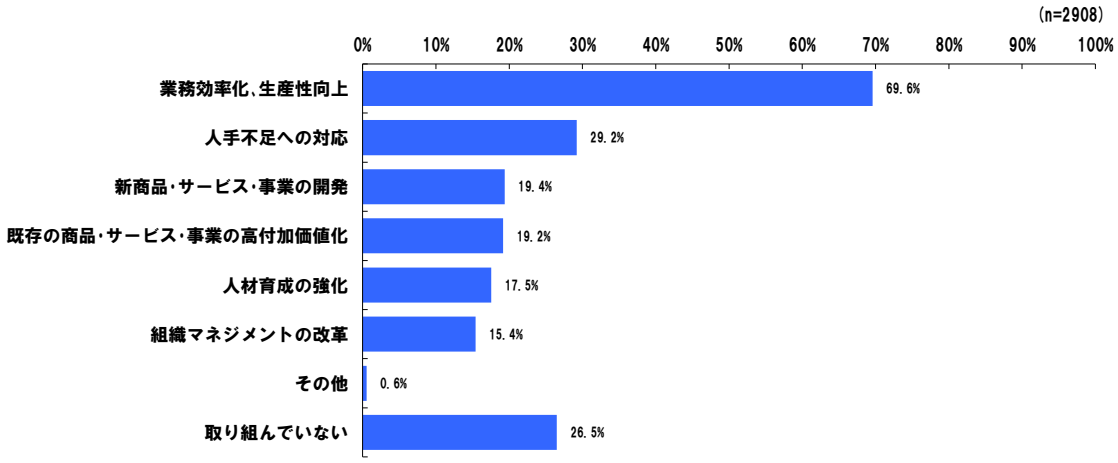
④ DX に取り組んでいる目的

DX に取り組んでいる目的については、「業務効率化、生産性向上」の割合が 69.6%を占め突出して高い。最も重要な目的としても、当該項目が 57.8%と6割を占めている。その他の目的としては、「人手不足への対応」が多く、複数回答ベースで 29.2%の企業が挙げ

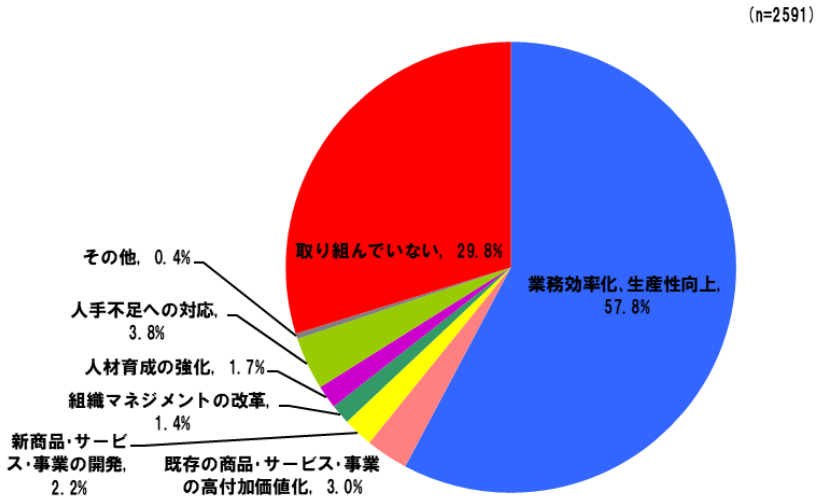
ている。

一方で、「取り組んでいない」が 26.5%を占めており、4分の1強の企業は DX に取り組んでいない。

図表 91 DXに取り組んでいる目的（MA）



図表 92 DXに取り組んでいる最も重要な目的（SA）

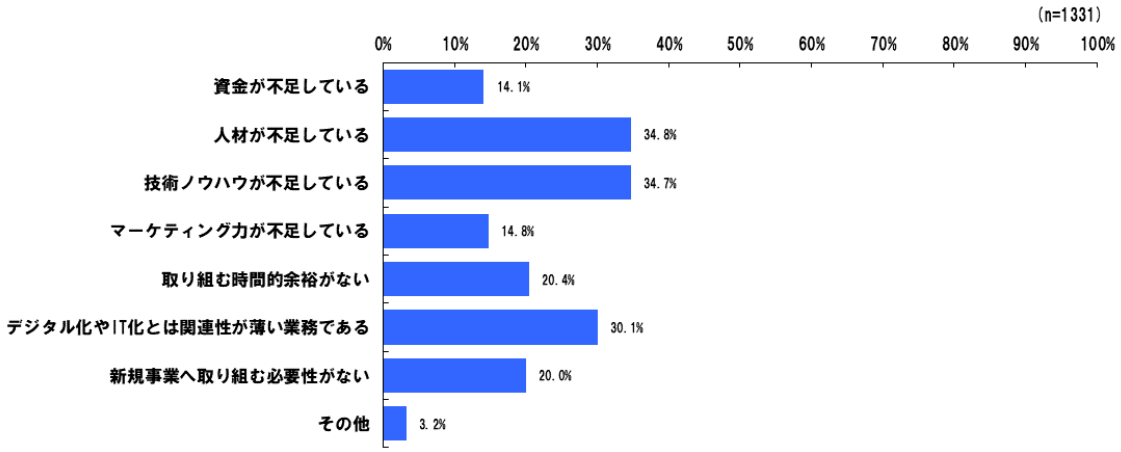


⑤ DX を活用した「新商品・サービス・事業の開発」に取り組んでいない理由

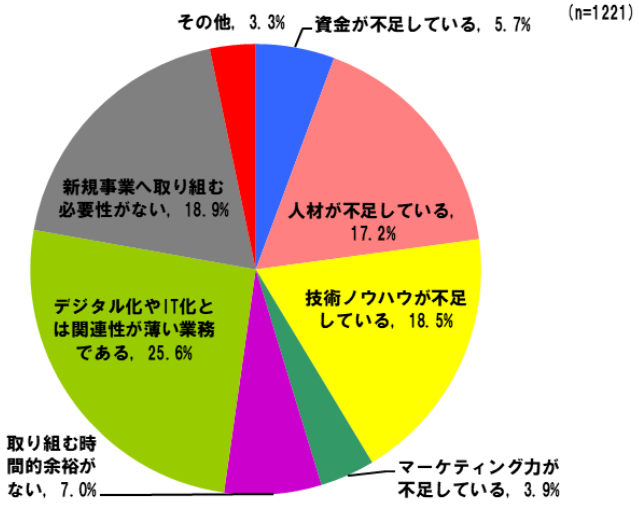
何らかの目的で DX に取り組んでいる企業のうち、「新商品・サービス・事業の開発」を選択しなかった企業に対して、DX を活用した「新商品・サービス・事業の開発」に取り組んでいない理由を尋ねたところ、「人材が不足している」（34.8%）と「技術ノウハウが不足している」（34.7%）の割合が高く、それぞれ3分の1強を占めており、人材と技術ノウハウの不足がネックになっていることがうかがえる。

一方で、新商品・サービス・事業の開発が「デジタル化や IT 化とは関連性が薄い業務である」とする回答が 30.1%を占めている。DX を活用した「新商品・サービス・事業の開発」に取り組んでいない最も重要な理由をみても、当該項目の割合が 25.6%と最も高くなっており、新商品・サービス・事業の開発にあたって DX は関連性が低いとする企業が一定割合存在している。

図表 93 DXを活用した「新商品・サービス・事業の開発」に取り組んでいない理由（MA）



図表 94 DXを活用した「新商品・サービス・事業の開発」に取り組んでいない最も重要な理由（SA）

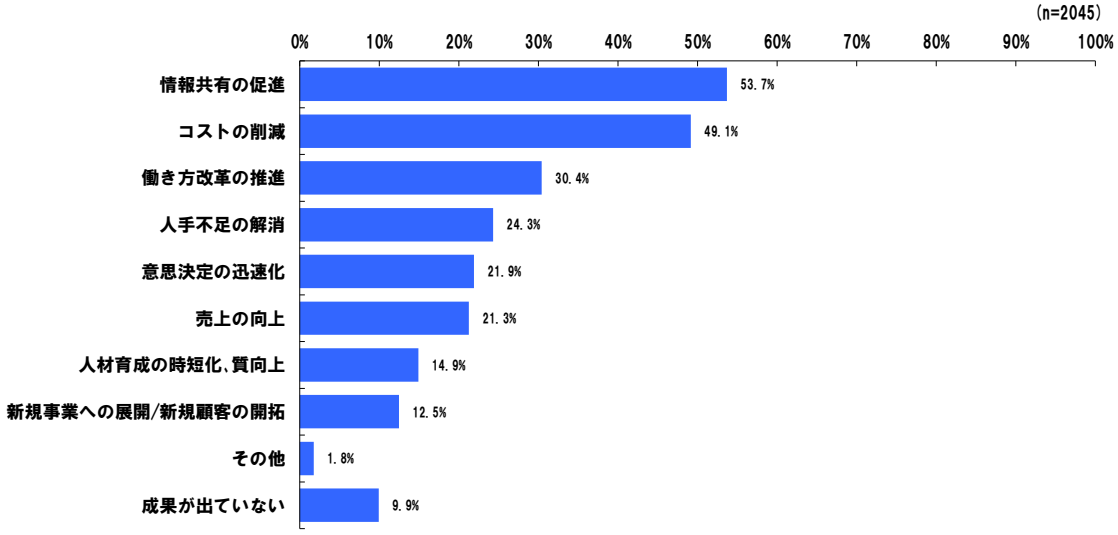


⑥ DX に係る取組の成果

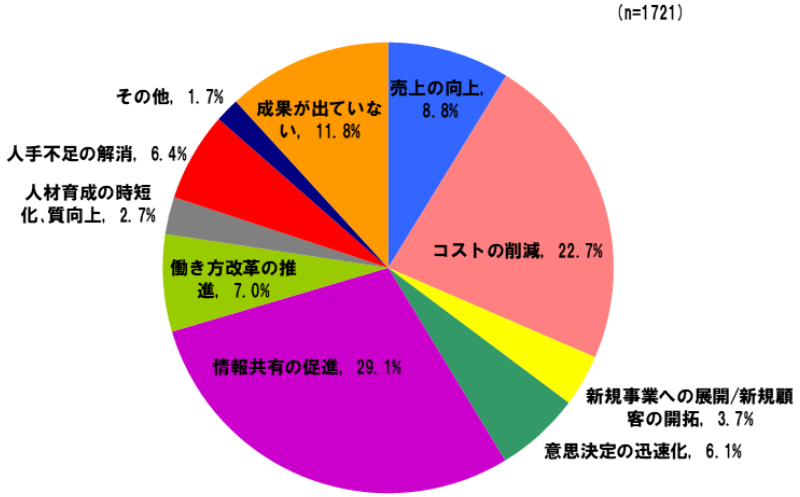
DX に係る取組の成果としては、複数回答の場合、「情報共有の促進（53.7%）」と「コストの削減（49.1%）」の2項目の割合が特に高く、半数程度の企業が挙げている。最も重要なものをみても、「情報共有の促進（29.1%）」、「コストの削減（22.7%）」が上位に挙げられており、両者の合計シェアは 51.8%と半数強を占める。

一方で、「成果が出ていない」企業が 9.9%と1割程度存在する。

図表 95 DXに係る取組の成果（MA）



図表 96 DXに係る取組の最も重要な成果（SA）

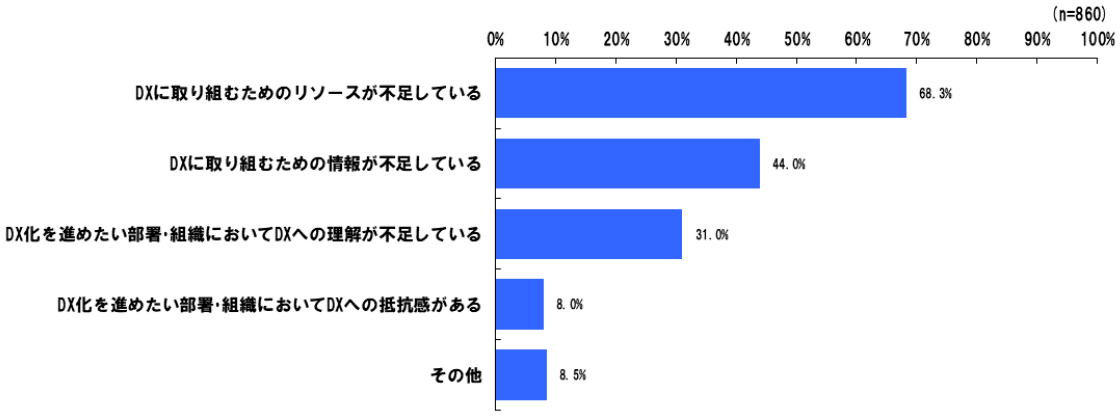


⑦ DX に取り組んでいない理由、DX の成果が出ていない理由

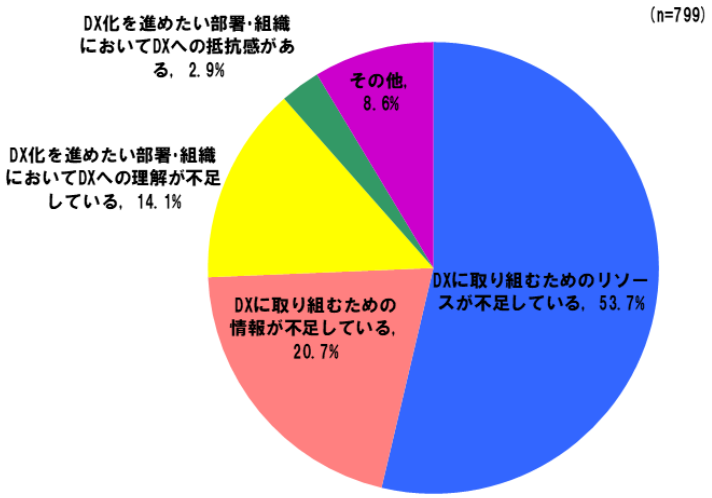
DX に「取り組んでいない」企業及び DX の「成果が出ていない」と回答した企業に対して、その理由を尋ねたところ、「DX に取り組むためのリソースが不足している」の割合が最も高く 68.3%である。次いで、「DX に取り組むための情報が不足している（44.0%）」、「DX 化を進めたい部署・組織において DX への理解が不足している（31.0%）」である。

最も重要な理由としては、「DX に取り組むためのリソースが不足している」の割合が最も高く 53.7%である。次いで、「DX に取り組むための情報が不足している（20.7%）」、「DX 化を進めたい部署・組織において DX への理解が不足している（14.1%）」である。

図表 97 DXに取り組んでいない、成果が出ていない理由（MA）



図表 98 DXに取り組んでいない、成果が出ていない最も重要な理由（SA）



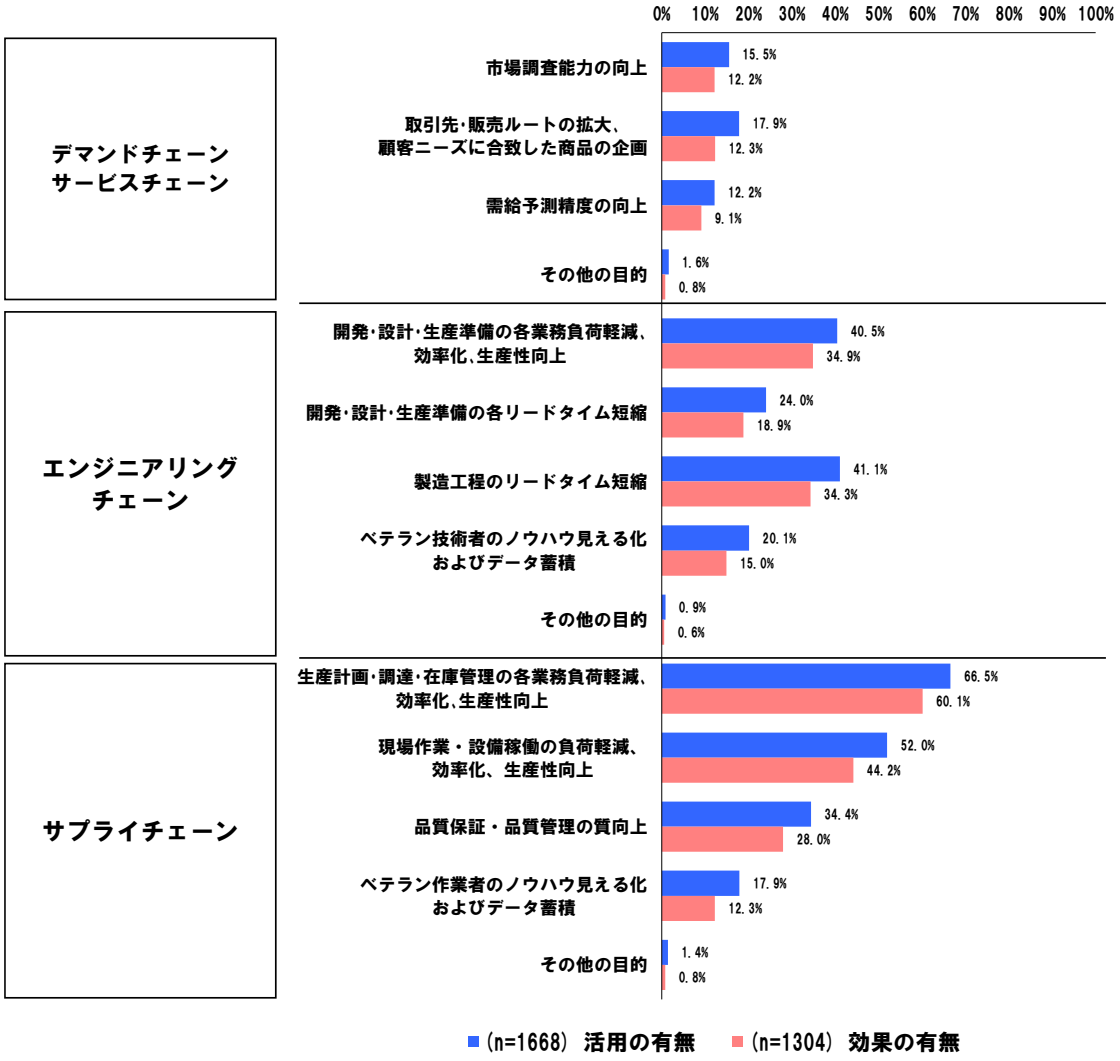
⑧ データ・デジタル技術・IT の活用状況

デマンドチェーンからサービスチェーンに至る各プロセスにおいてデータ・デジタル技術・IT の活用有無を尋ねたところ、「生産計画・調達・在庫管理の各業務負荷軽減、効率化、生産性向上」の割合が 66.5%を占め最も高く、以下、「現場作業・設備稼働の負荷軽減、効率化、生産性向上（52.0%）」、「製造工程のリードタイム短縮（41.1%）」、「開発・設計・生産準備の各業務負荷軽減、効率化、生産性向上（40.5%）」の順となっている。

これら上位4つは回答割合が4割を超えており、エンジニアリングチェーン・サプライチェーンでの業務負荷軽減、効率化、生産性向上や製造工程のリードタイム短縮といった目的でデータ・デジタル技術・IT が活用されていることがわかる。一方で、デマンドチェーンやサービスチェーンでのデータ等の活用割合は相対的に低い。

各目的におけるデータ等の活用効果についてみると、活用有無とほぼ同様の傾向がみられる。

図表 99 各プロセスにおけるデータ・デジタル技術・ITの活用の有無、効果の有無（SA）

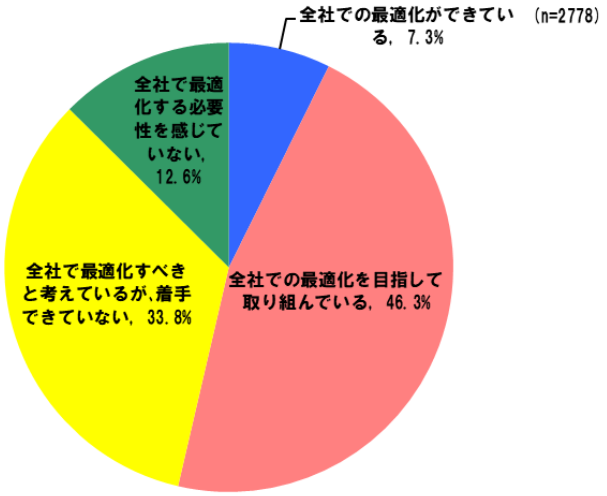


⑨ 全社での最適化の実施状況

事業部や組織の壁を超えた業務や意思決定の最適化（全社での最適化）の実施状況としては、「全社での最適化を目指して取り組んでいる」の割合が 46.3%と最も高く、「全社で最適化すべきと考えているが、着手できていない（33.8%）」が続く。これらはいずれも全社での最適化の必要性を認識しているが実現できていないグループであり、両者の合計シェアは 80.1%に達する。

一方、「全社での最適化ができている」企業が 7.3%存在する。

図表 100 全社での最適化の実施状況（SA）

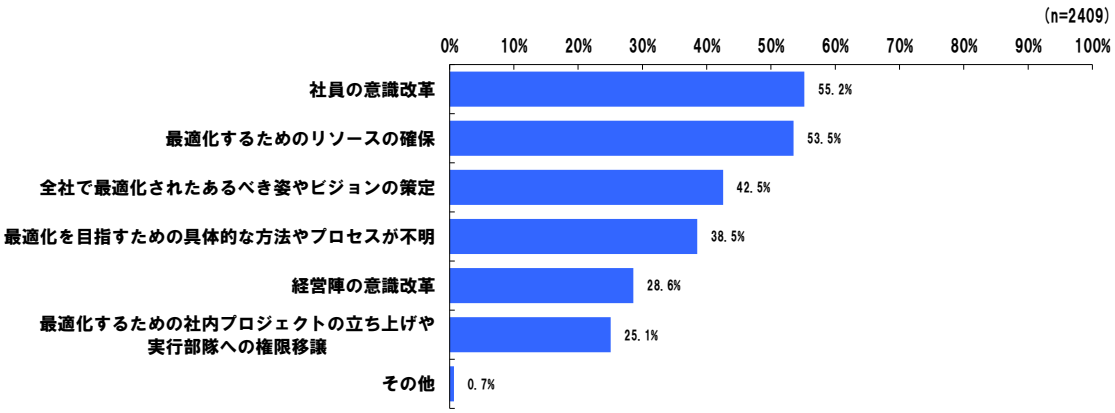


⑩ 全社での最適化を図る上での課題

全社での最適化を図る上での課題としては、「社員の意識改革（55.2%）」と「最適化するためのリソースの確保（53.5%）」の割合が高く、半数以上の企業が課題に挙げている。

その他では、「全社で最適化されたあるべき姿やビジョンの策定（42.5%）」や「最適化を目指すための具体的な方法やプロセスが不明（38.5%）」の割合が高くなっており、全社の最適化に向けたビジョンの策定とその実現に向けた方法・プロセスを示すことが課題となっている。

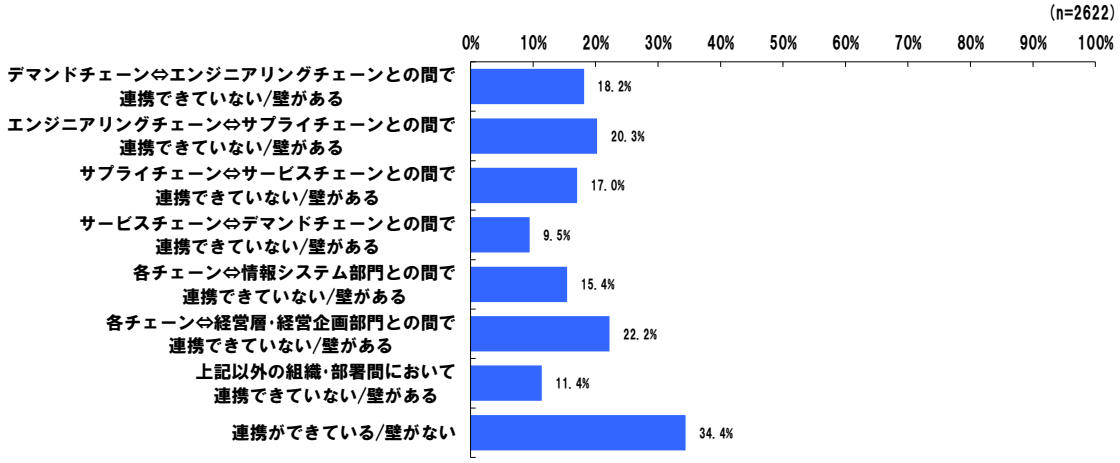
図表 101 全社での最適化を図る上での課題（MA）



⑪ 組織・部署間のコミュニケーション

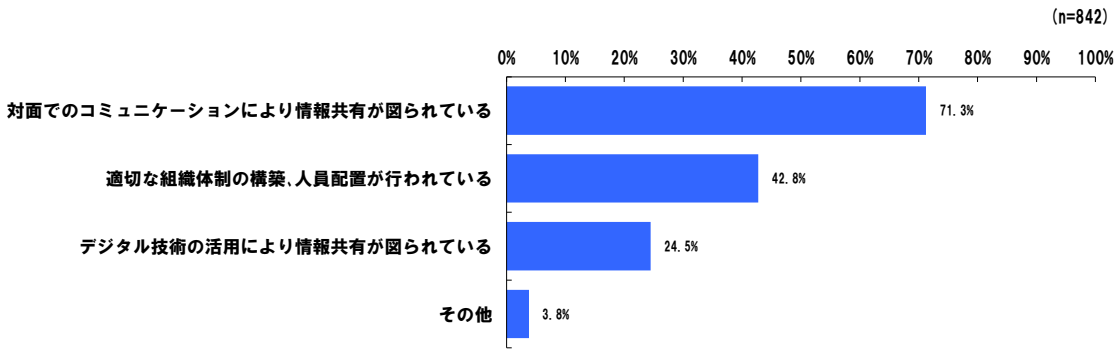
デマンドチェーンからサービスチェーンに至るプロセスにおける組織・部署間のコミュニケーションについて「連携ができていない」「壁がある」と感じることがあるかどうかを尋ねたところ、「連携ができている/壁がない」の割合が最も高く 34.4%を占める。

図表 102 組織・部署間のコミュニケーションについて（MA）

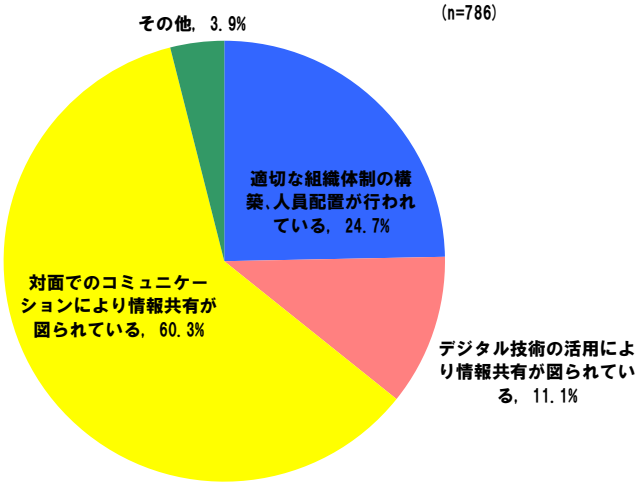


上記で「連携ができている/壁がない」と回答した企業に対して、そう感じる理由を尋ねたところ、「対面でのコミュニケーションにより情報共有が図られている」の割合が最も高く 71.3%を占めている。最も重要な理由としても、全体の 60.3%を占めており、他の項目を大きく上回っている。

図表 103 連携ができている/壁がないと感じる理由（MA）



図表 104 連携ができている/壁がないと感じる最も重要な理由（SA）

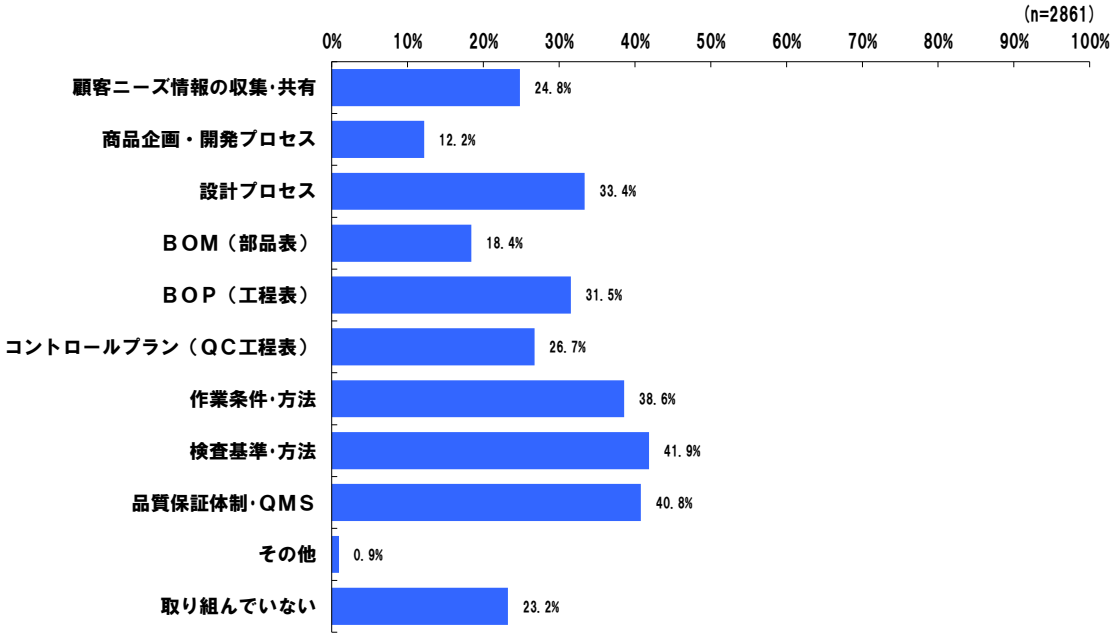


⑫ 部門内・部門間の連携を図るための情報・データの標準化の取り組み

エンジニアリング部門や工場内の実作業部門において、部門内・部門間の連携を図るための情報・データの標準化に取り組んでいるかどうかを尋ねたところ、「取り組んでいない」企業が 23.2%と全体の4分の1弱を占める。

標準化に取り組んでいることとしては、「検査基準・方法（41.9%）」、「品質保証体制・QMS（40.8%）」、「作業条件・方法（38.6%）」などが上位に挙げられており、それぞれ4割前後の割合を占めている。

図表 105 エンジニアリング部門および工場内の実作業部門における、部門内・部門間の連携を図るための情報・データの標準化の取り組み（MA）



⑬ システム間でのデータ連携

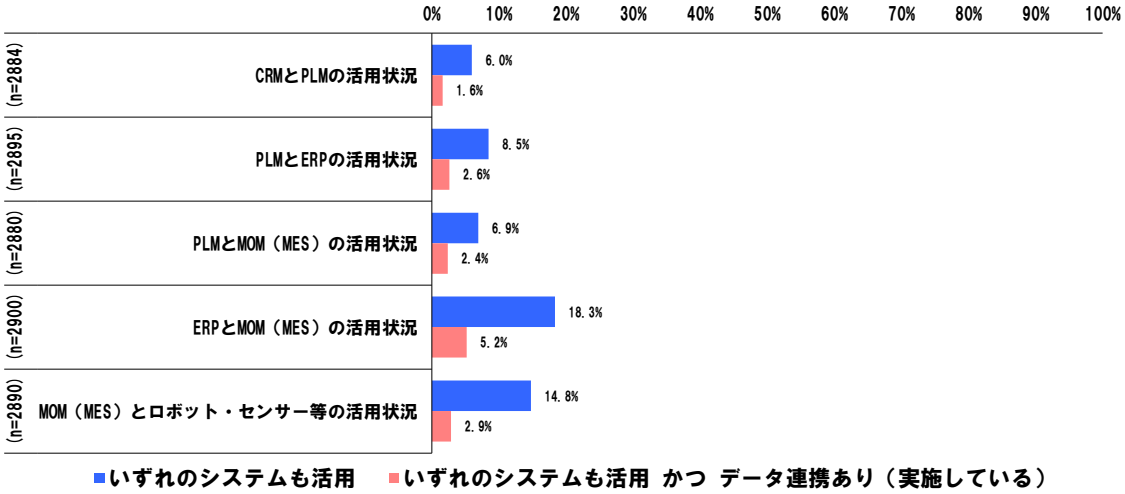
以下のシステム間におけるデータ連携の有無について尋ねた結果を以下に示す。

・CRM と PLM　　・PLM と ERP　　・PLM と MOM

・ERP と MOM　　・MOM とロボット・センサー等

両システムとも活用している割合、それに加えて両システム間でデータ連携ができている割合を比較すると、いずれの組み合わせにおいても、両システムを活用している割合は 6～18%程度で、さらに両システム間でデータ連携ができているとする企業の割合は 5%程度未満にとどまっている。

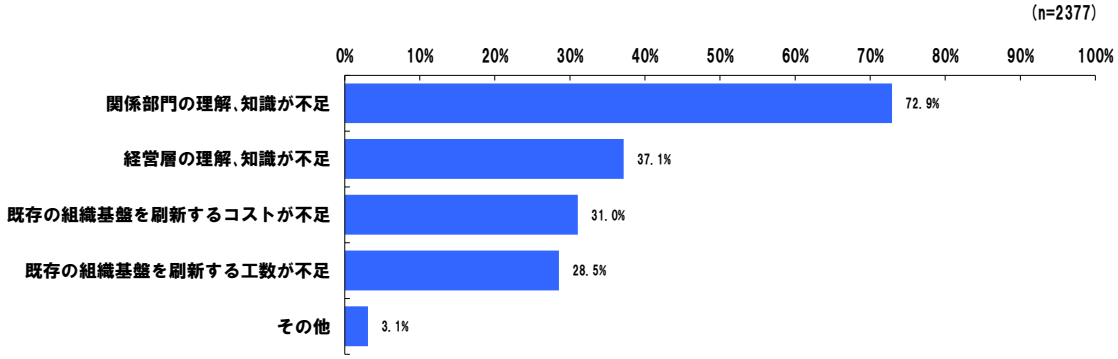
図表 106 システム間でのデータ連携（MA）



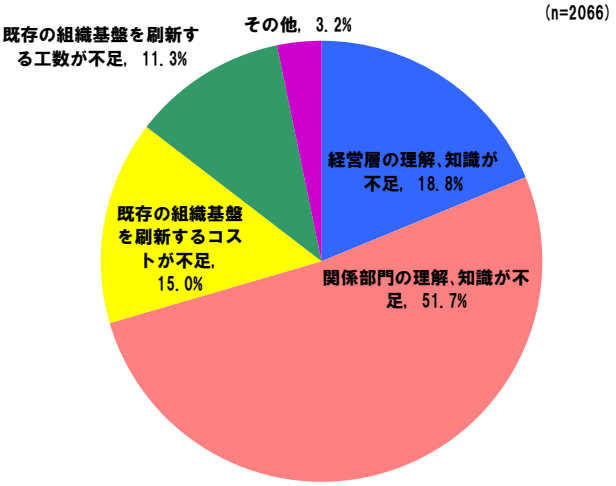
⑭ 部門内・部門間の連携のための標準化やデータ連携での課題

部門内・部門間の連携のための標準化やデータ連携を進めるうえでの課題については、「関係部門の理解、知識が不足」の割合が 72.9%と突出して高い。最も重要な課題としても、当該項目が 51.7%と半数以上を占めている。

図表 107 部門内・部門間の連携のための標準化やデータ連携での課題（MA）



図表 108 部門内・部門間の連携のための標準化やデータ連携で最も重要な課題（SA）

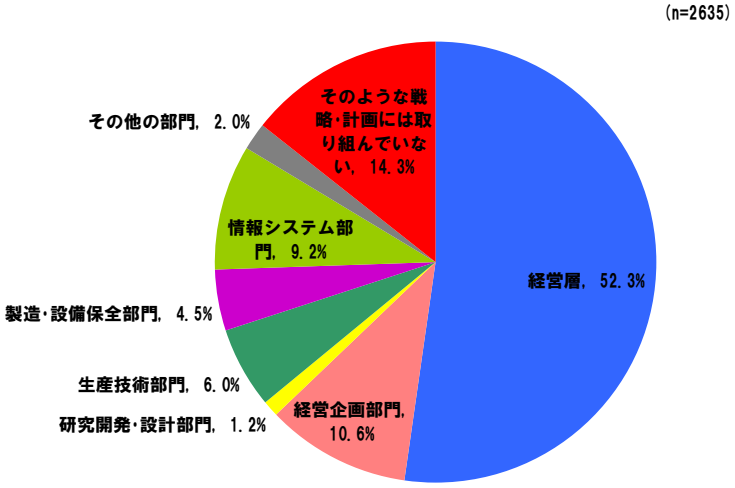


⑮ 戦略・計画の策定を主導する部門

DX 化への対応を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門としては、「経営層」が 52.3%と半数強を占めており、「経営企画部門（10.6%）」などその他部門を大きく上回っている。

一方で、「そのような戦略・計画には取り組んでいない」企業が 14.3%存在する。

図表 109 DX化への対応を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門（SA）

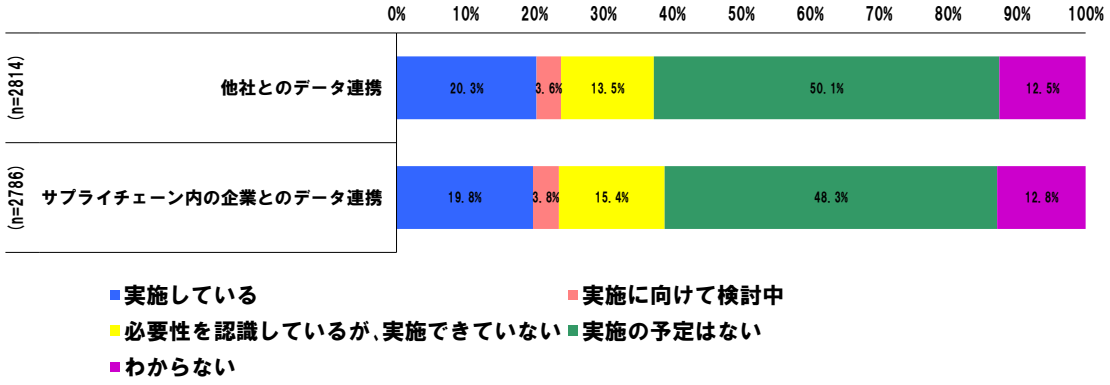


8 産業規模でのデータ連携

① 他社やサプライチェーン内の企業とのデータ連携の実施状況

他社やサプライチェーン内の企業とのデータ連携の実施状況については、「実施している」企業が 2 割程度存在しているほか、「実施に向けて検討中」や「必要性を認識しているが、実施できていない」といったデータ連携に関心はあるが実施できていない層が 2 割弱を占める。

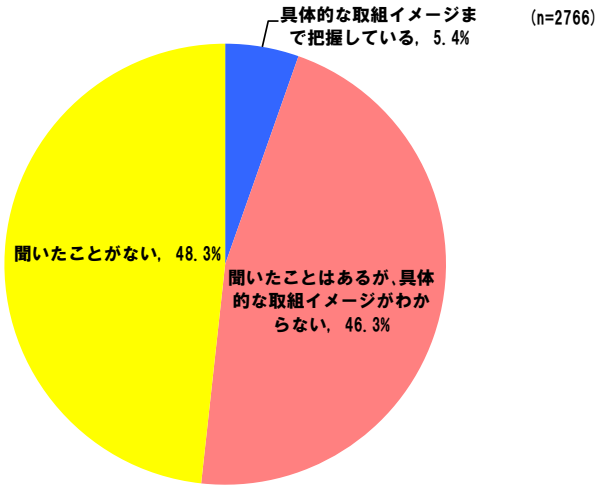
図表 110 他社やサプライチェーン内の企業とのデータ連携の実施状況（SA）



② 産業規模でのデータ連携の取組について

産業規模でのデータ連携に対する認知度については、「聞いたことがない」が最も多く 48.3%を占める。また、「聞いたことはあるが、具体的な取組イメージがわからない」が 46.3%と同程度占めており、「具体的な取組イメージまで把握している」企業は 5.4%にとどまる。

図表 111 産業規模でのデータ連携の取組について（SA）

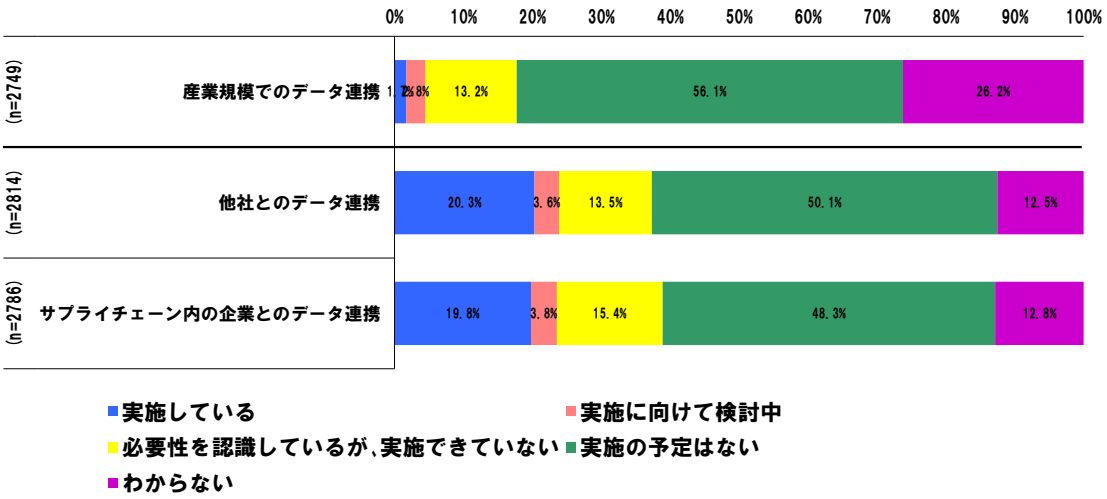


③ 産業規模でのデータ連携の実施状況

産業規模でのデータ連携を行っているかどうかについては、「実施の予定はない」が最も多く 56.1%を占めており、「実施している」企業はわずか 1.7%にとどまる。

前述した、他社やサプライチェーン内の企業とのデータ連携の実施状況と比較すると、「実施の予定はない」や「わからない」の割合が高い。

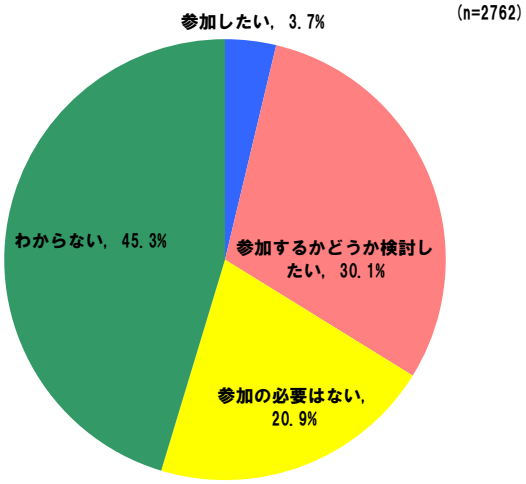
図表 112 産業規模でのデータ連携の実施状況（SA）



④ 産業規模でのデータ連携の枠組みへの参加意向

産業規模でのデータ連携の枠組みへの参加意向を尋ねたところ、「わからない」の割合が 45.3%と最も高く、以下、「参加するかどうか検討したい（30.1%）」、「参加の必要はない（20.9%）」の順である。「参加したい」とする企業は 3.7%にとどまる。

図表 113 産業規模でのデータ連携の枠組みへの参加意向（SA）

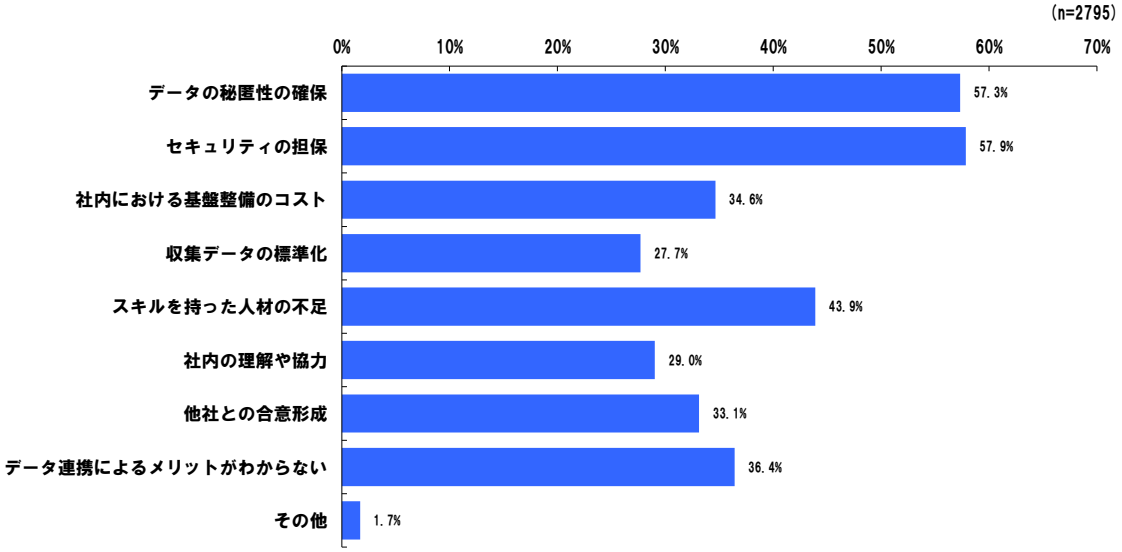


⑤ 産業規模でのデータ連携に取り組むにあたっての懸念事項

産業規模でのデータ連携に取り組むにあたっての懸念事項としては、「セキュリティの担保（57.9%）」と「データの秘匿性の確保（57.3%）」の 2 項目の割合が高く、セキュリティ面に対する懸念の大きさがうかがえる。これらに次いで多いのが「スキルを持った人材の不

足」であり、43.9%の企業が挙げている。

図表 114 産業規模でのデータ連携に取り組むにあたっての懸念事項（MA）



産業規模でのデータ連携の枠組みがあった場合の参加意向別にみると、「参加したい」または「参加するかどうか検討したい」と考える企業においては、「セキュリティの担保」や「データの秘匿性の確保」といったセキュリティ面に対する懸念を挙げる割合が他の項目よりも突出して高くなっており、3 位以下の項目に約 20 ポイントの差をつけている。

また、「参加の必要はない」と考える企業においては、「データ連携によるメリットがわからない」の割合が最も高く、52.8%と半数以上の企業が懸念事項として挙げている。

図表 115 産業規模でのデータ連携に取り組むにあたっての懸念事項（MA）
＜産業規模でのデータ連携の枠組みがあった場合の参加意向別＞

	全体 (n=2795)	参加したい (n=101)	参加するかどうか検討したい (n=825)	参加の必要はない (n=527)	わからない (n=1188)
セキュリティの担保	57.9%	61.4%	72.7%	41.4%	56.0%
データの秘匿性の確保	57.3%	66.3%	71.4%	45.5%	53.4%
スキルを持った人材の不足	43.9%	40.6%	51.8%	28.5%	45.5%
データ連携によるメリットがわからない	36.4%	5.0%	19.8%	52.8%	45.4%
社内における基盤整備のコスト	34.6%	35.6%	46.9%	21.4%	32.6%
他社との合意形成	33.1%	41.6%	42.8%	22.2%	31.6%
社内の理解や協力	29.0%	34.7%	36.2%	17.1%	28.5%
収集データの標準化	27.7%	40.6%	38.1%	16.3%	24.9%
その他	1.7%	3.0%	0.8%	2.5%	1.8%

⑥ 戦略・計画の策定を主導する部門

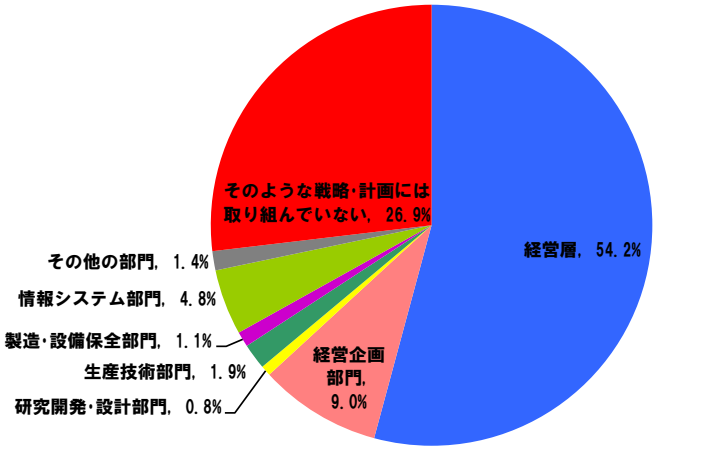
企業や業界をまたぐデータ連携への対応を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門について尋ねたところ、「そのような戦略・計画には取り組んでいない」が 26.9%と 4 分の 1 以上を占める。

戦略・計画の策定を主導する部門としては、「経営層」が 54.2%と半数以上を占めており、「経営企画部門（9.0%）」などその他部門を大きく上回っている。

図表 116 企業や業界をまたぐデータ連携への対応を検討するにあたって

戦略・計画の策定を主導する部門（SA）

（n=2768）



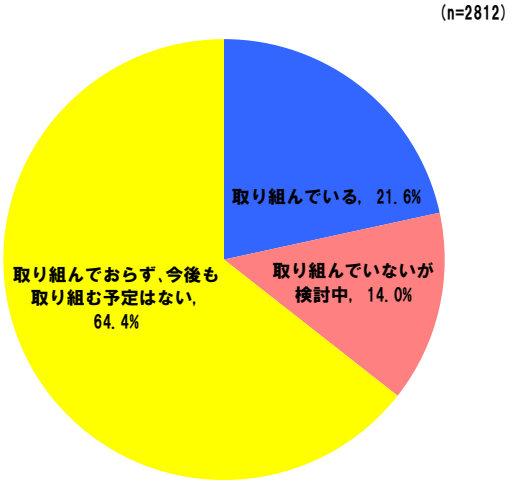
9 オープンイノベーション

① オープンイノベーションを促進するための他社との協業や大学等との連携状況

オープンイノベーションを促進するために他社との協業や大学等との連携に取り組んでいるかどうかを尋ねたところ、「取り組んでおらず、今後も取り組む予定はない」が 64.4%と 3 分の 2 弱を占める。

一方で、「取り組んでいる」企業が 21.6%、「取り組んでいないが検討中」の企業が 14.0%を占める。

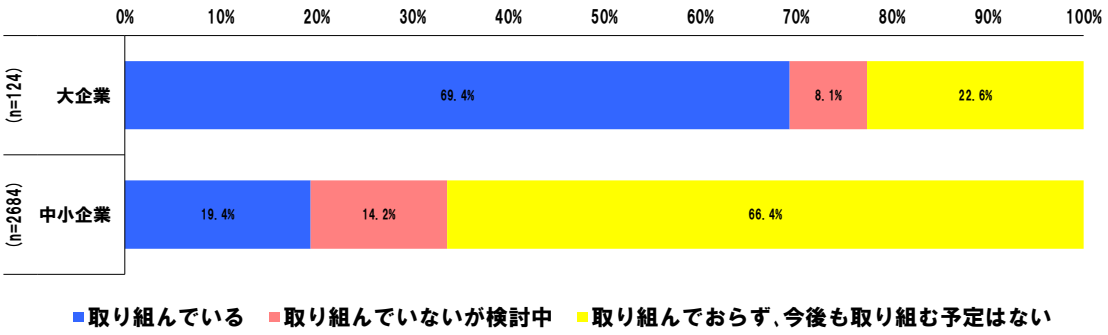
図表 117 オープンイノベーションを促進するための他社との協業や大学等との連携状況（SA）



企業規模別にみると、大企業と中小企業とでは取組状況が大きく異なる。「取り組んでいる」企業の割合は、大企業で 69.4%と約 7 割が他社との協業や大学等との連携に取り組んでいるのに対して中小企業は 19.4%と約 2 割にとどまる。

一方、「取り組んでいないが検討中」の企業は、中小企業（14.2%）が大企業（8.1%）を約 6 ポイント上回っている。

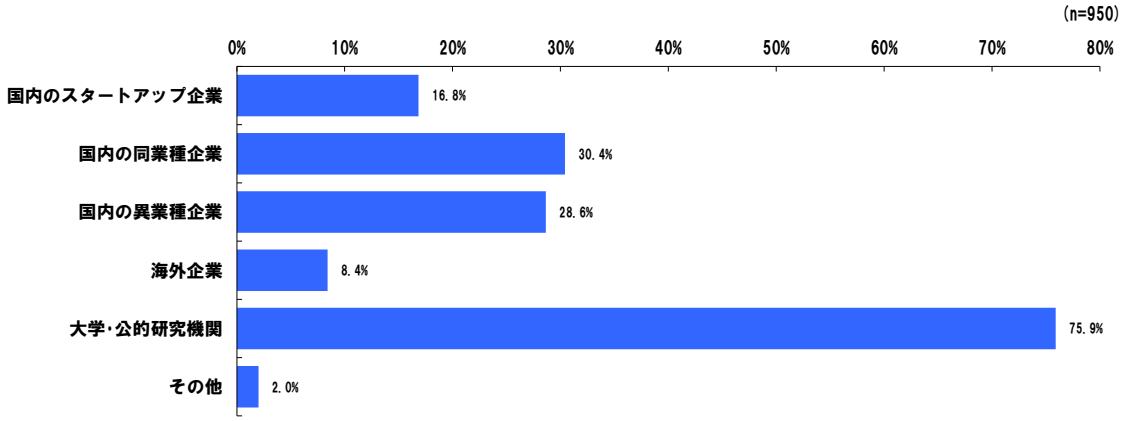
図表 118 オープンイノベーションを促進するための他社との協業や大学等との連携状況（SA）
＜企業規模別＞



② オープンイノベーション活動の取組相手

他社との協業や大学等との連携に「取り組んでいる」または「取り組んでいないが検討中」と回答した企業に対してオープンイノベーション活動の取組相手を尋ねたところ、「大学・公的研究機関」の割合が 75.9%と突出して高く、「国内の同業種企業（30.4%）」、「国内の異業種企業（28.6%）」が続く。

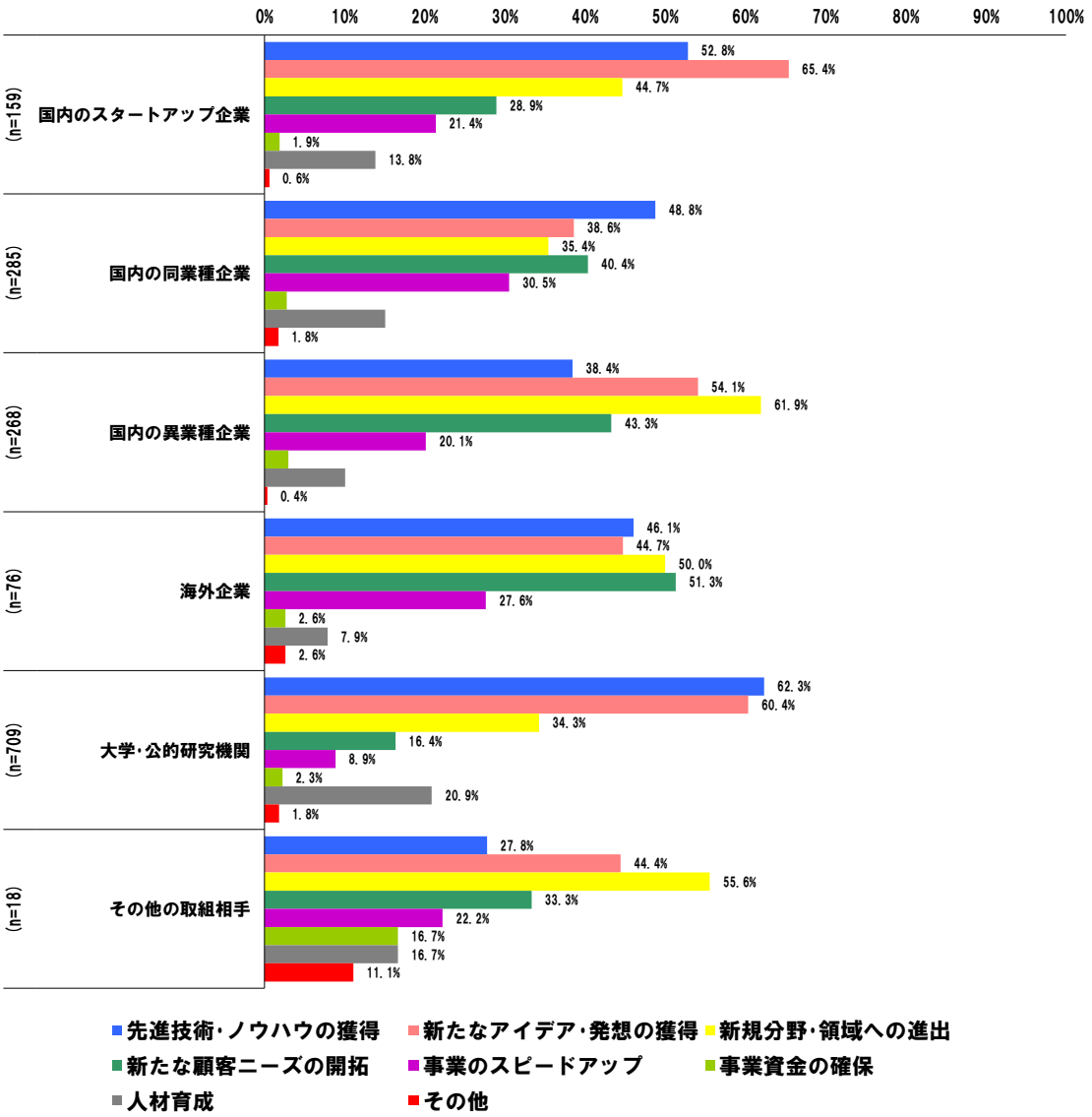
図表 119 オープンイノベーション活動の取組相手（MA）



③ 取組相手を選んだ理由

取組相手を選んだ理由についてみると、取組相手による理由の違いが顕著である。大学・公的研究機関や国内のスタートアップ企業においては「先進技術・ノウハウの獲得」や「新たなアイデア・発想の獲得」の割合が高く、国内の異業種企業では「新規分野・領域への進出」や「新たなアイデア・発想の獲得」、国内の同業種企業では「先進技術・ノウハウの獲得」の割合が高くなっている。また、海外企業については、理由が分散する傾向がみられる。

図表 I20 取組相手を選んだ理由（MA）

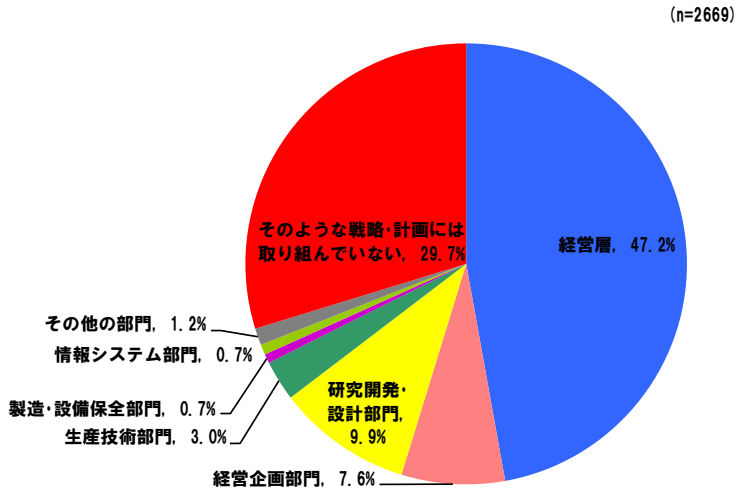


④ 戦略・計画の策定を主導する部門

他社との協業や大学等との連携を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門を尋ねたところ、「そのような戦略・計画には取り組んでいない」企業が 29.7%と約 3 割を占める。

戦略・計画の策定を主導する部門としては、「経営層」が 47.2%と全体の半数弱を占めており、「研究開発・設計部門（9.9%）」などその他部門を大きく上回っている。

図表 121 他社との協業や大学等との連携を検討するにあたって戦略・計画の策定を主導する部門（SA）



第3章　データ連携にかかる分析

EU、米国、中国の 3 地域における産業データ利活用と連携を促進する取組、及び産業データに関する法整備の主な内容は以下のとおりである。

図表 I22　EU、米国、中国における産業データの利活用・連携促進及び法整備に関する主な取組と施策例

		EU	米国	中国
概要		■ 透明性、信頼性、相互運用性あるデータ連携基盤のフレームワークを定めたGaia-Xをベースとして、政府や事業者団体が、各種分野のデータ連携基盤の構築を推進している。 ■ データへのアクセスや再利用についての法整備が進められている。	■ 米国エネルギー省が設立した非営利団体のCESMII（Clean Energy Smart Manufacturing Innovation Institute）がスマート製造を推進するためのプラットフォーム構築やプロジェクト支援を実施している。	■ 中国政府はデータの戦略的な活用を目指し、「国家データ局」を設立。各種規制を設けつつ、データの利活用の促進を目的とした取組を実施している。
取組・施策例	産業データ利活用・連携促進	• Gaia-X • Catena-X • EuProGigant • Manufacturing-X	• Smart Manufacturing Interoperability Platform • Roadmap for Automotive Smart Manufacturing	• 「データ要素×」3カ年行動計画（2024～2026年）
	産業データに関する法整備	• データガバナンス法 • データ法		• サイバーセキュリティ法 • データセキュリティ法 • 工業・情報化分野データセキュリティ管理弁法（試行）

（資料）三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング作成

<参考文献>

- Gaia-X “About Gaia-X” https://gaia-x.eu/what-is-gaia-x/about-gaia-x/
- Catena-X “About Us” https://catena-x.net/en/about-us
- EuProGigant “The EuProGigant Project” https://euprogigant.com/en/project/euprogigant/
- Plattform Industrie 4.0 “Manufacturing-X” https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Manufacturing-X/Manufacturing-X.html
- EU 規則 2022/868 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32022R0868
- EU 規則 2023/2854 https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2854
- CESMII “SM Interoperability Platform”

https://www.cesmii.org/technology/smip/
- CESMII “USCAR Announces Publication of “Roadmap for Automotive Smart Manufacturing” in partnership with CESMII” 2024 年 2 月 14 日 https://www.cesmii.org/uscar-automotive-sm-roadmap/
- 日本貿易振興機構「「データセキュリティ法」の概要」2021 年 12 月 https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/580a6448fa87f0bb/20210056_04.pdf
- 日本貿易振興機構「工業・情報化分野のデータセキュリティ関連法制の最新動向（2023 年 2 月時点）」2023 年 2 月 https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/01/7d7c6640c529e32b/20220072_02.pdf
- 日本貿易振興機構「2022 年サイバーセキュリティおよびデータ保護に関する主要な法令の調査報告書」2023 年 3 月 https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/asia/cn/tohoku/pdf/labor_020.pdf
- 日本貿易振興機構「「『データ要素×』3 カ年行動計画」を発表、12 分野でデータの活用を推進」2024 年 01 月 22 日 https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/01/ddc4c96a55ea3f22.html

以上

参考資料　アンケート調査票

我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関するアンケート調査

貴社の概要や業績、景況などについてお尋ねします（連結ベース）

問1　貴社名と本社所在地をご記入ください。

（ふりがな）	
貴　社　名	
所　在　地	〒 （都道府県）

問2　貴社の主要業種として最もあてはまるもの1つに○をつけてください。

1. 食料品製造業	2. 飲料・たばこ・飼料製造業
3. 繊維工業	4. 木材・木製品製造業（家具を除く）
5. 家具・装備品製造業	6. パルプ・紙・紙加工品製造業
7. 印刷・同関連業	8. 化学工業
9. 石油製品・石炭製品製造業	10. プラスチック製品製造業
11. ゴム製品製造業	12. なめし革・同製品・毛皮製造業
13. 窯業・土石製品製造業	14. 鉄鋼業
15. 非鉄金属製造業	16. 金属製品製造業
17. はん用機械器具製造業	18. 生産用機械器具製造業
19. 業務用機械器具製造業	20. 電子部品・デバイス・電子回路製造業
21. 電気機械器具製造業	22. 情報通信機械器具製造業
23. 輸送用機械器具製造業	24. その他の製造業

問3　貴社の概要について、それぞれあてはまるもの1つに○をつけてください。また、④と⑤については数字をご記入ください。（直近の決算期についてお答えください）

① 国内従業員数 (注1)	1. 20人以下	2. 21～50人	3. 51～100人
	4. 101～300人	5. 301～1,000人	6. 1,000人超
② 資本金	1. 1億円以下	2. 1億円超～3億円以下	3. 3億円超～10億円以下
	4. 10億円超～100億円以下	5. 100億円超	
③ 売上高	1. 10億円以下	2. 10億円超～100億円以下	
	3. 100億円超～1,000億円以下	4. 1,000億円超～5,000億円以下	5. 5,000億円超
④ 営業利益率	約［　　］%	⑤ 海外売上比率	約［　　］%
⑥ 海外生産拠点 (注2)	1. ある	2. ない	
⑦ 主力製品 (注3)	1. 原料・素材	2. 部品	3. 賃加工　4. 最終製品　5. その他
⑧ 主力事業領域における取引構造上の位置づけ	1. セットメーカー	2. 一次部材メーカー（ティア１）	
	3. 二次部材メーカー（ティア２）	4. 三次部材メーカー（ティア３）	
	5. いずれにも該当しない		
⑨ 経営者の年齢	1. 20代　2. 30代	3. 40代　4. 50代	5. 60代　6. 70代以上
⑩ 上場有無	1. 上場	2. 非上場	

(注1)　パート、アルバイト、契約社員などの非正社員は含みますが、請負や派遣、出向者の受入れは含みません。
(注2)　直接投資や出資による生産拠点で、資本関係のない外部への生産委託は除きます。
(注3)　取り扱う製品や部材が複数ある場合は、直近の決算で最も売上高の多いもの、あるいは貴社が主力事業として位置づけているものについてお選び下さい。

問4　昨今のグローバル経済・社会状況の変化のうち、直近１年間で貴社の事業に影響があると考えられるもの<u>すべてに○</u>をつけてください。○を複数つけた場合は<u>最も影響が大きいと考えられるもの１つに◎</u>をつけてください。

1. 原材料価格（資源価格）の高騰	2. エネルギー価格の高騰
3. 部素材不足	4. 脱炭素・脱プラスチック等の環境規制
5. 為替変動	6. 法人税・関税などの税制
7. 法改正やルール形成	8. 経済安全保障
9. 地政学リスク	10. サイバーセキュリティ上のリスク
11. 大規模な自然災害（台風、洪水、地震、森林火災等）	12. 生成ＡＩの普及
13. 労働力不足	14. 物流コストの上昇・キャパシティの不足
15. 賃上げ要請	16. その他（　　）

問5　直近３年間で貴社が実施した企業行動としてあてはまるもの<u>すべてに○</u>をつけてください。○を複数つけた場合は<u>最も貴社の事業に影響が大きいと考えられるもの１つに◎</u>をつけてください。
また、○もしくは◎をつけたものについては、貴社の企業活動において「プラス」の影響[注4]があったのか、あるいは「マイナス」の影響[注4]があったのかについてよりあてはまるもの<u>１つに○</u>をつけてください。

（注4）業績面への影響だけではなく、新規事業の発掘や顧客・販路の変化、人材確保面での変化、今後の展望の変化など、貴社の企業活動に及ぼす総合的な影響についてお答えください。

↓ 該当する番号すべてに○または◎をつけてください		プラスの影響	マイナスの影響
1. 事業転換または新事業への参入	⇒	1	2
2. M&A	⇒	1	2
3. 外部との連携（業務提携や資本提携等）	⇒	1	2
4. 価格転嫁（仕入れ先に対する値下げ要請）	⇒	1	2
5. 価格転嫁（販売先に対する値上げ要請、消費者価格の値上げ）	⇒	1	2
6. コスト削減（人員減や事業所閉鎖等）	⇒	1	2
7. サプライチェーンの見直し	⇒	1	2
8. 積極的な資金調達	⇒	1	2
9. 投資（有形固定資産）	⇒	1	2
10. 投資（無形固定資産、研究開発）	⇒	1	2
11. 賃上げ（従業員への還元）	⇒	1	2
12. 人材確保	⇒	1	2
13. その他（　　）	⇒	1	2

問6　製造・販売する製品や部材への原材料調達における高騰分の価格転嫁の状況について、あてはまるもの<u>１つに○</u>をつけてください。「１．進んでいる」に○をつけた方は、どの程度価格転嫁ができているか、数字でご記入ください。

1．進んでいる　→　（約　　％転嫁できている）→ 問7へ

2．進んでいない　→ SQ1へ

SQ1　価格転嫁が進んでいない要因について、あてはまるものすべてに○をつけてください。

1. 取引先からの理解が得にくい／取引先との交渉力が弱い	
2. 取引先と長期契約を結んでいるため価格改定が困難	
3. 消費者からの理解が得にくい	4. 市場での競争力が弱い
5. そもそも価格転嫁の必要がない	6. その他（　　）

貴社の設備投資についてお尋ねします（連結ベース）

問7　直近１年間の設備投資（有形固定資産・無形固定資産）の有無についてお尋ねします。

SQ1　直近１年間に設備投資を行いましたか。それぞれあてはまるもの１つに○をつけてください。

SQ2　SQ1で「1．あり」に○をつけた場合は、直近１年間の設備投資の目的としてあてはまるものすべてを【選択肢①】の中から選び、その番号を回答欄に記入してください。

SQ3　SQ1で「1．あり」に○をつけた場合は、設備投資によって得られた効果としてあてはまるものすべてを【選択肢②】の中から選び、その番号を回答欄に記入してください。

【回答欄】	SQ1　設備投資の有無 （いずれかを選択）	SQ2　設備投資の目的 選択肢①より番号を記入 （複数選択可）	SQ3　設備投資の効果 選択肢②より番号を記入 （複数選択可）
有形固定資産（土地・建物・機械・備品・車両など）	1. あり →SQ2～SQ3 2. なし		
無形固定資産（ソフトウエア・商標権・特許など）	1. あり →SQ2～SQ3 2. なし		

【選択肢①　設備投資の目的】 以下の選択肢からあてはまるすべての番号を回答欄にご記入ください。

1. 生産設備の更新	2. 老朽設備の更新・補強
3. 生産能力の拡大	4. 拠点（事業所や工場等）の新設
5. 旧来型の基幹システムの更新や維持メンテナンス	6. 事務所や工場のIoT化
7. テレワークの推進	8. デジタル人材の育成
9. 品質管理の自動化	10. 業務効率化やコスト削減
11. 市場シェアの維持・拡大	12. ビジネスモデルの変革
13. 新製品・サービスの提供	14. セキュリティの強化
15. 脱炭素関連	16. その他（　　）

【選択肢②　設備投資の効果】 以下の選択肢からあてはまるすべての番号を回答欄にご記入ください。

1. 生産性の向上	2. 品質の向上（不良品の削減含む）
3. 安全性の向上	4. 省人化の推進
5. 収益の増加	6. 技術力の向上
7. 販路拡大	8. 新規顧客の開拓
9. メンテナンス等の顧客サポートの強化	10. 作業環境や働き方の改善
11. 人材の確保	12. 省エネ・脱炭素の推進
13. その他（　　）	

問８　2024 年以降の設備投資（有形固定資産・無形固定資産）の予定についてお尋ねします。

SQ1　2024 年以降の設備投資の予定について、それぞれあてはまるもの１つに○をつけてください。

SQ2　SQ1 で「1．増やす予定」に○をつけた場合は、設備投資を増やす目的としてあてはまるものすべてを【選択肢】の中から選び、その番号を回答欄に記入してください。

【回答欄】

	SQ1　2024年以降の設備投資の予定 **（いずれかを選択）**	**SQ2　設備投資の目的** **以下の選択肢より番号を記入** **（複数選択可）**
有形固定資産（土地・建物・機械・備品・車両など）	**1.** 増やす予定　→ SQ2 **2.** 控える／投資しない予定	
無形固定資産（ソフトウエア・商標権・特許など）	**1.** 増やす予定　→ SQ2 **2.** 控える／投資しない予定	

【選択肢　設備投資の目的】 以下の選択肢からあてはまるすべての番号を回答欄にご記入ください。

1. 生産設備の更新	**2.** 老朽設備の更新・補強
3. 生産能力の拡大	**4.** 拠点（事業所や工場等）の新設
5. 旧来型の基幹システムの更新や維持メンテナンス	**6.** 事務所や工場のIoT化
7. テレワークの推進	**8.** デジタル人材の育成
9. 品質管理の自動化	**10.** 業務効率化やコスト削減
11. 市場シェアの維持・拡大	**12.** ビジネスモデルの変革
13. 新製品・サービスの提供	**14.** セキュリティの強化
15. 脱炭素関連	**16.** その他（　　）

問９　情報通信機器（有形固定資産に属するもの）への投資とソフトウエア（無形固定資産に属するもの）への投資（ここでは両者を IT 投資とします）についてお尋ねします。

SQ1　直近１年間の各 IT 投資の有無について、それぞれあてはまるもの１つに○をつけてください。

SQ2　SQ1 で「1．あり」に○をつけた場合は、直近１年間の IT 投資の対象としてあてはまるものすべてを【選択肢】の中から選び、その番号を回答欄に記入してください。

SQ3　SQ1 で「1．あり」に○をつけた場合は、直近１年間における売上高に対する IT 投資額の割合をご記入ください。

【回答欄】

	SQ1　IT投資の有無 **（いずれかを選択）**	**SQ2　IT投資の対象** **選択肢より番号を記入** **（複数選択可）**	**SQ3　売上高に対する** **IT投資額の割合** **数字を記入**
情報通信機器（有形固定資産に属するもの）	**1.** あり　→SQ2～SQ3 **2.** なし		約　　％
ソフトウエア（無形固定資産に属するもの）	**1.** あり　→SQ2～SQ3 **2.** なし		約　　％

【選択肢　IT投資の対象】 以下の選択肢からあてはまるすべての番号を回答欄にご記入ください。

1. 全社的・部門横断的なシステムの整備	**2.** 営業・マーケティング	
3. 研究開発	**4.** 設計	**5.** 生産管理
6. 調達・ロジスティクス	**7.** 製造	**8.** 試験・検査
9. 保守・メンテナンス	**10.** その他（　　）	

問１０ 今後の設備投資の可否を検討するにあたって、貴社ではどの部門が戦略・計画の策定を主導していますか。最もあてはまるもの１つに○をつけてください。

1. 経営層（ボードメンバー）	2. 経営企画部門	3. 研究開発・設計部門
4. 生産技術部門	5. 製造・設備保全部門	6. 情報システム部門
7. その他の部門（　　）	8. そのような戦略・計画には取り組んでいない	

国内外における事業所立地についてお尋ねします

問１１ 直近１年間に既存の事業所の移転や、新たな事業所の新増設のケースはありましたか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

1. 既存の事業所を移転（海外の国・地域 ⇒ 日本国内）　→　SQ1へ
2. 既存の事業所を移転（日本国内 ⇒ 海外の国・地域）　→　SQ1へ
3. 既存の事業所を移転（海外の国・地域 ⇒ 別の海外の国・地域）　→　SQ1へ
4. 既存の事業所を移転（日本国内間での移転）　→　問12へ
5. 海外の国・地域において事業所を新増設　→　SQ1へ
6. 日本国内において事業所を新増設　→　問12へ
7. 既存の事業所の撤退（国内外問わない）　→　問12へ
8. 上記にあてはまるケースはない　→　問12へ

SQ1　どの国・地域からどの国・地域へ、どのような理由で事業所を移転・新増設しましたか。また、その事業所はどのような役割を担っていますか。「国・地域」「理由」「事業所の役割」のそれぞれについて選択肢からあてはまる番号を選び、回答欄にその番号を記入してください。
（該当するケースが複数ある場合は、代表的な２事例までご記入ください）

【回答欄】　「国・地域」「理由」「事業所の役割」については、以下の選択肢①～③から選んでください。

どの国・地域から 選択肢①より番号を記入（注5） （番号は１つだけ）	どの国・地域へ 選択肢①より番号を記入 （番号は１つだけ）	移転・新増設の理由 選択肢②より番号を記入 （番号は複数選択可）	事業所の役割 選択肢③より番号を記入 （番号は複数選択可）

（注5）前問において「５．海外の国・地域において事業所を新増設」を選択した場合は、「13」（該当なし）をご記入ください。

【選択肢①　国・地域】 以下の選択肢から選んだ番号を回答欄にご記入ください

1. 日本	2. 米国	3. 中国・香港	4. 台湾	5. 韓国
6. ASEAN	7. インド	8. 欧州	9. ロシア	10. アフリカ
11. 中東	12. その他の国・地域（　　）			13. 該当なし

【選択肢②　移転・新増設の理由】 以下の選択肢から選んだ番号を回答欄にご記入ください

1. 人件費の上昇	2. 人材の確保	3. 品質上の問題
4. 原材料費の上昇	5. 消費地生産	6. 新たなマーケットの開拓
7. 顧客サポート	8. 為替変動	9. 経済安全保障
10. 地政学リスク	11. 人権問題	12. 脱炭素・脱プラスチック等
13. エネルギーコスト問題	14. 新型コロナウイルス感染症の流行	15. その他

【選択肢③ 事業所の役割】 以下の選択肢から選んだ番号を回答欄にご記入ください

1. 生産	**2.** 研究開発・設計	**3.** 営業・販売	**4.** コーポレート・管理部門
5. アフターサービス・メンテナンス		**6.** 物流	**7.** その他（　　）

問１２ 今後、既存の事業所の移転や、新たな事業所の新増設の計画はありますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

1. 既存の事業所を移転（海外の国・地域 ⇒ 日本国内）	
2. 既存の事業所を移転（日本国内 ⇒ 海外の国・地域）	
3. 既存の事業所を移転（海外の国・地域 ⇒ 別の海外の国・地域）	
4. 既存の事業所を移転（日本国内間での移転）	**5.** 海外の国・地域において事業所を新増設
6. 日本国内において事業所を新増設	**7.** 既存の事業所の撤退（国内外問わない）
8. 上記にあてはまるケースはない	

問１３ 貴社において、今後どのような事業所が国内に必要不可欠とお考えですか。その事業所が担う役割としてあてはまるものすべてに○をつけてください。

1. 生産	**2.** 研究開発・設計	**3.** 営業・販売
4. コーポレート・管理部門	**5.** アフターサービス・メンテナンス	**6.** 物流
7. その他（　　）	**8.** 国内に必要不可欠な事業所はない	

問１４ 国内において生産機能を有する貴社事業所の今後の方向性について、あてはまるもの１つに○をつけてください。

1. 拡大	**2.** 維持	**3.** 縮小	**4.** 廃止
5. 検討していない／わからない		**6.** 国内に生産機能を有する事業所はない	

問１５ 事業所の移転や新増設を検討するにあたって、貴社ではどの部門が戦略・計画の策定を主導していますか。最もあてはまるもの１つに○をつけてください。

1. 経営層（ボードメンバー）	**2.** 経営企画部門	**3.** 研究開発・設計部門
4. 生産技術部門	**5.** 製造・設備保全部門	**6.** 情報システム部門
7. その他の部門（　　）	**8.** そのような戦略・計画には取り組んでいない	

貴社における脱炭素や資源循環への対応についてお尋ねします

問１６ 脱炭素や資源循環への対応として、貴社では具体的にどのようなことに取り組んでいますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

1. 再生可能エネルギーの導入	
2. 温室効果ガス排出量の見える化　→　SQ1にもご回答ください	
3. 温室効果ガス排出量の削減　→　SQ2にもご回答ください	
4. 温室効果ガス排出権の売却・購入	**5.** 脱プラスチック製品への転換
6. ３Ｒの推進（リデュース、リユース、リサイクル）	
7. 設備等の共有（シェアリング、リース、レンタル）	
8. その他（　　）	**9.** 特にない

SQ1　サプライチェーンのどの部分において、温室効果ガスの「排出量の見える化」に取り組んでいますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

SQ2　サプライチェーンのどの部分において、温室効果ガスの「削減」に取り組んでいますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

【 回答欄 】	SQ1 温室効果ガスの排出量の見える化	SQ2 温室効果ガスの削減
1. 生産燃料の燃焼、工業プロセス等、事業者自らによる温室効果ガスの直接排出（スコープ１）	1	1
2. 他者から供給された電気・熱・蒸気の使用に伴う間接排出（スコープ２）	2	2
3. 原材料製造時や原材料、製品輸送時の温室効果ガス（スコープ３）	3	3
4. 自社製品の使用時や廃棄時の温室効果ガス（スコープ３）	4	4

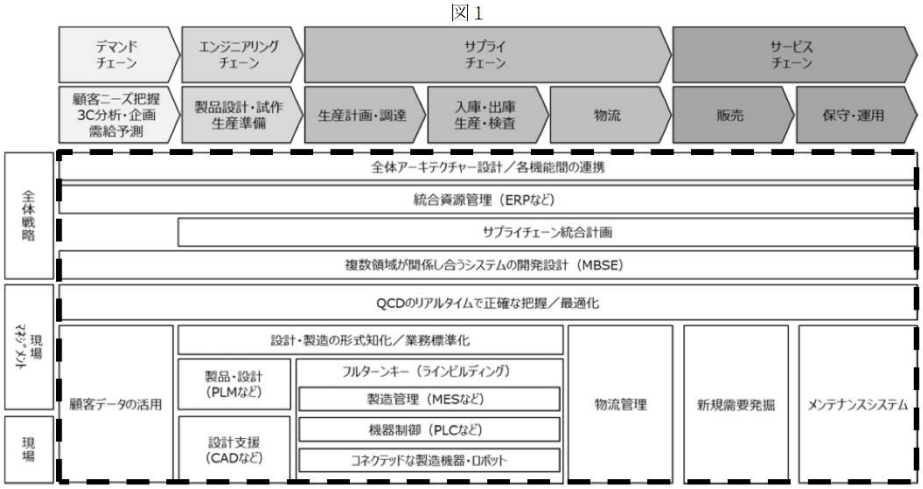
問１７　脱炭素や資源循環への対応を検討するにあたって、貴社ではどの部門が戦略・計画の策定を主導していますか。最もあてはまるもの１つに○をつけてください。

1. 経営層（ボードメンバー）	2. 経営企画部門	3. 研究開発・設計部門
4. 生産技術部門	5. 製造・設備保全部門	6. 情報システム部門
7. その他の部門（　　）	8. そのような戦略・計画には取り組んでいない	

製造ソリューションやデジタルトランスフォーメーション(DX)への取組についてお尋ねします

製造ソリューションとは、以下の図１の点線で囲んだ部分のように、デマンドチェーンからサービスチェーンに至る一連のプロセスを、より効率的で付加価値の高い業務とすることをサポートする様々な機器・ソフトウエア・サービスを指しています。以下では、これら製造ソリューションの活用ニーズについてお尋ねします。

図１



問１８ 前述のような製造ソリューションを以下の①～⑤のカテゴリに分類した場合、それぞれの活用状況や活用ニーズについてあてはまるものすべてに○をつけてください。
また、①～⑤のそれぞれにおいて「１．すでに活用している」または「２．今後活用したい」に○をつけた場合は、日本製を活用しているのか、海外製を活用しているのか、内製しているのかについても、あてはまるものすべてに○をつけてください。

①パッケージソフト		
	ＥＲＰ：調達、生産、販売、会計等の基幹業務統合ソフトウエア	**1.** すでに活用している → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **2.** 今後活用したい → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **3.** 必要性は感じているが活用予定はない **4.** 必要としていない
	ＰＬＭ：製品ライフサイクル管理ソフトウエア	**1.** すでに活用している → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **2.** 今後活用したい → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **3.** 必要性は感じているが活用予定はない **4.** 必要としていない
	ＭＯＭ（ＭＥＳ）：製造オペレーション管理、製造実行ソフトウエア	**1.** すでに活用している → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **2.** 今後活用したい → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **3.** 必要性は感じているが活用予定はない **4.** 必要としていない
	ＣＲＭ：顧客関係管理ソフトウエア	**1.** すでに活用している → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **2.** 今後活用したい → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **3.** 必要性は感じているが活用予定はない **4.** 必要としていない
②ロボット（生産用、物流用など）、センサー、監視カメラ等の設備機器		**1.** すでに活用している → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **2.** 今後活用したい → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **3.** 必要性は感じているが活用予定はない **4.** 必要としていない
③プラットフォーム（クラウドだけでなく、社内で閉じた管理システムなども含む）		**1.** すでに活用している → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **2.** 今後活用したい → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **3.** 必要性は感じているが活用予定はない **4.** 必要としていない
④コンサルティング（戦略策定、ICT導入支援、ラインビルディング等）		**1.** すでに活用している → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **2.** 今後活用したい → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **3.** 必要性は感じているが活用予定はない **4.** 必要としていない
⑤アフターメンテナンス（保守・点検等）		**1.** すでに活用している → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **2.** 今後活用したい → (**a.** 日本製 **b.** 海外製 **c.** 内製) **3.** 必要性は感じているが活用予定はない **4.** 必要としていない

SQ1 上記の問 18 において、いずれか１つでも「c. 内製」に○をつけた企業にお尋ねします。
その内製化している製品・サービスを外販していますか。または、今後外販する予定がありますか。あてはまるもの１つに○をつけてください。

1. 外販している → SQ2にもご回答ください
2. 今後外販する予定がある → SQ2にもご回答ください
3. 外販していない、今後外販する予定はない → 問19へ

SQ2　外販している、もしくは今後外販する予定がある場合は、具体的な商品名や機能、掲載されているホームページについて下記に記載してください。
また、今後、本委託調査の一環として追加で内容をお伺いさせていただく可能性がありますので、本件につき情報提供いただけるご担当部署名と電話番号をお知らせください。

商品名（すでに外販している場合）	
具体的な機能	
商品紹介ＨＰ	
ご担当部署名	
上記の電話連絡先	

問１９　貴社では、どのような目的でデジタルトランスフォーメーション（DX）[注6]に取り組んでいますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。○を複数つけた場合は最も重要と考えられるもの１つに◎をつけてください。

（注6）データ・デジタル技術・ITを活用して、製品やサービス、ビジネスモデルを変革すること、業務そのものや組織、プロセス、企業文化・風土を変革することを指します。

1．業務効率化、生産性向上
2．既存の商品・サービス・事業の高付加価値化
3．新商品・サービス・事業の開発
4．組織マネジメントの改革
5．人材育成の強化
6．人手不足への対応
7．その他（　　）
8．取り組んでいない　→　問22にお進みください

問２０　問19で「3．新商品・サービス・事業の開発」を選択しなかった方にお尋ねします。DXを活用した「3．新商品・サービス・事業の開発」へ取り組んでいない（取組を検討中の場合も含みます）理由として、あてはまるものすべてに○をつけてください。○を複数つけた場合は最も重要と考えられるもの１つに◎をつけてください。

1．資金が不足している
2．人材が不足している
3．技術ノウハウが不足している
4．マーケティング力が不足している
5．取り組む時間的余裕がない
6．デジタル化やIT化とは関連性が薄い業務である
7．新規事業へ取り組む必要性がない
8．その他（　　）

問２１　貴社のDXに係る取組において、どのような成果が出ていますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。○を複数つけた場合は最も重要と考えられるもの１つに◎をつけてください。

1．売上の向上
2．コストの削減
3．新規事業への展開/新規顧客の開拓
4．意思決定の迅速化
5．情報共有の促進
6．働き方改革の推進
7．人材育成の時短化、質向上
8．人手不足の解消
9．その他（　　）
10．成果が出ていない　→　問22にお進みください

問２２ 問19で「８．取り組んでいない」、または問21で「10．成果が出ていない」と回答された方にお尋ねします。該当しない場合は、次の問23にお進みください。
貴社においてDXに取り組んでいない理由、もしくはDXの成果が出ていない理由としてどのようなことが考えられますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。○を複数つけた場合は最も重要と考えられるもの１つに◎をつけてください。

1．ＤＸに取り組むためのリソースが不足している（ヒト、モノ、カネ、時間など）
2．ＤＸに取り組むための情報が不足している（戦略、検討方法、考え方など）
3．ＤＸ化を進めたい部署・組織においてＤＸへの理解が不足している
4．ＤＸ化を進めたい部署・組織においてＤＸへの抵抗感がある
5．その他（　　）

問２３ ｐ９の図１のようなデマンドチェーンからサービスチェーンに至る一連のプロセスにおけるデータ・デジタル技術・ITの活用状況についてお尋ねします。

SQ1　各チェーンにおいて活用していますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

SQ2　上記で○をつけた目的において、効果はありましたか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

【 回答欄 】		SQ1 活用の有無	SQ2 効果の有無
デマンドチェーン・サービスチェーン	1．市場調査能力の向上（顧客ニーズ把握、３Ｃ分析など）	1	1
	2．取引先・販売ルートの拡大、顧客ニーズに合致した商品の企画	2	2
	3．需給予測精度の向上	3	3
	4．その他の目的（　　）	4	4
エンジニアリングチェーン	5．開発・設計・生産準備の各業務負荷軽減、効率化、生産性向上	5	5
	6．開発・設計・生産準備の各リードタイム短縮	6	6
	7．製造工程（製品製造）のリードタイム短縮	7	7
	8．ベテラン技術者のノウハウ見える化（暗黙知の形式知化）およびデータ蓄積	8	8
	9．その他の目的（　　）	9	9
サプライチェーン	10．生産計画・調達・在庫管理の各業務負荷軽減、効率化、生産性向上	10	10
	11．現場作業・設備稼働の負荷軽減、効率化、生産性向上（生産、検査、入出庫、設備保全など）	11	11
	12．品質保証・品質管理の質向上（改善活動への寄与、データ改竄防止など）	12	12
	13．ベテラン作業者のノウハウ見える化（暗黙知の形式知化）およびデータ蓄積	13	13
	14．その他の目的（　　）	14	14

問２４ 貴社では事業部や組織の壁を超えた業務や意思決定の最適化（全社での最適化）がなされていますか。最もあてはまるもの１つに○をつけてください。

1．全社での最適化ができている　→ SQ1へ
2．全社での最適化を目指して取り組んでいる　→ SQ1へ
3．全社で最適化すべきと考えているが、着手できていない　→ SQ1へ
4．全社で最適化する必要性を感じていない　→ 問25へ

SQ1　全社での最適化を図る上での課題としてあてはまるものすべてに○をつけてください。

1. 全社で最適化されたあるべき姿やビジョンの策定
2. 最適化を目指すための具体的な方法やプロセスが不明
3. 最適化するためのリソース（人材、資金、時間）の確保
4. 最適化するための社内プロジェクトの立ち上げや実行部隊への権限移譲
5. 経営陣の意識改革
6. 社員の意識改革
7. その他（　　）

問２５　ｐ９の図１のような一連のチェーンにおける組織・部署間のコミュニケーションについて「連携ができていない」「壁がある」と感じることがありますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

1. デマンドチェーン ⇔ エンジニアリングチェーンとの間で連携できていない／壁がある
2. エンジニアリングチェーン ⇔ サプライチェーンとの間で連携できていない／壁がある
3. サプライチェーン ⇔ サービスチェーンとの間で連携できていない／壁がある
4. サービスチェーン ⇔ デマンドチェーンとの間で連携できていない／壁がある
5. 各チェーン ⇔ 情報システム部門との間で連携できていない／壁がある
6. 各チェーン ⇔ 経営層・経営企画部門との間で連携できていない／壁がある
7. 上記以外の組織・部署間において連携できていない／壁がある
   （具体的に　　）
8. 連携ができている／壁がない　→ SQ1にもお答えください

SQ1　「連携ができている」「壁がない」と感じる理由として、あてはまるものすべてに○をつけてください。
○を複数つけた場合は最も重要と考えられるもの１つに◎をつけてください。

1. 適切な組織体制の構築、人員配置が行われている
2. デジタル技術の活用により情報共有が図られている
3. 対面でのコミュニケーションにより情報共有が図られている
4. その他（　　）

問２６　エンジニアリング部門（製品開発・設計・生産技術［準備］部門等）および工場内の実作業部門（製造・保全等）において、部門内・部門間の連携を図るための情報・データの標準化に取り組まれていますか。取り組んでいる対象としてあてはまるものすべてに○をつけてください。

1. 顧客ニーズ情報の収集・共有
2. 商品企画・開発プロセス（ＱＦＤ[注7]等）
3. 設計プロセス（製品・工程・設備・治工具等）
4. ＢＯＭ（部品表）
5. ＢＯＰ（工程表）
6. コントロールプラン（ＱＣ工程表）
7. 検査基準・方法
8. 作業条件・方法
9. 品質保証体制・ＱＭＳ[注8]
10. その他（　　）
11. 取り組んでいない

（注7）品質機能展開（Quality Function Deployment）。顧客の要求を円滑に業務に伝達するための品質管理の手法。

（注8）品質マネジメントシステム（Quality Management System）。製品や提供されるサービスの品質を管理するために用いられるシステム。

問２７ 以下のシステム間[注9]においてデータ連携[注10]ができていますか。あてはまるものすべてに○をつけてください。

（注9）各システムの位置づけについては、ｐ９の図１をご参照ください。
（注10）データのフォーマットの統一化を図るなどして、社内のシステム間・部門内・部門間でデータを流通・活用することを指します。

1. ＣＲＭ ⇔ ＰＬＭ	**2.** ＰＬＭ ⇔ ＥＲＰ
3. ＰＬＭ ⇔ ＭＯＭ（ＭＥＳ）	**4.** ＥＲＰ ⇔ ＭＯＭ（ＭＥＳ）
5. ＭＯＭ（ＭＥＳ） ⇔ ロボット・センサー等	**6.** その他のシステム間（　　）

問２８ 部門内・部門間の連携のための標準化やデータ連携を進めるうえでの課題として、あてはまるものすべてに○をつけてください。○を複数つけた場合は最も重要と考えられるもの１つに◎をつけてください。

1. 経営層の理解、知識が不足	**2.** 関係部門の理解、知識が不足
3. 既存の組織基盤[注11]を刷新するコストが不足	**4.** 既存の組織基盤[注11]を刷新する工数が不足
5. その他（　　）	

（注11）業務プロセス、情報システム、データのフォーマット等を指します。

問２９ DX を製造ソリューションにおいて利活用するなど、DX 化への対応を検討するにあたって、貴社ではどの部門が戦略・計画の策定を主導していますか。最もあてはまるもの１つに○をつけてください。

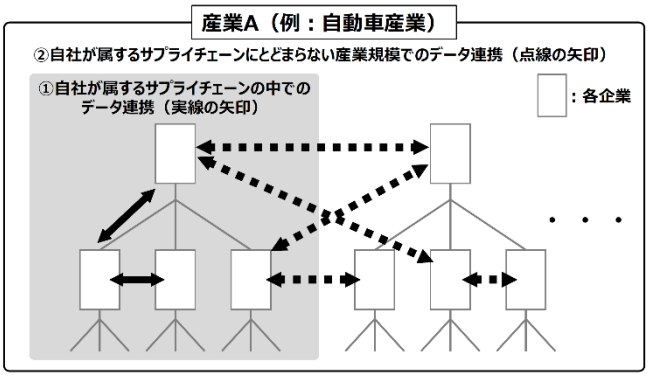
1. 経営層（ボードメンバー）	**2.** 経営企画部門	**3.** 研究開発・設計部門
4. 生産技術部門	**5.** 製造・設備保全部門	**6.** 情報システム部門
7. その他の部門（　　）	**8.** そのような戦略・計画には取り組んでいない	

産業規模でのデータ連携についてお尋ねします

個社のみならず、産業規模での最適化を実現する手段の一つとして、個社やグループ間を超えて産業規模でデータを連携し、活用しようという動きが加速しています。具体例としては、ドイツで発足した、自動車産業に関わる企業間においてデータの連携を実現する「Catena-X（カテナX）」が挙げられます。ここでは、このような産業規模でのデータ連携についてお尋ねします。

※この問における「データ」とは、自社の保有するサプライチェーンに関するデータ（企業間の受発注データや品質、CO2排出にかかるデータ等）を指し、「データ連携」とは、企業が保有するデータを他社とも共有し、活用することを意味しています。ただし、メール・FAXによるデータ共有は除きます。

図２



問３０ 貴社は自社内に閉じることなく、他社との間でデータ連携を行っていますか。あてはまるもの１つに○をつけてください。

1．実施している	**2**．実施に向けて検討中
3．必要性を認識しているが、実施できていない	**4**．実施の予定はない
5．わからない	

問３１ 貴社はサプライチェーン内の企業とデータ連携[注12]を行っていますか。あてはまるもの１つに○をつけてください。 （注 12）ｐ14・図２の①の領域内における実線で示したようなデータ連携を指します。

1．実施している	**2**．実施に向けて検討中
3．必要性を認識しているが、実施できていない	**4**．実施の予定はない
5．自身の属するサプライチェーンにおいてそのような取組があるかわからない	

問３２ 昨今、サプライチェーンにとどまらない産業規模でのデータ連携[注13]が着目されていますが、このような取組をご存じですか。あてはまるもの１つに○をつけてください。
（注 13）ｐ14・図２の②の領域における点線で示したようなデータ連携を指します。

1．具体的な取組イメージまで把握している
2．聞いたことはあるが、具体的な取組イメージがわからない
3．聞いたことがない

問３３ 前問のような、サプライチェーンにとどまらない産業規模でのデータ連携を行っていますか。あてはまるもの１つに○をつけてください。

1．実施している	**2**．実施に向けて検討中
3．必要性を認識しているが、実施できていない	**4**．実施の予定はない
5．わからない	

問３４ 貴社はサプライチェーンにとどまらない産業規模でのデータ連携の枠組みがあれば、今後、参加したいと思われますか。あてはまるもの１つに○をつけてください。

1．参加したい	**2**．参加するかどうか検討したい
3．参加の必要はない	**4**．わからない

問３５ 産業規模でのデータ連携に取り組むにあたっての懸念事項があれば、あてはまるものすべてに○をつけてください。

1．データの秘匿性の確保	**2**．セキュリティの担保
3．社内における基盤整備のコスト	**4**．収集データの標準化（書式の統一）
5．スキルを持った人材の不足	**6**．社内の理解や協力
7．他社との合意形成（契約交渉含む）	**8**．データ連携によるメリットがわからない
9．その他（	）

問３６ 企業や業界をまたぐデータ連携への対応を検討するにあたって、貴社ではどの部門が戦略・計画の策定を主導していますか。最もあてはまるもの１つに○をつけてください。

1. 経営層（ボードメンバー）	**2.** 経営企画部門	**3.** 研究開発・設計部門
4. 生産技術部門	**5.** 製造・設備保全部門	**6.** 情報システム部門
7. その他の部門（　　）	**8.** そのような戦略・計画には取り組んでいない	

オープンイノベーションについてお尋ねします

問３７ 貴社では、外部と連携したオープンイノベーションを促進するために他社との協業や大学等との連携に取り組んでいますか。あてはまるもの１つに○をつけてください。

1. 取り組んでいる　→　SQ1へ　　**2.** 取り組んでいないが検討中　→　SQ1へ
3. 取り組んでおらず、今後も取り組む予定はない　→　問38へ

SQ1　貴社のオープンイノベーション活動の取組相手について、あてはまるものすべてに○をつけてください。また、○をつけたものについては、その相手を選んだ理由としてあてはまるものすべてを選択肢の中から選び、回答欄の番号に○をつけてください。

↓ 該当する番号すべてに○をつけてください		その相手を選んだ理由 選択肢より番号を選択（番号は複数選択可）
1. 国内のスタートアップ企業[注14]	⇒	**1 2 3 4 5 6 7 8**
2. 国内の同業種企業（国内スタートアップ企業を除く）	⇒	**1 2 3 4 5 6 7 8**
3. 国内の異業種企業（国内スタートアップ企業を除く）	⇒	**1 2 3 4 5 6 7 8**
4. 海外企業	⇒	**1 2 3 4 5 6 7 8**
5. 大学・公的研究機関	⇒	**1 2 3 4 5 6 7 8**
6. その他（　　）	⇒	**1 2 3 4 5 6 7 8**

（注14）スタートアップ企業は設立10年未満の企業を指します。

【選択肢　相手を選んだ理由】

1. 先進技術・ノウハウの獲得	**2.** 新たなアイデア・発想の獲得	**3.** 新規分野・領域への進出
4. 新たな顧客ニーズの開拓	**5.** 事業のスピードアップ	**6.** 事業資金の確保
7. 人材育成	**8.** その他（　　）	

問３８ オープンイノベーションを促進するために他社との協業や大学等との連携を検討するにあたって、貴社ではどの部門が戦略・計画の策定を主導していますか。最もあてはまるもの１つに○をつけてください。

1. 経営層（ボードメンバー）	**2.** 経営企画部門	**3.** 研究開発・設計部門
4. 生産技術部門	**5.** 製造・設備保全部門	**6.** 情報システム部門
7. その他の部門（　　）	**8.** そのような戦略・計画には取り組んでいない	

質問は以上です。お忙しい中ご協力いただき、誠にありがとうございました。

（様式２）

二次利用未承諾リスト

報告書の題名　令和5年度製造基盤技術実態等調査 我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査 報告書（製造業を取り巻く環境変化や課題の整理及び今後の対応の検討に資する調査）

委託事業名　令和5年度製造基盤技術実態等調査(我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査)

受注事業者名　三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社

頁	図表番号	タイトル
p91	アンケート帳票	我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関するアンケート調査

製造業における企業間データ連携の進展に向けた調査

2024 年 3 月

株式会社 d-strategy,inc

内容

タスクフォース（TF）の位置づけ 4
１：取り組みの目的と背景 4
２：RRI のデータスペース推進体制 5
【TF1】Catena-X 等のデータ連携基盤調査 6
1.データスペースの概要 6
1.1 データスペース（データ共有圏） 6
1.2 データ主権（Data Sovereignty） 7
1.3 データスペース整備の背景 8
1.4 データスペースにおける重要技術のコネクター 10
1.5 データスペースの歴史と広がり 12
1.6 データスペースの仕組み 13
1.7 データスペースにおける各プレイヤーの役割 16
1.8 データ連携が急速に進む背景 19
2.主要組織の取り組みについて 28
2.1 IDSA（International Data Space Association） 29
2.2 GAIA-X 30
2.3 Manufacturing-X 35
3. Catena-X の取り組み詳細と Cofinity-X について 37
3.1 設立目的 37
3.2 参加メンバー 38
3.3 開発ソフトウェア・機能 39
3.4 組織構成 41
3.5 Catena-X に取り組む上での費用 43
3.6 実サービス運用企業としての Cofinity-X 44
3.6 Cofinity-X への参画プロセス 46
3.7 Catena-X の認証プロセス 47
3.8 中小企業の参画に向けた取り組み 49
3.9 今後のロードマップ 49
4. Catena-X の各ユースケースについて 51
4.1 持続可能性 53
4.2 トレーサビリティ：ライフサイクル全体にわたる継続的なデータチェーン 68
4.3 循環型経済 71
4.4 品質管理 76
4.5 サービスとしての製造 77

4.6 モジューラー生産.....81
4.7 オンライン制御とシミュレーション.....84
4.8 需要とキャパシティ管理.....86
4.9 デジタル・ビヘイビア・ツイン.....90
4.10 ビジネスパートナーのデータマネジメント.....92
5. Catena-X のオペレーションモデルについて（CX_Operating_Modelv2.1）.....95
5.1 イントロダクション.....95
5.2 Catena-X のデータスペースの理解.....97
5.3 Catena-X データ・エコシステムの役割.....101
5.4 サービスマップ.....111
5.5 データスペースの運用.....116
5.6 データスペースガバナンス.....121
5.7 どのようにライフサイクルマネジメントを行うか.....128
5.8 展望.....130
5.9 用語集.....132
【TF2】産業データ連携のユースケース検討および仮説検証.....133
1. タスクフォースのメンバーと検討内容.....134
2. 検討プロセスと議論のスケジュール.....135
3. 【議論結果①】共通ゴール検討.....135
3.1 ユースケース素案の検討.....136
3.2 共通ゴールのグルーピング.....138
3.3 実行を要求する主体・効果が現れる時期.....139
4. 【議論結果②】データ連携における主体・懸念点整理.....140
4.2 共有されるデータの検討.....141
4.3 データ共有の対象（相手）.....142
4.4 データ連携にあたっての懸念点.....143
5. 【議論結果③-1】ユースケース素案のグループ化によるユースケース抽出.....145
6. 【議論結果③-2】ユースケースの具体化.....147
6.1 ＜ユースケース①＞ サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ/ESG 指標の開示.....147
6.2 ＜ユースケース②＞ プロダクトエンジニアリングチェーンにおけるトレーサビリティ確保.....151
6.3 ＜ユースケース③＞ 企業リソース/事業計画シェアリングによる業界レベルでのサービス安定提供.....154
6.4 ＜ユースケース④＞ 循環経済を活性化する動静脈連携に向けた製品情報共有スキーム.....158

7. データ連携における必要機能・懸念点と、その対応に関する提言.....163
7.1 データ連携における必要機能と懸念点とりまとめ.....163
7.2 懸念点を踏まえたプレイヤーごとへの提言.....173
Appendix— 1 ：（参考）ユースケース素案のブレーンストーミング結果（議論結果①）
.....189
＜ユースケース素案①＞ 製造物の ESG 品質スコアリング.....189
＜ユースケース素案②＞ サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携 191
＜ユースケース素案③＞ 原料調達の倫理スコア可視化 193
＜ユースケース素案④＞ 含有化学物質情報伝達 195
＜ユースケース素案⑤＞ 製品含有化学物質の企業間情報共有 197
＜ユーfa スケース素案⑥＞ 航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン.....199
＜ユースケース素案⑦＞ 製造物品質トレサビ 202
＜ユースケース素案⑧＞ 脆弱性情報の共有による対応の効率化.....203
＜ユースケース素案⑨＞ 電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化 205
＜ユースケース素案⑩＞ 物流の効率化と CO2 排出削減，業界課題対応.....207
＜ユースケース素案⑪＞ BCP 対応　生産・調達余力共有 209
＜ユースケース素案⑫＞ 製品の寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減.....210
＜ユースケース素案⑬＞ データスペースの国際相互接続.....212
＜ユースケース素案⑭＞ 蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化.....214
＜ユースケース素案⑮＞ 協調と競争のビジネスモデル設計 215
＜ユースケース素案⑯＞ データ循環によるエコデザイン活性化.....217
Appendix— 2 ：（参考）ユースケース①実現に向けた懸念点整理と各プレイヤーへの提言
.....219

タスクフォース（TF）の位置づけ

1 ：取り組みの目的と背景

企業を超えたデータ連携の取り組みはグローバルに、かつ領域としても後述する Catena-X の自動車領域にとどまらず、製造業全体・産業全体に広がりを見せている。データ連携を通じてカーボンニュートラルや資源循環など個社のみでは対応できない課題への取り組みが求められるとともに、新たなビジネスモデル創出等の構造変化も起こっている。データ連携を通じてサプライチェーン全体を意味する Scope3 での GHG 排出量を義務付ける欧州電池規制対応等は施行が間近に迫っており、産業界においては喫緊の課題となっている。

こうした中、我が国の産業としても強みを活かした上でいかにデータ連携に対応するのか、これらを契機にビジネスモデル・オペレーションモデルを変化させていくのかを議論していくことが求められる。日本の製造業のサプライチェーンは、アジアをはじめ、欧米・新興国などグローバルに拡がっており、我が国に閉じた議論ではなく、グローバルでのエコシステム形成をいかに行っていくのかといった産学官での俯瞰的な議論が求められる。

こうした背景の中、RRI（ロボット革命イニシアティブ協議会）としては「産業データ連携 AG（アクショングループ）」を組織し検討を開始した。

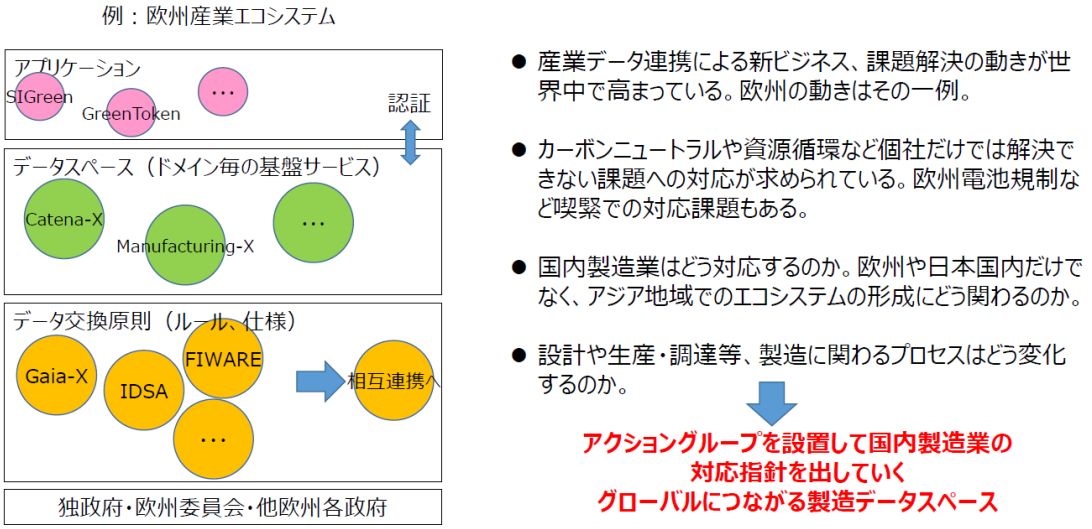


図 1：RRI としてとらえるデータスペースの構造と、本取り組みの背景

（出所：RRI 検討資料）

2 ：RRI のデータスペース推進体制

同アクショングループは、下図の RRI 内の AG（アクショングループ）に設置した。同 AG としては 3 つのタスクフォースで形成される。本稿においては「TF1：Catena-X 等のデータ連携基盤調査」および、「TF2：産業データ連携ユースケース検討および仮説構築」に関して検討の結果を記述する。

- 【TF1】Catena-X 等のデータ連携基盤調査
- 【TF2】産業データ連携ユースケース検討および仮説構築
- 【TF3】エンジニアリング改革に向けた将来技術検討

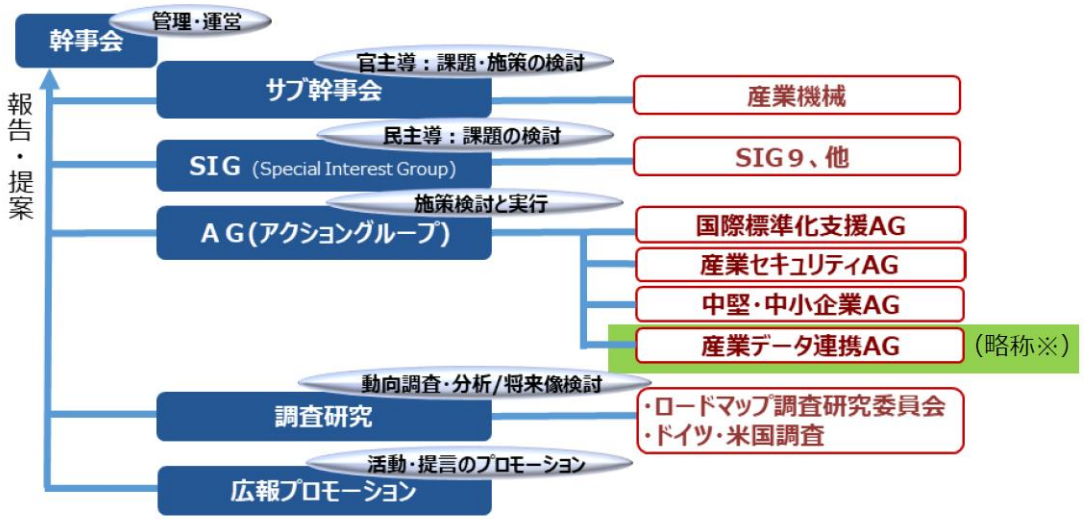


図 2：RRI の推進体制（出所：RRI 検討資料）

なお、本報告書は 2024 年 3 月時点の情報にもとづく報告書である点留意されたい。最新の情報については、Catena-X の発表や、RRI の活動報告を参照頂ければ幸いである。

【TF1】Catena-X 等のデータ連携基盤調査

本章においては TF1：Catena-X 等のデータ連携基盤調査についての調査結果について下記する。

1.データスペースの概要

1.1 データスペース（データ共有圏）

データ共有圏とは、Data Space（データスペース）とも呼ばれている。データを共有・交換する際には、従来はプラットフォームを介したデータ共有であり、プラットフォーム（PF）に提供したデータの活用や、マネタイズについては PF が実施。データ所有者が関与できないものであった。一方で、現在欧州発で検討が進むデータ共有圏（Data Space）については、コネクターと呼ばれるデータの出し手・受け手を直接繋ぐ分散型の共有となる。・コネクターを活用しデータ所有者と、利用者が直接データ共有を実施し、データ主権が担保され、データ所有者が「他者がデータをどのように、いつ、いくらで利用できるかを自己決定する」ことができることが特徴だ。

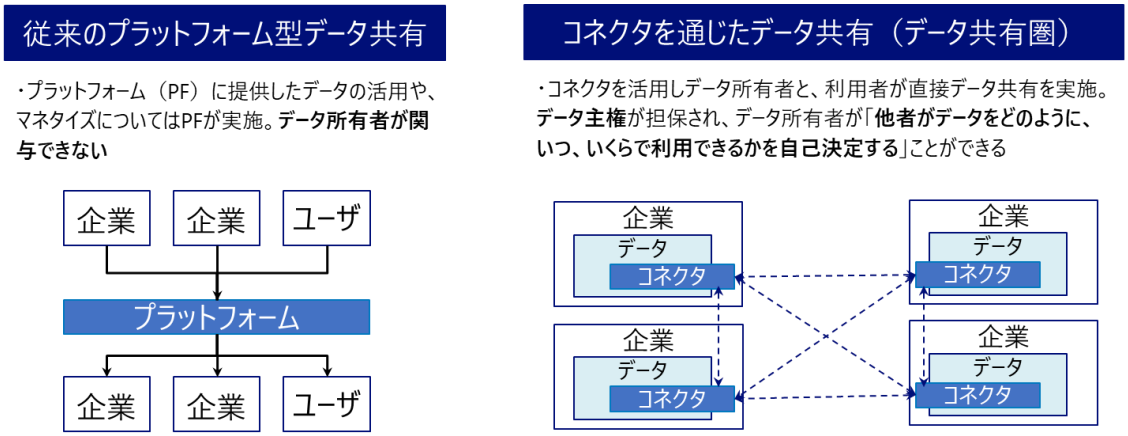


図 3：欧州が展開しているデータスペース（出所：d-strategy,inc 提供資料）

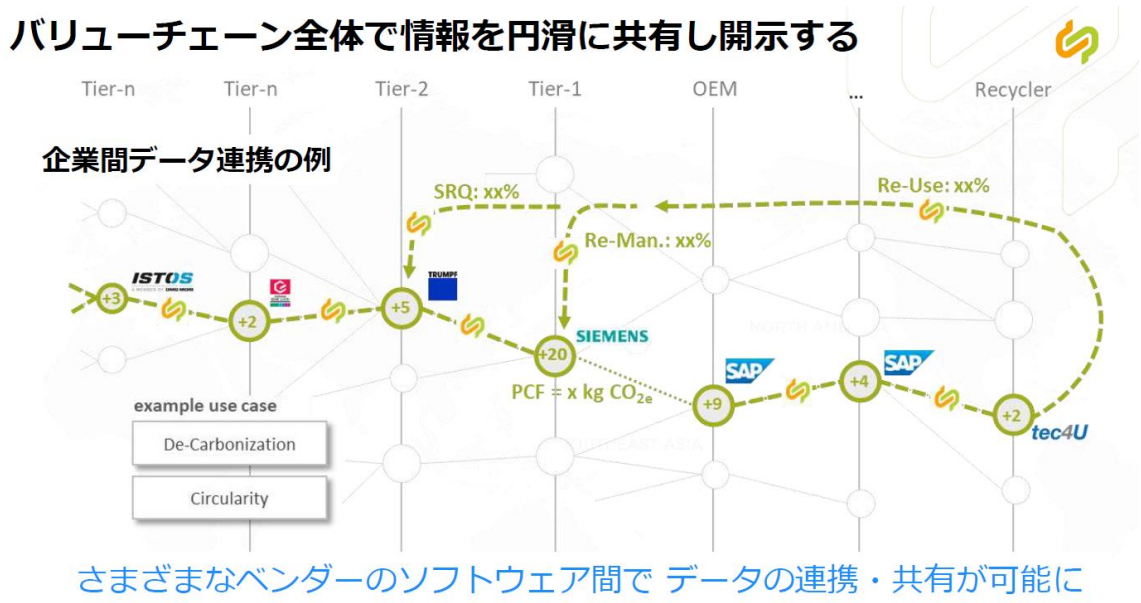


図 4：データスペースでのデータ共有のあり方

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

1.2 データ主権（Data Sovereignty）

データ保有者の権利を守る上で、重要なコンセプトが「データ主権（Data Sovereignty）」だ。後述の IDSA（International Data Space Association）はデータ主権を下記の通り定義している。

（データ主権の定義）
バリューチェーン全体において、他者がそれをどのように、いつ、いくらで利用できるかを自己決定すること（self-determine how, when and at what price others may use it across the value chain）

従来のクラウドに代表されるプラットフォーム型のデータ連携においては、特定の企業のデータを独占されてしまうことや、データ保有者がデータ利用やマネタイズの意思決定に関与することができず、データ保有者の権利が守られていない状況であった。その中で、データ保有者の権利を守るための自律分散的なコンセプトがデータ主権であり、それを実現するために整備されているのがデータスペースなのである。

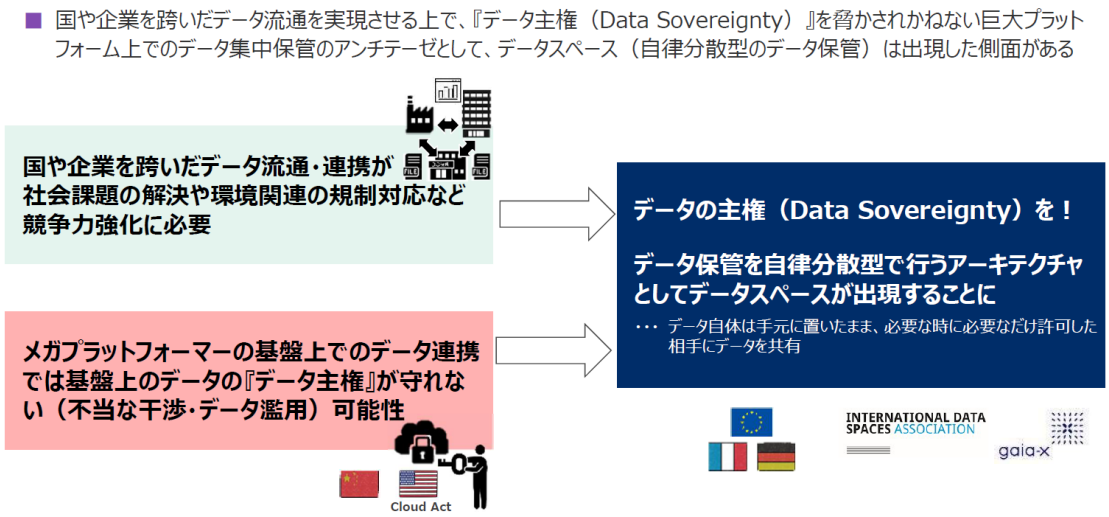


図 5：今までのプラットフォーム型のデータ共有の課題と、データ主権担保の必要性
（出所：クニエ提供資料）

1.3 データスペース整備の背景

企業を超えたデータ連携を行うとしても、例えばサプライチェーンにおいて直接取引をしている顧客・サプライヤを超えて、グローバルに広がっているサプライチェーンの上下流企業のデータをいかに接続するのかは大きな課題となる。

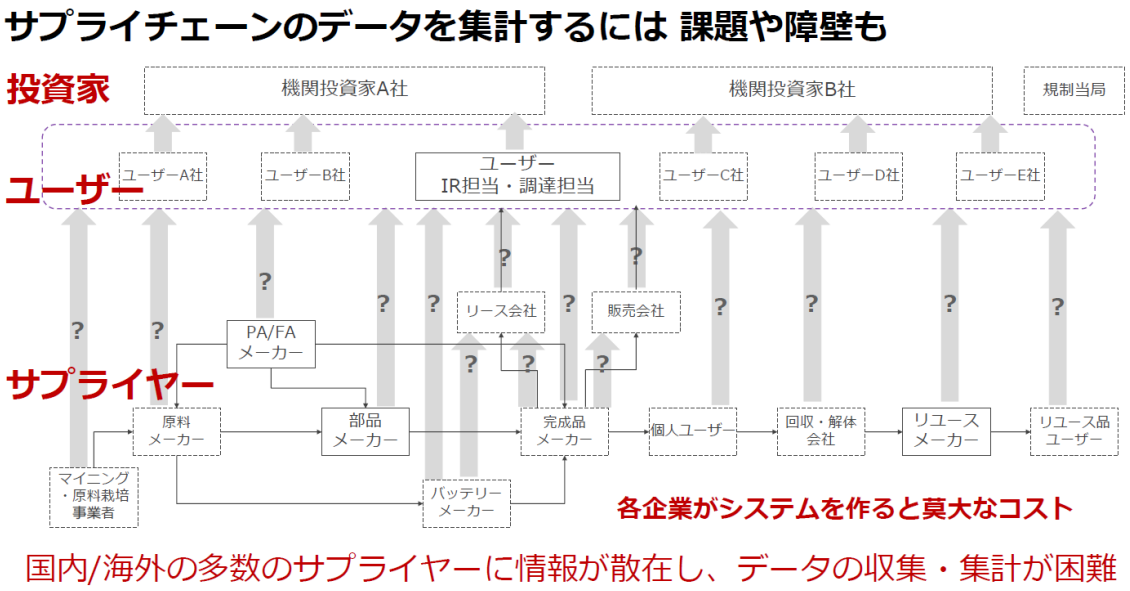


図 6：企業を超えたデータ連携の課題

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

これらの対応を個社ごとに実施しようとすると莫大なリソースやコストがかってしまう中で、共通インフラとしてデータ連携を行うための基盤を整備する動きがデータスペースの取り組みである。データスペースの活用により、安心安全にデータを連携することを目指している。欧州はこうしたデータ連携を国横断で産業界全体、社会全体で行う基盤の整備により世界全体のバリューチェーンやサプライチェーンの接続を図っているのである。

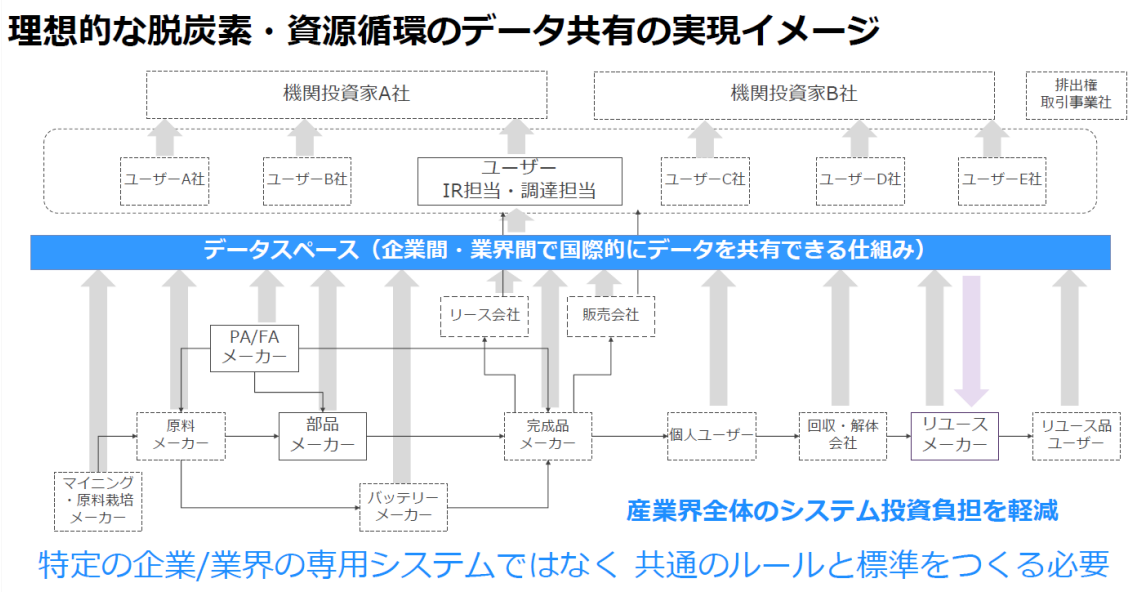


図 7：脱炭素・資源循環のデータ共有イメージ

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

1.4 データスペースにおける重要技術のコネクター

データスペースにおいて重要となる技術がコネクターだ。コネクターは特定のデータを、特定の相手と、期限を決めて安心・安全に共有・活用するためのソフトウェアコンポーネントであり、オープンソースとして公開されている。コネクターは、データとサービスのゲートウェイとして、またアプリとソフトウェアの信頼できる環境として機能する。コネクターを活用することによりピアツーピアのデータ交換を可能にする。

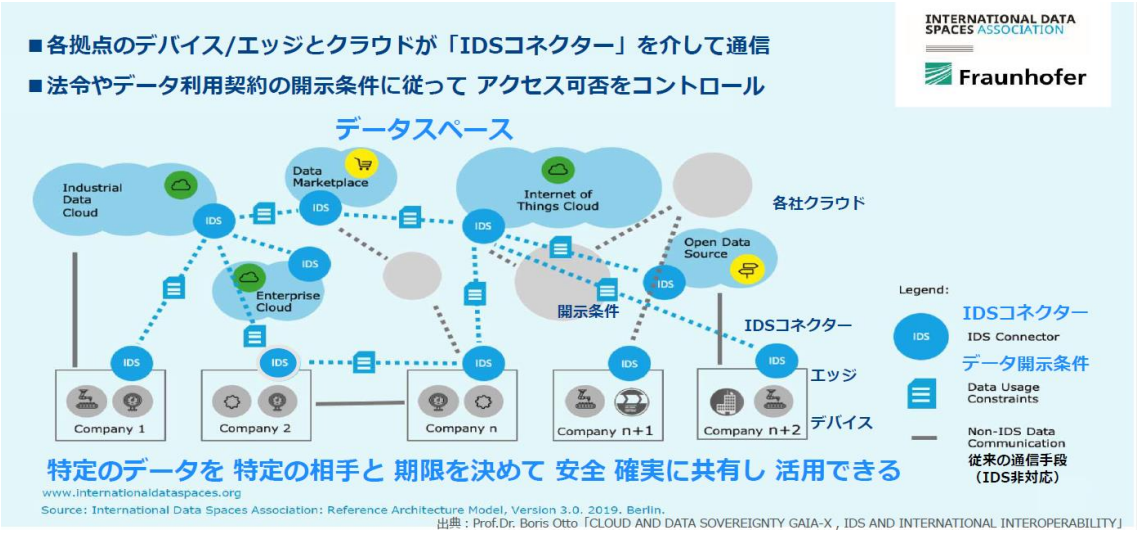


図 8：コネクターを活用したデータ交換

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

IDSA（International Data Space）の標準においては IDS コネクターと呼ばれるコネクターが活用され、後述のクラウドでの大規模分散共有である Federation Service を目指す GAIA-X においては IDS コネクターをより Federation Service に適用している EDC（Eclipse Dataspace Connector）コネクターが活用されている。

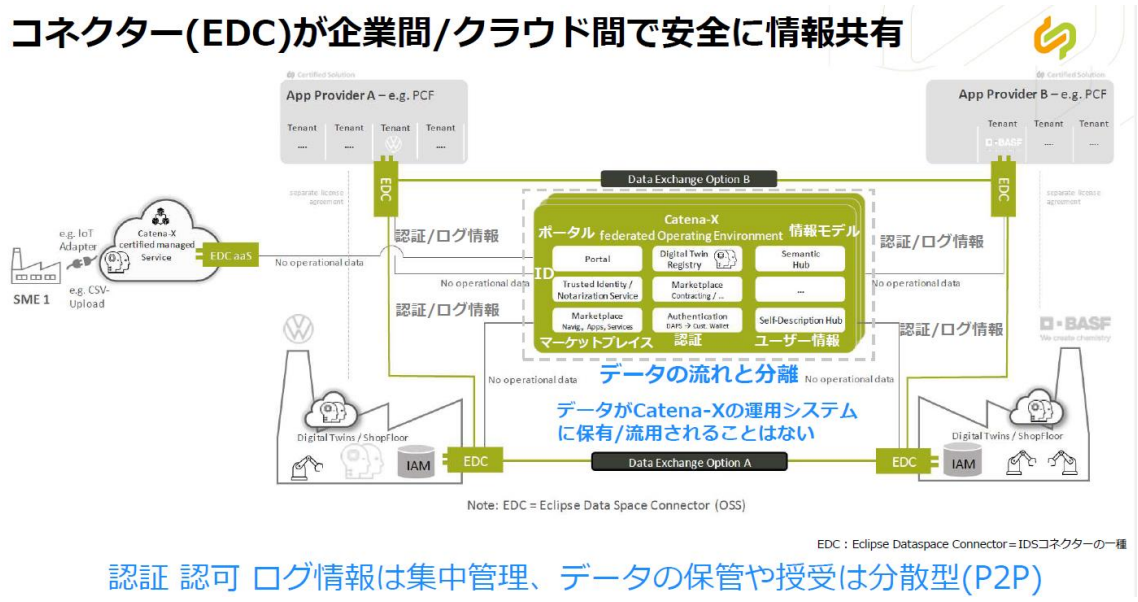


図 9：コネクターによるデータ共有の構造（出所：Catena-X）

データスペースの仕組みを活用する上ではコネクターを通じて自社データがインターネットにさらされることになるため、より強固なセキュリティ対策や、データ保有者の権利をいかに保護するのかといったデータ主権の担保が必要となる。データ保有者の権利を守るという上では、データがむやみに他国に流出することや、他企業が無許可に活用することがないような枠組み・ルール・システムアーキテクチャが必要となる。

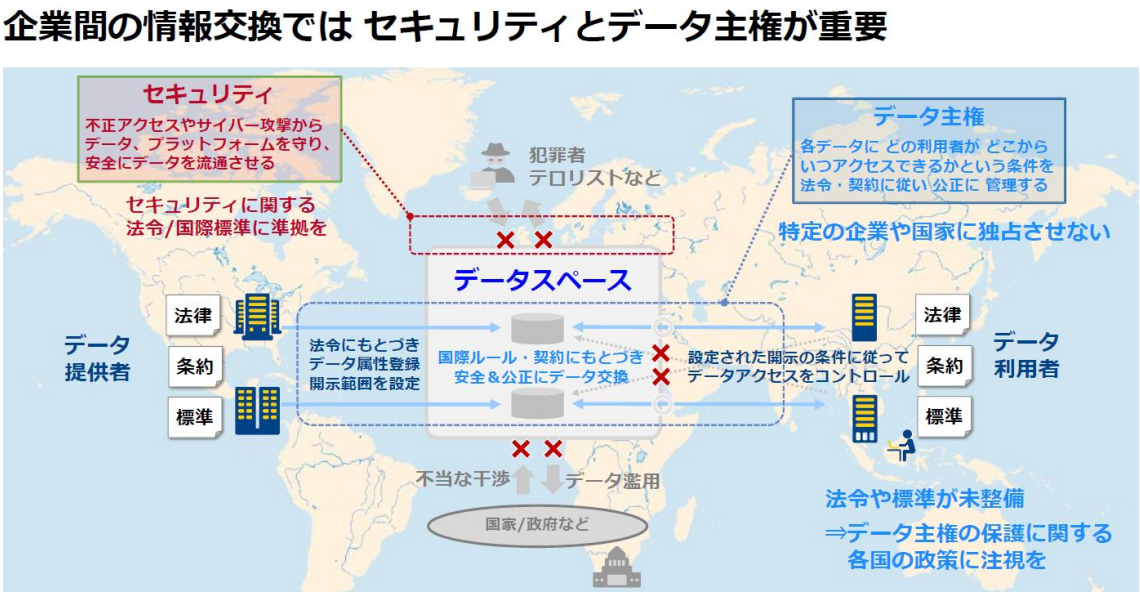


図 10：データスペースにおいて重要となるセキュリティとデータ主権

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

1.5 データスペースの歴史と広がり

データスペースとして欧州で最初に取り組みが生まれたのは IDSA（International Data Space Association）だ。IDSA の主要ユースケースとしてオランダでサプライヤ間のデータ連携を行う SCSN（Smart Connected Supplier Network）プロジェクトが 2019 年 2 月に運用開始され、400 社程が参加している。IDSA の主要ユースケースとしてはその他、モビリティデータスペースがあげられる。ドイツにおいて、渋滞の緩和や、駐車場の空き状況可視化などモビリティに関する検討が進んでおり、2022 年に運用が開始している。

また、GAIA-X としては、ドイツ政府と仏政府の共同で GAIA-X プロジェクトが公表され、取り組みが進んだ。GAIA-X は Federation Service と呼ばれるクラウドを活用した大規模での分散データ連携を目指した取り組みである。主要な取り組みとしては自動車業界のデータ連携の Catena-X や、それらを製造業に横展開している Manufacturing-X などの取り組みが進んでいる。IDSA や、GAIA-X などの主要組織の取り組みの詳細については後述する。

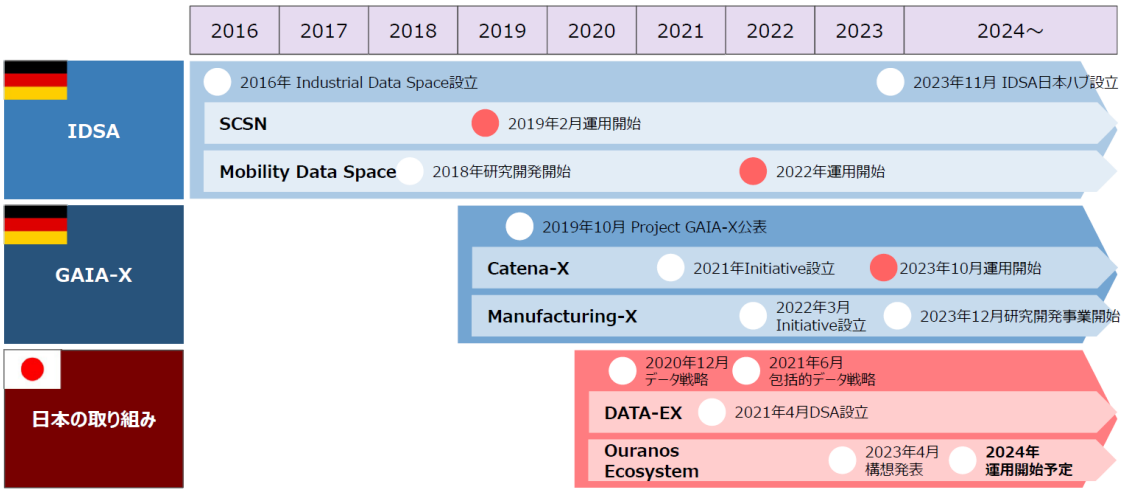


図 11：各国で広がるデータスペース

（出所：クニエ提供資料）

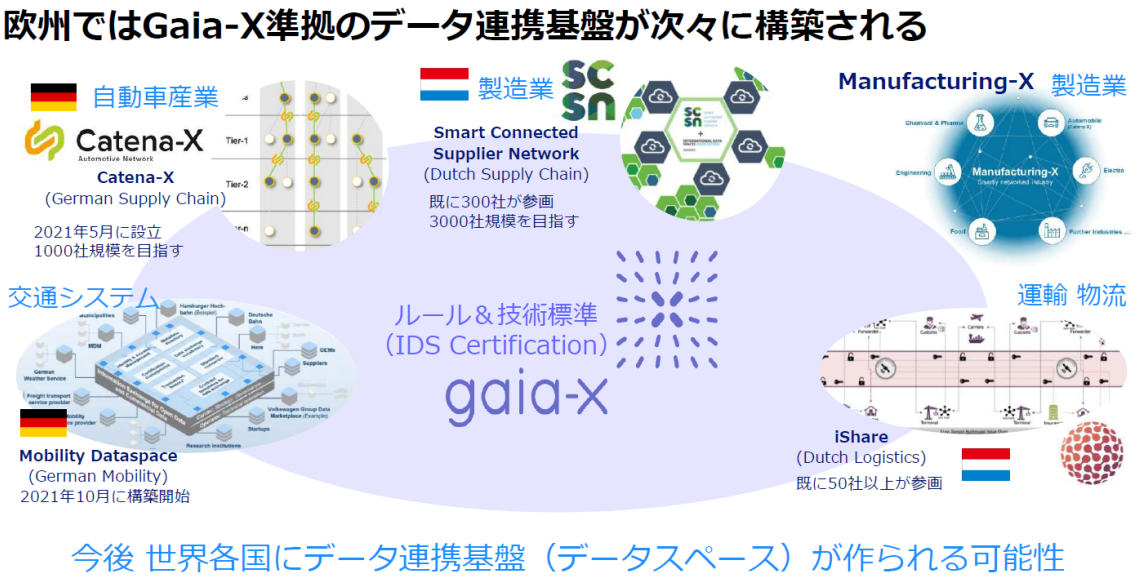


図 12：欧州で広がる GAIA-X 準拠データスペース

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

1.6 データスペースの仕組み

データを連携する上で、①直接データ連携するケース、②コネクターを通じてデータスペースの仕組みを活用してデータ連携するケースを比較したものが下図だ。左側の直接企業間でデータ共有するパターンにおいては、企業の信頼の上で成り立つデータ共有となる。そ

のため、セキュリティ対策や、データガバナンスの整備、法規への準拠などの状況についてお互いに証明し合うことが難しく、リスクが存在する形となる。

一方で、左側のデータスペースの仕組みを活用したデータ共有においては、ビジネスアプリケーション（CO2 トレーサビリティなどの用途に応じたアプリケーション）を活用して、コネクター（Catena-X の場合は EDC コネクター）を通じて企業のデータのやり取りがなされる。ビジネスアプリケーションを通じて企業間がピアツーピアでデータを送る形となっており、データスペースの仕組みの上ではサービスを提供する側が ISO に準拠しなければならないこととなっている。それによりサービスにおいては一定の相互運用性とセキュリティや、データガバナンスが担保されている。データはデータ連携を行う主体が合意した企業間のみで共有される。

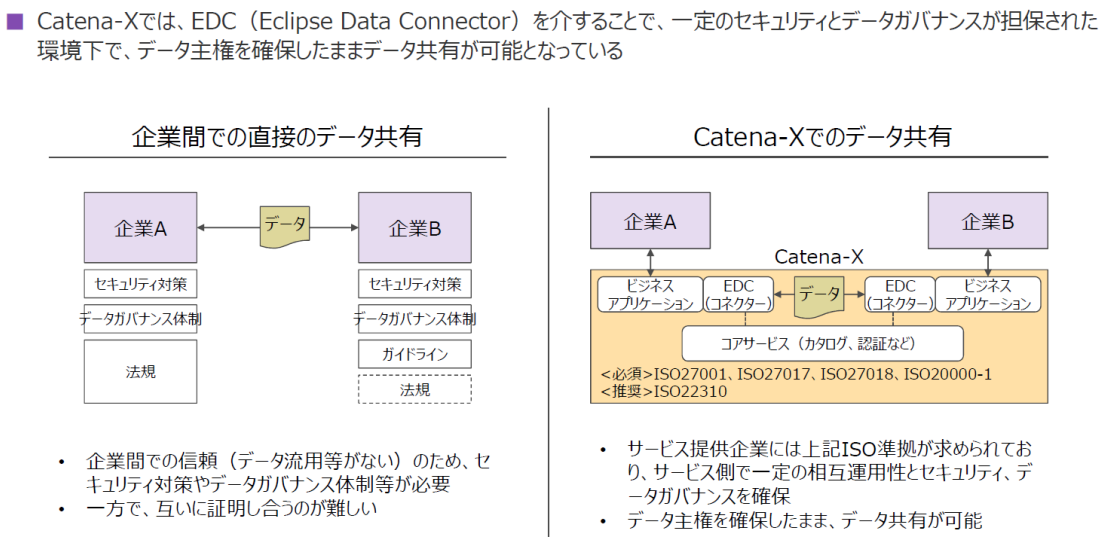


図 13：データ共有のアプローチ比較（直接共有、データスペースでの共有）

（出所：クニエ提供資料）

また、データスペースを構成する各階層について記載をしているのが下図だ。データスペースは大きく下記に階層化できる。

［Catena-X における階層構造］

① 各社システム層（共有するデータを準備し Catena-X 標準データモデルに加工・変換する）

② アプリケーション層（ユースケース実現を支援するための機能を提供する）

✓ 例：SIEMENS（CO2 可視化アプリケーションの SIGREEN を展開）

③ データ流通層（EDC を通じて企業間のピアツーピアでのデータ共有を行う）

④ コア・サービス層（データ共有時の認証や、取引情報の管理、アプリケーションのマーケットプレイスを運営する）

✓ 例：Cofinity-X（マーケットプレイスなどのコア・サービスを提供する運営事業者）

⑤ ルール・トラスト層（Catena-X 利用の技術標準や、ユースケースにおける標準モデルを定める）

✓ 例：デロイト（Catena-X の認証サービスを実施している）

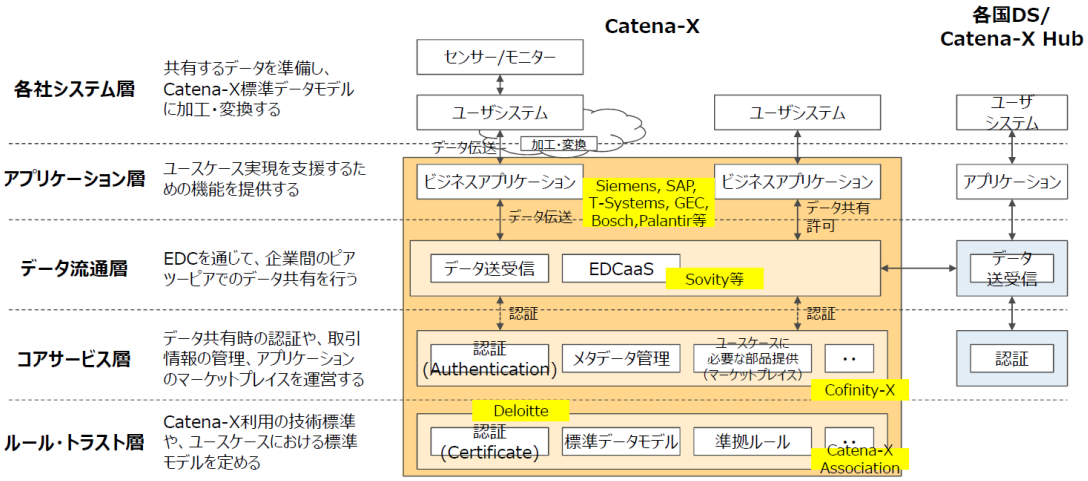


図 14：Catena-X における階層構造（出所：クニエ提供資料）

Cofinity-X は Catena-X の仕組みに準拠したコア・サービスを提供する目的で設立された合弁会社だ。Cofinity-X は iphone における App Store のようなアプリケーションのマーケットプレイスを運営するとともに、Cofinity-X として提供するアプリケーションを提供する形となっている。データ共有時の認証や識別 ID の付与・管理、取引情報の管理、マーケットプレイス運営を行う。

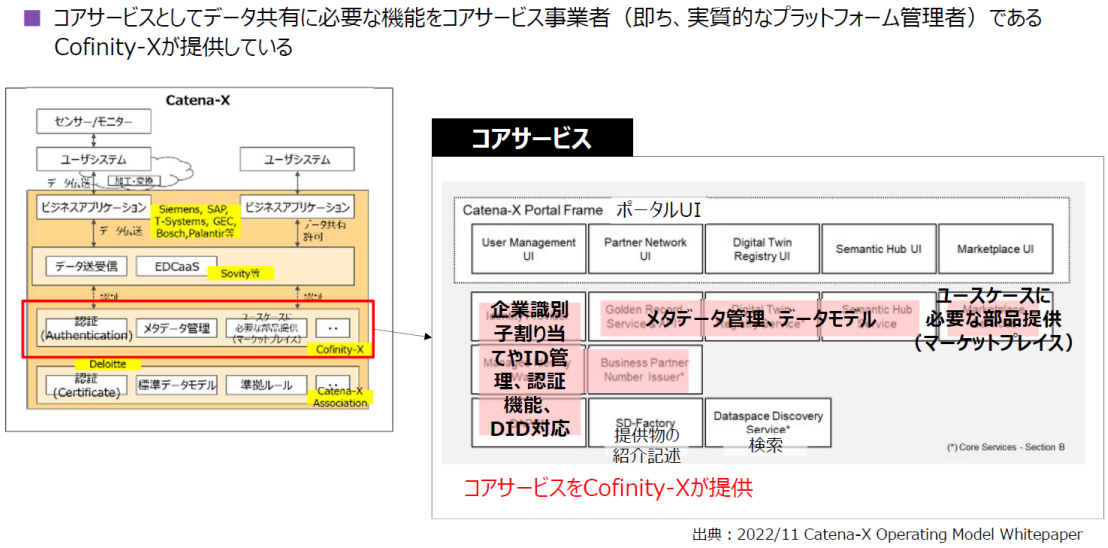


図 15：コア・サービス事業者としての Cofinity-X

（出所：クニエ提供資料）

1.7 データスペースにおける各プレイヤーの役割

データ連携は従来のオペレーションや価値から変化するものであり、データ連携に関連して新たなプレイヤーが生まれる。IDSA はデータ連携における各プレイヤーの役割を下記の通り定義している。

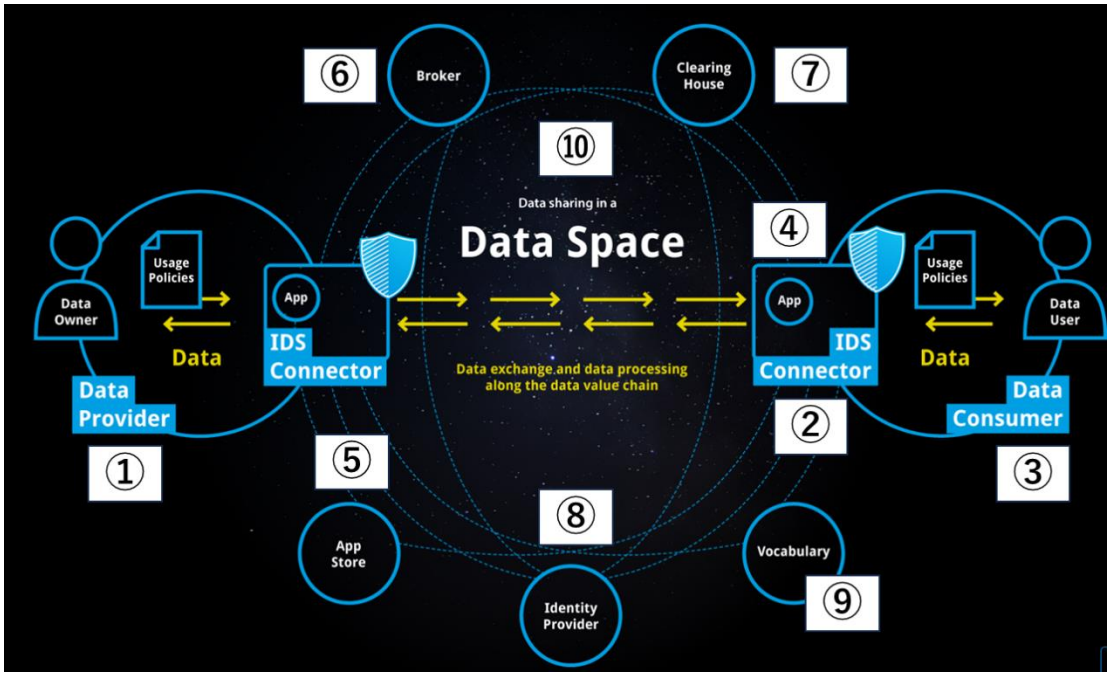


図 16：データプレイヤーおける各プレイヤーの役割

（出所：International Data Space Association）

●【①データ所有者とデータプロバイダ】： データプロバイダは、IDS コネクターを介して所有者のデータをデータスペースに転送する。これにより、他人が、誰が、いつ、どのように、なぜ、どのような価格でデータを使用するかを制御しながら、データを使用できるようになる。

●【②IDS コネクター】： IDS コネクターは、参加者がデータ空間内のデータに使用ポリシーを添付し、使用ポリシーを強制し、データの出所をシームレスに追跡できるようにする専用のソフトウェアコンポーネントだ。コネクターは、データとサービスのゲートウェイとして、またアプリとソフトウェアの信頼できる環境として機能する。（下図も参照）

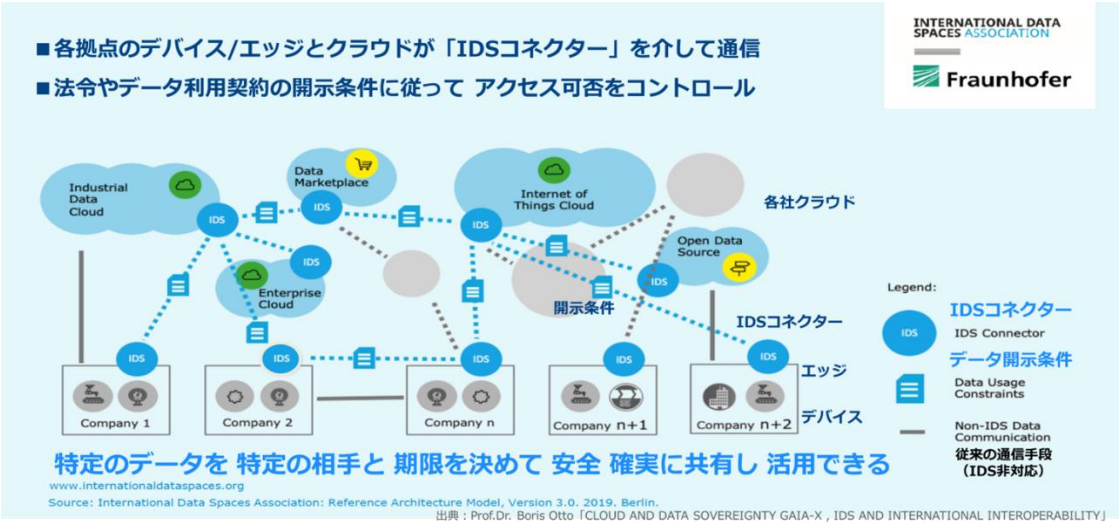


図 17：IDSA（International Data Space Association）の IDS コネクター

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

●【③データユーザーとデータ・コンシューマ】： データ・コンシューマは、ユーザーに代わってデータを処理する。データは、データプロバイダの使用ポリシーに従って、データの品質と信頼性に自信を持って提供される。

●【④アプリケーション】 ： IDS コネクターの信頼できる環境内の App Store から実行される。アプリは、データのトランザクション、集計、分析などのタスクを実行する。

●【⑤アップストア】： App Store は、変換、集計、データ分析などのタスクを実行するために IDS コネクターにデプロイできるアプリケーションを提供

●【⑥ブローカー】： コンテンツ、構造の品質、通貨、その他の機能の観点からデータソースに関する情報を提供

●【⑦クリーニングハウス】： Clearing House は、IDS 内のすべてのデータ交換および金融取引の清算および決済サービス

●【⑧ID プロバイダー】 IDS の参加者の ID 情報、および IDS の参加者のための ID 情報を作成、維持、管理、検証

●【⑨ボキャブラリー】 受け入れられたベスト プラクティスに基づいてデータの標準化された記述子を提供

●【⑩データスペース】 主権データ交換が行われる場所。IDS 標準により、相互に合意されたルールに基づいて、認定されたデータプロバイダと受信者の間で信頼できるデータ交換が可能となる。データ空間は協力を向上させ、参入障壁を下げ、イノベーションを強化する

1.8 データ連携が急速に進む背景

データ連携の議論が急速に進む背景としてサステナビリティ対応や、欧州電池規制の状況について触れたい。

1.8.1 サステナビリティ対応

昨今では環境問題が深刻化しており、世界中での気温上昇や自然災害が発生しており、人類の文明社会が危機に瀕しているといっても過言ではない状況である。脱炭素や、資源循環を実現しなければ産業社会自体が成り立たないといった状況に置かれている。



図 18：対策が急務となるサステナビリティ

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

気候変動による世界の経済損失は年間 10 兆円以上とも言われており、日本においても米国・中国に次いで世界 3 位の経済損失が発生している。大口機関投資家の観点では投資資産価値が減少することになる。その背景もあり ESG 投資が世界的に拡大している。

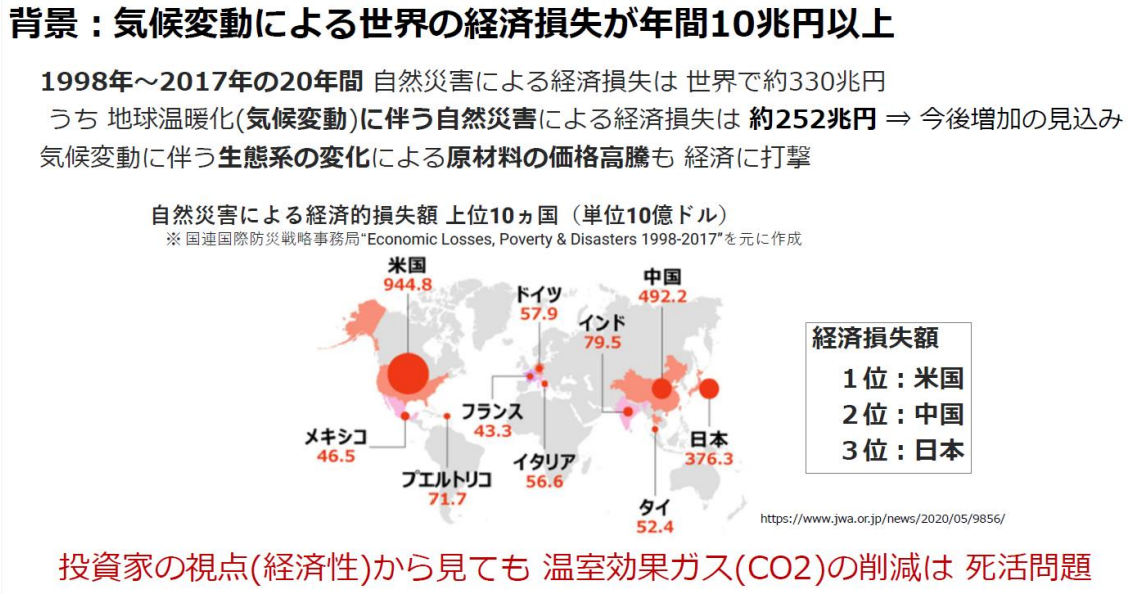


図 19：気候変動による損失

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

先進的な企業は投資家や、顧客からの圧力・期待に応えるべく取り組みを進めている。加えて各国の政府は環境対応を加速させるべく様々なガイドライン、規制を課している。こうした背景から民間企業が脱炭素や、資源循環、人権問題などに関する情報を開示しなければならなくなっている。収益性の観点ではなく、事業存続できるか否かのコンプライアンスの課題になっている。



図 20：脱炭素・資源循環に関するマクロ環境変化

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

また、炭素税といった CO2 を多く出している製品・サービスには課税する動きもでている。今後はどれだけ優れた製品・サービスであったとしても売れなくなる構造に変化するリスクが存在しているのだ。

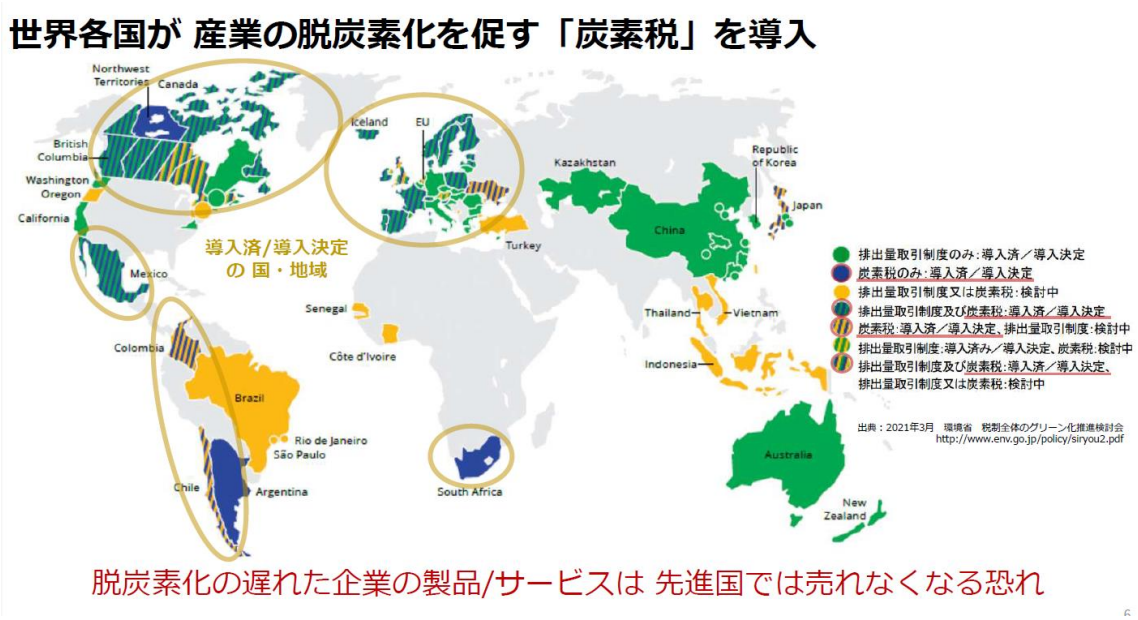


図 21：炭素税導入の動向

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

欧州においては、2024 年の会計年度から損益計算書、貸借対照表とともに、NFRD により環境保護・人権の尊重等が、CSRD（コーポレート・サステナビリティ報告指令）により社会的・人的・知的資本に関する開示や、サステナビリティ関連のリスク、気候変動による海面上昇や洪水等の発生時の自社への影響や、自社事業による環境へのインパクトなどの開示が求められるようになる。改善の目標を立てて進捗を報告する必要があり、会計報告書と同様に、エビデンス情報に基づいて開示する必要が生まれる。

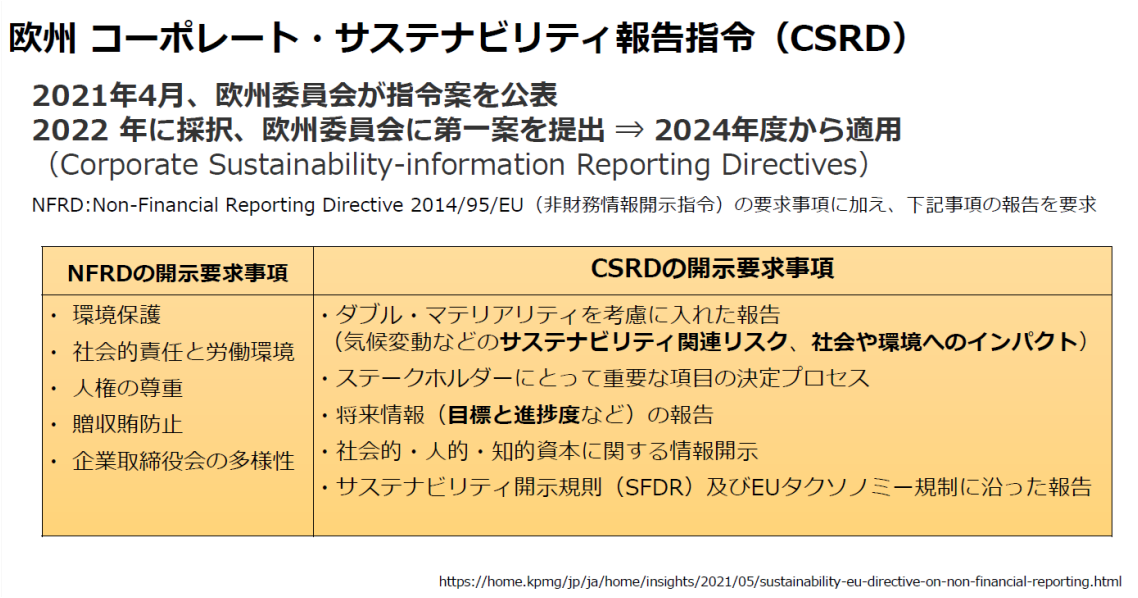


図 22：欧州のコーポレート・サステナビリティ報告指令

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

それらの前提としてはグリーンディール政策が存在しているが、そのさらに背景にはドイツ連邦の憲法に地球の自然や気候を未来にわたって引き渡していく義務が規定されており、サステナビリティは一時の産業政策ではなく、欧州における「根本」「本質」であることがわかる。

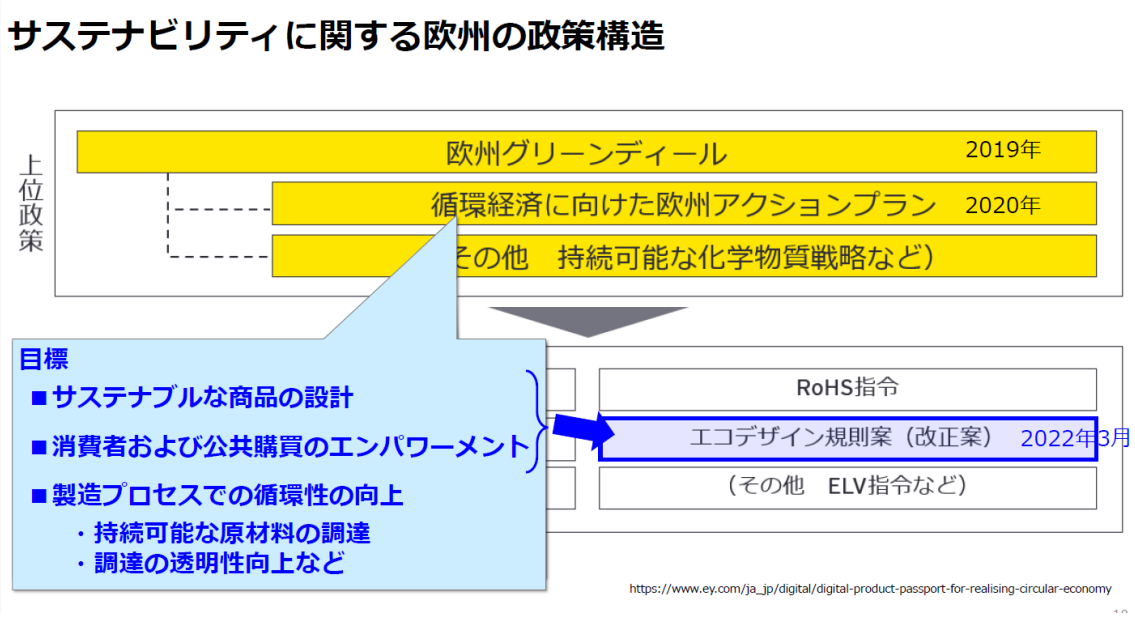


図 23：欧州のサステナビリティに関する政策構造

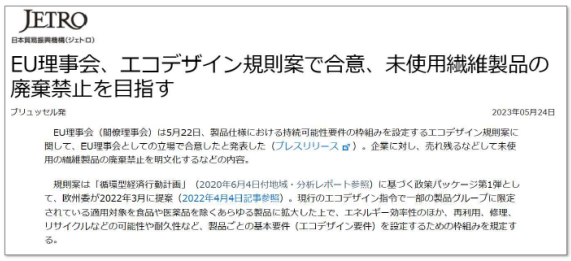
（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

1.8.2 ドライバーとなる欧州電池規制／DPP（Digital Product Passport）

そうした中で、サステナブルに使用品を設計することや、製造プロセスの資源循環を向上させて透明性を向上させることを目的にした欧州エコデザイン規則が議論されている。今後金属や、タイヤ、繊維、家具など様々な製品に適用が拡大されていくことが想定されている。後述するデジタル製品パスポート（DPP：Digital Product Passport）として ID をつけて商品を売る主体、リサイクルする主体などに対して、CO2 排出量、廃棄物の量などのデータを検索し読み出せるようにする仕組みが義務化されていくのだ。

欧州エコデザイン規則（案）の概略

◆従来のエコデザイン指令（エネルギー関連製品が対象）を置き換え
◆**金属・タイヤ・繊維・家具 …** に対象を拡大
◆**販売者・リサイクル業者**などへの情報開示ルールを制定
◆情報を検索できる「**デジタル製品パスポート**」を義務化
（**バーコード**や**QRコード**で**環境負荷データを読み出せる**ようにする）
◆開示対象の情報は 製品の種類ごとに 別途 規則で定める


JETRO
日本貿易振興機構（ジェトロ）

EU理事会、エコデザイン規則案で合意、未使用繊維製品の廃棄禁止を目指す

ブリュッセル発　2023年05月24日

EU理事会（閣僚理事会）は5月22日、製品仕様における持続可能性要件の枠組みを設定するエコデザイン規則案に関して、EU理事会としての立場で合意したと発表した（プレスリリース）。企業に対し、売れ残るなどして未使用の繊維製品の廃棄禁止を明文化するなどの内容。

規則案は「循環型経済行動計画」（2020年6月4日付地域・分析レポート参照）に基づく政策パッケージ第1弾として、欧州委が2022年3月に提案（2022年4月4日記事参照）。現行のエコデザイン指令で一部の製品グループに限定されている適用対象を食品や医薬品を除くあらゆる製品に拡大した上で、エネルギー効率性のほか、再利用、修理、リサイクルなどの可能性や耐久性など、製品ごとの基本要件（エコデザイン要件）を設定するための枠組みを規定する。

https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/04/a08c5c6a05bd0c33.html



https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0140&qid=1649112555090

https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/05/4daa35d637dd4941.html　13

図 24：欧州エコデザイン規則の概略

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

デジタル・プロダクト・パスポート（DPP：Digital Product Passport）においては、下記の項目の開示が求められている。

［DPP で開示が求められる情報］
耐久性、信頼性、再使用可能性、アップグレード可能性、修理可能性、保守・回収の可能性、懸念物質、エネルギー使用量またはエネルギー効率、資源利用または資源効率、再生材の含有量、再製造および再利用性、材料の回収性、カーボンフットプリントや環境フットプリントなど環境への影響、予想される廃棄物の発生量

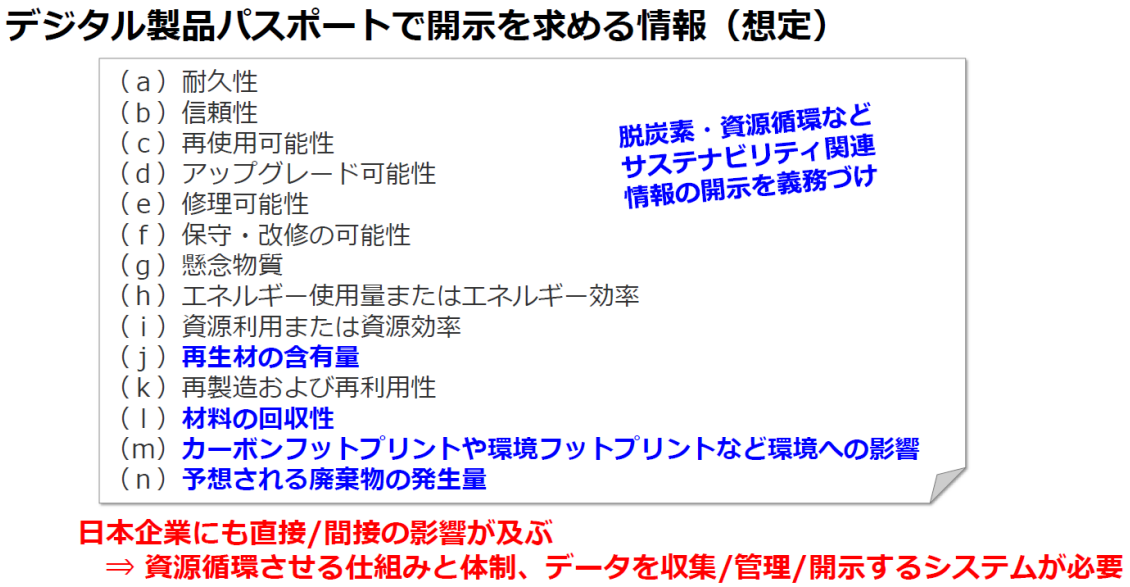


図 25：デジタル製品パスポートで開示が求められる情報想定

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

また、DPP 対応においては、下記などの対応が求められる。

- 今後 DPP の適用される商品カテゴリーが拡大される可能性が高い
- 自社の情報だけでなくバリューチェーン全体の情報が必要となる
- 原料サプライヤやリサイクル事業者からデータを入手する仕組みが必要
- 情報入手の手順を作成した上で、各製品とデータを関連付けて管理する
- 分散型データシステム（ブロックチェーンなど）で管理する仕組みが求められる

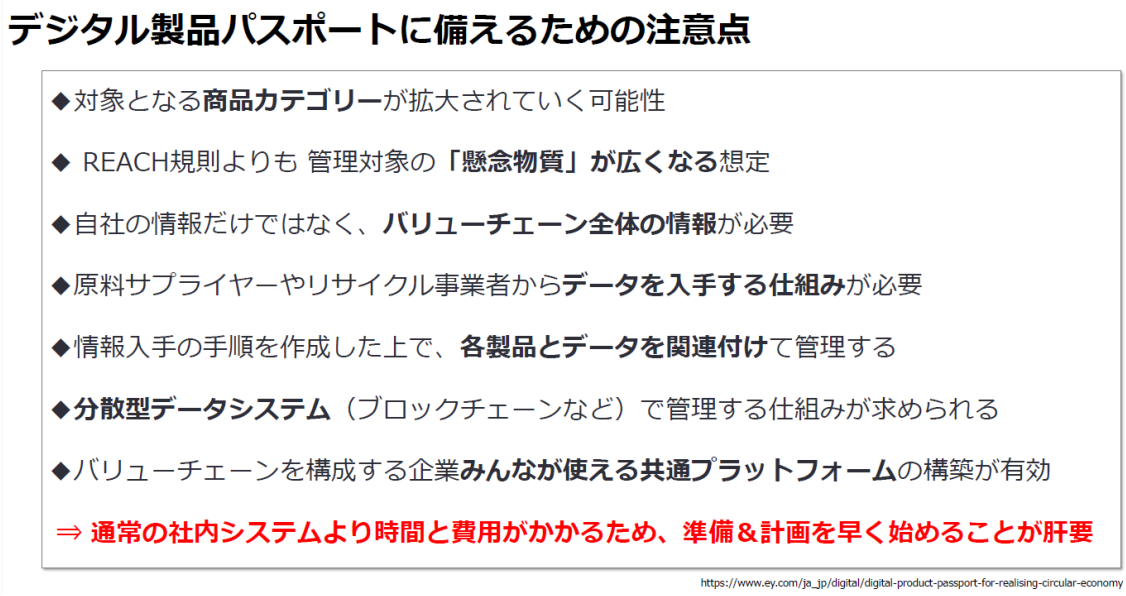


図 26：デジタル製品パスポートに備えるための注意点

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

この DPP が EV 自動車の電池において適用されるのが欧州電池規制（バッテリーパスポート）である。EV 自動車のバッテリーの原材料の調達から部品製造、使用、回収、2 次利用、廃棄などの一連のプロセスでのカーボンフットプリントの提出を欧州で自動車を販売する完成車メーカーに義務化するものである。

自動車完成車メーカーは当然ながら自社のみで製造しているのではなく、Tier1・Tier2 などの部品メーカー、素材メーカー等にデータ開示を要求していくことになる。CO2 排出量をはじめ様々なデータをサプライチェーンの最上流から下流までをまとめて管理、ガバナンスする必要があるのだ。これらを顧客・投資家・政府当局等に開示しなければ、コンプライアンス違反となりビジネス自体ができなくなるといった社会・産業に変化してきているのだ。

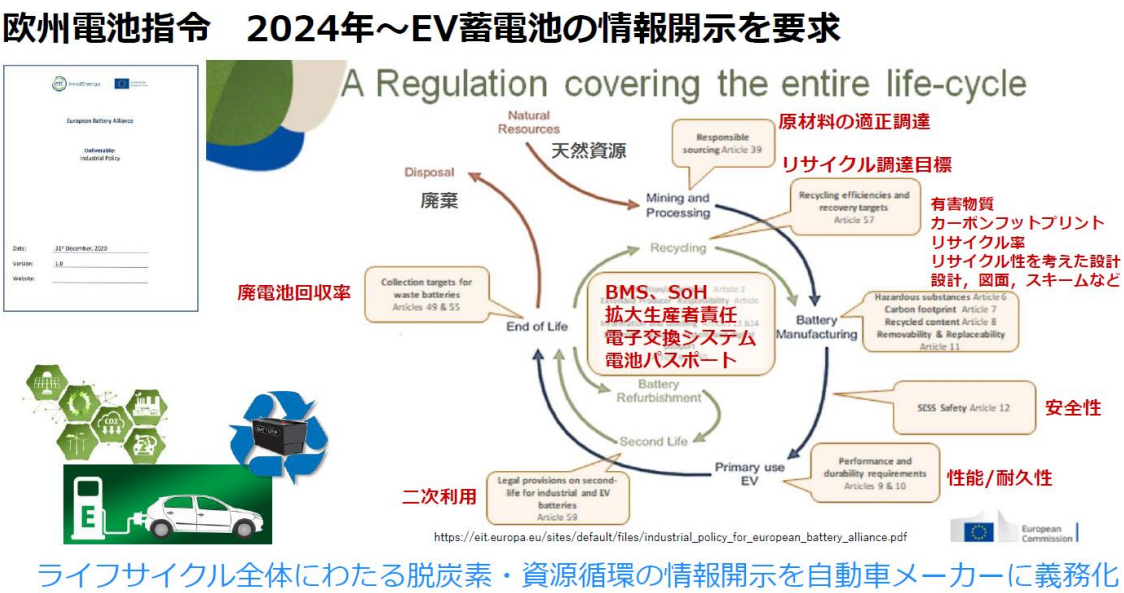


図 27：欧州電池規制に関して

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

■ 2023年8月に欧州電池規則を施行。直近で対応が必要となるカーボンフットプリントが重要視されている

Ch.	タイトル	記載概要	Art.
1	総則	目的、適用範囲、定義等	1-5
2	持続可能性と安全性要件	**CFPに関する要件、リサイクル材利用要件、発効日等**	6-12
3	ラベリング、マーキング、情報要件	**貼付するラベルの記載事項、発効日等**	13-14
4	バッテリー適合性	適合性評価方法等	15-20
5	適合性評価機関の届出	認証機関に関する要件等	21-37
6	経済事業者の義務（7章及び8章以外）	製造者、輸入者、販売者等、ケース毎の対応条項まとめ	38-46
7	バッテリー適正評価方針に関する経済事業者の義務	**バッテリーDDに関する要件、発効日等**	47-53
8	廃バッテリーの管理	廃バッテリーの管理責任、管理方法等	54-76
9	デジタルバッテリーパスポート	**バッテリーパスポートに関する要件、発効日等**	77-78
10	EUの市場監視とセーフガード手順	加盟国による市場監視の手順等	79-84
11	グリーン公共調達と物質規制変更手続き	公共調達におけるバッテリーライフサイクルの考慮等	85-88
12	権限移譲と委員会手続き	欧州委員会の権限等	89-90
13	改正	現行規則の改正箇所	91-92
14	最終規定	罰則など	93-96

EU適合宣言（CEマーキング取得）に必須

健康、安全、財産又は環境に対する配慮が必要

図 28：欧州電池規制の構成

（出所：クニエ提供資料）

DPP の今後のマイルストーンとしては 2025 年に、カーボンフットプリントの計算、性能と耐久性、分別回収のためのシンボルマークの表示が義務化される。情報は QR コードで見えるようにして情報のトレーサビリティを確保し、回収率を上げてリサイクルを促していくことが求められる。

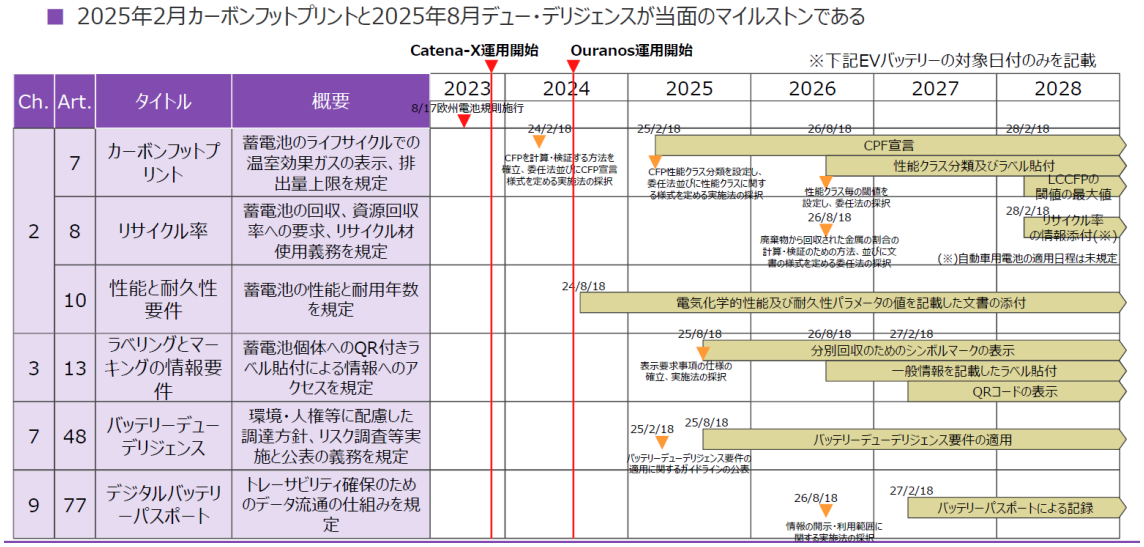


図 29：欧州電池規制のスケジュール

（出所：クニエ提供資料）

Digital Product Passport の存在により、企業としては製品ライフサイクルの CO2 をはじめとしたデータ共有が必須となる。データ共有が「あったらよい（Nice to have）」から、「なければならない（Must Have）」へ変わる大きなドライバーとなるのが Digital Product Passport なのだ。

2.主要組織の取り組みについて

ここからは欧州でデータスペースの取り組みを進める主要組織について触れたい。主要組織としては大きく 2 つに分かれる。業界共通での仕組みづくりを担うのが IDSA（International Data Space Association）、GAIA-X だ。その土台の上に、自動車業界では Catena-X、製造業全般においては Manufacturing-X など業界ごとの仕組みづくりを担う組織の活動が位置づく。後述する Cofinity-X は位置づけが他と異なり、Catena-X の仕組みの上でマーケットプレイスなど具体的な事業を展開するサービス企業だ。Catena-X と、Cofinity-X については次章で詳述するため、ここでは IDSA、GAIA-X、Manufacturing-X について中心に触れる。



図 30：データスペースを展開する主要組織と IDSA の位置づけ

（出所：d-strategy,inc 提供資料）

2.1 IDSA（International Data Space Association）

International Data Space Association はデータ主権（Data Sovereignty）を担保したデータ連携を実現するためのルール・アーキテクチャ・標準を整備している組織である。2014 年に独フラウンフォーファー研究所が Industrial Data Space プロジェクトを開始し、2015 年に International data spaces に改称。2017 年にデータ共有のための標準・ルール・アーキテクチャを策定する非営利組織として設立された。現在では、28 ヵ国の 150 を超える企業・組織が加入している。IDSA のボードメンバーとしては、フラウンフォーファー、FIWARE、フォルクスワーゲン、マイクロソフト、ドイツテレコム、PwC、Atos、SICK、TNO、NTT コミュニケーションなどが名を連ねている。

また欧州をはじめ世界中の国にハブを拡大しており、データ主権の意識の醸成や、知識の伝達、IDSA メンバーの募集、IDS ベースのアプリケーションの普及を目的に国境を超えて IDS 標準を広げる仲間づくりを行っている。欧州外では、日本は東京大学・DSA（Data Society Alliance）が IDSA ハブとして連携している他、マレーシアの IDSA ハブでは Digital Connect Society（DCS）が、中国の IDSA コンピテンスセンターでは China Future Internet Engineering Center（CFIEC）が、IDSA リサーチラボ中国では上海交通大学がパートナーとして連携している。

IDSA はデータスペースのユースケースを「Data Space Radar」として公開している。IDSA が認証しているデータスペースは、データ主権が担保されたデータ交換・認証・ガバナンスのための IDSA 標準によって管理されたプロジェクトだ。領域（サプライチェーン、スマートシティ、製造、エネルギー、モビリティ、自動車、クロスドメイン）や、成熟度に応じて分類されている。

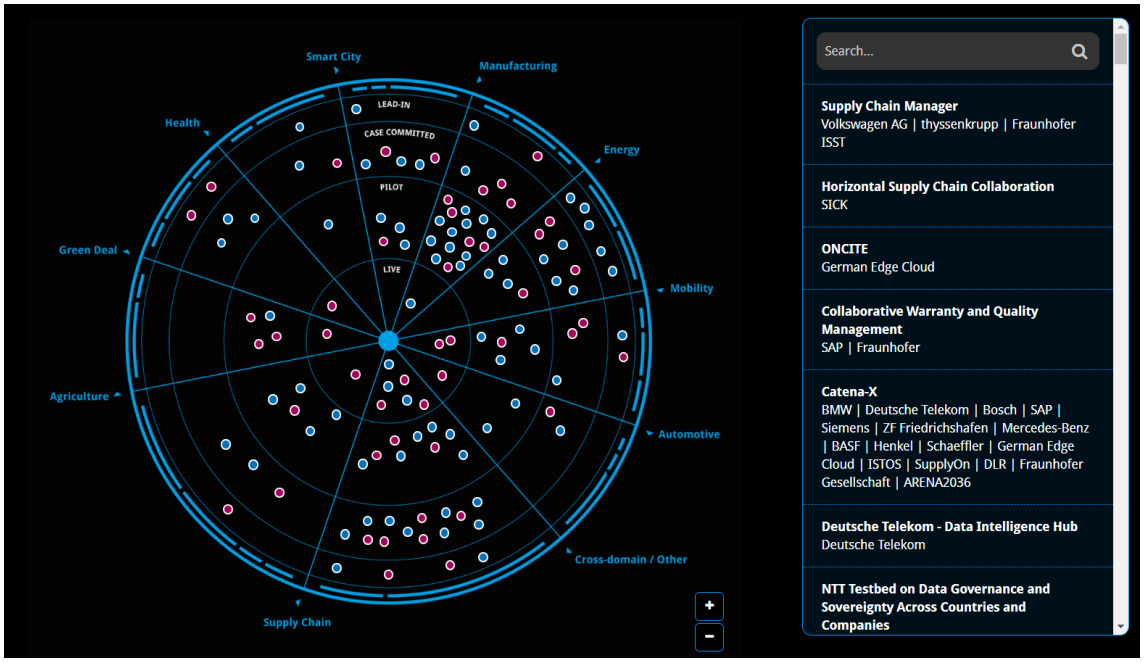


図 31：IDSA が公開している Data Space Radar

（出所：International Data Space Association）

2.2 GAIA-X

GAIA-X とは、中央サーバーを介さない分散型のデータ共有（Federation Service）のためのクラウドデータ基盤・アーキテクチャの策定を目的として発足したプロジェクトだ。2019 年にドイツ・フランスの両政府を中心に発表され、現在では欧州を中心としつつ欧州外も含めたグローバルへと広がっている。



図 32：GAIA－X のコンセプト

（出所：GAIA-X）

GAIA-X と IDSA の違いはクラウドでの大規模分散でのデータ連携を目指していることだ。IDSA はクラウドであることは明確に設定しておらず、クラウド・オンプレミス双方を含み範囲としてはより広い。一方で GAIA-X はクラウドでの大規模分散でのデータ連携を実施する「Federation Service」の実現を目指して活動していることが特徴だ。

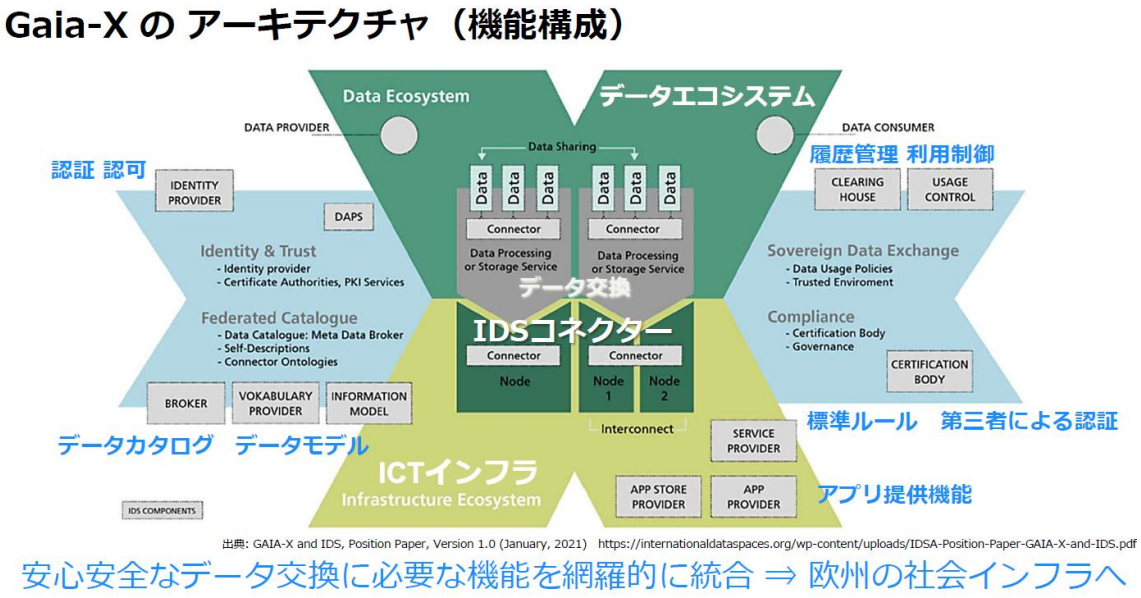


図 33：GAIA-X のアーキテクチャ（Federation Service）

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

GAIA-X の活動には官民合わせて何兆円規模の資金が投入されている。これらの活動は単に欧州の産業収益のためだけではなく、環境問題への対応をはじめとして市民の生命と安全を未来永劫にわたって守るため等の目的も含まれている。



図 34：GAIA-X へ投入されている資金

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

データ連携にあたってはコネクターと呼ばれるコンテナ型のソフトウェアを活用して、データを提供する主体から、データを使用する主体にデータを受け渡す。相手が何者なのかがわかるように属性情報が記載されており、相手の認証や、データ形式・契約の有無などを判定できるようになっている。その上で、悪意のあるユーザーによる違反を防ぐために、信用ができる主体なのかを審査したうえで、DAPS と呼ばれる集中管理基盤で、アクティブ化するための鍵を払い出して初めて使えるようになる仕組みである。

データ形式や情報の内容などのデータのカタログが定義されていて、契約して合意・許可のある主体については閲覧ができるようになる。A 社から B 社にデータが渡された際の履歴を管理することや、他主体の C 社が見ることができか否かなどの利用権限の管理ができる仕組みが備わっている。

アプリケーションとしては iphone の App store のようなアプリケーションのマーケットプレイスが存在し、データスペースの参加者のみが使えるアプリケーションが幅広く提供される。

全ての機能と、参加する企業・組織については、Certification Body（第三者認証機関）が審査をして合格したもの以外は利用できないルールとなっている。これによりテロリストや、ハッカー、信頼性の低い会社の流入を防ぎ、トラストやセキュリティが担保された安心安全なデータスペースを作っている。

クラウド型のデータ連携とことなりデータを 1 か所に集める必要はなく、各会社が保有している状態でデータ連携が可能となる。各企業のクラウド基盤や、エッジ、デバイス等から連結してデータを連携できる仕組みだ。

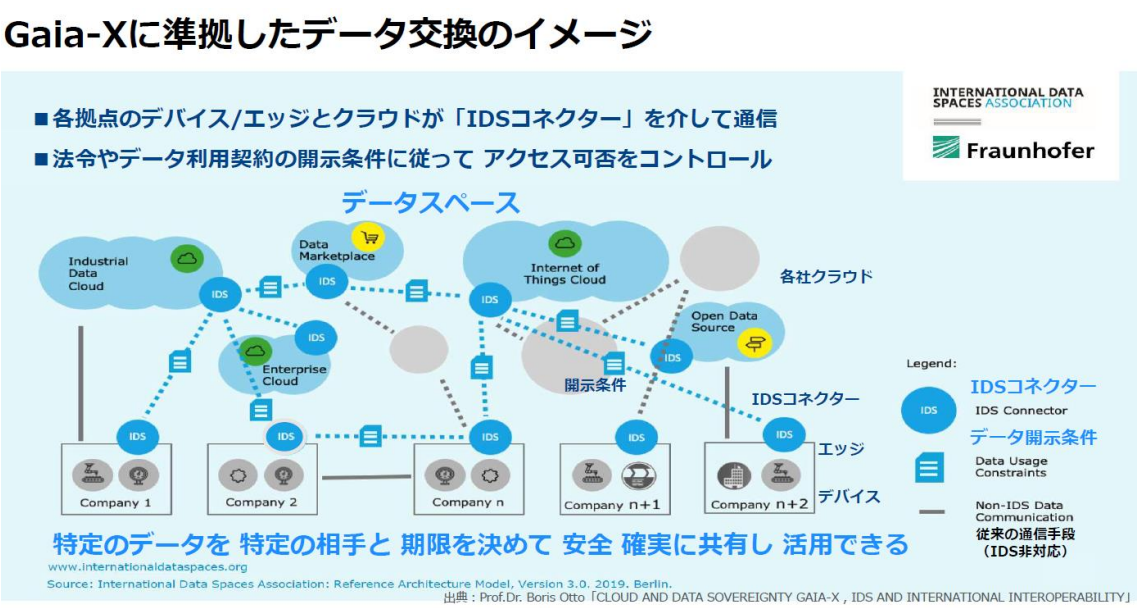


図 35：コネクターを活用したデータ交換

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

こうした仕組みを企業ごとに構築しようとすると煩雑で面倒な手続き・作業が発生するが、GAIA-X ではこれらをサービスとして提供しようとしている。インターネットが開始された際に自分でサーバーを立てなくともインターネット接続サービス・プロバイダーを通じてアクセスできるようになったが、それと同様のコンセプトだ。今後通信会社等が IDS 接続サービスを提供し、ユーザーやシステムインテグレーター事業者の投資負担を軽減していくことが想定される。

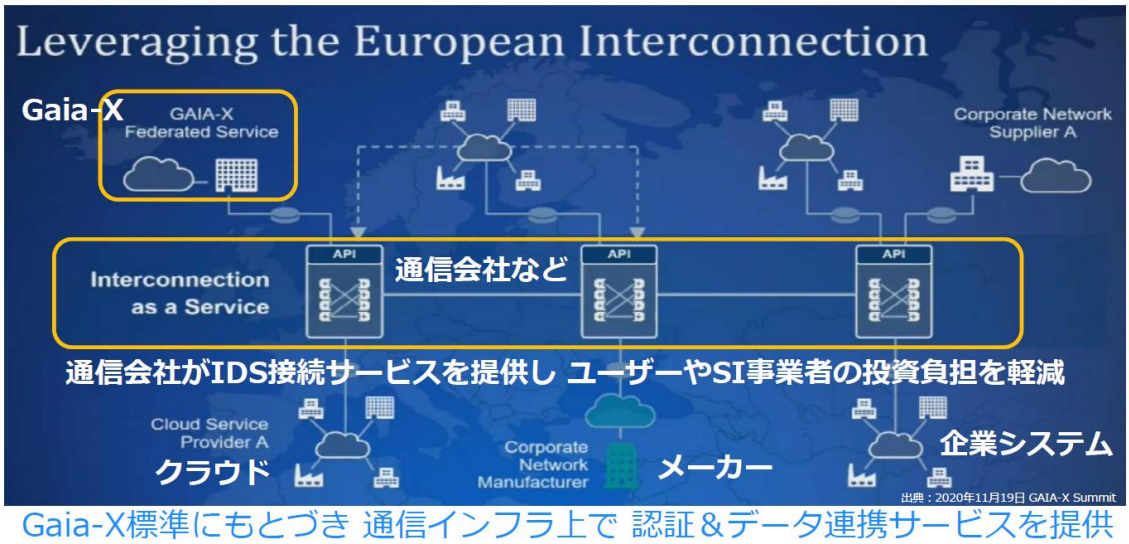


図 36：GAIA-X 接続データスペースへの接続イメージ

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

GAIA-X のデータスペースの事例として 100 に近いユースケースが生まれているが、その中でも特に象徴的なものを Light house プロジェクトとして認定している。Lighthouse プロジェクトの例としては下表の通りだ。

■ GAIA-X Lighthouse Projects

ジャンル・業界	データスペース	国/地域
サプライチェーン・自動車	Catena-X	ドイツ
サプライチェーン・ハイテク	SCSN (Smart Connected Supplier Network)	オランダ
交通	Mobility Data Space (MDS)	ドイツ
交通・輸送	GAIA-X 4 Future Mobility	ドイツ
交通・輸送・観光	EONA-X	欧州8か国
スマートシティ	ELINOR-X	スイス
エネルギー	Omega-X	欧州全域
製造	European Production Giganet (EuProGigant)	オーストリア・ドイツ
農業	AGDATAHUB	フランス
クラウドサービス	Structura-X	欧州10か国

出典:https://gaia-x.eu/who-we-are/lighthouse-projects/

図 37：主な GAIA-X のユースケース

（出所：クニエ提供資料）

2.3 Manufacturing-X

後述する Catena-X の自動車でのデータ連携の取り組みを製造業全体に拡大しようとする動きが Manufacturing-X だ。Manufacturing-X は、ドイツのインダストリー4.0 推進機関である Platform Industrie4.0 内の Steering Committee Manufacturing-X（SCMFX）が推進している。SCMFX は Bosch、Catena-X、ドイツテレコム、フラウンフォーファー、SAP、SIEMENS 等で構成され、Manufacturing-X を産業界全体に広げるためのフレームワークを定義する。



図 38：Manufacturing-X 推進組織

（出所：d-strategy,inc 提供資料）

Manufacturing-X の対象は製造業全体であり、自動車や電機／エレクトロニクス、食品、化学／製薬、工作機械をはじめ幅広い領域を対象としている。そのうち自動車は Catena-X が担い、Manufacturing-X 全体としては Catena-X を土台（Blue Print）として他製造業に横展開してそれぞれの業界におけるデータ共有の取り組みのインターオペラビリティが担保される計画である。

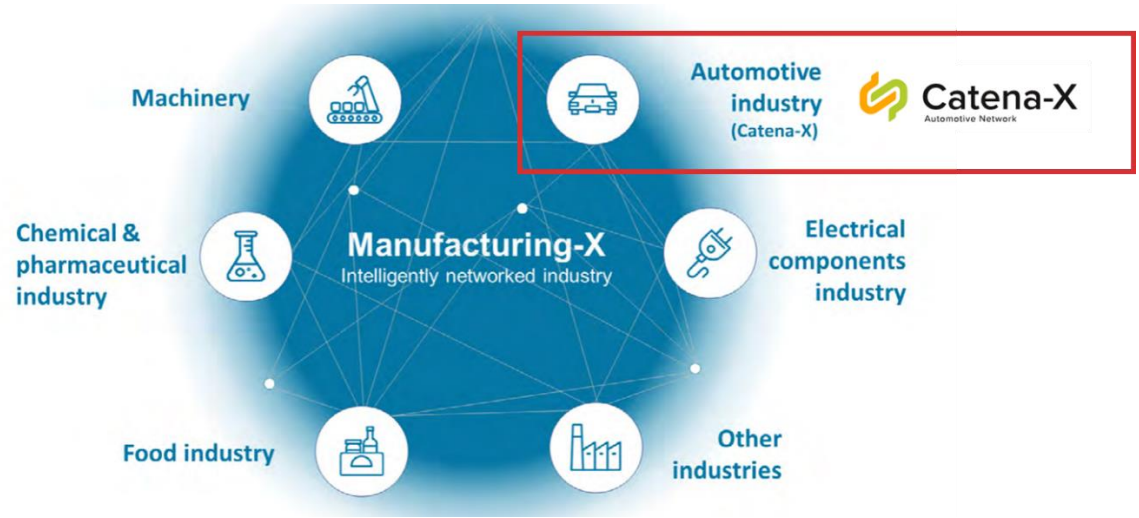


図 39：Manufacturing-X と、Catena-X の位置づけ

（出所：Manufacturing-X）

Manufacturing-X において想定されている大きなユースケースとしては下記の通りだ。

（Manufacturing-X で想定されるユースケース）
（1）Product Innovation Collaboration（製品イノベーションのための連携）
（2）Production Optimization & Autonomous Factory（製造最適化と自律工場）
（3）Supply Chain Transparency（サプライチェーン透明性）
（4）Energy CO2 Management に（エネルギーや CO2 管理）

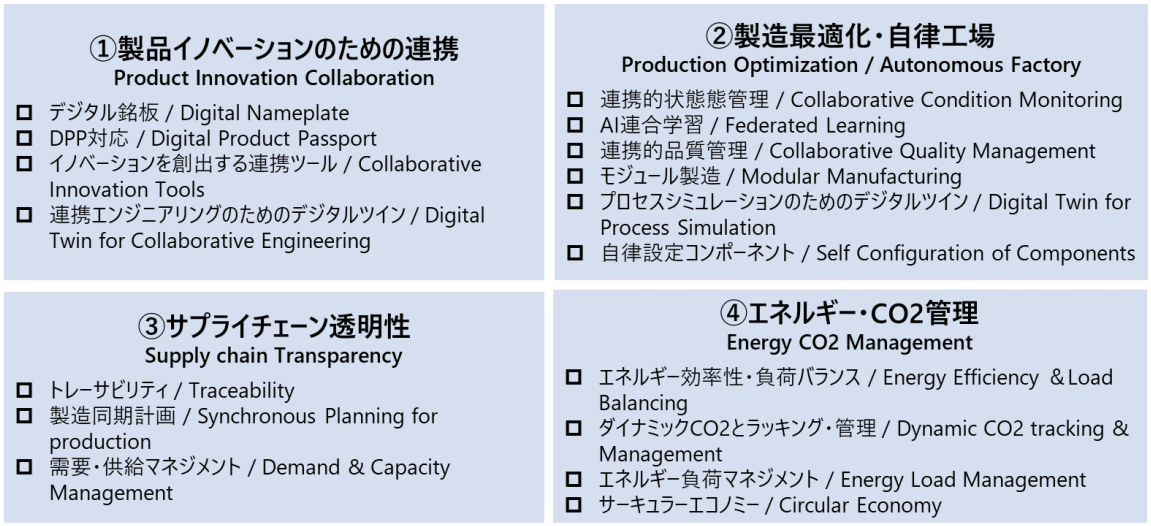


図 40：Manufacturing-X のユースケース
（出所：d-strategy,inc 提供資料）

3. Catena-X の取り組み詳細と Cofinity-X について

本章においては自動車におけるデータ共有の取り組みである Catena-X について触れたい。

3.1 設立目的

Catena-X は自動車業界において、安心安全にデータ共有を行うための。ルール・標準・規格を策定するための組織だ。自動車業界は半導体機器や、コロナ禍、欧州でのウクライナやイスラエルでの戦争など多くのサプライチェーン分断の危機にさらされている。また、先述のバッテリー規制等に対応していくためにはデータ共有が必須となる中で、既存のプラットフォーム型ではデータ共有にリスクや不安が伴う。そうした中で、安心安全にデータ連携を行うために Catena-X が取り組みを進めている。Catena-X はドイツ政府の支援を受けて約 150 億円をかけて自動車業界における情報共有インフラを整備している。



図 41：Catena-X の設立目的

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

3.2 参加メンバー

Catena-X には 152 社が参加しており、欧州系企業とともに、米国企業、日本企業等も参加している。企業の属性としても OEM、Tier1 をはじめとする部品サプライヤ、通信会社、リサイクル企業など幅広い主体が参画し取り組みを進める。BMW や、SAP、シーメンス、ドイツテレコムなどが主に開発を推進している。



図 42：Catena-X 参加メンバー

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

3.3 開発ソフトウェア・機能

Catena-X で開発されるシステムはオープンソースで公開され、エコシステム全体のための初期ソリューションを開発する約 800 人の開発者が存在する。Eclipse Foundation と呼ばれるオープンソースソフトウェアの開発コミュニティとも連携しており、当該コミュニティで開発されたものも Github 等で公開される。

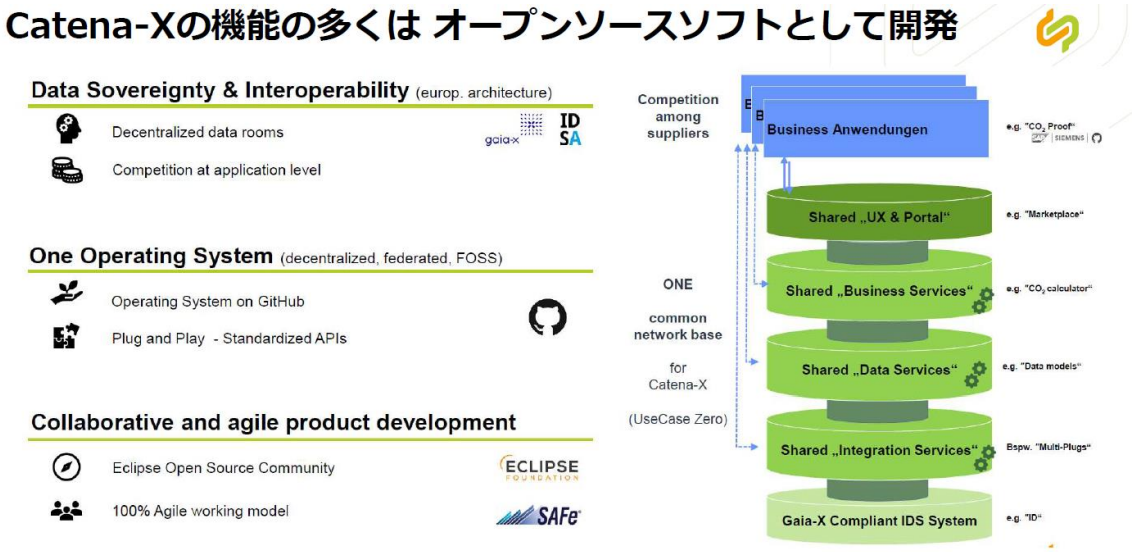


図 43：Catena-X の開発ソフトウェア

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

Catena-X が開発・提供する主な機能としては下図の通りだ。法人 ID 管理、ログ管理、アプリストア、認証、コネクターサービス、ユーザー管理、データモデル管理、課金請求などの機能が開発されている。

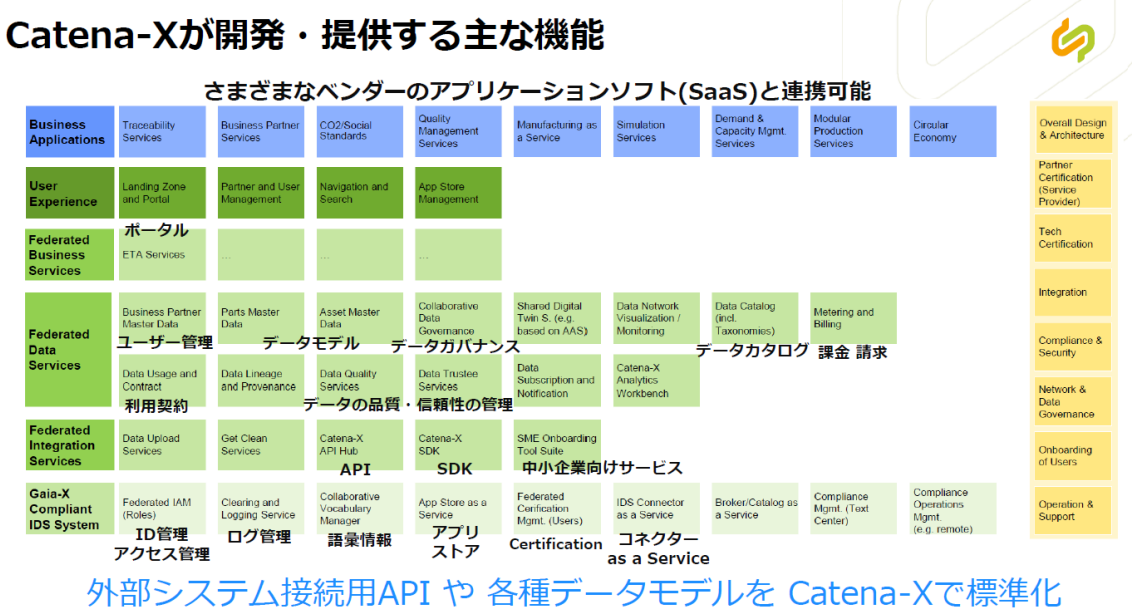
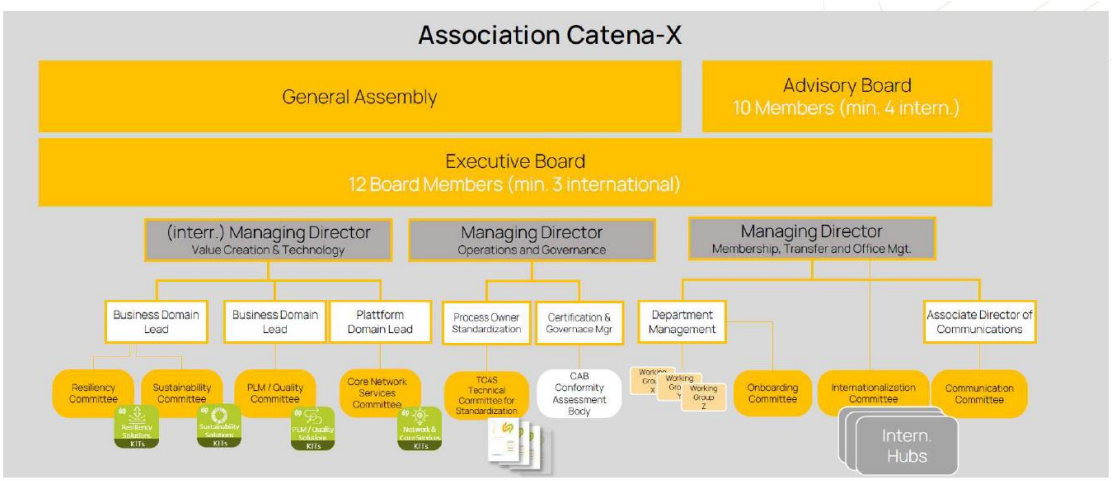


図 44：Catena-X が開発・提供する主な機能

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

3.4 組織構成

Catena-X の組織としては、ドイツ人のみならず、フランス人やアメリカ人、中国人などもボードメンバーとして参画し、投票等の民主的なプロセスで意思決定がなされている。



独 仏 米 中の企業/団体のメンバーで ボード/アドバイザリーボードを構成

図 45：Catena-X の組織構成

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

Catena-X の各国での運営においては、各国の要望にもとづいて仕様を標準化した上で、各国のルールでシステム運用されることが想定されている。米国・中国・フランス・スウェーデンなど、それぞれの国のルール・商慣習にもとづいて、Catena-X の標準を土台に運用環境を作っていく形となる。

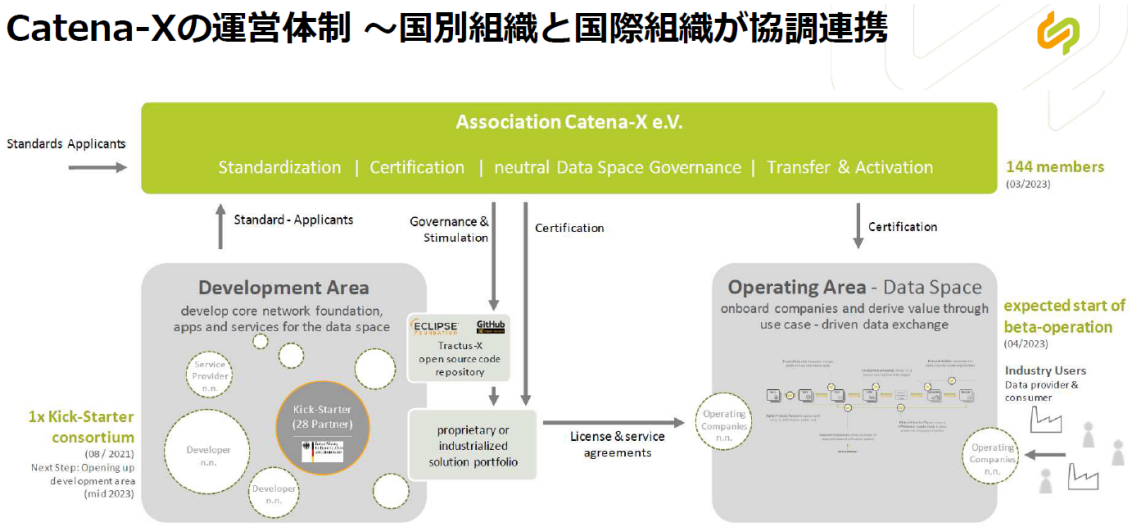


図 46：Catena-X の運営体制

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

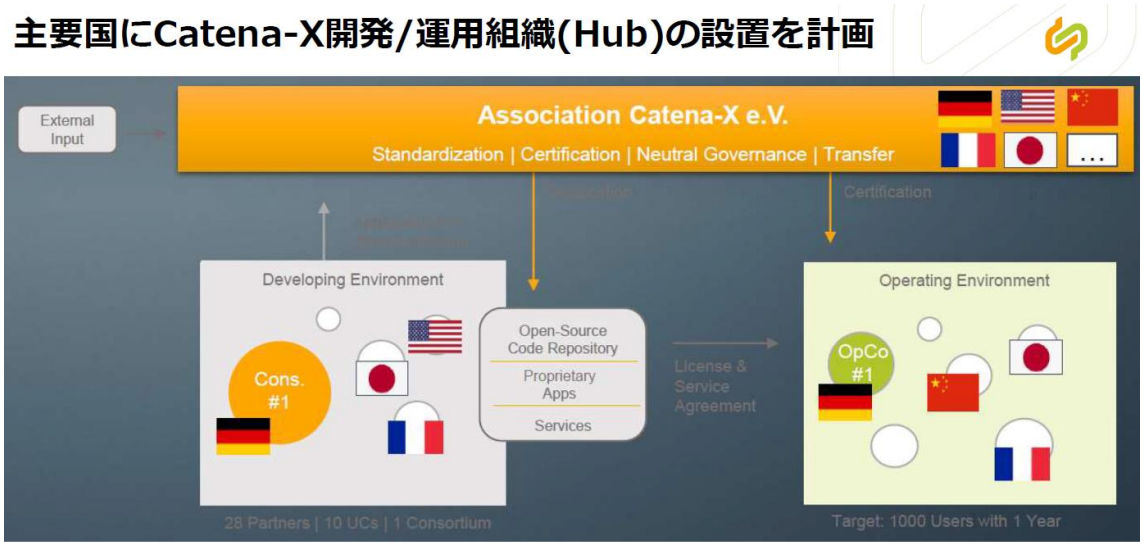


図 47：Catena-X の運営体制と Hub

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

2023 年には Catena-X の運用を世界展開する委員会も設置されている。各国に連絡窓口が設置され、日本からは富士通、NTT、Bosch、SIEMENS らのメンバーが窓口となっている。

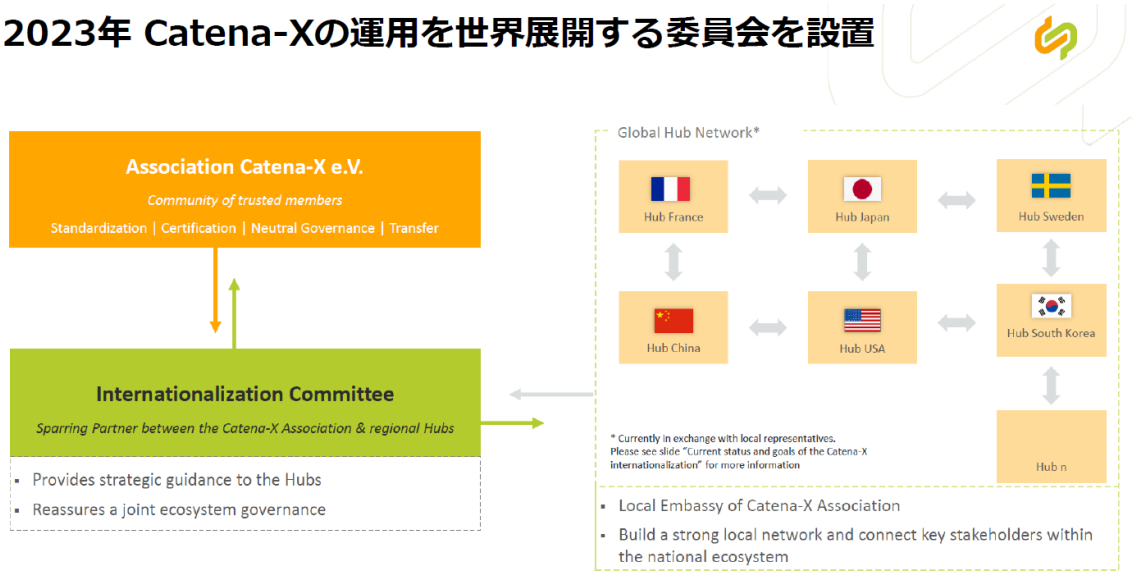


図 48：Catena-X 運用の世界展開

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

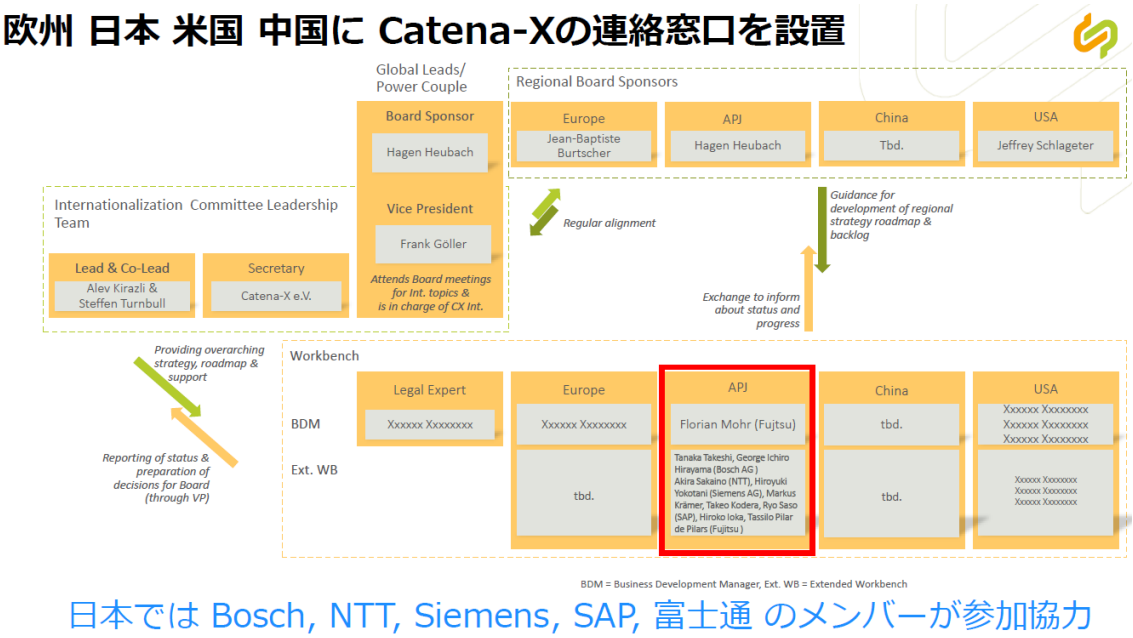


図 49：Catena-X 運用のグローバルでの窓口

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

3.5 Catena-X に取り組む上での費用

Catena-X に沿ったデータ共有をするためにかかる費用としては大きくオンボーディングのための費用と、オペレーションのための費用に分かれる。オンボーディング時点において

は、オンボーディング支援費用（Cofinity-X のコンサルティングパートナへの支払）が必須となる。また、EDC コネクターの導入をインテグレータに依頼する場合は EDC コネクターのインテグレーション費用（EDC インテグレーターへの支払）がオプションで必要となり、自社で EDC コネクターを導入した場合は EDC 認証費用（EDC 認証機関への支払）が必要となる。

また、運用段階においては、ＥＤＣコネクターのサービス型での利用を活用する場合は EDC サービス（サービス・プロバイダーへ支払）がオプションで必要となり、Cofinity-X への利用料金（Cofinity-X への支払）や利用するアプリケーション利用料（アプリケーションプロバイダ）が必須で必要となる。

なお、データ自体はデータ保有者側で管理することとなるため、データ保存・管理のための費用は発生しない。

3.6 実サービス運用企業としての Cofinity-X

Catena-X は標準・ルール・アーキテクチャ等を規定する非営利組織であり、実サービスは提供しない。実サービスを提供する組織としては公募の上でドイツでは Cofiity-X が認定されている。Cofinity-X は、BASF、BMW、ヘンケル、メルセデスベンツ、SAP、シェフラー、シーメンス、T システムズ、フォルクスワーゲン、ZF、ロールスロイスの合弁会社で設立されている。Catena-X としては日本を含めて各国でこうした運営会社を設立することを呼びかけている。Cofinity-X は Catena-X の標準に準拠したアプリケーション・データスペースを利用しデータを交換するためのコア・サービスや、マーケットプレイスを開発・運営している。マーケットプレイスで公開される全てアプリケーションは、Catina-X の認証を得ているものとなる。



図 50：Cofinity-X の設立

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

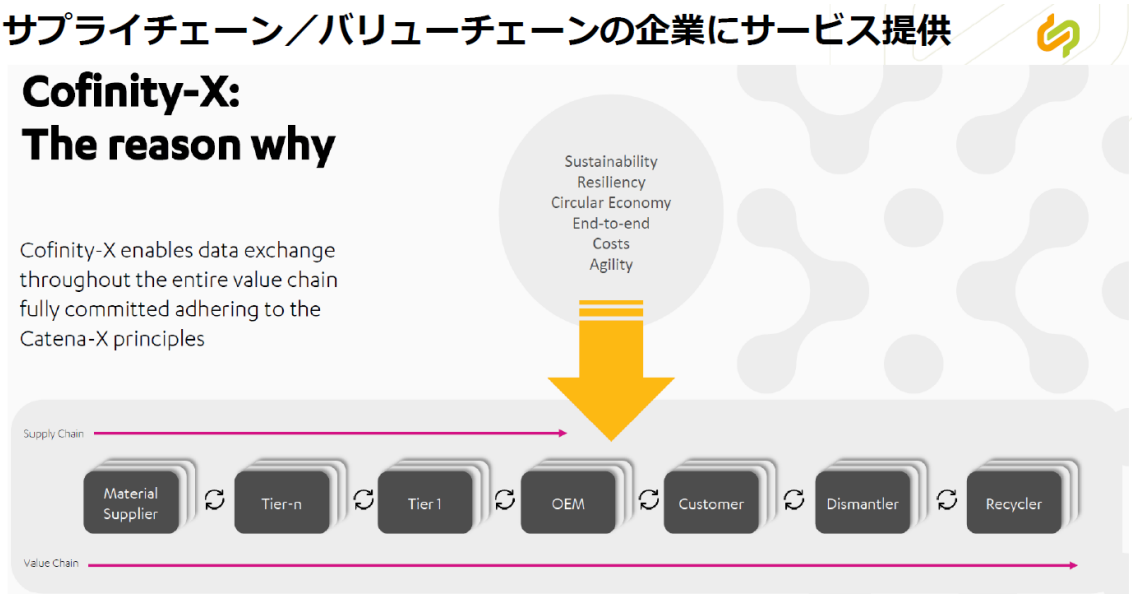


図 51：Cofinity-X の対象

（出所：Cofinity-X 提供資料）

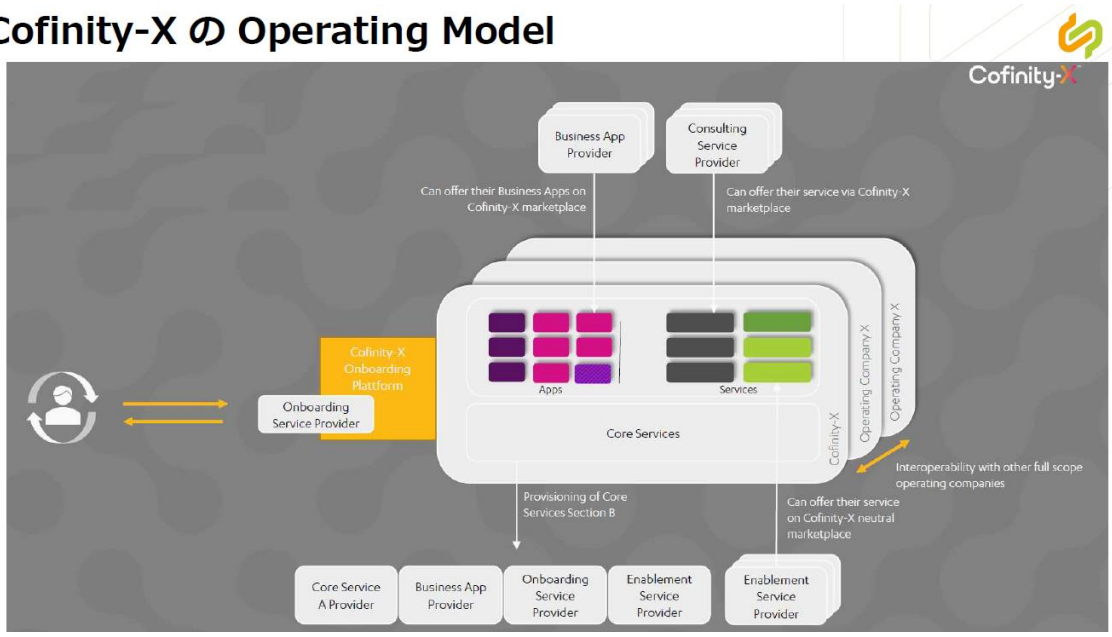


図 52：Cofinity-X の Operation Model

（出所：Cofinity-X 提供資料）

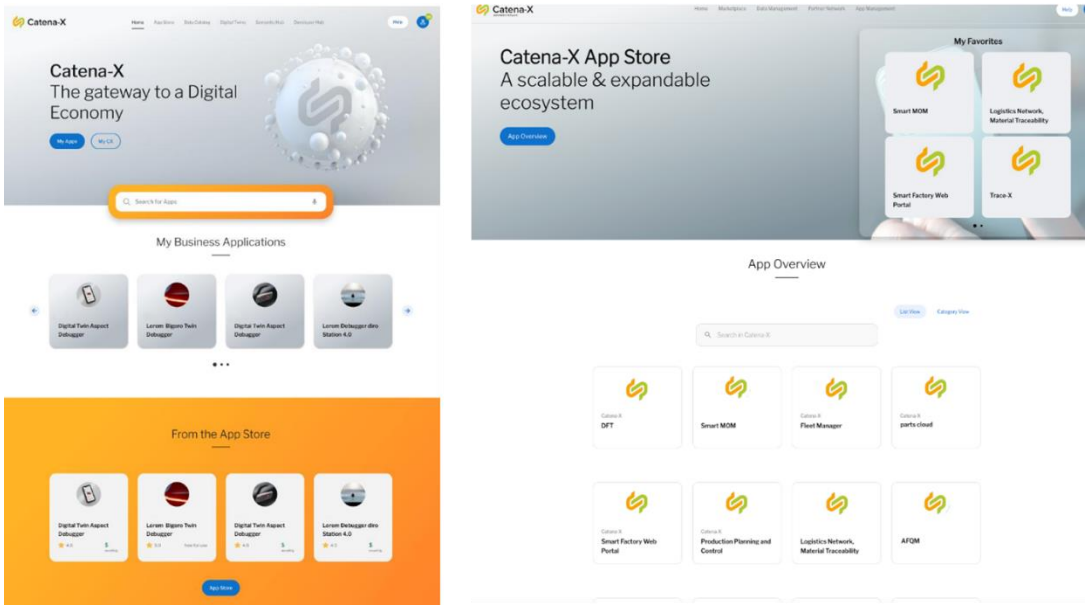


図 53：Catena-X のマーケットプレイス

（出所：Catena-X ホームページ）

3.6 Cofinity-X への参画プロセス

Cofinity-X に参画するためにはオンボーディング・プロセスとして、目的や利用したいユ

ースケースなどの情報をもとに申し込みをして契約書を取り交わす。その上で認証を経て登録されると、Cofinity-X の各種サービスが利用できるようになり、マーケットプレイスに登録されているアプリケーションサービスを探してアプリケーション・プロバイダと契約することや、データの連携先を探すことができる。

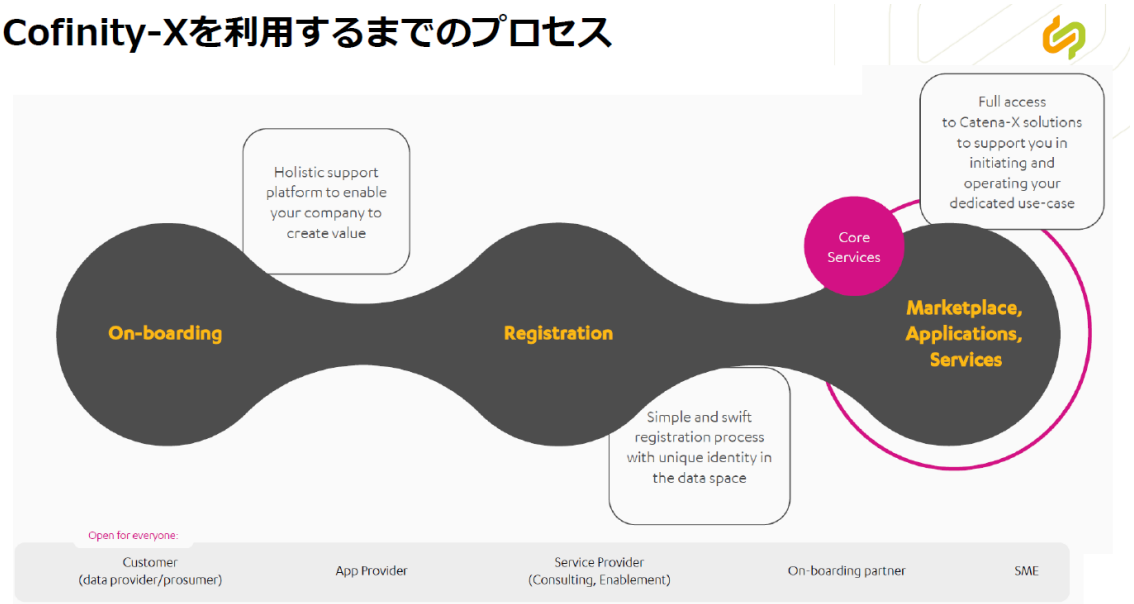


図 54：Cofinity-X を利用するまでのプロセス

（出所：Cofinity-X 提供資料）

3.7 Catena-X の認証プロセス

Cofinity-X のサービスを利用するためには、下図で構成される Catena-X の認証が必要となっている。これらの Certification はドイツのデロイトが認証機関となっており審査を実施する。この審査で認証を得た上で、コネクターを活用したデータ連携や、マーケットプレイスを通じたアプリケーションの提供をはじめとした Catena-X の利用ができるといった仕組みになっている。アプリケーション・プロバイダは無料でマーケットプレイスを通じたアプリケーションの提供ができる。

Cofinity-Xを利用するには Catena-X Certificationが必要

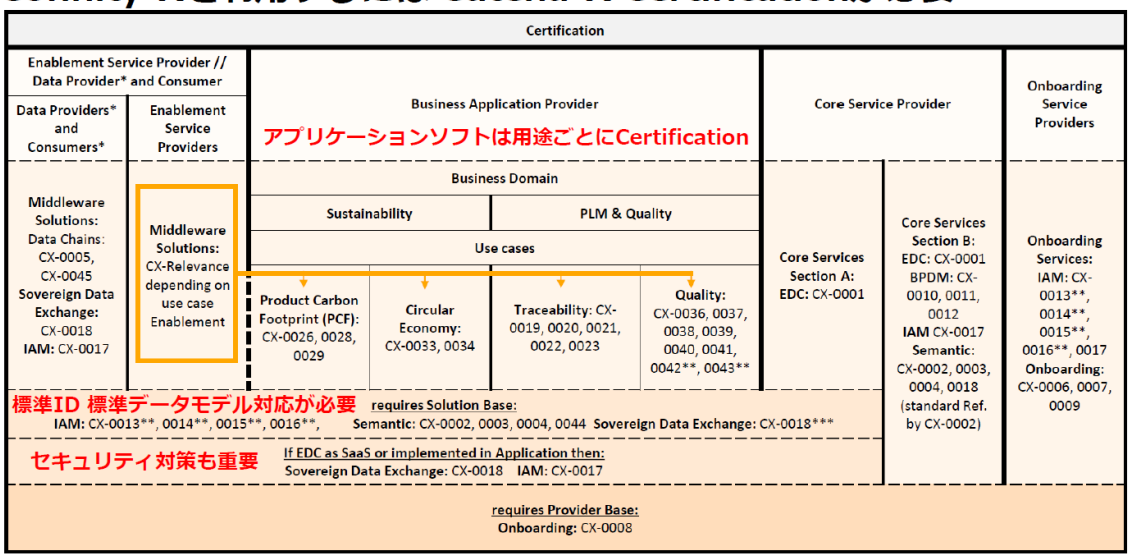
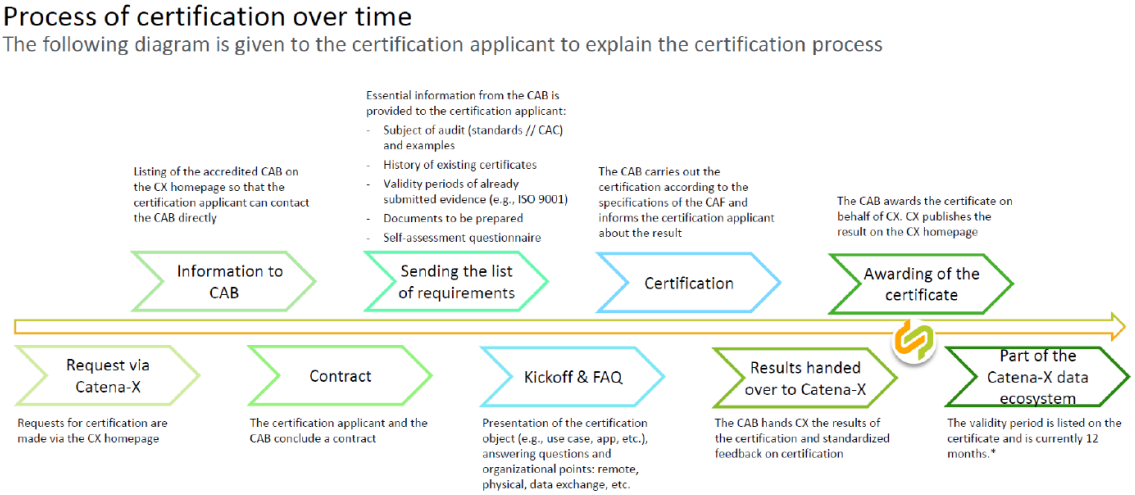


図 55：Catena-X の認証項目

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

プロセスとしては下図の通りだ。まず申し込みをして、認証機関であるデロイトと契約をして診断・インタビューを受ける。数日～1-2 週間で認証完了となる。

Catena-X Certificationの取得プロセス



標準ID・標準データモデルに準拠したCertification取得済みのソフトウェアを使う必要あり

図 56：Catena-X の認証プロセス

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

認証を得ると固有の ID（ビジネスパートナー番号）が割り当てられ、登録が行われる。いわば電話帳の位置付けであり、電話帳に住所や電話番号を登録しておくと、電話をかけることや、手紙を受け取ることができる。郵便会社は手紙を運ぶが、手紙の中身を把握することはない。それと同様に全ての参加者が固有の ID を取得し、ID を通じてどの企業に所属している主体なのかを把握する。合意した参加者とのみデータを交換し、アプリケーションの使用や PoC を実施する。

3.8 中小企業の参画に向けた取り組み

データスペースの展開にあたっては、データの出し手となるサプライチェーンの上流企業や中小企業の参画が重要となる。こうした中小企業の参画のために、オンボーディングパッケージ等を整備し、中小企業やデジタルのノウハウが不足している企業もスムーズに参画できる仕組みを準備している。

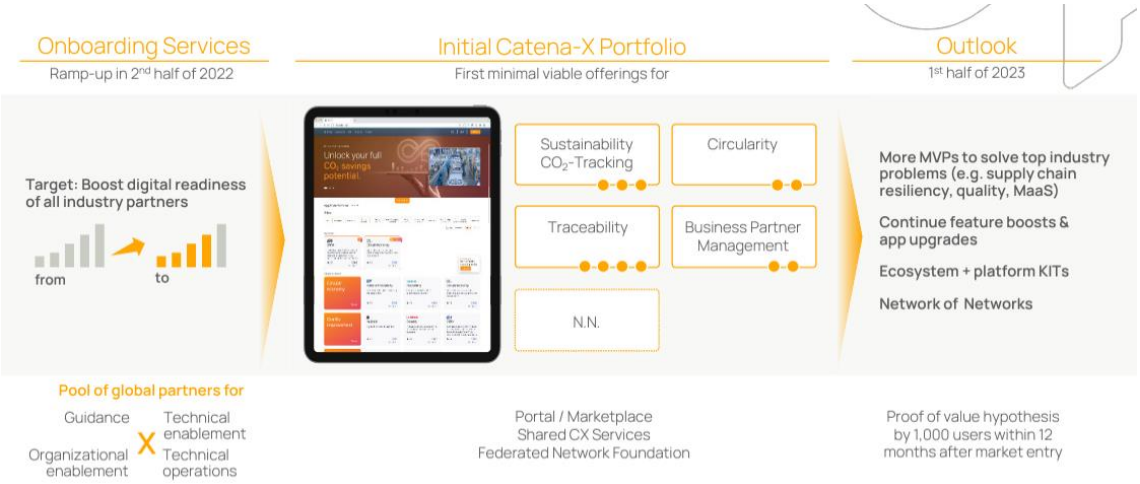


図 57：Catena-X のオンボーディングパッケージ

（出所：Catena-X ホームページ）

3.9 今後のロードマップ

直近では 2023 年 4 月のハノーヴァーメッセ以降、データサービスと呼ばれるテスト評価用のバージョンが公開され、2023 年 11 月からは、世界中の会社で活用できるようになっている。

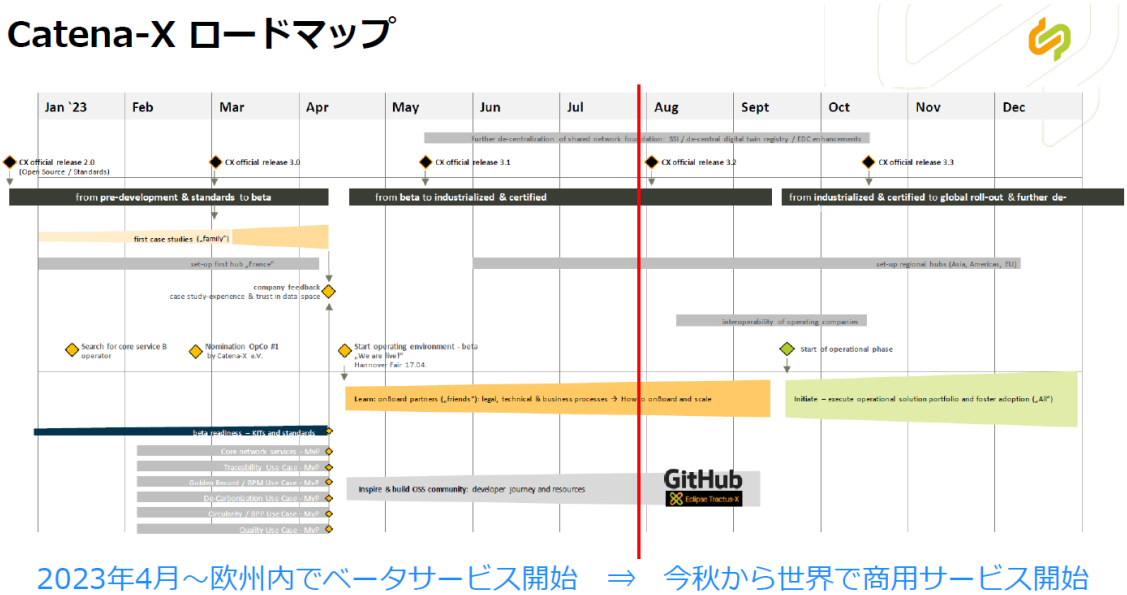


図 58：Catena-X ロードマップ

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

Catena-X はまずドイツから始まっているが、他国へも展開を加速していくべく International Relation Committee が立ち上がっている。各国地域にワーキンググループを作り、欧州全体や、米国、アジア、日本、中国などで担当者をアサインして展開を図っている。参画企業としては 2024 年には 500 社、さらに数年後にはそれを倍増させる計画である。



図 59：各国 Catena-X Hub との連携イメージ

（出所：Catena-X）

4. Catena-X の各ユースケースについて

Catena-X は下記の 10 のユースケースを掲げており、今後さらに拡大していく予定である。トレーサビリティ（Traceability）や、企業間の関係性マネジメント（BPDM - Business Partner Data Management）が土台となり、そこに CO2 データや、エンジニアリングデータ、品質データ等を付加していくことにより、それぞれのユースケースが展開されることとなる。

［Catena-X のユースケース］

① Traceability（トレーサビリティ）

- 生産からリサイクルに至るまでのハードウェアとソフトウェアのアプリケーションの追跡。Catena-X エコシステム内の他の数多くのユースケースの基礎

② BPDM - Business Partner Data Management（ビジネスパートナーのデータマネジメント）

- 異なるソースからのビジネスパートナー、住所等に関する同一のデータを識別、リンク、および調和させる機能、重複が削除され、データセット内の品質が向上し、欠落している情報が補足される分散自己決定型の ID 管理

③ Digital Behavior Twins

- 計画、設計、運用サポートや車両をデジタル監視・デジタルマッピングすることで、車両の品質や生産工程を継続的に改善するためのモニタリングや、予知保全技術を導入

④ Quality Management（品質管理）
- バリューチェーン全体における包括的な品質管理による早期警告システムとタイムリーな対策

⑤ Demand and Capacity Management（需要とキャパシティ管理）
- 製造需要とキャパシティのデータを安全に交換し、原材料サプライヤから n 層サプライヤ、自動車メーカーまで、自動車ネットワークに関与するすべてのパートナー間の協力を実現

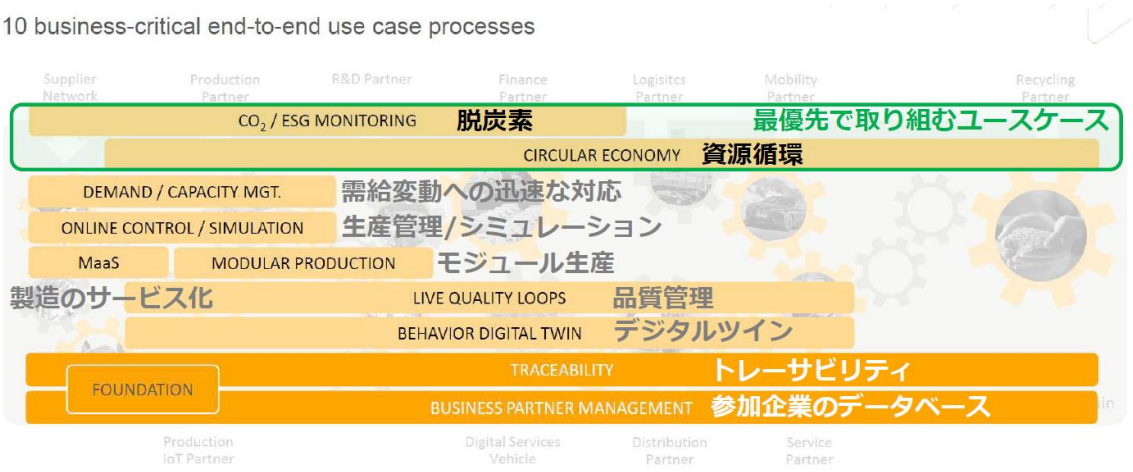
⑥ Modular Production（モジュ―ラ製造）
- 無制限の相互リンク生産システム

⑦ Online Control Simulation（オンライン制御とシミュレーション）
- 予測オンライン制御とシミュレーションの助けを借りて、製造および配送プロセスを安定させ、関係者全員の効率性を向上

⑧ Sustainability（持続可能性）
- CO2 の可視化・削減の基準と方法の開発

⑨ Circular Economy（サーキュラー・エコノミー）
- 自動車業界における循環型経済の実現

⑩ Manufacturing as a Service（製造 as a service）
- オンデマンドの製造受発注のマッチングプラットフォーム



脱炭素・資源循環のためのサプライチェーン企業間データ共有を優先提供

図 60：Catena-X の 10 のユースケース

（出所：NTT コミュニケーションズ提供資料）

4.1 持続可能性

ここからは各ユースケースの概要について触れたい。

4.1.1 ユースケース概要

持続可能性は Catena-X の主要テーマのひとつであり、温室効果ガス排出は特に注力している用途である。ソフトウェア・アプリを通じて、Catena-X は自動車製造とサプライチェーン全体の CO2 排出量の可視化や削減などの改善を支援する。



図 61：Catena-X の持続可能性ユースケースの背景

（出所：SIEMENS 提供資料）

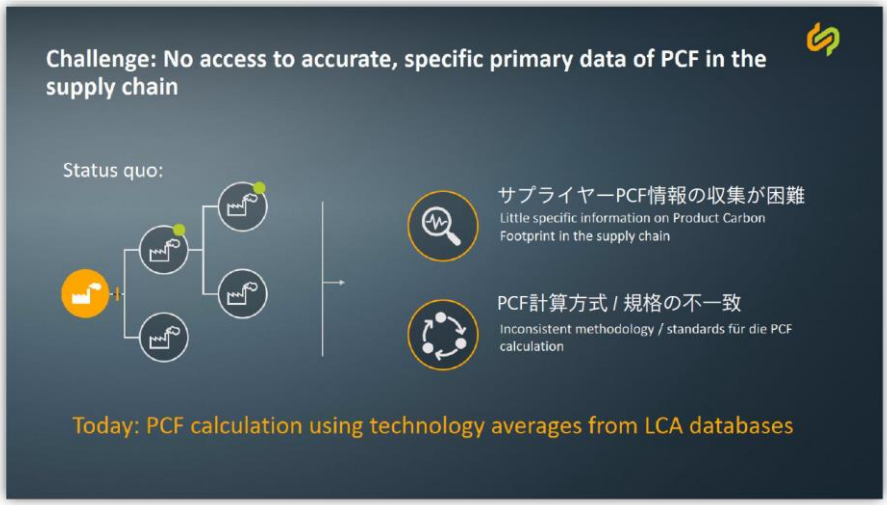
原則として、企業は測定値、過去の経験・仮定に基づいて CO2 排出量を計算する。しかし、統一された手順は定義されておらず、それぞれの詳細の深さはプロセスの複雑さによって異なる。製品ライフサイクル全体を記録するために利用できるデータは存在しないことが多く、Catena-X はこれらの課題にアプローチする。

Catena-X は直近で、主要サプライヤである Tier1 から自動車メーカー（OEM）までの複数の層からの炭素排出量の正確な計算を可能にするアプリケーションを提供予定であり、中小企業も対象としている。

4.1.2 直近の取り組み

サプライチェーン全体の CO2 可視化にあたっては、①サプライヤの PCF（Product Carbon Footprint）の情報の収集が困難であること、②業界で共通化された PCF 計算方法が存在しないことが課題である。これにより CO2 の製品別実績値の把握や、削減目標の設定が難しい状況にある。

サプライヤーからの製品別カーボンフットプリント収集が課題



現状、PCF計算はLCAデータベースによるカテゴリー別の平均値２次データ

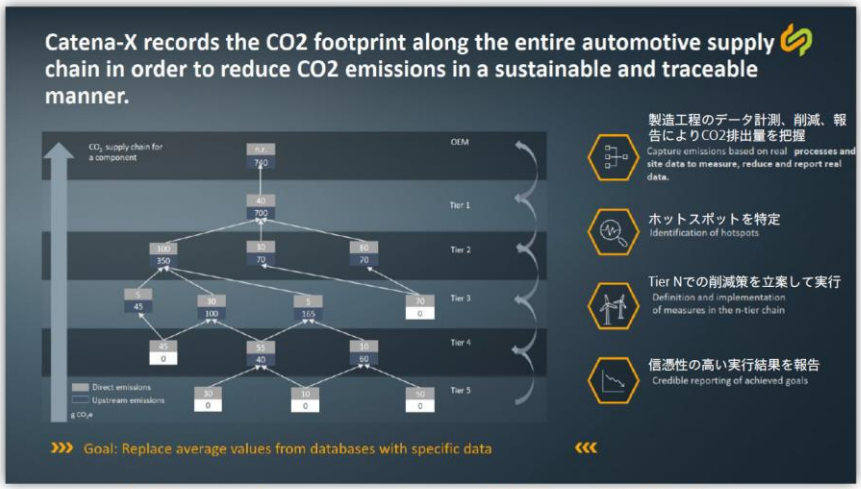
図 62：CO2 可視化ユースケースにおける課題

（出所：SIEMENS 提供資料）

これらの打開のためにはサプライチェーン上の各社が下記を通じて連携を図っていくことが重要となる。

① 製造工程のデータ計測、削減、報告により CO2 排出量を把握
② ホットスポット（重要要素）の把握
③ TierN での削減計画を立案して実行
④ 信憑性の高い実行結果を報告

CO2排出量の削減はサプライチェーン全体での取り組みが必要



ゴールはTier N各階層サプライヤーがCO2排出量に実績値1次データを使用すること

図 63：CO2 可視化ユースケース実現のために必要なサプライチェーン全体での取り組み

（出所：SIEMENS 提供資料）

上記の実行のためにワーキンググループが設定した 3 つの方針が下記である。

（1）算定方式・ルールの策定

（2）算定ソフトウェアの開発

（3）広く利用されるための実用性と信頼性の担保

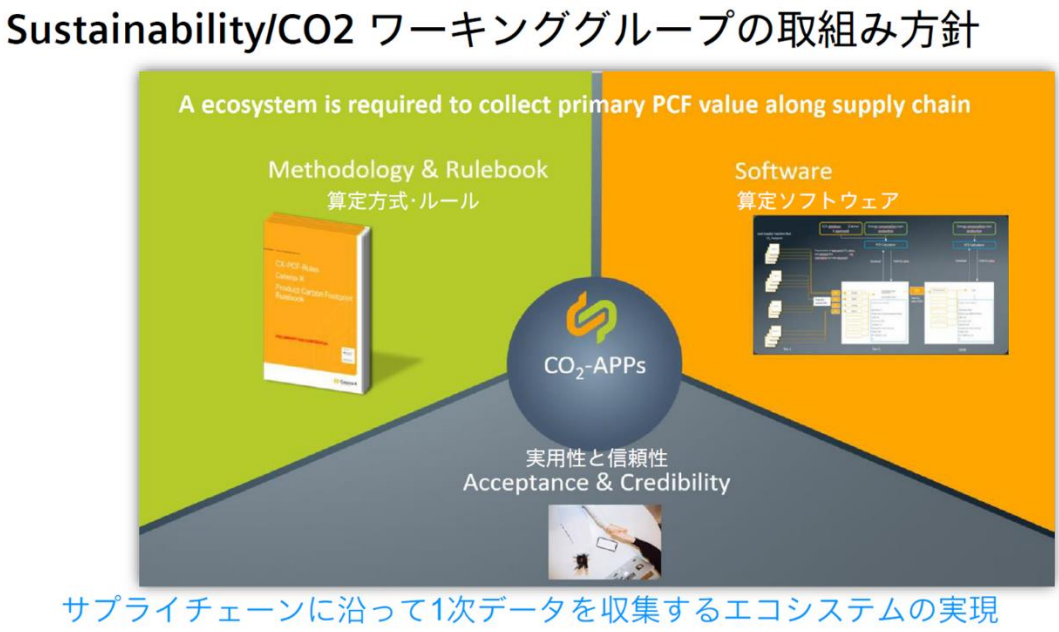


図 64：CO2 可視化ワーキンググループの取り組み方針

（出所：SIEMENS 提供資料）

その方針にもとづき具体活動テーマとして掲げられたのが下記である。

1 ：ルールブックの作成

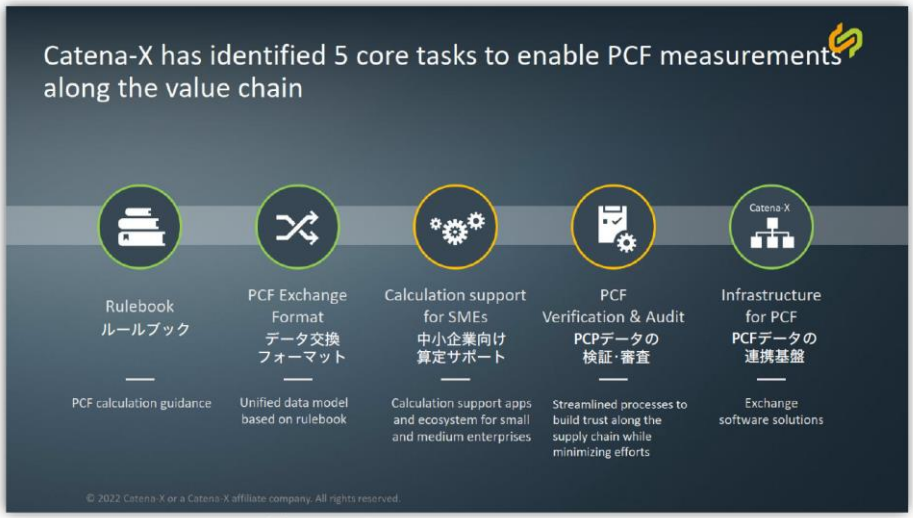
2 ：データ交換フォーマットの整備

3 ：中小企業向け理解促進、中小企業向け CO2 算定サポートの実施

4 ：PCP データの検証・審査の仕組みの整備

5 ：PCF データの連携基盤

Sustainability/CO2 ワーキンググループの活動テーマ



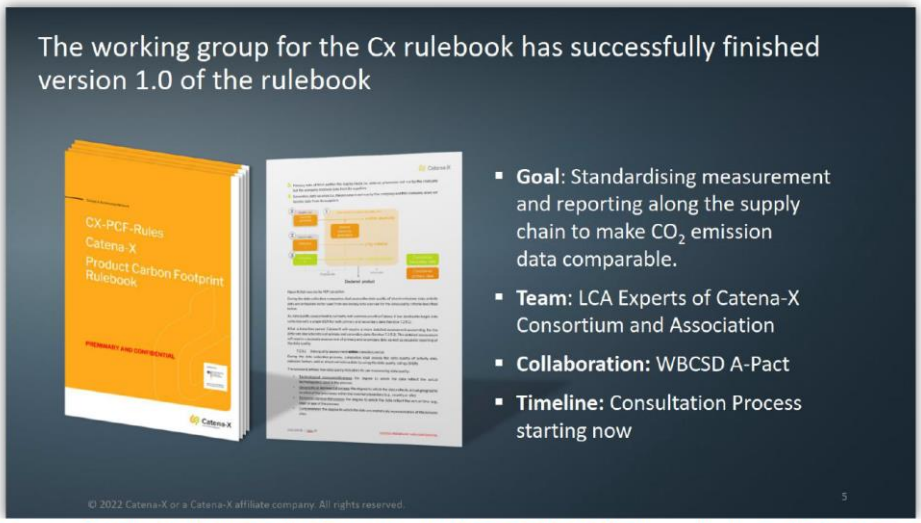
バリューチェーンのPCF管理を実現するための５つのタスクを設定

図 65：CO2 可視化ワーキンググループの具体活動テーマ

（出所：SIEMENS 提供資料）

PCF のルールブックは、サプライチェーンを構成するサプライヤが同じルールにもとづいて算定できる土台を構築することが目的となる。サプライヤから収集したデータは比較検証でき、製品の BOM（Bill Of Materials：部品表）構成にもとづいて収集が可能となる。ルールブックのバージョン 1.0 は 2022 年に、バージョン 2.0 は 2023 年に公開された。この策定においては、業界横断の算定ルールを定めている WBCSD PACT ともルール調整が継続的に実施され、その内容が反映されている。

C-X PCFルールブックの策定



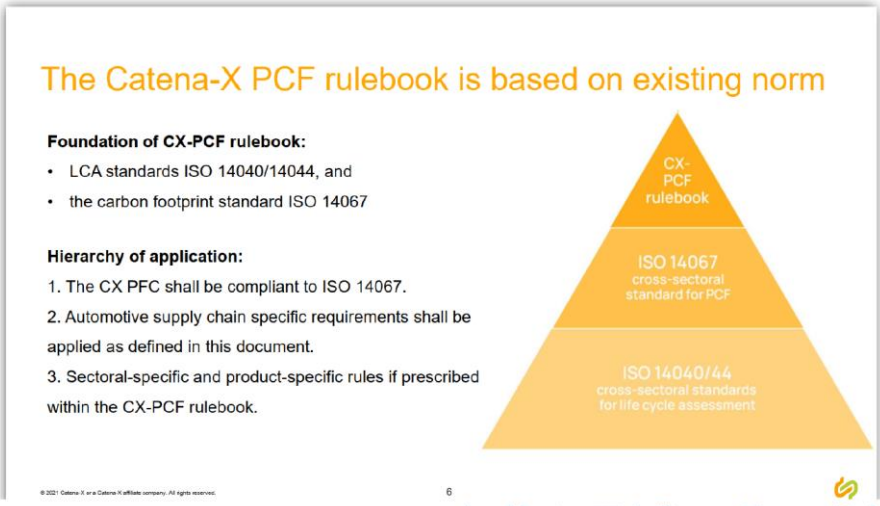
バージョン2.0は９月末に公開予定。WBCSD PACTルールとの調整を実施

図 66：Catena-X による PCF ルールブックの策定

（出所：SIEMENS 提供資料）

ルールブックは ISO の標準規格をベースに作成されており、関連業界団体とも整合を図っている。また、今後の ver3 へのアップデートに向けては製品部材（化学品、バッテリー等）の業界別ルールの規定追加を検討している状況である。

C-X PCFルールブックのリファレンス規格



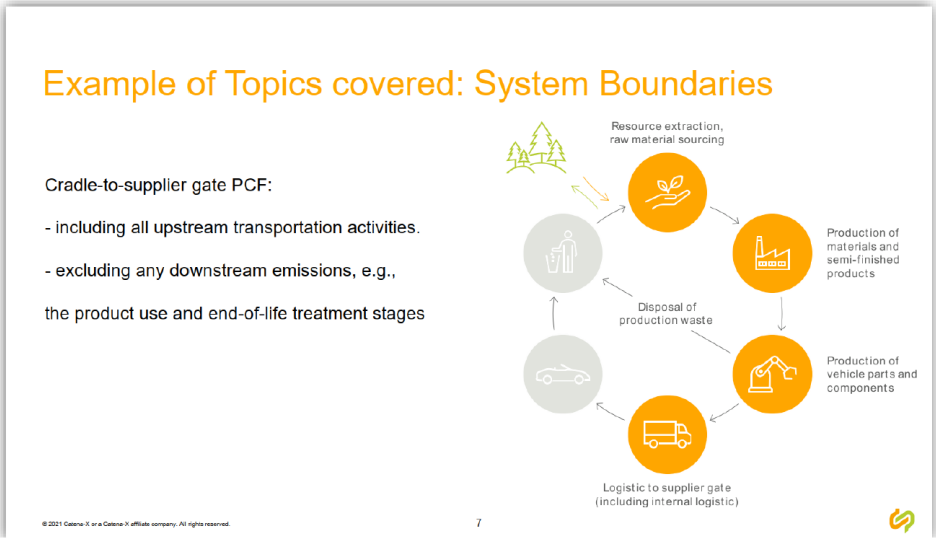
WBCSD PACT Industry-Agnostic PCF原則に基づき関連業界団体とも整合開始

図 67：Catena-X の PCF ルールブックのリファレンス規格

（出所：SIEMENS 提供資料）

ルールブックの算定スコープとしては、Scope3 の上流から下流まで全て含まれているが、工場出荷の段階までであり、製品使用や廃棄時の CO2 排出量は含まれない。

C-X PCFルールブックの算定スコープ



PCF算定範囲は工場出荷まで。製品使用や廃棄時のCO2排出量は含まない

図 68：Catena-X の PCF ルールブックの算定スコープ

（出所：SIEMENS 提供資料）

また、PCF のデータモデルの標準仕様書が作成されており、Catena-X のウェブサイトで公開されている。この仕様書は上記のルールブックにもとづいて作成されている。

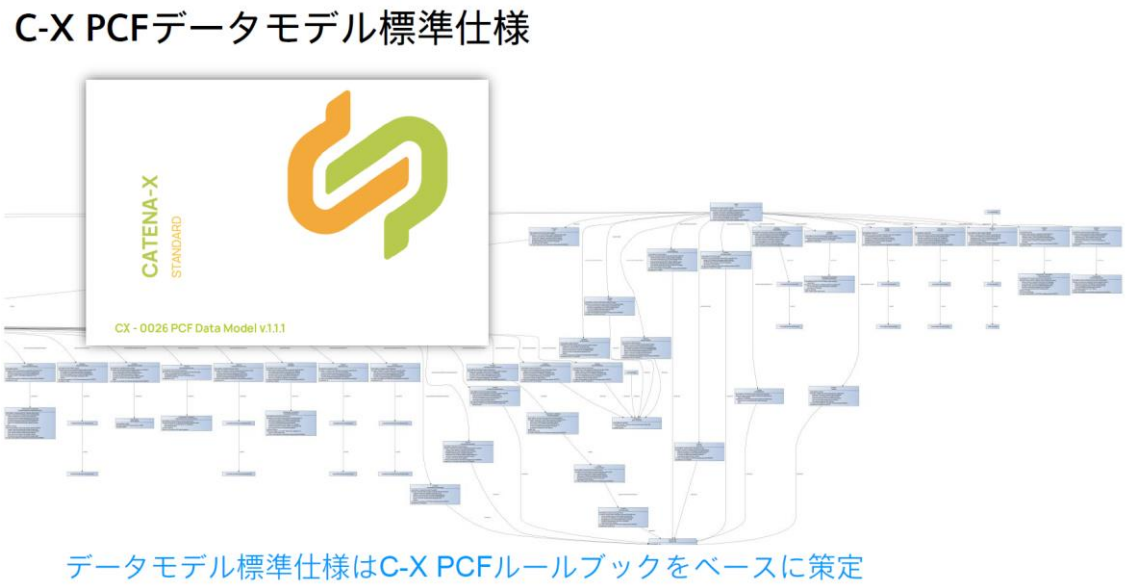
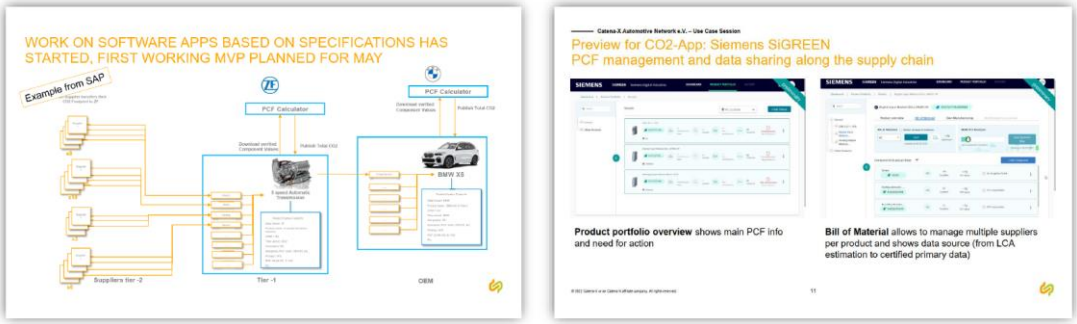


図 69：Catena-X PCF データモデル標準仕様

（出所：SIEMENS 提供資料）

中小企業をサポートするために、簡単に安価で活用できる PCF 算定ソフトウェアも Catena-X の標準に適合する形で開発されている。左側が SAP のソフトウェア、右側が SIEMENS のソフトウェアである。いずれも、製品の BOM を読み込んで、部品一つ一つの CO2 排出量を登録し、それにもとづいて製品別に CO2 を集計しサプライチェーンにおける企業間の CO2 データ共有と集計が可能になるといったものだ。

C-X PCF算定サポートアプリケーションの開発



ルール･標準に準拠したアプリにより企業間データ共有とCO2データ集計が可能に

図 70：Catena-X PCF 算定サポートアプリケーションの開発／左が SAP・右が SIEMENS
（出所：SIEMENS 提供資料）

4.1.3 SIEMENS が展開する Sigreen アプリケーション

SIEMENS は Catena-X の持続可能性ユースケースの実アプリケーションとして Sigreen を展開している。Sigreen はダイナミックデータの活用により正確な CO2 排出目標設定や効果的な削減対策の検討が可能となるソリューションである。

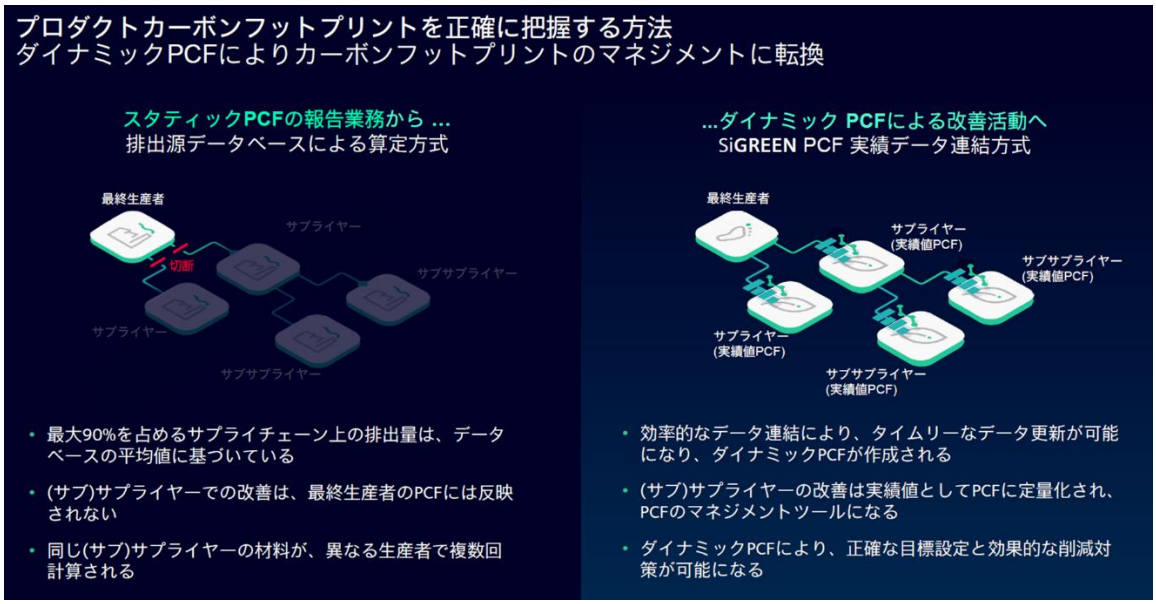


図 71：SIEMENS が展開する Sigreen の概要①

（出所：SIEMENS 提供資料）

顧客・サプライヤ・自社システムとのデータ連携ができ、製品を構成する部品の実績値が把握できるため PDCA サイクルを迅速に回すことができる。製品の CO2 排出量の削減目標や施策を、サプライヤを含めて管理できることが特徴である。

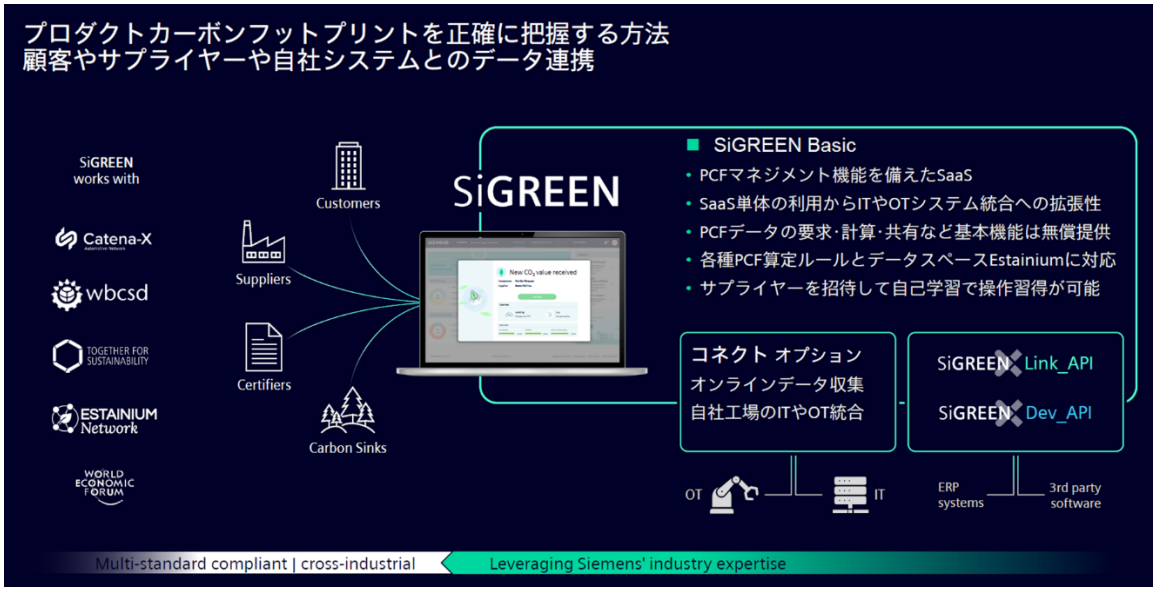


図 72：SIEMENS が展開する Sigreen の概要②

（出所：SIEMENS 提供資料）

Sigreen はデータスペースのコネクターを標準搭載しており、中央サーバーを経由せずに、ピアツーピアで企業間データ共有ができるためデータ主権が担保される仕組みだ。Catena-X の算定ルールに対応しており、Catena-X 準拠の他社アプリとのデータ連携が可能となる。



図 73：SIEMENS が展開する Sigreen の概要③

（出所：SIEMENS 提供資料）

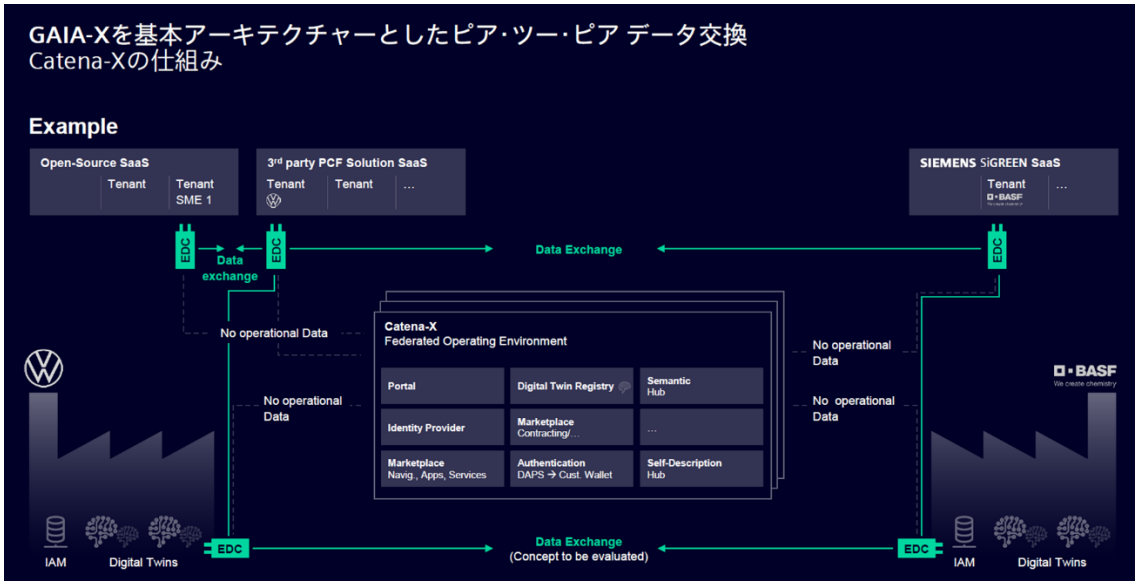


図 74：Sigreen におけるコネクターを活用したピアツーピアデータ連携

（出所：SIEMENS 提供資料）

自社製品の CO2 排出量（Scope1/2）を収集して登録し、調達部品の CO2 排出量（上流 Scope3）を収集して登録した上で、ルールに基づいて PCF データを計算して、そのデータを後工程の企業にデータ共有するのが基本機能である。



図 75：SIEMENS が展開する Sigreen の基本機能

（出所：SIEMENS 提供資料）

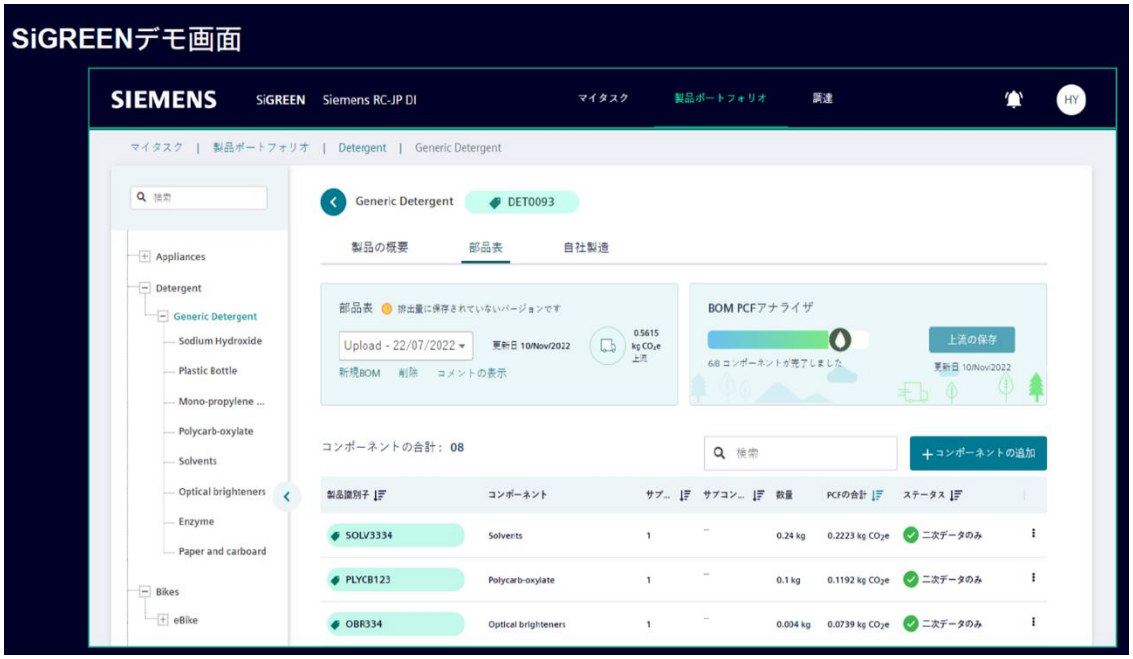


図 76：SIEMENS が展開する Sigreen のデモ画面

（出所：SIEMENS 提供資料）

Sigreen は Catena-X準拠のアプリとして認証されており、マーケットプレイスの Cofinity-X マーケットプレイスから導入することができる。



図 77：Cofinity-X マーケットプレイスでの Sigreen の展開

（出所：SIEMENS 提供資料）

4.1.4　Catena-X とのユースケースに関する質疑応答プロセス

タスクフォース 1 メンバーとして Catena-X との連携の中で当該ユースケースに関するより具体的な理解を図るために、タスクフォースメンバーで検討した質問に回答を依頼する形でコミュニケーションを行っている。一部先方から未回答の項目や、回答につき追加確認が必要な項目も存在するが、引き続きタスクフォースとして Catena-X とのコミュニケーションを通じて具体化を図る計画である。

タスクフォースからの質問	Catena-X からの回答
データの信頼性に関して意図的なもの(改ざん等)や事故(欠損，割り込み)に対してもカバーされるか	■ Catena-X は、データを保存・収集するためのデータベースではなく、より良いデータ交換のためのオープンなエコシステムである。そのため、データのセキュリティと可用性は、何よりもまず基盤となるビジネスアプリケーションの間で確保されなければならない。Catena-X における実際のデータ交換は、現行のセキュリティ標準を実装したメカニズムやインフラコンポーネントを介して行われる。 ■ ビジネスの観点からは、交換された PCF データの信頼性は、データ検証のための適切なコンセプトによっても保証される。これらのコンセプトは、現在 Catena-X アソシエーションによって開発されている。
CO2 排出量が比較できることは，自社の製造能力などが他社や発注元に知られる(比較される)ことと同義と考えられるが、競争力の確保と CO2 排出量の削減というトレードオフに対する対応方針はどうなっているか？	■ データ主権は Catena-X の大きな資産であり、PCF データ交換の一部としてパートナー間で最も必要な情報のみが交換されるのはそのためである（PCF 値に加え、例えばデータ検証のために必要な追加メタデータ。詳細は、標準ライブラリ内の「PCF データモデル」の Catena-X 標準 CX-0026 を参照：https://catena-x.net/en/standard-library)。容量データなど、PCF と直接関係のないデータは交換されない。 ■ データ交換はワンアップ、ワンダウンの原則に厳密に従う。つまり、サプライチェーン（顧客とサプライヤの関係）における直接のパートナー間でのみ行われる。つまり、サプライチェーン内の直接的なパートナー間（顧客とサプライヤの関係）のみで実施される。サプライチェーンの下位レベルには、それ以上の透明性はない。 ■ 加えて、Catena-X Governance Framework for Data Space Operations は、データ交換全般に関する（法的な）フレームワークと、ユースケースに特化した追加要件を定義している。例えば、受信した PCF データの使用目的などが定義されてい

	る。これらの枠組み条件を受け入れることが、Catena-X ネットワークに参加するための前提条件となる。これに関する詳細情報は下記で確認できる: https://catena-x.net/en/catena-x-introduce-implement/governance-framework-for-data-space-operations
システム境界（System Boundaries）について詳細を教えて欲しい。	■ システムのバウンダリーに関する詳細は、Catena-X 標準ライブラリ内の Catena-X 標準 CX-0029 "Product Carbon Footprint Rulebook "を参照されたい： https://catena-x.net/en/standard-library
最近いくつか提案されている PCF(Product Carbon Footprint)の管理基盤、例えば Circularise 社)等と、どう共存していくのか？具体的には、CO2 削減のためには上流 PCF の取得が必要である一方、各社は自社の PCF を公開したがらない。これら秘匿性の実装まで CATENA-X で行うのか？何らか他社の管理基盤との連携が必要ではないか？	■ Catena-X における PCF データ交換に関する現在の概念では、情報は直接供給関係のあるパートナー間でのみ交換される（厳格なワンアップ、ワンダウンの原則）。これにより、素材メーカーからの PCF データが一般に公開されることはない。 ■ しかしながら、これは将来的に（例えばデータ検証の文脈で）追加的でより高度なコンセプトが存在する可能性を排除するものではない。そのようなコンセプトは、Catena-X 協会におけるいわゆる専門家グループの枠組みの中で開発されることになるが、その目的のために、現在適切な体制が整えられつつある。 ■ 加えて、Catena-X は、自動車業界のみならず、それ以外の業界においても、可能な限り高度な標準化を達成するために、他のイニシアティブや組織（例えば、PCF の文脈における WBCSD や TfS）との交流や協力に努めている。

表 1：Catena-X とのユースケースに関する質疑応答（持続可能性）

（出所：RRI 検討資料より）

4.2 トレーサビリティ：ライフサイクル全体にわたる継続的なデータチェーン

4.2.1 ユースケース概要

自動車の価値創造は複雑であり、生産から使用、リサイクルに至るまで、すべてのプロセスが緊密に調整され、理解できる必要がある。これらの土台としてトレーサビリティが重要

となる。各作業工程の情報は工程表と部品表に基づいて記録される。どの材料、コンポーネント、またはソフトウェアがいつ、どこで使用されたかを正確に示す継続的なデータチェーンがトレーサビリティの担保においては重要となる。

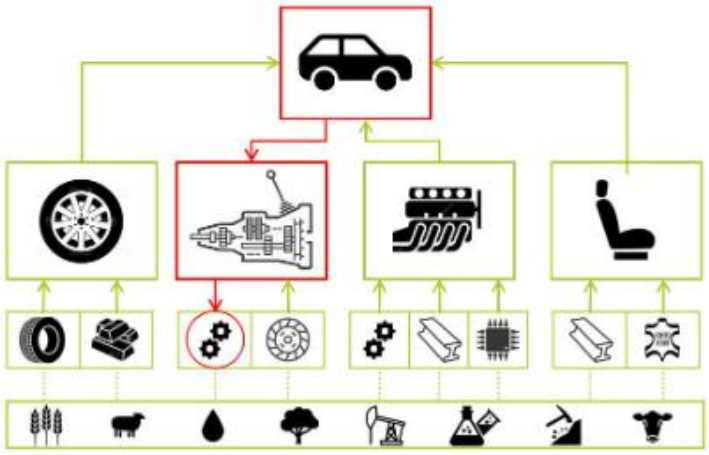


図 78：Catena-X トレーサビリティユースケースのイメージ

（出所：Catena-X）

原則として、各企業は自らの責任を文書化する。ただし、トレーサビリティ情報が共有されることは非常にまれである。トレーサビリティが実現することで、多くの時間とコストが節約される。一貫したトレーサビリティは、たとえば、製品の CO2 排出量を計算することや、リコールが発生した場合の対応、循環経済を成功させる際などに重要な基盤となる。

Catena-X は、エンド・ツー・エンドのトレーサビリティにより、中小企業（SME)のトレーサビリティ担保にも貢献する。Catena-X としては中小企業も対応できる標準化されたインターフェースを介した互換性・相互運用性のあるオープンソースのソリューションを提供するためである。企業はトレーサビリティを担保することにより例えば下記等のメリットを得ることができる

［トレーサビリティを担保することによる企業メリット］

- オペレーションプロセスを改善・加速する
- 自動で法的準拠したドキュメンテーション
- 完全にトレーサブル可能にすることによる社会的責任の実行
- 品質管理の簡素化
- 迅速かつ的を絞ったデータ交換
- 最適化されたリソースとコストの計画

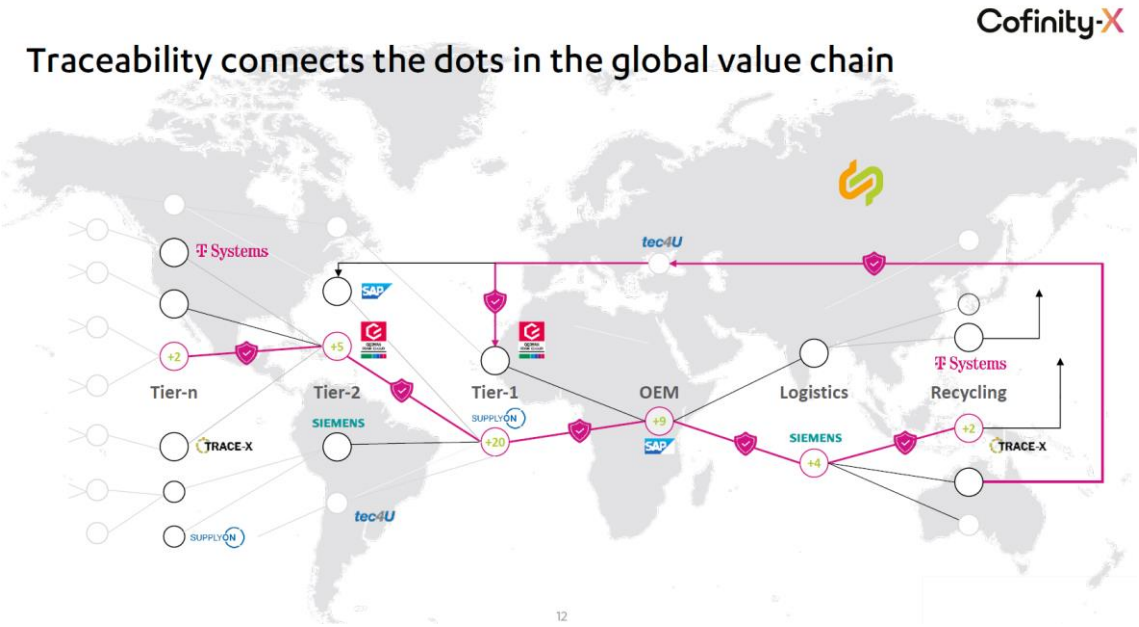


図 79：Cofinity-X におけるトレーサビリティのソリューションイメージ

（出所：Cofinity-X 提供資料）

4.2.2　Catena-X とのユースケースに関する質疑応答プロセス

タスクフォース 1 メンバーとして Catena-X との連携の中で当該ユースケースに関するより具体的な理解を図るために、タスクフォースメンバーで検討した質問に回答を依頼する形でコミュニケーションを行っている。一部先方から未回答の項目や、回答につき追加確認が必要な項目も存在するが、引き続きタスクフォースとして Catena-X とのコミュニケーションを通じて具体化を図る計画である。

タスクフォースからの質問	Catena-X からの回答
各企業の責任を文書化との記述がユースケースにあるが、製造・品質・法規などに対する責任と理解してよいか？また、その責任が共有された具体的なイメージを教えて欲しい。	■ 未回答（今後深堀質問のコミュニケーションを実施する計画）

表 2：Catena-X とのユースケースに関する質疑応答（トレーサビリティ）

（出所：RRI 検討資料）

4.3 循環型経済

4.3.1 ユースケース概要

Catena-X は、自動車産業における循環型経済のデジタル・マップを開発している。このネットワークの共通目標は、あらゆるレベルの価値創造を統合し、循環経済をより持続可能で、耐久性があり、透明性のあるものにすることである。

気候政策と資源不足により、業界は再考を迫られている。これまで普及してきた従来型の経済は、もはや EU の厳しい規制を遵守するには十分ではない。材料の生産、使用、廃棄になど全てのプロセスにおいてリサイクルと循環経済を念頭においた経営・オペレーションが重要となってきている。

循環経済は、経済学の観点からも興味深いものであり、欧州委員会は、2030 年までに GDP が 0.5% 増加し、70 万人の新規雇用が生まれると予想している。しかし、生産者と消費者の数が多いため、循環経済の導入は困難である。個々のライフサイクルや再利用、リサイクル、再製造について意味のあるデータを得ることが現状の仕組みでは難しい。

循環経済を成功させるには、素材、状態、機能、さらには充電サイクルに関する一貫したデータの連携が必須となる。そうなって初めてリサイクル業者はどのコンポーネントが今後の使用にまだ適しているかを明確に分類することができる。



図 80：Catena-X 循環経済ユースケースのイメージ

（出所：Catena-X）

Catena-X は多くの企業と協力して、循環経済の実現に向けた情報を収集している。循環経済の実現のために、データ連携を通じてあらゆる業界およびバリュー チェーン全体にわたって、各製品のデジタルツインが作成されることが重要となる。

例えば電池においてはセルメーカーや化学会社だけでなく、サプライヤ、自動車メーカー、物流会社、リサイクルセンターなど幅広い主体が循環経済実現に向けてデータ連携することが重要となる。Catena-X は、共通プラットフォームを通じて、これらの企業が独自に情報を公開および取得するために使用できる土台を提供する。すべての参加者は、誰にどのコンテンツを提供するかを自分で決定する。データは接続しているが保存はされず、作成者の所有物のままとなる。

［循環型経済ユースケースによる企業メリット］

- 製品とプロセスに関する完全に文書化された情報
- 独自の計画目的でのデータの簡単な読み出しと使用
- リソースの利用改善
- 対象を絞った分解
- 材料の変動とボトルネックの早期防止
- 市場ソリューションと新しいビジネス モデルの共同開発
- 廃棄物と二酸化炭素排出量の削減

- 結果として環境への影響の低減。

4.3.2 Catena-X とのユースケースに関する質疑応答プロセス

タスクフォース 1 メンバーとして Catena-X との連携の中で当該ユースケースに関するより具体的な理解を図るために、タスクフォースメンバーで検討した質問に回答を依頼する形でコミュニケーションを行っている。一部先方から未回答の項目や、回答につき追加確認が必要な項目も存在するが、引き続きタスクフォースとして Catena-X とのコミュニケーションを通じて具体化を図る計画である。

タスクフォースからの質問	Catena-X からの回答
Catena-X と BatteryPassport の関係は？	■ Catena-X は、自動車業界のためのデータ共有プラットフォーム／データスペースを構築するイニシアティブである。メーカーからサプライヤ、リサイクル企業に至るまで、自動車バリューチェーンにおけるすべてのイニシアティブ的とした、協調的でオープンなエコシステムである。 ■ BatteryPassport として始まったデジタル・プロダクト・パスポートは、(電気) 自動車と関連部品 (バッテリー) のデジタル・パスポートを作成することを目的としたプロジェクトである。このパスポートは、バッテリーの生産からリサイクルまでのライフサイクル全体を追跡し、その性能、健康状態、環境への影響に関する情報を提供する。 ■ Catena-X プラットフォームは、BatteryPassport の基盤として機能する。BatteryPassport によって収集されたデータは、Catena-X プラットフォームを通じて共有され、自動車のバリューチェーンにおけるすべての利害関係者のためのデータ主権とアクセシビリティを創出する。 ■ このように、Catena-X と BatteryPassport は、自動車産業における循環経済を促進することを目的とした補完的なイニシアティブである。 ■ Digital Product Passport/ BatteryPassport を活用するメリットは以下の通り： ➢ バッテリーデータの透明性とトレーサビリテ

	ィの向上：BatteryPassport は、製造からリサイクルに至るまで、バッテリーのライフサイクル全体のデジタル記録を提供する。この情報は、電池の設計、製造、リサイクルの改善に利用できる。 ➢ 意思決定の改善：BatteryPassport は、バッテリーの使用、メンテナンス、リサイクルに関するより良い意思決定に利用できる。例えば、自動車メーカーはBatteryPassportのデータを使ってバッテリーの交換時期を判断することができ、リサイクル業者はデータを使ってバッテリーをより効率的に選別・処理することができる。 ■ 持続可能性の向上：BatteryPassport は、バッテリーの循環経済を促進することで、自動車産業の持続可能性を高めることができる。バッテリーのライフサイクルを追跡し、適切にリサイクルすることで、電気自動車が環境に与える影響を軽減することができる。 ■ 全体として、BatteryPassport は、規制を満たし、自動車業界にさらなる価値を生み出すことを目指す重要なイニシアティブである。
本ユースケースでそもそも、実現したいことは何か？部品レベルでメーカーを特定してリサイクルに回そうとしているのか？	■ Catena-X の循環型経済ユースケースの目標のひとつは、どの部品がリサイクルのためにどのメーカーに戻る可能性があるかを特定することだ。これは、原材料の生産から製品の寿命が尽きるまで、ライフサイクル全体を通して各部品のデータを追跡することで可能となる。このデータを使って製品のデジタルツインを作成し、さまざまなリサイクル・シナリオをシミュレーションすることができる。 ■ このアプローチには以下のような利点がある： ➢ リサイクルプロセスの効率化 ➢ 環境への影響の低減 ➢ 材料のトレーサビリティの向上 ➢ サプライチェーンにおける透明性の向上

	■ Catena-X のサーキュラー・エコノミーのユースケースは、全体として様々なサブユースケース（セコムダリー・マーケットプレイス、デジタル・プロダクト・パスポート、マテリアル・アカウンティングなど）を持ち、サーキュラー・エコノミーに大きく貢献する可能性を秘めている。関連する部品のデータを追跡することで、材料が最も効率的で持続可能な方法でリサイクルされることを確実にすることができる。 ■ 循環型経済という目標を達成するために、Catena-X がどのように利用できるか、具体的な例をいくつか挙げる： ➢ 自動車メーカーは、Catena-X を使用して車内の関連部品の位置を追跡することができる。この情報は、どの部品がリサイクル可能で、どの部品を廃棄する必要があるかを特定するために利用できる。 ➢ バッテリーメーカーは、Catena-X を使ってバッテリーの経年変化を追跡することができる。この情報を使って、寿命が近づき、リサイクルが必要なバッテリーを特定することができる。 ➢ 解体業者/リサイクル業者は、Catena-X を使用して、自動車に使用された材料のリサイクルに関してより賢い決定を下すことができる。この情報は、材料やコンポーネントを販売し、業界内のループを閉じるために使用することができる。 ■ Catena-X の循環経済ユースケースは、複雑で困難な事業であるが、自動車産業の将来にとって不可欠なものである。

表 3：Catena-X とのユースケースに関する質疑応答（循環型経済）

（出所：RRI 検討資料）

4.4 品質管理

4.4.1 ユースケース概要

現代の自動車はますます複雑になっている。自動運転などの新機能は、コンポーネントと制御ユニットの相互リンクの増加を意味する。Catena-X は現在、より短い時間でより高い精度を達成するために、データ連携を通じた品質管理を提示している。

品質管理において、データ交換はこれまで非常に限られていた。現場で問題が明らかになるのは、作業場で修理が行われた場合のみであった。したがって、今日の高品質な作業の基礎は、「パーツツーリズム」と呼ばれる、損傷した部品の物理的な検査である。これは自動車メーカーにとってもサプライヤにとっても同様に負荷が大きく時間のかかる作業である。

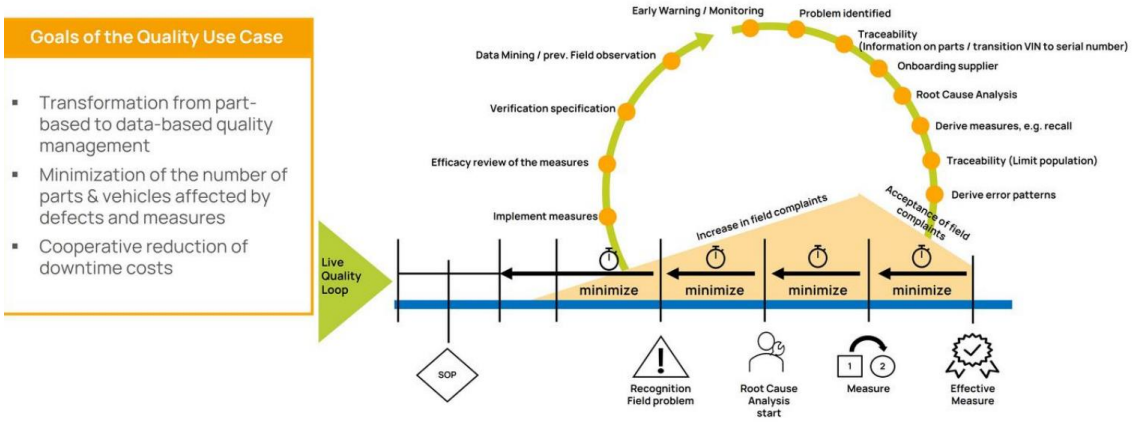


図 81：Catena-X 品質管理ユースケースのイメージ

（出所：Catena-X）

Catena-X ネットワークでは、企業の境界を越えて、安全かつ簡単にデータを交換できる。自動車メーカーからの現場品質データとサプライヤからの生産データも含まれる。これは高品質なオペレーションや、新しいレベルでの透明性・コラボレーションの実現を意味する。継続的なデータチェーンの実現により、安全で主権のあるデータ交換を確保しながら、早期の警告と対策の監視に重点を置くことができる。新しい製造パラメータなど、製造上の変更に関する情報も含まれる。ただし、企業内部の機密データは、権限のない人物によるアクセスから引き続き保護される。

［品質管理ユースケースを通じた企業メリット］

- データスベースを活用した品質管理により、従来のパーツツーリズムと比較してコストが削減される
- 品質問題への対策をより迅速に導き出せる
- 生産および現場の早期警告システムが、欠陥のあるコンポーネントや車両を即座に特定する
- 根本原因分析と共同データ評価により、ダウンタイムのコストが削減

4.5 サービスとしての製造

4.5.1 ユースケース概要

Manufacturing as a service ユースケースは、既存のものづくりのビジネスモデルから、サービスとしての新しいビジネスモデルを提示する。Catena-X のデータ・エコシステムは、見込み顧客、サプライヤのマッチングをオンデマンド製造プラットフォームで実現する。

材料の未処理、納期のボトルネック、または技術的欠陥は、業界で何度も発生している。そのため、ほとんどの企業は、何をいつ行う必要があるかを説明した緊急時対応計画を持っている。ただし、顧客の注文に遅延が許されない場合は、迅速な解決策を見つける必要がある。生産現場では、「Manufacturing as a Service」（略して MaaS） として製造能力をサービスとして需要を有する企業に提供していくモデルの拡大が見込まれる。

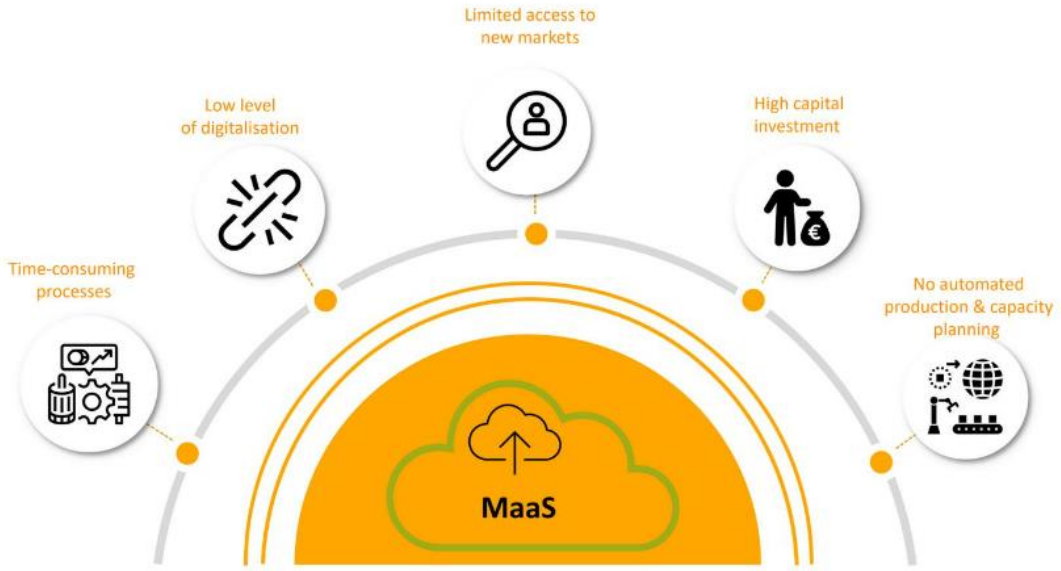


図 82：Manufacturing as a service ユースケースのイメージ

（出所：Catena-X）

必要に応じて、企業は完成品を要求する必要はなく、特別な作業ステップのサポートを要求できます。この連携は双方にとってメリットがあり、依頼を受けた企業は新たな注文を獲得できる一方、クライアントは生産を維持できる。このマッチングは既知のビジネスパートナー間だけでなく、国際的な業界を超えた製造マッチングに発展される。

Catena-X Manufacturing as a service アーキテクチャは、特定のプラットフォームプロバイダーに依存するのではなく、オープンな IT 標準を使用する。生産不足または過剰に気づいた企業は、下記等の需要やパフォーマンスをシステムに直接入力します。Manufacturing as a service でのアルゴリズムは情報を調整し、必要に応じてジョブとワークピースに関する情報のネットワーク内での比較を開始しマッチングを実現する。

［Manufacturing as a service に必要な注文情報例］

- - 顧客は誰か?
- - 注文の詳細は何か?
- - 価格設定の要件は何か?
- - どのくらいの量が必要か?
- - 時間軸は?

［Manufacturing as a service に必要なワーク情報例］

- - どのような形状が必要か?
- - 材料要件は何か?
- - どの作業手順が必要か?
- - どの特性を満たす必要か?
- - 品質ガイドラインの有無

Catena-X は、Manufacturing as a service アプリケーションのすべてのインターフェースとデータモデルを標準化し、たとえばオファーから契約の締結、請求までの個々のプロセスを次の方法で自動化する予定である。3D モデルの形状解析、計算（即時見積）、統合オファーおよびオーダー管理、マスター データ管理などの生産計画機能等の機能を実装する。

4.5.2 Catena-X とのユースケースに関する質疑応答プロセス

タスクフォース 1 メンバーとして Catena-X との連携の中で当該ユースケースに関するより具体的な理解を図るために、タスクフォースメンバーで検討した質問に回答を依頼する形でコミュニケーションを行っている。一部先方から未回答の項目や、回答につき追加確認が必要な項目も存在するが、引き続きタスクフォースとして Catena-X とのコミュニケーションを通じて具体化を図る計画である。

タスクフォースからの質問	Catena-X からの回答
Catena-X に接続できないとマッチングされず、欧州自動車サプライチェーンから排除されるリスクがあるか？	■ 現在のところ、Catena-X MaaS アプリケーションの中で、Catena-X のメンバーとしてのみ見つけることができるというコンセプトである
MaaS アプリケーションは GUI が必須と考えるが、Catena-X の MasS アプリケーションが提供する見積もり、注文情報、ワーク情報、生産計画などの GUI は、Gaia-X や Manufacturing-X の提供する MaaS アプリケーションと統一していく構想があるか？それとも様々な GUI が乱立するのか？少なくとも自動車業界のサプライチェー	■ 現在、MaaS アプリケーションの運営者は、それぞれ独自の GUI を開発しなければならない。MaaS のデモンストレーター用の GUI は、Catena-X プロジェクトの一環として、Mendix で作成された。今後、Mendix がこれをテンプレートとして提供し、事業者が利用することは理論的には可能である。 ■ GUI を統一しようという取り組みはまだ見たことがない。我々は、アーキテクチャは誰もがオープンに実装できるものであるべきであり、したがって定義済みの GUI によって制限されるべきではないというアプローチに従っている。

ンでは統一していくのか？それとも GUI は競争領域でスコープ外なのか？	
MaaS アプリケーションへの登録要件は？Catena-X メンバーであることが必須か？どのような企業であれば登録できるか。	■ 上記で述べたように、Catena-X のデータルームにおける MaaS アプリケーションは、参加者がデータルームのメンバーであることを要求する。これは既にビジネスに関連するデータをカバーしている。サプライヤ登録のための MaaS 固有の要件は、さらに製造能力と認証に関する情報であろう。サプライヤ、デジタル・サービス・プロバイダーとして登録することが可能である。 ■ バイヤーは、外部で生産されるコンポーネント（部品またはアセンブリ）の発注を希望するステークホルダである。 ■ 製造者は、単一の製造者または製造者ネットワークである。最も単純なケースでは、単一メーカーとは、1 台の生産機械（3D プリンター、旋盤など）を持つ企業である。メーカー・ネットワークは、ODM プラットフォームなどを介して製造能力を提供する複数のメーカーで構成される。 ■ デジタル・サービス・プロバイダーは、IT やエンジニアリングのロジックや専門知識をデジタル・サービスとして提供する。デジタル・サービス・プロバイダーは、デジタル製造の自動化をサポートするために、デデジタル・サービス提供することができる。
MaaS に向けては供給者が信用できること、オファーが信用できることが必要であり、オファーの妥当性の検証が求められる。次回オファー改善のために、受注できなかった場合の理由は連絡されるか。	■ 今のところ、MaaS アプリケーションは、バイヤーが適切なメーカーを見つけ、リクエストを送ることができる程度にしか開発されていない。両者間のさらなるコミュニケーションはまだカバーされていない。
迅速な救済策(quick remedy)といっても、受注から納品までに掛かる期間を考えると、あまり	■ この質問に対する一般的な答えはない。これは常に個々のメーカー/ODM プラットフォームに依存します。それと同じくらい重要なのは、メーカーへ

短期間では現実的ではないと考える。問題発生から納品までどの程度の期間を想定しているのか？	の注文の優先順位である。つまり、メーカーが非常に重要な新規注文に迅速に対応するために、他の注文を延期することをいとわないかどうかということである。
ドイツ/欧州での MaaS の実例があれば教えてほしい	■ ドイツやヨーロッパには MaaS/ODM プラットフォームがいくつかある。私たちのジャーナル論文の 5 ページにリストがある。https://www.mdpi.com/1424-8220/23/17/7396/pdf。 ■ Catena-X の MaaS アーキテクチャの実装は、MaaS チームの一員である企業において、今のところ散発的にしか存在しない。
発注側が求める品質を満たすことが重要と思われるが、品質を保証する仕組みは考えられているか？	■ 現在のところ、リクエスト作成時に特別な品質管理をリクエストできる可能性があるだけである。しかし、MaaS アプリケーションのオペレーターがコンポーネントの品質を保証することや、その責任を負う規定はない。発見された製造者は、依然として購入者の契約パートナーであり、したがって品質基準を満たす責任がある。

表 4：Catena-X とのユースケースに関する質疑応答（サービスとしての製造）

（出所：RRI 検討資料）

4.6 モジュラー生産

4.6.1 ユースケース概要

世界中の生産施設でデジタル化が進んでいる。Catena-X はこれを活用し、製造に革命をもたらす。将来、製造プロセスはネットワーク化され、自動化され、自己組織化され、最大限の効果と柔軟性が得られる。

大規模工場では、年間平均 300 以上の生産時間が失われる。この間、関連企業は収益を得ることができない。その代わり、停止によるコストは 1 時間あたり 莫大なものになっている。納期の遅延、機械の故障、注文の短期的な変更などは、通常、予測可能でも制御可能でもない。

金銭的負担に加えて、機能停止は莫大な調整コストを意味する。特定のシフトがキャンセ

ルされると、通常、次のシフトも延期され、最悪の場合、約束された顧客の注文の完了に影響を及ぼす。Catena-X はデータ連携によりこうした一連のプロセス調整を最適化する。

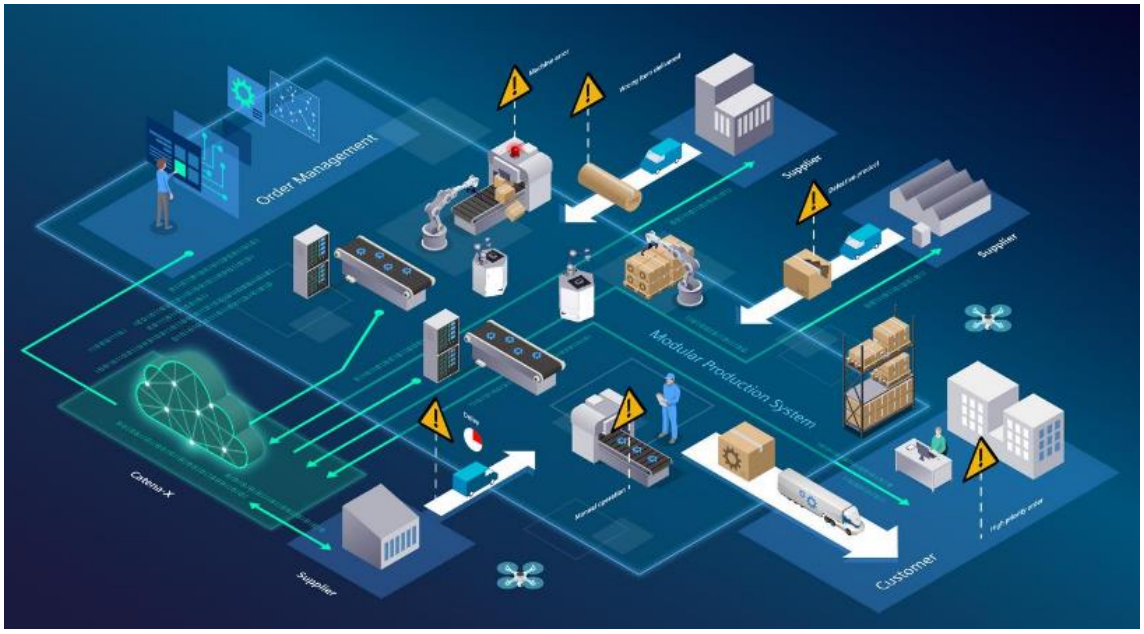


図 83：Catena-X モジューラ生産ユースケースのイメージ

（出所：Catena-X）

Catena-X は、①クライアントと注文、②必要な材料とマイルストーン、③必要な製造プロセスなど生産計画に関連する詳細を含め、サプライ チェーンの透明性を確立する。記載されている要件から逸脱した場合、Catena-X データ エコシステムに保存されている情報との比較と、下記等の対策の検討が直ちに開始される。

- 代わりにどの機器が稼働し生産を行うことができるか?
- マテリアル・コンポーネントを代わりに提供できるサプライヤは誰か?
- アイドル時間を避けるためにどの注文を前倒しできるか?

［モジューラー生産ユースケースを通じた企業メリット］

- 生産の柔軟性とレジリエンスの実現
- 既存注文と新規注文を踏まえた柔軟な生産計画の再構築
- 自動でのコスト算定、在庫・保管キャパシティ要件のシミュレーション
- 最適なソリューションの選定
- より収益性の高いカスタム製造の実現

4.6.2　Catena-X とのユースケースに関する質疑応答プロセス

タスクフォース 1 メンバーとして Catena-X との連携の中で当該ユースケースに関するより具体的な理解を図るために、タスクフォースメンバーで検討した質問に回答を依頼する形でコミュニケーションを行っている。一部先方から未回答の項目や、回答につき追加確認が必要な項目も存在するが、引き続きタスクフォースとして Catena-X とのコミュニケーションを通じて具体化を図る計画である。

タスクフォースからの質問	Catena-X からの回答
Catena-X に情報をシェアしてモジューラー生産をする事は理解できたが、実際のシステムでは不都合が生じたときに、代わりにどの機械が対応できるかなどは自動的に判断できず、結局手作業になってしまうのではないか。	■　未回答（今後深堀質問のコミュニケーションを実施する計画）
自動化するには AI のような機能が IT システム側と機械側に必要と思うが、Catena-X にはそのような判断ができる AI 機能が備わる事を想定しているのか？それとも人の作業を補助する事だけを目的としているのか？	■　未回答（今後深堀質問のコミュニケーションを実施する計画）
中小企業(SME)にとってもメリットがあるとの事だが、工場内の機械や設備、製造ライン、生産計画システム、購買システム、注文システムなどすべての情報を Catena-X へ繋げるには、物理的なネットワーク接続だけでなく Catena－X への EDC コネクター以外の接続アプリケーション開発や前述の AI 開発など、現状のダウンタイ	■　未回答（今後深堀質問のコミュニケーションを実施する計画）

ムコスト以上に莫大なコストの設備投資が必要であり、SMEにとって大きな負担とならないか？	
代替生産を容易にするために、どのようなデータを提供する必要があるのか？そのデータを事前に登録する必要はあるのか?	■ 未回答（今後深堀質問のコミュニケーションを実施する計画）

表 5：Catena-X とのユースケースに関する質疑応答（モジューラ生産）

（出所：RRI 検討資料）

4.7 オンライン制御とシミュレーション

4.7.1 ユースケース概要

材料の流れは、付加価値創造を成功させるための基盤の一つである。Catena-X は、予測オンライン制御とシミュレーションの支援により、製造と配送のプロセスを安定させ、関係者全員の効率を高めたいと考えている。

製品のマテリアルフローには、いくつかの異なる段階が含まれる。
- 原材料の抽出
- 企業内での加工、保管、輸送
- 次の企業への転送
- 最終製品が消費者の配送

これらの個々のプロセスは相互に依存している。TierC が計画を守ることができるのは、Tier A が時間どおりに Tier B に配送する場合のみである。このため、それぞれのケースにおいて内部および外部の影響要因も作用することが課題となっている。

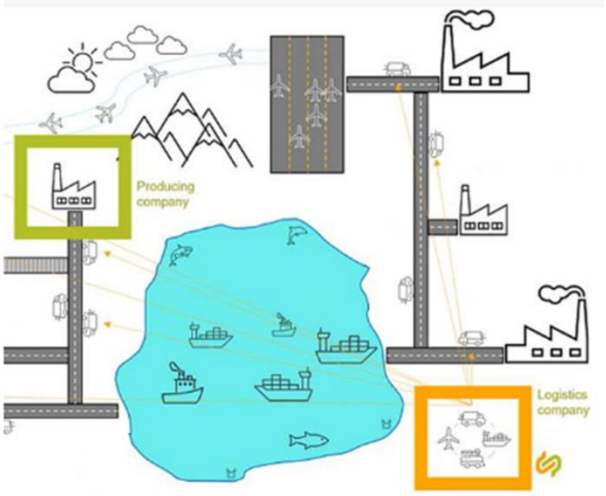


図 84：オンライン制御とシミュレーションユースケースのイメージ
（出所：Catena-X）

企業は通常、スタッフ不足、資材の損失、生産停止など、対応するリスクを防ぐための措置を講じる。経験と参考値に基づいて、シナリオと短期的な救済策の概要を示す。しかし、特にここ数年は、想定外の事象により、現実のリスクが計画の想定の範囲を超えてしまうことが頻発している。

Catena-X は、オンライン制御およびシミュレーションのアプリケーションケースにおいて、製造および配送プロセスの予測に特化している。これには、人工知能と組み合わせた最新のシミュレーション技術が必要である。その結果、どの計画が有効であり、価値創造に携わる企業がどこを改善する必要があるかを特定することができる。

4.7.2　Catena-X とのユースケースに関する質疑応答プロセス

タスクフォース 1 メンバーとして Catena-X との連携の中で当該ユースケースに関するより具体的な理解を図るために、タスクフォースメンバーで検討した質問に回答を依頼する形でコミュニケーションを行っている。一部先方から未回答の項目や、回答につき追加確認が必要な項目も存在するが、引き続きタスクフォースとして Catena-X とのコミュニケーションを通じて具体化を図る計画である。

タスクフォースからの質問	Catena-X からの回答
オンライン制御とシミュレーションというテーマであれば、他にもいろいろなアプリケーションがあるように思うが、製造および配送プロセスの予測に特化したのは何故か？カーボンニュートラルの Scope3 を意識したのか？	■ OSIM ユースケースの目的は、サプライチェーンのマテリアルフローを短期的に検証し、妥当性を確認することである。生産またはロジスティクスの各段階における計画やスケジューリングの変更は、次の上位階層に可視化されるため、必要に応じて対策を講じることができる。
Tier-z がその計画を維持できるのは、Tier-x が Tier-y に納期通りに納品する場合のみである。Tier-x が納期に間に合わなかった場合、Tier-z にはどのような選択肢があるだろうか。ただ待つのか、それとも他の仕事をこなすのか。	■ 正しい。Catena-X の主なコミュニケーション原則である "one up, one down "のため、tier-z は tier-y がシミュレーション結果を公表するまで待つ必要がある。

表 6:Catena-X とのユースケースに関する質疑応答(オンライン制御とシミュレーション)

（出所：RRI 検討資料）

4.8 需要とキャパシティ管理

4.8.1 ユースケース概要

世界経済の混乱、技術革新、そして資源の枯渇が、産業界に影響を及ぼしている。Catena-X は、自動車ネットワークに関与するすべてのパートナー（原材料から Tier N サプライヤ、自動車メーカーまで）の需要と生産能力データの安全な交換を可能にする。

自動車のバリュー チェーン内では、多くの場合、直接のビジネスパートナーのみが相互接続している。個々の部品を誰が製造したのか、またはその後最終製品を納入したのかは、関係者全員が常に追跡できるわけではない。これにより、多くの場合、情報の損失、キャパシティのボトルネックの発生、サプライチェーンの中断、さらには再スケジュールの多大な労力が発生する。最悪の場合、車両や部品の生産に重大な混乱や一時的な停止が生じる可能性もある。結局のところ、透明性の欠如は、最終顧客の要望を満たす際の制限を意味する可能性もある。Catena-X は、需要およびキャパシティ管理（BKM）を使用して、将来的にこれらの課題にアプローチしたいと考えている。

需要およびキャパシティ管理（BKM）は、協力的なプロセスに基づく。Catena-X ネットワークに参加している企業は、需要と生産能力のデータを他の協力者、つまり自動車メーカーやリサイクル業者と同様にサプライヤと安全に共有できる。

［需要とキャパシティ管理ユースケースを通じた企業メリット］

- 生産計画の信頼性と精度の向上
- 需要とキャパシティの状況およびその変動に関する透明性の向上
- 問題を早期に検出し、キャパシティのボトルネックを回避
- 生産不足/過剰生産の減少
- 費用のかかる再計画や資材調達の改善を回避しコスト削減
- 配送の信頼性と顧客満足度の向上

4.8.2 Catena-X とのユースケースに関する質疑応答プロセス

タスクフォース 1 メンバーとして Catena-X との連携の中で当該ユースケースに関するより具体的な理解を図るために、タスクフォースメンバーで検討した質問に回答を依頼する形でコミュニケーションを行っている。一部先方から未回答の項目や、回答につき追加確認が必要な項目も存在するが、引き続きタスクフォースとして Catena-X とのコミュニケーションを通じて具体化を図る計画である。

タスクフォースからの質問	Catena-X からの回答
現状のドイツの OEM の計画共有の実態はどうなっているのか？TPS との異同は？	■ 現実はさまざまで多様であり、答えを出すのは難しい。 ■ ある者は消費者志向から現実に近いものを計画し、伝えるが、ある者は消費者の願望をより乖離させた極めて独自の戦略的なものでしかない。
本ユースケースの狙いは何ですか？現行の仕組み（EDI 等）の問題は何だと想定しているか？（調整コスト、フォーキャストの振れの川上へのしわ寄せ、等）	■ その目的は、例えば、ボトルネックとなるリソースに対する要求が束になっているために、ボトルネックとなるリソースに対する要求が増加した場合に、そのボトルネックを早期に検出することである。それはまだ良い入力品質に依存している
本ユースケースがターゲットとする部品はなにか？電池がメインターゲットか？	■ 特定のターゲットはなし

本ユースケースの対象外の部品はなにか？半導体（ECU、アナログ（IGTI、MOSFET？）など調達リードタイムが長く、カスタマイズが入る部品は対象外か？	■ 簡単ではないが、排除はしない。 ■ バルク品が必ずしもここで良い働きをするわけではない
本ユースケースでは生産のブレが小さくなるだけで総生産数量は変わらないという理解は正しいか？すなわち平準化が目的か？	■ それはばらつきによって引き起こされるボトルネックを検出するためである。 ■ ばらつきに関する通信が開始されると、データに基づく平滑化が可能になる。
現行システムからの移行計画にどう取り組むべきか。また、移行費用は誰が負担するのか。	■ 移行コストはそれほど高くないと考える
データ共有は垂直統合に限定されるのか、それとも水平統合も含まれるのか。（ベンダーのリソースの有無がわからなければ、変動にダイナミックに対応するのは難しいかもしれない）	■ コンプライアンスと競争法は常に確保されなければならない。共有状況における予約容量は、問題に対するひとつの解決策となりうる。
Catena-X は原則契約関係にあるエンティティ（1Tier 間）であるが、各共有関係間で相互に連携すれば（数珠つなぎ）対応可能か、もしくは Tier を跨いだ共有が必要か？	■ 各階層に範囲がある。ティア 1 に集中することはない。各チェーン・メンバーの尊厳のため、チェーンを通じて需要配分を自動化することはできないし、キャパシティ・アラートもできない。
共有する対象情報は？標準化された共有フォーマットはあるか？（生産能力・計画・実績、在庫計画・実績、販売計画・実績、需要予測、アセット（人・設備）の稼働・性能（生産能力の分解能））	■ 現行の規格を参照のこと。
■ この仕組みがワークするための前提条件は？	■ 契約は影響を受けない。すでに存在する職務プロファイルと契約に基づいて、すでに存在する情報

■ どの様なオペレーションを前提としているのか？ ■ どの様な契約を前提としているか？（σ/μ は何%か） 導入済みであることが前提となるシステム（MRP・MRP2、スケジューラー、ERP、MES、PLM、等）	を共有するのみである。MRP や EDI は有用となる。最終的には、API のような残りの標準と同様に、データモデルだけが関連する。
■ 企業間のデータのインターオペラビリティはどう担保するのか？(Catena-X がデータモデルを定義するのか？)	■ インターオペラビリティについてはすでに完了している。アップグレードは 24 年第 1 四半期の予定である
■ 競争法との関係は？	■ 競争法の順守は保証されている。
■ サプライヤ全社が参加することによって、機能するユースケースであるように見受けられるが、どこまでを Catena-X に取り込んでいく想定なのか？(全社を取り込んでいく見通しはあるのか？) ■ 既存の仕組み(AIAG(Tier 3まで) 等) との関係 (巻取り等) をどう考えているか？ ■ サプライチェーン上どこまでカバーするのか？	■ 誰が参加するかによって、サプライチェーン全体をカバーすることができる。 ■ 1 対 1 のビジネスパートナーの関係の外では、データは一切見えない。 ■ パートナー間のつながりは現在のようなものであり、関係の外からは完全に見えない。もちろん、より良い需要計画や、能力に応じてより正確で透明性の高い戦術的視野を得るために、自社のプロセスを適応させることができる。
■ AIAG のような既存の標準的な EDI システムと比較して、どのような利点があるか？	■ これらの規格は、DCM のユースケースのためのデータを得るのに役立つものであり、DCM を補完するものであって、競合するものではない。

表 7：Catena-X とのユースケースに関する質疑応答（需要とキャパシティ管理）

（出所：RRI 検討資料）

4.9 デジタル・ビヘイビア・ツイン

4.9.1 ユースケース概要

計画、設計、運用サポート、および車両群をデジタル監視する際に生じる可能性のある新たな付加価値の評価は、複雑な課題である。これは、監視が車両の品質と生産プロセスの継続的な改善を目的としている場合、または予知保全技術が導入されている場合に特に当てはまる。さらに、標準アーキテクチャが欠如しているため、これらのアプローチは静的なアプローチにとどまっており、主体を超えてリアルタイムに接続されたものになっていない。

再利用可能で標準的な機能コンポーネントで構造化された一貫性のあるアーキテクチャに基づき、Catena-X のような共通のエコシステムで適用される行動製品モデルは、幅広い新しいビジネスコンセプトとデジタル・サービスを可能にする。その結果、「データ中心・モデル中心の開発・運用支援」ユースケースの中心的な検討範囲は、共通のデータモデルを介した、製品の機能、特性、主要なビジネス数値の統合マッピングのための「デジタルツイン」の概念である。さらに、既存の（統計的な）ブラックボックスモデルも、モデル化された動作に使用される。このようにして、デジタル・ビヘイビア・ツインの柔軟な応用と将来のユースケースへの拡張のための前提条件が、さまざまなシナリオで満たされる。

［デジタル・ビヘイビア・ツイン ユースケースを通じた企業メリット］
再利用可能な共通機能モジュールの構造化されたアーキテクチャは、デジタル・ビヘイビア・ツインを実現可能とする。製品と個々の部品のライフサイクル全体を考慮することで、業界で独自の総合的な方法論が提供される。

- Catena-X は、モデルベースの製品設計を可能にすると同時に、関係する企業間の新しい形式のコラボレーションを可能にする
- デジタル動作ツインを使用すると、バリューチェーン全体に沿って各製品とそのすべてのサブコンポーネントをシームレスに統合できる。
- Catena-X のマーケットプレイスと組み合わせることで、データとモデルの収益化が可能になり、パートナーがネットワーク上でデジタル動作ツインを提供するインセンティブとなる
- モデルとランタイム環境の提供により、中小企業がソリューションと評価手順にアクセスできるようになる

4.9.2　Catena-X とのユースケースに関する質疑応答プロセス

タスクフォース 1 メンバーとして Catena-X との連携の中で当該ユースケースに関するより具体的な理解を図るために、タスクフォースメンバーで検討した質問に回答を依頼する形でコミュニケーションを行っている。一部先方から未回答の項目や、回答につき追加確認が必要な項目も存在するが、引き続きタスクフォースとして Catena-X とのコミュニケーションを通じて具体化を図る計画である。

タスクフォースからの質問	Catena-X からの回答
■ デジタルツインとの違いは？（Behavior の含意は？） ■ シミュレーション可能なアプリケーションを Catena-X が提供するということか？（データ主権を守りつつ協調的なシミュレーションを実現することが本ユースケースの価値か？） ■ その場合、技術的にどのように実現するのか？具体的な使用例を教えて欲しい	■ デジタルツインは、車両や車両の個々のコンポーネントの特性に関する情報を提供し、ビヘイビアツインは、車両やコンポーネントのプロセスや開発に関する予測を提供する。 ■ ユースケースの価値の 1 つは、モデルベースの共同開発である。シーメンスは現在、データ主権を維持しながら協調シミュレーションを可能にするアプリケーションを開発している。 ■ シーメンスは、EDC を介して異なるパートナーからのシミュレーションモデルを受け入れるアプリケーションを提供し、それらのモデルを統合してパラメトリック・スタディを実行する可能性を提供する予定である。 ■ ビヘイビアツインの具体的な使用例 車両コンポーネントの残存耐用年数の計算、車両コンポーネントの継続的なヘルスモニタリング、モデルおよびデータに基づく開発。
■ 本ユースケースの狙いは？ ■ 生産のスケールアウト（Autonomous factories）とレジリエンス？ ■ 自動車産業の水平分業化を目指しているのか？（VW の言うソフトウェアドリブンカンパニーの一形態か）	■ 未回答（今後深堀質問のコミュニケーションを実施する計画）

■ この仕組みがワークするための前提条件は？ ■ エンタープライズシステムの前提条件は？（例：PLM が生産技術設計まで一貫した仕掛けとなっていること、など）	■ 各ユースケース参加者はCatena-Xのメンバーである必要がある。正確な前提条件は、Tractus-X（例としての RuL）に掲載されている。これは、ユースケースごとに変わる。モデルやデータ処理、ヘルスモニタリングのためのキットは年内にリリースされる予定。
■ DPP（Digital Production Platform）との関係は？	■ 現在のところ、デジタル・プロダクション・プラットフォーム（DPP）との関係はない。
■ 標準化への取組は？ ■ PLM、データモデル具体的にどのようなデータを共有するのか？（データ属性、辞書等）	■ 標準化は、ユースケースの主要なフォーカスポイントの一つである。開発された標準規格は、Tractus-X だけでなく、CX Standard ライブラリにも掲載されている。
■ Peer-to-peer にデータを共有する仕組みではないのか？ ■ デジタルツイン上でのシミュレーションのやり方は？	■ シミュレーションは、CX ネットワークのサービス・プロバイダーが提供するサービスによって行われる。

図：Catena-X とのユースケースに関する質疑応答（デジタル・ビヘイビア・ツイン）
（出所：RRI 検討資料）

4.10 ビジネスパートナーのデータマネジメント

4.10.1 ユースケース概要

現在、ビジネスパートナーの情報管理の重要性が高まっている。バリューチェーン内のビジネスパートナーに対する法的、社会的、その他の要件の影響の大きさを考慮してデータ管理の最新性・スピード・品質の担保が求められる。

Catena-X 自動車ネットワークでは、いわゆるゴールデン・レコードと一意の識別子であるビジネス パートナー番号（BPN)をもとにこれらの課題に対応するソリューションを提供する。

ゴールデン・レコードは、異なるソース（「共有パートナー」）からのビジネスパートナー、住所等に関する同一のデータを識別、リンク、調和させる概念である。ゴールデン・レコードデータの作成中に、重複が削除され、データレコード内の品質が維持される。改善され、不足している情報が追加され、逸脱が自動的に修正される。

これは、公的、商業的、またはその他の合意された信頼および/または情報のソースを使用して行われる。このアプローチにより、関係するすべての企業のビジネスパートナーに関するデータの保守と検証のコストが削減される。

分散型 ID 管理もゴールデン・レコードの一部として提供される。これは自己主権的アイデンティティの概念に基づいており、BPN はアイデンティティの一意のキーとして使用される。

ゴールデン・レコードのビジネス・パートナー・データと BPN は、ビジネス・パートナー・データ管理を最適化するためのさまざまな付加価値サービスの基盤として機能する。これらは付加価値サービスと呼ばれる。分散化された自己決定 ID 管理とともに、ビジネス・パートナー・データのグローバルな業界横断標準を作り出し、バリューチェーンの 360° ビューを可能にする。

付加価値サービス（VAS）は、顧客またはサプライヤとビジネス関係がある、またはビジネス関係を築こうとしている企業内のすべての機能分野を対象としている。

さまざまな分析ツールを駆使し、外部ソースを取り込むことで、保存されたデータはリスクに関連する事象（例えば、詐欺未遂、人権侵害、破産、競争法・独占禁止法違反に関する情報など）とリンクされる。このデータは、企業のユーザーが利用できるようになる。その結果、VAS はゴールデン・レコードにさらなる情報を付加し、個々のビジネスパートナーのデータレコードの顧客利益を増大させる。

VAS 製品群は、各企業のリスクを最小化するための様々な早期警告システムの革新的なセットを提供する。これらは、特に法務・コンプライアンス、販売・購買・財務、IT・データ管理（不正防止、人権侵害、債務超過、競争法・独占禁止法違反など）の機能分野に極めて適している。自動化され毎日更新される警告システムに加え、VAS はユーザーのリソースを節約することも可能にする。例えば、リスク分析を行うために必要な情報を手作業で調査・収集する必要がなくなる。

Catena-X のゴールデン・レコードと付加価値サービスは、標準化されたデジタルレポー

ティングシステム、ダッシュボードによる可視化、必要な詳細情報のエンリッチメントに依存している。リスクに関連する事象が発生した場合、それはプロアクティブに、デジタルに、そして安全に企業に報告される。さらに、新たなネットワーキングと自動化の標準が企業で確立されつつある。

4.10.2　Catena-X とのユースケースに関する質疑応答プロセス

タスクフォース 1 メンバーとして Catena-X との連携の中で当該ユースケースに関するより具体的な理解を図るために、タスクフォースメンバーで検討した質問に回答を依頼する形でコミュニケーションを行っている。一部先方から未回答の項目や、回答につき追加確認が必要な項目も存在するが、引き続きタスクフォースとして Catena-X とのコミュニケーションを通じて具体化を図る計画である。

タスクフォースからの質問	Catena-X からの回答
■ 本ユースケースの狙いは？ ■ 増大するデータ保持コストの効率化とは？ ■ なぜデータ保持コストが増大するのか？ ■ なぜ効率化できるのか？（分散型の仕組みの導入によるメンテコスト低減等）	■ その目的はマスター・データ管理のための冗長なメンテナンス・コストを削減し業界全体を通してユニークな識別子を導入しカントリー・リスク、詐欺サービス、銀行データ検証などの追加サービスを提供することである。 ■ すべてのサプライヤ、顧客、OEM などが独自にマスター・データを管理する必要はなく大量のデータとサービス・プロバイダー/クリーニング・サービスによる相乗効果によって最適化が達成される。
■ DUNS ナンバーを代替するのか？補完するのか？（何を補完するのか？） ■ DUNS ナンバーとの紐づけはしないのか？ ■ DUNS ナンバーよりも高い分解能で識別子を付与できるということか？ ■ DUNS ナンバーが網羅しない事業所を安価にカバーするということか？	■ DUNS 番号を置き換える意図はない。 ■ 識別子が利用可能で、共有が許可されていれば、DUNS 番号とリンクさせることができる。これは事業会社によって明確にされなければならない。 ■ CX-0010 ビジネスパートナー番号を参照 ■ BPN は、ネットワーク全体をカバーすることを目的としている。
■ データ主権という観点で	■ 当該ユースケースには、ただちにメリットはない。

どのようなメリットがあるか	■ アップロードの段階では誰もがまだイスト・データに責任がある。その後はサービスがどのように設計されているかという事実とそれがコア・サービスであるという理由からデータはコミュニティの知識になる。
■ 誰が BPDM を運用するのか？（Cofinity-X が運用するのか？）	■ 現在 Cofinity-X が指名されているクリーニング・サービスはコア・サービスである。
■ どのようにデータの真正性を Verify するのか？ブロックチェーンのような仕組みを用いるのか？	■ この実施は運営会社の責任である。
■ BPN に紐づけられる具体的なデータセットの中身は何であるのか？	■ CX-0012 Business Partner Pool API および CX-0074 Business Partner Gate API を参照

表 8：Catena-X とのユースケースに関する質疑応答

（ビジネスパートナーのデータマネジメント）（出所：RRI 検討資料）

5. Catena-X のオペレーションモデルについて（CX_Operating_Modelv2.1）

Catena-X はオペレーションモデルを定義（CX_Operating_Modelv2.1）している。これは Catena-X のすべての参加者のための活動や結果に関するルール、ガイドライン、特徴を概説したものである。同モデルは Catena-X のエコシステムで必要とされる運用モデルとプロセスを定義する。以下にて CX_Operating_Modelv2.1 の日本語訳版を記載する。

5.1 イントロダクション

5.1.1 概要

Catena-X オペレーティングモデルホワイトペーパーは、Catena-X アソシエーションの規範文書である。規範文書とは、Catena-X エコシステム内の全ての参加者のための活動や結果に関するルール、ガイドライン、特徴を概説したものである。

Catena-X エコシステムには、ガバナンス、標準化、認証、開発、運用が含まれる。これらはワーキンググループのコンセンサスによって定められ、Catena-X 協会の執行委員会に

よって承認される。この規範的文書は、すべての参加者がグローバルなエコシステム内で協働することを可能にする、基礎となるビルディングブロックである。

5.1.2 サマリ

5.1.2.1 導入

Catena-X によって、自動車産業は、関連するビジネスプロセスのためのデータ駆動型バリューチェーンを可能にする、信頼でき、協力的で、オープンでセキュアなデータ空間を創造する。すべての参加者は、ビジネスプロセス中心のエンド・ツー・エンドのバリューチェーンに接続することができ、そこでは誰もが平等な土俵で活動し、データを主権的に管理することができ、ロックイン効果は発生しない。これにより、企業間プロセスやバリューチェーン、特に中小企業のデジタル化を、コスト効率よく、タイムリーに、かつ永続的に行うことができる。さらに、市場参加者と競合他社が、コンプライアンスに準拠した信頼できる方法で協力することも保証される。

5.1.2.2 目的

本文書は、Catena-X エコシステムで必要とされる運用モデルとプロセスを定義する。この運用モデルは、Gaia-X と国際データスペース協会（IDSA）のコンセプトと価値観にリンクし、自動車バリューチェーンにとって初のオープンで協調的なデータ・エコシステムを構築するものである。これにより、Catena-X はこれらのコンセプトを適用し、コンプライアンス、相互運用性、セキュリティに関する自動車特有の要件を統合することでそれらを拡張する。このオペレーティング・モデルは、Catena-X のデータ空間におけるソフトウェアコンポーネントやパートナーの標準化、認証、実装、運用をさらに進めるための基盤となるものである。このオペレーティング・モデルは、ビジネスや規制要件の進化、そして新たなテクノロジーを反映するために継続的に更新される。

5.1.2.3 範囲

Catena-X オペレーティング・モデルは、Catena-X のエコシステム全体を説明するものであり、オペレーティング環境とその役割、プロセス、ソリューション、そしてそれらがどのように相互作用するかに焦点を当てている。Catena-X は継続的に発展中であるため、この文書では必要に応じて、Catena-X アソシエーションのウェブサイトに掲載されている動的なコンテンツを参照している。

5.2.1 Catena-X のデータ・エコシステムの構成

Catena-X のデータ・エコシステムは、①Catena-X Automotive Network、②開発環境、③運用環境の 3 つから構成される。それぞれ下記詳述する。

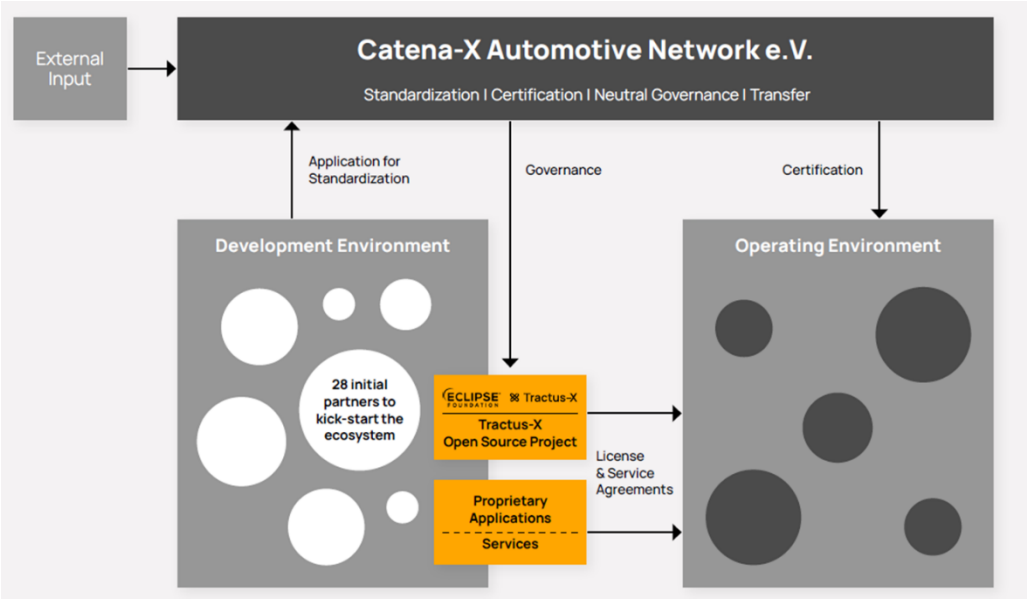


図 85：Catena-X のデータ・エコシステム
（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.2.1.1（構成要素①）Catena-X Automotive Network

Catena-X エコシステムの標準化、認証、およびガバナンスを担当している。会員は、委員会、ワーキンググループ、専門家グループに参加し、Catena-X エコシステムを積極的に形成することができる。Catena-X アソシエーションは、データスペースに参加する全ての人々のために、相互運用性、データ主権、セキュリティを可能にすることを目標に標準を発行している。エコシステムの参加者は、データ空間で活動するために、Catena-X 協会が発行する標準に準拠しなければならない。Catena-X の標準は、Gaia-X/Inter-national Data Space Association (IDSA) のコンセプトやの原則、業界標準、ベスト・プラクティスなどに準拠し、自動車ドメインやユースケースに特化した要件によってこれらを拡張している。エコシステム参加者とソフトウェアコンポーネントを認証することで、Catena-X Association はエコシステムの透明性と信頼を確保する。

ソフトウェアコンポーネントは、相互運用性があり、データ主権があり、Catena-X データ空間で安全に使用できる。協会は、開発環境によって補完されている。開発環境の焦点は、一方では協会の標準化プロセスに提出できる標準化候補の作成にある。そしてもう一方では、オープンソースのリファレンス実装や、データスペースのための他の実装の開発である。運用環境では、さまざまなオープンソースや商用のサービスやビジネスアプリケーションが、異なるプロバイダーによって運用されている。

5.2.1.2（構成要素②）開発環境

Catena-X Association は、開発環境によって補完されている。開発環境の焦点は、一方では協会の標準化プロセスに提出できる標準化候補の作成にある。そしてもう一方では、オープンソースのリファレンス実装や、データスペースのための他の実装の開発である。

5.2.1.3（構成要素③）運用環境

運用環境では、さまざまなオープンソースや商用のサービスやビジネスアプリケーションが、異なるプロバイダーによって運用されている。

5.2.2 Catena-X のデータ・エコシステムのアーキテクチャ

Catena-X データ・エコシステムの概念的基盤の下には、個々のデータ空間の構成要素がある。これらのビルディングブロックは、Catena-X データ空間のアーキテクチャとして機能する。アーキテクチャの主要構成要素としては下記の通りである。

- すべてのデータスペース参加者をカバーする専用の役割概念
- Catena-X オペレーティング・システムとビジネス・ファウンデーションを形成する基盤ソフトウェアサービス、ビルディングブロック、標準のサービスマップ
- 信頼性が高く、拡張性があり、コンプライアンスを遵守するための手順、プロセス、構成要素、データスペースの操作
- 標準、法的枠組み、(フライトモデル)、認証を含む効果的なデータスペースガバナンス
- コンプライアンス、相互運用性、互換性を確保する統合的かつ総合的なライフサイクル管理

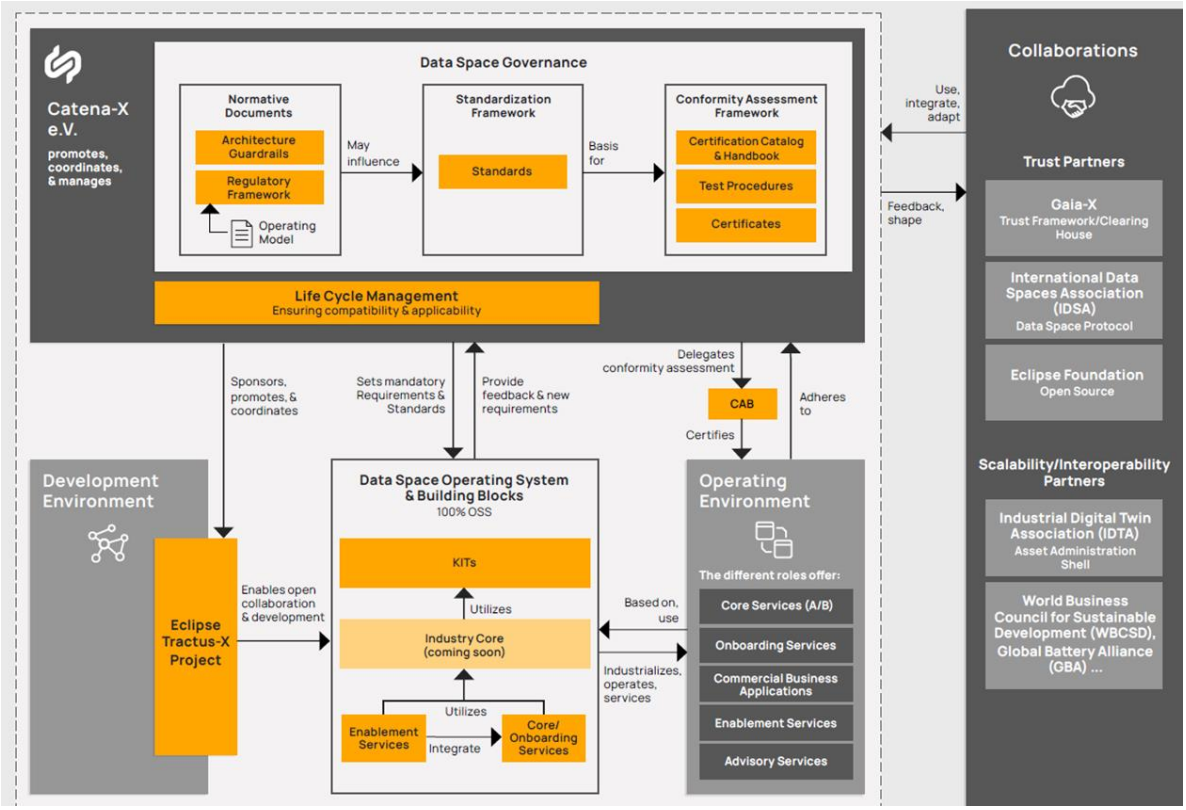


図 86：Catena-X データ・エコシステムのアーキテクチャ

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

Catena-X データスペースは Eclipse Foundation の傘下で、オープンソースの原則に基づいて構築されている。全ての Catena-X リファレンス実装と KIT は、Apache 2.0 と CY BB 4.0 でライセンスされている。オープンソースでの開発を構造化し、ガイドするために、Catena-X は組織要素（Catena-X Association の委員会など）を設置し、Eclipse Tractus-X にワーキンググループとプロジェクトを作成し、ビジネス指向の開発と関連成果物の採用のためのスケーラブルな構造を定義した。

標準化に関しては、Catena-X Association は Eclipse Tractus-X プロジェクトの包括的な要件を推進、後援、調整している。標準は常にこの 4 つの要素の中でリンクされ、構造化され、提供される。

採用とコラボレーションを促進するため、Catena-X データスペースは Eclipse Foundation の傘下で、オープンソースの原則に基づいて構築されている。全ての Catena-X リファレンス実装と KIT は、Apache 2.0 と CY BB 4.0 でライセンスされている。オープンソースでの開発を構造化しガイドするために、Catena-X は組織要素（Catena-X Association の委員会など）を設置し、Eclipse Tractus-X にワーキンググループとプロジェクトを作成し、ビジネ

ス指向の開発と関連成果物や SW コードの採用のためのスケーラブルな構造を定義した：

- ①イネーブルメント・サービス
- ②コア・サービス
- ③インダストリー・コア
- ④およびユースケース KIT

Catena-X は、ユースケースごとにソフトウェアソリューションとサービスのマルチベンダーエコシステムを可能にするユースケース KIT を提供する。

5.2.2.1 ソリューションプロバイダ・サービス・プロバイダー

ソリューションプロバイダやサービス・プロバイダーは、Catena-X KIT をベースに相互運用可能でデータ主権型のソリューションや信頼されるサービスを作成し、Catena-X データスペース内の信頼されるマーケットプレイスで提供することができる（→コア・サービス・プロバイダーA)。

5.2.2.2 マーケットプレイス

マーケットプレイスは、様々なソリューションプロバイダから相互運用可能なソリューションを提供する認証されたマーケットプレイスである。コア・サービスとマーケットプレイスは cxOS の一部であり、認定された運営会社によって運営されている。これにより包括的なソリューション・ポートフォリオにより、自動車バリューチェーンのプレイヤーは、データ駆動型のユースケースとデータチェーンを確立することで、ビジネス価値を創出することができる。

サービス、オファー、そして潜在的に他の非自動車データスペースの）信頼と適合性は、Catena-X の受容性、拡張性、そして価値創造の基本である。そのため、Catena-X は、開発と運用をカバーする様々な中立的なガバナンス機関を選択し、設置した。以下のパートナーシップとコンポーネントが、信頼できる原則に基づき、クラス最高の専門家によって構築されたグローバルなデータスペースを保証する：

（1）Gaia-X は、我々の包括的なトラストフレームワークの基礎であり、信頼されたアイデンティティを持つ、連携された相互運用可能なデータ空間の基盤を形成
（2）国際データスペース協会（IDSA）は、主権データ交換を可能にするアーキテクチャ原則を提供

（3）Eclipse Foundation は、Catena-X エコシステムの公式オープンソース開発プロジェクトを主催しており、Eclipse Foundation の信頼できる開発プロセスに従う
（4） Catena-X 協会は、共通のビジネスニーズに応えるため、自動車業界内の多様な利益グループを等しく反映するエコシステムのための業界固有のガバナンスを提供する。また、Catena-X 規約に基づくガバナンスの枠組みを通じて、Catena-X データスペースのビジョン、ミッション、指針を定義する。

より具体的に言えば、Catena-X の運用環境では、データスペース運用のための Catena-X レギュラトリー・フレームワークが、信頼と相互運用性、ひいてはスケーラビリティを確保するための信頼できる相互基盤として機能する。Catena-X の成功は、すべての参加者が同じ、共通のルールに従ってプレーするという信頼に大きく依存している。データ交換に必要な関係や契約の多くを標準化し、Catena-X のユースケースを実現することで、データスペースの参加者は、ビジネスパートナー間の個別の契約交渉よりも、個々のビジネスニーズに主眼を置くことができる。Catena-X 上でのデータ交換は、ガイドラインやテンプレートによって承認され、摩擦なくシームレスに実行・運用することができる。

5.3 Catena-X データ・エコシステムの役割

5.3.1 役割の全体像

Catena-X のエコシステムは、魅力的で機能的なデータ空間を創出するために設計された、複数の明確な役割の原則に基づいて運営されている。CSP-B の役割を除き、複数の参加者が同じ役割を果たすことができる。CSP-B の役割は、複雑さと技術的な理由により、データ空間内で 1 回しか存在できない。プロバイダーの役割は、信頼できるパートナーであることを示すために、認証または資格認定プロセスを通じてラベ ルを受け取る。

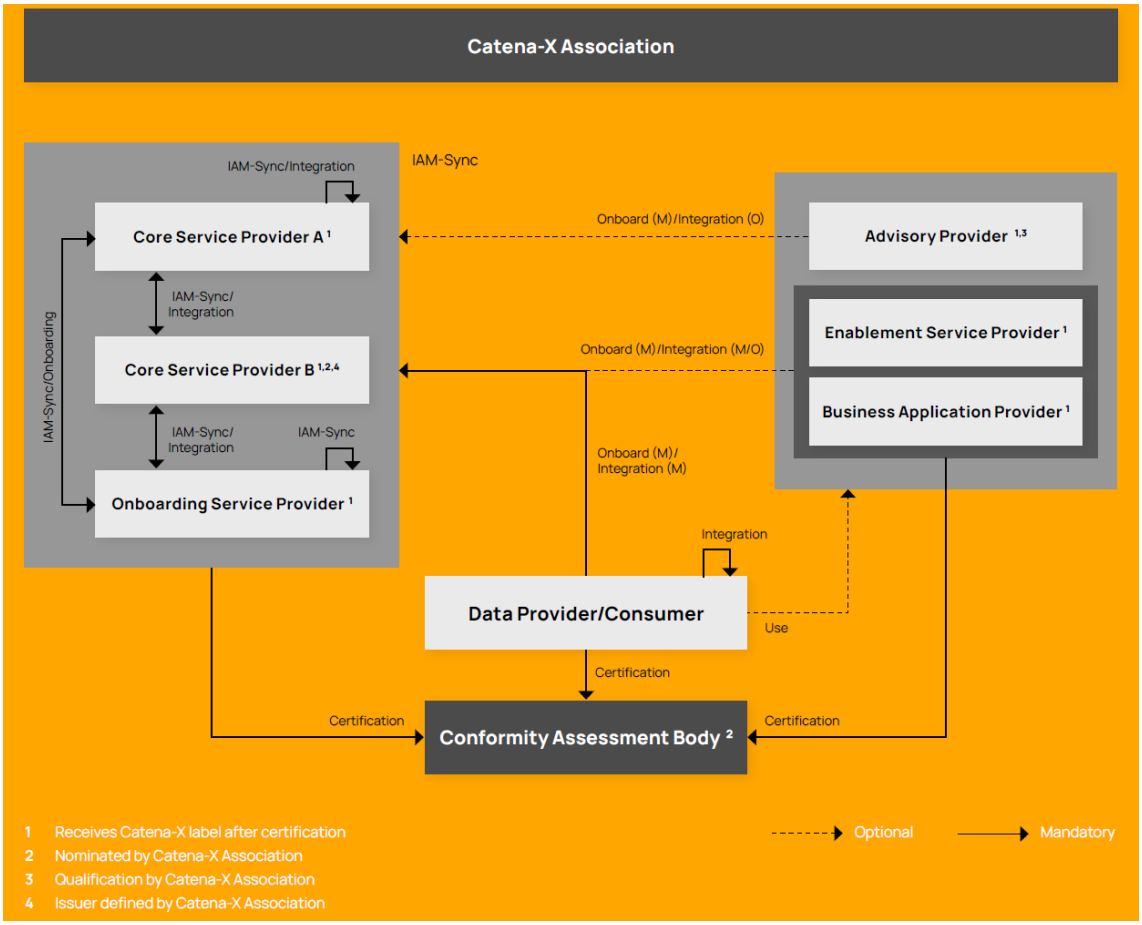


図 87：Catena-X エコシステムにおける役割

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.3.2 エコシステムのそれぞれの役割

参加者が Catena-X のデータスペースで担うことのできる各役割について、その割り当てられた説明、責任、関係、事前要件、補完とともに詳述する。

5.3.2.1 コア・サービス・プロバイダーA

役割	Core Service Provider A (CSP-B)
内容／責任	■ CSP-A は、Catena-X 標準に従ってコア・サービス A を展開、運用、および保守する責任を負う。コア・サービス A は、すべてのデータ空間参加者に共通のビジネス機能（例えば、マーケットプレイス・オファーの管理、セマンティック・モデル、ビジネスパートナー情報の検索など）を提供する。

	■ CSP-A は、コア・サービス A の様々なバンドルを運用することができる。IAM とマーケットプレイスの同期は必須である。マーケットプレイス・オファーの同期はプロバイダーの裁量であり、プロバイダーは複数のマーケットプレイスにオファーを提出し、掲載することができる。CSP-A の役割は、複数の参加者が担うことができる。 ■ 円滑な運用のために、CSP-A は包括的な技術文書と、そのサービスとの統合を促進するための第一、第二、第三レベルのサポートを提供しなければならない。各 CSP-A には、潜在的な顧客に対するビジネスモデルに関して選択の自由がある。
関係性	■ CSP-A は IAM 同期を実装し、他の CSP-A と統合しなければならない。 ■ CSP-A は OSP との IAM 同期を実装しなければならない。 ■ CSP-A は、そのサービスを提供および運用するために、CSP-B と統合する必要がある。これには、IAM 同期の実装と、必要なコア・サービス B との統合が含まれる。 ■ CSP-A は、OSP のいずれかのサービスを使用して、自身を登録し、データ空間にオンボードしなければならない（例えば、登録サービス）。 ■ CSP-A は、個々の組織を差別することなく、それぞれの規約に従って、マーケットプレイスへの掲載 を希望する認証済みソリューションを受け入れなければならない。
前提条件	■ CSP-A およびそのサービスは、CAB によって認証されなければならない。 ■ CSP-A は、いずれかの OSP を介してオンボーディングを行う際、Catena-X 規制の枠組みを受け入れ、遵守しなければならない。
制限事項 リリース	■ 技術的な制約により、CSP-A の役割は現在、完全に想定して複数回実行することはできない。

表 9：コア・サービス・プロバイダーA

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.3.2.2 コア・サービス・プロバイダーB

役割	Core Service Provider B (CSP-B)
内容／責任	■ CSP-B は、Catena-X 標準に従ってすべてのコアサービス・セクション B を展開、運用、および保守する責任を負う。コア・サービス B には、すべてのデータ空間参加者のための ID および共通のアクセシビリティと発見可能性の機能が含まれる。 ■ CSP-B はすべてのコア・サービス B を 1 つのバンドルとして運用し、すべてのデータスペース参加者間で信頼できる参加と主権を持ったデータ交換を可能にする。CSP-B の役割は一参加者のみが担うことができ、Catena-X アソシエーションによって指名され、その参加者に代わってサービスを運営し、さらに発展させる。 ■ 円滑な運用のために、CSP-B は、そのサービスとの統合を促進するための第一、第二、第三レベルのサポートとともに、包括的な技術文書を提供しなければならない。 ■ その特別な役割のため、CSP-B は次のような責任を負っている ➢ すべてのデータスペース参加者にコアサービス・セクション B への無差別アクセスを提供すること。 ➢ Catena-X アソシエーションおよび Tractus-X のリリースに基づき、データスペースにおけるコア・サービス B のリリース管理を調整（影響を受ける参加者とともに)。 ➢ コア・サービス B のマーケティングおよび契約パートナーの管理。 ➢ Catena-X 協会によるカントリー・クリアランス・リストに基づき、BPN のデータ空間へのアクセス権の発行と取り消しを行う。 ➢ トラストアンカーの役割を一時的に実行し、検証可能なクレデンシャルを発行する。
関係性	■ CSP-B は、他のすべてのデータスペース参加者のコア・サービス B への統合をサポートしなければならない。 ■ CSP-B は、CSP-A および OSP との IAM 同期を実装する必要がある。
前提条件	■ CSP-B は、Catena-X 協会によって推薦されなければならない。

	■ CSP-B は Catena-X 協会会員でなければならない。 ■ CSP-B およびそのサービスは、CAB によって認証されなければならない。 ■ CSP-B は、協会との MoU を通じて Catena-X の規制枠組みを受け入れ、遵守しなければならない。
制限事項 リリース	■ データ空間の完全な機能を保証するために、CSP-B は CSP-A と OSP の役割の関連サービスも運用しなければならない。

表 10：コア・サービス・プロバイダーB の役割

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.3.2.3 オンボーディング・サービスプロバイダー

役割	オンボーディング・サービスプロバイダー（OSP）
内容／責任	■ OSP は、Catena-X 標準に従ってオンボーディング・サービスを展開し、運用し、維持する責任を負う。オンボーディング・サービスは、データスペース参加者が Catena-X データスペースに登録し、オンボーディングおよびオフボーディングすることを可能にし、サポートする。 ■ これには、組織登録と技術的統合が含まれ、その後、組織はデータ空間に完全に参加することができる。OSP は、ネットワーク・オブ・ネットワーク（Network-of-Network）の観点から、新規の見込み客や既存の顧客ベース を有効にすることができる。オンボーディング・プロセスにおいてデータスペースへの最大限の信頼を確保するため、OSP は Gaia-X Digital Clearing House（GXDCH）との接続を確立する必要がある。 ■ 円滑な運用のために、OSP は包括的な技術文書と、そのサービスとの統合を促進するための第一、第二、第三レベルのサポートを提供しなければならない。
関係性	■ OSP は、顧客にデータ空間へのアクセスを提供するために、CSP-A、CSP-B、および OSP と IAM 同期を実装しなければならない。 ■ OSP は、CSP-B サービスを統合して使用し、ID（ID ウォレットなど）にアクセスし、データ 交換を可能にする必要がある。

	■ OSP は、GAIA-X デジタルクリアリングハウスを統合して使用し、例えば法人自己記述の検証を 行わなければならない。
前提条件	■ OSP とそのサービスは、CAB によって認定されなければならない。 ■ OSP は、CSP-B サービスを統合して使用し、ID（ID ウォレットなど）にアクセスする必要がある。 ■ OSP は、他の OSP のいずれかを経由してオンボーディングを行う際に、Catena-X の規制フレームワークを受け入れ、遵守しなければならない。 ■ OSP は、Catena-X 協会が指名する専用の GAIA-X クリアリングハウス・サービスを利用しなければならない。
制限事項 リリース	■ 技術的な制約のため、OSP の役割は現在、完全に想定して複数回実行することはできない。

表 11：オンボーディング・サービス・プロバイダー（OSP）の役割

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.3.2.4 イネーブルメント・サービス・プロバイダー（ESP）

役割	イネーブルメント・サービス・プロバイダー（ESP）
内容／責任	■ ESP は、Catena-X 標準に従ってイネーブルメント・サービスを展開し、運用し、維持する責任を負う。 ■ ESP は、Catena-X データ空間におけるデータプロバイダとコンシューマの主権的参加とデータ交換を可能にする様々な分散型サービスのバンドルを運営することができる。ESP は、そのイネーブルメント・サービスの範囲や、マーケットプレイスの 1 つで提供するか複数で提供するかを決定することができる。 ■ さらに ESP は、データを企業システムから抽出して Catena-X のセマンティック・モデルに変換する自動データ・マッピングのような、標準化されていないサービスも提供できる。
関係性	■ ESP は 1 つ以上の CSP-A サービス（セマンティック・ハブなど）を使用できる。 ■ ESP は、CSP-B サービスを統合して使用し、ID（ID ウォレットなど）にアクセスしてデータ交換 を可能にする必要がある。

	■ ESP は、OSP のいずれかのサービスを使用して、自身をデータ空間に登録し、搭載しなければならない（登録サービスなど）。
前提条件	■ ESP とそのサービスは、CAB によって認証されなければならない。 ■ ESP は、いずれかの OSP を通じてオンボーディングを行う際に、Catena-X の規制枠組みを受け入れ、遵守しなければならない。
制限事項 リリース	■ 該当なし

表 12：イネーブルメント・サービス・プロバイダー（ESP）の役割

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.3.2.5 ビジネス・アプリケーションプロバイダー（BAP）

役割	ビジネス・アプリケーションプロバイダー（BAP）
内容／責任	■ BAP は、Catena-X 標準に準拠したビジネスアプリケーションの展開、運用、保守に責任を負う。ビジネスアプリケーションは、データプロバイダとコンシューマが異なるユースケースとデータドリブンプロセスを活用し、特定の業界問題（例えば PCF）を解決し、ビジネス価値を創造することを可能にする。 ■ BAP は、ビジネスアプリケーションの範囲を決め、1 つのマーケットプレイスで提供するか、複数のマーケットプレイスで提供するかを決めることができる。
関係性	■ BAP は 1 つ以上の CSP-A サービス（セマンティック・ハブなど）を使用することができる。 ■ BAP は、自分の ID（たとえば ID ウォレット）にアクセスし、データ交換を可能にするために、 CSP-B のサービスを統合して使用しなければならない。 ■ BAP は、OSP のいずれかのサービスを利用して、自身を登録し、データ空間にオンボードしなければならない(例えば、登録サービス)
前提条件	■ BAP とそのサービスは、CAB によって認定されなければならない。 ■ BAP は、CSP-A が提供するマーケットプレイスにソリューションを掲載しなければならない。

	■ BAP は、いずれかの OSP を通じてオンボーディングを行う際、Catena-X 規制の枠組みを受け入れ、遵守しなければならない。
制限事項 リリース	■ 該当なし

表 13：ビジネス・アプリケーションプロバイダー（BAP）の役割

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.3.2.6 アドバイザリープロバイダー（AP）

役割	アドバイザリープロバイダー（AP）
内容／責任	■ AP は、Catena-X データ領域に関心を持つ人々に対して、戦略からオペレーション、テクノロジーやビジネスユースケースに至るまで、様々な分野でアドバイザリー・サービスを提供する。アドバイザリー・サービスの提供には、オンボーディング・ガイダンス、ビジネス価値評価、組織的・技術的イネーブルメントなどのトピックが含まれるが、技術サービスの運用は含まれない。
関係性	■ AP は、マーケットプレイスへのオファーの掲載など、特定の CSP-A サービスを利用するつもりであれば、1 つ以上の CSP-A を使用できる。 ■ AP は CSP-B サービスを統合して使用し、コア・サービス B にアクセスすることができる。 ■ AP は、OSP のいずれかのサービスを使用して、それ自身を登録し、データ空間にオンボードしなければならない（例えば、登録サービス）。
前提条件	■ AP は Catena-X 協会が認定した資格でなければならない。 ■ AP は、いずれかの OSP を通じたオンボーディングの際に、Catena-X の規制フレームワークを受け入れ、遵守しなければならない。
制限事項 リリース	■ 該当なし

表 14：アドバイザリープロバイダー（AP）の役割

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.3.2.7 データプロバイダ／コンシューマ（DPC）

役割	データプロバイダ／コンシューマ（DPC）

内容／責任	■ DPC は、特定の業界の問題を解決し、ビジネス価値を創造するために、他のデータスペース参加者と協力するために、データを提供、消費、処理する。これには、標準化されたユースケースと直接的なコラボレーションの両方が含まれる。
関係性	■ DPC は CSP-A のサービス（マーケットプレイスなど）を利用できる。 ■ DPC は、自分の ID（ID ウォレットなど）にアクセスし、データ交換を可能にするために、CSP-B サービスを統合して使用する必要がある。 ■ DPC は、OSP のいずれかのサービスを使用して、それ自身を登録し、データ空間にオンボードしなければならない（例えば、登録サービス）。これは BAP または ESP に委任できる。 ■ DPC はデータを交換し、価値を生み出すために、他の DPC と接続しなければならない。 ■ DPC は、資格を有する AP によるアドバイザリー・サービスを利用することができる。 ■ DPC は、商用 ESP（SaaS ソリューションなど）の認証されたイネーブルメント・サービスを利用することができる。あるいは、DPC は独自のイネーブルメント・サービスを認証して運用することもできる。 ■ DPC は、市販の BAP（SaaS ソリューションなど）から認証されたビジネスアプリケーションを使用することができる。あるいは、DPC が独自のビジネスアプリケーションを認証し、運用することもできます。
前提条件	■ DPC は、認証されたイネーブルメント・サービスまたはビジネスアプリケーションを使用しなければならない。あるいは、DPC は、（7.2 章に概説するように）いずれかの認証機関により、独自のイネー ブルメントサービスおよび／またはビジネスアプリケーションを認証されなければならない。 ■ DPC は、いずれかの OSP を通じてオンボーディングを行う際、Catena-X の規制フレームワークを受け入れ、遵守しなければならない。
制限事項 リリース	■ 該当なし

表 15：データプロバイダ／コンシューマー（DPC）の役割

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.3.2.8 Catena-X Association

データ空間における役割に加え、Catena-X データ空間の中立性、信頼性、安全性を確保するために、Catena-X 協会や適合性評価機関（CAB）のような独立した役割がある。

役割	Catena-X Association
内容／責任	■ アソシエーションは、指名、標準化、資格認定、認証プロセスの実施を含む、Catena-X エコシステムの中立的なガバナンスに責任を負う。ワーキンググループ、委員会、専門家グループを推進し、Catena-X オペレーティング・システムやユースケースに関する標準、KIT、オープンソースリファレンス実装の要件について議論し、調整を図る。さらに、関係者やアソシエーション・メンバーに様々な情報リソースを提供する。
関係性	■ 協会は CSP-B と CAB を推薦する。 ■ 協会は、データスペース参加者の認証を CAB に委任している。 ■ 当協会は、検証可能なクレデンシャルの発行者を定義する。 ■ 協会は AP を認定する。 ■ 当協会は、Eclipse Tractus-X Project の推進、後援、標準化を視野に入れた要件の調整を行う
前提条件	■ 該当なし
制限事項 リリース	■ 今後のリリースでは、専用の発行者コンセプトが設けられる予定

表 16：Catena-X Association の役割

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.3.2.9 適合性評価組織（CAB：Conformity Assessment Body）

役割	適合性評価組織（CAB：Conformity Assessment Body）
内容／責任	■ 認証機関は、Catena-X 協会に代わって、Catena-X 認証フレームワークに従って適合性評価プロセスを実施する。認証フレームワークは、認証マニュアルと認証カタログ（Catena-X 規格　から派生）から構成される。CAB は Catena-X 協会によって指名される。

	■ 独立した、信頼できる、安全な適合性評価プロセスを確保する ■ CAB は以下の責任を負う ➢ 適合性評価のオファーを作成する。 ➢ 様々な認証対象（プロバイダ、ソリューションなど）の適合性評価プロセスを実施する。 ➢ Catena-X 協会と認定候補者に認定結果を通知する。 ➢ Catena-X 協会に代わって証明書を発行、再発行、失効する
関係性	■ 認証機関は、影響を受けるすべてのデータスペース参加者とその IT ソリューションの適合性評価を実施しなければならない。
前提条件	■ CAB は、Catena-X 協会によって推薦され、Catena-X 認証の枠組みに準拠していなければならない。 ■ 導入を支援し、特に中小企業による無差別アクセスを提供するビジネスモデル。
制限事項 リリース	■ 該当なし

表 17：適合性評価組織（CAB：Conformity Assessment Body）の役割

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.4 サービスマップ

Catena-X オペレーティング・システム（cxOS）のアーキテクチャは、Industrial Data Space Association（IDSA）と Gaia-X のリファレンス・アーキテクチャに由来している。cxOS は 3 領域から構成されている。cxOS は、ビジネスユースケースが企業の境界を越えてネットワーク対応で動作することを可能にする技術基盤である。

・コア・サービス
・オンボーディング・サービス
・イネーブルメント・サービス

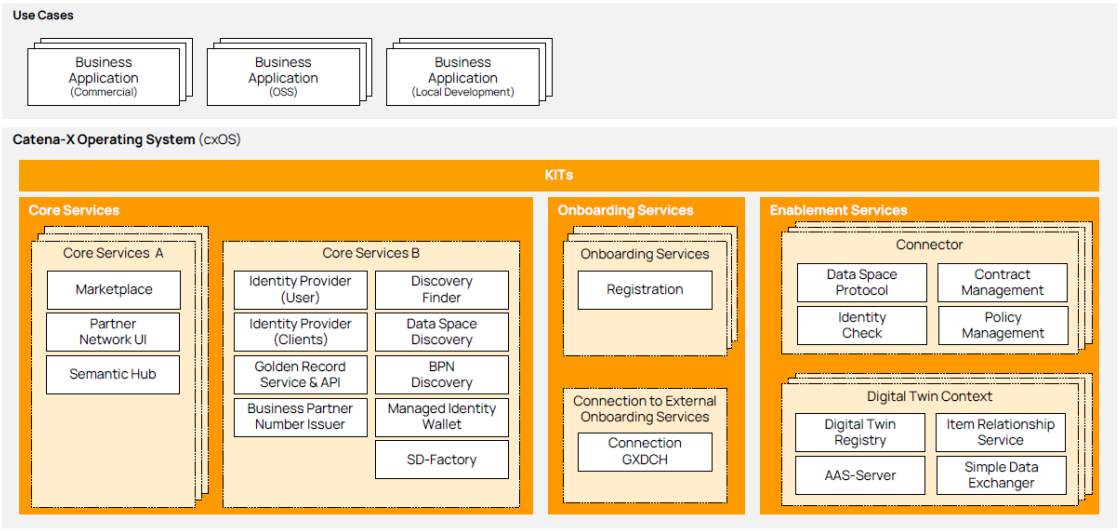


図 88：Catena-X のサービスマップ

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.4.1 イネーブルメント・サービス

イネーブルメント・サービスは、Catena-X データ空間への参加を可能にする分散型サービスのバンドルである。各参加者は、データスペースに接続し、それぞれのユースケースの要件に基づいて標準化されたインタラクションを可能にするために、イネーブルメント・サービスを導入し、利用しなければならない。これらのサービスは、技術的／意味的相互運用性と（データの）主権という戦略的価値提案を保証する。

データ空間プロトコルに基づくコネクタ（EDC など）と ID ウォレットは、標準化された技術的接続と主権データ交換を可能にするイネーブルメ ント・サービスの必須基盤を形成する。すべての参加者は、ビジネスユースケースに関係なく、データ空間への基本的な接続を確立するためにこれらを使用することができる。

一般的なデータ交換機能に加えて、イネーブリング・サービスにはコンテキストに特化したサービスも含まれる。例えば、デジタルツインのための調和されたアクセスレイヤーである Asset Administration Shell (AAS)、分散組織化されたデータスペースにおけるデジタルツインのローカルな発見可能性のための Decentral Digital Twin Registry (DDTR)、データチェーンを構築し、デジタルツインのツリー構造を反復するための Item Relationship Service (IRS)などがある。

5.4.2 コア・サービス

イネーブルメント・サービスとは対照的に、コア・サービスはコア・サービス・プロバイダーA/B によって提供・運営される。コア・サービスは、データスペース参加者に共通のアクセシビリティとディスカバビリティ機能を提供する。例えば、ビジネスパートナー番号や参加者情報を管理するための BPN 発行者、アイデンティティとアクセス管理のための IAM ソリューション、データ空間全体で分散組織化されたレジストリの資産のアドレスをローカライズするためのディスカバリーサービスなどがある。コア・サービスは 2 つの分野に分けられる。

—コア・サービス A（Catena-X のデータ空間で "n "回操作できるコア・サービスをリストアップ）
—コア・サービス B（ビジネス上の理由や技術的な制約により、Catena-X のデータスペースで一度しか運用できないコア・サービスをリストアップしており、そのため協会の指名プロセスを通じて入札）

Managed Identity Wallet などのコア・サービスの一部は、本来 Enablement Services であるが、技術的な理由により、暫定的なソリューションとしてコア・サービス B と見なされる。

5.4.3 オンボーディング・サービス

オンボーディング・サービスは OSP によって提供、運営される。オンボーディング・サービスは、参加者が Catena-X データスペースにオンボーディングすることを可能にする。オンボーディング・サービスの範囲は時間と共に変化する。オンボーディング・サービスは 2 つの分野に分けられる

—オンボーディング・サービス（標準化され準拠した Catena-X のオンボーディングプロセス（登録プロセスなど）を保証するサービスのリスト）
—外部オンボーディング・サービス（外部オンボーディング・サービスは、OSP が信頼されるオンボーディング・プロセスを実施するために統合して使用しなければならないが、外部のイニシアティブまたはプロバイダーによって開発・運営されるサービスをリストアップ）

5.4.4 ユースケース

Catena-X のユースケースの目的は、特定のビジネス課題を解決し、データプロバイダとコンシューマに価値を創出することである。そのために、Catena-X アソシエーションは、ユースケースが、相互運用可能で互換性のあるビジネスアプリケーション（参照：ビジネスアプリケーション）のマルチベンダーエコシステムを実現するためのスタンダードと KIT を作成することを要求し、推進している。

Catena-X のエコシステムにおいてネットワーク効果を達成することは成功に不可欠であり、積極的な参加にかかっている。特に中小企業にとって、魅力的なビジネスアプリケーションを作成することができる。

5.4.4.1 KITs - キープ・イット・トゥゲザー

KIT は Keep It Together の略で、すべてのデータスペース参加者が Catena-X のユースケースを採用できるように設計された、必要なすべてのリソースと技術文書をバンドルしている。KIT は常に同じ方法で構成され、Catena-X データスペースに参加する企業の個々の旅路をサポートする。Catena-X のユースケースにおいて、相互運用性とデータ主権を確保するために、KIT の最小限のセットを遵守する。

データ統合と理解のためのセマンティック・モデル、価値計算のためのロジックとスキーマ、技術的コミュニケーションのための API 実装、データ主権を維持するためのアクセス・ポリシーと利用ポリシーなどである。KIT は、最小限のセットに加えて、その他さまざまな成果物から構成される。

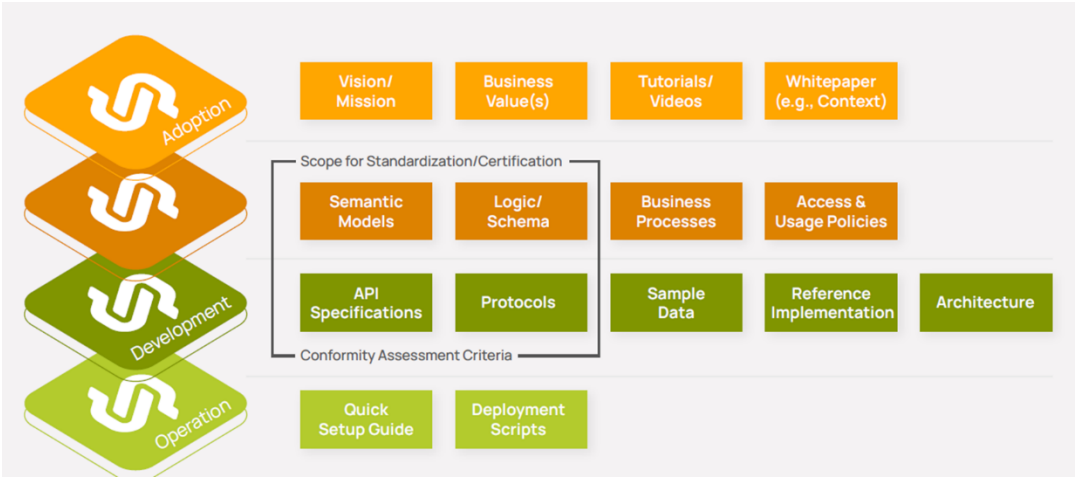


図 89：KIT のツールボックス

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

自動車のバリューチェーンの一部であり、Catena-X のユースケースに参加しようとする

DPC は、技術サポート、仕様書、チュートリアルを必要とする。例えば、生産会社は製品のカーボンフットプリントデータをパートナーと交換する必要があるかもしれない。KIT は、必要なソフトウェアコンポーネント、標準、アクセス・利用ポリシー、コード例を統合しており、これらの企業が Catena-X のユースケースに成功裏に参加するために必要なすべてを備えていることを保証する。

KIT では、Catena-X への 5 つのステップに基づき、ソリューションを Catena-X に適合させるために必要なガイドラインと技術サポートを受けることができる： 知らせる、つなぐ、後押しする、適応させる、活用する。KIT は、異なる商用ソリューション間のシームレスな相互運用性を促進する、価値あるマルチベンダーのエコシステムを構築するための前進の道である。

5.4.4.2 新しいユースケースと、直接的なコラボレーション

Catena-X コンソーシアムで最初に開発され、現在では協会委員会（例：持続可能性委員会）によって管理されている最初の 10 のユースケースに加え、データスペース参加者は以下のようなコラボレーションのシナリオを持っている。

5.4.4.2.1 新しいユースケースを開始する

Catena-X 協会の会員であれば誰でも、Catena-X 協会にワーキンググループを作るか、既存の委員会を拡張することで、新しいユースケースを始めることができる（目的に最も適したものであれば何でも良いが、最終的な判断は協会理事会が行う）。委員会またはワーキンググループの目標は、相互運用性とデータ主権に焦点を当てたユースケースについて、共通のビジョン、ロードマップ、標準、KIT、その他のオープンソースの成果物を議論し定義することであり、専用のビジネスプロセスのための多層バリューチェーンを構築することである。

バリュー・プロポジションや技術的標準を検証するために、新しいユースケースは将来、CSP-B のサンドボックス環境か、Catena-X 協会のテスト環境のいずれかでテストすることができる。標準のない新しいユースケースは、限定的な相互運用性しか提供せず、個々のユースケース・ポリシーが必要であり、認証されないためマーケットプレイスに掲載されず、したがってサポートされず信頼されないことに留意されたい。

5.4.4.2.2 直接的なコラボレーション

Catena-X データ空間はまた、データ提供者とデータ利用者間の直接的なコラボレーションのための安全で主権的なデータ交換を可能にする。この場合、データ提供者とデータ利用者は、二者間のセマンティック・モデルや適切な利用・アクセス・ポリシーを定義する責任を負う。

あるいは、ニーズに合った既存の使用法やアクセス・ポリシーを利用することもできる。Catena-X データスペースの目標は、一貫したデータチェーンによって相互運用可能なユースケースを常に創造することにある。標準を用いない直接的なコラボレーションは、限定的な相互運用性しか提供せず、認定を受けることができないため、いずれかのマーケットプレイスに掲載されないことに留意されたい。

5.5 データスペースの運用

Catena-X データスペースに参加し、データを交換するための包括的なプロ セスと前提条件を概説する。これには、全ての参加者が Catena-X データスペースに参加するために完了しなければならない一般的なオンボーディング・プロセスが含まれる。これには登録と技術的統合、規制の枠組みへの準拠、Gaia-X Digital Clearing House を通じた検証が含まれる。Tractus-X における自己主権アイデンティティ（SSI）の導入は、データの提供、交換、利用のプロセスを更新する。

5.5.1 オンボーディング全般

データスペースに参加するには、すべての参加者が一般的な登録プロセスを完了しなければならない。登録の際、すべての参加者は企業データを入力し、データスペースの役割を選択し、OSP の 1 つを介して規制フレームワークに同意する必要がある(3.2.3 章参照)。登録承認プロセスの一環として、BPNL（まだ存在しない場合)、および BPNL クレデンシャルと CX メンバーシップクレデンシャルを持つマネージドウォレットテナントが作成され、これは運営会社によって所有/管理される。各参加者は、ID 証明書、証明書、その他の検証可能な情報、権利、またはサービスを ID ウォレットに集めることができる。

技術的な統合の際、技術的なユーザー作成とコネクターの登録は、以下を可能にするために不可欠である。データスペースと企業との通信。テクニカル・ユーザーは、顧客企業がコネクターをウォレットに接続することを可能にし、コネクター登録は、コネクターが他のデータ・スペース・メンバーによって見つけられることを保証するために必要である。

新規登録された法人およびコネクターの自己記述は、GXDCH によって検証される。これには、DPC の ID ウォレットへの署名と認証情報の発行が含まれ、Gaia-X 準拠の証明となる。

5.5.2 GAIA-X コンプライアンス（遵守）

Gaia-X Digital Clearing House (GXDCH)は、Catena-X データ空間内の信頼性と、Gaia-X Trust Framework に基づく他のデータ空間イニシアティブとの相互運用性を最大化する外部サービスである。GXDCH は、法的実体の検証を可能にし、Gaia-X コンプライアンスを保証し、すべてのデータ空間参加者の eIDAS 準拠のデジタル署名（自己の記述）を作成する。Catena-X データスペースには、Catena-X 協会によって指名され管理される 1 つの GXDCH プロバイダーが存在する。

Catena-X のオンボーディング・プロセスに確実に準拠するため、すべての OSP は GXDCH に接続しなければならない。OSP 候補は、適合性評価中に詳細情報を要求することができる。

5.5.3 SSI 発行体コンセプト(SSI Issuer Concept)

Tractus-X リリース 23.09 では、DAPS（Dynamic Attribute Provisioning Service）に代わる SSI（Self Sovereign Identities）の導入が開始された。SSI の現在のリリースとバージョンでは、CSP-B が運用する 1 つの発行者と 1 つの集中管理 ID ウォレットのみが許可される（第 4 章を参照)。これには、発行済み証明書の失効も含まれる。これは、法律上および技術上の枠組みに意識的に違反した場合などに、Catena-X Association と協力して行われる。23.09. リリースでは、CSP-B が Catena-X クレデンシャルの単一の発行機関となる。マルチ発行者コンセプトは次のリリースで計画されている。BPNL は Catena-X アソシエーションのウェブサイトと CSP-B のポータルで確認できる。このコンセプトは今後のリリースで発展していくが、その詳細は 8.3 章に記載されている。

5.5.4 SSI によるデータ交換

Tractus-X Release 23.09 で自己主権 ID（SSI）が導入されたことにより、ユースケースに参加し、 データを提供、交換、使用するためのプロセスが以下のように更新された。

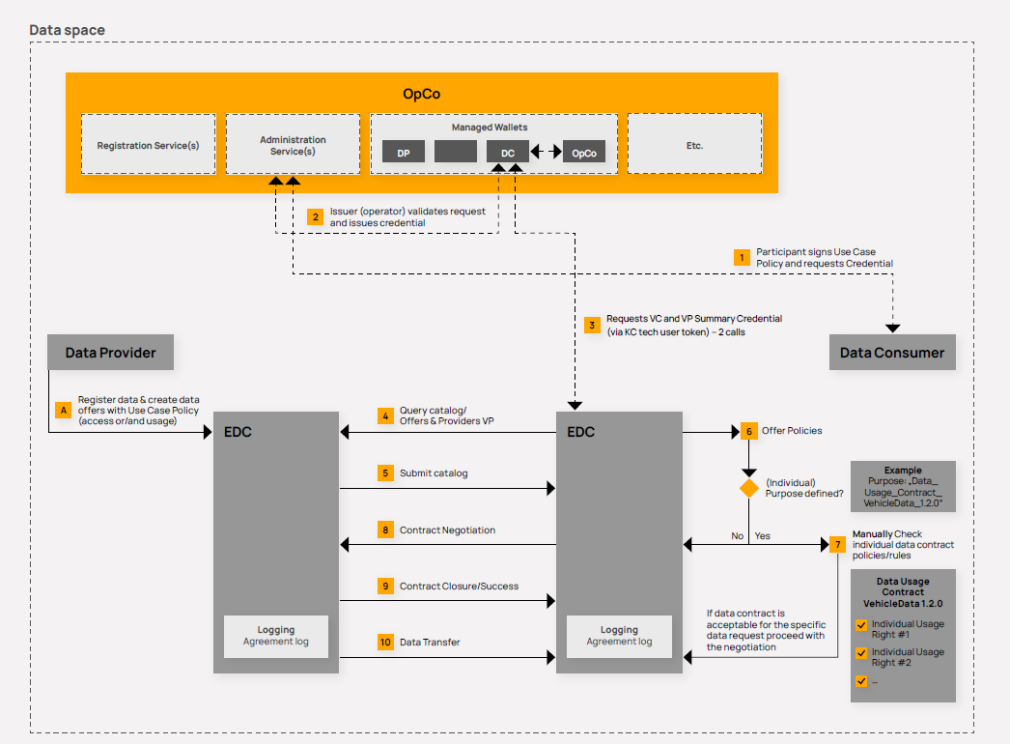


図 90：SSI を通じたデータ交換

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

１：参加者は事前に定義されたユースケース・フレームワークの条件に署名し、CSP-B を介してクレデンシャルを要求する。データ利用者は、ユースケース参加クレデンシャルを要求するために、それぞれのユースケース・ フレームワーク条件に署名し、アップロードしなければならない。

２：発行者が要求を検証し、クレデンシャルを発行する。

参加者（例えば、データ消費者）からのリクエストは、検証（フレームのバージョンと既存の署名）と確認のために発行者（オペレーター）に送られ、これが VC 作成のトリガーとなる。

３・４：クレデンシャルのリクエストとカタログ/オファーの照会

顧客 EDC は、検証済みの要約クレデンシャルを取得するために MIW を呼び出し、署名を要求し、要約クレデンシャルを含む検証済みプ レゼンテーションを取得する。データ・プロバイダ・カタログのクエリを使用して、コンシューマ EDC は要求ヘッダに VP を指定して要求を送信する。検証に成功すると、発行者は MIW コンポーネントを使用して検

証済みクレデンシャルを生成し、顧客企業ウォレットのウォレット・テナントに格納する。

５：カタログ提出

受信したオファーカタログリクエストと提出された顧客 VP は、プロバイダー EDC によって検証される。プロバイダーが設定したデータ・アクセス・ポリシーが、データ・コンシューマが所有する検証済みクレデンシャルと一致するすべてのデータ・オファーが顧客に送信される。データ利用者が持っていない検証済みクレデンシャルを必要とするデータ・オファーは、データ利用者に送信／公開されない。

６：データ提供ポリシーの手動チェック

設定されたデータ提供ポリシーは、データ利用者が手動でチェックしなければならない。
—目的が指定されている場合、その目的はデータ消費者によって内部的に検証され なければならない。目的は、データ消費者とデータ提供者の間で締結された個別契約を参照することができる。データ消費者はその契約を確認し、確立されたポリシーに基づいて特定のデータ提供に対してそのポリシーが受け入れられるかどうかを決定しなければならない（次のステップ 7 を参照)。
—目的が指定されていない場合、アクセスおよび使用ポリシーは自動的に技術的に実施され、EDC によって検証されるため、ネゴシエーションを直ちに開始することができる。

７：データ提供目的の決定

ステップ 6 の個別データ契約検証に基づいて、データ消費者は交渉を進めるか、個別目的に反対するかを決定しなければならない。不同意がある場合、ネゴシエーションを開始すべきではない。同意があれば、データ消費者はネゴシエーションを開始することができる。

８：契約交渉

データ消費者は、合意/契約の要求を送信することにより、契約交渉を開始する。

９：契約締結／成功

データ提供者の EDC はネゴシエーション要求を受信し、データ提供者が要求した特定のデータ提供のアクセスおよび使用ポリシーを検証し、データ消費者の VP と照合する。データ消費者が関連するクレデンシャルをすべて持っている場合、契約は成立する。

が正常に締結され、合意ログが両方の EDC に保存される。

１０：データ転送

データ消費者によるデータ送信／アクセスは、契約が有効である限り可能である。

5.5.5 EDC の適用と運用

各データスペース参加者は、異なる法人や子会社からなる独自の組織構造を持っている。その組織構造に応じて、データスペース参加者は以下のような組織化を検討しなければならない。 Catena-X データ空間における組織の表現。これには、組織的、技術的、法的条件に関するコネクタインスタンスの設定に関する考慮事項が含まれる。以下の前提が適用される：

- データ交換は常に 2 つの法人間で行われ、その代表者のみが法的拘束力のある契約を締結できる。
- 法人はデータスペースに登録され、知られていなければならない。
- データスペースで法人を表すには、関連するビジネスパートナー番号（BPNL）が必要である。
- データ交換のために、法人ごとに少なくとも 1 つのコネクター（EDC など）の配備と使用が義務付けられている。
- コネクターは、データプロバイダとデータ・コンシューマ間のアクセス・ポリシーと使用ポリシーを同期させることによって、エンドポイント（データ・プレーン）間のデータ使用をネゴシエートする。
- コネクター内部でのデータ処理やデータの見直しはない。
- データの使用は、データ提供者またはデータ消費者のそれぞれのエンドポイントで行われる。
- コンピュータ・インスタンス／プラットフォームへの場所と割り当てに関するデータ使用は、コネクター自体のランタイム環境に依存しない。

組織構造やデータ交換シナリオには、「1 つの国に 1 つの法人と 1 つのサイト」、「1 つの国に 1 つの法人と複数のサイト」、「1 つの国に 1 つの法人と複数のサイト」など、さまざまなオプションがある。これには、コネクターを入手するためのさまざまなオプションも含まれる。たとえば、ESP 経由で入手することもできるし、自分で開発することもできる。

またはオープンソースからの転用、あるいは BAP からのビジネスアプリケーションの

一部であってもよい。上記で定義したように、Catena-X 内の複数の法人間でデータ交換が行われない場合、EDC は必要ない。例として、OSP と GXDCH の接続が挙げられる。この接続では、Catena-X 内の 2 つの法的エンティティ間のデータ交換ではないため、コネクターは必要ない。

5.6 データスペースガバナンス

5.6.1 標準化

5.6.1.1 なぜ標準化するのか

自動車産業のデジタルトランスフォーメーションの成功は、自動車のバリューチェーンに沿ったすべてのステークホルダ間の多国間連携に決定的に依存している。我々の成長する Catena-X エコシステムは、膨大な量のデータを統合し、協調的に活用することを可能にする。・

5.6.1.2 何を標準化するのか

Catena-X データ・エコシステムの標準は、私たちのネットワークにおけるデータと情報の交換がどのように機能するかを定義するものです。使用されるテクノロジー、コンポーネント、ポリシー、プロセスが、統一されたルールに従って開発され、運用されることを保証するための基礎となるものです。Catena-X データ・エコシステムのために開発されたすべての標準は、自動車業界の技術的および業界固有の要件に基づいている。

5.6.1.3 どう標準化するのか

Catena-X の知的財産（IP）規則　に基づき、適用される独占禁止法を遵守しながら、Catena-X の標準化プロセスは、ネットワークとデータのための統一された標準を開発し、実施することを目的としている。

しかし、このビジョンは複雑である。生産、配送、物流など、自動車のバリューチェーンのさまざまな段階にある企業は、データを管理するために独自の IT システムを持っていることが多い。このような複雑なデータ量を、バリューチェーンの全段階でスムーズに送受信・処理できるようにするためには、すべてのプレイヤーにとって 1 つの言語、つまり共通の標準とフレームワークが必要だ。

Catena-X アソシエーションは、汎用的なコア・サービスとイネーブリング・サービス、

およびドメイン固有のビジネスアプリケーションに関する標準を発行している。これらの標準と成果物は、Catena-X ネットワークにおけるソフトウェアコンポーネントの開発と運用の基礎となり、異なるソフトウェアコンポーネントやプロバイダー間の相互運用性とデータ主権を保証する。

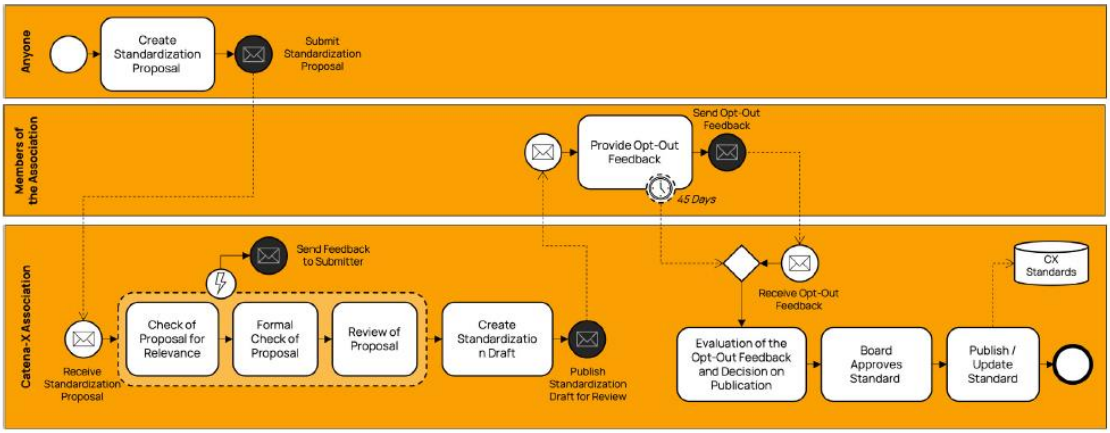


図 91：Catena-X 標準化プロセス

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

Catena-X 標準化方針　は、Catena-X 標準がどのように開発されているかを、関係者全員とそれぞれの責任を含めて詳細に説明している。

5.6.2 適合性評価

5.6.2.1 なぜ認証するのか

企業間の交流は、相互の信頼に大きく依存している。私たちの認証は、Catena-X の基準に基づいた透明性と信頼性によって信頼を提供する。認証プロセスを設定することで、私たちの主要原則がネットワークのあらゆる構成要素において考慮されていることを保証する。コア・サービス・プロバイダーからデータコネクター、そしてネットワーク内の各アプリケーションに至るまで、一貫したフレームワークが構築され、ネットワークに参加する全ての参加者にとって有益な参加を保証するのだ。チェーンは最も弱いリンクほど強く、信頼を得るためには、すべてのリンクが可能な限り強固であることを保証する必要がある。

5.6.2.2 何を認証するのか

Catena-X の認証は、IT アプリケーション・プロバイダ、サービス・プロバイダー、オン

ボーディング・パートナーを問わず、エコシステムの参加者のさまざまな要件を満たすために、役割ベースのモジュール方式で行われる。このモジュール化により、高い柔軟性が実現され、関係者全員の労力と冗長性が軽減される。

Catena-X 規格は、認証フレームワークに統合され次第、認証の必須条件となる。Catena-X 協会は、新しくリリースされる規格と同時に、認証フレームワークのアップデートをリリースすることを目標としている。

5.6.2.3 どのように認証するのか

認証プロセスの概要を以下に示す。Catena-X 適合性評価フレームワークハンドブックは、Catena-X が適合性評価機関を通じて適合性評価を実施する方法について詳細に説明している。

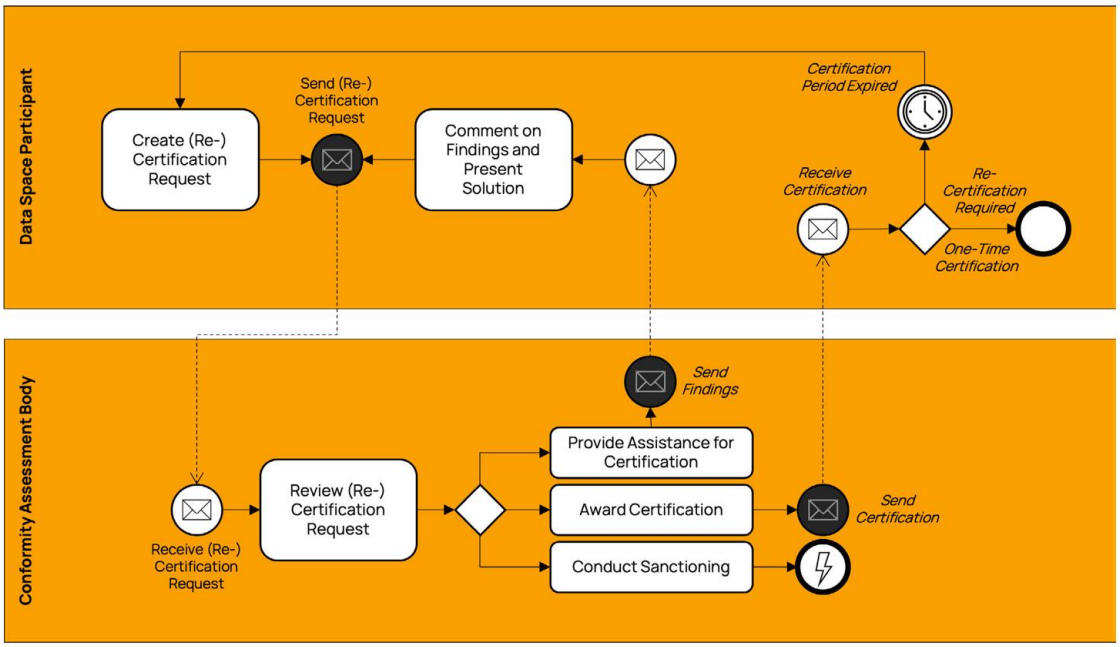


図 92：Catena-X 認証プロセス

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.6.2.4 Catena-X ラベル

Catena-X は、顧客がニーズに合った適切かつ合法的なプロバイダーを見つけることができるよう、4 つの異なるラベルを発行している。各ラベルは、認証および/または資格認定に成功した後、関連する役割に発行される。ラベルは、プロバイダーが提供するサービス

に関連している。各ラベルは、Catena-X の認証または資格認定プロセスを成功裏に完了した後に取得される。

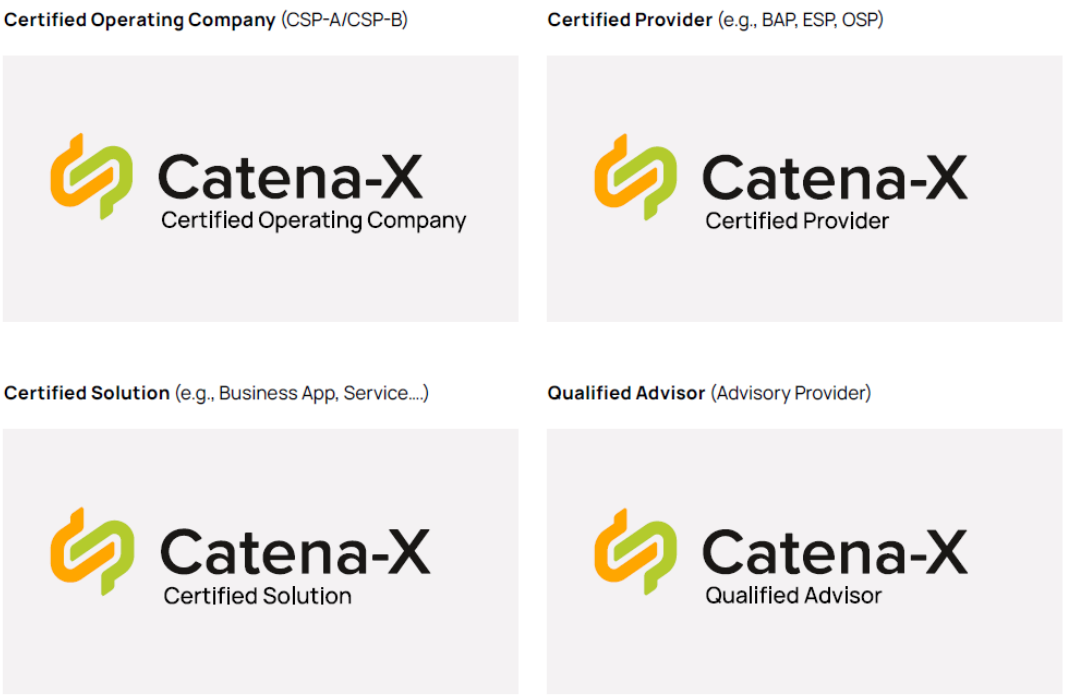


図 93：Catena-X のラベル

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.6.3 ユニークな役割の指名プロセス（例： CSP-B）

指名プロセスは、Catena-X のエコシステムの中で、選ばれた役割とタスクの中立性 と信頼性を確保するためのものである。Catena-X 協会は、パートナー選定を含む指名プロセスの実行に責任を持つ。

事業者の様々な権利と義務は、入札依頼書（RFT）に記載されている。これは例えば運転免許であり、不公正な行為があった場合には撤回することもできる。これにより、公正な落札と、さまざまなコンポーネントの安全な運用が保証される。例えば、コア・サービス・プロバイダーによるコア・サービス-セクション B の運営や、CAB によるプロバイダーとソリューションの認証などが含まれる。

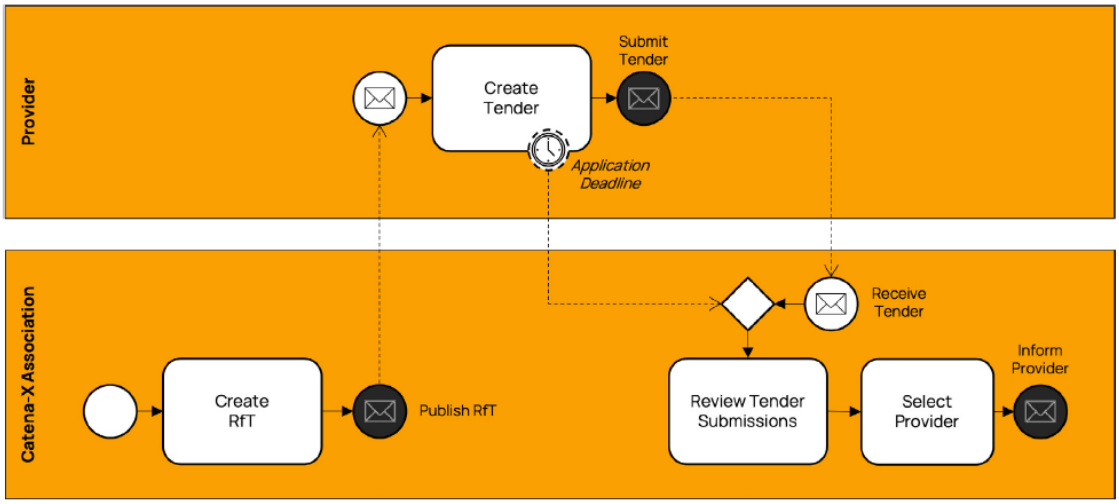


図 94：Catena-X ノミネーション・プロセス

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

ノミネーション・プロセスの手順を以下に詳述する。

プロセス	説明	インプット	出力
入札依頼書（RfT）の作成	Catena-X 協会は、入札依頼書（RfT）の作成に責任を負う（例：コア・サービス - セクション B）。		RfT 文書
ウェブサイトに RfT を掲載	Catena-X 協会は、ウェブサイトにおける RfT 文書の発行と配布に責任を負う。	RfT 文書	RfT文書 RfT イベント（タイムラインを含む） RfT テンプレート
選択したコア・サービスの入札書の作成と提出	プロバイダーは、公表された RfT に対して入札書を作成し、提出することができる。	RfT文書 RfT イベント RfT テンプレート	テンダー
提出書類の受領と審査	CX アソシエーションは、推薦基準を満たすかどうか入札を比較	入札	プロバイダー候補のショートリスト

	し、理事候補者のショートリストを作成する。		
プロバイダーを選択	アソシエーションの理事会は、絶対多数決でプロバイダーを選出する。	プロバイダー候補のショートリスト	プロバイダーの指名
プロバイダーへの情報提供	CX 協会は、推薦プロセスの結果をすべての提供者に通知します。		

表 18：Catena-X ノミネーション・プロセス

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.6.4 資格プロセス

5.6.4.1 なぜ資格を認定するのか？

Catena-X で価値を創造する過程において、企業はアドバイザリー・サービスに依存することがある。これらのアドバイザリー・サービスの質は、参画の成功、ひいては Catena-X の成功にとって決定的である。Catena-X は、自動車バリューチェーンの大部分を統合することに成功した場合にのみ成功する。これは、アドバイザリー・サービスに対する高い需要につながると想定され、それに応えなければならない。

これらのアドバイザリー・サービスは、中小企業のニーズだけでなく、統合要件を拡大した大企業のニーズもカバーしなければならない。

アドバイザリー・サービスは、標準化することは不可能ではないにせよ、困難である。従って、資格のあるアドバイザリー・サービスの適合性評価は、認証を通じて行うことはできない。Catena-X データ空間におけるアドバイザリー・サービス・プロバイダー間の一貫した品質レベルを維持するため、Catena-X 協会は、マーケットプレイスへの掲載を希望する全てのアドバイザリー・サービス・プロバイダーに必須の資格認定プロセスを提供している。

アドバイザリー・サービス・プロバイダーは、Catena-X データスペースで活動する他の全ての参加者と同様に、Catena-X の規制フレームワークを遵守しなければならず、それによって Catena-X のミッションと基準を含むデータ・エコシステムを完全かつ無条件にサポートすることを確認する。

5.6.4.2 誰を認定するのか？

Catena-X は、データスペース参加者、特に中小企業のオンボーディングの成功をサポートするため、あらゆる種類のアドバイザリー・サービス・プロバイダーを募集している。数少ない前提条件の一つは、質の高いコンサルティングを適正かつ合理的なコストで提供するという拘束力のあるコミットメントです。Catena-X は、適切なサポートとコンサルティング能力を証明するための資格制度だけでなく、情報と事前に定義されたコンテンツでこの努力をサポートする。

5.6.4.3 どのように認定するのか？

Catena-X 認定アドバイザリー・サービス・プロバイダーになるには 2 つの方法がある。
1 トレーニングによる資格取得
2 既存の経験による資格取得

ほとんどのアドバイザリー・サービス・プロバイダーには、1 番目の選択肢が適用される。既存の経験を通じた資格取得は、オペレーティング・モデル白書 v.2.1 の時点ではまだ確立されていない。公開され次第、Catena-X のウェブサイトで公開される予定である。経験による資格認定は、Catena-X β フェーズに登録・参加した全てのアドバイザリー事業者に適用される。



図 95：Catena-X 資格認定プロセス
（出所：Catena-X）

5.6.5 規制フレームワーク

Catena-X Regulatory Framework for data space operations は 、Catena-X のデータ・エ

コシステムに関わる全ての利害関係者の要件と責任を概説している。データ主権、必須ユースケース要件、その他我々の活動に関連し必須となる規制上の考慮事項に関する詳細な情報が含まれている。

レギュラトリー・フレームワークは、データスペース業務の特定のレイヤーを管理する個々のコンポーネントで構成されている。レイヤーを理解するために私たちのレギュラトリー・フレームワークのうち、Catena-X はフライトレベルをメタファーとして使っている。



図 96：Catena-X Governance Framework flight levels

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

それぞれの上位のレベルは下位のレベルに連鎖し、下位のレベルは上位のレベルに連動する。各レベルには特定のガイドラインとリソースが付属しているが、同時にデータスペース参加者の責任もある。このオペレーティング・モデルは 30,000 フィートのレベルに該当するため、すべてのデータスペース参加者に義務付けられている。

データスペース運用のための規制枠組みの維持と更新は、Catena-X 協会の責任の範囲内にある。レギュラトリー・フレームワークに含まれる全てのリソースと規範文書は、Catena-X のウェブサイトに掲載されている。

5.7 どのようにライフサイクルマネジメントを行うか

連携データ空間におけるさまざまな成果物のバージョンと変更を管理することは、互換性、相互運用性、およびセキュリティを確保するために非常に重要である。Catena-X エコシステムのライフサイクル管理は、Catena-X アソシエーションによって調整され、Catena-X アソシエーションと Eclipse Tractus-X プロジェクトにおけるリリースが含まれる。年に 1 回のメジャーリリースと 3 回のマイナーリリースを含む、四半期ごとのリリー

スを提供する予定である。

両リリースはカレンダー・バージョニング（CalVer 参照）に従うが、標準、規範文書、製品、KIT などの成果物はセマンティック・バージョニング（SemVer 参照）に従う。将来の後方互換性を確保するため、個々の成果物のバージョン管理および事前定義されたテストケースの通過は必須である。

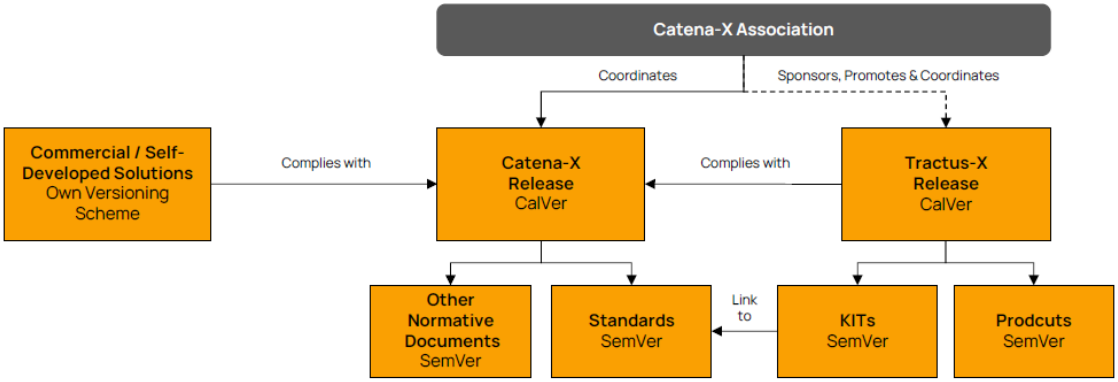


図 97：Catena-X のライフサイクルマネジメント

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

Catena-X 協会のリリースには、すべてのデータスペース参加者のための標準（API 仕様、セマンティックモデルなど）や規範文書など、バインディングや認証に関連するすべての成果物が含まれる。Tractus-X のリリースには、cxOS とビジネスアプリケーションのすべてのオープンソース製品（サービスやヘルムチャートを含む）と KIT が含まれる。さらに、ビジネスアプリケーションやサービスには、個々のリリースサイクルやバージョンスキームに従って、さまざまな商用または自社開発のソリューションがある。

Tractus-X リリースと商用または自社開発のソリューションは、いずれも Catena-X 標準およびその他の関連規範文書に準拠していなければならない。

オープンソース製品は、Tractus-X リリースガイドライン（TRG）を満たし、四半期ごとの Tractus-X リリースの一部となるための統合テストに参加する必要がある。クリティカルな問題（セキュリティ問題など）については、通常のリリースサイクルを中断して、アクティブな Catena-X オペレーティング・システムのバグを修正するホットフィックスがリリースされることがある。

5.8 展望

Catena-X オペレーティング・モデルは、Catena-X データスペースのすべての参加者を拘束する、規制の枠組みにおける規範的な文書である。この文書には、役割、サービス、プロセスを含むデータスペースの成果物の状況と、それぞれのロードマップが記述されている。Catena-X は継続的な旅であるため、これらの成果物はすべて、より広範な導入と拡張性を促進し、最大の相互運用性と（データの）主権を確保するために、継続的に進化していく。

5.8.1 業界コア

インダストリー・コアは、分散化された Catena-X データ空間における多階層接続の複雑さを軽減し、プロダクト・カーボン・フットプリント（PCF）値の追跡や循環経済のようなデータ駆動型のユースケースのイネーブラーとして機能することを目指している。異なるユースケース間で共通のコンポーネントと標準（特に部品のデジタルツインのデータ提供）を再利用することで、効率性と相互運用性を促進する。異なる法人格を持つ企業のオンボーディングを可能にするため、企業 BPNL のコンセプトも作成されている。これにより、企業グループ全体の BPNL を介したシンプルな参加が可能になる。業界コアは、あるユースケースが別のユースケースから恩恵を受けるという、シームレスなデータチェーンの実現を促進する。その結果、クロスドメインネットワーク効果や n 階層ユースケースが可能になる。

5.8.2 コア・サービスの分散化

Catena-X は、複雑性の管理可能性と技術的成熟度のバランスを取りながら、相互運用性とデータ主権を達成することを目指すビジネス指向の分散化アプローチに従っている。そのため、コア・サービス B は、必要に応じてオンボーディング・サービスやコア・サービス A へと徐々に移行していく。コア・サービス B の分散化のスケジュールを以下に示す。

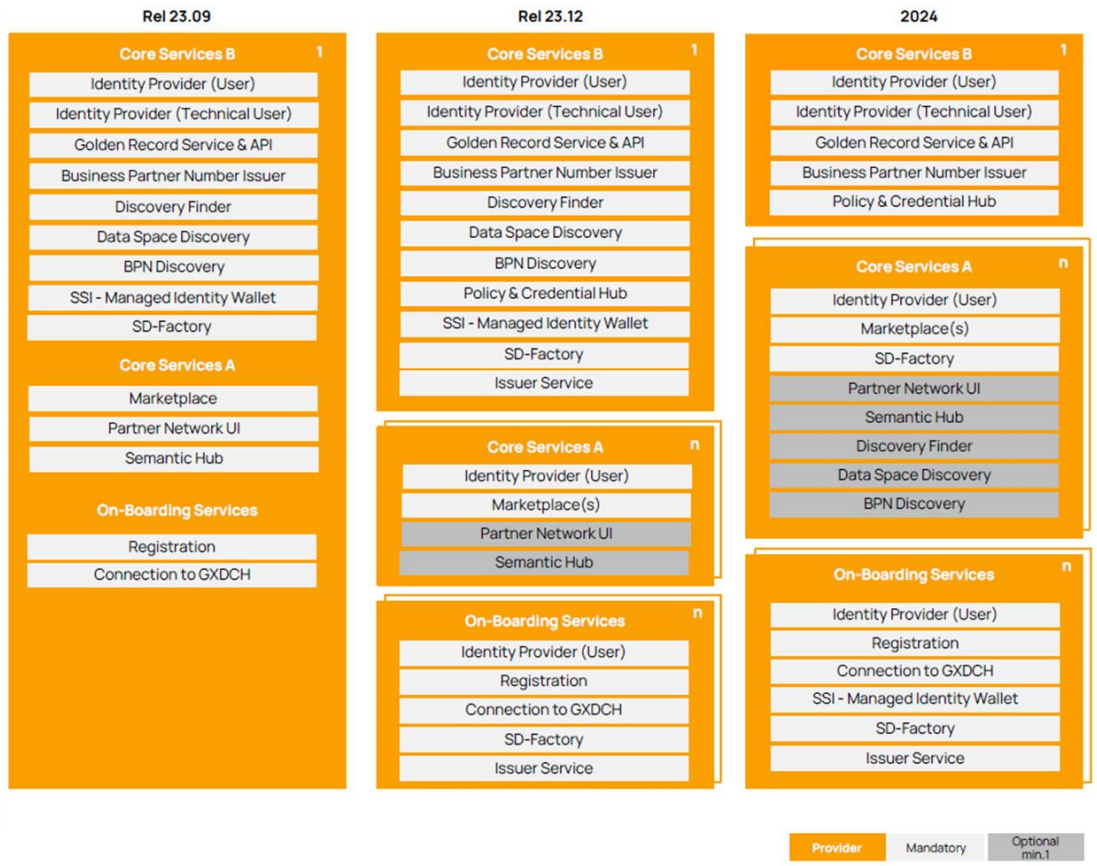


図 98：今後の分散化のタイムライン

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

5.8.3 SSI 技術のさらなる統合

分散型データ空間という Catena-X のビジョンを実現するために、我々は SSI 技術をさらに発展させていく。今後のリリースでは、マネージド ID ウォレットとセルフプロビジョニング ID ウォレットの両方の利用を可能にする。ポリシーの技術的な実施を可能にするため、ポリシー・ハブとポリシー・コード・テンプレートを導入し、参加者に情報を透過的に提供することも計画している。これには、発行者サービスの分散化と、アグリーメントのロギング機能も含まれる。データ空間の信頼をさらに強化するために、さまざまなルート・トラスト・アンカー（Catena-X アソシエーションなど）を定義するオプションを導入する。

これによって ID ウォレットは分散化され、複数の発行者を許容することも可能になる。さらに、Catena-X ガバナンス・フレームワークに従って、与えられたクレデンシャルが信頼できるソースからのものであることを証明する信頼の連鎖が確立される。このコ

ンセプトはまだ開発中であり、次のバージョン（2024 年 5 月まで）のいずれかでリリースされる予定である。このコンセプトを開発する一方で、ポリシー・ハブと認証ハブのコンセプトも具体化される。

5.8.4 データスペース 相互運用性

Catena-X 協会は、他のデータスペース・イニシアティブとの相互運用性を確保するため、 共通のガイドラインや標準の作成に重点を置いた様々なイニシアティブを推進し、それらに 取り組むことを約束する。データスペース・サポート・センター（DSSC）や Manufacturing-X のようなイニシアティブは、異なる産業分野間での相互運用可能なデータスペースの確立を支援する。さらに、Catena-X Association は、共通の技術的基盤、認証手順、テスト／セキュリティ要件の調整を目的とした Eclipse Tractus-X プロジェクトや Eclipse Dataspace Working Group（EDWG）などの技術的イニシアティブを推進する。

5.8.5 後方互換性

当初は、専用の同期リリース（第 6 章参照）を展開することで、データ空間を運用し、進化させることができる。当初は、専用の同期化されたリリース（第 6 章参照）で十分かもしれないが、何千ものパートナーを巻き込むという私たちの目標では、全体にわたって同じ技術コンポーネントを維持することは不可能である。この課題を克服するためには、専用コンポーネントのリリースとアップグレードを、ネットワーク接続とデータチェーンに混乱を引き起こすことなく、独立して実行できるようにしなければならない。

8.6 制裁

GoLive の後、Catena-X のデータスペースは参加者と複雑さを増すだろう。その結果、すべての参加者が確立された規則、規制、標準を遵守することがますます重要になってくる。今後、データ管理、プライバシー、セキュリティの文脈の中で、有害、違法、非倫理的とみなされる行為や行動に従事する個人、組織、団体に対して、制限や罰則を課す概念が評価され、開発されることになる。このような制裁は、コンプライアンスに反する行動を抑止、是正、または罰することで、データの完全性を守り、個人の権利を保護し、データ・エコシステムの信頼と信用を維持することを目的としている。

5.9 用語集

AAS	Asset Administration Shell
AP	Advisory Provider
API	Application Programming Interfaces
BAP	Business Application Provider
BPN (BPNL, BPNA, BPNS)	Business Partner Number (Legal Entities, Addresses, Sites)
CAB	Conformity Assessment Body
CAC	Conformity Assessment Criteria
COTS	Commercial-off-the-Shelf (Software)
CSP-A	Core Service Provider A
CSP-B	Core Service Provider B
cxOS	Catena-X Operating System
DAPS	Dynamic Attribute Provisioning Service
DDTR	Decentralized Digital Twin Registry
DSSC	Data Space Support Center
EDC	Eclipse Data Space Components
EDWG	Eclipse Data Space Working Group
ETL	Extract, Transform, Load (Process)
GXDCH	Gaia-X Digital Clearing House
IAM	Identity and Access Management
IDSA	International Data Spaces Association
IRS	Item Relationship Service
MIW	Managed Identity Wallet
PCF	Product Carbon Footprint
RfT	Request for Tender
SaaS	Software-as-a-Service
SSI	Self-Sovereign Identity
TRG	Tractus-X Release Guideline
OSP	Onboarding Service Provider
VC	Verifiable Credential
VP	Verifiable Presentation

表 19：用語集

（出所：Catena-X CX_Operating_Modelv2.1）

【TF2】産業データ連携のユースケース検討および仮説検証

本章においては TF2：産業データ連携ユースケース検討および仮説構築についての検討結果について下記する。

1. タスクフォースのメンバーと検討内容

上記の産業データ連携のユースケース検討および仮説検証タスクフォース（タスクフォース２）の構成メンバーとしては下記の通りである。製造業ユーザー視点、プラットフォーム視点、俯瞰としてのコンサルティング視点のそれぞれの視点から多様なディスカッションを行えるチーム構成とした。

- 主査：入江 直彦（日立製作所）
- タスクフォース２参加メンバー
  - 【製造業ユーザー企業】パナソニックオペレーショナエクセレンス、三菱重工業、東芝、IHI、日立製作所、旭化成、川崎重工業、ファナック
  - 【プラットフォーム・ソリューション企業】NTT コミュニケーションズ、シーメンス、富士通
  - 【コンサルティング・コンソーシアム】アビームコンサルティング、野村総合研究所、JEITA（一般社団法人電子情報技術産業協会）、RRI（ロボット革命イニシアティブ協議会）、日立コンサルティング、住商アビーム自動車研究所
  - 【省庁】経済産業省

当該タスクフォースの成果物・検討内容としては、産業データ連携に向けた下記３点である。

① 企業間に跨る共通ゴールの整理
② データ連携に対する懸念点の整理
③ 上記を勘案したユースケースの抽出

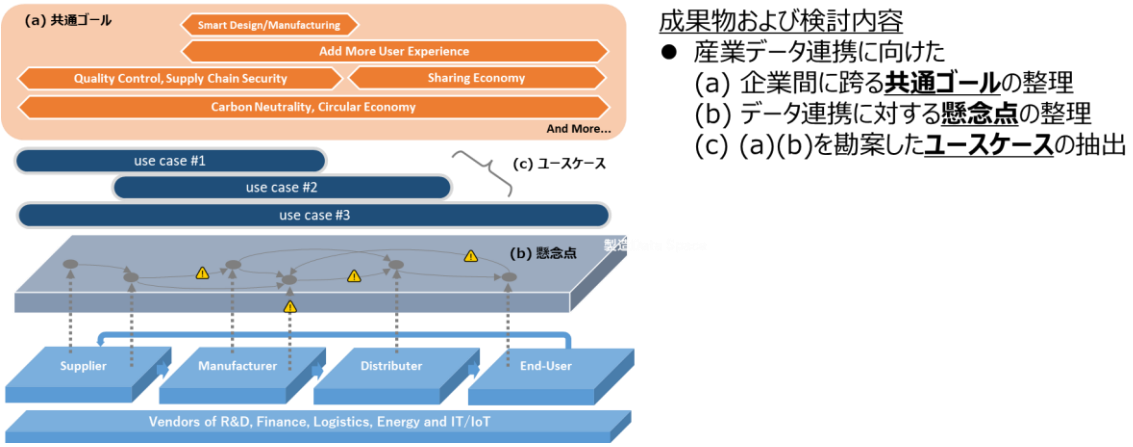


図 99：タスクフォース２の推進体制と検討内容

（出所：RRI 検討資料）

2. 検討プロセスと議論のスケジュール

本タスクフォースにおける検討スケジュールとしては以下の通りである。下記の４つの段階ごとに、アイデアを広げる発散と、まとめあげる収束を繰り返すことで議論を行っている。以下、それぞれの検討アプローチに沿って議論結果を記述する。

① 共通ゴール検討（データ連携で目指すゴールのグルーピング）
② 懸念点整理（データ連携の実現に向けた懸念点の整理）
③ ユースケース抽出（具体でのユースケースを抽出。テーマの概要や社会・環境価値、企業の利益、ステークホルダ、実現時期、懸念事項、必要なデータなどを明確化）
④ ドキュメント化・整理（検討内容を報告書・ドキュメントの形に再整理）

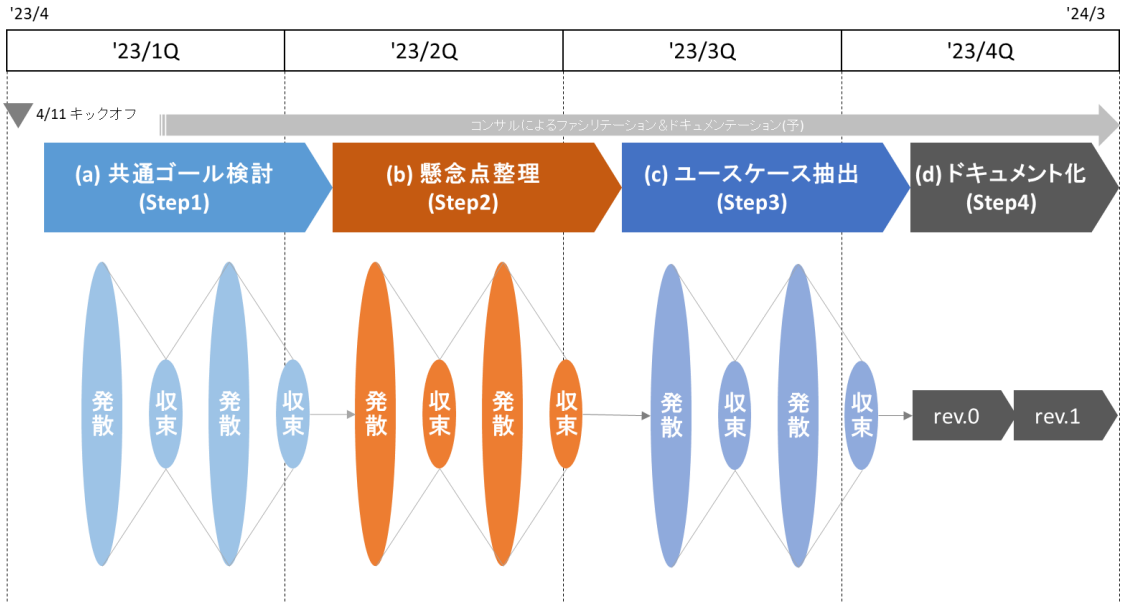


図 100：タスクフォース 2 検討スケジュール

（出所：RRI 検討資料）

3. 【議論結果①】共通ゴール検討

まず議論①として、データ連携を通じて目指すべき価値を検討するにあたり「共通ゴール」の検討を行った。データ連携自体は経営アクションにおけるあくまで「手段」であり、データ連携を通じて何を実現したいのかのゴールがより重要となる。そのゴールを関係者間で共有することにより、データ連携がより進みやすくなる。

議論のプロセスとしては、まず具体的なユースケース素案をメンバー間で検討し（3.1）、

その上で具体的なユースケース素案におけるデータ連携のゴールをグルーピングし抽出（3.2）する形でデータ連携における共通ゴールの特定を図った。

3.1　ユースケース素案の検討

上記の通り共通ゴールを導出するにあたり、タスクフォースメンバーの具体の問題意識をもとにユースケース素案の検討を行っている。ここで「素案」と記載している背景として、このセクションで検討した事例は後段でそれらの価値を束ねた価値グループとしてのユースケースを抽出すためのブレーンストーミングの結果と位置づけられている点が挙げられる。そのため、議論結果③で抽出している価値のグループとしてのデータ連携例が「ユースケース」、議論結果①でブレーンストーミングの中で抽出した用途アイデアを「ユースケース素案」と書き分けたい。下記・下表が、本プロセスにおいて洗い出した 16 のユースケース素案である。それぞれのユースケース素案の詳細については Appendix を参照されたい。

データ連携のユースケース素案

- 【＃１】製造物の ESG 品質スコアリング
  - 製品に印字された国際標準デジタル製品 ID をスマホアプリで読むと、ESG に関係する情報が指定言語で表示され、SDGs 達成レベルを確認できる。
- 【＃２】サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携
  - SC 全体でのカーボン排出量把握のためのソリューションの社会実装とそのための技術仕様の策定。
- 【＃３】原料調達の倫理スコア可視化
  - 原料の採取・採掘国や地域、事業者の労務データを開示することで、倫理的に問題のある原料の流通を可視化し、消費者の購入行動の際の選別を図る。
- 【＃４】含有化学物質情報伝達
  - 製品に含有する化学物質を効率的に把握・管理し、その情報をお客様に提供することで、国際的な化学物質規制に対応し、環境に配慮したモノづくりを支援。
- 【＃５】製品含有化学物質の企業間情報共有
  - 製品に含有する化学物質を効率的に把握・管理し、その情報をお客様に提供することで、国際的な化学物質規制に対応し、安全・安心に配慮した製造を支援。
- 【＃６】航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン
  - CN 情報、リサイクル情報、製品構成品の安全性やサイバーセキュリティ関連情報のトレサビ確保で、航空宇宙輸送事業における安全・安心に貢献。
- 【＃７】製造物品質トレサビ
  - 製造時における品質情報を企業間で共有。部品から最終製品に至るまでの品質を

担保し、エンドユーザーに対する製品品質への安心感を生む。

- 【＃８】脆弱性情報の共有
  - 製品の製造やサービスの提供において、末端の機器を含み包括的に脆弱性情報を共有できる仕組みにより、セキュアな社会の実現に貢献。
- 【＃９】電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化
  - 電力の需給情報の共有により、需給のギャップや系統からの要請に対応し、計画的な蓄電池の敷設や再生可能エネルギーの活用を推進。
- 【＃１０】物流の効率化と CO2 排出削減，業界課題対応
  - 物流リソース使用に関する需給情報の共有により、需給ギャップを業界として管理/調整することで、業界としてのサービス安定化および負荷分散調整を図る。
- 【＃１１】BCP 対応　生産・調達余力共有
  - 各製造業が生産余力や調達余力を共有することで、企業における BCP 対応強化と、生活必要物質の安定供給といった社会価値向上に貢献する。
- 【＃１２】製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減
  - 製品製造・利用・メンテナンスの情報を SC で循環することで、製品寿命の延長、シェアリング率を高め、環境負荷低減と循環経済の成長を図る。
- 【＃１３】データスペースの国際相互接続
  - 日本のグローバル製造業が欧州市場から締め出されることを防ぐため、基盤の仕様策定や構築を最速で進め、製造業各社及び日本の競争力向上や SDGs に資するユースケースの探索やアプリケーションの開発に注力する。
- 【＃１４】蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化
  - 生産財、機械・電気品としての蓄電池を対象に、イノベーションを加速化。
- 【＃１５】協調と競争のビジネスモデル設計
  - 自社データを提供し、ステークホルダ間で共有・連携することで、環境負荷低減を目指し、他社・自社双方がメリットを享受できる仕組みの構築。
- 【＃１６】データ循環によるエコデザイン活性化
  - 製品と情報がセットで循環することで、エコデザイン製品の市場価値を活性化し、環境負荷低減と経済成長を両立する。

#	ユースケース素案	概要	ステークホルダー間で共有すべき情報の対象	
			製品	企業
1	製造物のESG品質スコアリング	製品に印字された国際標準デジタル製品IDをスマホアプリで読むと、ESGに関係する情報が指定言語で表示され、SDGs達成レベルを確認できる。	仕入先と製造者の法人ID・工場ID・住所コード、法人登記証書、原材料、リサイクル原料使用率、CO2排出量、品質保証書、取り扱い説明書、フェアトレード証明書、製造年月日、製品ロット番号	–
2	サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携	SC全体でのカーボン排出量把握のためのソリューションの社会実装とそのための技術仕様の策定。	データ算出メソッドに基づいたデータ交換のためのデータ項目・フォーマット・API(技術仕様)、製品CFP	–
3	原料調達の倫理スコア可視化	原料の採取・採掘国や地域、事業者の労務データを開示することで、倫理的に問題のある原料の流通を可視化し、消費者の購入行動の際の選別を図る。	原料採取・採掘事業者の所在地/従業員年齢/健康状態/環境安全対策/労災実績、物流や卸業者の1日あたり労働時間/休憩・休暇取得状況/健康状態	–
4	含有化学物質情報伝達	製品に含有する化学物質を効率的に把握・管理し、その情報をお客様に提供することで、国際的な化学物質規制に対応し、環境に配慮したモノづくりを支援。	自社製品に含まれる規制物質の種類と含有率/濃度、不使用不含有証明書(代替手段)	–
5	製品含有化学物質の企業間情報共有	製品に含有する化学物質を効率的に把握・管理し、その情報をお客様に提供することで、国際的な化学物質規制に対応し、安全・安心に配慮した製造を支援。	自社製品に含まれる規制物質の種類と含有率/濃度	–
6	航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン	CN情報、リサイクル情報、製品構成品の安全性やサイバーセキュリティ関連情報のトレサビ確保で、航空宇宙輸送事業における安全・安心に貢献。	エネルギ使用量、CO2排出量、有毒物質含有量、不適合情報、脆弱性情報、製品BOM、ソフトウェアBOM	コンプライアンス
7	製造物品質トレサビ	製造時における品質情報を企業間で共有。部品から最終製品に至るまでの品質を担保し、エンドユーザに対する製品品質への安心感を生む。	HW、SWを含む製品製造/検査時のデータ(特にSWについてはOSSなどの情報も付加)	–
8	脆弱性情報の共有	製品の製造やサービスの提供において、末端の機器を含み包括的に脆弱性情報を共有できる仕組みにより、セキュアな社会の実現に貢献。	脆弱性の対象(SW/HW/サービスなど)、脆弱性の詳細(CVEなど)、脆弱性の状態(影響なし、影響有、対応済、調査中など)	–
9	電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化	電力の需給情報の共有により、需給のギャップや系統からの要請に対応し、計画的な蓄電池の敷設や再生可能エネルギーの活用を推進。	–	直近のエネルギー使用量(計画ベース)、蓄電池の稼働履歴(運用保守のため)、電力のロス状況
10	物流の効率化とCO2排出削減，業界課題対応	物流リソース使用に関する需給情報の共有により、需給ギャップを業界として管理/調整することで、業界としてのサービス安定化および負荷分散調整を図る。	–	物流依頼情報、物流実態情報(手段、内容物、From-To、現在地、到着日時)
11	BCP対応 生産・調達余力共有	各製造業が生産余力や調達余力を共有することで、企業におけるBCP対応強化と、生活必要物資の安定供給といった社会価値向上に貢献する。	–	各工場における生産余力、部品在庫情報、物流可否情報
12	製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減	製品製造・利用・メンテナンスの情報SCで循環することで、製品寿命の延長、シェアリング率を高め、環境負荷低減と循環経済の成長を図る。	製品情報(カテゴリ、販売価格、平均寿命など)、製品利用情報(稼働時間、故障情報、カスタマープリファレンスなど)、メンテナンス・再利用情報(メンテナンス頻度、レンタル・シェアリング頻度、引き取り価格など)	–
13	データスペースの国際相互接続	日本のグローバル製造業が欧州市場から締め出されることを防ぐため、基盤の仕様策定や構築を最速で進め、製造業各社及び日本の競争力向上やSDGsに資するユースケースの探索やアプリケーションの開発に注力する。	–	–
14	蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化	生産財、機械・電気品としての蓄電池を対象に、イノベーションを加速化。	循環までを捉え、問題を見つけて改善していくために必要なKGI、KPI	–
15	協調と競争のビジネスモデル設計	自社データを提供し、ステークホルダ間で共有・連携することで、環境負荷低減を目指し、他社・自社双方がメリットを享受できる仕組みの構築。	素材構成(成分)、部材CFP、製品CFP	製造LT
16	データ循環によるエコデザイン活性化	製品と情報がセットで循環することで、エコデザイン製品の市場価値を活性化し、環境負荷低減と経済成長を両立する。	材料CFP、部品CFP、再生材利用率、製品CFP、LCA、修理記録、再生材CFP、再生材照明	企業GHG、サステナビリティレポート、エコ認証、再生支援情報、供給量見直し

表 20：ユースケース素案

（出所：RRI 検討資料）

3.2 共通ゴールのグルーピング

上記 3.1 にて抽出したユースケース素案から、それらの事例における関係者のゴールの抽出を行った。データ連携のユースケースとしては、脱炭素や、生産性向上などの特定のゴールのみに沿った取り組みとは限らない。例えば、カーボンフットプリントの CO2 データ連携を通じて「脱炭素」等の社会的な価値を創出するゴールとともに、「製品の競争力の強化」や「企業の社会的責任の遂行」、それらを通じた「企業価値の向上」などの企業価値を創出するなど複数のゴールを持った横断的な取り組みになることが多いと考える。こうしたことから、大きく（１）企業価値、（２）社会・環境価値の方向性で構成される構造でデータ連携のゴールを捉えたい。各事例におけるゴールを整理したものが下図であり、そこから下表のデータ連携におけるゴール項目が抽出された。

#	ユースケース素案	社会・環境価値					企業価値				
		脱炭素	循環社会	安全・安心レジリエント	国際連携・協調	ヒトに優しい社会	生産性向上コスト削減	製品競争力維持・向上	企業時価総額向上	企業の社会的責任を果たす	新規市場を創生する
1	製造物のESG品質スコアリング	●	●		●	●		●	●	●	
2	サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携	●							●		
3	電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化	●		●				●			
4	製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減	●	●	●					●	●	●
5	物流の効率化とCO2排出削減，業界課題対応	●				●	●			●	
6	データスペースの国際相互接続	●						●			
7	蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化	●	●								●
8	原料調達の倫理スコア可視化			●	●	●			●	●	
9	含有化学物質情報伝達			●		●				●	
10	航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン		●	●	●		●	●			
11	協調と競争のビジネスモデル設計	●	●				●	●			
12	データ循環によるエコデザイン活性化	●	●		●	●	●	●		●	●
13	BCP対応　生産・調達余力共有			●			●				
14	製造物品質トレサビ			●				●			
15	脆弱性情報の共有			●			●			●	

表 21：ユースケース素案の共通ゴールプロット

（出所：RRI 検討資料）

価値の方向性	具体共通ゴール
（1）企業価値	●生産性向上・コスト削減
	●製品競争力維持・強化
	●企業時価総額向上
	●企業の社会的責任を果たす
	●新規市場を創出する
（2）社会・環境価値	●脱炭素（温暖化防止）
	●循環社会（限りある資源有効活用）
	●安心・安全／レジリエントな社会
	●国際連携・協調
	●ヒトに優しい社会

表 22：データ連携における共通ゴール項目

（出所：RRI 検討資料）

3.3 実行を要求する主体・効果が現れる時期

加えて、上記の共通ゴールの議論を踏まえて、データ連携ユースケース素案における実行を要求する主体や、効果が現れる時期の検討を行った。上記の共通ゴールのうち、（2）社会・環境価値についてはステークホルダー共通で理解や合意が得られやすい一方で、（1）企業価値については誰がそのデータ連携の動きを主導するのかの視点が重要で

あるためである。実行を要求する主体としては下記等が存在する。

［実行を要求する主体］
●国際社会条約
●日本政府法令
●株主・投資家
●直接顧客
●最終顧客
●従業員
●自社の経営幹部
●他のサービサー

また、上記の企業価値について短期・中期・長期のどの時間軸で創出することを目指すべきかが重要となるため、ユースケース素案における効果が現れる時期についても検討を行った。各ユースケース素案における実行を要求する主体・効果が現れる時期の検討結果が下表である。

#	ユースケース素案	実行を要求する人								効果が現れる時期（●）、恩恵を享受する期間（○）				
		国際社会条約	日本政府法令	株主投資家	直接顧客	最終顧客	従業員	自社の経営幹部	他のサービサ	1年以内	1～5年	5～10年	10年以上	100年以上
1	製造物のESG品質スコアリング	●		●	●	●						●	○	○
2	サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携	●			●			●			●			
3	電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化		●					●	●		●	○	○	○
4	製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減	●	●			●			●			●		
5	物流の効率化とCO2排出削減，業界課題対応				●			●	●			●		
6	データスペースの国際相互接続	●			●							●		
7	蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化	● 国際標準	● 競争法	● 成長性	●	●	● 自己実現	● 成長性	●			●	○	○
8	原料調達の倫理スコア可視化	●	●	●	●	●						○	○	
9	含有化学物質情報伝達	●	●		●						●			
10	航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン	● 国際標準/規制	● 各種規制		●							●		
11	協調と競争のビジネスモデル設計					●			●			●		
12	データ循環によるエコデザイン活性化	●	（●）	●	●	●		●	●			●		○
13	BCP対応　生産・調達余力共有				●			●				●	○	
14	製造物品質トレサビ				●			●				●	○	
15	脆弱性情報の許攸		●		●	●		●	●	●			○	○

表 23：ユースケース素案の実行要求主体・実現時期

（出所：RRI 検討資料）

4. 【議論結果②】データ連携における主体・懸念点整理

続いてデータ連携における懸念点の整理を行った。上記 3.1 においてブレーンストーミングで抽出された具体ユースケース素案の事例をもとに、共有されるデータや、データ共有の対象（相手）の観点を洗い出した上で懸念点の分析を行っている。

4.2 共有されるデータの検討

まず、データ連携ユースケース素案において共有されるデータの検討結果が下表の通りである。共有されるデータは、基本情報、製品情報、企業データに大分される。

- 基本情報
  - 法人 ID、工場 ID、登記情報等
- 製品情報
  - 製品情報（製造年月日、ロット番号等)、製品情報（カテゴリ、価格、平均寿命)、原材料情報（リサイクル率、CFP 含む)、製品構成情報（BOM)、規制物質情報、製品単位 CO2 排出量、品質情報（脆弱性情報含む)、フェアトレード情報、原料採取・物流における労働者状況、製品利用状況（稼働時間、故障情報等)、製品保守情報 等
- 企業データ
  - 企業 GHG 排出量、企業エネルギー消費量、蓄電池使用状況、物流依頼・実態情報、企業生産余力・在庫情報

#	ユースケース素案	基本情報	製品情報											企業データ				
		法人ID 工場ID 登記情報 等	製品情報 (製造年月日、ロット番号等)	製品情報 (カテゴリ、価格、平均寿命)	原材料情報 (リサイクル率、CFP含む)	製品構成情報 (BOM)	規制物質情報	製品単位CO2排出量	品質情報 (脆弱性情報含)	フェアトレード情報	原料採取、物流における労働者状況	製品利用状況 (稼働時間、故障情報、等)	製品保守情報	企業GHG排出量	企業エネルギー消費量	蓄電池使用状況	物流依頼・実態情報	企業生産余力在庫情報
1	製造物のESG品質スコアリング	●	●		●		●	●	●	●								
2	サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携	●	●					●						●				
3	電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化														●	●		
4	製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減			●								●	●					
5	物流の効率化とCO2排出削減，業界課題対応	●															●	
6	データスペースの国際相互接続																	
7	蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化					●						●	●					
8	原料調達の倫理スコア可視化										●							
9	含有化学物質情報伝達						●											
10	航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン					●	●	●	●									
11	協調と競争のビジネスモデル設計			●	●			●										
12	データ循環によるエコデザイン活性化	●	●		●		●	●				●	●	●				
13	BCP対応　生産・調達余力共有																●	●
14	製造物品質トレサビ					●			●									
15	脆弱性情報の共有								●									
16	製品含有化学物質の企業間情報共有						●											

表 24：共有されるデータの検討

（出所：RRI 検討資料）

4.3 データ共有の対象（相手）

続いてデータ連携ユースケース素案におけるデータ共有（相手）の対象の検討結果が下表の通りである。データ共有を実施する対象としては、メーカー、メーカー支援、ユーザー、アフターサービス、省庁・認証機関に大分される。

- ■ メーカー
  - ➢ 原料メーカー、部品メーカー（H/W・S/W）、最終製品メーカー
- ■ メーカー支援
  - ➢ 製品装置ベンダー、物流事業者、販売者、レンタル事業者
- ■ ユーザー
  - ➢ 製品購入者
- ■ アフターサービス
  - ➢ 保守事業者、回収・リサイクル事業者、エネルギー事業者、ソリューション事業者・サービサー
- ■ 省庁・認証機関
  - ➢ 規制当局、ルール作成機関（データ算出・流通）、認証機関

●：データ送付側、▲：データ受領側

#	ユースケース素案	メーカ			メーカ支援			ユーザ	アフター、サービス				省庁、認証機関		
		原料メーカ	部品メーカ(HW,SW)	製品製造メーカ	製造装置ベンダ	物流事業者	販売者レンタル事業者	製品購入者	保守事業者	回収、リサイクル事業者	エネルギー事業者	ソリューション事業者サービサー	規制当局	ルール作成機関（データ算出、流通）	認証機関
1	製造物のESG品質スコアリング	●	▲●	▲●	●	▲●	▲●	▲		▲●	▲●		▲		
2	サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携	●	▲●	▲●		▲●	▲					▲●		▲	
3	電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化			▲●							▲●		▲		
4	製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減		▲●	▲●		▲●		▲●	▲●			▲	▲		
5	物流の効率化とCO2排出削減，業界課題対応	▲●	▲●	▲●		▲●							▲		▲
6	データスペースの国際相互接続	▲●	▲●	▲●								▲●	▲●	▲●	
7	蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化		▲●	▲●				▲●	▲●	▲●					
8	原料調達の倫理スコア可視化	●		▲●		●	▲●	▲				▲	▲		
9	含有化学物質情報伝達	●	▲●	▲●			▲●	▲					▲		▲
10	航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン		▲●	▲●									▲		
11	協調と競争のビジネスモデル設計	▲●	▲●	▲●				▲	▲●	▲●					
12	データ循環によるエコデザイン活性化	▲●	▲●	▲●					▲●	▲●				▲●	
13	BCP対応 生産・調達余力共有		▲●	▲●		▲●							▲		
14	製造物品質トレサビ	●	▲●	▲●				▲					▲		
15	脆弱性情報の共有		▲●	▲●				▲				▲●	▲		▲●
16	製品含有化学物質の企業間情報共有	●	▲●	▲●				▲		▲●		▲	▲●		▲

表 25：データ共有の対象（相手）

（出所：RRI 検討資料）

4.4 データ連携にあたっての懸念点

続いてデータ連携ユースケース素案におけるデータ共有にあたっての懸念点の検討結果が下表の通りである。データ共有にあたっての懸念点としては、データ送付側、データスペース運営・管理、データ利用者側に大分される。

- ■ データ送付側
  - ➢ 社外データ収集
  - ➢ 社内素データ収集
  - ➢ 算出ルール策定・準拠
  - ➢ 標準フォーマット策定・準拠
  - ➢ モノとデータの紐づけ（粒度・開示範囲）
  - ➢ データの真正性・保証
  - ➢ 使用時データ付加・利用者保護
  - ➢ 情報システムセキュリティ
  - ➢ データスペース対応コスト・インセンティブ
  - ➢ ルール理解、データ作成等対応の資金・工数
- ■ データスペース運営・管理
  - ➢ データスペース参加登録・認証（企業 ID 管理含）
  - ➢ 政府保証のトラストアンカー

- ➢ データ授受相手識別
- ➢ データモデル策定・管理
- ➢ データカタログ管理、探索機能提供
- ➢ データ来歴、アクセス履歴管理
- ➢ データ送付側廃棄時のリスク対策
- ➢ データ改ざん、盗聴防止
- ➢ 海外との相互接続

■ データ利用者側

- ➢ サービス設計
- ➢ データ不正利用防止
- ➢ 標準フォーマット対応アプリ開発
- ➢ 情報システムセキュリティ
- ➢ 関係省庁への開示

#	ユースケース素案	データ送付側										データスペース運営・管理									データ利用側				
		社外データ収集	社内蓄データ収集	算出ルール策定・準拠	標準フォーマット策定・準拠	モノデータの紐づけ（粒度含）（開示範囲）	データ真正性保証	使用時データ付加＆利用者保護	情報システムセキュリティ	データスペース対応コスト、インセンティブ	ルール理解データ作成等対応の資金、工数	データスペース参加管理、認証（企業ID管理含）	政府保証のトラストアンカー	データ授受相手選別	データモデル策定・管理	データカタログ管理探索機能提供	データ来歴アクセス履歴管理	データ送付側廃棄時のリスク対策	データ改竄、盗難防止	海外との相互接続	サービス設計	データ不正利用防止	標準フォーマット対応アプリ開発	情報システムセキュリティ	関係省庁への開示
1	製造物のESG品質スコアリング		••	•	••		••		•			•	••	•	•	•	•		•	••		•	•		
2	サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携						•		•	•												•			
3	電力需給＋蓄電池稼働による再生可能エネ使用最大化			•		•		•													•				
4	製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減				•	•																•			
5	物流の効率化とCO2排出削減、業界課題対応	•		•	•	••			•	•		•		•	•	•	•		•	•		•	•	•	
6	データスペースの国際相互接続																								
7	蓄電池の循環を軸にイノベーションの加速化			•				•																	
8	原料調達の倫理スコア可視化	•		•			•	•																	
9	含有化学物質情報伝達				•	•	•					•		•	•	•		•	•	•					
10	航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン		•	•	•	•	•	•	•					•	•	•	•	•	•	•		•			•
11	協調と競争のビジネスモデル設計																								
12	データ活用によるエコデザイン高性化	•	•	•	•	?	•		•			•		•				•		•	?	•		•	
13	BCP対応 生産・調達余力共有		•	•	•		•			•		•			•	•	•		•		•	•			•
14	製造物品質トレサビ		•	•	•		•			•				•	•	•	•	•	•	•		•			
15	脆弱性情報の共有				•																	•			
16	製品含有化学物質の企業間情報共有				•					•	••									•					

図 101：データ連携にあたっての懸念点検討結果

（出所：RRI 検討資料）

これらのデータ連携のユースケース素案をもとに抽出した懸念点を構造化したものが下図である。

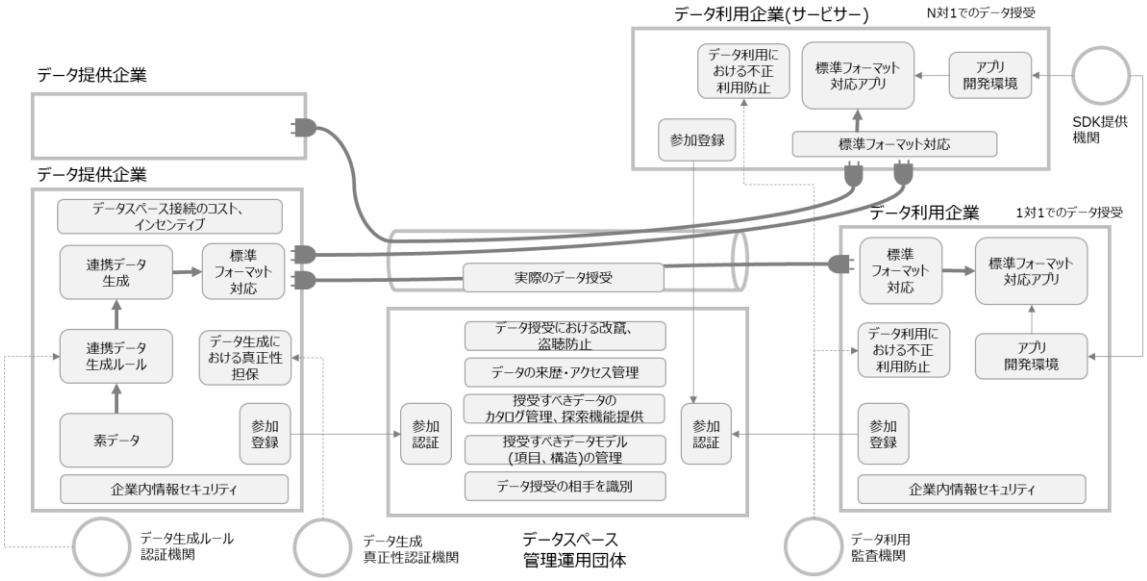
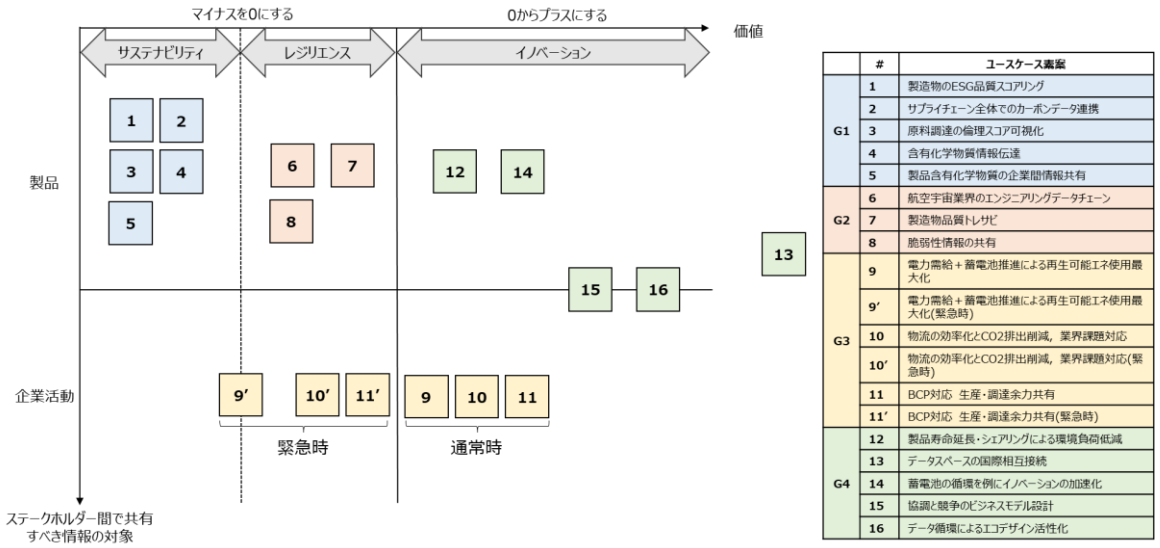


図 102：データ共有における懸念点の構造

（出所：RRI 検討資料）

5. 【議論結果③-1】ユースケース素案のグループ化によるユースケース抽出

続いて 16 の各具体ユースケース素案グループ化を行った。前章で抽出した個別のユースケース素案の共通項を捉え、より俯瞰的な観点で産業データ連携ユースケースから共通的な要件を抽出することが目的である。上記にあたり、縦軸にステークホルダで共有すべき情報の対象として製品、企業活動を取り、横軸に価値の軸で「マイナスを 0 にする」サステナビリティ・レジリエンス、「0 からプラスにする」イノベーションの目的軸で分類を行った。上記のマッピング結果が下表である。



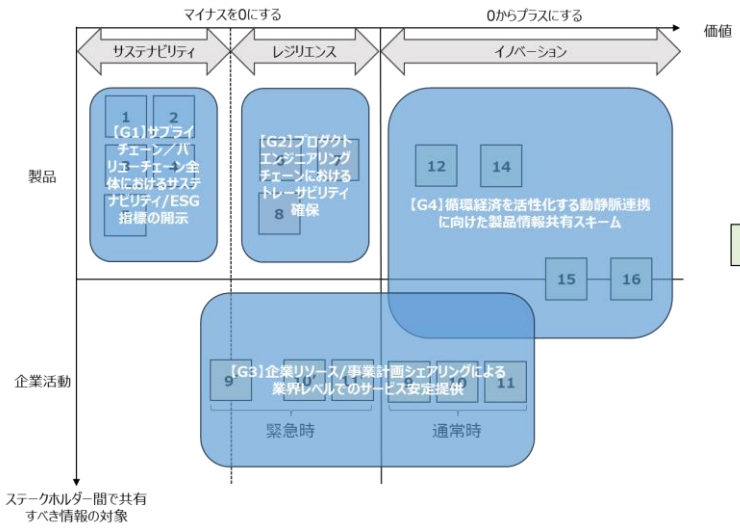
	#	ユースケース素案
G1	1	製造物のESG品質スコアリング
	2	サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携
	3	原料調達の倫理スコア可視化
	4	含有化学物質情報伝達
	5	製品含有化学物質の企業間情報共有
G2	6	航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン
	7	製造物品質トレサビ
	8	脆弱性情報の共有
G3	9	電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化
	9′	電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化(緊急時)
	10	物流の効率化とCO2排出削減，業界課題対応
	10′	物流の効率化とCO2排出削減，業界課題対応(緊急時)
	11	BCP対応 生産・調達余力共有
	11′	BCP対応 生産・調達余力共有(緊急時)
G4	12	製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減
	13	データスペースの国際相互接続
	14	蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化
	15	協調と競争のビジネスモデル設計
	16	データ循環によるエコデザイン活性化

図 103：具体ユースケース案のマッピング

（出所：RRI 検討資料）

上記のプロット結果をもとに具体ユースケース素案の共通項を抽出し、グループ化を行った結果が下図である。プロットと、グルーピングの結果として下記の 4 つのユースケースが抽出された。

- グループ 1 ：サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ/ESG 指標の開示
- グループ 2 ：プロダクトエンジニアリングチェーンにおけるトレーサビリティ確保
- グループ 3 ：企業リソース/事業計画シェアリングによる業界レベルでのサービス安定提供
- グループ 4 ：循環経済を活性化する動静脈連携に向けた製品情報共有スキーム



	#	ユースケース素案
G1	1	製造物のESG品質スコアリング
	2	サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携
	3	原料調達の倫理スコア可視化
	4	含有化学物質情報伝達
	5	製品含有化学物質の企業間情報共有
G2	6	航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン
	7	製造物品質トレサビ
	8	脆弱性情報の共有
G3	9	電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化
	9′	電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化(緊急時)
	10	物流の効率化とCO2排出削減，業界課題対応
	10′	物流の効率化とCO2排出削減，業界課題対応(緊急時)
	11	BCP対応 生産・調達余力共有
	11′	BCP対応 生産・調達余力共有(緊急時)
G4	12	製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減
	13	データスペースの国際相互接続
	14	蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化
	15	協調と競争のビジネスモデル設計
	16	データ循環によるエコデザイン活性化

図 104：ユースケース素案のマッピング

（出所：RRI 検討資料）

6. 【議論結果③-2】ユースケースの具体化

続いて、グループ化により抽出されたユースケースの概要や、社会的価値・環境価値、企業側のメリット、ドライブするステークホルダ、授受すべきデータ、データ共有における懸念事項等について具体化を行った。次章においては上記にて抽出した 4 つのユースケースについて詳述する。

6.1 ＜ユースケース①＞ サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ/ESG 指標の開示

6.1.1 ユースケースの概要

本ユースケースグループの概要は製造物のライフサイクル全体における持続可能性（サステナビリティ）や ESG 経営度（環境負荷・コンプライアンス・ガバナンス）の状況を計測・観測・審査・可視化し、その達成度合いをさまざまなステークホルダに数値（スコア）で開示するものである。

データ連携の対象としては下記の通りである。

- プロセス：原材料調達（採掘・栽培・飼育）や製造物の設計・調達・製造・販売・利用・リユース・リサイクル・廃棄といったサプライチェーン・バリューチェーンを構

成する全プロセス

- データ（環境負荷）：環境負荷については、温室効果ガスの排出量、特定化学物質の使用量、資源の消費量のデータ
- データ（コンプライアンス）：児童労働や賃金不払や紛争鉱物の使用の有無
- データ（ガバナンス）：法規や倫理やセキュリティを守るための業務プロセスや監査体制の有無および認証取得の有無

情報開示先となるステークホルダは、サプライチェーン/バリューチェーンを構成する全事業者、投資家/金融機関、利用者、市民、リサイクル事業者、各国政府が対象となる。

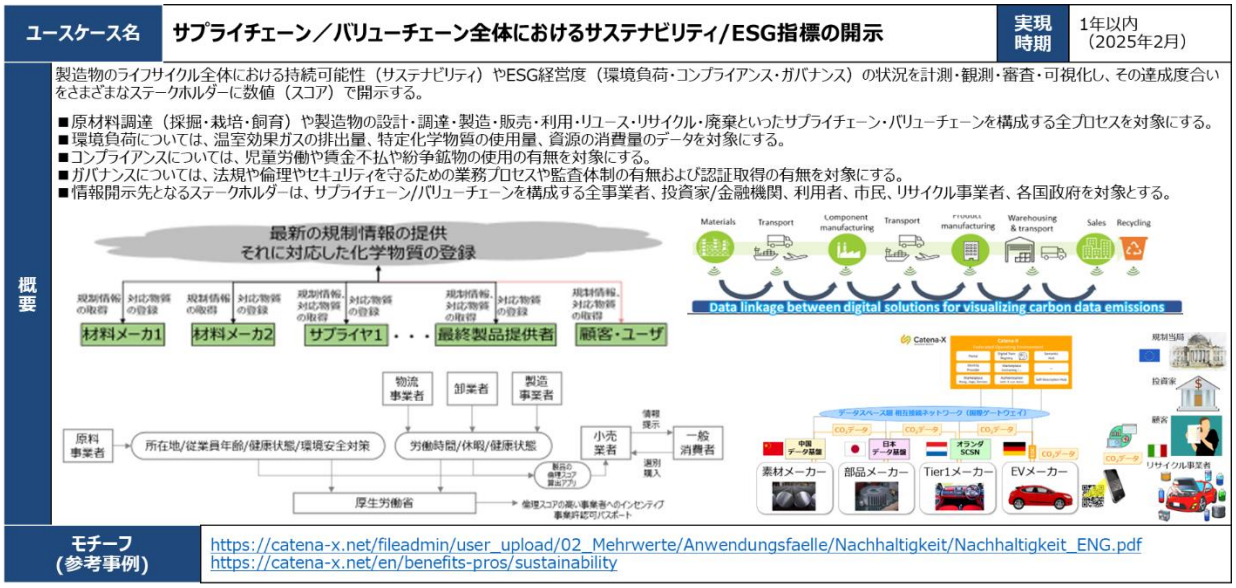


図 105：【ユースケースグループ#1】サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ／ESG 指標の開示

（出所：RRI 検討資料）



図 106：【ユースケースグループ#1：サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ/ESG 指標の開示】におけるソリューションイメージ①

（出所：RRI 検討資料）



図 107：【ユースケースグループ#1：サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ/ESG 指標の開示】におけるソリューションイメージ②

（出所：RRI 検討資料）

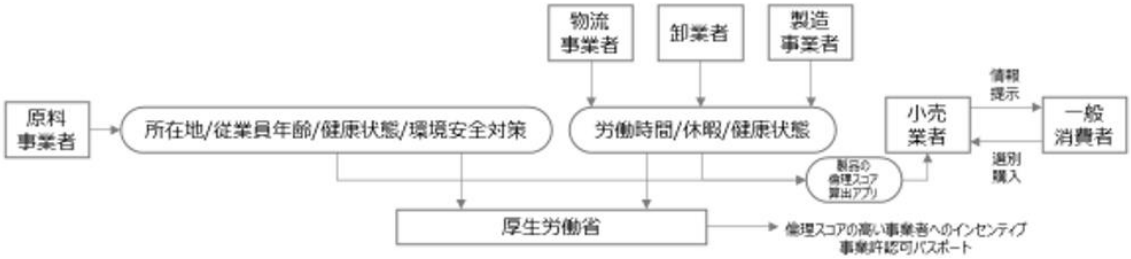


図 108：【ユースケースグループ#1：サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ/ESG 指標の開示】におけるソリューションイメージ③

（出所：RRI 検討資料）

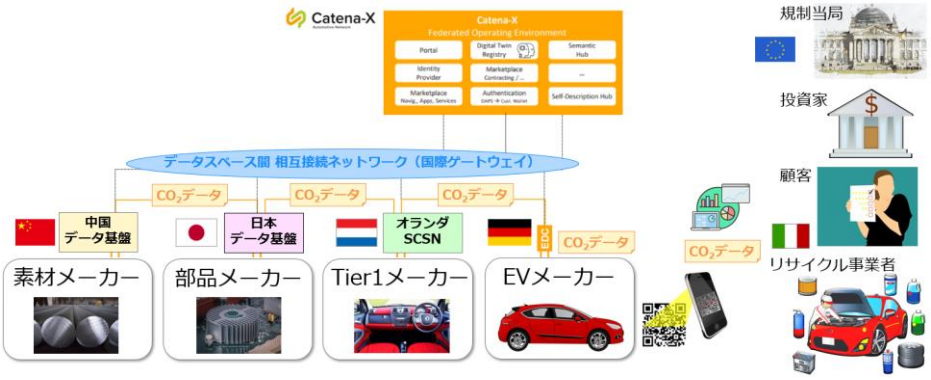


図 109：【ユースケースグループ#1：サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ/ESG 指標の開示】におけるソリューションイメージ④

（出所：RRI 検討資料）

6.1.2 社会価値・環境価値

本ユースケースグループにおける社会価値・環境としては下記の通りである。

- 脱炭素（温暖化防止）：ライフサイクル全体の CFP 値の公開が、CO2 削減インセンティブとなる
- 循環社会（限りある資源の有効活用）：ライフサイクル全体の資源廃棄量の公開が、リサイクルのインセンティブとなる
- 安全安心、レジリエントな社会：製造物に含まれる化学物質の公開が、危険物質削減のインセンティブとなる
- 人に優しい社会：各企業における雇用/労働情報の公開が、違法労働撲滅のインセンティブとなる

6.1.3 企業側のメリット

本ユースケースグループにおける企業側のメリットとしては下記の通りである。

- 製品競争力維持・向上
- 企業時価総額向上
- 企業の社会的責任を果たす
- 新規市場を創生する（再エネ産業、リユース・リサイクル産業、様々な条約、法令、規制等に対応可能なデータベース産業など）

6.1.4 ドライブするステークホルダ

本ユースケースグループをドライブするステークホルダとしては下記の通りである。

- 国際社会条約
- 日本政府法令
- 株主、投資家
- 直接顧客
- 最終顧客（特に先進的な顧客）
- ソリューション事業者

6.1.5 授受すべきデータ・データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項

本ユースケースグループにおける授受すべきデータ、データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項は下表の通りである。

授受すべきデータ	基本情報	法人ID、工場ID	データ授受に対する懸念・あい路事項	データ送付側	社内データ収集、社内素情報、ルール理解と算出ルール準拠、モノとデータの紐づけ、情報セキュリティシステム、データスペース対応コスト、資金
	製品情報	製品構成（BOM）情報、規制物質情報、製品単位CO2排出量、フェアトレード、手円了採取・物流における労働者情報			
	企業データ	企業GHG排出量、企業エネルギー消費量		データスペース運営・管理	データスペース参加登録・認証、政府保証のトラストアンカー、データ授受相手識別、データモデル管理、データ改ざん防止
データを授受するステークホルダー	メーカ	原料メーカー、部品メーカー、製品製造メーカー			
	メーカ支援	物流事業者、販売者、レンタル事業者、ソリューション事業者		データ利用側	データ不正利用防止、情報システムセキュリティ、関係省庁への開示
	ユーザ	製品購入者			
	アフターサービス	保守事業者、回収・リサイクル事業者、エネルギー事業者			
	省庁認証機関	規制当局			

表 26：【ユースケースグループ#1：サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ/ESG 指標の開示】における授受すべきデータ、データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項　（出所：RRI 検討資料）

5.4.5　参考事例

本ユースケースグループの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

- Catena-X 関連ドキュメント
  - https://catena-x.net/fileadmin/user_upload/02_Mehrwerte/Anwendungsfaelle/Nachhaltigkeit/Nachhaltigkeit_ENG.pdf
  - https://catena-x.net/en/benefits-pros/sustainability

6.2 ＜ユースケース②＞ プロダクトエンジニアリングチェーンにおけるトレーサビリティ確保

6.2.1 ユースケースグループの概要

部品レベルから最終製品に至るまでの HW/SW の安全性やサイバーセキュリティについてのトレーサビリティを担保するため，プログラムエンジニアリングチェーンにおける情報を企業間で共有する。共有された情報をライフサイクル全体で活用し，製品のエンドユーザーや製品を利用するサービサー/事業者などに安心・安全感を提供する。

4　対象となる情報の代表例：BOM/SBOM

5　エンジニアリングチェーン：設計、開発・試作、製造、保守保全までの設計を中心とした一連の業務プロセスのつながり

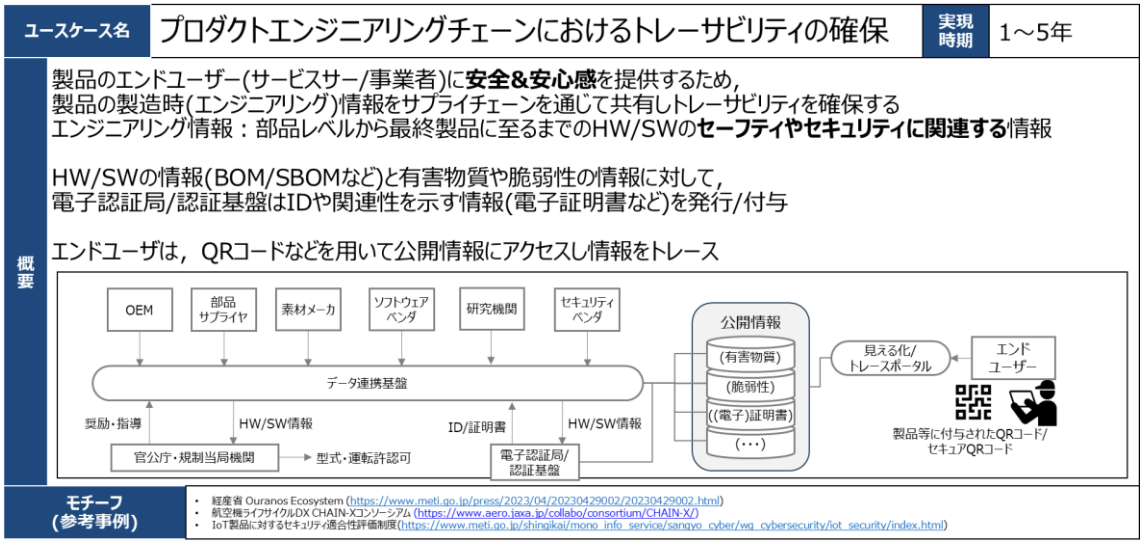


図 110：【ユースケースグループ 2】プロダクトエンジニアリングチェーンにおけるトレーサビリティ確保　（出所：RRI 検討資料）

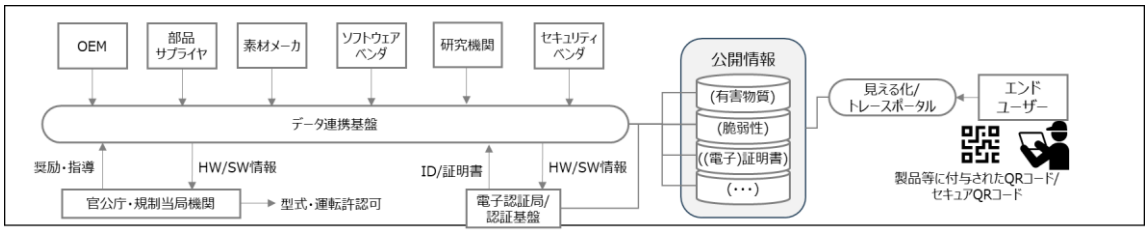


図 111：【ユースケースグループ 2：プロダクトエンジニアリングチェーンにおけるトレーサビリティ確保】におけるソリューションイメージ図（出所：RRI 検討資料）

6.2.2 社会価値・環境価値

本ユースケースグループにおける社会価値・環境としては下記の通りである。

- 安全・安心、レジリエントな社会：ライフサイクル全体を通じて、製品構成品の安全性やサイバーセキュリティ関連情報、カーボンニュートラル情報、リサイクル情報のトレーサビリティを確保することで、安全・安心に貢献
- 循環社会(限りある資源の有効利用)：安全・安心につながる設計情報の透明性、中古

部品など資源再利用性向上し、サーキュラー・エコノミー推進

- 国際連携・協調：取扱情報の共通化や透明性向上により、国別・OEM 別等の個別対応労力の軽減、国際間の参入障壁の軽減、グローバルサプライチェーンの強化、各国規制当局との連携強化

6.2.3 企業側のメリット

本ユースケースグループにおける企業側のメリットとしては下記の通りである。

- 生産性向上、コスト削減
- 製品競争力維持・向上
- 企業の社会的責任を果たす(規制への対応)

6.2.4 ドライブするステークホルダ

本ユースケースグループをドライブするステークホルダとしては下記の通りである。

- 国際条約，標準，規約，協定
- 日本政府法令
- 最終顧客(ex. OEM，製品利用者)
- 他のサービサー(ex. メンテナンスサービサー)

6.2.5 授受すべきデータ・データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項

本ユースケースグループにおける授受すべきデータ、データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項は下表の通りである。

授受すべきデータ	基本情報	法人ID、工場ID、登録情報等
	製品情報	製品構成情報(BOM/SBOM)、製品情報(製造年月日、ロット番号、カテゴリ、価格、平均寿命)、規制物質情報、品質情報(脆弱性情報含)、製品利用状況(稼働時間、故障情報等)、製品保守情報、規制コンプライアンス 原材料情報(リサイクル率)
	企業データ	企業生産余力、在庫情報、物流依頼・実態情報 蓄電池使用状況
データを授受するステークホルダー	メーカ	製品製造メーカー、部品メーカー(HW、SW)、原料メーカー
	メーカ支援	製造装置ベンダー、物流事業者、販売者、レンタル事業者
	ユーザ	製品購入者、リース業者
	アフターサービス	保守事業者、回収・リサイクル事業者、ソリューション事業者、サービサー
	省庁認証機関	規制当局、ルール作成機関(データ算出、流通)、認証機関

データ授受に対する懸念・あい路事項	データ送付側	社内データ収集、社内素データ収集、 算出ルール策定・準拠、 標準フォーマット策定・準拠、 モノとデータの紐づけ(粒度含)(開示範囲)、 データ真正性保証、 使用時データ付加＆利用者保護、 情報セキュリティシステム、 データスペース対応コスト・インセンティブ、 ルール理解データ作成等対応の資金・工数 データの相互運用性や品質の確保(single source of truth: SSOT)
	データスペース運営・管理	データスペース参加登録・認証(企業ID管理含)、 政府保証のトラストアンカー、 データ授受相手識別、 データモデル策定・管理、 データカタログ管理探索機能提供、 データ来歴・アクセス履歴管理、 データ送付側廃業時のリスク対策、 データ改ざん・盗聴防止、 海外との相互接続 情報共有基盤プラットフォームよっては認証・トラストアンカー枠組
	データ利用側	サービス設計、 データ不正利用防止、 標準フォーマット対応アプリ開発、 情報システムセキュリティ、 関係省庁への開示、 利用者メリット・インセンティブ、不正侵害対策・ペナルティ

表 27：【ユースケースグループ 2：プロダクトエンジニアリングチェーンにおけるトレーサビリティ確保】における授受すべきデータ、データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項（出所：RRI 検討資料）

6.2.6　参考事例

本ユースケースグループの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

- 経済産業省 Ouranos Ecosystem
  (https://www.meti.go.jp/press/2023/04/20230429002/20230429002.html)
- 航空機ライフサイクル DX CHAIN-X コンソーシアム
  (https://www.aero.jaxa.jp/collabo/consortium/CHAIN-X/)
- IoT 製品に対するセキュリティ適合性評価制度
  (https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/sangyo_cyber/wg_cybersecurity/iot_security/index.html)

6.3 ＜ユースケース③＞ 企業リソース/事業計画シェアリングによる業界レベルでのサービス安定提供

6.3.1 ユースケースグループの概要＜通常時＞

サービスを受容する側の各種事業者(企業・他)が、各社の事業計画に準じた需要計画(余力情報を含む)をデータスペースに提供し、サービスを供給する側の各種事業者(企業・団体・他)が、各社の事業計画に準じたサービス供給計画(リソース運用情報含む)をデータスペースに提供する。両情報からリソースアグリゲーターが需給のギャップを把握し、各分

野で需給ギャップを最小化する調整や施策を打つことで、業界としてのレジリエンスの向上を図る。

- 【業界例：電力分野】：系統内での需給のギャップや系統からの要請に対応するため、需要側の需要量調整(デマンドレスポンス)や供給側の出力制御、蓄電池の充放電制御を計画的に実施。また、将来の需給ギャップの傾向から計画的な蓄電池の敷設や再生可能エネルギーの活用を推進する。また、必要に応じて生産量の柔軟な調整も行う。

- 【業界例：物流分野】：物流リソース使用に関する需給情報の共有により、需給ギャップを業界として管理／調整することで、業界としてのサービス安定化および負荷分散調整を図る。

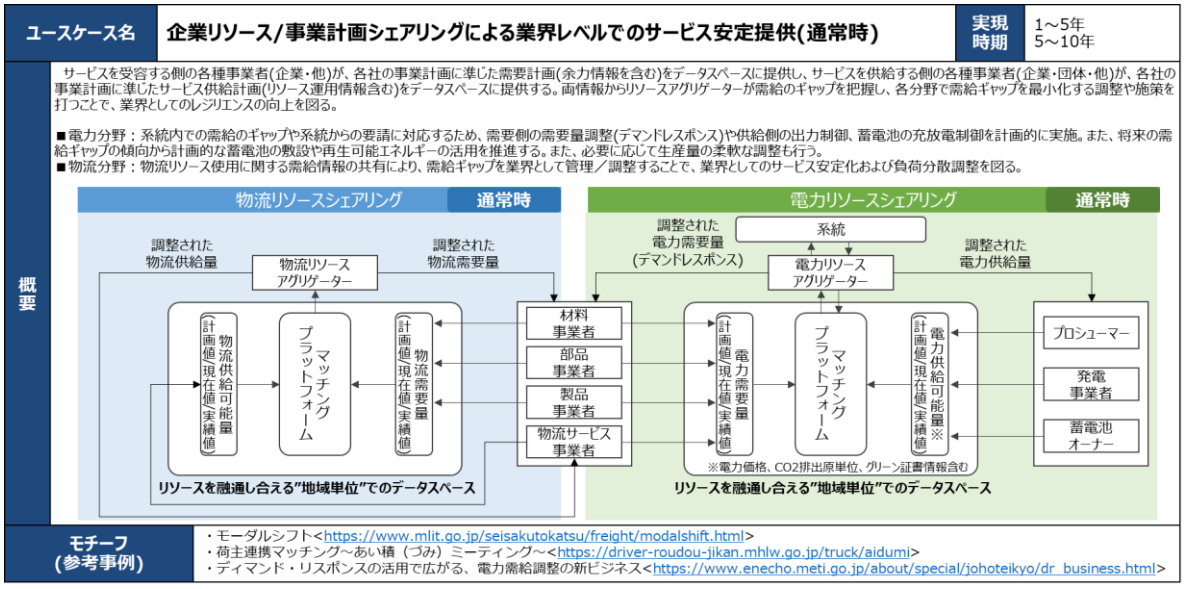


図 112：【ユースケースグループ 3】企業リソース／事業計画シェアリングによる業界レベルでのサービス安定提供（通常時）（出所：RRI 検討資料）

6.3.2 ユースケースグループの概要＜緊急時＞

サービスを受容する側の各種事業者(企業・他)が、各社の事業計画に準じた需要計画(余力情報を含む)をデータスペースに提供し、サービスを供給する側の各種事業者(企業・団体・他)が、各社の事業計画に準じたサービス供給計画(リソース運用情報含む)をデータスペースに提供する。両情報からリソースアグリゲーターが需給のギャップを把握しつつ、行政(経済産業省・国土交通省)が緊急時の適切な対応を促すことで、業界としてのレジリ

エンスの向上を図る。

- 【業界例：電力分野】大規模災害やパンデミックなどの緊急時に発生する需給のギャップに対応するため、需要側の需要量調整(デマンドレスポンス)や供給側の出力制御、蓄電池の充放電制御を計画的に実施。経済産業省への情報公開による、需給ギャップへの適切な対応を促す。

- 【業界例：物流分野】物流リソース使用に関する需給情報の共有により、大規模災害やパンデミックなどの緊急時に発生する需給ギャップを業界として管理/調整することで、業界としてのサービス安定化および負荷分散調整を図る。国土交通省への情報公開による、需給ギャップへの適切な対応を促す。

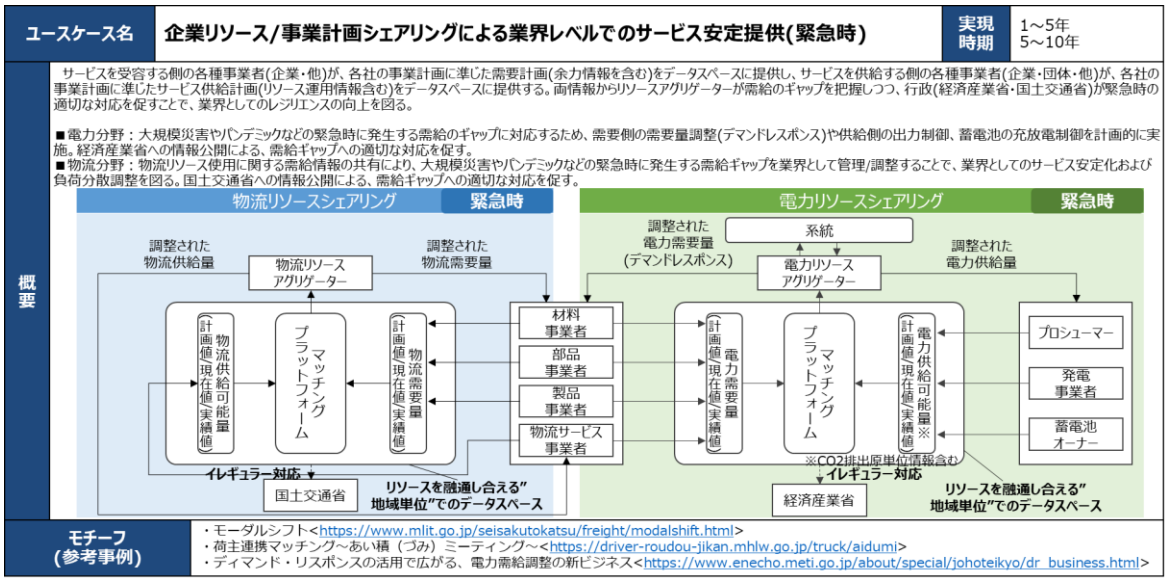


図 113：【ユースケースグループ 3】企業リソース／事業計画シェアリングによる業界レベルでのサービス安定提供（緊急時）（出所：RRI 検討資料）

6.3.3 社会価値・環境価値

本ユースケースグループにおける社会価値・環境としては下記の通りである。

- 脱炭素(温暖化防止)：業界でのリソース運用効率の改善および再生可能エネルギー使用比率拡大により、CO2 削減を行なう。
- 安全・安心、レジリエントな社会：各分野において需要差異を最小化する事により、サービスの安定化、価格変動の最小化、緊急時の柔軟対応を実現し、社会に対し、安全・安心でレジリエントなサービス提供を実現する。

- ヒトに優しい社会：業界としてリソース運用効率の改善を行なう事により、長時間労働問題の解決や、業界提供サービスレベルの均等化・安定化により、持続可能な地域・経済環境の構築を目指す。

6.3.4 企業側のメリット

本ユースケースグループにおける企業側のメリットとしては下記の通りである。

- コスト削減
- 製品競争力の向上(インシデントが起きてもサービス継続性がある)
- 企業の社会的責任を果たす　(業界課題への協調協力の思想変換が必要)
- 新規市場を創生する

6.3.5 ドライブするステークホルダ

本ユースケースグループをドライブするステークホルダとしては下記の通りである。

- 自社の経営幹部(どこまでレジリエンシーの重要性を経営幹部が理解・認識するか)
- 地域(地域を活性化するために、地方自治体あるいは地域の事業者)
- サービサー(地域のアグリゲーターなど)

6.3.6 授受すべきデータ・データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項

本ユースケースグループにおける授受すべきデータ、データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項は下表の通りである。

授受すべきデータ	基本情報	法人ID、工場ID、登録情報等
	製品情報	製品情報(製造年月日、ロット番号等)、製品情報(重さ、容量)
	企業データ	電力需要量(計画値/現在値/実績値) 、電力供給可能量(計画値/現在地/実績値)(CO2排出原単位含む)、蓄電池使用状況、電力価格、グリーン証書 物流依頼・実態情報(計画値/現在値/実績値)
データを授受するステークホルダー	メーカ	原料メーカー、部品メーカー(HW、SW)、製品製造メーカー
	メーカ支援	電力事業者(地域アグリゲーター) 物流事業者
	ユーザ	
	アフターサービス	
	省庁認証機関	通常時：RE認証機関 緊急時：国土交通省、経済産業省(地方局)

データ授受に対する懸念・あい路事項	データ送付側	社内データ収集、社内素データ収集、算出ルール策定・準拠、 標準フォーマット策定・準拠、モノとデータの紐づけ(粒度含)(開示範囲)、 データ真正性保証、情報セキュリティシステム、 データスペース対応コスト・インセンティブ
	データスペース運営・管理	データスペース参加登録、認証(企業ID管理含)、データ授受相手識別、 データモデル策定・管理、データカタログ管理・探索機能提供、 データ来歴・アクセス履歴管理、データ改ざん・盗聴防止
	データ利用側	サービス設計、データ不正利用防止、標準フォーマット対応アプリ開発、 情報システムセキュリティ 緊急時：関係省庁への開示

表 28：【ユースケースグループ 3：企業リソース／事業計画シェアリングによる業界レベルでのサービス安定提供】における授受すべきデータ、データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項（出所：RRI 検討資料）

6.3.7　参考事例

本ユースケースグループの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

・モーダルシフト：https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/modalshift.html>
・荷主連携マッチング～あい積（づみ）ミーティング：https://driver-roudou-jikan.mhlw.go.jp/truck/aidumi
・ディマンド・リスポンスの活用で広がる、電力需給調整の新ビジネス：https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/dr_business.html

6.4 ＜ユースケース④＞ 循環経済を活性化する動静脈連携に向けた製品情報共有スキーム

6.4.1 ユースケースグループの概要

静脈産業の生産性を向上する製品情報の開示（部品毎の材料種・含有量、解体方法、など)、情報開示レベルに応じた循環経済への貢献度を指標化して評価する仕組みの導入

6.4.2 ユースケースの背景／

- CO2 削減の次に、循環経済への貢献度が欧州の企業サステナビリティ報告指令

（CSRD）の対象になり、企業評価に影響する。

- 2023 年 G7 で「循環経済及び資源効率性原則（CEREP)」が承認された。その中で、企業向けの行動指針として、 6 原則が定められた。
- 原則 5 では、「バリューチェーン全体における循環性と資源効率性の進捗を、特定された関連指標に基づきモニタリングし把握する」ことが定められた。
- ISO/TC323（サーキュラーエコノミー）において、WG 3 では各組織における行動がどれほど効果的なものであるかを測定するための「循環性の測定と評価」、WG5 では製品の循環経済に関連する
- 情報につき、サプライチェーン全体で報告・交換するための方法論と様式を提供する「製品の循環性データシート」の標準化が議論されている。（24 年 WG1〜3、25 年 WG5 の国際規格が発行）

6.4.3 ユースケースの背景／循環経済移行への課題と対策

- 循環性の評価指標として再生材の投入量が議論されている。（欧州 ELV 指令では新車に 25%の再生プラスチックを使うことを義務付け）しかし、現状では静脈系産業政策が不十分で、生産性も低く想定必要量の再生材の供給が出来ないことが予想されている為、静脈産業の生産性向上が課題となる。（日本：プラスチック生産量 963 万ｔ、再生プラ生産量 100 万ｔ、令和 5 年調査）

- 静脈産業の生産性向上のため、動脈の製造業に環境配慮設計（易解体性、リサイクル性の向上）が求められているが製造業へのインセンティブが無い為、構想に留まっている。（欧州は、エコデザイン指令の中で義務化、Right to Repair による設計情報, Digital Product Passport による材料情報、製造来歴）

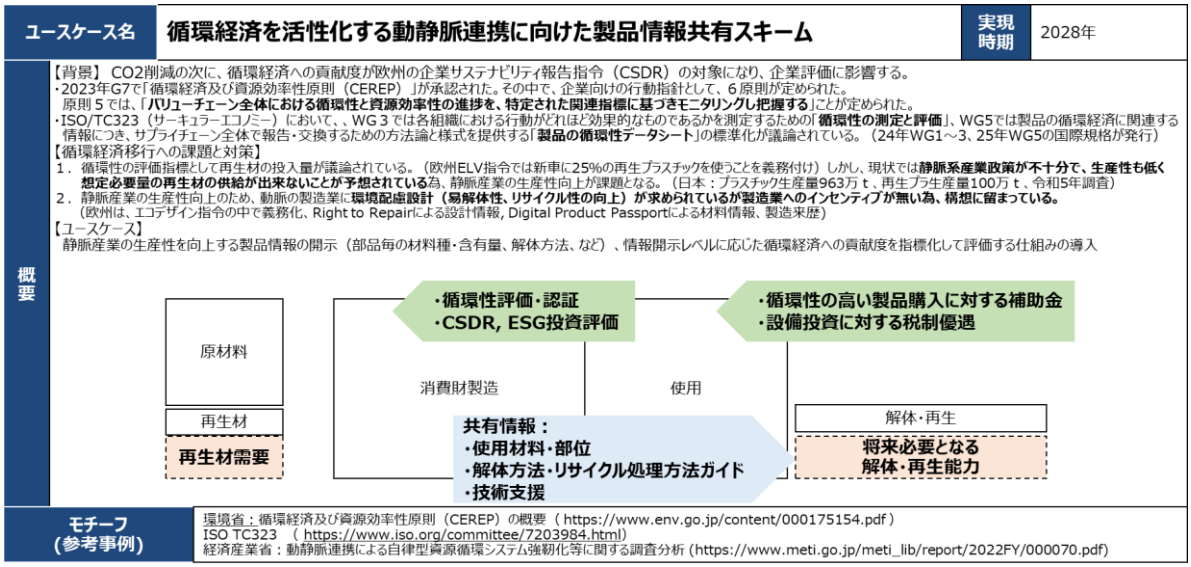


図 114：【ユースケースグループ 4】循環経済を活性化する動静脈連携に向けた製品情報共有スキーム （出所：RRI 検討資料）

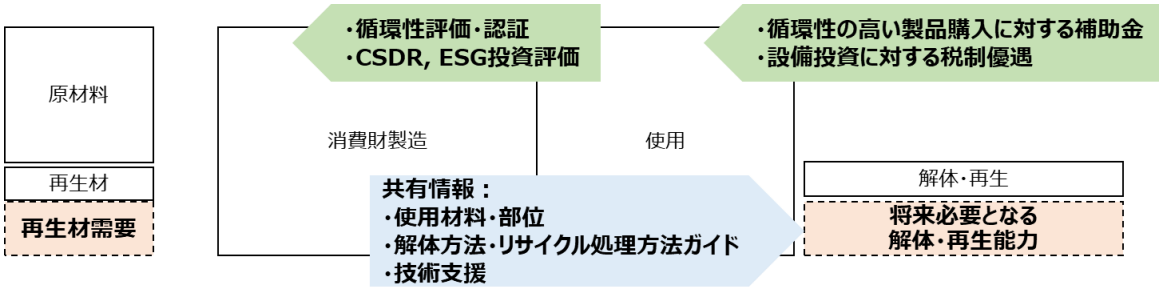


図 115：【ユースケースグループ 4：循環経済を活性化する動静脈連携に向けた製品情報共有スキーム】におけるソリューションイメージ図 （出所：RRI 検討資料）

6.4.4 社会価値・環境価値

本ユースケースグループは下記の原則や、法案に即した社会価値・環境価値を提供する。

- 循環経済及び資源効率性原則（CEREP）：
  - ✓ 我々は、持続可能で包摂的な経済成長及び発展を確保し、経済の強靱性を高めつつ、経済及び社会システムをネット・ゼロで、循環型で、気候変動に強靭で、汚染のない、ネイチャーポジティブな経済へ転換すること、及び 2030 年までに生物多様性の損失を止めて反転させることを統合的に実現する ことにコミットする。

- ✓ 我々は、バリューチェーンにおける資源効率性及び循環性の向上が一次資源の使用量を削減し、気候変動やその他の環境目標の達成に貢献することを強調し、ステークホルダ、特に企業に対し、そうした行動を強化することを奨励する。
- ✓ したがって、我々は、循環経済・資源効率性原則（CEREP）を承認する。我々は、サプライチェーンにおける循環性を高めつつ、国内及び国際的な重要鉱物や原材料、その他の適用可能な原料の環境上適正で、持続可能かつ効率的な回収及びリサイクルを増やす。

- 経済安全保障推進法：
  - ✓ 国際情勢の複雑化、社会経済構造の変化等に伴い、安全保障を確保するためには、経済活動に関して行われる国家及び国民の安全を害する行為を未然に防止する重要性が増大していることに鑑み、安全保障の確保に関する経済施策を総合的かつ効果的に推進するため、基本方針を策定するとともに、安全保障の確保に関する経済施策として、所要の制度を創設する。

6.4.5 企業側のメリット

本ユースケースグループにおける各主体のメリットとしては下記の通りである。

- 行政側のメリット
  - —経済安全保障、産業育成・経済効果
  - —COP 宣言、環境目標の履行

- 消費財メーカー側のメリット
  - —再生材利用目標値の達成
  - —循環経済貢献度による企業価値の向上
  - —再生材生産及びその利用などによる新事業

- 消費者側のメリット
  - —循環性製品利用への補助金
  - —リサイクル、リユースマインドの醸成

- リサイクラー側のメリット
  - —生産能力の向上
  - —技術提供

6.4.6 ドライブするステークホルダ

本ユースケースグループをドライブするステークホルダとしては下記の通りである。

- 環境省
- 経済産業省
- 再生材メーカー（現、原材料メーカーの参入含）
- 消費財メーカー
- 消費者
- 地方自治体
- 輸送業
- リサイクラー

6.4.7 授受すべきデータ・データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項

本ユースケースグループにおける授受すべきデータ、データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項は下表の通りである。

授受すべきデータ	基本情報	製品リサイクルの生産能力向上に関する情報（リサイクル側の能力も情報を可視化してマッチング出来る）	データ授受に対する懸念・あい路事項	データ送付側	情報開示に対するインセンティブや規制対応（ペナルティ） 開示範囲・内容のルール化・規約、開示情報の標準化 国際連携が可能なこと（海外輸出や部材輸入） ＊Federated Cloudの場合、自前DBの維持管理、アクセスコントロールは自前→課題はコスト面、運用面などいろいろ分けて検討が必要であるが、今回のの検討範囲とすべきかは要検討
	製品情報	解体方法（CAD,プロセス）、部品に含まれるリサイクル対象物質・含有量、マテリアルの経年劣化、推奨されるリサイクル方法、など （課題：解体しやすい構造のニーズはどう把握するのか）			
	企業データ	企業ID、製品ID、部品ID、材料データベース ※企業データではないが、ユーザの利用履歴など			
データを授受するステークホルダー	メーカ	解体業者、材料リサイクル業者、流通		データスペース運営・管理	企業ID、製品ID、部品ID の共通化や海外データベースとのインターオペラビリティ（Catena-X、JEITA） 再生材を含む材料データベースの整備（SIP） 管理情報の情報の保守、情報セキュリティ、アクセスコントロール ＊Federated Cloudの場合、アドレスのア割り当てと通信規格・データモデルの整備のみ（Catenaモデル） ＊ID問題はIDSではIDプロバイダーというサービサーとしている。完全統一の必要性は要検討。
	メーカ支援	製品情報提供による生産効率向上、自動化支援、リサイクル方法の選定			
	ユーザ	プロセス設計者、作業監督者			
	アフターサービス			データ利用側	情報セキュリティ・漏洩防止、目的外利用・2次利用の禁止（法令化） 国際連携が可能なこと（海外輸出や部材輸入）
	省庁認証機関	日本産業規格（JIS）：経済産業省 ＊循環性貢献度：環境省（未定） ISO、WBCSD 業界団体：JEITA、JEMA、家電製品協会など			

（備考）フレームに入らない事項として、国の仕組みとして、循環経済貢献度による企業価値の向上＝株価などへの反映や商品販売上の差別化などがいる
データ提供側／データ利用側が、動脈vs静脈で頻繁に入れ替わるため、両方の観点で検討が必要。一例として、授受すべきデータ～製品情報について、「解体方法」はメーカ側（動脈側）が提供する情報でもありつつ、リサイクル業者側（静脈側）も自らの事業開拓としてリサイクル方法の開発と売込みという形の情報提供も可能

表 29：【ユースケースグループ 4：循環経済を活性化する動静脈連携に向けた製品情報共有スキーム】における授受すべきデータ、データ授受のステークホルダ、データ授受に関する懸念事項（出所：RRI 検討資料）

6.4.8　参考事例

本ユースケースグループの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

- 環境省　循環経済及び資源効率性原則（CEREP）の概要：https://www.env.go.jp/content/000175154.pdf
- ISO TC323：https://www.iso.org/committee/7203984.html
- 経済産業省：動静脈連携による自律型資源循環システム強靭化等に関する調査分析：https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2022FY/000070.pdfss

7. データ連携における必要機能・懸念点と、その対応に関する提言

最後に本検討により特定されたデータ連携における懸念点と、その対応に関する提言について述べたい。本項においては上記のユースケース①～④のうち、規制対応をはじめ喫緊の課題であるとともに、国際協調が必要であるユースケース①について詳細に検討を行った結果を中心に記載したい。

【検討対象】＜ユースケース①＞ サプライチェーン／バリューチェーン全体におけるサステナビリティ/ESG 指標の開示

検討にあたっては、4.4 において抽出したデータ連携にあたっての懸念点の項目（データ送付側、データスペース側、データ利用側）にそって求められる必要機能と懸念点を具体化するとともに、それらの各懸念項目を統合する形で（１）各企業、（２）データスペース管理・運営事業者、（３）公的機関・業界団体のプレイヤーごとに求められるアクションについて提言をまとめている。

7.1 データ連携における必要機能と懸念点とりまとめ

上記の形式で 7.2 において懸念点に対する求められるアクションを提言として取りまとめるにあたり、4.4 で抽出したデータ連携にあたっての必要機能・懸念点の具体化を行った。具体での懸念点の検討結果をそれぞれデータ送付側、データスペース側、データ利用側に沿って記載する。

7.1.1 データ送付側における必要機能・懸念点

まずデータ送付側における必要機能・懸念点を詳細項目に沿って具体化した。なお、必

要機能については、共通領域での機能、CFP での機能、DD（Due Diligence）での機能に分類した。

7.1.1.1 社外データ収集(CO2 データ、排出原単位)

社外データ収集(CO2 データ、排出原単位)における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［社外データ収集(CO2 データ、排出原単位)における必要機能とそれにひもづく懸念点］

- サプライヤからの一次データの入手（共通）
  - （懸念点）サプライヤから一次データを入手できない可能性がある
- サプライヤ企業の秘密情報の保護（共通）
- 一次データの比率(PDS:Primary Data Share)の導入（CFP）
  - （懸念点）活動量／排出原単位のいずれかが二次データの場合は PDS＝0 と判定されてしまうため、PDS の数字だけでは活動量／排出原単位双方が二次データの場合との差異が見えなくなる(右記 GxD コンソーシアムフレームワークの視点による）
- 国内、海外データスペースとの連携（共通）
  - （懸念点）特に将来、各企業の負担を減らすためにデータスペース上でデータを自動変換して複数の規約 a, b に対応する場合に懸念が顕著になる
- 人権・環境 DD の調査ルールに準拠（DD）
  - （懸念点）帳票シートや解答欄が多く、回答すべき箇所が分かりづらい

7.1.1.2 社内素データ収集(調達量、活動量：エネルギーと原料の投入量)

社内素データ収集(調達量、活動量：エネルギーと原料の投入量)における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［社内素データ収集(調達量、活動量：エネルギーと原料の投入量)における必要機能とそれにひもづく懸念点］

- 社内の複数のシステム/データベース(生産管理システム(MES 等)、環境管理システム等)から、製造に関わる Scope1,2 のデータ収集のための仕組みの構築/連携の推進（共通）
  - （懸念点）社内システムの連携ができていない
- 理想像は、センサーなどを用いた自動かつリアルタイムでのデータ収集（共通）
  - （懸念点）社内の各システム／データベース(環境管理システム、調達に係るデ

ータベース等)からのデータを収集・集計するデジタル的な仕組みの構築が優先される

- （懸念点）ユーザーやクライアント側が入力するデータを収集対象とする場合には、データ入力のインターフェース(アプリなどのユーザ・インターフェースと、バック側のインターフェースの両方)を構築する必要がある

7.1.1.3 社内データ管理

社内データ管理における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［社内データ管理における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■ 収集したデータの加工・編集（共通）
- （懸念点）データとそれを誰が行っても同じ加工、編集が出来るよう定義されたルールの分離が必要である
- （懸念点）データの加工・編集におけるアーキテクチャやプログラムのライフサイクルマネジメント(設計→開発→実装→テスト→稼働確認→保守)が必要である

■ 加工・編集したデータの保管（共通）
- （懸念点）蓄積するデータの明確化(1 次データは保管するが、2 次データは保管しないなど)
- （懸念点）データ発生源との紐づけ・トラッキングが必要である
- （懸念点）細かすぎるデータ収集・保管はコストがかかってしまう
- （懸念点）社内データモデルの定義が必要である

■ データのガバナンス
- （懸念点）海外現地法人も含めて、どのデータをどの拠点のどのシステムで保管・管理するのかが不明確で、データの利用権限や越境可否の確認方法などについてのルールが整備されていない可能性がある
- （懸念点）計測・収集・算定したデータを社員等が改ざん・ねつ造して自社に都合のよい虚偽の申告をする恐れがある

7.1.1.4 算出ルール策定・準拠

算出ルール策定・準拠における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［算出ルール策定・準拠における必要機能とそれにひもづく懸念点］

- 想定する用途に応じた、算定対象となる製品単位の粒度を設定（共通）
- 製品の特性に応じた算定の有効期限の設定
- CFP 算定ルールに準拠（CFP）
  - （懸念点）様々な算定ルールが乱立している
  - （懸念点）製品間での CFP の比較が可能又は適切とは限らない(例えば、同じ原材料、プロセスでつくられた製品でも、大きさが異なれば一般的には大きいほうが製品 1 個あたりの CFP は大きくなる）
  - （懸念点）算定ルールが明確にならないと、収集するデータが決まらない
  - （懸念点）事業部署毎の算定バウンダリーにより算定結果が変化する
- 短期的な変動(例：季節/月単位での変動）と長期的な変動（例：年単位での変動）の双方を考慮したデータ収集期間の設定（共通）

7.1.1.5 標準フォーマット策定・準拠

標準フォーマット策定・準拠における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［標準フォーマット策定・準拠における必要機能とそれにひもづく懸念点］
- 国内外を意識したフォーマットの策定（CFP）
  - （懸念点）データ連携基盤やプラットフォームにおいて採用されるデータ項目と定義の整合性が確保されないことにより、CFP 算出に必要なデータの連携が滞ることを懸念する
- 欧州電池規則対応を考慮したデータ項目の定義（DD）
- 標準となる接続インターフェースの導入（共通）
  - （懸念点）対象となる社内システムに外部システム(インターネット)と接続するセキュアな接続点が用意されておらず、ネットワークを設計し直す必要がある
  - （懸念点）アプリケーションやソリューション間のデータ連携を確保するためには API の共通化が必要である

7.1.1.6 モノとデータの紐づけ(粒度含)(開示範囲)

モノとデータの紐づけ(粒度含)(開示範囲)における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［モノとデータの紐づけ(粒度含)(開示範囲)における必要機能とそれにひもづく懸念点］
- トレース識別子(製品・部品に対してトレースを取るために割り当てる各社内ユニー

クに特定可能な識別子)の発行（共通）

- （懸念点）個別の製品単位、液もの等のバラ製品で識別の仕方が異なる

■ データ送付側のデータ公開範囲の設定（共通）

■ 共有データ(所在・参照データ)の公開範囲の制御(アクセス制御機能)（共通）

7.1.1.7 データ真正性保証

データ真正性保証における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［データ真正性保証における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■ データの送信元や作成者の認証（共通）

■ デジタル署名の実施（共通）

■ 第三者検証の実施（共通）

- （懸念点）第三者検証サービスの供給量が不足している

■ 規定を満たしていることを証明する CFP 算定報告書の作成（CFP）

7.1.1.8 使用時データ付加&利用者保護

使用時データ付加&利用者保護における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［使用時データ付加&利用者保護における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■ 使用時データ付加&利用者保護の仕組み構築（共通）

7.1.1.9 情報システムセキュリティ

情報システムセキュリティにおける必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［情報システムセキュリティにおける必要機能とそれにひもづく懸念点］

■ システムの利用約款の策定（共通）

- （懸念点）欧州では進んでいるが、日本では整備がまだ進んでいない

■ 第三者への漏えいを防ぐ参照データの暗号化（共通）

■ 情報システムのセキュリティ対策の導入(セキュリティパッチの適用、バージョン管

理等）（共通）

- OT システムのセキュリティ対策の導入(監視機能、制御機能）（共通）
  - （懸念点）製造現場の OT システムが、直接/間接にインターネットにつながることを想定して設計されておらず、セキュリティ対策が不十分になっている恐れがある
- セキュリティ対策の国際標準の準拠（共通）
  - （懸念点）自社のシステムをデータ運用基盤につなごうとすると、データ連携基盤の運用事業者から、セキュリティ対策に関する国際標準(ISO/IEC 標準)への準拠(認定の取得)を求められる可能性がある

7.1.1.10 データスペース対応コスト、インセンティブ

データスペース対応コスト、インセンティブにおける必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［データスペース対応コスト、インセンティブにおける必要機能とそれにひもづく懸念点］

- インセンティブ・エンフォースメント確保の原則の遵守（共通）

7.1.1.11 ルール理解データ作成等対応の資金、工数

ルール理解データ作成等対応の資金、工数における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［ルール理解データ作成等対応の資金、工数における必要機能とそれにひもづく懸念点］

- 研修や制度による人材を育成する取り組みの実施
  - （懸念点）CFP や DD に関する知見を持った人材が十分に確保できている企業が少ない
  - （懸念点）CFP 算出に関する検証、認証取得に手間・お金がかかる

7.1.2 データスペース側における必要機能・懸念点

続いてデータスペース側における必要機能・懸念点を詳細項目に沿って具体化した。

7.1.2.1 データスペース参加登録、認証(企業 ID 管理含)

データスペース参加登録、認証(企業 ID 管理含)における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［データスペース参加登録、認証(企業 ID 管理含)における必要機能とそれにひもづく懸念点］

- 参加企業の正当性の確認（共通）
  - （懸念点）法人の審査による企業の登録を判断するサービスが必要である(欧州の eIDAS 規則や Gaia-X Digital Clearing House に相当する機能を日本が求められる可能性)
- 事業者識別子・事業所識別子の発行

7.1.2.2 政府保証のトラストアンカー

政府保証のトラストアンカーにおける必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［政府保証のトラストアンカーにおける必要機能とそれにひもづく懸念点］

- 利用ユーザーを認証する機能の導入（共通）
  - （懸念点）各国で承認された証明書を国際的に流通させる必要がある（日本にはそのための法制度やルールや標準がない)
- データが改ざんされていないことを保証する機能の導入（共通）
  - （懸念点）様々な企業が同じルールを守る仕組みが必要である(日本にはそのための法制度やルールや標準がない)

7.1.2.3 データ授受相手の探索

データ授受相手の探索における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［データ授受相手の探索における必要機能とそれにひもづく懸念点］

- データスペース参加企業を検索できる機能の導入（共通）

7.1.2.4 データモデル策定・管理

データモデル策定・管理における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［データモデル策定・管理における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■　国際的に共通なデータモデルのコンフォーマンス（共通）

■　各社固有の形式のデータを標準データモデルに変換する機能(データ変換、文字コード変換、日付フォーマット変換等)の導入（共通）

■　データを利用しやすい形式に加工する機能の導入（共通）

7.1.2.5 データカタログ管理探索機能提供

データカタログ管理探索機能提供における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［データカタログ管理探索機能提供における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■　参照が必要な情報の在処に関する参照データ所在登録(データカタログ)機能の導入（共通）

7.1.2.6 データ来歴アクセス履歴管理

データ来歴アクセス履歴管理における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［データ来歴アクセス履歴管理における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■　合意に基づいたデータの送受信の状態を保存、管理する機能(来歴管理機能)の導入（共通）

7.1.2.7 データ送付側廃業時のリスク対策

データ送付側廃業時のリスク対策　における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［データ送付側廃業時のリスク対策における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■　データ送付側廃業時のリスク対策機能（共通）

7.1.2.8 情報システムセキュリティ（データ改竄、盗聴防止）

情報システムセキュリティ（データ改竄、盗聴防止）における必要機能と、それにひも

づく懸念点としては下記の通りである。

［情報システムセキュリティ（データ改竄、盗聴防止）における必要機能とそれにひもづく懸念点］

- データの改ざんを防止する機能の導入（共通）
- データ送受信の来歴等のアクセスログを保存し、アクセスログをもとにしたシステムの不正挙動及び不正アクセスの監視（共通）
- データ不正利用・破損時のデータ提供者への補償対応の実施（共通）

7.1.2.9 海外との相互接続

海外との相互接続における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［海外との相互接続における必要機能とそれにひもづく懸念点］

- 海外のデータ連携基盤やその他プラットフォームとの相互運用性の確保→データ連携基盤として独自に構築する箇所と協調する箇所の明確な切り分け（共通）
  - （懸念点）データの国際間越境ルールが必要である(日本にはそのための法制度やルールや標準がない)
  - （懸念点）各国で承認された証明書を国際的に流通させる必要がある
- 相互接続先の数や仕様の変更を踏まえた、相互接続先方式の判断→ゲートウェイ経由通信方式 or 分散配置機能との直接通信方式（共通）

7.1.3 データ利用側における必要機能・懸念点

最後にデータ利用側における必要機能・懸念点を詳細項目に沿って具体化した。

7.1.3.1 サービス設計

サービス設計における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［サービス設計における必要機能とそれにひもづく懸念点］

- 対象プレイヤーの特定
  - （懸念点）誰がエンドユーザーなのか、そのエンドユーザーはどのようなサービスを必要としているのかを明確にしなければならない

7.1.3.2 イノベーション検討

イノベーション検討における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［イノベーション検討における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■ イノベーション検討プロセス

7.1.3.3 データ不正利用防止

データ不正利用防止における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［データ不正利用防止における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■ 合意通りにデータの送受信が実行されていることやデータが利用されていることを確認する機能(利用状況管理機能)の導入（共通）
  - （懸念点）データ利用側における国際標準の準拠と、サーティフィケーションが必要である

■ データとデータの利用目的を紐づける機能の導入（共通）

■ 不正アクセス者へのペナルティ対応の実施（共通）

7.1.3.4 標準フォーマット対応アプリ開発

標準フォーマット対応アプリ開発における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［標準フォーマット対応アプリ開発における必要機能とそれにひもづく懸念点］

■ 開発したアプリやソリューションのコンフォーマンス・認証（共通）
  - （懸念点）コンフォーマンス、認証スキームの乱立してしまう可能性がある

7.1.3.5 情報システムセキュリティ

情報システムセキュリティにおける必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［情報システムセキュリティにおける必要機能とそれにひもづく懸念点］

■　システムの利用約款の策定
■　第三者への漏えいを防ぐ参照データの暗号化
■　情報システムのセキュリティ対策の導入(セキュリティパッチの適用、バージョン管理等)

7.1.3.6 関係省庁への開示

関係省庁への開示における必要機能と、それにひもづく懸念点としては下記の通りである。

［関係省庁への開示における必要機能とそれにひもづく懸念点］
■　関係省庁への適切な開示の実施

7.2 懸念点を踏まえたプレイヤーごとへの提言

最後に、7.1 にて抽出したデータ連携を実施するにあたっての懸念事項をもとに（1）プレイヤー共通、（2）各企業、（3）データスペース管理・運営事業者、（4）公的機関・業界団体への提言を下記にて記載を実施したい。

7.2.1 提言（1）プレイヤー共通での提言

各プレイヤー共通での提言内容・必要アクションとしては、①ESG の観点での標準や認定の仕組みの整備、②データスペースの懸念点全体における Catena-X や Ouranos Ecosystem での対応状況についての詳細調査があげられる。

【共通／提言 1】ESG の観点での標準や認定の仕組みの整備

ESG が投資家や一般市民にとって重要となってきている中で、日本も ESG の観点から標準や認定の仕組みを整備するべきである。この仕組みは業界標準を意識し、統一したスタンダードを作る必要がある。統一したスタンダードや、企業の情報開示義務を明文化したルールを策定し、第三者により認証できるような仕組みが必要である。これらに則って、各企業は業務プロセスを回すことで国際競争力が高まる。不正ができないようなスタンダード、レギュレーション、認証を入れることで、データスペースが健全・安全に利用することができる。

【共通／提言 2】データスペースの懸念点全体における Catena-X や Ouranos Ecosystem

での対応状況についての詳細調査

下記においてデータスペース観点で挙げられている懸念点全般的に、既に Catena-X や GAIA-X、IDSA では考慮されており、技術的または法律（契約）的に担保されていることが多いため、この懸念点を個別に照らして、Catena-X やウラノスではどう対応されているかをより具体で調査することが求められる。

7.2.2 提言（２）各企業への提言

各企業への必要アクションの提言としては、下表の項目があげられた。

（企業への提言項目）
① 製造業の IT 化の推進（各種システム連携、データベースから環境関連データ等を収集・集計する仕組みの構築等）
② データを開示するための構造化・社内規定の整備
③ 欧州域内の排出権取引等の事例の調査・理解
④ データ連携において消費者の利益を考慮したスキームの担保
⑤ データスペースの積極的活用への企業側のマインドチェンジ
⑥ Catena-X、DPP の実態の把握
⑦ データスペースの必要性、データスペースに求められる要件のユーザー視点での明文化
⑧ サービス設計に応じた 1 対 1、1 対 n のデータ授受に関する取り決めの明確化
⑨ データスペースへのオンボーディング時点での Catena-X 等のセキュリティ規定への準拠

それぞれの企業への提言項目の土台となっているデータ懸念分類項目、分類項目において必要となるアクション、ユースケース実現に向けた懸念点の分析を下記の通りである。

7.2.2.1 【企業／提言 1】製造業の IT 化の推進（各種システム連携、データベースから環境関連データ等を収集・集計する仕組みの構築等）

１）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データ送付側）社内素データ収集(調達量、活動量：エネルギーと原料の投入量)

２）上記分類項目において必要となるアクション

■ 社内の複数のシステム/データベース(生産管理システム(MES 等)、環境管理システム等)から、製造に関わる Scope1,2 のデータ収集のための仕組みの構築/連携の推進
■ 理想像は、センサーなどを用いた自動かつリアルタイムでのデータ収集

3）ユースケースの実現に向けた懸念点

■ 社内システムの連携ができていない
■ 社内の各システム／データベース(環境管理システム、調達に係るデータベース等)からのデータを収集・集計するデジタル的な仕組みの構築が優先される
■ ユーザーやクライアント側が入力するデータを収集対象とする場合には、データ入力のインターフェース(アプリなどのユーザ・インターフェースと、バック側のインターフェースの両方)を構築する必要がある

4）上記懸念点を踏まえた提言事項

■ 製造業の IT 化の推進（各種システム連携、データベースから環境関連データ等を収集・集計する仕組みの構築等）

7.2.2.2 【企業／提言 2】データを開示するための構造化・社内規定の整備

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■ （データ送付側）社内データ管理

2）上記分類項目において必要となるアクション

■ 収集したデータの加工・編集
■ 加工・編集したデータの保管
■ データのガバナンス

3）ユースケースの実現に向けた懸念点

■ データとそれを誰が行っても同じ加工、編集が出来るよう定義されたルールの分離が必要である
■ データの加工・編集におけるアーキテクチャやプログラムのライフサイクルマネジメ

ント(設計→開発→実装→テスト→稼働確認→保守)が必要である
- 蓄積するデータの明確化(1 次データは保管するが、2 次データは保管しないなど)
- データ発生源との紐づけ・トラッキングが必要である
- 細かすぎるデータ収集・保管はコストがかかってしまう
- 社内データモデルの定義が必要である
- 海外現地法人も含めて、どのデータをどの拠点のどのシステムで保管・管理するのかが不明確で、データの利用権限や越境可否の確認方法などについてのルールが整備されていない可能性がある
- 計測・収集・算定したデータを社員等が改ざん・ねつ造して自社に都合のよい虚偽の申告をする恐れがある

4）上記懸念点を踏まえた提言事項

- データを開示するための構造化・社内規定の整備

7.2.2.3 【企業／提言 3】欧州域内の排出権取引等の事例の調査・理解 ／ 【企業／提言 4】 データ連携において消費者の利益を考慮したスキームの担保 ／ 【企業／提言 5】 データスペースの積極的活用への企業側のマインドチェンジ

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

- （データ送付側）データスペース対応コスト、インセンティブ

2）上記分類項目において必要となるアクション

- インセンティブ・エンフォースメント確保の原則の遵守

3）上記懸念点を踏まえた提言事項

- 欧州域内の排出権取引等の事例の調査・理解
- データ連携において消費者の利益を考慮したスキームの担保
- データスペースの積極的活用への企業側のマインドチェンジ

7.2.2.4 【企業／提言 6】Catena-X、DPP の実態の把握 ／ 【企業／提言 7】データスペースの必要性、データスペースに求められる要件のユーザー視点での明文化

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　データスペース全般

2）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　Catena-X、DPP の実態の把握
■　データスペースの必要性、データスペースに求められる要件のユーザー視点での明文化

7.2.2.5 【企業／提言 8】サービス設計に応じた 1 対 1、1 対 n のデータ授受に関する取り決めの明確化

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データ利用側）サービス設計

2）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　誰がエンドユーザーなのか、そのエンドユーザーはどのようなサービスを必要としているのかを明確にしなければならない

3）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　サービス設計に応じた 1 対 1、1 対 n のデータ授受に関する取り決めの明確化

7.2.2.6 【企業／提言 9】データスペースへのオンボーディング時点での Catena-X 等のセキュリティ規定への準拠

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データ利用側）データ不正利用防止

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　合意通りにデータの送受信が実行されていることやデータが利用されていることを確

認する機能(利用状況管理機能)の導入
- データとデータの利用目的を紐づける機能の導入
- 不正アクセス者へのペナルティ対応の実施

3）ユースケースの実現に向けた懸念点

- データ利用側における国際標準の準拠と、サーティフィケーションが必要である

4）上記懸念点を踏まえた提言事項

- データスペースへのオンボーディング時点での Catena-X 等のセキュリティ規定への準拠

7.2.3　提言（3）データスペース管理・運営事業者への提言

データスペース管理・運営事業者への必要アクションの提言としては、下表の項目があげられた。

（データスペース管理・運営事業者への提言項目）
① データスペース間のデータ項目と定義の整合性の確保
② 国際的な標準化への対応(デファクト vs デジュール、共通フォーマット vs 分野毎、既存 vs 新規)
③ 各国における運用環境のシステムのルールや基盤整備／左記に関する海外で先行している動き・議論への参加
④ デジタル空間における日本企業の正当性確認ルールの実現
⑤ 利用ユーザーを認証する事業体の整備
⑥ e シール等の電子認証の確立(EU・北米での動きを踏まえた取り組み)
⑦ オペレーションと技術/規格を分けたデータスペース検討

それぞれの企業への提言項目の土台となっているデータ懸念分類項目、分類項目において必要となるアクション、ユースケース実現に向けた懸念点の分析を下記の通りである。

7.2.3.1 【データスペース事業者／提言 1】データスペース間のデータ項目と定義の整合性の確保 ／ 【データスペース事業者／提言 2】国際的な標準化への対応(デファクト vs デジュール、共通フォーマット vs 分野毎、既存 vs 新規)

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データ送付側）標準フォーマット策定・準拠

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　国内外を意識したフォーマットの策定
  - 参照例：＜ウラノス＞CFP 算定ルールと PACT の Pathfinder Network を考慮したデータ項目の定義
  - 参照例：＜Green×Digital コンソーシアム＞「グローバル共通項目」と「Green x Digital コンソーシアム独自項目」にわけたデータの整理

3）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　データ連携基盤やプラットフォームにおいて採用されるデータ項目と定義の整合性が確保されないことにより、CFP 算出に必要なデータの連携が滞ることを懸念する

4）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　データスペース間のデータ項目と定義の整合性の確保
■　国際的な標準化への対応(デファクト vs デジュール、共通フォーマット vs 分野毎、既存 vs 新規)

7.2.3.2 【データスペース事業者／提言 3】各国における運用環境のシステムのルールや基盤整備／左記に関する海外で先行している動き・議論への参加

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　データスペース全般

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　既に Catena-X や GAIA-X、IDSA では考慮されており、技術的または法律（契約）的に担保されていることが多いため、この懸念点を個別に照らして、Catena-X や Ouranos Ecosystem ではどう対応されているかを調査する

3）上記を踏まえた提言事項

■　各国における運用環境のシステムのルールや基盤整備／左記に関する海外で先行している動き・議論への参加

7.2.3.3 【データスペース事業者／提言 4】デジタル空間における日本企業の正当性確認ルールの実現

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データスペース側）データスペース参加登録、認証(企業 ID 管理含)

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　参加企業の正当性の確認

3）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　法人の審査による企業の登録を判断するサービスが必要である(欧州の eIDAS 規則や Gaia-X Digital Clearing House に相当する機能を日本が求められる可能性)

4）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　デジタル空間における日本企業の正当性確認ルールの実現

7.2.3.4 【データスペース事業者／提言 5】利用ユーザーを認証する事業体の整備

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データスペース側）政府保証のトラストアンカー

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　利用ユーザーを認証する機能の導入

3）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　各国で承認された証明書を国際的に流通させる必要がある)日本にはそのための法制度やルールや標準がない)

４）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　利用ユーザーを認証する事業体の整備

7.2.3.5 【データスペース事業者／提言６】e シール等の電子認証の確立(EU・北米での動きを踏まえた取り組み)

１）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　政府保証のトラストアンカー

２）上記分類項目において必要となるアクション

■　データが改ざんされていないことを保証する機能の導入

３）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　様々な企業が同じルールを守る仕組みが必要である(日本にはそのための法制度やルールや標準がない)

４）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　e シール等の電子認証の確立(EU・北米での動きを踏まえた取り組み)

7.2.3.6 【データスペース事業者／提言７】 オペレーションと技術/規格を分けたデータスペース検討

１）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　データ授受相手の探索
■　データモデル策定・管理
■　データカタログ管理探索機能提供

■　データ来歴アクセス履歴管理

２）上記分類項目において必要となるアクション

■　データスペース参加企業を検索できる機能の導入
■　国際的に共通なデータモデルのコンフォーマンス
■　各社固有の形式のデータを標準データモデルに変換する機能(データ変換、文字コード変換、日付フォーマット変換等)の導入
■　データを利用しやすい形式に加工する機能の導入
■　参照が必要な情報の在処に関する参照データ所在登録(データカタログ)機能の導入合意に基づいたデータの送受信の状態を保存、管理する機能(来歴管理機能)の導入

３）上記を踏まえた提言事項

■　オペレーションと技術/規格を分けたデータスペース検討

7.2.4 提言（４）公的機関・業界団体への提言

最後に、公的機関・業界団体への必要アクションの提言としては、下表の項目があげられた。

（公的機関・業界団体への提言項目）
① 中小企業に向けた IT 化のサポート(参考：IPA/サイバーセキュリティお助け隊サービス)
② CFP 算定基本ルールの統一、データスペース/業界/地域間での算定ルールの整合性確保
③ 政府による世界共通化方針の提示 ／ 応用分野における法整備とのアライン
④ 各企業のインセンティブをドライブするレギュレーションの設定／消費者の利益を考慮した検討の実施
⑤ 公的機関と産業界全体によるデータスペースに関する共通認識の形成 / 学と連携したテストベッドの整備
⑥ デジタル空間における日本企業の正当性確認ルールの設定
⑦ 利用ユーザーを認証する法律の整備
⑧ オントロジー整理に関する産官学への期待　／異なるデータモデル間においてセマンティック・モデルを共有するための仕組み作り(今後生成 AI 活用に期待)　／オントロジーに関する共通ルールの整備(例：ESG 情報開示)

⑨ 各国におけるデータ主権の設定／国際法との整合性担保
⑩ GDPR に相当する企業データの保護に関する法律の制定(データの重要度分類、データ越境ルールなど)

それぞれの企業への提言項目の土台となっているデータ懸念分類項目、分類項目において必要となるアクション、ユースケース実現に向けた懸念点の分析を下記の通りである。

7.2.4.1 【公的機関・業界団体／提言１】 中小企業に向けた IT 化のサポート(参考：IPA/サイバーセキュリティお助け隊サービス)

１）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■ （データ送付側）社内素データ収集(調達量、活動量：エネルギーと原料の投入量)

２）上記分類項目において必要となるアクション

■ 社内の複数のシステム/データベース(生産管理システム(MES 等)、環境管理システム等)から、製造に関わる Scope1,2 のデータ収集のための仕組みの構築/連携の推進
■ 理想像は、センサーなどを用いた自動かつリアルタイムでのデータ収集

３）ユースケースの実現に向けた懸念点

■ 社内システムの連携ができていない
■ 社内の各システム／データベース(環境管理システム、調達に係るデータベース等)からのデータを収集・集計するデジタル的な仕組みの構築が優先される
■ ユーザーやクライアント側が入力するデータを収集対象とする場合には、データ入力のインターフェース(アプリなどのユーザ・インターフェースと、バック側のインターフェースの両方)を構築する必要がある

４）上記懸念点を踏まえた提言事項

■ 中小企業に向けた IT 化のサポート(参考：IPA/サイバーセキュリティお助け隊サービス)

7.2.4.2 【公的機関・業界団体／提言２】 CFP 算定基本ルールの統一、データスペース/業界/地域間での算定ルールの整合性確保

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データ送付側）算出ルール策定・準拠

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　CFP 算定ルールに準拠
- ＜Ouranos Ecosystem＞車載用蓄電池のカーボンフットプリント算定方法案 ver1.0
- ＜Green×Digital コンソーシアム＞Cradle-to-Gate 方式
- ＜経産省＞製品別算定ルール

3）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　様々な算定ルールが乱立している

4）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　CFP 算定基本ルールの統一、データスペース/業界/地域間での算定ルールの整合性確保

7.2.4.3 【公的機関・業界団体／提言 3】政府による世界共通化方針の提示 ／ 応用分野における法整備とのアライン

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データ送付側）標準フォーマット策定・準拠

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　国内外を意識したフォーマットの策定
- ＜Ouranos Ecosystem＞CFP 算定ルールと PACT の Pathfinder Network を考慮したデータ項目の定義
- ＜Green×Digital コンソーシアム＞「グローバル共通項目」と「Green x Digital コンソーシアム独自項目」にわけたデータの整理

3）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　データ連携基盤やプラットフォームにおいて採用されるデータ項目と定義の整合性が確保されないことにより、CFP 算出に必要なデータの連携が滞ることを懸念する

4）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　政府による世界共通化方針の提示 ／ 応用分野における法整備とのアライン

7.2.4.4 【公的機関・業界団体／提言 4】 各企業のインセンティブをドライブするレギュレーションの設定／消費者の利益を考慮した検討の実施

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データ送付側）データスペース対応コスト、インセンティブ

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　インセンティブ・エンフォースメント確保の原則の遵守

3）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　各企業のインセンティブをドライブするレギュレーションの設定／消費者の利益を考慮した検討の実施

7.2.4.5 【公的機関・業界団体／提言 5】 公的機関と産業界全体によるデータスペースに関する共通認識の形成 / 学と連携したテストベッドの整備

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　データスペース全般

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　既に Catena-X や GAIA-X、IDSA では考慮されており、技術的または法律（契約）的

に担保されていることが多いため、この懸念点を個別に照らして、Catena-X や Ouranos Ecosystem ではどう対応されているかを調査する

4）上記懸念点を踏まえた提言事項

■ 公的機関と産業界全体によるデータスペースに関する共通認識の形成 / 学と連携したテストベッドの整備

7.2.4.6 【公的機関・業界団体／提言 6】 デジタル空間における日本企業の正当性確認ルールの設定

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■ （データスペース側）データスペース参加登録、認証(企業 ID 管理含)

2）上記分類項目において必要となるアクション

■ 参加企業の正当性の確認

3）ユースケースの実現に向けた懸念点

■ 法人の審査による企業の登録を判断するサービスが必要である(欧州の eIDAS 規則や Gaia-X Digital Clearing House に相当する機能を日本が求められる可能性)

4）上記懸念点を踏まえた提言事項

■ デジタル空間における日本企業の正当性確認ルールの設定

7.2.4.7 【公的機関・業界団体／提言 7】 利用ユーザーを認証する法律の整備

1）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■ （データスペース側）政府保証のトラストアンカー

2）上記分類項目において必要となるアクション

■　利用ユーザーを認証する機能の導入

３）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　各国で承認された証明書を国際的に流通させる必要がある)日本にはそのための法制度やルールや標準がない)

４）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　利用ユーザーを認証する法律の整備

7.2.4.8 【公的機関・業界団体／提言８】 オントロジー整理に関する産官学への期待　／異なるデータモデル間においてセマンティック・モデルを共有するための仕組み作り(今後生成 AI 活用に期待)　／オントロジーに関する共通ルールの整備(例：ESG 情報開示)

１）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　データモデル策定・管理

２）上記分類項目において必要となるアクション

■　各社固有の形式のデータを標準データモデルに変換する機能(データ変換、文字コード変換、日付フォーマット変換等)の導入

３）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　オントロジー整理に関する産官学への期待
■　異なるデータモデル間においてセマンティック・モデルを共有するための仕組み作り(今後生成 AI 活用に期待)
■　オントロジーに関する共通ルールの整備(例：ESG 情報開示)

7.2.4.9 【公的機関・業界団体／提言９】 各国におけるデータ主権の設定／国際法との整合性担保

１）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データスペース側）海外との相互接続

２）上記分類項目において必要となるアクション

■　海外のデータ連携基盤やその他プラットフォームとの相互運用性の確保→データ連携基盤として独自に構築する箇所と協調する箇所の明確な切り分け

３）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　データの国際間越境ルールが必要である(日本にはそのための法制度やルールや標準がない)

４）上記懸念点を踏まえた提言事項

■　各国におけるデータ主権の設定／国際法との整合性担保

7.2.4.10 【公的機関・業界団体／提言１０】 GDPR に相当する企業データの保護に関する法律の制定(データの重要度分類、データ越境ルールなど)

１）関連するデータ連携にあたっての懸念点の分類項目

■　（データ利用側）データ不正利用防止

２）上記分類項目において必要となるアクション

■　合意通りにデータの送受信が実行されていることやデータが利用されていることを確認する機能(利用状況管理機能)の導入
■　データとデータの利用目的を紐づける機能の導入
■　不正アクセス者へのペナルティ対応の実施

３）ユースケースの実現に向けた懸念点

■　データ利用側における国際標準の準拠と、サーティフィケーションが必要である

４）上記懸念点を踏まえた提言事項

■ GDPR に相当する企業データの保護に関する法律の制定(データの重要度分類、データ越境ルールなど)

以上

Appendix― 1 ：（参考）ユースケース素案のブレーンストーミング結果（議論結果①）

＜ユースケース素案①＞ 製造物の ESG 品質スコアリング

1）概要説明

- 国際サプライチェーンを構成する各国企業が顧客やリサイクル事業者等が求めるデータを目的別に決まった標準データモデルで保持するユースケース。個々の製品に付けられたデジタル製品 ID で顧客等がスマホで情報を検索すると、それらのデータを収集・集計・翻訳してスマーフォンの画面上に任意の言語や単位で表示することができる。
- どの国で製造された工業製品（日用品・飲食品・耐久財等）をどの国で購入しても、製品に印字された国際標準デジタル製品 ID をスマホアプリで読むと、原材料、リサイクル率、製造時 CO2 排出量、取扱説明書、フェアトレードマーク等が指定する言語で表示され、SDGs 達成レベルを確認できる。

共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	どの国で製造された工業製品（日用品・飲食品・耐久財等）をどの国で購入しても、製品に印字された国際標準デジタル製品IDをスマホアプリで読むと、原材料、リサイクル率、製造時CO2排出量、取扱説明書、フェアトレードマーク等が指定する言語で表示され、SDGs達成レベルを確認できる。 【社会・環境価値】 SDGsの達成（気候変動防止、環境汚染防止、格差是正、人権保護） 【経済価値】 製品の価値向上・顧客リテンション 【ステークホルダのニーズ】 株主：事業の存続・企業価値(株価)の維持、 顧客：罪悪感からの解放・社会貢献
関連するステークホルダ	工業製品の購入者/利用者、販売者、レンタル事業者、回収リサイクル事業者、製品/原料/部品メーカー、製造装置/ロボットベンダー、運送事業者、エネルギー事業者、投資家、各国規制当局
ステークホルダ間で 共有すべき情報	仕入先と製造者の法人ID・工場ID・住所コード、法人登記証書、原材料、リサイクル原料使用率、CO2排出量、品質保証書、取扱説明書、フェアトレード証明書、製造年月日、製品ロット番号
詳細説明・概念図	国際サプライチェーンを構成する各国企業が顧客やリサイクル事業者等が求めるデータを目的別に決まった標準データモデルで保持。 個々の製品に付けられたデジタル製品IDで顧客等がスマホで情報を検索すると、それらのデータを収集・集計・翻訳してスマーフォンの画面上に任意の言語や単位で表示する。 
情報を共有する上での懸念点（解決/達成すべき課題）	2021年9月にRRI WG1 SWG8が公開したレポート（下記URL）のP21 および 同SWG8活動報告プレゼンテーション資料（本資料のP3以降）の「個別要件一覧」（P24）を参照 https://www.jmfrri.gr.jp/document/library/1668.html
参考情報、備考	欧州のエコデザイン規則やバッテリーパスポートのルール・仕組みが参考になると思われる。

図 116：【ユースケース素案#1】製造物の ESG 品質スコアリング

（出所：RRI 検討資料）

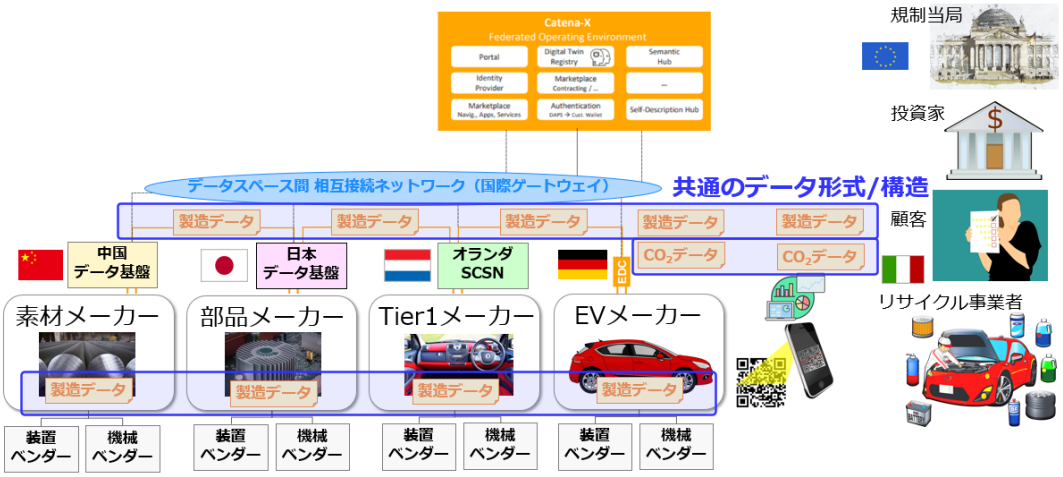


図 117：【ユースケース素案#1】ソリューションイメージ図

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：SDGs の達成（気候変動防止、環境汚染防止、格差是正、人権保護）
- 経済価値：製品の価値向上・顧客リテンション
- ステークホルダのニーズ：株主：事業の存続・企業価値(株価)の維持、　顧客：罪悪感からの解放・社会貢献

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 工業製品の購入者/利用者、販売者
- レンタル事業者
- 回収リサイクル事業者
- 製品/原料/部品メーカー
- 製造装置/ロボットベンダー
- 運送事業者
- エネルギー事業者
- 投資家
- 各国規制当局 等

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 仕入先と製造者の法人 ID・工場 ID・住所コード
- 法人登記証書、原材料
- リサイクル原料使用率
- CO2 排出量
- 品質保証書
- 取扱説明書
- フェアトレード証明書
- 製造年月日
- 製品ロット番号

5）参考情報・備考

本ユースケースの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

- 欧州のエコデザイン規則やバッテリーパスポートのルール・仕組み

＜ユースケース素案②＞ サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携

1）概要説明

サプライチェーン全体でのカーボン排出量把握のためのソリューションの社会実装とそのための技術仕様の策定

共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	サプライチェーン全体でのカーボン排出量把握のためのソリューションの社会実装とそのための技術仕様の策定 【社会・環境価値】 企業間連携によるカーボン排出量の把握を可能とするソリューションの社会実装によりCO2削減に貢献 【経済価値】 ソリューションベンターの価値向上、製造業などソリューションユーザのサステナビリティ向上による、持続的経済の実現・活性化 【ステークホルダのニーズ】 カーボンニュートラルの取り組みのため企業間のエンゲージメントが求められるところ、多様なソリューションがつながることで企業間のデータ交換を可能とする
関連するステークホルダ	・ソリューション企業 ・ソリューションユーザ企業（サプライチェーンの各tier企業：材料、部品製造、製品製造、販売等） ・データ算出メソッド作成機関（国内外）
ステークホルダ間で 共有すべき情報	・ソリューション企業：データ算出メソッドに基づたデータ交換のためのデータ項目・フォーマット・API（技術仕様） ・ソリューションユーザ企業：製品CFP（Cradle to Gate / Gate to Gate）
詳細説明・概念図	
参考情報、備考	GxDコンソーシアムでは上記概念を実現するため、サプライチェーンのグローバル性を鑑み、先行する海外イニシアチブの取り組みに立脚してカーボンデータ排出メソッドとデータ交換のための技術仕様を作成し、実証中。

図 118：【ユースケース素案#2】サプライチェーン全体でのカーボンデータ連携

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：企業間連携によるカーボン排出量の把握を可能とするソリューションの社会実装により CO2 削減に貢献
- 経済価値：ソリューションベンターの価値向上、製造業などソリューションユーザのサステナビリティ向上による、持続的経済の実現・活性化
- ステークホルダのニーズ：カーボンニュートラルの取り組みのため企業間のエンゲージメントが求められるところ、多様なソリューションがつながることで企業間のデータ交換を可能とする

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- ソリューション企業
- ソリューションユーザ企業（サプライチェーンの各 tier 企業：材料、部品製造、製品製造、販売等）
- データ算出メソッド作成機関（国内外）

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- ソリューション企業：データ算出メソッドに基づいたデータ交換のためのデータ項目・フォーマット・API（技術仕様）
- ソリューションユーザ企業：製品 CFP（Cradle to Gate / Gate to Gate）

5）参考情報・備考

本ユースケースの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

- GxD コンソーシアムでは上記概念を実現するため、サプライチェーンのグローバル性を鑑み、先行する海外イニシアティブの取り組みに立脚してカーボンデータ排出メソッドとデータ交換のための技術仕様を作成し、実証中。

＜ユースケース素案③＞ 原料調達の倫理スコア可視化

1）概要説明

原料の採取・採掘国や地域、事業者の労務データを開示することにより、違法採掘や児童労働、過重労働など、倫理的に問題のある原料の流通を可視化して、消費者の購入行動の際に選別できるようにする。

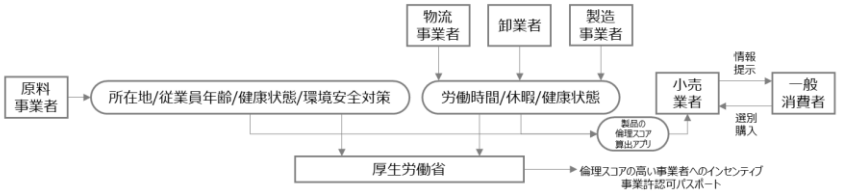
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	■ 原料の採取・採掘国や地域、事業者の労務データを開示することにより、違法採掘や児童労働、過重労働など、倫理的に問題のある原料の流通を可視化して、消費者の購入行動の際に選別できるようにする 【社会・環境価値】 国際連携・協調 & ヒトにやさしい社会 【経済価値】 企業時価総額向上 & 企業の社会的責任を果たす 【ステークホルダのニーズ】 倫理的に問題のない、クリーンに調達された原料から作られていることを証明したい企業と、倫理的に問題のない製品を購入していることを証明したい（意識の高い）消費者
関連するステークホルダ	・原料採取・採掘事業者 ・物流事業者 ・卸業者 ・製造事業者 ・厚生労働省 ・小売業者 ・一般消費者
ステークホルダ間で 共有すべき情報	・原料採取・採掘事業者の所在地/従業員年齢/健康状態/環境安全対策/労災実績 ・物流や卸業者の1日あたり労働時間/休憩・休暇取得状況/健康状態
詳細説明・概念図	
参考情報、備考	

図 119：【ユースケース素案#3】原料調達の倫理スコア可視化

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：国際連携・協調 & ヒトにやさしい社会
- 経済価値：企業時価総額向上 & 企業の社会的責任を果たす
- ステークホルダのニーズ：倫理的に問題のない、クリーンに調達された原料から作られていることを証明したい企業と、倫理的に問題のない製品を購入していることを証明したい（意識の高い）消費者

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 原料採取・採掘事業者
- 物流事業者
- 卸業者
- 製造事業者
- 厚生労働省
- 小売業者
- 一般消費者

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 原料採取・採掘事業者の所在地/従業員年齢/健康状態/環境安全対策/労災実績
- 物流や卸業者の 1 日あたり労働時間/休憩・休暇取得状況/健康状態

＜ユースケース素案④＞ 含有化学物質情報伝達

1）概要説明

「製品含有化学物質の情報伝達」 自社製品に含有する化学物質(調達部材含む)を効率的に把握・管理し、その情報をお客様(次工程)に提供する。年々厳しくなる国際的な化学物質規制にタイムリーに対応し、環境に配慮した「ものづくり」を支援する。

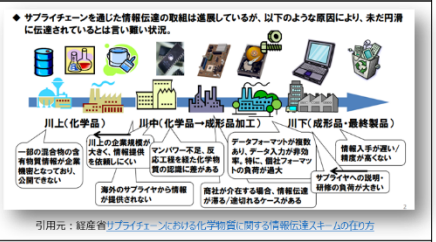
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	「製品含有化学物質の情報伝達」 自社製品に含有する化学物質(調達部材含む)を効率的に把握・管理し、その情報をお客様(次工程)に提供する。年々厳しくなる国際的な化学物質規制にタイムリーに対応し、環境に配慮した「ものづくり」を支援する。 【社会・環境価値】 人の健康 & 環境保全 【経済価値】 企業の社会的責任 【ステークホルダのニーズ】 サプライヤーから円滑な情報入手 消費者の信頼獲得 法令遵守エビデンス管理
関連するステークホルダ	製品/原料/部品メーカー(化学品、成形品)、販売業者、各国規制当局、投資家、回収リサイクル業者、認証機関
ステークホルダ間で 共有すべき情報	自社製品に含まれる規制物質の種類と含有率／濃度。不使用不含有証明書（代替手段）
詳細説明・概念図	・産業データ連携基盤の利用により、サプライチェーン各社の管理工数を削減する。 ・現状、サプライチェーンにおける含有化学物質情報は共通書式(Excelシート)による授受が多い。 ・経産省サプライチェーンにおける化学物質に関する情報伝達スキームの在り方(2014年3月)の問題点(右図)の現状を踏まえて、産業データ連携基盤の利活用の有効性を検証する。  引用元：経産省サプライチェーンにおける化学物質に関する情報伝達スキームの在り方
情報を共有する上での懸念点	・業界横断のデータフォーマットの共通化（グローバル標準化） ・各国データスペースとの相互接続（インターオペラビリティ） ・データと実物との紐付け（ID管理、トレーサビリティ） ・各国規制の更新と共有データの更新・修正の連動プロセス ・データの信頼性の担保（自己宣言で良いか） ・サプライヤがデータ主権を維持した状態で廃業した場合のリスク対策
参考情報、備考	・情報伝達スキームは chemSHERPAとして2015 年に経済産業省が開発し 2016年からJAMPが運営 ・自動車業界は製品使用の全材料データをIMDSやJAPIAシートで管理 (International Material Data System)

図 120：【ユースケース素案#4】含有化学物質情報伝達

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：人の健康 ＆ 環境保全
- 経済価値：企業の社会的責任
- ステークホルダのニーズ：サプライヤから円滑な情報入手　消費者の信頼獲得　法令遵守エビデンス管理

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 製品/原料/部品メーカー(化学品、成形品)
- 販売業者
- 各国規制当局
- 投資家
- 回収リサイクル業者
- 認証機関

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 自社製品に含まれる規制物質の種類と含有率／濃度
- 不使用不含有証明書（代替手段）

5）情報共有する上での懸念点

本ユースケースに関連して情報共有する上での懸念点は下記の通りである。

- 業界横断のデータフォーマットの共通化（グローバル標準化）
- 各国データスペースとの相互接続（インターオペラビリティ）
- データと実物との紐付け（ID 管理、トレーサビリティ）
- 各国規制の更新と共有データの更新・修正の連動プロセス

- データの信頼性の担保（自己宣言で良いか）
- サプライヤがデータ主権を維持した状態で廃業した場合のリスク対策

6）参考情報・備考

本ユースケースの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

- 情報伝達スキームは chemSHERPA として 2015 年に経済産業省が開発し 2016 年から JAMP が運営
- 自動車業界は製品使用の全材料データを IMDS や JAPIA シートで管理（International Material Data System）

＜ユースケース素案⑤＞ 製品含有化学物質の企業間情報共有

1）概要説明

製品に含有する化学物質を効率的に把握・管理し、その情報を供給先の使用者に提供することで年々厳しくなる国際的な化学物質規制にタイムリーに対応し、安全、安心に配慮した製造を支援する。

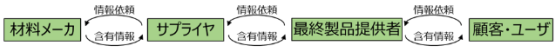
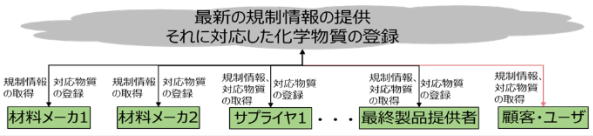
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	製品に含有する化学物質を効率的に把握・管理し、その情報を供給先の使用者に提供。 年々厳しくなる国際的な化学物質規制にタイムリーに対応し、安全、安心に配慮した製造を支援。 【社会・環境価値】　安全、安心 【経済価値】　海外を含んだ市場の拡大 & 化学物質管理の運用、システムコストの低減 【ステークホルダのニーズ】最終製品提供者とその使用者に対し、情報を提供することで、彼らの安全、安心ニーズに応える
関連するステークホルダ	製品/原料/部品メーカー(化学品、成形品)、販売業者、各国規制当局、回収リサイクル業者、認証機関
ステークホルダ間で共有すべき情報	自社製品に含まれる規制物質の種類と含有率／濃度。
詳細説明・概念図	・現状 バケツリレー：  ・望ましい形 最新規制情報の共有と それに対応した化学物質の登録 
情報を共有する上での懸念点	・規制情報共有、登録システム 構成（海外の動きと連携）、その運用、最新情報の把握、セキュリティ、および それらのコスト（材料メーカ、サプライヤ、最終製品提供者、ユーザの負担。Eclipse Dataspace Connector等。） ・それぞれの業界で共通、容易、高セキュリティ、安価に使えるストレージの存在が前提か。
参考情報、備考	・構成：Catena-X (事業会社：Confinity-X)　規制：RoHS、REACH、Universal PFAS

図 121：【ユースケース素案#5】製品含有化学物質の企業間情報共有

（出所：RRI 検討資料）

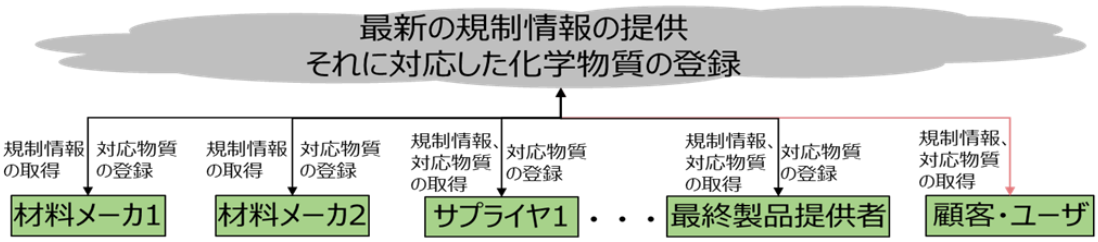


図 122：【ユースケース素案#5】製品含有化学物質の企業間情報共有ソリューションイメージ図（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：安全、安心
- 経済価値：海外を含んだ市場の拡大 & 化学物質管理の運用、システムコストの低減
- ステークホルダのニーズ：最終製品提供者とその使用者に対し、情報を提供することで、彼らの安全、安心ニーズに応える

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 製品/原料/部品メーカー(化学品、成形品)
- 販売業者
- 各国規制当局
- 回収リサイクル業者
- 認証機関 等

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 自社製品に含まれる規制物質の種類と含有率／濃度。

５）情報共有する上での懸念点

本ユースケースに関連して情報共有する上での懸念点は下記の通りである。

- 規制情報共有、登録システム：構成（海外の動きと連携）、その運用、最新情報の把握、セキュリティ、およびそれらのコスト（材料メーカー、サプライヤ、最終製品提供者、ユーザーの負担。Eclipse Dataspace Connector 等）
- それぞれの業界で共通、容易、高セキュリティ、安価に使えるストレージの存在が前提

６）参考情報・備考

本ユースケースの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

- 構成：Catena-X（事業会社：Confinity-X）
- 規制：RoHS、REACH、Universal PFAS

＜ユースケース素案⑥＞ 航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン

１）概要説明

航空宇宙業界のサプライチェーンを通じた、カーボンニュートラル情報、リサイクル情報、製品構成品の安全性やサイバーセキュリティ関連情報のトレーサビリティ確保で、航空宇宙輸送事業における安全・安心に貢献。

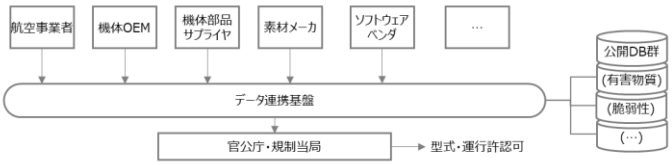
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	航空宇宙業界のサプライチェーンを通じた、カーボンニュートラル情報、リサイクル情報、製品構成品の安全性やサイバーセキュリティ関連情報のトレーサビリティ確保で、航空宇宙輸送事業における安全・安心に貢献 【社会・環境価値】安全・安心につながる設計情報の透明性、中古部品など資源再利用性向上 【経済価値】製品競争力向上、参入障壁、デジタルトランスフォーメーション推進、サーキュラエコノミ推進 【ステークホルダのニーズ】航空事業者：適正な機体や部品手配と保守効率化、OEM・サプライヤ：型式証明・トレーサビリティデータ労力軽減・生産性向上、規制当局：認証プロセス迅速化
関連するステークホルダ	航空機OEM、官公庁・規制当局、航空機部品サプライヤ、ソフトウェアベンダ・コミュニティ、など
ステークホルダ間で 共有すべき情報	• カーボンニュートラル：エネルギ使用量、CO2排出量 • 有害物質管理：有毒物質含有量 • リスク管理：不適合情報、脆弱性情報など • 製品構成管理：製品BOM、ソフトウェアBOM • コンプライアンスなど
情報共有する上での懸念点	• データフォーマット、データディクショナリ(コード体系やオントロジ)整備、 • 各種BOM(設計・調達・製造・サービス、ソフトウェアBOM)との対応付け(PLM/ERP/MES/ALM等の異なるベンダツール間の相互運用性) • データの真正性、信頼性(エビデンスとの関連付け)、変更管理・バージョン管理との整合性、データへのアクセス制御
詳細説明・概念図	
参考情報、備考	• 経産省 Ouranos Ecosystem (https://www.meti.go.jp/press/2023/04/20230429002/20230429002.html) • Skywise(https://aircraft.airbus.com/en/services/enhance/skywise): エアバス社 航空機設計・製造・サービスのデジタル化データプラットフォーム • SkyGrid (https://www.skygrid.com/): 無人航空機の運航情報管理 • BlockAero (https://block.aero/): 航空宇宙産業向け航空機所有権・コプライアンス、製造過程信頼性

図 123：【ユースケース素案#6】航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン
（出所：RRI 検討資料）

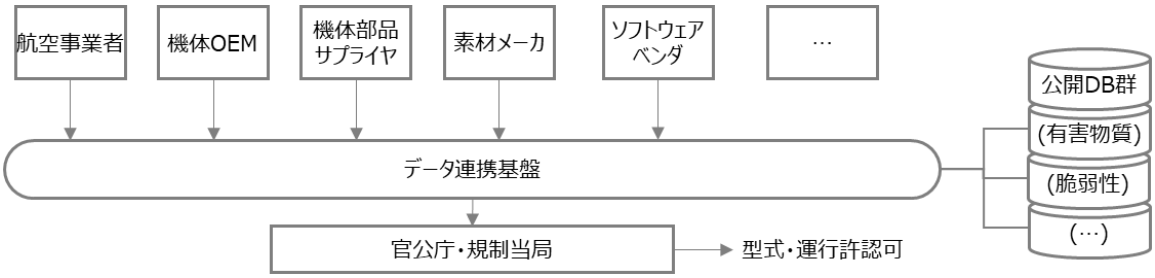


図 124：【ユースケース素案#6】航空宇宙業界のエンジニアリングデータチェーン ソリューションイメージ図（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値： 安全・安心につながる設計情報の透明性、中古部品など資源再利用性向上
- 経済価値：製品競争力向上、参入障壁、デジタルトランスフォーメーション推進、サーキュラー・エコノミー推進
- ステークホルダのニーズ：航空事業者：適正な機体や部品手配と保守効率化、OEM・サプライヤ：型式証明・トレーサビリティデータ労力軽減・生産性向上、規制当局：認証プロセス迅速化

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 航空機 OEM
- 官公庁・規制当局
- 航空機部品サプライヤ
- ソフトウェアベンダ・コミュニティ　等

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- カーボンニュートラル：エネルギー使用量、CO2 排出量
- 有害物質管理：有毒物質含有量
- リスク管理：不適合情報、脆弱性情報など
- 製品構成管理：製品 BOM、ソフトウェア BOM
- コンプライアンスなど

5）情報共有する上での懸念点

本ユースケースに関連して情報共有する上での懸念点は下記の通りである。

- データフォーマット、データディクショナリ(コード体系やオントロジー)整備
- 各種 BOM(設計・調達・製造・サービス、ソフトウェア BOM)との対応付け(PLM/ERP/MES/ALM 等の異なるベンダツール間の相互運用性)
- データの真正性、信頼性(エビデンスとの関連付け)、変更管理・バージョン管理との整合性、データへのアクセス制御

6）参考情報・備考

本ユースケースの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

- 経産省 Ouranos Ecosystem (https://www.meti.go.jp/press/2023/04/20230429002/20230429002.html)
- Skywise(https://aircraft.airbus.com/en/services/enhance/skywise): エアバス社 航空機設計・製造・サービスのデジタル化データプラットフォーム
- SkyGrid (https://www.skygrid.com/): 無人航空機の運航情報管理
- BlockAero (https://block.aero/): 航空宇宙産業向け航空機所有権・コプライアンス、製造過程信頼性

＜ユースケース素案⑦＞ 製造物品質トレサビ

1）概要説明

製造時における品質情報を企業間で共有。部品から最終製品に至るまでの品質を担保し、エンドユーザーに対する製品品質への安心感を生む。

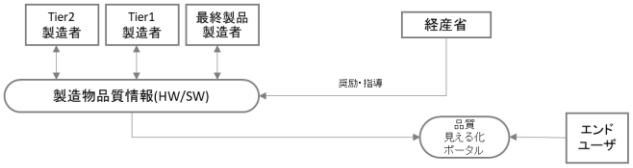
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	製造時における品質情報を企業間で共有することにより、部品レベルから最終製品にいたるまでのHW/SWにおける品質を担保し、エンドユーザに対する製品品質への安心感を産む。 【社会・環境価値】 安全・安心、レジリエントな社会 【経済価値】 製品競争力維持・向上 【ステークホルダのニーズ】 バリューチェーンの下流側にとって品質面でのリスクを減らすと共に、上流側での取り組みが価値に繋がる
関連するステークホルダ	・一般製造業（機械系、電子系、など） ・経産省
ステークホルダ間で 共有すべき情報	・製品製造/検査時のデータ HW、SW含む （特にSWについてはOSSなどの情報も付加）
詳細説明・概念図	
情報を共有する上での懸念点	・品質情報を開示する企業側のインセンティブ （変更が生じた場合の通知くらいでも最初は良いかも） ・共通フォーマットでのデータ授受 （部品ベンダからするとバラバラに対応するのはNG。理想的にはAASなどのフォーマットでやりとりできれば） ・品質情報の正当性管理
参考情報、備考	

図 125：【ユースケース素案#7】製造物品質トレサビ

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：安全・安心、レジリエントな社会

- 経済価値：製品競争力維持・向上
- ステークホルダのニーズ：バリューチェーンの下流側にとって品質面でのリスクを減らすと共に、上流側での取り組みが価値に繋がる

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 一般製造業（機械系、電子系、など）
- 経産省

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 製品製造/検査時のデータ・HW、SW 含む　（特に SW については OSS などの情報も付加）

5）情報共有する上での懸念点

本ユースケースに関連して情報共有する上での懸念点は下記の通りである。

- 品質情報を開示する企業側のインセンティブ（変更が生じた場合の通知くらいでも最初は良いかも）
- 共通フォーマットでのデータ授受（部品ベンダーからするとバラバラに対応するのは NG。理想的には AAS などのフォーマットでやりとりできれば）
- 品質情報の正当性管理

＜ユースケース素案⑧＞ 脆弱性情報の共有による対応の効率化

1）概要説明

IoT/組込み機器の利用が更に拡大し，製品の製造やサービスの提供において末端の機器を含み包括的に脆弱性情報を共有できる仕組みにより，脆弱性への対応にかかるコストを

削減とセキュアな社会の実現に貢献。

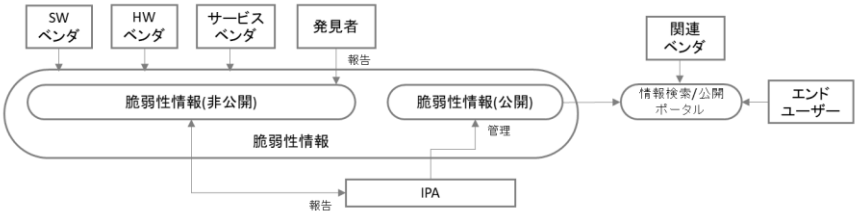
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	IoT/組込み機器の利用が更に拡大し，製品の製造やサービスの提供において末端の機器を含み包括的に 脆弱性情報を共有できる仕組みにより，脆弱性への対応にかかるコストを削減とセキュアな社会の実現に貢献 【社会・環境価値】 安全・安心レジリエント 【経済価値】 コストの削減/社会責任を果たす 【ステークホルダのニーズ】 脆弱性と自社製品/サービスとの関連性，対応方法の明確化
関連するステークホルダ	・SW/HW/サービスベンダ ・経産省 ・IPA (独立行政法人 情報処理推進機構)
ステークホルダ間で 共有すべき情報	・脆弱性の対象(SW/HW/サービスなど) ・脆弱性の詳細(CVEなど) ・脆弱性の状態(影響なし，影響有，対応済，調査中など)
詳細説明・概念図	
参考情報、備考	IoT製品に対するセキュリティ適合性評価制度 （https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/sangyo_cyber/wg_cybersecurity/iot_security/index.html）

図 126：【ユースケース素案#8】脆弱性情報の共有による対応の効率化

（出所：RRI 検討資料）

２）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：安全・安心レジリエント
- 経済価値：コストの削減/社会責任を果たす
- ステークホルダのニーズ：脆弱性と自社製品/サービスとの関連性，対応方法の明確化

３）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- SW/HW/サービスベンダ
- 経産省
- IPA (独立行政法人 情報処理推進機構)

４）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 脆弱性の対象(SW/HW/サービスなど)
- 脆弱性の詳細(CVE など)
- 脆弱性の状態(影響なし、影響有、対応済、調査中など)

５）参考情報・備考

本ユースケースの検討にあたっての参考・類似事例としては下記があげられる。

- IoT 製品に対するセキュリティ適合性評価制度：
  https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/sangyo_cyber/wg_cybersecurity/iot_security/index.html

＜ユースケース素案⑨＞ 電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化

１）概要説明

電力の需給情報の共有により、需給のギャップや系統からの要請に対応し、計画的な蓄電池の敷設や再生可能エネルギーの活用を推進。

- 消費エネルギーの計画値の共有による再生エネルギー活用推進
- 電力需給の傾向を元にした計画的な蓄電池設置、充放電管理

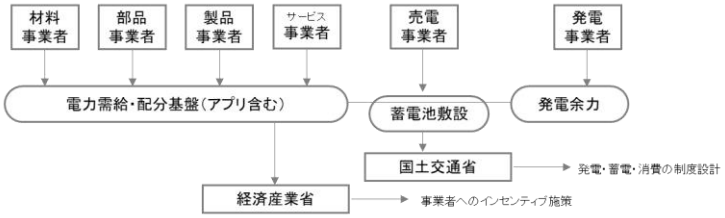
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	■ 消費エネルギーの計画値の共有による再生エネルギー活用推進 ■ 電力需給の傾向を元にした計画的な蓄電池設置、充放電管理 【社会・環境価値】 脱炭素、安全・安心レジリエントな社会 【経済価値】 製品競争力向上 【ステークホルダのニーズ】 電力の地産地消によるロス低下、蓄電池関連ビジネス（充放電最適化、保守運用）創出、クリーンで安価な電力の安定供給
関連するステークホルダ	・主に製造業各社 ・発電事業者、売電事業者、蓄電池事業者 等 ・行政（国土交通省、経済産業省、地方自治体）
ステークホルダ間で 共有すべき情報	・直近のエネルギー使用量（計画ベース） ・蓄電池の稼働履歴（保守運用のため）、電力のロス状況
詳細説明・概念図	
参考情報、備考	JEPXの仕組みに需要データの共有＋蓄電事業推進による価値化を行うことも一手

図 127：【ユースケース素案#9】電力需給＋蓄電池推進による再生可能エネ使用最大化

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：脱炭素、安全・安心レジリエントな社会
- 経済価値：製品競争力向上
- ステークホルダのニーズ：電力の地産地消によるロス低下、蓄電池関連ビジネス（充放電最適化、保守運用）創出、クリーンで安価な電力の安定供給

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 主に製造業各社
- 発電事業者
- 売電事業者
- 蓄電池事業者
- 行政（国土交通省、経済産業省、地方自治体）

４）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 直近のエネルギー使用量（計画ベース）
- 蓄電池の稼働履歴（保守運用のため）、電力のロス状況

５）参考情報・備考

JEPX の仕組みに需要データの共有＋蓄電事業推進による価値化を行うことも一手

＜ユースケース素案⑩＞ 物流の効率化と CO2 排出削減，業界課題対応

１）概要説明

物流に関わる情報をデータスペースでリアルタイム共有し，トラブル発生などの早期把握と対応を可能とすることで，迅速かつ柔軟な物流を実現するとともに，負荷量の見える化・平準化によりドライバー不足の解消・物流効率化による CO2 削減を目指す。

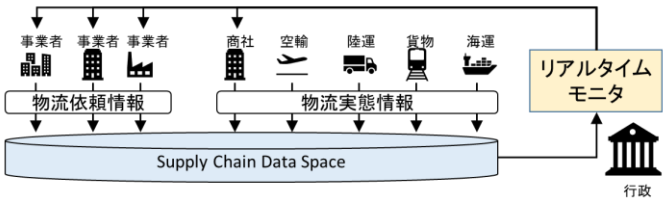
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	物流に関わる情報をデータスペースでリアルタイム共有し，トラブル発生などの早期把握と対応を可能とすることで，迅速かつ柔軟な物流を実現するとともに，負荷量の見える化・平準化によりドライバー不足の解消・物流効率化によるCO2削減を目指す。 【社会・環境価値】 脱炭素，ヒトに優しい社会，ドライバーの労働環境改善 【経済価値】 生産性向上・コスト削減，持続可能な物流サービスの実現 【ステークホルダのニーズ】 生産性向上・コスト削減，企業の社会的責任を果たす（ドライバ問題，長時間労働問題）
関連するステークホルダ	物流依頼事業者（各種業界事業者），運輸事業者（商社，空輸，陸運，貨物，海運） 行政（国土交通省，経済産業省，地方自治体）
ステークホルダ間で 共有すべき情報	物流依頼情報，物流実態情報（手段，内容物，From-To，現在地，到着日時）
詳細説明・概念図	
参考情報、備考	

図 128：【ユースケース素案#10】物流の効率化と CO2 排出削減・業界課題対応

（出所：RRI 検討資料）

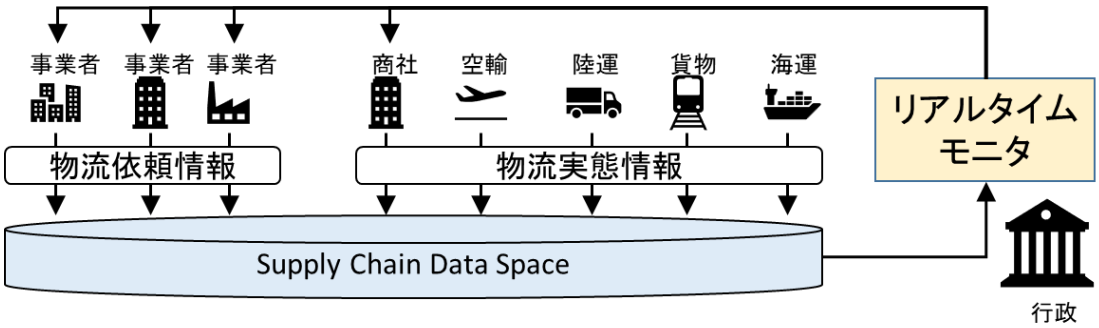


図 129：【ユースケース素案#10】物流の効率化と CO2 排出削減・業界課題対応ソリューションイメージ図（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：脱炭素，ヒトに優しい社会，ドライバーの労働環境改善
- 経済価値：生産性向上・コスト削減，持続可能な物流サービスの実現
- ステークホルダのニーズ：生産性向上・コスト削減，企業の社会的責任を果たす（ドライバー問題，長時間労働問題）

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 物流依頼事業者（各種業界事業者）
- 運輸事業者（商社，空輸，陸運，貨物，海運）
- 行政（国土交通省，経済産業省，地方自治体）

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 物流依頼情報
- 物流実態情報（手段，内容物，From-To，現在地，到着日時）

＜ユースケース素案⑪＞ BCP 対応　生産・調達余力共有

1）概要説明

災害時などで生産が継続できない場合に備え、各製造業が生産余力（機械、スキル、人員など）や調達余力（部品在庫、流通など）を共有できるようにすることで、企業における BCP 対応強化と、生活必要物資の安定供給といった社会価値向上に貢献する。

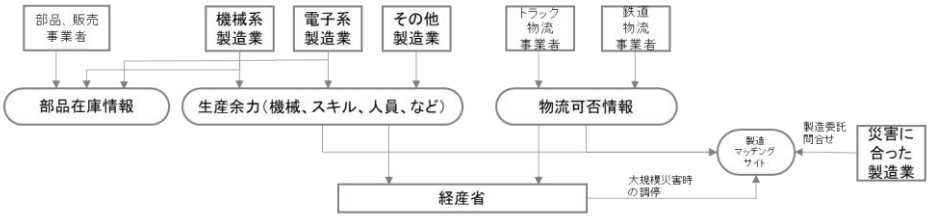
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	■ 災害時などで生産が継続できない場合に備え、各製造業が生産余力（機械、スキル、人員など）や調達余力（部品在庫、流通など）を共有できるようにすることで、企業におけるBCP対応強化と、生活必要物資の安定供給といった社会価値向上に貢献する。 【社会・環境価値】 安全・安心、レジリエントな社会 【経済価値】 生産性向上・コスト削減　（リスクに対する余分な投資を抑える） 【ステークホルダのニーズ】 企業経営者の「もしも」に備えるとともに顧客や社会にとって生産活動維持への安心感をもたらす
関連するステークホルダ	・一般製造業（機械系、電子系、など）　・物流関連企業　・部品系商社 ・経産省
ステークホルダ間で 共有すべき情報	・各工場における生産余力　・部品在庫情報 ・物流可否情報
詳細説明・概念図	
参考情報、備考	

図 130：【ユースケース素案#11】BCP 対応／生産・調達余力共有

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：安全・安心、レジリエントな社会
- 経済価値：生産性向上・コスト削減　（リスクに対する余分な投資を抑える）
- ステークホルダのニーズ：企業経営者の「もしも」に備えるとともに顧客や社会にとって生産活動維持への安心感をもたらす

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 一般製造業（機械系、電子系、など）

- 物流関連企業
- 部品系商社
- 経産省

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 各工場における生産余力
- 部品在庫情報
- 物流可否情報

＜ユースケース素案⑫＞ 製品の寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減

1）概要説明

製品製造・利用・メンテナスの情報をサプライチェーンで循環することで、製品寿命の延長、シェアリング率を高め、環境負荷低減と循環経済の成長を図る。

共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	■ 製品製造・利用・メンテナスの情報をサプライチェーンで循環することで、製品寿命の延長、シェアリング率を高め、環境負荷低減と循環経済の成長を図る 【社会・環境価値】：サーキュラーエコノミー型経済の醸成による地球環境保全に貢献、CO2削減、資源循環 【経済価値】：循環経済の成長、企業の社会的価値向上、ESG投資の活性化 【ステークホルダのニーズ】 消費者の使い易く、長持ちする（または不要なものは他者に転売）製品の利用ニーズ、及び地球環境保全に貢献したいというニーズ
関連するステークホルダ	製造業（完成品、中間品など）、データ連携事業者、サービサー(メンテナスサービス、シェアリングサービス、製品価値査定サービスなど）、ロジスティクス、ユーザ（消費者）、政府（政策・規制）など
ステークホルダ間で 共有すべき情報	①製品情報（カテゴリ、販売価格、平均寿命など） ②製品利用情報（稼働時間、故障情報、カスタマープリファレンスなど） ③メンテナス・再利用情報（メンテナス頻度、レンタル・シェアリング頻度、引き取り価格など）
詳細説明・概念図	以下データ連携の枠組み・概念図 
参考情報、備考	共有すべき情報は、欧州ESPR・DPP、CATENA-X・Manufacturing-X仕様なども参考に検討していく 検討結果は、METI「成長志向型の資源自律経済戦略」のCE情報流通プラットフォームなどにインプット

図 131：【ユースケース素案#12】製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減

（出所：RRI 検討資料）

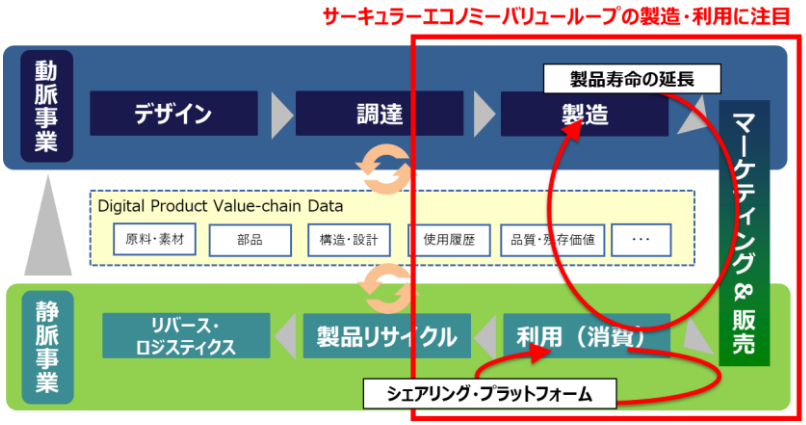


図 132：【ユースケース素案#12：製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減】ソリューションイメージ図（出所：RRI 検討資料）

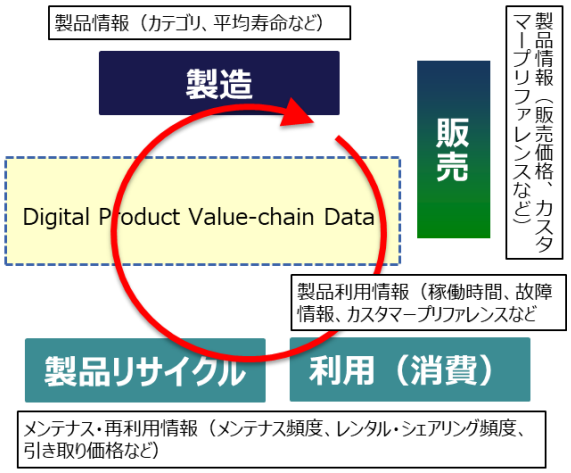


図 133：【ユースケース素案#12：製品寿命延長・シェアリングによる環境負荷低減】ソリューションイメージ図　（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：サーキュラー・エコノミー型経済の醸成による地球環境保全に貢献、CO2 削減、資源循環
- 経済価値：循環経済の成長、企業の社会的価値向上、ESG 投資の活性化
- ステークホルダのニーズ：消費者の使い易く、長持ちする（または不要なものは他者に転売）製品の利用ニーズ、及び地球環境保全に貢献したいというニーズ

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 製造業（完成品、中間品など）
- データ連携事業者
- サービサー(メンテナスサービス、シェアリングサービス、製品価値査定サービスなど)
- ロジスティクス
- ユーザー（消費者）
- 政府（政策・規制）　等

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースに関連してステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- ①製品情報（カテゴリ、販売価格、平均寿命など）
- ②製品利用情報（稼働時間、故障情報、カスタマープリファレンスなど）
- ③メンテナス・再利用情報（メンテナス頻度、レンタル・シェアリング頻度、引き取り価格など）

5）参考情報・備考

- 共有すべき情報は、欧州 ESPR・DPP、CATENA-X・Manufacturing-X 仕様なども参考に検討していく
- 検討結果は、METI「成長志向型の資源自律経済戦略」の CE 情報流通プラットフォームなどにインプット

＜ユースケース素案⑬＞ データスペースの国際相互接続

1）概要説明

- 欧州電池規制等、欧州（ドイツ）発のルールに準拠し、日本のグローバル製造業が欧州市場から締め出されることを防ぐ
- 上記に対応するために、Catena-X や GAIA-X に準ずる企業間データ連携基盤を構築す

る必要があるが、既にフォロワーになってしまっている事実を厳粛に受け止め、基盤の仕様策定や構築は最速で進め、参加製造業各社及び日本の競争力向上や SDGs に資するユースケースの探索やアプリケーション（サービス）の開発に注力する

共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	• 社会・環境価値：（欧州電池規制等に対応することで間接的に脱炭素に繋がる） • 経済価値：グローバル自動車産業にとって欧州市場を失わなくて済む • ステークホルダーのニーズ：日本のデータスペースを利用しても、欧州電池規制等のグローバルな法規制に準拠出来る
関連するステークホルダ	官公庁（経産省、総務省、デジ庁）、左記の外郭・関連団体（IPA DADC、NEDO等）、業界団体（自工会、BASC等）、製造業各社（OEM、Tier1、Tier2・・・サプライヤー等）
ステークホルダ間で 共有すべき情報	Catena-X、GAIA-X、IDSAの仕様等の各種技術情報、Tractus-X等で開発されているEDC等のOSS（ソフトウェア部品）、各種ユースケース、各種セキュリティ国際標準等
詳細説明・概念図	■ 欧州電池規制等、欧州（ドイツ）発のルールに準拠し、日本のグローバル製造業が欧州市場から締め出されることを防ぐ ■ 上記に対応するために、Catena-XやGAIA-Xに準ずる企業間データ連携基盤を構築する必要があるが、既にフォロワーになってしまっている事実を厳粛に受け止め、基盤の仕様策定や構築は最速で進め、参加製造業各社及び日本の競争力向上やSDGsに資するユースケースの探索やアプリケーション（サービス）の開発に注力する
参考情報、備考	

図 134：【ユースケース素案#13】データスペースの国際相互接続

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：(欧州電池規制等に対応することで間接的に脱炭素に繋がる)
- 経済価値：グローバル自動車産業にとって欧州市場を失わなくて済む
- ステークホルダのニーズ：日本のデータスペースを利用しても、欧州電池規制等のグローバルな法規制に準拠出来る

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 官公庁（経産省、総務省、デジタル庁）
- 上記の外郭・関連団体（IPA DADC、NEDO 等）
- 業界団体（自工会、BASC 等）
- 製造業各社（OEM、Tier1、Tier2、サプライヤ等）

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースにおいてステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- Catena-X、GAIA-X、IDSA の仕様等の各種技術情報、Tractus-X 等で開発されている EDC 等の OSS（ソフトウェア部品）、各種ユースケース、各種セキュリティ国際標準等

＜ユースケース素案⑭＞ 蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化

1）概要説明

生産財、機械・電気品としての蓄電池を対象にイノベーションの加速化（社会実装までの加速化）を図る。

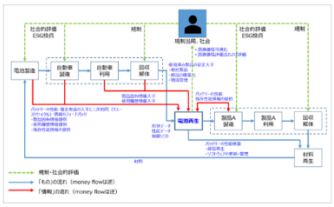
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	■ イノベーションの加速化（社会実装までの加速化）：対象は生産財 機械・電気品としての蓄電池 ■ ステークホルダーのニーズ 1次からｎ次の顧客運用（運用環境）データを元に製品設計・生産を効率化し、ｎ次利用の新たな市場を創成 • 社会価値：競争の活性化（進歩の促進、オープン化） • 環境価値：循環社会・カーボンニュートラル • 経済価値：情報非対称の取引コストのゼロ化 • 経済価値：新規市場を創成
関連するステークホルダ	利用者、ニーズ化する主体、振るまい化する主体、機能化する主体、物理化する主体、プロダクター、コーディネータ
ステークホルダ間で 共有すべき情報	循環までを捉え、問題を見つけて改善していくために必要なKGI、KPI
詳細説明・概念図	ユースケースの報告書参照  図 6.1.2 バッテリの二次利用
参考情報、備考	

図 135：【ユースケース素案#14】蓄電池の循環を例にイノベーションの加速化

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会価値：競争の活性化（進歩の促進、オープン化）
- 環境価値：循環社会、カーボンニュートラル
- 経済価値：情報非対称の取引コストのゼロ化、新規市場を創成
- ステークホルダのニーズ：1 次からｎ次の顧客運用（運用環境）データを元に製品設計・生産を効率化し、ｎ次利用の新たな市場を創成することが価値となる。

３）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- 利用者、ニーズ化する主体、振る舞い化する主体、機能化する主体、物理化する主体、プロダクター、コーディネータ

４）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースにおいてステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 循環までを捉え、問題を見つけて改善していくために必要な KGI、KPI

＜ユースケース素案⑮＞ 協調と競争のビジネスモデル設計

１）概要説明

自社データを各社が提供し、ステークホルダ同士で共有・連携することによって、環境負荷低減という「共通善」を目指しつつ、他社・自社双方がメリットを享受できる仕組み（サイクル全体の共通的なビジネスモデル）を構築する。（カーボンニュートラル／サーキュラー・エコノミーのサイクルの中で、社会貢献と自社成長の両立、お金の循環）

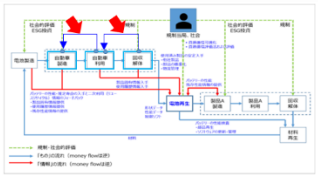
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	• 自社データを各社が提供し、ステークホルダ同士で共有・連携することによって、環境負荷低減という「共通善」を目指しつつ、他社・自社双方がメリットを享受できる仕組み（サイクル全体の共通的なビジネスモデル）の構築 （カーボンニュートラル／サーキュラーエコノミーのサイクルの中で、社会貢献と自社成長の両立、お金の循環） 【社会・環境価値】 資源有効活用とカーボンニュートラルによる地球環境保護・改善 【経済価値】 社会システム構築の負担分散、結果的に総開発コストを抑制 【ステークホルダのニーズ】 サーキュラーエコノミーの中での自らの位置付けや自分が受けるメリット、競争ポイントの明確化
関連するステークホルダ	・モノづくりのサーキュラーエコノミーの構成機能 資材、素材採掘／供給業者、材料製造、部品加工、部品セットメーカ、製品セットメーカ、 部品改修業者、再生業者 ・一般ユーザ（製品の利用者）
ステークホルダ間で 共有すべき情報	・素材構成（成分）※静脈産業との連携 ・製造LT ※サイクル全体の効率最適化 ・部材CFP、製品CFP
詳細説明・概念図	※二次電池利用例を参考に いわゆる「モノと情報の流れ」の中に参加するステークホルダのベネフィットを 同時に定義し、あらゆる企業がサーキュラーエコノミーの中に入りやすくする。 データ流通プラットフォーマー： 共通部分は自社開発だが、他社データを入手し分析できる ステークホルダー： 自社データを提供するが、システム開発費不要で他のデータを享受できる 
情報を共有する上での懸念点	・データ共有に対する意義／価値の定義 各企業からの「提供することのメリットは何か？」という問いに答えられるように ・「データは誰のものか」への定義 共有という意味では、ある程度オープン且つ所有権放棄の観点も必要 競争力を削がない線引き
参考情報、備考	

図 136：【ユースケース素案#15】協調と競争のビジネスモデル設計

（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会・環境価値：資源有効活用とカーボンニュートラルによる地球環境保護・改善
- 経済価値：社会システム構築の負担分散、結果的に総開発コストを抑制
- ステークホルダのニーズ：サーキュラー・エコノミーの中での自らの位置付けや自分が受けるメリット、競争ポイントの明確化

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

- モノづくりのサーキュラー・エコノミーの構成機能：資材、素材採掘／供給業者、材料製造、部品加工、部品セットメーカ、製品セットメーカ、部品改修業者、再生業者
- 一般ユーザー（製品の利用者）

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースにおいてステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

- 素材構成（成分）：静脈産業との連携
- 製造リードタイム（LT）：サイクル全体の効率最適化
- 部材カーボンフットプリント（CFP）、製品カーボンフットプリント（CFP）

＜ユースケース素案⑯＞ データ循環によるエコデザイン活性化

1）概要説明

製品と情報がセットで循環することで、エコデザイン製品の市場を活性化し、環境負荷低減と経済成長を両立するユースケースであり、下記の課題に取り組む

- OEM は材料、部品、自社製品の使われ方、再生・廃棄方法を知らないと正しい環境負荷評価が出来ない為、エコデザインが難しい。
- エコデザイン製品が好まれる市場（B2B、B2C）
- Tier に情報開示を要求しても、開示するメリットがないので対応することが難しい。情報にもコストがかかる。
- 静脈企業の生産性を上げないと再生材の供給が間に合わない。生産計画に不確実性が残る。
- 各社、情報流を作る為の投資に対して、回収計画が作れない。

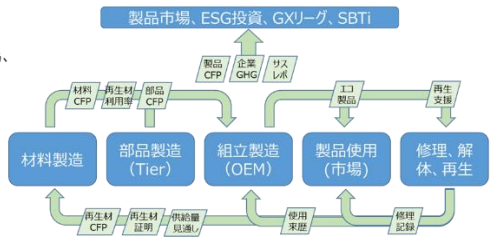
共通ゴール 【社会価値、環境価値、経済価値】	製品と情報がセットで循環することで、エコデザイン製品の市場を活性化し、環境負荷低減と経済成長を両立する 社会価値：エコデザイン製品の普及による環境負荷低減、資源循環経済の実現 環境価値：CO2削減、資源循環、情報可視化によるスクリーニング 経済価値：製造業のサステナビリティ向上、静脈企業の成長による経済の底上げ、ESG投資の活性化
関連するステークホルダ	①材料メーカ、部品加工業、部品製造業（Tier1-3）：②から環境情報の提供を要求される ②組み立て製造業（OEM）：社会的責任があり、GHG報告・削減の義務を負う（SBTi, GXリーグ） ③製品修理、解体、再生業（静脈企業）：①に材料を戻す役割、情報が付加価値を持つ
ステークホルダ間で 共有すべき情報	①材料CFP、部品CFP、再生材利用率 ②製品CFP、LCA、企業GHG、サステナビリティレポート、エコ認証、再生支援情報 ③修理記録、再生材CFP、再生材証明、供給量見通し
詳細説明・概念図	（課題） ・OEMは材料、部品、自社製品の使われ方、再生・廃棄方法を知らないと正しい環境負荷評価が出来ない為、エコデザインが難しい。 ・エコデザイン製品が好まれる市場（B2B、B2C？） ・Tierに情報開示を要求しても、開示するメリットがないので対応することが難しい。情報にもコストがかかる。 ・静脈企業の生産性を上げないと再生材の供給が間に合わない。生産計画に不確実性が残る。 ・各社、情報流を作る為の投資に対して、回収計画が作れない。 
参考情報、備考	DPP、Catena-Xの趣旨説明と同じ課題設定

図 137：【ユースケース素案#16】データ循環によるエコデザイン活性化

（出所：RRI 検討資料）

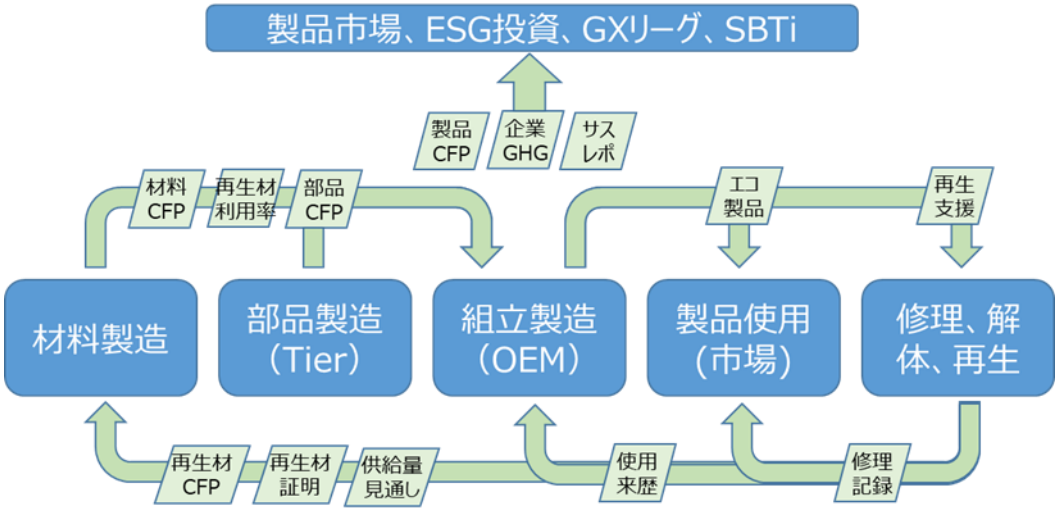


図 138：【ユースケース素案#16】データ循環によるエコデザイン活性化ソリューションイメージ図　（出所：RRI 検討資料）

2）共通ゴール

本ユースケースにおける共通ゴールとしては下記の通りである。

- 社会価値：エコデザイン製品の普及による環境負荷低減、資源循環経済の実現
- 環境価値：CO2 削減、資源循環、情報可視化によるスクリーニング
- 経済価値：製造業のサステナビリティ向上、静脈企業の成長による経済の底上げ、ESG 投資の活性化

3）関連するステークホルダ

本ユースケースに関連するステークホルダとしては下記の通りである。

① 材料メーカー、部品加工業、部品製造業（Tier1-3）：②から環境情報の提供を要求される
② 組み立て製造業（OEM）：社会的責任があり、GHG 報告・削減の義務を負う（SBTi, GX リーグ）
③ 製品修理、解体、再生業（静脈企業）：①に材料を戻す役割、情報が付加価値を持つ

4）ステークホルダ間で共有すべき情報

本ユースケースにおいてステークホルダ間で共有すべき情報としては下記の通りである。

① 材料 CFP、部品 CFP、再生材利用率
② 製品 CFP、LCA、企業 GHG、サステナビリティレポート、エコ認証、再生支援情報
③ 修理記録、再生材 CFP、再生材証明、供給量見通し

5）参考情報・備考

本ユースケースにおける参考事例としては DPP（Digital Product Passport）、Catena-X が存在する。

Appendix— 2 ：（参考）ユースケース①実現に向けた懸念点整理と各プレイヤーへの提言

別添 Excel「RRI_ユースケース①実現に向けた懸念点整理と各プレイヤーへの提言」参照のこと

以上

（様式２）

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 製造業における企業間データ連携の進展に向けた調査

委託事業名 令和5年度製造基盤技術実態等調査(我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査)

受注事業者名
株式会社d-strategy,inc

頁	図表番号	タイトル
P7	図３	欧州が展開しているデータスペース
P7	図４	データスペースでのデータ共有のあり方
P8	図５	今までのプラットフォーム型のデータ共有の課題と、データ主権担保の必要性
P9	図６	企業を超えたデータ連携の課題
P10	図７	脱炭素・資源循環のデータ共有イメージ
P11	図８	コネクターを活用したデータ交換
P11	図９	コネクターによるデータ共有の構造
P12	図１０	データスペースにおいて重要となるセキュリティとデータ主権
P13	図１１	各国で広がるデータスペース
P13	図１２	欧州で広がるGAIA-X準拠データスペース
P14	図１３	データ共有のアプローチ比較（直接共有、データスペースでの共有）
P15	図１４	Catena-Xにおける階層構造
P16	図１５	コア・サービス事業者としてのCofinity-X
P17	図１６	デープレイヤーおける各プレイヤーの役割
P18	図１７	IDSA（International Data Space Association）のIDSコネクター

（様式２）

P19	図１８	対策が急務となるサステナビリティ
P20	図１９	気候変動による損失
P21	図２０	脱炭素・資源循環に関するマクロ環境変化
P21	図２１	炭素税導入の動向
P22	図２２	欧州のコーポレート・サステナビリティ報告指令
P23	図２３	欧州のサステナビリティに関する政策構造
P24	図２４	欧州エコデザイン規則の概略
P25	図２５	デジタル製品パスポートで開示が求められる情報想定
P26	図２６	デジタル製品パスポートに備えるための注意点
P27	図２７	欧州電池規制に関して
P27	図２８	欧州電池規制の構成
P28	図２９	欧州電池規制のスケジュール
P29	図３０	データスペースを展開する主要組織とIDSAの位置づけ
P30	図３１	IDSAが公開しているData Space Radar
P31	図３２	GAIA－Xのコンセプト
P31	図３３	GAIA-Xのアーキテクチャ（Federation Service）
P32	図３４	GAIA-Xへ投入されている資金
P33	図３５	コネクターを活用したデータ交換
P34	図３６	GAIA-X接続データスペースへの接続イメージ
P35	図３７	主なGAIA-Xのユースケース
P36	図３８	Manufacturing-X推進組織
P36	図３９	Manufacturing-Xと、Catena-Xの位置づけ
P37	図４０	Manufacturing-Xのユースケース

（様式２）

P38	図４１	Catena-Xの設立目的
P39	図４２	Catena-X参加メンバー
P40	図４３	Catena-Xの開発ソフトウェア
P40	図４４	Catena-Xが開発・提供する主な機能
P41	図４５	Catena-Xの組織構成
P42	図４６	Catena-Xの運営体制
P42	図４７	Catena-Xの運営体制とHub
P43	図４８	Catena-X運用の世界展開
P43	図４９	Catena-X運用のグローバルでの窓口
P45	図５０	Cofinity-Xの設立
P45	図５１	Cofinity-Xの対象
P46	図５２	Cofinity-XのOperation Model
P46	図５３	Catena-Xのマーケットプレイス
P47	図５４	Cofinity-Xを利用するまでのプロセス
P48	図５５	Catena-Xの認証項目
P48	図５６	Catena-Xの認証プロセス
P49	図５７	Catena-Xのオンボーディングパッケージ
P50	図５８	Catena-Xロードマップ
P51	図５９	各国Catena-X Hubとの連携イメージ
P53	図６０	Catena-Xの10のユースケース
P54	図６１	Catena-Xの持続可能性ユースケースの背景
P55	図６２	CO2可視化ユースケースにおける課題
P56	図６３	CO2可視化ユースケース実現のために必要なサプライチェーン全体での取り組み

（様式２）

P57	図６４	CO2可視化ワーキンググループの取り組み方針
P58	図６５	CO2可視化ワーキンググループの具体活動テーマ
P59	図６６	Catena-XによるPCFルールブックの策定
P59	図６７	Catena-XのPCFルールブックのリファレンス規格
P60	図６８	Catena-XのPCFルールブックの算定スコープ
P61	図６９	Catena-X PCFデータモデル標準仕様
P62	図７０	Catena-X PCF算定サポートアプリケーションの開発／左がSAP・右がSIEMENS
P63	図７１	SIEMENSが展開するSigreenの概要①
P63	図７２	SIEMENSが展開するSigreenの概要②
P64	図７３	SIEMENSが展開するSigreenの概要③
P64	図７４	Sigreenにおけるコネクターを活用したピアツーピアデータ連携
P65	図７５	SIEMENSが展開するSigreenの基本機能
P65	図７６	SIEMENSが展開するSigreenのデモ画面
P66	図７７	Cofinity-Xマーケットプレイスでの Sigreenの展開
P69	図７８	Catena-X トレーサビリティユースケースのイメージ
P70	図７９	Cofinity-Xにおけるトレーサビリティのソリューションイメージ
P72	図８０	Catena-X 循環経済ユースケースのイメージ
P76	図８１	Catena-X 品質管理ユースケースのイメージ
P78	図８２	Manufacturing as a serviceユースケースのイメージ
P82	図８３	Catena-X モジュ―ラ生産ユースケースのイメージ
P85	図８４	オンライン制御とシミュレーションユースケースのイメージ
P97	図８５	Catena-Xのデータ・エコシステム
P99	図８６	Catena-Xデータ・エコシステムのアーキテクチャ

（様式２）

P102	図８７	Catena-Xエコシステムにおける役割
P112	図８８	Catena-Xのサービスマップ
P114	図８９	KITのツールボックス
P118	図９０	SSIを通じたデータ交換
P122	図９１	Catena-X標準化プロセス
P123	図９２	Catena-X認証プロセス
P124	図９３	Catena-Xのラベル
P125	図９４	Catena-Xノミネーション・プロセス
P127	図９５	Catena-X 資格認定プロセス
P128	図９６	Catena-X Governance Framework flight levels
P129	図９７	Catena-Xのライフサイクルマネジメント
P131	図９８	今後の分散化のタイムライン
P68	表１	Catena-Xとのユースケースに関する質疑応答（持続可能性）
P71	表２	Catena-Xとのユースケースに関する質疑応答（トレーサビリティ）
P75	表３	Catena-Xとのユースケースに関する質疑応答（循環型経済）
P81	表４	Catena-Xとのユースケースに関する質疑応答（サービスとしての製造）
P84	表５	Catena-Xとのユースケースに関する質疑応答（モジュ―ラ生産）
P86	表６	Catena-Xとのユースケースに関する質疑応答（オンライン制御とシミュレーション）
P89	表７	Catena-Xとのユースケースに関する質疑応答（需要とキャパシティ管理）
P95	表８	Catena-Xとのユースケースに関する質疑応答（ビジネスパートナーのデータマネジメント）
P103	表９	コア・サービス・プロバイダーA
P105	表１０	コア・サービス・プロバイダーBの役割

（様式２）

P106	表１１	オンボーディング・サービス・プロバイダー（OSP）の役割
P107	表１２	イネーブルメント・サービス・プロバイダー（ESP）の役割
P108	表１３	ビジネス・アプリケーションプロバイダー（BAP）の役割
P108	表１４	アドバイザリープロバイダー（AP）の役割
P109	表１５	データプロバイダ／コンシューマー（DPC）の役割
P110	表１６	Catena-X Associationの役割
P111	表１７	適合性評価組織（CAB：Conformity Assessment Body）の役割
P126	表１８	Catena-Xノミネーション・プロセス
P133	表１９	用語集

製造業における企業間データ連携の進展に向けた調査
「企業内外のエンジニアリングデータ連携に関する諸課題の整理等」

エンジニアリング変革に向けた将来技術検討

Version 0.4d

2024 年 3 月

一般社団法人日本機械工業連合会

ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会（RRI）
IoT による製造ビジネス変革 WG（WG1）
エンジニアリング変革に向けた産業データ連携 AG（AG4）
エンジニアリング変革に向けた将来技術検討 TF（TF3）

目次

1. **目的と進め方** 4
1.1 前提となる環境認識 4
1.2 目的 4
1.3 範囲 6
1.4 定義 8
1.5 検討の進め方 9
2. Use case **の検討** 10
2.1 use case の考え方 10
2.2 TF3 メンバによる use case 11
2.3 分類とまとめ 13
3. **エンジニアリングデータ連携の検討** 14
3.1 はじめに 14
3.2 エンジニアリングデータ連携の経緯 15
3.3 エンジニアリングデータ連携の仕組 17
3.3.1 framework for engineering data federation 17
3.3.2 semantic interoperability: context information 20
3.4 エンジニアリングデータの全体像と分類の枠組 23
3.4.1 エンジニアリングデータの分類：engineering system の視点から 23
3.4.2 エンジニアリングデータの分類：reference model の視点から 26
3.4.3 エンジニアリングデータの利用 30
3.5 エンジニアリングデータの information model と data model 32
3.5.1 generic data model 32
3.5.2 product model と process model 35
3.6 data model に基づく dictionary の構築 37
3.6.1 dictionary の構成 37
3.6.2 dictionary の統合 39
3.6.3 entity and property 40
4. Use case **に基づく** data model **の検討** 42
4.1 use case に基づく data model の定義例 42
4.2 context information 44
4.3 engineering data 46
4.4 dictionary 49

5. **まとめ** 50
5.1 As-Is から To-Be へ.....50
5.2 取り組むべき課題.....50
6. **参考文献**.....51
改版履歴 54

1. 目的と進め方

1.1 前提となる環境認識

現在、エンジニアリングプロセスを含めて、ものづくりのプロセスが、イノベーションの加速や社会問題対応などでダイナミックに変化してきている。造るものが急速に変わり、造るプロセスも変わる。今日と同じことを明日はやっていないかもしれない。さらに circular manufacturing になると、ものを使っている状況も関係し、使う人が変わっていく時に、ものが変わったり、使うプロセスが変わったり、プロセス間の関係も変わってきて、どういうプロセスが関与してくるかも予測できない状況に直面する。

このような世界では、造られているものも、造るプロセスも、使うプロセスも、今やっていることについて、背後の意味も含めて情報をきちんと客観的に体系化し、モデル化し、情報共有できるようにして、相互運用できるようにしておかないと、これらのダイナミックな変化に対応できない。企業の中だけではなく、ユーザ、リユース・ユーザなど企業の外も含めてエジニアリングデータの共有、連携が必要になってくる。しかし、エンジニアリングデータには暗黙知が多く、人手を介して利用していることが多いのですぐに計算機化はできない。この課題は古くて新しい課題でなかなか解決できていないが、現在その対応がより必要となってきている。

1.2 目的

circular manufacturing なども含めた smart manufacturing 推進の基盤として、企業内外のエンジニアリングデータ連携において、エンジニアリングデータの意味的な相互運用性[1]を可能とすることは重要である。これに関する諸課題を整理し、解決の方策を追求する。なお、下線を施した用語について、本活動における定義を 1.4 に記す。

エンジニアリングデータの意味的な相互運用性については、様々な解決法が可能である。情報システム間でデータをやり取りする必要性から多くの研究開発がなされてきた。大きく分けて、以下のような場合が考えられる。

0. 最も単純には、データの中身について相互理解があることを前提とできる場合で、この場合には単に形式を決めてデータを渡せばよい。
1. 相互理解が無い場合でも、相互のデータを翻訳できる規則・辞書を設定できれば、それらを介して理解できる。規則や辞書が、限定された対象について関与する送り手や受け手のみに有効である場合には、対象や相手が変わるたびに規則や辞書を作り替えねばならない。

2. 規則や辞書が企業、広い範囲の対象についてグループ、業界や国、更には国際的な範囲で有効であれば、その範囲内では標準として再利用できる。
3. 更に、データについて、概念や語彙を統一することができれは、それらを用いて表現されたデータはそのまま共通理解が可能となる。

現在、産業革新の基盤として data space の活用が強力に推進されようとしている。data space の仕組みを用いてデータ連携を行おうとする場合、現状では、その効果を速く検証したいという要求があり、data space そのものの機能実証も急ぎたい、ということから、データの意味的な相互運用性については、上記の 0.あるいは 1.に止まっている場合が多いように考えられる。エンジニアリングデータの場合、そのデジタル化が不十分なために、0.や 1.であっても困難なことが多いが、個別的な対応で切り抜けていると思われる。適用範囲を広げようとすると、相手に応じて、規則や辞書構築について同様な作業を繰り返す必要があり、合理的ではない。特に、circular manufacturing や smart manufacturing の環境においては、参加者が固定されておらず、動的に変化するので、0.や 1.のようなやり方では対応が困難になる。

0.や 1.は、実用的な要請から現実的な”As-Is”対応として、当面は妥当なやり方と考えられる。しかし、data space 利用の拡大に応じて、それらの成果を整理し、無駄な再作業を削減するために、”To-Be”対応の 2.や 3.の原則に則り、徐々に再利用可能な方法に転換していくことは重要である。そのために、0.や 1.であっても、2.や 3.へ発展していけるような基本構成となっていることが重要である。

本活動は、その成果として、2.や 3.に関する基本的な課題と対応する手法を議論しようとするものである。0.や 1.の状況から、如何にして 2.や 3.の状況に進化していくかのガイドとなる方策も検討する。実際に 2.や 3.の手法を実用的な規模で実装するためには、長期の基礎的な研究と広範なエンジニアリングデータの体系化が必須である。0.や 1.のような”As-IS”から、2.や 3.のような“TO-BE”への発展手法が重要となる所以である。

本活動においては、data space そのものの概念や目的、仕組みや実現上の課題等については触れない。また、data space で扱われるデータについて、そのデータ管理的な側面、すなわちデータの識別法や管理手法、データの格納法や伝送･交換手法等についても、触れない。これらは、RRI/AG4/TF1 および TF2 において、議論されている。郵便システムに例えていえば、本活動では、手紙の文章や図が如何に言語として記述されその意味が送り手と受け手で理解可能かだけを課題とし、手紙の用紙や印刷方法、封筒の形態や住所宛名の記法、郵便の送り方や書留・速達などの指定などについては触れない。

1.3 範囲

エンジニアリングデータの意味的な連携については、すでに多くの既存研究開発がある。本活動での基本方針は以下のようである。

・data space 環境で、エンジニアリング変革を志向するために重要な課題に焦点を当てる。
・目的に適切な範囲に絞り、既存研究開発との重複を避ける。
・適切な既存研究の成果はできる限り再利用する。

本活動におけるエンジニアリングデータの全般的な範囲は、以下のようである。精密な記述ではないが、通常の一般的理解で解釈されたい。

【全体】
・主に、いわゆる discrete manufacturing の範囲で考える。
・製品、製造の全ライフサイクルを対象とする。
・いわゆるエンジニアリングデータを主とし、技術管理データも考える。
・活動・組織管理やビジネスプロセスに関するデータは扱わない。

【製品】
・主に「機械・電子・情報」製品を対象とする。「メカトロニクス」製品などの融合製品も考える。
・intangible な「情報」製品や「サービス」製品も考える。

【製造】
・研究開発、計画、製品設計、生産設計、製造、出荷、利用・保守、回収・再利用などの全ライフサイクルにおけるエンジニアリングデータを主に考える。
・サプライチェーンや製品利用・再利用なのに関するエンジニアリングデータも考える。

data space 環境で、エンジニアリング変革を志向する、という目的に従い、次のようなエンジニアリングデータに着目する。

1. 従来は十分に体系化・可視化されていないエンジニアリングデータ：
   高付加価値ではあるが、エンジニアリング的なノウハウに依存するなどとして、従来は充分に解析されてこなかった活動は多い。それらをデジタル化し、更に発展させるためには、いわゆるノウハウの理解が必須であり、それらは、現状の技術でかなりの範囲でデジタル化が可能であると考えられる。基本的には原理原則に基づき、体系的にモデル化を進めていくことになる。
2. 「想定外」の状況に対応するためのエンジニアリングデータ：
   環境条件の変化、必要なリソースの欠落、不具合事象の発生、技術革新、等により、予め計画していなかった状況への対応が必要になることがある。このような想定外の状況を表現するエンジニアリングデータについては、十分に体系化されていないと思

われる。

3. 直接的に必要なエンジニアリングデータの背景データ（context data）：
   CAD/CAM や PLM などでは、エンジニアリング作業の直接的な入力と出力、および処理に関するエンジニアリングデータが記述される。それらのデータの背後にある様々なデータは、直接的には記述されない。基礎となるエンジニアリング知識、そのような入力が必要となる理由、入力データの発生源、処理の制約や起源に関するデータ、エンジニアリング作業の様々な環境条件、出力が及ぼすエンジニアリング要素、などである。

3.のデータは、1. あるいは 2, のデータに関連付けられて、その意味を明確にするものであり、以下では、一般的に context data と呼ぶことにする。

具体的な作業としては、第 2 章で述べる use case に従って、考察の範囲を有効な範囲に絞り込み、それらの成果を横断的に評価して、一般的な知見をまとめるようにする。

以上をまとめて、本活動では、基本的に以下のことを行う。

- data space を基盤として、従来にないエンジニアリング変革を目指して、エンジニアリングデータ連携を考察する。
- エンジニアリングデータ連携において、その意味的な相互運用性を可能とすることは基本である。
- 従来にないエンジニアリング変革の事例として、上記 1.,2.,3..のエンジニアリングデータを対象として、データの意味的な相互運用性を追求する。
- 上記の事例を通じて、エンジニアリングデータ連携の今後の課題を議論する。

第 3 章で詳細に議論するが、幾つかの keyword を示す。

objective -> activity -> process -> information -> data
reference model, system architecture, semantic Model
ontology, modularization, standardization
semantic interoperability
systematization of engineering knowledge: text book knowledge

1.4 定義

一般的に広く用いられている用語であるが、特に本活動において意識して用いられている意味について定義を記す。用語の一般的な定義ではないことに注意されたい。

- エンジニアリングデータ

  一般的に明確に定義することは難しいが、人工物の製造に関わる全ての技術的データを意味する。設計、生産作業で扱われる技術的データのみならず、工学や理学に関する教科書や論文中で扱われるデータなども含む。直接的なデータとしては、製品・装置に関するデータ、MES, SCADA, PLC, CAD/CAM, PDM, PLM などで扱われるデータなどであるが、これらだけではなく、関連する context data も含まれる。Use case を通じて、範囲を明確にしていくことが必要である。

- エンジニアリングデータ連携

  1.2 で述べたように、連携には色々な意味がある。データ交換を意味することもあれば、共有や統合を意味することもある。その意味的な相互運用性の程度も様々である。ここでは、形式的な知識記述ができる範囲での意味理解できるようなデータの交換や共有を意味することにする。

- 意味的な相互運用性

  意味的な相互理解にも様々な程度がある。形式化されていない暗黙知の共有に基づく相互理解から、形式化された知識の共有に基づくもの、対象範囲を明確に限定して定型的な処理を行うものなどである。ここでは、形式化された知識に基づく場合を考え、如何に共通知識を見出し、それを拡大し、標準化していくか、という課題を考える。

- Circular manufacturing

  circular manufacturing は、エンジニアリングデータ連携にとって、興味深い use case を提供する。すなわち、製品の状況や環境条件により、適用される処理が異なり、製品形態も変わっていく。現状製品を製造してきた背後にあるエンジニアリングデータが必要となり、それらを基に様々な付加価値プロセスが考えられる。従来は考えられていなかったエンジニアリングデータの活用を可能とすることで、data space の効用も明示化される。

- Smart manufacturing

  smart manufacturing においても、従来にない技術が導入され、新たな付加価値が生まれてくる。そのために、従来は明示的に活用されてこなかったエンジニアリングデータが有効に利用される可能性があり、data space の効用も明示化される。

1.5 検討の進め方

上記の考え方に従い、活動の効用を可視化しつつ、作業を具体的に進めるために、適切な use case を設定して検討を進める。

use case は、対象の範囲は限定しつつ、エンジニアリングデータ連携の課題検討手法はできるだけ一般的に考え、手法適用や結果の評価などは、use case を横断的に考えられるように配慮する。そこから、エンジニアリングデータ連携として、共通的に重要な課題と対処手法を抽出できるように考える。

use case の記述法としては、一般的な use case 記述標準[2]を参考にして、本活動に必要な範囲に簡略化したものとする。エンジニアリングデータ連携の中核となるデータモデルについては、広く用いられている一般的な modelling schema を用いることとした[3, 4]。

進め方の概要は以下のようであり、第 3 章に詳述される。

- ユースケースの検討
- 人工物システムの多様なライフサイクルに関するユースケースの検討
- 形式記述によるエンジニアリングデータの整理
- エンジニアリングデータ連携の検討
- ユースケース検討に基づくエンジニアリングデータの全体像の把握
- エンジニアリングデータの意味的な基本構造による分類の枠組み検討
- エンジニアリングデータの汎用的なデータモデルの検討
- データモデルに基づく共通辞書による意味的な相互運用性達成の仕組の検討
- 意味的な相互運用性を可能とするエンジニアリングデータ連携への適用

2. Use case の検討

2.1 use case の考え方

data space 環境で、エンジニアリング変革を志向する、という目的に従い、1.3 に記述したエンジニアリングデータの項目 1., 2., 3. に着目して、エンジニアリングデータの連携を考察する。この目的に沿って、エンジニアリングやそれに関連する対象領域から、範囲を絞った use case を考察する。

Use case の分類については、2.3 で議論する。

Use case の記述は、以下のような項目からなる。項目 7.は、各 use case による data model を横断的に検討することが必要である。項目 1.～3.は 2.2 に記述され、項目 4.～7.は第 4 章で議論される。

1. 全体概要
2. IDEF0 による活動とデータフローの図式記述 [3]
3. Input/output/control/enabler のデータ分析
4. data model によるエンジニアリングデータの図式記述
5. context data の分析と data model への追加
6. data model の一般化
7. data model から共通 dictionary のデータ項目の抽出

以下、補足説明である。

- 1.において、use case の目的・範囲を明確に記述する。use case の内容を
  activity -> process -> information -> data
  のように、activity から top-down に data を抽出するように記述する。
- 製品・技術領域を絞って、具体的に検討する。
- エンジニアリングデータ連携が必須で有用である case を考える。
  - 従来は暗黙知に依存していたが、今後はデジタル化が必要で有効な case
  - 不具合・異常状況や、技術や環境条件の変動に対応する case
- データ連携における長期的な課題を可視化するように務める。
  - 対応方策が他の課題にも横断的に展開できることを重視する。
- use case の実現に向けて現在存在しない技術やエンジニアリングデータを精査する。
  - 未踏課題の抽出へ
- IDEF0 記述により、データフローとデータ項目を明確に記述する。

2.2 TF3 メンバによる use case

2.1 に記述した考え方に従い、TF3 メンバから様々な視点や範囲において興味深い use case が提案された。広範囲の領域を対象としているので、用語や記述の詳細度、抽象度が統一されていないが、第 3 章の検討のために有用な情報となった。

以下のような use case が検討された。

Use case 1: 製品サービスシステム（PSS）の設計 [5, 6, 7]
Use case 2: 不具合事象の通知
Use case 3: Customized Disassembly
Use case 4: 部品や製品の製造時 CO2 排出量を積算する仕組
Use case 5: MTP (Module Type Package) を用いたモジュール生産 [8 - 13]
Use case 6: 法令や業界標準の素案に準拠しながら製品を開発する [14 – 18]
Use case 7: 資源の再利用を考慮したエンジニアリングと製品の循環フロー
Use case 8: １つ前の顧客からの要求タイミングに応じてエネルギー利用量をオンデマンドで回答する
Use case 9: システムインテグレーション
Use case 10: 災害時の情報共有 [19, 20]

報告書の記述の都合上、Use case 2 について内容の概要を記述する。他の use case の内容記述は割愛するが、その内容は第 3 章の検討に活用されている。

Use case 2: 不具合事象の通知
目的：設備の運用中に故障事象を把握して対応方策を講じ、設備設計・運用時に知識として使えるようにする。
概要：

- 故障した部位で運用上の対応を行うとともに、影響を及ぼす範囲の部位に故障事象の詳細と、運用上実施した対応を通知する。
- 故障した部位の設計文書に、故障事例を記録するとともに、設計変更の必要性を判定し、もし、設計変更を行なった場合には設計変更の内容とともに故障事例を、影響を被る部位に通知する。

Activity（IDEF0 などによる）：

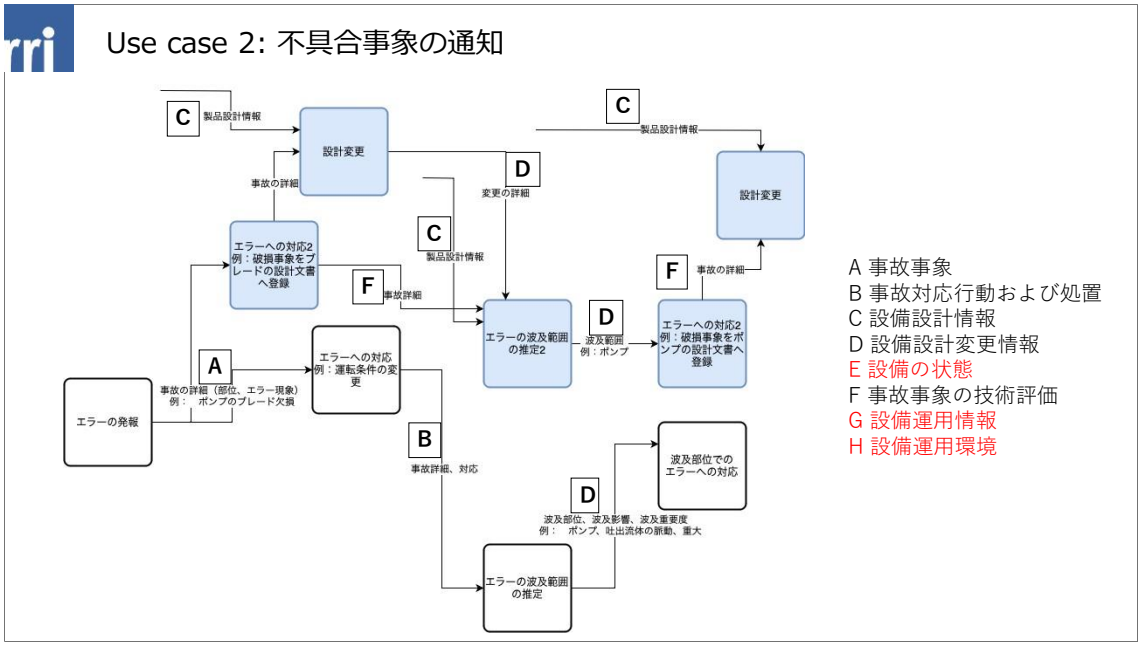


図 2.2.1 Use case 2：Activity 図

（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

図 2.2.1 において、A から D、および F（黒字で記述）は、各活動の入出力として現れるエンジニアリングデータの流れを表現している。通常は、エンジニアリングデータとして体系的に表現されていないデータも含まれていることがわかる。E および G, H（赤字で記述）は、各活動の入出力には表れないが、context data として、入出力データの意味を明確化するために必要となるデータである。通常は、このようなデータは、入出力データと関係付けられておらず、そもそもデータが獲得、保存されていない場合も多いと考えられる。しかし、赤字で示したようなデータを充分に活用しない限り、適切な不具合処理を行い、更に、運用計画や設計にまで遡って不具合対策を追求することは難しい。ここに、data space を活用したエンジニアリングデータ連携の効用の可能性がある。

2.3 分類とまとめ

前節の各 use case を、適切に設定した座標軸に対応して位置付けをして、相互の関係を明確にすることは、data model を整理して、共通 dictionary を抽出する際にも有効である。座標系の設定としては、3.4 に述べるエンジニアリングデータの全体像と分類の枠組が適用できる。この考え方は、smart manufacturing の reference model に基づくものである[21, 22]。

図 2.3.1 に分類の一例を示す。図中の use case 番号は、2.2 で記載された番号である。横軸は、process life cycle を示し、research – engineering – design – manufacture – use – circular から成る。縦軸は、activity の level であり、operate – function – process からなる。

図 2.3.1 は一例であり、座標系の取り方など、use case に応じた検討が必要である。

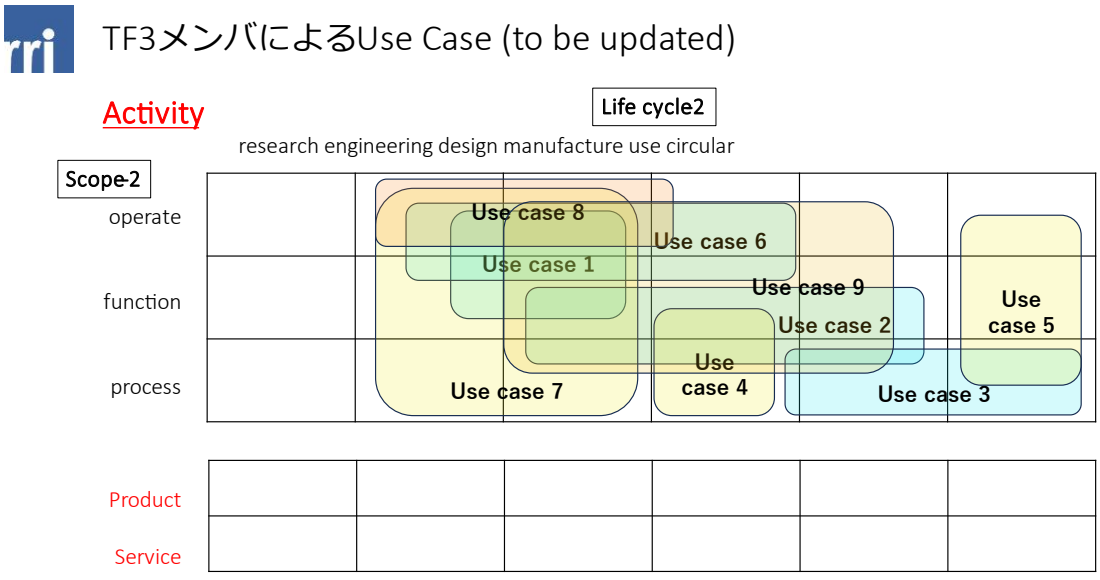


図 2.3.1 use case の分類例

（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

3. エンジニアリングデータ連携の検討

3.1 はじめに

1.2 に本活動の目的を記した。すなわち、data space に関する全体的な課題は、AG4/TF1 および TF2 で議論されるものとして、TF3 では以下の課題に注力し、エンジニアリングデータ連携の技術的な基礎を追求する。

- エンジニアリングデータ連携の仕組
- エンジニアリングデータの全体像と分類の枠組
- エンジニアリングデータの情報モデル・データモデル
- データモデルに基づく連携辞書の構築

本章では、エンジニアリングデータ連携に関する既存研究開発を踏まえて、TF3 の目的に適合するように、エンジニアリングデータの記述法を整理し、意味的な相互運用性を確保するための方式を設定した。Use case より抽出されたエンジニアリングデータを基にして、エンジニアリングデータの記述法や意味的な相互運用性を確保するための方式の基盤的および実用的な有効性を評価することを目指す。

本活動で扱われるエンジニアリングデータの定義と範囲については、1.4 に記した。

以下で用いられる用語の一般的な定義を示す。

- meta model
  description of modelling elements for use in constructing models pertaining to a domain [ISO 19440:2020] [23]
- model
  simplified, purposeful representation of certain entities and their characteristics and relationships either (a) using a formalism, or (b) using an established or ad hoc modelling paradigm, approach, or technique [IEC 63339:2024] [22]
- model kind
  category of model distinguished by its key characteristics and modelling conventions [ISO/IEC/IEEE 42010:2011] [21]
- semantic model
  model kind which conveys meaning with respect to the elements of the model or to the model as a whole [IEC 63339:2024]
- information model

a formal model of a set of facts, concepts or instructions to meet a specific requirement [ISO 10303-1:1994] [24]

- data model
  graphical, lexical or combined representation of data, specifying their properties, structure and inter-relationships [ISO/IEC 11179-3:2023] 25[]
- ontology
  explicit and consensual specification of concepts of an application domain independent of any use of these concepts [ISO 13584‑511:2006] [26]
- dictionary
  a table consisting of a series of entries. One meaning corresponds to each entry in the dictionary and one dictionary entry identifies one single meaning [ISO 13584-1:2001] [27]

上記の定義に従って用いられる用語は、基本的に英語表記とする。（model など）文脈からより適切な場合にはカタカナ表示も用いる、この使い分けは厳密ではなく、適宜解釈されたい。

3.2 エンジニアリングデータ連携の経緯

エンジニアリングデータ連携については、エンジニアリングに関する情報処理システムの開発の当初から様々な開発がなされてきた。

以下に、これまでの研究開発、実用化の経緯について、本活動に必要な範囲で概説する。詳細な解説については、[28]などを参照されたい。

１．process-centric から model-centric へ

1960 年代までは、エンジニアリングデータについて、model の概念は明確に意識されていなかった。応用プログラムが内部にデータ構造を作りこみ、いくつかのプログラムを連携させて稼働させる場合には、応用プログラム間でのデータの入出力として、適宜決められたデータ形式でデータを受け渡ししていた。

1970 年代の頃から、エンジニアリングで扱うような複雑な関係を有するデータについては、その意味を表せるようなデータ構造をきちんと定め、model として管理して、必要に応じて model データをやり取りさせるようになってきた。process-centric から model-centric への大きな概念的な転換であった。

この頃に、形状処理では、solid modelling の概念が確立し、設計対象物のデータを product model として受け渡していく考え方が明確となり、現代的な CAD/CAM システムが構想され、実用システムが現れてきた。

２．CAD/CAM データ交換・データ長期保存

1980 年代の頃から、異なる CAD/CAM システムが乱立し、異なるシステム間で如何にして product model データを意味的にきちんと受け渡すか、ということが実務的に大きな課題となってきた。

現実的に様々な要求があるために、統一された構造の product model を構想することは困難であり、データ変換によりデータ交換をしようとする考え方が出てきた。個別にデータ変換をしようとすると、必要なデータ変換の数が組み合わせ的に増えるので、困難になった。そこで、様々な product model に共通する ontology を設定し、個別のシステムは、ontology を基礎とする変換を設定すれば、他の様々なシステムとデータ交換できるようになる仕組が考えられた。現在の ISO 10303-242 (STEP) [29]に至る考え方である。

同様に、従来の紙による図面基準の方式から、product model 基準でデータの長期保存をしようとすることの重要性も高まり、共通の ontology に基づくデータ表現の重要性が高まった。

３．PDM から PLM, EPR など

1990 年代の頃から、生産活動のデジタル化が進展し、製品に関する model データのみならず、生産プロセスやシステムに関するエンジニアリングや管理的なデータなどを統合的に扱おうとする要求が高まってきた。

PDM (Product Data Management), PLM (Product Lifecycle Management), EPR (Enterprise resource Management)などが構想され、開発されてきた。これらの機能の間で、データを意味的な整合性を保ったまま受け渡ししたいという要求が高まってきたが、データの複雑さや多様さのために、統一的な解決法は困難であった。エンジニアリングデータに限定しても、汎用的なデータの連携は困難であり、応用領域や一定のシステム間での個別的な対応になることが多かった。

４．MBD/MBE

2000 年代の頃から、徹底して model 基準でシステム化しようとする MBD (Model Based Design), MBE (Model Based Engineering)の考え方が提起され、一定の評価を得たが、技術的な未成熟さやデジタル環境の脆弱性により、充分に実務的な評価が得られなかった。

しかし、2010 年代に至り、cloud 環境や IoT の普及、計算能力の向上などにより、digital engineering や virtual product creation などの考え方が実務展開できるようになり、model based の考え方も現実さをもって語られるようになってきた。

実際の製品開発では、様々なエンジニアリングシステムやマネジメントシステムが連携して使用され、その間の model データの緊密な連携が改めて重要な課題となってきた。実務的には、強力なシステムベンダーが自社システム間では柔軟な model 連携を可能として、外に対しては閉じたシステム群を構成しているのが現状であると思われる。

５．Data space for engineering
data space の仕組みの導入により、開かれた ecosystem において、データを、その sovereignty を保持して共有・連携させることが可能となってきている。

このような環境を前提として、改めてエンジニアリングデータを意味的に理解しあったように交換し、エンジニアリング作業の高度な連携を追求することができるようになってきた。

data space の仕組そのものは、エンジニアリングデータの意味的な連携を支援するものではない。これまでに蓄積されたエンジニアリングデータの共通 ontology などの成果を活用し、data space により提供される開かれたデータ連携の ecosystem において、いかに汎用的に利用できるエンジニアリングデータ連携の仕組を構築できるかが問われている。

短期的な実現を目指すと、過去のように個別的な実装を繰り返すことになり、エンジニアリングデータ連携の効果的な解決ができない。短期的な実現と長期的な持続可能性の両視点が重要である。

3.3 エンジニアリングデータ連携の仕組

3.3.1 framework for engineering data federation

データ連携の仕組みについて、幾つかの分類を 1.1 で述べた。図 3.3.1.1 にその概要を示す[30]。

(1)は、当面のデータ連携の対象となる領域の範囲で、データに関する共通の規則や辞書が common model として設定される場合である。現状のデータ連携では、このような場合が

最も多いと考えられる。各々の連携領域において、対象の data model が明確に記述されていれば、工数を要する場合もあるが、基本的に common model の設定は可能であり、データ連携を迅速に実装することができる。しかし、連携する対象が変化したり、新たな連携相手が加わった場合には common model の作り直しや追加が必要となり、長期的には多大の工数を要し、保守が困難になることが予想される。特に、smart manufacturing や circular manufacturing の環境においては、本来的に対象やプロセスが変化し、連携の様相が変化することが予想されるので、このようなやり方は適切とは言えない。実用的にこのような手法をとっても、長期的には、common model の構成を組織的に見直し、(2)の方式に漸次移行できるように考えてくことが重要である。3.6 では、そのような方式について、考察する。その前提は、関係する各領域において、対象の data model が明確に記述されていることであることに注意したい。

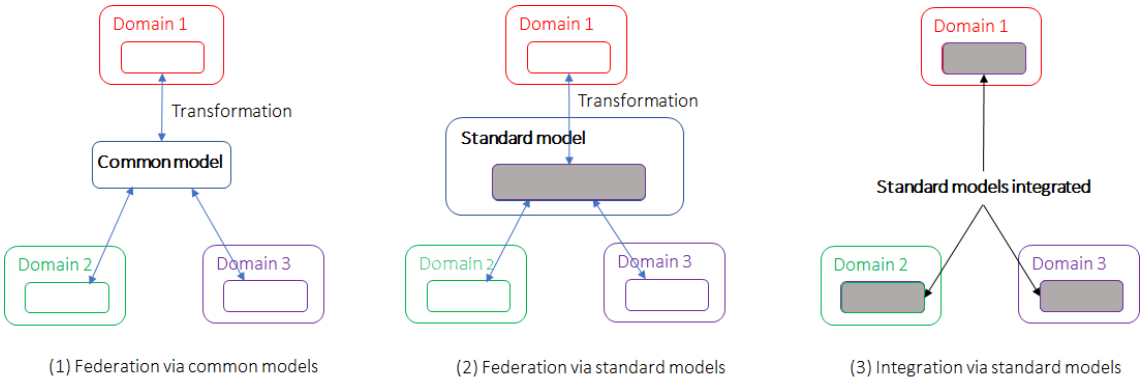


図 3.3.1.1 データ連携の諸様相

（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

本活動で考えるような場合には、エンジニアリングデータ連携が必要になる可能性のある範囲を、明確には定義できなくても、広く考え、出来るだけ一般的な common model を standard model として設定しようとする(2)の考え方が必要である。特定の連携相手を想定せず、対象とするエンジニアリング領域で、共通の ontology を目指して、一般的なモデリングの枠組みで standard model を設定し、それを基にして dictionary を構成し、エンジニアリングデータの変換を行おうとする。common model 群から ontology を抽出しようとする bottom-up のアプローチと初期 ontology を設定して common model 群に設定しつつ ontology を改訂・拡張していく top-down のアプローチを考えることができる。現実的には、両者を折衷させるような柔軟な方式が必要になるであろう。このためには、適切に設定された use case が必須であり、実証的なアプローチが望まれる。以上のような方式を、3.6 で議論する。

理想的には、包括的な標準 ontology が設定でき、それを用いて、(3)に示すように、各領域のエンジニアリングデータ記述が統合的に書き直されるようになることである。このようになれば、データ変換を行わずに、各領域の応用がデータを共有できることになる。しかし、現実的には中短期的には実現は困難であろう。単位系の表現、基本物理量、基本的な物理法則、基本的な工学概念等が、長期的に順次 ontology 化され、新規の応用システムの開発に採り入れられて、共通データが徐々に拡がっていくことが期待される。bottom-up 的には、(2)の dictionary が、共通 ontology の基礎となることも期待される。top-down 的には、ISO で、試行錯誤を繰り返しながら、TLO (Top Level Ontology) [31, 32]の開発も進もうとしている。

図 3.3.1.2 に、上記の(2)の考え方に則したエンジニアリングデータ連携の仕組を示す。エンジニアリングの各 activity から、その活動内容に対応するエンジニアリングデータの項目と関係を data model として記述する。データの参照・利用のために、そのエンジニアリングデータの特性を表現する適切な aspect を context data として data model に記述する。各 activity からの data model は個別的に集積される。（4.1 の各 use case の data model に相当する。）aspect が適切に設定されていれば、それを参照のキーとして、data model の再構築・連携ができる。要求されるエンジニアリングデータの連携に従って、関連する aspect により data model から関連するエンジニアリング項目が抽出され、必要な dictionary が構築されて、データ連携に利用される。構築された dictionary は、aspect などをキーとして、有効な抽象化などにより再構築され、より広範な領域を対象とする ontology として検討される。3.6 で、詳細な処理について議論する。

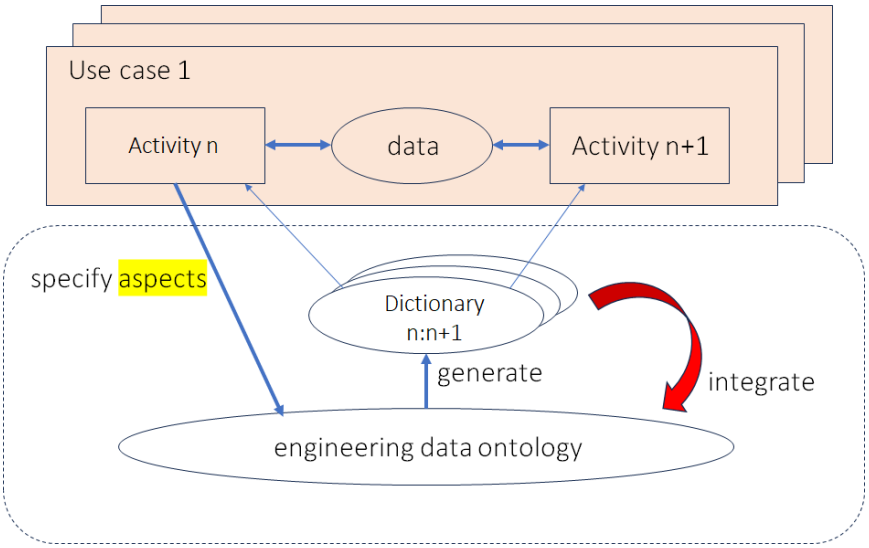


図 3.3.1.2 エンジニアリングデータ連携の考え方
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

図 3.3.1.3 に、上記の考え方を EPE data (Environmental Performance Evaluation data：環境影響評価データ)に適用した例を示す。EPE data については、ISO 20140-5 ED2 [33]として、基本的な ontology が規定されている。EPE data には、温暖化ガスや廃棄物などの環境影響項目が class として規定されているが、context data としての、関連する product や process との関係は多様であるので、明示的には規定されていない。想定する use case 毎に、対応する product や process の data model や ontology を設定し、context data として関係を記述していく。product や process の data model や ontology として、すでに広く用いられているものがあればそれ等を引用する。product model として ISO 10303 series [24]、process model として ISO 18828 series [34 - 38], IEC 62264 series[39]などがある。

上記のような use case を集積することにより、共通の EPE data, product model data , process data などを基に、context data を抽象化しつつ整理して、適切に統合化(consolidate)された dictionary が構築されていく。dictionary の数を如何に少なく、体系的に整理できるかが課題である。

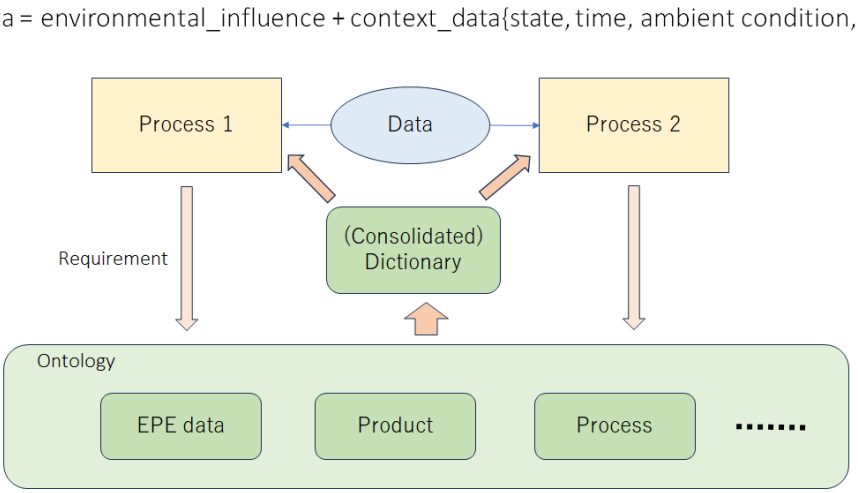


図 3.3.1.3 環境影響データ(Environmental Performance Evaluation data: EPE data)連携
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

3.3.2 semantic interoperability: context information

エンジニアリングデータの意味を考慮してデータ連携をしていくためには、目的とするエンジニアリングデータそのものだけでなく、そのデータを対象とするプロセスで適切に利用できるための情報と関係付けておくことが重要である。そのような情報を一般的に context information と呼び、明示的にデータとして表現されている場合には context data と呼ぶことにして、適宜使い分ける。

context information が、従来あまり意識されてこなかったのは、以下のような理由によると考えられる。
・その時の状況で自然な情報であるので、そのような情報に依存し、影響されていることを意識していない。
・明示的に体系化し記録することが難しい情報なので、人と人との暗黙のやり取りでしか扱えない。(暗黙知に依存する技術的なノウハウなど)

context information を明示的に意識していないと、次のような課題が発生する。
・データ発生時と環境条件が変化し、データが不適切であるにも拘わらず、不適切さの判定ができず、そのような判定の必要性すら意識されない。
・データは存在するが、それがどのような範囲で有効であるのか判定ができず、データの再利用が困難になる。

エンジニアリングデータ連携においては、上記のような context information を明示的に共有していることが、有効なデータ利用の前提となる。そうでなければな、お互いに理解しあった固定した参加者間のみでしかデータ連携ができないことになる。data space の環境では、business process の目的に従い、開かれた環境で、異業種を含む様々な参加者との間でのデータ連携が必要となる。相互理解の前提となる context information を共有することは必須の前提条件である。

context information は、目的とするエンジニアリングデータに関係付けられる。その情報の中味は、common ontology を基に意味的な相互運用性を確保する方式で記述されている必要がある。

データ連携のための context information として、以下のようなものが考えられる。
・対象とするエンジニアリングの定義に関する情報
　　common ontology による定義：基本原理、工学知識など
・背景となる技術情報
　　関連するエンジニアリング情報
　　類似情報、技術履歴
・データの発生状況
　　前提条件
　　生成・獲得・利用・出力に関する情報
　　シミュレーション、実験、実績など
・データの制限に関する情報

有効範囲、期間等
前提条件の変動への依存性
・データの品質に関する情報
信頼性
成熟度
普及度
・関連する他のエンジニアリング情報
参照されたあらゆるデータとその関係情報
・その他の必要な情報

上記のリストは網羅的ではない。use case を通じて、分類を体系化するとともに、具体的なデータ項目を整理し、辞書化していくことが必要である。

図 3.3.2.1 に、生産プロセスやサプライチェーンにおける Carbon Foot Print(CFP)積算の例を示す。現在は、多くの CFP 積算の事例がある。しかし、それらの多くは、参加者に固有の規則に従って CO_2 データを獲得したり、積算したりしているので、異なる活動間で CFP 積算結果の公正な比較をすることが困難である。積算方式が規則化されておらず、積算プロセスに組み込まれていると結果の信頼性は更に低下する。

比較可能な CFP 積算を行うためには、データの意味や積算規則を参加者に共通理解可能な形式・内容で記述し、共有することが前提となる。ここに、common ontology が必要になる。3.3.1 に示したように、CO_2 排出量に、context information として、common ontology で記述された発生時間・期間、発生装置・プロセス、対象製品、環境条件などが関係付けられていれば、異なる活動でも、同一基準で CFP 積算がなされることになり、公正な比較が可能となる。

図 3.3.2.1 には、正常稼働中や待機中、故障中などの生産プロセスの装置の状態毎に分離して CO2 を積算する可能性などが示されている。

- EPE data = CO_2emission + context_data{state, time, ambient condition, etc.}

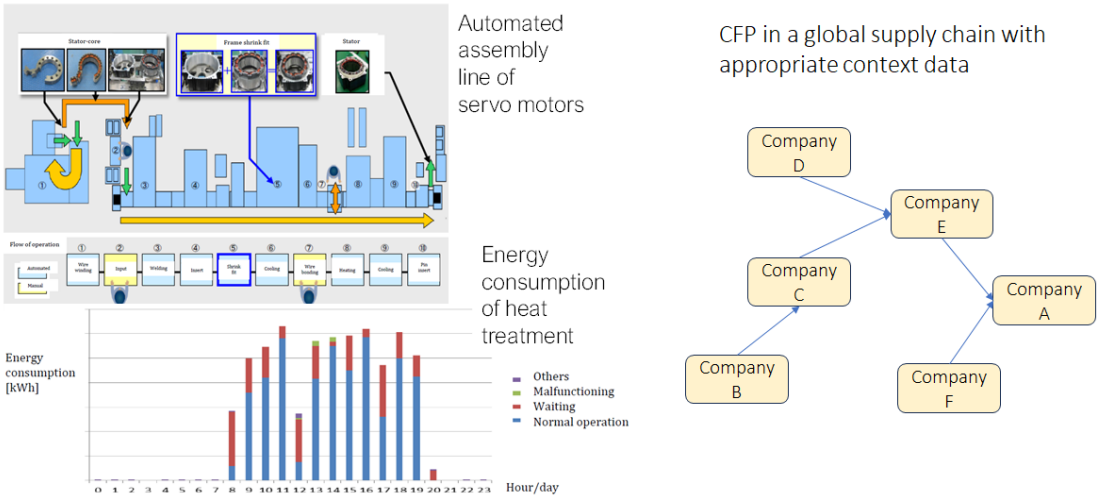


図 3.3.2.1 生産プロセスやサプライチェーンにおける Carbon Foot Print (CFP)の積算
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

3.4 エンジニアリングデータの全体像と分類の枠組

3.4.1 エンジニアリングデータの分類：engineering system の視点から

本活動におけるエンジニアリングデータの全体像を示すために、その分類の枠組みを考える。対象とするエンジニアリングデータを具体的に捉えるために、エンジニアリング支援のために実用的に使用されている様々なデジタルシステムを想定して、エンジニアリングデータの全体像を考える[40]。

図 3.4.1.1 に、本活動で対象とするエンジニアリングデータのおおまかな範囲と大分類を示す。詳細は記述しないが、一般に理解され扱われているようなエンジニアリングデータを想定する。さらに、本活動では次のことに着目する。エンジニアリング活動においては、いまだに充分にモデル化、デジタル化されておらず、日常的な人と人とのやり取りにより、重要なエンジニアリング情報が扱われていることも多い。これからの data space の環境においては、そのような暗黙的な情報のやり取りも重要になるので、それらについても考える。

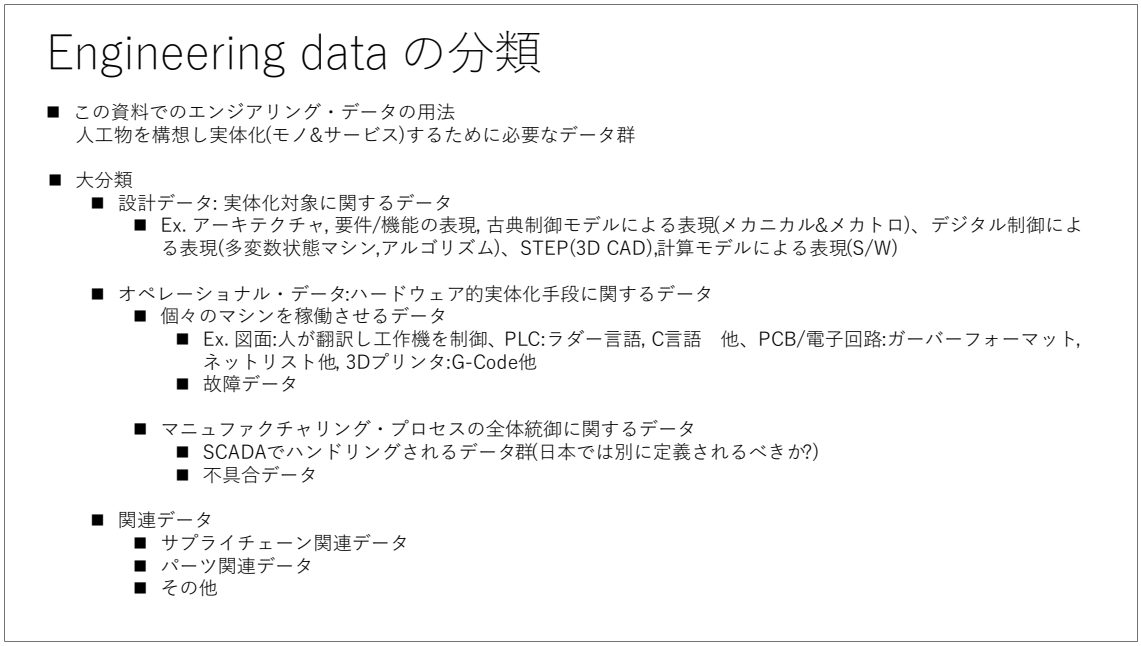


図 3.4.1.1 エンジニアリングデータの大分類

（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

実務的な視点からエンジニアリングデータのデータフローは図 3.4.1.2 に示すようになる。図に示したような活動プロセスに従い、計算機支援の実務的なシステムが構築されている。必要なエンジニアリング活動やデータのすべてがデジタル化されているわけではなく、詳細に分析すると、多くの曖昧な処理や暗黙的なデータが存在することがわかる。data space の環境では、目的に従い必要な範囲でこれらをモデル化しデジタル化する必要があり、これが本活動の大きな課題である。

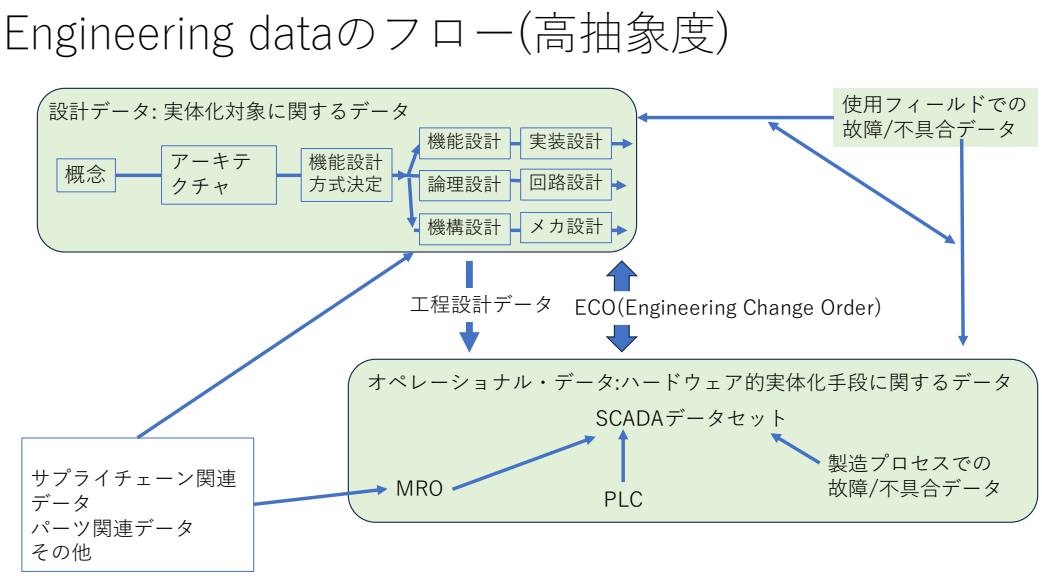


図 3.4.1.2 エンジニアリングデータのデータフロー
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

図 3.4.1.2 に示したエンジニアリングデータは、活動の体系化やデータの性質に応じて、実用的には図 3.4.1.3 に示すようなデジタルシステムにより管理されている。エンジニアリング活動のライフサイクルを通じて、エンジニアリングデータは図 3.4.1.3 のようにやり取りされ、生成・活用されていく。

Engineering dataのライフサイクル管理の高抽象度での概念図

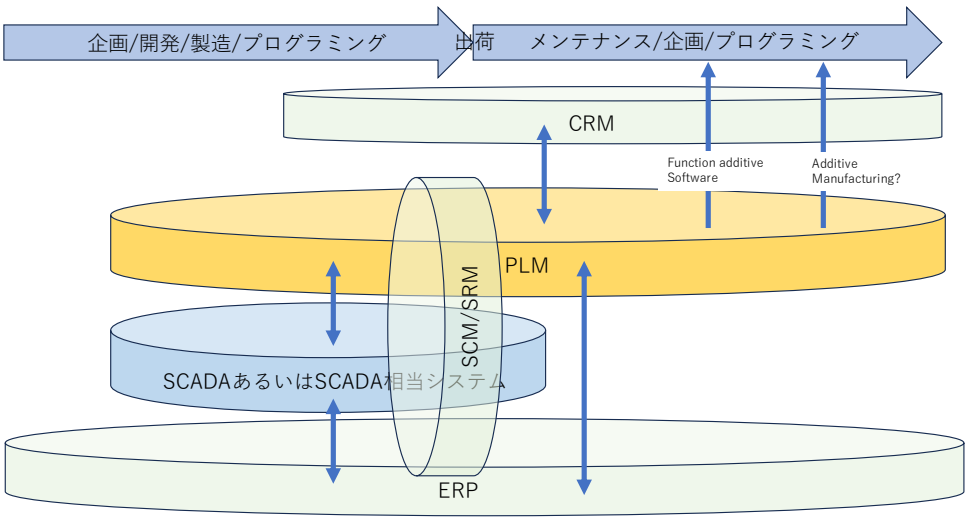


図 3.4.1.3 エンジニアリングデータのライフサイクル管理
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

関係する各々のシステムの機能名称は以下のようである。
PLM: Product Life cycle Management
SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition
ERP: Enterprise Resource Planning
SRM: Supplier Relationship Management
CRM: Customer Relationship Management
各々のシステムの機能については多くの既存解説があるのでここでは説明を省略するが、名称から機能がほぼ推察できる。

data space におけるエンジニアリングデータ連携の観点からは、以下のような点が重要である。従来は個別の product model や関連する技術情報として管理されてきたエンジニアリングデータが、生産の全ライフサイクルから上流のサプライチェーン、下流の製品利用・循環までも含めて統一的に利用できることの要求が高まり、技術情報主体の PDM (Product Data Management)からライフサイクル全体の管理データを含む PLM へと発展してきた。PLM のデータ表現の範囲は、サイバー世界でのエンジニアリングデータのほぼすべてを含むので、本活動で対象とするエンジニアリングデータの分類として中核をなすものである。標準化として、ISO 10303-242 [29]は大規模・体系的な一例である。

更に物理世界とのインタラクションを担うデータを管理する分野として SCADA が重要である。現場の IoT 化などを契機として、従来は現場対応とされてきたような生産関連情報を統合的に扱おうとするもので、エンジニアリングデータの context information として重要な役割を果たす。

技術的な活動と組織全体の管理情報、サプライチェーンや顧客対応などの情報の関係も context information として重要である。

semantic interoperability を確保してエンジニアリングデータの連携を推進してくために、図 3.4.1.3 のような枠組でエンジニアリングデータを分析し、人手主体のため従来は見過ごされてきたデータや曖昧で明示的には意識されていないデータなどを追求することは、有効な手法として今後の課題である。

3.4.2 エンジニアリングデータの分類：reference model の視点から

エンジニアリングデータを特徴付ける情報を aspect と呼び、ある性質の内容を表現する aspect の集まりを aspect collection あるいは dimension と呼び、dimension に従って、エンジニアリングデータを分類することを考える。

基本的な考え方は、smart manufacturing system の reference model を考察する考え方を流用している。標準規格の IEC 63339 Unified reference model for smart manufacturing [F] に考え方が詳述されており、aspect や dimension が定義されている。ここでは、その基本的な考え方を基に、エンジニアリングデータ連携の視点から、エンジニアリングデータを分類する際に有効と考えられる aspect と dimension を use case などのデータから直感的に抽出してみた。図 3.4.2.1 にその概要を示す。図 3.4.2.1 の aspect や dimension は、不十分であり、不整合もある。今後の理論化と項目の精査が必要である。

図 3.4.2.1 の各 dimension 中の適切な aspect を組み合わせることで、3.4.1 に説明した PLM や SCADA に対応するエンジニアリングデータを、aspect で識別される特性で分類できる可能性があることがわかる。

特に、図 3.4.2.1 中の Type-1, Type-2, Type-3 などの aspect や dimension は、通常は暗黙的に扱われており、明示的にデータ表現されていない。Type-3 の context は、更に詳細な aspect と dimension に展開される。

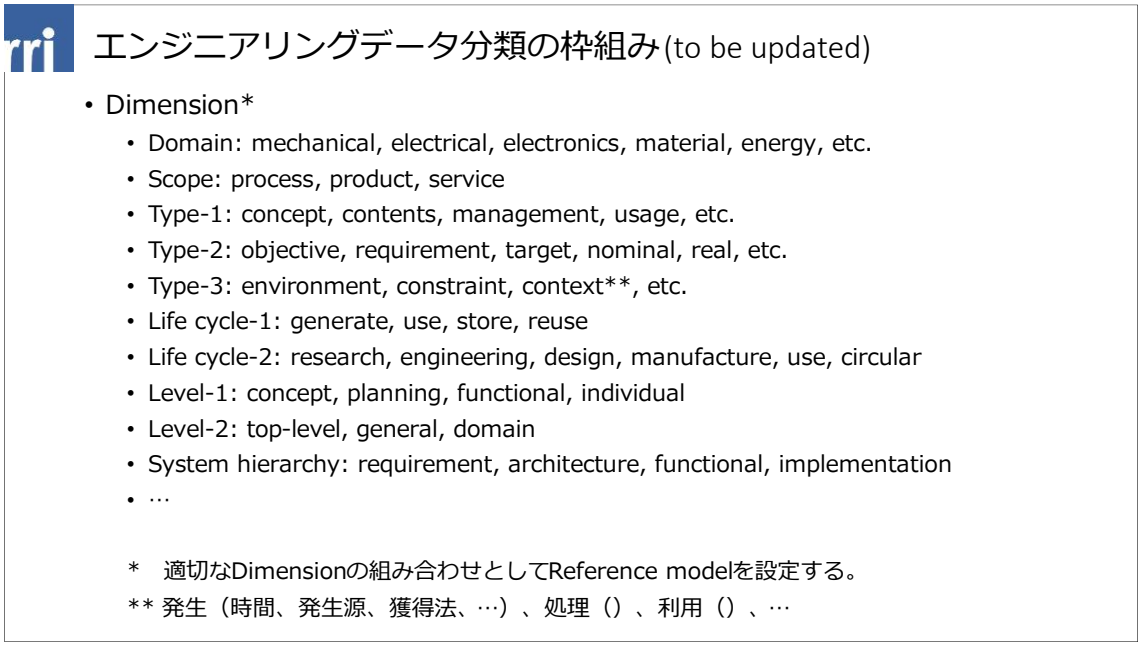


図 3.4.2.1 エンジニアリングデータ分類の枠組
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

図 3.4.2.1 の考え方に従い、エンジニアリングデータ分類の template を作成してみる。多数の dimension があるが、3 個以上の dimension を選択すると図式表現の理解が困難にな

るので、ここでは 2 個の dimension の組み合わせを分類の template の枠組とすることとした。

例えば、図 3.4.2.2 は、図 3.4.2.1 の scope に対応する dimension で、activity (process)の断面で見たものである。断面中に、Level-1 の dimension を縦軸にとり、横軸として、他の各種の dimension を配置したものである。従って、図 3.4.2.2 は、activity (process)の断面から断面に垂直に横軸の各種の dimension が配置されたものとなる。すなわち、2 次元の template が横軸に沿って配置されたようになる。図式的には複雑すぎるので、更に整理のアイディアが必要であるが、考え方の基礎として示した。各 dimension の指定された aspect に対応する要素として、エンジニアリングデータが分類される。

図 3.4.2.3 は、図 3.4.2.2 と同様の考え方により、図 3.4.2.1 の scope に対応する dimension で、product/service の断面で見たものである。他の dimension は、図 3.4.2.2 と同じである。

use case のエンジニアリングデータ例について、図 3.4.2.2 あるいは、図 3.4.2.3 に従ってデータの分類を試みたが、まだ十分に整理できていない。template の構成法も含めて今後の課題である。

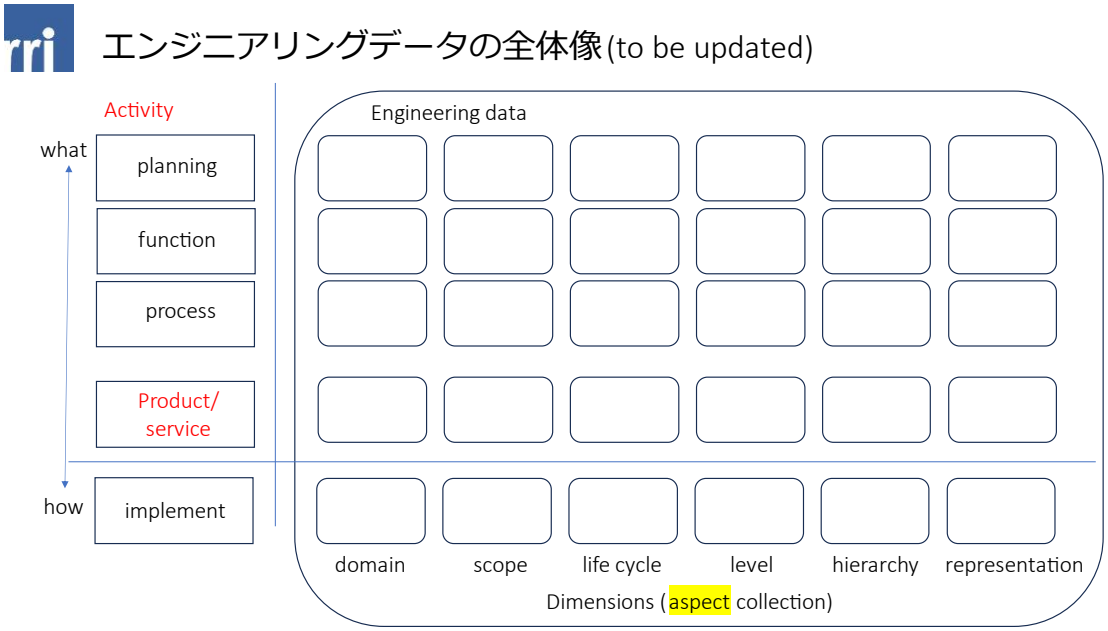


図 3.4.2.2 エンジニアリングデータの全体像：activity の視点
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

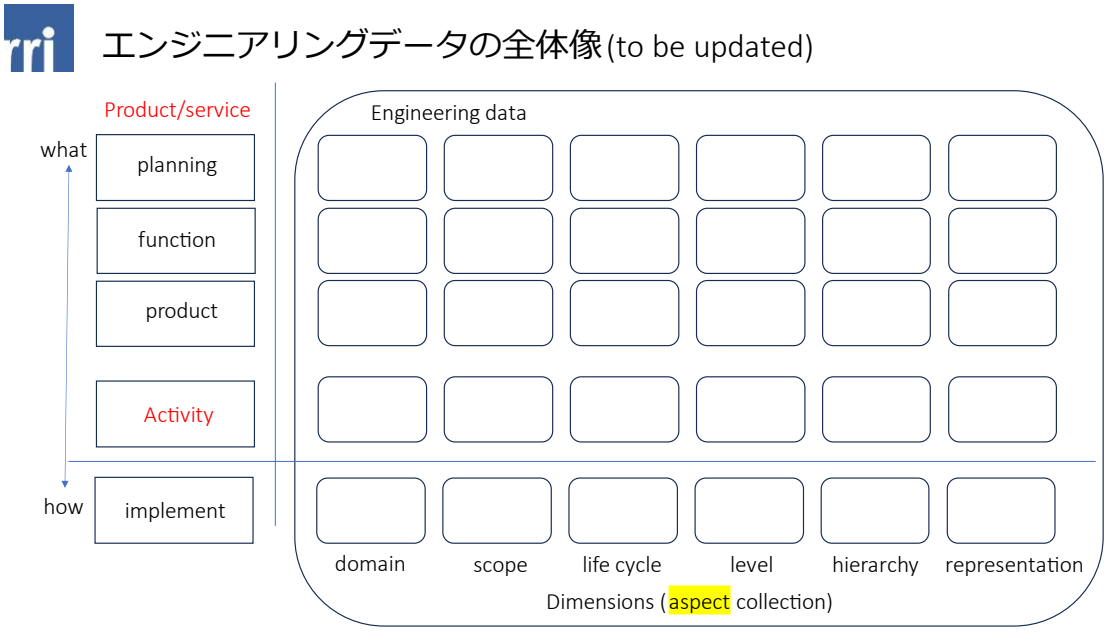


図 3.4.2.3 エンジニアリングデータの全体像：product/service の視点
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

3.4.3 エンジニアリングデータの利用

エンジニアリングデータは、様々な方式で活用される。データの発生、流通、利用、再利用などの様相により、データを分類することも考えられる。

図 3.4.3.1 には、digital twin の形態でエンジニアリングデータが提供され、その生産に関わるプロセスだけではなく、様々な社会インフラストラクチャで活用されて、新たなビジネスの基礎としての付加価値プロセスが構成される様子を示している[41]。今後の社会で要求される use case を分析し、そのデータの中身を整理し、分類していくことは、エンジニアリングデータを広く社会インフラストラクチャにおいて活用できるようにするために重要である。特に、要求される範囲で分類されたデータについて、共通 ontology を設定し、データの相互理解を実現していくことが重要で、データ活用の基礎となる。

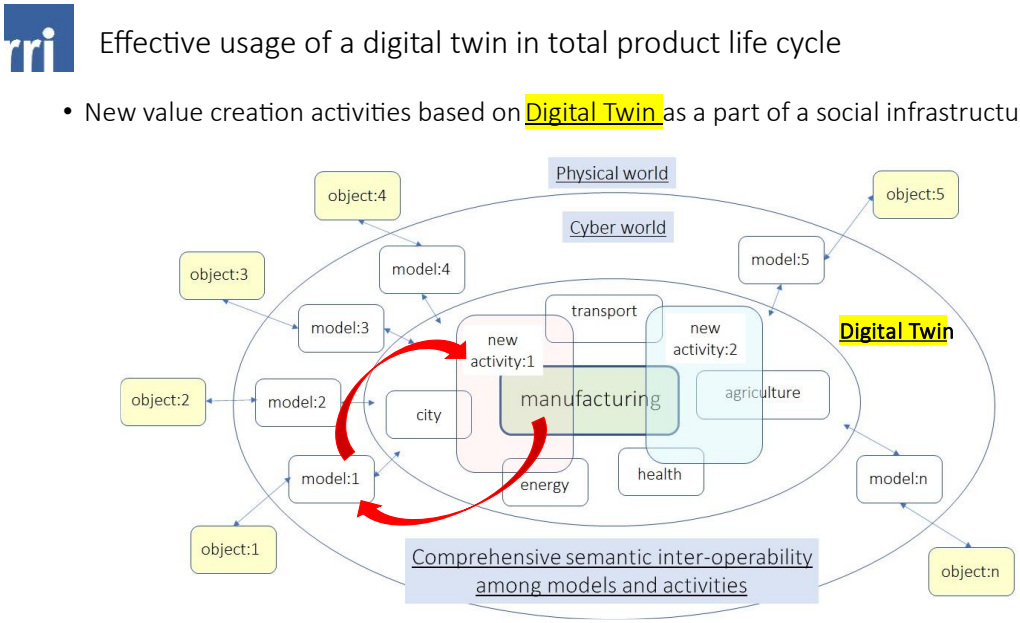


図 3.4.3.1 社会インフラストラクチャとしてのエンジニアリングデータの活用
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

図 3.4.3.2 には、smart manufacturing においては、エンジニアリングデータのデータフローについて、従来の固定的なプロダクトやプロセスチェーン等の流れだけでなく、異なるチェーン間での柔軟なデータ連携や共有が必要になってくることを示している。将来の姿として、各活動がモジュール化され、それらが要求に応じて柔軟にネットワーク状に連携、結合されていくことが想定される[42]。従来のプロセスでは想定されていなかったようなデータ連携が必要になる。

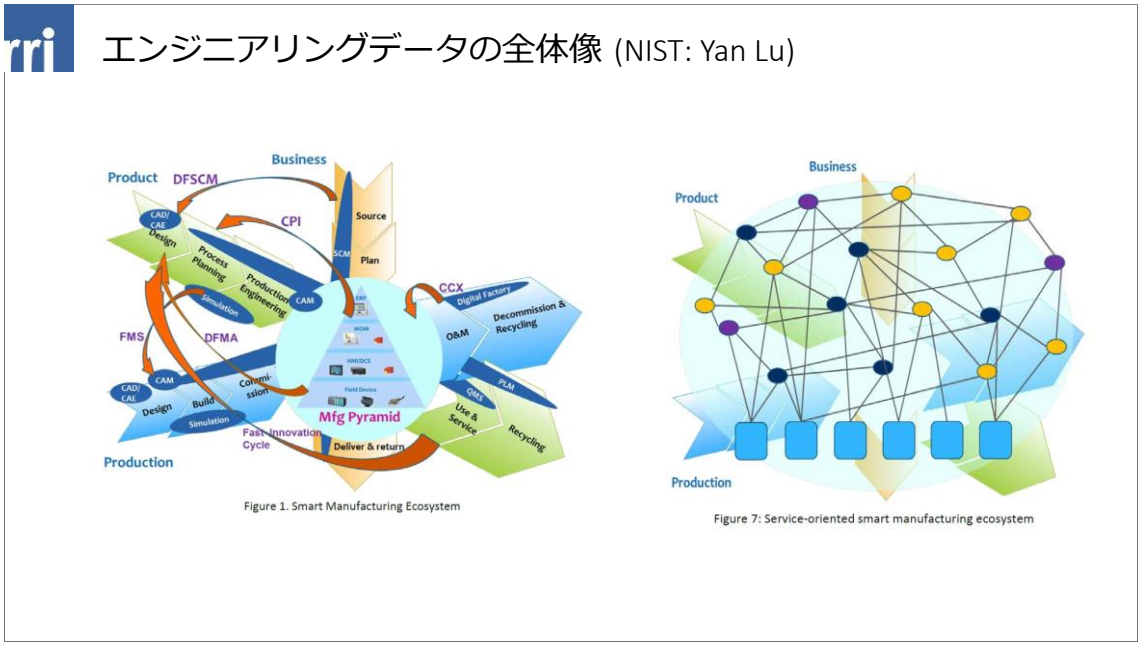


図 3.4.3.2 エンジニアリングデータの全体像の例

（出所：Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems[42]）

図 3.4.3.3 は、一般に PDM で管理されているデータの定義を示している。ISO 10303-242 は、現在、最も包括的に標準化された product model data 表現である。このようなモデルが PDM の管理の下で生成、利用されて、エンジニアリング作業が進行していく。この範囲の多くのモデルデータはかなり成熟しているが、3.3.2 で述べたような context information は、十分には考慮されていない。エンジニアリングデータ連携の視点から深く分析し、未着手の課題を整理していくことが必要である。

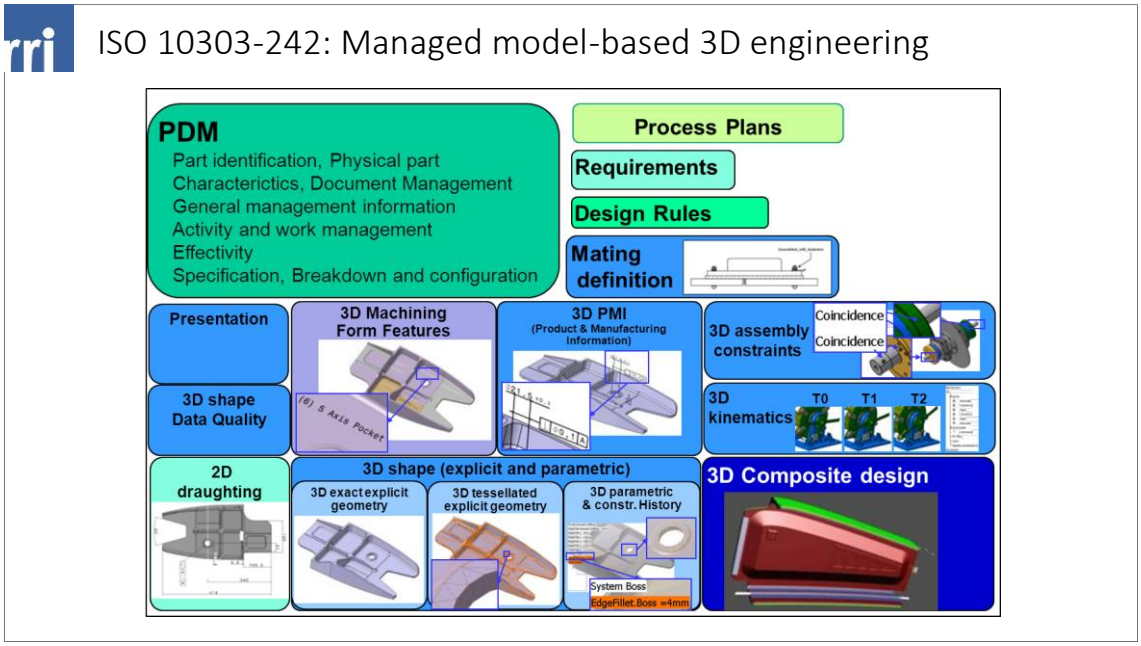


図 3.4.3.3 プロダクトモデルの例：ISO 10303-242

（出所：Overview of STEP AP242 ed1 status of development of AP242 ed2 and related activities of the CAx IF and PDM IF[49]）

3.5 エンジニアリングデータの information model と data model

3.5.1 generic data model

3.1 に記した information model と data model の定義を再掲する。

- information model
  a formal model of a set of facts, concepts or instructions to meet a specific requirement [ISO 10303-1:1994]
- data model
  graphical, lexical or combined representation of data, specifying their properties, structure and inter-relationships [ISO/IEC 11179-3:2023]

一般的に、information model は対象を形式的な方式で記述したものと理解され、data model はより詳細に形式的されたデータとその関係で対象を表現したものと理解される。両者の区別は、対象や技術領域により曖昧であり、個別に様々に定義されている。

ここでは、形式的な詳細に立ち入らずに、情報の本質的な内容とその関係を形式的に表現する、という範囲で考える。通常の概念では information model に近いが、本活動で参照する関連文書では data model と記述されることが多いように思われるので、ここでは data model とも呼ぶことにする。

具体的には、use case の記述でも利用したように、次の二つの記述法を用いる。

- IDEF0 [3]
  activity や process を形式的に表す information model である。
  activity や process を階層的に詳細化していくことができる。
  enabler, control, input, output で関係するデータ項目を明示できる。
  enabler, control, input, output の結合関係でデータフローを表現できる。
  activity や process に関する背景情報は表現しにくい。
  第 2 章の use case で記述例を示す。
- UML class diagram [43]
  データ項目とその関係を記述する information model あるいは data model である。
  entity, property, relation が記述の基本である。
  “is-a” relation と”part-of” relation が class 記述の基本である。
  property や relation の詳細を直接記述することは困難で、自然言語や図、適切な semantic model によりその意味を記述する。
  詳細なデータ構造からなる data model に展開されるが、ここではそこまでは考えない。
  第 4 章の use case で記述例を示す。

エンジニアリングデータ連携のためには、対象となるデータが明確に data model として規定されていることが要求される。use case を通じて、必要ではあるが、十分に data model 化されていないデータ、あるいは data model 化が困難なデータを明確化することが本活動の目的達成のための要件であった。

そのために、以下のような手順をとった。

1．IDEF0 を利用して、必要なデータとその流れ、関係を把握する。（第 2 章）
2．UML class diagram を用いて、data model を記述し、従来は充分に表現されていないデータを把握する。（第 4 章）

data model については、database や object modelling などのために、長年に渡って膨大な研究開発がなされてきた。我々が目的とする範囲でエンジニアリングデータが記述できれば良いので、記述の基礎としては、UML class 記述を用い、meta level の modeling scheme としては、最も単純で広く用いられている IEC 61360-1[4]の data model を用いることとした。図 3.5.1.1 にその概要を示す。IEC 61360-1 のモデルは、CDD (Common Data Dictionary) [48]や ISO 13584 [27]の P-lib の data model として規定されているので、そのための class entity や property, relation が定義されている。

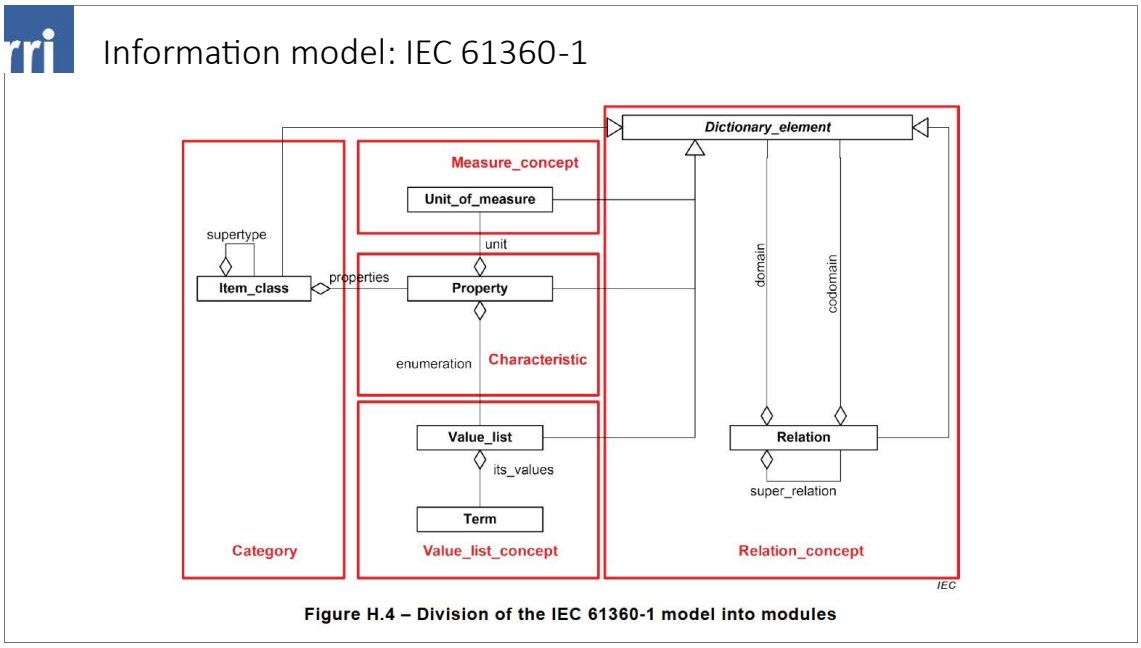


図 3.5.1.1 エンジニアリングデータ記述のための data model scheme: IEC 61360-1
（出所：IEC 61360-1: Standard data element types with associated classification scheme – Part 1[4]）

use case を通じたエンジニアリングデータの分析から、それらを包含できる一般的なエンジニアリングデータの data model として、図 3.5.1.1 を参考として、図 3.5.1.2 を仮に設定した。このモデルの class を基に、必要な subclass を定義して、各 use case のエンジニアリングデータに適合させていく。このような過程の基礎として、図 3.5.1.2 の generic model で良いか否かは、まだ十分検証できていない。3.6 で述べる辞書化の作業と併せて、今後の検証が必要である。



Engineering data: top-level (to be updated: 2023-12-05)

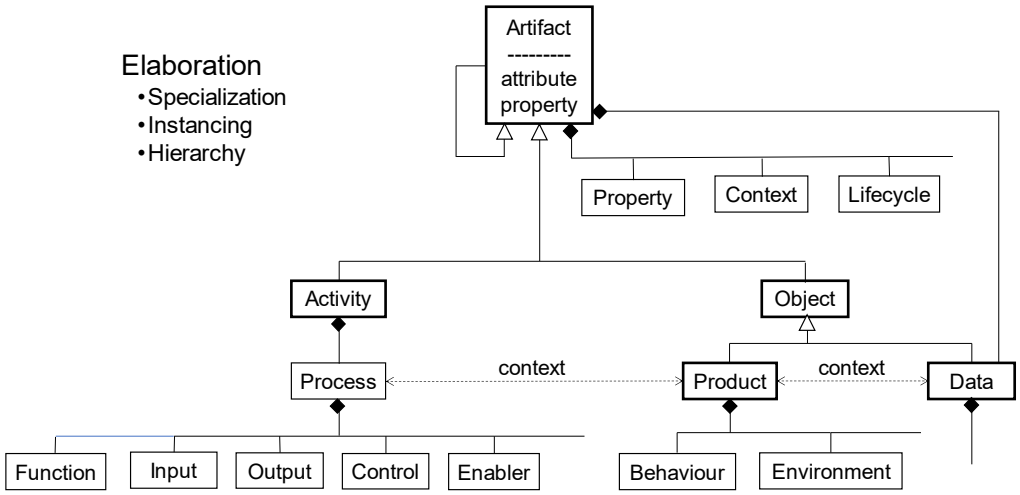


図 3.5.1.2 エンジニアリングデータの基本的な generic data model
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

3.5.2 product model と process model

context information に対応する様々な data model も必要である。多くの context information が十分にモデル化、デジタル化できていない現状を鑑みると、このような data model の構築は容易ではなく、一歩一歩進めていくような着実な計画が望まれる。

context information の中でも、product や manufacturing process に関わるデータは、すでによく分析され、data model 化されている。このようなデータについては、新たに類似のモデルを作ることは避けて、出来るだけモデルの再利用を行うことが重要である。

図 3.5.2.1 および図 3.5.2.2 は、幾つかの企業の manufacturing process の実例をモデル化し、それらを統合化(consolidate)して、かなり一般的な data model を構築した例である[44]。このような統合化の処理は複雑で、対象に関する深い知識を必要とする。統合化の知見を集積し、個別の差異を一段上位への抽象化により吸収して、共通モデルを構築する手法は、共通辞書や common ontology についても同様である。bottom-up なアプローチとして実用的にも有用であるが、理論化は難しい。

Prostep ivip Recommendation: Bridging the Gap– Seamless Information Transfer in Production Environments (2021-12)

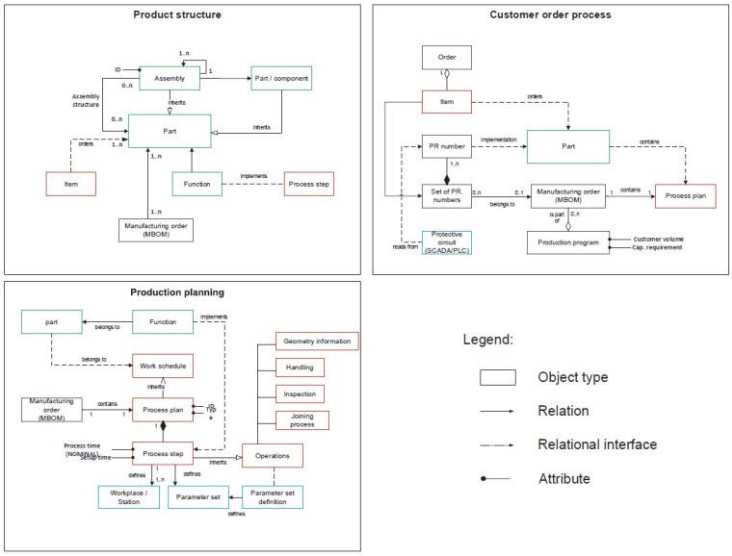


図 3.5.2.1 manufacturing process の data model の一例

（出所：PLiM Recommendation[44]）

Prostep ivip Recommendation: Bridging the Gap– Seamless Information Transfer in Production Environments (2021-12)

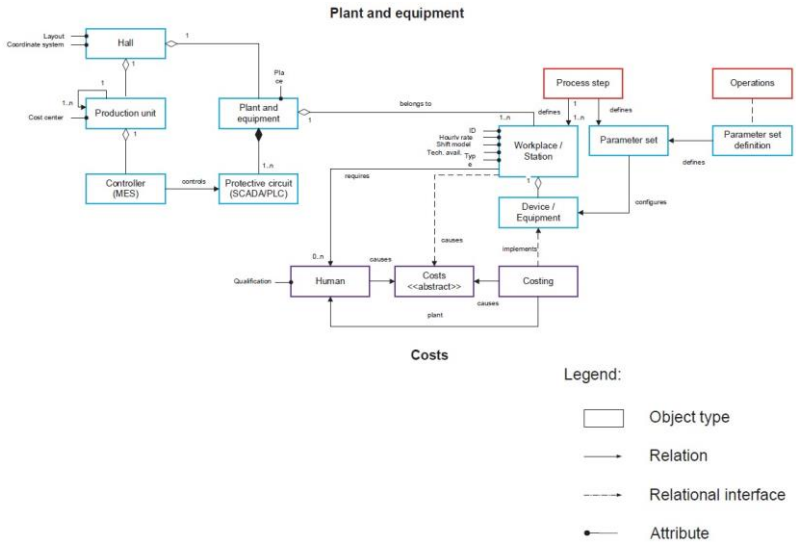


図 3.5.2.2 manufacturing process の data model の一例

（出所：PLiM Recommendation[44]）

3.6 data model に基づく dictionary の構築

3.6.1 dictionary の構成

エンジニアリングデータ連携において、意味的な相互運用性を達成し、データ連携を実現するためには、連携させようとする活動において、data model が明確に設定されていること、および、各 data model の関係を明らかにするための dictionary が重要であることを議論してきた。

本活動で議論する dictionary の位置付けを図 3.6.1.1 に示す。EPE data を例として記述している。EPE data は、ISO 20140-5 ED2 として環境影響評価の common ontology として規格化されている。それを基に、想定される応用範囲について必要な common ontology を抽出して dictionary の形式に整理する。EPE data は、環境影響評価に必要なデータ項目の class を記述したものであるので、dictionary の構成に際しては、データ項目の具体化(instantiation)を行う必要がある。それらのデータ項目について、各応用とデータ項目との対応を記述する。すでにデータが共通データ項目として記述されている場合には、その意味についての記述を参照できる。応用範囲に応じて、詳細度の異なる dictionary が構成される可能性があるが、同一項目については、多様化はしても不整合や矛盾を生じないように構成しなければならない。dictionary に従って、対応するデータ項目を変換することにより、意味的なデータ連携が可能となる。あらかじめ用意された設備データなどを利用する場合には、対応する dictionary の項目を含む template に従って、データを書き込み、library として管理して、再利用できるようにする。標準的な装置部品や環境影響プロセスなどが考えられる。

エンジニアリングデータ連携のためには、前節までに述べたような各活動の data model について、3.6.2 で述べるような統合化(consolidation)の作業を行って、可能な範囲の共通 data model を抽出し、それを common ontology として確立する必要がある。この場合は、bottom-up なプロセスとして、各応用範囲のデータ項目が想定されているので、sub-class の関係を整理することにより、common ontology としての class 階層が規定される場合もある。そのような各々の詳細度に従って、対応する dictionary が構成されることになる。多様化はしても、不整合や矛盾を生じないように構成する必要があるが、これは、bottom-up の過程で common ontology を整理する際に検証されなければならない。

参考として、図 3.6.1.2 に、実用的に広く用いられている部品ライブラリ(P-lib)について、ISO 13584 に準拠する dictionary や library の構成を示す[27]。部品ライブラリにおいては、部品グループから個別部品までの部品構成構造も管理する必要があるが、これらは、product model と関連して別途構成されねばならない。dictionary は、データ項目の共通の意味付けを行うのみで、具体的なライブラリ構成には係わらない。

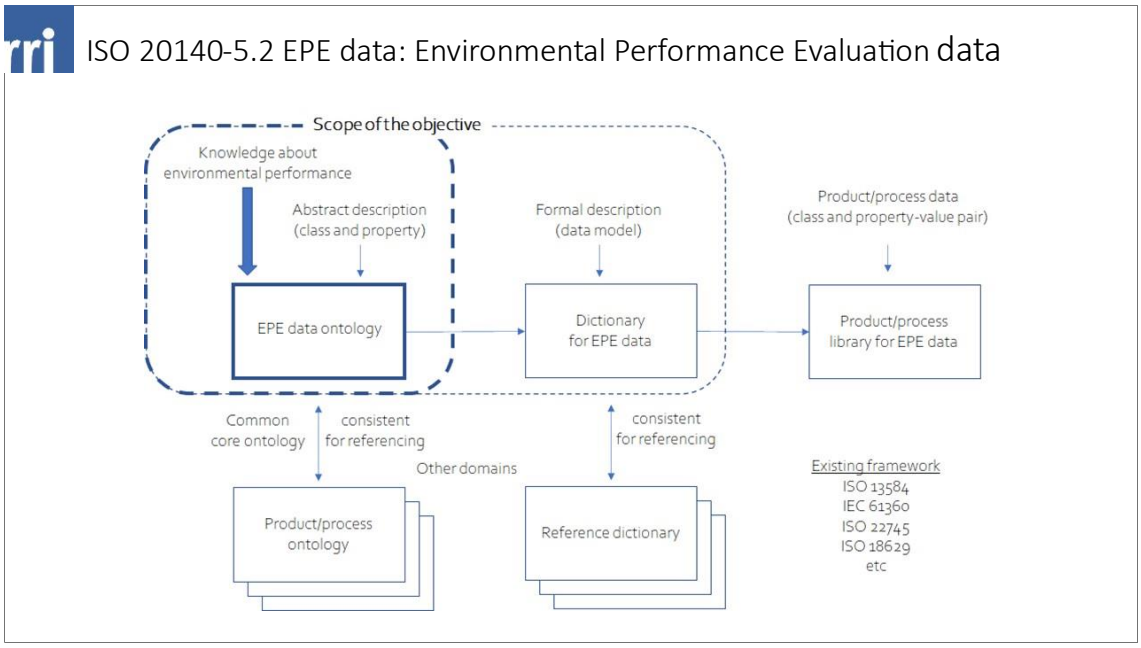


図 3.6.1.1 EPE data に関する dictionary の役割

（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

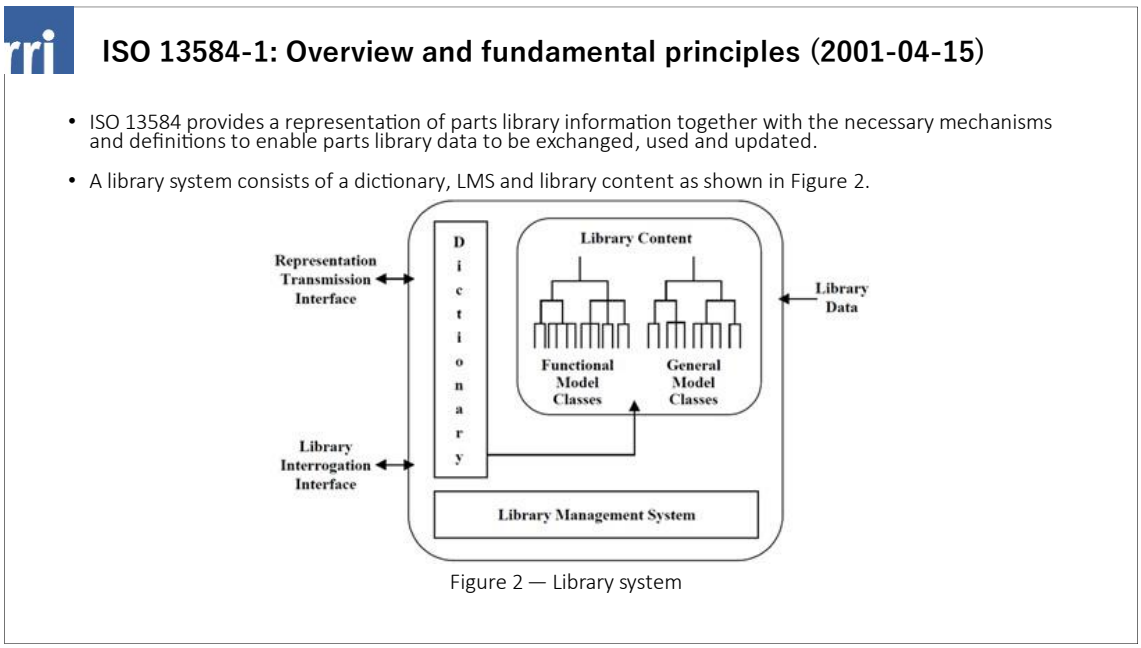


図 3.6.1.2 エンジニアリングデータに関する dictionary と library の構成

（出所：ISO 13584-1: Industrial automation systems and integration - Parts library - Part 1[27]）

3.6.2 dictionary の統合

EPE data を例として、図 3.6.2.1 に、各応用領域において構成された ontology について、それらを整理し、抽象度を上げることで、consolidation していく様相を示す。

各応用領域ごとの対応関係に基づき、変換のための dictionary を構築することはできる。そのようにすると、個別の辞書が独立して存在することになる。新たな応用領域が加わった際の dictionary の再利用が困難になり、同じような dictionary 構築の作業を繰り返さねばならない。

上記のような事態を避けるために、広く応用分野を包含する範囲で common ontology を構成し、それに基づいて common dictionary を構築することを考える。common ontology に基づく common dictionary は、抽象度が高くなっているので、個別の適用については、より詳細度の低い個別の dictionary を構成する必要がある。この場合には、個別の dictionary は common dictionary の specialization となっているので、common ontology を構成するときの逆の手順で不整合や矛盾のない個別の dictionary の構成ができ、dictionary の乱立を避けることができる。

以上の手順を体系化することは現状では難しいので、use case の適用例により、概要を考察し、体系化・形式化していく。

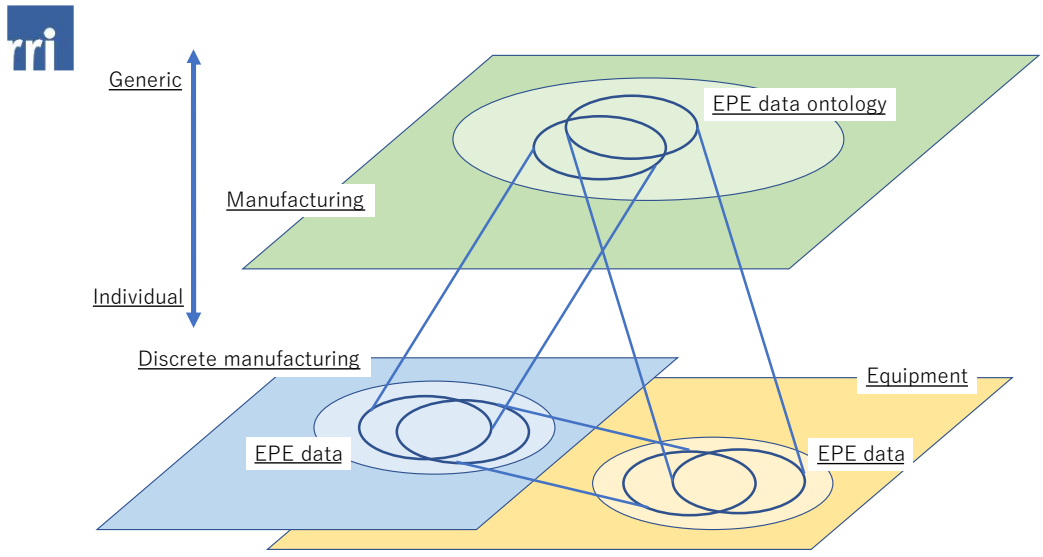


図 3.6.2.1 EPE data について共通 ontology の抽出
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

参考として、図 3.6.2.2 に、EPE data と context data に対応するデータを例として示している。データ連携においては、context data も同様に common dictionary を介して共有できることが必要である。前節までに議論したように、エンジニアリングデータ連携においては、充分に data model 化されていないものが多く、意味的なデータ連携の妨げとなる。これらのデータについても、data model 化と dictionary の構築を進める必要がある。実務的に要求が多い生産プロセス関係の context data については、ISO/IEC で CDD (Common Data Dictionary)などの仕組みで標準化が進みつつあり、これらの成果は有効に活用できる。

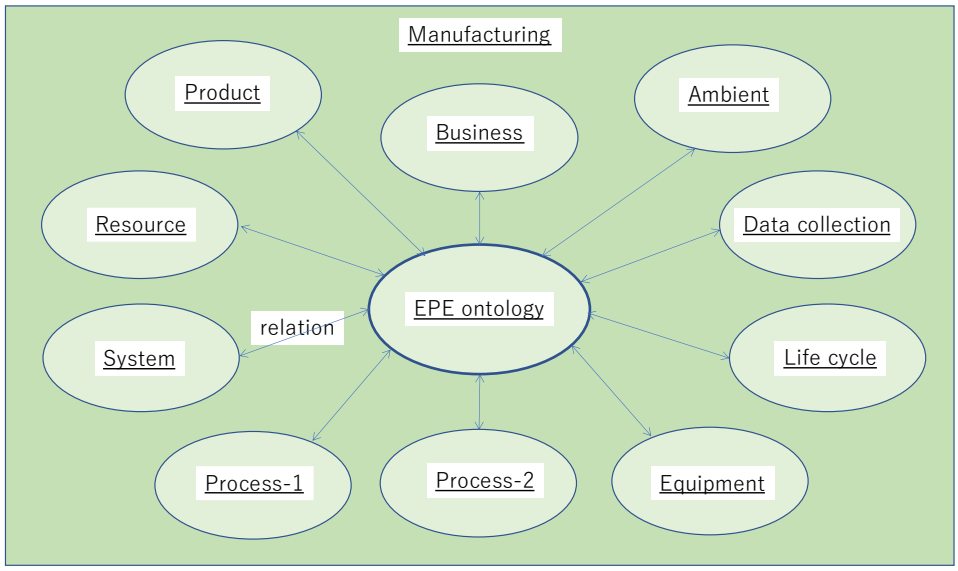


図 3.6.2.2 EPE data の共通 ontology と context data
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

3.6.3 entity and property

common ontology は基本的に class 記述であり、subclass 構成により様々な階層構造も表現する。各々の詳細度に応じて、ontology の entity や property が具体化され、dictionary の項目が決まってくる。

具体的な entity や property は、応用領域に依存するが、use case を通じて具体的な entity や property を集積し、管理しておくことは有効である。class 記述と具体的な entity や property の記述とは形式的には曖昧性があるので、応用性からの深い意味的考察に基づいて整理する必要がある。

今後の整理が必要であるが、例として、図 3.6.3.1 に CATENA-X における Battery Pass に関するものを示す[45, 46]。Digital Product Passport におけるものなど、開発中ではあるものも一部は公開されており、参考とすることができる[47]。これらの多くはよく整理されているが、新たな要求として、usage/repair history, circularity などの成熟度の低いものもあり、use case などを通じた今後の更なる集積が望まれる。

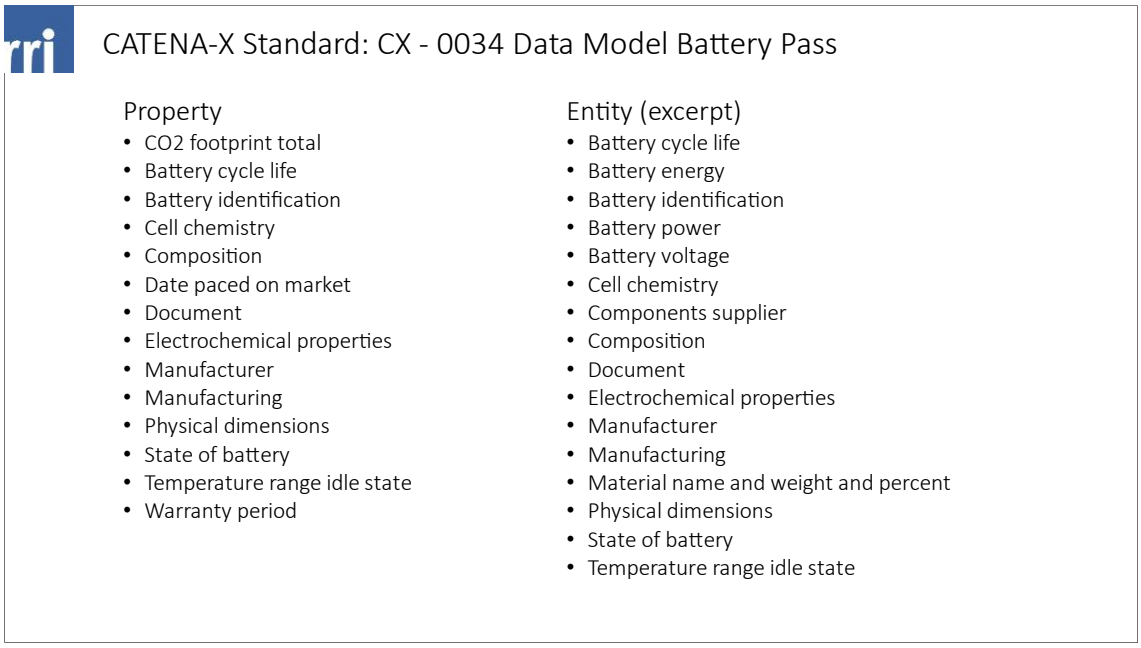


図 3.6.3.1 battery に関する entity と property の例
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

4. Use case に基づく data model の検討

4.1 use case に基づく data model の定義例

2.2 では、検討した各 use case の表題を示し、Use case 2: 不具合事象の通知、についてその概要を記述した。

本報告書には記載しないが、各 use case について、次の検討を行った。IDEF0 により活動やプロセスを記述した。更に、IDEF0 を用いて activity/process, enabler, control, input, output として関係するエンジニアリングデータとそれらの間の関係やデータフローを記述した。IDEF0 では明示的に記述されない背景情報などの context information についても検討した。

2.2 での検討に引き続き、本節では、エンジニアリングデータ連携のために、データの本質的な意味を考察しつつ、data model の記述を試みる。既存の data model が存在する場合には、重複して再定義することなくそれらを利用し、context information も含めて、従来は充分に data model 化されていなかったデータについてモデル記述を試みる。

記述の枠組としては、IEC 61360-1 の data model を参考にしつつ、UML class diagram の形式で記述する。モデル記述の詳細さや正確さには深く踏み込まず、大枠として、必要なデータが記述されるように注意する。

報告書の記述の都合上、2.2 に記述した Use case 2 について内容の概要を記述する。他の use case の内容記述は割愛するが、その内容は本章の検討に活用されている。

Use case 2: 不具合事象の通知

図 4.1.1 に、データの entity と relation を四角枠と線で表して、data model の概要を示す。より正確には、UML class diagram として表現できる。この図は基本的には class 表現で、具体的な case に従って詳細化される。

データの内容を示す A から H の区分と黒字・赤字の区別は、図 2.2.1 に記載した通りである。

Data model は、大きく二つに分かれる。右側の丸四角枠内のモデルは、不具合事象通知に関する common ontology を表す。従来は充分にモデル化や data model 化がなされていなかった、と考えられるエンジニアリングデータである。data entity として従来は明確に使われていなかったものも多いと考えられ、類似の use case を構築しつつ、詳細化していくこと

は興味ある課題である。

左側の丸四角枠内のモデルは、product や process , equipment などに関する data model であり、context data として、右側丸四角枠内の data model に関係付けられる。例えば、事故事象がどのような process でどの equipment がどのような operation を行ったときに発生したものであるか、を context data として明示する。このような product, process, equipment データは、設計生産活動のモデル化において広く考察され、標準化されて data model が開発されているものも多い。そのようなものについては、既存のモデルを再利用する。

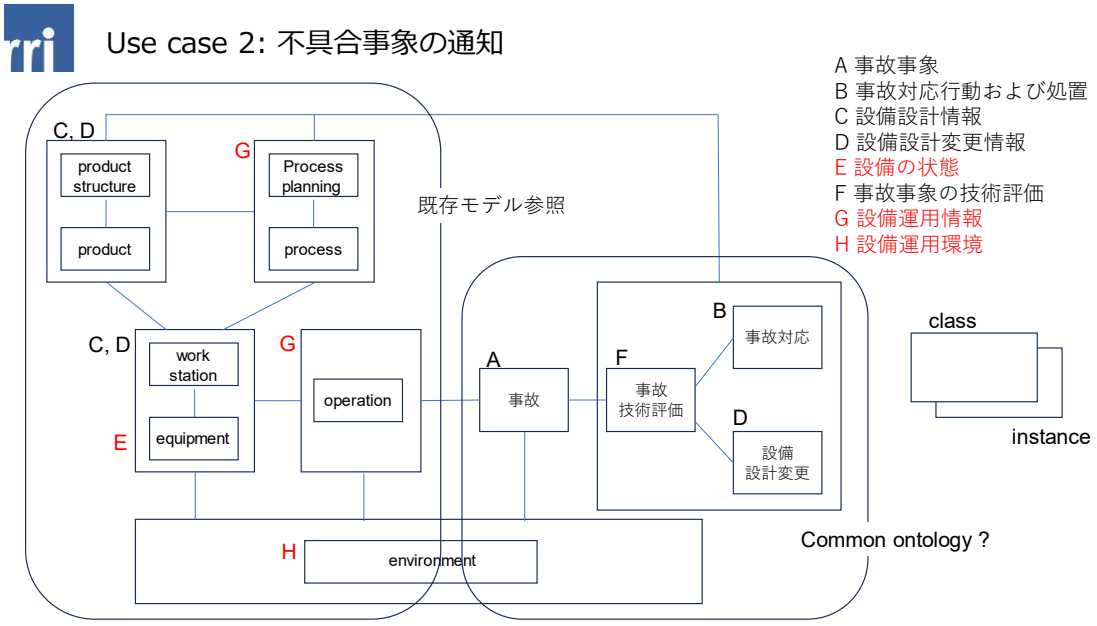


図 4.1.1 Use case 2 の data model

（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

多くの use case について、エンジニアリングデータと context data が、巨視的には図 4.1.1 のような構成となると考えられるので、これに従って、エンジニアリングデータ連携のための基本的な generic data model を考えることができる。詳細な形式化は今後の作業である。

4.2 context information

本節では、context information として興味ある use case を考えてみる。従来はあまり扱われていないデータであり、新たなエンジニアリングデータの連携において重要となるものである。Use case で考えてみる。

図 4.2.1 は、あるユーザが製品を使用し終わったときに、どのような循環処理が可能かを設計しようとする use case である。製品を利用し終わったときの製品の状態が state a であるとする。背景情報として、製品使用終了時に適用できる循環処理方式を図 4.2.1 の上方丸四角枠内の data model として仮定する。ここでは、recycle と reuse が用意されている。recycle には 2 種類あって、品質の低い材料に recycle される cascade recycle の場合より、同等の品質に recycle される horizontal recycle の方が付加価値が高いが、製品使用終了時の状態がより良い状態でないと horizontal recycle ができない。reuse の方が循環製品の付加価値が更に高いので、できるだけ reuse したいが、製品使用終了時の状態が更に良い状態でないと reuse ができない。図 4.2.1 の場合、製品使用終了時の状態は state a の状態であるので、horizontal recycle が可能であるが、より条件の厳しい reuse の処理はそのままではできない。例え付加的なコストがかかっても、使用終了時の製品の状態を、reuse 可能な state b の状態に改善できれば、reuse が可能となって、総合的には、より付加価値が高い処理が可能となるかもしれない。そのような状態改善の data model を state change として記述している。

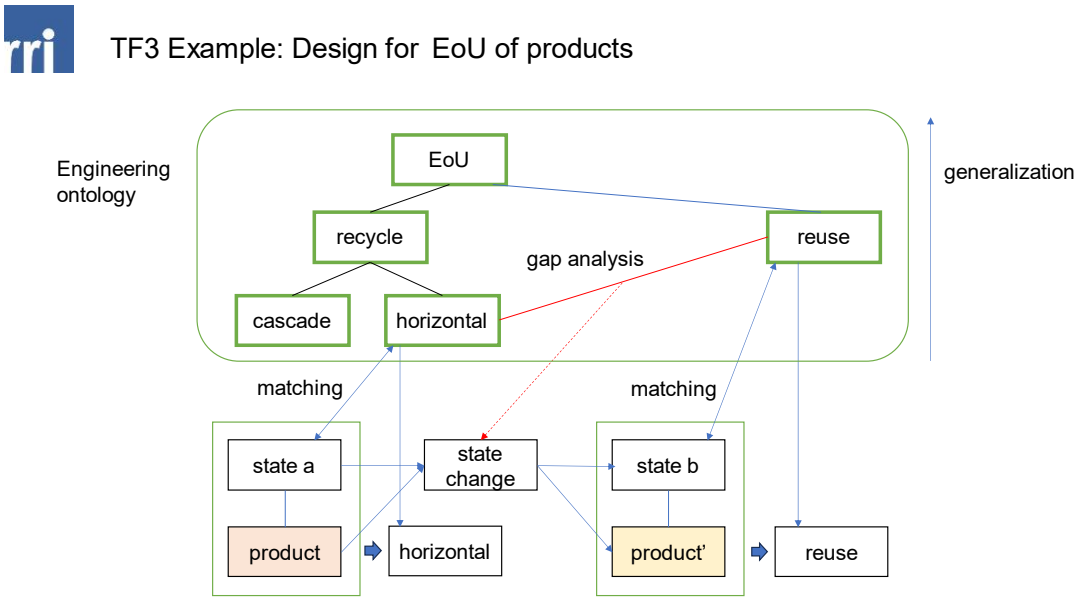


図 4.2.1 Design for End of Use (EoU) of products

（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

以上のような Design for End of Use (EoU) of products を可能とするためには、図 4.2.1 に示したように、product model に、state の情報が付加されている必要がある。また、適切な処理が、state change や上方丸四角枠内のような data model として関係付けられている必要がある。特に、循環処理の改善可能性を評価するためには、horizontal と reuse で処理の前提条件の gap analysis が重要であり、このようなことが可能な data model でなければならない。以上のような付加的な data model が context information として管理されている必要がある。

次の use case として、manufacturing process 変更の影響を考える。図 4.2.2 において、左側の丸四角枠内には、function-behaviour-structure-property として、製品の機能構造が記述されている。製品の function は最終的には structure 要素の property により担保される。ここまでは、通常の product model の構成である。ここでの use case の課題は、structure 要素の製造 process や material が何らかの理由により変更された場合に、その変更が製品の function にどのような影響を及ぼすか、を検証できるような data model を context information として付加して、その効用を考察することである。そのために、図 4.2.2 は、process と material の data model を class 表現の context information として用意し、変更のたびに対応する process と material の instance が組み込まれるようなモデル構造を示している。

製品が設計されてから時間が経過すると、新規設計時に深く考察された property の情報が失われて、function を維持するために重要な property が評価できなくなる可能性がある。従って、process や material の変更が必要になっても、その影響を充分に評価できないため、変更のリスクを回避するために、ブラックボックスとして、process や material が固定化される可能性がある。このような事態に至らないように、如何に context information を活用できるかが課題である。

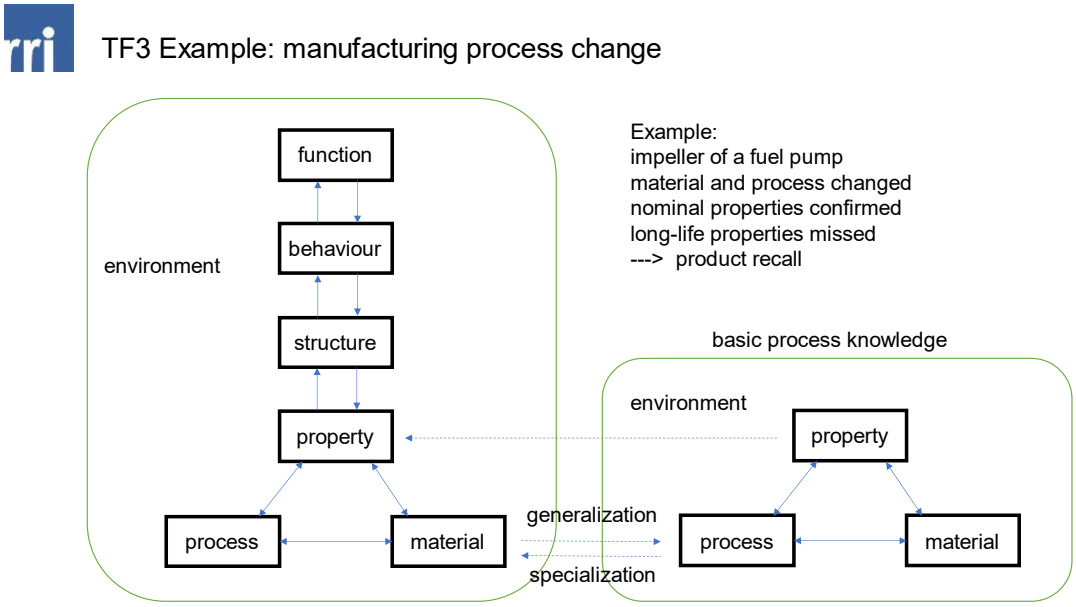


図 4.2.2 manufacturing process 変更の影響
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

4.3 engineering data

これまでに記述したエンジニアリングデータの data model を俯瞰的に見て整理する。そのためにエンジニアリングデータの基本的な generic data model を図 4.3.1（図 3.5.1.2 の再掲）のように設定する。これを基本として、各 dimension における aspect に従って、モデルを順次詳細化していく。

網羅的な検討が出来ていないが、詳細化の一例として、下記のようなモデルを記述してみた。

図 4.3.2 エンジニアリングデータの全体構成
図 4.3.3 エンジニアリングデータ：object
図 4.3.4 エンジニアリングデータ：life cycle

これらの data model について、use case で記述された data model と対比しながら、必要な abstraction, specialization, instantiation を行って、多階層の common ontology の構成を試みる。以下のような点に配慮する。

・既存のデータモデルに欠けているデータに注力する。
・context information としての利用にも注意する。
・CDD などの実現環境も検討し、メンテナンスの課題ついて検討する。

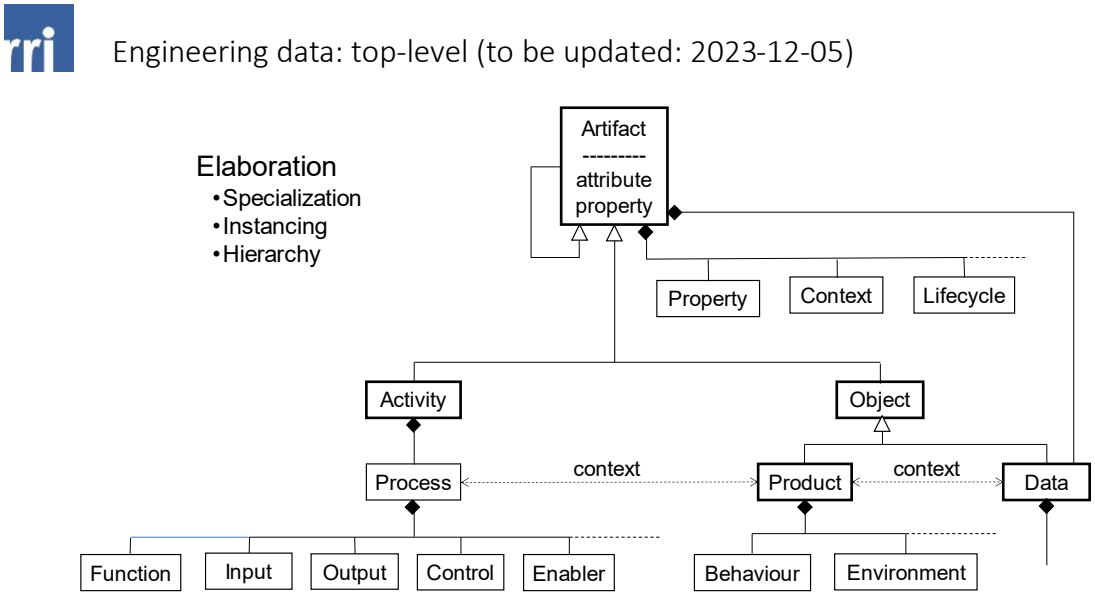


図 4.3.1 エンジニアリングデータの基本的な meta data model （再掲）
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

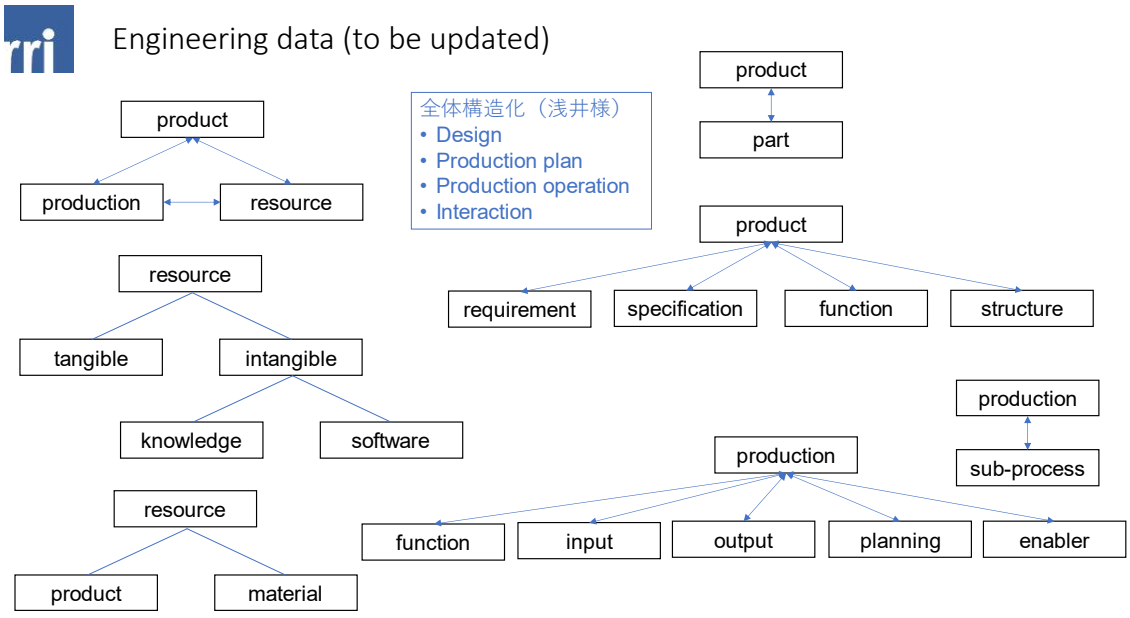


図 4.3.2 エンジニアリングデータの全体構成
（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

Engineering data (to be updated)

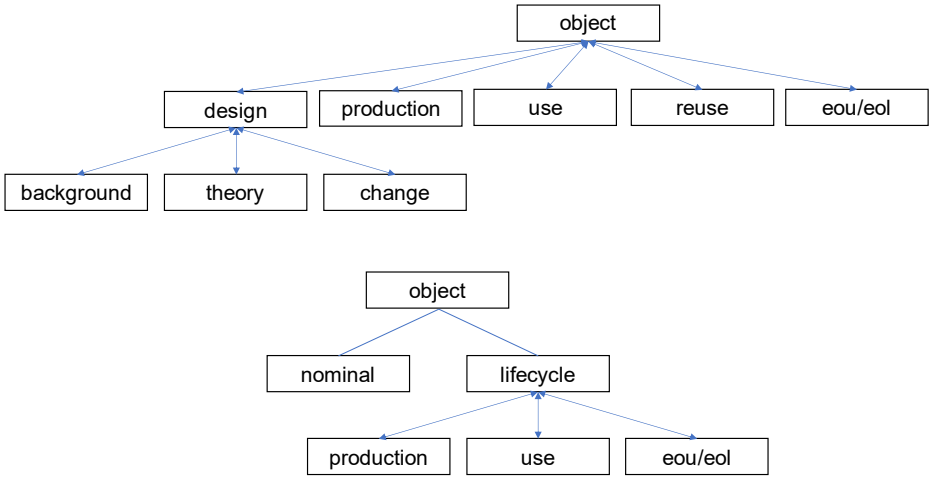


図 4.3.3 エンジニアリングデータ：object

（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

Engineering data (to be updated)

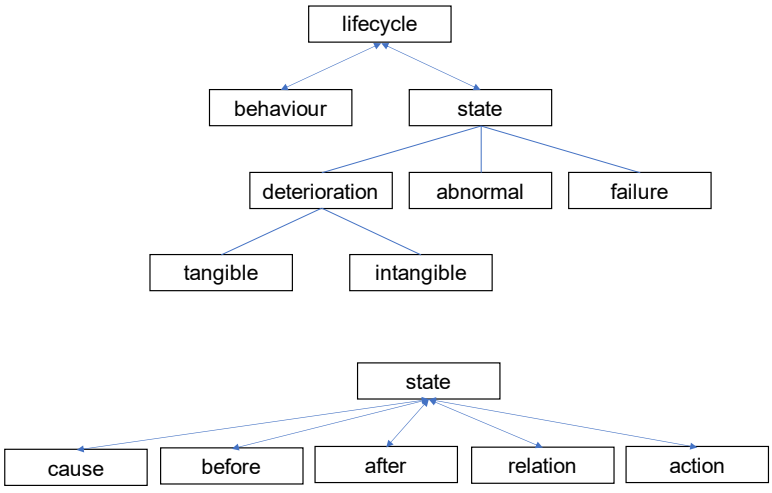


図 4.3.4 エンジニアリングデータ：life cycle

（出所：ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会/WG1/AG4/TF3）

4.4 dictionary

dictionary の一般的な定義は 3.1 に記した。本文書では、3.1 の定義を拡張して、dictionary を次の意味でも用いている。
・同一の概念や意味を表す用語の組み合わせ

用語としては、様々な場合が考えられ、それにより、dictionary の適用範囲が決まってくる。
(1) 広い範囲で標準化された用語
(2) ある応用や領域、組織内などで用いられる用語

(1)と(2)の用語を組み合わせる場合は、standard dictionary と呼ぶ。このような dictionary が存在すれば、(2)の用語を用いる応用が他の応用とデータ連携しようとする時、他の応用を直接意識することなく、関係するすべての応用が standard dictionary を参照して標準用語を介してデータを解釈することにより、データの意味的なやり取りができる。

(2)の用語を組み合わせる場合には、相手となる応用毎に dictionary を構築する必要があり、dictionary の数が応用の組み合わせ数として増大する。現実的には、(2)の用語の組み合わせとしての dictionary を蓄積し、それらを統合して限られた範囲での standard dictionary を構築していくことが見込まれる。

CDD などの既存の dictionary システムには、明示的には統合化などの機能は備わっていないと思われる。用語の抽象化による階層化の考察も必要で、統合化は複雑であり、今後の検討が必要である。

5. まとめ

5.1 As-Is から To-Be へ

本活動では、参加者や対象領域が変動する開かれた ecosystem 環境において、data space の枠組を活用して、意味的な相互運用性を確保できるようなエンジニアリングデータ連携の方策を検討してきた。

課題が一般的で把握しにくいので、次のような手順で検討を進めた。

1. use case の設定　[activity から process への展開]
2. information model から data model への展開
3. standard dictionary の検討

基礎的検討の素材として As-Is の対策を進めることも重要であるが、成果の積み重ねが難しい繰り返しの努力を避けるべく、To-Be の視点に立って、体系的な検討を進めるように努めた。

5.2 取り組むべき課題

下記のような多くの課題が残されており、今後の更なる検討が必要である。

・domain ontology から engineering ontology への展開
・基礎となる basic formal ontology の検討
・standard dictionary 構築法の検討
・data space for engineering knowledge のシステム化

6. 参考文献

[1] IEC White paper: Semantic interoperability: challenges in the digital transformation age, 2021.

[2] IEC/SMB/SG 12: Use cases methodology guide 125, 2023.

[3] Integration Definition for Function Modeling (IDEF0), Federal Information Processing Standards Publication FIPS PUB 183, Department of Commerce – NIST, December 21, 1993.

[4] IEC 61360-1: Standard data element types with associated classification scheme – Part 1: Definitions – Principles and methods, 2017.

[5] Medini, Khaled, and Xavier Boucher. 2019. “Specifying a Modelling Language for PSS Engineering – A Development Method and an Operational Tool.” Computers in Industry 108 (June): 89–103.

[6] Boucher, Xavier, Camilo Murillo Coba, and Damien Lamy. 2024. “Smart PSS Modelling Language for Value Offer Prototyping: A Design Case Study in the Field of Heating Appliance Offers.” Computers in Industry 155 (February): 104041.

[7] Annamalai, Gokula, Romana Hussain, Mehmet Cakkol, Rajkumar Roy, Stephen Evans, and Ashutosh Tiwari. 2011. “An Ontology for Product-Service Systems.” In Functional Thinking for Value Creation, 231–36. Springer Berlin Heidelberg.

[8] Modular Plants Flexible chemical production by modularization and standardization – status quo and future trends, PROCESSNET, 2016

[9] VDI/VDE/NAMUR 2658 Part1 Automation engineering of modular systems in the process industry General concept and interfaces, VDI/VDE/NAMUR, 2022

[10] White Paper Module-Based Production in the Process Industry – Effects on Automation in the “Industrie 4.0” Environment, ZVEI, 2015

[11] NE148 NAMUR-Recommendation Automation Requirements relating to Modularisation of Process Plants, NAMUR, 2013

[12] NE187 NAMUR-Recommendation Requirements for Process orchestration of modular production plants, NAMUR, 2023

[13] IEC 62714: Engineering data exchange format for use in industrial automation systems engineering - Automation Markup Language

[14] Product Lifecycle Management (Volume 1), John Stark, 2020

[15] Schema.org vocabulary, https://schema.org/

[16] schema.org 日本語訳 - 全ての階層,http://schema-ja.appspot.com/docs/full.html

[17] インダストリー4.0 実現戦略 プラットフォーム・インダストリー4.0 調査報告, JETRO,2015

[18] IEC 62890: Industrial-process measurement, control and automation - Life-cycle-management for systems and components, 2020
[19] Disaster Relief Hub <https://www.civic-force.org/project/disaster-relief-hub.html>
[20] Good Links <https://goodlinks.civic-force.org/>
[21] ISO/IEC/IEEE 42010: Software, systems and enterprise — Architecture description: ED2 2022.
[22] IEC 63339: Unified reference model for smart manufacturing, 2024.
[23] ISO 19440: Enterprise modelling and architecture - Constructs for enterprise modelling, 2020.
[24] ISO 10303-1: Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange - Part 1: Overview and fundamental principles, 2024.
[25] ISO/IEC 11179-3: Information technology - Metadata registries (MDR) - Part 3: Metamodel for registry common facilities, 2023.
[26] ISO 13584-511: Industrial automation systems and integration - Parts library - Part 511: Mechanical systems and components for general use - Reference dictionary for fasteners, 2006.
[27] ISO 13584-1: Industrial automation systems and integration - Parts library - Part 1: Overview and fundamental principles, 2001.
[28] Stark, R.: Virtual product creation in industry, Springer, 2022.
[29] ISO 10303-242: Product data representation and exchange, Part 242: Application protocol: Managed model-based 3D engineering, 2022.
[30] 日本学術会議機械工学委員会生産科学分科会：社会の持続可能性向上に貢献する生産科学の長期的課題と解決に向けて、記録 ＳＣＪ第 25 期-050913-25560300-091, 2023.
[31] ISO-TC 184-SC 4_N3778_New Work Item Proposal Industrial Data Ontology, 2023.
[32] WG10N785 JWG14_EPE_N026_v02_Ontologies-AFCuttingDecelle-v4, 2021.
[33] ISO 20140-5 ED2: Environmental performance evaluation data (EPE data), 2024
[34] ISO/TR 18828-1: Industrial automation systems and integration - Standardized procedures for production systems engineering- Part 1: Overview, 2018.
[35] ISO/TR 18828-2: Industrial automation systems and integration - Standardized procedures for production systems engineering- Part 2: Reference process for seamless production planning, 2016.
[36] ISO/TR 18828-3: Industrial automation systems and integration - Standardized procedures for production systems engineering- Part 3: Information flows in production planning processes, 2017.
[37] ISO/TR 18828-4: Industrial automation systems and integration - Standardized procedures for production systems engineering- Part 4: Key performance indicators

(KPIs) in production planning processes, 2018.
[38] ISO/TR 18828-5: Industrial automation systems and integration - Standardized procedures for production systems engineering- Part 5: Manufacturing change management, 2019.
[39] IEC 62264-1: Enterprise-control system integration - Part 1: Models and terminology, 2013.
[40] 浅井　龍男：RRI AG4 TF3 2023-12-05.
[41] Kimura,F.: New Issues and Solution Policy for Manufacturing, Web conference on manufacturing policy in the world of post COVID-19, RRI, 2020.
[42] Lu,Y., Morris,K.C. and Frechette,S.: Current Standards Landscape for Smart Manufacturing Systems, NISTIR 8107, National Institute of Standards and Technology, 2016.
[43] ISO/IEC 19505 series, 2012: Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML)
[44] PLiM Recommendation: Bridging the gap – Seamless information transfer in production environment, PDI 26, prostep ivip, 2021.
[45] CX – 0029 PRODUCT CARBON FOOTPRINT RULEBOOK, CATENA-X, 2023.
[46] CX - 0034 Data Model Battery Pass, CATENA-X, 2023.
[47] Eduard Wagner: Digital product passport, JSPE LCE, 2023.
[48] Hiroshi Murayama: ISO Smart with an extended use of CDD in horizon, ISO/TC 184/SC 4/PPC N 247, 2023-05-06.
[49] Manuel NAGLER and Jean-Yves DELAUNAY: Overview of STEP AP242 ed1 status of development of AP242 ed2 and related activities of the CAx IF and PDM IF, AFNeT – prostep ivip STEP AP242 Day 17 October 2018

改版履歴

版番号	作成日	備考
0.4d	2024/3/22	初版

（様式２）

二次利用未承諾リスト

報告書の題名　製造業における企業間データ連携の進展に向けた調査「企業内外のエンジニアリングデータ連携に関する諸課題の整理等」エンジニアリング変革に向けた将来技術検討 報告書

委託事業名 令和5年度製造基盤技術実態等調査(我が国ものづくり産業の課題と対応の方向性に関する調査)

再委託事業者名　一般社団法人日本機械工業連合会

頁	図表番号	タイトル
12	図2.2.1	Use case 2：Activity図
13	図2.3.1	use caseの分類例
18	図3.3.1.1	データ連携の諸様相
19	図3.3.1.2	エンジニアリングデータ連携の考え方
20	図3.3.1.3	環境影響データ(Environmental Performance Evaluation data: EPE data)連携
23	図3.3.2.1	生産プロセスやサプライチェーンにおけるCarbon Foot Print (CFP)の積算
24	図3.4.1.1	エンジニアリングデータの大分類
25	図3.4.1.2	エンジニアリングデータのデータフロー
25	図3.4.1.3	エンジニアリングデータのライフサイクル管理
27	図3.4.2.1	エンジニアリングデータ分類の枠組
28	図3.4.2.2	エンジニアリングデータの全体像：activityの視点
29	図3.4.2.3	エンジニアリングデータの全体像：product/serviceの視点
30	図3.4.3.1	社会インフラストラクチャとしてのエンジニアリングデータの活用
31	図3.4.3.2	エンジニアリングデータの全体像の例
32	図3.4.3.3	プロダクトモデルの例：ISO 10303-242
34	図3.5.1.1	エンジニアリングデータ記述のためのdata model scheme: IEC 61360-1
35	図3.5.1.2	エンジニアリングデータの基本的なgeneric data model
36	図3.5.2.1	manufacturing processのdata modelの一例
36	図3.5.2.2	manufacturing processのdata modelの一例
38	図3.6.1.1	EPE dataに関するdictionaryの役割

（様式２）

38	図3.6.1.2	エンジニアリングデータに関するdictionaryとlibraryの構成
39	図3.6.2.1	EPE dataについて共通ontologyの抽出
40	図3.6.2.2	EPE dataの共通ontologyとcontext data
41	図3.6.3.1	batteryに関するentityとpropertyの例
43	図4.1.1	Use case 2のdata model
44	図4.2.1	Design for End of Use (EoU) of products
46	図4.2.2	manufacturing process変更の影響
47	図4.3.1	エンジニアリングデータの基本的なmeta data model （再掲）
47	図4.3.2	エンジニアリングデータの全体構成
48	図4.3.3	エンジニアリングデータ：object
48	図4.3.4	エンジニアリングデータ：life cycle