

日機連2021

2021 年度ポストコロナの
製造業グローバル・バリューチェーン変革
に関する調査研究
報告書

IV. デジタル 編

2022 年 3 月

一般社団法人 日本機械工業連合会

事業基盤研究委員会

製造業グローバル・バリューチェーン変革に関する調査研究（部会）報告書

この報告書は、競輪の補助金により作成しました。

<https://jka-cycle.jp/>



デジタルテーマ検討会 委員名簿

2022年3月

一般社団法人日本機械工業連合会

(敬称略)

事業基盤研究委員会 委員長	(株) I H I 顧問	石 戸 利 典
同 副委員長	三菱電機 (株) シニアアドバイザー	諸 岡 暢 志
テーマリーダー	日鉄総研 (株) 客員研究主幹	山 藤 康 夫
委員	(株) I H I 高度情報マネジメント統括本部 IoTプロジェクト部長	星 野 輝 男
委員	オークマ (株) 執行役員 FAシステム本部 本部長	三 宅 和 徳
委員	川崎重工業 (株) マーケティング本部 渉外・調査部長	福 岡 康 文
委員	(株) 島津製作所 専務執行役員 DX推進・情報システム担当、技術研究副担当	伊 藤 邦 昌
委員	ダイキン工業 (株) I T推進部長	森 本 隆 志
委員	(株) ダイヘン 常務執行役員 生産・物流本部長	山 野 一 郎
委員	(株) 椿本チエイン モニタリングビジネス部長	田 邊 充
委員	東京大学名誉教授	木 村 文 彦
委員	(株) 東芝 経営企画部 経営戦略室 官公庁渉外担当参事	櫻 田 一 晶
委員	(株) 日立製作所 グローバル渉外統括本部 産業政策本部 渉外第三部 部長代理	寺 田 博 文
委員	三菱重工業 (株) グループ戦略推進室 戦略企画部 グローバル経営推進部 主幹部員	山 角 洋 之
オブザーバ	RRI 産業IoT推進統括	中 島 一 雄
オブザーバ	RRI IoTによる製造ビジネス変革WG 主査(日立製作所)	水 上 潔
コンサル	(株) 東レ経営研究所 繊維市場調査部長兼企画管理部主幹	高 月 順一郎
事務局 (日機連)	副会長 専務理事	中 富 道 隆
事務局 (日機連)	事務局長兼総務部 部長	角 町 昌 之
事務局 (日機連)	RRI兼DX技術部 部長	益 子 龍太郎
事務局 (日機連)	業務部兼DX技術部 上席調査役	青 木 楠 雄

目 次

GVC とデジタル（レジリエンシーと新しい競争力）	4
1. はじめに（序）	4
1-1 デジタル検討会の検討対象	4
1-2 本検討会の立ち位置とその意義	5
2. 機械産業にとっての GVC/SC ショックと新たなリスク	7
2-1 GVC/SC ショックとは（現状認識）	7
2-2 GVC/SC ショックの背景	8
2-3 GVC/SC 上で増大するリスク	9
3 GVC/SC ショックへの反応	10
3-1 GVC/SC ショックと世界の動向	10
3-2 これからの企業経営と海外の見方	11
4. レジリエンシー能力の構築とデジタル技術の利活用	14
4-1 GVC/SC のレジリエンシーを高めるために	14
4-2 デジタル利活用とレジリエンシー（対 GVC/SC ショック）	17
4-3. 「ものづくり」から「ものつながり」へ；デジタルエコシステム	23
4-4. デジタルエコシステムの具体例	30
5. 浮上してきた GVC/SC の課題	39
5-1 守りの課題「レジリエンシー」（混乱からの迅速な回復力）	39
5-2 攻めの課題「新しい競争力」（デジタルエコシステムの形成）	40
5-3 GVC/SC のこれからの課題「守りも攻めも」（デジタル化・DX）	40
6. GVC/SC ショックへの対応策	43
6-1 当面の対応～GVC/SC の視点から（レジリエンシーとグレーゾーン対策）	43
6-2 中長期の対応～デジタル化・DX の継続的推進（DT と BC への期待）	44
6-3 常態化する有事への備え（JIC とデジタル基盤構築）	45
7. まとめ：企業等へのインプリケーション	46
7-1. GVC/SC を巡るマクロ環境	46
7-2. 国際分業網（GVC/SC）の最近の変動と対応	47
7-3. デジタル化・DX の継続的推進を	51
終わりに、「デジタル」と RRI の取組み	52
<参考> RRI の活動概要	53

GVC とデジタル（レジリエンシーと新しい競争力）

1. はじめに（序）

本章で使用する頭字語（Acronym）は以下の通り：

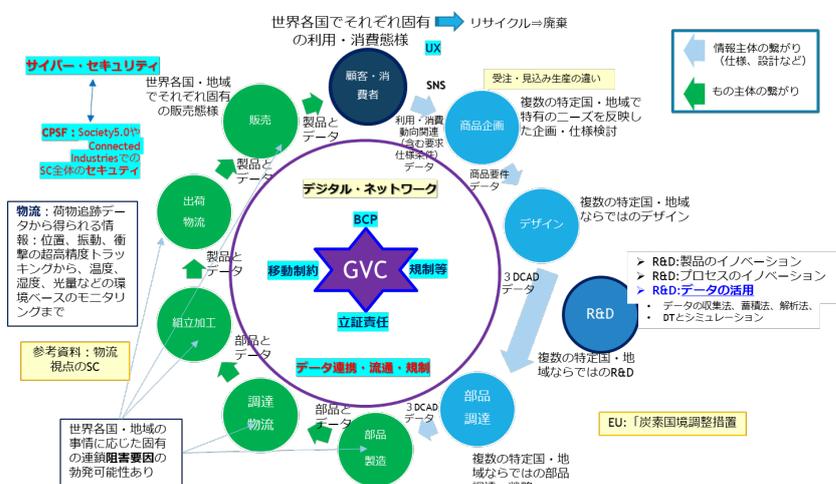
VC	Value Chain バリュチェーン	SC	Supply Chain サプライチェーン
GVC	Global Value Chain グローバル バリュチェーン	GSC	Global Supply Chain グローバル サプライチェーン
JIT	Just-in Time ジャストインタイム	JIC	Just-in Case ジャストインケース
DX	Digital Transformation デジタル トランスフォーメーション	PF	Platform: プラットフォーム
DT	Digital Twin デジタルツイン	BC	Block Chain ブロックチェーン
I4.0	インダストリー4.0	I5.0	インダストリー5.0

1-1 デジタル検討会の検討対象

本検討会（デジタル検討会）では「グローバルなバリュチェーン」（以下 GVC）や「グローバルなサプライチェーン」（以下 GSC）を取り扱う。

バリュチェーン（以下 VC）とは、製品の構想から設計といった各段階を経て、最終消費者に製品を届けるために必要な、リサイクルを含むあらゆる業務活動を指す（次図参照）。GVC（グローバル VC）は、各業務機能が国・地域を超える場合を取り扱う。GVC は国際分業網ともいえる。

図表 1 GVC ネットワークの連環図



注：左図は GVC のイメージ図である。

ある製品が企画・構想されてから顧客に届くまでの連環を示している。

世界各国にはそれぞれ固有の利用・消費態様がある。さらにリユース・リサイクルされ、廃棄される。各ステップにおける全ての業務まで含めて GVC と捉える。

出所：猪俣哲史著「グローバル・バリュチェーン」新・南北問題へのまなざし 日本経済新聞出版 2019年6月を基に NSRI 作成

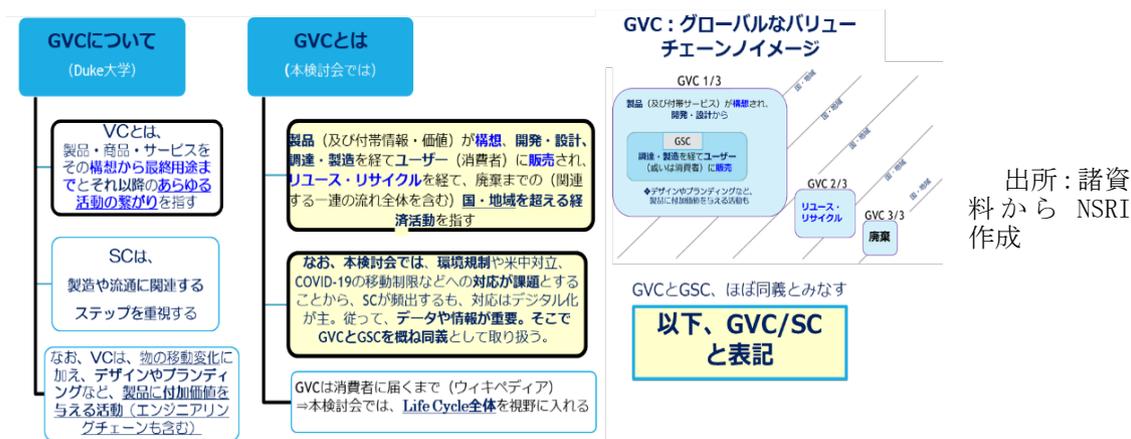
なお、マイケル・ポーター¹⁾によれば、VC とは、商品企画・資材調達・部品供給・製造・流通・マーケティングなどの効率的な組織化により、経営戦略を刷新するといった試みから提唱された理論だという。GVC は VC の各業務機能が国・地域を超えるときを取り扱う。また、米デューク大学 GVC センターの GVC イニシアティブ²⁾では、複数の企業に分割され、複数の場所に広がる VC を理解することに特に関心があるため、「グローバル VC

(GVC)」という言葉を使っているという³。

一方、サプライチェーン（以下 SC）は、材料や製品の場所間での運搬に焦点がある。GSCはそのグローバル版。運搬が国境等を超える場合である。

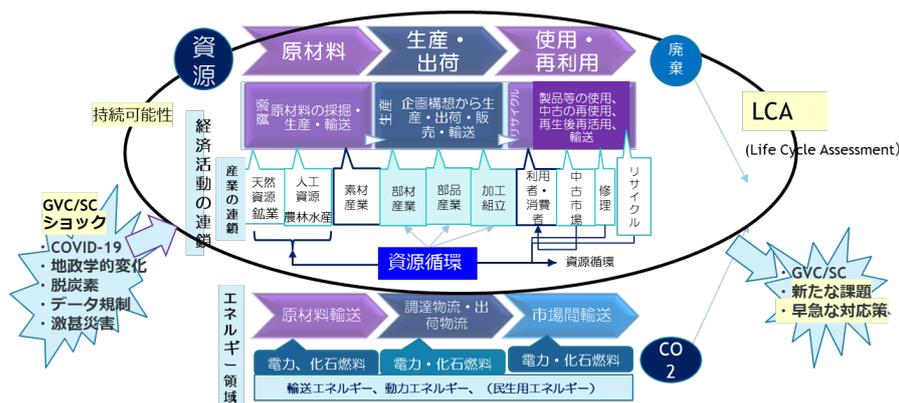
本報告書では GVC を扱うのが基本ではあるが、COVID-19 などが GSC に及ぼす影響が注目されることが多いこともあり、以下では両者を厳密に区別せず、便宜上、“GVC/SC”と表記する（次図参照）。

図表 2 GVC/SC についての本検討会での捉え方～事業のあらゆる関係先が、国境・地域を越えて繋がる活動



次図は GVC/SC を資源循環、或いは LCA の観点から“もの”の流れとして捉えたイメージである。

図表 3 GVC/SC を“もの”の流れから捉えるイメージ



注：本図は、資源循環型社会への展望のもと、GVC/SC についてライフサイクルの視座からみたもの。また、資源循環と LCA の観点から、経済活動の連鎖と産業の連鎖を図示化。

さらに、そのベースインフラとして、エネルギー領域における輸送/物流も図示している。なお、図最上段の3つの矢印形が従来型の「線形経済」を象徴し、楕円の環はこれから向かうべき「円形経済（サーキュラーエコノミー）」を表象する。

出所：諸資料から NSRI 作成

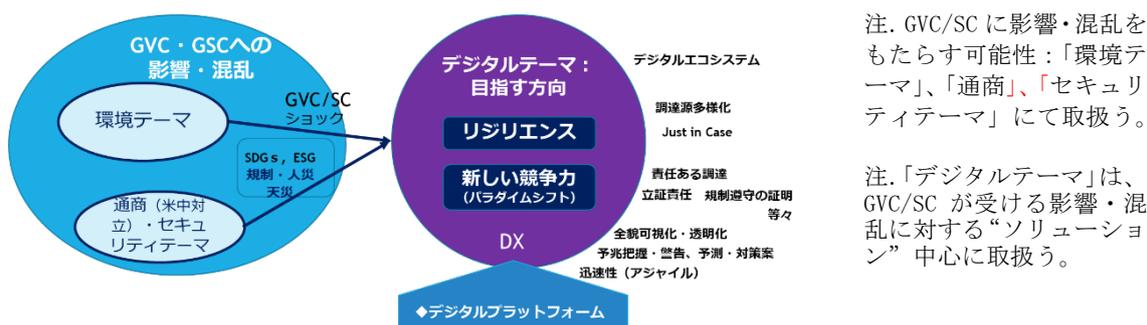
1-2 本検討会の立ち位置とその意義

COVID-19 による GVC/SC の混乱を契機とし、米中対立の本格化の動きや気候変動問題のクローズアップなど、ここ両年は「経済合理性のみでは立ち行かない事態」に直面し

つある。もともと我が国の機械産業は、競争力の源泉として積極的に海外展開してきたところであるが、この新事態に対して、適切かつ迅速に対応する必要に迫られている。

他の検討会「環境テーマ」、「通商」、「セキュリティテーマ」がこうした事態や制約条件そのものを検討対象とするのに対し、本検討会では、COVID-19 等による GVC/SC の混乱（以下、GVC/SC ショック）の「起因を探る」のではなく、混乱による種々の制約条件に「対応するための方途としてのデジタル化・DX」に焦点を当てる（次図参照）。

図表 4 デジタルテーマ検討会の位置づけ



注. GVC/SC に影響・混乱をもたらす可能性: 「環境テーマ」、「通商」、「セキュリティテーマ」にて取扱う。

注. 「デジタルテーマ」は、GVC/SC が受ける影響・混乱に対する“ソリューション”中心に取扱う。

出所: NSRI 作成

現在、この混乱から徐々に立ち上がりつつあるが、その過程で世界各国が進めた GVC/SC に関わる対応とその考え方を参考にするとともに、本検討会では、特に、デジタルの側面から機械工業界の強靱化、及び、国際競争力の強化に資する新たな GVC/SC 変革の方向性を検討する。ひいては持続可能で QoL の向上につながる社会である“Society5.0”の実現やサーキュラーエコノミー(循環経済)への転換に向けた第一歩を目指す。

なお、本報告書における「デジタル化」と「DX」という用語の使い方については、次の「参考コラム」を参照。

参考コラム 1 デジタル化と DX

- 「デジタル化」という用語には2つの側面がある。
 - ◇ 1つは、現状の見える化、及び、現状プロセスの業務改善を含む IT 化。
 - ◇ もう1つは、IT 化を進める目的に合うように既存の構造等を変えること。
 - ◇ ここでいう「目的」には今回の焦点である「環境等の制約条件に対応するため」のように、「脱炭素化」や「循環経済(サーキュラーエコノミー)化」、「人権」などの問題への対応が挙げられる⁴。
- DX (デジタルトランスフォーメーション) は、「既存の事業・組織構造」や「考え方・前提」などを変える(変革する、転換する)という点を特に強調した用語である。
 - ◇ DX の推進にはビジネスモデルの変革、組織風土・組織文化の改革、産業構造の革新⁵などが含意される。日本の製造業は「ものづくり」から脱却して「ものつながり」を目指すべきと説く経営学者の説⁶も DX の一環と考えられる。
- インダストリー4.0⁷や第4次産業革命は、こうした文脈で語られる「北極星」の役割を果たしている。
- 日本が提唱し、海外でも取り上げられる“Society5.0”は、そうした変革によって作り上げたい社会の将来像のイメージを打ち出したものと捉えることができる。

出所: 諸資料をもとに NSRI 作成

また、インダストリー4.0（以下 I4.0）を提唱したドイツとドイツがリードする欧州委員会の産業戦略については、次の参考コラムを参照。

参考コラム 2 独欧の産業戦略 2030 と I4.0

<p>▶産業戦略 2030 は、ドイツのペーター・アルトマイヤー連邦大臣が提唱したドイツとヨーロッパの産業部門の競争力を強化するための包括的な施策。</p> <p>▶最終版は 2019.11.29 リリースされた。</p>
<p>産業戦略 2030 の三本柱</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 起業家活動の全体的な条件の改善；ドイツ経済の成功は、民間部門のリスクを取るイニシアティブと意欲に基づく。政策立案者の主な任務は、企業がさらなる発展のために、機会を利用し続けることが可能な方法で、経済政策の枠組みを形成すること。 2. 新しいテクノロジーの強化—民間資本の動員；テクノロジーは構造変化の重要な推進力。したがって、ドイツとヨーロッパの経済は2つの目標を追求する必要がある。第1に、人工知能などの「ゲームを変える技術」を直接適用すること。第2に、これらの技術を開発し、「新しい基準を設定」すること。 3. 技術的主権の維持；特に、専門知識の喪失を回避し、主要な技術分野での自己決定権を維持する必要がある。
<p>▶ このうち、新しいテクノロジーの強化の対象として「人工知能、I4.0、自律的で信頼できるデータインフラストラクチャ、デジタル PF、未来のモビリティ、こうした各分野でデジタル化の生産可能性を活性化する」がリスト化されている。</p>
<p>▶I4.0 は、「コンポーネントが、それ自らが生産設備と通信する場合、必要に応じて修理を行うか、新しい材料を購入するように注文する。人、機械、および産業プロセスがインテリジェントにネットワーク化されている場合、これを I4.0 と呼ぶ。」⁸</p> <p>▶I4.0 は、生産方法と最先端の情報通信技術を組み合わせたもの。</p> <p>▶製品は、顧客の個々のニーズに基づいて製造される。</p>

出所：産業戦略 2030⇒ドイツ連邦経済省のサイトから NSRI 作成

<https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Dossier/industrial-strategy-2030.html>

2. 機械産業にとっての GVC/SC ショックと新たなリスク

2-1 GVC/SC ショックとは（現状認識）

「2020 年に続き 2021 年も混乱の一年であった。」海外誌はこの一年を総括してこう報じている⁹。また、日本のある住宅メーカーは、住宅に欠かせない製品を納入できず困惑しているとも報じられた。工場を中国からベトナムに移転したその工場が、こんどはロックダウンで生産も出荷も凍結されたためである。COVID-19（以下、コロナ）は物流だけでなくビジネス活動全般に大きな混乱をもたらした。

このコロナによって顕在化した混乱を、以下、GVC/SC（国際分業網）ショックと呼ぶ。

現在、半導体の不足が自動車の減産を引き起こしたり、電動化が脱炭素の象徴となったり、また、内燃機関搭載自動車の販売禁止を打ち出した国もある。いずれも機械工業のみならず関連する多くの産業界にとっては歓迎されざるニュースであった。更にコロナによる爆発的感染の拡大や港湾滞貨、運河封鎖などが重なった。このほか、サイバー関連や自然災害の面でも激甚化の問題が、日本を始め世界各地で発生している。

人権に関わる問題では、取引先の契約先において強制労働があると NGO が名指しで批

判。これに対して当該企業は、人権デューデリジェンスの評価報告書を公表（ビジネスと人権リソースセンター）して批判を乗り越えている。同様に、グループ内複数工場で働く技能実習生が、多額の手数料債務を負担していると非難された事例では、当該企業が肩代わりすることで実習生の失踪等を未然に防止したとの報道もみられた。いずれも難事を無事に回避することには成功しているが、多大の管理負担や対応努力があったものと推定される案件でもある。

こうした異変や不測の事態、その徴候、いずれも企業にとっては経営リスク¹⁰である。企業の管理コストは上昇圧力を受ける一方である。需給のバランスは大きく崩れ、GVC/SCには大きな経済的ダメージ¹¹が発生している。

2-2 GVC/SC ショックの背景

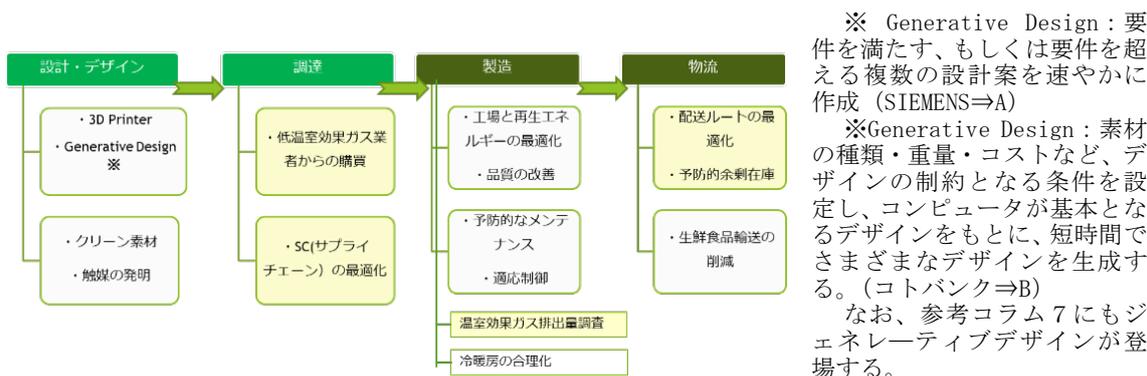
今回の GVC/SC ショックは、コロナが直接の引き金になったとはいえ、それ以前から大きな変化の流れ（世界のトレンド）があったといわれている。その背景には次の5つがあると考えられる。

第1に、デジタル技術の指数関数的な発展を背景としたデジタル化の進展である。なお、本報告書ではデジタル化（前記の「参考コラム：デジタル化とDX」参照）は、DXとほぼ同義として扱い、デジタル化・DXと表記する。

第2に、SDGsの流れがある。脱炭素を始めとした環境問題や資源循環問題¹²、人権問題・貧困問題などが、世界の潮流としてクローズアップされている。

なお、次図はGVC/SCの流れと環境、デジタルとの関係を示している。

図表 5 GVC/SC の関係各要素別にみた環境問題へのデジタル対応の例



出所：世界最高の経営教室 広野彩子 篇著・日経 BP202010.19 の p225（第13講 マイケル・オズボーン AI と雇用の未来）から作成

※ Generative Design：SIEMENS⇒A

<https://www.plm.automation.siemens.com/global/ja/products/mechanical-design/generative-design.html>

※ Generative Design：コトバンク⇒B

<https://kotobank.jp/word/%E3%82%B8%E3%82%A7%E3%83%8D%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%86%E3%82%A3%E3%83%96%E3%83%87%E3%82%B6%E3%82%A4%E3%83%B3-1996446>

第3に、経済ナショナリズムの台頭である。国際経済の一部にデカップリングの動きが

出ている。

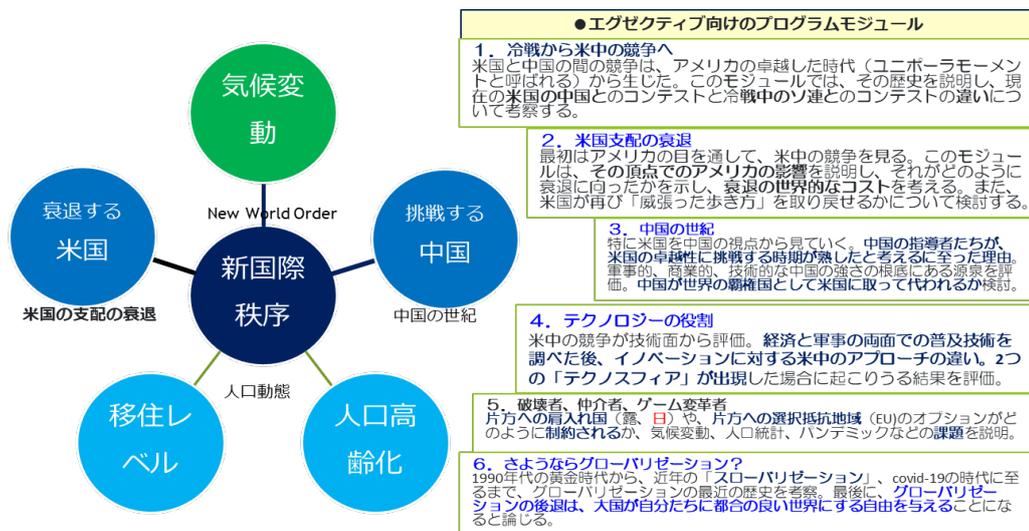
第4に、自然災害の多発である。日本のみならず、従来、災害の少なかったような地域でも被害が報じられている。(後述の“パーフェクト・ストーム・イベント”各国別事例図参照)

第5に、需要サイドの地殻変動である。もの不足から、ものの充足へと進み、先進国ではものが溢れている。顧客は、「もの」そのものよりも、「もの」をベースとした体験型の「サービス」を嗜好するようになったと言われている。その影響は製造業にも及びつつあるが、新しいビジネス機会としても指摘されている。

ところで、海外では現下の外部環境をどう捉えているのか。英エコノミスト誌が主催する企業経営者層を対象とするセミナーのコース概要をみると、現在のビジネス環境に対する同誌の問題意識が伺える。まず、気候変動のほかに、中国、米国、人口高齢化、移住レベル(移民の動向の意)の計5つに焦点が当てられ、それぞれ独自の解釈がされている。(詳細は次図参照)

特に「米国衰退の世界的コスト」といった視点や、「さようならグローバリゼーション」、「スローバリゼーション」といったユニークな表現がみられる。

図表 6 英「エコノミスト誌」エグゼクティブコースの問題意識



出所: The Economist online courses The New Global Order: How Politics, Business and Technology are Changing May 2021 - July 2021 に基づいて NSRI 作成

https://www.economist.com/executiveeducation/newglobalorder/?utm_campaign=a_execed_prospect&utm_medium=email-owned&utm_source=salesforce-marketing-cloud&utm_content=&utm_term=4/30/2021&utm_id=738506&sfmc_id=0033z00002ruvW6AAI

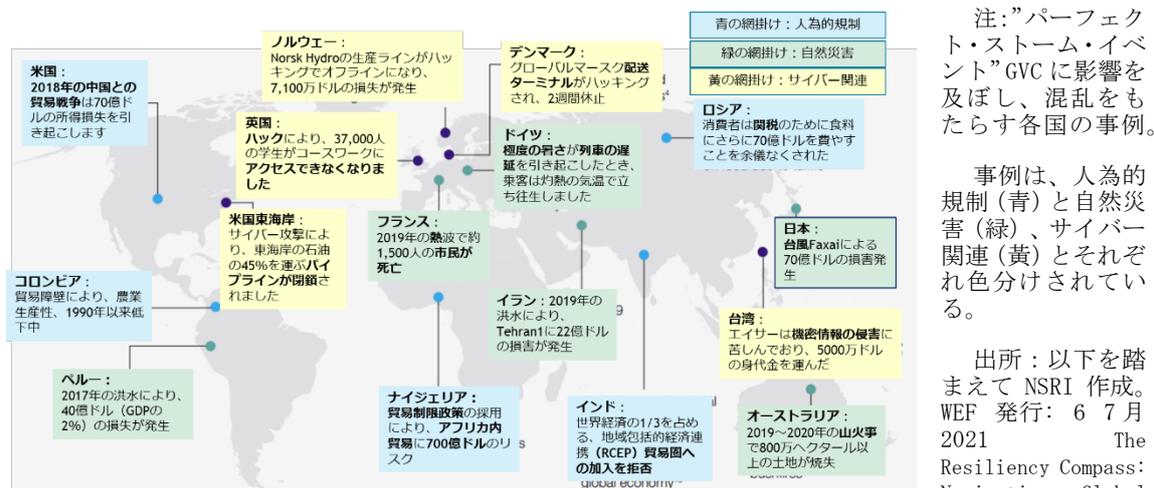
2-3 GVC/SC 上で増大するリスク

GVC/SC は様々な制約条件のもとで変容を迫られている。その最中に今回の新型コロナショックに直撃された。こうした制約は決して一過性のもではなく、これからも続くとの見方が多い。世界は新しい超高リスクの時代(VUCAの時代)を迎えている。

WEFの報告書は、「最近の“パーフェクト・ストーム・イベント”(GVCに影響を及ぼ

し、混乱をもたらす各国の事例；次図参照）」として人為的規制、自然災害、サイバー関連の3つを挙げている。従来のように、世界と環境が安定していた時代に、効率と低コスト重視を理想としていた経営観では、もはや対応が難しくなりつつある。有事のリスクを前提とした、新しいビジネス環境に対応せざるを得ない時代になったといえる。

図表 7 ”パーフェクト・ストーム・イベント” 各国別事例



Value Chain Disruption in an Age of Uncertainty
<https://jp.weforum.org/whitepapers/the-resiliency-compass-navigating-global-value-chain-disruption-in-an-age-of-uncertainty>

3 GVC/SC ショックへの反応

3-1 GVC/SC ショックと世界の動向

今回の GVC/SC ショックにより、GVC/SC は不安定化した。もはや一企業単独では対処が困難であるとの認識が浸透しつつある。海外メディアをみると、企業間のより大きな責任感と協力が必要であるとして、SC のレジリエンシーと継続的な適応努力の必要性を指摘する報道が目につく。

なお、OECD では、この点に関し、「責任ある企業行動“RBC” (Responsible Business Conduct)」を提唱している¹³。

「RBC により、GVC の混乱のリスク¹⁴を最小化し、混乱により環境、社会およびガバナンスへの影響があった場合にはこの影響を最小化するという2つの目標を達成することができる。」として、「リスクベースのデューデリジェンスの実行」の必要性が強調されている。

一方、独 ifo 経済研究所の最近の調査によると、「独製造企業の約 19%が生産の国内回帰¹⁵を計画¹⁶しているという。2008 年の世界金融危機から続く脱グローバル化の動きは、更に強まり、GVC はコロナショックで 35%縮小する可能性が高い¹⁷と報じている。

Forbes によると、「最新の混乱は、米国内の製造能力を活用する機会も提供している」と国内回帰の可能性やそのメリットを指摘¹⁸する報道もみられる。

3-2 これからの企業経営と海外の見方

3-2-1 SCの可視化、データ駆動型、俊敏性

CDO TREND 誌は「SCのショックに満ちた環境では、SC全体にわたるデータ駆動型の可視性がビジネス上不可欠」としている。(本検討会での運輸デジタルビジネス協議会の講演によると、日本でも物流業界を中心に「より効率的な物流システムを構築し、前後のSCも含めた最適化に貢献」できるように着実な取組が進められている。「車両動態管理プラットフォーム」の実証実験では、当該荷物積載車両の位置が閲覧できたという。

また、トヨタは、富士通グループ3社とともに、東日本大震災の後の2013年に、SCの可視化の取組を行っている¹⁹。(次の参考コラム参照)

参考コラム 3 “SCの可視化”の事例(富士通グループ3社、トヨタ)

- 富士通、富士通総研、富士通システムズ・ウエストの3社は、顧客企業のSC管理(SCM)における事業継続計画(BCP)の実効性を評価するクラウドサービス(SCRKeeper)を発表(2013年3月21日)。トヨタ自動車向けに開発したシステムがベース。
- 特徴は**調達先の企業自身**が、自社の被災状況などをWeb経由で入力すること。
- 活用方法は次の2つ。
 - イ) 平時や災害発生後、**設備の被害**や復旧可能**時間を推定**する機能。
 - ロ) 災害発生後に、取引先の情報を効率的に集約する機能。取引関係先の各担当者がクラウド経由で被災や稼働の情報を入力する。**SC全体の状況把握と代替先の検討**が可能になる。

出所：日経 XTECH オンライン「富士通が非常時のサプライチェーンを可視化するクラウド、トヨタ向けを外販」市嶋 洋平 日経コンピュータ 2013.03.21
<https://xtech.nikkei.com/it/article/NEWS/20130321/464801/>

一方、デジタル化・DX²⁰により、従来1週間以上かかっていた業務が1,2日で済むといった効率化が進む。また、顧客の要求に「より素早く対応」する迅速化も進む。いずれも俊敏性(アジリティ)が共通要件であり、これこそが世界がSCのデジタル化・DXを推進する理由の1つだとされる²¹。なお、次の参考コラムは、ARを活用することで積み込み作業の時間が従来に比べて約20%短くなったという事例の紹介である。

参考コラム 4 QRコード、AR指示、積み込み作業の効率化(ヤマト運輸)

- ヤマト運輸では、**経験や勘**でトラックに荷物を積み込んでいる作業を、スイス社の**AR(拡張現実)**技術によって一部自動化を実現した。
- 同社は11月5日、まず東京都内の配送センター1カ所に、この仕組みを導入した。全国の約16千人のパートナー事業者「EAZY CREW(イージークルー)」に委託しているEC事業者からの配送業務から始めて、順次、全国に展開予定。
- 委託先のドライバーはスマートフォンを荷物のQRコードにかざすだけ。荷台を2~4区分に分けて、配送順にトラックの積み込み場所が指示され、機械的に積むことができる。ドライバーの業務負荷と配送業務の軽減を実現した。

出所：日経ビジネスオンライン「ヤマト運輸、荷物積み込みをDX 人手確保へ組んだのはスイス社」2021.11.22 多田 和市 日経ビジネス シニアエディター
<https://business.nikkei.com/atcl/gen/19/00002/111801385/?P=2>

3-2-2 レジリエンシー指針

WEF が 2021 年に発表した白書「レジリエンシーコンパス²²」は、その副題が「不確実性時代の GVC の混乱からナビゲートする」である。企業がレジリエンシーを獲得するための指針（詳細は後述）として提示されている。

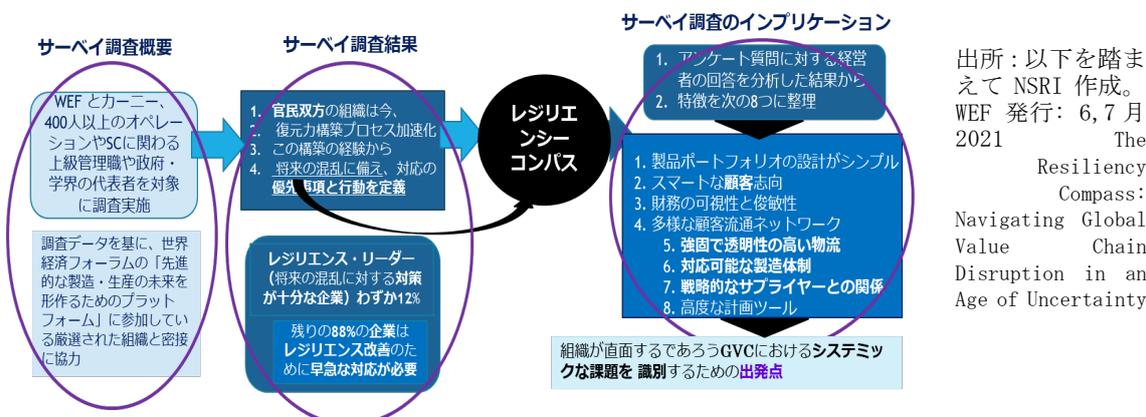
指針が示そうとする経営上のポイントは概ね次の 3 点に集約される。

① Being better prepared、 ② A mindset from “Just-in Time” to “Just-in Case”、 ③ Predictably unpredicted

——敢えて大胆に意識すれば、1 つ目は、いつも「より良く」なるように準備しておく。2 つ目は、平時の JIT（ジャストインタイム）から、「継続する有事」の JIC（ジャストインケース）へと、頭をガラッと切り替えよう。3 つ目は、「予測されていない」ことであっても、そういうことが「起こり得る」ということを肝に命じて行動しよう、といったイメージの指針となっている²³。

指針の狙いは、対応課題の優先順位を決定するとともに、リスクを管理可能にし、不確実性を乗り越えて競争力を高めるための、持続可能な戦略策定に役立つフレームワークを提供することにある。

図表 8 “レジリエンシーコンパス” 導出の径路とそのインプリケーション



<https://jp.weforum.org/whitepapers/the-resiliency-compass-navigating-global-value-chain-disruption-in-an-age-of-uncertainty>

この WEF とカーニーが実施したサーベイ調査結果（次図参照）から、8 つの重要項目が抽出され、需給両面に分けた上でフレームワークとして整理されたものが「レジリエンシー指針」である。（3-2-3 参照）指針の項目毎にチェックポイントが記載されている。全て Yes になるように準備していくと「レジリエンシー」、つまり、復元力・回復力を高めることができるとして提案されている。

この 8 つの指針には、COVID-19 という前例のない課題克服のために、各組織が学んだ教訓が抽出/整理されている。また、長期的な回復力構築のための相互協力のベースとして活用されること、或いは、今後数ヶ月の間に、企業、政府、学界、市民社会のリーダーた

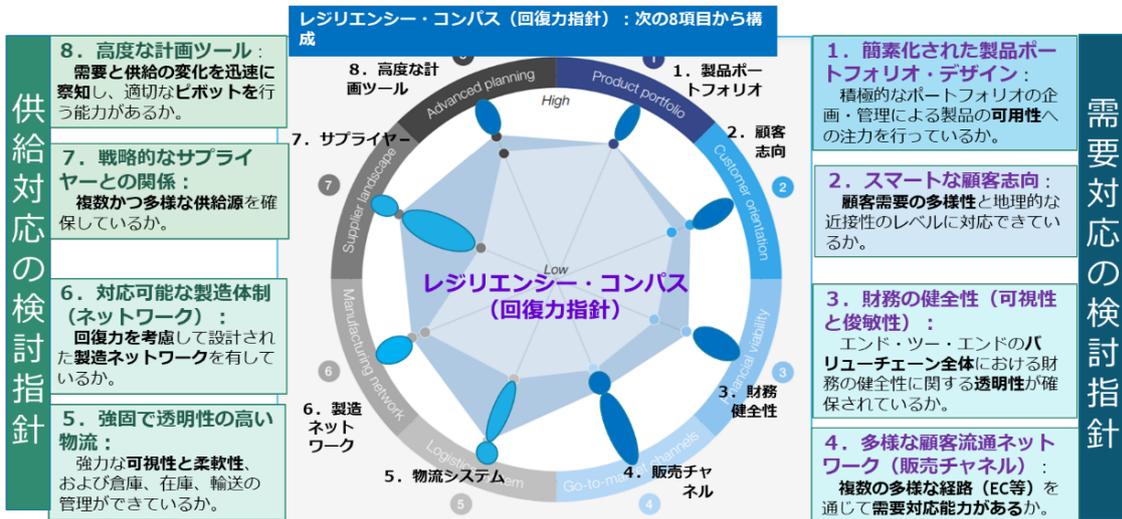
ちと協力して引続き、将来の新たなパートナーシップを構築していくといった、GVC/SCの未来を守るための新たな戦略の提案が企図されている。

3-2-3 レジリエンシー指針の構成項目

レジリエンシーコンパスの構成項目(次図参照)をみると、需要対応の検討指針が4つ、供給対応の検討指針が4つ、計8つからなる。

需要面では、①製品とポートフォリオの簡素化、②顧客志向の徹底、③財務の健全性、④市場開拓チャネル拡充の4つ。また、供給面では、①ロジスティクス・システムの整備、②製造ネットワーク化の推進、③サプライヤーの多様化と戦略的パートナーシップ、④高度な計画ツールの活用の4つが並ぶ。

図表 9 WEF「レジリエンシー指針」のフレームワーク



注；レーダーチャート部分を見ると、最大・最小の格差の大きいところ(回復力の違いが大；5. 物流システム、7. サプライヤー)と小さいところ(回復力の違いが小；1. 製品ポートフォリオ、2. スマートな顧客指向、8. 高度な計画ツール)がある。一方、最大であっても円周との乖離が大きいところ(4. 販売チャネル)は先頭を走る企業であっても回復力にはまだ課題があることを示している。乖離が小さいところ(5. 物流システム、7. サプライヤー)は先頭を走る企業の回復力が高いことがわかる。

出所： 以下を踏まえて NSRI 作成、図中追記。 WEF 発行： 6 7 月 2021 The Resiliency Compass: Navigating Global Value Chain Disruption in an Age of Uncertainty <https://jp.weforum.org/whitepapers/the-resiliency-compass-navigating-global-value-chain-disruption-in-an-age-of-uncertainty>

3-2-4 サプライチェーン管理 (SCM) と戦略的パートナーシップ

生産・保管・配送・販売といった経済活動の拠点網の拡大に伴い、拠点間配送手段、及び SCM は高度化・複雑化した。このため、GVC/SC ショックに対して、SC を都度機動的に見直すことは、従来は不可能に近かった。

しかし、DT や AI などのデジタル技術の活用によって、SC の継続的見直しができるようになった²⁴。生産、在庫、物流などのデータを基に、SC をデジタル上で再現 (DT) することで、SC 全体の可視化や、様々なシミュレーションも可能になっている²⁵。(4-2-2の項、図表 14 参照)

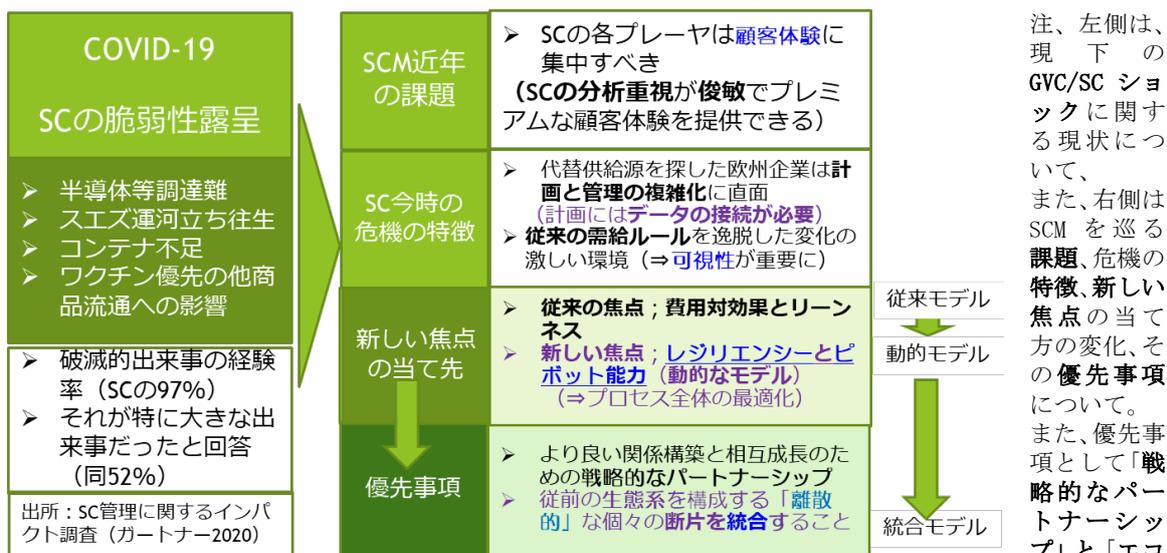
ただ、こうしたDTによるSCの再現と可視化やシミュレーションは、そうしたデジタルツールを導入しさえすれば、どの企業にも可能であって差別化要因とまでは言えない。しかし、導入を躊躇えば間違いなく劣後することになる。

他方、CDO TRENDによると²⁶、SC全体の「データ主導の可視性」はビジネス展開上不可欠の要件だという。例えば、かつて1週間以上かかっていたところが、デジタルツールを使えば即日か翌日には納品が可能になったとする。これは顧客にとって「鮮烈な価値あるデジタル体験」となる可能性が高い。

SCのプレーヤー（関係者）は、連携してこの顧客体験²⁷にベクトルを合わせることで、各社のビジネスにとっても、また、レジリエンシーにとってもプラスの効果を生む。各関係者がより良い関係を構築し、相互に成長し合うために戦略的パートナーシップを構築すること。これがこれからのSCM²⁸にとって目指すべきモデルになる。

こうしたSCMの刷新努力を「SCMの現代化」とみる見方がある。SCMモデルの現代化とは、従来モデルから動的（ダイナミック）モデルへ、更に統合（インテグレートド）モデルへと進化することであるという。次図はSCMの現代化を解説している。

図表 10 サプライチェーン・マネジメント（SCM）の現代化



システムの統合」の2つが強調されている。

出所：CDO TREND "the SCM Model: Moving From Traditional to Dynamic and More Integrated" by Winston Thomas から NSRI 作成
https://www.cdotrends.com/sites/default/files/field/field_p_files/white_paper/eGuide_Cubewise_0821_Final.pdf

4. レジリエンシー能力の構築とデジタル技術の利活用

4-1 GVC/SCのレジリエンシーを高めるために

4-1-1 レジリエンシーとは

レジリエンシー²⁹とは、GVC/SC上で生じる混乱（以下、GVC/SCショック）や制約に

対し、ビジネスとして、迅速・柔軟に対応して新しい環境に適応する能力³⁰である。想定以上の混乱や危険が現実化したときにも、迅速かつ柔軟に対応する能力でもある。

物流を例に取れば、今どこで、何が何によって、どのような状態にあるのか、迅速に把握して対策を即座に実行できることである。(鴻池運輸の講演では、デジタル化の期待効果として、品質管理(トレーサビリティ)、繁閑差対応といった柔軟性の向上策が挙げられている。

4-1-2 レジリエンシーの追求と課題

レジリエンシーの追求³¹とは、「何が起こっても迅速に対応できる仕掛け・仕組み作り³²」だといえる。それ故に、ショックや規制を吸収できるように、GVC/SCの再編成・再構成を検討しておく必要がある。

具体的には、販売面、生産面、調達面の各連鎖の組換え・入替え・追加(多様化)・繋ぎ直し。可視化技術を駆使して自社内から取引先へ、更にその取引先の関係先へと規制等を浸透・遵守する。さらに、取引や業務の透明性・可視性・追跡可能性の実現、リモート対応(遠隔対話・遠隔操作・遠隔監視・遠隔指示など)、責任ある調達、諸規制遵守の証明手段の獲得、サイバーセキュリティへの対応などが、レジリエンシー追求のための課題として浮上してきた。

いずれもデジタル技術なしには難しい。デジタル技術の利活用こそが、このレジリエンシー実現の途である。海外ではコロナショックがDXの歩みを一段と加速したと評されている所以である。なお、この点に関連してドイツ政府は2020年6月23日「I4.0は危機を克服するのに役立つ」というコメントを発表している。(次のコラム参照)

参考コラム 5 コロナショックとI4.0に関するドイツ政府の見解

- | |
|--|
| ▶ ドイツの連邦経済省及び連邦教育研究省は2020年6月23日、共同プレスリリースで「 <u>I4.0は危機を克服するのに役立つ</u> 」と発表。 |
| ▶ プラットフォームI4.0は「COVID19とI4.0」に関するポジションペーパーを提示し、「コロナウイルスの危機は、ドイツの産業部門にとって、デジタルの相互接続や、十分に機能する価値と供給のネットワーク、およびデータの安全で相互運用可能な使用がいかに重要であるかを示している。」(ペーター・アルトマイヤー経済エネルギー大臣) |
| ▶ 「I4.0をGAIA-X ^注 デジタルインフラストラクチャと組み合わせて一貫して実装することで、ドイツとヨーロッパの産業部門の競争力と回復力が向上する。」(同大臣) ^注 |

注、GAIA-Xについては次の参考コラム参照

出所：<https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2020/20200623-industrie-4-0-can-help-us-overcome-the-crisis.html>

参考コラム 6 GAIA-XとCatena-X（上の参考コラムに関して）

GAIA-X：ドイツ経済エネルギー省は 2019 年、ドイツ・欧州の産業界における米国のクラウドプロバイダーの優位性に対する(地政学的および競争政策上の)懸念から、欧州の新しいデータインフラ GAIA-X の計画を始めた。
安全で信頼できる**データ交換の標準**や異なる**クラウドサービス間の相互運用性**により、連合型データインフラを構築し、欧州の企業により多くのデジタル主権を与えることを目的とする。

Catena-X：ドイツの自動車業界を中心に進められている Catena-X は現在、GAIA-X に準拠したデータスペースを構築する最も大きなユーザーイニシアティブの一つ。

(川上のサプライヤーから川下のディーラーやモビリティサービスプロバイダー、さらにリサイクル企業まで) VC 全体で GAIA-X に準拠した標準化されたデータ交換を可能にし、自動車産業の「**データ駆動型バリューチェーン**」の構築と利用を目指す。

出所：RRI, 「Catena-X と GAIA-X の公募プロジェクトに関する調査報告書 Version 1.0」2021 年 12 月、ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会

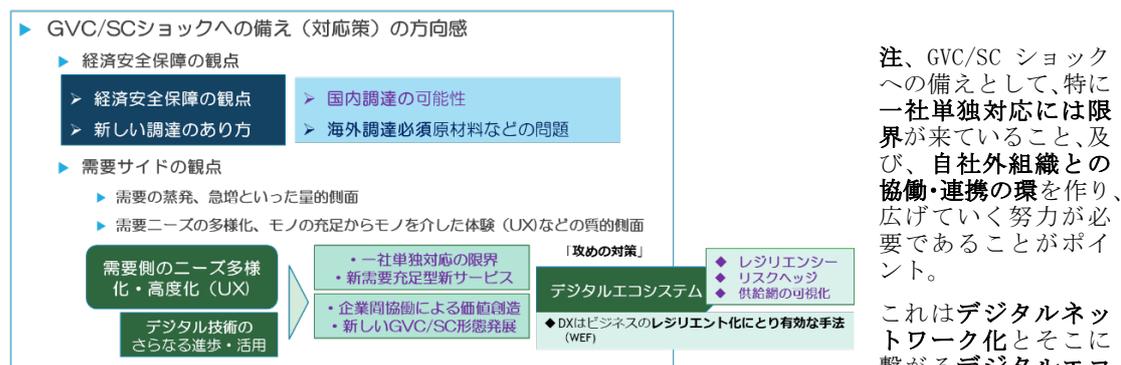
4-1-3 予備在庫、激甚災害、その他

レジリエンシーは、予備在庫など「予備」或いは「余裕」といった考え方が重視される。従って、どこまでそうしたコストを許容できるかという、最高コスト設定の検討も必要になる。

また、日本の問題として、激甚対策は欠かせない。交通網・通信網毀損への備えや中央官庁機能・本社機能の東西複線化、或いは、国内調達の可能性を引き上げること、地方移転の検討が必要である。

次図は、経済安全保障の観点と需要サイドの観点からみた GVC/SC ショックへの備え（対応策）の方向感についてまとめたものである。

図表 11 経済安全保障と需要サイドの観点からみた GVC/SC ショックへの備え



出所：MIT Technology Review オンライン “How computing has transformed “ by Anil Ananthaswamy 2021. 11. 02 <https://www.technologyreview.jp/s/259716/how-computing-has-transformed/> “や本検討会委員の意見など諸資料を基に NSRI 作成

4-2 デジタル利活用とレジリエンシー（対 GVC/SC ショック）

4-2-1 デジタル技術によるレジリエンシー能力の構築

自然災害は、何かが起こることだけは確実だが、それがいつ、どこで、どの程度のダメージになるかは、不確実で予測は不可能である。レジリエンシー能力の構築には新興のデジタル技術をどう活かすかがポイントである。

デジタル技術は、デジタルプラットフォーム（以下、デジタル PF）を土台として、積層造形（3次元印刷技術）、IoT, AI からロボティクス、インターネットに至るまで幅広く、その進化スピードは著しい。このような新興技術は、GVC/SC の多くの複雑な取引連鎖の透明性を高め、新しくより良いサービスの支援を可能にする。（次の参考コラム参照）

参考コラム 7 新興デジタル技術；積層造形、機械学習、ジェネレーティブデザイン

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">➤ デジタル化と自動化は、積層造形のさらなる発展の鍵。デジタル技術の可能性を最大限に活用するために、クラウドベースのソリューションに依存し、さまざまなアルゴリズムを3D印刷ソリューションに統合する。➤ 積層造形（3D印刷）はI4.0の一部であり、AI時代の重要なコンポーネント。AI・機械学習は、非常に短時間で大量の複雑なデータ処理ができるため、VC最適化を目指す意思決定者にはますます重要になる技術である。➤ VCに沿った各ステップは、相互に影響を与え合う。例えば、設計は後工程のコンポーネントの品質に影響を与え、目的のコンポーネントの品質は設計に影響を与える。このため、AIの利点を積層造形プロセスに、可能な限り最善の方法で活用できる包括的な「ソフトウェアソリューション」が求められる。 |
| <ul style="list-style-type: none">➤ 機械学習はAIのサブカテゴリである。アルゴリズムを使用してデータを調べ、パターンを認識したり、ソリューションを決定したりするシステム、またはソフトウェアとして定義される。➤ 機械学習は、トポロジーの最適化にも使用される。多くの「ソフトウェアソリューション」は、製造方法、材料、および設置スペースの最適化、コスト等の効率化を可能にする。より持続可能な部品製造ができる。 |
| <ul style="list-style-type: none">➤ ほとんどの「ソフトウェアソリューション」は、事前に定義された変数に基づき、AIを使用して、「インテリジェントデザイン」のバリエーションをユーザーに提案する。これは、とりわけ「ジェネレーティブデザイン*」として知られる。 |

注：この記事の中に登場する企業名：“nTop ソフトウェア”（シミュレーションツール）。このほかに、積層造形やデジタルツインなどで提携関係にあるドイツの“EOS GmbH”（レーザー焼結3次元印刷）とスイスの“NNAISENSE”（ソフトウェアプロバイダー）。

<https://venturebeat.com/2021/11/07/12-factors-heating-up-the-popularity-of-digital-twins/>
<https://www.additivemanufacturing.media/articles/why-self-supervised-deep-learning-may-be-additive-manufacturings-ai-solution>
<https://www.3dnatives.com/en/machine-learning-artificial-intelligence-additive-manufacturing-271220214/>

※. ジェネレーティブデザインは図表5の出所欄参照

出所：3Dnatives com: 3D PRINTING NEWS 3D SOFTWARE “Machine Learning: The Importance of Artificial Intelligence for Additive Manufacturing” Published on December 27, 2021 by Madeleine P.

<https://www.3dnatives.com/en/machine-learning-artificial-intelligence-additive-manufacturing-271220214/>

4-2-2 レジリエンスへの有効性を示したインダストリー4.0 (I4.0)

ドイツ政府は今回の GVC/SC ショックについて「I4.0 は危機を克服するのに役立つ」という発表を行った。(4-1-2 参考コラム 5 参照) I4.0 が目指すようなデジタル化・DX が、レジリエンス能力を高めることから、対コロナ対策としても有効であることを対外的に表明したものである。

ところで、ドイツで I4.0 が提唱されて約 10 年。ドイツは引き続き今後も I4.0 の看板を掲げると報じられている³³。

その一方、海外ではインダストリー5.0 (以下、I5.0) という表現が散見される(次の参考コラム参照)。但し、これは第5次の産業革命という意味合いではない。I4.0 が概念の提唱とその定着に重きがあったのに対し、I5.0 ではその実装に主眼がある。併せて、ヒト中心、持続可能性、回復力に焦点が当てられている。その向かうところは Society5.0 に通じるものがある。この実装の動きをさらに加速したのが今回の GVC/SC ショックである。

参考コラム 8 インダストリー5.0

- EU によれば、「欧州産業が繁栄の原動力であり続けるために、**産業界はデジタルとグリーンへの移行**」を必要としている。
- インダストリー5.0 は、効率と生産性を超えた目標、即ち労働者の幸福を生産プロセスの中心に置き、地球の生産限界を尊重しながら、仕事と成長を超えた繁栄を提供するために新しい技術を使用すること。
- 「**持続可能**」、**「人間中心**」、**「回復力のある**」欧州産業への移行に向けて、研究と革新を具体的に提供することにより、既存の「**I4.0**」アプローチを**補完するもの**それが I5.0 であるという。

出所：欧州連合公式ウェブサイトから NSRI 作成 https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en

なお、近年の欧州の施策の特徴は、グリーンディール³⁴や炭素中立といった環境問題の核となる産業戦略を主導していることである。そうした産業政策や産業のデジタル化・DX に関する構想の中に「主権 (sovereignty)」という用語がよく使われる。主権には戦略的自立 (strategic autonomy) という意味合いがあり、デジタル主権と技術主権の2つがある。(次の参考コラム参照)

参考コラム 9 欧州のデジタル主権とデータ主権、GAIA-X

- Thierry Breton 欧州委員 (域内市場担当) は、2020 年 9 月 10 日付で“The End of “Naïvety” を発表した。その翌日“The Keys to Sovereignty”と題した続編にデジタル主権の表明が見られる。「米中間で続く技術戦争に直面し、欧州は次の 20 年の**主権**の基礎を据えなければならない。」
- 「挑戦の最前線にあるのは**デジタル主権の確立**である。これは、**計算能力** (量子技術を含む、世界一強力なプロセッサの開発)・**データのコントロール** (他に頼らない欧州のクラウドの整備)・**ネットワークへの安全な接続** (低軌道衛星の配置による欧州全域でのブロードバンド接続) の三つの不可分の柱からなる。」
- つまり、この3つの点で**欧州域外には頼らない**という宣言である。
- デジタル主権の中で特に重要なのが「**データ主権** (保存および処理された**データの完全**

なコントロールやアクセス管理)」。その主要なプロジェクトが既述の GAIA-X である。欧州独自のクラウドサービスプラットフォームの構築を目指す。

出所：国立研究開発法人科学技術振興機構の「産学官連携ジャーナル」2021年3月15日、国立研究開発法人理化学研究所 欧州事務所長 市岡 利康氏の「欧州で急速に進む技術主権・デジタル主権確立の議論」をもとに NSRI 作成 https://www.jst.go.jp/tt/journal/journal_contents/2021/03/2103-07_article.html

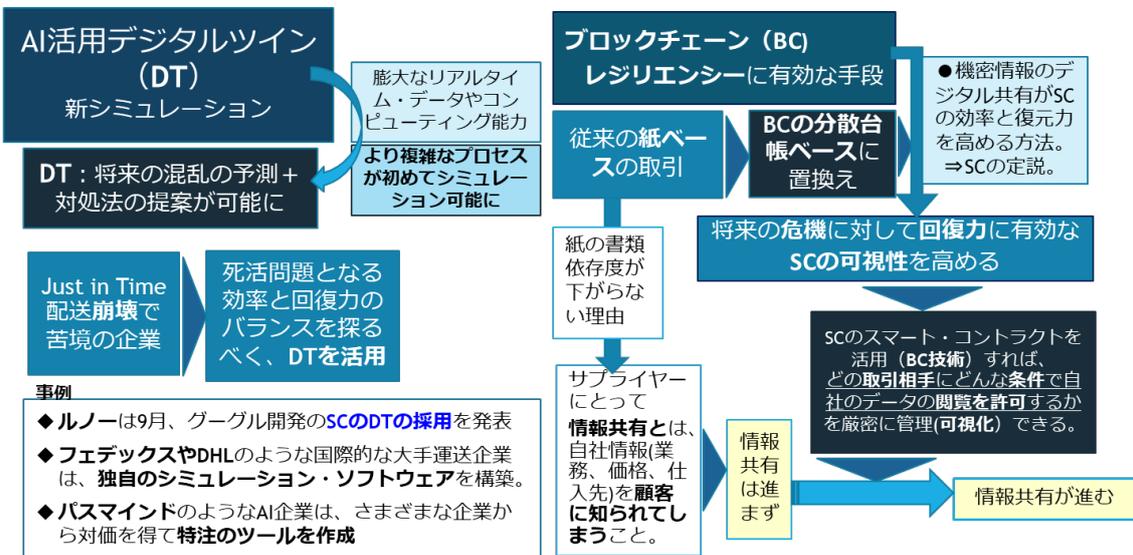
4-2-3 GVC/SC のデジタル可視化技術 (DT と BC 等)

英国では、「構築された環境からより良い結果を促進するための、接続されたデジタルツイン (以下、DT) のエコシステム」という全国 DT プログラムが進行中。目標の1つは、「安全で復元力のあるデータ共有と効果的な情報管理を保証する」こと、及び、それが可能な情報管理フレームワークを提供することである。DT の現状と展望を「予防体制から、予測体制になり、今では規範的な体制に進んでいる」と記されている³⁵。

次図は、DT とブロックチェーン (以下、BC) の両技術が有事対応やレジリエンシーに有効な技術であるとして注目されていることを示している。DT は複雑な SC をまるごとシミュレーションすることを可能にし、将来の混乱にどう備えるか、また、混乱にどう対応するかを選択肢の提供ができるという。一方、BC 技術は従来の紙ベースの取引を分散台帳技術に載せることにより、SC の可視化を可能にするとともに、SC のスマートコントラクトの活用により、取引相手別に自社データ閲覧条件を厳密に管理(可視化)できるという。サプライヤーにとって情報共有の壁とされてきた「自社情報の漏洩懸念」が解消されることになる。

なお、次図左は、コロナ禍においてグーグルが開発した SC の DT 技術³⁶を、ルノーが採用した例を始め、近年、急速に産業界に DT 技術が浸透していることを示している。同様に次図右は、関係者間での情報の共有が進まない事態の打開策として、BC 技術が有効だという MIT Technology Review 誌の記事をまとめたものである。

図表 12 DT (SC 有事のシミュレーション) と BC (SC 可視化とその閲覧管理)



注：SCのDT（デジタルツイン）を構築することによって、様々な有事の場合の事前のシミュレーションが可能となる。

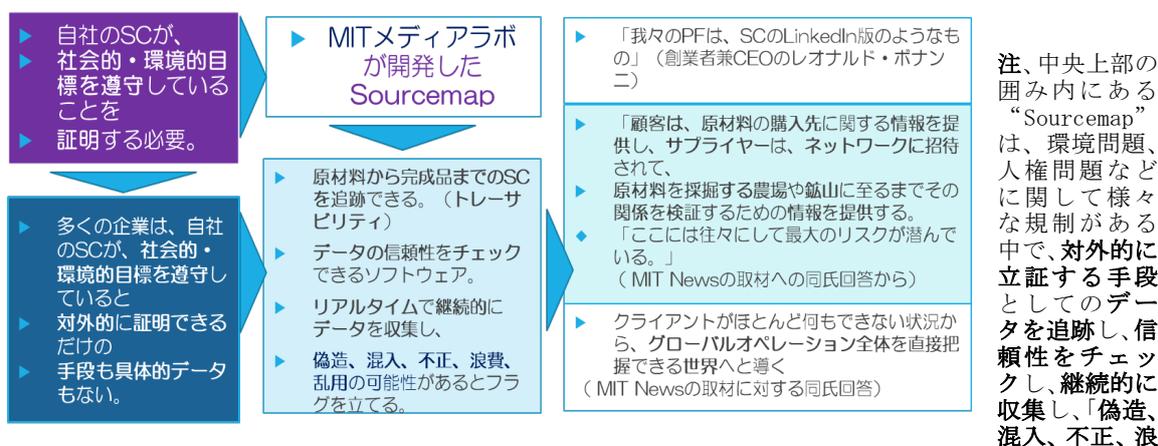
一方、BC（ブロックチェーン）は従来の紙文化からの転換を目指すDXにとって、有効なツールとみられており、機械同士の自動契約を目指すI4.0にとっても、また、データ連携上不可避な情報の共有に対する懸念にも、有効な解を与えられる技術として注目度が高いツールである。

出所：左側 MIT Technology Review by Will Douglas Heaven 2021.11.01 How AI could solve supply chain shortages and save Christmas <https://www.technologyreview.jp/s/259580/how-ai-could-solve-supply-chain-shortages-and-save-christmas/> 右側 MIT Technology Review "The pandemic has messed up global supply chains. Blockchains could help. " if" by Mike Orcutt 2020.04.15 <https://www.technologyreview.jp/s/198241/the-pandemic-has-messed-up-global-supply-chains-blockchains-could-help/>

4-2-4 環境規制・人権等の人為的規制の遵守立証手段としてのデジタル技術（MIT 事例）

様々な人為的規制が課せられたときに、きちんと遵守していることをどう証明するか。これは実務上の大きな問題である。こうした問題に正面から取り組み、証明手段を提供するのが、「MIT メディアラボが開発した“Sourcemap”」だという。（次図参照）これは、対外的に立証する手段としてのデータを追跡し、信頼性をチェックし、継続的に収集し、「偽造、混入、不正、浪費、乱用の可能性がないかを検証するシステムとして期待されている。

図表 13 SCの社会的・環境的目標の遵守を立証できる手段としてのデータ



なお、本図に関し、本検討会委員から「データの共通化という意味で、重要である。また、BCのような仕組みで、改竄を防止するとともに複数拠点のサーバーに分散的にデータが確保されることが重要」とのコメントが寄せられた。

出所：From: MIT Sloan | THINKING FORWARD thinkingforward@mit.edu 日付：2021年9月29日(水) 0:14 件名：How we're building a more inclusive organization に基づき NSRI 作成

4-2-5 協調的行動を必要とするレジリエンシー能力構築

業界全体で協調する必要性について、米国では「データ共有と同盟国の支援：地球規模の問題には協調的な解決策が必要」といった論説がみられる。次の参考コラム参照。

参考コラム 10 地球規模の問題対応には協調的な解決策が必要

<ul style="list-style-type: none"> ➤ パンデミックは何よりもまず人的災害であったが、同時に隠れたボトルネックを明らかにすることで、グローバルシステムと SC の脆弱性を露呈した。 ➤ 「データ共有」と同盟国の支援は、グローバルシステムを軌道に戻し、現在および今後直面する世界的な環境、経済、政治、社会の問題に取り組むための手段となる。
<ul style="list-style-type: none"> ➤ たとえば、米国の企業や規制機関は、産業分野のヨーロッパの同業者から学び、EU の一般データ保護規則 (GDPR) や IoT、セキュリティ標準などのルールの開発を検討して、より堅牢なデータプライバシーを確保できる。
<ul style="list-style-type: none"> ➤ EU のリーダーであるドイツは、IoT、スマートデータ、製造と SC のプロセス分析に関する広範な知識によって、コロナ禍にあっても、重要なプロセスのデジタル化に役立てることができた。
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 分野にかかわらず、特定の分野の専門知識を、普遍的な問題に適用するドイツの慣行は、競争よりも結果を優先することの価値を高め、個々の企業の成功よりも業界のレベルアップを優先することの価値を示した。
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 各国が共に製品を作る共同生産モデルは、電気自動車やその他の新しいモビリティ製品の生産の場合に有効である。 ➤ 欧州と米国の自動車メーカーは競争しているが、双方が協力することで、生産コストと市場投入までの時間を短縮できる。経済的な意味でも、また、潜在的には環境および社会的意味でも、より持続可能であることを目指して競争する。 ➤ 米欧が一緒に仕事をするすることで、素晴らしいことを成し遂げられる。

出所：Fortune com : COMMENTARY SUPPLY CHAINS, ”Data sharing and ally-shoring: Global problems require collaborative solutions” BY SANJAY BRAHMAWAR December 28, 2021
<https://fortune.com/2021/12/28/data-sharing-and-ally-shoring-global-problems-require-collaborative-solutions-supply-chains-biden-shortages-tech-semiconductors-sanjay-brahmawar/>

本検討会での「運輸デジタルビジネス協議会」の講演によると、同協議会は、運輸業界のみならず、荷主企業や IT 企業などを幅広く巻き込み、物流情報だけではなく、積載荷物の情報も含めて活用し、SC 全体がデータ連携できるようにとの観点から、「動態管理プラットフォーム」を構築して大規模な実証実験を進めているという。公開が許可された車両の運送情報が、依頼主への見える化を可能にする。さらに物流だけでなく製造業から流通、小売り、場合によっては飲食店の各事業者にも協力を依頼することで、SC 全体の連携と可視化に向けた取組を行っている。また、災害復旧の取り組みも進めている。これは、業界共通の課題に対して業界全体で協調し、共創するという点で、先進的な取組だと言える。

4-2-6 GVC/SC ショックへの備えとデジタルエコシステム

これまでみてきた GVC/SC ショックへの備え、及び、デジタルエコシステムとそのレジリエンシー対応力を整理したものが次図である。特に、GVC/SC ショックへの備えについて、「SC 全体をツールアップし、デジタル化すること」や「備えのためのビジョンを共有すること」の重要性などが示されている。

次図のデジタルデータの**双方向コミュニケーション性**に着目すると、取引連鎖の全体があたかも一つの有機体（デジタルエコシステム³⁷）のように機能することが可能になる。そのネットワーク効果によって「製品の即時位置」の把握（可視化）やその追跡が可能になり、最終ユーザーとも繋がることできる。その結果、新しいビジネス機会を掴む機会が生まれる。（後述、4-3-7 参照）つまり、GVC/SC ショックへの対応としてデジタル化・DX に取り組むことが、レジリエンシーを高め、新しい事業機会に進出することに繋がる。

図表 14 GVC、デジタルエコシステム、レジリエンシー

GVC/SCショックへの備え (対応策)の方向感	デジタルエコシステム	レジリエンシー対応としての デジタルエコシステム ^注
<ol style="list-style-type: none"> SC全体ツールアップし、デジタル化 SCエコシステム全員のコラボ リアルタイム分析を推進 堅牢なフレームワークとベピース テックが必要 <p>▶ デジタル時代のビジョン不可欠</p> <ol style="list-style-type: none"> すべてのチームが同じビジョン共有 ベストプラクティスとポトルネットの理解共有 チーム全体が最初から適切なツールに関与 プロセス全体を再設計する必要 	<p>◆ インタラクティブデータの役割 注 =センサーおよびIoT対応の接続の輪の拡大による</p> <p>データの生成者と受信者の</p> <p>ネットワーク(デジタルエコシステム)を構築すること</p>	<ol style="list-style-type: none"> 調達源多様化(キャディやミスミ、カブドットコム)のようなデジタルネットワーク化⇒ レジリエンシー対応のためのデジタルネットワークとしても機能 SCの可視化のための「導体(coduit)」という機能=コミュニケーションチャンネル ⇒製品の即時位置把握可能 <p>▶ ⇒有事出来時に一番最初に必要なこと</p> <p>▶ 調達源多様化は平時から備えておかないと(Just-in Case)いざ鎌倉には間に合わない</p>

注、**インタラクティブデータ**：データが双方向に行き来すること

注、**デジタルエコシステム**：デジタルPF上に集う関係者の取引関連の環が、インタラクティブデータを媒介として生み出される機能とその仕組みを「生態

系」になぞらえて、デジタルエコシステムと呼ぶ。

注、「有事に最初に必要なこと」：製品のリアルタイムでの居場所がわかること

出所、**最左部分**は、CDO TREND” Modernizing the SCM Model: Moving From Traditional to Dynamic and More Integrated by Winston Thomas から NSRI 作成

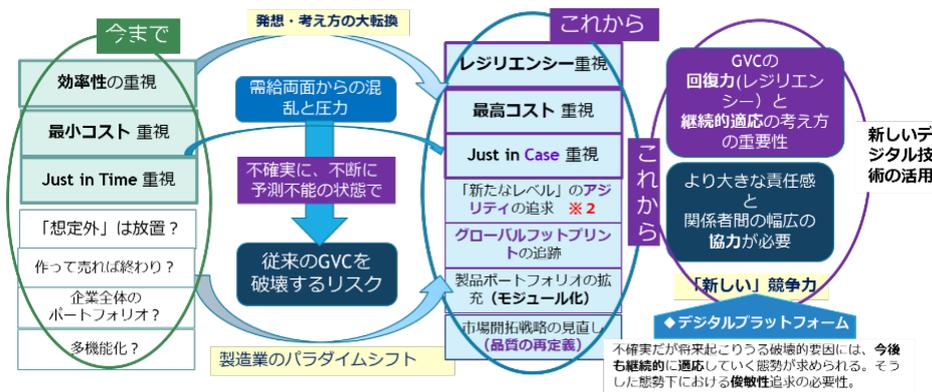
https://www.cdotrends.com/sites/default/files/field/field_p_files/white_paper/eGuide_Cubewise_0821_Final.pdf 次に、**中央部と最右部分**は、HBR オンライン The 4 Tiers of Digital Transformation by Mohan Subramaniam September 21, 2021 を参照しながら NSRI 作成
<https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation>

4-2-7 レジリエンシーと「新しい競争力」に必要な製造業のパラダイムシフト

次図は、GVC/SC ショックを乗り越えるために提唱されている考え方・視点・キーワードなどの特徴を図示化したものである。レジリエンシーのほか、最大コストの視点、ジャストインケース、モジュール化などが重視され、変化への継続的な適応やデジタルPFを土台とした「新しい競争力」の構築などが挙げられている。また、より大きな責任感を必要とすることと関係者間の幅広の協力の必要性(4-2-5参照)が強調されている。この実現のためには、デジタル技術の利活用を前提としていることも特徴的である。

これらの特徴をみると、最小コストではなく最大コスト、或いは、JITではなくJICといった製造業の従来の価値観や組織風土・組織文化とは相異なるものが多く見られる。つまり、製造業にそのパラダイムのシフトを迫る内容になっている。結局、GVC/SC ショックへの対応としてレジリエンシーを追求しようとする、デジタル化・DX が不可避であり、結果的に製造業は従来の価値観や仕事のやり方、組織文化・組織風土を転換し、刷新する必要が生じる。こうして製造業はパラダイムシフトを余儀なくされるのである。

図表 15 GVC/SC ショックから見える「製造業パラダイムシフト」の方向性



注；本図に関して本検討会委員から「レジリエンス重視は重要な視点である。

ただし、効率性は同時に達成されるべき。

Just In Caseとはレジリエンスと効率性を両立する考え方とすべき。

その前提がデータの共通化と、生産拠点の複線化」であるとの指摘があった。

出所：諸資料から NSRI 作成

4-3 「ものづくり」から「ものつながり」へ；デジタルエコシステム

4-3-1 取引全貌の可視化とデジタル化・DX

GVC/SC ショックで最も必要とされた取引全貌の可視化は、デジタル化・DXによって可能になる。ネットワークで繋がり合う場合、人的な繋がり、物理的な繋がり、通信手段による繋がりがある。いずれの場合も、ここではデジタルネットワークによる繋がり可視化の前提として重視される。

Forbes 誌によれば「可視性は回復力と持続可能性を促進」する。しかし「測定できないものは管理できない」。それ故、2022 年は「SC 全体からリアルタイムでデータを収集、統合して洞察を得るための可視性の向上に重点」が置かれる。そのデータとツールを提供するのが I4.0 における各種のデジタル技術であるという位置づけ³⁸をしている。

4-3-2 双方向データ、コミュニケーションチャネル、デジタルエコシステム

製造業の新しい製品（スマートプロダクト）は、新しいコミュニケーションチャネル³⁹としての役割が期待されている。この製品の「双方向のコミュニケーション」の「媒体」という役割によって、製造企業は直接ユーザーとのコミュニケーションを可能とするツールを獲得したと言える（次図参照）。

図表 16 デジタル時代の製品の新しい役割「コミュニケーションチャンネル (“conduit”)

<p>●従来の「製品」が果たしてきた機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ①機能の提供 ②ブランドの構築 ③収益の源 	<p>●「導体(“conduit”）」についての解釈：</p>	<p>注、製造業の産出物としての「製品」のデジタル化・DXによって獲得される新しい役割・機能を“conduit”（導体＝伝える媒体）と見立てる考え方で、この導体機能がコミュニケーションチャンネルの役割を果たすこ</p>
<p>●新しく加わった機能</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 双方向性のデータが行き来する「コミュニケーションチャンネル」、或いは、「伝える媒体」の意と解される。 ✓ デジタルバリューが生ずる仕組み： <ul style="list-style-type: none"> ✓ データ⇄情報⇄サービス⇄価値（例、顧客体験） ✓ デジタルエコシステム： <ul style="list-style-type: none"> ✓ その中で、データが双方向に接続される一連の関係を指す概念でそこから新しい価値が生まれる、或いは価値を生み出すことが可能に。 	

➤ コミュニケーションチャンネル

④ **インタラクティブなデータの「導体」**

cf. 「導体」 (conduit)

- この導体を通して行き来する(双方向性)データの収集・解析を通じて、**新しい顧客体験**を提供できる、
- つまり、この導体が顧客体験の**基盤**となりうる。

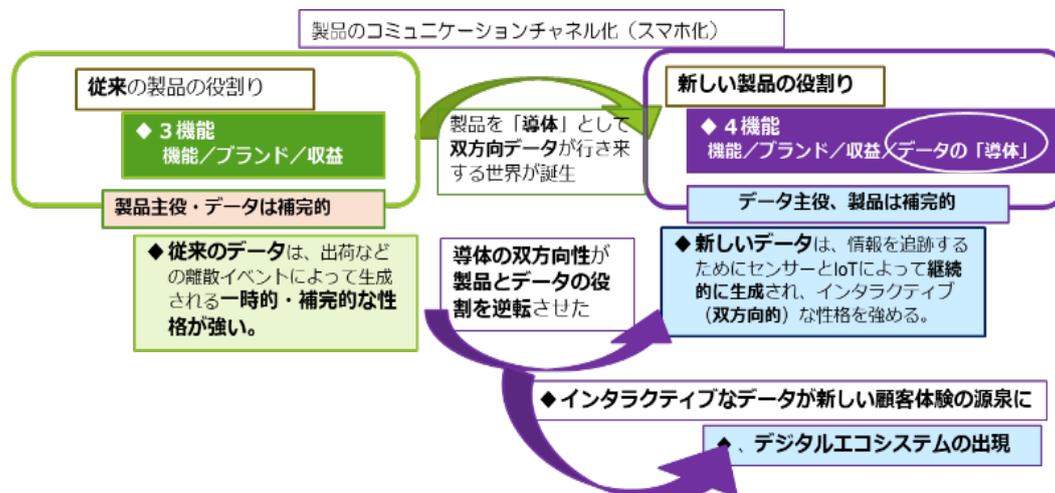
とができる。

出所：以下を参照しながら NSRI 作成 HBR “The 4 Tiers of Digital Transformation” by Mohan Subramaniam September 21, 2021
<https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation>

本検討会で実施された「インテル ディレクター (兼) チーフ・サービス・アーキテクト」及び「名古屋大学 未来社会創造機構 客員准教授」野辺 継男氏による講演の中で、「クルマは大量のセンサーを搭載した IoT 端末になる」という趣旨の説明があった。自動車がスマホ化する可能性のあることを示唆しており、まさに自動車がコミュニケーションの媒体になることを示している。(4-3-3 のトヨタの事例参照)

双方向性はデジタル PF 上で実現する。デジタル PF の参加者が、共通のビジョンのもとで、それぞれの専門分野の活動に専念する。そのネットワークの総体としての機能が、最終ユーザーにとっての価値（共通ビジョンの狙いに相当）をもたらす。こうした繋がりをデジタルエコシステム⁴⁰と呼ぶ。(次図参照)

図表 17 製品の新しい役割と繋がることの含意



注、本参照資料の著者、Mohan Subramaniam は、Boston College の Carroll School of Management の戦略の准教授。HBR で紹介したアイデアは、2022 年秋に MIT Press から出版される予定の著書『The Future of Competitive Strategy (データとデジタルエコシステムの力を引き出す)』に基づく

出所： HBR オンライン The 4 Tiers of Digital Transformation by Mohan Subramaniam September 21, 2021 を参照しながら NSRI 作成。

<https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation>

4-3-3 デジタル化・DX、デジタルエコシステム：製造業サービス化への途

このデジタルエコシステムの内部において、双方向データが、コミュニケーションの媒体になった「物的製品」を介して行き交う。それとともに、AI によるデータ解析を通じてユーザーに体験価値をサービスとして提供する。このサービスは、デジタルエコシステムに参加する、多くの企業が連携することで実現される。

各構成メンバー企業は、ユーザーの満足が得られるようなデジタル体験を提供するというビジョンを共有しつつ、サービスを共創してゆく。このようなデータの双方向性によって、需要サイドの大きな地殻変動を、これからの成長の糧に転化できる可能性が生まれる。(次図参照、具体事例は後述の 4-4-2 参照) これが製造業のサービス化の一端である。

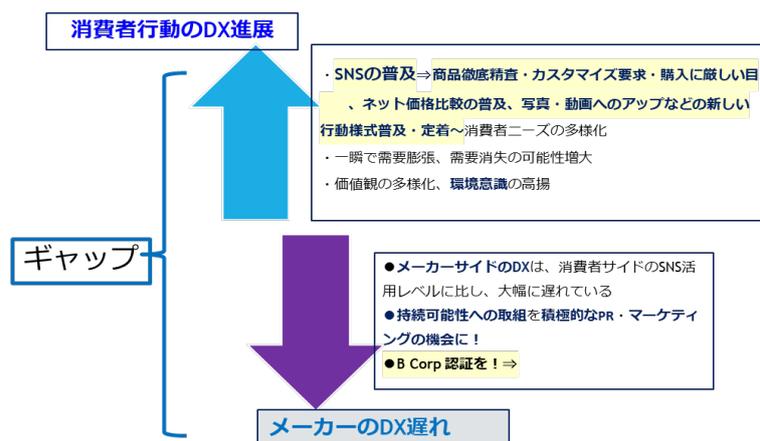
なお、デジタル化・DX は、SC 機能の単なるデジタル化にとどまらず、デジタルネットワークが張られることにより、ネットワークに参加した企業（パートナー企業）同士が相互に接続し合う結果として、デジタルエコシステムを形成する。これにより、企業はパートナー企業と共に、より優れた CX、UX を提供したり、促したりすることが可能になる。こうしてデジタル化・DX の本来の狙いであるビジネス変革の達成とともに、破壊的な時代に俊敏性と回復力を高めることができる⁴¹。

4-3-4 デジタル化・DX；先行する消費者行動とのギャップを埋める

デジタル体験価値の重視という需要面における新たな潮流に加え、需要面の地殻変動としてのもう一つの例が、最終ユーザーと供給サイドの間に横たわるギャップである。「イン

ターネットが普及したお陰で消費方法と生産方法の間には明らかなギャップがある。メーカーは20~30年遅れている」という⁴²。(次図参照) 需要面の変動をはじめ、持続可能性、コストなど、さまざまな要因が絡み合っ、メーカーはデジタル化・DXに伴う変革を迫られている。

図表 18 最終ユーザーと供給サイド間のギャップ (UX を視野に入れた GVC の再構築を)



注:

・消費者サイドのSNSの進展速度に対し、メーカーサイドのDXの進展速度が追いつかず、大きなギャップが生じている。

SCM4.0 (SCのネットワーク管理の重要性) が注目され、UXを視野に入れたGVCの再構築の必要性が指摘されている。

・右下の囲み最終段のB Corp 認証は、対外的に、透明性・説明責任・持続可能性・社会と環境へのパフォーマンスの分野でB Lab (米国ペンシルバニア州の非営利団体) の厳しい評価基準を満たしている企業であるとの証

として活用されている。

出所: Supply & Demand Chain Executive: Don't Embrace Industry 4.0 Without Rethinking Maintenance and Reliability. May 14, 2021 Artem Kroupenev From Augury <https://www.sdexec.com/software-technology/article/21330930/augury-dont-embrace-industry-40-without-rethinking-maintenance-and-reliability> B-Corp: https://sdgs.media/blog/4999/#B_corp

4-3-5 「ものづくり」から「ものつながり」へ

製造業は従来のような「ものづくり」中心の企業としてだけではなく、「ものつながり」に目を向けながら事業展開を考える時代を迎えている。この「ものつながり」という考え方は、MITのクスマノ教授⁴³が提唱した概念である。(次の参考コラム参照)

「もの」は、元来、紙や人を介して繋がってはいた⁴⁴。この繋がりをデジタル化することで「もの」が情報を介して複雑に繋がりが合うことが可能になった。その繋がりがシュンペーターのいう「新結合」になりうる。ここにイノベーションが起こる。「ものづくり」ではなく「ものつながり」に転ずるべき理由がここにある。

参考コラム 11 「ものつながり」についてのクスマノ教授の発言から

- 日本企業も個々には様々な新技術の開発に取り組んではいたが、政府と企業、大学が一体となって協働し、つながる状況や環境はなかった。こうしたつながりの無さこそが、日本のイノベーションを起こす底力が本格化しなかった大きな理由だ。
- これからのイノベーションでは『ものづくり』でなく『ものつながり』が大事。これが核心部分だ。
- ものづくりには、互いに協力してイノベーションを起こすような、横串の情報の流れが存在しなかった。会社の主たる関心は機器の開発、つまり『入れ物作り』のままだった。

<p>➤ だが世界の関心はむしろ、デジタルコンテンツによって、電話やテレビやビデオゲームといった『入れ物同士』の壁をいかに取り払い、繋げていくかに移っていた。</p>
<p>➤ 日本勢はそうした世界の潮流に気づかなかった。</p>
<p>➤ 「ほとんどのイノベーションは異なる分野の組合せから起こることが知られている。そこでメディアラボにはコンピューターサイエンスに詳しい者に加え、心理学や、技術、社会学の研究者、機械工学の使い方がよく分かっている専門家たちなど様々な人材を集めてきた。</p>
<p>➤ 組織の都合でサイロに人を閉じ込めてしまえば、革新は生まれないのだ。</p>

出所：MIT 流 イノベーション講座 (2) 日本勢とアップル、革新の差 鍵は「ものつながり」意識 2019. 7. 5 広野 彩子 日経ビジネス副編集長
<https://business.nikkei.com/atcl/NBD/19/00123/00016/> から NSRI 作成

クスマノ教授が「ものづくり」から「ものつながり」へと指摘したことの一つの具体例として、前述した「製品がコミュニケーション能力を獲得して様々なものと繋がる」場面を考えてみる。つながる先がユーザーであれば、データを駆使して新しい顧客体験を生み出せる可能性が生まれる。そのために必要なサービスは自社が直接提供しても、第三者が提供してもよい（後述の事例 4-4-2 参照）。

このように組織が「つながり合う」。最終ユーザーとも繋がる。組織それぞれの機能が統合されて初めて実現できるデジタル価値。これをユーザーに提供する。これが「もの」が繋がることにより生まれる「サービス」である。即ちこの「つながり合い」がデジタルエコシステムとして機能すると、顧客はそのサービスを体験して満足を得る。この場合のサービスは、製造業の製品無くしてはそのサービスを提供できない。製造業は、サービスを提供するのに欠かせないインフラ・基盤の役割を果たすことになる。

デジタル PF による「ものつながり」がデジタルエコシステムを形成する。このエコシステムは、製造業が「サービス化」するという新しいビジネスモデルに挑戦する基盤となる。（具体例は後述の 4-4 参照）

4-3-6 デジタルエコシステムとは

改めてデジタルエコシステムを分解すると、①複数の他組織との提携・連携関係。②「もの」を介したデータの双方向性。③デジタル PF 上に提携・連携の環を統合するシステムの構築。④顧客ニーズに叶うサービスを、システム全体が有機体のごとくに提供できる態勢。⑤デジタルネットワークがあって初めて機能する新たな価値（デジタルバリュー）としてのサービス。このデジタル PF 上に集う関係者の取引関連の環が生み出す機能とその仕組みを「生態系」になぞらえて、デジタルエコシステム⁴⁵と呼ぶ。新しい GVC/SC の一つである。

例えば、コマツの KOMTRAX、エアバスや GE の事例、ジム機器メーカーの事例（消費エコシステムにおける第三者によるサービス提供が PF の価値を高める仕組み）などが

その例である。いずれの事例も後述（4-4 参照）。

4-3-7 デジタルエコシステム；トヨタの新しい「サービス」の事例

また、2022 年 1 月下旬から、トヨタが既販車を最新状態にするサービスを開始すると
の報道があった。特に最新状態にする特徴として、通信技術を駆使して最新のソフトウェ
アを送り込むこと（OTA: Over the Air）や後付ができることなどが挙げられている。（次
の参考コラム参照）。

参考コラム 12 既販車の最新化サービスを開始（トヨタ自動車）⇒「新しい競争力に」

- トヨタ自動車とトヨタ車のサブスクリプションサービスを提供する KINTO（名古屋市）
は 2022 年 1 月下旬（予定）、一部車種と一部店舗を対象に、**既販車を最新の状態に進化**
させる**サービスの提供**を開始する。
- 両社は既販車に、**販売後の技術革新**に応じたソフトウェア／ハードウェアの機能やアイ
テムをタイムリーに提供・**更新**する。
- 既販車であっても**技術革新の成果を享受**しつつ、運転することが可能になる。トヨタが
最新の技術を開発し、KINTO は同技術を顧客へ届ける **PF(プラットフォーム)の役割**を担
う。
- 既販車を最新の状態に進化させる方法として、両社は 3 つのアプローチを念頭に置く
①クルマの基本性能を向上させる「**アップグレード**」。
②古くなったアイテムを新品に交換する「**リフォーム**」。
③一人ひとりに合わせてクルマの設定を最適化する「**パーソナライズ**」である。

出所：日経 XTECH オンライン 「トヨタ、既販車を最新状態にするサービス 1 月下旬開始」富岡 恒
憲 日経クロステック／日経 Automotive 2021.12.22 から NSRI 作成
<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/11912/>

「作って売る」といったビジネスモデルから、売った後の車に通信技術を使って、新た
な機能を価値として提供するというサービスの導入。従来とは異なるビジネスモデルへの
転換である点や、従来型自動車メーカーの枠を越えたサービス領域での事業であるとい
う点。いずれも製造業がデジタル技術を駆使してサービス分野に進出する動きとして注目さ
れる。

さらにこのサービスに続けて同社は、2025 年をメドに、車載 OS(基盤ソフト)の開発を
進めており、外販も視野にあると⁴⁶報じられた。（次の参考コラム参照）

参考コラム 13 トヨタが開発をすすめる自動車の基本ソフト「アリーナ (Arene)」

- トヨタ自動車は、2025 年にも次世代車の「加速や安全制御機能など」を一括で作動さ
せる頭脳部に当たる**基本的な車載ソフトウェア**を実用化する。
 - **他社にも販売**する。ライセンス料などで収益確保を検討。**トヨタ子会社**のウ
ーブン・プラネット・ホールディングス（東京、中央区）が主に開発。

- 運転面などの制御機能の他、地図情報、渋滞情報などの受信も一括でアリーンが担う。
1. メーカーや車種に関係なく、アリーンを搭載すれば、共通の機能が利用できる。
 2. ネット経由で自動車ソフトを最新化できる。
 3. ハードの開発を待たずにソフトの開発ができる。
 4. グループ内で遠隔開発もできる。
 5. アリーンを PF として外部に開放することで、第三者による車を巡る新たなサービスの開発も促せる。
 6. 利用者・開発者が増加すれば、PF に集まるデータも膨大になり（プラットフォーム効果）、新たなサービスの原資になる。

注、このように PF を外部に開放することで、第三者による新たなサービスを促そうとする試みは、まさに、「4-4-1 デジタルエコシステムの事例」の消費エコシステムの例に該当する。このアリーンのプロジェクトが志向していることは、消費エコシステムというデジタル PF を構築しようとしていることに相当すると考えられる。（4-4 参照）

出所：日経新聞オンライン「トヨタ、25 年メドに車の基盤ソフト IT 大手対抗へ外販も」
 自動運転—2022 年 1 月 3 日 18:10（2022 年 1 月 4 日） から NSRI 作成
https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0UC26AU80W1A121C2000000/?n_cid=NMAIL007_20220104_A

自動車の基盤ソフトはドイツや米国でも開発が進んでいる。将来的にはスマホアプリのように、様々な事業者が車を巡るサービスを追加できるように発展する可能性がある。自動車がスマホのようにコミュニケーションチャネル⁴⁷になろうとする大きな変革期を迎えつつあり、その基盤ソフトとプラットフォーマーとしての主導権争いが始まっている。

なお、テスラを筆頭に EV 化が話題を集めている。しかし、EV 化は単に動力源がモーターに置き換わるという単純な話ではないとされる。移動に纏わって必要とされるサービスを OTA で提供したり、運転を自動化して新しい時間の使い方が可能になったりといった、全く新しいサービスが生まれる。トヨタが発表した「アリーナ」は、まさにこうした OTA によるサービス提供や第三者を呼び込むことで、新しい体験をサービスとして提供する試みである。

MaaS（サービスとしての移動）や MaaS（サービスとしての製造）が語られる時代になっている。

4-3-8 デジタルエコシステムと GVC/SC の可視化

デジタルエコシステムは、デジタルデータの双方向通信機能を活用して、そのエコシステムの可視化が可能になる。製品の即時位置把握も可能になる。デジタルエコシステムは、その可視化機能によってレジリエンシーの高い GVC/SC になる。また、相互にビジョンを共有し、協業・共創を鍵として機能すれば、ユーザーとのつながりから、可視化による新たな競争力が生まれる可能性が出てくる。（4-3-2, 4-3-3, 4-3-4 参照、さらに 5-2 でも詳述）

4-3-9 デジタルエコシステムとデジタル化・DX

今回の GVC/SC ショックで世界ではデジタル化・DX が加速したと言われている⁴⁸。それは DX への取組が、結局のところ GVC/SC のレジリエンシー能力の獲得に繋がるからに

ほかならない。DX が要請する大きなテーマに「脱自前主義」「脱サイロ」「オープン化」「ネットワーク化」がある⁴⁹。つまり、デジタル化・DX の取組を継続的に進めていくと、デジタルエコシステムといわれるエコシステムを形成することになる。

デジタル化・DX の取組とデジタルエコシステムの形成、この二つは、取組の方向性やその仕組みが重なるところが多く、極めて近い取組であるといえる。

4-3-10 デジタル化・DX で新しいビジネスモデルを（価値創造の重心は社外にシフト）

デジタル化・DX とは、価値が生み出される場所と、ビジネスモデルの構造をつくり変えることだといわれている（次図参照）。従来の製造業は作って売っただけであった。文字通り「ものづくり」がメインであった。新しいビジネスモデルは「ものつながり」である。価値創造の重心は、社内ではなく繋がった社外に、さらに社内の従業員ではなく繋がった社外のパートナーにシフトするといわれている。このシフトが新しいアイデアを呼び込む。最終ユーザーとの双方向データの解析から、支払う価値のあるサービスが生まれる。

この結果、経営の関心は、繋がりのあるパートナー関係の管理をはじめ、パートナーデータの管理、パートナー製品の管理、プラットフォームガバナンスとプラットフォーム戦略の理解とその実施にシフトする。この社内から社外へといった転換は、従前と比べ、正反対・逆転（inversion）の位置へのシフトである。それ故にこうしたビジネスに参入した企業は「inverted firm」と呼ばれる⁵⁰。デジタル化・DX が進展するにつれ、GVC/SC も大きく変化する。

図表 19 DX の転換とは？「inverted firm」の経営関心事項は？

▶DX の「転換」とは	価値が生み出される場所の転換、ビジネスモデルの構造の転換
▶価値創造源の転換	社内⇒社外へ、社内従業員⇒社外パートナーへ
▶経営幹部の関心対象	パートナー関係管理、パートナーデータ管理、パートナー製品管理 PF ガバナンス、および PF 戦略を理解し、実施すること

出所：HBR、“Digital Transformation Changes How Companies Create Value” (hbr.org) by Marshall W. Van Alstyne and Geoffrey G. Parker. December 17, 2021 から NSRI 作成
[Digital Transformation Changes How Companies Create Value \(hbr.org\)](https://www.hbr.org/2021/12/digital-transformation-changes-how-companies-create-value)

4-4. デジタルエコシステムの具体例

可視化に必要なデジタルネットワーク化とは、他組織との連携・協業の環を拡げること、つまり、デジタルエコシステムを形成することでもある。ここでは、デジタル化されたデータの生成、発信・受信、データの収集・解析、その結果得られた情報の配信・受信、情報に基づく活動、という流れでデータの処理が行われる。

デジタルエコシステムには、データの直接の受益者や、参加者の違いなどに応じていくつかのパターンが生まれる。以下の事例では、Tier1～Tier4 という 4 つの分類が行なわれ

ている。

4-4-1 デジタルエコシステムの事例（生産エコシステムと消費エコシステム）

HBR の論文によると、デジタルエコシステムには、「生産エコシステム」と「消費エコシステム」の2つのパターンがあるという。前者は B2B を主体とし、エコシステム内メンバーのみで成り立つケース。後者は、B2C 或いは B2B2C 主体でそのエコシステム外の第三者に PF を開放しているケースに該当する。次図はこの両エコシステムとその具体事例を図解してみたものである。

●生産エコシステムの場合（下図左側参照）

デジタル PF の当事者は、「自社」或いは「自社とパートナー企業／組織群」（以下、自社等）と「その製品のユーザー」の2者からなる。さらに得られたデータの使いみちによって次の3つのパターンが生まれる。（次図参照）

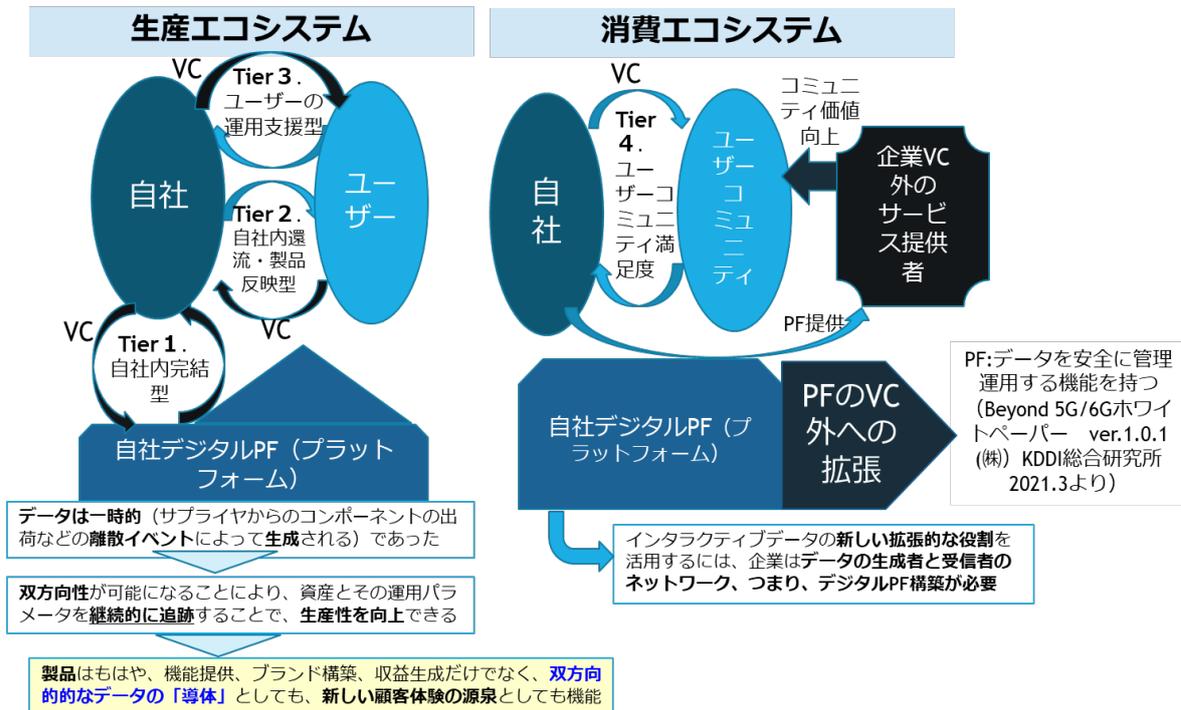
なお、以下の Tier N という用語は、次図の元になった論文著者の用法である。デジタルエコシステム面からみたデジタル化・DX の進捗別状況を表している。「N 段階」の意で使用されている。

Tier1 : デジタル PF 上で得られたデータを「自社等」が製品の生産の効率化に使うケース。自社内で完結しているエコシステム。

Tier2 : デジタル PF 上で得られたデータを「自社等」の製品開発に活かせるようにエコシステムが機能するケース。エコシステムによってユーザーの購入した機器から収集・蓄積されたデータが、ユーザーに「よりフィットした製品」に改良するために活用される。

Tier3 : デジタル PF 上で得られたデータを「ユーザー」が購入した製品の運用を効率化して改善を支援したり、或いは、ユーザーの便益と満足度を高めたりするようにエコシステムが機能するケース。エコシステム内の「自社等」が連携して対応することでユーザーに対する運用改善の支援が可能になる。この支援サービスが新しいビジネスに転化される。自社もユーザーもウインウインになれる。

図表 20 「生産エコシステム」と「消費エコシステム」



注：左側の生産エコシステムと右側の消費エコシステムの違いは、それぞれのエコシステム構成メンバーの中に、外部の第三者（特にサービスの提供者）が参画しているか、或いは、参画できるように開かれているか（外部オープン性の有無）の差異による。

なお、図中の Tier1 から Tier4 のうち、一部の事例については後段で詳述している。

出所：HBR オンライン、The 4 Tiers of Digital Transformation by Mohan Subramaniam September 21, 2021 を参照のうえ、NSRI 作成。<https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation>

●消費エコシステムの場合（上図右側参照）

デジタル PF の当事者は、「自社等」と「その製品のユーザーコミュニティ」、並びに、第三者からなる。ここで第三者が登場する点が生産エコシステムとの違いである。PF が不特定多数の第三者にも開放される、或いは、対象とする。その意味で、消費エコシステムは生産エコシステムよりオープン度合いがさらに高い。

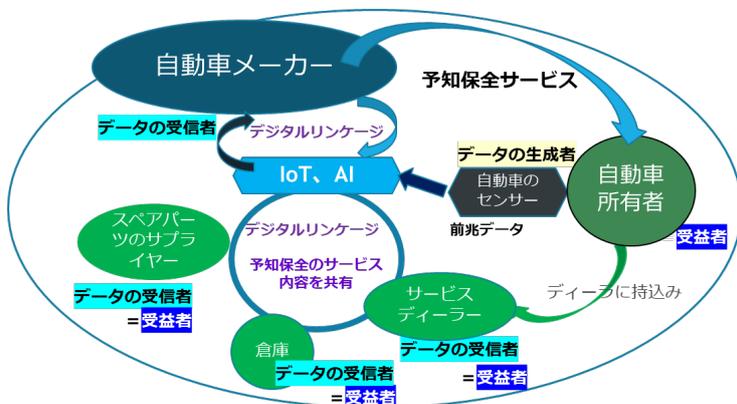
第三者はそのデジタル PF 上で、「PF 構築企業（「自社」）の製品」のユーザーコミュニティが、関心を惹きそうな製品やサービスを提供する。このサービスによってユーザーコミュニティは、「自社」から購入した製品を利用する際に、その製品に纏わる最適な付随サービスを楽しむことができる。その具体例が 4-4-4 の事例である。

4-4-2 生産エコシステムの例（自動車パーツの予知保全サービス）

次の例は、生産エコシステムの Tier3 の事例である。下図のとおり、自動車のセンサーが生成するデータを収集・解析し、その情報を関係企業が共有する。「自社等」が連携して対応することにより、ユーザーの便益と満足度を高める事が可能になる。この関係企業群

が新たな GVC/SC ネットワークを形成する。関係者が相互に連携・協働することで予知保全に向けたサービスを提供することができる。

図表 21 生産エコシステムの Tier3 の事例（適切な部品交換で未然に事故防止）



注、まず、自動車の購入者は自車にセンサーの取り付けとデジタルリンケージへの加入を承諾する。

次に、センサーが発出するデータの時系列を解析してパーツの交換時期を予測・通知する「予知保全サービス」の提供とその享受を了承する。交換時期を察知したシステムはその情報を発信する。

受信したパーツのサプライヤーは、パーツを生産するか、在庫から出庫して、カーディーラーに届ける。所有者はディーラーに自車を持ち込み、必要な修理を迅速かつ的確に受けることができる。

出所：HBR “The 4 Tiers of Digital Transformation” by Mohan Subramaniam September 21, 2021 <https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation> を参照しながら NSRI 作成

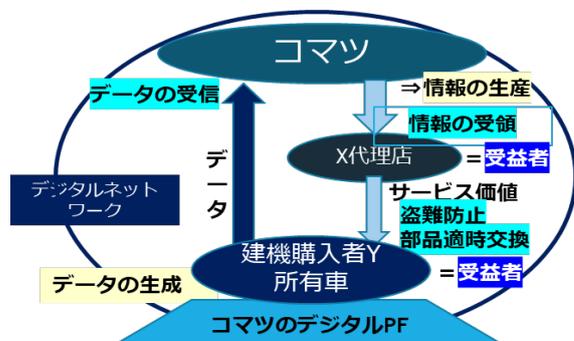
4-4-3 他の生産デジタルエコシステム（Tier3 に該当する既存の 3 事例から）

このほか、既存のデジタルエコシステムから生産エコシステム Tier3 に該当する事例を 3 つ取り上げる。

事例 1 ; コマツの KOMTRAX（コマツ、代理店、購入者の建機～Tier3 に該当）。

コマツの KOMTRAX では（次図参照）コマツ自身と販売代理店、購入者によるエコシステムが、双方向のデータの流れを介して繋がりあい、GVC/SC を形成することによって、データを収集・解析することが可能である。そこから生まれる情報が建機の盗難防止に役立ち、交換部品の事前連絡と交換により、不測の稼働停止などの事態を防止する。結果的にコマツの建機の信頼性が高まり、代理店は顧客とよりよい関係を築くことができる。購入者は安心して購入することができる。

図表 22 コマツの KOMTRAX（生産エコシステムの Tier3 の事例）



注、KOMTRAX はコマツが開発した、建設機械の 1 両ごとの情報を遠隔で操作・確認することができるシステム。

車両には、GPS、通信システムが装備され、車両ネットワークから集められた情報や GPS により取得された位置情報などが通信システムにより送受信される。

サーバー側システムでは、車両から送信されたデータを蓄積・解析して、インターネットを経由し、顧客やコマツの販売代理店に必要な情報が提供される。盗難時には遠隔操作により、建機の稼働を不能にする。

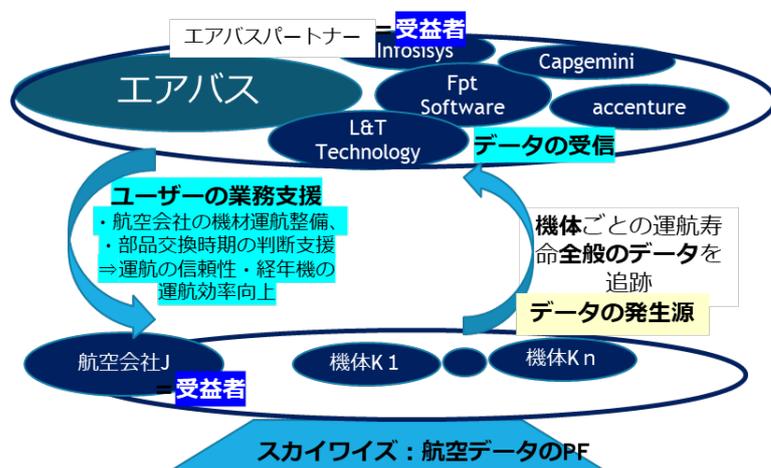
出所：同社 HP から NSRI 作成 https://home.komatsu.jp/kcsj/kyusyu_okinawa_n/service_komtrax.php

事例 2 ; エアバスの航空 PF 「スカイワイズ⁵¹」 ~Tier3 に該当 (次図参照)

この PF 上では、エアバス、同社のパートナー各社、機体購入者である各国航空会社、機体エンジンなどからなるエコシステムが、新たな GVC/SC を形成している。

この PF では、各機体が生成・発信する運行寿命に関わる種々のデータが追跡され、収集・蓄積・活用される。この PF に集う各組織が、エコシステムとして相互に連携・協働することで、購入後の飛行機の運用における効率改善のためのサービスを実現する。航空会社の機体運行整備のほか、部品交換時期の判断支援、運行の信頼性、経年機の運航効率の向上など、多くの新たなメリットを実現している。

図表 23 エアバスの航空 PF 「スカイワイズ」 (生産エコシステムの Tier3 の事例)



注、このケースでは、「自社等」にエアバス本体のほか、Infosys やアクセンチュアなどの企業がパートナーとして参画・関与する。

また、ユーザー側には、エアバスから購入した機体自身に機体を運用する航空会社の社内各組織が含まれる。

ここに登場する関係先のつながりが、新しい GVC/SC を形成し、相互に連携・協働してそれぞれにメリットを生む。

エアバス (2017/6.20) と米バランティア・テクノロジーーズ

出所: エアバス、ビッグデータ活用「スカイワイズ」

ページなど導入 By Tadayuki YOSHIKAWA 注 (下記、URL) 及び下記を参考に NSRI 作成 <https://www.aviationwire.jp/archives/122474> 実際のシステムの概要は次のサイトに紹介されている: Skywise Unlock the full potential of aviation data. Skywise emphasises smart, insightful, AI-driven analytics. <https://aircraft.airbus.com/en/services/enhance/skywise>

注. Tadayuki YOSHIKAWA : Aviation Wire 編集長 (2012 年 2 月航空経済紙「Aviation Wire」創刊) <https://newswitch.jp/member/detail/71>

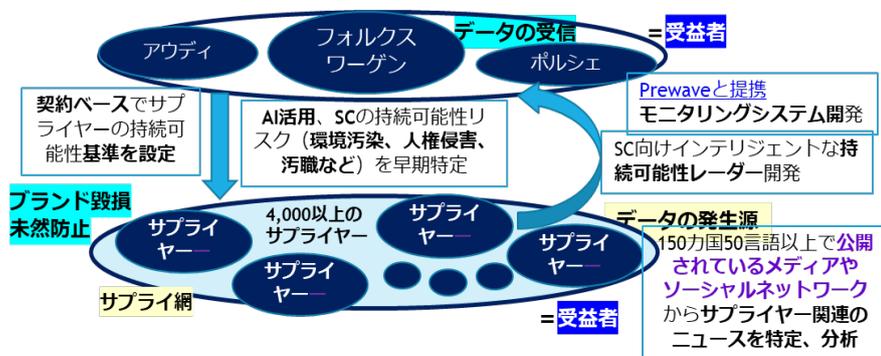
事例 3 ; フォルクスワーゲン (VW) G 「SC モニタリングシステム」 ~Tier3 に該当 (次図参照)

同社は、グループ内のアウディ、ポルシェと共同で、4000 社以上のサプライヤーとの間でエコシステムを形成し、150 カ国 50 言語以上で公開されているメディアやソーシャルネットワークの中から、サプライヤー関連のニュースを特定・分析する PF を構築している。

オーストリア Prewave 社⁵²というスタートアップと提携して開発したモニタリングシステムは、AI を活用して、SC の持続可能性リスク (環境汚染、人権侵害、汚職など) を早期に特定する。このシステムは、GVC/SC の、特に GSC のインテリジェントな持続可能性モニタリングレーダーとして機能する。

同グループの責任ある行動（調達）を支えるデジタルエコシステムとして、同グループのブランド毀損の未然防止に役立つことが期待されている。

図表 24 VW グループのブランド毀損未然防止（生産エコシステム Tier3 事例）



注、「私たちは、持続可能で公正なSCを確保する責任を果たしている。2014年までに、契約に基づいてサプライヤーの持続可能性基準を確立した。2019年以降、受賞プロセスの一環として、基準への準拠を確認している。」(VWグループ調達戦略責任者、Ullrich Gereke)

「Prewaveと提携することで、潜在的な違反を発見して調査するための別のツールが得られ、それによってサプライヤーの生産現場の社会的および環境的条件の改善に貢献する」(同)

「出所：Supply Chain MAR 04, 2021 Volkswagen reduces supply chain sustainability risk with AI Georgia Wilson から NSRI 作成 https://www.supplychaindigital.com/procurement/volkswagen-reduces-supply-chain-sustainability-risk-ai?utm_source=Sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=Issue:%202021-03-04%20Supply%20Chain%20Dive:%20Procurement%20%5Bissue:32824%5D&utm_term=Supply%20Chain%20Dive:%20Procurement」

なお、同じく VW グループのオーディィは、ビジネスパートナーとの間に次のようなエコシステムを構築している。60 か国以上の 14,000 を超えるサプライヤーに対して、その持続可能性要件（行動規範）を定義し、リスク評価を行っているという。（次の参考コラム）

参考コラム 14 デジタル化による SC の持続可能性の改善（オーディィ）

- 起業家精神の実践は必然的にリスクを伴う。オーディィは、リスクを意識した行動を企業理念の不可欠な部分とし、社内の監視および検査メカニズムを定期的に見直している。
- GSC における持続可能性のリスクも考慮。目標は、サプライヤーが合意したビジネスパートナーの行動規範について、遵守できない場合に確実に迅速に対応すること。
- 60 か国以上の 14,000 を超える直接サプライヤーの持続可能性要件を定義し、リスク評価プロセスを確立。
- 環境、社会、コンプライアンスのガイドラインは、コラボレーションの基盤。契約パートナーが行動規範に準拠しているかどうかを確認し、持続可能性の観点からサプライヤーのパフォーマンスを判断。

出所：オーディィ「デジタル化がサプライチェーンの持続可能性をどのように改善しているか オーディィは、サプライチェーンのリスクを監視するためにさまざまなツールを使用。人工知能はその1つ。」2021年4月22日 <https://www.audi.com/en/company/sustainability/core-topics/value-creation-and-production/supply-chain-digitalization.html>

4-4-4 消費エコシステムの事例（ユーザーコミュニティに体験価値を提供）

あるエクササイズ機器メーカーは、自社のデジタル PF 上に、同社の製品購入者同士によるユーザーコミュニティを結成した。このコミュニティはその PF 上に「データつながり」で構築される。PF にあるデータ駆動型インテリジェンス（AI）は、機器の使用データから一人ひとりの相性を解析。最適なトレーナーをマッチングさせ、ユーザーの満足度を高めるように展開する。（図表 20 の右側参照）

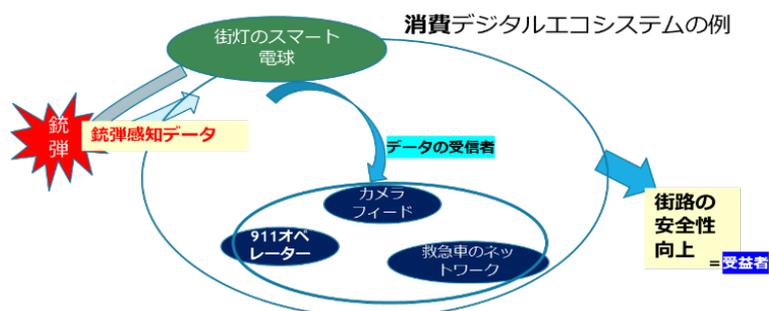
この PF 上では、同時に、エクササイズ関連のサービス事業者（ウェア、靴、心電計など）にも PF を開放。このお陰でユーザーは、エクササイズをしながら、さらに必要なものが出てくれば、直ぐにサービス事業者の提供するサービスメニューから、必要な機器やサービスを選ぶことができる。そして、自分にあったウェアを選んだり、靴が必要ならお気に入りを買ったり、健康管理が必要になれば心電計を入手したりできる。この仕組み（エコシステム）に参加している各企業は、参加することで拡販を可能にするとともに、エコシステムの評判を上げることに貢献する。

ここで形成されるエコシステムはそのまま新しい GVC/SC となり、結果的に連携・協働してユーザーコミュニティの効用を高める働きをする。その仕組みの総体（消費エコシステム）が、当社の機器を購入したユーザーに、新しいエクササイズの体験を提供する。購入したエクササイズ機器自体の満足が、付随するサービスによって増幅される。その機器のブランドへの忠誠心が高まる。当社は、この PF によって消費エコシステムの形成を可能にするとともに、機器の販売とブランドの両面で価値を手にすることができる。

4-4-5 消費エコシステムの事例（スマート電球が街路を安全に）

この街灯の電球には「銃弾検知センサー」がセットされている。銃弾を検知するとカメラフィールド⁵³、911 オペレーター（米国の緊急電話番号）、救急車等に発信される。電球はデータの生成・発信を担い、カメラフィールドで収集・解析され、その情報がネットワーク内の関係先に配信される。受信した関係者がそれぞれの職分を実行。近隣の住民が被害を免れることができる。このネットワークにつながるそれぞれが、新しい GVC/SC を形成し、「街路を安全に」という点で連携・協働することによって、街路周辺の治安改善に貢献する。（次図参照）

図表 25 消費エコシステム Tier4 の事例（スマート電球が街路を安全に）



注、この街灯の電球は、銃弾を感知するように設計されたスマート電球である。

銃弾所持者の接近を感知できる。

感知するとその PF 上の消費エコシステムを構成する関係者、カメラフィード、911 オペレーター、救急車のネットワーク

ク等に情報が発信される。この消費エコシステムの構成者はそれぞれの役割を連携して発揮する。警察にも自動通報される。消費エコシステムが丸となって街路の安全を確保する。

出所：出所：HBR “The 4 Tiers of Digital Transformation “ by Mohan Subramaniam September 21, 2021 を参照しながら NSRI 作成 <https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation>

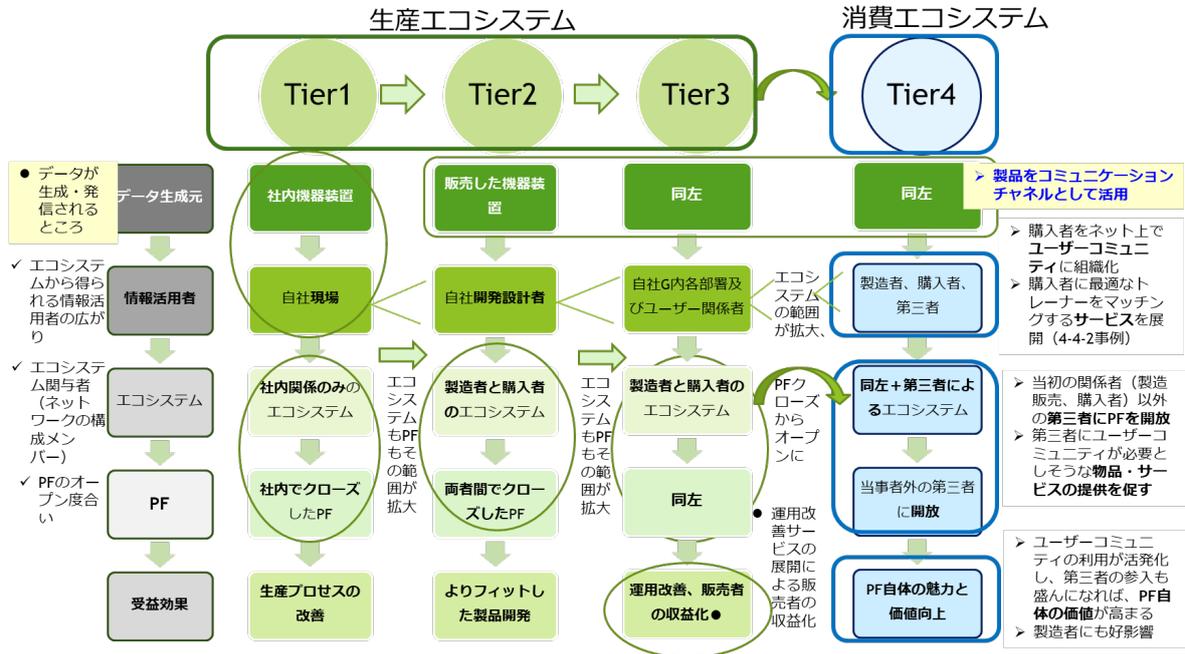
このようにデジタルエコシステムには、データの生成者と受信者のネットワークが必要になる。このネットワークは、センサーおよび IoT 対応の PF への接続から始まる。PF に接続したそれぞれが PF を介してデジタルエコシステムを形成する。

4-4-6 生産エコシステムと消費エコシステム（PF のオープン化）の対比

次図は、生産エコシステムと消費エコシステムを一覧にして比較したものである。この図中にある Tier1～Tier4 は DX の進展度順に並べたもの。この順に表側に、両システムの違いを明確にするため、データ生成元はどこか、情報の利活用者は誰か、エコシステム構成員の範囲はどこまでか、PF がクローズドかオープンか、受益効果はどのようなものか、に関して整理したものである。

なお、ここでいう進展度とやや類似した捉え方にドイツの I4.0 の成熟指標がある。Tier1～Tier4 は、エコシステムのカバーする範囲の拡大に着目したという点がユニークである。

図表 26 生産エコシステムと消費エコシステムの比較



出所：以下を参照しながら NSRI 作成 The 4 Tiers of Digital Transformation by Mohan Subramaniam September 21, 2021 <https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation>

上図の Tier1 の段階では、デジタル PF の参加者（デジタルエコシステムの構成者）はその企業の内部者に限られる。自社内完結型である。工場の中のデジタル化のレベルである。

Tier2 になると、購入者がデータの提供を承諾するという形で PF の参加者となり、エコシステムの構成員になる。生成されたデータは、ユーザーの運用実態に合わせた最適化を可能にし、購入者に「よりフィットした製品」を提供するために使われる。

Tier3 では、PF 上の参加者やエコシステムの構成員は Tier2 と同様であるが、Tier2 よりも多くのメンバーがパートナーとして参加している。生成されたデータは解析されて購入者の運用改善に直接役立てることができる。製造者はこの成果を運用サービスとして購入者に提供し、事業化にできる可能性があり、それ故に両者がメリットを得る。

以上の3つはいずれも生産エコシステムに該当する。

Tier4 では、生産エコシステムと大きく異なる点がある。この PF 上のエコシステムが、「製造者—購入者」という組み合わせ以外に、第三者にも開放されるという点である。前記エクササイズ機器メーカーの場合では、エクササイズに関連する物品・サービスの提供を第三者に促せる仕組みになっており、そのことが当該 PF の魅力を高めることに貢献していた。また、この事例の場合、ユーザーコミュニティの結成によって、製造者は

トレーナーとのマッチングサービスを提供できるとともに、ユーザー間の「つぶやき」が自社の生産機器の改良・改善の芽を育むことを可能にしている。

以上は、ユーザーと直接かつ継続的に繋がるというデジタルエコシステムを形成することが、ビジネスの拡大・成長にとって、新しい競争力になることを示している。第三者への PF 開放は、その競争力をさらに強化するのに役立っている。この開放するという点が正に DX において「オープン」が重視される所以である。

5. 浮上してきた GVC/SC の課題

過去 2 年間のパンデミックによる混乱と、それ以前から続いている気候変動等の環境規制や、米中摩擦等の地政学的緊張などの経済攪乱要因は、「新常态」となる公算が大きい。「守り」を固めるには企業取引全貌の可視化というデジタル化投資が必須である。ではこの投資は如何に回収されるか。これが次の問題になる。答えは、攻めの課題にも同時に取組むことである。攻めの課題に向かうこと⁵⁴で新しい競争力を獲得でき、更なる成長に繋がる。

5-1 守りの課題「レジリエンシー⁵⁵」（混乱からの迅速な回復力）

5-1-1 課題その 1：レジリエンシーの獲得

レジリエンシーとは混乱からの迅速な回復力のことである。何よりも混乱の全貌を早期・適切に把握することが不可欠である。そのためには、可視化による透明性と追跡可能性の確保を可能にする仕組み、つまり、デジタル化・DX への取組みが必須である。（鴻池運輸の講演では、デジタル化の期待効果として「荷主の製品変化への即応、品質管理（トレーサビリティ）、繁閑差対応などの柔軟性向上を見込む」としており、正にレジリエンシーがその期待効果として言及されている。）

ロジスティクスはもちろんのこと、直接の一次サプライヤーのみならず、サプライヤーのサプライヤー、n 次のサプライヤーまで可能な限り可視化して追跡する。無為のままでは GVC/SC に生じうる混乱に対応できなくなる時代になりつつある。

5-1-2 課題その 2：デジタル化・DX の推進とデジタルエコシステム

可視化・透明性と追跡可能性にはデジタルネットワークの整備が不可欠である。自部門と他部門の間を始めとして、自社と他組織の間においても「つながる」（接続する）ことが必要になる。これが標準化⁵⁶やデータ共通化、規格化、相互接続可能性と相互運用性、データ連携・データ流通といった問題⁵⁷が唱えられる所以である。その前提として、利害関係者同士の合意形成が求められる。

なお、本検討会での鴻池運輸の講演では、倉庫関連の標準化が進まない業界固有の問題点が整理されている。また、同じく RRI SWG 8 による講演では、「脱炭素・資源循環に関する

るデータ流通に求められる要素3つと35件の要件を分類・集約した詳細な活動内容が報告されている。

5-2 攻めの課題「新しい競争力」(デジタルエコシステムの形成)

5-2-1 新しい競争力強化の機会と Just-in Case

世界では、攻めの課題として “Stay competitive”⁵⁸ つまり、塞翁が馬のごとく、今回の混乱を、新しい競争力強化の機会として捉えるべきとの論調が多く見られる。

JITに代わり JIC (Just-in Case) が唱導⁵⁹されている。「経営環境の変化に『素早く』『継続的』に対応していく力」である。これはレジリエンシーそのものでもある。レジリエンシーには「守り」のための側面と同時に「攻め」のための側面もある。有事のときに、必要な対応策が直ちに取りうるとともに、逆に事業機会を見つけられるような態勢づくり⁶⁰。これが重視される。

5-2-2 デジタル化・DXの推進による守りと攻めの両立

レジリエンシーのほか、Just in case、デジタル化・DX。この3つはいずれも深く関連しており、現下の激変期に、守りと攻めの両立を図るために必要な概念や武器となる。

守りの側面を重視すると、①起こりえるとされる複数の危機シナリオをあらかじめ想定し、②最高コストを見積もり、③そこまでの覚悟を決めた上で、④不測の事態に備える⁶¹。

一方、攻めの態勢には、技術革新と需要サイドの新しい潮流の中に事業機会を見つけることが重視される。それは単に製品の QCD を追求するという従前の事業スタンスにとどまらず、顧客体験のデジタル化⁶² (顧客にとってのデジタルバリューの追求と探索、その実現を可能にする協業・連携・共創) が重要になる。

5-2-3 コミュニケーションチャネルとしての製品とデジタルエコシステムの形成

HBR⁶³によれば、IoTなどのデジタル化・DXにより、製品がコミュニケーションチャネル(双方向データの伝達媒体機能)を獲得する。生産者・ユーザー間のコミュニケーションによって双方向データが、顧客体験の「コスト」ではなく「価値」の源泉になる。また、新しいサービス⁶⁴を提供する基盤ともなる。

すなわち、製造企業とその購入者間の、場合によっては第三者との間の双方向データのコミュニケーション網⁶⁵として形成されるデジタルエコシステム。その構想力・着想力・形成力が「新しい競争力」の差別化要因になる。

5-3 GVC/SCのこれからの課題「守りも攻めも」(デジタル化・DX)

5-3-1 レジリエンシーの獲得

守りの課題でありかつ攻めの課題でもあるレジリエンシーの獲得は、製造業が成長を続け、将来に渡って繁栄するための鍵である。その要としてのデジタルツールは、GVC/SC

の可視化や透明性・追跡可能性、規制への立証手段⁶⁶として機能する。

5-3-2 デジタル化・DXの推進

「絡まりあった糸玉をほぐす」といったイメージの複雑なリスクをどう回避し、対応するか。その答えの一つが最新のデジタルツールを見つけ、取込み、活用すること、及び、そのための組織風土や社内文化の変革に取り組むことにほかならない。要すればデジタル化・DXのさらなる徹底推進である。

5-3-3 GVC/SCの課題と対策の方向感

レジリエンシーの獲得やデジタル化・DXの推進といったGVC/SCの課題と対策の方向感を整理してみたものが次図である。

表側には、米中対立や環境問題、技術革新といったGVC/SCを取り巻く環境要因が並ぶ。一方、表頭には、表側のそれぞれの環境要因に対応した課題と対策、及びその対策の方向感を記している。対策の方向感はデジタル化・DXとセキュリティの確保に集約される。調達網や配送網等のデジタルネットワーク化の整備が進む結果として、GVC/SCの可視性・迅速性・回復力（レジリエンシーの獲得）が得られるとともに、責任ある調達や立証責任の明確化の基盤ができる。守りのデジタル化・DXとその態勢づくりができる。

一方、技術革新の成果は、デジタルPF上に展開されるデジタルネットワークの形成とともに、製造業のサービス化に向けた新しいビジネスモデルへの挑戦を可能にする。攻めのデジタル化・DXとその態勢づくりができる。

5-3-4 「新しい競争力」に求められる組織文化・風土の一大変革

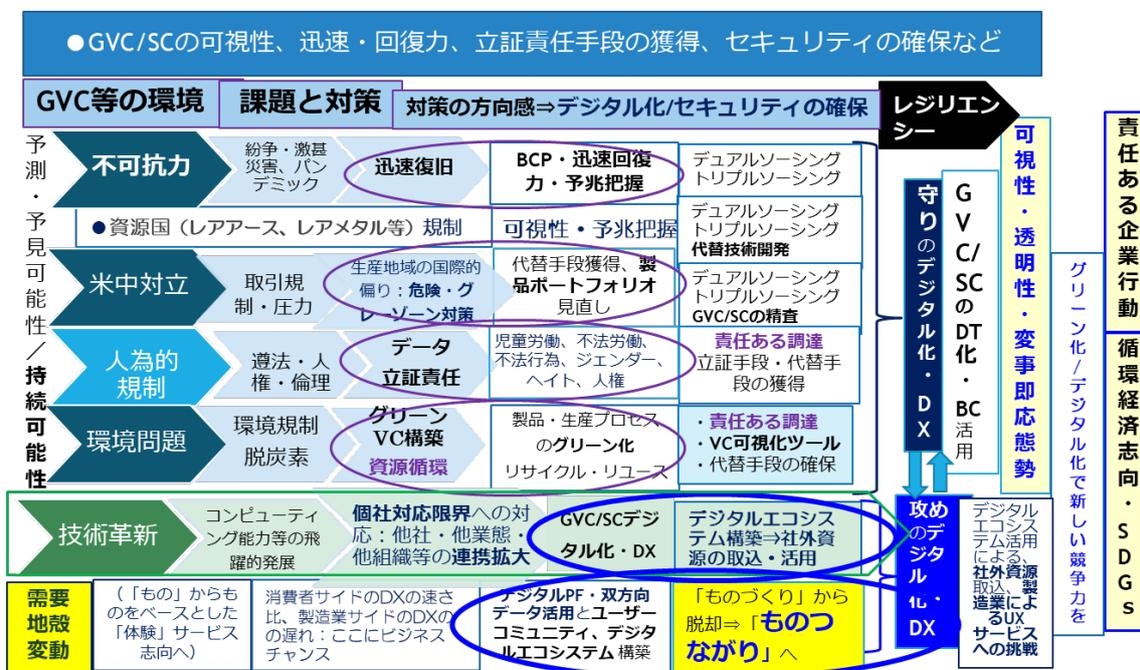
製造企業を中心に、パートナー企業やユーザー、さらには第三者までを含む様々な関係者が、最終的にユーザーのデジタル体験の実現という共通目標の下に集う。こうしてデジタルエコシステムが生まれる。製造企業にとって、ユーザーのデジタル体験に 대응するサービスを提供したり、促したりすることが新しい事業目的になり、「新しい競争力」になる。

そのためにユーザーコミュニティを結成したり、デジタルPFを第三者にも開放したりする必要が生じる。しかし、こうした製品のコミュニケーションチャネルとしてのデータの双方向特性を活かすには、従来の事業規範の枠を乗り越える必要がある。サイロの中で育ててきた組織文化・組織風土を、サイロの外に拡げていくための一大変革が必要になる。DXに「転換」なる語が含まれる所以である。

なお、本検討会では、この図に関して「これまで、サーキュラーエコノミーは環境の観点でしか見られていなかったが、GVCの変化や不可抗力による物不足、米中対立による半導体不足、レアアースなどの資源不足に対応するために、使用期間を延ばし使い続けることなどの他、使用後の部品再利用、シェア利用などによって、サーキュラーエコノミーへの転換が求められており、そのためにデジタル化・DXが必要不可欠になる。」との観点か

ら、この「サーキュラーエコノミーへの転換」とそのための「デジタル化・DX」この2つが、GVC デジタル検討会の主張になるとの意見がみられた。

図表 27 GVC/SC の課題と対策の方向感



注. GVC/SC の外部環境には、これからもショックや制約となりうるものが目白押しである。持続可能性はこれから半永久的に制約条件として遵守していく必要がある。予測できそうにないもの、正確には予測不能であってもある程度予測できそうなもの、こうした攪乱要因にはそれぞれ課題と対策がある。そのいずれにとっても GVC/SC のレジリエンシー・可視性・透明性が前提となる。

本検討会では、攪乱要因により変化する GVC/SC への制約に対応する最も有効なツールが、デジタル化・DX であるとされた。

こうしたデジタル化・DX による「守り」の対策は、同時に「攻め」の対策にも転化できる可能性がある。そのポイントが自社外のさまざまなパートナーとの連携・提携の環を、デジタルでつなぎあうことである。これがデジタル PF 上で構築されたものが、デジタルエコシステムである。

この PF 上に、ユーザーコミュニティを形成したり、第三者の参加を促したりする「オープンさの壁」を乗り越えられるかが問われている。「新しい競争力」は、社外資源を取込・活用することで生まれる可能性が高い。トヨタの「アリーン」は、こうした展望が期待される事例ではないかと考えられる。

デジタル化・DX を推進する意義は、まず、GVC/SC に有事・変事が生じたときの備えとして不可欠な、可視性等のレジリエンシーを獲得する守りの対策のためにある。と同時に並行して、現在進行中の需要面の大きな変動への対応を、積極的な攻めの対策とするためにもある。

即ち、自社製品の「もの」を媒体とする、コミュニケーションチャンネルをベースとしたデジタル PF を構築する。この PF 上で繋がり合うデジタルエコシステムを活用・動員し、行き来する双方向データを利活用して、ユーザーコミュニティ構築とその発展を期す。さらにこの PF を第三者にも開放して、ユーザーが必要とするさまざまなサービスの提供を促す。このような「製造業ならではのサービス化への歩み」を検討すべき時がきている。

このようなサービス化は、ユーザーや社会が期待するサーキュラーエコノミー（循環経済）や持続可能性・SDGs にも沿うものである。即ち、OECD が唱えるところの「責任ある企業行動」につながると考えられる。

なお、サーキュラーエコノミーに関する本検討会の議論では、これはサステナブルなために不可欠であり、物を使い続けるという観点からも重要である。しかしその一方、SCM にとってはチャ

レンジングな課題であるとの指摘がみられた。他方で、ドイツでの取組み⁶⁷にみられるように、それを乗り越えてこそ新たな道（ブルーオーシャン）が拓けるとの見方もあった。

出所：諸資料、および、デジタル検討会での議論をもとに NSRI 作成

6. GVC/SC ショックへの対応策

6-1 当面の対応～GVC/SC の視点から（レジリエンシーとグリーゾーン対策）

6-1-1 現状認識の刷新を（ビジネス環境が平時から有事常態へと転化）

世界的潮流としての持続可能性、地球環境、脱炭素、パンデミック、地政学的緊張など、ビジネス環境は、規制や制約の強まりと有事が常態化する新しい時代を迎えている。

6-1-2 GVC/SC の見直しとレジリエンシーへの注力を

GVC/SC ショックへの対応策として、国内生産や国内調達の可能性⁶⁸も含め、製造地域・拠点や経路の複線化、代替地域の開拓などが必要になる。また、諸規制の強まりに対しても、製品ポートフォリオの見直しなどの「虎の尾」対策が重要になってくる。

このほか、以下の諸点が必要になる。規制や制約への対応を確実にし、常に有事に備える。レジリエンシーに注力⁶⁹しつつ効率との両立に腐心する。特定国依存リスク、特定資源依存リスクなどのリスク対応や、調達先の多様化・複線化のほか、サプライヤー間の迅速な切替え調整の体制づくりに努める。

また、GVC/SC の可視化にも不可欠なデジタルエコシステムを構築することによって、顧客やサプライヤーなど、多様な主体が幅広く協力・連携・協業・共創できるようなデジタルネットワーク化を進める必要性が高まっている。

6-1-3 GVC/SC のグリーゾーン対策を（米中デカップリング対策）

半導体、コンピュータ、レアアース等の戦略物資は、危険ゾーンとしてももちろんのこと、自動車・医療・家電製品・IoT 関連など、グリーゾーンの製品ポートフォリオには特に精査が必要である。GVC の層別管理の考え方にも注目し、必要な対策を講じる。（次の参考コラム参照）

参考コラム 15 GVC の層別管理とグレーゾーン対策の必要性

- ▶ 「新しい戦略的パートナーシップ」：米国では、新しい官民パートナーシップのもとで、安全なジオフェンス製造エコシステムを備えた安全な SC を構築する試みが進行中。
 - ▶ 「GSC の 3 分岐」 ⇒ 危険ゾーン・グレーゾーン・ボトムゾーンの 3 つ；
 - ・危険ゾーン：米国政府の SC 武器化に伴うハイテク等の戦略的な SC のこと ⁷⁰
 - ・グレーゾーン：デュアルユース技術に転化しうる SC のこと (下欄※参照)
 - ・ボトムゾーン：上記以外の SC のこと
- ※このうち、2 番目のグレーゾーンは、医療技術、自動車、家電製品、IoT に関係するあらゆるもの、並びに、接続性関連などからなる。いずれも商用であり一見無害に見える技術であるが、デュアルユースになりうる (軍事用途) 技術とされる。
- つまり、上記危険ゾーン以外にも、ある日突如として、軍事用途と宣告される危険性がある。そのリスクを管理するために設定されたのがグレーゾーンである。
- ▶ 企業はエンドユーザーを選別し、全ての協力業者の情報を収集し、SC を通過する全ての情報とデータを入手できるようにして、SC の透明性を確保することが必須になっている。(4-4-4 の VW グループとアウディの事例参照)

出所：“American hardball and localization are reshaping global supply chains” by Alex Capri
Published 13 July 2021 in Supply chain <https://iby.imd.org/supply-chain/american-hardball-and-localization-are-reshaping/>

6-2 中長期の対応～デジタル化・DX の継続的推進 (DT と BC への期待)

6-2-1 デジタル技術の戦略的活用を

GVC/SC の問題解決に使えるデジタル技術とその活用例を挙げると、IoT や AI、DT、CPS、BC、XR (AR,VR,MR)、AM(積層造形)などがある。データの収集・解析・予報・予測のほか、仮想空間におけるシミュレーション (本検討会の第二回「鴻池運輸」講演)、倫理的規制・規範の遵守などに使うことができる。

・DT (デジタルツイン)：なかでも「GVC/SC の DT 化」が注目 ⁷¹される。全体の挙動の可視化やケースごとのシミュレーションができる。アマゾンやグーグルは、AI を使った DT による新世代のシミュレーションを駆使して、GVC/SC の効率と回復力のバランスを探る問題を乗り越えようとしている ⁷²。

・AI と BC (ブロックチェーン)：アクセンチュアのレポートによると ⁷³、「AI と BC の組み合わせは、世界中の業界や組織をゆっくりと、しかし確実に変革している。」という。組織内および VC 全体の透明性が重要な「CO2 排出量 ⁷⁴の削減」には、「BC が活用でき、世界中の商品の生産と移動の追跡にもその有効性が期待される ⁷⁵」とある。

6-2-2 デジタル化・DX でレジリエンシーと新しいビジネスモデルを

米独は共同で、「デジタル化には、より高い回復力、柔軟性、効率性などの大きな可能性がある。デジタルエコシステムをグローバルに形成し、その可能性を展開するために共に学ぶ必要がある」というメッセージ ⁷⁶を発出している。

製造業は、レジリエンシーを確保しつつ、コモディティ化を回避し、競争に打ち勝つためにデジタル化・DX に重点を置き、AI の活用戦略 ⁷⁷を明確にする必要がある。と同時に、

デジタルエコシステムを構築してエンドユーザーに近づき、AIを活用して顧客ニーズに確実に対応できるような、新しいビジネスモデルに挑戦していく必要がある。

6-2-3 デジタル化・DXは終わりのない旅路

GVC/SCを取り巻く外部環境は、これからも絶えず変化し続ける。また、デジタル技術も引き続き今後も急速な進歩が続く。常に最新のデジタル技術を活用し続ける覚悟がいる。外界から押し寄せる絶えざる有事や変化を乗り切るには、その都度、迅速かつ適切な対応が求められる。デジタル化・DXの終わりのない旅路は続く。

6-3 常態化する有事への備え（JICとデジタル基盤構築）

次図は、GVC/SCショックの発生前と発生後で何が変化したのか、つまり、有事常態化の中で、今後の留意点として、どのような課題に備えておくべきかについて整理したものである。生産・調達戦略から販売戦略に至るまでの変化、さらに経営面の変化まで総覧している。

6-3-1 有事への備えとキーワード

キーワードは、レジリエンシーのほか、臨機応変、アジリティ、最大コスト、モジュール化、ジャストインケース、ものつながり、デジタルエコシステム、データ駆動型サービスなどである。

6-3-2 モジュール化と標準化

なお、検討会ではモジュール化に関して次のような議論⁷⁸があった。会社の垣根を超えて「組立専門メーカー」と「モジュール専門メーカー」とに分かれる。モジュールは標準化される。どのモジュールを使うか選べる。モジュールの中身（機能、デザイン、ソフト面）で競争する。そして国全体として効率をあげていくという考え方。これはまた、モジュール化から組織を超えた標準化の必要性を訴求する見方でもある。また、ソフトウェアやシステムに関するモジュール化⁷⁹も重要との議論もみられた。

6-3-3 自社の壁を乗り越える

デジタル系技術の積極活用には、サービスベンダーやスタートアップ、ギグワーカーなど、異業種等をも戦略パートナーに組み込むといった、自社の壁を乗り越える企図が必要になる。さらに、レジリエンシーコンパスなどを参考にして、臨機応変、有事等における軸足旋回（ピボット）の態勢づくりを行う。

6-3-4 対策の基本：“if”はなく“when”

常態化する有事に備え、「もし起きたら（if）」ではなく、「起きたとき（when）」に何から

始めるか」といった態度で臨む必要がある。サイバー攻撃や違反が発生したとき「何をするか知っておくこと。」この姿勢が重要になっている。

図表 28 「GVC/SC ショック」後の変化と新たな備え⇒デジタル化・可視化の徹底

	従 来	これから	備考
生産・調達戦略	効率性重視	効率とレジリエンシーのバランス ^注 追求	臨機応変、適切なピボット（軸足旋回）、俊敏性（アジリティ）
	リークネス（無駄排除）志向	余裕、ゆとりある生産体制に	左の体制推進のため、GVC/SCの追跡可能性・可視性を具現化
	GVC/SCのコスト最小化追求	GVC/SCの最大コスト（コスト上限）の許容	結果的に従来の「無駄一切排除」という捉え方から脱却する必要
	企業別のモジュール化の推進	メーカーの垣根を超えた連携によるモジュール化	生産性向上と少子化対策には「生産の自動化」が不可欠で、モジュール化がキーワードに
	Just in Time	Just in Case（レジリエントなグローバル調達）	「必要な物を、必要なときに、必要なだけ生産する」理念だけから⇒多焦点化へ
	グローバル調達・最適化追求	制約条件下の生産・調達複雑化・多様化	生産調達環境の吟味と拠点多様化
	SCは直線的、層的（Tier'N'）	SCデジタル神経システム（無数の方向に分岐するシステム、供給網）	複雑だが柔軟に組み換え可能で可視化された調達網、SCの最新化・現代化
販売戦略	作って売る（ものづくり）	もの繋がり、連携・提携の拡大	データ連携、供給連携、価値連携
	製品の多機能化・高度化	スマートな顧客志向、UX重視（⇒企業間連携が進み、GVC/SCに影響）	製品の導体機能の活用によるユーザーコミュニティ構築とデジタルエコシステムの形成
	サービス	データ駆動型サービスの発達 Data-driven service（GVC/SCのつながり関係が変化する可能性）	自社等、ユーザー、第三者の3者が連携してデジタルエコシステムを形成することで新しい価値を共創。社外資源結合によるイノベーション
経営	“if”を想定した経営 「想定外」は不考慮	“when”その時まず何をするか予め設定、レジリエンシー実現のためのデジタル基盤構築が不可避に	「レジリエンシーコンパス」の活用 複数のシナリオ・ライティングの必須化
	ICT,デジタルの採用に遅れ	デジタル系新技術の積極利活用	サービスベンダー等を戦略パートナーに

注、上図に関する本検討会での意見としては、「リークネスは個社の生産体制の問題では」「JICとはレジリエンシーを共通理解として、環境変化に対応できるようにするGVCの最適解と理解」「グローバル調達・最適化追求は、レジリエンシーを追求する結果、JICと言い換えられていると理解」「SCが直線的から神経網に変化するの、レジリエンシーを実現する方策の結果と理解」「販売戦略の変化とGVC/SCとの関係性を明示的に」「日本の生産性向上、少子化対策に向けて、生産の自動化が必要になってくる。その際に、モジュール化がキーワードの一つになる。」
「現状、各企業でモジュール化を進めているが、メーカーの垣根を超えた連携によるモジュール化が必要。日本全体で、モジュールの標準化を（協調して）進めれば自動化も進み、生産性も上がっていく。デザイン、ソフト面は（競争領域として）各企業が独自性を発揮する。」があった。

出所：本検討会での議論と諸資料をもとにNSRI作成

7. まとめ：企業等へのインプリケーション

7-1. GVC/SCを巡るマクロ環境

7-1-1 通商・貿易投資の複雑化

東西冷戦終結後、世界ではグローバル化が進み、通商・貿易投資は複雑に絡み合いながら、国際分業網（GVC/SC⁸⁰：国際的な生産・調達のネットワーク）が発達した。その結果、貿易等の表面的な動向だけではその実態を掴みにくくなった。

7-1-2 国際分業網（GVC/SC）の深化

WTOによると、世界的にモノの貿易が鈍化する中であって、サービス貿易は堅調に拡大している。従来、その国の中で完結していた生産・サービス活動は、次第に国境を超えるようになり、国際的な分業網の構築が進んだ。

こうして出来上がってきた GVC/SC により、生産活動に伴う付加価値は、国際的に共有されることとなった。国際分業網の拡大は、FTA や投資協定のネットワーク整備などに支えられ、相互依存関係は網の目のごとく広がった。

7-1-3 国際分業網（GVC/SC）の現況

GVC/SC は、グローバル経済の発展とともに順調に拡大してきたものの、ここ数年の国際情勢をみると、従来のグローバル化に棹さず動きが顕著になりつつある。中でも米中対立と児童労働や強制労働といった人権問題は、GVC/SC の拡大に影を落としている。

また、気候変動や脱炭素などへの環境対応は、世界的に大きな盛り上がりを見せている。環境関連規制に関する報道も頻々としており、身近な問題となった。GVC/SC を維持・発展させていく上で、環境対応は待ったなしである。

そして COVID-19（コロナ問題）の勃発である。物流寸断や港湾滞貨などと相俟って、GVC/SC を取り巻く混乱の流れに追い打ちをかけている。

7-2. 国際分業網（GVC/SC）の最近の変動と対応

米中対立本格化の動きや人権問題・気候変動問題のクローズアップ、さらにコロナと、ここ両年は「経済合理性のみでは立ち行かない事態」に直面しつつある。もともと我が国の機械産業は、競争力の源泉として積極的に海外展開してきたところであるが、この新事態に対して、適切かつ迅速に対応する必要に迫られている。

7-2-1 米中対立

米中対立は政治的・経済的な対立のみならず、可能性としては軍事的な危険性も孕む問題である。この両国は、日系企業にとって、経済的な結びつきが最も強い国々である。対応の難しい問題だといえる。

海外では、特に、軍事技術への転用可能性が少しでもあるものは、グレーゾーンとして特別に注意を払うべきとする見方が出てきている。今後、貿易・投資面、人材面、技術面、製品・部品面などで、さらに規制が強化される可能性がある。経済安全保障面をはじめ、軍民融合につながる民生技術のような技術面の問題、ひいては製品ポートフォリオの見直しの必要性まで指摘されている。

何れにせよ、最新動向には、感度高く・的確に・迅速に対応する。そして必要な情報や指示を素早く周知徹底し、精査・監視する手段も欠かせない。デジタル技術をフル活

用した通信ネットワーク網の構築が前提となる。デジタル化・DX 推進のスピードを一層早める必要がある。

7-2-2 人権問題と GVC/SC 分析

人権問題は米中対立の一因でもある。人権問題は環境問題とともに SDGs や持続可能性といった観点から、企業は調達に責任を負うべきとされる。OECD は、「責任ある企業行動 (RBC : Responsible Business Conduct)」というレポートを発表⁸¹している。

既に、日系企業もこの問題の洗礼を受けている。ある取引先の契約先において、強制労働があると NGO から名指しで批判された事例。或いは、グループ内複数工場で働く技能実習生が、多額の手数料債務を負担していると非難された事例。いずれも成功裏に切り抜けることができている。しかし、人権デューデリジェンスの評価報告書を発表するなど、その対策に投じられた多大の管理負担をはじめ、相当の対応努力を強いられたことは想像に難くない。

GVC/SC の管理には人権問題という視点からのガバナンスが欠かせない。人権問題には、児童労働や強制労働などの労働環境に関する規制や「個人情報保護法」などデータ規制の問題がある。イギリスや豪州のように強制労働を念頭においた「現代奴隷法」を制定した国が出てきている。また、欧州を始め中国、米国カリフォルニア州など、多くの国・地域において個人情報保護などのデータ規制が強化・施行されつつある。

データ規制は、絶えず発生するプライバシー問題の高度化に追いついていないとされる。それ故にデータ規制は非常に複雑な規制の迷路になるといわれている⁸²。企業は、データが展開される場所、このデータの管理方法、およびビジネスでのデータの使用方法を管理し続ける必要がある。このためには、GVC/SC を精査するツールと、遵守していること・違反していないことを立証する手立ての確立が必須である。そうしたツールや手法はいずれもデジタル関連の技術である。この観点からもデジタル化・DX の推進が求められる。

7-2-3 環境対応

地球温暖化を背景に、世界的に自然災害が多発している。また、海洋汚染により、生態系、漁業、観光業への被害が増大している。

脱炭素を旗頭とする環境問題は、コロナ以前から、ここ数年、急速に世界の潮流となった。CO2 ゼロ (2050 年) 目標実現のためのロードマップ・ルールづくりが始まっている。自動車業界は EV 化宣言など脱エンジン車の流れが加速している。この CO2 ショックは全世界の企業に及んだ。企業経営においても脱炭素・炭素中立といった環境問題は、無視し得ない重要なテーマになった。

また、「B-コープ認証⁸³」のように、サステイナブル・持続可能性を掲げる NGO・NPO などの活動は、世界的に活発化している。今後、各国政府が環境規制をさらに強

化することは間違いない。今後は、規制当局や NGO・NPO からはもちろんのこと、GVC/SC 上にある企業や顧客企業などからも、脱炭素・資源循環に関する情報の提供を要請される可能性が高い。GVC/SC 全体にわたる CO2 排出量の計測と GVC/SC 可視化という 2 つの問題を、両方ともクリアする必要が出てきた。

今後、CO2 の計測と可視化についてのルール作りのほか、排出権取引や国境税措置などの面において、国際調整は重要な課題となる。

一方、企業サイドにおいては、GVC/SC 上での CO2 計測スキームの確立や関連情報・データの迅速な収集・解析が不可欠である。いずれの環境対応も、デジタル化・DX なしには進まない。CO2 ゼロ実現に向けたデジタル活用手法の開発・導入を着実に推進していく必要がある。

7-2-4 COVID-19（コロナ）による GVC/SC 分断

「2020 年に続き 2021 年も混乱の一年であった。」海外誌はこの一年を総括してこう報じている。また、ある住宅メーカーは、住宅に欠かせない製品を納入できず困惑していると報じられた。工場を中国からベトナムに移転したその工場が、こんどはロックダウンで生産も出荷も凍結されたためである。COVID-19（コロナ）は物流だけでなくビジネス活動全般に混乱とショックをもたらした。

コロナショックでは、「対面」が憚られ、何よりも Web によるリモート対応が最優先の課題となった。物流の寸断対策や供給不全の問題も早急の対応を迫られた。

WEF 等の調査結果によれば、デジタル化・DX が進展している企業ほど、迅速・柔軟な対応力（レジリエンシー能力）が発揮されたという。ドイツ政府は「I4.0 は（コロナのような）危機を克服するのに役立つ」として「デジタルの相互接続やデータの安全で相互運用可能な使用の重要性」を強調するメッセージを発出している。

コロナによってデジタルの利点が改めて見直され、世界中で DX の取組が加速した。

7-2-5 レジリエンシー・デジタル・DX の重要性

レジリエンシーとは、自社の GVC/SC に、激甚災害や今回のコロナのような外部から突発的に、或いは、想定外・想定以上のショックが加わったときに生じる混乱や制約に対し、ビジネスとして、迅速・柔軟に復旧・回復できる能力や新しい環境に適応する能力をいう。つまり、GVC/SC の強靱化のことである。

レジリエンシーからくる要請は、往々にして従来とは相反する方向の対応を必要とする。その例として、JIT（ジャストインタイム）から JIC（ジャストインケース）への切替えがある。効率とのバランスは無視できないものの、有事の際には効率よりも外部環境への素早い対応が何よりも重視され、優先される。

レジリエンシーに対する海外の論調からその特徴をみると、概ね次の 4 点に集約される。

第1に、DXへの投資を通じ、将来の危機に対する長期的な回復力の基盤を築くこと。

第2に、デジタル的に「成熟した企業」は、対危機で回復力があり、機敏に行動できたこと。ワイヤレス、ソフトウェア、自動化の各技術へのデジタル投資が重要とされる。この投資は、特に、レガシーシステム上への構築ではないという点が強調されている。また、自動化は、国内回帰に伴う高賃金を乗り切るために必要とされる。

第3に、SCに脆弱性を見つけた場合、自動化されたシステムやデータ駆動型の洞察支援ツールなどの技術進歩を活用して、SCの最新化と回復力を高めること。

第4に、“Stay competitive”。守り一辺倒に陥ることなく攻め続けること。

レジリエンシーは、デジタルネットワークを構築して取引の全貌を可視化することが第一である。次に、このデジタルネットワークのもとで、GVC/SCを再編し、デジタルエコシステムを構築した上で、デジタル化・DX以前には不可能であったビジネスモデルに挑戦して「新しい競争力」を獲得することである。そのヒントが、製品の導体機能(コミュニケーションチャネル)を活用したユーザーコミュニティの結成やそこで得られる情報を活用した新しいサービスへの展開である。(4-3、4-4参照)

WEF(世界経済フォーラム)の「レジリエンシー指針」は、「不確実性時代のGVCの混乱からナビゲートする」ために作成されたものである。世界トップクラスの企業の知恵と行動から抽出されている。(3-2-2、3-2-3参照)また、WEFは「ビジネスのレジリエンシーにとって、DXが如何に有効か」という論文の中で、「急速に変化するテクノロジーに対応し、将来の危機に対して『より回復力を発揮』するためには、『DXの終わりのない旅』が不可避」とし、さらに、「公的および民間部門はその『旅』に追いつくための努力と投資が必要」としている。

一方、日本でもレジリエンシーに向けた努力と投資が行なわれている。トヨタは富士通グループ3社とともに、東日本大震災後の2013年に、SCの可視化の取組を行っている。(参考コラム3参照)この「SC情報の見える化」に関してトヨタは、「日本のものづくりを守る」という想いと長年の信頼関係のもと、サプライヤーから提供された情報を基にデータベースを構築している(RESCUEシステム)。2016年4月の熊本地震での初動の迅速化、復旧の早期化に繋げることができたという⁸⁴。

7-2-6 新しいビジネスモデルの台頭

一方、こうした供給上の変動だけでなく、需要面でも大きな変容が生じている。コロナショックでは、マスクのように需要が急膨張した例や、観光のように需要が蒸発した例が随所で観察された。GVC/SCでクローズアップされている新事態や変動の背景について、国際競争力の観点からみると、単に供給面の問題にとどまらず、こうした需要面で生じている変容にも着目する必要性が浮かび上がる。つまり、GVC/SCショックという機を捉え、「新しい競争力」をいかに獲得するか、「新しいビジネスモデル」をどう組み立てていくか、が問われている。

需要面での変容を別の角度からみると、先進国では、かつての「もの不足」から「ものの充足」へ、さらに「もの余り」の時代を迎えている。そして、単なる「もの」の所有から、「もの」をベースとした新しいデジタル体験による価値に注目が集っている。デジタル時代の「もの」には、センサーや通信装置が付き、そこから生まれる大量のデータを収集・活用することで、さまざまな体験価値（UX,CX）をサービスとして提供しうる環境が整いつつある。これが日本の製造業を「ものづくり」から「ものつながり」（4-3 及び 参考コラム 11 参照）に変える一つの駆動力になると考えられる。

このつながり合う手段が、デジタル化とネットワーク化である。デジタル技術があつてはじめてユーザー体験に訴え得るサービスが提供できる。そしてこのデジタルネットワークに集う関係先の総体がデジタルエコシステムとなる。

納期の大幅短縮や見えなかったものが見えるといった体験から得られる価値は、デジタル技術との親和性が高い。今まで一月かかっていたことがほとんど一両日で手にするという得難い体験は、もはや後戻りできにくい「デジタルの価値」となりつつある。

製造業は、このコミュニケーションチャンネルとしての新しい「もの」とデジタルエコシステムを通じて、時代の変化に 대응するサービスインフラとしての役割と期待を獲得できる。これは、従来の「サイロ」の中で「ものを作る」という思考パターンから脱却し、「ものつながり」によるユーザーへのデジタル体験（UX,CX）という、「新しいサービスビジネス」への転換に挑戦する機会として認識する必要がある。SCのパートナーは（ベンダーとしてではなく）「チームメイト」として協力する、或いは、ユーザーコミュニティともネットワークで繋がり合うといった、従来の枠を越える新たな挑戦が求められる。

さらに重要な視点は、デジタルエコシステムを形成していく延長線上には、「価値創造の重心が社内から社外へ、つまり、従業員から社外パートナーにシフト」する（まさにパラダイムシフトの）可能性があるという点（4-3-7 参照）である。デジタル化・DXは「転換」なる語を内包するとともに新しいイノベーションの起点となることが期待されている。その理由の一端がここにある。

デジタル化・DXを一層推進して「ものつながり」を進め、付加価値創造の環を社外にまで広げることによって、製造業ならではの「新しいサービス」に足を踏み出すべきときが来ている。（4-4 のデジタルエコシステムの事例参照）その意味でトヨタの「アリーナ（Arene）」（参考コラム 12 参照）は、消費エコシステム型のデジタル PF 構築を志向しており、注目すべき先進的な取組であると考えられる。

7-3. デジタル化・DXの継続的推進を

GVC/SCは、持続可能な社会を目指す上で大きな挑戦に直面している。供給面のみならず、需要面においても、従来のような外部環境の安定性は期待できず、外部環境は大きな変動が常態化すると考えられる。企業はさまざまな規制や制約を遵守し乗り越えつ

つ、有事への対応と地球規模の問題に適応・貢献していく必要がある。

デジタル化・DXは、供給面の変動への迅速な対応を可能にし、レジリエンシー能力を高める。その一方で、デジタル化・DXは、需要面の変動への対応をも可能にし、デジタルによる体験価値実現の途を拓く。すなわち、守りと攻めの両面の対応が可能である。

デジタル系技術の積極活用には、サービスベンダーやスタートアップ、ギグワーカーなど、異業種等をも戦略パートナーに組み込むといった、自社の壁を乗り越える企図が必要になる。さらに、WEFのレジリエンシーコンパスなどを参考にして、臨機応変、有事等における軸足旋回（ピボット）の態勢づくりを行うなど、従来とは異なる組織風土・組織文化の刷新・変革が求められる。

GVC/SCは、持続可能性・SDGsや循環経済への転換といった様々な制約条件のもとで変容を迫られている。デジタル化・DXは、GVC/SCに求められる環境や人権等の諸課題に対応するためには必須のツールである。今後も国際分業網（GVC/SC）の発展のためにも、デジタル化・DXを継続的に強力に推進していく必要がある。

終わりに、「デジタル」とRRIの取組み

RRIは、日機連に設置されている日本のデジタル化・DXを主導してきた団体の一つ。ドイツのI4.0などの制度分析から、独・米の現地調査を経て、現在ではデータ連携やデータ流通などの問題に対し、一方で欧州のGAIA-XやIDSANなどへの対外的窓口機能を担いつつ、他方で分野間データ連携を目指す日本のDATA-EXとも協調して、DXを推進するために必要な論点について調査・研究を進めている。本検討会でも、RRIのSWG8が進める「脱炭素・資源循環に関するデータ流通」に関する取組みについて報告を受けた。

デジタル化・DXは、本稿で見てきたように、貿易投資・セキュリティ、環境等といった、様々に変化するGVC/SCの制約要因に対応する最も有効なツールである。引続き、RRIと密接に連携しつつ、課題に対応していく必要がある。

＜参考＞ RRI の活動概要

1 発足経緯

政府は2015年2月10日、日本経済再生本部において我が国の戦略として「ロボット新戦略」を政府の方針として決定（新たな「ロボット」の概念としてデジタル化及びネットワーク化を活かしつつ高度のセンサーや人工知能を駆使して作業を行うシステム全般と広く位置づける）。一般社団法人 日本機械工業連合会では、ロボット新戦略の組織的プラットフォームとして「ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会」の設立趣旨に積極的に賛同し、協議会の設立に至る。

2 体制

活動は下記3つのWGで進められるが、ここではGVCに関連する主にWG1の活動を紹介する。

WG1：IoTによる製造ビジネス変革WG

WG2：ロボット利活用推進WG

WG3：ロボットイノベーションWG

RRIが事務局を担う活動

IEC スマートマニファクチャリングシステム委員会

未来ロボティクスエンジニア育成協議会

3 WG1の体制

委員会形式で、国際標準化支援、中小支援、産業セキュリティ、デジタルエコシステム、エッジ機能、データ連携、ロードマップ検討などがある。

4 WG1のこれまでの主な活動

2015年現状課題を中間取りまとめとして発表

2016年から独PI4と連携協力、専門家会合を①国際標準化、②産業セキュリティ、③デジタルエコシステム、④ユースケースなどに関して推進し、春のハノーバーメッセ、秋のRRI国際シンポジウムで成果報告。

2017年～2018年Connected Industriesものづくり・ロボティクスを支援。

調査研究では、2017年ドイツ文献調査、システム思考、2018年ドイツ調査、2019年米国調査、2019年～ロードマップ検討など。

国際連携協力では、2017年米国IIC、2019年IDSA、2021年米国CESMIIなど、2021年IDSA・GAIA-Xに会員参加。2018年独Work4.0の紹介。

5 WG1 で描く将来像（仮説）

次代はものづくり技術を背景に製造 aaS 化していく中で、製造業が作り出す人工物とそのデジタル情報が産業インフラを通して、モビリティ aaS や他の社会 aaS で活用されるバリューチェーンを構成し、新たな顧客経験価値が創出されるなどイノベーションの加速化を助け、経済成長すると共に Society5.0 で言われる社会課題 SDGs や脱炭素、循環経済他の解決と合わせて行われるデジタルエコシステムを形成する。次代に向かうには、従来の産業構造を様々なパラダイムシフトを伴いながら、これまでの業種を越えて Connected Industries で新たな形態に変化させなければならない。日本は先進国として様々な変革を早期に試行錯誤しながら経験値を高め、国際で共創・競争してより良い社会を築いていく必要がある。WG1 はこの将来像へ向けて国内外と協力して活動をしている。

- ¹ 元々、マイケル・ポーター（1985）が著書『競争優位の戦略』の中で用いた言葉。業務間の繋がり（商品企画・資材調達・部品供給・製造・流通・マーケティング～機能を鎖のように結びつけて）付加価値を生むという見方 ⇒各業務機能の効率的な組織化により経営戦略を刷新する。
GVCの参考文献には、猪俣哲史著「グローバル・バリューチェーン」新・南北問題へのまなざし 日本経済新聞出版 2019年6月 のほか、**Wikipedia** には、“Global value chain “ の項目がある。
https://en.wikipedia.org/wiki/Global_value_chain、 また、**WTO**- “Global Value Chains “の資料では、
<https://globalvaluechains.org/concept-tools>
https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/miwi_e/miwi_e.htm **世銀**の資料では、“Global Value Chain Development Report 2019 “、 <https://www.worldbank.org/en/topic/global-value-chains>、**JETRO**の資料では、“Recent patterns of global production and GVC participation “; Xin Li (Beijing Normal University), Bo Meng (**IDE-JETRO**), and Zhi Wang (RCGVC-UIBE)、
https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/gvc_dev_report_2019_e_ch1.pdf などがある。このほか、**RIETI** 独立行政法人経済産業研究所「GVC（グローバルバリューチェーン）の変遷―国や地域の比較優位が変化するとき―」におけるリチャード・ボールドウィン（高等国際問題・開発研究所(ジュネーブ)教授)による講演、<https://www.rieti.go.jp/jp/events/bbl/18121101.html> などがある。
- ² デューク大学 GVC センター (<https://gvcc.duke.edu/>、<https://globalvaluechains.org/concept-tools>)
- ³ Global value chain(デューク大学 GVC センター) <https://gvcc.duke.edu/>
<https://globalvaluechains.org/concept-tools>
- ⁴ 自動車の例をみると、MaaS(Mobility as a Service)の場合、移動目的のほかに道を安全に楽しく快適に移動、或いは、運転手の居眠りや誤認知や誤操作を防ぐとか、混雑をさげるとか、景色を楽しむといった目的がある。
- ⁵ 日本の機械工業が目指すべき産業構造の姿については、日機連会員にとどまらず、他の産業も含め、国をあげて議論していく必要性が指摘されている。(詳細は RRI 国際シンポジウム 2021 など RRI における諸活動を参照)
- ⁶ MIT クスマノ教授 (4-3-3 の項参照)
- ⁷ 欧州委員会は I4.0 の次のターゲットとして同 5.0 を唱えている。これは I4.0 をベースに、持続可能な、人間中心の、回復力のある産業への移行を目指す。(欧州委員会の産業戦略と関係の深いドイツの産業戦略 2030 と I4.0 は本文上記参考コラム 2 を参照)
- ⁸ ドイツ連邦経済省のサイトから <https://www.bmw.de/Redaktion/EN/Dossier/industrie-40.html>
- ⁹ 「パンデミックが始まって以来、フォーチュン 1000 企業の 94% が COVID-19 による SC の混乱を経験。その 1 年半後、世界が再開するにつれてその需要拡大のスピードに追いつくことができていない。」世界経済フォーラム “How digital transformation can build more resilient businesses” 22 Oct 2021 Aongus Hegarty President International Markets, Dell Technologies
<https://www.weforum.org/agenda/2021/10/digital-transformation-business-resilience-cyber/>
- ¹⁰ 本検討会では、「地政学問題はそこで生産される『モノ』『データ』の供給が、仕組みは維持したまま供給が停滞する事態と理解される。現在進行中の半導体供給の課題がその例である。地政学リスクは、政治力を中心に「生産の国内回帰」などの手段で解決できる可能性がある。一方、自然災害のリスクは「モノの供給」「データ連携の仕組み」が制御不能で物理的に破壊される可能性がある。この場合は、分散型 GVC の仕組み構築などの非常にコストリーな方法論でしか回避できない。」といった意見があった。
- ¹¹ WEF 白書 p7 には、「COVID-19 関連の混乱は 3 兆 5 千億ドルを超える損害があり、過去 10 年間の SC 上に生じた損害を上回る。」と記されている。出典：“COVID-19 leads to massive labour income losses worldwide”, ILO, 23 September 2020, http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_755875/lang-en/index.htm (Link as of 9/6/21)
- ¹² キナクス・ジャパン株式会社(本社：東京都港区)は、2020 年度にカーボンニュートラルの目標を達成したと発表。「SC 業界において国際連合が掲げる持続可能な開発目標のうち 6 項目に対し、注力する ESG への貢献活動を準拠させてきた。」(『グローバルインパクトレポート 2021 年度版 (2021 Global Impact Report)』(<https://www.kinaxis.com/en/environmental-and-social-governance>))
- ¹³ 出所：OECD (2021), Building more resilient and sustainable global value chains through responsible business conduct (責任ある企業行動を通じたより強靱 (レジリエント) かつ持続可能なグローバルバリューチェーンの構築) <https://mneguidelines.oecd.org/building-more-resilient-and-sustainable-global-value-chains-through-responsible-business-conduct-japanese-version.pdf> から NSRI 作成
- ¹⁴ OECD によれば、新興リスクとして次の 10 点をそのトップに挙げている。1. パンデミックおよび感染症、2. 気候変動、3. サイバーセキュリティリスク、4. 地政学的な不安定性、5. 社会的不満および局地戦争、6. セキュリティに対する新たな脅威、7. マクロ経済的リスク、8. 天然資源および生物多様性リスク、9. 金融リスク、10. 汚染。出所：同上
- ¹⁵ 本検討会でも「地政学の問題は、現在進行中の半導体供給の問題に代表されるように、そこで生産さ

れる『モノ』『データ』の供給が、その仕組みは維持したまま、供給が停滞する事態と理解される。一方、地政学リスクは制御可能である場合があることから、政治力を中心に「生産の国内回帰」などの手段で解決すべき課題」という認識や意見が出ている。

¹⁶ 独ミュンヘン工科大学ダリア・マリン教授による東洋経済オンラインへの寄稿から引用。

<https://premium.toyokeizai.net/articles/-/28823>

¹⁷ 同上

¹⁸ Forbes Oct 1, 2021, The Supply Chain Solution Is Tapping Into Manufacturing Talent At Home Dave Evans Contributor Manufacturing

<https://www.forbes.com/sites/daveevans/2021/10/01/the-supply-chain-solution-is-tapping-into-manufacturing-talent-at-home/?sh=6eff7b362f18>

¹⁹ 日本では東日本大震災の後、SCの可視化の具体化の例として「富士通が非常時のSCを可視化するクラウド、トヨタ向けを外販」と報じられた。<https://xtech.nikkei.com/it/article/NEWS/20130321/464801/>

²⁰ 「2-2 GVC/SC ショックの背景」の「参考：デジタル化とDX」参照

²¹ CDO TREND” Modernizing the SCM Model: Moving From Traditional to Dynamic and More Integrated “ by Winston Thomas

https://www.cdostrends.com/sites/default/files/field/field_p_files/white_paper/eGuide_Cubewise_0821_Final.pdf

²² WEF 白書 発行: 6,7月 2021 The Resiliency Compass: Navigating Global Value Chain

Disruption in an Age of Uncertainty <https://jp.weforum.org/whitepapers/the-resiliency-compass-navigating-global-value-chain-disruption-in-an-age-of-uncertainty>

²³ レジリエンシーコンパスに関して、本検討会では「モノの流れと、データの流れて再整理すべき。モノの流れと、データの流れては課題が違う」との意見があり、モノの流れは「生産拠点のレジリエンシー」として、また、データの流れては「データプラットフォームの整備と、国家間データ流通のスタビリティ」といった、モノと情報のそれぞれの流れを峻別して整理するべきという意見が出ている。

²⁴ Digital PR Platform (2022年1月26日)によれば、SCMの最適化の事例として「キナクシス

(Kinaxis)” (SCソリューション企業: <https://www.kinaxis.com/ja/solutions>) の日本企業のシステム採用事例(以下)が紹介されている。事例: アドバンテスト (半導体需要の増加に迅速に対応可能な体制構築)、カシオ (グローバル需給の変動に対して安定した製品供給に寄与)、本田技研工業 (情報に基づいた迅速な意思決定および顧客のニーズをより理解するために可視性を向上)

<https://digitalpr.jp/c/1491>

²⁵ ダイヤモンド・オンライン; 広告企画「デジタルツインの活用で、不確実性の高い時代のサプライチェーン競争力を高める」Coupa 株式会社 2022.1.17 13:00 <https://diamond.jp/articles/-/292555>

²⁶ CDO TREND “ Modernizing the SCM Model: Moving From Traditional to Dynamic and More Integrated by Winston Thomas

https://www.cdostrends.com/sites/default/files/field/field_p_files/white_paper/eGuide_Cubewise_0821_Final.pdf

²⁷ 自動車業界を例にとると、Mobility as a Serviceがある。自動車がスマホの如く様々なサービスを提供する移動体になる。運転手にとって居眠りや誤認知や誤操作を防ぐ、或いは、混雑をさける、景色をもっと楽しめる。それらは価値ある体験だと考えられる。車と運転手から得られる様々なデータを解析して、必要とされる情報を提供できるようなサービス提供者を、GVC/SCに呼び込むことにより、運転が安全快適になる。(本検討会第3回講演など)

²⁸ SC管理。なお、猪俣哲史は、著書の中でSCMの高度化の背景として、次の4点を挙げている。1. 製品の高度化、2. プロセスシステム、3. 生産機能高度化、4. 部門間高度化。猪俣哲史著「グローバル・バリューチェーン」新・南北問題へのまなざし 日本経済新聞出版 2019年6月

²⁹ 「レジリエンシー」は、または、「レジリエンス」ともいう。本報告書ではWEFのレジリエンシーコンパス(後述の3-2-2参照)に合わせて「レジリエンシー」に統一した。

³⁰ 同様の見方にダイナミック・ケイパビリティがある。また、Just-in Caseも類似の見方であると考えられる。

³¹ 本検討会では、「レジリエンシーの本質は(調達等の)複線化とその管理にあり、管理手法の手段としてデータ連携がある」や「レジリエンシーと複線化」、「データ連携」の関わりが指摘されている。

³² デジタル検討会委員の指摘に基づく

³³ 日経ものづくり 2021 11 「ドイツの視点 “名付け親が語った誕生と成長 今後のカギは製造現場の知見の強化 同誌p48の「I4.0の看板はおろさない」の記事参照

³⁴ 「欧州グリーンディールは、EUの新しい成長戦略。雇用を創出しながら、排出量の削減を促進する」ウルズラ・フォン・デア・ライエン欧州委員会委員長

<https://eumag.jp/wp-content/uploads/2020/02/green-deal.pdf>

³⁵ NEXTGEN CONNECTIVITY | ECOSYSTEMS Yes, the Digital Twin War Is Here By Lachlan

Colquhoun on October 11, 2021 https://www.cdostrends.com/story/15924/yes-digital-twin-war-here?utm_source=kmatrix&utm_medium=newsletter&utm_campaign=CDO Trends Weekly Tuesday Newsletter

³⁶ MSがDTを使ったSC向けクラウドソリューションを発表。突発的な事故や災害の際にもリスクを

最小限に抑えるという。<https://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/2201/14/news051.html>

³⁷ 本検討会では、このデジタルエコシステムについて、「データを共有するプラットフォーム上に存在するエコシステム」との解釈が提起された。

³⁸ Forbes:Jan 19, 2022,01:46pm EST|“2022 Global Supply Chains: Four Trends That Will Shape The Future”SAP Richard HowellsBrand Contributor SAPBRANDVOICE| Paid Program から NSRI 作成
<https://www.forbes.com/sites/sap/2022/01/19/2022-global-supply-chains-four-trends-that-will-shape-the-future/?sh=bcd70833ef4e>

³⁹ コミュニケーションチャンネルとは、製造業の産出物としての製品に、センサーや通信手段をつける
と、その製品が通信の中継基地となってセンシング情報などを送受信し、受信者がまた別の情報を送信
するといったように、製品を「**導体（コミュニケーション手段の媒体）**」として関係者間の相互通信が可
能になる。その導体（媒体）のことをいう。The 4 Tiers of Digital Transformation by Mohan
Subramaniam September 21, 2021 <https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation>

⁴⁰ 詳細は後述、HBR; The 4 Tiers of Digital Transformation by Mohan Subramaniam September
21, 2021 <https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation>

⁴¹ SupplyChainBrain, THURSDAY, FEBRUARY 10TH 2022, “Unlock the Power of Your Supply Chain
through Digital Transformation” <https://www.supplychainbrain.com/articles/34396-unlock-the-power-of-your-supply-chain-through-digital-transformation> から NSRI 作成

⁴² 「インターネットのおかげで、消費者の需要は以前に比べてはるかにダイナミックに。一瞬の流行
で、文字通り一夜にして需要が急上昇（または急降下）。注文する商品の多くにカスタマイズオプション
を求め、製品を徹底的に調査した後、購入する商品に対してより厳しい目を持つようになった。**持続可
能な製造方法が求められるようになったのも最近の傾向**。これらを総合すると、私たちの**消費方法と生
産方法の間には明らかなギャップがある。メーカーは20～30年遅れている**。需要、持続可能性、コス
トなど、さまざまな要因が絡み合って、**メーカーは変革を迫られている**。」 Supply & Demand Chain
Executive: Don't Embrace Industry 4.0 Without Rethinking Maintenance and Reliability. May 14, 2021
Artem Kroupenev From Augury <https://www.sdexec.com/software-technology/article/21330930/augury-dont-embrace-industry-40-without-rethinking-maintenance-and-reliability>

⁴³ MIT の経営大学院教授 「単純なものづくりから脱却せよ」、「サイロの上への積み上げ
型」から「脱サイロによる**ネットワーク展開型**」へ、「ものづくり」でなく「ものつながり」
へ、などの理論で知られる。（広野彩子著世界最高峰の経営教室）

⁴⁴ 例えば、注文書、請書から対面での引き継ぎなど。工作機械で部品を加工するにも、図面
や仕様書などの情報を介して業務が進行する。これらが紙・ファクス文化の象徴である。

⁴⁵ デジタルエコシステムについての説明は、HBR の The 4 Tiers of Digital Transformation by
Mohan Subramaniam September 21, 2021 を参照のうえ NSRI 作成。
<https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation> なお、同資料には「生産と消費の2種類のデ
ジタルエコシステムが出現したが（4-4 参照）、どちらも**データとデジタル接続の最新の進歩以前には存在していな
かった**」とある。

⁴⁶ 日経新聞オンライン「トヨタ、25年メドに車の基盤ソフト IT 大手対抗へ外販も」
自動運転—2022年1月3日 18:10 (2022年1月4日

https://www.nikkei.com/article/DGXZQUC26AU80W1A121C2000000/?n_cid=NMAIL007_20220104_A

⁴⁷ コミュニケーションチャンネルとは、製造業の産出物としての製品に、センサーや通信装置をつける
と、その製品が通信の中継基地（チャンネル：導体（媒体））となることを指す。このチャンネルを通じて
センシング情報などが次々と送受信されるというイメージである。

⁴⁸ 多くの報道で既に指摘されている。一方、従来の業務の進め方が「紙・ファクス・電話」及び面談。
この面談が新型コロナの直撃を受けた。これもデジタル化のリモート性が評価され、加速を促した一
因。

⁴⁹ 日本機械工業連合会「令和元年度 IoT・AI 時代のものづくりと人の役割変化への対応調査研究報告書
～「ものづくりDX」の推進に向けた II 型能力と“スピード”を～」において「脱自前主義」「オーブ
ン化」「ネットワーク化」等の問題を検討している。<http://www.jmf.or.jp/houkokusho/2345/3.html>

⁵⁰ HBR ; “Digital Transformation Changes How Companies Create Value” by Marshall W. Van
Alstyne and Geoffrey G. Parker , December 17, 2021 [Digital Transformation Changes How
Companies Create Value \(hbr.org\)](https://hbr.org/2021/12/digital-transformation-changes-how-companies-create-value)

⁵¹ 出所：エアバス、ビッグデータ活用「スカイワイズ」ピーチなど導入 By Tadayuki YOSHIKAWA
<https://www.aviationwire.jp/archives/122474>

⁵² Prewave GmbH：オーストリア企業、世界中のソーシャルメディアとニュースデータに基づいて、クラ
イアントのリスクインテリジェンスを生成するサービスを提供。

<https://www.advantageaustria.org/us/company/en/prewave-gmbh>

⁵³ IT用語辞典によるとフィード【feed】「ITの分野では、外部から刻々と配信されてくるデータの流
れや、これを時系列に一覧できるような整理した操作画面などのことを指すことが多い。」[https://e-
words.jp/w/%E3%83%95%E3%82%A3%E3%83%83%BC%E3%83%89.html](https://e-words.jp/w/%E3%83%95%E3%82%A3%E3%83%83%BC%E3%83%89.html)

⁵⁴ ここでいう「攻めの課題」に取り組む動きとして、日本でも DADC や DSA の設置及び RRI における製
造業分野での対応の検討が挙げられる。DADC：デジタルアーキテクチャ・デザインセンター

<https://www.ipa.go.jp/dadc/>、DSA：一般社団法人データ社会推進協議会 <https://data-society-alliance.org/>

⁵⁵ レジリエンシーについて、本検討会では、モノの観点とデータの観点の区別が重要との視点から「製造拠点複線化は守りの為のレジリエンシーで JUST IN CASE の例に該当するモノの観点からの整理、一方、「共通言語」「共通プロトコル」「データ保全（越境問題含む）はそれぞれモノのレジリエンスのために必要なデータの観点からの整理になるとされる。

⁵⁶ 標準化について、2020年6月から協力関係にあるドイツのPlattform Industrie 4.0と、米国国立スマート製造研究所 CSMII は「相互運用性とスキル・能力の共有の促進」を目指す一方で、特に「技術の標準化と労働力のスキルの開発に関して協力する必要がある」とのメッセージを出している。

Drives&Control : US and German groups shape future of smart production 21 APRIL, 2021
https://drivesncontrols.com/news/fullstory.php/aid/6701/US_and_German_groups_shape_future_of_smart_production.html

⁵⁷ 海外には、データ流通での GAIA-X、IDSA、AAS や先進事例としての Skywise や CATENA-X などがあり、RRI において、調査・研究対象の一つとして取組中である。

⁵⁸ Priya Merchant “Why Digital Transformation is More About People Than Technology”
ENTREPRENEUR ASIA PACIFIC Dec. 22, 2020 <https://www.entrepreneur.com/article/360758>

⁵⁹ Just-in Case について、本検討会では「Just in case は、レジリエンシーと効率性を両立する考え方とみるべきであり、その為にはデータの共通化と、生産拠点の複線化が必要になる。」との考え方が出されている。

⁶⁰ 既に 4-4-1 でみてきたように、ここで登場するエクササイズ機器メーカーはユーザーコミュニティを立ち上げて、その PF を第三者にも開放するという決断がこの PF に価値をもたらし、この企業の成長を後押しすることになったことに留意すべきである。

⁶¹ 本検討会では、不測の事態としてどのような想定（シナリオライティング）をしておくべきかというテーマは、一企業の手に余る問題だとの指摘があった。

⁶² 豪州政府の前掲 The Future of Digital Experience in Manufacturing には「コストと生産効率の向上（製品と運用）」に重点を置く代わりに、「顧客体験のデジタル化」に投資すべきとある。販売前、販売中、販売後のカスタマージャーニーがより重要になったと指摘。

⁶³ HBR : The 4 Tiers of Digital Transformation by Mohan Subramaniam September 21, 2021
<https://hbr.org/2021/09/the-4-tiers-of-digital-transformation>

⁶⁴ 前掲豪州政府の The Future of Digital Experience in Manufacturing によれば「デジタル顧客体験への投資は、セルフサービスツール、自動化されたサービスの提供、および個別化された製品カタログといった面で増加している。ユーザーフレンドリーな体験の提供で、メーカーは顧客の頼りになるプロバイダーとしての地位を確立するべき」とある。

⁶⁵ 4-4-1 デジタルエコシステムの事例から 4-4-2 並びに 4-4-3 を参照

⁶⁶ 本検討会ではこの点に関して、「データの共通化」という意味で重要であるとの指摘、及び、「ブロックチェーンのような仕組みで、改竄（かいざん）を防止するとともに複数拠点のサーバーに分散的にデータが確保されることが重要」との指摘があった。

⁶⁷ 本検討会では、「ドイツは“Second Life Innovation”に取り組むと言っている。」との紹介があった。

⁶⁸ 本検討会においても国内調達等は経済安全保障の観点からも重要だとの指摘があった。

⁶⁹ SC の専門家の主張をみてみると、SC は効率の追求でなく、回復力の構築に集中する必要があるという。つまり、リソースの再割り当て、機械の改造、または出荷の経路変更のための柔軟性と予備能力の向上を重視するという見方が多くみられる。Forbes ” Acceleration To Supply Chain 4.0~新しい道を切り開く際の敏捷性と持続可能性の確保 Nov 18, 2021 ノキア I4.0 Rahul Aggarwal

<https://www.forbes.com/sites/nokia-industry-40/2021/11/18/acceleration-to-supply-chain-40-ensuring-agility-and-sustainability-as-we-forge-a-new-way-forward/?sh=68c5f331129e>

⁷⁰ 半導体製造や先端パッケージング、電気自動車用バッテリーを含む大容量バッテリー、希土類（レアアース）を含む重要鉱物、医薬品および医薬品有効成分の 4 分野（JETRO ビジネス短信 2021 年 06 月 10 日）
<https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/06/9d72b2ee702630ae.html>

⁷¹ 「DT は SC の分野で新しく出現したテクノロジーであるため、その利活用には、問題を明確にした上で、可視化などの課題に取り組みやすい候補の選択から始める必要がある。」と、この技術自体がまだその利活用において歴史が浅いことを認めている。

Analytics Insight : INTERNET OF THINGS LATEST NEWS by Priya Dialani January 30, 2021

<https://www.analyticsinsight.net/iot-in-supply-chain-analytics-improving-efficiency-in-supply-chains/>

⁷² MIT Technology Review by Will Douglas Heaven 2021.11.01 ” How AI could solve supply chain shortages and save Christmas

<https://www.technologyreview.jp/s/259580/how-ai-could-solve-supply-chain-shortages-and-save-christmas/>

⁷³ Accenture Janet Brice |Jan 18|magazine

<https://www.manufacturingglobal.com/smart-manufacturing/accenture-blockchain-and-ai-fuel-industry-40>

⁷⁴ 温室効果ガス排出量の算定・報告・公表制度とは？（環境省）<https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/>

⁷⁵ Nov 18, 2021, Acceleration To Supply Chain 4.0

<https://www.forbes.com/sites/nokia-industry-40/2021/11/18/acceleration-to-supply-chain-40-ensuring-agility-and-sustainability-as-we-forge-a-new-way-forward/?sh=2f6cf6f9129e>

⁷⁶ Drives&Control : US and German groups shape future of smart production 21 APRIL, 2021

https://drivesncontrols.com/news/fullstory.php/aid/6701/US_and_German_groups_shape_future_of_smart_production.html

⁷⁷ Manufacturing Global Jonathan Whiteside MAR 26, 2021 <https://manufacturingglobal.com/ai-and-automation/three-ways-ai-improving-manufacturing-operations>

⁷⁸ このモジュールの議論の参考になるのが、4-2-1の「参考コラム エラー! メイン文書しかありません。」に登場する共同生産モデルである。「各国が共に製品を作る共同生産モデルは、電気自動車やその他の新しいモビリティ製品の生産の場合に有効である。」これは国を超えたモジュールや標準化を前提としていると考えられる。

⁷⁹ 本件に関して検討会では「日本では自社設計のモジュール化にとどまっている。他社のコンポーネントも組み込めるといったエコシステムとの関係でのモジュール化が必要。エコシステムに加わっている企業がモジュールを提供できるし、すでに作ったシステムからも乗り換えられるというイメージ」が求められるという。

⁸⁰ GVC/SC: グローバルなバリューチェーンとサプライチェーンのこと。ここではほぼ両者同義とみてGVC/SCと表記している。

⁸¹ 出所: OECD (2021), Building more resilient and sustainable global value chains through responsible business conduct (責任ある企業行動を通じたより強靱(レジリエント)かつ持続可能なグローバルバリューチェーンの構築) <https://mneguidelines.oecd.org/building-more-resilient-and-sustainable-global-value-chains-through-responsible-business-conduct-japanese-version.pdf> から NSRI 作成

⁸² 出所: IDG CONNECT COM: “What will happen around the world of data in 2022?” By IDG Contributing Editor | DEC 27, 2021 <https://www.idgconnect.com/article/3644455/what-will-happen-around-the-world-of-data-in-2022.html> DataStax の開発者関係担当副社長である Patrick McFadin による寄稿記事から NSRI 抜粋 (参考コラム 16 参照)

⁸³ B corp: サステイナブルな「良い会社」に与えられる。アメリカの非営利団体 B Lab (2006 年設立) が営利企業に対して認証する制度。B corp 認証⇒透明性・説明責任・持続可能性・社会と環境へのパフォーマンスの分野で B Lab の厳しい評価基準を満たしている企業だという認証。B corp 認証企業は、株主の利益だけではなく、従業員、消費者、地域社会、環境に対して包括的な利益を生むビジネス活動を行う。B-Corp: https://sdgs.media/blog/4999/#B_corp

⁸⁴ トヨタ「サステイナブル マネジメント レポート 2016」の p 5 から NSRI 作成 https://www.toyota.co.jp/pages/contents/jpn/investors/library/annual/pdf/2016/sustainable_management_report16_fj.pdf

<参考>

2021 年度検討会開催一覧

開催日	会合名	講演名と講演者
6/21 (月)	デジタルテーマ 第1回検討会	「DX時代における「ものづくり」から「ものつながり」への視点と展望」について 日鉄総研株式会社 客員研究主幹 山藤 康夫氏
9/13 (月)	デジタルテーマ 第2回検討会	「運輸事業者とともに「動態管理プラットフォーム」で実現する未来～協調と協創～」 一般社団法人 運輸デジタルビジネス協議会 代表理事 小島 薫 氏 「鴻池運輸(株)における技術革新の取組について」 鴻池運輸株式会社 鴻池技術研究所長 則竹 茂年 氏
11/18 (木)	デジタルテーマ 第3回検討会	「海外動向を踏まえ、自動車産業の付加価値が今後如何に移行するかについて」 名古屋大学 客員准教授/インテル 事業開発・政策推進 ディレクター 野辺 継男 氏 「脱炭素・資源循環プラットフォーム構築に向けた取り組みについて」 RRI グローバルデータ流通管理基盤サブワーキンググループ 主査 NTTコミュニケーションズ株式会社 エバンジェリスト 境野 彰 氏
1/21 (金)	デジタルテーマ 第4回検討会	「報告書の議論」 日鉄総研株式会社 客員研究主幹 山藤 康夫氏

非売品
禁無断転載

2021年度ポストコロナの
製造業グローバル・バリューチェーン変革
に関する調査研究報告書
IV. デジタル 編

発行 2022年3月
発行者 一般社団法人 日本機械工業連合会
〒105-0011
東京都港区芝公園三丁目5番8号
電話 03-3434-5383