

ブロックチェーンを活用した SCM高度化のための新手法

JBA定例会
EYストラテジー・アンド・コンサルティング株式会社

2021年7月27日

自己紹介



鈴木 顕英 (すずき けんえい)

EYストラテジー・アンド・コンサルティング株式会社

シニアマネージャー

Kenei.Suzuki@jp.ey.com

- ▶ 日系銀行の金融工学エンジニア、産業アナリストとして従事したのち現職。
FinTech、決済ビジネス、サプライチェーンマネジメント、仮想通貨、リスク管理、アナリティクスに強みを持ち、銀行など金融機関のほか、Sler、大手商社、通信会社に対する金融事業戦略立案の経験も豊富に有する。
金融機関や事業会社など約20社で構成される「ICOビジネス研究会」の事務局も担当。
- ▶ 一般社団法人日本ブロックチェーン協会 事務局サポーター
- ▶ 暗号資産のセキュリティーを研究する専門家団体Cryptoassets Governance Task Force (CGTF) の発足時からのメンバー
- ▶ 日本証券アナリスト協会 認定アナリスト (CMA)
- ▶ 貿易実務検定C級
- ▶ 一般社団法人MyData Japan 会員
- ▶ 修士 (数理学、東京大学大学院)

SDGsは、世の中の資源配分を最適化することが中心的なテーマであり、ブロックチェーンはその実現に大きな貢献をするポテンシャルを持っています

SDGs = 配分の問題



貧困をなくそう



富・労働の配分の問題



飢餓をゼロに



食料配分の問題



安全な水とトイレを
世界中に



衛生的な水の配分の問題



エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



エネルギー配分の問題



つくる責任つかう責任



原料・商品の配分の問題



ブロックチェーン

改ざん耐性

一度記録された
データは改ざん
されずに存続する

高可用性

実質的にデータを
常時利用でき、
消失することもない

透明性

過去のデータや
参加者の状況を
容易に確認できる



必ずしも利害が一致しない多数の人々の
間での情報共有に効果的な手段

ブロックチェーンで資源の配分状況を可視化・共有することはSDGs実現への有効な手段

(出所) 外務省「Japan SDGs Action Platform」(<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/index.html>、2021年4月10日アクセス)

SDGsは、世の中の資源配分を最適化することが中心的なテーマであり、ブロックチェーンはその実現に大きな貢献をするポテンシャルを持っています

SDGs = 配分の問題



貧困をなくそう



富・労働の配分の問題



飢餓をゼロに



食料配分の問題



安全な水とトイレを
世界中に



衛生的な水の配分の問題



エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



エネルギー配分の問題

本日のテーマ



つくる責任つかう責任



原料・商品の配分の問題

ブロックチェーン

改ざん耐性

一度記録された
データは改ざん
されずに存続する

高可用性

実質的にデータを
常時利用でき、
消失することもない

透明性

過去のデータや
参加者の状況を
容易に確認できる



必ずしも利害が一致しない多数の人々の
間での情報共有に効果的な手段

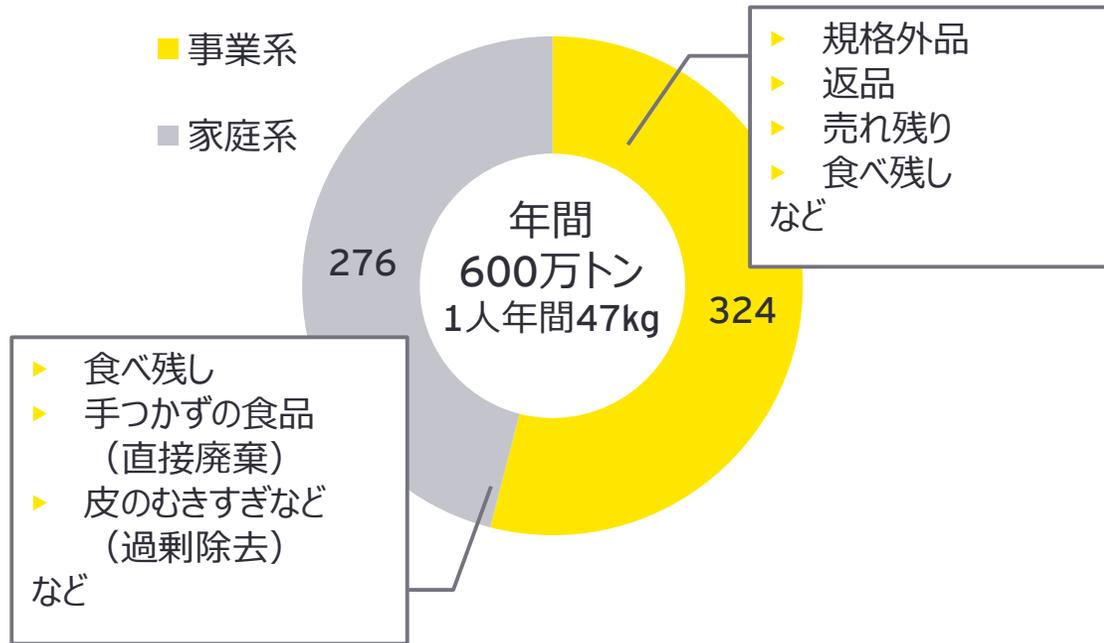
ブロックチェーンで資源の配分状況を可視化・共有することはSDGs実現への有効な手段

(出所) 外務省「Japan SDGs Action Platform」(<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/index.html>、2021年4月10日アクセス)

サプライチェーンマネジメントは消費者による企業の支持も左右する重要な経営課題になっており、高度化へのニーズが一層高まっています

食べ残し

国内の食品ロス年間発生量（万トン）



適時・適品・適量に品物を届けるサプライチェーンマネジメント (SCM) の重要性が高まっている

(出所) 政府広報オンライン「もったいない！食べられるのに捨てられる「食品ロス」を減らそう (資料：農林水産省及び環境省「平成30年度推計」)」
<https://www.gov-online.go.jp/useful/article/201303/4.html> (2021年7月26日アクセス)

衣料品の廃棄

ある欧州の有名ブランドの例

- ▶ ブランド価値を維持するため、衣料品やアクセサリ、香水など、1年間で2,860万ポンド (約41億8,000万円) 相当の売れ残り商品を破壊・処分したことを公表
- ▶ 衣料品などを作る際に使う資源や労働力を無駄にしている点や、焼却処分する際に環境へ与える悪影響の懸念などから、当該ブランドに対する不買運動へ発展

日本でも衣料品の廃棄は深刻な問題

- ▶ 年間29億着が供給され、15億着が売れ残りその大半が廃棄処分されている、と言われている
 - ▶ 総重量は100万トンとの試算も

コロナ禍でモノの需給が急変したためサプライチェーンが混乱する事例が相次いでおり、 国レベル・産業レベルでのマネジメントの必要性が再認識されつつあります

半導体

需要減少

- ▶ 2020年、人の移動が減少したため自動車向け需要が急減
- ▶ 一方で、テレワークや巣ごもり需要のため、PC・モバイル・ゲーム機向け需要が高まり、半導体メーカーが売り先をシフト

供給不足

- ▶ 2021年、コロナ禍からの経済回復見通しが好転するとともに、自動車販売が急回復するも、既に半導体メーカーの製造ラインは自動車向け以外に割かれており、自動車向け半導体が不足に
- ▶ 一部車種では生産中止にも至る

マスク

需要過多

- ▶ 2020年4月、需要が急増し全国的に在庫が払底
- ▶ 中国国内向けマスクを輸入し日本で高値で販売する事業者が相次ぎ、1枚100円程度まで価格が高騰

供給過多

- ▶ 2020年7月には国内メーカーの増産も軌道に乗り、品薄感が解消
- ▶ 中国から輸入した大量のマスクは投げ売り状態になり、1枚10円代まで急落

ワクチン

供給過多

- ▶ 2021年5月、1日100万回の接種を目指す方針が発表
- ▶ 各自治体・企業は、1日あたりの接種回収を増やす工夫を重ねる

需要過多

- ▶ 2021年7月、接種回数が1日140万回程度に達し、在庫が不足する懸念
- ▶ 予定を変更し予約を打ち切るケースが発生

SCMの最適化に向けて、近年ブロックチェーンによる在庫情報の共有の試みが多く提案されていますが、データプライバシーの課題があります

SCMの最適化を 阻む原因

- ▶ 消費者の突発的な需要が発生するため、小売企業は厚めに在庫を保有しようとする
- ▶ 小売企業に突発的に需要が発生するため、メーカーは厚めに在庫を保有しようとする
- ▶ 以下同様
 - ➔ 在庫リスクや運転資金の無駄が発生するほか、廃棄による環境負荷も増加

従来の 対処方法

- ▶ 在庫を持つのではなく、川下の注文に応じて生産を行う（トヨタ生産方式）
- ▶ 売り切りを恐れず、販売できる量を見極めることで追加生産を行わない（ZARA）
- ▶ 計画通りの販売量達成に注力する（ユニクロ、無印良品）
- ▶ 仕入先が開示された売り場の在庫量を見ながら納品（ワークマン、富山の置き薬） 等々

新たな 対処方法

- ▶ ブロックチェーンなどによりリアルタイムの在庫情報を企業間で共有
 - 小売の在庫をもとに、メーカーは需要を先読みして、調達・生産・出荷を計画できる
 - × 企業の重要な秘密である在庫情報を開示することは不安が大きい

ブロックチェーンの潜在的で高い有用性を具現化するべく、データプライバシーを確保しつつ、SCM最適化の本質的な情報のみを共有する仕組みを考案しました

EYの新手法の新規性

在庫情報を共有するのではなく、「次回いつ発注が起きそうか」という情報をブロックチェーンで共有する

次頁

- ▶ 川上企業は、発注者の営業の秘密を知りたいわけではなく、生産や調達に際して「自社がどうふるまえばよいか」の判断材料を得られることになるため事足りる
- ▶ 川下企業は、いつかは発注することになるため前もって予定日を知らせることは、秘密の暴露には当たらない

万一、漏洩の場合もデータプライバシーを十分に確保する

次々頁

- ▶ ブロックチェーンに渡される情報は「公開鍵暗号方式による暗号化」+「可読性を失わせる加工」を行い、万一情報が漏洩しても、情報提供企業以外には意味がないよう処理する

➡ 社外のブロックチェーンにデータを送信することのプライバシー上の懸念を排除し、多様な企業が参加しやすい仕組み

➡ 一連のアルゴリズムについて特許を取得（特許第6764546号）



EYの新手法では、未引当在庫数量の変化から発注予定日を統計的に日々算出し、これを、ブロックチェーンを介して川上のサプライヤーに伝達します

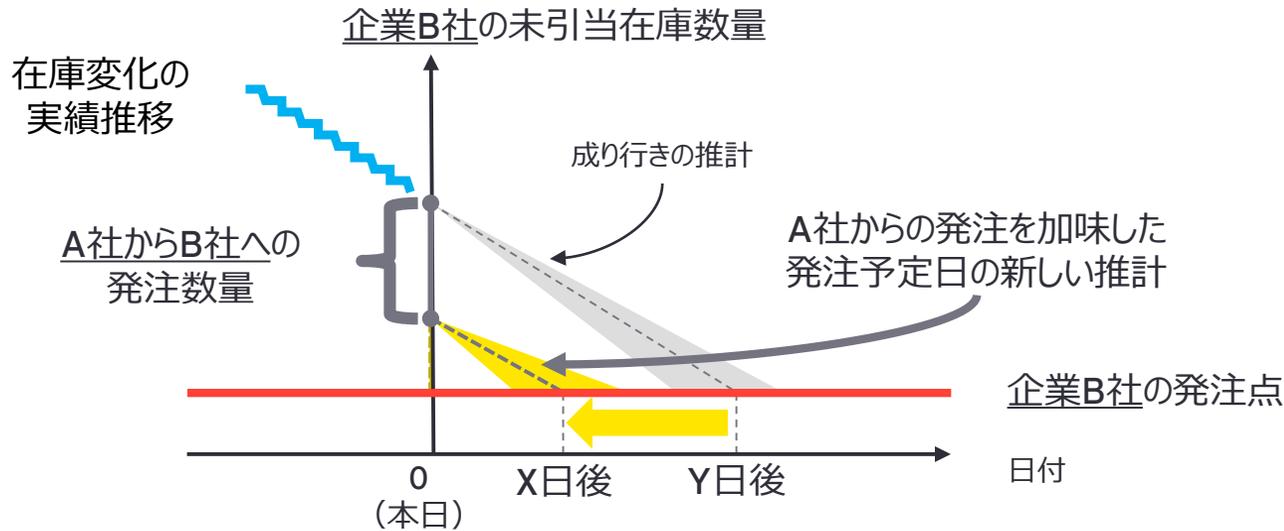
発注情報の流れ



【仮定】

- ▶ 企業Bは、未引当在庫が発注点に達したときC社に発注

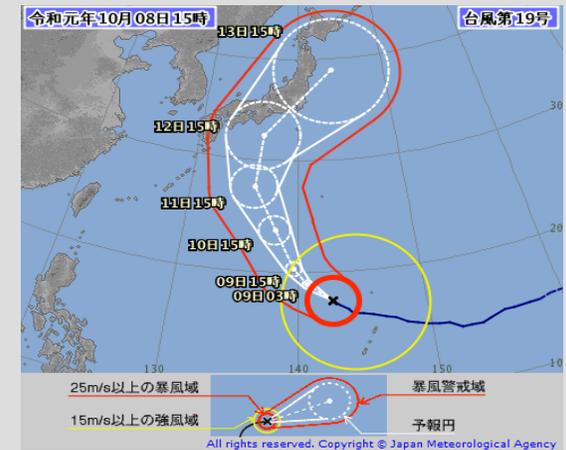
川上企業への情報伝達
発注予定日の算出と



企業B社の発注予定日は昨日までY日後とっていたがX日後に早まりそうだ

暗号理論を活用し、B社のデータプライバシーを確保した状態でC社に伝達

利用方法のイメージ



台風の進路予想のように直撃(受注)するタイミングに備えて対策(生産や出荷を調整)

(出所) 気象庁ウェブサイト

在庫量そのものの値ではなく、企業固有の線形変換を施した「擬在庫量」の減少ペースを求めます

【記号】

$X(t)$: 時刻 t における企業 B での部品 X の在庫量
P	: 発注点
$F_{\omega}(\cdot)$: 企業 ω の公開鍵による暗号化、ただし $\omega \in \{\text{企業}B, \text{企業}C, \text{プラットフォーム}PF\}$
$F_{\omega}^{-1}(\cdot)$: 企業 ω の秘密鍵による復号化
\odot	: 特定の文字による文字列の結合演算子 (例: $aaa\odot bbb = aaa\%\%bbb$)

【アルゴリズム】

1. 企業 B での事前準備 ($t < 0$)

企業 B は、自社で定めた実数 μ を用いて、前回の部品 X の入庫時点 $t = t_{last}$ 以降の未引当在庫量について以下（「擬在庫量」という）を計算する

$$y(t) := \mu(X(t) - P) \quad \text{ただし } t_{last} < t < 0$$

擬在庫量の数列 $\{y(t); t_{last} < t < 0\}$ と、企業名 B および部品名 X をプラットフォームの公開鍵で暗号化したプラットフォームに送信する。

$$\{F_{PF}(y(t))\}_{t_{last} < t < 0}, F_{PF}(B), F_{PF}(X)$$

2. プラットフォーム PF での事前準備 ($t < 0$)

プラットフォーム PF は、企業 B から受領したデータをプラットフォームの秘密鍵 $F_{PF}^{-1}(\cdot)$ で復号化し、擬在庫減少速度 a を最小二乗法により求める。すなわち、

$$\hat{y}(t) = \hat{a}t + \hat{b} + \epsilon(t) \quad \text{ただし } \epsilon(t) \sim i. i. d.$$

擬在庫量の減少ペースが維持された場合に、擬在庫量が発注点に達する時点が「発注予測日」となります

3. 企業Bにおける $t = 0$ での注文受注時

$t = 0$ で企業Bが製品Zを r 単位受注した場合、未引当在庫量を計算し、擬在庫量 $y(0)$ を求めた上で、企業名Bおよび部品名Xとともにプラットフォームに暗号化して送信する。

$$y(0) = \mu(X(-1) - mr - P)$$

4. プラットフォームでの発注予測日の算定

擬在庫量 $y(0)$ と擬在庫減少速度を元に発注予測日の中心値 t_{mid} を以下で算定する。擬在庫量の予測値は、

$$\hat{y}(t) = at + y(0) \quad \text{ただし } 0 < t$$

となるので、発注予測日は

$$t_{mid} = -\frac{y(0)}{a}$$

となる。

5. 発注予測日のブロックチェーンへの記録

発注予測日は、受注企業である企業Cはもちろん、発注企業である企業Bも可読であることが必要であることに加え、それ以外の企業には秘匿されることが求められる。そこで、企業名Bおよび部品名Xを定められた記号（例えば「%%」）で結合した文字列 $B \odot X$ を暗号化し、発注予測日とともにブロックチェーンに記録する。すなわち、ブロックチェーンに以下のレコードを記録する。

$$\{t_{mid}, F_B(B \odot X), F_C(B \odot X)\}$$

受発注に関する情報が共有されることの恩恵は受注企業・発注企業双方が享受することが可能であり、ひいてはサプライチェーン全体の価値向上につながると考えます

受注企業側メリット

前倒しでの情報取得による生産・在庫・出荷計画への反映

- ▶ 従来、予期せぬタイミングで受注が発生した場合、生産計画の引き直し、生産要員や部材の確保、在庫引当のやり直し、輸送の手配など多方面に負荷が発生する。
- ▶ 近い将来での受注確度の高まりを事前に把握することで、あらかじめ生産・在庫・出荷計画に反映させることができ、その結果、受注時のショックを緩和させることが可能になる。逆に、受注が想定より延期されそうという情報があることで、過度な在庫投資を回避することが可能になり、キャッシュフローが改善する。

発注企業側メリット

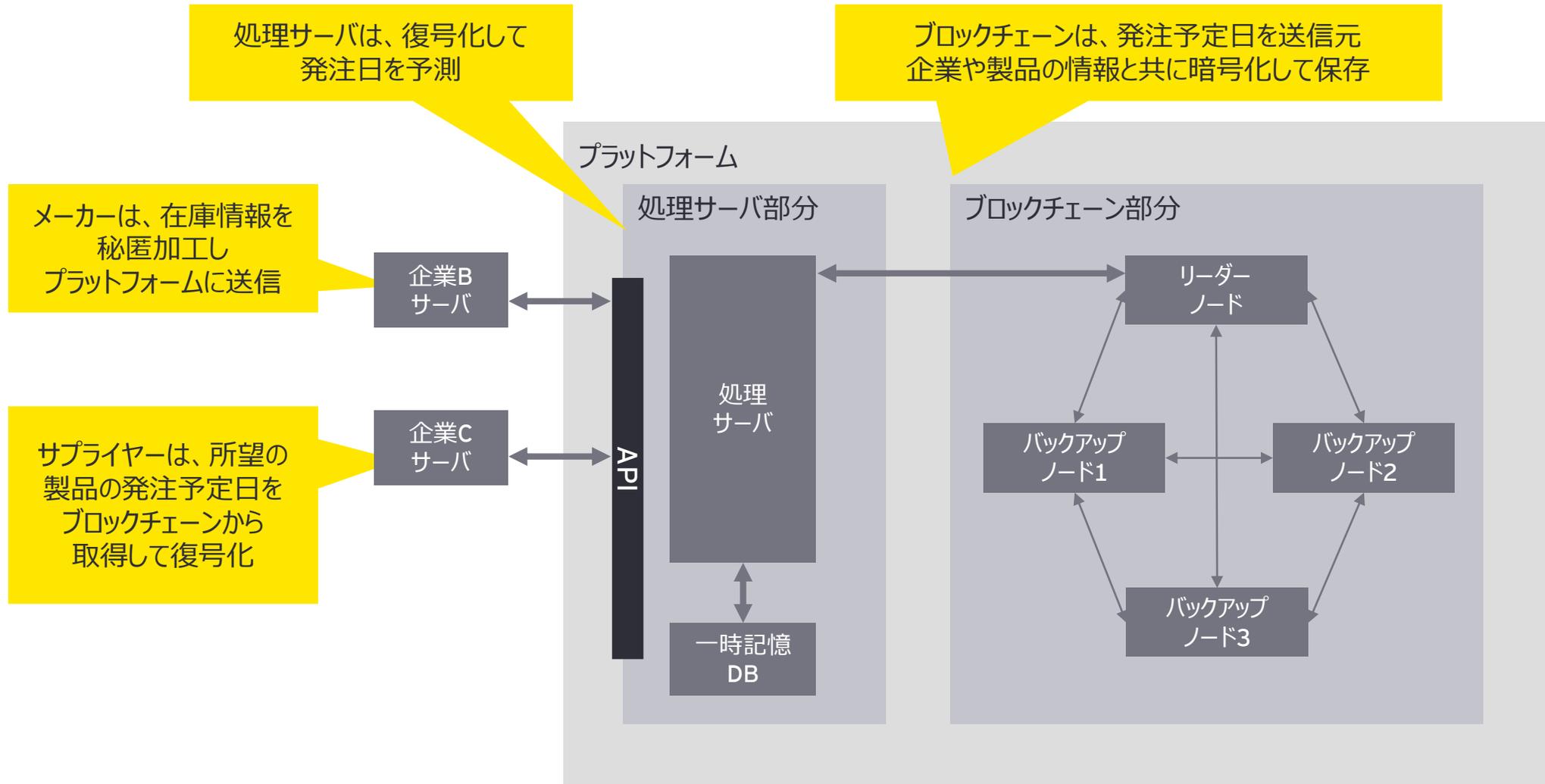
サプライヤーからの調達円滑化

- ▶ 発注企業の発注タイミングに合わせて、サプライヤーは生産・在庫・出荷を準備している状態のため、「急な発注なので注文が拒否される」「通常と違う納期を受け入れざるを得ない」という事態が回避され、発注タイミングが変動しても確実に調達を実施できる。

サプライヤーに対する魅力訴求

- ▶ サプライヤーにとっては当該発注企業になれば、発注タイミングを教えてもらえる立場になる。その結果、より多くの優良なサプライヤーを引きつけることにつながる。
 - ▶ サプライヤーの経営力強化は、品質・価格・納期の改善余地を生み出すことになり、発注企業にとってもメリット

ブロックチェーンを有するプラットフォームが利用企業のデータを受信し、推計結果をブロックチェーンに格納する実装形態を想定しています



想定される質問

ブロックチェーンである
必然性はなにか

- ▶ 特定の企業グループ内での取引など、プライバシーに対する懸念がない企業間で情報共有を行う限りはブロックチェーンでなくともよい
- ▶ 全幅の信頼を置ける関係にない通常の企業間では改ざん耐性をもつブロックチェーンに優位性あり
 - ✓ 仕入を行う納品先は一般に「早期に発注する可能性がある」と伝達する（改ざんを行う）インセンティブがある
 - ✓ 一つのサプライヤーが複数の競合関係にある納品先に納品している場合、在庫情報が競合に漏れる懸念がある

どのような業界に
有用か

- ▶ 多様な業界に適用可能だが特に、①在庫管理が負担②納品先／仕入先が少ない③需要が頻繁に変動する④作り置きしにくい財である、という場合に有用
 - ✓ 食品、医薬品、製品バラエティが多い工業製品など

従来の需要予測と
なにか違うのか

- ▶ 通常、需要予測は過去の売上データなど「自社が保有する情報」に基づき、将来の販売を予測
- ▶ 本手法では、「サプライチェーン構成企業（取引先）の保有する情報」に基づく点が異なる
 - ✓ 両者は背反する関係ではなく、併存させることで在庫管理をより効率化することが可能に

EY | Building a better working world

EYは、「Building a better working world（より良い社会の構築を目指して）」をパーパスとしています。クライアント、人々、そして社会のために長期的価値を創出し、資本市場における信頼の構築に貢献します。

150カ国以上に展開するEYのチームは、データとテクノロジーの実現により信頼を提供し、クライアントの成長、変革および事業を支援します。

アシュアランス、コンサルティング、法務、ストラテジー、税務およびトランザクションの全サービスを通して、世界が直面する複雑な問題に対し優れた課題提起（better question）をすることで、新たな解決策を導きます。

EYとは、アーnst・アンド・ヤング・グローバル・リミテッドのグローバルネットワークであり、単体、もしくは複数のメンバーファームを指し、各メンバーファームは法的に独立した組織です。アーnst・アンド・ヤング・グローバル・リミテッドは、英国の保証有限責任会社であり、顧客サービスは提供していません。EYによる個人情報の取得・利用の方法や、データ保護に関する法令により個人情報の主体が有する権利については、[ey.com/privacy](https://www.ey.com/privacy)をご確認ください。EYのメンバーファームは、現地の法令により禁止されている場合、法務サービスを提供することはありません。EYについて詳しくは、[ey.com](https://www.ey.com)をご覧ください。

EYのコンサルティングサービスについて

EYのコンサルティングサービスは、人、テクノロジー、イノベーションの力でビジネスを変革し、より良い社会を構築していきます。私たちは、変革、すなわちトランスフォーメーションの領域で世界トップクラスのコンサルタントになることを目指しています。7万人を超えるEYのコンサルタントは、その多様性とスキルを生かして、人を中心に据え（humans@center）、迅速にテクノロジーを実用化し（technology@speed）、大規模にイノベーションを推進し（innovation@scale）、クライアントのトランスフォーメーションを支援します。これらの変革を推進することにより、人、クライアント、社会にとっての長期的価値を創造していきます。詳しくは[ey.com/ja_jp/consulting](https://www.ey.com/ja_jp/consulting)をご覧ください。

© 2021 EY Strategy and Consulting Co., Ltd.
All Rights Reserved.

ED None

本書は一般的な参考情報の提供のみを目的に作成されており、会計、税務およびその他の専門的なアドバイスをを行うものではありません。EYストラテジー・アンド・コンサルティング株式会社および他のEYメンバーファームは、皆様が本書を利用したことにより被ったいかなる損害についても、一切の責任を負いません。具体的なアドバイスが必要な場合は、個別に専門家にご相談ください。

[ey.com/ja_jp](https://www.ey.com/ja_jp)