

お役立ち資料

サイバー・フィジカル・ システムとその効果

モノづくりの全体最適化を目指すための
テクニカルガイド

本書を読むとわかる3つのこと

1

サイバー・フィジカル・システム（CPS）とは何か

2

CPSと似た概念の違い・関連性

3

製造業におけるCPS活用のメリットとは

本書の内容

Chapter 01 | サイバー・フィジカル・システムとは何か

- | サイバー・フィジカル・システム（CPS）とは
- | CPSの強み

Chapter 02 | CPS：○○とは何が違う？

- | CPSとIoT
- | CPSとDX
- | CPSとデジタルツイン
- | CPSの位置付けと活用メリット

Chapter 03 | CPSとインダストリー4.0

Chapter 04 | 製造業におけるCPSの実践

- | 製造業×CPS で得られること
- | CPSの活用事例

Chapter 01.

サイバー・フィジカル・システム とは何か

本章では、サイバー・フィジカル・システムの意味について
基礎から解説いたします。

サイバー・フィジカル・システム（CPS）への注目

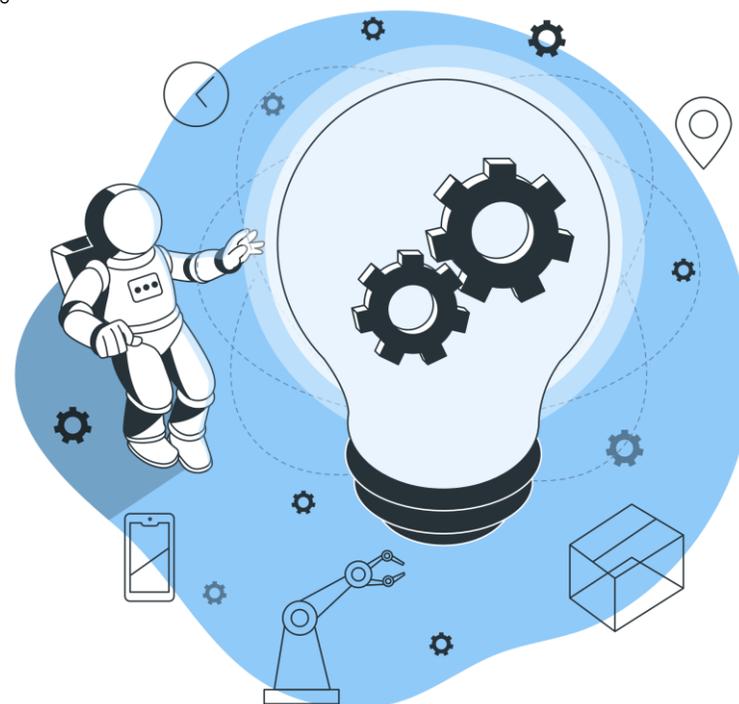
サイバー・フィジカル・システムは、製造業の高度化において重要な考え方です。このコンセプト自体がものすごく新しいというわけではありませんが、近年その注目度はますます高まっています。

この「サイバー・フィジカル・システム」は日本ではあまり馴染みのない言葉かもしれませんが、インダストリー4.0発祥のドイツや東南アジア各国では浸透している概念でもあります。

参考)

<https://www.global.toshiba/jp/company/digitalsolution/articles/digicon/2019/08.html>

また、日本では株式会社東芝が「東芝のCPS」と銘打って、CPSテクノロジー企業への変革への取り組みを進めています。



サイバー・フィジカル・システムとは

サイバー・フィジカル・システムは英語で **Cyber-physical systems** と表記します。

■ Cyber とは

サイバー空間（サイバースペース）のこと。主にコンピューターやネットワークによって構築された仮想的な空間。

■ Physical とは

フィジカル空間のこと。現実の世界やそこに存在しているモノを指す。

つまり、サイバー・フィジカル・システムは、サイバー空間とフィジカル空間の連携によるシステムということになります。



The term “cyber-physical systems” emerged around 2006, when it was coined by Helen Gill at the National Science Foundation in the United States.

（「サイバー・フィジカル・システム」という言葉自体は2006年頃、米国国立科学財団のヘレン・ギルが提唱した造語である）

Edward A. Lee “The Past, Present and Future of Cyber-Physical Systems : A Focus on Models“



- サイバー・フィジカル・システム -

Cyber-Physical System

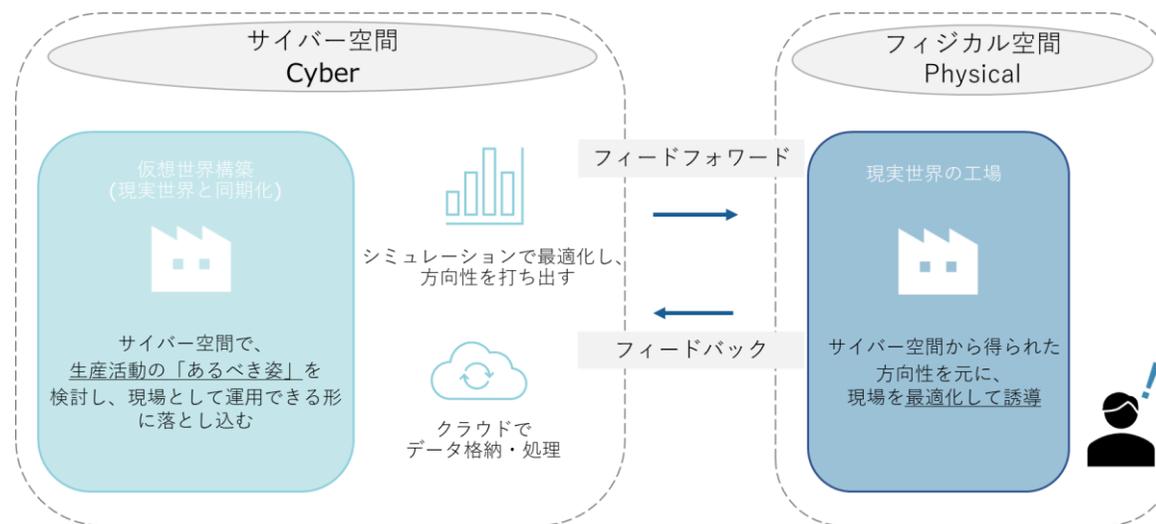
CPSの全体像

また、サイバー・フィジカル・システム（CPS）自体は製造業以外の分野にも適用できるものですが、ここでは製造業におけるCPSの全体像について整理します。

サイバー空間では、IoT機器等で現実世界と同期化された仮想空間（**バーチャルな工場**）が構築されます。

そこでは、シミュレーション等のツールで生産活動の「**あるべき姿**」や生産システムの最適化された形を導出することで、改善や施策の方向性を得ることができます。

一方、フィジカル空間には現実にある工場・ラインがありますから、**先ほどサイバー空間から得られた最適化の方向性を元に、具体的なアクションをとります**（フィードフォワード）。そして、実際に試してみても得られた所感などを今度はサイバー空間にフィードバックし、次の最適化に活かすことができます。



CPSの強み

ここまで解説してきた、サイバー・フィジカル・システムですが、その強みは何でしょうか？

CPSの強み（活用するメリット）は、「**サイバー空間**」にあります。

生産活動の現場では、同じ場の中に ヒト・設備作業・モノの出入り・マテハンなど…異なる要素がかみ合っ機能しています。これらは、それぞれ別のもの（異種の活動）ですから統合的に管理することは難しいといえます。

ただ、これらを同一の管理空間に持ち込めたらどうでしょうか？現場における異種の活動をサイバーという同じ空間に再現することで、それらの活動を統合した管理・最適化が可能になります。

このことにより、今まで現場で難しかった または部門・拠点を越えた計画立案等にも対応可能になるといえます。



Chapter 02.

CPS : ○○とは何が違う？

現代では、DXやIoTなど様々な概念・考え方が生まれています。

本章ではCPSとその周辺の概念について、違いやその関係性を整理いたします。

CPSとIoT

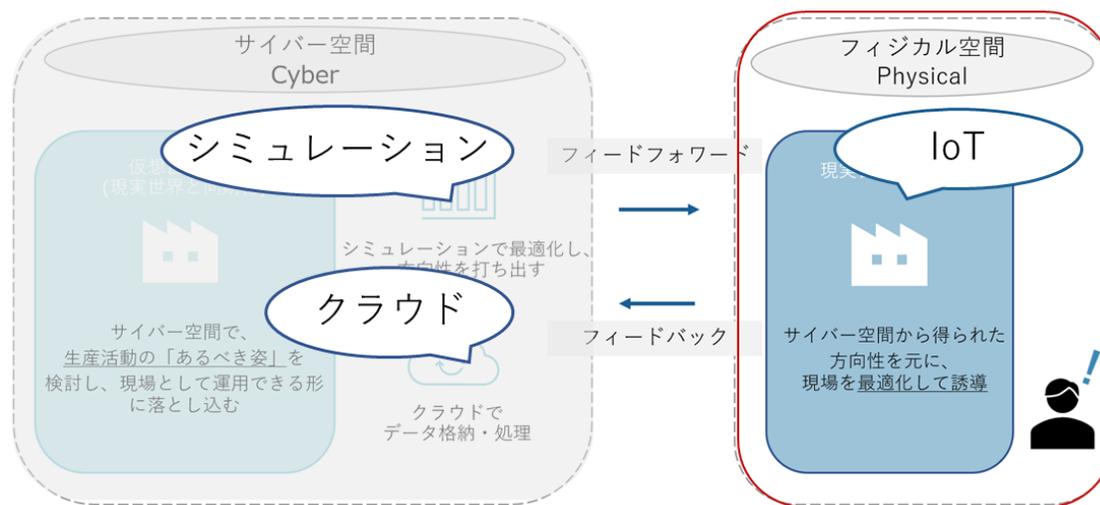


IoTとは

Internet of Things の略語。モノに対応したデータ交換手段のことであり、あらゆるモノ、生産現場では設備機器、在庫数など、これらのモノがネットワークを通じて通信する技術のことを指す。

IoT と CPS の関係

：サイバー・フィジカル・システムでは、IoTをデータ取得の手段として利用します。つまり、IoTはCPS全体の考え方においてひとつの役割を担い、CPSはそれを内包したより大きな概念だと考えることができます。



CPSとDX



DXとは

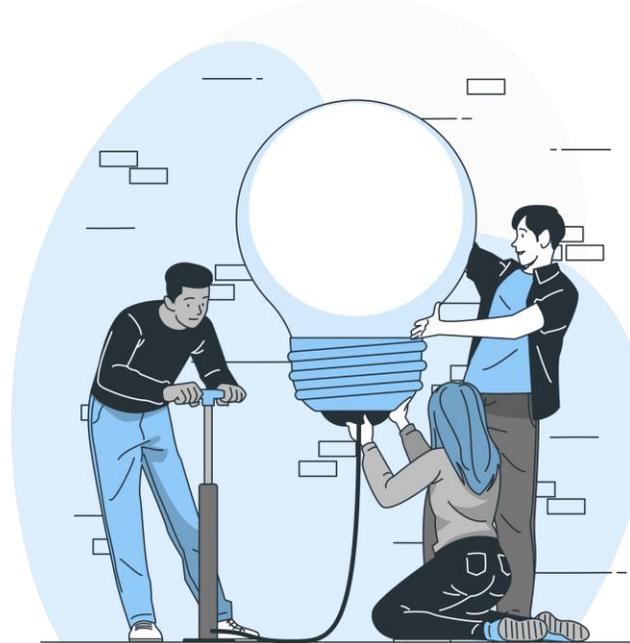
DX（デジタル・トランスフォーメーション）の捉え方には諸説ありますが、ここでは「デジタル技術を活用してビジネスや仕事の在り方を変えるもの また そのプロセス」と定義します。

DX と CPS の関係

：CPSは、DXを推進する上での大きなアクセルになるといえます。CPSを構築することで、今までとは比較にならないスピードで最適化への意思決定を進めることができる もしくはフィジカル世界では、コストや時間がかかりすぎるため今まで躊躇していた施策検討もサイバー空間で実施することができるなど、CPSを活用することで、ビジネスを変えるための指針を得ることにつながります。

また、従来の方法でDXに取り組むこと（：守りのDX）では、既存ビジネスのさらなる効率化にとどまってしまいます。

ここで、CPSを活用することで、付加価値や新しいビジネスモデルの創造（：攻めのDX）が可能になると考えられます。



CPSとデジタルツイン



デジタルツインとは

従来、デジタルツインとは何らかの物理的空間に存在する物、もしくは現象、プロセスをサイバースペースで表現した結果を意味していた。

ここでは、「物理的空間に存在する物、もしくは現象、プロセス」を一括してオブジェクトと呼ぶことにする。

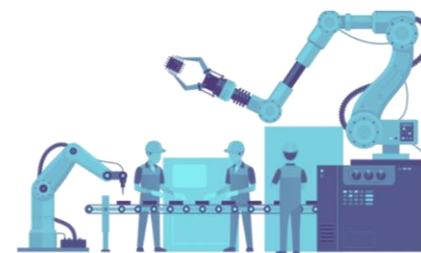
物理的空間にオブジェクトが存在し、**デジタルツインはそのオブジェクトをサイバースペースで表現した結果**であるという、物理的空間中心の考え方が改められつつある。

(全文はこちら)

デジタルツインと CPS の関係

：デジタルツインはフィジカル空間にあるオブジェクトをサイバースペースで構築・表現することを指します。一方、CPSはデジタルツインによって表現されたオブジェクトを用いて最適化を行います。つまり、CPSの方がより広義的な概念だと考えることができます。

サイバー世界

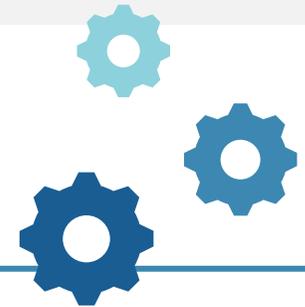


フィジカル世界



CPSの位置付け

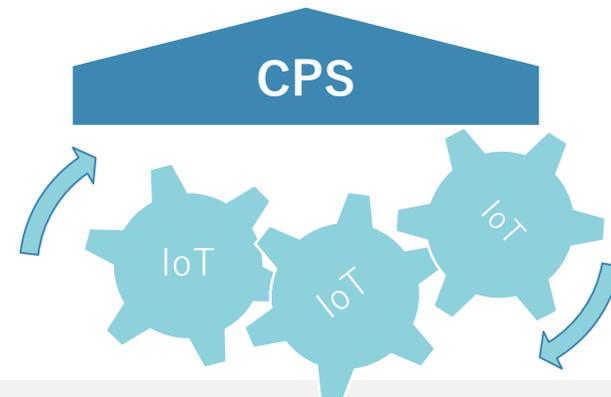
ここまでサイバー・フィジカル・システム（CPS）と似た言葉の違い・関係について解説しました。ここで、CPSの立ち位置を整理します。



CPSはIoTやシミュレーション、クラウド技術を用いた新しいシステムであり、**生産システムの最適化を狙いとした統合的なシステム**と考えることができます。

CPS : 統合型
オペレーションシステム

IoT : データ交換手段



Chapter 03.

CPSとインダストリー4.0

サイバー・フィジカル・システムとドイツのインダストリー4.0には、実は深いつながりがあります。本章では、インダストリー4.0から見たCPSについてご紹介いたします。

そもそも

インダストリー4.0とは



ドイツでは、デジタル化を促進することがインダストリー4.0であるという受け止め方はされていません。インダストリー4.0という名前は巧妙なマーケティングの産物でもありません。

インダストリー4.0という名前は、サイバー・フィジカル・システム(CPS)の到来により、ドイツ国民の仕事の仕方だけではなく、生活の仕方が変わると言う意味を含んでいます。

そして、新しい秩序はドイツの風土、国民性、文化、産業構造などとマッチして、ドイツをデジタル化された新しい環境へ導く使命を持っています。

[\(全文はこちら\)](#)



CPS connects strongly to the currently popular terms Internet of Things (IoT), Industry 4.0, the Industrial Internet, Machine-to-Machine (M2M), the Internet of Everything, Tensors (trillion sensors), and the fog (like the cloud, but closer to the ground).

(CPSはIoTやインダストリー4.0などと深く結びついている)

Edward A. Lee “The Past, Present and Future of Cyber-Physical Systems: A Focus on Models “

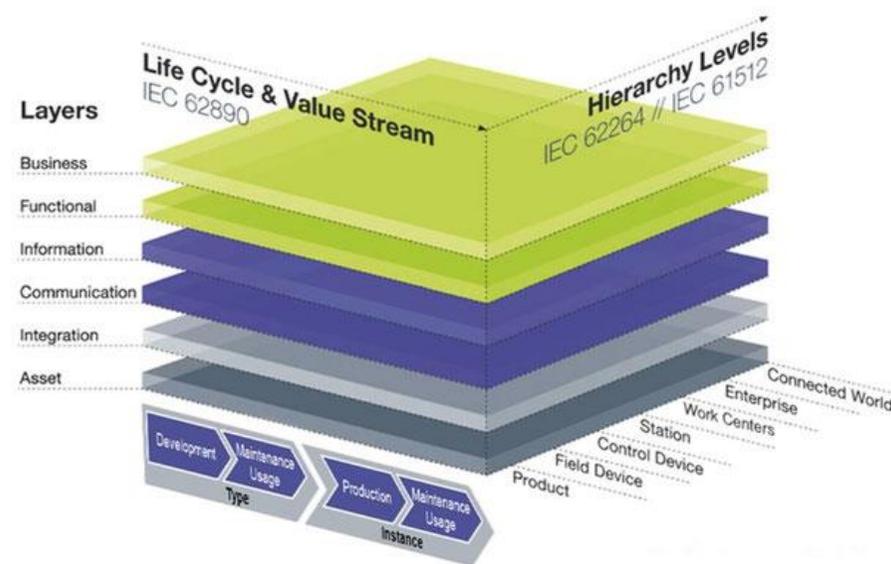
RAMI4.0 モデルからみえるCPS

ドイツが推進しているインダストリー4.0では、RAMI4.0 (Reference Architecture Model Industries 4.0) という多次元の全体最適化を実現するためのリファレンスアーキテクチャモデル (右図) が公開されています。

立方体で示されているレイヤーは「論理的なレイヤー構成」を示しており、以下の項目で構成されています。
Business / Functional / Information / Communication / Integration / Asset

また、各立方体の右辺と左辺はそれぞれ、生産システム全体の「物理的なレイヤー構成」と時間軸を示しています。「論理的なレイヤー」をサイバー、「物理的なレイヤー」をフィジカルと捉えるとすると、このリファレンスモデルも広義の意味でのCPS (サイバー・フィジカル・システム) と捉えることができます。

このことから、Industry 4.0とCPSは密接な関係にあることがわかります。



CPSで実現するコネクテッド・マニュファクチャリングの未来

コネクテッド・ファクトリーとIoT (Internet of Things) は、製造業を変えた2大テクノロジーです。コネクテッド・ファクトリーにより、製造業は生産ラインを一元的に監視し、リアルタイムで調整を行い、効率を高めることができるようになりました。

コネクテッド・マニュファクチャリングの未来は、CPS (Cyber-Physical Systems) が牽引していくでしょう。

このテクノロジーは、物理デバイス、コンピューター、人間がネットワークでつながり、最大限の効率で生産活動が進められるように協力し、ゴールを達成することに寄与します。



Chapter 04.

製造業におけるCPSの実践

ここまで、CPS（サイバー・フィジカル・システム）の意味からその概要について解説してきました。本章では、CPSを製造業に持ち込んだ際に得られるメリットや効果についてご紹介します。

製造業 × CPS で得られること

製造業 × CPS で得られること、期待できることには次の3点があります。

1 リスクのない環境での検証

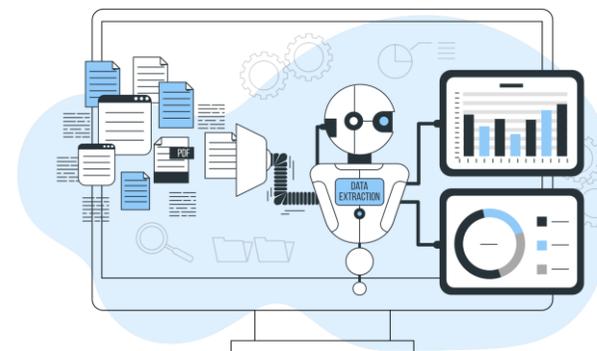
1点目は、**バーチャルというリスクのない環境での検証が可能になる**という点です。

サイバー空間に構築したバーチャル工場であれば、現場では難しい設備の配置換えや搬送ルートの見直し、新規設備・新ライン導入などの効果を容易に確かめることができます。

2 複数のパターンをクイックに比較検証

2点目は、**施策検討における複数のパターン（候補）をクイックに比較検証することができる**という点です。

例えば、2人で回している保全作業を3人、5人と増やしてみたら、稼働率にどんな影響があるのか、もしくは、製品の投入順序をA→B→Cと流していたものを、C→A→B、B→C→Aに変えてみたら、生産高はどのように変わるのか、こういった複数のパターンをクイックに比較検証することができるというのは、サイバー空間を活用する大きな利点であるといえます。



製造業 × CPS で得られること

3 ものづくりの意思決定プロセスを革新する

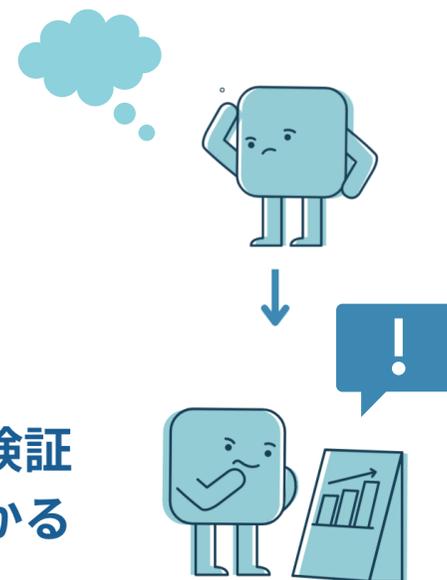
3点目は、「勘」や「経験」に頼りがちな製造業における意思決定を革新することができるという点です。

“職人技”という言葉にもあげられているように、日本の製造業は長らく熟練技能者に支えられてきました。そこには、「彼らの勘や経験に頼りきり」、という状況も少なくないのではないのでしょうか。

しかし、需要や社会の変動が多い現代においては、勘や経験では乗り切れないという局面もあると考えられます。そして、CPSはそういった際の大きなサポートとなるといえます。

「勘」「経験」
のみで判断

サイバー空間で検証
数字で効果がわかる



CPSの活用事例：生産計画の最適化

最後に、CPSの活用事例として生産計画業務にCPSを適用した活用事例をご紹介します。

課題：

生産性向上につながる最適な生産計画が立てられない

世界的な半導体のニーズの高まりを受け、シリコンウェーハ市場は「生産した分だけ売れていく」「注文ロット数に満たなくても納品を要望される」ほどに売り手市場であった。したがって生産量を最大化するためネック工程の稼働率を高めることが求められた。

ネック工程の稼働率を下げている主要因は段取替え時間であることがわかっていた。

CPSを適用



効果：

生産性向上につながる最適な生産計画が立てられない

- サイバー空間 (SIM-SPP) で作成した生産計画で段取替え時間が減少することを確認。→ **ベテランが作成した生産計画よりも生産性が1.3%向上 (PoC値)**

お客様プロフィール

| 企業概要 | |
|------|---------------|
| 会社名 | F社 |
| 事業内容 | 半導体シリコンウェーハ製造 |
| 従業員数 | 8,000名 (連結) |

Conclusion

おわりに

サイバー・フィジカル・システム（CPS）では、フィジカル空間（現場）で分断されているデータや業務をサイバー空間でつなぎ、最適化に向けた指針を得ることができます。また、CPSは組織だけでなく空間や時間をまたぎ、「攻めのレジリエンス」を実現します。

本書でご紹介した生産計画最適化の事例やそれを実現するツール「SIM-SPP」については、以下コンテンツもご参照ください。

[* 製品情報はこちら *](#)

» [オンデマンドセミナー：最適な生産計画がすぐに簡単にわかるソリューションとは](#)

» [お役立ち資料](#)

なぜ生産スケジューラの導入は失敗するのか？

生産計画の
見える化・最適化・標準化
に向けた基礎ガイド

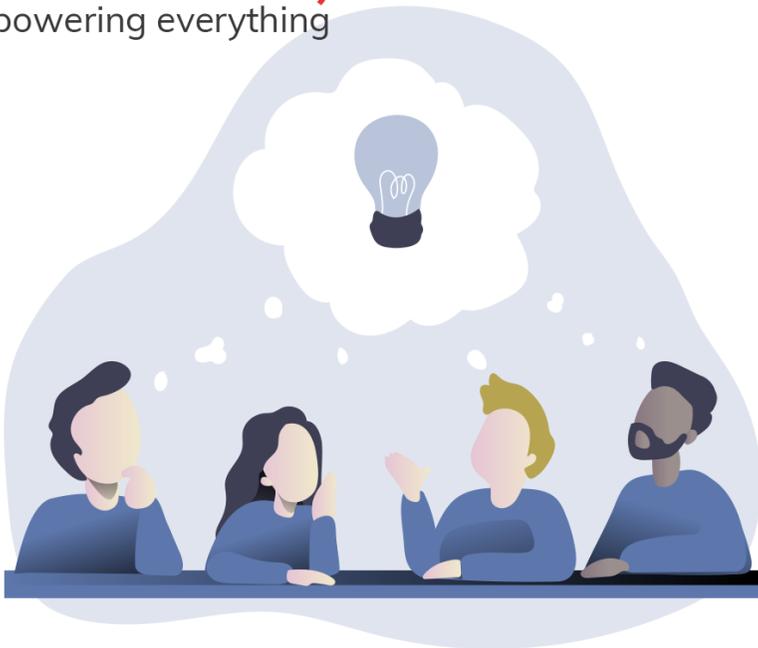
株式会社レクサー・リサーチ



お問い合わせ先

ご不明点はお気軽にお問い合わせください

Virtual,
powering everything



株式会社レクサー・リサーチ

[お問い合わせフォームはこちら](#)

gdfindi.contact@lexer.co.jp



無料オンラインセミナーを開催しております

生産性向上につながるノウハウや
生産シミュレータができることについて
ご紹介しております。

[: 詳しくはこちら](#)

本資料でご紹介したソリューションに関する資料や事例については、
[LEXERソリューションサイト](#)をご参照ください。

[生産シミュレータ](#)

検索

※本資料掲載の情報・画像など、すべてのコンテンツの無断複写・転載を禁じます。