

複数工場適合型生産計画システムの構築

Construction of a Production Control System conformed to Plural Factories

㈱日立東日本ソリューションズは、生産計画、工程管理に関するソリューションを展開してきた。生産計画では、これまで主に一部の工程や一つの工場についてソリューション提供を行ってきたが、今回複数工場に適合したソリューション提供の機会があり、複数工場の差異吸収等の問題を解決し、システムを構築した。本稿では複数工場適合型生産計画ソリューション提供にあたり、考慮すべき事項等について、事例を紹介する。

島田 芳宏 Shimada Yoshihiro
 佐藤 宏 Sato Hiroshi
 菅原 忠将 Sugawara Tadamasa
 千葉 健太郎 Chiba Kentaro

1. はじめに

複数の生産工場で同一製品を生産する場合、製品の一意な番号である「製品コード」を各工場に設定することがシステムのシンプルな方法であり、一般的な管理方法である。加工組立業であるA社における特徴として約1万5千という製品のラインナップの多さ、200製品/年間という新製品、150製品/年間という販売中止となる製品の発生頻度の多さがある。このため、ライフサイクルが短い製品の製品コードを複数工場分保持することは、管理が煩雑となる。

上記、課題を解決するため、短いライフサイクルに対応した複数工場適合型生産計画システムを構築した。

本稿では、生産計画、出荷管理について複数工場適合型に着目しその事例を述べる。

としては、生産工場が2工場、工程毎の日産能力の定義、製品種類ごとの生産優先順位の定義、顧客先による生産優先順位の定義等がある。図1に代表的な工程の順序を示す。生産計画では、工程毎の日産能力により、いつ、この工程で、この作業（製品）を何個生産という生産指示の作成がアウトプットとなる。

また、A社では受注生産と、見込み生産が混在しており、混在した状態で随時生産計画の立案を行う必要がある。

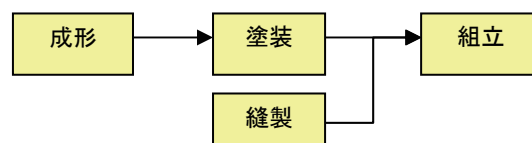


図 1 代表工程順序

2. 複数工場の生産計画における狙い

A社で生産計画を立案するにあたっての特徴を以下にまとめる。

2.1 計画立案の前提

A社の対象とする製品は、受注から生産・出荷まで早いものは一週間で、遅いものでは1.5ヶ月程度での納品となっている。また、生産量は、月産3万から4万個となっており、日々の受注は、数百から2千個の範囲で発生する。これらを外部要因と定義する。内部資源

2.2 複数工場における生産計画の課題

同じ会社であっても、工場が異なることにより、生産計画の立案ルールも異なる部分が存在する。以下に記した異なる部分への対応が、複数工場における生産計画立案の課題となる。

(1) 工場毎の能力基準

A社では、成形工程、塗装工程の能力で生産計画を立案するというルールは工場が異なっても同一だが、同一工程内で生産する製品が複数存在した場合、どの製品を優

先的に生産指示を行うかという優先順位付けが異なっている。一方の工場では、製品種類毎の優先順位付けを必要とするが、一方の工場では、顧客毎・受注単位毎の優先順位付けを必要とする。このように工場毎に生産計画の優先順位が異なっていることが課題となる。図 2 に工場毎の優先順位を図示する。

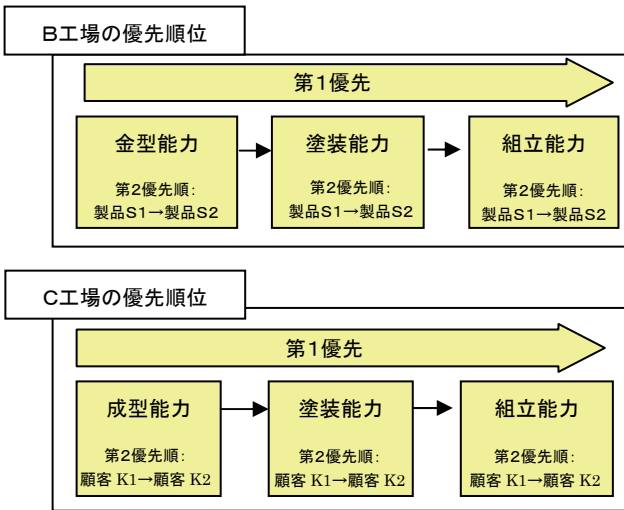


図 2 工場毎の生産計画優先順位

(2) 工場間の担当製品

A社では、複数工場が存在することによる混乱を避けるために、工場毎に生産可能な製品を決めている。但し、担当製品という考え方は、初期値という位置づけでしかなく、必要があれば、他の工場でも生産を行える体制を整えている。そのため、どの工場であっても、全ての製品が生産可能という計画を立案できなければならない。どの工場がどの製品を生産するかバランスのとれた計画立案が課題となる。

2.3 顧客事業環境による制約

多品種の製品ラインアップと、多品種少量受注が日々発生していることと、受注に対する生産も複数工場で行っていることで、更に複雑な制約が発生している。但し、本稿での複数工場とは、生産工程を直列につなぐ工場ではなく、並列な生産を可能とする工場となっている。つまり、同一品目をB工場だけでなく、C工場でも生産可能となる柔軟な環境となっている。

(1) 部分生産と同一品生産

工場毎の生産状況により、工場間で前工程、後工程を

分けて生産する部分生産という業務が存在する（図 3）。

また、売れ筋の製品に限っては、複数工場で同一製品を生産する同一品生産という業務が発生する。

部分生産も、同一品生産も、自工場の生産と相手工場の生産状況の両方を確認し、相互に調整を行いつつ生産計画を立案する。生産計画の状況を複数工場間で相互確認可能な仕組みが、複数工場適合型生産計画システムには求められる。

(2) 生産工場と出荷工場

A社では、生産工場と顧客先への出荷を行う工場は、必ずしも同一とは限らない。同一顧客への出荷が複数の工場から行われた場合、顧客にしてみれば、複数回に分かれて納入されていることになる。タイミングが短ければ、1日に2回の納入となり受入れ側の負荷が大きくなる。生産と出荷を比べると、生産の方がネックとなるために、生産優先で考え、顧客への分納が発生しない運用とならなければいけない。

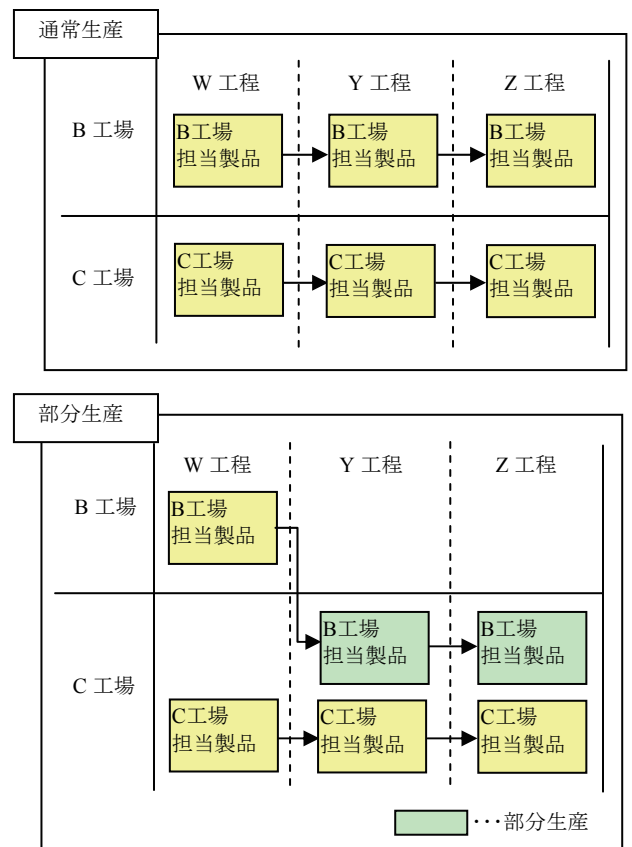


図 3 部分生産

3. 実現方式

3.1 全体方式

今回の生産計画システムの構築では、製品種類の多さ、受注数量の多さ、及び、受注から出荷までのリードタイムの長さに対応するシステムを実現するため、機械的に生産計画（日付毎、製品毎、工程毎の生産数を計算）を立案するシミュレーション機能で対応した。

また、複数工場に適合した生産管理システムとするために工場毎のパラメタ設定機能、工場間の生産計画の情報共有を可能とする機能を実装した。以下に機能ごとの詳細を記述する。

3.2 シミュレーション機能

生産計画に要する時間を極力短縮するために、生産計画立案は、受注数量、見込み生産数量等の外部要因と、内部資源、制約条件から自動で日付毎、製品毎、工程毎の生産数を計算するシミュレーション機能により対応する。但し、生産計画立案は、工場毎に業務上の立案ルールが一部異なっており、この差異を踏まえてシミュレーション機能の実現が必要となる。

3.2.1 シミュレーション機能の前提

シミュレーション機能の性能要件は、従来手作業で 3 時間/日で 3 日程度かかっていた生産計画立案作業を 1 日で行いたいと要望があった。生産管理担当者は、生産計画の立案作業以外にも、生産指示書の確認作業、日々現場で発生する問題への対応作業等があり、計画に当てられる時間は一日当たり 3 時間となっていた。また、シミュレーションでの計画確定は、パラメタ再変更後の再実行が想定され、確定まではシミュレーションを 5 回は実行できることが前提となっていた。

シミュレーション機能の導入にあたり、その想定運用と各時間を「表 1 生産計画作業内訳」のように A 社生産管理担当者より想定して頂いた。これより、シミュレーション結果の生産計画の確認作業は、合計 2 時間 15 分となり、残りの 45 分でシミュレーションを 5 回実行できなければいけない。そのため、シミュレーションは、1 回当たり 9 分以内に終了する必要があった。

表 1 生産計画作業内訳

シミュレーション回数	計画確認時間	時間想定理由
1 回目	1 時間	初回は時間がかかる
2 回目	30 分	2 回目は初回の半分程度
3 回目	15 分	3 回目は更に半分程度
4 回目	15 分	3 回目と同等
5 回目	15 分	3 回目と同等
合計	2 時間 15 分	

3.2.2 施策と実施結果

1 日数百件という受注件数と、細かなシミュレーションパラメタの設定が可能なことより、一回当たりのシミュレーション時間がかかりそうであることが十分予想でき、性能対策用の施策をシミュレーション機能に盛り込んで機能設計を行った。

(1) シミュレーション条件のオプション化

シミュレーションの中で、業務的に重要度が低い機能について、条件設定を除外できるようにオプション化を可能とした。オプション化した機能は、生産計画立案時の優先順位を設定する機能である。優先順位付けには下記種類が存在する。

- ・製品優先順位
- ・顧客優先順位
- ・注文優先順位

優先順位設定が必要となる場合は、海外向け製品を船に積んで輸出する際、出港日が決まっており、船の出港日に間に合わせるため、ある製品を優先して生産計画するケース等である。輸出の場合は、出港日に余裕を持って間に合うように生産計画を立案するが、トラブルで生産に遅れが生じた場合、他の製品より輸出品を優先する場合がある。但し、このようなケースは、例外的であるため、オプション化を行い、通常の実行ではスキップする仕組みを盛り込んだ。

(2) 簡易版シミュレーションと手作業による調整

シミュレーションの生産能力の算出は、成形工程では金型毎の日産能力、塗装工程では塗装色毎の日産能力を設定可能とし、その積み上げにより工場としての日産能力を計算している。これを工程能力シミュレーションと定義する。工程能力シミュレーションは、詳細な計算を行うため、シミュレーション時間がかかることが予想された。図 4 に工程能力シミュレーションのイメージ図を

示す。

シミュレーション機能の簡易版として、生産する製品のタイプという大きなくくりでのシミュレーション機能を提案した。具体的には、製品を廉価品、高級品の2種類に分類し、それぞれについての工場別の日産能力数という考え方を導入し、工程を意識しないシミュレーション機能を持たせることとした。これを工場能力シミュレーションと定義する。工場能力シミュレーションの考え方は、工程能力シミュレーションと異なるが、システムの仕組み的にはほぼ類似の機能である。

また、シミュレーションを実施しても、その通りの生産を行える訳ではなく、シミュレーション結果を生産管理担当者が確認し、パラメタ調整後、再度シミュレーションの実行や、人手による生産調整が必要となる。具体的には、予定していたほどの受注がない場合、残業により一日当たりの生産数量を増加させ、稼働日を一日減らすように調整を行う(図5)。また、逆に受注が多い場合は、残業による前倒し生産と、休日出勤の指示というように生産計画を調整する。

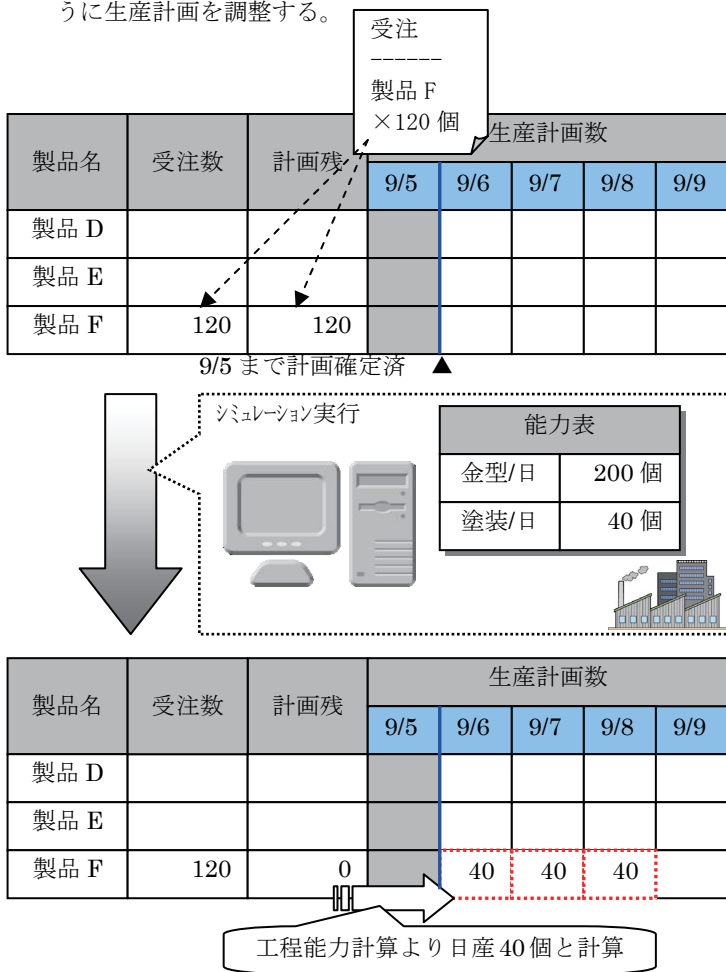


図 4 工場能力シミュレーションイメージ

生産調整の発生を前提としたシミュレーションと、手作業による生産調整との2ステップの組み合わせで、生産計画の立案を可能とした。

性能的には、工程能力シミュレーションに加え、優先順位オプションも設定した場合、一回30分の時間がかかる。しかし、例外的なオプションを外し、工場能力シミュレーションを行った場合、一回5分程度の時間でシミュレーションが可能となっている。

3.3 課題解決のための具体的な実現方式

複数工場における生産計画で、「工場毎の能力基準」、「工場間の担当製品」の実現が課題となっていた。課題に対応した具体的な実現方式を下記に記述する。

(1) 工場毎の能力基準への対応

各工場が担当する製品の種類と、生産ラインによって、生産計画を立案するための基準(ネック)となる能力が異なる。具体的には、図6のB工場の場合は、金型能力を基準に生産数量を計算する場合である。図6のC工場の場合は、金型から複数種類の成形品が生産され、それぞれの成形品が生産能力の基準となる場合である。

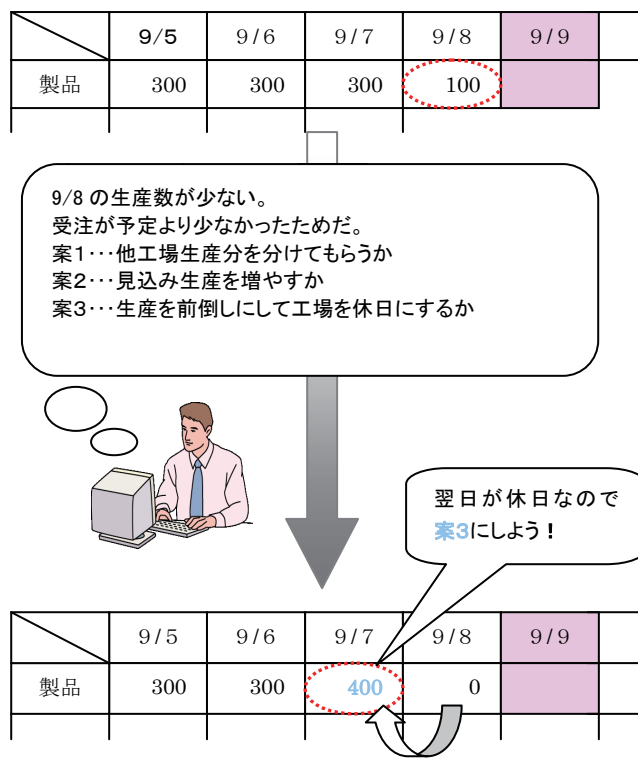


図 5 手動による負荷分散

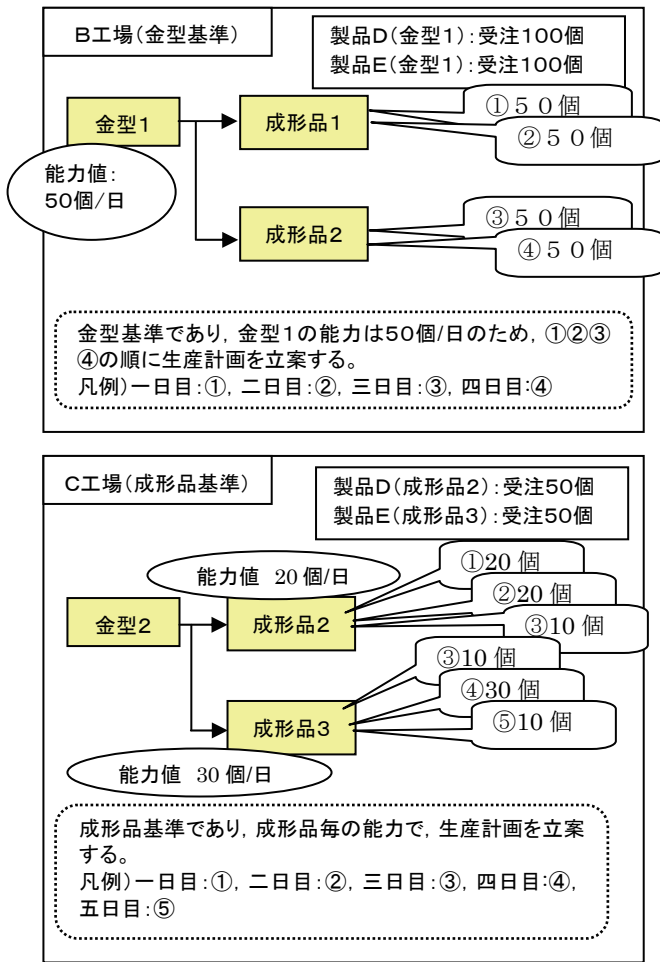


図 6 金型基準と成形品基準の違い

考え方は似ているが、生産計画上の生産数量を計算するために金型基準か、成形品基準かを選択可能な仕組みとした。これにより、工場毎の生産に適した生産計画の課題となっていた立案が可能となった。

(2) 工場間の担当製品への対応

受注した製品を複数工場で生産する場合、間違いのないように工場毎に生産する製品を事前に決めておき、誤って、複数工場で同一品を生産するようなミスが発生しない仕組みとしている。但し、実際の生産では、工場毎に決定された担当製品のみを生産しているだけでは工場間の負荷が平準化されず、偏りが発生する。生産ラインを効率的に稼働させるため、担当製品以外の製品についても生産を行うのが現実的となる。このようなケースとして、受注を分け合い、工場間で平準化した生産が可能となるように生産計画で調整できる必要がある。

このような工場間の負荷調整は、ルール化が難しく、

各工場の生産管理担当者の判断にゆだねる部分が多いため、あえてシステム化はせず、シミュレーション後の調整作業により、可能としている。

このために、製品の生産は工場に依存せず、全ての製品がどの工場であっても生産可能な仕組みとなっていないなければならない。製品マスタでは生産工場を保持しているが、これは、単なる初期値という扱いとすることで、どの工場であっても製品の生産について、制限がないものとしている。

また、工場間の生産調整は、生産計画データを一元化し、生産計画データの情報共有を実現した。これにより、生産計画担当者が見たい時に、見たい工場の生産計画状況を参照可能となった。参照可能なデータは、相手工場の最新データであるシミュレーション終了後のデータとし、また逆に自工場のシミュレーション終了後のデータも相手工場へ公開可能となった。工場間の相互調整が電話等の問い合わせなしに可能となり、課題となっていた工場毎の担当製品の生産も運用されている。

3.4 事業環境による制約への対応

事業環境からの制約に対し、システムを開発・導入するにあたり、工夫した技術的ポイントを下記に整理する。但し、システムのみで対応し切れない業務もあり、業務レベルでの対応を実運用化し、受け入れて頂いている。

(1) 部分生産と同一品生産

部分生産については、生産計画のシミュレーションに組みこむのは難しく、また、性能的な問題へと波及することが予想できた。このため、部分生産、同一品生産については、計画立案時に手作業で他工場へ工程単位の作業指示を出す方式で提案し、工場の現場レベルでの了解は得られた。現在、部分生産、同一品生産の運用は、システム外として、手作業での生産の運用となっている。仕上がった製品は、システム的には、見込み生産扱いとして、在庫となる仕組みとなっている。

(2) 生産工場と出荷工場

製品の出荷工場は、生産工場とは異なる運用となっているが、概ね生産工場と一致している。システム化以前の運用は、出荷工場の最終判断を出荷担当者に委ねられていた。出荷工場の判断は、1万5千種類ある製品について、各工場の出荷担当者同士で確認しあいながら出荷工場を決めるという職人的な運用となっていた。

システム化を行うにあたり、出荷工場が複数存在することをシステム利用者に意識させないことをシステム構築の狙いとした。

出荷品について利用者に工場を意識させないためのルールとして、生産とは別に、工場毎に出荷を行う製品の種類を確定した。そのルールが業務的に問題ないことを確認し、出荷工場用のルールのシステム化を行ったことで、同一顧客に対して分納が発生しないように出荷作業への作業指示書の出力を可能とした。

4. 評価

4.1 定性的評価

工場間の生産計画状況をリアルタイム表示し、生産計画の調整の簡易化を実現した。また、出荷課の担当者の職人的な出荷工場の判断をシステム化し、製品の生産工場、出荷工場の判断の自動化を実現した。また、本システムは、本番稼働後 1 年を経過し、安定運用となっている。職人的な出荷担当者も定年となり退職されたが、出荷業務も支障なく運用されている。

4.2 定量的評価

最も重要な機能と位置づけられていた生産計画シミュレーション機能も、業務運用も交えた調整を行い、1 回当たり 5 分以内という短時間で終了可能となり、システム化以前は、生産計画を立案するのに数日を要していた業務が、システム化後は、日次で計画立案が可能となった。

4.3 顧客評価

工場間での生産計画データを情報共有できるようになったことを特に評価頂いた。また、見込み生産部分を生産計画に含める機能等のオプション化により、条件を変更して生産計画を行い、それぞれの結果を比較できるようになったことについて評価を頂いた。

5. 今後の課題

手作業による運用となった工場間部分生産については、次期改修項目として業務プロセスからの見直しも含めた提案を行っている。

6. おわりに

今回、A 社において複数工場適合型の生産計画システムを構築した。また、従来数日かけていた計画作成を 1

日 600 から 2000 個の受注に対して生産計画シミュレーションを行い、その後の手作業による調整を入れても、日次というサイクルで生産計画業務の実施を可能とすることができた。

今後は、より付加価値の高い生産系システム構築ソリューションを今回の事例となったお客様へ提供するとともに、他の精度の高い生産計画や、より短時間シミュレーションを必要とされるお客様へのソリューション提供を行い、お客様の業務への一層の貢献を行っていく。

参考文献

- 1) 梶田ひかる：月刊 ロジスティクス・ビジネス 1月号，pp.50-53, (2006)



島田 芳宏 1990 年入社
e-ソリューション本部 eS32G
製造業における基幹システムの設計
及び開発・運用支援
yshima@hitachi-to.co.jp



佐藤 宏 1987 年入社
営業本部
自社製品拡販
hiroshi@hitachi-to.co.jp



菅原 忠将 1991 年入社
e-ソリューション本部 eS32G
製造業における基幹システムの設計
及び開発・運用支援
sugawara@hitachi-to.co.jp



千葉 健太郎 2003 年入社
e-ソリューション本部 eS32G
製造業における基幹システムの設計
及び開発・運用支援
kenchiba@hitachi-to.co.jp