

# 期待されるスケジューラの姿と適用事例， SynPLA の今後の事業展開

## To-Be, Case Studies, and Business Development of Production Scheduler SynPLA

(株)日立ソリューションズ東日本（以下，HSE）は生産計画ソリューションの中核として、生産計画スケジューラ SynPLA を開発、販売している。SynPLA を開発、リリースした当初の 2001 年に比べ、近年のスケジューラに要求される役割と機能は変化している。生産管理システム全体として効果的に運用するために、基幹システムを始めとして、スケジューラと関連する他システムとの機能の役割分担や、ツールへの要件が変化してきた。本報告では、スケジューラに求められる「自動スケジューラ」「手動エディタ」「見える化」の 3 つの役割と要件の変遷を、近年のスケジューラ導入事例とともに紹介し、今後の SynPLA の事業展開について述べる。

真嶋 剣 Majima Ken  
阿部 秀幹 Abe Hideki  
海老名 拓 Ebina Taku  
伊藤 博久 Ito Hirohisa

### 1. はじめに

HSE はこれまで自社製品である LoadCalc, SynPIX, SynPLA を適用した生産計画ソリューションサービスを通じ、製造業の顧客に対し、SCM 領域での生産計画問題の解決を支援してきた。図 1 に HSE の SCM ソリューションマップを示す。

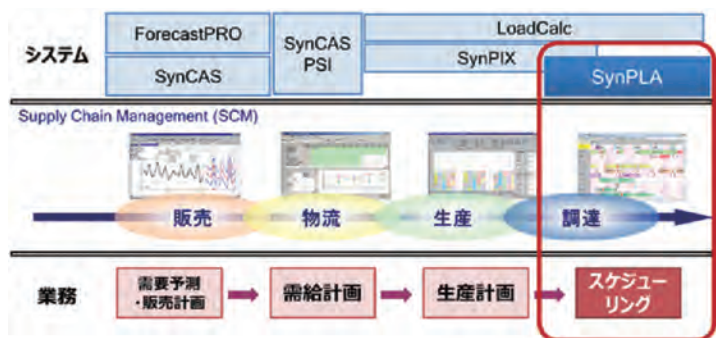


図 1 SCM ソリューションマップ

1990 年代後半より、製造業では、顧客ニーズの多様化や製品ライフサイクルの短期化により、多様な製品を短時間で製造することが課題となっており、製造現場の状況変化に即応できる生産計画システムとして、生産スケジューラの期待が高まっていた。こうした市場環境の中で、これまでの生産計画ソリューション LoadCalc のノウハウを集約し、生産計画スケジューラとして

「SynPLA」を 2001 年に開発しリリースした。

SynPLA は、リリース以来、基幹系システムである ERP（Enterprise Resource Planning）や計画系システムである SCP（Supply Chain Planning）、製造実行システムである MES（Manufacturing Execution System）との連携を中心に「SynPLA」のビジネスを展開してきた。SynPLA の位置づけを図 2 に示す。

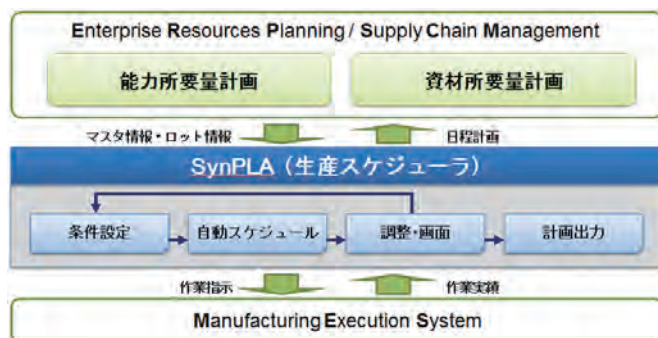


図 2 SynPLA の位置づけ

SynPLA は、ERP や SCM システムなどで管理、作成されるマスタ情報と生産依頼となるロット情報を入力情報として受け取る。ロット情報やマスタ情報に設定された制約条件をスケジューリング条件として、条件を満たす生産計画を自動スケジューリング機能で作成する。スケジューリング結果を評価し手動で計画調整し、最終的

に日程計画として出力する。出力した日程計画の情報は、製造実行システム MES と連携<sup>2)</sup>し、製造実績の状況を考慮した生産計画を立案する。

## 2. スケジューラに期待される役割

### 2.1 「自動スケジューラ」の役割

生産計画業務では製造設備や工程間の制約をもれなく満たした計画を精度よく作成すること、特急での生産追加や、製造の遅れ進みの状況に応じて、計画の変更と修正を短時間でできることが課題である。

スケジューラを適用した計画作成業務では、自動スケジューリング機能で 1 次解の計画を作成した後に、計画調整機能で計画の担当者が人手で計画を調整して、最終解を作成する運用となる。1 次解の作成を担うのは「自動スケジューラ」としての役割であり、最終解の作成は「手動エディタ」としての役割であり、さらに、手動調整を支援するために、計画を「見える化」する役割が求められてきた。

### 2.2 製造業で求められる生産計画システムの動向

ERP や SCM といった上流の基幹業務層を中心とした改善が一巡し、再び製造現場での生産計画業務の改善要求が高まっている。SynPLA リリース当初のスケジューラに対する要件は、ERP や SCM と連携し MRP (Material Resource Planning) や CRP (Capacity Resource Planning) 機能で立案された計画に対して、複数の制約条件を考慮した精度の高い作業計画を自動スケジューリングする「自動スケジューラ」としての要件が多かった。ここ最近では MES との連携<sup>2)</sup>を重視した要件が増えており、MES と連携したシステム導入が短期間で構築できることや、MES に代わって工程の状況を「見える化」した上で、人手での計画の修正や変更がしやすいなど、使い勝手を求めた「手動エディタ」としての要件へと傾向がシフトしている。

### 2.3 「自動スケジューラ」機能の対応状況

製造現場の制約条件をモデル化し、スケジューラの自動スケジューリング機能を使用することで計画精度を高めることができる。様々な制約を考慮したスケジューリングは組み合わせ最適化問題の一種であり、一般に最適解を実用的な時間内に得るのは困難な問題とされている。SynPLA の自動スケジューリング機能は比較的短時間に優先度の高い計画を中心に計画を作成するディスパッチ

ング法を用いている。また、HSE では最適化のニーズに対応するため、遺伝的アルゴリズムに基づく最適探索の手法について研究<sup>3)</sup>し最適化オプションを提供可能としている。

これまで SynPLA は ERP と連携し、ERP の計画を製造現場の粒度での詳細なスケジュールを作成する「自動スケジューラ」として、計画精度向上の要件に応え、段取りや治具、副資源の制約など、標準機能として制約条件モデルのラインナップを追加してきた。

### 2.4 スケジューラの課題

「自動スケジューラ」機能で最適解をもとめるために、工程を詳細化し、多くの制約をスケジューラに反映すればするほど、計画精度の向上は見込める。その一方で計算時間の長時間化や、制約条件をマスタ管理する業務が煩雑化するなど、トレードオフの関係で問題が発生する。

製造現場にはマスタや制約条件としてモデル化しきれない人手が介在する作業がある。すべての制約条件を満たした精度の計画でも、人手が介在する余地がない場合には実行不能に陥る可能性がある。例えば、単位時間あたりの段取り回数が増えると、段取りの実施と付随する作業のオーバーヘッドに要する時間が無視できない大きさになり、スループットが下がり現実的な運用にならない。また、工程の詳細化を進めると、スケジューラと関連するシステム間で連携する計画データについて、工程単位の粒度と同期タイミングに乖離が発生し、全体のシステムをタイトに結合して運用しなくてはならなくなる。システム間をタイトに結合すると、ユーザの業務負荷がシステム導入以前よりも高くなり、その結果、ユーザがボトルネックとなりシステムを使い切れなくなる。

スケジューラは「自動スケジューラ」として様々な制約条件に標準で対応できることが求められる一方で、前述の実行可能な計画という観点から、トレードオフの関係を見極める必要がある。したがって「自動スケジューラ」と「手動エディタ」機能のバランス、運用面でのシステムの計画精度と製造現場で対応可能な余地のバランスを、設計と導入で適切に検討して進めることが課題となっている。

### 2.5 スケジューラに求められる新たな役割

SynPLA を取り巻く周辺システム ERP、MES 機能とのデータの流れと業務範囲の切り分けは変化してきた。これまでは、ERP などの上位システムの MRP 機能によ

って計画された完成品や半製品、すなわち完成品を構成する構成品目毎の生産依頼を上位システムからの入力情報として SynPLA が受け取る形の構成が多かったが、ここ最近では、構成品目毎の生産依頼を SynPLA が自ら生成する要件など、業務範囲を拡張した「自動スケジューラ」ツールを期待する要件が増えている。また、スケジューリング結果をガントチャートや表形式など様々な画面表示で実現できることから、ERP や MES システムを介さずに、スケジューラの画面そのものを作業指示や製造現場の実施状況を表示して確認できる「見える化」ツールとしての要件も増えている。

このように ERP や MES が担当していた生産管理業務の機能を、スケジューラが担う構成が増えている。さらに、機能を部分的にスケジューラと分担することから、よりタイムリーで密な連携が可能なシステムであることが求められている。

### 3. 適用事例

近年の SynPLA の適用事例について説明する。

#### 3.1 導入事例－食品製造業 A 社

A 社は食料品原料油の製造・加工・販売をしているプロセス製造業のメーカである。これまで手作業であった生産計画を作成する業務の負荷軽減と、製造実績・在庫情報を即時に把握しての計画調整を目的として SynPLA を導入した。

##### (1) A 社課題 1－共洗い用の品目の計画作成

A 社では同一設備で製造する品目が切り替わる場合に、共洗いが必要となる。液状の油脂の製造であるため、工程終了後にタンクなどの容器から抜き出しても容器内部に付着し残留する。次に製造する品目の油脂を使用して共洗いすることで、付着物を除去するとともに、次の製造工程で濃度や組成に影響を与えないようにする。共洗いに使用する量は大きいので、生産計画の対象にする必要がある。共洗いを計画する際、共洗い用の品目を製造するのに必要な子品目の製造と原料の所要量を計算し製造する。設備のスケジューリング状況に応じて所要の発生タイミングと数量を決定する必要がある。通常の ERP の MRP 機能では対応しきれないという課題があった。また、ERP 側では完成品の生産計画の作成だけをしているため、子品目の生産計画は共洗い用の品目と合わせて手動で計画担当者が所要量を計算する必要がある。このため、計画作成業務の負荷が高く、また計画精度にも課

題があった。

これらの課題に対して、SynPLA のロット生成機能（簡易 MRP）を、自動スケジューリング機能で作業計画をディスパッチングしながら呼び出すことで、共洗い用の品目のロットを動的に生成する機能を開発し導入した。図 3 に計画イメージを示す。

＜設備別ガントチャートイメージ＞

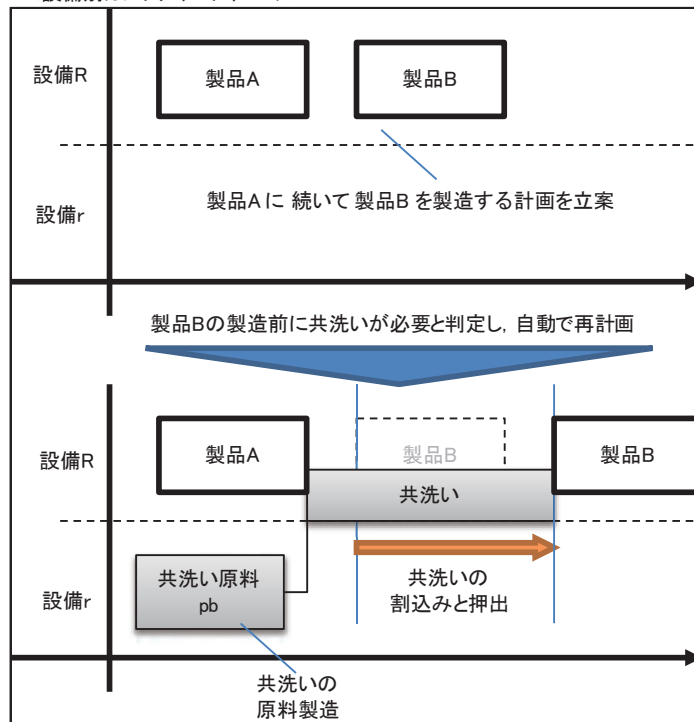


図 3 共洗いを考慮したスケジューリングイメージ

##### (2) A 社課題 2－配管制約を考慮した計画作成

プロセス製造では設備間を接続する配管の制約を考慮する必要がある。A 社では設備間を接続する配管に同一の設備間でも 2 とおり以上の経路があり、計画済みの作業が使用する経路を考慮しながら他の計画を作成・調整する必要がある。計画担当者が目視で経路の重複を判断して計画を作成していた。複雑な配管の状況を把握しなければならないため、業務負荷が高く、また、計画の誤りも発生しており計画精度の向上が課題となっていた。

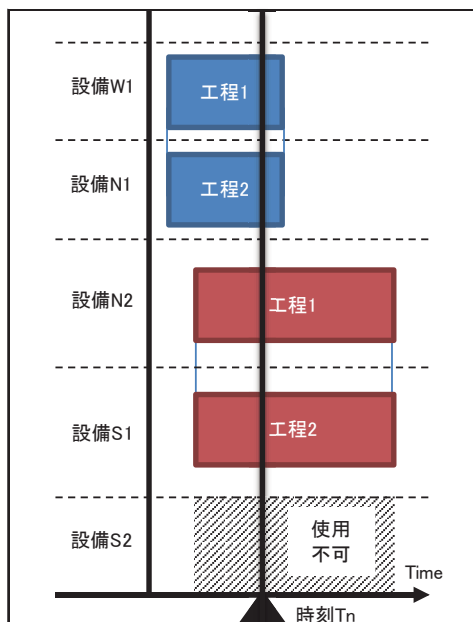
MES は現時点の設備の使用状況を見える化した画面機能を備えているが、A 社のように計画作成業務で未来時点の設備の使用状況を見せている例は少ない。

この課題に対して、自動スケジューリングで配管経路を自動で決定する機能とともに、配管経路の使用予定が見える画面機能を開発してシステムを導入した。図 4 に画面例を示す。

配管制約のようにユーザ固有の制約要件を追加した

「自動スケジューラ」の実現はこれまでも事例があったが、上位システムが担う MRP の機能を SynPLA の「自動スケジューラ」機能が担う例はこれまでにない特徴的である。また、MES システムが担う設備の状況の「見える化」を担うという点でも特徴的な事例となっている。

＜設備別ガントチャートイメージ＞



＜配管経路イメージ＞

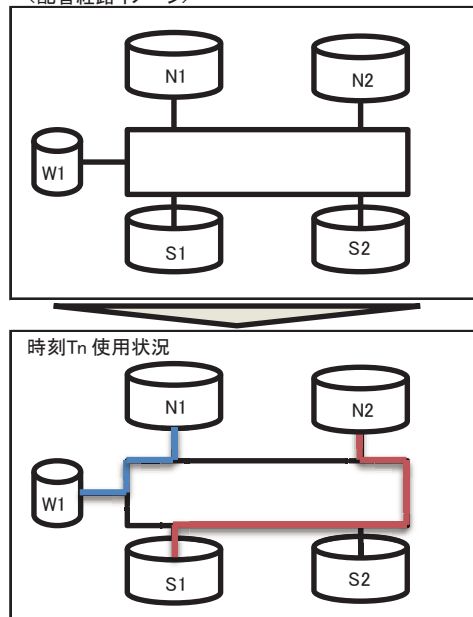


図 4 設備別ガントと配管経路イメージ

### 3.2 導入事例－食品製造業 B 社

B 社は醤油加工品の製造・加工・販売をしているプロセス製造業のメーカである。MES、スケジューラ、DCS(Distributed Control System)を連携させた生産管理システムを構築し、実績をタイムリーに把握し計画と

実績を同期化して製造状況に応じて計画を作成する目的で SynPLA を導入した。

#### (1) B 社課題－工程実績の見える化

B 社では計画の精度向上と製造効率の向上が課題となっていた。このため、設備の状況をタイムリーに監視し、把握して、工程進捗やトラブルの対応などを適時・適切にサポートして製造指示を行うことが必要だった。

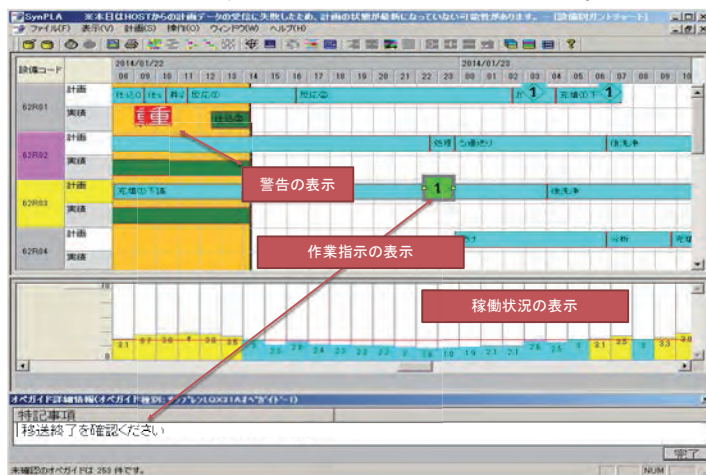


図 5 電子掲示板

MES は現在時点の設備の使用状況を見える化した画面機能を備えているが、計画と実績を同時に見える化し、現在と未来の作業状況を俯瞰して把握できる画面機能を備えていない。

この課題に対して、SynPLA のガントチャート画面に計画と設備の工程進捗状況とアラーム状況をリアルタイムに現場から収集されるデータを共有して表示し、作業指示とモニタリングを兼ねた電子掲示板として使える画面および連携機能を構築した。図 5 に画面例を示す。

#### (2) B 社課題 2－複雑なスケジューリング要件

B 社の製造品は同一のタンク内で材料が反応して工程が進む。このような反応工程について SynPLA 標準の「自動スケジュール」機能が対応できないことと、固有要件として「自動スケジュール機能」をモディファイすると開発規模が大きくなり投資対効果が小さくなること、制約条件が複雑でマスタ管理が煩雑で管理しきれないことから、計画作成を人手に頼らなければいけないという課題があった。

B 社に適用した SynPLA では上位システムで工程展開済みの計画を画面に表示して、連続で処理される工程をまとめて連動移動するなどの計画調整を支援する機能を拡張して導入した。図 6 に操作イメージの一例を示す。



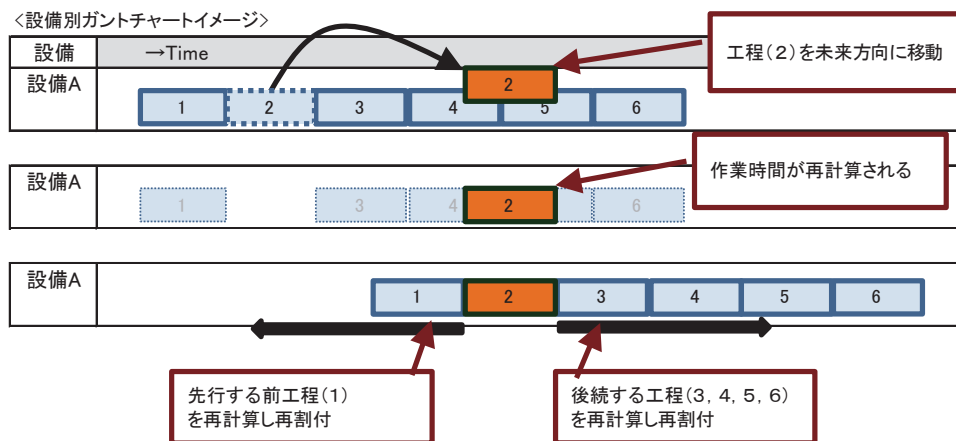


図 6 計画操作イメージ

図 6 の操作イメージは、連続する工程を一括で移動する機能である。この他に、隣り合う製造品目を押し出す移動や、任意の区間の空き時間を埋めるように寄せる機能がある。

A 社の事例と同様に SynPLA と MES を連携させて工程状況の「見える化」を実現した。「自動スケジューラ」機能をまったく使用せずに「手動エディタ」と「見える化」の役割を最大限に活用した事例となっているのが特徴的である。

## 4. 今後の展開

### 4.1 過去事例の取り込み

ユーザへの画面の表示方法や操作性の向上にあたる「手動エディタ」と「見える化」機能は、過去の事例に共通項が多い。共通項の多い機能を標準機能として追加・拡張して提供することでユーザの利便性と作業効率向上など導入効果が得られると考える。

現在までに SynPLA を導入済みのお客様で実現した要件、もしくは導入を進めているお客様から指摘されている課題、要望事項を優先とし、製品のエンハンス計画に組み入れて対応していく。

### 4.2 適用事例の整理

これまでのスケジューラの導入事例を鑑みると「自動スケジューラ」としての機能は、お客様固有の要件に合わせてモディファイをしての導入が多く、今後も標準機能だけでの導入は少ないと考える。

「自動スケジューラ」と「手動エディタ」機能のバランスと、システムの計画精度と製造現場で対応可能な余地のバランスにはトレードオフの問題がある。トレードオ

フの問題に対して、ユーザのデータ規模や工程の粒度に応じてモデル化し、必要な制約を見極めて制約条件の取捨選択を行い、SynPLA を適用する必要がある。適用設計フェーズで適切に検討が進められるように過去の事例を整理していく。また、SynPLA と ERP, MES の連携事例は今後も進められノウハウが蓄積されていく。システム間での機能分担の状況について連携事例を整理し、標準連携モデルを整理する。

### 4.3 ユーザエクスペリエンス技術の向上

「手動エディタ」の役割はユーザのノウハウに依存した利用形態であり、属人性の排除や業務負荷低減が必要である。例えば、ユーザの計画作成業務は「計画の評価」「問題の抽出」「解決案の検討」「計画調整の実施」といった手順を繰り返す一連のサイクルとなるが、この際、担当者のノウハウが求められる。この課題に対し、「見える化」をさらに進めて「見せる」「気づく」「アクションできる」ように、業務の手順を自然に誘導する画面デザインや、ユーザの計画調整の操作を蓄積し、ノウハウとして抽出解析して解決案を提示する機能など、ユーザエクスペリエンス技術を研究し取り込んでいく。

## 5. おわりに

製造業を取り巻く環境の変化に伴う、市場ニーズや要求の変化は著しい。HSE はこれまでに生産計画ソリューションサービスを通じ、蓄積した技術とノウハウを提供してきた。市場の変化に伴う、業務スタイルや要件の変化に対応したスケジューラとして SynPLA を継続して改良し、市場に提供していく。

多くの製造業の顧客に導入し業務改善に活用して頂く

ためにも、販売パートナーである営業や販社との連携は重要であり、今後は、デモシステムや体験版ツール、販促ツールを拡充し、販売パートナーの協業をさらに拡大いただける事業展開を図っていく。

#### 参考文献

- 1) 捧 保浩，他：SCM を支える意思決定支援システム SYNAPSE suite，日立 TO 技報第 6 号(2000)
- 2) 阿部 秀幹，他：XML によるスケジューラと MES 連携の実現，日立 TO 技報第 9 号(2002)
- 3) 手塚 大，他：GA による複数指標最適化，日立 TO 技報第 5 号(1999)



真嶋 剣 2001 年入社  
PSI ソリューション第一グループ  
製造業向け生産計画システムのシステムエンジニアリング  
ken.majima.zt@hitachi-solutions.com



阿部 秀幹 1992 年入社  
PSI ソリューション第一グループ  
製造業向け生産計画システムのシステムエンジニアリング  
hideki.abe.hz@hitachi-solutions.com



海老名 拓 2000 年入社  
PSI ソリューション第一グループ  
製造業向け生産計画システムのシステムエンジニアリング  
taku.ebina.zc@hitachi-solutions.com



伊藤 博久 1993 年入社  
PSI ソリューション第一グループ  
製造業向け生産計画システムのシステムエンジニアリング  
hirohisa.ito.zt@hitachi-solutions.com