

Xpress-MPを使用した

最新事例集

添付は、Xpress-MP を使用した最適化の事例 17 ケースで、Dash Optimization (www.dashoptimization.com) のウェブサイトに掲載されたものです。

最新 17 ケース・スタディー

- 1 Honewell のケーススタディー
- 2 セメント・プラントのサプライチェーン最適化
- 3 プリプロピレン・ビジネスのための BASLL 社サプライチェーン最適化
- 4 電力業での水力発電のスケジューリングの最適化
- 5 装置産業のサプライチェーンの最適化
- 6 エネルギー・コンサルティングの最適化
- 7 Veba Oel 社のエネルギー・オプティマイゼーション
- 8 Movex SCP : Intentia 社の新サプライ・チェーン・プランニング
- 9 アドバースト石油精製モデリング
- 10 ボンド・トレーディングの e-市場への最適化への適用
- 11 Caminus 社のエネルギー・モデル
- 12 Reckitt Benckiser 社のサプライチェーンの最適化
- 13 鉄鋼業 ARBED グループでの最適化
- 14 販売経費の最適化 (CapGemini Ernest & Young 社)
- 15 石油産業での配送最適化システム
- 16 塩素とその誘導体製品の販売計画、業務計画
- 17 電力業界での発電機のスケジューリング

ケーススタディ 1

Honeywell のケーススタディ

2 つのケーススタディにより、Honeywell が、どのように Xpress-MP を使ったかを説明します。

ジェフ・ケリー、Honeywell ハイスペック・ソリューション

AIChE ジャーナル 48 巻、No . 12、ページ 2995-2999、2002 年 12 月号

この記事には、chronological decomposition heuristic (CDH) についての説明で、これは、Xpress-Mosel と Xpress-Optimizer を使って開発されました。このヒューリスティックな方法は、実用的な規模の生産スケジューリング最適化問題のインテグラーでの実現可能なソリューションを、素早く見つけることを意図した simple time-based divide-and-conquer strategy です。それは、石油精製、石油化学、化学薬品、および、医薬品の製造で見られる生産スケジューリングの最適化問題のために特別にデザインされたものです。これらの製造スケジューリングは、時間的な次元を、あらかじめ特定された固定的な期間により、時間グリッドに区分し、定式化されています。

[pdf download]

Smooth-and-Dive Accelerator: A Pre-MILP Primal Heuristic applied to Scheduling

ジェフケリー、Honeywell ハイスペック・ソリューション

Computers and Chemical Engineering ジャーナル誌に受理されました (2002 年 12 月)

この記事は、「難しい」生産スケジューリング問題の解を得るために、実現可能な整数解を見つけるために使われる、明示的ではない列挙型の、探索的なヒューリスティックな方式を行う前に、バイナリ、すなわち、0-1 ロジック変数の数を徹底的に減少させる、効果的で、簡単なヒューリスティックな方式を説明しています。このヒューリスティックな方式は、Xpress-Mosel と Xpress-Optimizer を使って開発されています。このヒューリスティックな方式の有効性については、これを製油所での原油のブレンド問題への適用例を使い、説明しています。

ケーススタディ 2

Joël Mariotti, Vice President Strategic Plan, Essroc

Italcementi グループセメントプラント・サプライ・チェーンの最適化：年間予算計画作業準備への戦略的なシミュレーション

Bergamo で 1864 年に設立されたイタリアの Italcementi は、1992 年に Ciments Francais 社の買収にもない、Italcementi グループとなった。現在、グループは、ヨーロッパのナンバー・ワンのセメント生産会社になり、また、世界的なリーダーの地歩を獲得した。この会社の世界全体での 2000 年の売上は、合計で、38 億ユーロであった。Italcementi は、ヨーロッパ、北アメリカ、および、アジアで操業しており、これらは、50 以上のセメント工場、150 の採掘場、および、500 箇所の混合プラントに支えられている。簡単にいうと、セメント工場の活動は、セメントの基本の素材であるクリンカーの生産ですが、これは、採掘された素材を砕き、いろいろなコンポーネントを追加して得られる。出荷前の最後の工程は袋詰めである。

問題

ロジスティック・コストが最終製品のコストで大きな割合を占めるいかなる会社と同様に、どのようなセメント会社にとっても、生産と物流計画を最適化することにより、大きな経済的な利益が得られる。変動生産費、および、内部で発生する輸送費は、しばしば、販売価格の 40% を占める。Ciments Francais のマネジメントは、すでに、1980 年に、グループのサプライ・チェーンを最適化するために、モデルを使い始めた。このモデルは、工場 20 箇所、20 箇所の配送センター、フランス国内の 200 箇所以上の顧客配送センターを対象とするものであった。

年間予算準備作業の一部は、各工場でのクリンカー、および、セメントの生産の最適なスケジューリング作成と、工場、および、センターからの最もよい配給シナリオの作成であった。コストの最小化、もしくは、利益最大化は、与えられた条件を前提に、最適化ツールを使うことによるのみ作成できる。このような特に複雑な問題は、オペレーションズリサーチのテクニック、特に、線形計画法を使って解ける。この技法は、セメント製造業と同じように多量なデータを使う石油業での同様な問題で、その有効性が確かめられていたので、戦略計画作成を担当するマネジャー Joel Mariotti により率いられたチームは、セメント工場の問題に、この技法を適応した。

この技法は、1988 年までは、年間予算の作成、および、必要に応じて、'What if'、または、'What would happen if' シナリオに基づき、戦略的な思考を行うための基盤として使われた。しかし、この技法は、慎重に使われた。これらの作業は、強力なメインフレームを使って行われたので、莫大な費用がかかり、また、モデルの管理が難しく、データの準備から結果を得るのに約 10 日が必要であった。

ソリューション

1988年に、Eurodecisionがプロジェクトを引き継ぎ、Ciments Francaisのために、PCベースの、生産と配給の費用削減を行うための業務システムのプロトタイプを開発し、それは、短期間に実際業務のシステムに変換された。これはまさに、イノベーションであった。なぜなら、そのような複雑な線形計画問題が、かつて、PCで解かれたことがなかったからである。サプライ・チェーン最適化のための、このシステムの最終バージョンは、Eurodecisionの重要な業務コンポーネントであるLP-Supply Chain、および、Dash OptimizationのXpress-MPソルバーを使っている。

個々のシミュレーションは、テストするシナリオを、代表的なデータ・セットを使い、行われる。需要は、製品別、基地別の数量を使う。シミュレーションを行うには、製品別の生産量、生産能力、および、各キルン別、粉砕ミル別の詳細コストが必要である。配送関係では、クリンカーとセメントについての工場、配送基地などの拠点間配送マトリックス、および、配送基地と顧客の間の配送マトリックスも必要である。これ以外の条件も、考慮されている。得られる結果を読むと、そこには、物理的な生産計画、配送計画だけではなく、金銭的な評価について定義の値も表示されている。例えば、各エンティティの、そして、工場ゲート、配給基地、顧客というような、いろいろなプロセス・フェーズでの限界コスト、限界収益も得られる。

このシステムにより、半日で、最高10本の戦略的なシナリオを、迅速にシミュレーションすることができる。また、例えば、ある工場を買収したら、どのような効果がえられるか、というような、会社としての成長シナリオもシミュレーションすることもできる。生産システムや配給システムに変化があるたびに、最もよい戦略シナリオを、もう一度、決めなおす必要がある。このシステムには、道路輸送、鉄道輸送、海路による輸送などのすべての輸送モードもモデル化されており、これにより、運送業者との新しい契約のインパクトを、非常に素早く評価することが出来る。

Ciments Francaisを買収の後、このソフトウェアのWindowsベースの新しいバージョンが開発され、Italcementiグループでの、システムの一層の開発が容易になった。このソフトウェアは、イタリア本社、パリのCiments Françaisの国際部門、それにいくつかの子会社、特に、合衆国のEssroc社、および、トルコのSet Cemento Cemento社などで使われている。

「現在の私達には、各シナリオを評価し、比較できるツールを持っています。これを使い、いまや、私達は、例えば、新しい基地を開設したり、粉砕ミルを購入したりするような戦略的な性格を持つ問題に迅速に反応できます。また、新しい販路や顧客を獲得するには、どの分野を重視すべきか、最もよいマージンが得られる地理的エリアはどこかなどについても、容易に突き止められます。

成果

Eurodecision社のLP-SupplyChain、および、Dash Optimization社のXpress-MPの使用により、年間予算のコントロールが改善され、利益の向上を妨げる生産隘路を、容易に突き止められるようになった。

ケーススタディ 3

ポリプロピレンビジネスのための BASELL 社サプライ・チェーンの最適化

BASELL 社は、ポリプロピレン、および、高級ポリオレフィン製品の主要な供給会社であり、世界の最大のポリプロピレン、ポリエチレンのプロセスや関係する触媒の開発会社であり、かつ、関連ライセンスを、世界市場を対象に提供している会社です。

問題

同社は、ポリプロピレンビジネスを行うため、現在、ベネルックス、ドイツ、フランス、イタリア、スペイン、イギリスなどの、さまざまなヨーロッパ諸国に置かれた 10 箇所以上の供給ポイントを持っています。

BASELL 社は、ホモポリマー製品のような、多数の製品ファミリーに属している約 1500 種類の最終製品を販売しています。

これらの製品の顧客は約 3000 社で、ヨーロッパと、それ以外の海外各地に散在しています。これら顧客の業種は、フィルム、包装、自動車、家具、住宅建設、ペイント、その他の産業です。

毎月、BASELL 社の販売部は、3 ヶ月の販売予測を作成します。この予測値は、顧客別、製品別、荷姿別、および、月別の予想販売量です。販売数量の予測値は、顧客カテゴリー別にまとめられます。ここでいう顧客カテゴリーは、利益の最適化を意図し、販売した場合に実現できると思われる利益を見て、販売するかしないかを区分する顧客カテゴリーです。

問題は、以下の点を考慮して、最適な販売計画、および、生産計画を作成することです。

- ◇ ミニマム、および、マキシマムの販売量
- ◇ 生産キャパシティと在庫能力
- ◇ 期初在庫数量
- ◇ 最小ロットサイズ、固定ロットサイズ（いわゆるバッチ）、原材料の使用可能量など
- ◇ 原材料価格、生産コスト、在庫コスト、輸送費などの、考慮すべきすべてコスト
- ◇ 顧客別別、製品別、荷姿別販売価格

目的関数は、売上からコストを差し引いて得られる利益を最大にすることです。

このモデルのインプリメンテーション環境

このモデルのインプリメンテーションのユーザーインターフェイスは、MS ACCESS です。そして、MS ACCESS は、一方では、同社の SAP システムにインターフェイスを持ち、もう一方では、Xpress-MP

optimizer にインタフェースを持っています。

通常、計画作成は、次のステップを踏んで行われます。

- ◇ SAP から現在のデータをダウンロードする。データには、原材料と顧客のマスターデータ、生産データ（レシピ、原材料コスト）、販売データ（予測数量、および、販売価格）
- ◇ データが正確であるか、また、すべてが揃っているかを確認する。すべての販売は、モデルの潜在的な供給基地に結び付けられているか。各生産ステップで必要となる原材料は利用可能か。制約式間に矛盾はないか等々。
- ◇ Xpress-MP optimizer を動かし、解を得て、ソリューションの中の「欠点」を捜す。そのような「欠点」には、下記のようなものがあるかも知れない。在庫量が、予想していた「望ましいレベル」よりも高い、もしくは、低い。プラントの利用率が不均衡である。誤った入力データにより、ソリューションの内容がおかしい等々。
- ◇ 上のような「欠点」を是正するように、モデルを直す。満足の行くソリューションが見つかるまで、最適化を繰り返す。
- ◇ 最終的なソリューションの結果をレポートとしてまとめ、SAP に送り返す。SAP では、これを基に、各プラントでの生産計画を最終化し、また、予想よりも利益に貢献しないと認定される販売数量を確認し、チャンネル別、製品別の販売数量を最終化する。

このシステムでは、"what-if"分析を行うため、いろいろな「現行データ」が容易に生成され、管理できるようになっています。また、過去の実績データの参照も容易に行えます。

主な特徴

- ◇ この計画セッションでは、常時、約 800 種類の製品、製品と生産プラントの 1500 もの種々な組み合わせ、顧客、製品、荷姿、および、対象月の 10000 もの種々な組み合わせを考慮して最適化を行う。
- ◇ このモデルには、200,000 以上の変数、380,000 以上のノンゼロ・エレメント、400 以上の整数変数、および、900 以上のセミ・コンティニュアス変数がある。
- ◇ 線形計画ソリューションの計算は約 1 分で済む。最小ロットサイズ、固定ロットサイズのようなセミ・コンティニュアス変数や整数変数を考慮し、かつ、最適解の 5% 内にあると保証されている「よい」整数解ソリューションは、約 15 分で得られる。

要約

上で説明した最適化システムは、1996 年に初めて使用されました。その時のモデルは、4 つのプラント、および、約 100 種類の最終製品のみを扱うものでした。この会社が、他企業を買収したり、合併したりしてゆくにつれ、このシステムも大きくなり、今日のサイズになりました。

BASELL 社の企画部は、「複雑な計画作成とロジスティックプロセスを統合できる能力を与えてくれるツールを持っていることが、わが社にとって、非常に重要です。現在使っている、このポリプロピレン標準品の最適化システムは、生産計画作成とロジスティック計画作成にとり、なくてはならないものになりました。2001 年に行った最後の大型合併の際、最適化は、最も重要な役割を持っていました。と言うのも、合併作業は、まず、最初に、合併する二つのポリプロピレン供給会社の計画作成活動を最適化システムに取り込むことから、開始されたからです。」と述べています。

ケーススタディ 4

電力業での水力発電のスケジューリングの最適化

問題

電力業では、火力発電、水力発電のスケジューリングに、オプティマイゼーション（最適化）が有効なツールであるとして、広く、使われています。現在、電力業では、水力発電のスケジューリング問題の解を得るために、Dash Optimization 社の Xpress-MP モデル作成言語とオプティマイゼーション・ソリューションがよく使われています。水力発電スケジューリング問題は、単一の水力発電所の計画を立てる時には、かなり容易に見えます。しかし、計画作成には、一つ、ないしは、複数の水系にある複数の水力発電所を計画する場合、これらの複数の水力発電所を対象に、モデルを作成することが必要です。こうして、これは、問題をずっと複雑にします。この問題は、水力発電所の結合電流、貯水池の貯水量の最小レベル、および、最大レベル、キャピテーション（流体管壁・ロータブレードに低圧力の泡(bubble、pocket)が急激に衝突、または、発生し、管壁・ブレードを侵食すること）、フロータイムの遅れ、および、環境問題からの規制を考慮しなければなりません。これらの制約のすべてを考慮したモデルを作成し、できる限り早く最適な発電スケジュールを作成するのに、多くの発電事業者は、Dash Optimization 社のソリューションを使用するようになりました。

ソリューション

Xpress-MP を使うことによって、多くの独立発電事業者は、その事業環境によって、2つのアプローチのどちらかを使い、この問題を解決しています。最初のアプローチは、使われる水の総量を最小化しながら、時間帯別の発電所要量プロファイルに沿って発電が行えるような目的関数を作成する方法です。もう一つのアプローチは、貯水池から汲み上げられた水のコストを念頭に、時間帯ごとの価格表を所与として、得られる収入を最大化する目的関数を使うものです。これら二つのアプローチによる問題のモデルは、一般に、限界的な単位時間を使い解かれますが、1日、または、1週間という期間を対象に、期間の終わりの影響を意識して、対象期間に1日を追加して解かれます。

このタイプの問題の中で、Xpress-MP が考慮しなければならない制約式は下記のものです。

- o 最大/最小発電量
- o 貯水池の最大/最小レベル
- o システムのある部分での、水の最大/最小フロー
- o 特定の川での、水量の変化の最大変化率
- o 特定の貯水池での、貯水レベルの変化の最大変化率
- o 魚釣り、レクリエーション、および、その他の環境面の制約を考慮した最小の水のフロー
- o 発電機ごとの、リニアで、非凸型の水量から電気への変換ファクター
- o 水量バランス（個別貯水池ごとの水の流入/流出のバランス、すなわち、貯水量の変化）

整数変数は、問題の不連続な側面を表現するために、よく使われます。これらの整数変数には、タービン運転の許されない時間帯、個々のタービン用の水を電力への変換関数、および、流出堰を越えて流出する水量（すなわち、水門でコントロールされていない水の流出。水位が堰の高さを越えると、流出が起こる）などが含まれます。

なぜ、Xpress-MP を使うのか

水力発電のスケジューリング問題は、Dash Optimization の 2001 ユーザ・ミーティングで、最近、議論されました。この会議で、多くの人から尊敬されているエネルギーコンサルタント、Tom Halliburton 氏は、Xpress-MP を使って彼が行った、この問題のモデルと解について、プレゼンテーションを行いました。Halliburton 氏が、最近、Xpress-MP を使って行ったリバー・システム問題の一つは、カリフォルニアのフェザー川についてのシステムです。このリバー・システムは約 700MW の能力を持ち、これは、年間 2000Gwh 以上の電力を発電し、その金額は USD 1 億ドルの収益を生みだしています。Halliburton 氏は、Xpress-MP の表計算インターフェースを使って、この水力発電のスケジューリング問題を解いています。その場合、Xpress-MP コマンドは、呼出し可能なライブラリ(callable library) を使って実行されます。表計算インターフェースを使うことにより、メニューバーコマンドを創り出すことができ、これにより、分析がより一層、容易になります。多くの独立発電事業者は、そのスピードと信頼性のため、Xpress-MP を使います。なぜ、Xpress-MP を使うのかと尋ねられ、トムは、「私は、Xpress やその競合品をいろいろ試してみましたが、Xpress が、一番、速かった。混合整数問題の標準 Excel ソルバーを使うより 20%速い、というくらいのもではなく、それらよりも、数倍も速いものでした。」と述べています。

ケーススタディ 5

装置産業のサプライチェーンの最適化

AspenTechnologies 社

USD6 trillion の売上を持つプロセス産業で、競争相手よりも前に進むには、市場で、自社のプロセスを最も効果的であり、費用効率を高める方法のみしかありません。石油会社、化学薬品会社、調剤会社などを含むプロセス産業の企業は、Aspen Technologies 社の製品と専門技術を模倣し、自分たちの原料調達効率化、業務効率を増大、サプライチェーンの管理に役立てようとしています。

問題

プロセス産業での製造関連の問題に含まれている、チャレンジングな混合整数計画 (MIP) 問題を解くために、Aspen Tech 社は、Dash Optimization 社の Xpress-MP Optimizer を使っています。Xpress-MP Optimizer は、Aspen Tech 社の MIMI に組み込まれ、同社の多数の e-サプライチェーン・ソリューションを得るためのエンジンとなっています。

これらのテクノロジーが適用された最近の例は、Aspen Tech 社の半導体プランナーです。半導体プランナーは、半導体の生産をモニターし、最適化するために開発されました。半導体プランナーは、機器によるウェハーの生産から、最終的なカードの生産までを対象とするものです。このタイプの問題は、多くの点でチャレンジングです。すなわち、製造フローが非常に複雑であること、サイクルタイムが長く、かつ、変動する、需要が不安定である、そして、製品のライフサイクルが短い、という特徴があります。

ソリューション

Aspen Tech 社の半導体プランナー

- ◇ すべての需要を満たすのに必要なシリコンウェハー生産を最小化する
- ◇ 既存の最終製品在庫と仕掛品を最大限に活用するために、需要を工場に適切に割り当てる
- ◇ 新しいバッチの開始を最小化する
- ◇ 最小バッチサイズ要件を満たす

Aspen Tech 社のこれらの典型的な問題は、一般に、86,000 以上の変数、60,000 式以上の制約式、196,000 のノンゼロ・エレメントを持っています。Aspen Tech 社は、Dash 社の Parallel MIP Optimizer を使ってこれらの問題を解きますが、Parallel MIP Optimizer は、多量な計算量を 4 つの別々の CPU に分散し、解を得るまでの時間を短縮します。こうして、Aspen Tech 社は、これは一例ですが、ソリューションを得るまでの時間を、254 秒から 100 秒にまで短縮させることができました。

Aspen Technologies 社は、マサチューセッツ州ケンブリッジに本社を持つ国際企業です。同社は、2001 年会計年度には、3 億 1060 万 USD の売上を持ち、また、15.9%の販売金額の成長を達成しました。これらの販売金額の半分は米国の外からです。

ケーススタディ 6

エネルギー・コンサルティングでの最適化

PSRI (Power Systems Research Inc.) 社は、1987 年以来、ラテン諸国、北アメリカ、アジアで、コンサルティング・サービスを提供しています。PSRI 社は、特に、水力発電、火力発電関連システム(hydrothermal system) 分野で、生産シミュレーション用のモデル、リスク管理、および、資産の統合的な最適化を行うツール、そして、プロジェクトの財務的、経済的評価を専門としています。PSRI 社は、その新しいコンピュータ処理ツールの開発に、Dash Optimization 社の Xpress-MP Optimizer を使っています。

ソリューション

PSRI 社の最新コンピュータ処理ツールのうちの 1 つである Optgen は、エネルギーシステムの拡張計画ツールです。Optgen は、水力発電機、火力発電機、および、地域間送電網領域の間の建設の投資コストを最小化するためのものです。PSRI 社が作成したモデルにより、発電、および、送電設備を強化するための投資コスト、プラントの運営費、エネルギー供給量を契約どおりに供給できなかった場合のペナルティの合計額を最小にすることができます。この問題には、たくさんの制約式が関係しています。例えば、必須なプロジェクト関連の制約式、オプション・プロジェクト関連の制約式、相互に排他的なプロジェクトの制約式、関連プロジェクトの制約式、最小能力についての制約式、水バランスの制約式、負荷や供給についての制約式、環境的視点から生ずる制約式、運用上の制約式、個々の発電機の最小発電レベルについての制約式、燃料消費量についての制約式などです。この最適化問題は、1,000 のバイナリ変数、分解テクニックにより処理された 110,000 の連続変数、および、20,000 の制約式を持つ、複数期間を統合するモデルで、ディコンポジション・テクニックを使用しています。

PSRI 社が、Xpress-MP を使って開発した他の最近のツールには、Optnet と Optfolio があります。Optnet は、配電網の拡張を行うときに使うツールで、通常、約 5,000 の制約式、および、約 3,000 の変数を持っていますが、約 3,000 の変数のうち、約 300 は整数バイナリ変数です。この問題は、2 つのフェーズを踏んで解きます。最初のフェーズは、1%のアップパーバウンド下で計算し、次いで、GRASP のメタヒューリ

スティックのフェーズでの計算です。この問題を解くには、1 時間 50 分掛かりますが、20 分はメタヒューリスティックのフェーズでの時間です。Optfolio は、エネルギーポートフォリオ管理のために使われる意思決定サポートツールです。Optfolio の問題サイズは、一般に、変数と制約式の合計で、約 15,000 ですが、そのうち、約 100 はバイナリ変数です。

なぜ、使いやすいか

PSRI は、現在、Watcom C ルーチンを使って、アプリケーションと接続される、Xpress-MP モデリングコンポーネントライブラリを使っています。PSRI は、「Xpress 環境が、modeler 言語を使って最適化問題を定義するための直接的な方法を提供する。制約式や変数の追加、修正が、非常に容易である。モデルのデータインプットも、また、アスキーファイルのコンマで分離されたフォーマットのため、簡単である」ことを証明しています。

PSRI 社について

PSRI 社は、オフィスは、ブラジル、および、米国に持っています。これらのオフィスでは、多くの独立コンサルタントによりサポートされている技術スタッフが働いています。PSRI 社のクライアントは 20 以上の国々に存在し、エネルギー、ユーティリティ、オイル/ガス会社、国際的な広がりや規模を持つ組織、監督機関、ISO、および、コンサルタント/研究センターなどです。

ケーススタディ 7

Veba Oel 社での Parallel Mixed Integer Programming を使った Energy Optimization

問題

石油&天然ガス産業では、製油所での原油、半製品、最終製品の出入りのフロー、および、製油所内での生産活動を最適化することが非常に重要です。大きいエネルギー会社では、この種の原油、半製品、最終製品の出入りのフロー、および、製油所内での生産活動のモデル化を行い、最適化する問題は、そのサイズが非常に大きくなり、かつ、極めて複雑なものとなります。

ソリューション

Veba Oel 社は、ドイツをベースとする大きな石油&ガス関連の企業で、原油の探査、および、生産などを行っている会社です。Veba Oel 社は、この問題を、Dash Optimization 社の Xpress-MP Parallel MIP solver により、Haverly 社の GRTMPS をエンハンスし、この問題を解いています。Haverly 社の GRTMPS は、前倒し計画作成システムです。これにより、Veba Oel 社は、モデルの最適化の計算時間を大幅に減らすことができました。

モデル仕様

Veba Oel 社の最適化モデルは、原油、半製品、最終製品の出入りのフローで、製油所を通して配給網へのフローも含まれます。これには、市場からの製油所への原料油の流入、そして、製油所から最終製品として市場に送出するフローも含まれています。また、このモデルに入れられるファクターには、原料油、および、最終製品の価格や、モデル内に複数の製油所の処理構造や、発生する中間溜分の特性も組み込まれています。

Veba Oel 社の最大のモデルは、28,000 の変数、1,300 の整数変数、16,000 の制約式を持ち、140,000 のノンゼロエレメントを持つマトリックスです。以前は、この問題を解くには、12 時間以上も掛かっていました。Veba Oel 社は、このランタイムを短縮するために、GRTMPS ソフトウェア内にある「フック」を使って、Xpress-MP MIP Parallel Solver を呼びます。Xpress-MP MIP Parallel Solver は、複数のプロセッサに最適化の計算負荷を分散し、この問題を、1 時間 16 分のランタイムで解を出します。このときの精度は 0.01% です。

ハードウェア・ソフトウェアの仕様

Veba Oel 社は、Dash Optimization's Parallel Xpress-MP version 12.15 をベースに、GRTMPS システムを使っています。このソフトウェアは、2GB メモリーを持つ PC 、および、2 つの 540MHz プロセッサで動きます。

Veba Oel 社について

Veba Oel 社は、北海とラテンアメリカを主体に、13 の国々で、油田の探査と生産を行っており、また、ヨーロッパ全体で、石油精製と販売を行っています。Veba Oel 社は、現在、6 億バレルの原油、および、3140 億立方フートの天然ガスの埋蔵量を持つ油田を持っています。

Haverly 社について

Haverly Systems, Inc.社は、オフィスを、ニュージャージー、カリフォルニア、テキサス、および、イギリスに持っています。Haverly 社は、1962 年以來、意思決定支援システムをプロセス産業に提供します。2001 年 6 月に、同社は、39 年もの長期にわたり、連続して利益を出し続けたこととなります。

ケーススタディ 8

Movex SCP: Intenia 社の New Supply Chain Planning Component

Intenia 社は、世界的市場の e-collaboration solution 製品分野をリードしている主要企業の一つです。同社は、最近、Movex ラインに、サプライチェーン・プランニングに最適化を組み込んだ製品（SCP）を追加する意思決定をしました。この Movex SCP は、計画作成機能とシミュレーションテクノロジーのフィーチャーを持つ、同社の既存の Movex advanced production planning product の機能を強化するものです。同社は、これまで、自社で技術開発を行ってきましたが、今回、最適化モジュールを開発するにあたり、外部の技術を使うことを決定しました。Intenia 社は、パートナーになる会社が、最先端テクノロジーを持ち、製品ブランドの確立した会社で、かつ、製品を市場に迅速に提供できるように、自社と密接に協力し、積極的な姿勢を持つ会社をパートナーとしたいと願っていました。何社かの候補のなかから、厳密な評価を行った後に、Intenia 社は、Dash Optimization 社を選択し、同社の XpressMP modeling and optimization components の使用を決定しました。

ソリューション

Intenia 社は、Dash Optimization 社の高速モデリングコンポーネントを使い、XpressMP を適切にカスタマイズし、XpressMP の最適化エンジンを、Movex SCP 最終製品に埋め込むことに成功しました。XpressMP を使う主要な利点は、詳細な構造化を必要とし、かつ、グローバルな広がりを持つサプライチェーン計画問題を、迅速、かつ、容易に表現できる能力です。これにより、Intenia 社は、optimizer の持つ複雑さをユーザに見せないようにして、しかも、ユーザが自分の手でモデルの設定を容易に行え、さらに、optimizer の動作をコントロールできるようにしました。Movex SCP の開発の間、Intenia 社と Dash Optimization 社は、緊密な協力をを行い、ほんの 4 ヶ月の期間で、信頼性、柔軟性を持ち、かつ、容易にメンテナンスの行えるプロトタイプを完成させることができました。

どのように機能するか

Movex 内の SCP コンポーネントを使い、コスト最少により、サプライヤー、生産、配送、在庫保有レベルなどについての意思決定が行われ、収益を最大にするように、需要と供給のバランスをとります。サプライチェーン計画により、どこから、なにを、どれだけ、いつ供給するかというソーシング問題の最適解もえられます。顧客需要の見積りから始まり、サプライチェーンの全体的なバランスが決定されますが、その中には、配送、生産、機械設備の使い方、原材料の所要量、および、在庫の積み増しなどが含まれています。最適化により、配送費と生産費のトレードオフが行われ、企業は、最も利益のあがる方法で、最も利益を生む製品を提供することに焦点を合わせた計画が得られます。

サマリー

Intenia 社は、Dash Optimization 社と緊密なパートナーシップを成形し、それにより、Movex

e-collaboration solution に新しい、付加価値コンポーネントを、たったの 16 ヶ月にも満たない期間でリリースすることができました。

Intentia 社について

Intentia 社は、スウェーデン取引所に上場されており、世界各地に事業所を持っている、e-コラボレーション・ソリューションの主要提供企業です。ファッション、食品、清涼飲料水、運輸などの市場分野で大きな市場を持っています。2000 年会計年度の同社の売上は、USD \$360.8 百万 でした。

ケーススタディ 9

Advanced Refinery Modeling System

David S. Hirshfeld, MathPro INC.

Advanced Refinery Modeling System (ARMS)は、米国、および、その他の国々を含む石油市場で、市場を国や地域ごとに分割して、製油所タイプや、必要に応じ、個々の製油所などをモデル化し、国際石油市場を対象に、技術的、経済的な分析を行うための、デスクトップで行える線形計画 (LP) モデリングシステムです。

ARMS は、方針の評価や分析、経営計画などを行う際に、大変、よく使われています。特に、政府の石油政策、規制、市場動向などでの、実際に起こった変化、これから起こる予想される変化に、石油精製業がどのように反応するかを、技術的、経済的な観点から分析するのに使われます。ARMS の高度なテクノロジーと使いやすさにより、ARMS は、コンサルティングの内容の品質を高めることができます。

ARMS の中の製油所 LP モデルは、部分均衡モデルです。ARMS は、下記のような事項のシミュレーションを行います。

各種の石油製品の市場は、どのような価格で、製品の需給バランスをとるか。

このとき、個々の製油所は、所属する地域すべての他の製油所と競争関係にある、そして、すべての市場参加者は、市場についての完全な情報を持っていると考えます。

典型的なモデルは、約 1,100 の制約式 (等式、不等式)、3,500 アクティビティ (変数)、および、45,000 のノンゼロエレメントを持っています。

フィーチャー

ARMS は、これまでに確立され、有効と確認されているモデリングテクノロジーを内蔵しており、これによって、モデル、データベース、シナリオを作成し、必要に応じて手を加え、管理するために使われます。ARMS の実行は、インタラクティブな開発環境 (MathPro 2000R) および、最新のモデルソルバー (Xpress-MP) を使って行います。ARMS の持つ、モデル作成、実行についての先進性により、ARMS は、これから行う分析が、モデルの構造を修正することや、拡張することを必要とし、そして、短期間に多くのシナリオについてのランの実行が必要な場合においてさえ、分析を短時間で完了できます。ARMS では、LP モデルは、シンボリックな、コンピュータが読めるモデルステートメントで表現されますが、ここでは、マトリックス形式が使われています。モデルステートメントを組合せ、一組のインプット・バリューを与えると、それに対応したモデルやケースができ、そのモデルを ARMS が処理し、ソリューションが得られます。通常、いろいろな方針や計画シナリオを前提に行うスタディーを行うには、数百のケースが必要になります。

ARMS は、「データ・ドリブン」であり、そして、容易にエンハンスできます。データ・ドリブンなオペレーションにより、数学的な操作やコンピュータプログラムを変更せずに、データバリューを変更し、シナリオを作成することができます。これが可能なのは、ARMS の中で、モデルの数学的表現とデータを厳密に分離しているためです。ARMS の設計とインプリメンテーション方法により、モデルの構造の継続的なサポートの際に、これまでよく行われているようなコンピュータプログラミングが必要でなくなり、容易に行えるようになりました。その結果、モデル管理の費用と時間が減少できます。

もっと詳細に知りたい方は、MathPro 社の Dave Hirshfeld に連絡してください (mathpro@mathproinc.com)

ケーススタディー-10

確定所得証券 (ボンド) トレーディングの e-市場 への最適化の適用

NetExchange 社

NetExchange 社は、Caltech 社からスピンアウトした会社で、カスタム電子マーケットを設計し、構築している会社です。NetExchange 社は、三つの要素に注目しました。そして、これら三つの要素を組み合わせると、より効率的で、成功を実現できる e-市場を作成できるという確信に基づいて設立されました。これらの三つの要素は、経済性、コンピュータサイエンス、および、コンピュータ処理の最適化です。

NetExchange 社のインフラストラクチャーで 3 番目の要素、すなわち、コンピュータ処理の最適化は、Dash 社の最適化ソフトウェア XpressMP によって実行されます。このテクノロジーは、最近、確定所得

証券（ボンド）トレーディングの e-市場に適用されました。

ソリューション

NetExchange 社は、Bond Connect 社と提携して、費用効果の高いトレーディングのためのユニークなプラットフォームを作成しました。Bond Connect 社は、従来の確定所得証券のトレーディングの非効率性に対応したいと思っていました。そこでは、流動性が中間業者の介在により制約され、取引コストは高く、価格は不透明でした。市場へ参加する機関投資家は、Bond Connect 社を使い、投資適格であり、高利回りの社債、抵当証券、資産担保証券、CMO、および、米財務省証券などの課税対象確定所得証券市場ですべての取引を行っています。Bond Connect 社は、取引プロジェクトのすべてで優れたサービスをバックとした革新的なテクノロジーを提供し、これらの機関投資家のトレーディング・パフォーマンスをエンハンスしました。

Bond Connect 社は、証券の売買に、伝統的に使われてきた仲買人を排除することにより、取引コストを削減しました。それに代わりに、Bond Connect 社は、匿名性を保ちつつ、XpressMP が行う複雑なアルゴリズムを使い、売りと買いをマッチさせます。ひとたび、マッチが行われると、電子的に報告書がトレーダーに送られます。これのすべては、Bond Connect 社の Daily Call オークションを通して行なわれます。

利点

この Daily Call オークション により、下記のようなこと利点が生まれます。

- ◇ 買いの機関投資家、売りの機関投資家に対して、平等な競争条件、公平な土俵を提供するための代替市場
- ◇ 米国課税対象確定所得証券すべてをカバー
- ◇ Daily Call オークションの合算による流動性の最適化
- ◇ 低い直接料金、および、市場への影響の低減 価格改善機会
- ◇ 取引プロセス全体での匿名性実現
- ◇ Call オークションの市場メカニズムによる価格開示の最適化
- ◇ オークション後の価格、および、出来高の開示による価格の透明性

Net Exchange 社について

Net Exchange 社は、多様な産業を対象に、電子マーケットを作成しています。現在、Net Exchange 社は、運輸サービス産業、化学産業、電力産業のプロジェクトに取り組んでいます。

ケーススタディ 11

Caminius 社のエネルギーモデル

Caminius 社は、競争の激しいエネルギー市場の参加者を顧客として、ソフトウェアソリューションを販売し、また、戦略的なコンサルティングサービスを行っている主要なプロバイダーです。2000 年 12 月に、同社は、USD 5000 万の売上があったことを発表しています。ニューヨーク市に本社を置く同社は、世界の主要なエネルギー企業、および、エネルギートレーダーからなる 150 社以上のクライアントにサービスを提供します。市場でのトップの座を守るため、Caminius 社は、Dash Optimization の Xpress-MP 最適化ソフトウェアを使い、顧客にエネルギー・ソフトウェアソリューションを提供し、また、それをベースとして、戦略計画作成の支援を行っています。

ソリューション

Caminius 社は、Dash Optimization の Xpress-MP 最適化ソフトウェアを使うことにより、モデルを、迅速、かつ、容易にカスタマイズし、いろいろなタイムフレームを対象とするモデルを定義できます。これらのモデルは、将来の電力価格、新しい発電プラントの必要性、および、電力産業と他のエネルギー市場の間関係を正確に評価することに使用されます。Caminius UK 社のディレクターである Serena Hesmondhalgh 氏は、「Dash 社の製品により、私達は、このようなモデルを短時間で開発することができるようになり、非常に、助かっています」と述べています。Xpress-MP が提供する、最新テクノロジーに基づく最適化機能によって、Caminius 社は、30 分単位の時間枠を対象とした予測モデル（Caminius 社のデリー・モデル）から、30 年以上の期間を対象とする予測モデルを作成しています（Caminius 社のキャパシティ・モデル）。

利点

Caminius 社のデリー・モデルは、発電所の最適スケジューリングをシミュレーションするために使用されます。英国では、半時間間隔ごとの電力価格を設定する必要があり、それを考慮したスケジューリングが必要です。これら価格の決定には、発電所で行われる、静的な、そして動的な動きを考慮する必要がありますが、それには、Xpress-MP の混合整数計画（MIP）機能を使います。

他方、Caminius 社のキャパシティ・モデルは、これからの 30 年以上の期間を対象に、発電所の必要能力を決定するために使用されます。多くの国々で、このモデルを使い、発電システムのインフラストラクチャーを計画しています。このタイプのモデルは、需要動向、また、現在、および、将来の政府による方針のインパクトを考慮し、汚染物質の排出量がどのようなレベルになるかも考慮したものです。

Caminius 社について

Dash 社の Xpress-MP の使用、および、Xpress-MP が持つ線形最適化機能、整数最適化機能により、

Caminus 社は、競争市場での優位性を保持できるソフトウェアソリューションを生み出すことができました。2000 年に、Caminus 社の顧客ベースは、50%以上も増えました。この需要について行くために、Caminus 社は、世界全体で、現在、330 人以上のエネルギー市場エキスパートを配置しています。Caminus 社のオフィスは、テキサス州のヒューストンとダラス、カナダのカルガリー、そして、英国のロンドンとケンブリッジにあります。

ケーススタディ 12

Reckitt Benckiser 社のサプライチェーンの最適化

Reckitt Benckiser 社（以前の Reckitt & Coleman 社）は、世界最大のクリーニング製品を製造している会社です。同社が、汎ヨーロッパの操業を、完全に見直そうとしたとき、Cap Gemini Ernst & Young 社に相談しました。このレビューの主要なゴールの 1 つは、現在、および、将来の需要を、よりよくサポートするため、新しいサプライチェーンのインフラストラクチャーを構築することでした。このインフラストラクチャーをモデル化し、最適化し、将来の需要についての多様なシナリオを前提に、そのパフォーマンスを評価するために、Cap Gemini Ernst & Young 社は、Dash 社の Xpress-MP を使い、意思決定サポートツールを作成しました。

ソリューションのスペック

Reckitt Benckiser 社の、現在のサプライチェーン・インフラストラクチャーを最も正確に表現するモデルを作成するためには、当然、同社の業務データと物理的な物流を考慮する必要がありました。Reckitt Benckiser 社の汎ヨーロッパサプライチェーンは以下のものから構成されています。

15 工場

2,500 種の製品

1,000 社の仕入先

25,000 社の顧客

14 箇所の集配送センター

7,500 種類の原材料

モデル作成のために集められた業務データは、調達、製造、貯蔵、および、配給についてのデータです。モデルが出来上がり、Xpress-MP を使って最適化され、結果は、GUI フォーマットで表示されます。

利点

Xpress-MP を使って作成された最適化のためのモデルにより、Reckitt Benckiser 社のシニア・マネジメ

ントは、リスクフリーなモデリング環境で、潜在的な変化のインパクトを評価することができました。

この環境において、マネジメントは、サプライチェーン資源と製品需要の両方を内包するモデルを使い、いろいろなサプライチェーン・コンフィギュレーションごとに、コストがどれくらい最小化できるかを確認できました。また、このモデルにより、Reckitt Benckiser 社は、汎ヨーロッパ全体のサプライチェーンを対象に、在庫品目、顧客、および、仕入先についてのパレート分析が行えるようになりました。サプライチェーンを最適化することにより、Reckitt Benckiser 社は、毎年、最大 10%の経費節減が行えるようになりました。これは、金額的に USD 14m (10m ポンド) 以上の節減になります。

Reckitt Benckiser 社について

Reckitt Benckiser 社の製品は 180 ヶ国で販売され、60 ヶ国で生産されています。同社は、世界全体で、20,000 人の従業員を持ち、2000 年では、USD4.5 billion 以上の売上を誇っています。

Cap Gemini Ernst & Young 社について

Cap Gemini Ernst & Young 社は、世界で最大の、経営管理、および、IT についてのコンサルティング会社の一つです。Cap Gemini Ernst & Young 社は、2000 年に、USD 65 億の売上を実現しました。

ケーススタディ 13

鉄鋼業 ARBED グループでの最適化

ARBED グループは、グローバルな製鉄会社の 1 つです。その売上は、2000 年間だけで、130 億ドル、そして、60 ヶ国以上に資産を持って操業しています。ヨーロッパで、ARBED は、自動車産業への鋼板の主要な供給者であり、また、薄板製品の主要なメーカーです。さらに、ARBED は、鉄骨材、および、杭の分野でも市場をリードし、世界的なスチールコードの主要な供給者でもあります。

鉄鋼業で競争力を維持するために、ARBED は、コンピュータモデルと最適化ソフトウェアを使って、その生産業務の計画を作成しています。これらのモデルを迅速に、かつ、正確に解くために、ARBED は、複数のプラットフォーム環境で、Dash 社の最適化ソリューション Xpress-MP を使用しています。

ソリューション

ARBED は、顧客から注文された鉄骨材（ビーム）を最適にカットするために、Xpress-MP を使っています。これらの問題は、「one-dimensional cutting stock 問題」として知られています。Xpress-MP は、スチールの損失を最小化し、生産性を最大化することに有効に機能するので、利益をもたらします。ARBED

は、種々の生産プラントデザインや生産管理方針を運用する「multiple criteria アプローチ」を使いながら Xpress-MP を取りいれています。

利点

ARBED は、約 1500 ビームのカットを行う 8 時間のアクティビティを行う「cutting stock 問題」の解があります。この問題は、整数計画 (IP) 問題として定式化されます。そして、Xpress-MP 最適化ソフトウェアは、これを、通常は、数分で、最高 15 分で解きます。Xpress-MP を使用する前は、これらの問題は、非常に熟練した専門家が解いていましたが、手動で実行可能解 (feasible solution) を得るだけで、2 - 3 倍の時間が必要でした。ARBED は、最もよい実行可能解を得るために、種々の目的関数を使って、何回も問題を解きます。さらに、これらの問題を解くには、もはや、専門家は必要ではなくなり、業務を行う際の柔軟性がえられました。

ケーススタディ 14

販売経費の最適化

Cap Gemini Ernst & Young 社

顧客の問題

この顧客は、ヨーロッパのほとんどの国の、市場セクターに、いろいろな種類の車を販売しています。この顧客は、各国にある、国別の販売会社ごとの販売経費をコントロールしていますが、予算を効果的に割り当てたいと考えています。この顧客の目的は、ヨーロッパ全体で、販売経費を差し引いて得られる利益を最大化することでした。顧客は、顧客が納得できる経済理論に基づくモデルをつくり、それにより、生産量を変化させたときに、各国の販売会社により提出された基本計画よりも多くの利益を生む代替的な販売経費予算が得られるようなモデルを要望しました。

ソリューション

Cap Gemini Ernst & Young 社は、顧客の要望に応じ、組み込む経済理論について顧客と合意し、それをベースとして最適化モデルを開発しました。モデルに顧客の構造データを組み入れ、また、顧客が、容易に制約式を設定できるようにしました。このモデルは、国、車のモデル、および、市場セグメントという 3 つのレベルを使って最適化を行います。全般的な入力データや、最小販売経費、販売台数の変動の大きさの制限、生産台数についての制約式などは、ユーザフレンドリなフロントエンドによりモデルに入力できます。フロントエンド・システムを使って最適化のランも行え、また、結果もストアできます。そして、結果は、what-if 分析に使えます。出力データは表計算システムに書かれ、結果の分析が行え、主要な関連をグラフ表示できます (図を参照)。

アプローチ

このときに使われたアプローチは、まず、顧客のデータをよく理解し、最適化を裏打ちする経済モデルについて合意しました。ついで、Xpress-MP を使い、最適化モデルを作成しました。ユーザーインターフェイスは、Microsoft の Access を使い、また、データのインプットとアウトプットは、Microsoft の Excel を使うように設計されました。

利点

顧客は、価格弾力性が、如何に重要かを理解できた。

顧客は、今や、迅速に、最適化を行い、what-if 分析を行って、提案されたアクションの波及効果がどのようなものになるかを見出せるようになった。

このモデルは、ベースケースよりも大きい予想利益をもたらしてくれると期待できる「販売経費割当」の代替案を得るための綿密な根拠となった。

下のグラフは、国/車のモデル/市場セグメント別の、変動販売経費合計の関数としての利益を示しています。ここで示されているケースでは、明らかに最適な販売経費の存在があります。

このケーススタディは、Cap Gemini Ernst & Young 社のスタディに基づくものです。同様のケーススタディについては、

http://www.uk.cgey.com/services/or/or_database/index.phpをご覧ください。

ケーススタディ 15

石油産業での配送最適化システム

Bob Blightman、Cirrus 社

システムの概要

このシステムは Cirrus 社により開発されました。Cirrus 社は、このモデルを、食品業、製薬業、小売販売業などでの、配送に関するすべての局面をモデル化することについての広い経験を基に、開発しました。

このシステムは、一般に、個々のユーザーの特別な要件を満たすようにカスタマイズされますが、個々のインストールは、最適化コアを中心に行われます。通常、カスタマイズのプロセスには短時間が必要なだけで、訓練とドキュメンテーションを含め、2-4 週期間以内にインストールできます。このシステムは、現在、英国、英国以外のヨーロッパ諸国、ブラジル、南アフリカ、インドの、およそ 25 のユーザーサイトで使用されており、ユーザーは、「最適な」サプライチェーン戦略が実行されているかどうかを確認するために、

このシステムを、定期的にご利用しています。このシステムは、主要な最適化の目的と、二次的な最適化の目的を持っていますが、それらの配送に関する最適化の目的は下記の通りです。

- ◇ 予測需要を、小売販売所、および、大口顧客基地に配送するための最適（費用最小）な方法を識別すること。
- ◇ 主要な供給基地から、パイプライン、タンカー、鉄道、道路を通して、製品を各地のデポ（油槽所）に配送する最適（費用最小）な方法を識別すること。
- ◇ 納入場所（顧客）を、配送コストを最小にする出荷ポイントに割り当てること。
- ◇ デポを閉鎖する効果を分析すること。
- ◇ 販売活動に関連して、コストがどのように変わるかを感度分析すること。
- ◇ 同業他社との製品交換契約を評価すること。
- ◇ 各デポで、何台のタンクローリー、何人の運転手が必要かを計算すること。
- ◇ 各デポの、潜在的なキャパシティ不足を識別すること。
- ◇ 製品の総配送費用を計算すること。
- ◇ 制約の与えているコストを評価すること。

「最適解」を計算する時、モデルは、個々の倉庫、製品アベイラビリティ、タンクローリー台数、および、帰路の積荷の有無を考慮します。最適化は、統合システムにシームレスに埋め込まれた Xpress-MP の使用を通じて行われます。モデルは、階段関数（例えば、数量増加に伴い、リットルあたりのコストは低減する）、および、0-1 変数を扱うことができます（例えば、デポを閉鎖するか否かの意思決定）。

このモデルは、顧客サイト、供給源、デポの位置、その他の物理的な制約を説明するデータに基づいて動きます。主要な入力データは下記のものです。

製品データ：製品データは、製油所、製品交換契約、購入などの供給源データですが、これらのデータには、キャパシティについてのデータ、コストデータ、デポなどの供給源と配送先の利用可能なルートリンクなどが含まれています。

デポについてのデータ：これには、キャパシティやコストデータが含まれています。

顧客データ

需要データ

配送時間マトリックスデータ、および、距離マトリックスデータ：このデータは、システムの中に組み込まれている MapInfo を使って生成されます。

このシステムの最新のバージョンでは、積荷を複数箇所で降ろすこともモデル化できるようになっています。ユーザーは、このシステムが行う最適化プロセスにより、様々な結果を得ることができます。これらの結果は、数値レポート、もしくは、グラフィカルなレポートという形式で得られます。システムは、総費用を計算し、個々の顧客が割り当てられたデポのリストを生成します。

このシステムは、地図モジュールを利用し、個々のデポや納入場所の位置をピンポイントしてくれます。ユーザーは、地図上のポイントをクリックし、選択したデポなどの情報を見ることができます。

また、ユーザーは、特定のエリアを選び、そのエリアのより詳細な情報をズームアップして見ることもできます。納入場所は、どのデポに割り当てられたかを示すためにカラーコード化されています。ユーザーは、ディスプレイ標準を選択し、その標準を有するサイトをハイライトすることもできます。例えば、指定した 1 リットルあたりの配送コストよりもコストが余分に掛かるすべてのサイトを表示することができます。また、例えば、利益への貢献が最も大きいサイトを表示することもできます。別のレポートでは、あるデポを通過して、どれくらいの数量が配送されたかを、キャパシティの使用率の%として表示することもできます。

また、このシステムは、他の GIS ツール(e.g. MapInfo)にアウトプットをエクスポートし、結果をそこで使用することもできます。

このほかのレポートには、下記のようなレポートがあります。

個々の顧客へのリットルあたりの配送コスト

配送コスト

顧客別の配送距離、配送時間

顧客ごとの配賦固定費

顧客ごとの年間配送コスト

前回のサイト割り当てとの比較

キャパシティ比のデポ別製品種合計扱い量

週間トリップ回数、および、それに要したタンクローリー台数

デポからの最長トリップ距離

必要運転手数、必要タンクローリー台数

供給源別供給数量

製品交換契約に基づく製品交換金額

各種制約について定義の感度分析

さらに詳細を知りたい方は、下記へご連絡下さい。

Bob Blightman、bb@cirrusconsulting.com、電話 (+44) 1252 795610

ケーススタディ 16

塩素と、その誘導体製品の販売計画、業務計画

Ernie Kirkbride、Production Planning Solutions 社

概要

Ineos Chlor 社（以前の ICI Chlor 化学薬品社）は、同社の塩素、および、その誘導体製品の統合事業の業務を最適化するために、Production Planning Solutions 社が作成した販売計画、業務計画の作成を目的とするソフトウェアを使っています。このソフトウェアは、ユーザーの特定の要件を満たすようにカスタマイズされたものです。ビジネス・モデルは、プラント、および、ビジネスの構造変化を反映するように、ユーザーの手で保守され、変更できるようになっています。

事業の特性

塩素と、連産品である苛性ソーダは、そのまま、直接、販売されるか、多くの誘導体製品のフィードストック（原料）として使われます。誘導体連産品の中には、リサイクルのループがあります。継続に連続運転される複数のプラントの全体的な生産ネットワークは、多くの製品の貯蔵キャパシティに制限があるなかで、バランスされなければなりません。販売される最終製品は、多くの多様な市場に向け出荷され、また、対外向けの販売と同じ資源と製品を必要とし、訪問する自社内の事業にもサービスを提供する必要があります。

フィードストックのコストと利用可能量は、主要な生産費である電力コストの変動とともに、変動します。販売チャネルごとに価格や数量が異なっていることも複雑さを増します。ここでの問題は、ビジネス全体の利益を最適化しつつ、生産ネットワーク全体の物質収支をバランスされるような販売計画、および、生産計画を作成することです。

ソリューション

事業データは、データベースに保持されていますが、それらは、フィードストックのコスト、生産費、生産能力、貯蔵ストレージの能力、販売予測などです。運送もモデル化できます。日常的、ルーチン的な販売計画、業務計画のためのデータは、月別に 2 年間のデータが保持されています。計画により、計画期間は異なります。このデータは、ユーザーにより、変化を反映するように編集されます。最新の販売予測は、詳細レベルで収集され、グループ別に編集されて、販売/業務データベースに追加されます。

どのような事業でもそうであるように、財務的に最適な短期計画を、そのまま、採用することを制限する商売上の制約があります。したがって、これらは、ユーザーが設定します。

このソフトウェアは、データベースのデータを使い、Xpress-MP のモデルを作成し、最適化を行い、解を

得て、データベースに結果を戻します。ユーザーは、チャート化フィーチャーを使い、解をデータテーブル化してブラウズできます。さらに、ユーザー設計のレポートが作成され、追加処理、または、印刷のため表計算にエクスポートできます。

オプション

このモデルが、約 40,000 変数、12,000 制約式を持っているにもかかわらず、Xpress-MP を使用すると、モデルを生成し、最適化を行い、そして、データベースのアップデートを行う全プロセスを行うには、通常、5 分も掛かりません。こうして短時間で結果が得られるので、制約条件を変更すると、それが、利益や業務パターンにどのように影響するかを調べることが容易にできます。

利点

基本的な利点は、多様なビジネスの販売計画が、生産設備のキャパビリティと相互に矛盾なく整合していることが確認できることです。製品間のインタラクションが複雑であるため、手作業では、実行不可能な計画を作成してしまいがちです。

しかし、線形計画法を使えば、制約条件の中で最適な戦略を識別することができ、また、連製品の価値の評価も行えるので、多くの有用な情報が得られます。この最適で全体的な経営計画は、すべての組織メンバーが見ることができ、したがって、部分最適を行ってしまう戦略の採用がなされないようにできます。

プラントの故障、販売変更のような状況変化があった場合の What-if シナリオについても、その影響を把握することもできます。

ケーススタディ 17

電力業界での発電機のスケジューリング

Peter Kelen、Power Optimization Limited 社

英国のコンサルタント会社 Power Optimization 社は、Xpress-MP を使い、電力業界向けのスケジューリングアプリケーションを 2 つ開発しました。その一つは、「ユニット・コミットメント」と呼ばれ、発電所の発電機についての短期のスケジュールを最適化するもので、1 日単位、または、週単位で、個々の 30 分の時間帯ごとの発電レベルをスケジュールします。もう一つのアプリケーションは、発電機の保守のスケジュールを作成するもので、年間ベースで、発電機のオーバーホールをいつ行ったらよいかを最適化するものです。以下に、これらを、もっと、詳細に説明します。

電力会社は、1日の時間帯別の電力需要変動サイクル、また、同様に、週間での需要変動サイクルがある中で、変動する需要に対応するためには、どのように発電機を稼働させたらよいか、という問題を持っています。電力は貯蔵できないので、毎日、たくさんある発電機を、需要の変動に応じ、運転を始めたり、停止したりする必要があります。このような状況で、「ユニット・コミットメント」問題は、多くの難しい制約の下で、燃料費を最小化したり、利益を最大化したりするには、通常、1日ごとに、いつ、どの発電機を起動し、いつ、どの発電機を停止したらよいかを決定するものです。最も重要な制約は、発電量の合計が、30分単位の電力需要予測値と等しくならなければならないことです。「ユニット・コミットメント」問題は、非常にチャレンジングな最適化問題です。なぜなら、この問題は、対象とする期間の時間帯別に、発電システムの持つ、すべての発電機の「オン/オフ」の状態を決めることですが、その組合せの数は、天文学的な数にのぼるからです。

Northern Ireland Electricity (NIE)社向けに開発された、発電最適化のための「ユニット・コミットメント」ソフトウェアは、1996年12月以来、同社の発電機をスケジュールするために、毎日、使われています。NIEのユーザーは、このソフトウェアが作成するスケジュールの品質は、常時、一貫して、非常に高いと報告します。「ユニット・コミットメント」問題が、このように難しい組合せ最適化問題なので、ソフトウェアは斬新なマルチ段階ソリューション方法を使いますが、これにより、ほんのわずか数分のコンピュータランで、優れた実行可能なスケジュールが見つかります。混合整数線形計画法(MILP)に基づく、この方法を使うことの大きな利点は、時に起こるパワーシステム内の状況変化や、運転業務規定の変化などをモデル化するために必要な、新しい制約式やフィーチャーを、容易に、かつ、迅速に、モデルに組み込むことができると判明したことです。

電力会社は、発電機の保守という、長期的な観点からの問題も持っています。この問題は、オーバーホールをいつ実行できるかについて課されている複雑な論理的制約を満たしつつ、年間の燃料費を最小化し、パワーシステム全体としての信頼性を最大化するには、年間のどの数週で、発電機のオーバーホールを行ったらよいか、という問題です。NIEは、1995年5月以来、Power optimization社の開発した「オーバーホール・スケジューリング」ソフトウェアを、北アイルランドのパワーシステムのメンテナンスに使っています。NIEは、このソフトウェアを、発電機のランダムな故障を考慮して、年間の週単位の発電量を予測するためにも使っています。

これらのアプリケーションの開発には、Xpress-MPが使われています。Xpress-MPのModellerにより、複雑で難しい制約式のモデル化が極めて容易になり、また、この最適化問題を、いろいろな数学的な定式化で表現し、それらをテストすることも容易に行えました。こうして、Xpress-MPは、非常に速く、かつ、頑強なソルバーであることが判明しましたが、このような特性は、この例のような、毎日、使われる産業用のクリティカルなアプリケーションには不可欠なものです。アプリケーションへXpress-MPを組み込むことにより、MILP問題の解法のテクニックでの最新の進歩を組み込み、最新の状態を保つことについては悩む必要はありません。なぜなら、これらの最新の進歩は、Xpress-MPがバージョンアップされ、新し

いりリリースがおこなわれると、自動的に、取り入れられるからです。

さらに詳しい情報は、www.powerop.co.uk をご覧下さい。

(以上)

◆お問い合わせ
MSI株式会社
043-297-8841
dash@msi-jp.com