

The poster features a blue background with a white grid pattern. At the top, the text 'SAS FORUM JAPAN 2011' is displayed in white. Below this, the main title '最適化を積極活用したビジネス・アナリティクス' is written in white, followed by the subtitle 'データマイニングからビジネスプロセス最適化まで'. The date '2011年7月12日' and the host 'SAS Institute Japan株式会社' are listed, along with the speaker's name '門馬 道也 (Ph.D.)'. The SAS logo and tagline 'THE POWER TO KNOW.' are in the bottom right corner, and a copyright notice is at the bottom center.

SAS FORUM
J A P A N 2 0 1 1

最適化を積極活用したビジネス・アナリティクス
データマイニングからビジネスプロセス最適化まで

2011年7月12日
SAS Institute Japan株式会社
プロフェッショナルサービス本部 コンサルティングサービス部
門馬 道也 (Ph.D.)

sas THE POWER TO KNOW.

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

Agenda

- イントロダクション:
手作業からシステムティックな戦略策定へ
 - ・ 与信戦略策定(クレジットカード利用限度額最適化シミュレーション)
- データマイニングによる予測モデリングと最適化による戦略策定
 - ・ 与信戦略最適化の事例
- 最適化とデータマイニング:
実際に最適化を実施する上での注意点
- まとめ

The footer contains the SAS logo and tagline 'THE POWER TO KNOW.' on the left, the text 'SAS FORUM JAPAN 2011' on the right, and a copyright notice 'Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.' at the bottom center.

sas THE POWER TO KNOW.

SAS FORUM
J A P A N 2 0 1 1

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

イントロダクション:
手作業からシステマティックな戦略策定へ



THE POWER TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

SAS FORUM
JAPAN 2011

与信戦略策定シミュレーションをしてみましょう

- 与信戦略担当者をイメージして
 - ・ 与信戦略は、利用限度額を変更することにより、利用を促したり、損失を減らしたりすることです。
 - ・ 目的は、利益最大化です。
 - ・ 戦略案は、各関係部門の了解を得る必要があります。
- 事前に予測モデリングをしたので、各ユーザーグループ(セグメント)に対する限度額増額後1年間の利用動態予測ができています

増額値	10万円		20万円		50万円	
	利益	損失	利益	損失	利益	損失
優良顧客	5	1	15	2	45	3
準優良顧客	5	2	10	3	20	5
高リスク顧客	2	3	8	10	5	20
低利用顧客	2	0	5	1	8	2

各セグメントの人数は1,000人
利益、損失の数字は1ユーザーあたりの金額で1万円単位
セグメント合計額としてみれば1千万円単位



THE POWER TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

SAS FORUM
JAPAN 2011

戦略策定① 単純に利益最大化

- まず、単純に利益の最大化をします。
- 表の予測値を参照して戦略を策定します。

増額値	10万円		20万円		50万円	
	利益	損失	利益	損失	利益	損失
優良顧客	5	1	15	2	45	3
準優良顧客	5	2	10	3	20	5
高リスク顧客	2	3	8	10	5	20
低利用顧客	2	0	5	1	8	2

増額合計: $(50 \times 3 + 20) \times 1000 (\text{人}) = 17 \text{億}$
 利益合計: $45 + 20 + 8 + 8 = 81$ (8.1億)
 損失合計: $3 + 5 + 10 + 2 = 20$ (2億)

戦略策定② ビジネス上の制約(予算)

- 予算管理部門から、予算に関するクレームが発生
 - ・「増額の合計は15億円以下にしてほしい」
- 増額の合計を2億円(1人当たり20万円)減らす必要があります
 - ・優良顧客、準優良顧客、高リスク顧客から減らすと、利益が最低8千万円減ります。
 - ・低利用顧客から減らすと、3千万減で済みます。

増額値	10万円		20万円		50万円	
	利益	損失	利益	損失	利益	損失
優良顧客	5	1	15	2	45	3
準優良顧客	5	2	10	3	20	5
高リスク顧客	2	3	8	10	5	20
低利用顧客	2	0	5	1	8	2

増額合計: $(50 \times 2 + 20 \times 2) \times 1000 \text{人} = 14 \text{億円}$
 利益合計: $45 + 20 + 8 + 5 = 78$ (7.8億円)
 損失合計: $3 + 5 + 10 + 1 = 19$ (1.9億円)

予算を減らすには、利益の変化の少ない、低利用顧客の増額を減らすのがいいかも

戦略策定③A ビジネス上の制約(損失額)

- リスク管理部門からクレームが発生
 - ・ 「損失額を1.5億円以下としてほしい」
- 損失額を4千万円減らす必要があります。
 - ・ 優良顧客と準優良顧客は利益が大きいのので減らしません
 - ・ 高リスク顧客を10万円に減らすと、損失が7千万円減り、制約を満たすことができます。

増額値	10万円		20万円		50万円	
	利益	損失	利益	損失	利益	損失
ユーザーセグメント						
優良顧客	5	1	15	2	45	3
準優良顧客	5	2	10	3	20	5
高リスク顧客	2	3	8	10	5	20
低利用顧客	2	0	5	1	8	2

増額合計: $(50 \times 2 + 10 + 20) \times 1000(\text{人}) = 13\text{億円}$
 利益合計: $45 + 20 + 2 + 5 = 7.2\text{億円}$
 損失合計: $3 + 5 + 3 + 1 = 1.2\text{億円}$



損失を減らすには、高リスク顧客の増額を減らすのがいいかも



Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

JAPAN 2011

戦略策定③B

- 高リスク顧客は限度額10万円で損失が大きいです。(利益2、損失3)
- 低利用顧客は限度額50万円にすると利益が3上がり、損失が1上がります。
- 高リスク顧客の増額を0にし、低利用顧客の増額を50万円とすると、すべての制約を満たし、利益も増えそうです。

増額値	10万円		20万円		50万円	
	利益	損失	利益	損失	利益	損失
ユーザーセグメント						
優良顧客	5	1	15	2	45	3
準優良顧客	5	2	10	3	20	5
高リスク顧客	2	3	8	10	5	20
低利用顧客	2	0	5	1	8	2

増額合計: $(50 \times 3) \times 1000(\text{人}) = 15\text{億円}$
 利益合計: $45 + 20 + 0 + 8 = 7.3\text{億円}$
 損失合計: $3 + 5 + 0 + 2 = 1\text{億円}$

複合的にみると、よりよい戦略が見つかる



THE POWER TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.



JAPAN 2011

検証： 制約付与に対する最適値の変化

	① 制約なし	② 増額合計 ≤ 15	③B 増額合計 ≤ 15 損失合計 ≤ 1.5
増額合計	17.0	14.0	15.0
利益合計	8.1	7.8	7.3
損失合計	2.0	1.9	1.0
利益／増額	0.48	0.56	0.49
損失／増額	0.12	0.136	0.067

- ・ 制約が増えるにしたがって、利益合計は減ります。
- ・ 増額合計を制約とすると、単位増額あたりの利益が増え、
- ・ 損失合計を制約とすると、単位増額あたりの損失が減ります。

今回は利益を最大化を実施。場合によっては利益／増額や他の指標を最適化する必要も

戦略最適化概論

- ビジネス上の戦略を策定することは、様々な制約を満たした上で実施できるアクション(誰にいくら増額するか?)を「調整」して利益を最大化したり、損失を最小化することです。
 - ・ アクションは、いろいろな構成要素からなります。
 - ・ 与信戦略の例では、ユーザーセグメントや増額の値が構成要素となります。
- 「制約」は一般的に以下のようなものになります。
 - ・ 予算(増額の合計)、貸し倒れ額
 - ・ ROI(戦略実施の妥当性)
 - ・ 法令(割賦販売法)
 - ・ プロモーション(あるセグメントに対する売上)
 - ・ オペレーション上の制約(セグメントや増額の可能な値の制限)
- このような問題は、「オペレーションズリサーチ」における数理計画の最適化問題として定式化され、「アクション」は決定変数と呼ばれます。

アドホックな方法による戦略策定の限界

- アクションの数はその構成要素のとり値の数が大きくなるにつれて、指数関数的に増大します。
 - ・ セグメント数=4、増額値数=4 ⇒ 組み合わせ数 = $4^4 = 256$
 - ・ セグメント数=10、増額値数=10 ⇒ 組み合わせ数 = $10^{10} = 100$ 億
- 最適化手法を使わない(手作業による)解決策
 - ・ 構成要素のとり値数に制限を設け、アクションの数を制御
 - ・ 簡単なルールを作成して戦略を策定
 - 「予算を下げるには低利用セグメントから」「損失を下げるには高リスクセグメントから」
- 問題点
 - ・ 最適戦略の質の低下
 - アクション数が少ないときめ細かな戦略が取れない
 - ・ 属人的作業の弊害
 - 担当者の直観による最適化やルール作成。客観性を欠いたり、担当者が変わると引き継ぎや教育の作業発生

戦略の質が悪ければ、利益最大化の目的が達成されない
⇒ 最適化の適用により、システマティックで高精度の戦略を算出



Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

そもそも最適化ってなに？ 学問分野としての最適化(オペレーションズリサーチ)

- 最適化問題
 - ・ 特定の集合上で定義された実数値関数または整数値関数についてその値が最大(または最小)となる状態を解析する問題(Wikipedia)
- 目的関数
 - ・ 最適化する関数
- 決定変数
 - ・ 目的関数の変数
- 制約条件
 - ・ 決定変数が「特定の集合」に含まれるという条件
 - ・ 制約条件を満たすもの: 可能解(Feasible solution)
- 代表的な適用分野
 - ・ サプライチェーン管理
 - 輸送問題、配置問題、在庫管理
 - ・ 他分野では、やや敷居が高い？



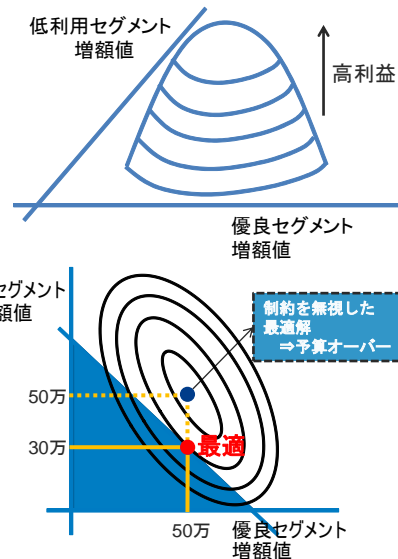
THE
POWER
TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

SAS FORUM
JAPAN 2011

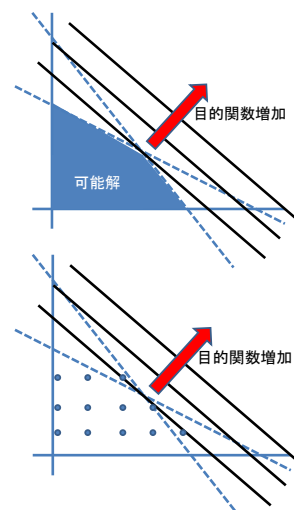
基本アイデア： どうやって最適化を実行するか？

- 目的関数に着目
 - ・ 決定変数の関数として
 - ・ 例： 各セグメントに限度額増額を施すと、ある程度まで利益が上がる
- 制約条件に着目
 - ・ 決定変数に関する制限
 - ・ 例： 増額合計が決まっている
- 最適化理論、最適化パッケージを用いると少ないステップで自動的に最適値を求めることができます。



最適化問題の種類と計算量

- 線形計画問題
 - ・ 目的関数、制約条件とも、線形関数
 - ・ 多項式時間(大規模のデータに対して計算が可能)
- 凸2次計画問題
 - ・ 目的関数が2次関数、制約条件は線形関数
 - ・ 多項式時間(中規模のデータに対して計算が可能)
- 離散最適化
 - ・ 決定変数が離散値をとる
 - ・ 計算は難しい(NP困難という難易度のクラス)。実際には、近似解・ヒューリスティックが用いられる
 - 2値計画問題
 - 整数計画問題
 - 混合整数計画問題



データマイニングによる予測モデリングと 最適化による戦略策定

予測モデルをベースとした、 与信限度額の最適化事例(USで実施)

与信戦略最適化のステップ

ステップ1: セグメント分け

ステップ2: 作用効果モデル構築

① データ収集

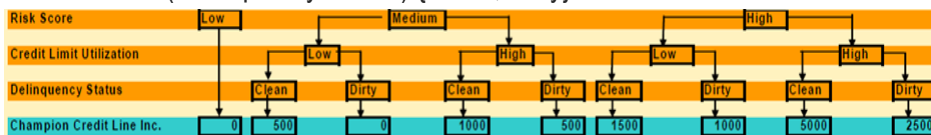
② モデル構築

ステップ3: 戦略最適化

ステップ1: セグメント分け

■ (リスクスコア、利用度、貸し倒れ歴)でセグメント分け

- R (Risk) {High, Medium, Low}
 - リスクが高い⇒Low、リスクが低い⇒High
- C (Credit Limit Utilization) {High, Low}
- D (Delinquency Status) {Clean, Dirty}



THE POWER TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

SAS.FORUM
JAPAN 2011

ステップ2:

①作用効果モデル構築のためのデータ収集

- 限度額増加後6-12ヶ月間の残高の変化を測定
 - 貸し倒れ損失等も測定
- 処理レベルの決定
 - \$500, \$1,000, \$1,500, \$2,000, \$2,500, \$3,000, \$4,000, \$5,000, \$6,000, \$7,000, \$8,000, \$9,000
- 各セグメントの中で複数の処理を実施。
- ビジネス上の制限を考慮して処理を実施
 - リスクが高いセグメントに大幅な増額はできない、など



THE POWER TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

SAS.FORUM
JAPAN 2011

ステップ2: 作用効果測定のための実験計画

- 増額の効果をモデル化するために、データ収集が必要
- 実験計画法を用いて、効率的に施策の効果測定
 - ・ 実績のない戦略パターンを試す必要

	Low		Medium				High			
	Credit Limit Utilization		Low	High		Low	High			
	Clean	Dirty	Clean	Dirty	Clean	Dirty	Clean	Dirty		
Champion Credit Line Inc.	0	500	0	1000	500	1500	1000	5000	2500	
Test Group 1	0	0	0	500	0	500	0	2500	1000	
Test Group 2	0	0	0	500	0	1500	0	3000	1500	
Test Group 3	0	0	0	1500	0	2000	1500	4000	2000	
Test Group 4	500	1000	500	2500	1000	3000	2000	7000	3000	
Test Group 5	500	1500	1000	3000	1500	4000	2500	8000	4000	
Test Group 6	500	2000	1500	4000	2500	5000	3000	9000	5000	



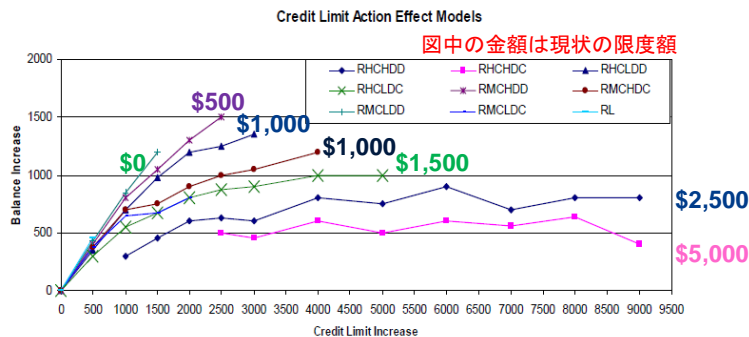
THE POWER TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.



ステップ2: ②作用効果モデル構築

- 各セグメントごとの増額処理の結果をもとに残高の変化をモデル化



現状限度額が小さい人ほど、反応が大きい

- 収入、損失の予測モデルも同様に構築



THE POWER TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.



ステップ3：最適化問題の定式化

- 目的関数：利益総額
- 決定変数：各セグメントにおいて、どれぐらいの割合でどれほど増額を施すか？

セグメント	説明	\$500	\$1000	\$3000
RL	高リスク	0.9	0.1	0
RMCLDC	中リスク、低利用、クリーン	0.2	0.6	0.2
RHCHDC	低リスク、高利用、クリーン	0.8	0.2	0

- 制約条件
 - ・ 増額の合計額がある額以下
 - ・ 損失額の合計がある額以下
 - ・ 利益総額と損失総額の比がある値以上



THE
POWER
TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

SAS.FORUM
J A P A N 2 0 1 1

最適化とデータマイニング

実際に最適化を実施する上での注意点

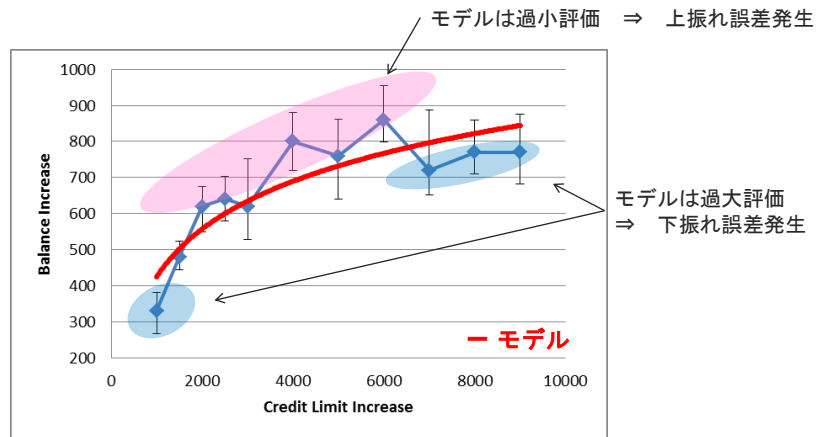


THE
POWER
TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

SAS.FORUM
J A P A N 2 0 1 1

予測モデルは誤差を含んでいます。



- 誤差の由来
- ① モデルのふれ (精度)
 - ② データのばらつき



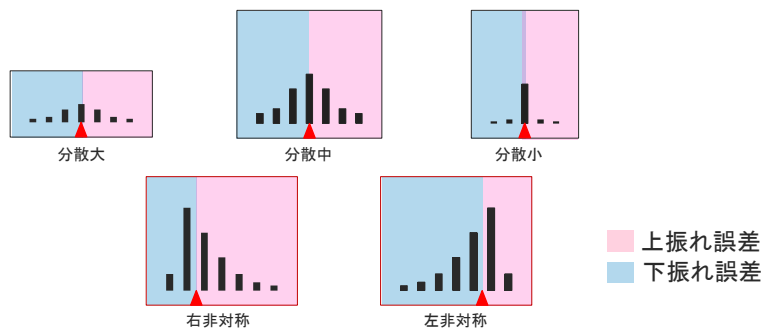
THE POWER TO KNOW

Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.



予測誤差にどう対応するか？

- 誤差の由来は以下に分類できます。
 - ・ モデルの精度
 - ・ データのばらつき
- モデルの精度が良くても、データのばらつきによる誤差が生じます。



予測対象が損失の場合、戦略を計画するには最悪の場合でも限界許容値より抑える必要があります。



THE POWER TO KNOW

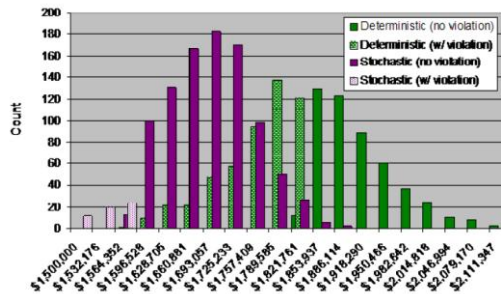
Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.



最適化的アプローチ： Robust Optimization

- ばらつきを考慮に入れて最適化のパラメータとなる予測値(シナリオ)を複数作成
- **すべてのシナリオに対して制約を満たす**ように最適化を実行
 - ・ 制約がきつくなるため、最大化するときの最大値は小さくなる
 - ・ 未来のデータの変動に対して、制約破れを防ぐことができる。

Constraint Violation Comparison – Deterministic vs. Stochastic Optimization



検証データに対して、51%が制約破れのため実行不可能
Robust Optimizationにより、5.5%に削減



Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

最適化問題が適用可能な例

- マーケティング
 - ・ キャンペーン最適化
 - 誰にどんな施策を打つか？
 - ・ 広告配信最適化
 - 限られたスペース、予算で効果を最大化
- Collection & Recovery(回収)
 - ・ 回収額と回収のしやすさ、コストの勘案
- データマイニング
 - ・ モデリングの中で制約条件を活用
 - 回帰係数の符号、回帰係数の関係
- 身近な例(どんどん活用しましょう)
 - ・ ダイエット最適化: 最低限の栄養は担保しつつ、食費を最小化
 - ・ ポートフォリオ最適化



THE POWER TO KNOW



Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.

まとめ

- 戦略を考える上でビジネス上の様々な制約を考慮する場面があります。オペレーションズリサーチの分野で確立・開発されている、最適化の力を借りて効率よく戦略を策定しましょう。
- 戦略最適化を成功させるためには、データマイニングと最適化の組み合わせを意識する必要があります。
- 事例
 - ・ 海外大手銀行、海外大手食料品小売業者、海外娯楽施設 (Marketing Optimization)
 - 様々な商品の顧客へのターゲティング: 収益&制約見込みから施策最適化
 - ・ 大手消費財メーカー
 - 需要予測&原材料&製造計画: 原材料コストを最小化するようにブレンドの仕方を最適化
 - ・ 大手衣料ブランド
 - 重要予測&プライシング・プロモーション計画: 収益を最大化するように値引きの仕方を最適化



Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.



ご清聴ありがとうございました

SAS® FORUM
J A P A N 2 0 1 1



Copyright © 2011, SAS Institute Inc. All rights reserved.