

組合せ問題最適化 のベンチマーク結果報告

(株)数理技研
2019年7月8日

目的

組合せ最適化問題の高速計算は、効率的な配送ルートの探索（例えば、巡回セールスマン問題）や新薬開発の分子構造決定、金曜ポートフォリオの組み合わせ決定に非常に有用とされるから、量子アニーリング理論をはじめ、様々な専用マシンの開発が盛んに行われており、一部分も既にクラウド環境にてサービスを提供し始めている。

このベンチマックテストは、SA（シミュレーテッドアニーリング）理論をベースとするLocalsolverを用いて、MIPソルバーと比べて、既存の計算環境において高速に解くことができることを示すことを目的とする。

ベンチマーク対象の市販ソルバー：

1. Localsolver：Innovation24社(開発元)、MSI社(日本販売代理)
2. FICO-Xpress：FICO社(開発元)、MSI社(日本販売代理)

事例はお客様の事例であるが、守秘義務により、教科書にもよく挙げられる飼料の混合問題として表現する。

数理技研の紹介

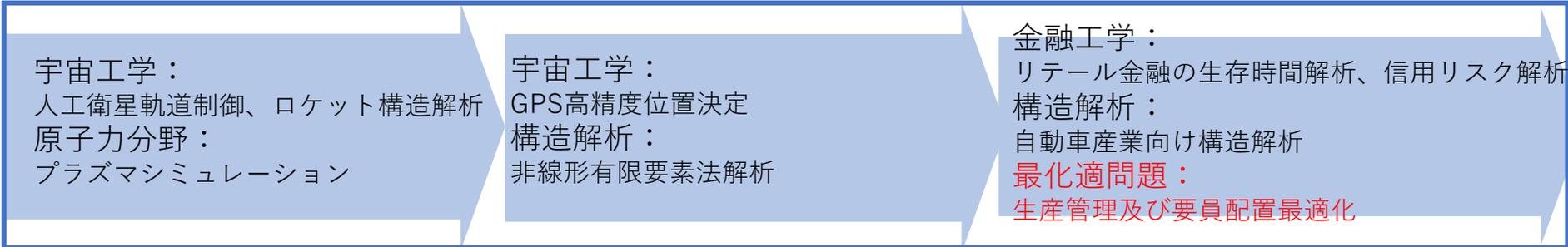
創立：1979年

80' s

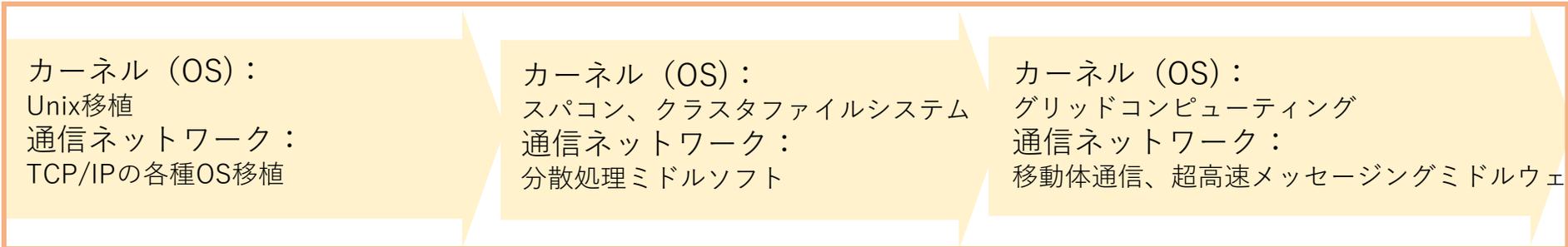
90' s

00' s

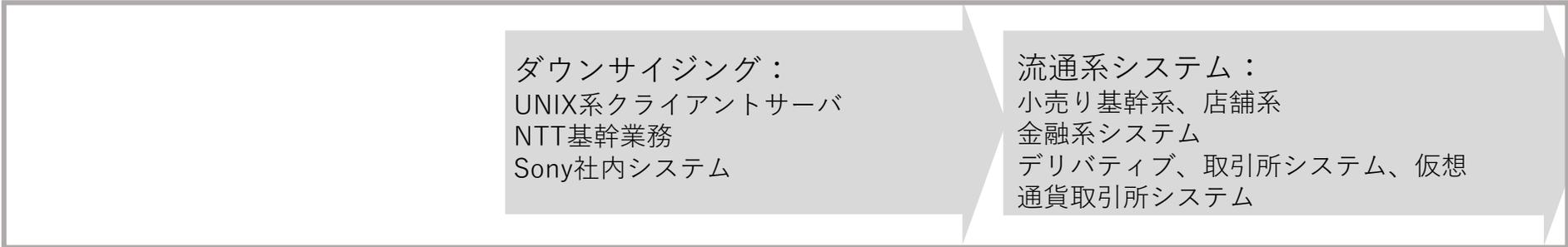
科学技術



基盤システム



業務システム



更に、進化・・・

最適化問題への取り組み

日本におけるマーケティング活動：

販売代理：MSI（展示会、広告宣伝等々）

技術支援：数理技研(コンサル、受託開発等々)

2002年～：Xpress-MP(英国) → FICO-Xpress(米国)

- 製造メーカーの生産管理モデル
- 印刷会社のメディア戦略策定モデル
- 携帯販売会社の要員配置計画モデル
- 海運会社の配船計画モデル
- 電力会社の最適発電計画モデル

2017年～：Localsolver(フランス)

- 造船会社の配管自動配置モデル(ベンチマークテスト)
- 金属メーカーの自動配合モデル

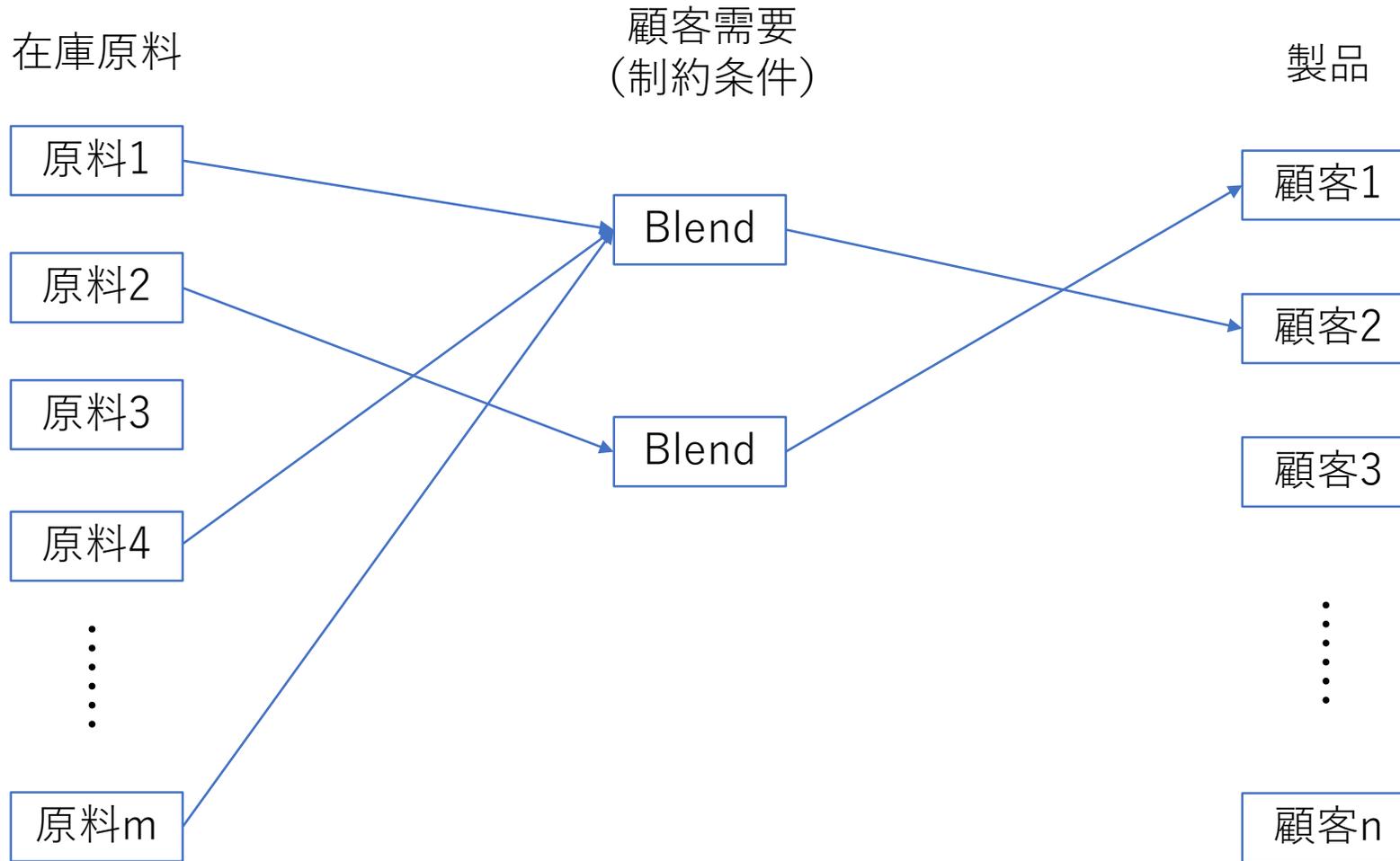
原材料構成表

生産日	重量(KG)	タンパク質(%)	デンプン(%)	ビタミンA(%)	脂肪(%)
2019/1/10	305.5	2.5	10.7	0.3	1.8
.....				
.....				
.....				
.....				
.....				
2019/6/8	725.8	7.3	5.4	0.15	2.7

顧客需要

重量(KG)	タンパク質(%)	デンプン(%)	ビタミンA(%)	脂肪(%)
900~1100	4.5~5.5	5.0~10.0	0.2~0.4	3.0~4.0
.....				
.....				
2900~3100	6.0~6.5	3.4~4.1	0.3~0.4	1.0~2.0

組合せのイメージ図



組合せの公式：

$${}_m C_r = \frac{m!}{r!(m-r)!} = \frac{m(m-1)\dots(m-r+1)}{r!}$$

※rが不定なので、組合せの通り数の確定は困難

テストケース

テスト番号	原材料在庫数(m)	顧客数	組合せ数の概算
①	100	3	443,184
②	100	5	674,405
③	1000	3	4.94E+8
④	1000	5	8.16E+8
⑤	1000	7	1.13E+9

組合せ数の概算：

1顧客需要に対して、平均で3パッケージ(r)必要と仮定。

例えば、テスト番号①のケースでは、

$${}_{100}C_3 + {}_{100-3}C_3 + {}_{100-6}C_3 = \frac{100 \cdot 99 \cdot 98}{3!} + \frac{97 \cdot 96 \cdot 95}{3!} + \frac{94 \cdot 93 \cdot 92}{3!} = 161,700 + 147,440 + 134,044 = 443,184$$

実際、組合せへの制約条件によって、利用できる材料数が在庫数より少なくなることから、組合せ数が減ることがあるが、相当な数になることに間違いはない

ベンチマークの結果

目的関数：使用パッケージの最小化

テスト番号	Localsolver			FICO-Xpress		
①	7(1s)	6(2s)	6(20s)	5(1e-7s)	-	-
②	12(2s)	11(5m)	10(10m)	10(2e-7s)	-	-
③	15(10m)	-	-	15(10m)	15(1H)	-
④	28(10m)	-	-	32(10m)	30(1H)	-
⑤	45(10m)	-	-	65(10m)	58(1H)	51(10H)

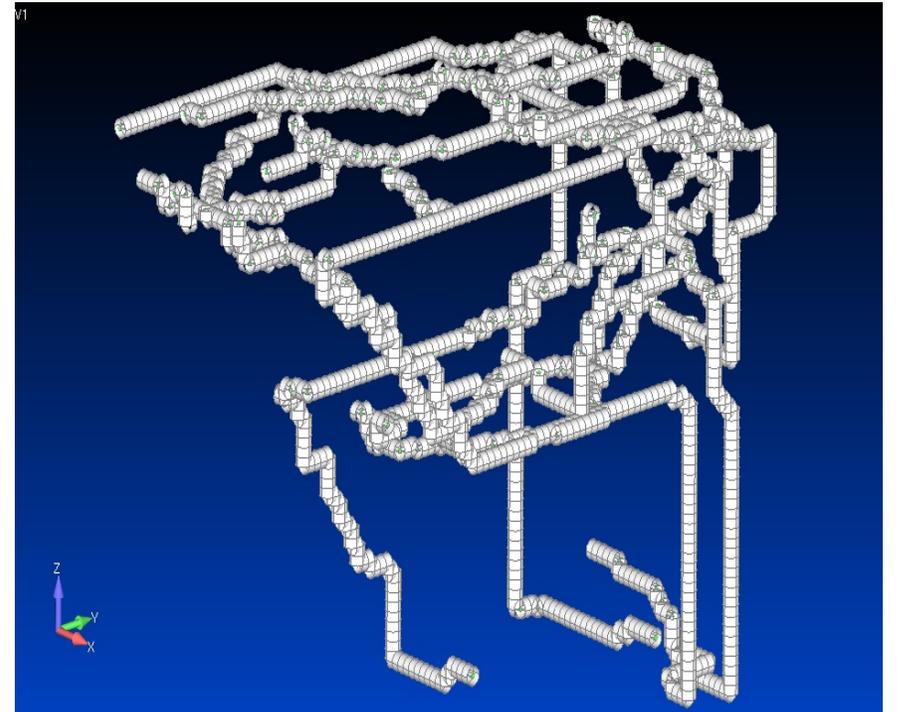
組合せ数が少ない場合、MIPソルバーは極めて短時間でより良い結果を得ることができたが、組合せ数が多くなると、Localsolverは、優秀な性能を発揮した。

まとめ

自動配管最適化モデルのベンチマークも、20X20X20格子点で10本のパイプの場合、LocalsoverはMIPソルバーのG****より僅かに速く解けたが、50X92X66格子点で20本のパイプの場合、Localsolverは圧倒的な性能を示した。

これらのベンチマークテストの結果から、大規模組合せ問題に対して、MIPソルバーに比べると、極めて高いパフォーマンスを有することが示された。

なお、本ベンチマークの結果は、最適化問題を組合せの式で表現できれば、速く解くことができることを示したものであり、MIPソルバーを否定するものではない。



ご清聴ありがとうございました