

航海・配船支援システム導入による CO2排出削減実証事業 — II.配船支援システムについて—

国立研究開発法人 海上技術安全研究所
運航計画技術研究センター 佐藤 圭二

概要

目的

できるだけ少ない燃料で、積荷を運ぶ
総距離を短く×効率が良い船を活用×減速運航を考慮

課題

配船作成は、荷主の重要課題である
効率的な配船は、**人の経験と勘に頼るところが大きい**

ただし、人手で減速効果までを見込んだ配船は困難



解決

減速運航までも考慮した配船支援システムを構築

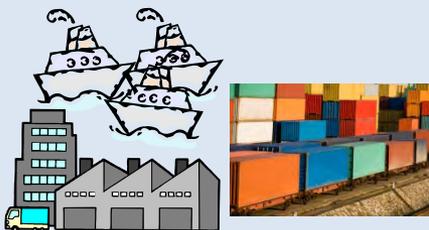
配船業務比較

入力

輸送要請

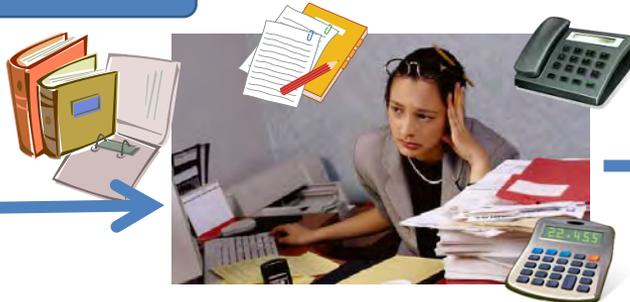
No.	Load	day	Discharge	day	amt
1	Tokyo	1	Nagoya	2	72
2	Yokohama	1	Osaka	3	501
3	Hokkaido	1	Tokyo	3	703
4	Hakata	1	Hiroshima	4	1005
.
.

船舶・港情報

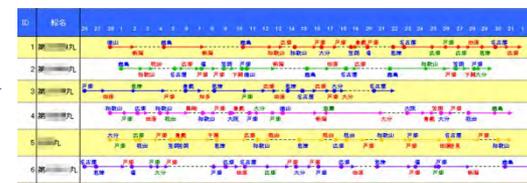


現状

人手により1日で作成

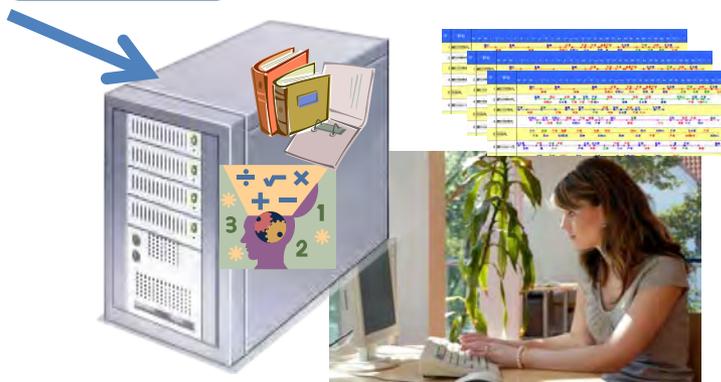


スケジュール



導入後

配船支援システム



オーダー入力

制約適用

配船案の列挙

最適化配船案の選択

コンピュータによる効率的な配船支援

配船計画支援システムイメージ図

配船計画サーバーと連携し
配船計画案を提案する支援システムを導入

整数計画法（海上技術安全研究所）

規模な船隊の長期間の計画を高速に立案することに長ける

制約プログラミング（鉄道総研）

時間はかかるが、高精度な計画を立案することに長ける

配船担当者



人手案(船舶・オーダー)のデータ



配船計画案

[画面表示・案修正ソフト]
山型・予測燃料消費量

最適化PC

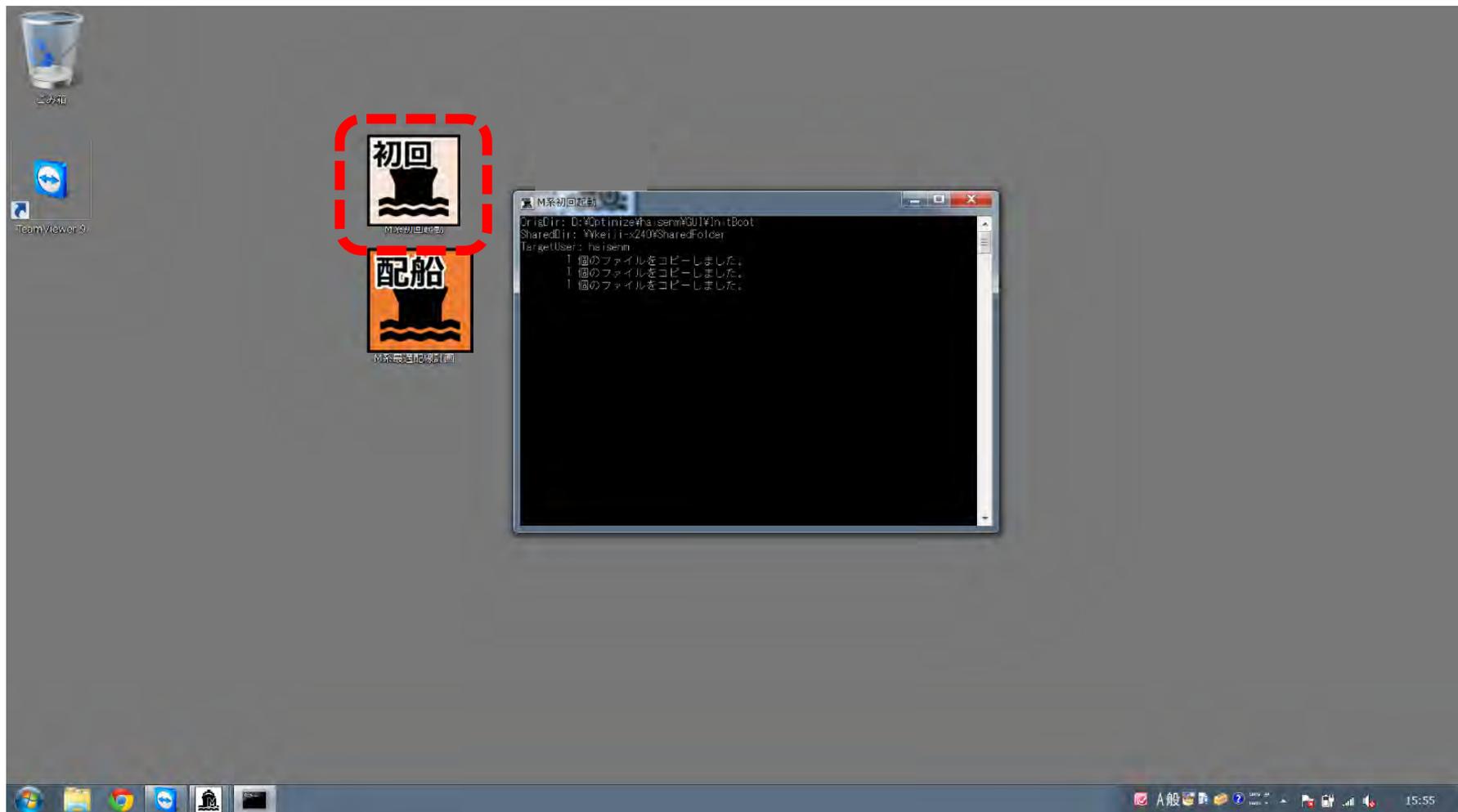


配船最適化

- ・ 担当者は、複数の最適化案の中から選択
- ・ 最適化案の一部分だけを採用することも可能

最適化の実行

荷主側配船システムのデータを配置して、最適化（標準設定）実施



計算結果の表示

最適化が終了したら、最適化案を表示する

The screenshot displays a software interface for shipping optimization. On the left, there are desktop icons for 'ゴミ箱' (Recycle Bin), 'TeamViewer 9', and a '初回配船' (First-time shipping) logo. The main window is titled '最適配船計画' (Optimal Shipping Plan) and contains the following data:

Table 1: Plan Summary

Plan_No	航行距離_mile	航行距離_perc	燃料消費量_ton	燃料消費量_perc	CO2量
1	20849.5	100	663	100	
2	20845.6	100	659.8	99.5	
3	20430.2	98	646.9	97.6	
4	20619.3	98.9	653.1	98.5	
5	20651.2	99	651.2	98.2	
6	19872.1	95.3	625.8	94.4	

Table 2: Order Details

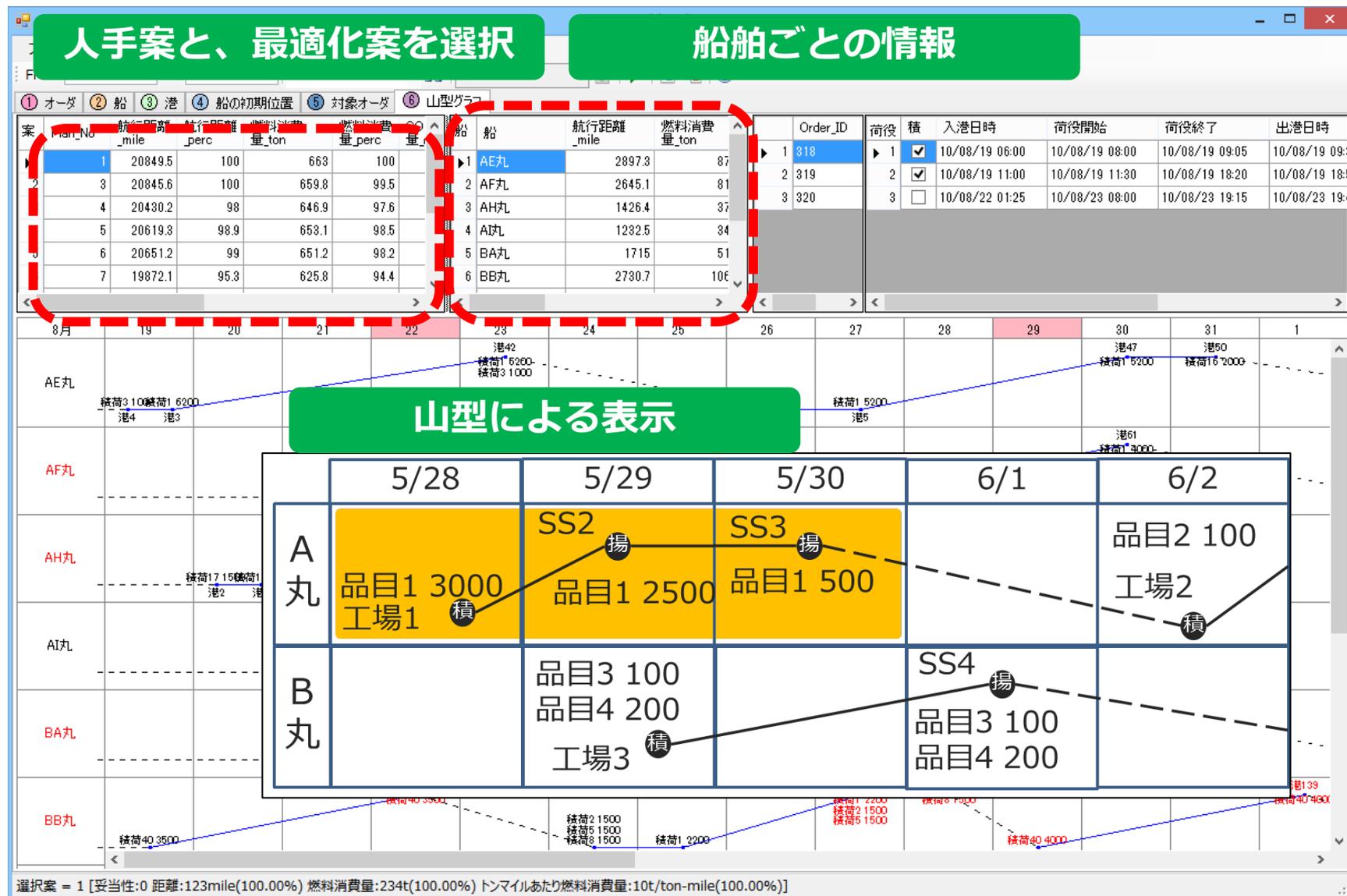
Order_ID	荷役種	入港日時	荷役開始	荷役終了	出港日時
1 310	1	10/08/19 06:00	10/08/19 08:00	10/08/19 09:05	10/08/19 09:15
2 319	2	10/08/19 11:00	10/08/19 11:30	10/08/19 18:20	10/08/19 18:30
3 320	3	10/08/22 01:25	10/08/23 08:00	10/08/23 19:15	10/08/23 19:25

Table 3: Route Schedule (Gantt Chart Data)

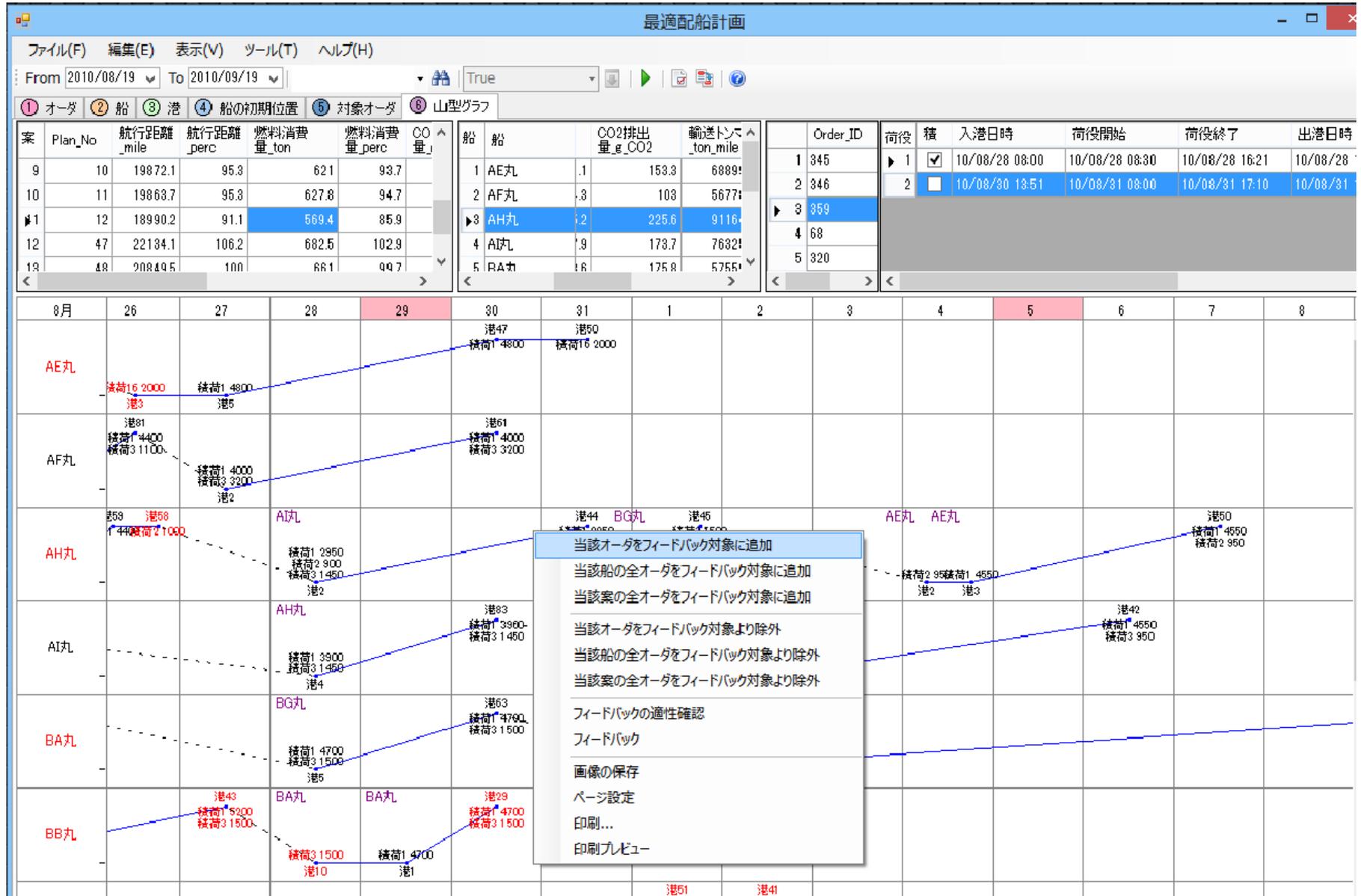
船名	港	時間	燃料消費量
AE丸	港4	10:00	100
AE丸	港5	16:00	500
AE丸	港2	19:00	1000
AF丸	港2	06:00	600
AF丸	港4	06:00	4800
AF丸	港5	11:00	3000
AH丸	港2	11:00	4500
AH丸	港5	15:00	4000
AH丸	港2	19:00	1000
AI丸	港2	11:00	1200
AI丸	港4	14:00	1100
AI丸	港5	19:00	3000
BA丸	港5	15:00	1500
BA丸	港2	19:00	1500
BB丸	港5	04:00	1500
BB丸	港2	19:00	1500

選択案 = 1 [妥当性:0 距離:123mile(100.00%) 燃料消費量:234t(100.00%) トンマイルあたり燃料消費量:10t/ton-mile(100.00%)]

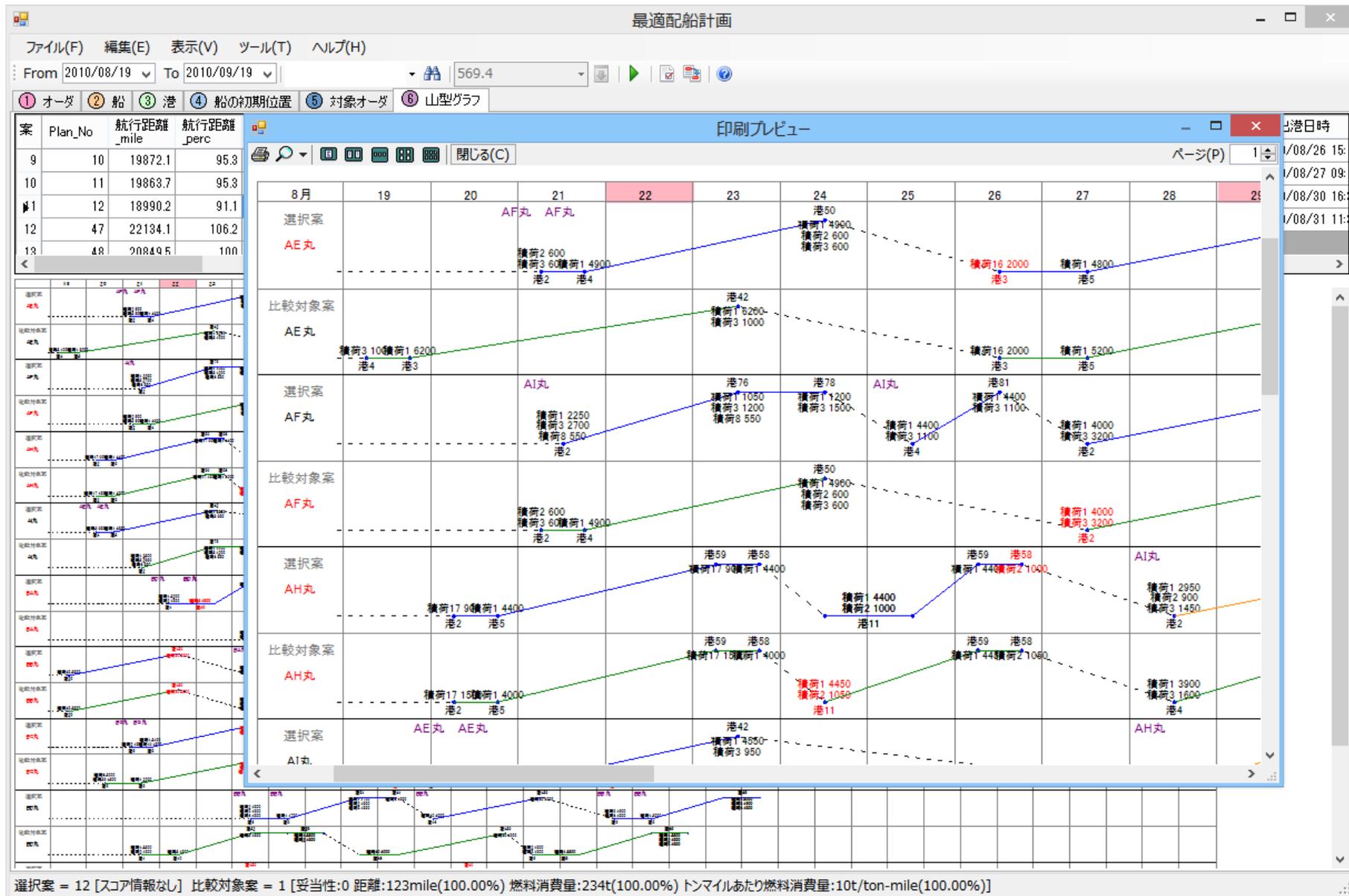
配船案の表示 (デモ)



一部の配船案を採用して再計算 (デモ)



配船案の印刷 (デモ)



配船支援システムの効果

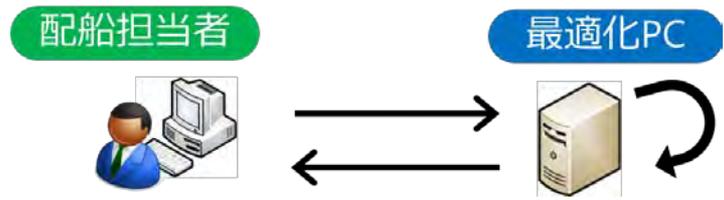
- 実際の配船計画を対象
 - 手作業の1ヶ月程度の過去の配船案を最適化
- 評価指標：燃料消費量
- 計算時間 最大5分
 - 使用PC：Core:i7 3930K RAM:16GB

結果

- 燃料消費量：平均 **8%**（4.2%～14.3%）の改善
- 計算時間：5分で打ち切りのケースが多い
 - 計算時間を延ばせば、改善率が上がる可能性あり

導入までの作業

MTL : 最適化情報の整理
 最適化実行手順検討・構築
 荷主配船データの変換プログラムの作成



荷主 : 最適化情報の提供
 例) 船情報 : 船名やホールド、積荷など
 港情報 : 入港・荷役可能時間、港間距離など
 積荷情報 : 各船舶が積込み可能かなど

船名	IMONo.	MMSI No.	システムID	ホールド						荷役速度	
				1	2	3	4	5	6	積	揚
A丸	1111111	1111111	100	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,820	600	300
B丸	2222222	2222222	200	1,000	1,210	1,300	1,240	1,260			
C丸	3333333	3333333	300	1,220	1,620	1,820	1,820	1,820		600	-
D丸	4444444	4444444	400	790	1,210	1,300	1,240	1,260		600	300

積荷名	積荷ID	A丸	B丸	C丸	D丸
A	1	○	○	○	○
B	2	○	○	○	○
C	3	○	○	○	○
D	4	○	○	○	○
E	5	○	○	○	○
F	6	○	○	○	○

Distance(mile)	港							
	港 1	港 2	港 3	港 4	港 5	港 6	港 7	港 8
港 1	0	10	20	30	40	50	60	70
港 2	-	0	30	40	50	60	70	80
港 3	-	-	0	50	60	70	80	90
港 4	-	-	-	0	10	20	30	40
港 5	-	-	-	-	0	10	20	30
港 6	-	-	-	-	-	0	10	20
港 7	-	-	-	-	-	-	0	10
港 8	-	-	-	-	-	-	-	0

港名前	港ID	入出港可能時間帯	荷役可能時間帯	人港準備	出港準備	荷役速度		着積可能			
						積	揚	Ship A	Ship B	Ship C	Ship D
港 A	111	8:00 ~ 17:00	8:00 ~ 17:00	30	30	750	-	○	○	○	○
港 B	222	8:00 ~ 17:00	8:00 ~ 17:00	30	30	750	-	○	○	○	○
港 C	333	8:00 ~ 17:00	8:00 ~ 17:00	30	30	750	1,000	○	○	○	○
港 D	444	8:00 ~ 17:00	8:00 ~ 17:00	30	30	-	1,000	○	○	○	○
港 E	555	8:00 ~ 17:00	8:00 ~ 17:00	30	30	-	1,000	○	○	○	○
港 F	666	8:00 ~ 17:00	8:00 ~ 17:00	30	30	-	1,000	○	○	○	○

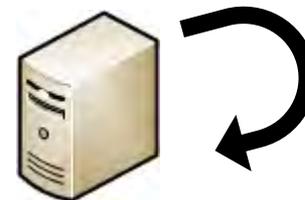
日々の作業

- **配船初期案の作成**
 - 人手で配船案を作成
 - **初回最適化実施**
 - 推奨設定で最適化
- **最適化結果比較**
 - 結果表示ソフトで最適化案を比較
- **自社配船システムを修正**
 - 変更箇所を修正

配船担当者



最適化PC



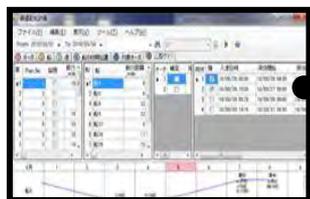
人手案(船舶・オーダー)のデータ



配船計画案



最適化案比較



まとめ

配船計画アルゴリズムを開発

- 制約プログラミングを用いた高精度求解
- 最適な減速運航港間を提案

セメント船の配船計画に適用

- 手作業の計画より平均で8%(4.2%~14.3%)の燃料消費量削減
- 5分以内で求解
 - 計算時間を延ばすことで、より改善される可能性