

配船計画機能を持つ

コールセンター シミュレーション プログラム

鹿島建設 情報システム部 中沢喜久雄

佐々 雄司

○金香 成明

環境開発部 村地 保

1. はじめに

コールセンターは海外の積出地から外航用の石炭運搬船により輸入された石炭を荷揚・貯炭し、国内のユーザの需要に合わせて内航用の石炭運搬船やトラック等により払出す為の施設である(図-1)。従って、コールセンターの施設計画にあたってはストックヤード・バース・荷役機械等の能力・規模を円滑で効率的な稼働が行えるようバランス良く設定する必要がある。このような検討を行う際の有効な手段の一つとして、予め施設の能力・規模等を設定し、その条件のもとでコールセンターの稼働状況を予測するシミュレーション手法がある。しかしながら、この種の手法を用いたプログラムの多くは船の動きをも到着確率分布等の入力データで予め定義する為、シミュレーション途中の施設の状況を船の動きに反映させることはできなかった。つまり、石炭運搬船の配船データの良否によってコールセンターの稼働状況が変化する為、施設計画の評価を行うには難しい面があった。そこで今回、船の動きをコントロールする配船計画機能を持ったコールセンター・システム・シミュレータ(略称:CCSS)を開発した。これにより、石炭運搬船をも考慮したより総合的で適正な評価が行えるようになったので報告する。

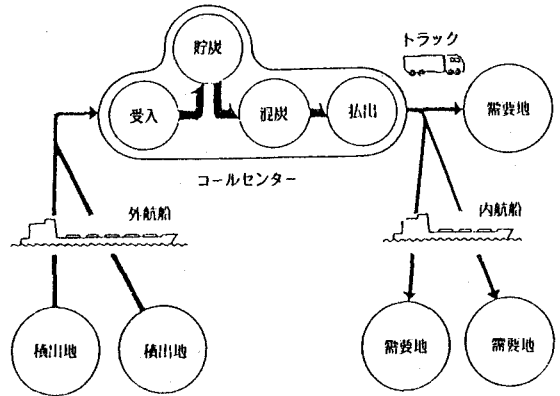


図-1 コールセンターの位置付け

2. CCSSの概要

CCSSのシミュレーション対象は、石炭積出地、需要地、コールセンターと、石炭輸入の為の外航船国内配送の為の内航船及びトラック等から構成されるシステムであり、コールセンター内の設備としては、受入バース及びアンローダ、ストックヤード、払出バース及びシップローダを取扱っている。コールセンター内にはこの他、スタッカ、リクレイマ、ベルトコンベア等があるが(図-2)、CCSSは個々の機械設備の細かい動きをみる為のものではないので、通常アンローダ・シップローダと同等以上の能力に設定されるこれらの機械設備については考慮していない。

シミュレーションの方法はいわゆるイベントスケジュール型であり、積出地から需要地までの石炭の流れと、それを運搬する船の動きを入港・接岸・荷揚げといった作業単位で時間に沿って順に追う形で進められる(図-3)。

さらにCCSSの大きな特長として、バースでの滞船状況、需要地での需給状態等を勘案して、各石炭運搬船の先行地を一航海毎に決定する機能を持っている。

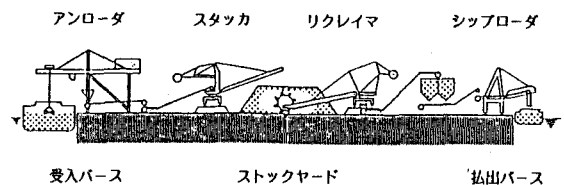
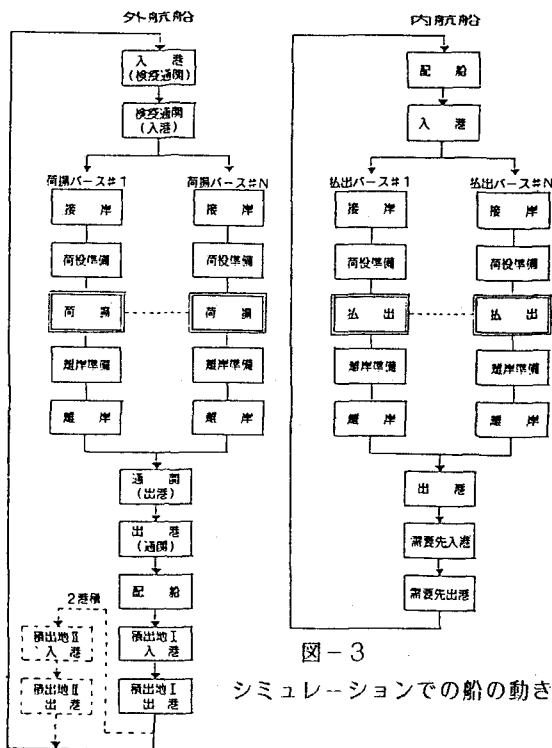
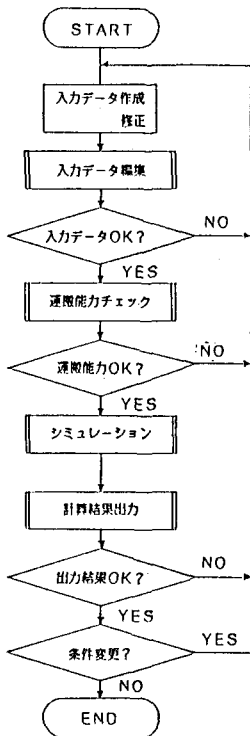
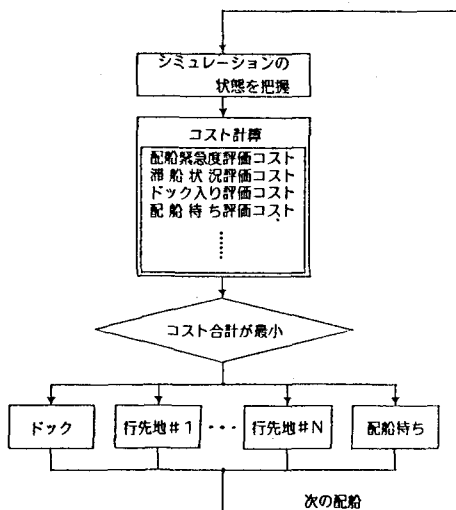


図-2 コールセンター内の設備



これは配船する際、各種の制約条件をその時点での状態と将来の予測からコストとして評価し、これらコストの合計値が最も小さくなるような行動を船にとらせるものである(図-4)。つまり、行先地決定にあたってそれぞれの項目に対して重み付けが行える為、例えば需要先での需給関係の安定を最も重視したい等といった利用者の意図を反映した配船を行うことが可能となった。



- ・シミュレーション開始年月、期間
- ・ストックヤード容量
- ・気象条件、休日
- ・作業時間帯、作業順序指定
- ・バス荷役能力
- ・作業所要時間
- ・バス割付け優先度、航速速度
- ・積出地、銘柄、停泊条件、ストライキ
- ・需要先、混炭比率、停泊条件、故障
- ・投入外航船、投入内航船
- ・トラック払出し条件
- ・留置船
- ・銘柄別必要最低ストック量
- ・ドック入り条件
- ・2港積み条件
- ・配船条件評価コスト

3. CCSSの使用法

CCSSは、入力データ編集、運搬能力チェック、シミュレーション、出力の4つの部分から成り立ち、それぞれのステップでの結果を検討した上で次のステップへ進むことができる(図-5)。

入力データ項目は多岐にわたるが(表-1 主な入力データ項目 1)、コールセンターの基本的な構成や石炭の需要量等、シミュレーションを行う為の基礎条件を除けば、これまでの適用を通じて蓄積されたデータを活用することもできる。さらに、従来最も煩雑であった石炭銘柄毎の需要量と石炭運搬船の輸送力の関係については、運搬能力チェックプログラムにより非常に簡単にその過不足をチェックできる。

CCSSはシミュレーション手法を採っている性格上、条件を変更して数ケース計算し、その結果を比較検討することにより、最適な規模・能力等を決定するのが一般的である。比較検討の為の評価基準とその資料となる出力資料名を図-6に、また代表的な出力例を図-7、8、9に示す。

図-5 CCSSの構成

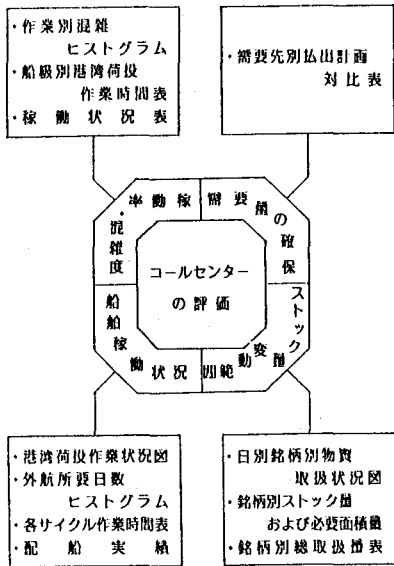


図-6 評価と出力資料

4. 配船の考え方と適用例

コールセンターを評価するにあたって、最も適切な配船の考え方はどのようなものであるか考察してみる。

シミュレーション結果が実際のコールセンターの運用状況を忠実に反映する為には、実際の運用に合わせた配船を考える必要がある。各積出地に対する船の航海日数はある限られた範囲の値をとる。従って、船がランダムに到着する等、積出地に対するサイクル日数を考慮しないシミュレーションからは妥当な結果は得られない。むしろ、需要地についても同様である。

また、コールセンターの計画にあたっては従来の保管業務中心の受身の立場から脱却し、将来は石炭運搬船の制御も行えるようなより積極的な運用方法を模索して行く必要がある。即ちコールセンターにとって、より有利な船の運用方法を取り入れて行く必要がある。しかし、コールセンターの

運用を計画時点で完全に規定するには不確定要素が多すぎる為、仮定の船隻数・需要量等に基づいての最適な配船計画を考え、それを施設計画に反映することは適切ではないであろう。

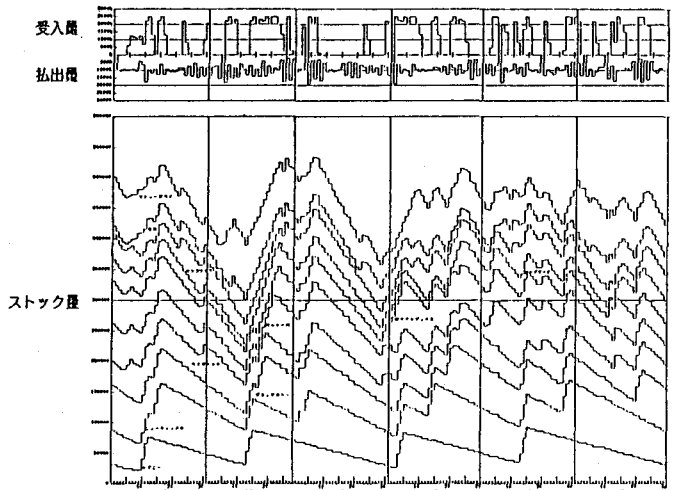


図-7 日別物資取扱状況図及び銘柄別ストック量図

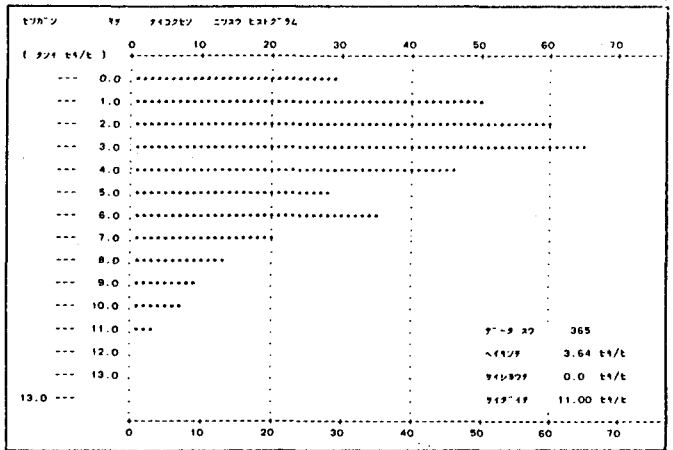


図-8 日滞船隻数ヒストグラム（内航船）

船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名		船名									
船名											

結局、再現性のある範囲内でより良い運用方法を考える為には、コールセンターでの配船のルールをより望ましい形に設定できるようなシステムが必要となろう。

ストックヤード容量	60万t
受入バース数	1バース
アンローダ台数	3台/バース
アンローダ能力	1000 t/台
払出バース数	2バース
シップロダ台数	1台/バース
シップロダ能力	2000 t/台

CCSSは以上のことを考慮して、コールセンターのより良い運用ルールを模索しながら、合わせてコールセンターの施設計画の評価を行うことができるシステムとなっている。

出力例（図-7、8、9）は、表-2のような諸元のコールセンターについて実際にフィジビリティスタディを行った一例である。図-7からは、ストック容量60万tに対しストック量は35～55万tで推移していることが分かる。図-8は、1日平均4隻弱の接岸待ちが内航船について発生していることを示している。図-9は、外航船がコールセンターで行う各作業の所要時間とその待ちについてまとめたものである。

この例の場合の配船の考え方は、各需要地・積出地に対する配船緊急度、即ち需要地及びコールセンターでの需給を最も重視する形で一年間シミュレーションを行ったものである。これに対し若干バースでの滞船を抑えるよう考慮した配船評価コストを用いて計算すると、ストック量の変動幅は多少大きくなるが接岸前の待ち時間は10%前後減少する（表-3）。

このように同様な施設の条件と環境であっても、CCSSは配船の考え方を変更することにより、シミュレーション結果を変更することができるわけである。

	クラス	需給バランスのみ考慮				滞船を抑えるよう考慮			
		入港回数	滞船回数	平均滞船時間	入港回数	滞船回数	平均滞船時間	入港回数	滞船回数
船	外航船	A	34回	23回	21.7時間	35回	23回	13.5時間	35回
		B	41回	33回	15.9時間	38回	28回	21.3時間	38回
		計	75回	56回	18.6時間	73回	51回	17.6時間	73回
	内航船	C	150回	119回	4.3時間	121回	96回	4.2時間	121回
		D	933回	450回	4.1時間	757回	418回	3.8時間	757回
		E	195回	117回	3.9時間	281回	130回	2.6時間	281回
		F	484回	203回	3.2時間	752回	304回	2.6時間	752回
		G	222回	99回	3.4時間	413回	175回	2.6時間	413回
		計	1984回	988回	3.8時間	2324回	1123回	3.1時間	2324回
		計	2059回	1044回	4.3時間	2397回	1174回	3.5時間	2397回
ストック量	銘	最	大	小	要	最	大	小	要
	I	92400t	22000t	70400t	95574t	18960t	76614t	95574t	18960t
	II	95645t	21865t	73780t	96284t	27753t	68531t	96284t	27753t
	III	86000t	22500t	63500t	82000t	22500t	59500t	82000t	22500t
	IV	62500t	18500t	44000t	62000t	13000t	49000t	62000t	13000t
	V	78500t	18000t	60500t	81000t	18000t	63000t	81000t	18000t
	VI	79307t	19457t	61307t	80099t	14375t	65724t	80099t	14375t
	VII	43238t	8151t	35087t	42441t	851t	41590t	42441t	851t
	VIII	51576t	12307t	39269t	50923t	10211t	40712t	50923t	10211t
	IX	46201t	4801t	41400t	49743t	9070t	40673t	49743t	9070t
X		95500t	24041t	71459t	76000t	1500t	74500t	76000t	1500t
	計	534458t	353649t	180809t	529527t	301574t	227953t	529527t	301574t

表-3 配船評価コスト変更の効果

5. おわりに

コールセンターの設計にあたってCCSSを利用することにより、船の動きを制御することをも考慮したより実情に則した総合的な検討が行えるようになった。実際CCSSはコールセンターの施設計画に利用され効果をあげているが、今後CCSSをより一層活用して行く為にはコールセンターに限らず幅広い分野に運用を図る必要がある。CCSSはシミュレーション対象の変化に応じた柔軟な問題の取扱いができるよう配慮されているので、適用において本質的な制約は対象となる港湾施設が、受入れ・貯蔵・或いは払出しの機能を持つことであり、取扱う物資は石炭に限らない。また一部の機能しか持たないシステム、例えば荷揚バースのみの設計に用いることも可能である。さらに、CCSSは施設計画時にその検討資料を提供することを念頭に開発されたものではあるが、配船計画機能を附加したことにより施設の運用時にも利用できるであろう。このようにCCSSは多様な利用性を有すると考えられるが、今後陸上輸送も含めて物流施設一般にも適用できる一層汎用性の高いシミュレータとして発展させて行きたい。