

# 大型コンテナ船の技術動向

## Technical Trend of Large Container Ship

船舶・海洋事業本部 田中 豊\*<sup>1</sup> 山口 信之\*<sup>2</sup>  
神戸造船所 青柳 彰\*<sup>3</sup>

当社は、1968年に日本で最初のコンテナ船“箱根丸”を引渡して以来、常にその時々々の要請に応じた最先端の技術を織込んだコンテナ船を建造してきた。最近では、コンテナ貨物の激増と輸送の合理化に伴い次々と大型化が進められているコンテナ船を多数受注、建造しており、世界のトップシェアの座を占めるに至っている。本報では、これまでのコンテナ船の変遷とここ数年で大型コンテナ船が大量発注されるに至った経緯に触れるとともに、最近の大型コンテナ船の技術的特徴について解説し、さらに今後の大型化の動向についても考察する。

Since we built the first Japanese fully cellular container ship Hakone-maru in 1968, we have delivered many container ships which have incorporated the latest technology every time. Recently we have received many orders of large container ships from major operators who aim at rationalized sea containers transportation in the severe competitions and we now have the largest market share of large container ships in the world. In this paper, we give a brief history of container ships and describe the recent circumstances surrounding the enormous number of orders to build large container ships. We also describe the characteristics of our latest Over-Panamax container ship and also study the possibility of further enlarging the size of container ships.

### 1. ま え が き

コンテナ船による海上輸送が本格的に始まって約30年になるが、今では全世界の一般貨物の約半分近くをコンテナで運んでおり、今後更にコンテナ化が進んでいくと予想されている。

コンテナ船は当初1000個積み程度であったものが、コンテナ貨物の増加に伴い次第に大型化し、特に主要航路においてパナマ運河の通行を考慮しない、いわゆるオーバパナマックス船が出現したことにより一気に大型化が進められた。

本報では、まず2章でこれら大型コンテナ船が出現するに至るまでの変遷を、船のサイズ、船速、主機を中心に述べ、3章で最近の大型コンテナ船を取巻く厳しい状況について触れる。4章では当社が建造したオーバパナマックス船の技術的な特徴について解説する。さらに、5章で今後のコンテナ船大型化の動向について船、港の両面から考察する。

### 2. コンテナ船の変遷

コンテナ船の歴史を振り返るといろいろな見方がある。船のサイズ、速力、主機のタイプ、船の構造・配置、コンテナの大きさ・重量、航路等種々の要素があり、これらを詳細に解説すると膨大な量となる。したがって、人によって世代の分け方は多少異論があると考えられるが、ここでは取りあえずこれらを大きくまとめ、表1のようにセミコンテナ船時代を含め6つに分類した。

#### 2.1 船のサイズ

まず最初に、船のサイズとしては確実に大型化の傾向が時代と共に進んできた。特に、コンテナターミナルの整備・拡張、アジアを中心とした荷動き量の増大並びに、1996年央以降本格化した欧州及び太平洋航路再編、すなわち、グローバルアライアンス（国際間提携）に向け、大手コンテナオペレータは5000～6000 TEU（TEU：20 ft コンテナ換算）を超える大型船の発注を行い、1996年から一部就航している。

船の長さ、幅は、第I世代の初期には全長200 m以下、幅25～26 mであったものが、パナマックス幅の32.2 mで全長260 mから294 m（パナマ運河最大長さ）へ、さらに最近では甲板上16列積み、船幅40 mで全長約280～300 mとなっている。

船の深さは、ホールドにコンテナを何段積みか、公称コンテナ数は甲板上に何段積みかにより左右されるが、第I世代のホールド内6段/甲板上2段、700～1200 TEUから第II世代のホールド内7～9段/甲板上1～3段、1800～2400 TEU、さらに第V世代のオーバパナマックス船では、幅広でスタビリティが良いこともあり、ホールド内9段/甲板上5～6段積みで全長280 mの場合、5000～5500 TEU型となり、現在この船型が日本/アジアと欧州、北米の基幹航路の主流となっている。

#### 2.2 船速・主機馬力

次に、船速で見ると第III世代までは高速化が進められた。

元々、第I世代の本格的フルコンテナ船は高速で、在来船より一回り速い船速23 kn、ディーゼル機関は当時最大の約28700 PSが採用された。それが第II世代に入るや、速力は26 kn、主機馬力はタービン×2基の80000 PSと、当時のULCC（40万トンタンカー）が45000 PS程度であったことを考えれば、かなりの高馬力であった。ところが1973年の第1次石油ショックの後、船速は他一般商船同様急激に低下、第III世代では22 kn前後が主流を占めるようになった。

このころから省エネルギー化が進み、低燃費・低速ロングストローク・ディーゼルエンジンの採用とともに、船型改善による低燃費競争が始まった。第V世代コンテナ船の船速は、船主の考え方、航路・寄港数にもよるが、23～25 knで、ディーゼルエンジンの最大馬力の66000～75000 PSの採用が主流となっている。ちなみに、TEU当りの燃費は、第I世代の約120 kg/dから第V世代の約40 kg/dと約1/3になった。なお、現在建造中の最大船型は、6674 TEU積み、主機最大馬力は新規開発の約90000 PSで1998年初めに引渡される。

\*1 船舶技術部主管

\*2 船舶技術部商船計画グループ主務

\*3 船舶・海洋部次長

表1 コンテナ船の変遷

Trend of container ship

	セミコンテナ船時代	第I世代	第II世代	第III世代	第IV世代		第V世代	
年代	1966年以前の国内沿岸輸送時代	1966年からの本格的国際輸送時代	1971年からの大型船による長距離輸送時代	1978年(1973年オイルショック)以降就航船の省エネルギー化	1988年からパナマックス型、オーバパナマックス船等大型船時代到来		1996年からオーバパナマックス船時代本格化	
航路	米国・豪州の国内沿岸航路	太平洋・大西洋の大洋間の国際航路	極東/欧州航路の2港以上にまたがる長距離輸送航路 ・フィーダサービス網の整備 ・ランドブリッジ	第II世代の拡充	世界一周航路開始(パナマックス型) 欧州/極東航路にオーバパナマックス船就航		欧州/極東/米国西岸の振り子サービス開始	
コンテナ船	コンテナ個数	500 TEU程度の改造船主体	700~1200 TEU	1800~2400 TEU	1700~2500 TEU	パナマックス型船 3600~4400 TEU	オーバパナマックス船 4100~4800 TEU	オーバパナマックス船 4900~6700 TEU
	速力	180~210 m	23 kn前後	26 kn前後	20~22 kn	23~24.5 kn	23~24 kn	23~24.6 kn
コンテナ	全長	25~30 m	180~210 m	260~290 m	210~260 m	290~294 m	260~294 m	270~318 m
	船幅	9.5 m	25~30 m	32.2 m(パナマックス)	32.2 m(パナマックス)	32.2 m(パナマックス)	37.1~37.75 m	40~42.8 m
その他	計画喫水	9.5 m	11.5~12 m	11.5~12 m	9.5~10.5 m	11.2~12.5 m	11.2~12.5 m	12~13.5 m
	積み段数	6段	7段	7段~9段	8段	8段	8段	9段
その他	ホールド内	2段	1段~3段	3段	4~5段	4~5段	5~6段	
	甲板上							
コンテナ	長さ=17, 24, 35 ftのISO以前の寸法。アルミ主体	20, 40 ftを主体とするISO寸法。鉄製コンテナの増加	高さ=9 ft 6 inハイキューブ型の出現。鉄製主体		ISO寸法を超えるスーパーコンテナ(45, 48 ft)の出現/対応(甲板上積み主流)		冷凍コンテナ需要増加	
その他		RO/RO船出現	LASH, SEABEE船出現・消滅	第II世代大型RO/RO船(1700 TEU)就航	ハッチカバーレス大型コンテナ船就航(1991/12末)		・欧州, 太平洋航路, 業界再編(グローバルアライアンス) ・フィーダコンテナ船整備(長距離化/大型化)	

### 3. 大型コンテナ船を取巻く昨今の状況

アジア貨物の増大を背景としたアジア船社の台頭で、従来の先進国船社のシェアは低下し、またコンテナの海上運賃は低迷している。これを巻返すためには、海陸一貫輸送の強化、情報システムの整備、グループ化によるコスト削減が必要となる。これらの条件を満足(コスト負担を最小限にとどめ、規模の経済とサービス向上を図る)するための必然の選択が、1996年から始まった日本、アジア、欧米有力船社によるグローバルアライアンスである。既に、スケールメリットをねらった大型コンテナ船の大量発注が行われており、これからはグループ間によるメガコンペティション時代に入る。

一方、グローバルアライアンスにより、コスト削減効果が出てきているが、更なる生残りをかけ大手船社同士の合併も行われており、今後グループの新たな再編/船隊の見直しの中で、コンテナ船の大型化・新造船の検討が行われると予想される。

### 4. 大型コンテナ船の技術的特徴

大型コンテナ船は、これまでコンテナ船オペレータの船隊運営の柔軟性から、たとえパナマ運河を通行する必要のない航路に就航する船であっても“パナマ運河通過可能(パナマックス)”という制約に縛られてきた。しかし前述のように大型化の流れはもはやこの制約条件を打破っており、本章ではパナマックスを超えるオーバパナマックス(又は、ポストパナマックス)船型の技術的特徴を当社にて設計建造のORIENT OVERSEAS CONTAINER LINE LTD. 向けのオーバパナマックスコンテナ船を例に紹介する。図1は本船の試運転時の全景を示している。なお、同型のコンテナ船は、当社で4隻、三星重工(韓国)にて2隻建造されたが、現在当社にて更に追加2隻を建造中である。

#### 4.1 船型

パナマを通行できる最大幅は106 ft(約32.3 m: 船体外板の外

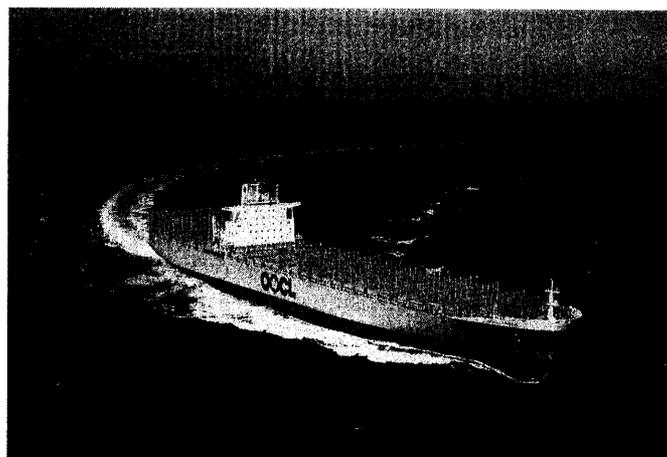


図1 オーバパナマックスコンテナ船 海上試運転中の当社建造のオーバパナマックスコンテナ船 OOCL BRITAIN を示す。  
Over Panamax container ship OOCL BRITAIN

側で計測した最大幅)であり、この幅を超える船幅を持つタイプをオーバパナマックスと称している。積み荷は、長さ、幅、高さサイズの決ったコンテナであり、船幅もこのコンテナサイズに支配される。本船は、甲板上16列のコンテナ積みができるように船幅40 mとしている。コンテナ船では、船倉だけでなく甲板上も有効な荷物スペースである。しかし、船が海上を安全に航行するためには、十分な安定性を保持する必要がある。甲板上のコンテナ積みは、船の重心を高くし安定性を阻害する方向となるため、安定性から積載数/重量の制限を受けることになる。この安定性は、船幅を大きくすることにより大幅に改善するため、オーバパナマックス船ではパナマックス船に比べ甲板上に有効に積めるコンテナの数が飛躍的に増加することになる。長さについては、パナマを通過できる最大全長が965 ftであるが、パナマ制限を外した場合特別な制限はない。ただし、コンテナ船が入港する港によっては岸壁長及び港内での旋回等の制約があるため300 m以下にす

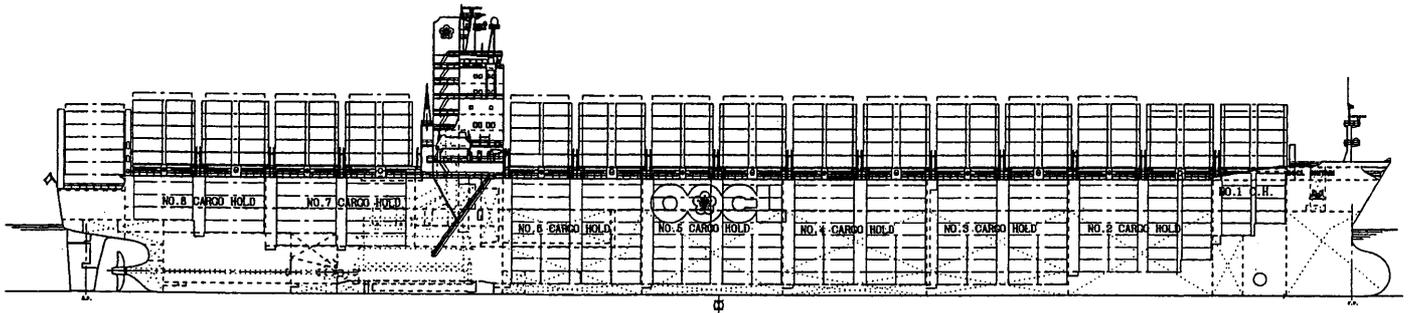


図2 オーバパナマックスコンテナ船一般配置図 OOCAL BRITAINの一般配置を示す。  
General Arrangement of Over Panamax container ship

表2 主要目

Principal particulars of Over Panamax container ship OOCAL BRITAIN

全長	約276 m	コンテナ搭載個数	
垂線間長	262.0 m	甲板上	2 440 TEU
幅	40.0 m	船倉内	2 510 TEU
深さ	24.3 m	合計	4 950 TEU
喫水	14.0 m	主機	MHI-Sulzer 12 RTA 84 C
総トン数	66 046 t	最大出力	66 120 PS
載貨重量	67 958 t	船速	24.6 kn

TEU: 20 ft コンテナ換算

るのが一般的である。本船は、垂線間長を262 m (全長約276 m) として船速、載貨重量、コンテナ個数に対する運航サイドからの要求数値を満足させている。本船の主要目を表2に、一般配置を図2に示す。

#### 4.2 構造

従来のコンテナ船では、図3(a)に示すように船倉部の前後方向にガーダを入れ、左右に三つ(又は二つ)のグループに分けている。このような配置は、3 ROW (又は2 ROW) ハッチ型と呼称しているが、倉口閉鎖装置であるハッチカバーは倉口周辺部と前述のガーダに支持される構造となっている。

本船を含め最近の大型コンテナ船は、図3(b)に示すようにガーダを廃止するとともに船側の二重殻構造の幅を極力小さくして倉内の有効スペースを大きくとり、倉内コンテナ数を増加させている。これまで船幅32.2 mにて倉内は10列のコンテナ積みであったが、現在では11列まで可能としている。幅40 mの本船では、倉内14列のコンテナ積みが可能構造になっているが、倉口が相対的に大きくなったことにより倉口変形も大きくなっており、この大きな変形量に対し十分な構造信頼性が保たれるように細心の注意を払った設計を行っている。

#### 4.3 コンテナ固縛

オーバパナマックス船では、甲板上的コンテナが個数、重量共に飛躍的に増加する。甲板上的コンテナは、固縛する必要があるが、この固縛作業を軽減するため、本船では図4に示すようなラッシングブリッジを装備している。これにより、従来の甲板上からの固縛に比較し積載段数を増やすことが可能となる。甲板上的コンテナは、ハッチカバーによって荷重を支持されているが、ハッチカバーは岸壁のコンテナクレーンで吊り上げるため、その重量はクレーンの吊り上げ荷重の制約を受ける。本船では、一つの倉口を三枚のハッチカバーで閉鎖し、かつ甲板上的コンテナを支持している一枚のハッチカバーの重量はクレーンの吊り上げ荷重の制限内に抑えられている。上記以外に、本船では船尾係船スベ

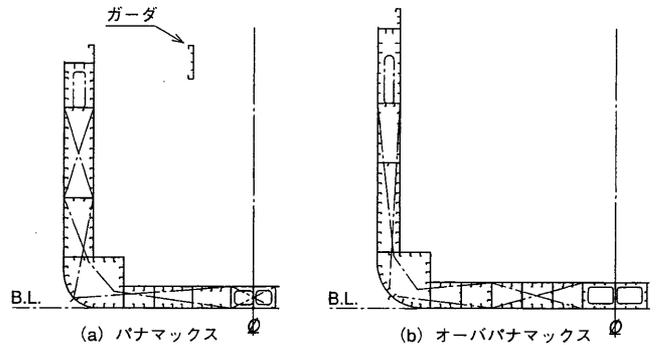


図3 中央横断面の比較 より多くのコンテナを積載するため、オーバパナマックス(b)は従来のパナマックス(a)と比べガーダを取りやめ船側構造の幅も小さくなっている。  
Comparison of midship section

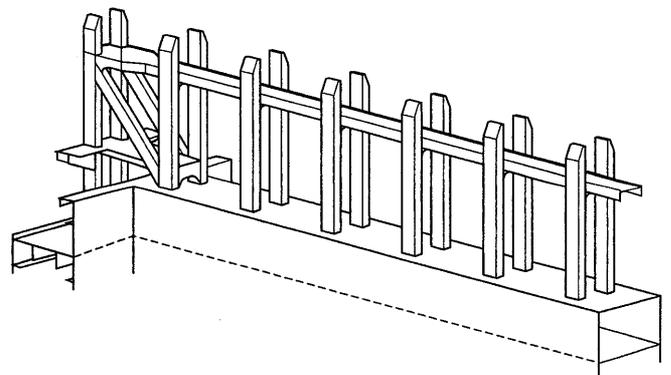


図4 ラッシングブリッジ 本装置によりハッチカバー上のコンテナの固縛位置が高くなり、積み段数を増やすことが可能となった。  
Lashing bridge system

ースの上部は船倉と同じようなコンテナ搭載方式が可能となるようにセルガイドを設け、船尾端の危険な場所での固縛作業を不要としている。

#### 4.4 機関・電気

本船には、当社最大のMHI-Sulzer 12 RTA 84 C UG 初号機(最大出力66 120 PS)を搭載している。また300個の冷凍コンテナへの給電のため、合計6 300 kWのディーゼル発電機を装備するほか2 100 kWの軸発電機を装備し、船内消費電力の少ないときの省エネルギー効果を図るとともに、メンテナンス上の省力化も図っている。

#### 5. 今後の大型化の動向

図5は現在のオーバパナマックスコンテナ船の就航状況であるが、1996年末で既に53隻が就航しており、今後さらに50隻の就

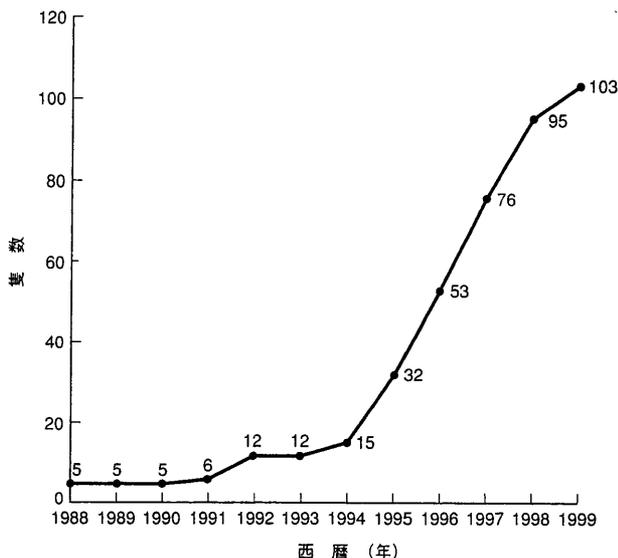


図5 オーバパナマックスコンテナ船就航状況 (含む建造中)  
1984年から1994年まで緩やかに増えてきたオーバパナマックスコンテナ船は、それ以降急速に増加している。  
Number of Over Panamax container ship (including under construction)

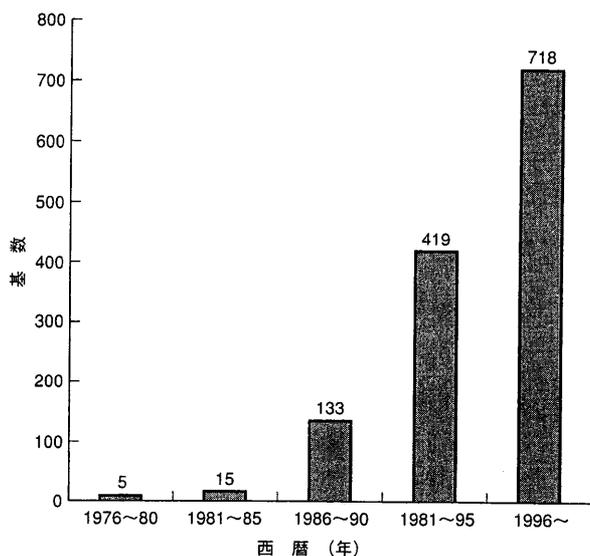


図6 コンテナクレーン設置基数 (アウトリーチ 44 m 以上)  
オーバパナマックスコンテナ船よりも早く、1980年代半ばから急速に増加している。  
Number of container crane (outreach > 44 m)

航が予定されている。当社においても23隻が引渡し、あるいは引渡し予定である。この急速な大型化の背景は3章で述べたとおりであるが、ここでは更なる大型化の可能性を船自身の問題と陸上の問題両面から考察する。

## 5.1 船の問題

### (1) 推進機関

コンテナ船の船型が大きくなれば推進に必要な出力も当然大きくなる。また大型化に伴い荷役時間も増加するため、1-ラウンドの航海日数を維持するには航海速度を上げる必要がある。これにより主機出力はさらに増加することになる。現在使用できるディーゼルエンジンの最大出力は1台当り9万PS程度であり、これらを考慮すると6000個を超える船型では、主機駆動の軸発電機を採用しない等の条件を付けないとそろそろ限界に近づいているといえる。

この限界は主機を2台搭載することにより解決可能であるが、大幅なコストアップを伴い、運航採算上現実的か検討を要する。

### (2) 主寸法

船を大型化するには、長さ、幅、深さの3方向が考えられる。船を長くするためには、船体の長さ方向の強度を保持する必要がある。船側構造が限られたコンテナ船では簡単ではない。船幅を広げるためには、横揺れ加速度と甲板上的コンテナの固縛との関係から、船の復原力(傾いた船が元に戻ろうとする力)が過大とならないよう注意を払う必要がある。

また、船の深さを深くするには、甲板上最上段のコンテナ高さや港湾の制限の関心に留意する必要があるが、これについては次節で触れる。

## 5.2 陸上の問題

### (1) 港湾制限

最近の各コンテナターミナルの整備計画によると、今後数年で世界の主要コンテナバースでは水深は14~15mが主流となる。港湾の浚渫(しゅんせつ)は多大の費用を要する作業であり、今後更にこれより深いバースが急速に出てくるとは考えにくい。したがって、コンテナ船の喫水はこれから1m程度の余裕を

最大でも14m程度となる。また、船の長さはバースでの係船や回頭場所の大きさにより制限を受けるが、300m程度が目安といわれている。

### (2) コンテナクレーン

図6に示すように、オーバパナマックスコンテナ船の出現を契機に世界の主要ターミナルのコンテナクレーンは急速に大型化が進んできた。幅方向の制限(アウトリーチ)はこれまでデッキ上コンテナ16列(船幅40m程度)対応のものが最大であったが、17列、さらには主要ターミナルでは18列対応のものが主流となりつつある。

また高さ方向の制限(リフト)は現状の最新のクレーンの場合、34m以上でホールド、デッキ上合せて16段積みまで対応可能である。

## 5.3 大型化の行方

以上のような現在の船サイド、陸サイドの様々な制約の下では、現状を大幅に超える船型はすぐには出現するとは考えにくい。

現実的に1基1軸の範囲で大型化を考えると、長さ300m、幅45~46m、深さ27~28m、喫水14m程度の船型が最大で、このときの積み個数は約7500個である。

一方、これらコンテナ船、港湾の物理的な条件以外にも、ターミナル全体のコンテナ処理能力や、そこから先の集荷、配送能力といった問題も大型化に伴い検討を要する重要な項目である。

## 6. あとがき

コンテナ貨物の大幅な増加による大型コンテナ船の大量発注も、運航船社間の再編成の動きもあって最近では沈静化の方向にある。さらに、これまで発注された船腹量の多さから今後の需給バランスを心配する声もある。しかし、今後コンテナ貨物は着実な増加が見込まれているとともに、今まではほとんどなかったコンテナ船のスクラップも今後は増えてくると予想されるので、新造のニーズは必ずでてくると考えられる。したがって、今後どのような環境になろうとも、当社はその環境に見合った最新のコンテナ船をこれまで培ってきた技術力を生かして提供していきたいと考えている。