

旅客船におけるバリアフリー

- 研究サイドからの提言 -

宮崎恵子（海上技術安全研究所）

目次

1. はじめに
2. 旅客船バリアフリーに関する調査
 - 2.1. 身体障害者に関する統計データ及び意識調査
 - 2.1.1. 身体障害者に関する統計データ
 - 2.1.2. 高齢者に関する統計データ
 - 2.1.3. 意識調査
 - 2.2. 旅客船に関する統計データ及び調査
 - 2.2.1. 旅客船バリアフリー設備データベース
 - 2.2.2. 旅客船のバリアフリーに関する調査
3. 他分野におけるバリアフリー化の研究
4. 船舶分野におけるバリアフリー化の研究
5. 海上技術安全研究所におけるバリアフリー関連研究
 - 5.1. 動線と障害マトリックスによる検討
 - 5.2. 動揺下における車いす利用に関する研究
 - 5.3. 船内移動のための障壁対策の研究
 - 5.4. 非常時の避難に関する研究
6. おわりに

1. はじめに

多くの方々に関心を持たれるようになった「バリアフリー」。陸上の建物については研究の積み重ね、データの蓄積があり、陸上の交通機関についても、研究・実験データの蓄積がすでにおこなわれている。一方、旅客船については、研究例やデータの蓄積は少なく、これからの段階と言えよう。

旅客船は、陸上の建物や交通機関に比べて、動揺、塩害、潮位、限定されたスペース等、環境が厳しい。他分野のバリアフリー化の研究成果を船舶分野にも活かすとともに、船舶独自の実験や検討が必要である。そして、研究によりもたらされる成果が、造船、運航に活かされ、障害者並びに高齢者の方々が、安全、快適に船舶を利用できるよう、研究者として努力したいと考えている。

本稿では、旅客船のバリアフリー化の研究に興味を持った方々が利用できるように、著者ら

のおこなっている研究内容だけでなく、旅客船のバリアフリーに関連する情報の提供もおこなうことを目的にまとめている。

2. 旅客船バリアフリーに関する調査

2.1. 身体障害者に関する統計データ及び意識調査

バリアフリー設備が必要とされる身体障害者及び高齢者に関して、他機関が実施した統計調査及び著者らがおこなった意識調査から、その概要を紹介する。

2.1.1. 身体障害者に関する統計データ¹⁾

障害にも様々なものがあるが、旅客船を含む交通機関のバリアフリーを考える上で、特に重要となる移動能力に制限を受ける機能障害は、肢体不自由と視力障害であろう。また、聴覚障害者も情報制約を受ける。

身体障害者の総数は、3,014,600人と推定さ

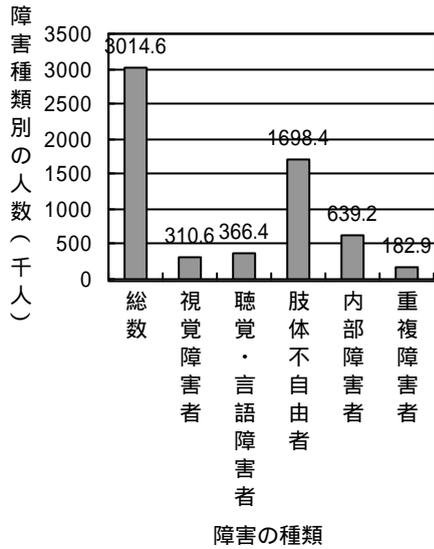


図1 障害の種類別の身体障害者数

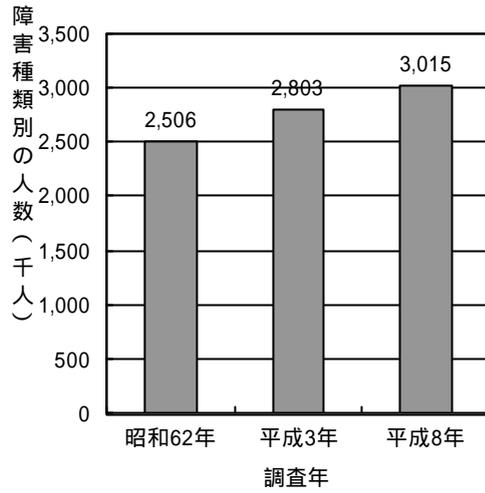


図2 身体障害者数の年次推移

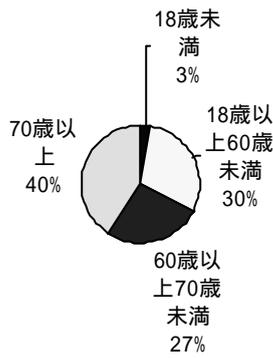


図3 身体障害者の年齢別割合

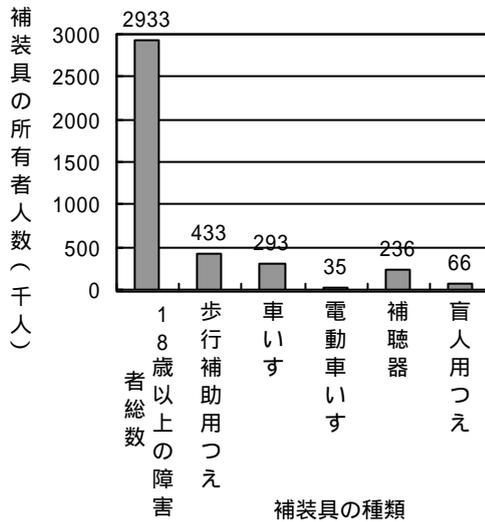


図4 18歳以上の身体障害者補装具の種類と所有者数

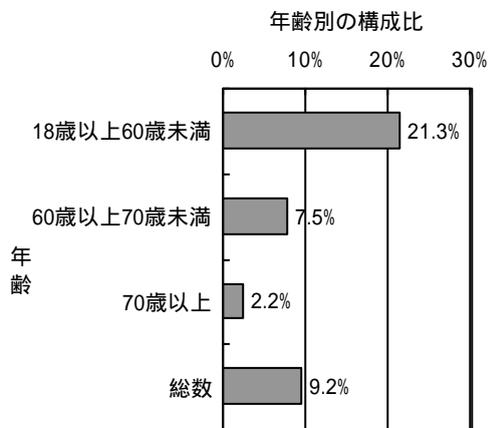


図5 18歳以上の視覚障害者視覚障害者で点字ができる人の割合

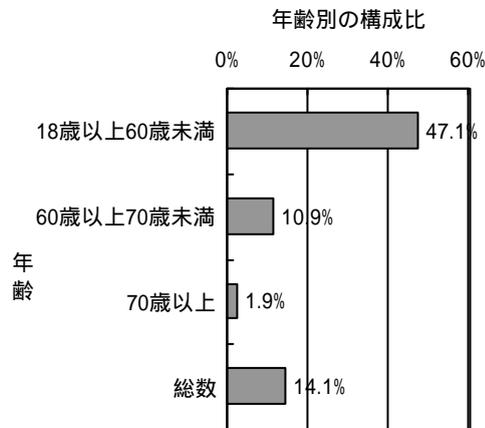


図6 18歳以上の聴覚障害者聴覚障害者で手話のできる人の割合

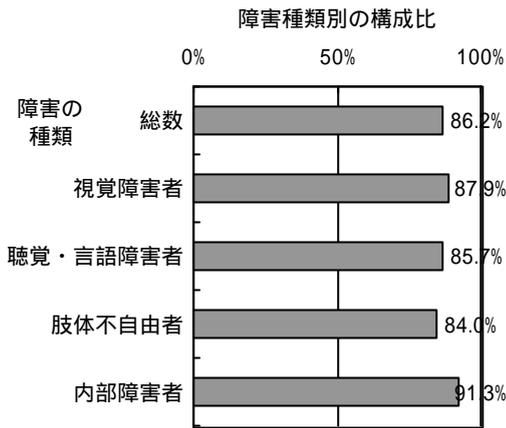


図7 18歳以上の身体障害者 外出の障害種類別の状況

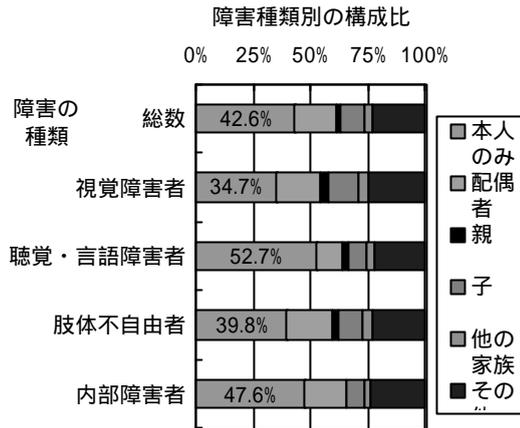


図8 18歳以上の身体障害者 外出する際の介助者の障害種類別の状況

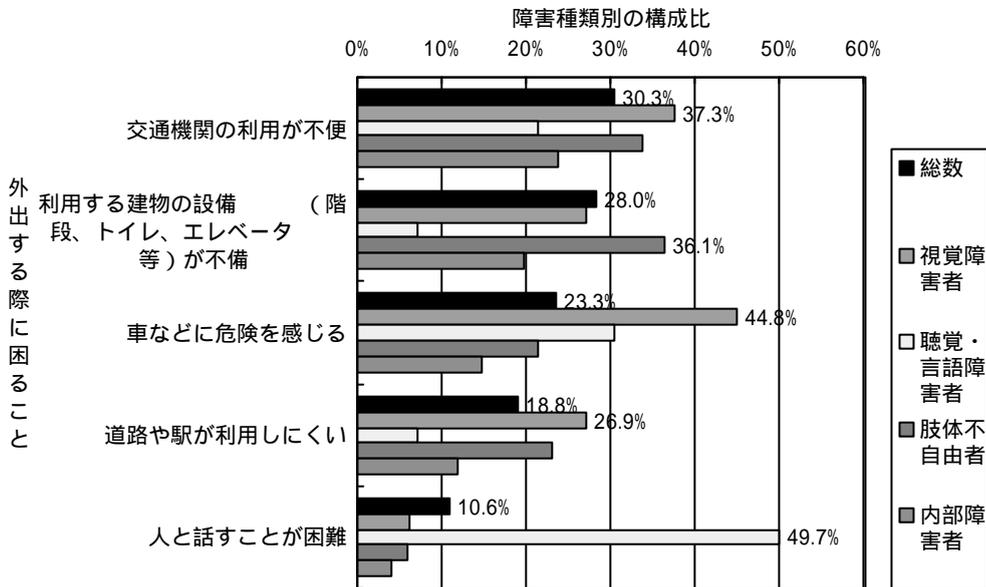


図9 18歳以上の身体障害者 外出する際に困ることの障害種類別の状況

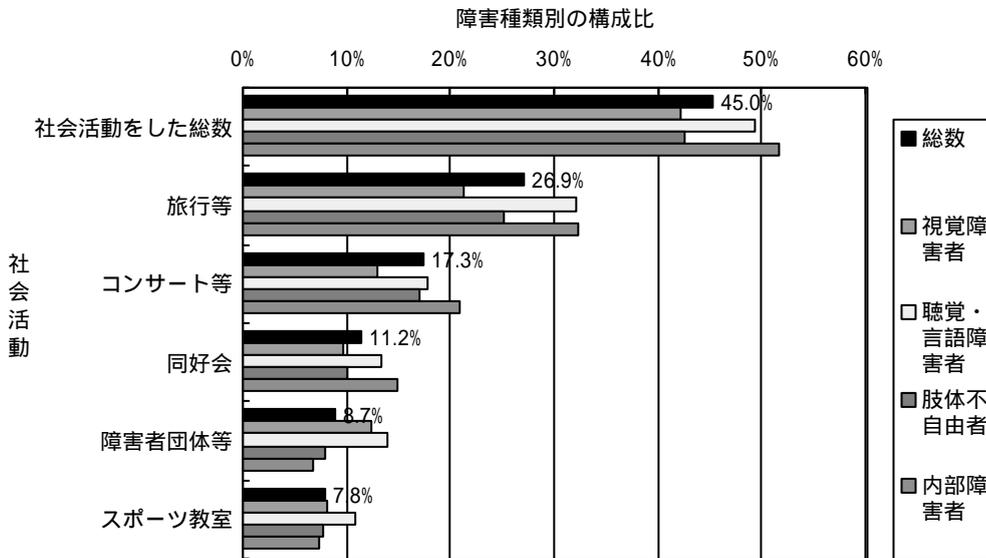


図10 18歳以上の身体障害者 社会活動の障害種類別の状況

れる。図 1 に示すように、身体障害者のうち、肢体不自由が 1,698,400 人、視覚障害が 310,600 人、聴覚・言語障害が 366,400 人である。図 2 には、身体障害者数の年次推移を、図 3 には平成 8 年時（最新調査）の身体障害者の年齢別割合を示す。70 歳以上が全身体障害者の 40% を占め、60 歳以上で全体の 67% を占めることから、高齢者がたいへん多いことがわかる。図 4 には、18 歳以上の身体障害者が所有している補装具の種類と所有者数を示す。歩行補助つえ所有者が延べ 433,000 人で最も多く、次いで車いす（電動を含む）が延べ 328,000 人、盲人用安全つえ所有者が延べ 66,000 人、補聴器所有者が延べ 236,000 人である。以上のデータは、対象者を考える上で役に立つと思われるが、実際の状況については、統計値だけで把握するのは困難である。よって、2.2 節のような個別の意識調査が必要になる。

また、視覚障害者のためのバリアフリー設備で点字、聴覚障害者のためには手話通訳者等のように考えられがちであるが、18 歳以上では、図 5 及び図 6 が示すように、視覚障害者で点字ができる人は視覚障害者全体の 9.2% に過ぎず、聴覚障害者で手話のできる人は、聴覚障害者全体の 14.1% でしかない。もちろん、そのような設備や対策も有効であるが、それだけで十分とは言えないのである。

一方、過去 1 年間に於いて外出をしたことがある 18 歳以上の身体障害者は、全体の 86.2% であり、障害の種類別でも全て 80% を越えている（図 7 参照）。交通バリアフリー法の技術基準にも関連するが、外出時の介助者については、図 8 に示すように、単独での外出は、全体では 42.6% であり、障害の種類でばらつきがあるが、半数近くの人単独で外出している。外出する際の介助者としては、配偶者や子どもが多い。図 9 には、18 歳以上の身体障害者の外出時のトラブルを障害の種類別に示した。全体で見ると、「交通機関の利用が不便」

（30.3%）、「利用する建物の設備が不備」（28.0%）、「車などに危険を感じる」（23.3%）の順となっている（複数回答）。障害の種類別では、聴覚・言語障害者の「人と話をすることが困難」（49.7%）、視覚障害者の「車などに危険を感じる」（44.8%）及び「交通機関の利用が不便」（37.3%）、肢体不自由者の「利用する建物の設備が不備」（36.1%）の割合が高いことが目に付く。図 10 には、同じく 18 歳以上の身体障害者の社会活動等の状況が示されている。過去 1 年間に於いて、全体の 45.0% が社会活動をしたと答え、旅行等（26.9%）が最も多く、次いでコンサート等（17.3%）、同好会（11.2%）の順である。今後の活動希望も同様の順位になっている。このように、旅客船を含むであろう旅行への期待は大きく、同時にトラブルも多くなっていることが伺える。

2.1.2. 高齢者に関する統計データ²⁾

高齢者の状況は図 11 が示すように、65 歳以上の人口が全体に占める割合は、1975 年に 7.8% であったのが、1995 年には 14.5% になり、2015 年には 25.2% となると推計されている。さらに、75 歳以上の増加が著しく、身体の機能に制約を受ける高齢者の増加は明らかである。一方、離島地域の 65 歳以上の人口割合は 25.5% と、全国平均の 14.6% を大きく上回っているという調査結果がある³⁾。

よって、移動制約者である高齢者の生活の足

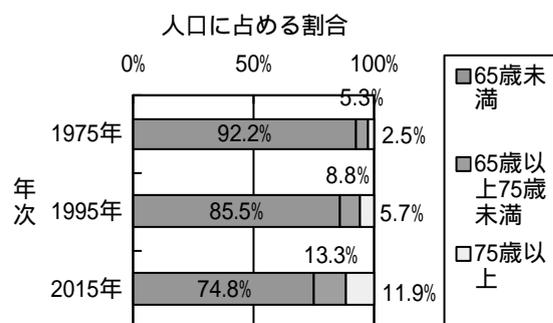


図 11 65 歳以上が人口に占める割合

として離島航路の船舶のバリアフリーを進める必要がある。

2.1.3. 意識調査

有馬による調査⁴⁾では、旅客船を利用する際の困った点、不便な点として、「介助者がいないと利用できない」「乗下船時のタラップが不便・危険」「エレベータが設置されていない」が挙げられている。

海上技術安全研究所では、平成12年5月に東京都八王子市にある自立グループ(都内駅の設備調査、大学入試案内作成の実績を持っている)への聞き取り調査を実施し、平成12年12月には東京都三鷹市にある自立グループへの聞き取り調査を実施した。10代の若者から壮年の方まで、男女併せて10人の主として車いすを利用している身体障害者の方からお話を伺った。9人が、何らかの船への乗船経験があった。そのうち2人の電動車いす利用者は積極的に利用していた。主な意見を以下に示す。

- ・ 20代女性電動車いすは、毎年、佐渡汽船を利用している。バリアフリーフェリーもあり、船員の方々がよく対応してくれる。
- ・ 20代男性電動車いすは、バリアフリー不対応フェリーに家族で乗船、一人車両甲板に残され、2時間過ごした経験がある。
- ・ 若い年齢層は値段の安い方を好むが、カーペット席に乗り移ったときに、電動車いすを置いておく場所がなく困ることがある。
- ・ 暴露甲板の傾斜は電動車いすでも怖い。
- ・ 事故が起こったら、自分(電動車いす利用)は一人では集合場所である甲板にも行けないし、助からないかもしれないなあという漠然とした意識を持っている。
- ・ 自動車を運転する方の場合、車いす仕様の自分の自動車を、旅先でも運転したいので、フェリーを利用するメリットは大きい。
- ・ 固定装置にとっても関心がある。あくまでも、当事者が、自分の判断で着脱したい。

以上のように、障害を持っていても積極的に活動したい、旅客船にも乗って目的地に行ったり、船旅そのものを楽しみたいという障害者の方々の姿がある。一方、現在までの状況では、ソフト面、ハード面とも受け入れ体制が整っている運航事業者とそうでないところがあることが、意識調査からも伺える。

2.2. 旅客船に関する統計データ及び調査

2.2.1. 旅客船バリアフリー設備データベース

海上技術安全研究所は、交通バリアフリー法に関連して、国土交通省海事局安全基準課並びに国内旅客課(当時は、運輸省海上技術安全局安全基準課並びに海上交通局国内旅客課)が実施した国内定期旅客船のバリアフリー調査を集計し、旅客船の現状について分析をおこなった。

調査項目は、船種、航行区域、航行時間、経由地数、乗下船装置と高低差、出入口有効幅員、旅客室の層、船内での上下移動、トイレの大きさ等、通路幅、旅客室の様式、遊歩甲板・食堂・優先席・バリアフリー設備の有無である。バリアフリー設備としては、エレベータ、エスカレータ、階段昇降機、スロープ、身体障害者用トイレ、点字表示、水密のための敷居解消を尋ねている。

本調査の集計(以下、「旅客船バリアフリー設備データベース」と呼ぶ)から、以下の実態が明らかになった。

平成12年3月現在の日本国内の定期航路旅客船は、総トン数20トン未満が369隻、20トン以上が719隻で、合計1,088隻である。バリアフリー設備の状況の前に、まず、旅客船の多様性を示すデータとして、いくつか紹介する。図12に旅客船の総トン数別隻数分布、図13に航行時間分布を示す。図14には旅客室が甲板室出入口とは別甲板に位置しているかどうかについてまとめた。さらに、図15には乗下船装置の種類について示した。一口に旅客船の

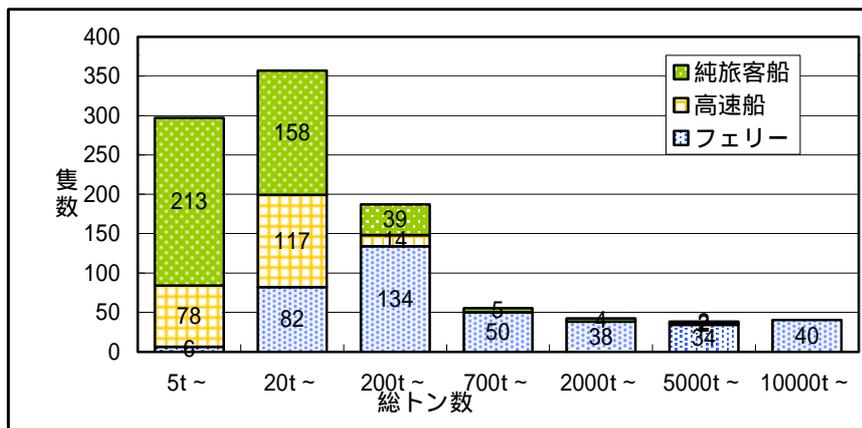


図12 内航旅客船の総トン数別隻数分布

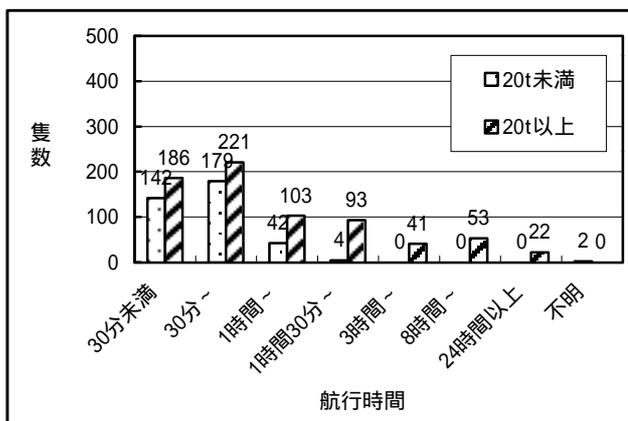


図13 内航旅客船の航行時間の分布

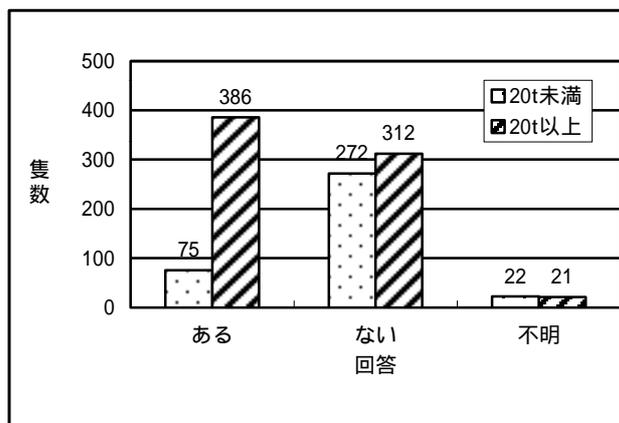


図14 旅客室が甲板室出入口と別甲板にあるかどうか

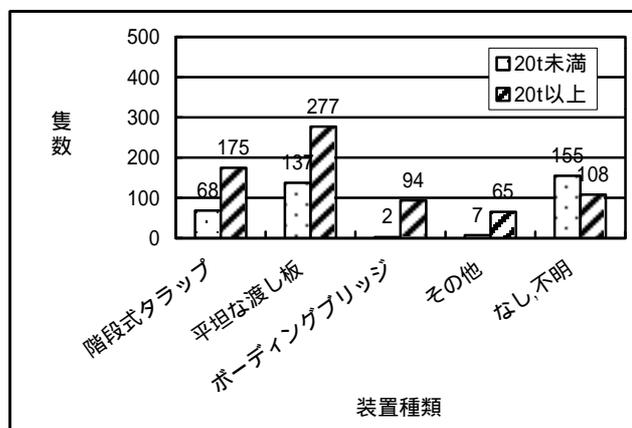


図15 乗下船装置の種類

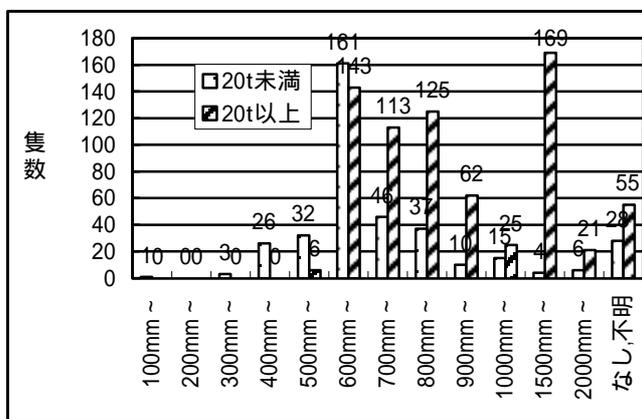


図16 通路幅の最小値

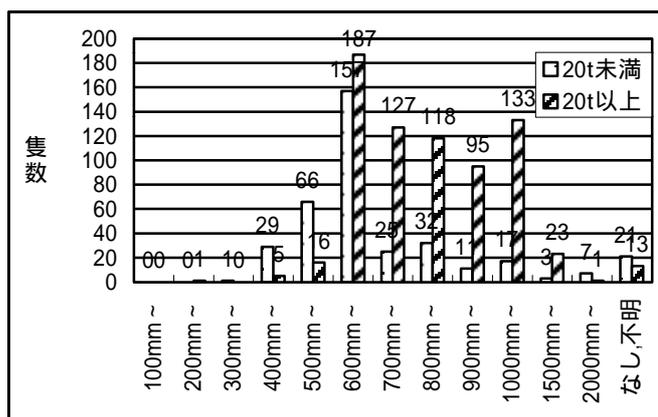


図17 旅客室内の通路幅の最小値

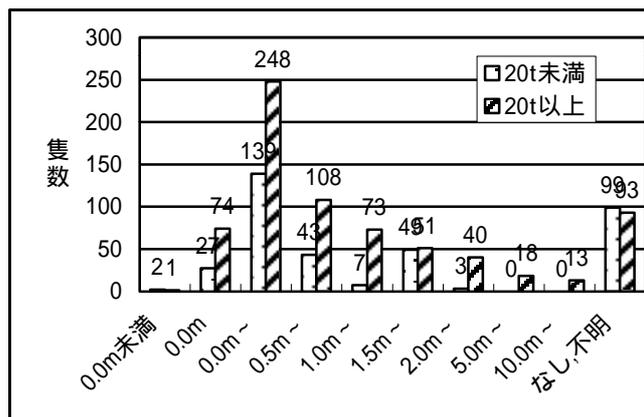


図18 乗下船口高低差の平均値

バリアフリー化と言っても、スペース、構造、乗下船装置等の課題について、一概に対応できないことが伺える。

次に、バリアフリー設備についてまとめると、20トン以上の旅客船で、身体障害者用トイレ及びエレベータの両方を備えているのが25隻（20トン以上で二層以上の甲板を有する船の4.8%）、身体障害者用トイレのみは80隻（20トン以上でトイレを有している船の11.7%）である。エレベータ、エスカレータ、階段昇降機といった上下方向の移動装置のうち、何らかのものを有しているのは、全旅客船のうち84隻（二層以上の甲板を有する船の15.2%）であり、旅客室への移動のため、甲板間移動の設備が必要であるにもかかわらず、十分に設置されていない。一方、通路の最小幅を示した図16及び図17からは、車いすの通過に必要とされる幅800mmを確保できていない船が多いことがわかる。さらに、乗下船の難しさも旅客船固有の問題であり、図18に旅客ターミナルと船舶の乗り込み口との高低差の平均値を示す。図15の乗下船装置の種類で、平坦な渡し板と回答した旅客船のうち、20トン未満で60隻が、20トン以上では127隻が、平均傾斜角度が4.8度以上としており、交通バリアフリー法で推奨している角度以上の傾斜のある渡し板を、車いすが乗り降りしないといけないことを示している。

以上のように、アンケート調査から見られるバリアフリー化の現状は、厳しいものであるが、アンケートへの自由意見や、著者らの実地調査においては、運航事業者の積極的な取り組みにより、バリアフリー設備の充実と船員の適切な対応に積極的に取り組んでいる会社が見られた。一方、水密のための敷居の抜本的な解消等は運航事業者では対応できないので、解決策があれば教えて欲しいという意見もあった。これに関する海上技術安全研究所の取り組みについては5.3節で述べる。

2.2.2. 旅客船のバリアフリーに関する調査

さらに、平成11年11月には、海上技術安全研究所で、個別にクルーズ客船運航事業者へのアンケート調査も実施した。その結果、通常時における旅客船のバリアフリー化に関する優先課題としては、「乗下船システムの改善」「通路、居室等の設計基準の決定」「通路における段差乗り越え」が指摘され、緊急時における優先課題としては、「LL条約（国際満載喫水線条約）で要求される水密のための敷居に関する対策」「旅客船用非常用エレベータ」「非常時に関するインストラクション」の重要性が指摘された。

ここでは、旅客として高齢者が多く、技術面、制度面からの段差解消が一番の関心事であること、非常時の対応をはじめ、視覚・聴覚障害を含む障害者への対応は、船員教育によりソフト面で充実させることも重要と考えられていることが明らかになった。

さらに、有馬の調査⁴⁾では、調査した殆どの旅客船で車いす利用者の乗船ができると回答しているが、介助者を必要としないものは3割弱に過ぎない。船室内移動の可否について、「できる」との回答は、全体の20.5%、車いす利用者の年間乗船者数としては、年10人以下という旅客船が大半を占めているが、年間50人以上との回答が約30%もあった。穏やかな湖を周遊する人気の高い観光旅客船が年間501人以上と回答している。有馬の調査⁴⁾でも、運航事業者のバリアフリー化に対する意見では、前向きに取り組みたいという姿勢が殆どであるが、スペース・採算・規則・ターミナル側の問題を指摘する意見もある。一方、現時点でも設備を整え、運航事業者としても歓迎するという回答も多数寄せられている。

3. 他分野におけるバリアフリー化の研究

船舶の分野は、一部先進的に取り組んでいる運航事業者があるが、全体としては、バリアフ

リー対応技術等で後れをとっている。それは、研究についても同様であり、船舶を対象としたバリアフリー研究は、携わっている研究者も少なく、データ及び成果もまだ少ない状況である。そこで、著者が調べた範囲ではあるが、他の分野の取り組み方及び研究内容について紹介する。運航及び造船の分野でも、バリアフリー化への取り組み体制の参考になればと考えている。

自動車の分野では、個別メーカーではなく共同体での取り組みが始まっていて、特に高齢者を対象とした利用者の動作分析をおこなっている⁵⁾。自動車は、利用者が運転するので旅客船とは違うが、旅客が船内設備を利用することに関して、動作分析も有効であろう。また、小型船舶操縦士免許の欠格条項見直し⁶⁾が進められている現在、障害者が利用しやすくなるよう、小型船舶に関して同様の取り組みが必要と考えられる。また、回答が出るまでには至っていないが、車いすを中心とした障害者、高齢者を送迎する自動車について、各種車両を同じ尺度で評価する評価方法の確立、昇降装置及び固定装置等を対象とした作業性向上や誤操作防止のためのスイッチ、操作等各種仕様の標準化が検討されている⁵⁾。旅客船においても、同様の問題があるので、是非、関係者の意志疎通を図りたい。さらに、情報提供である交通標識のあり方の研究が開始されている⁷⁾。

鉄道においては、ターミナル利用時の移動の負担感について、身体的負担と心理的負担を考慮して、時間をベースに指標化した研究⁸⁾がある。旅客船のターミナルについても用いることができよう。バリアフリー化の研究に従事している研究者は、いずれも、当事者である高齢者・障害者との連携、学術的分野間の連携について強く意識しており⁹⁾、新しく学会も設立されている¹⁰⁾¹¹⁾。

参考のため、関連学会等の連絡先の一覧表を付録に示す。

4. 船舶分野におけるバリアフリー化の研究

旅客船には、移動手段としての側面と、多くの場合、船内で移動することによって滞在を楽しむという側面の二つがある。非常時にも安全を確保できること、乗下船時及び船内で、安全に過ごせることと同時に、利用者の快適性も常に念頭に置いて研究をおこなっていきたいと考えている。

また、バリアフリー化に関する研究を始めて、何人もの障害者の方を話す機会を得たが、障害者の方々は、健常者と同等のサービスと情報提供を強く望んでいる。では、何が“同等”であるのかを見極めることも大切であると考えられる。

一方、2.2.1節で紹介したように、旅客船バリアフリー設備データベースから、一口に国内旅客船といっても様々な大きさ、構造の旅客船があり、運航形態（生活航路、観光旅行、その併用）も様々であることが明らかになっている。それぞれに適したバリアフリー設備と実施要件を示すことが、利用者及び運航事業者にとって大切である。バリアフリーを進めるための運航事業者の負担についても十分に考慮する必要がある。

これまでおこなわれている調査研究としては、中型高速 RO-RO 船設計指針の作成のために、交通機関のバリアフリー化の調査及び内航カーフェリーとそのターミナルの実態調査が実施され、バリアフリー設備仕様及び船内設備配置図が作成されている¹²⁾。また、対象海域及び船舶を選定して、現在のバリアフリー設備の状況や問題点、障害者の利用状況を調査し、必要なバリアフリー設備についてまとめた調査³⁾¹³⁾や、障害者及び高齢者のための船体構造のモデルデザイン¹⁴⁾の検討もおこなわれている。

一方、航行状態を考慮した研究としては、有馬、細田による動揺環境下の車いすの使用性能を明らかにする研究で、後輪ブレーキ状態の車いすのモデリングがなされている¹⁵⁾。また、

表1 動線と障害マトリックス

クルーズ等多層旅客船		通常時		検討項目							総合	最も留意すべき対象者			
障害者等の動線		設備等	車いす利用者	杖利用者	視覚障害者(全盲)	視覚障害者(弱視)	聴覚障害者	言語障害者	内部障害者	知的障害者			高齢者		
陸上 - 船	1	タラップ	段差解消	段差解消	段差解消	段差解消			段差解消	段差解消	段差解消	段差解消	車いす		
		スロープ	傾斜緩和	傾斜緩和	傾斜緩和	傾斜緩和			傾斜緩和	傾斜緩和	傾斜緩和	傾斜緩和	車いす、全盲		
		手すり	転落防止策	転落防止策	転落防止策	転落防止策	転落防止策	転落防止策		転落防止策	転落防止策	転落防止策	転落防止策	車いす、全盲	
		案内表示	不要	不要	情報提示	情報提示	情報提示	質問受け付け		理解容易		情報提示、質問受け付け、理解容易	全盲、弱視、聴覚、言語、知的		
船内への乗り込み	2	水密のための敷居	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策			水密のための敷居解消策		水密のための敷居解消策	車いす、全盲		
船内	3	廊下	幅、車いす分の行き交いスペース、適切な床面仕上げ	幅、杖分の行き交いスペース、適切な床面仕上げ	点字ブロック、適切な床面仕上げ	コントラスト表示			休憩場所		休憩場所、適切な床面仕上げ	幅、行き交いスペース、休憩場所、点字ブロック、コントラスト、適切な床面仕上げ	車いす、全盲、弱視、内部		
			手すり	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策			転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	杖、全盲	
		案内表示	見える位置に		理解及び把握容易な全体構造、情報提示(音声による情報提示、触地図等)	情報提示(大きな文字、コントラストの強い色彩表示、十分な明るさ)	情報提示(視覚情報による提示)	情報提示(視覚情報による提示)	質問受け付け		理解容易な全体構造及び理解容易な表示		理解及び把握が容易な全体構造、情報提示、質問受け付け、理解容易	全盲、弱視、聴覚、言語、知的	
	4	座席への移動	座席間隔	車いす分の行き交いスペース	杖分の行き交いスペース								行き交いスペース	車いす	
			車いすスペース	形状、大きさ										形状、大きさ	車いす
			固定装置	規格										規格	車いす
			案内表示	車いす用、共用等、位置		情報提示	情報提示	情報提示	質問受け付け		理解容易		情報提示、質問受け付け、理解容易	全盲、弱視、聴覚、言語、知的	
	5	トイレへの移動	トイレ	段差解消	段差解消	段差解消	段差解消			段差解消		段差解消	段差解消	段差解消	車いす
				スペース	スペース									スペース	車いす
				ドア	ドア								ドア	ドア	車いす
				障害者用トイレ(手すりを含む)	手すり						手すり		手すり	手すり	手すり
			洗面台											車いす用洗面台	車いす
		案内表示	見える位置に		情報提示	情報提示	情報提示	質問受け付け		理解容易		情報提示、質問受け付け、理解容易	全盲、弱視、聴覚、言語、知的		
6	食堂等の公室への移動	食堂	段差	段差解消	段差解消	段差解消			段差解消	段差解消	段差解消	段差解消	段差解消	車いす	
			スペース	スペース									スペース	車いす	
		テーブル形状、高さ等	テーブル形状、高さ等										テーブル形状、高さ等	車いす	
		手すり	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策			転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	杖、全盲	
		案内表示	見える位置に		情報提示	情報提示	情報提示	質問受け付け		理解容易		情報提示、質問受け付け、理解容易	全盲、弱視、聴覚、言語、知的		
7	上下移動	エレベータ	動揺時の使用可能性等	動揺時の使用可能性等	動揺時の使用可能性等	動揺時の使用可能性等			動揺時の使用可能性等	動揺時の使用可能性等	動揺時の使用可能性等	動揺時の使用可能性等	動揺時の使用可能性等	車いす	
			使用せず	転倒防止策	転倒防止策							転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	全盲
		昇降装置	昇降装置	昇降装置					昇降装置		昇降装置	昇降装置	昇降装置	杖、高齢者	
		階段	使用せず	すべり止め	すべり止め	すべり止め	すべり止め			すべり止め	すべり止め	すべり止め	すべり止め	全盲	
		案内表示	見える位置に		情報提示	情報提示	情報提示	質問受け付け		理解容易		情報提示、質問受け付け、理解容易	全盲、弱視、聴覚、言語、知的		
8	デッキへの出入	水密のための敷居	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策			水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策	水密のための敷居解消策	車いす	
		スロープ	傾斜緩和	傾斜緩和	傾斜緩和	傾斜緩和			傾斜緩和	傾斜緩和	傾斜緩和	傾斜緩和	傾斜緩和	車いす	
		手すり	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策			転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	転倒防止策	杖、全盲	
		案内表示	見える位置に		情報提示	情報提示	情報提示	質問受け付け		理解容易		情報提示、質問受け付け、理解容易	全盲、弱視、聴覚、言語、知的		

鎌田、曾野による被験者を用いた動揺下の車いすの停止性能と心理的な評価の研究がある¹⁶⁾。

5. 海上技術安全研究所におけるバリアフリー関連研究

海上技術安全研究所では、平成 12 年度から、旅客船のバリアフリー化に関する研究を実施している。

5.1. 動線と障害マトリックスによる検討

バリアフリー対応という、移動が最も困難であろう車いす利用者が、まず頭に浮かぶ。しかし、障害は、様々なものがあり、旅客船を利用するにあたっての問題点を整理するため、動線と障害とのマトリックスを作成した(表 1 参照)。個々の場所や設備のバリアフリー対応策を検討するだけでなく、優先度や網羅できる範囲の把握に役立つものと考えている。旅客船のバリアフリーの具体的な技術的課題としては、乗下船の安全の確保、水密のための敷居解消、船内移動の段差解消、視覚障害者のための全体構造の容易な把握、視覚・聴覚障害者への情報伝達、肢体不自由者の安全を確保できる床面仕上げ等である。

一方、非常時対応もたいへん重要な課題である。非常時については、5.4 節で述べる。

5.2. 動揺下における車いす利用に関する研究

海上技術安全研究所では、移動制約者としての車いす利用者を対象として、船内移動に関する研究を実施している。車いすを利用している障害者は、身体障害者の中でも占める割合が大きく、高齢者も車いすを利用することが多いと言える。そこで、自分で手動式車いすを操作する場合、介助者が手動式車いすを操作する場合、障害者が自分で電動車いすを操作する場合、それぞれの場合について、安全・快適な走行の限界や、安定走行のモデルを求める必要があると考えている。

現在までに、実船実験にも使用できる計測用車いすの開発をおこない、手動車いすの走行シミュレーションについても開発中である。計測用車いすは、手動車いすを乗っている人が自分で走行させるときの基本的な運動特性を計測するために開発した。市販の汎用手動車いすに左右後部車輪の駆動トルクと回転角度の測定機器を取り付けている。実船実験にも使用できるようにすべての測定機器の電源に乾電池または充電式電池を使用し、計測用ノートパソコンを車いすに搭載することで完全なワイヤレス化を図った¹⁷⁾。写真 1 に、計測用車いすの外観を示す。

今年平成 13 年 3 月に、北米航路のコンテナ船において、実船実験をおこない、開発した計測用車いすで走行実験を実施した。走行実験は、船内の体育室でおこなった。図 19 に、実験の測定結果及び計測した船体加速度の一例を示す。この例では、車いすは、船体に対して、左側から右側へ横断する方向で走行している。図 19 の A の部分では、車いすの進行方向に対して、船体が右側に傾いている状態で、右側の駆動トルクが左側に比べて大きくなっており、車いすの進行方向が右方向にぶれていかないように、右側の車輪を強く駆動していることがわかる。図 19 の B の部分では、車いすの進行方向に対して、船体が前向きに傾き下り坂になっている状態であり、車いすの速度が増している。そして、駆動トルクが負の値に大きくなっており、手でブレーキをかけて、車いすを減速しようとしていることがわかる。

さらに、手動車いすの安全走行・快適走行を評価するための、工学的及び心理的な評価指標を求めることを目的に、まずは、静的な傾斜条件下での手動車いすの走行実験を実施し、データを収集して、評価指標の検討をおこなっている。実験装置として、5.5m × 5.5m の床面積を持ち、角度が 0 から 10 度まで 1 度刻みで変更できる傾斜装置を製作した。この傾斜装置上で、



写真 1 計測用車いすの外観

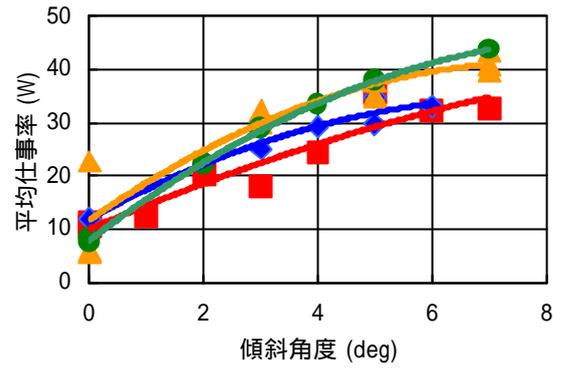


図 20 傾斜面縦断登坂走行時の平均仕事率

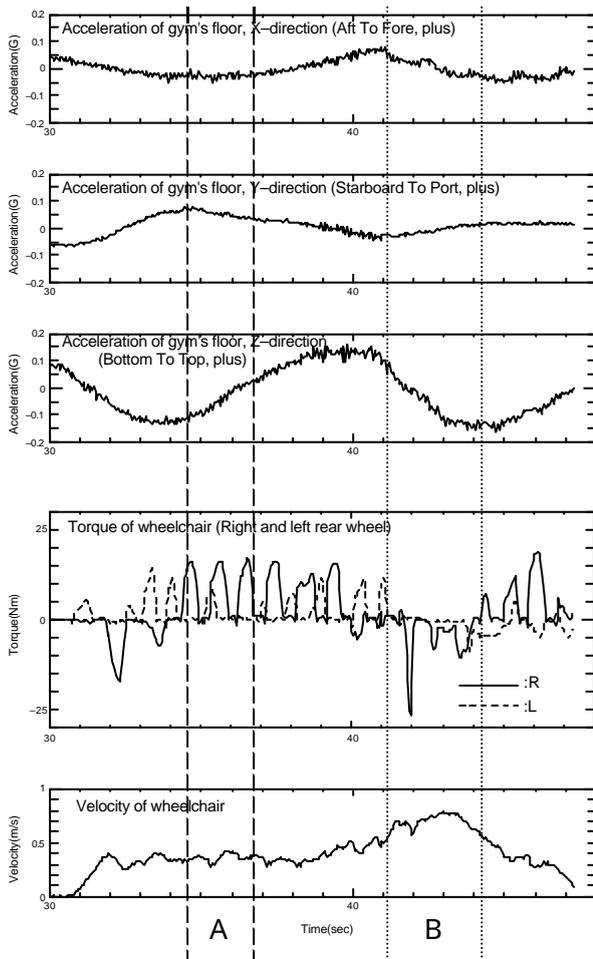


図 19 実船実験における計測用車いすによる測定結果の一例

縦断走行腕に疲労を感じたかどうか
強く感じたほど評価値が高い

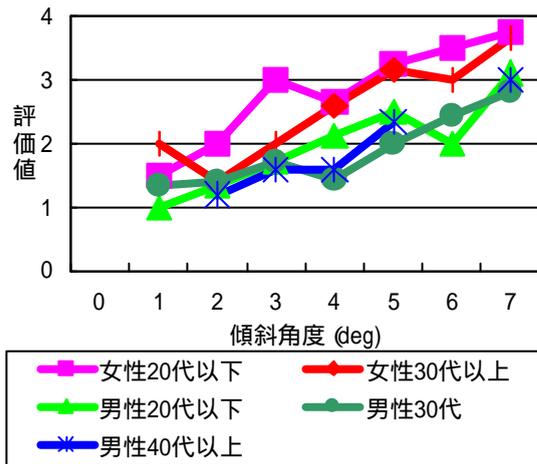


図 21 傾斜面縦断登坂走行時の負担感

健常者と車いす利用者による、手動車いすの走行実験を実施した。実験では、交通バリアフリー法の技術基準で最小通路幅としている800mmで線を引いたところを通路に見立て、傾斜面に対して縦断走行（登坂走行）及び横断走行（右手側が谷側と右手側が山側の2方向）を実施してもらい、左右後部車輪の駆動トルクと回転角度を測定し、心理的な負担感についてのアンケートに答えてもらった。図 20 は実験結果の一例として、被験者 4 人の縦断登坂走行時の傾斜角度と平均仕事率の関係を示している。

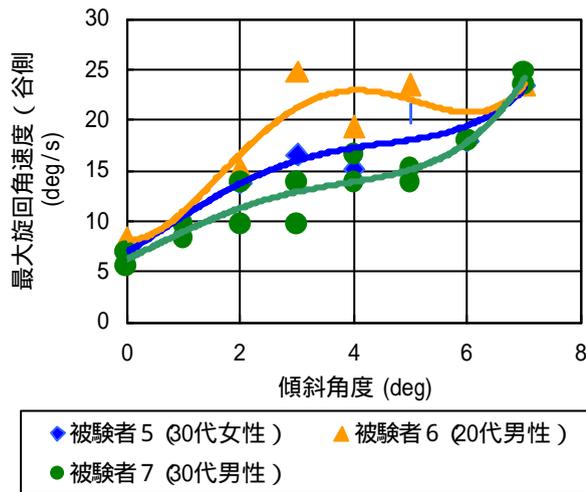


図 22 傾斜面横断走行時の最大旋回角速度

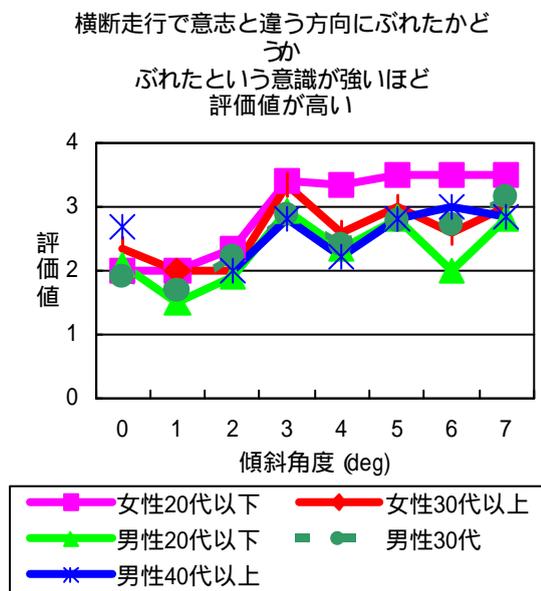


図 23 傾斜面横断走行時の負担感

被験者による個人差は大きいものの、傾斜角度がある程度大きくなると、グラフの傾きがなだらかになる傾向がある。これは被験者が発生する仕事率に上限があるためと考えられる。図 21 には、被験者 41 人のアンケート結果を示す。これは、同じく縦断登坂走行時の傾斜角度と疲労の感じ方の強さとの関係を示している。平均的に力の弱い女性の疲労の感じ方が強い。縦断登坂走行では、こういった、駆動トルクや仕事率に関連する項目で、走行の評価指標を検討し

ていきたい。

次に、横断走行の実験結果例を図 22 及び図 23 に示す。図 22 は、被験者 3 人の傾斜角度と最大旋回角速度との関係を示している。最大旋回角速度は車いすの旋回運動の激しさを示す指標と考えられる¹⁷⁾。一方、図 23 は、意志に反して通路からはずれてしまうぶれの大きさについて尋ねた、被験者 41 人のアンケートの結果を示す。傾斜角度 3 度以上で、まっすぐ走行することへの困難さの感じ方が強くなっていることがわかる。横断走行は、操作方法が影響するので、操作が良好にできていることを示す指標を、心理的な困難さと併せて検討していきたい。

一方、2.1.3 節でも紹介したように、著者らが意識調査をおこなった範囲では、車いすの固定装置は、車いす利用者が最も関心を持っているところであった。現在、バスでは、ベルト等による固定装置を用いて、車いすを車両に固定するようになっている。しかし、一般に普及しているバスの固定装置は、バスの運転手の方が操作することになっているが、付けるのに時間がかかったり（10 分程度）、上手にできない人もいて、車いす利用者及び他の乗客にも具合が悪い状態である。そこで、船内において動揺下でも、安全かつ使用者が着脱できる車いすの固定装置の開発を目指して、研究を実施している。

もちろん、運航事業者側の安全管理責任の問題もあるであろうから、運用には、それぞれの立場からの討議が必要であろう。そういった場を設けていくとともに、技術的には、利用者が他の人の手を借りることなしに、使用できる固定装置の開発をおこなっていく。

5.3. 船内移動のための障壁対策の研究

旅客船には、甲板水等が船内へ流入しないように、陸上の建築物等には無い水密のための敷居が設けられている。この設置は、国際的には、LL 条約、国内法としては船舶構造規則第 39 条、

船体の水密を保持するための構造の基準を定める告示等により定められている。その甲板上の高さは、航行区域、船の長さ、船体での位置により異なるが、最小 100mm、最大で 600mm の高さが必要である。一般の旅客区域においては、概ね 150mm のことが多い。

車いす利用者にとって、対策が施されていない船内の段差は、安全以前に移動が不可能になってしまうので、必ず対処しないとならない問題である。また、高齢者にとっても、段差は負担が大きいものである。

陸上における、段差・敷居をまたぐとき等の負担感の研究¹⁸⁾によると、50mm 以上で高齢者の歩行動作に変化が見られ、150mm で障害物に接触の例があった（実験は 10～150mm）。これまでの研究によると、車いすが支障無く通れる段差は 20mm 以下であり、通行頻度の高いところでは 10mm 以下が望ましいとされている。

建築関連の基準及び交通バリアフリー法においても許容される段差は 20mm 以下であり、これを上回る段差には対策が必要である。

これまでに船内の段差に関する規則の調査を実施し、現在、とりまとめをおこなっている段階である。規則の概観及び実態調査では、総トン数 20 トン以上の旅客船で旅客が利用する甲板（満載喫水線規則における第一及び第二位置以外の部分）において敷居の高さは、概ね 150mm 以下といえる。すなわち、8 分の 1 勾配（7.1 度）で長さ 1.2m、12 分の 1 勾配（4.8 度）でも 1.8m の長さがあればスロープを設置できる。150mm 以下の敷居については、スロープでの対応が最も現実的と思われる。

表 2 に、各種基準の中の勾配についてまとめたものを示す。一般的に、手動車いすを自分で操作する場合に昇降可能とされるのは 15 分の 1 の勾配（3.8 度）、加齢に伴って困難とされるのは 12 分の 1 の勾配（4.8 度）と言われている。また、12 分の 1 の勾配は、手動車いすを介助者が操作する場合の上限とされている。

表 2 勾配と基準の関係

勾配			基準
deg	%	a/b	
2.9	5	1/20	加齢対応型住宅設計・施工の手引き（屋外勾配の上限）、東京都
3.8	6.7	1/15	ハートビル法（敷地内の通路）
4.8	8.3	1/12	ハートビル法（廊下等） 長寿社会対応住宅設計指針（補足基準、アプローチ等）、建設省 加齢対応型住宅設計・施工の手引き（屋内勾配の上限）、東京都 交通バリアフリー法（旅客施設） 交通バリアフリー法（旅客船設計マニュアル）
7.1	12.5	1/8	ハートビル法（高さ 160mm 以下）
11.3	20	1/5	長寿社会対応住宅設計指針（設計マニュアル、高低差 120mm 以下）
14	25	1/4	長寿社会対応住宅設計指針（設計マニュアル、高低差 80mm 以下）
18.4	33.3	1/3	長寿社会対応住宅設計指針（設計マニュアル、高低差 60mm 以下）

一方、総トン数 20 トン未満の小型船舶は、航行区域が近海の場合、敷居の高さ 300mm 以上、沿海では 150mm 以上となっている。交通バリアフリー法の適用除外は 5 トン未満である。小型船舶においてはブルワークの切り欠きや、渡し板等、棧橋・岸壁からの乗下船設備にむしろ問題があると思われる。小型船舶については今年度、実態調査をおこなっていく。

今後は、旅客区域の甲板で 150mm を超える敷居を要する場合について、スロープでの対応は限界と考えられることから、敷居の構造や段差解消機器による対応を検討し、対策案を策定する。スロープの取り付け方については、一般配

置図の設計や内装での配慮に関することと考
えている。

また、甲板間の移動も大きな課題である。平
成 13 年度には、船内でのエレベータの利用に
ついて調査し、実態を明らかにする。昨年平成
12 年度の予備調査では、航海中に、エレベ
ータを使用している船と停止している船があり、
停止している船では航海中は運航事業者側の
判断により止めている状況であった。よって、
航海時エレベータを動かすことに問題がある
のかどうか、著者らは把握しきれていないた
め、早急に調査する必要があると考えている。

小・中型の旅客船(数百～千数百総トン程度)
には、まずエレベータがない。コストとスペ
ース(総トン数)の問題と思われるので、対処方
法について検討する。

5.4. 非常時の避難に関する研究

旅客船の避難に係る国際海事機関
(IMO)の動きとしては、近年では、エスト
ニア号の事故を契機として RO-RO 旅客船の
安全性向上対策が検討され、海上人命安全条約
(SOLAS 条約)に、混雑の排除を目的とする
設計の初期段階における避難経路の解析に関
する要件が取り入れられたことが挙げられる。
また、船員の訓練及び資格証明並びに当直の基
準に関する国際条約(STCW 条約)にも
RO-RO 旅客船の乗組員に対する訓練等の基準
が取り入れられるとともに、この基準の関連部
分の RO-RO 旅客船以外の旅客船の乗組員へ
の適用について検討すべき旨が決議として採
択された。一方、海上安全委員会では、現在、
大型旅客船の安全性について検討が開始され、
ここでは、"a ship is its own best lifeboat"の
思想に基づき、船の残存性(survivability)の
向上を重要課題として審議がなされる予定で
ある。これらのことから、身体障害者等を含め
た旅客船の安全のためには、非難時における身
体障害者等の特性を把握することが重要であ

り、また、避難に供することのできる時間や空
間を十分に確保することも重要な課題である
と言える。

海上技術安全研究所では、身体障害者等の避
難に関する課題の抽出、安全対策の策定、安全
避難シナリオの検討及び身体障害者等の避難
のモデル化をおこなって、海上技術安全研究所
が開発している避難シミュレーションによる
検証さらにはリスクマネジメントの検討を
おこなっていく。

救命設備についても検討しなければならな
いが、困難な問題が多い。抜本的な救命設備に
ついて研究するのは、各分野の方々が協力しな
がら、大きな枠組みでおこなう必要があると思
われるが、細かい工夫、地道な対策でできるこ
とから実現していくことも大事だと考える。そ
の場合でも、運航会社をはじめとする当事者
の方たちの深い理解と協力が不可欠である。こ
のようなシンポジウムが良いきっかけになれば
と心から思うものである。

6. おわりに

本稿では、海上技術安全研究所でこれまで収
集、調査、検討した旅客船におけるバリアフ
リーに関する現状及び課題について述べ、現在実
施している旅客船バリアフリー化のための研
究を紹介した。

海上技術安全研究所では、5 章で述べた研究
の他にも、情報提供については、非常時とあわ
せて検討していく必要があると考えている。ま
た、これらの研究成果を、旅客船の設計に反映
できるよう道筋をつけていくことを計画して
いる。是非、造船並びに運航の実務者の方々
のご協力をお願いしたい。

一方、車いすの固定装置や情報提供装置等、
乗客に係わる設備に関しては、その仕様が船舶
独特のもので他の交通機関と異なった場合、利
用者がとまどってしまうであろうから、他の交
通機関との整合性に留意する必要がある。動揺

環境という厳しい条件と、閉じた空間で管理を行き届かせ易いという利点もあるので、他の交通機関との差異に留意しながら、よりよいものにしていきたい。

運航事業者側に大きな負担となることなく、利用者にとって安全・快適なバリアフリーに対応した旅客船となるよう、研究をおこなっていく必要がある。実際、運航事業者の中には、バリアフリーに対応した旅客船であることを誇りにして旅客にアピールしているところもみられる。著者らも、旅客船のバリアフリー化の進展に資するべく研究開発に尽力したい。

最後に、実船実験にご協力くださった運航事業者の方々をはじめ、調査及び実験にご参加、ご協力くださった、多くの関係者の方々に心から感謝いたします。

参考文献

- 1) 厚生省大臣官房障害保健福祉部：
http://www.mhlw.go.jp/search/mhlwj/mhw/toukei/h8sinsyou_9/index.html 身体障害者・児実態調査結果の概要（平成8年11月1日調査、平成11年1月公表）：
- 2) 国立社会保障人口問題研究所
<http://www.ipss.go.jp/>：
<http://www1.ipss.go.jp/tohkei/Popular/Popular.asp?chap=2&title1=> . 年齢別人口：
- 3) 交通エコロジー・モビリティ財団：高齢者・障害者の海上移動に関する調査研究報告書，2000.3
- 4) 有馬正和：フェリー・客船におけるバリアフリーの現状と課題，関西造船協会らん第41号，1998.10
- 5) 花井利通：自動車技術会バリアフリーワークショップグループB（中長期的課題検討），（社）自動車技術会関東支部第4回テクニカルフォーラム資料「今後の自動車バリアフリー技術」，2001.3.12
- 6) 海上技術安全局船員部船舶職員課（当時）：小型船舶操縦士に係る障害を理由とした欠格条項の見直しについて，プレス発表，2000.12.7
- 7)（財）国際交通安全学会
<http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/iatss/index.html>
- 8) 飯田克弘：鉄道駅ターミナルにおける乗り換え抵抗 - 性別・年齢別の視点から - ，リハビリテーションエンジニアリング Vol.13, No.1，1998
- 9) 三星昭宏：高齢社会の交通システム整備の考え方，土木計画学ワンデーセミナーシリーズ 25 高齢者社会の都市基盤整備と交通システム，2001.3.14
- 10) 福祉のまちづくり研究会
<http://www.jice.or.jp/fukushi/>
- 11) 日本生活支援工学会
<http://www.frontier.dendai.ac.jp/wsat/>
- 12)（社）日本中型造船工業会：中型高速 RO-RO 船設計指針，1996.3
- 13) 運輸施設整備事業団：内航旅客船における移動制約者のための設備の整備に関する調査研究報告書」，1999.3
- 14)（財）運輸政策研究機構：障害者・高齢者等のための公共交通機関の車両等に関するモデルデザイン，2001.3
- 15) 有馬正和、細田龍介：動揺環境における車いすのユーザビリティ評価に関する研究（第1報） - 後輪ブレーキ状態の車いすのモデリング - ，日本造船学会論文集第188号，2000.12
- 16) 曾野明久：車いすでの公共交通機関利用に関する研究，東京大学工学部卒業論文，2001.3
- 17) 平田宏一他：船舶バリアフリーのための実験用車いすの開発，日本設計工学会2001年度春期研究発表講演会講演論文集，2000.5
- 18)（社）人間生活工学研究センター：障害物高さともたぎ越しの感覚 <http://www.hql.or.jp/>

付録 バリアフリー関連の学会及び団体（一部）

学会名	電話番号	URL	研究会等	備考
(社)土木学会	03-3355-3442 (総務)	http://www.jsce.or.jp/	都市計画学研究委員会、同委員会下部組織高齢社会における交通システム整備の体系に関する研究小委員会	
(社)日本建築学会	03-3456-2051	http://www.aij.or.jp/aijhomepagej.htm	建築計画委員会、同委員会下部組織ノーマライゼーション環境小委員会	
			都市計画委員会、同委員会下部組織の住環境小委員会	まちづくり関連
(社)交通工学研究会	03-3501-7761	http://super.win.ne.jp/jste/		自動車
(財)国際交通安全学会	03-3273-7884	http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/iatss/index.html		自動車
(社)自動車技術会	03-3262-8211	http://www.jsae.or.jp/	関東支部	
(社)電子情報通信学会	03-3433-6691	http://www.ieice.org/jpn/index.html	福祉情報工学研究会	
リハビリテーション工学協会	070-5826-2777 (岡山工科大学内学会事務局平成13年度)	http://okusun.ice.ous.ac.jp/jcart16/		全般
日本生活支援工学会	03-5280-3837 (東京電機大学内学会事務局)	http://www.frontier.dendai.ac.jp/wsai/		全般
福祉のまちづくり研究会	03-3503-0398	http://www.jjce.or.jp/fukushi/		全般
交通エコロジー・モビリティ財団	03-3221-6672	http://www.ecomo.or.jp/		交通機関全般、旅客船
運輸施設整備事業団	03-3501-2146	http://www.catt.go.jp/		交通機関全般、旅客船
(財)運輸政策研究機構	03-5470-8400	http://www.jterc.or.jp/home.htm		交通機関全般、旅客船