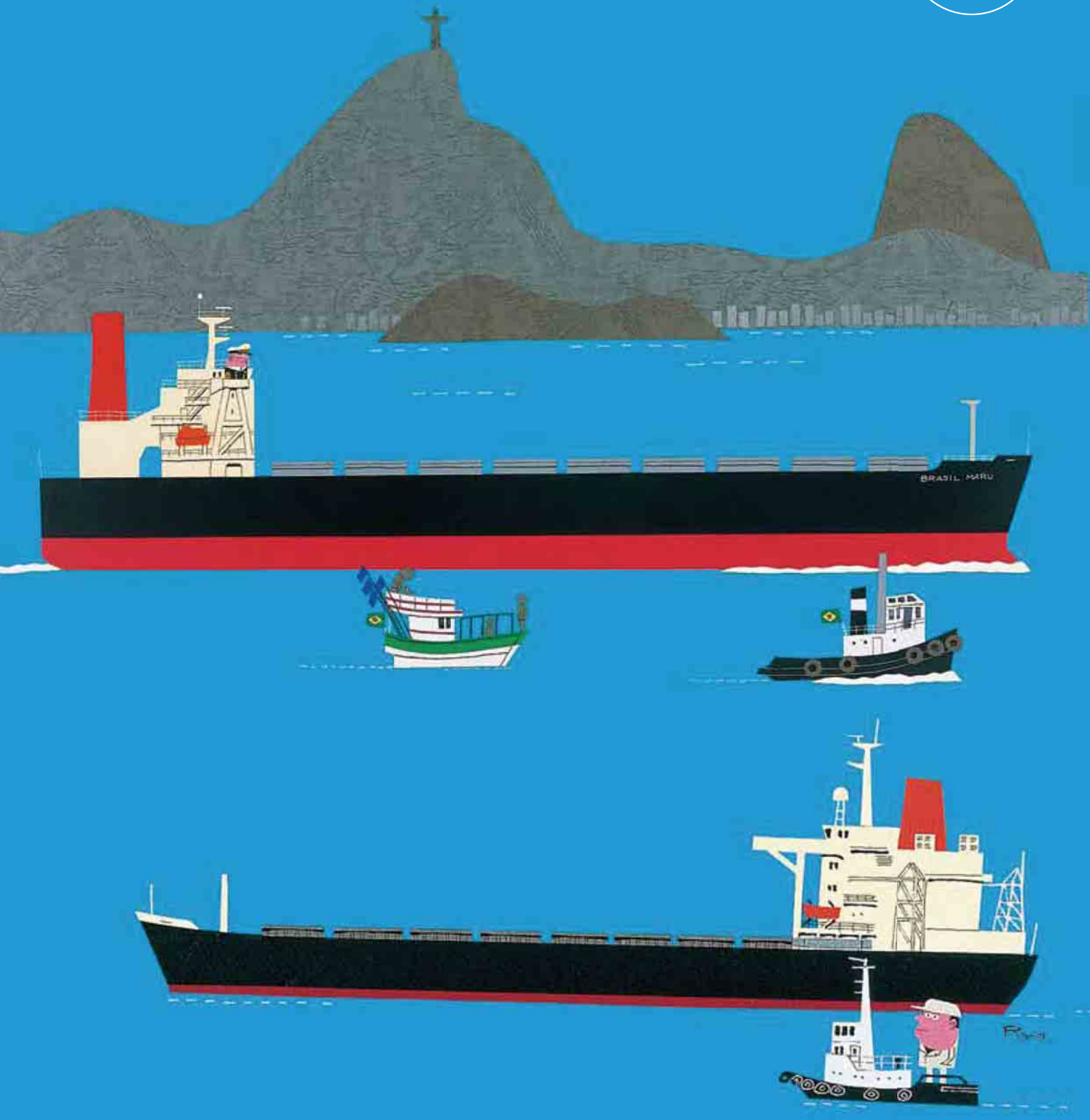
しんにってつすみきん

季刊 新日鉄住金

Vol.2



船と鉄 ものづくりの航跡

Contents

特集 船と鉄 ものづくりの航跡

4 船が開いた世界の扉
監修・庄司 邦昭氏（東京海洋大学名誉教授）

10 暮らしと産業を支える
海上物流と船の進化

16 最新鋭の造船所を訪ねて

20 Q&A 船の豆知識 ちょっとだけ紹介！

22 Advanced Technology 新日鉄住金のものづくり
船の技術図鑑

30 ダイナミックかつ繊細に
鋼（はがね）づくりの現場探訪 大分製鉄所

32 News Clip
新日鉄住金グループの動き

34 Global People
高い志を持つ人々と
高い目標を共有する醍醐味を知る
川畑 友弥（新日鉄住金 技術開発本部 鉄鋼研究所）

表紙イラスト　柳原 良平氏（イラストレーター）
1931年東京都出身。「船キチ良平」と自称するほどの船好き。壽屋（現・サントリーホールディングス（株））宣伝部で開高健氏、山口瞳氏と共にトリスウイスキーのコマーシャルを制作。柳原氏がデザインしたアンクルトリスのキャラクターは一世を風靡した。59年同社退社後は船をテーマにした作品を数多く発表。（株）商船三井など海運各社から名誉船長の称号を贈られている。表紙イラストは新日鉄住金の鉱石輸送船BRASIL MARU（上）とばら積み船。

船と鉄
ものづくりの航跡

ジパングを目指した冒険者たちによって大航海時代は幕を開けた。
現在に至る世界経済のグローバル化の波は、大航海時代を起源とし、
造船技術の進化を推進力として、国際海運の発達とともに広がっていった。
海運を支える船と、船を支える鉄。その航跡をたどる旅が始まる。

特集「船と鉄 ものづくりの航跡」は
下記の皆様に取材協力、監修していただきました。

今治造船株式会社
独立行政法人 海上技術安全研究所
株式会社商船三井
国立大学法人 東京海洋大学
日本郵船株式会社
三菱重工業株式会社　長崎造船所
株式会社ＭＴＩ
（モノはこびテクノロジーインスティテュート）

新日鉄住金株式会社 広報誌　**季刊 新日鉄住金**
Vol.2　2013年5月2日発行
〒100-8071　東京都千代田区丸の内二丁目６番１号
TEL.03-6867-4111　http://www.nssmc.com/

編集発行人　総務部広報センター所長　高橋 望
企画・編集・デザイン・印刷　株式会社 日活アド・エイジェンシー

● 本誌掲載の写真および図版・記事の無断転載を禁じます。
● ご意見・ご感想をぜひ綴じ込みハガキでお寄せください。

船が開いた世界の扉

◉監修　庄司 邦昭氏（東京海洋大学名誉教授）

船は私たち人類が最も長く、そして深く付き合ってきた乗り物です。その始まりは〝いかだ〟など極めて素朴なものでしたが、技術が進歩し、より遠くへ、速く安全に航海できるようになると、船は世界を変える原動力となりました。大航海時代から近代日本の夜明けまで、世界の歴史はまさに船とともにありました。

© National Maritime Museum, Greenwich, London

大航海時代の1657年につくられた東アジアの地図。
インドの最南端の岬から日本までが詳細に描かれている。

1797年に描かれたオランダ東インド会社の船団。この時代、ヨーロッパ諸国は続々と東洋貿易に乗り出していった。

© National Maritime Museum, Greenwich, London

1 新しい大陸へと向かった新しい船たち
～大航海時代の始まり～

向かい風でも進む帆船、キャラックの誕生

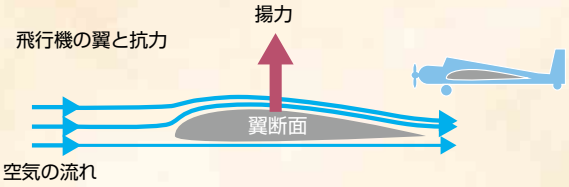
15世紀から17世紀半ばにかけてポルトガル・スペインを中心とするヨーロッパ人が新大陸を発見し、続々と海外進出を行った大航海時代。世界史にとって大きな1ページですが、大西洋・太平洋を遠洋航海できる船が誕生していなければ、その歴史はまた違ったものになっていたでしょう。

1492年、大西洋横断とアメリカ大陸発見を成し遂げたコロンブスが乗船していたのが有名な「サンタマリア」。これはキャラックと呼ばれる船種で、3本のマストを持ち、前2本に横帆、3本目に三角形の縦帆を取り付けていたとされます。キャラックはそれまでの船のように横帆か縦帆のどちらか一方ではなく、両方を組み合わせたことによって逆風状態での航行も可能になり、操船性能は飛躍的に向上しました。

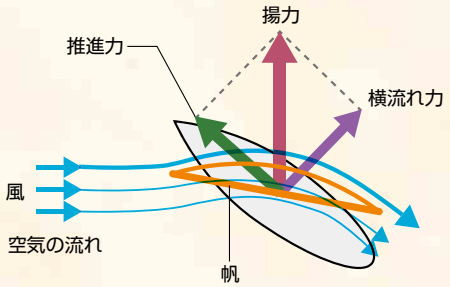
また、甲板や船楼を備えたことで、長期間の航海でも風雨をしのぎ、荷物を保護することが可能になりました。キャラックは大型で積載能力が高く、最大で約1200総トン、1000人の乗員を乗せる船も登場しています。1522年、初の世界一周を果たしたスペインのマゼラン船団の一隻「ビクトリア」もやはりキャラックで、まさに大航海時代の幕開けを告げた船といえるでしょう。

どうして帆船は逆風でも前に進む？

帆船が風上に進めるのは、
実は飛行機が翼で飛べる原理と同じ。
帆船も翼を持っているのです。



翼における空気の流れは、湾曲した上面のほうが下面に比べて速い。
そのため、流れに直角な方向に「揚力」という力が発生し、翼を持ち上げる。



帆は風を受けて飛行機の翼のような形になり、揚力が発生する。そのままであれば斜め前方に進むことになるが、揚力は横流れ力(紫)と前方へ働く力(緑)の2つの力に分解することができ、そのうち横流れ力が船体によって打ち消されるため、前方へ働く力だけが残る。これが推進力となり船は風上に進むことができる。

コロンブスが新大陸発見のときに乗船していた
サンタマリア

© National Maritime Museum, Greenwich, London, Palmer Collection.
Acquired with the assistance of The Art Fund

ゴールデン・ハインド

© National Maritime Museum, Greenwich, London

海賊として有名なフランシス・ドレイクの「ゴールデン・ハインド」。
現在、イギリスに複数のレプリカが残されている(写真左下)。

キャラックは北ヨーロッパの四角形の横帆と、南ヨーロッパの三角形の縦帆が結合することで発達していった。高い船首楼と船尾楼を持つのも特徴である。積載量の増加、操作性の向上によって外洋航海が可能になり、大航海時代が始まることとなる。キャラックを発展させた船がガレオンで、さらに大型化し、積載量、居住性などが向上した。

さらに17世紀になるとキャラックを進化させたガレオンという船種が登場し、次第に遠洋航海船の主流になっていきました。ガレオンはキャラックのような背の高い船首楼をやめ、船体をさらに大型化させて積載量や居住性をより向上させました。また、最大5本のマストを持たせたことで速度も増し、西欧諸国の海外進出を加速させていく存在となります。ガレオンの中では、イギリスの海賊として有名なフランシス・ドレイクの「ゴールデン・ハインド」がよく知られています。

世界を席巻したガレオンの影響は日本にも及んでいます。1613年、伊達政宗の命令によってつくられた「サン・ファン・バウティスタ」は日本初の洋式帆船(ガレオン)であり、支倉常長らが乗船し、慶長遣欧使節としてヨーロッパに渡っています。

2 世界をつなげた蒸気と鉄の力
～産業革命と船の進化～

© ss Great Britain Trust

1843年、イギリス・ブリストルで進水する「グレート・ブリテン」。設計者はブルネル。鉄を本格的に使用した初めての大型船であり、また同船に用いられた船体構造の基本部材や二重底構造などは現在の船舶設計にも引き継がれている。

© ss Great Britain Trust

グレート・ブリテンは螺旋推進器（スクリュープロペラ）を装備して大西洋を横断した初めての船でもあった。その直径は約4.7mと巨大で、イギリス・ブリストルに実物が保存されている。

帆船から動力船へ、木造船から鉄船・鋼船へ

先の大航海時代で外洋への航海が始まったものの、人や物資が大量に行き交い、交流が活発化するにはさらなる船の大型化・高速化が必要でした。それを実現させたのが産業革命を背景にした動力源と素材の転換です。

蒸気機関を動力源として用いた蒸気船は18世紀末に考案され、1807年にはアメリカ・ハドソン川で「クラーモント」が旅客運送を行い、最初の商業的成功をおさめます。外輪と呼ばれる水車状の推進器を取り付けた蒸気船は、初期は効率も悪く、帆船に比べて馬力や速度も劣っていましたが、蒸気機関や推進器の技術が進んだことで次第に外洋へと進出。大西洋横断の定期旅客船「グレート・ウェスタン」などが活躍を始めました。「風まかせ」の帆船と違い、天候に左右されず、一定の速度で航行できることは大きなメリットであり、その後、完全に帆船に取って替わる存在となります。

素材の転換もまた船の近代化に大きな役割を果たしています。船体に鉄が用いられるようになったのは、産業革命の始まった18世紀後半からです。当初、新材料の鉄を使うことにサビや強度の点などから船舶関係者には懸念もありましたが、それを完全に払拭したのが「グレート・ブリテン」です。この船はイギリス人のブルネルによって設計された当時最大の鉄製蒸気船で、1845年に大西洋を横断したものの翌年に座礁し、約1年後に引き出されました。しかし、ほとんど損傷が

The 18th century - the 20th century

© National Maritime Museum, Greenwich, London

カティサーク

中国からイギリスまでお茶を運び、その輸送速度を競い合ったティークリッパー。「カティサーク」はその象徴的存在であり、帆船としての性能の限界を極めた船でもある。しかしその後、蒸気船の技術進化とともに帆船の時代は終わりを迎える。

© National Maritime Museum, Greenwich, London

グレート・ウェスタン

「グレート・ウェスタン」はブルネルが設計し、大西洋横断する定期旅客船として建造された最初の蒸気船。全長71.9m、1,340総トン。1838年にイギリスからニューヨークまで処女航海に出た。

© Francis Frith & Co., National Maritime Museum, Greenwich, London

セルビア

鉄船はその後、鋼船へと進化していく。写真は世界初の鋼船であるイギリス「セルビア」。1881年建造。

© National Maritime Museum, Greenwich, London

タービニア

船舶の大型化・高速化に対応し、動力源である蒸気機関の改良も進んだ。1894年、蒸気タービンを用いた初めての船がイギリスの「タービニア」である。

© The Titanic Collection/UIG/National Maritime Museum

タイタニック

「タイタニック」は北アイルランド・ベルファストの造船所で1909年に起工。全長268m、全幅28.19m、4万6,326総トン、建造費は750万ドル。当時、世界最大の超豪華客船であった。1912年の処女航海中、カナダ沖で氷山に衝突して沈没。1,500人あまりの人命が失われた。

© ss Great Britain Trust

イザンバード・キングダム・ブルネル(1806—59)

著名な技術者であった父のもとに生まれる。1833年にグレート・ウェスタン鉄道の技師に採用され、数多くの業績を残す。大型蒸気船を持つことで、イギリスからアメリカまでの大西洋横断路線を構想。「グレート・ウェスタン」「グレート・ブリテン」などを設計・建造する。鉄道・船舶において多大な功績を残した人物であり、優れた鉄道関連デザインに対して現在、「ブルネル賞」が贈られている。

なかったことから逆に鉄の信頼性が証明され、普及が加速するきっかけとなりました。その後、素材は鉄から強度・耐久性だけでなく靱性(粘り)も兼ね備えた鋼が使われるようになり、現在も造船の主流となっています。

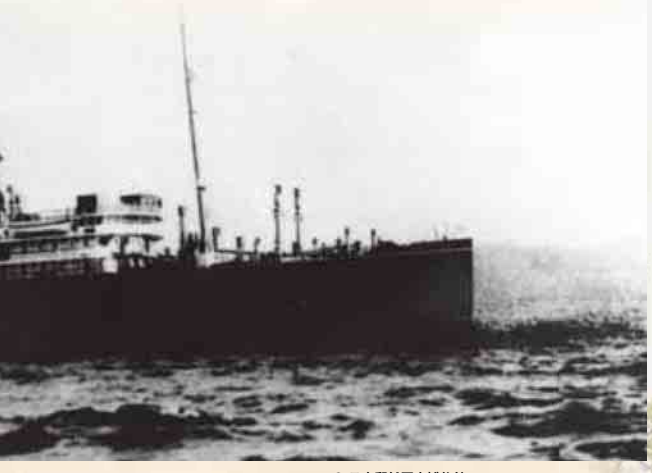
この時代、豪華客船も次々に就航しました。1912年の処女航海で氷山と衝突して沈没したタイタニックの悲劇はあまりに有名です。タイタニックはイギリスの船籍でしたが、北アイルランドで建造され、乗客には多くの外国人もいました。船はもはや一国で完結する存在ではなくなり、船の安全における国際ルールの必要性が叫ばれました。この事故を契機に「SOLAS条約(海上における人命の安全のための国際条約)」が誕生し、改正を重ねながら現在も船舶の安全に重要な役割を果たしています。

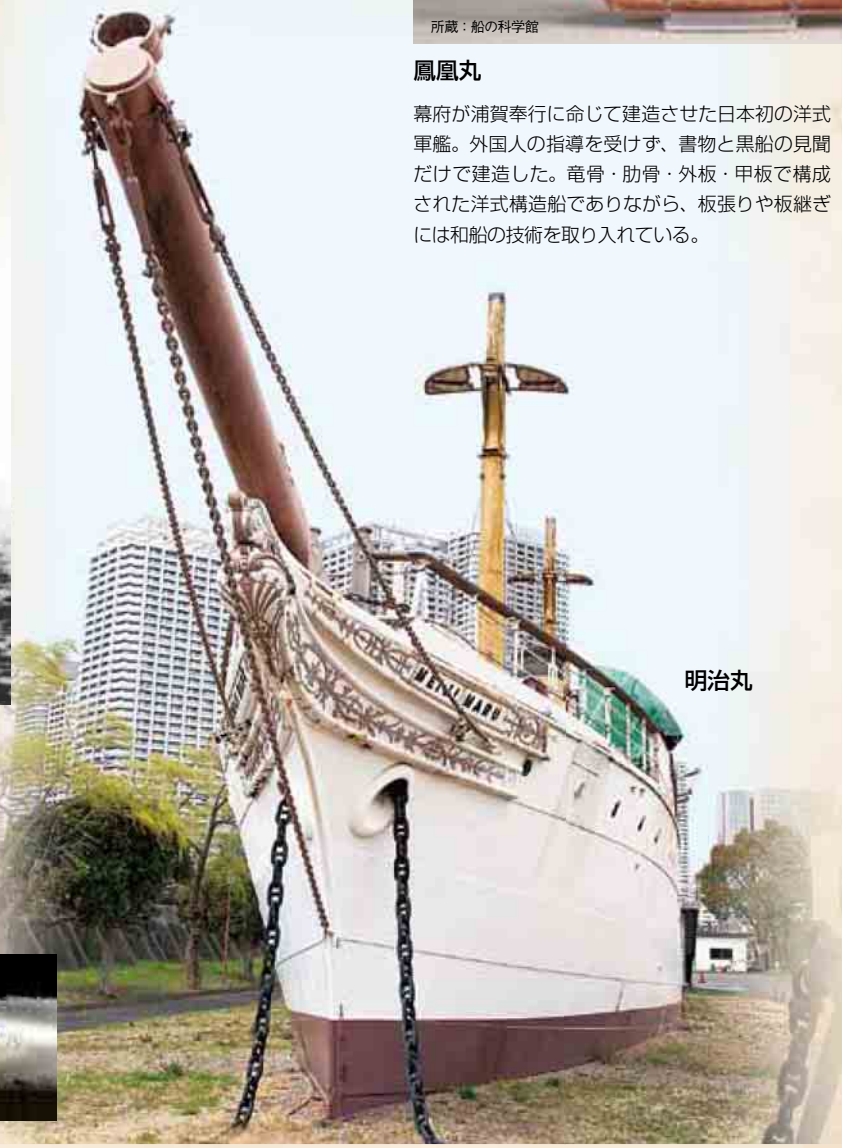
3 船がもたらした近代日本の夜明け
～造船大国日本への歩み～

所蔵：船の科学館

鳳凰丸

幕府が浦賀奉行に命じて建造させた日本初の洋式軍艦。外国人の指導を受けず、書物と黒船の見聞だけで建造した。竜骨・肋骨・外板・甲板で構成された洋式構造船でありながら、板張りや板継ぎには和船の技術を取り入れている。


© 日本郵船歴史博物館



明治丸

1927(昭和2)年に主機関の解体撤去が行われた際、補強材として八幡製鉄所(現・新日鉄住金)草創期の形鋼が使われたものと考えられる。国内の造船用鋼材の製造技術が向上してきたことを示す。鋼材には「SEITETSUSHO YAWATA」のローマ字表記に加えて「ヤワタ」のカタカナ表記が見える。

「明治丸」は、イギリス・グラスゴーのネピア造船所で建造。欧米列強に対して小笠原諸島の領有権を主張するために派遣されるなど、歴史的に重要な役割を果たした。現在は重要文化財として東京海洋大学構内に保存されている。

黒船をきっかけに始まった日本の近代造船

18世紀、イギリスで産業革命が起きたころ、日本は江戸時代で鎖国政策が続いていました。しかし、ある船の来航によって開国へと大きく舵を切ることになります。有名なペリーの黒船は、それまで和船しか見たことのなかった日本人が初めて目にした蒸気船でした。蒸気機関から黒煙を吐く船の存在は大変な驚きであり、この出来事をきっかけに海防への気運が高まります。

1853(嘉永6)年のペリー来航直後に幕府は浦賀造船所を設置し、翌年には早くも日本初の洋式軍艦「鳳凰丸」が建造されています。その後、幕府が興した浦賀造船所、石川島造船所、長崎製鉄所、横浜製鉄所、横須賀製鉄所の5つの造船所で洋式船建造が本格的に始まりますが、造船技術が未熟だった明治初期までは欧米から船を購入する例が多くありました。明治天皇の御召船として知られる「明治丸」もそうした一隻で、1874(明治7)年にイギリスで建造されました。

しかしその後、日本は欧米の造船技術を積極的に取り入れ、急成長を遂げていきます。1890(明治23)年に日本初の鋼船「筑後川丸」が完成。1898(明治31)年に6000総トンの大型貨客船「常陸丸」、1908(明治41)年には1万総トンを超える客船「天洋丸」を建造し、この時期、日本の造船技術は欧米に肩を並べたとされます。

第一次世界大戦から第二次世界大戦にかけ

密航し造船技術を学んだ日本の工学の父

■ **山尾 庸三**（やまお ようぞう　1837－1917）

幕末の1863(文久3)年、長州五傑の一人として伊藤博文などと共にイギリスに密航。グラスゴー・ネピア造船所で働き、高い造船技術を学んで1868(明治元)年に帰国した。帰国後は新政府の横浜造船所の責任者などを経て、工部卿などの要職を歴任。工学教育のほか、聾唖(ろうあ)教育にも力を注いだことでも知られる。「明治丸」がネピア造船所に発注されたのも山尾が働いた縁だといわれている。(写真右から2人目)

© University of Glasgow Archive Services, AR Brown Macfarlane & Co Ltd collection

「造船技術は勝てり」

初期の鋼船は、鋼材がリベットで接合されていたが、次第に溶接へと接合方法が変化していった。これにより接合強度は上がる一方、溶接箇所にひずみができ、脆性破壊が起きやすくなるという欠点もあった。実際、第二次大戦時中にアメリカの溶接船が真っ二つに割れて沈没した例がある。しかし、日本ではこうした事故は発生しておらず、このことからも日本の技術は戦前から高いレベルにあったことがわかる。その背景には海軍造船官・福田烈をはじめとする黎明期の多くの溶接技術者の尽力があり、戦後の造船業隆盛の基礎ともなった。

世界初となる全溶接軍艦「八重山」。
日本の溶接技術の高さを
世界に示した。

資料提供：呉市海事歴史科学館(大和ミュージアム)

溶接によるブロック建造方式を完成

■ **福田 烈**（ふくだ ただし　1893－1967）

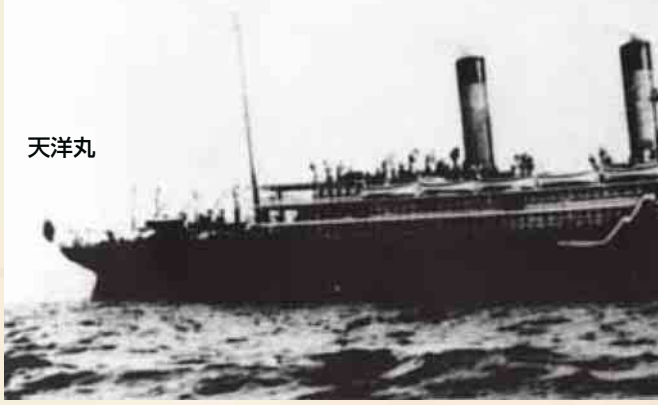
元・海軍造船官。1919(大正8)年、当時の海軍造船総監だった藤田益三の奨めで電気溶接を学び始める。溶接棒の被覆剤やひずみの防止法などについて研究を重ね、軍艦「八重山」の建造にも参加。大型船の溶接ブロック建造方式を完成させた。戦後も技術者として活躍し、日本溶接協会の要職を務めるなどした。敗戦時に「日本は負けたが、造船技術は勝ったよ」と部下に語ったと伝えられている。

出典：『福田烈追悼集　造船技術は勝てり』

© 住友重機械工業(株)

浦賀ドック

現在の浦賀ドック(旧・浦賀造船所跡地)。住友重機械工業(株)が保有(2003年閉鎖)。世界に4ヵ所しかない煉瓦積みドライドックであり、貴重な文化遺産となっている。



天洋丸

三菱造船所(現・三菱重工業(株)長崎造船所)で1908(明治41)年に建造された客船「天洋丸」。1万総トンを超える大型高速船で日本の高い造船技術を世界に示した。内装には豪華なアール・ヌーボー様式の装飾が施された。

天洋丸　一等社交室

© 三菱重工業(株)長崎造船所

戦後は混乱期を経ながらも、日本は着実に造船大国への歩みを進めていきます。産官学の垣根を越え、多くの技術者・研究者が連携するなど、国を挙げて技術開発に取り組み、1956(昭和31)年には建造量世界一を達成。その後も先進的な技術を次々に開発し、現在に至るまで世界をリードし続けています。

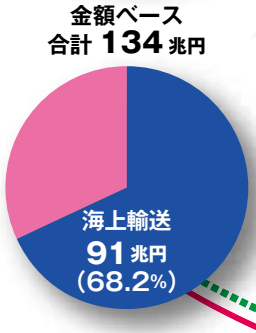
ては軍艦建造が盛んになり、それが造船技術をさらに進歩させました。特に日本の溶接技術力は非常に高く、1932(昭和7)年には世界初の全溶接の軍艦「八重山」が竣工。また、建造を急ぐという軍艦の性格から、船体をいくつかの塊(ブロック)に分け、最後にそれを溶接して組み立てる「ブロック建造法」もこの時期に考案されています。

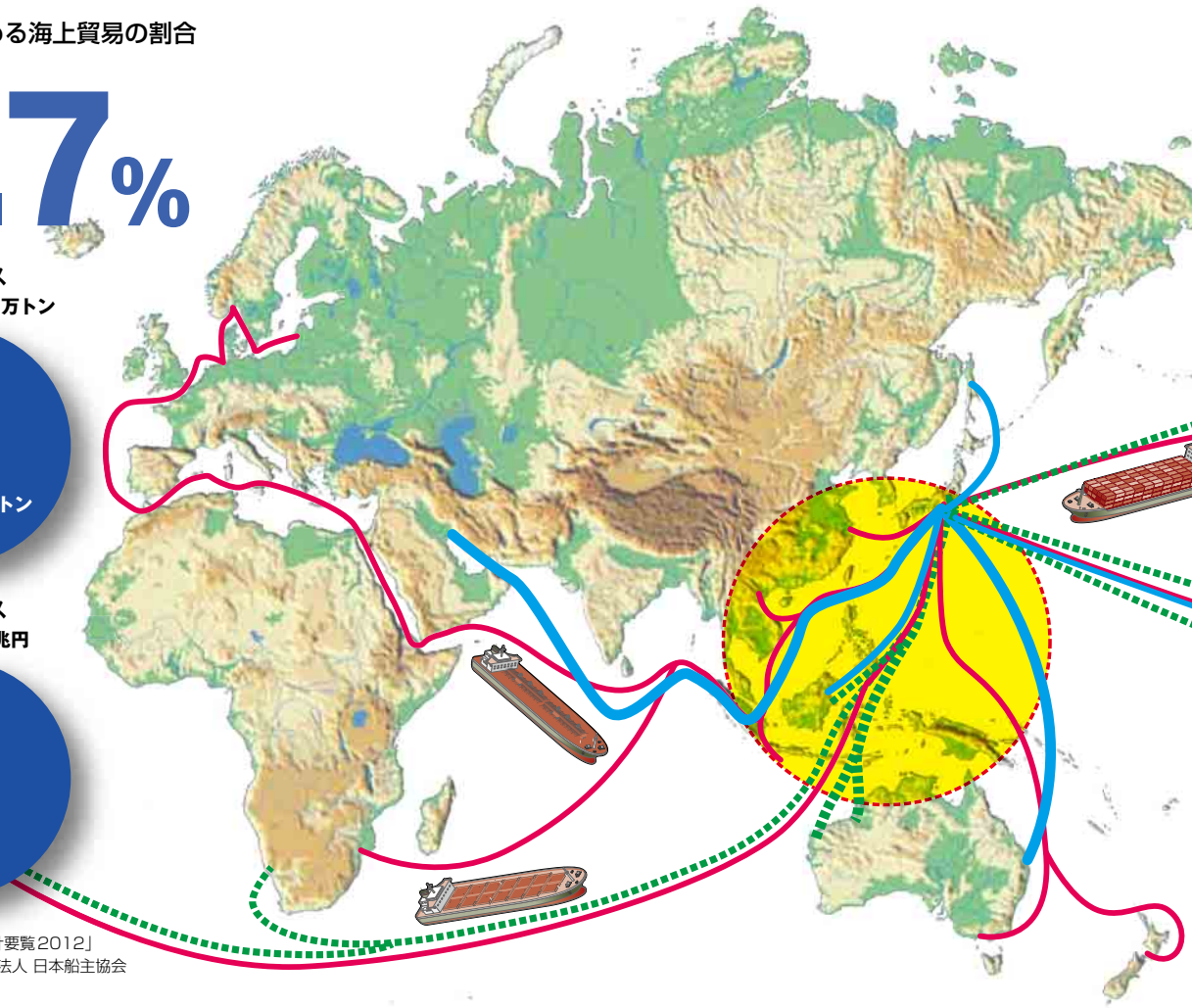
暮らしと産業を支える海上物流と船の進化

四方を海に囲まれている日本。かつて海は人々を隔てる存在だった。
しかし船が人や物を結びつけ、海を通じて世界とつながった。
船は私たちの暮らしや産業を支えるライフラインとして重要な役割を果たしている。

日本の貿易全体に占める海上貿易の割合
(2011年)

99.7%





統計データ出典：「海運統計要覧2012」
一般社団法人 日本船主協会

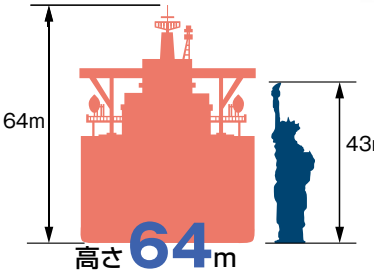
日本は綿花、羊毛、小麦、大豆、トウモロコシ、木材など衣食住に欠かせないさまざまな物資や、原油や一般炭・ガスなどのエネルギー資源、鉄鉱石・原料炭などの工業原料を輸入している。そして輸入した原材料を使って鉄鋼製品、自動車、電子部品など優れた工業製品をつくり輸出することで、日本の経済は発展を遂げてきた。今では、衣類や通信機・電算機などの工業製品の輸入も盛んになっている。

現在、輸出入を合わせた日本の貿易量は、年間9億トン以上にのぼる。そのうち実に99・7%は船が運んでいる。原材料や工業製品を大量に安く運ぶことができる船は、貿易立国ニッポンの国際競争力の一翼を担っている。

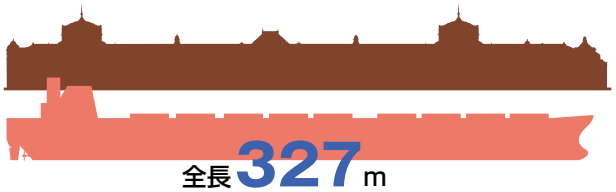
大型化で輸送効率向上

大型鉱石輸送船 **SHINWA MARU**(NSユナイテッド海運(株))の場合

同じ形態の貨物を一度に大量に運ぶ場合、船が大きければ大きいほど貨物の単位当たり輸送コストは低減する。世界の経済成長に伴って、海上輸送の効率化ニーズが高まり、船の大型化が進んでいる。



ニューヨークの自由の女神(43m)より背が高い



東京駅の駅舎(全長335m)とほぼ同じ

もの運びのチカラ

グローバル・サプライチェーンを支える

1990年代以降の急速な経済のグローバル化に伴い、日本で付加価値の高い部品を生産し、中国やアセアン諸国などで部品を組み立て、最終製品を世界中へ輸出するという国際分業が進展した。原材料や部品の調達から製造、流通、最終消費者に届けるまでのグローバルな流れを「供給の鎖」(サプライチェーン)と捉え、一層の効率化を進めることが、日本のものづくりの国際競争力のカギを握っている。海上物流はこのサプライチェーンを支える「ベルトコンベア」の役割を果たしている。

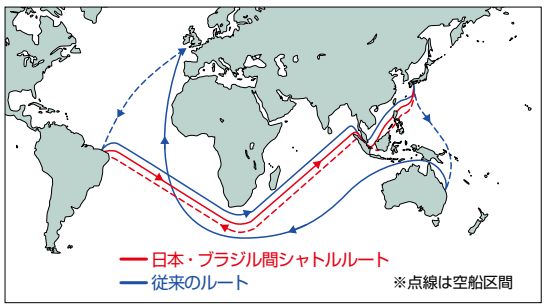
鉱石輸送船の横顔

最適な配船オペレーションを考える

鉄鉱石を積出港から揚地へ輸送するとき、同じ航路の往復(シャトル)輸送では、復路が空船となり(稼働率約50%)効率が悪い。このため、特に輸送距離の長いブラジル鉱石の輸送では空船率を下げるため、豪州・欧州間の石炭輸送とブラジル・日本間の鉄鉱石輸送を組み合わせた三国間輸送が行われていた。この場合、石炭積出港の水深が浅いなどの港湾制約から最大船型が制限される。

2007年に就航した新日鉄住金の大型鉄鉱石専用船BRASIL MARU((株)商船三井)や続くOITA MARU(日本郵船(株))は、製鉄所の大水深の港湾能力を活かして船型を大型化し、シャトル輸送することで、輸送・燃料効率で三国間輸送を凌駕する運賃競争力を実現している。

BRASIL MARUのルート



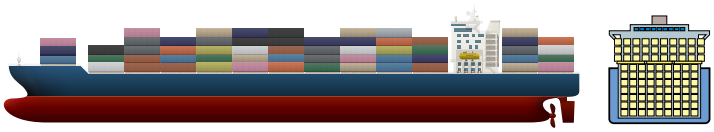
コスト競争力を高め安定輸送を図る

2011年以降、さらなる輸送費削減を目指し、全長、幅、喫水をさらに拡大した最大40万トンの超大型鉱石輸送船が登場している。喫水の深い超大型船を受け入れられる大水深港湾は新日鉄住金の製鉄所など全世界に7港しかない(2012年3月末現在)。

VALE BRASIL
40万トン級大型船(通称VALE MAX)

コンテナ船

荷役の迅速化とともに、海陸一貫によるドア・ツー・ドア輸送を実現し、物流革命をもたらした。現在、公称最大１万6,000個のコンテナを積む大型船が就航している。

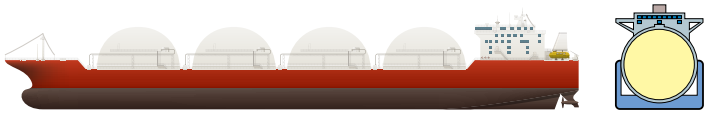


原油タンカー

中東産油国と日本を結ぶ最短ルートは水深が浅いマラッカ海峡。水面から船底まで約20mのマラッカマックス(30万トン)が活躍している。

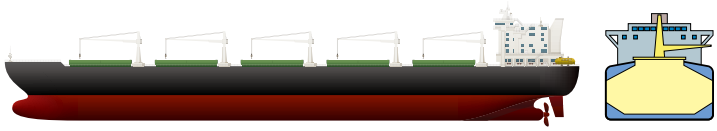
LNG船

気体をそのまま容器に入れて運ぶと膨大な容積が必要となるが、マイナス162℃に冷却し液化することで、容積が約600分の１になり効率的な輸送を実現。シェールガス開発で需要拡大が見込まれる。



ばら積み船

梱包されていない鉱石や石炭、穀物、木材、セメント、肥料、塩などを船倉に入れて輸送する。特に鉱石専用船は大型化が進み、40万トン級が登場している。



自動車運搬船の横顔

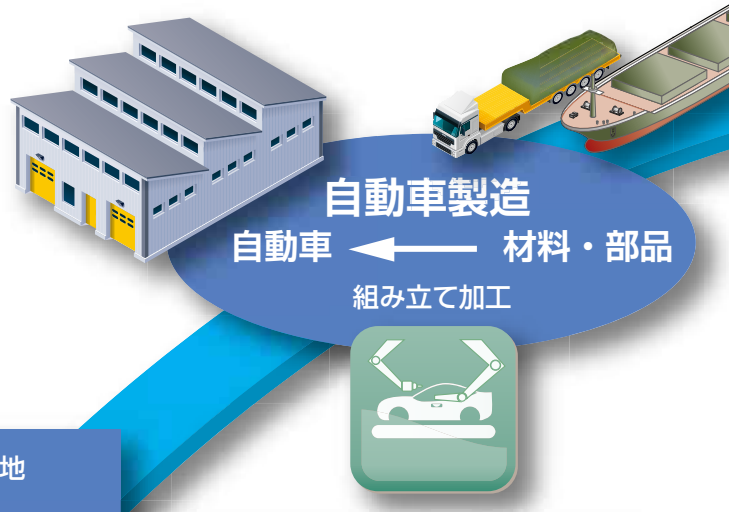
アジアでの完成車輸送に対応

自動車メーカーのグローバル化により、完成車の生産拠点は世界中に拡大。複数の国で生産された完成車を効率よく消費地に運ぶため、中継地点を活用した三国間輸送など効率的な配船オペレーションが始まっている。

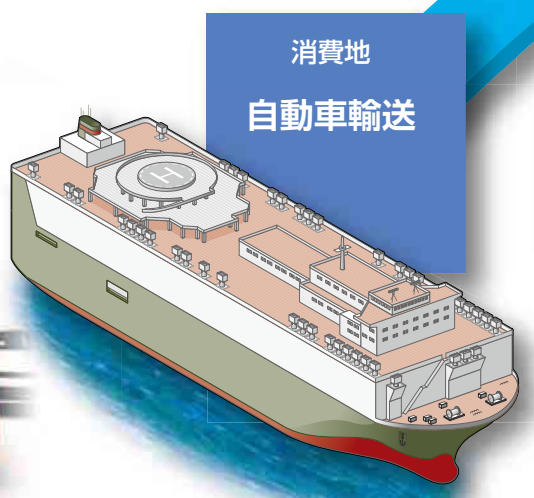
“ギャング”の驚異的な積み込み技術

自動車運搬船には数千台もの車が積み込まれる。その作業は20人前後の荷役チーム「ギャング」が行う。熟練作業員は、車間前後約30cm、左右約10cmの位置に次々に停車し、１ギャングが１日600～700台という驚異的な台数の車を積み込む。

©一般社団法人日本船主協会



国内自動車生産台数(2012年)
994万台
出典：一般社団法人日本自動車工業会



自動車運搬船

自動車輸出台数(2012年)
480万台
出典：一般社団法人日本自動車工業会

©(株)商船三井

2012 年にパナマ運河を通航した大型船は延べ1万4,544 隻、1 日平均39隻にのぼる。パナマ運河はアジアとアメリカ東海岸を結ぶ最大の海運ルートとなっている。

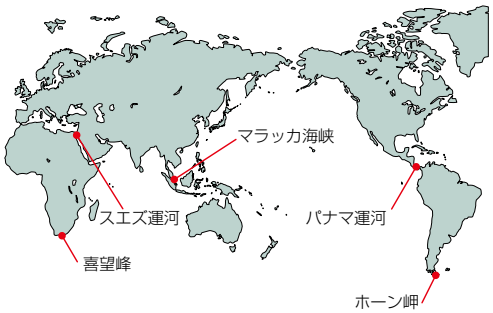
暮らしを運ぶ大動脈

物流を変える港湾・運河の拡張

2007～14 年にかけて、中米・パナマ運河の拡張工事が行われている。世界の物流はこれまで以上に大型船による大量輸送が加速するものと予想される。

こうした中、日本国内の大半の港湾は、現行のパナマ運河を通過できる最大の船パナマックスでさえ貨物を満載した状態では入港できない現状にある。国土交通省では、パナマ運河の拡張や大量輸送を見据え登場する大型船に対応した港湾整備の新たな仕組みの構築を推進している。

一方、大陸と大陸、国と国を結ぶ大型船の航路はさまざまだ。その航路を行き交う大型船は、積・揚地の受け入れ能力、海峡や運河など通航できる航路条件や運航コスト、船の建造能力など多くの要素を重ね合わせて最適な船型が選ばれる。今後は経済性や地球温暖化の観点から、さまざまなサイズの船が使い分けられる時代がやってくる。



船の大型化

	呼　称 （船型：トン※1）	船型の例		
ばら積み船	パナマックス （船型：7万トン程度）	〈7万トン級の例〉 ◉必要岸壁水深 約13m 程度	満載喫水 約12m 幅 32m	全長 225m
	ポストパナマックス※2 （船型：10万トン程度）	〈10万トン級の例〉 ◉必要岸壁水深 約15m 程度	満載喫水 約14m 幅 38m	全長 235m
	ケープサイズ※3 （船型：10～20万トン程度）	〈18万トン級の例〉 ◉必要岸壁水深 約19m 程度	満載喫水 約18m 幅 45m	全長 290m
	VLOC（Very Large Ore Carrier） （船型：30万トン程度）	〈30万トン級の例〉 ◉必要岸壁水深 約 23m 程度	満載喫水 約21m 幅 55m	全長 330m
原油タンカー	スエズマックス※4 （船型：16万トン程度）	〈16万トン級の例〉 ◉必要岸壁水深 約19m 程度	満載喫水 約17m 幅 50m	全長 274m
	マラッカマックス※5 （船型：30万トン程度）	〈30万トン級の例〉 ◉必要岸壁水深 約 23m 程度	満載喫水 約21m 幅 60m	全長 333m

※1：単位は貨物船に積載可能な貨物などの最大重量トン　※2：2014年完成予定の新パナマ運河に対応した船
※3：喜望峰(Cape of Good Hope)回りとなるため、ケープサイズと呼ばれる　※4：スエズ運河を通過できる船　※5：マラッカ海峡を通過できる船

国際海運は新ステージへ

世界をリードする日本発のイノベーション

大型船には省エネのためのさまざまな技術が導入され、新造船のCO_2排出量は低減している。しかし国際海運輸送の増加に伴い、全世界でのCO_2排出量は年々拡大している。こうした中、日本が国際海事機関での審議をリードし、CO_2排出削減のための条約改正が2011年7月に採択された。2013年以降新たに契約される船は、種類ごとに設定されたCO_2排出基準を満たさなければならなくなり、燃費など環境性能に優れた船に順次入れ替わっていく。こうした全世界一律の対策により、何らの対策も講じない場合に比べて、2030年には約20%、2050年には約35%のCO_2排出量削減が期待される。

CO_2削減のためのソリューション

- ■ 最適運航支援システム
- ■ 自然エネルギー利用
- ■ 各種効率化技術
- ■ 船体最適設計

CO_2削減 30%以上

2050年

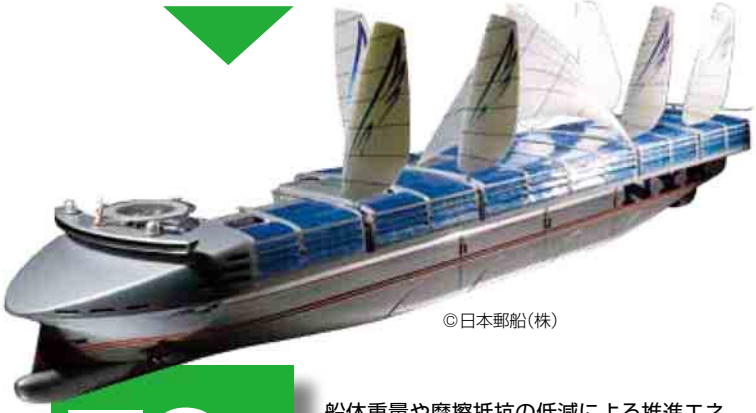
Eco-ship

船の未来予想図

2010

空気潤滑システム※6で10%CO_2削減を目指す運搬船「YAMATAI」(邪馬台)

空気を船底に送り込み船舶と海水の摩擦抵抗を低減させる省エネ装置(※6)を搭載した船。上図は下から見たイメージ。



©日本郵船(株)

70%削減

船体重量や摩擦抵抗の低減による推進エネルギー削減、燃料電池を使用するエネルギー転換、再生可能エネルギーの利用などで、2030年までに1コンテナ当たりのCO_2排出量の70%削減を目指す。港湾や物流を含めた壮大なスケールで船の未来を描いている。

未来のコンテナ船
「NYKスーパーエコシップ2030」

2012

停泊中ゼロエミッションを実現した「EMERALD ACE」

©(株)商船三井

©(株)商船三井

50%削減

従来船に比べ最大50%のCO_2削減を目指す。2012年には未来像実現に向けたステップの一つとして、太陽光発電システムとリチウムイオン電池を組み合わせた世界初の新造ハイブリッド自動車運搬船「EMERALD ACE」が竣工。夢の実現に向けた技術開発が進んでいる。

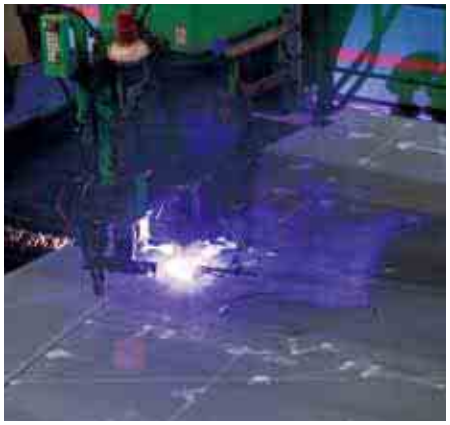
次世代自動車運搬船
「ISHIN」シリーズ

最新鋭の造船所を訪ねて

巨大な鉄の塊である船の建造には、
コンピュータを駆使した最新技術と
長年培ってきた技能者たちの匠の技がぎっしり詰まっている。
造船王国と呼ばれる愛媛県の今治造船(株)西条工場を訪ね、
ものづくりの心に触れた。

今治造船(株)西条工場

敷地面積は東京ドーム36個分の約170万㎡。世界屈指の規模を誇る800トンゴライアスクレーン3基と、50万トンクラスの大型船も建造可能なドックを備えている。



コンピュータ数値制御のNC自動切断機で厚板が図面通りのサイズに切り抜かれていく。

新日鉄住金では、最大5mを超える幅の厚板を納入し、建造工程の効率アップに貢献している。

船ができるまでの工程

開発・設計 → 材料購入・切断 → 曲げと溶接 → ブロックをつくる → 船台・ドックでの組み立て → 進　水 → 船内の仕上げ(艤装) → 試運転・完成

海と共に生きる

今治は戦国時代に海の武士として、織田信長や毛利元就にも一目置かれた村上水軍で知られるように、古くから海運が盛んで造船術や航海術のノウハウが伝えられてきた。江戸時代に入ると、特産品の良質な塩が評判になり、各地からの千石船でにぎわい「伊予の小長崎」と呼ばれる港町となった。さらに来島海峡の急潮を航行する船が、潮待ちで数多く立ち寄り、その間に修理を行ったことから多くの船大工が育った。こうして今治の造船業の礎が築かれた。

現在、今治で日本の新造船の17％が建造されている。海外との貿易を行う外航海運では、今治船主が日本商船隊の30％を保有し、世界の貿易量の4％を担っている。今治は海運業、舶用工業、造船業の海事産業が集積する日本最大の海事都市を形成し、まさに海と共に生きてきた。

数十万に及ぶ部品

船の骨格と外郭を形成する構造主体は船殻と呼ばれ、大型船1隻の部品は10万点に及ぶ。ここに大量の鉄が使われている。さらにエンジンなど船としての機能を発揮するための装置や設備といった艤装部品は20万から30万点に達する。一隻一隻オーダーメイドでつくられ、大量の部品で構成される大型船は、受注後でき上がるまで約2年間もかかり、その半分の期間が船型の開発・設計に費やされている。

日鉄住金溶接工業(株)では、高品質な溶接材料を供給するとともに、世界に誇る品質・性能で造船パネルライン設備一式の設計から製造、据付まで、造船所の生産量や設置条件に合わせた総合エンジニアリング業務も行っている。

船の大型パネルを切り取れるように、厚板をつなぎ合わせて大きな板がつくられていく。
大型船1隻の溶接部の長さは東京・鹿児島間の直線距離に相当する約1,000kmにも及ぶ。

人の経験と技量がものを言う

設計図が完成すると資材が発注され、造船所には製鉄所から鋼材が運び込まれる。切断加工された鋼材は溶接によってつなぎ合わされていく。昔は鋼板同士をはさみ込み鋲(リベット)でつないでいたが、溶接によって作業の効率化や鋼材使用量の削減といったメリットをもたらした。

船の品質は溶接の出来栄えに大きく左右される。溶接作業はコンピュータ制御による自動溶接機が主流となり効率化が図られているものの、細かい部分や自動溶接機で不具合のあった箇所は人の手で修正されている。自動化が進んだ現在でも、溶接品質は技能者の経験と技量に委ねられている。

小組立部品がつくられると、大組立工場に運ばれ、ブロック組立が行われる。事前に船体を適当な大きさに区分したブロックを工場で組み立て、それらを大型クレーンで船台やドックまで運び、つなぎ合わせていくブロック建造法は、第二次世界大戦後の日本造船業の飛躍的な発展を支えてきた。

数ミリの誤差も許さない精度

完成したブロックは指定された順番で船台へ運ばれ、クレーンでドックへ下ろされる。エンジ

ブロックの向きを必要に応じて変えることで、溶接の作業効率化と品質向上が図られている。

船の心臓部であるディーゼル機関。

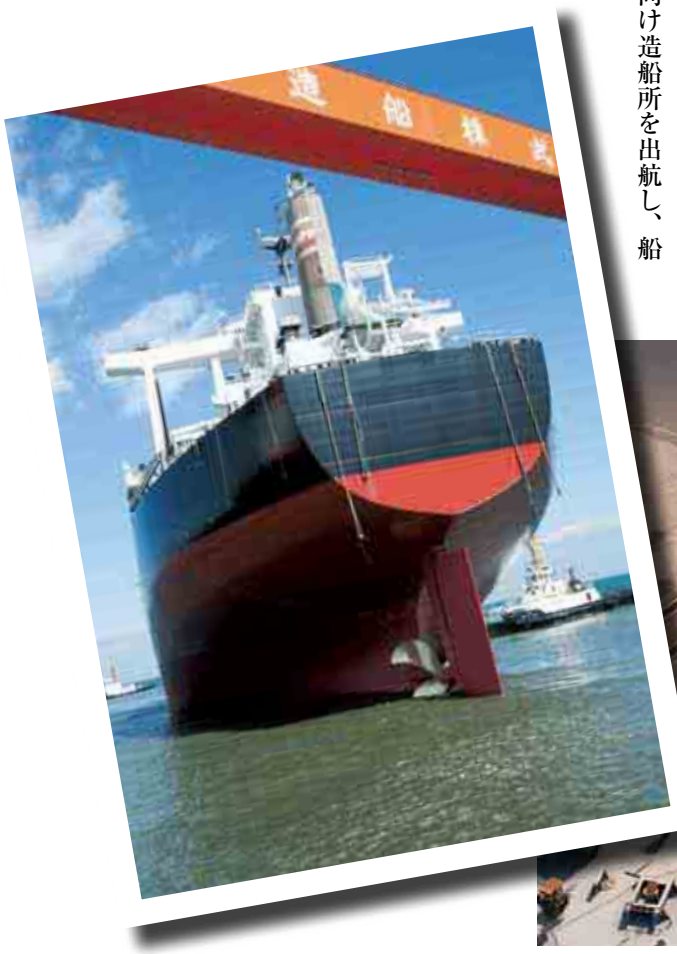
艤装工事中の船倉。
竣工後、鉱石などばら積み貨物が積み込まれる。

進水式を終えて船がドックを出ると、ドックから水が抜かれ、
すぐ次の船のブロックが建造されていく。

ンや舵が設けられている船尾は艤装に時間がかかるため、船尾から船首へ向かってブロックが組み立てられていく。

ブロックをつなぐ精度は造船所の腕の見せどころだ。船体の段差は水中での抵抗を増大させるため、速力低下につながり、配管や計装機器の接合にも悪影響を与える。ブロック建造は大型クレーンを使った一見大ざっぱで豪快な作業に思われるが、数百個にも及ぶブロックの位置決めはレーザ測距装置などを使い、数ミリの誤差も許さない高精度なものづくりが行われている。

船体が完成すると、進水式が行われる。ドックから曳船に導かれ海に出ると、造船所の岸壁につないだ状態で船内の艤装工事を行う。そして試運転で設計通りの性能が発揮できることを確かめる。命名式を終えて船が船主に引き渡されると、初めての航海に向け造船所を出航し、船の一生が始まる。



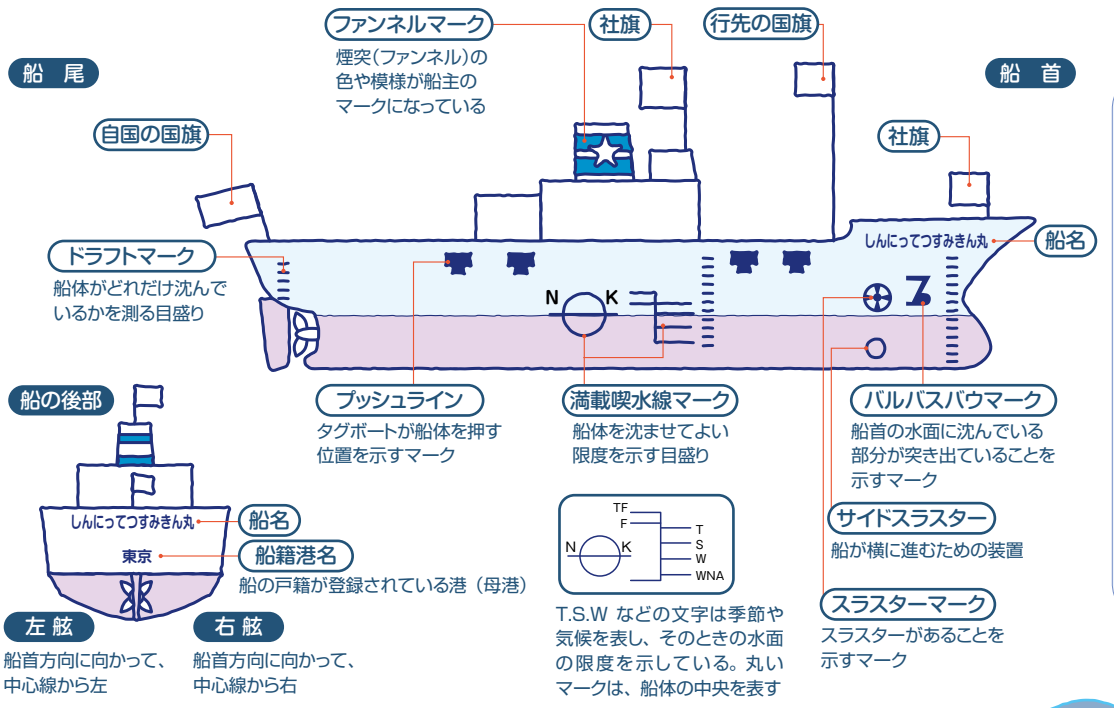
寸分の誤差もなく組み立てられていく船首。

船の豆知識

ちょっとだけ紹介！

Q&A

巨大な鉄の構造物である船が浮かぶ仕組みや、
船にまつわる疑問に船長がお答えします。



Q 「船体についているマークにはどんな意味があるの？」

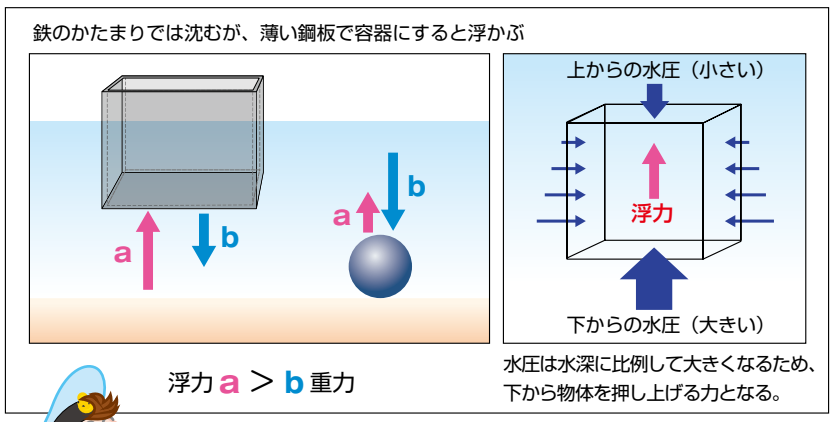
A

左のイラストのように、船にはさまざまな意味を持つマークがあるんだ。

Q 「重い鉄の船がなぜ浮くの？」

A

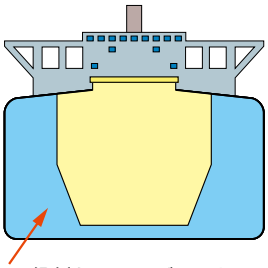
海面下にある船体の体積分の水の重さが浮力として上に向かって働くからだよ。例えば1kgの鉄は、かたまりでは沈んでしまうけど、薄い器にすれば水面下の体積が大きくなり沈まない。これは「浮力は液体中で静止している物体が押しのけた液体の重量に等しい」というアルキメデスの原理から裏付けることができるよ。



Q「背の高い船がなぜひっくり返らないの？」

A

長さが300m、船底からの高さが30mもあるような超大型の船は、貨物を積んでいないとき海に沈んでいる部分（喫水）は3mもなく、そのままではお椀が浮いているような不安定な状態。貨物船では、船の喫水を深くして船体を安定させるために、数万トンもの海水を専用タンク（バラストタンク）に注入し、重りの代わりにしているんだ。



重りの役割を果たすバラストタンク

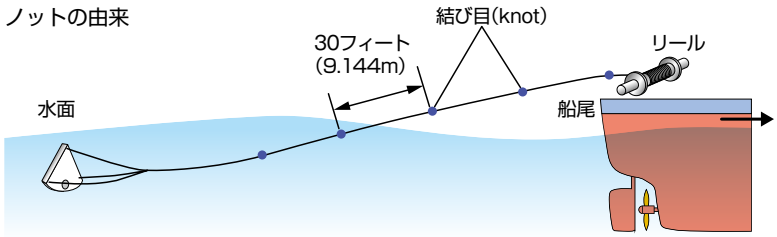
Q「船のノットって時速何キロ？」

A

距離の単位は海里（1海里＝1・852km）で、1時間に1海里進むスピードをノットと呼ぶ。つまり1ノットは時速1・852kmだね。

ノットの名称は16世紀ごろ、一定の間隔で結び目をつけた縄の先端にブイをつけ船尾から海に流し、30秒間に繰り出す『結び目』の数で船の速さを計算したことに由来している。

現在、大型タンカーなどの貨物船のスピードは通常20ノット以下、時速30～40kmで航行しているよ。



タグボートを使って着桟する大型タンカー

Q「大きな船は水の上でどうやって止まるの？」

A

船の推進力はプロペラが生み出すんだ。船にはブレーキがないため、緊急停止する必要があるときはプロペラを逆回転させる。でも大型のタンカーでは、止まるまでに15分、距離にすると3kmも進んでしまう場合がある。

船の操縦で一番難しいのは、船が港に入って岸壁につける（着岸）とき。最近では多くの船がサイドスラスターという横方向に移動するためのプロペラを装備したり、タグボートの力で押し引きして着岸させているんだ。

船体側面に付けられたサイドスラスター

写真3点©(株)商船三井

船の技術図鑑

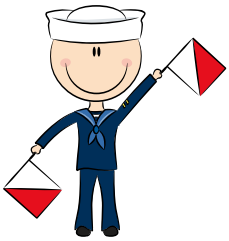
Advanced Technology

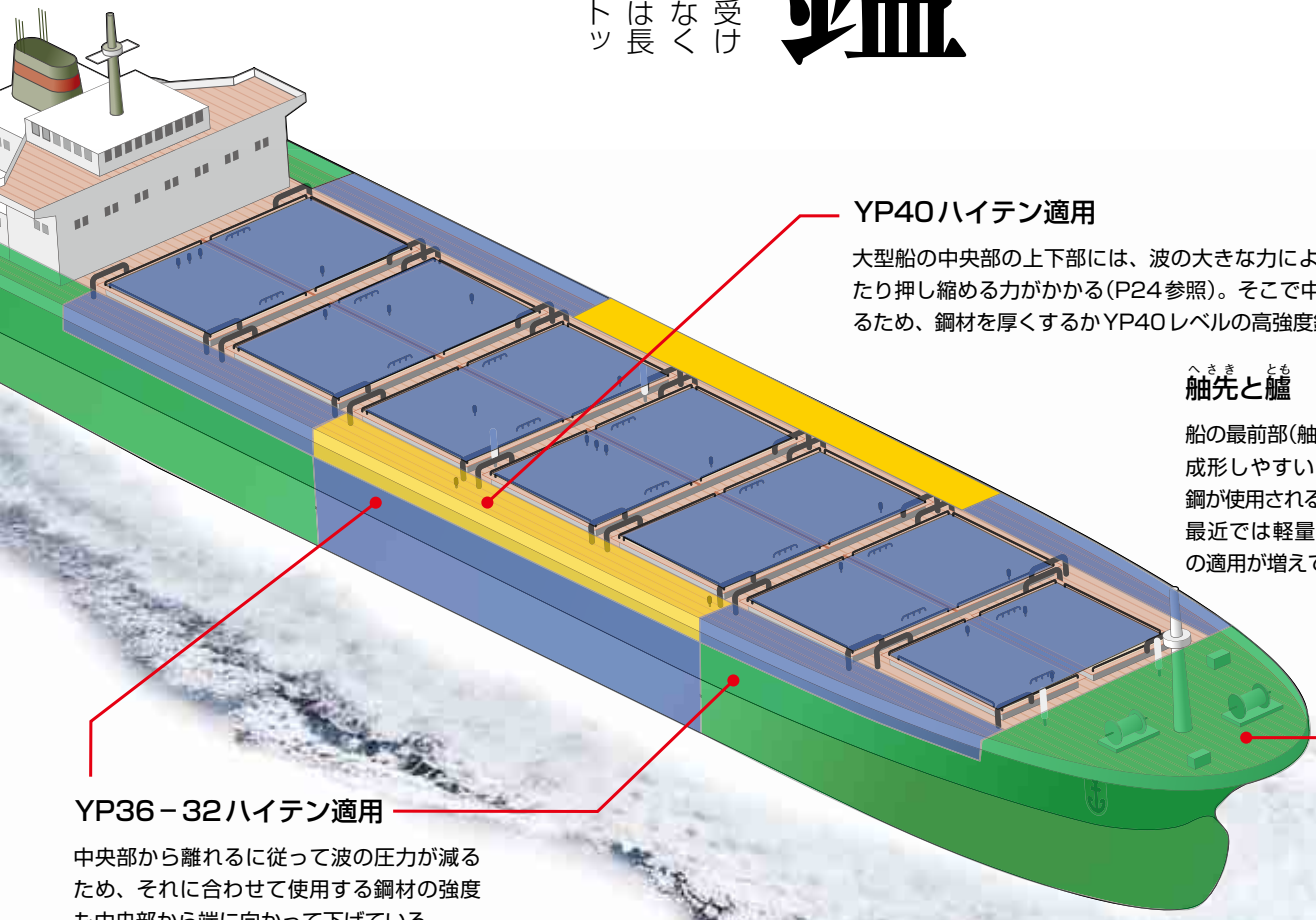
新日鉄住金のものづくり

グローバルな物・人の移動に使われる船。船体構造の主要材料である鋼材には、波から受ける力に負けず貨物や乗員を守る「強さと粘り」、燃費を向上させる「軽さ」、波の抵抗を少なくし速く航行する船型を実現するための「成形しやすさ」などが求められる。新日鉄住金では長年にわたり、造船メーカーや船社と連携し、高機能鋼材を提供してきた。これからも常にトップランナーとして技術革新を続け、日本の海運・造船業の発展を支えていく。

強さ・軽さ・成形性を満たすハイテン

船は鉄でできている。船に使われる鋼材には第一に「強さと粘り(靱性)」が求められる。鋼材は強さを追求すると脆くなる傾向があるが、新日鉄住金は強度と靱





YP40ハイテン適用

大型船の中央部の上下部には、波の大きな力により船体を引っ張ったり押し縮める力がかかる(P24参照)。そこで中央部の強度を上げるため、鋼材を厚くするかYP40レベルの高強度鋼板が使用される。

舳先(へさき)と艫(とも)

船の最前部(舳先)と最後部(艫)は成形しやすいYP24レベルの軟鋼が使用されることが多かったが、最近では軽量化のためハイテンの適用が増えている。

YP36－32ハイテン適用

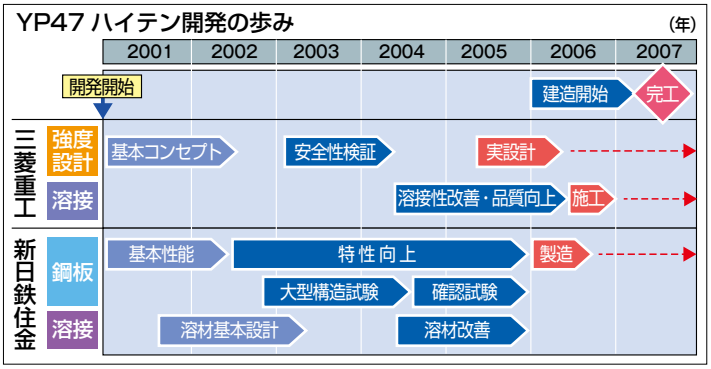
中央部から離れるに従って波の圧力が減るため、それに合わせて使用する鋼材の強度も中央部から端に向かって下げている。

ものづくりの源泉は造船・鉄鋼メーカーが一体となった技術開発

三菱重工業(株) 長崎造船所
船海技術総括部　主席技師（工学博士） **廣田 一博氏**

鋼材と船体構造の開発は、多くの面で造船メーカーと鉄鋼メーカーが一体となって作業を行う必要があります。新機能を持つ材料を適用するにあたっては、私たちがその機能を十分に理解し初期段階から設計に織り込むだけでなく、船を25年という長い期間にわたり保有・運航するお客様に信頼していただくことが大変重要です。そのためには適用範囲やメカニズム、検討結果、メリット試算をすべて終え、船級協会の承認を得た上で、お客様に商談段階で説明し了解していただく必要があります。

当社と新日鉄住金は、一体となってさまざまな課題をクリアし、お客様に満足いただける船を世に送り出してきました。お客様から信頼を得ることは、何物にも替え難いものです。今後ともグローバルな視点で共同での技術開発を継続していきたいと考えています。



お客様や学協会とも連携し、開発開始から初適用船の引き渡しまで約7年間で実用化に至った。

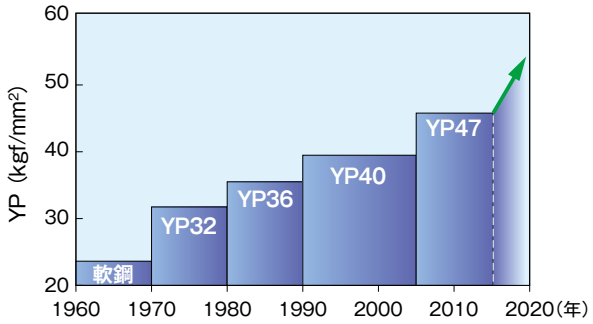
性を両立した鋼材を開発。それがハイテンだ。またハイテンを使用すると、板厚を薄くして船体に使用する鋼材の総重量を減らすことができ、燃費の向上や建造コスト低減につながる。

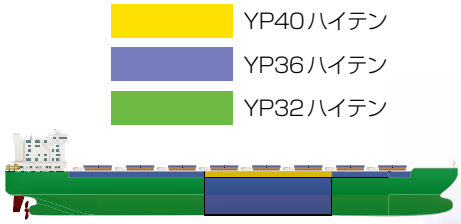
新日鉄住金では、1950年代にYP36ハイテンの開発に成功したのを皮切りに、絶え間ない技術革新を続け90年にYP40、2006年にはYP47を実用化し、国内外の造船メーカーに納入している。造船メーカーでは各部位に求められる強度や成形性などを考慮して、さまざまな強度のハイテンを組み合わせて採用している。

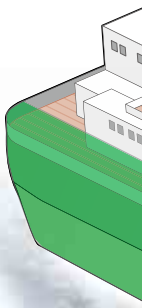
ハイテン実用化の推移

ハイテン：高張力鋼。High Tensile Strength Steel

YP(Yield Point)：塑性変形(変形を引き起こしている荷重を取り除いた後、元に戻らずに残っている変形のこと)を起こさずに、材料に加えることができる最大の力の大きさ。







ここまでやる！　超大型構造モデル試験で鋼材性能を確認

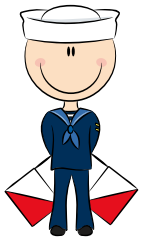
新日鉄住金の研究所で8,000トン大型引張試験設備を用いた構造モデル試験の様子。作業者と比べると、その大きさがわかる。

ウェブサイトで動画を公開しています。季刊 新日鉄住金　検索

新日鉄住金には、実際の船を模した構造で鋼材の性能を確認することができる、超大型の引張試験設備があります。

この設備を利用して新開発ハイテンの最終確認として大型構造モデル試験を行いました。具体的には、実物大の鋼板(試験体 幅2・5m、長さ7・2m)をマイナス10℃に冷却し、長さ1・2mの脆性亀裂を停止できるかどうかを確認するものです。新開発ハイテンはこの試験でも優れた性能を示し、新日鉄住金は実船への適用を決定しました。

より強く



1997年1月、ロシア船ナホトカ号が日本近海で積載重油の流出事故を起こし、日本海沿岸区域に重大な環境被害をもたらして大きな社会問題となった。事故原因はメンテナンス不足による部材の過度の損耗と、風雨の激しい荒れた天気の中を航行してきたとき大波に遭遇し、大きな波浪荷重を受けて船体を折損したためだった。

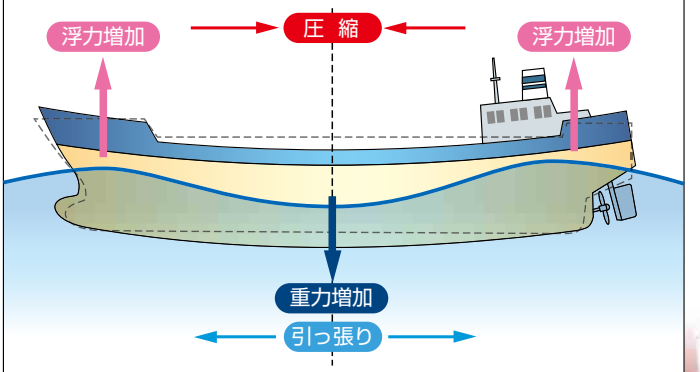
波浪荷重により船は上に曲がったり(ホグング)、下に曲がったり(サギング)するため、船体がこの力に対抗するために必要な構造強度を持っていないと、真っ二つに折れてしまうこともある。また船体折損に至らないまでも、繰り返し大きな波浪荷重が作用することで、構造材の鋼板に金属疲労が生じ疲労亀裂が生じる恐れがある。

これらを防止するため、船体構造の設計においては、世界の海で最も波浪の厳しい北大西洋の最大波を設計条件とし、最新の強度・疲労解析手法を用いながら、各部位に最適な特性を持つ鋼板を選定していく。

新日鉄住金は、高い強度を持ち脆性亀裂を止める「EH47」(三菱重工業(株)と共同開発)、疲労亀裂の進展を防ぐ「FCA®鋼」を開発し、船の安全設計を実現している。

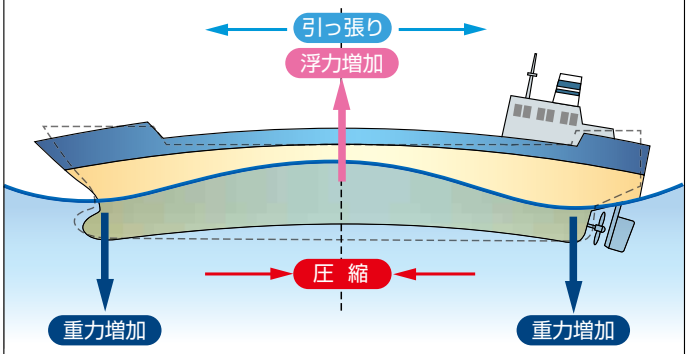
船の強度設計で最も重要な指標となる波の圧力

サギング



波の谷間に船体の中央がある場合、船の真ん中を下向きに押し縮める力が働く。この現象をサギングという。

ホギング



波の山に船体の中央が乗っているような場合、船の真ん中を上向きに押し縮める大きな力が働く。この現象をホギングという。

©三菱重工業(株)長崎造船所

安全設計を実現する鉄

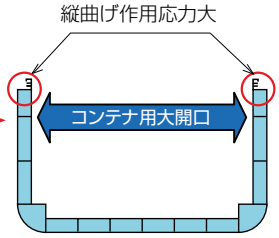
EH47 溶接部の脆性亀裂を止める

鋼材に一旦脆性亀裂が発生すると秒速1kmの速さで伝わり、船が一瞬で破壊される場合がある。「EH47」は、高強度でありながら靭性に優れ、溶接部などに潜在的に存在する欠陥から、万一船体に脆性亀裂が発生した場合でも亀裂を止めることができ、船の安全性をより高い次元で実現することができる厚板。また高強度のため、鋼材を薄くし軽量化できることで船の燃費向上にも寄与している。

適用実績　コンテナ船 MOL CREATION　©(株)商船三井

コンテナ船の構造上の特徴

©(株)商船三井



断面

コンテナ船はコンテナを搭載するため、大きな開口部が船体の上甲板に設けられている。そのため船体を曲げようとする荷重(縦曲げ)を受け止める構造部材が少ない。鋼材を厚くすれば、十分な船体構造の強さを発揮できる。しかし厚手化すると鋼材の靭性(ねばり)が低下し、脆性亀裂に対する抵抗が低下するという課題があった。EH47はこの課題を解消した。

FCA®鋼 疲労亀裂の進展を抑えて寿命を延ばす

鋼材は長期間にわたって繰り返し力を受けると疲労破壊する危険がある。従来の設計では疲労による亀裂の発生を防ぐという考え方が一般的だった。

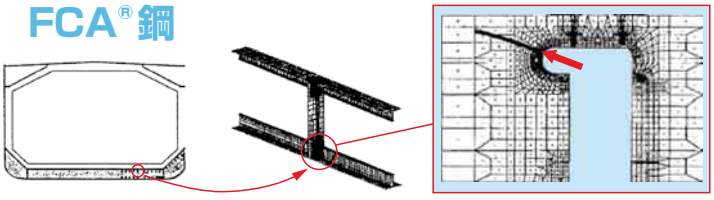
FCA®鋼(※)は、発生した疲労亀裂の進展を抑制することで疲労破壊に耐えるという新しい設計思想で開発された厚板だ。鋼材の厚みを増やしたり補強部材を入れたりしなくても適用部位の寿命を長くすることが可能で、船体重量を増やさずに済むことによる燃費向上や造船メーカーの工程省略などが期待でき、船の信頼性向上とライフサイクルコスト低減に貢献している。

適用実績　LPG船 BERLIAN EKUATOR　©日本郵船(株)

適用範囲　LPG船フロア部のロンジスロット部など

船底フロア部の大きな応力が加わる部位に適用。波浪の繰り返しによる応力の変動が疲労寿命に影響を与える。FCA®鋼適用部位の疲労寿命は従来鋼の約2倍以上に改善されると評価されており、安全性と信頼性を飛躍的に高めている。

※ Fatigue Crack Arrester鋼



より速く

船は海水からさまざまな抵抗を受ける。特に船が水をかきわけて進むとき、船首から生まれる波の抵抗はエネルギーを浪費する大きな要因の一つだ。

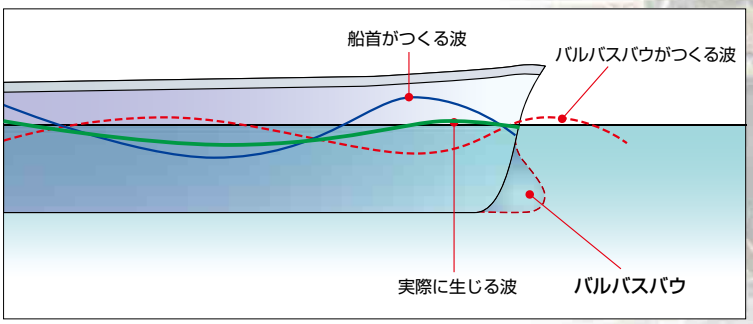
波の抵抗を低減するためには、海中に沈んでいる部分は流線型、海面付近は波を立てにくいように先端が尖った形状であることが望ましい。そこで1911年、アメリカの造船学者D・W・テーラーによって「バルバスバウ」という球状船首が考案された。

第二次世界大戦中には戦艦大和や武蔵に適用され、造波抵抗の低減によって船の速力が上がり、燃費向上による約8%の省エネルギー効果をあげた。現在では数値流体力学の計算技術を駆使して、より抵抗の小さな船型への改良が続けられている。

新日鉄住金のハイテンはバルバスバウなどの曲面形状をつくり出す成形性を高めた。

波の抵抗を低減する「バルバスバウ」の原理

喫水線下のバルバスバウが水面部分の船首に先行して波をつくり、船首がつくる波の山と谷が重なって互いに干渉し合う。すると、船首で波が発生しにくくなり、造波抵抗も低減する。



新日鉄住金のものづくり

セイフティーバウ

衝突安全性を高めることにも、新日鉄住金の鋼材を活用したバルバスバウが貢献している。新日鉄住金が構造用に世界で初めて開発した鋼材を今治造船(株)が実船に適用(「セーフティバウ」)。開発鋼材の「変形しても硬くなりにくい」「延びが大きくエネルギー吸収が大きい」という特性を活かした設計により、万一他の船に衝突した場合の相手船の損傷を小さくできる。(独)海上技術安全研究所の協力を得て実施した衝突シミュレーションでは、従来に比べ相手船への圧迫力は50%程度低下し、破孔も縮小するという結果を得た。

平らな鋼板から船首部のような３次元の美しい曲線に仕上げるためには、加熱や冷却の繰り返しによる形状変化を常に確認し、予測しながら作業することが求められ、技能者の長年の経験と勘に頼るところが大きい。加熱方法には線状焼き、三角焼きなどの工法があり、曲がりの状態を見ながら最適な工法を適用している。最終形状は木型などを使用して仕上げていく。

鋼を自在に操る ―ぎょう鉄

三菱重工業(株)長崎造船所を訪ねて

バルバスバウの球体形状のように、船の美しい曲面は、「ぎょう鉄」と呼ばれる加工法でつくり上げられている。大きな波の力にも負けない強度を持つ厚板を複雑に曲げてつくり込む技術だ。

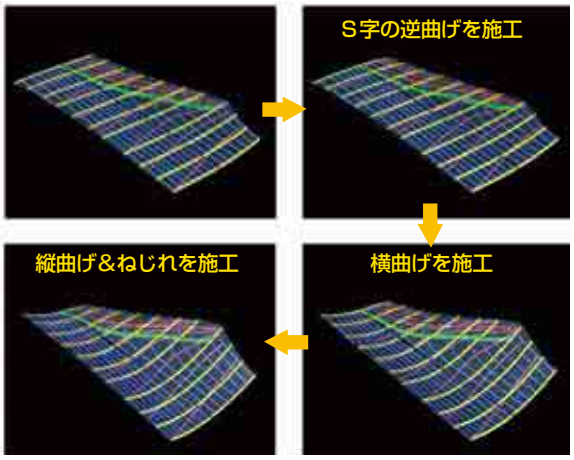
造船所では技能者がガストーチと水ホースを両手に持ち、加熱したり冷却したりを辛抱強く繰り返し、曲げたり縮めたりして滑らかな曲線に加工している。一人前の技能者になるまで十数年もかかると言われている匠の技だ。

ぎょう鉄という三次元曲げの工程は、設計者にとっても部材をどのように切り出せばよいのかという点が難しいという。部材を切り出すためには、三次元形状を二次元の鋼板に展開しなければならないからだ。船首の美しい曲面には、ぎょう鉄技能者の匠の技と設計者の知恵が詰まっている。

ぎょう鉄作業

匠の技をITツールで支援

(独)海上技術安全研究所での曲率線展開法の実証実験。曲率線に基づいた加工の施工手順を示すことで、かなり複雑な鋼板成形を担当する熟練技能者には施工効率化ツールとして、また作業のイメージがつかめない若手技能者には支援ツールとして、実際の造船所で活用されている。



取材・データ提供：
(独)海上技術安全研究所主任研究員(工学博士) 松尾 宏平氏

(独)海上技術安全研究所　谷澤 克治工学博士(流体性能評価系長)に聞く

驚異の造波技術をウェブで公開中!

実海域水槽では、さまざまな模様や文字を波で自在に描き出すこともできる。

ウェブサイトで動画を公開しています。季刊 新日鉄住金　検 索

当研究所では、実際の船型や重量を相似再現した模型船を使い、船の安全設計を実現するための理論計算手法や実験計測手法の開発に取り組んでいます。また、より波の抵抗の小さな船型を開発する上で重要な役割を果たす性能評価を実験的に行う研究を行っています。当研究所の実海域再現水槽では、船が実際に航行する海象の下での性能を調べるため、波を人工的に発生させる大変高度な造波技術を保有しています。

より安全に

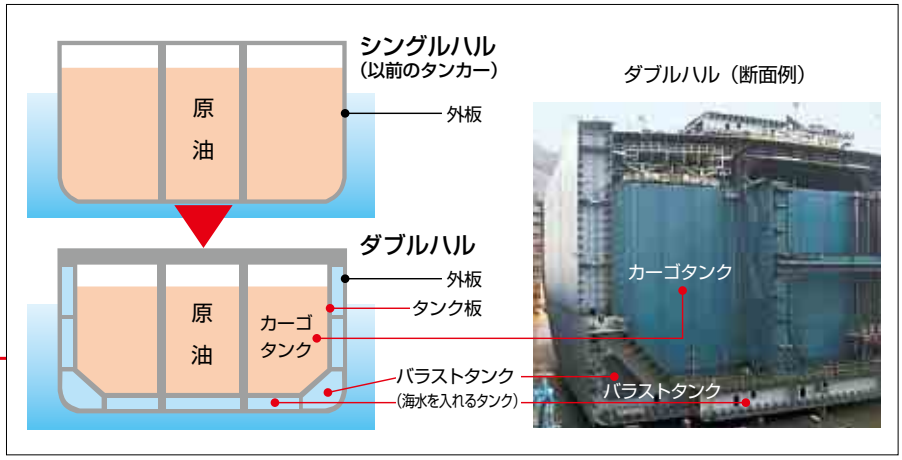
大型船が衝突した場合、衝突された船に大きな損傷を与え沈没などの危険があるだけでなく、積荷が海上に流れ出ることで海洋汚染も引き起こしかねない。特に原油タンカーによる大規模な海洋汚染の防止対策に関して基準整備・研究が進んできた。

一つはタンカー構造の見直しだ。1990年代以前はタンカーには外壁が1枚しかなく(シングルハル)、タンクの外はすぐ海だった。これではタンクに穴が開いてしまったとき原油が海に流出してしまう。そこで外壁を二重にしたダブルハルタンカーが設計されるようになった。1992年には国際海事機関で、新造タンカーに対してダブルハルタンカーと呼ばれる構造方式を義務づける海洋汚染防止条約の改正案が採択され、現在では多くの原油タンカーがダブルハル化している。

もう一つの対策は緩衝型船首構造(Buffer Bow)の検討だ。車はチャイルドシートやエアバッグの耐衝突性能について実際の車での衝突実験が義務づけられている。しかし船は一隻の建造コストと工期から物理的に実機破壊試験が非常に難しいため、FEMシミュレーション解析によって衝突・座礁の事故解析や安全基準策定のための評価が行われている。

緩衝型船首構造とは、通常の航海時には波浪荷重などに対して十分な機能を保持しながら、万一衝突した場合には「自船においてもエネルギーを吸収する」という構造コンセプトである。(独)海上技術安全研究所において、緩衝型船首構造の一つのプロ

ダブルハル構造



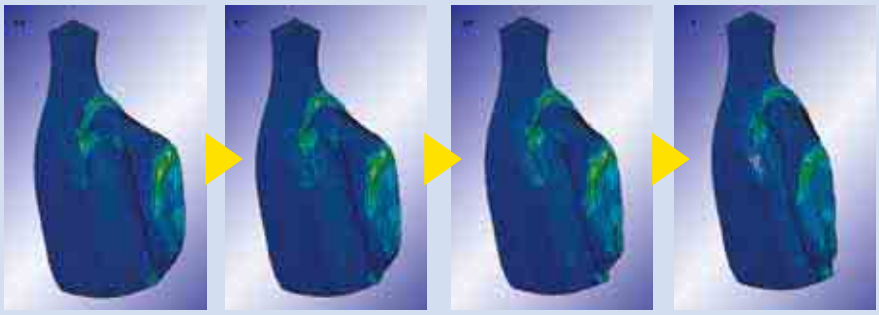
FEM解析技術

高度な解析技術を駆使して安心、安全に貢献

(独)海上技術安全研究所主任研究員(工学博士)
山田 安平氏

当研究所と新日鉄住金はお客様や学協会と連携し、衝突時の船体変形を時々刻々とシミュレーションする高度なFEM解析(陽解法)により、燃費低下を招く鋼板の厚肉化を抑えながら、衝突時の安全性を高めた強靭な鉄鋼材料と船体構造の開発を進めています。緩衝型船首構造の実用化をはじめ、安全や環境保全への貢献が期待されています。

衝突角度72°での船首のFEM解析例



データ提供：(独)海上技術安全研究所

耐食ソリューション

NSGP®-1

原油漏れを防ぐ鉄

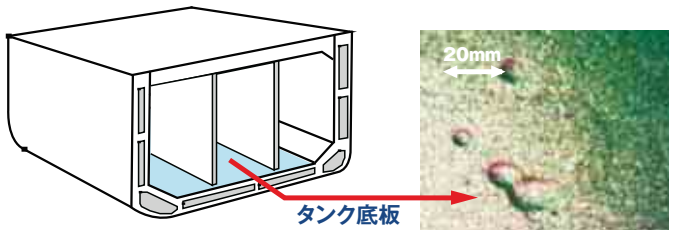
油漏れなどの重大な事故につながる恐れのある原油タンカーのタンク底板の腐食を防ぐため、新日鉄住金は日本郵船(株)と共同で「NSGP®-1」を開発。タンク底板の腐食に対して抜本的な耐食ソリューションを提供している。さらに、タンク天井部(甲板)の全面腐食に対して優れた耐食性を持つ鋼材「NSGP®-2」の研究開発にも取り組んでいる。

トタイプとして、新日鉄住金が開発した鋼材を用いて、その有効性を検証する研究も行われた。新日鉄住金では高度な材料設計技術を駆使して独自の材料を開発し、船舶の安全と海洋汚染防止に貢献している。

適用実績　原油タンカー船 TANGO ©日本郵船(株)

日本郵船(株)はすべての新造原油タンカーにNSGP®-1を採用し、2007年以降現在までに1万5,000トン以上、VLCC(Very Large Crude Oil Carrer)10隻分に相当する量を使用している。

原油タンカータンク底板の孔食防止



実船のタンク底面にNSGP®-1を適用し効果を実証、補修箇所ゼロを実現した。

省合金型二相ステンレス鋼 NSSC®2120

施工しやすく強度の高い省資源型の鉄

近年、世界的に二相ステンレス鋼のケミカルタンカーへの適用が進んでいる中、今まで国内では二相鋼ケミカルタンカーの建造実績はなかった。新日鉄住金ステンレス(株)の省合金型二相ステンレス鋼「NSSC®2120」(ASTM UNS S82122)は、レアメタルであるニッケルやモリブデンの添加量を削減した省資源性と価格安定性に優れ、海水などの塩化物に対する耐食性を維持しながら、溶接性を大幅改善するとともに、従来鋼に比べ約2倍の強度で軽量化設計を可能にした。今後、内航船以外にも大・中型ケミカルタンカーや大型石油タンカーの艤装品などへの適用が期待されている。

適用部位　カーゴタンク内部

適用実績　内航ケミカルタンカー ©佐々木造船(株)

ダイナミックかつ繊細に

鋼づくりの現場探訪

北海道から九州まで全国に16ヵ所ある新日鉄住金の製造拠点では、
今日も真っ赤な鋼からさまざまな製品がつくられています。
今回は新日鉄住金拠点の最西端に位置する大分製鉄所を紹介します。

大分製鉄所

世界最大級の厚板や自動車向け鋼板をつくる

大分製鉄所は1972(昭和47)年4月に第1高炉に火入れしました。約700万㎡の広大な敷地で熱延鋼板および厚板を生産しています。熱延鋼板は主に自動車の構造部材、鋼管用の素材、コンプレッサーや配電盤の部品など幅広い用途に使われます。厚板は世界最大級のサイズの製品をつくることができ、船舶用を中心に建産機や建材、橋梁などの構造部材に利用されています。大分は上海やバンコクなどのアジアの主要都市に近いという地理的好条件から、製品輸出の拠点ともなっています。

大分製鉄所では、世界最大級の炉容積5775㎥を誇る高炉が2基稼働しています。ツイン高炉には新日鉄住金の最新鋭の技術が導入されており、高級鋼の素材となる高品位の銑鉄を日々生産しています。

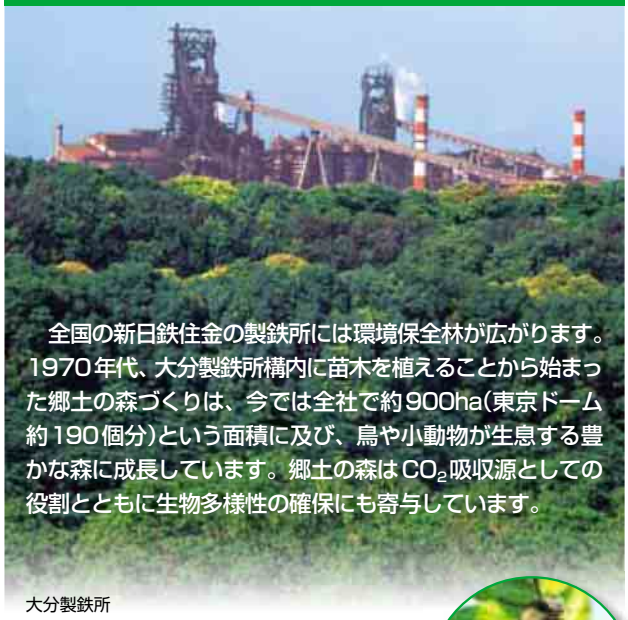
厚板の圧延

アジアの主要都市に
近い好立地

桜と保全林

熱延コイル

郷土（ふるさと）の森づくり



全国の新日鉄住金の製鉄所には環境保全林が広がります。1970年代、大分製鉄所構内に苗木を植えることから始まった郷土の森づくりは、今では全社で約900ha（東京ドーム約190個分）という面積に及び、鳥や小動物が生息する豊かな森に成長しています。郷土の森はCO_2吸収源としての役割とともに生物多様性の確保にも寄与しています。

大分製鉄所

郷土の森づくり　1970年代の植樹の様子

ホオジロ（名古屋製鉄所）

アオサギ（八幡製鉄所）

キジ（君津製鉄所）

カモ（堺製鉄所）

名古屋製鉄所

ふれあい祭り 製鉄所を洋上より見学

ふれあい祭り 工場見学

地域の皆さんと共に生きる

大分製鉄所は建設以来の理念「0001（災害・事故0、公害0、世界第1級の製鉄所）」のもと、環境保全を第一に豊かで持続可能な社会の基盤づくりに貢献しています。1971年に日本企業の先駆的な取り組みとして、ここ大分製鉄所で始まった「郷土（ふるさと）の森づくり」により、所内には幅50m、長さ5kmの広大な環境保全林が広がり、多くの野鳥も生息する豊かな森となっています。

また、毎年4月に地域で行われる「城東春まつり」に合わせて、製鉄所「ふれあい祭り」を開催。工場見学や遊覧船から製鉄所を一望する洋上見学、お祭りを盛り上げるステージイベントなどを行い、大勢の来訪者でにぎわいます。

中期経営計画「総合力世界ナンバーワンの鉄鋼メーカー」を目指して

3月13日 記者会見での友野宏・新日鉄住金社長兼COO

新日鉄住金は経営統合時に掲げた「総合力世界ナンバーワンの鉄鋼メーカー」を早期に実現するため、2013年度から3年程度の経営方針を示す、新日鉄住金グループの中期経営計画を策定し、3月13日に公表しました。

この計画の狙いは統合により新日鉄住金のみが実現できる「技術」「コスト」「グローバル対応」における統合シナジーを早期に最大発揮し、東アジアにおける新興ミルが本格稼働を始める2015年までに世界最高水準の競争力を実現することであり、これにより熾烈化する競争を勝ち抜き、持続的な利益成長を目指します。

大河内記念生産賞をダブル受賞

新日鉄住金は第59回大河内賞で「大河内記念生産賞」をダブル受賞しました。大河内賞は故大河内正敏博士の功績を記念して、大河内記念会がわが国の生産工学・高度生産方式の実施などに関する顕著な業績を表彰する伝統と権威のある賞です。

受賞技術
■ 天然ガスの大幅増産を実現させる高合金油井管および製造技術の開発

過酷な環境に耐える高合金油井管

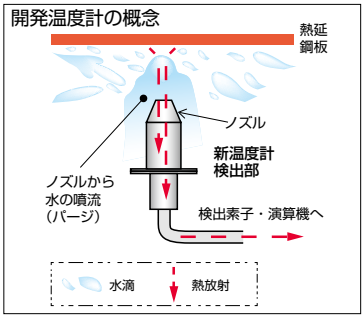
受賞技術
■ 石炭資源拡大を可能とする省エネルギー型コークス製造技術
(JFE スチール(株)、(株)神戸製鋼所、日新製鋼(株)、三菱化学(株)と共同受賞)

新型コークス炉を世界で初めて導入した新日鉄住金大分製鉄所

文部科学大臣表彰を7年連続受賞

新日鉄住金は平成25年度文部科学大臣表彰で「科学技術賞(開発部門)」をダブル受賞し、7年連続での受賞を果たしました。この賞は科学技術に関する開発、理解増進などで顕著な成果を収めたものの功績を讃える賞です。

受賞技術
■ 熱延ミル冷却帯内鋼板温度計による高精度冷却制御技術の開発



受賞技術
■ 建材向け高耐食 Zn-Al-Mg-Si めっき鋼板(スーパーダイマ®)の開発

太陽光発電設備用架台に使用されたスーパーダイマ®

アセアンと米国で建材薄板合弁事業を開始

新日鉄住金と日鉄住金鋼板(株)は3月28日、アセアン・米国で豪州ブルースコープ社との合弁事業を開始しました(本社機能をシンガポールに設置)。

今回の事業参画により、アジアを中心とした海外建材薄板市場への速やかな対応が可能となり、今後は7ヵ国29の製造・販売拠点を通じた市場ニーズへの迅速で的確な対応力を活かし、より付加価値の高いサービス、商品の提供を目指します。

合弁事業の概要

・名称　NS・ブルースコープ・コーティッド・プロダクツ
(NS BlueScope Coated Products)
・出資比率　新日鉄住金グループ50%、BSL 50%
・事業内容　溶融亜鉛めっき鋼板、塗装鋼板、建材薄板加工製品の製造・販売
・合弁事業会社　7ヵ国20社
・従業員数　約3000人
・会長　樋口真哉 新日鉄住金副社長

東日本大震災復興支援に貢献

福島　農地除塩対策に転炉スラグ肥料を提供

新日鉄住金は福島県相馬地域で、津波被害農地の除塩対策に取り組んでいる東京農業大学に転炉スラグ肥料を約20トン無償提供。イチゴハウスや水田で効果を発揮しています。転炉スラグ肥料は鉄鋼製造工程でつくられ、作物の生長や土壌づくりに効果のある成分を含んでいます。

転炉スラグ施肥中の津波被災水田（上）と２年ぶりの収穫の様子

堺ブレイザーズがV・プレミアリーグ優勝

バレーボール2012／13V・プレミアリーグ男子の決勝ラウンドが4月14日、東京体育館で行われ、堺ブレイザーズがパナソニックパンサーズをセットカウント3−1で下し、新日鉄時代を含め2季ぶり5回目の優勝を果たしました。

熱戦を制し日本一に輝く

釜石　復興公営住宅が竣工

釜石市と新日鉄住金、新日鉄興和不動産(株)が2012年10月に着工した釜石市上中島復興公営住宅I期が、3月27日に竣工しました。建物は災害に強い住宅を早期に整備するという市のニーズを踏まえ、工期が短く経済性に優れた「NSスーパーフレーム工法™」が採用されました。「NSスーパーフレーム工法™」は木造ツーバイフォーの枠材をスチールに置きかえ、外張り断熱を施した住宅です。

官民連携で早期整備を実現

Global People

高い志を持つ人々と高い目標を共有する醍醐味を知る

厳しいグローバル競争に打ち勝つため、熱い情熱を持って新技術・新製品の開発を進める新日鉄住金の社員。今回は、船舶やビルのような大型構造物、エネルギープラントや石油・ガス掘削用の海洋構造物、発電設備といったエネルギー分野などに広く使用される厚板の研究開発を進める研究者を紹介します。

中国・三峡ダムプロジェクトに挑む

茨城県の霞ケ浦の東に位置し、臨海工業地帯の一角を成す新日鉄住金鹿島製鉄所。川畑は1994年に入社してから約10年間、ここで高機能厚板の製品開発や製品を安定的かつ効率的に生産するための製造管理に携わった。

最初に担当したのは、海洋構造物の脚に使われる厚板の破壊に関する基礎研究。北海やメキシコ湾などに設置される海底ガス・油田掘削用構造物に使われる鋼材で、その設計者との打ち合わせのため海外に飛ぶことも多かった。その後もさまざまな製品開発に携わるが、一番印象に残るのは中国の三峡ダム向けプロジェクトだという。

海洋構造物

中国　三峡ダム
©中国国家観光局（大阪）

2

新日鉄住金
技術開発本部 鉄鋼研究所
厚板・形鋼研究部
高機能商品開発グループ

川畑 友弥
Tomoya Kawabata

三峡ダムは長江中流に建設された超大型ダムで、世界最大級の水力発電設備を持つ。川畑はその水力発電用タービンに水を誘導するパイプの素材となる高張力厚板の開発を行った。通常、高張力厚板はパイプに加工する際の割れを防ぐため、溶接部を温める(予熱)。川畑らは、環境負荷の大きい予熱を省略できる「HT60シリーズ」厚板を開発し、三峡ダムに採用された。現場での施工性を格段に向上させる同製品の技術プレゼンテーションのため中国を幾度も訪問し、三峡ダムの現地サイトにも4回出向いた。「中国の官僚に対して技術面をPRするのですが、通訳を介して、細かい技術説明をして先方にようやく納得してもらうことができました」

優秀なユーザー、同僚の支援を受ける

2003年に尼崎の研究所(現・研究開発センター(尼崎))に異動し、液化天然ガス(LNG)貯蔵タンク用の厚板の開発・実用化を進めた。LNGはマイナス162℃以下の極低温で貯蔵されるため、脆性破壊への高い耐性が求められる。そこでLNGタンク用鋼といえば「9%ニッケル(Ni)鋼」と代名詞がつくほど、Ni含有量の高い鋼材が使われてきたが、Niは大変高価な合金で製造コストを押し上げるため、当社では長年、添加量の低減を研究してきた。

川畑は先輩研究者と共にNiを7%に低減した材料の開発を進め、また同時にその信頼性を評価する手法を確立した。事業主にしてみれば、コストの低減できる材料はほしいが絶対に「9%Ni鋼と同等の信頼性が担保できなければ採用できない」そこで古巣の鹿島製鉄所の同僚の全面的な協力も得てサンプル材の製造・試験を重ねたことに加えて、大地震時における安全性を確かめるため、材料が使用されるときの加工方法を想定した破壊シミュレーションを活用し、7%Ni鋼の開発・評価を進めた。そして大阪ガス(株)が2015年に完成を予定しているタンクに採用が決まった。

「事業主の大阪ガスの幹部が7%Ni鋼の技術を高く買ってくださったことに加えて、実務でお世話になったエンジニアが大変優秀な方で、議論を深めることができ、また業界や官庁から認可を得る上でも支援をいただきました」

日々の対話や議論を大切にしている

「アート」といわれる数値解析で力を発揮

造船分野では大型コンテナ船の破壊に対する安全性を検討するプロジェクトがオールジャパンで立ち上がり、川畑も脆性亀裂を止める(アレスト性)設計に関する調査研究に参画している。

川畑が担当したのは、大規模な破壊実験の遂行に加え、複雑な解析データを統一的に整理するのに有効な数値解析を行うこと。数値解析は今でも大学の破壊力学の教科書で「アート」と言われるほど、計算を有効な解析にするためのセンスとテクニックが求められる。川畑は必要な要素を洗い出し、どの視点から解析するか検討してまとめあげた。

川畑は目指す研究者像について次のように語る。

「商品開発のゴールに早く到達するためには、研究者自身がお客様や製鉄所スタッフなどと密なコンタクトを取ることが不可欠であり、日ごろからの連携・信頼関係の構築が重要だと考えています。そのためにもコアの専門分野を深化させつつ、周辺分野も自身の問題と捉えてアンテナを高くするよう心がけています」

大地震に耐えて使用継続できる鋼材を開発

尼崎の研究開発センターに2010年に完成した研究棟には、地震のエネルギーを吸収する制振デバイスとともに、新日鉄住金が開発した世界最高強度の建築用鋼材「SSS1000」を世界で初めて使用。高い耐震性を実現し、阪神・淡路大震災の2倍の地震入力があっても弾性域内に抑え、部材を取り換えることで建屋はそのまま使用できる。川畑はこの建築用鋼材も開発している。

新日鐵住金

限りない
鉄の未来をめざす。

あらゆるものづくりを支え、
いつの時代も未来を拓く素材の主役、鉄。
その大いなる可能性を極限まで追求し、
日本と世界の発展、そして豊かな社会の創造に
貢献することが、私たち新日鉄住金の使命です。
世界最高水準の技術とものづくりの力で、
もっとグローバルに、もっと先進の鉄へ。
「総合力世界No.1の鉄鋼メーカー」をめざす、
私たちの挑戦に限りはありません。

世界の鉄へ　しんにってつすみきん