

『潜水艦』

そして

『マイクロナノバブル事業の起業顛末』

平成29年9月21日

ひょうごTTO代表・佐野 正

潜水艦とは

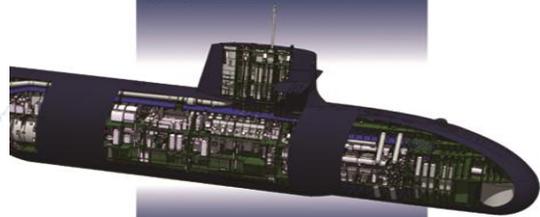
Submarine mechanism Complete Guide

なぜ、日本の潜水艦は世界最高水準と言われるのか？

海の忍者を解剖する

潜水艦 メカニズム 完全ガイド

秘密は
緻密
精密
静粛



日本の潜水艦と潜水艇の仕組みと技術がわかる
潜水艦で働く人々の使命と仕事と生活がわかる
潜水艦の設計・建造・メンテナンスまでわかる

元川船渠工業株式会社
潜水艦設計部長

佐野 正 著

秀和システム



潜水艦とは

1. 軍事技術は世界の最先端技術を駆使。潜水艦技術も同様。
2. 潜水艦の歴史は、100年強で1800年代後半から軍事用として発展。
3. 日本での一番艦は1906年にホランドクラスが誕生。
米国のゼネラルダイナミクス社からの図面供与。
有名な佐久間艦長の事故（舞鶴に展示）。
4. 現在日本は、最新鋭潜水艦を18隻から22隻に増艦中。
そのうち8隻はスターリングエンジンを搭載した最新鋭AIP（Air Independent Propulsion）艦。
5. 日本の潜水艦は日本の最新技術が反映され、世界でトップクラスの静粛性を確保。
6. 現代の潜水艦は、戦争の道具・手段というより抑止力。

『潜水艦のメカニズム完全ガイド』

(海の忍者を解剖する)

出版の顛末





本書出版の経緯

1. 秀和システム(株)から執筆依頼、執筆着手 (2015.1月)
2. 目次案協議 (2015.6~7月)
3. 印税契約 (2015.8.25)
4. 書籍内容の協議 (2015.9~12月)
5. 書籍タイトルの協議 (2016.1月)
6. 査読 (2016.2月)
 - (1)防衛省海上自衛隊【JMSDF】
 - (2)海洋研究開発機構【JAMSTEC】
 - (3)川崎重工業(株)【KHI】
7. 出版 (2016.3.15)



本書出版の背景

1. 出版社

- 航空機、ロケット、宇宙船、潜水艦等よく耳にする乗り物だが、その技術についてはあまり知られていない。
- 科学技術に興味を持つ人は意外に多い。
- 最近潜水艦の記事がよく新聞で取り上げられる。
- 潜水艦はほとんど知られていない⇒知的興味を満たす本は売れるだろう。

2. 防衛省海上自衛隊

- 『防衛装備移転三原則』（2014.4.1閣議決定）の前後から、自衛隊の活動、自衛隊装備品の技術優位性について広く国民に周知する努力。（新聞・TV等）
- 『特定秘密保護法』（2014.12.10施行）の観点からは、潜水艦技術はすべて秘密ではないが、どこまで開示できるか明確ではない。
⇒本書の査読を通じて潜水艦技術に関する開示レベル（ガイドライン）が一応設定されました。（雑音低減に関しての章は全面削除）



本書で示唆する内容（個別技術の解説は別にして） 1/2

★安全保障・・・

1. 安全保障（国防）は独立国家の条件：ただし、国民の理解とリスペクト必要
 - ・トランプ氏（Make America Great Again）の政策
 - ・習金平氏（中華民族の偉大なる再興）の政策
 - ・プーチン氏（強いロシアの再建）の政策



さて日本としてどう対応？？？

★軍事技術は・・・

2. (過去)軍事技術が民生技術をリード（人類の進歩に貢献）
 - SPIN OFF(軍事⇒民生)：原子炉・パソコン・インターネット・GPS・デジタルカメラ・・・
 - (現在)軍事技術と民生技術が相互乗り入れ
 - SPIN ON(民生⇒軍事)：飛行機・光ファイバー・炭素繊維・半導体素子・・・
 - DUAL USE(軍事⇔民生)：ロケット・スマホ・ロケット・パワーアシストスーツ・・・
3. 軍事予算の縮減に伴い、軍事技術輸出により自国の安全保障維持



本書で示唆する内容（個別技術の解説は別にして） 2/2

★潜水艦の存在意義は・・・

4. 戦争の手段・道具から戦争の抑止力に存在意義変化

★潜水艦技術は・・・

5. 100年以上の継続的な建造ノウハウの積み重ね。（継続は力なり）
6. 多様かつ広範な技術の集積：個別最適と全体最適
7. 高密度構造・高密度艙装：匠の技に依存
 - 匠からの脱却の必要性、3D・CAD（デジタル生産システム）の適用
8. ピラミッド構造の建造・メンテナンス体制
9. 日本の潜水艦は最も安全な乗り物

日本の潜水艦技術の概要

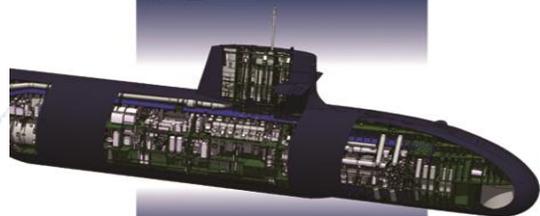
Submarine mechanism Complete Guide

なぜ、日本の潜水艦は世界最高水準と言われるのか？

海の忍者を解剖する

潜水艦 メカニズム 完全ガイド

秘密は
緻密
精密
静粛



日本の潜水艦と潜水艇の仕組みと技術がわかる
潜水艦で働く人々の使命と仕事と生活がわかる
潜水艦の設計・建造・メンテナンスまでわかる

元川船渠工業株式会社
潜水艦設計部長

佐野 正 著

秀和システム



過酷な運用条件、設計条件

運用条件

★海中で深く、静かに、長く存在し、不穏な船（海上・海中）を探索し、必要に応じて攻撃でき、攻撃されたら回避することができる。これを隠密裏に行う。

設計条件

★空気がない、高圧力（海水圧）、低温、暗黒、電波が使えない、絶縁困難（海水）な環境で、100人近い乗員が数週間連続して安全に活動できる。



事故により浮上できなくなれば 乗員全員死亡可能性



潜水艦として機能するためには、究極の安全性追求が不可欠

水上

露頂 (スノーケル)

露頂 (潜望鏡)



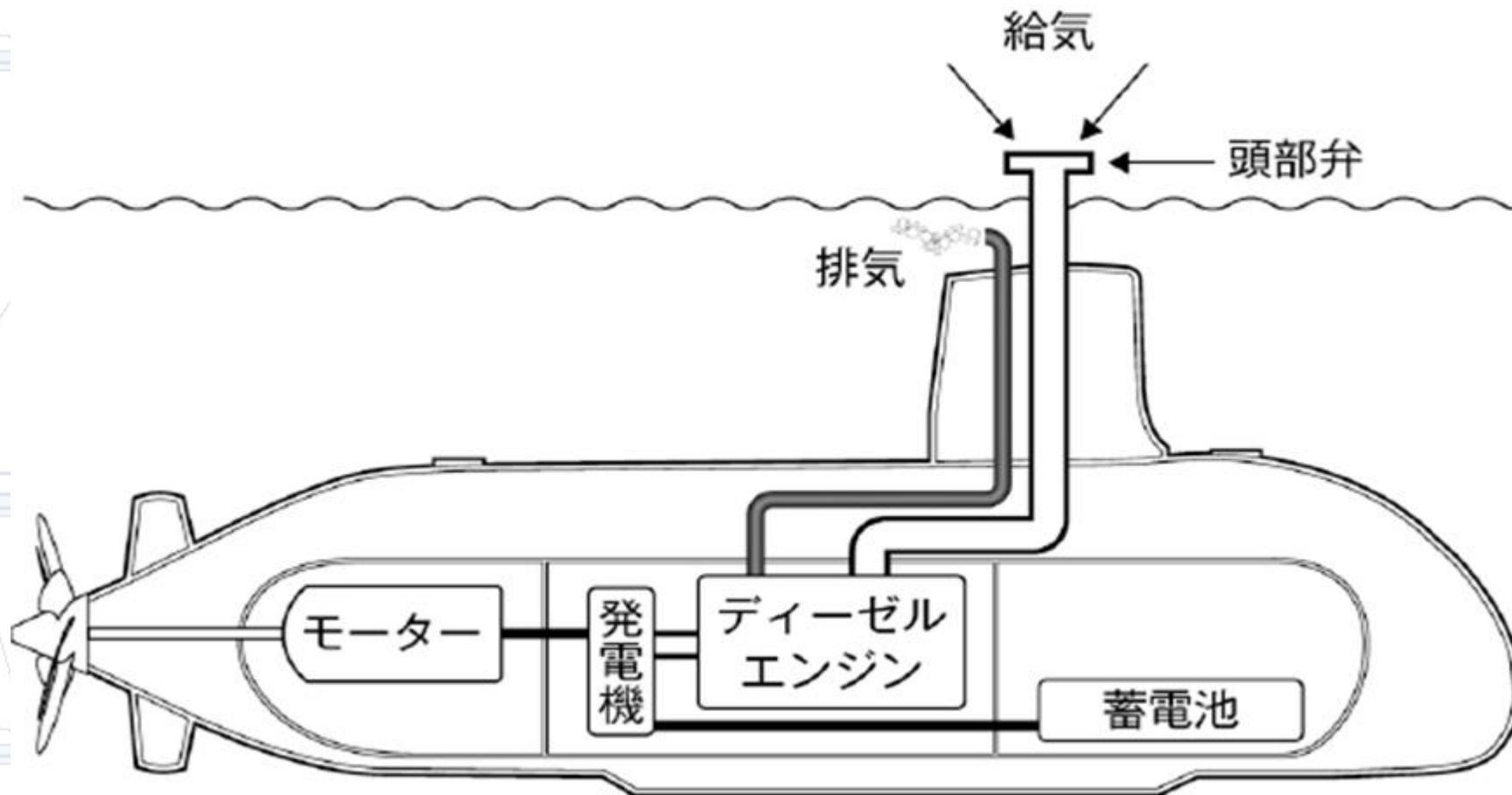
水中



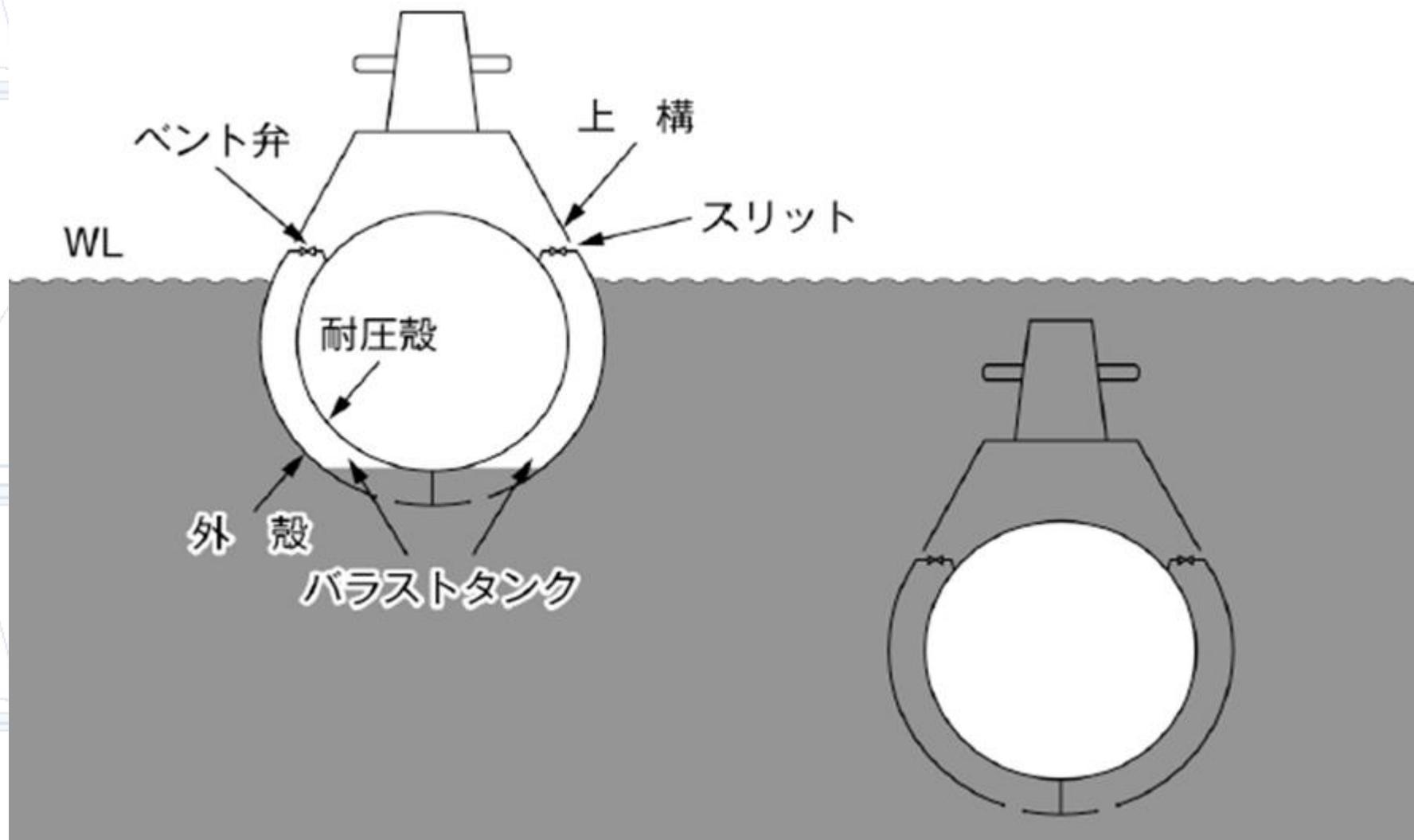
沈座



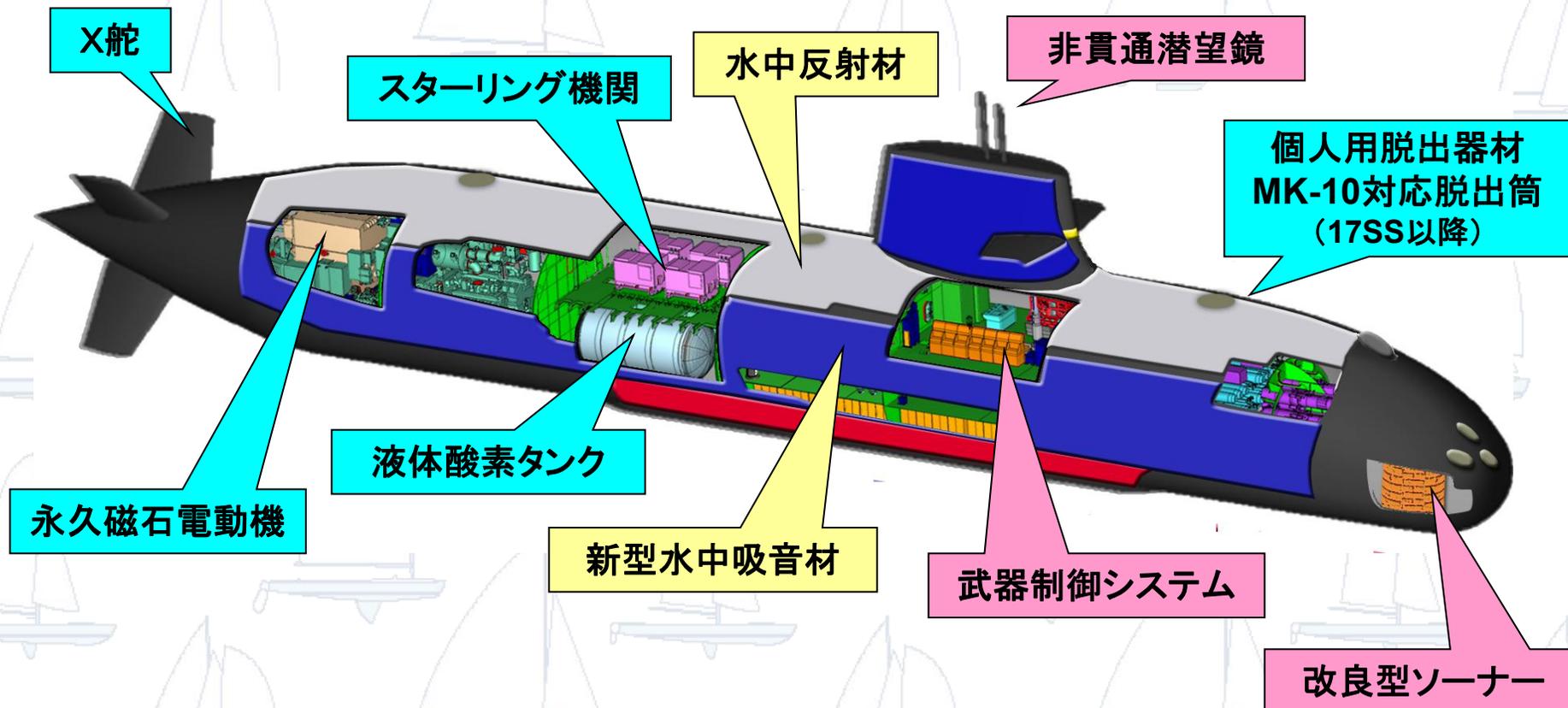
スノーケル装置



潜航・浮上のメカニズム



最新鋭そりゅう型潜水艦の概要



日本の潜水艦の技術的な特徴

動力, 推進, 操縦

- ・**通常動力型潜水艦**：ディーゼルエンジンで発電 + 鉛電池に充電
(非原子力) 間もなく鉛電池⇒リチウム電池 ■
- ・**電力系統は直流**：交流が必要な場合はインバーターで変換
- ・**推進**：電動機でプロペラ駆動 (直流電動機⇒永久磁石電動機 (交流) + インバーター) ■
- ・**操縦**：縦舵、横舵、潜舵で水中三次元操縦 (縦舵 + 横舵⇒X舵) ¹ ²

深く、長く、静かに潜航できる技術 (徹底した隠密性確保)

- ・**深く**：製鉄所 (新日鉄住金、JFE) と最強の鋼材 (調質超高張力鋼) を共同開発 ■
- ・**長く**：スターリング A I P システム開発、次は燃料電池 A I P か
長期間艦内生命維持 (酸素・二酸化炭素・一酸化炭素・水素・P M) ■
- ・**静かに**：ここ数十年で飛躍的に静粛化技術が進歩・・・この技術はトップシークレット

安全性, その他

- ・**超安全な乗り物** (冗長性、高精度、高品質・・・)：徹底した品質管理
- ・機能拡大に伴う**大型化を抑制** (高密度艙装)¹ ²、**大型化対策** (水中吸音材、反射材) ■
- ・安全対策 ・乗員に対する**魅力化対策** ■



日本の潜水艦の特徴

- ・**少量量産型**（同型艦を10年で10艦程度）：自動車は大量量産型（100万台レベル）
航空機は中量量産型（1,000機レベル）
- ・**三菱重工と川崎重工**が受注（設計建造できるのは2社のみ）
- ・いずれも**神戸**で建造
- ・**毎年連続建造**（防衛大綱の目標22隻維持）
 - － 建造基盤維持、雇用維持、秘密維持も
- ・潜水艦の建造を支える企業は**1,000社**を超える（ピラミッド構造でほぼ役割固定）
- ・大手企業を除けば多くの企業（中小企業）が**神戸およびその近郊に集積**
- ・建造から廃艦（メンテナンス）までの**約25年間の責任維持施工**
- ・22隻への増艦を寿命延伸で実現。**寿命延伸によるメンテナンス需要増加**



日本の潜水艦の特徴

- ・**国産化率約 100% (除、武器技術)**

- スターリングエンジンは外国技術だが国産化
- オンコール (On Call) メンテナンス (稼働率向上)

- ・**個別最適と全体最適の融合**

- 個別最適、匠の技術者は多くいるが、全体最適の技術者は意外に少ない

- ・**高密度構造・高密度艤装**

- 匠の技に依存
- 匠の技術からの脱却の必要性、3D・CADの適用
(デジタル生産システム)



日本の潜水艦の特徴（造船所の役割と外注企業の役割）

- ・**造船所技術**：研究開発、設計（基本設計、詳細設計、生産設計）、船体主要構造の製作、高密度艙装、艦全体の品質保証、メンテナンス（機器メンテナンスはメーカー作業）とその**維持**
- ・**上記以外は多くの外注企業に依存**：機器、艙装品、部品、加工、その他



- ★造船所は外注企業をネットワーク化して円滑な調達かつ安定建造維持
- ★三菱派、川重派、両社納入派
- ★外注が納期、品質が維持できなくなれば立ち入り調査⇒改善策⇒それでもだめなら退場

ただし、新しい要求機能を満たす機器、部品、加工法を絶えず開拓

- 静粛性等絶えず進化している機能に寄与する技術
- 高密度艙装のため小型化、軽量化技術
- 省電力化技術
- コスト低減に寄与する技術

主要マストの長尺特殊加工は明石市のM社が担当



潜水艦の安全，救難対策

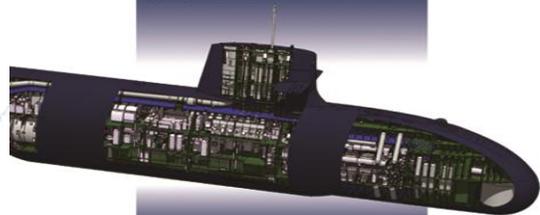
Submarine mechanism Complete Guide

なぜ、日本の潜水艦は世界最高水準と言われるのか？

海の忍者を解剖する

潜水艦 メカニズム 完全ガイド

秘密は
緻密
精密
静粛



日本の潜水艦と潜水艇の仕組みと技術がわかる
潜水艦で働く人々の使命と仕事と生活がわかる
潜水艦の設計・建造・メンテナンスまでわかる

元川崎重工株式会社
潜水艦設計部長

佐野 正 著

秀和システム



潜水艦の事故（例）

1. 佐久間艇長の殉職

- 日本で建造された潜水艦の1番艦（ホランド型6号艇）
- 1906年竣工、事故は1910年
- 呉沖でスノーケル訓練中に吸気筒から浸水⇒浮上できず⇒全員死亡（14名）

2. ロシア原潜クルスク

- ロシアの巡航ミサイル原子力潜水艦
- 1994年竣工、事故は2000年
- バレンツ海で訓練中、艦内で魚雷爆発⇒浮上できず⇒全員死亡（118名）



日本の潜水艦の安全対策（安全性の確保で稼働率向上）

1. **設計**
 - ★安全性、信頼性確保された設計法、機器、部品の使用
 - ★フェールセーフ、冗長系の徹底
2. **製作**
 - ★機械化及び潜水艦に特化した熟練工（匠）による製造
3. **検査（品証）**
 - ★工程の各段階で検査、原則全数検査、約半年かけた海上試験
4. **メンテナンス（定期検査、年次検査：徹底した予防検査）**
5. **浮上できなくなった場合の救難方法の確保**
6. **運用スキルの徹底した訓練**
7. **補給体制**



事故により浮上できなくなった潜水艦の救難（現在）

1. DSRV方式

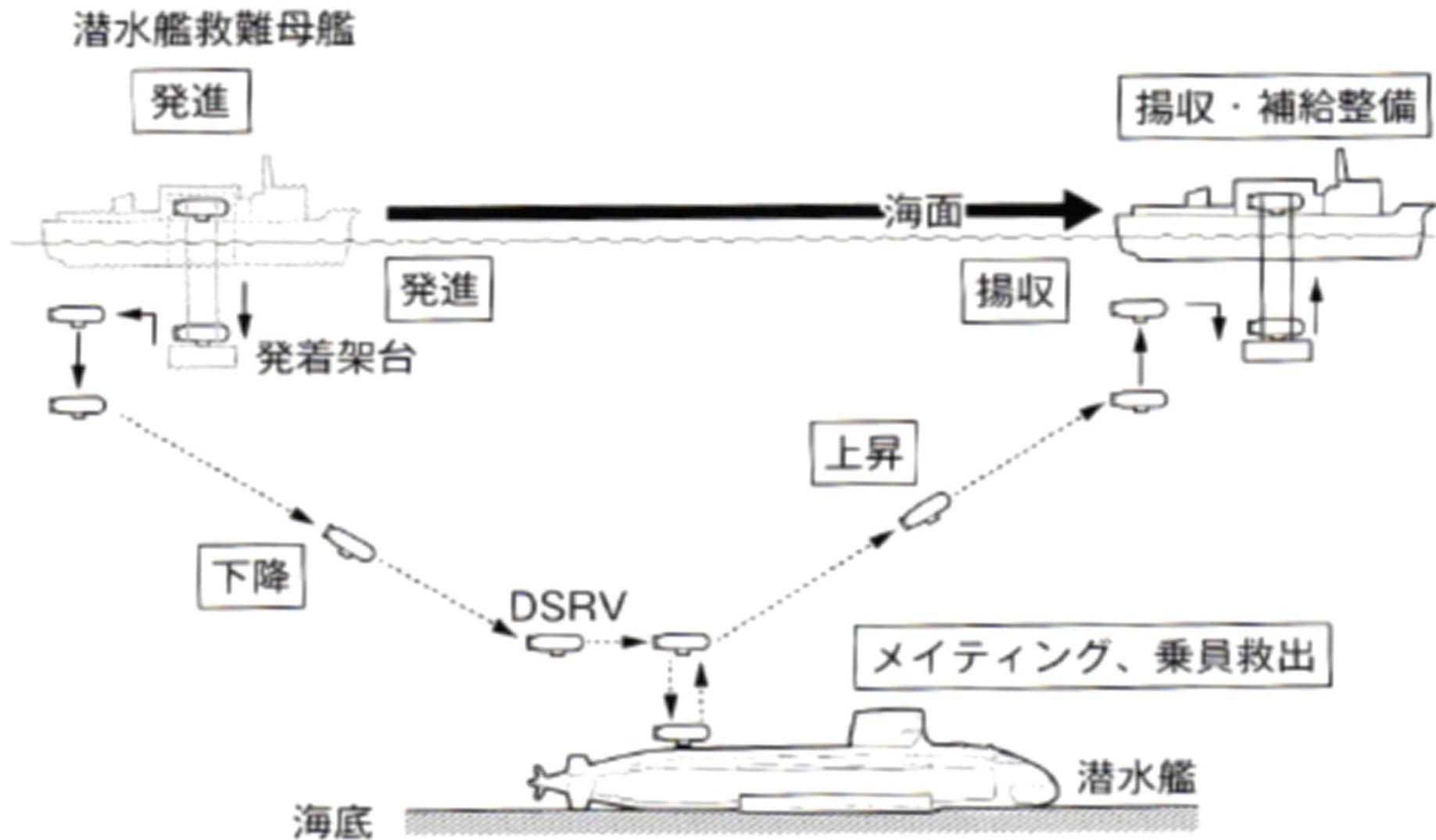
2. 潜水艦のハッチから個人脱出（スタンキーフード、MK-10）

海上自衛隊深海救難艇 (DSRV)

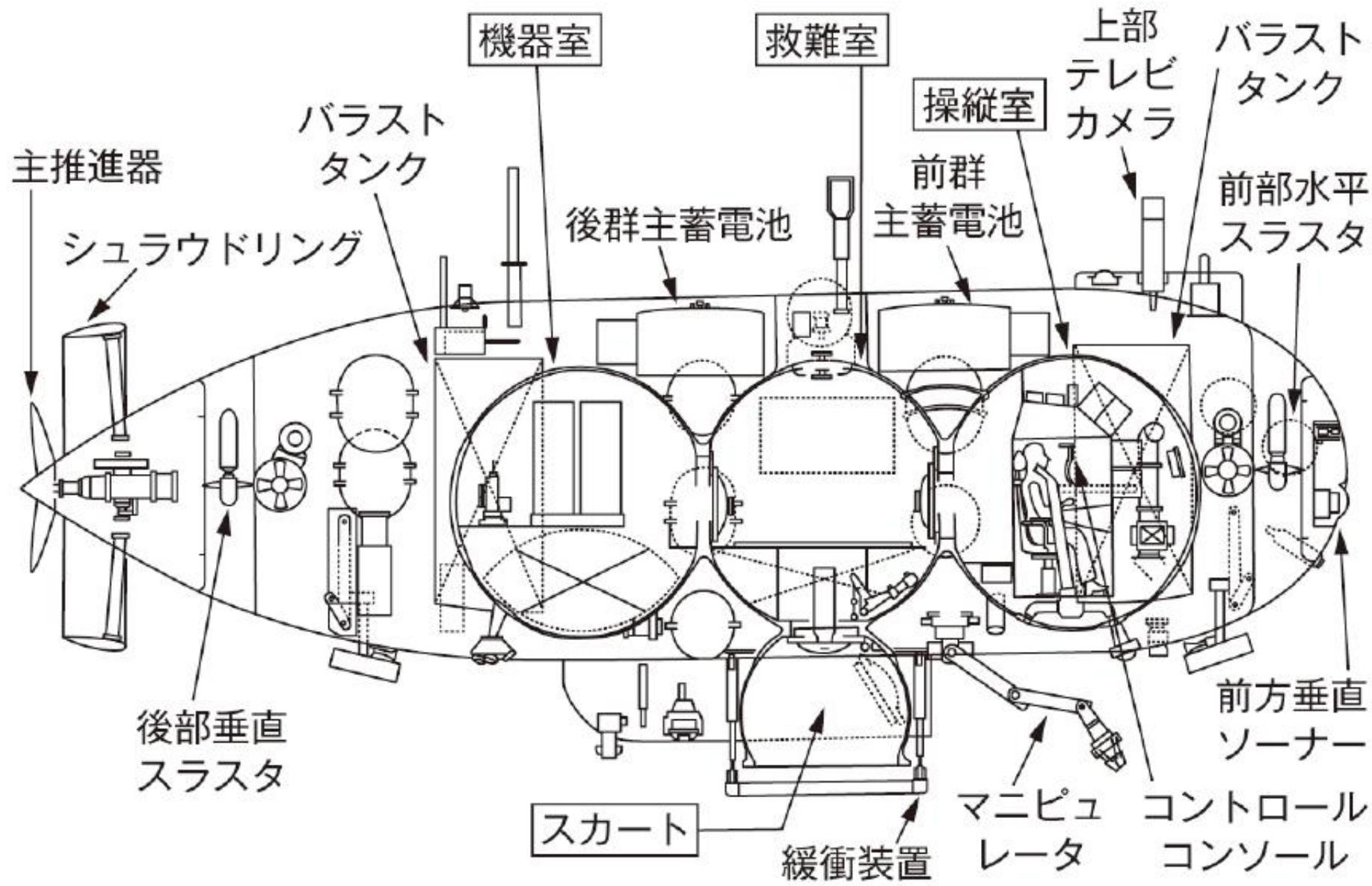


準備が済み「あよた」の艦中央部のトング内で下降し着水が始まったDSRV

深海救難艇DSRV方式

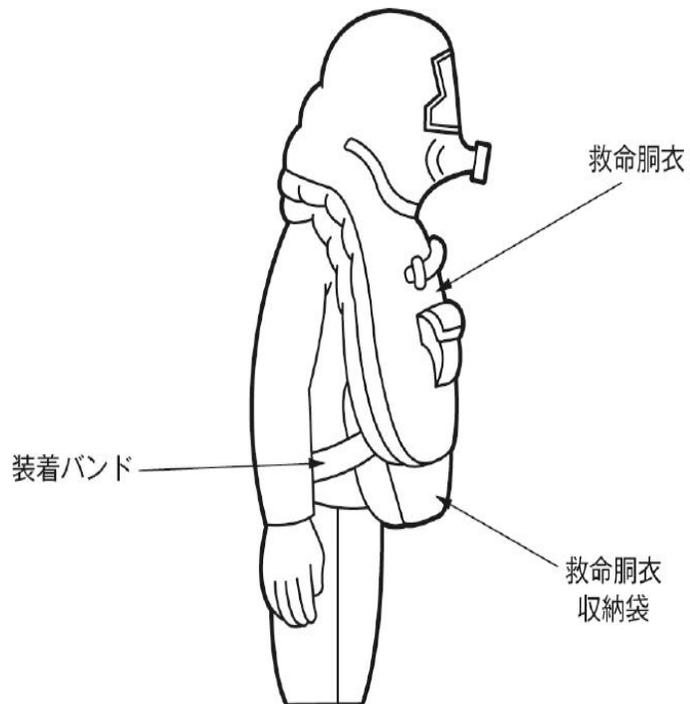


DSRV配置図（側面）

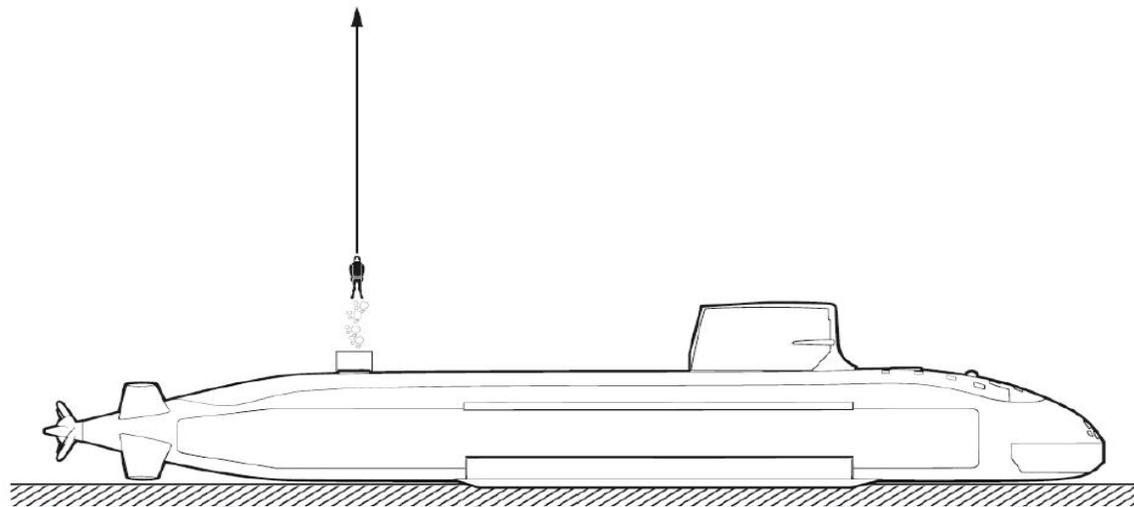
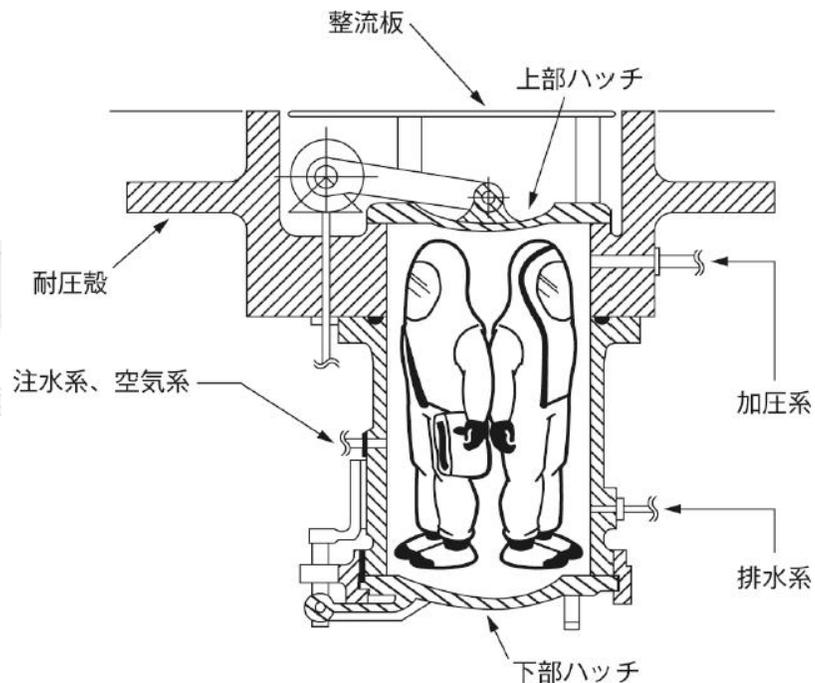


潜水艦のハッチから個人脱出

スタンキー・フード装着図



MK-10





最後に

1. 国家の安全保障上、世界及び日本で潜水艦がなくなることはありません。
2. 潜水艦は様々な技術の集積であり、その時代の技術進歩を取り入れてどんどん進化していきます。今後も神戸を中心にこの地区が日本の潜水艦の技術を先導します。
3. 造船所が取り組む潜水艦技術は武器技術ではなく、過酷な海中で乗員が安心して活動できるプラットフォームの構築であり、『世界で一番安全な乗り物』を目指しています。
4. 日本の場合、潜水艦は多くの外注企業の技術力に支えられています。
神戸市周辺には、1次、2次、3次外注が多く存在し、これらの企業なくして潜水艦の建造は成り立ちません。

ご清聴ありがとうございました。

