

海事クラスターによる共同研究開発 システムの試みについて



(国研)海上・港湾・航空技術研究所
理事長 東大名誉教授 大和 裕幸

講演の内容



1. はじめに
2. (国研)海上・港湾・航空技術研究所(うみそら研)について
3. 海上技術安全研究所(海技研)について
4. うみそら研・海技研に対する社会的要請について
5. 造船国の競争力強化への取組について
6. うみそら研のあるべき将来像について
7. 海技研が目指すべき方向について
8. まとめ

1. はじめに



講師：
 (国研) 海上・港湾・航空技術研究所
 理事長 大和 裕幸 氏



〈略歴〉

- 昭和52年3月 東京大学工学部船舶工学科卒
- 昭和57年4月 科学技術庁航空宇宙技術研究所
- 平成 9年4月 東京大学大学院工学系研究科教授
- 平成21年4月 東京大学大学院新領域創成科学研究科長
- 平成25年4月 東京大学理事・副学長
- 平成28年4月 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所理事長
- 平成28年6月 東京大学名誉教授

2. (国研)海上・港湾・航空技術研究所

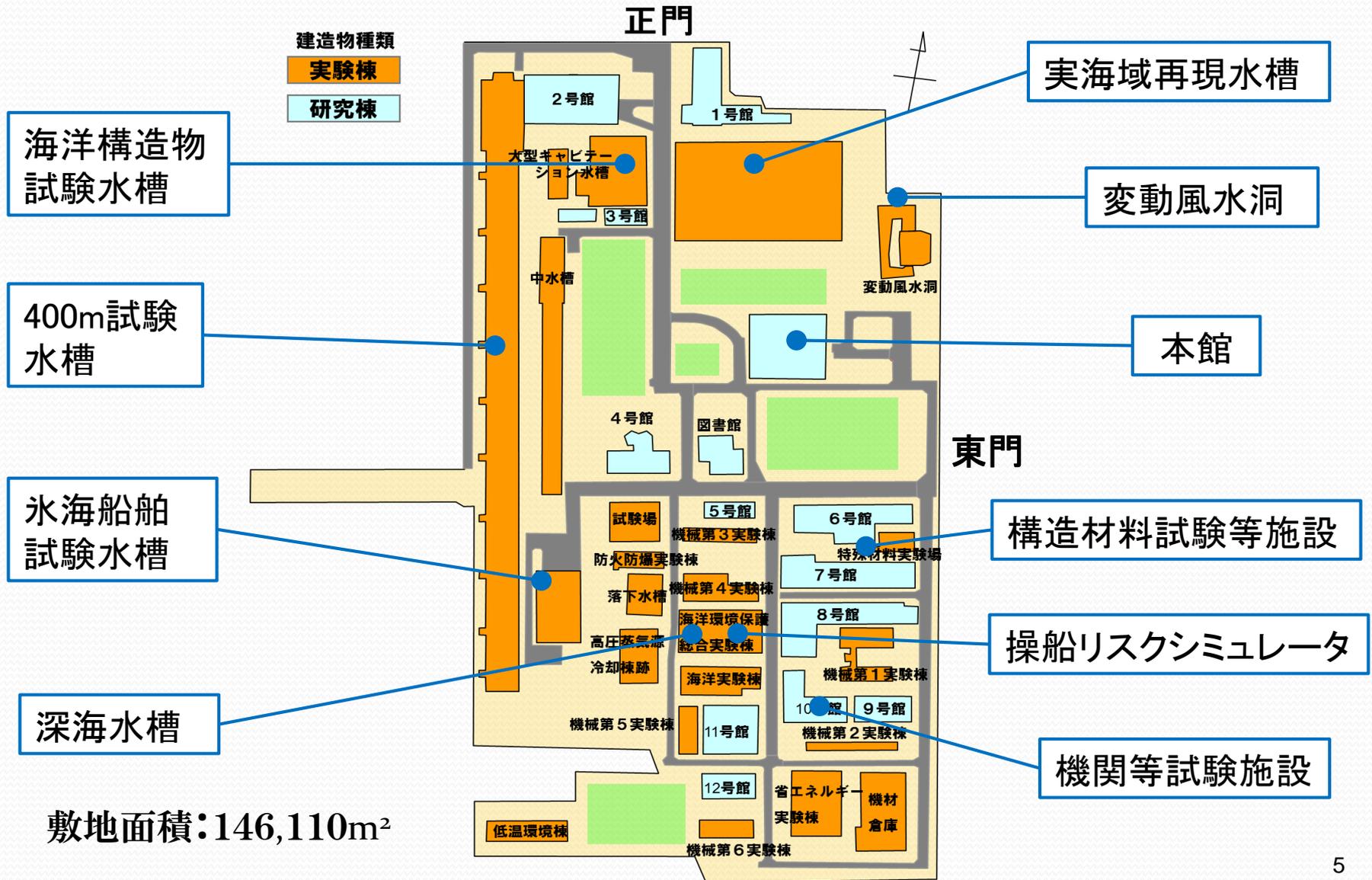


名称	役員	所在地	主な業務	予算規模 (運営費交付金) ※H27年度	役職員数
海上・港湾・航空 技術研究所 (H28.4発足)	理事長 理事 監事		<ul style="list-style-type: none"> ・経営戦略 ・融合分野開拓 ・重要事項の企画立案等 	76億円 (54億円)	役員7名 職員374名
海上技術安全 研究所 (S38.4発足)	理事 (所長)	東京都 三鷹市 新川	・船舶・海洋利用等の 調査研究開発	34億円 (27億円)	職員215名
港湾空港技術 研究所 (S37.4発足)	理事 (所長)	神奈川県 横須賀市 久里浜	・港湾・空港の整備等に 関する調査研究開発	25億円 (12億円)	職員101名
電子航法研究所 (S42.7発足)	理事 (所長)	東京都 調布市 深大寺東町	・航空交通システム等に 関する調査研究開発	17億円 (15億円)	職員58名

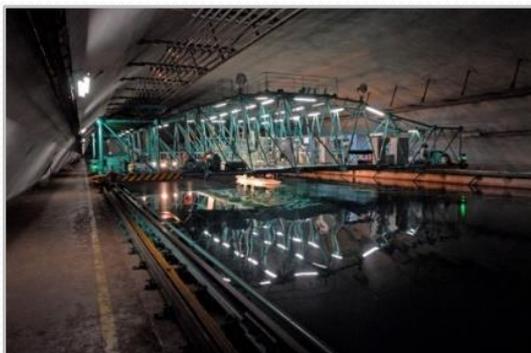
3. 海上技術安全研究所



① 主な研究施設



3-②実験施設



1966年：400m試験水槽完成
※昨年10月に50周年記念講演会を実施



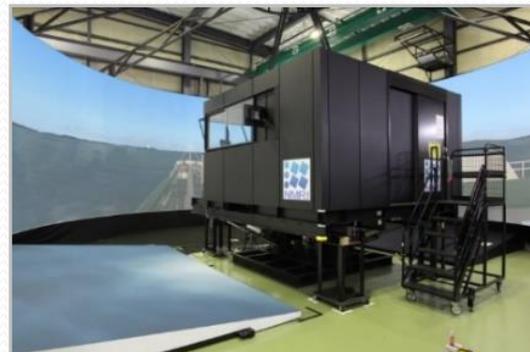
1977年：海洋構造物試験水槽完成



1980年：氷海船舶試験水槽完成



2002年：深海水槽完成
※2002年に世界最深の試験水槽としてギネス認定



2007年：操船リスクシミュレータ完成



2010年：実海域再現水槽完成

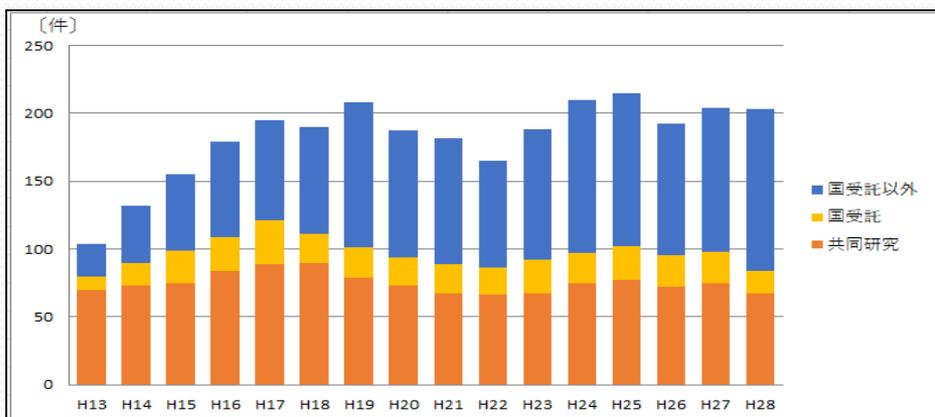
世界トップレベルの大型研究施設を保有

3- ③実験施設の拡充の歴史

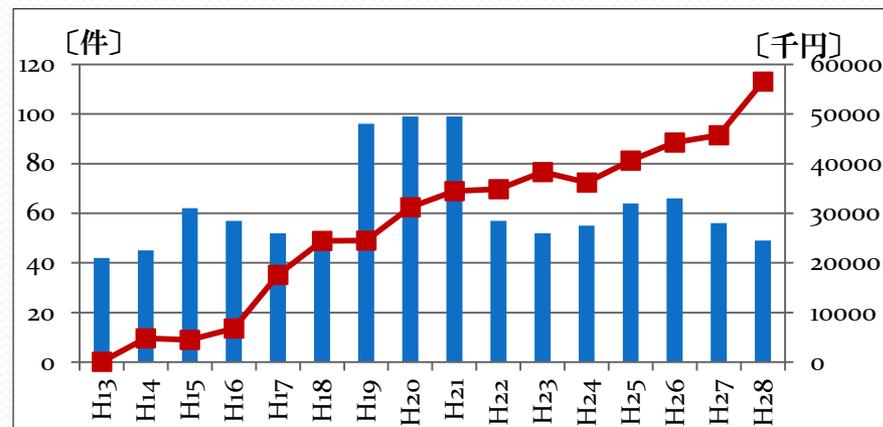
完成時期	試験水槽及び実験装置	※下記以外の研究施設も保有
1958年	動揺試験水槽	
1965年	落下試験水槽 →2015年に水中機器試験水槽に変更	
1970年	波浪荷重試験装置（スロッシング試験装置、水平動揺装置）	
1971年	三鷹第三船舶試験水槽（中水槽）	
1974年	キャビテーション水槽	
1982年	船用4サイクルディーゼルエンジン実験装置、500トン大型構造物試験機	
1993年	変動風水洞	
1994年	微小気泡用小型高速流路、材料強度試験機	
1995年	複合荷重試験装置、長期間腐食疲労試験装置	
2001年	極浅水域流体力計測用水路、大変位強制動揺装置	
2002年	高圧タンク、化学分析システム（ガスクロマトグラフィー質量分析装置等）、材料分析システム（電子顕微鏡、X線分析装置等）	
2008年	高精度摩擦抵抗計測装置	
2013年	実験用排ガススクラバー装置	

多種多様な研究施設及び実験装置を保有

3- ④研究活動の実績

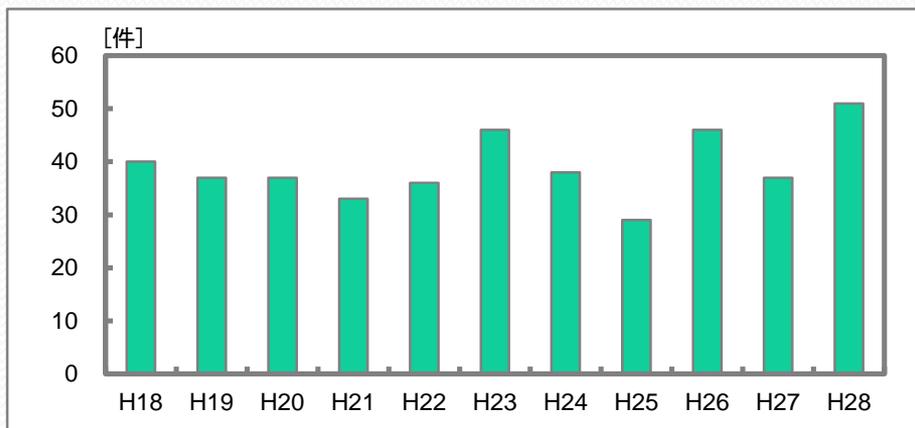


共同研究・受託研究件数

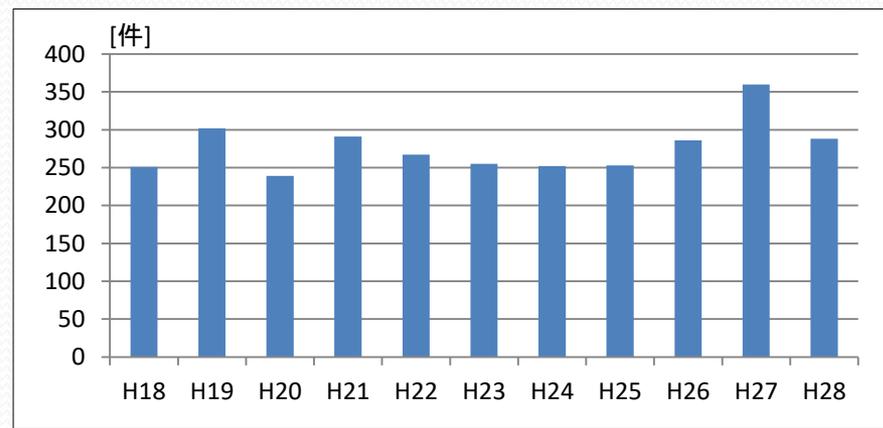


特許/プログラム

- 登録件数
- 使用料収入(折線)



IMO提案文書件数



論文件数

豊富な専門的知見や質の高い技術力を保有

4. うみそら研・海技研に対する社会的要請

①科学技術基本計画における国立研究開発法人の位置づけ

※出典：内閣府HPより抜粋

第1章 基本的考え方

(1)現状認識

■ICTの進化等により、社会・経済の構造が日々大きく変化する「**大改革時代**」が到来・知識・価値の創造プロセス変化(**オープンイノベーションの重視、オープンサイエンスの潮流**)等

(4)基本方針

■あらゆる主体が**国際的に開かれたイノベーションシステム**の中で競争、強調し、**各主体の持つ力を最大限発揮**できる仕組みを、**人文社会科学、自然科学のあらゆる分野**の参画の下で構築

第2章 未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取組

(2)世界に先駆けた「超スマート社会」の実現(Society 5.0)

■サイバー空間とフィジカル空間(現実社会)が高度に融合した「**超スマート社会**」を**未来の姿として共有**し、その実現に向けた**一連の取組「Society 5.0」***とし、**更に進化させつつ協力に推進**

* 狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続くような新たな社会を生み出す変革を科学技術イノベーションが先導していく、という意味を持つ

第3章 経済・社会的課題への対応

■様々な課題への対応に関連し、**国家戦略上重要なフロンティア**である「**海洋**」「**宇宙**」の適切な開発、利用及び管理を支える**一連の科学技術**について、**長期的視野に立って継続的に強化**

第4章 科学技術イノベーションの基盤的な力の強化

(2)知の基盤の強化

■**イノベーションの源泉としての学術研究と基礎研究**の推進に向けた**改革・強化**(**社会からの負託に応える科研費改革・強化**、**戦略的・要請的な基礎研究の改革・強化**、**学際的・分野融合的な研究充実**、**国際共同研究の推進**、**世界トップレベル研究拠点の形成**など)

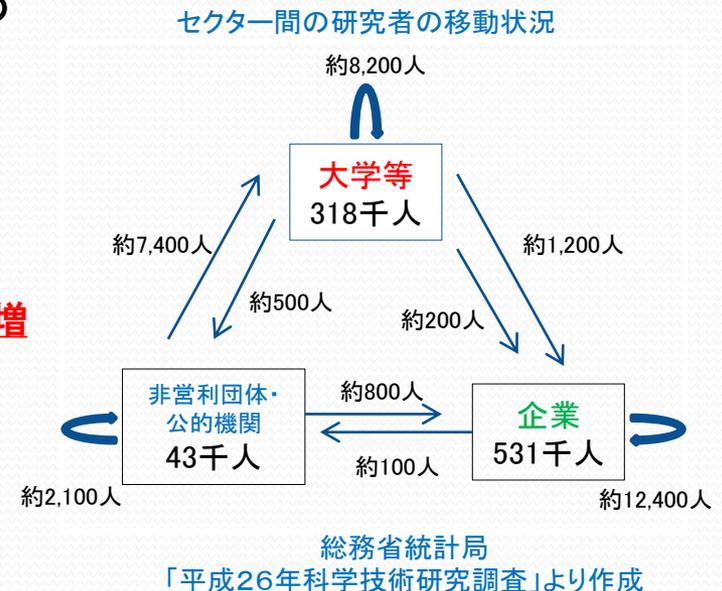
第5章 イノベーション創出に向けた人材、知、資金の好循環システムの構築

(1) オープンイノベーションを推進する仕組みの強化

■企業・大学・公的研究機関における推進体制強化（産業界の人財・知・資金を投入した本格的連携、大学等の経営システム改革、国立研究開発法人の橋渡し機能強化など）

■人材の移動の促進、人材・知・資金が結集する「場」の形成

■こうした取組を通じセクター間の研究者移動数の2割増、大学・国立研究開発法人の企業からの共同研究受入額の5割増



第7章 科学技術イノベーションの推進機能の強化

科学技術イノベーションの主要な実行主体である大学及び国立研究開発法人の改革・機能強化と科学技術イノベーション政策の推進体制の強化を図るとともに、研究開発投資を確保する。

■「教育や研究を通じて社会に貢献する」との認識の下での抜本的な大学改革を機能強化、イノベーションシステムの駆動力としての国立研究開発法人改革と機能強化を推進

4- ② 海事産業の生産性革命

我が国を支える海事産業

【造船】

- 国内部品調達**91%**
- 地方で生産**94%**



【海運】

- 日本の輸出入貨物輸送**99.6%**

新たな市場である海洋開発分野

- 世界市場**40兆円**
- 今後の成長市場
- 日本の成長と資源確保に貢献
- 海洋開発分野は多くの船舶が用いられるため、我が国海事産業にとって重要



※FPSO: 浮体式石油生産貯蔵積出設備
※O&M: 操業及び保守整備

・innovation
・Information
・IoT ...

i-Shipping

海事産業の既存リソースを最大限に活用

相乗効果

新市場獲得で海事産業の魅力・競争力向上

j-Ocean

・Japan 日本の成長・資源確保
・joint 連携
・J-Curve Jの文字のように伸びる

- ◆ 船舶の開発・建造から運航に至るすべてのフェーズにICTを取り入れ、造船・海運の競争力向上を図る

- ◆ 海洋開発分野で用いられる船舶等の設計、建造から操業に至るまで、幅広い分野で我が国海事産業の技術力向上等を図る

新造船建造量世界シェア(売上)
2015年20%(2.4兆円)→2025年30%(6兆円)

海洋開発分野の売上高見込
2010年代 3.5兆円→2020年代4.6兆円

2つのプロジェクトからなる「海事生産性革命」を省の生産性革命プロジェクトに位置づけ、強力に推進

4- ②-a ~海事産業の生産性革命(i-Shipping)~



一般商船分野



【開発・設計】
i-Shipping (design)
新船型投入を最速で

船の省エネ性能
20%優位を維持
開発期間を半減

【建造】 *i-Shipping (production)*
IoTを活用、スマート・シップヤードへ進化

現場生産性 50%増
1989年: 68 総トン人 (一人当たり建造量)
2014年: 170 2025年: 250

【運航】 *i-Shipping (operation)*
顧客(海運)にとって高付加価値化

燃料のムダ使い撲滅
船の不稼働をゼロに

目標

2025年のシェア
3割を獲得

アウトカム

売上 **6兆円**
雇用増 **1万人**
経済波及効果 **45兆円**

現在の日本シェアは微小

2025年には、大規模プロジェクトを受注するなど、
一般商船と並ぶ「柱」へ

人材育成

若返る人材 (2005年平均43歳→2015年37歳)を効率的に育成

- ✓ *i-Shipping (design, production, operation)* を下支え
- ✓ 海洋開発に特化した技術人材を育成

・大学造船系学科からの採用
10年で1,500人(50%増)
・地域共同技能研修
10年で5,000人(50%増)

海洋開発分野



一般商船をベースロードとし、困難な海洋分野への進出を支援

- ・専用の船舶・浮体施設(高性能・高信頼性)が必要
- ・商船より設計費の割合が高く、技術力があれば利益大

商船の市場規模11兆円(2025年には13~20兆円)
海洋の市場規模 5兆円 中長期的には商船を上回るペースで成長
(現在は投資が停止中、市場リスク大)

Figure: Total Tonnage (万総トン)

Year	Total Tonnage	Japan (万総トン)	Japan Share (%)
2000	1,300	1,300	20%
2005	2,000	2,000	20%
2010	6,800	1,300	20%
2015	6,800	2,000	30%
2020	7,500	2,250	30%
2025	7,500	2,250	30%

出典:国土交通省資料

4-②-b ~海事産業の生産性革命(j-Ocean)~

基本的考え方

- 世界のエネルギー需要の拡大に伴い、**中長期的に拡大**する見込みである海底油田・ガス田等の海洋開発分野は、我が国の海事産業(造船、海運等)にとって重要な**新しい市場**。
- しかしながら、国内に海洋資源開発のフィールドが存在しないため、**産業として育っていない**。
- このため、①海洋開発の基盤となる**技術者の育成支援**、②部品・材料等のパッケージ化による商品力の向上も見据えた**技術開発支援**、③海外交通・都市開発事業支援機構(JOIN)等による**ファイナンス支援**等を着実に進める。
- これにより、海洋開発分野の施設等の設計、建造から操業に至るまで、幅広い分野で**我が国海事産業の技術力・生産性等の向上を図る**。

現状と課題

○海洋開発分野では**多くの船舶が用いられる**ため、海事産業にとって重要



- 建造から操業まで全体で40兆円程度の市場規模。
- 本邦事業者のシェアは1%程度。
- 国内には海洋資源開発のフィールドが存在せず、**産業が育っていない**。

エンジニアリング

FPSOのエンジニアリングシェアTOP5

1. SBM(蘭)	4. Teekay(加)
2. 三井海洋開発(日)	5. Omni(星)
3. BW Offshore(諾)	

我が国企業の一部は競争力を発揮。全体としては海外勢が存在感。

○1隻当たりの**受注金額**やそれに占める設計費の割合が**高く**、技術力に優れる企業にとっては魅力的。

浮体式石油生産貯蔵積出設備(FPSO)の価格

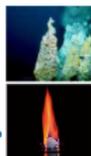
海洋開発産業概論第1版より



(大型タンカーは100億円程度)

石油・天然ガス開発以外にも、将来的に市場形成が期待される分野が存在。

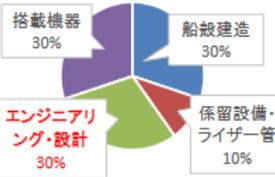
○EEZにはメタンハイドレート等の資源が埋蔵。



○黒潮等に囲まれるなど、海洋再生可能エネルギーのポテンシャルも高い。

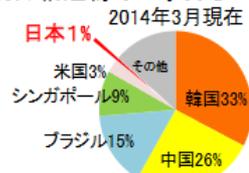


FPSOの費用内訳



建造

海洋構造物等の手持ち工事量シェア



日本の関与は限定的。

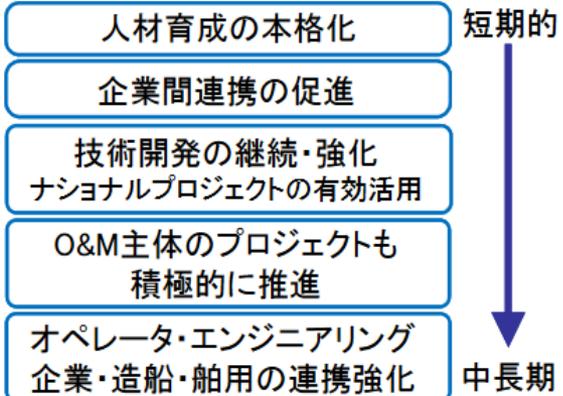
O & M

(Operation & Maintenance)
FPSOの操業には化学プラントの知見が必要

石油・LNGの輸送とは大きく異なる分野であり、出資等を通じて勉強を重ねている段階

海洋開発市場の取り込みに向けて

2010年代の海洋開発分野の売上見込 3.5兆円



O&M、エンジニアリング、建造、部品製造等を組み合わせ、プロジェクト全体を受注

2020年代の海洋開発分野の**売上目標4.6兆円**

4- ②-c ~海事産業の生産性革命(人材の確保・育成の取組)~

小・中学校

進学

高校

高専

大学・大学院

就職

企業

狙い

対策

海と日本プロジェクト

造船所見学会等

【日本財団支援、国交省協力】

全国50カ所以上で開催



インターネット、壁新聞、出前授業等の広報・啓蒙活動【海事業界】



造船業への理解促進、PR

地域の教育機関と造船業界のネットワーク再構築

造船職業教育の復活

H27-28予算:14百万円

インターンシップや地域教員と企業間の協議会の協議会

モデル事業実施(長崎・大分) ガイダンス作成



今治工業高校に造船コース創設(H28.4~)

文科省スーパープロフェッショナルハイスクールに指定 H28文科:8百万円

H28予算:10百万円

高校の新造船教材を作成中



H29予算12百万円

造船教員の養成プログラムの構築



専門工学知識をビジネスに近い環境で実践的に習得

海洋開発に特化した技術者の育成

複数企業連携による寄附講座の拡充【造船業界】



造船業界就職ハンドブック発行【造船業界】



H27-29予算:312百万円

海洋開発カリキュラム・教材開発

H27-29予算:148百万円

海洋開発シミュレータの開発・導入

H27-29予算:60百万円 +日本財団支援

海外企業へのインターン派遣(学生、企業若手)

ICTを活用し、新人・若手の技能訓練を効率化

女性活躍促進

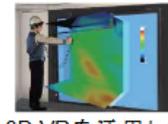
職場環境改善策に係る先進的取組の調査等



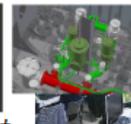
地域共同研修拠点構築

H27補正予算:80百万円(地方創生交付金)

(今治市)



3D-VRを活用した塗装研修



3D-CAD共同研修



技能コンクール開催

地域の産学連携共同研究

H27補正予算:15百万円(地方創生交付金)



造船強化に向けた調査・協議会開催(香川県)



海洋開発向け船舶特有の操船や挙動を再現 → 専門人材育成

※H29は政府予算案

5. 造船国の競争力強化への取組

①～韓国現代重工の研究開発費～

日本経済新聞

4月6日

木曜日

現代重工、研究開発費3倍

5年で3500億円、生産効率化



【ソウル＝山田健一】韓国造船大手の現代重工工業は5日、2021年までの5年間に3兆5000億ㄖ(約3500億円)の研究開発費を投じると発表した。16年までの5年間の実績に比べて3倍に増やす。新しい排ガス規制に対応した新型船や、韓国造船大手は日中勢との競合で収益が悪化した(蔚山の現代重工工業の造船所)

インターネットを活用した効率的な生産設備の開発を進める。製品開発力と生産技術力を高め、競争が激化する造船業界で生き残りを目指す。現在約4千人の設計や研究開発を担う技術者を21年までに2・5倍の約1万人に増やす。現代重工工業は「競争力のある新製品を生み出す設計技術

や無駄の少ない生産システムの構築を狙い」と説明する。最高技術責任者(CTO)職も新設する。造船業界では、硫酸酸化物(SOx)などの排出抑制を義務付けた新たな環境規制が20年に導入される見通し。新しい規

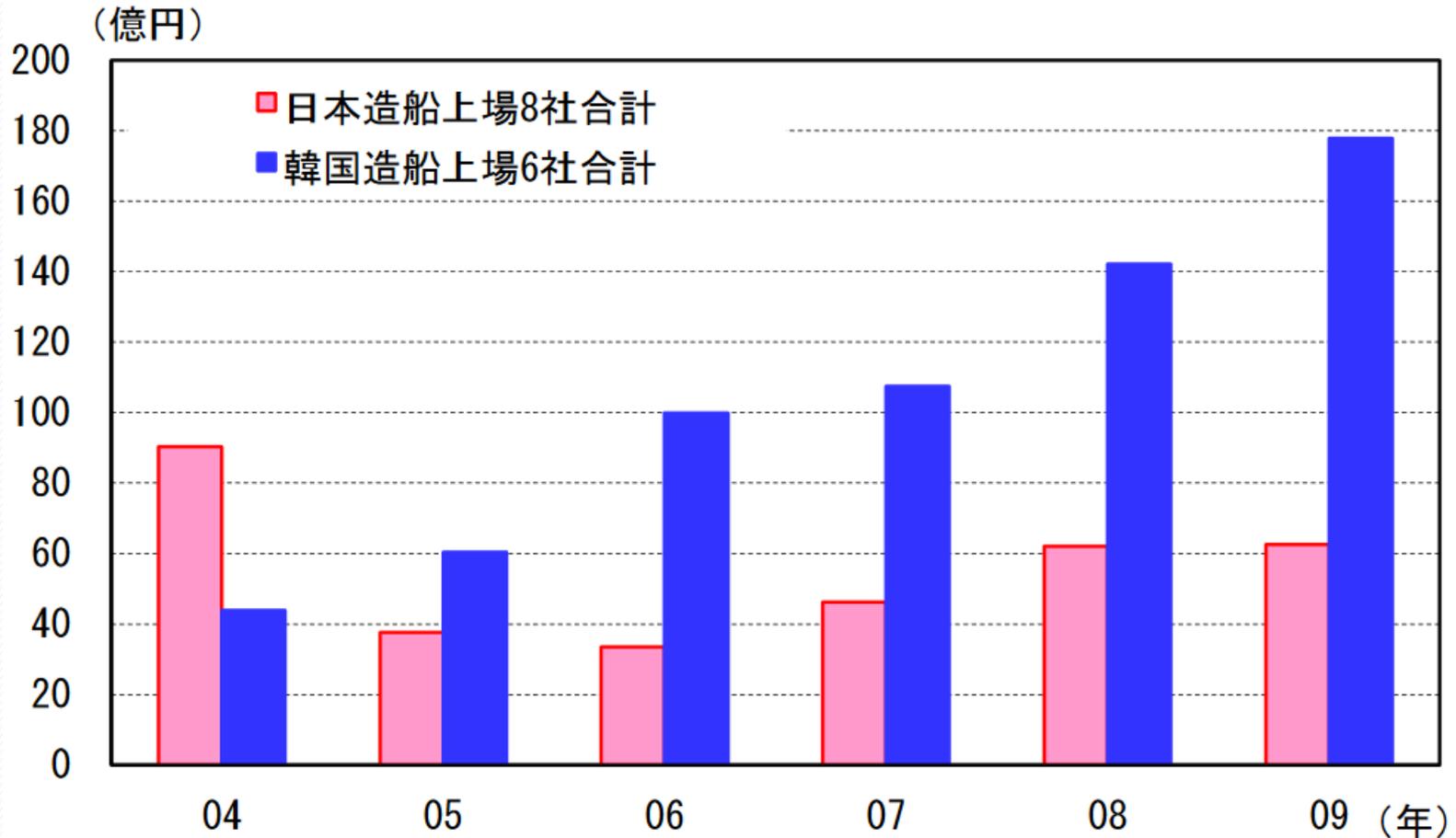
制が始まる2年前の18年ごろから新型船の需要が拡大するとの見方もあり、現代重工工業は環境規制への対応力を高めて、受注競争を有利に運びたい考え。造船所の「スマート化」も進める。あらゆるもの

がインターネットにつながる「IoT」関連の設備を導入し、センサーを使って生産データをこまめに収集・分析して現場の改善活動につながる環境作りを目指す。

韓国の造船会社は、高付加価値船を得意とする

日本と、低価格船を得意とする中国の両方と競合し、採算が悪化している。現代重工工業も15年12月まで2期連続で営業赤字に陥った。16年12月期は黒字回復したが、黒字定着に向けた競争力強化が課題になっている。

5-②～日韓の研究開発費投資の比較～



(備考) 1. 各社IR資料により作成

2. 日本:三菱重工業、IHI、川崎重工業、三井造船、住友重機械工業、名村造船、佐世保重工業、サハス・シンノ明昌

3. 韓国:現代重工業、三星重工業、大宇造船海洋、現代尾浦造船、STX造船海洋、韓進重工業

4. 日本の造船会社の研究開発費は、造船部門の研究開発費を抽出して計上

5. 韓国の造船会社の研究開発費は、全体の研究開発費をセグメント売上高比で按分して造船部門の研究開発費を算出

6. 1ウォン=0.07円で換算

出典:日本政策投資銀行レポート

5-③～中国製造業の競争力強化への取組～

中国政府は、2015年に「海洋工程設備およびハイテク船舶」を含む十大重点産業の国際競争力の向上を目的に産業発展のための施策として「メイド・イン・チャイナ 2025 (中国製造 2025)」を打ち出した。

「中国製造2025」を2016年から2049年までの30年超の長期にわたる製造業振興計画と位置付けている。

表1:中長期計画

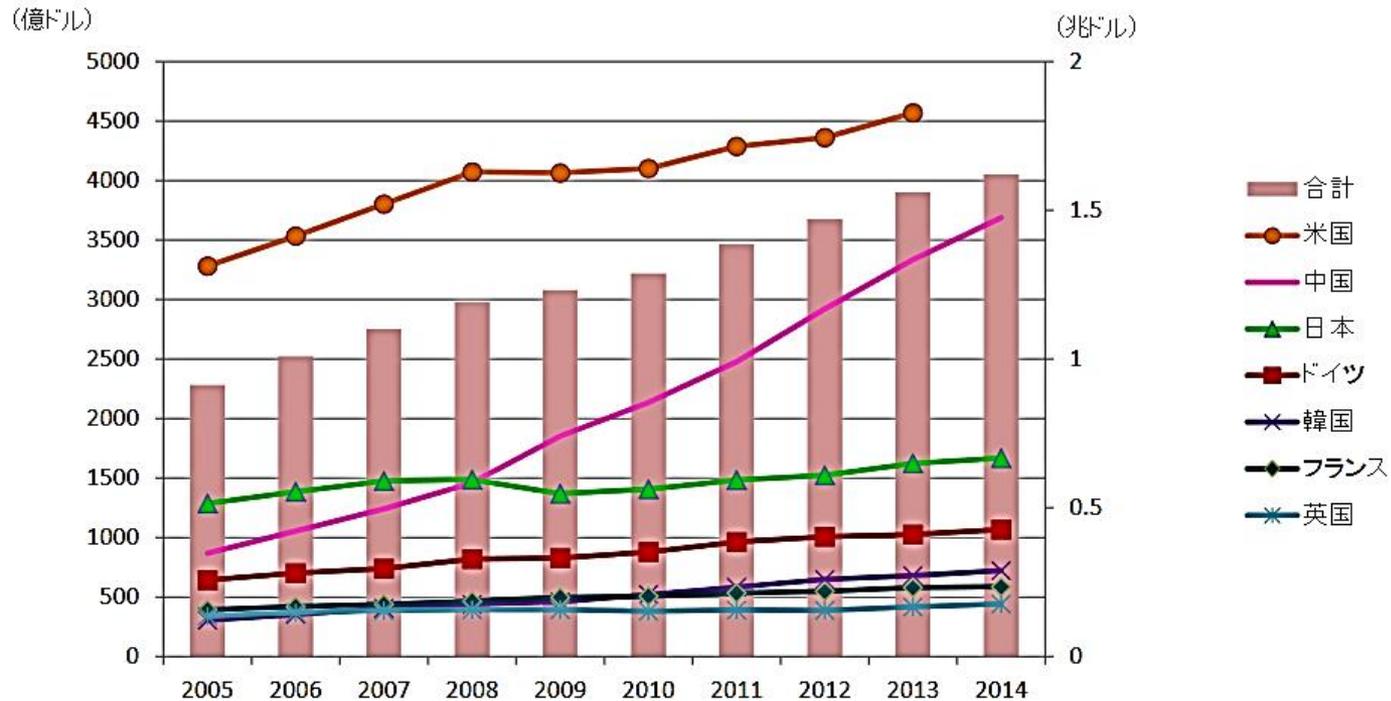
	期間	総合的实力	イノベーション能力	産業の発展
第一ステップ	2016-2025	世界の造船強国の一員となる	イノベーション能力を顕著に強化する	世界の産業の中での分業とバリューチェーンにおける地位を確実に向上させる
第二ステップ	2026-2035	世界の造船強国における中間レベルに押し上げる	イノベーション能力を大幅に向上し、強みを持つ業種において全世界を刷新し牽引する能力を身に付ける	全面的な工業化を実現する
第三ステップ	2036-2049	世界の製造強国の上位にまで押し上げる	主要分野が刷新牽引する能力と確実な競争力を持つ	世界を先導する技術体制と産業体制を構築する

表2:達成目標

	指標	2013年	2015年	2020年	2025年
イノベーション能力	一定規模以上の製造業者における研究開発のための内部支出が主体業務の収入に占める割合(%)	0.88%	0.95%	1.26%	1.68%
	一定規模以上の製造業者の主体業務収入1億元当たりの有効特許件数	0.36件	0.44件	0.70件	1.10件
品質効果	生産率の伸び	—	—	2015年比+2ポイント	2015年比+4ポイント
	労働生産効率の成長(%)	—	—	約7.5%	約6.5%

5-④～造船を含む研究開発費総額～

- ・中国の研究費は大きく伸びており、2005年の868億ドルから2014年には3,687億ドルと、4.2倍以上の伸びを見せている。日本は2009年に抜かれ、世界第3位。
- ・韓国は増加率が高く、10年で2.4倍に増加。



(出典) OECD Main Science and Technology Indicators /Gross Domestic Expenditure on R&D (Current PPP \$)(28 Jan 2015)

注1) 各国の研究費(折れ線)は左軸、合計の研究費(縦棒グラフ)は右軸

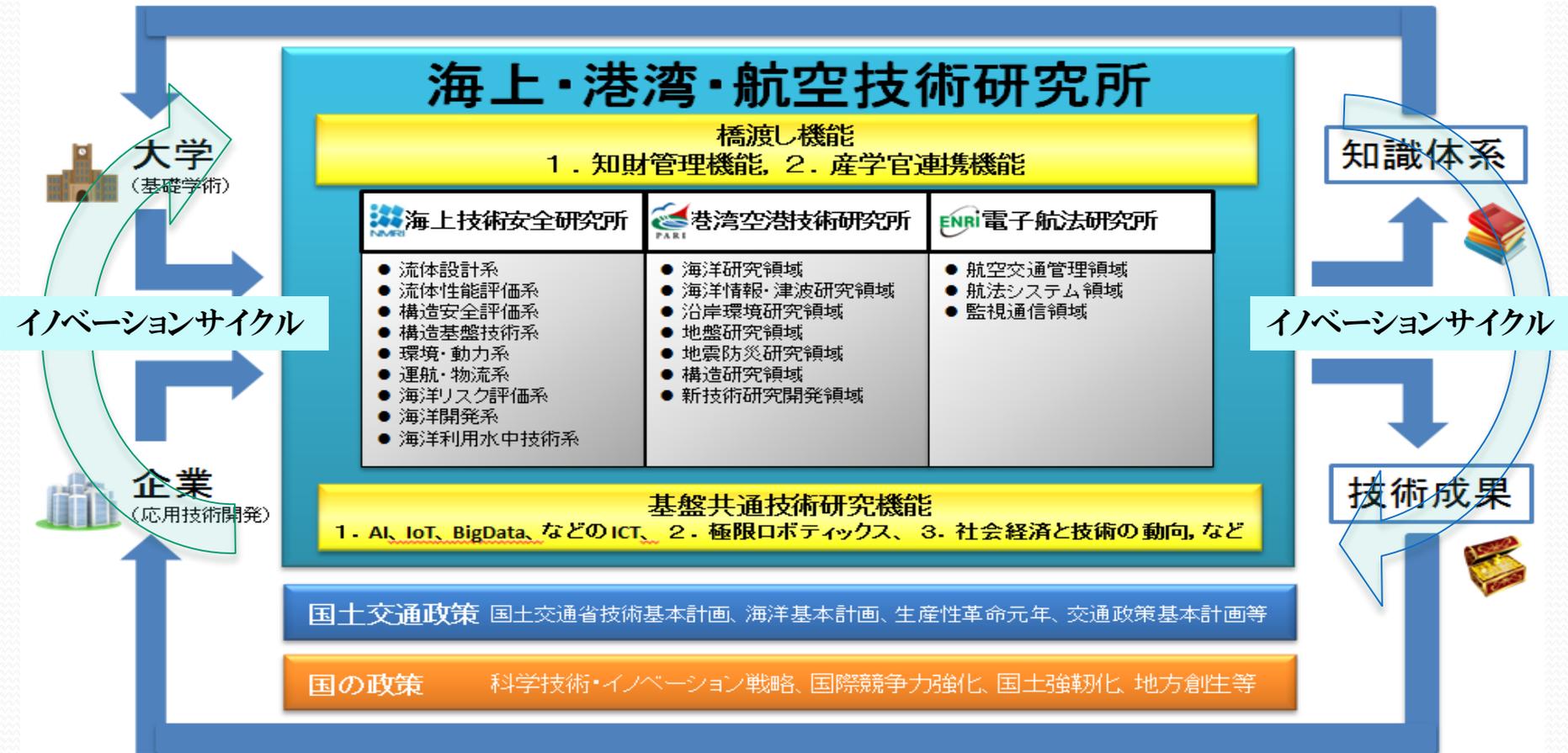
注2) 合計額は、OECD加盟国及びアルゼンチン、中国、ルーマニア、ロシア、シンガポール、南ア、台湾の合計

注3) 2016年4月末現在、米国の2014データ未登録

(備考) 各国通貨での金額をその年の一定のレートでドル換算するため、本グラフ中の日本の数値はグラフ(円ベース)での数値とは各年度とも必ずしも一致しない。

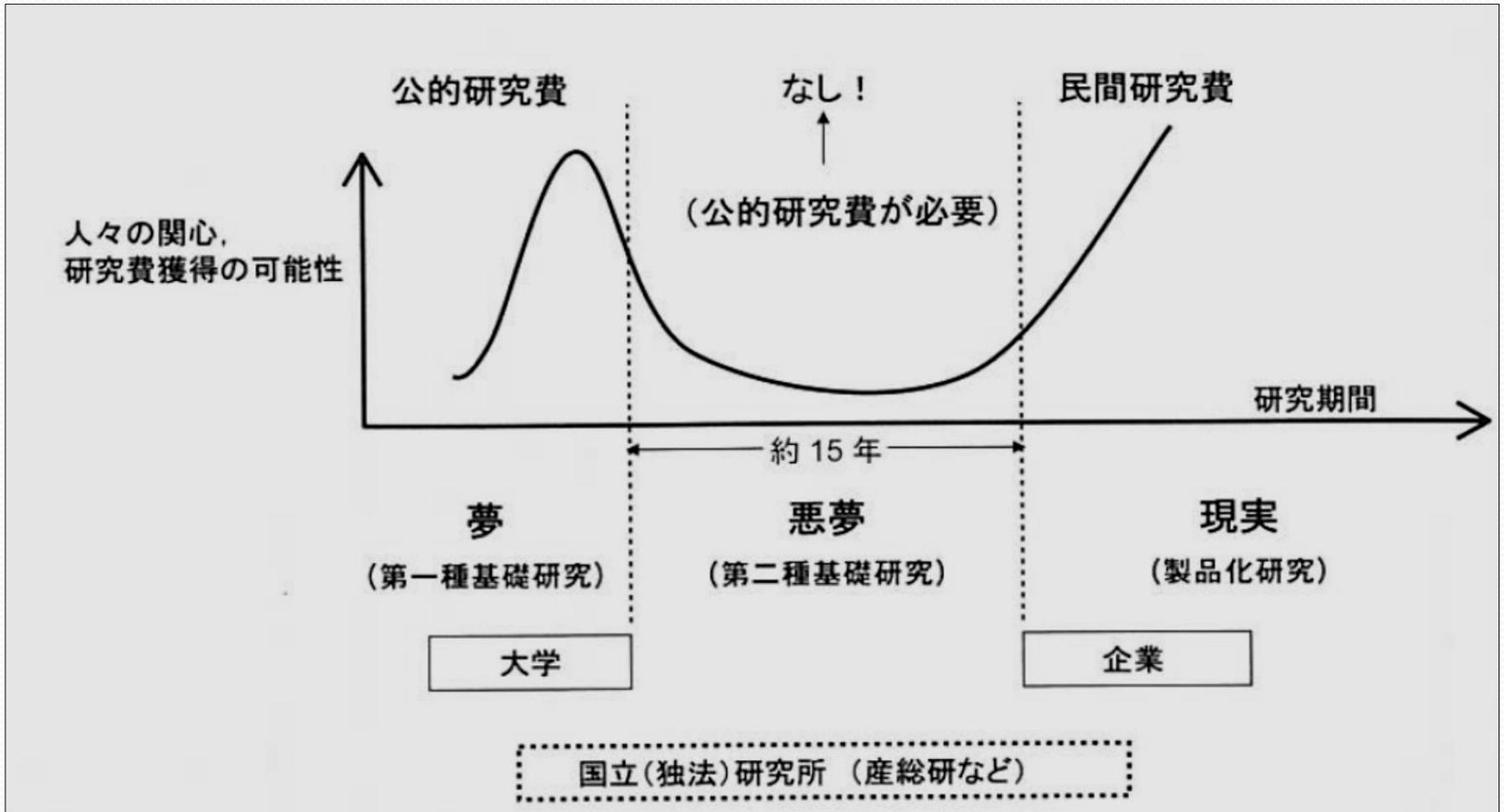
6. うみそら研のあるべき将来像

①共創・連携研究センターとしての役割



- ・イノベーションの駆動力として、AI(人工知能)などの共通基盤技術研究機能と橋渡し機能の強化を実施
- ・研究所においては、学術的シーズを有する大学との共同研究により知識創造のループを作り、その成果である発見や体系化された知識は、大学でのカリキュラムや産業の基盤、将来イノベーションのシーズとなる
- ・国の政策や民間企業等のニーズを踏まえた研究開発を行い、技術玉成のループを構成して、その成果を民間企業等に移転
- ・これらの取組により、イノベーションの中核機関・コンセプト創出機関、人・情報・資金が集積する国際的な研究所を目指す

6-②社会貢献に繋がる研究



研究フェーズの統合体としての本格研究

※出典: 吉川弘之著「本格研究」, 東大出版会, 2009年, P79

6-③うみそら研のあるべき将来像

- ◎ これまでの海上、港湾、航空の各研究所が培ってきたポテンシャルをさらに高めるとともに、それらを連携、融合させ、交通とこれを支える産業の持続的発展と、海、空、国土の適切な利用に貢献することが求められている。
- ◎ このため、それぞれの研究を深化するとともに、融合研究分野を設定し、新たな研究を展開する。そして、我が国が求める交通システムや海洋利用の動向等の将来を描きながら、常に10年後を見据えた新しい研究所像を定め戦略的に行動し、研究から産業イノベーション、国際的な貢献につなげていく。
- ◎ この実現のため、産業界や大学と連携して研究開発システムを構築し、人材を育成し、施設・設備を充実させる。
- ◎ それらを踏まえ、新たな研究所の「かたち」をつくる。

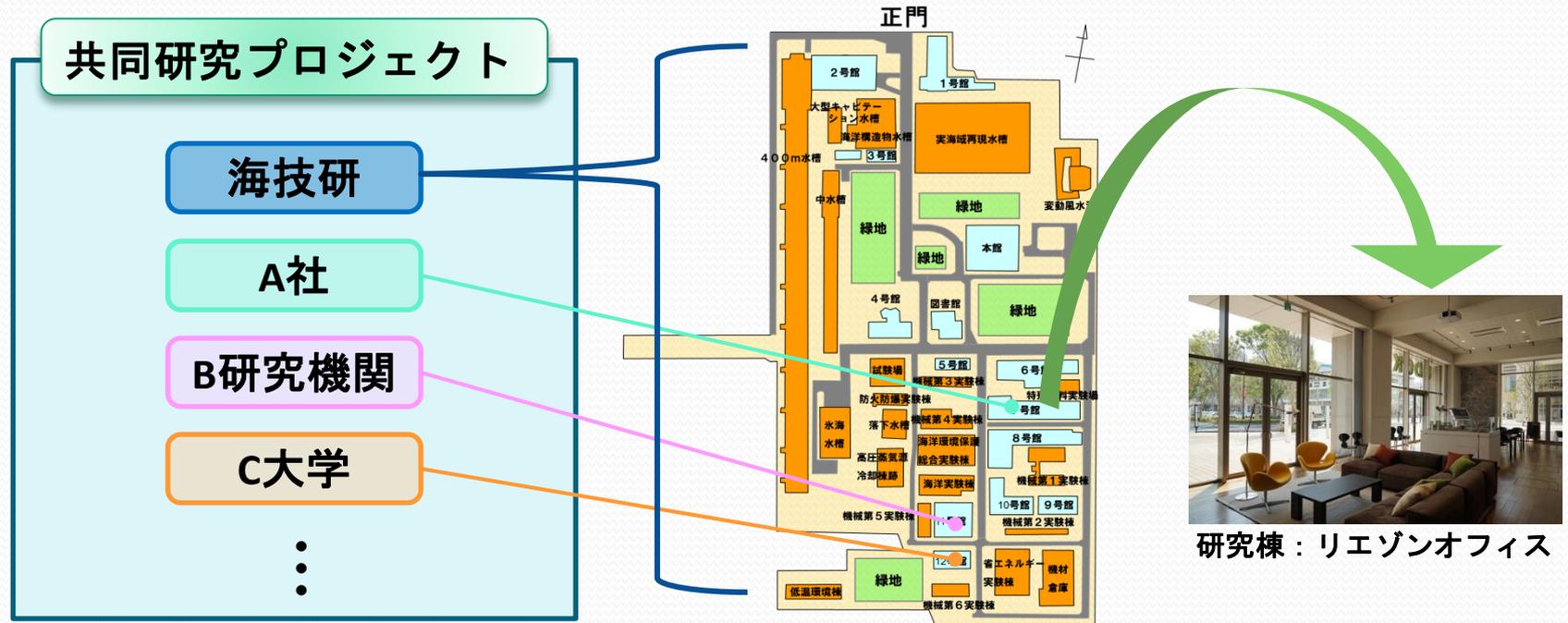
7. 海技研がこれから目指すべき方向



①～三鷹オープンイノベーションリサーチパーク(仮称)～

【様々な人・情報・資金が集積する国際的な研究所（未来創造の拠点）へ】

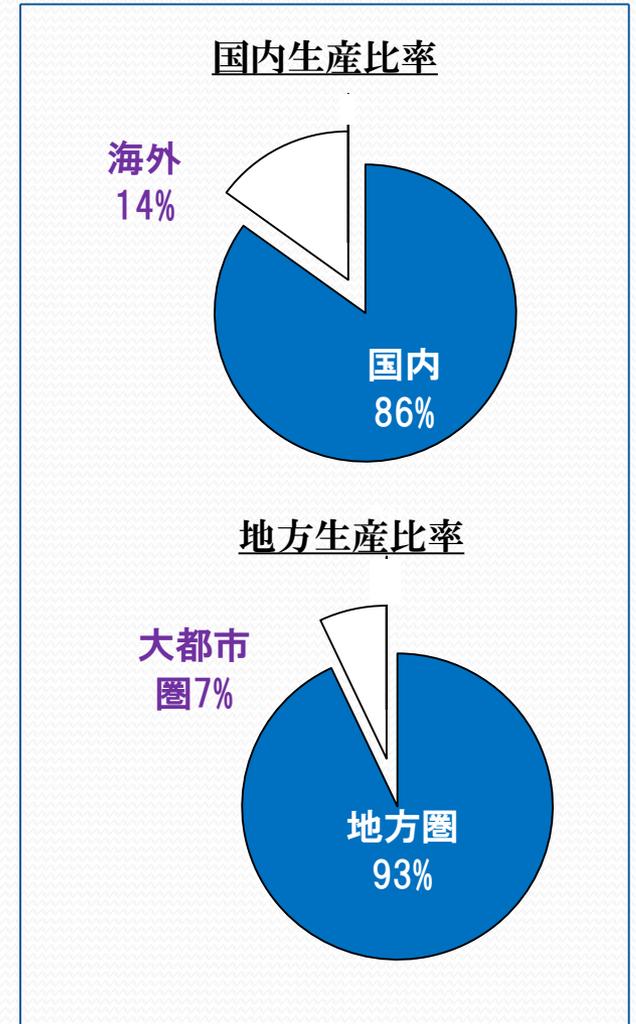
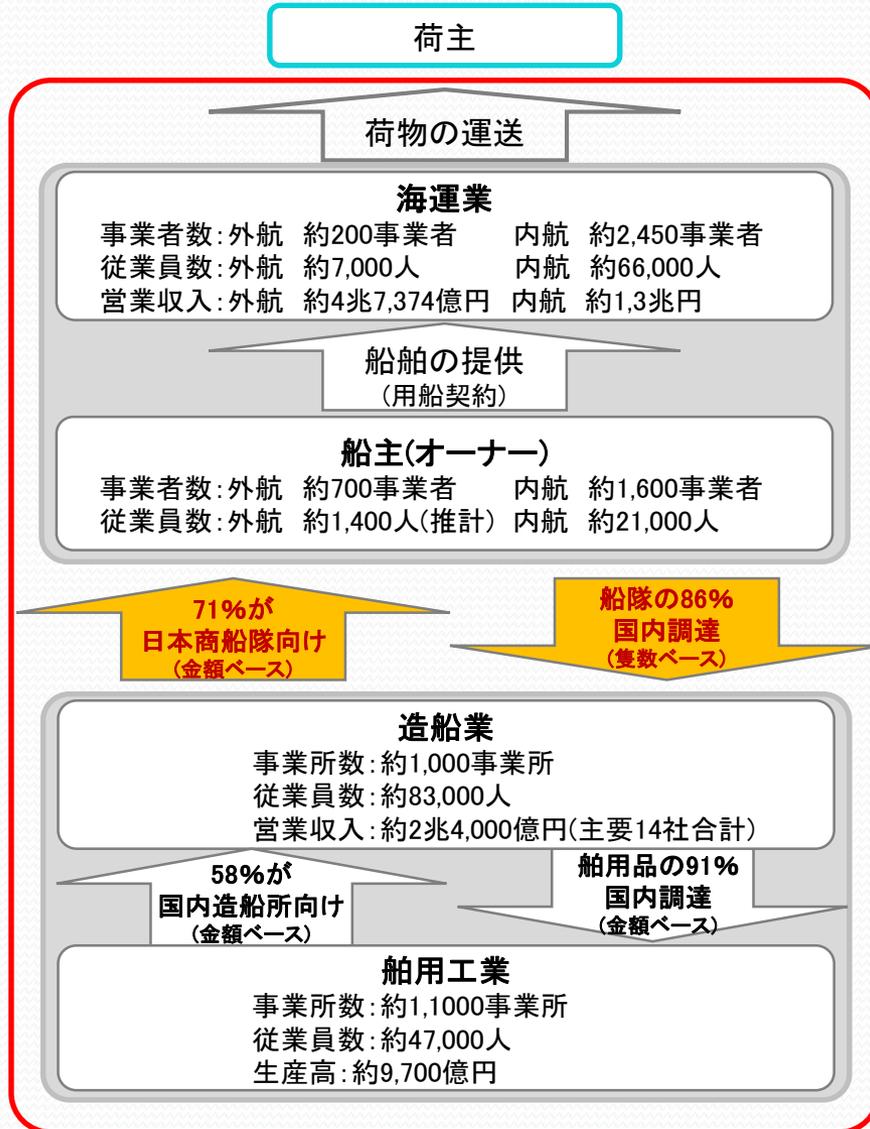
- ・企業、大学、国立研究開発法人、国、海外諸機関などとの研究・技術に関する交流や連携の促進により、学術と産業双方に関する情報が得られる環境を整備
- ・図書機能や情報システムなどの研究環境や研究施設の充実を図り、新しい知見を積み重ねることにより、独自の産業知識を体系化



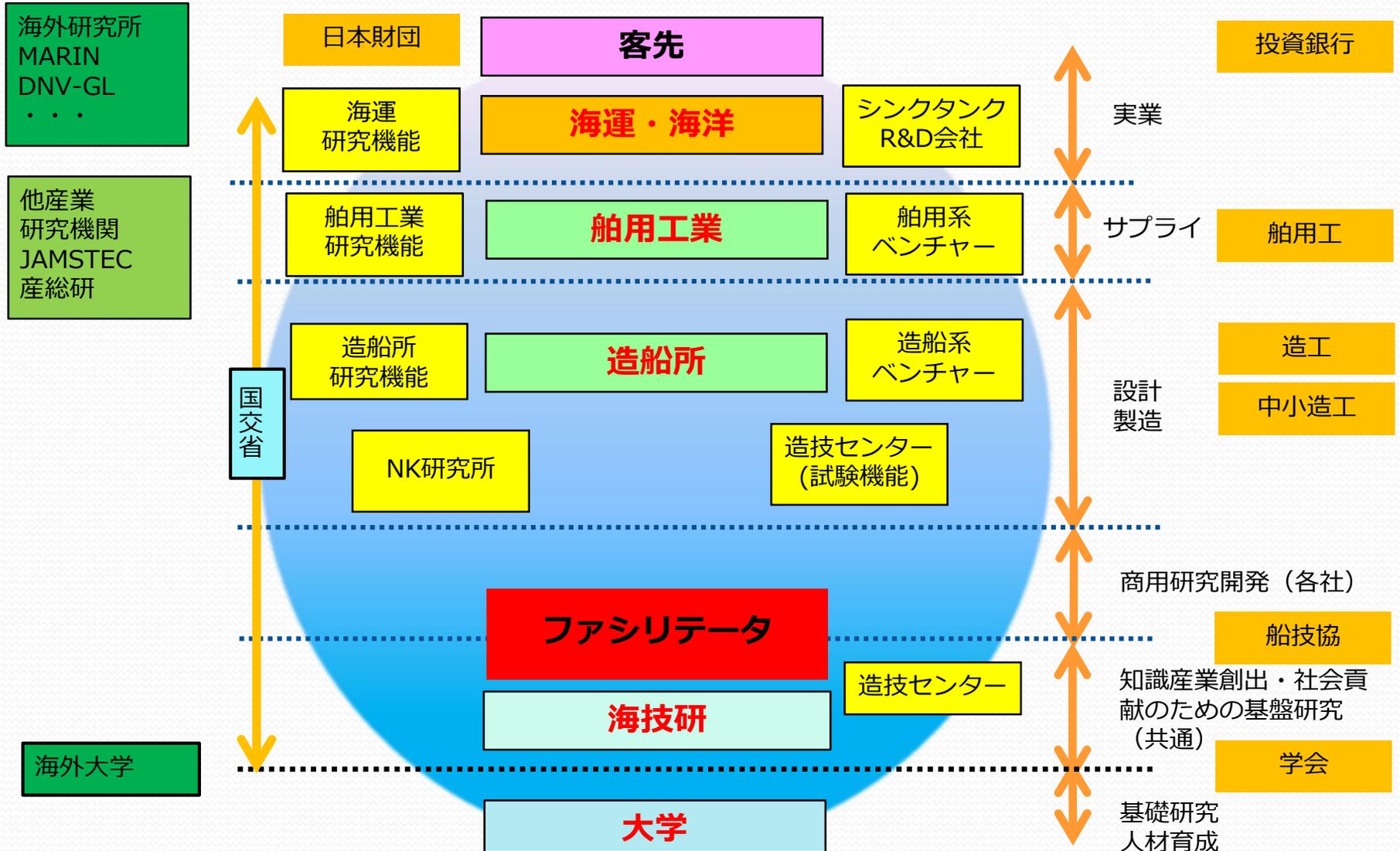
研究棟：リエゾンオフィス

三鷹オープンイノベーションリサーチパーク（仮称）のイメージ

7-②～我が国の海事クラスター～



7-③～海事クラスターと海上技術研究所～



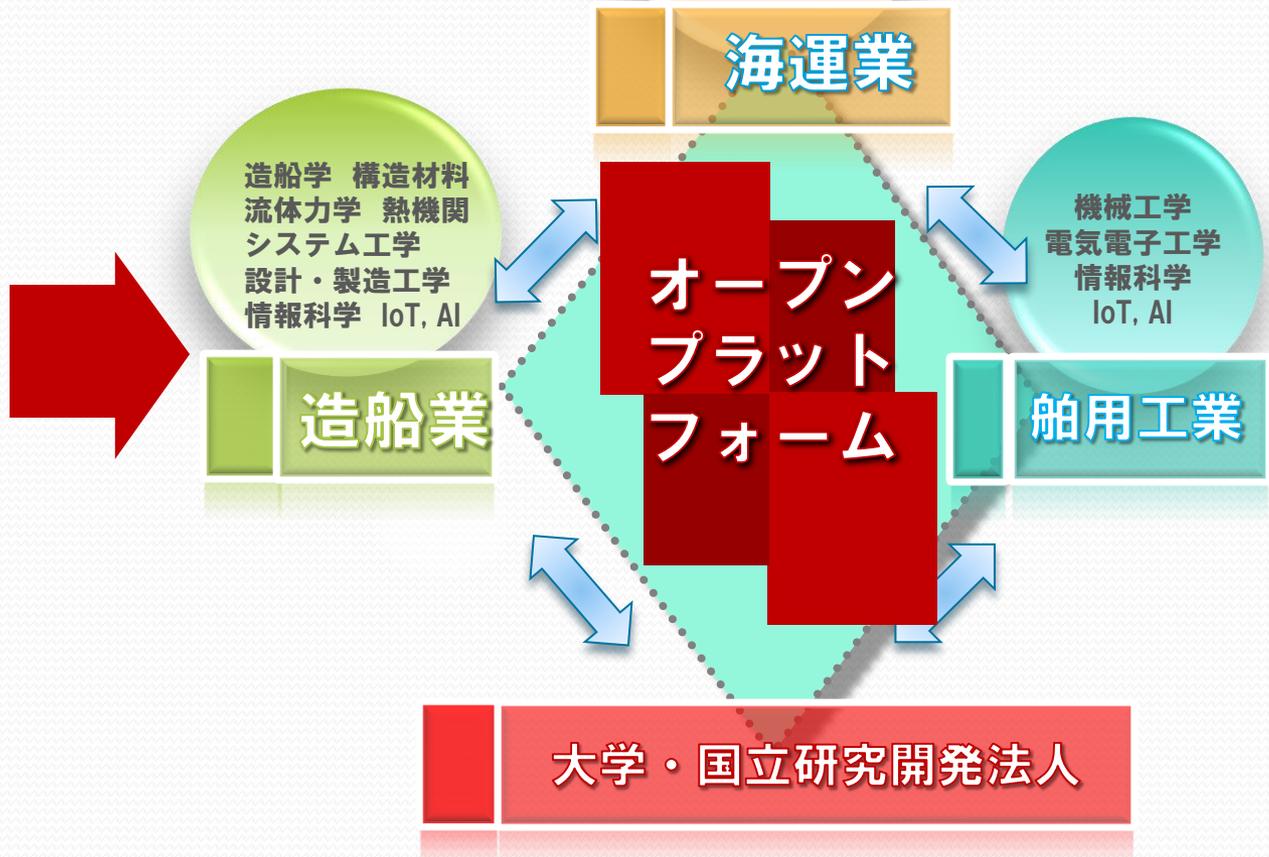
7-④～次世代海事クラスター～

「オープンプラットフォームによる産業知識創出」

従来型
製品＝船を軸とした垂直統合

- 産業知識の充実・再構成
- コスト競争から知識競争への転換
- **知識創出の場として大学と国研**

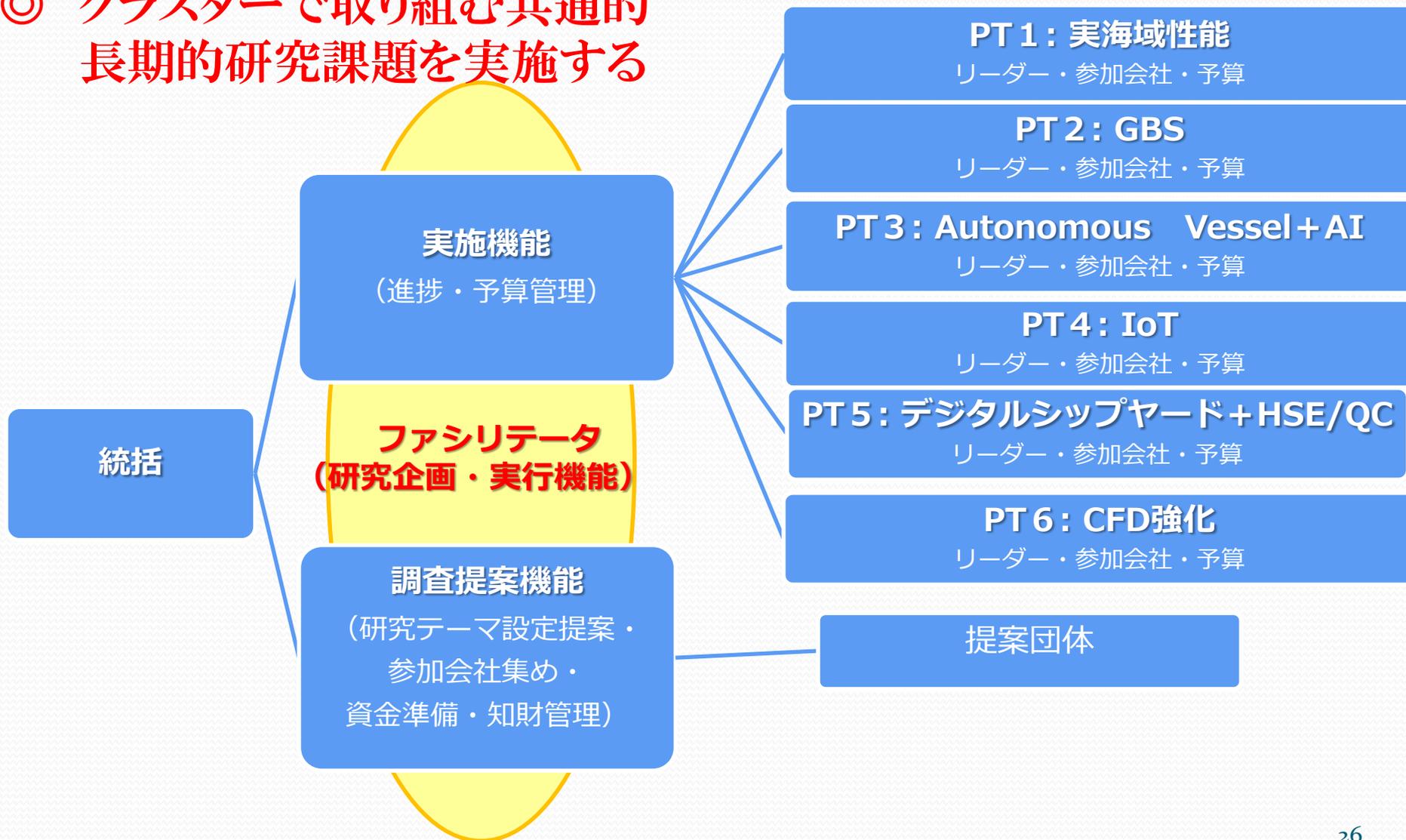
世界経済
物流科学
運航科学
情報科学
IoT, AI



7-⑤～研究開発クラスター～



◎ クラスタで取り組む共通の長期的研究課題を実施する



7-⑥～海事クラスター共同研究で取り組む研究テーマ～



□ 海事クラスター共同研究で取り組む研究テーマ

- 産業の持続的発展のため海事クラスターの結集が不可欠な共通的・長期的な研究テーマ

□ 研究テーマの分類

分類①企業単独では実施できない・成果の最大化を図ることができない研究テーマ

- 安全・環境等の規制(IMO対応)、IoT等のインフラ開発 等

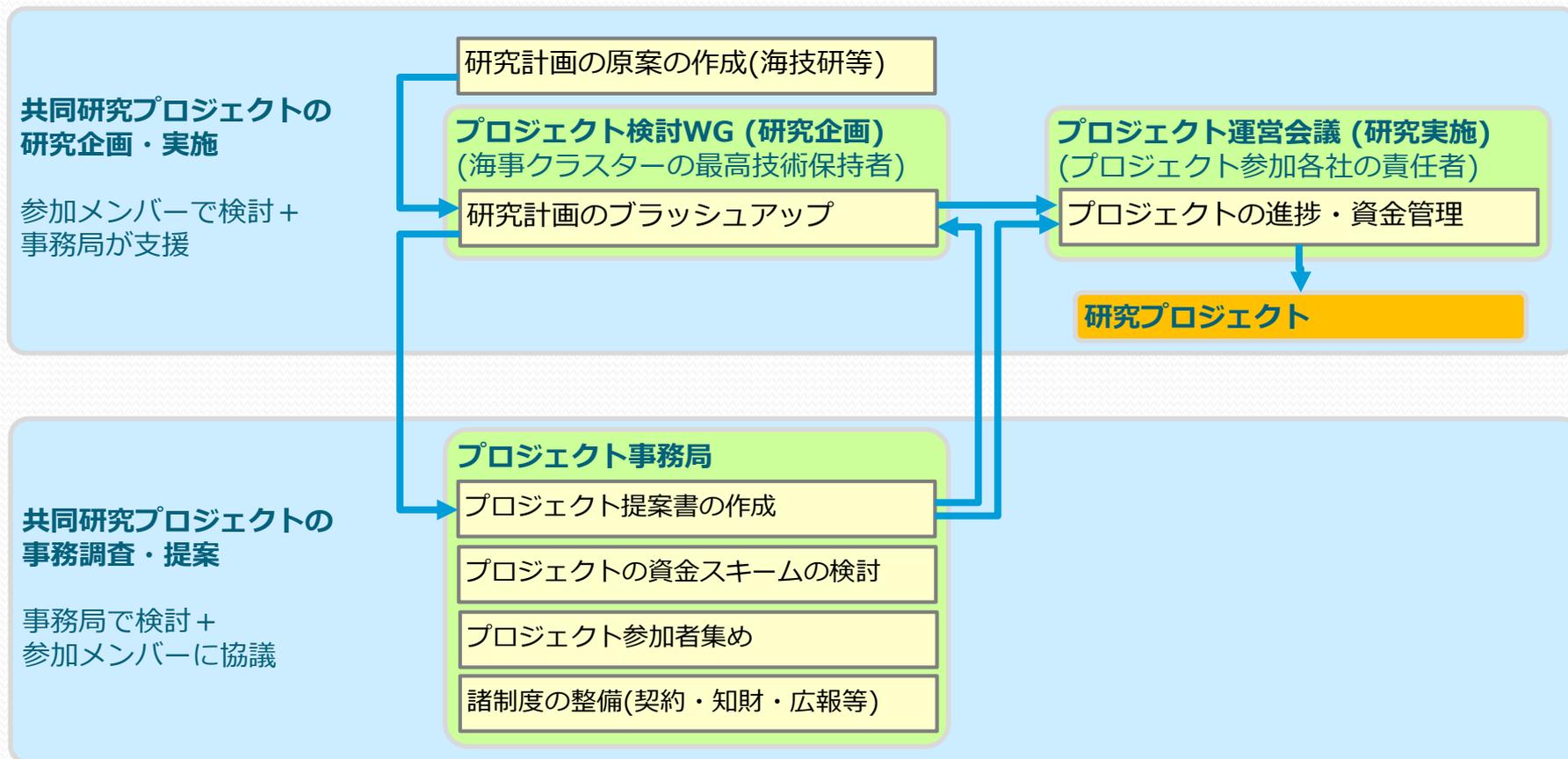
分類②企業単独では実施に際してのリスクが高い研究テーマ

- 海洋資源開発、代替燃料転換等の先端革新技術 等

分類③学術的に高度な基礎的研究テーマ・将来技術の萌芽的研究テーマ

- 原理解明、解析・評価手法、実験・シミュレーション技術 等

7-⑦～共同研究の推進体制と検討の進め方のイメージ～



* プロジェクト事務局は、参加メンバーからの協力者で構成。
共同研究の先行事例としての実海域性性能プロジェクトは、海技研・NKが事務局を担当。

海事クラスター共同研究開発システム



技術開発を行い海事クラスターの国際競争力を高める



ご清聴有難うございました。

(国研)海上・港湾・航空技術研究所
理事長 東大名誉教授 大和 裕幸