

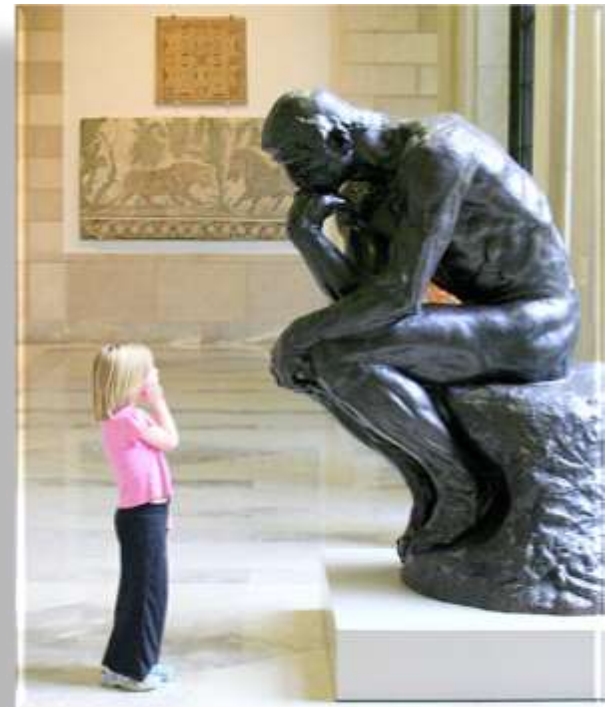
経済安全保障とセラミックス

Innovation ! ...Think Ceramics



一般社団法人日本ファインセラミックス協会
専務理事 矢野友三郎

1. 技術大国日本の現状
2. 経済安全保障法と技術プログラム
3. セラミックス産業の現状
4. FC Roadmap 2050
5. 今後の課題



常識は変わる

- 社会：
 - ・従来資本主義→共感資本主義
 - ・見通せる→VUCA(ブーカ)

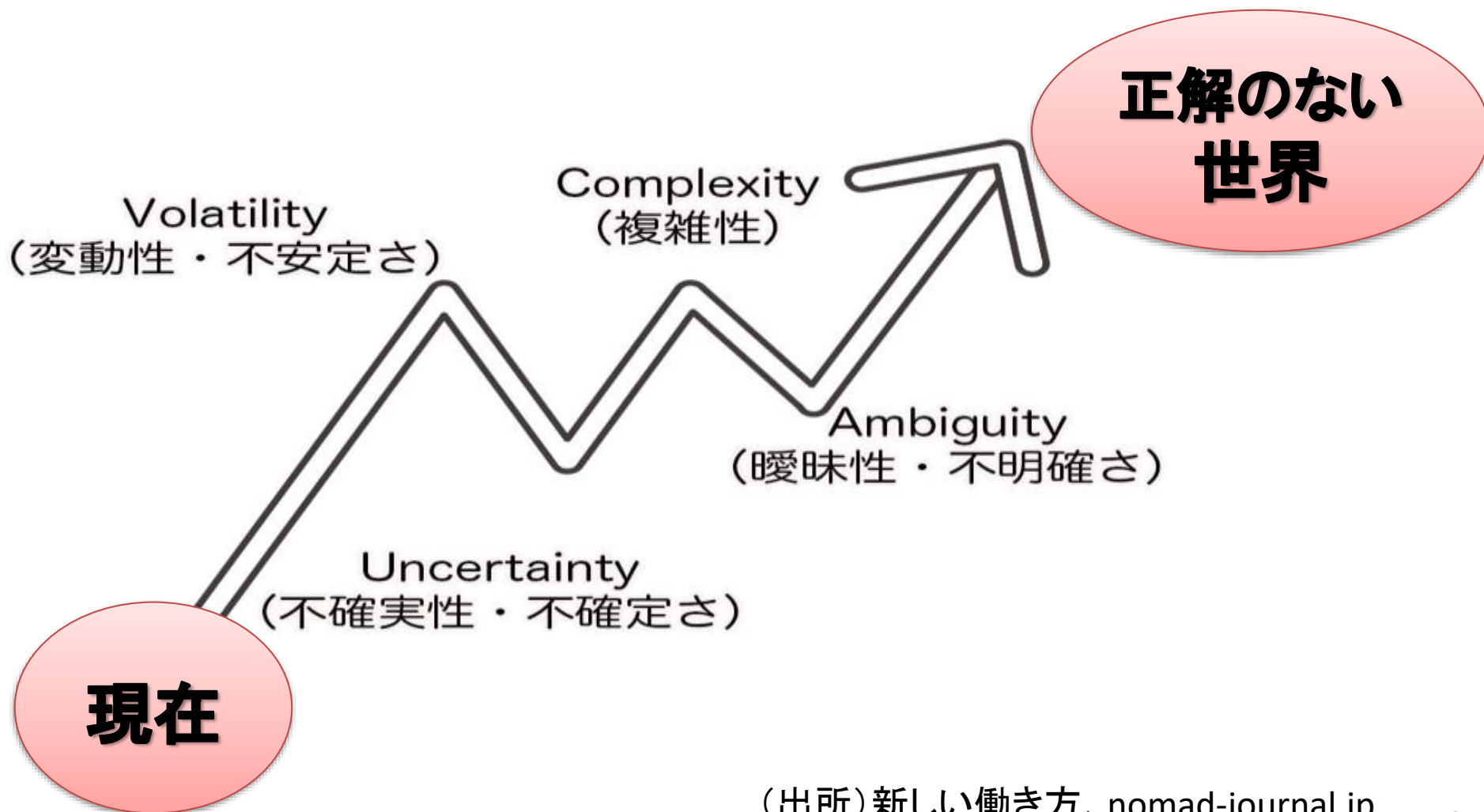
Volatility(変動性)、Uncertainty(不確実性)
Complexity(複雑性)、Ambiguity(曖昧性)

- ビジネス：
 - ・スペック→価値
 - ・要素(技術)→システム(ソリューション)

- 企業：
 - ・収益→SDGs
 - ・競争→共創
 - ・効率→信頼・QOL(多様化)

コロナで社会もノーマルからニューノーマル

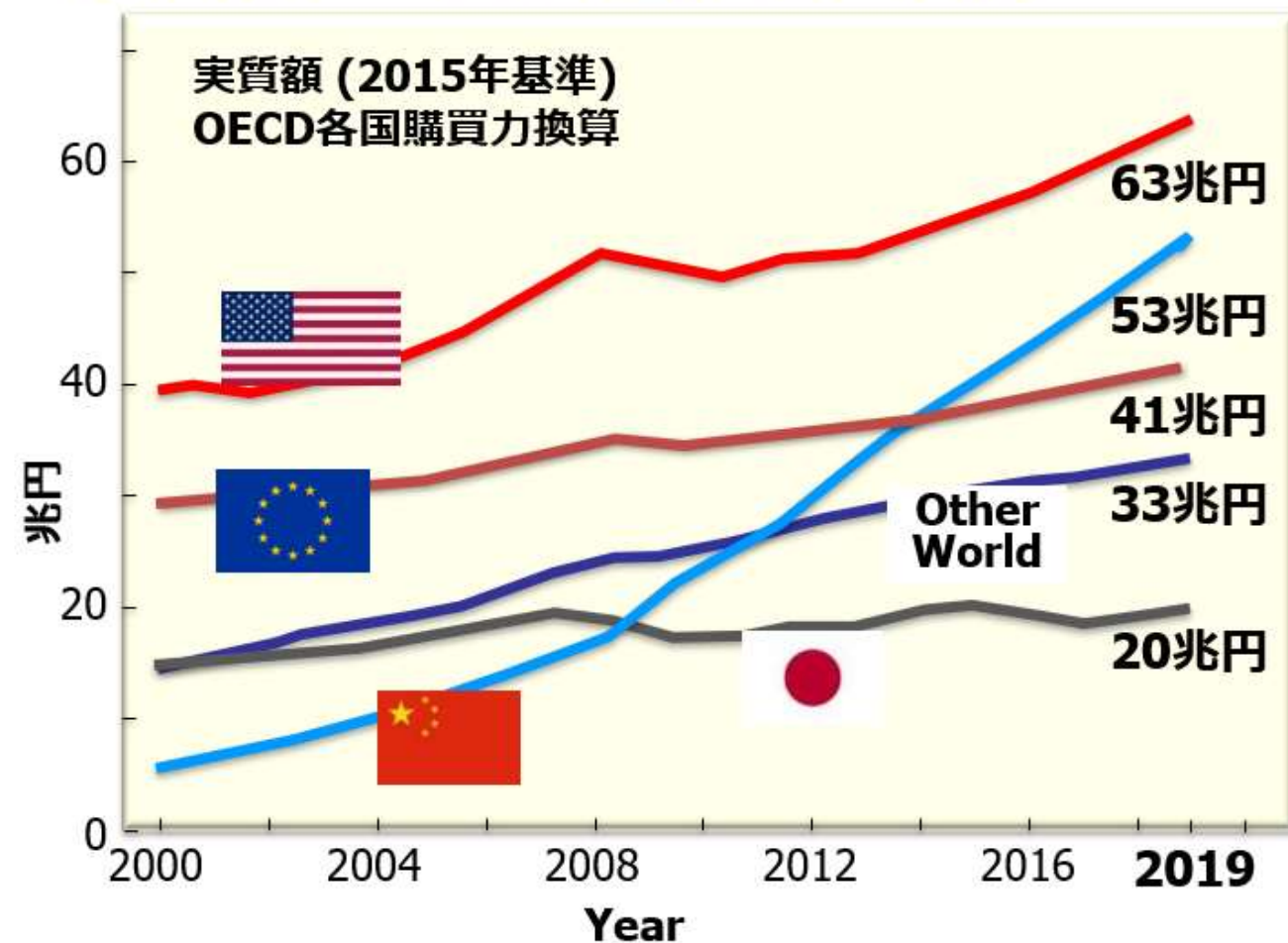
VUCA時代を生き抜く



(出所)新しい働き方、nomad-journal.jp

1. 技術大国日本の現状(日・米・中比較)

米国・中国・EU・日本の全体研究開発費



- 2019年の中国の研究開発費は**53兆円**。10年で約3倍
- 中国の注目論文数 (引用回数上位10%) : 1997~99年 **世界10位以下** → 2017~19年 **世界1位**
- 同じ時期に日本は世界4位 → 10位

出典:

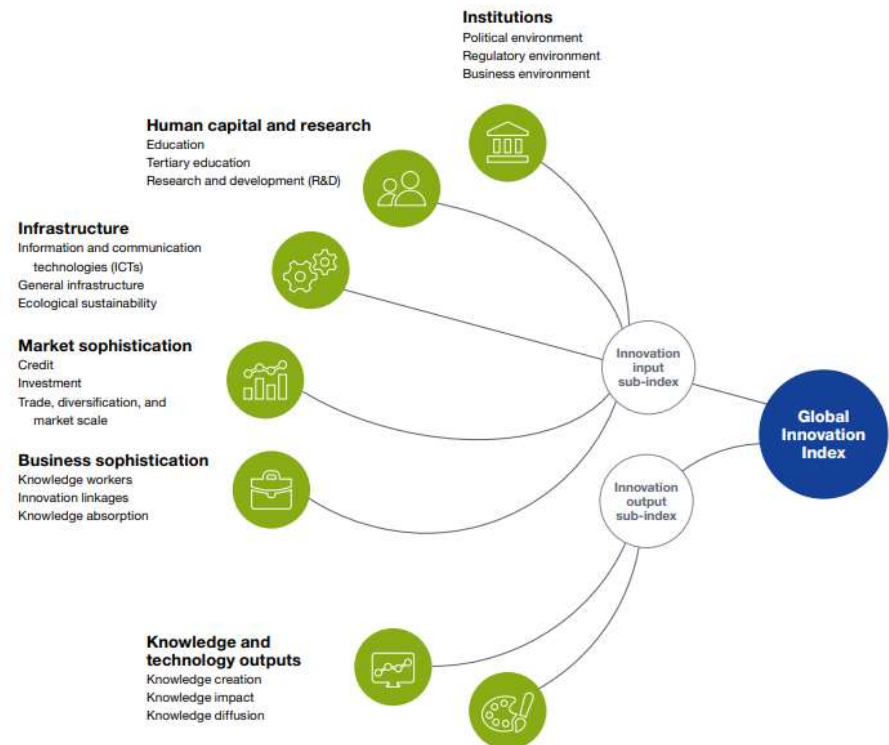
- 文部科学省科学技術・学術政策研究所 科学技術指標 2021
- OECD Main S&T Indicator 2020

Innovation Index 2021 (WIPO)

2021年版

GII指標の調査基準
(2007年から調査を開始)

GII 順位	経済圏	スコア	所得 グループ 内順位	地域別 順位
1	スイス	65.5	1	1
2	スウェーデン	63.1	2	2
3	米国	61.3	3	1
4	英国	59.8	4	3
5	韓国	59.3	5	1
6	オランダ	58.6	6	4
7	フィンランド	58.4	7	5
8	シンガポール	57.8	8	2
9	デンマーク	57.3	9	6
10	ドイツ	57.3	10	7
11	フランス	55.0	11	8
12	中国	54.8	1	3
13	日本	54.5	12	4
14	香港(中国)	53.7	13	5
15	イスラエル	53.4	14	1
16	カナダ	53.1	15	2
17	アイスランド	51.8	16	9
18	オーストリア	50.9	17	10
19	アイルランド	50.7	18	11
20	ノルウェー	50.4	19	12



It measures innovation based on criteria that include institutions, human capital and research, infrastructure, credit, investment, linkages; the creation, absorption and diffusion of knowledge; and creative outputs.

World Competitiveness Ranking 2021

International Institute for Management Development (IMD)、Swiss

2021	Country	2020	Ranking Change	
1	Switzerland	3	+2	↑
2	Sweden	6	+4	↑
3	Denmark	2	-1	↓
4	Netherlands	4	-	-
5	Singapore	1	-4	↓
6	Norway	7	+1	↑
7	Hong Kong SAR	5	-2	↓
8	Taiwan, China	11	+3	↑
9	UAE	9	-	-
10	USA	10	-	-

2021	Country	2020	Ranking Change	
11	Finland	13	+2	↑
12	Luxembourg	15	+3	↑
13	Ireland	12	-1	↓
14	Canada	8	-6	↓
15	Germany	17	+2	↑
16	China	20	+4	↑
17	Qatar	14	-3	↓
18	United Kingdom	19	+1	↑
19	Austria	16	-3	↓
20	New Zealand	22	+2	↑

アジア地域: シンガポール5位(前年1位)、香港7(5)、台湾8(11)、中国16(20)、韓国23(23)、マレーシア25(27)、タイ28(29)、**日本31(34)**

2021年IMD世界デジタル競争力ランキング

	USA 1 st of 64 View Profile		Hong Kong SAR 2 nd of 64 View Profile		Sweden 3 rd of 64 View Profile
	Denmark 4 th of 64 View Profile		Singapore 5 th of 64 View Profile		Switzerland 6 th of 64 View Profile
	Netherlands 7 th of 64 View Profile		Taiwan, China 8 th of 64 View Profile		Norway 9 th of 64 View Profile
	UAE 10 th of 64 View Profile		Finland 11 th of 64 View Profile		Korea Rep. 12 th of 64 View Profile
	Canada 13 th of 64 View Profile		United Kingdom 14 th of 64 View Profile		China 15 th of 64 View Profile
	Austria 16 th of 64 View Profile		Israel 17 th of 64 View Profile		Germany 18 th of 64 View Profile
	Ireland 19 th of 64 View Profile		Australia 20 th of 64 View Profile		Iceland 21 st of 64 View Profile
	Luxembourg 22 nd of 64 View Profile		New Zealand 23 rd of 64 View Profile		France 24 th of 64 View Profile
	Estonia 25 th of 64 View Profile		Belgium 26 th of 64 View Profile		Malaysia 27 th of 64 View Profile
	Japan 28 th of 64 View Profile		Qatar 29 th of 64 View Profile		Lithuania 30 th of 64 View Profile

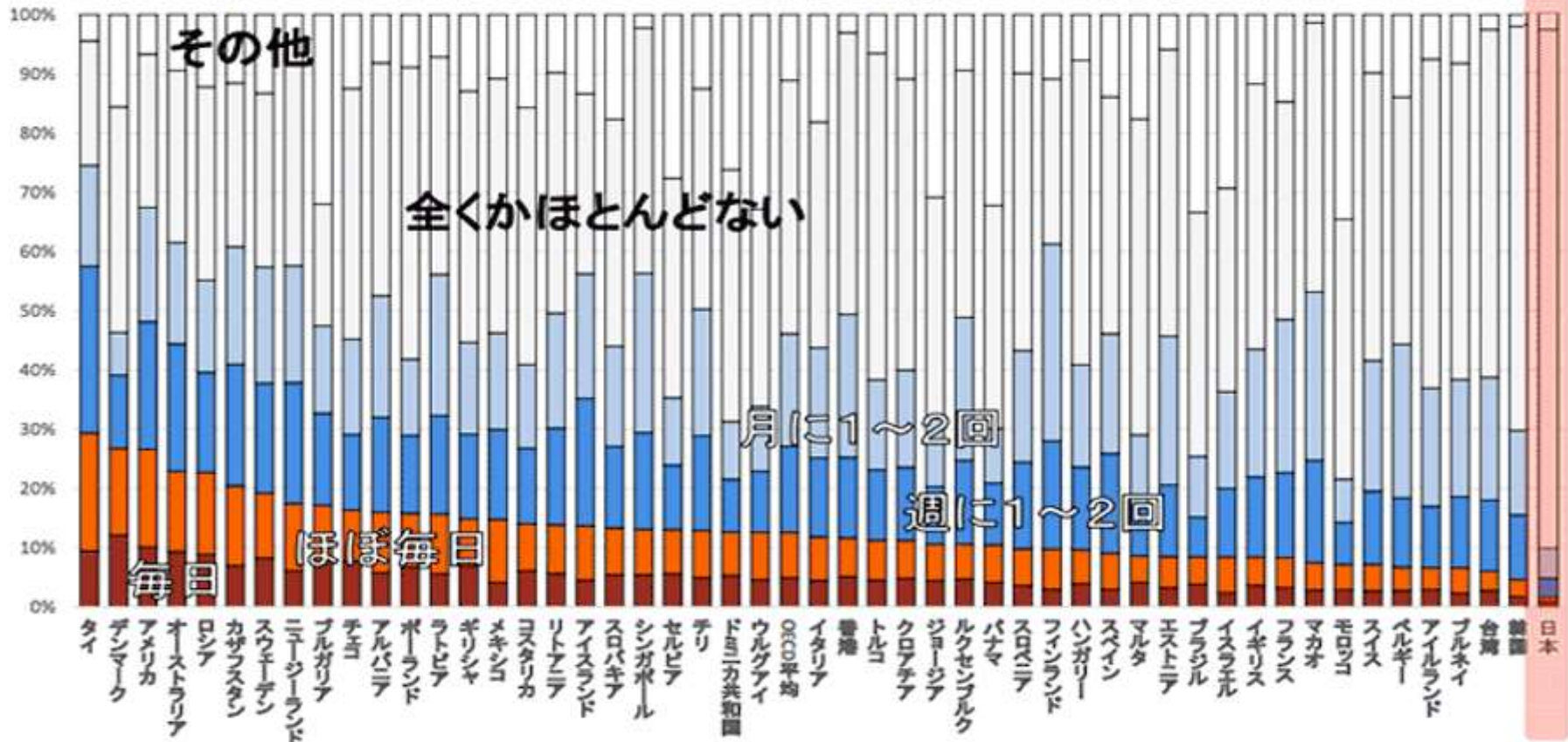
主要64カ国・地域のデジタル経済とデジタル技術の能力を評価。
米国が4年連続でデジタル競争力の世界ランキングでトップ。
中国(2018年30位)はその間に15位に急上昇、日本は2017年は27位、そして2021年が28位と低迷したまま。

日本28位

OECD/PISA 2018年ICT活用調査

学校での使用頻度：ほかの生徒と共同作業をするために、コンピュータを使う

日本50位



出典 OECD生徒の学習到達度調査(PISA2018)「ICT活用調査」

ICTを活用した学習に関する他の指標も軒並み最下位

(注) PISA (Programme for International Student Assessment、国際学力調査)

私達はどこで道を誤ったのか 1

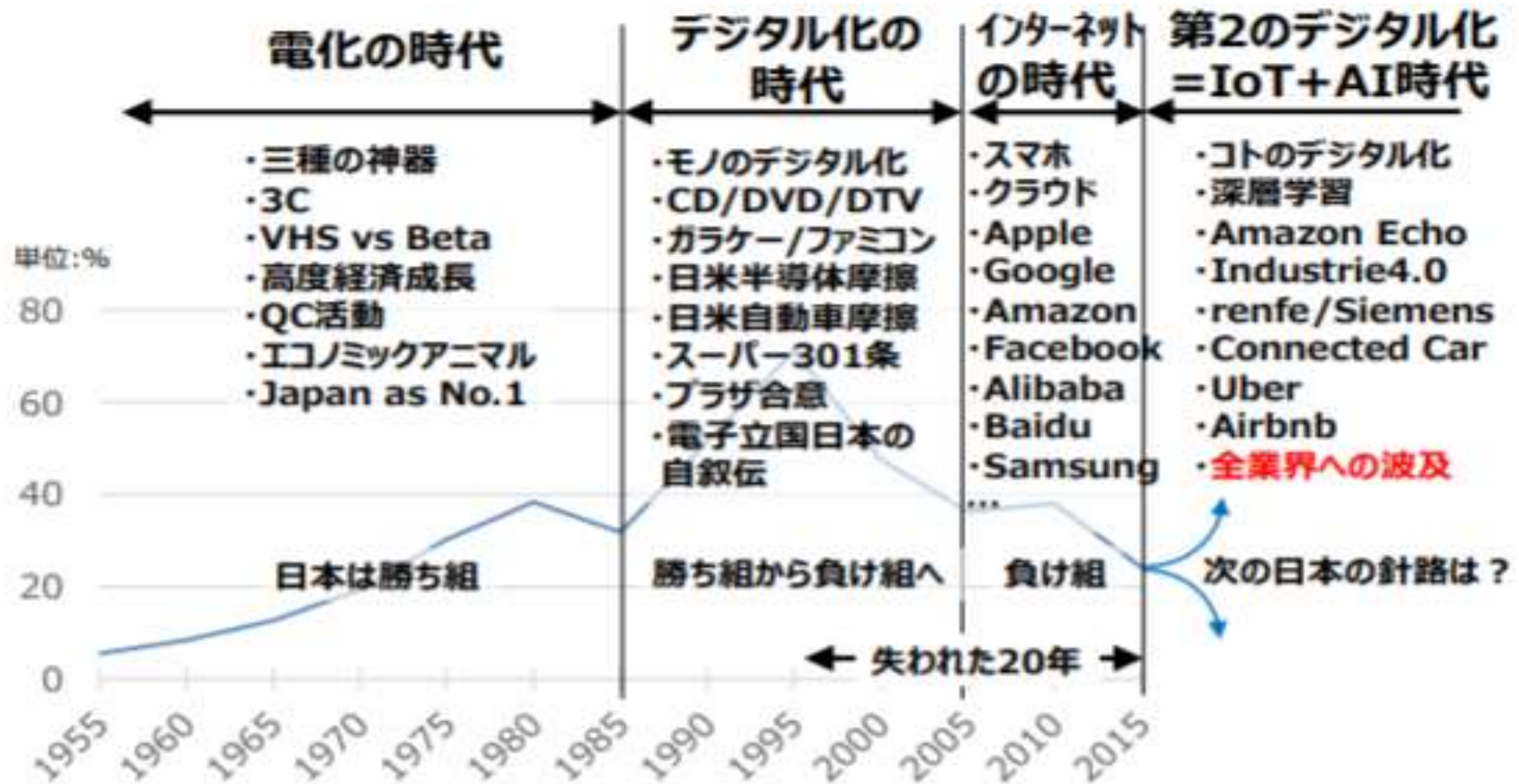
半導体メーカー別売上げランキングの推移

	1986	1995	2005	2016	
1	NEC	Intel	Intel	Intel	
2	東芝	NEC	Samsung	Samsung	
3	日立製作所	東芝	TI	Qualcomm	
4	Motorola	日立製作所	東芝	SK Hynix	
5	TI	Motorola	STMicro	Broadcom	
6	NSC	Samsung	Infineon	Micron	
7	富士通	TI	ルネサス	TI	
8	Philips	富士通	NEC	東芝	
9	松下電子工業	三菱電機	Philips	NXP	
10	三菱電機	Hyundai	Freescale	MediaTek	

(出所) AI+IoT時代の日本のエレクトロニクス産業、パナソニック(株)イノベーション戦略室 梶本 一夫

私達はどこで道を誤ったのか 2

エレクトロニクス業界 4つの時代区分



(出所) AI+IoT時代の日本のエレクトロニクス産業、パナソニック(株)イノベーション戦略室 梶本 一夫

2. 経済安全保障とは

- 日本は、自由で開かれた経済を原則として、民間主体による自由な経済活動を促進し経済を発展してきた。
- 近年、下記の(1)～(3)が進展する中、国民の安全・安心に対する新たなリスクが顕在化し、経済政策を安全保障の観点から捉え直す必要性が高まった。
 - (1) 産業基盤のデジタル化と高度化：
サイバー攻撃による脅威
 - (2) 新興国の経済成長とグローバル・バリューチェーンの深化：
国際的なサプライチェーン上の脆弱性が顕在化
 - (3) 安全保障の裾野拡大：
経済的手段を用いた国益追及

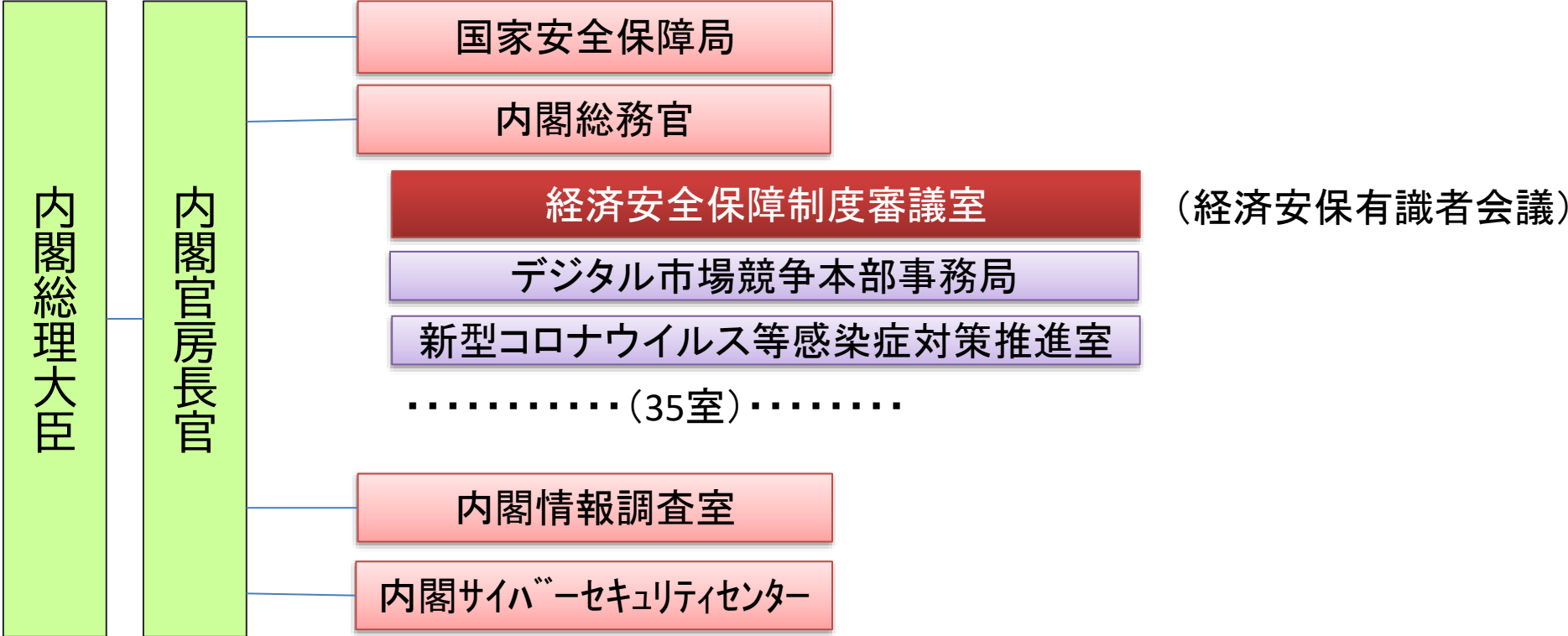
(出所)経済安全保障法制に関する 有識者会議(2021年11月)

経済安全保障法までの経緯

- 2020年4月、国家安全保障局に経済班を設置
- 2021年6月、「経済財政運営と改革の基本方針2021」
 - ・国際秩序の下で、我が国の自律性の確保・優位性の獲得
 - ・重要技術を特定し、保全・育成する取組を強化、基幹的な産業を強靱化
- 2021年10月、岸田内閣で経済安全保障担当大臣の新設
- 2021年11月、第1回経済安全保障推進会議
- 2022年2月、経済安全保障法制に関する提言
- 2022年2月、経済安保推進法案を閣議決定

内閣官房の概要

内閣官房は、内閣の補助機関であるとともに、内閣の首長たる内閣総理大臣を直接に補佐・支援する機関。具体的には、内閣の庶務、内閣の重要政策の企画立案・総合調整、情報の収集調査などが任務。



経済安全保障法制有識者会議

(委員長)

青木 節子 慶大院法務研究科教授

(委員)

阿部 克則 学習院大法学部教授

上山 隆大 総合科学技術常勤議員

大橋 弘 東大公共政策大学院長

兼原 信克 同志社大特別客員教授

北村 滋 北村エコミックセキュリティ代表

久貝 卓 日本商工会常務理事

小柴 満信 経済同友会副代表幹事

小林いずみ ANA社外取締役

角南 篤 笹川平和財団理事長

土屋 大洋 慶大院政策研究センター教授

長澤 健一 キャノ専務知財本部長

羽藤 秀雄 住友電気工業社長

原 一郎 日本経団連常務理事

松本洋一郎 東大名誉教授

三村優美子 青山学院大名誉教授

渡井理佳子 慶大院法務研究科教授

渡部 俊也 東大未来ビジョン研究

センター教授

現状認識と経済安全保障の推進に向けた目標・アプローチ

- 感染症の世界的流行、大規模サイバー攻撃や国際テロ等により、国際情勢が一段と複雑化。従前の想定を超えるリスクが顕在化し、国民生活・経済に影響。
- また、A I や量子などの革新的な技術の研究開発を各国が進めるなど、安全保障の裾野が経済・技術分野に急速に拡大。
- こうした中、各国とも産業基盤強化の支援、機微技術の流出防止や輸出管理強化等の経済安全保障の関連施策を推進・強化。

我が国としての大きな方向性

① 自律性の向上
(基幹インフラやサプライチェーン等の脆弱性解消)

② 優位性ひいては不可欠性の確保
(研究開発強化等による技術・産業競争力の向上や技術流出の防止)

③ 基本的価値やルールに基づく国際秩序の維持・強化

政府一体の対応

戦略的国際連携

産学官連携

各種政策手段

〈目標〉

〈アプローチ〉

通商国家、日本

（経済安全保障と技術）

- ・ 経済安全保障の基本は経済、経済＝交渉力（＝武器）
- ・ （戦後）軍事力≠外交ツール＝経済力・技術力
- ・ 技術力＝先端技術（市場経済メカニズムが不十分）

（技術大国日本という時代錯誤）

- ・ 日本経済の世界評価は下降（G7の中で最階位を低迷）
- ・ 経済大国・技術大国という幻創（勘違い）が続く日本。
- ・ 隣国・中国に劣る現状をもっと真剣に危惧する必要あり。

（経済スピードへの対応）

- ・ 近年の経済スピード＝強いイニシアチブ（大統領制有利）
- ・ 徐々に変化する日本、短命政権や霞が関人事の弱点
- ・ 政権寿命と責任所在（言いつ放しのNATO）

市場における技術の位置付け

日本はまず、技術を経済のみに使う発想からの脱皮

(Commercial市場)

(非Commercial市場)

魅力的
品質

安心
品質

当たり前
品質

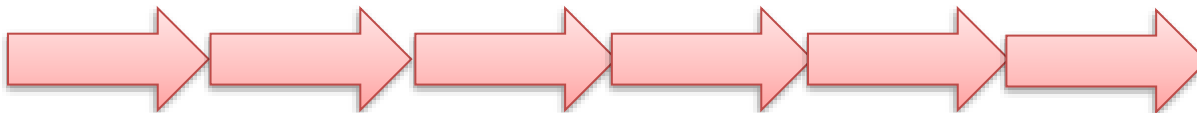
安全

安全保障
防衛 攻撃

A型



B型



市場経済メカニ
ズムのない領域



経済安全保障上の主要課題

1. これまでに着手した取組で、今後も継続・強化していく分野

自律性の向上

リスク対応・脆弱性点検

基幹産業の複雑化したリスクへの対応と脆弱性を点検・把握

土地法整備

重要施設周辺等の土地等所有について、実態把握を強化

外国資金受入状況開示

競争的研究費申請時に資金受入等について開示を求めるなど、研究インテグリティに資する政府方針を決定

留学生等の受入審査

機微技術流出防止のため国内体制整備等の推進

優位性・不可欠性の確保

経済安全保障重要技術育成プログラム

先端的な重要技術の実用化に向けた重点支援

シンクタンク機能

先端的な重要技術の育成・支援等に資する調査・分析を実施

技術情報管理

外為法上の「みなし輸出」の対象を明確化（外国の影響を受けた居住者にも拡大）

投資審査

外為法上の投資審査・事後モニタリングについて執行体制を強化。重要鉱物資源関連等をコア業種に追加

国際秩序の維持・強化

国際社会との連携

経済安全保障課題の共通認識を醸成

国際機関

邦人幹部職員数増による更なる貢献

ルールメイキング

通商・データ・技術標準等でルールの維持・強化・構築

経済インテリジェンス

情報収集・分析・集約・共有等の充実・強化

体制整備

関係府省庁の体制強化

2. 今後取組を強化する上で、法制上の手当てを講ずることによりまず取り組むべき分野

サプライチェーン

国民生活や産業に重大な影響が及ぶ状況を回避すべく、重要物資や原材料のサプライチェーンを強靱化

基幹インフラ

基幹インフラ機能の維持等に係る安全性・信頼性を確保

官民技術協力

官民が連携し、技術情報を共有・活用することにより、先端的な重要技術を育成・支援する枠組み

特許非公開

イノベーションの促進との両立を図りつつ特許非公開化の措置を講じて機微な発明の流出を防止


3. 今後の情勢の変化を見据え、さらなる課題について不断に検討


参考：各国・地域の最近の取組状況（例）

- **2019年国防授權法（輸出管理改革法・外国投資リスク審査現代化法）（2018）**
 - ✓ 輸出規制の強化
 - ✓ 対米投資の事前審査強化（機微技術や重要インフラに関する投資）
 - ✓ 政府調達規制の導入
 - ✓ 研究セキュリティの強化 等
 - **2021年国防授權法**
 - ✓ 国内への半導体の工場・設備導入支援 等
 - **国家緊急経済権限法（IEEPA）等に基づく大統領令（2019）**
 - ✓ 「外国敵対者」影響下にある個人・団体によって設計・開発・製造・供給されるICT機器・サービスへの規制等
 - **安全で信頼できる通信ネットワーク法（2020）**
 - ✓ 米国連邦通信委員会（FCC）による民間調達の規制 等
 - **サプライチェーンに関する報告書（『強靱なサプライチェーンの構築、米国製造業の再活性化、幅広い成長の促進』）（2021）**
 - ✓ 4分野（半導体、大容量電池、重要鉱物、医薬品等）につき短期的な対応を特定。産業基盤構築のための取組を列挙 等
 - **米国イノベーション競争法案（2021）** ※連邦議会上院で採択。下院も独自の対中法案を策定。今後、上下両院で調整
-
- **グローバルな変革のための新たな環大西洋協力アジェンダ（2020）**
 - ✓ 5G、AI、サイバー、データ移転等、デジタル・技術分野の米欧協力強化を提案
 - **軍民両用品目輸出管理規則改正（2020）**
 - ✓ 人権抑圧防止等を目的に、監視技術の輸出管理を強化
 - ✓ 無形技術移転対策を強化 等
 - **共通投資審査制度運用開始（2020）**
 - ✓ EU加盟国間で機微技術等の投資審査で連携
 - **新産業戦略（2021）**
 - ✓ オープンな戦略的自律（Open Strategic Autonomy）を政策目的として打ち出し
 - **米EU貿易・技術評議会（TTC）（2021）**
 - ✓ 10分野のWGを設置し検討を開始、5分野（投資審査、輸出管理、AIの適正活用、半導体サプライチェーン、国際貿易課題）では、詳細な検討内容を示す声明を発表



参考：各国・地域の最近の取組状況（例）

- 
- **サイバー・重要技術国際関与戦略**（2021）
 - **外資による資産取得及び企業買収改正法**（2021）
 - ✓ 土地・事業への投資審査の厳格化
 - ✓ 国防関連の物資・サービス等に係る投資・事業立上げの事前承認の義務化 等
 - **次世代テクノロジー基金**（2016-2026）
 - ✓ AI、量子、宇宙、自律システム等の技術に10年間で約600億円投資

- 
- **「軍民融合」**（2015）
 - ✓ 民間資源の軍事利用や、軍事技術の民間転用などを推進する概念。国家戦略に格上げ
 - **中国製造2025**（2015）
 - ✓ 「製造強国」を目指し、高度な中間素材、部品、製造装置について2025年までの7割国内生産を目指す
 - ✓ 10の重点強化産業を設定（ロボット、航空宇宙、省エネ自動車、新材料、バイオ等）
 - **輸出管理法**（2020）
 - ✓ 国の安全と利益の擁護、拡散防止等の国際義務の履行に関わるモノ、技術、サービス、データ等の輸出管理を強化（管理対象品目の全体像は未公表）
 - **外商投資安全審査弁法**（2020）
 - ✓ 対中投資の事前審査を規定（国防、国家安全に関わる重要なエネルギー・インフラ等）
 - **外国法の不当な域外適用阻止弁法**（2021）
 - ✓ 外国法・措置の不当な域外適用に必要な対抗措置を講じることが可能な規定
 - **反外国制裁法**（2021）
 - ✓ 中国公民・組織に対して差別的な制限措置をとり、中国の内政に干渉した場合、相応の対抗措置をとる権利を規定
 - **データセキュリティ法**（2021）
 - ✓ 中国国内外におけるデータ処理活動につき、中国の国家安全、公共利益、国民、組織の合法権益を損なった場合には責任追及を可能にする規定

経済安全保障法制に関する提言 概要

(背景)

- 近年、国際情勢の複雑化、社会経済構造の変化等が進展する中、国民生活や経済活動に対するリスクが顕在化。
- 諸外国は産業基盤強化の支援、先端的な重要技術の研究開発、機微技術の流出防止や輸出管理強化等の施策を推進・強化。
- 政府は、2021年11月に開催した第1回経済安全保障推進会議において、法制上の手当てを講ずることによりまず取り組むべき分野として、
 - ①重要物資や原材料のサプライチェーンの強靱化、
 - ②基幹インフラ機能の安全性・信頼性の確保、
 - ③官民で重要技術を育成・支援する枠組み、
 - ④特許非公開化による機微な発明の流出防止

**4分野を
提示**

上記4分野について法制上の手当てを講ずることで、経済安全保障を推進するための体系的な法制整備を行う。

経済安全保障重要技術育成プログラム

(事業概要)

- 内閣府主導の下、AI、量子等の先端技術を文科省及び経産省が関係府省庁と連携し、国のニーズ(研究開発のビジョン)を実現する研究開発プロジェクトの高度化や個別技術を実現する研究テーマを併せて実施。
- 研究成果は民生利用のみならず、成果の活用が見込まれる関係府省(デュアルユース)において公的利用につなげていくことを指向。
- 技術進展の早い重要技術は、複数年度にわたり柔軟かつ機動的な運用が可能な枠組(公募による研究開発を行う基金)を構築し社会実装に繋げる。



背景

- 経済財政運営と改革の基本方針2021（令和3年6月）
安全保障の裾野が経済・技術分野に急速に拡大するとともに、コロナ禍によりサプライチェーン上の脆弱性が国民の生命や生活を脅かすリスクが明らかになる中、国際連携の充実も図りつつ、**経済安全保障の取組を強化・推進する。**
- 統合イノベーション戦略2021（令和3年6月）
新たなシンクタンク機能も活用しながら、経済安全保障の確保・強化のため、宇宙、量子、AI、スーパーコンピュータ・半導体、原子力、**先端材料**、バイオ、海洋等の**先端分野における重要技術について、関係省庁と大学、研究機関、企業等の密接な連携の下、実用化に向けた強力な支援を行う新たなプロジェクトを創出する。**

【米国の状況】

米国・イノベーション競争法案（2021年6月）

- 国内における研究開発予算を中心に約2,500億ドル規模となる歳出法案。
- 特に米国国立科学財団（NSF）が重視すべき10の技術分野における米国のリーダーシップを強化等するために、NSFにテクノロジー・イノベーション局を新設。

事業内容

- 経済安全保障重要技術育成プログラムは、経済安全保障の観点から、**内閣府主導の下で関係府省が連携し**、先端的な重要技術の研究開発から実証・実用化までを迅速かつ機動的に推進するもの。
- そのうち、ニーズを踏まえてシーズを育成する「**ビジョン実現型**」のプログラムについて、内閣府、文部科学省、経済産業省で推進する。

「ビジョン実現型」の特徴

- ・我が国として確保すべき先端的な重要技術にかかる研究開発を推進。基礎研究から一歩進んだ応用以降のレベルを主要ターゲット。
- ・国がニーズを踏まえてシーズを育成するための**目標・ビジョンを設定**。資金配分機関を通じ個別技術・システムを公募。
- ・研究成果は、民生利用のみならず、成果の活用が見込まれる関係府省において**アンカーテナンシーにつなげていくことを指向**。国主導による**研究成果の社会実装や市場の誘導**につなげていく視点を重視。また、技術成熟度や技術分野に応じた**適切な技術流出対策**を導入。

【事業スキーム】

国（内閣府、文部科学省等）

目標・ビジョン ↓ 事業予算

資金配分機関

審査・採択 ↓ 委託費

大学・国立研究開発法人・民間企業等

経済安全保障重要技術育成プログラム（ビジョン実現型）

令和3年度補正予算案額 **1,250億円**

事業の内容

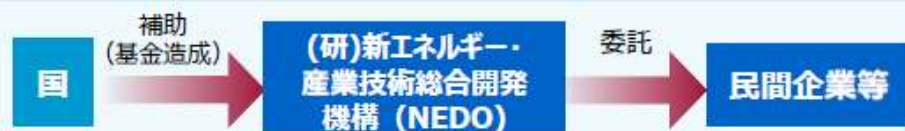
事業目的・概要

- 経済財政運営と改革の基本方針（令和3年6月 閣議決定）において、「安全保障の裾野が経済・技術分野に急速に拡大するとともに、コロナ禍によりサプライチェーン上の脆弱性が国民の生命や生活を脅かすリスクが明らかになる中、国際連携の充実も図りつつ、経済安全保障の取組を強化・推進する」ととされました。
- 統合イノベーション戦略2021（令和3年6月 閣議決定）においても、「新たなシンクタンク機能も活用しながら、経済安全保障の確保・強化のため、宇宙、量子、AI、スーパーコンピュータ・半導体、原子力、先端材料、バイオ、海洋等の先端分野における重要技術について、関係省庁と大学、研究機関、企業等の密接な連携の下、実用化に向けた強力な支援を行う新たなプロジェクトを創出する」としています。
- 本事業では、基金を造成し、内閣府主導の下で経済産業省、文部科学省が関係府省庁と連携し、経済安全保障の観点から、先端的な重要技術に関するニーズを踏まえたシーズを、中長期的に育成するプログラムについて推進します。

成果目標

- 先端的な重要技術の研究開発から実証・実用化までを迅速かつ機動的に推進し、民生利用のみならず、成果の活用が見込まれる関係府省において公的利用につなげていくことを目指します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

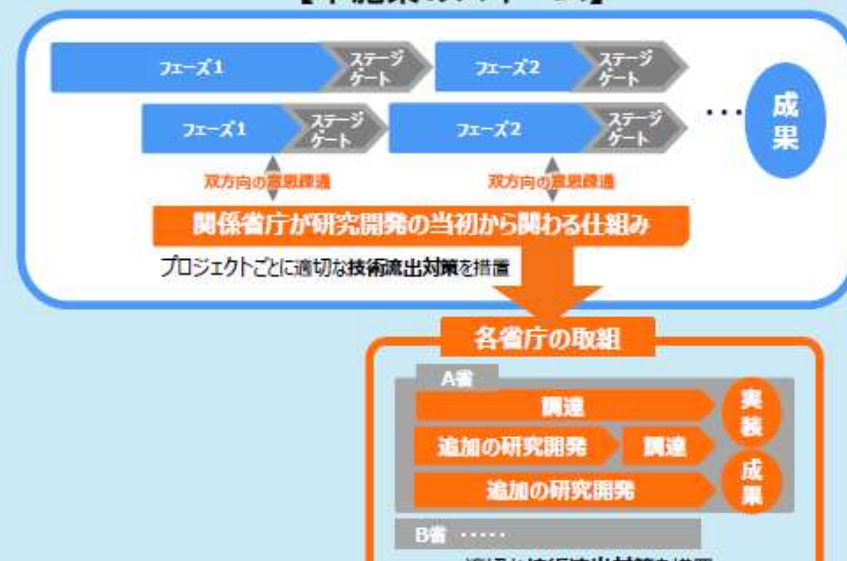


事業イメージ

経済安全保障重要技術育成プログラム（ビジョン実現型）

- AI、量子等の先端技術を含む研究開発を対象に内閣府主導の下で経済産業省及び文部科学省が関係府省庁と連携し、国のニーズ（研究開発ビジョン）を実現する研究開発プロジェクトを実施。
- プログラムの研究成果は、民生利用のみならず、成果の活用が見込まれる関係府省において公的利用に繋げていくことを指向することにより、国主導による研究成果の社会実装や市場の誘導に繋げていく視点を重視。
- 国が、ニーズを踏まえてシーズを育成するための目標・ビジョンを設定。また、技術成熟度や技術分野に応じた適切な技術流出対策を導入。

【本施策のスキーム】



背景

- 経済財政運営と改革の基本方針2021（令和3年6月）
経済安全保障の強化推進のため、シンクタンク機能も活用しながら、**先端的な重要技術について実用化に向けた強力な支援を行う新たなプロジェクトを創出する**とともに、重要な技術情報の保全と共有・活用を図る仕組みを検討・整備する。
- 緊急提言～未来を切り拓く「新しい資本主義」とその起動に向けて～（令和3年11月）
人工知能や量子など、先端的な重要技術を迅速かつ機動的に育てるため、国が経済安全保障上のニーズに基づき、研究開発の**ビジョンを設定**した上で、その実現に必要な**研究開発を複数年度にわたって支援する枠組み**を設ける。

事業内容

- 経済安全保障の強化推進の観点から、**内閣府主導の下で関係府省、文部科学省及び経済産業省が連携**し、先端的な重要技術の研究開発から実証・実用化までを迅速かつ機動的に推進する。
- 人工知能や量子など革新的な技術が出現する中、**ニーズを踏まえてシーズを育成する研究開発のビジョンを設定し、その実現に必要な研究開発を複数年度にわたって支援**する。

「ビジョン実現型」の特徴

- ・我が国として確保すべき先端的な重要技術にかかる研究開発を推進。基礎研究から一步進んだ応用以降のレベルを主要ターゲット。
- ・国がニーズを踏まえてシーズを育成するための研究開発の**ビジョンを設定**。資金配分機関を通じ個別技術・システムを公募。
- ・研究成果は、民生利用のみならず、成果の活用が見込まれる関係府省において**公的利用につなげていくことを指向**。国主導による**研究成果の社会実装や市場の誘導**につなげていく視点を重視。また、技術成熟度や技術分野に応じた**適切な技術流出対策**を導入。



民生利用のみならず、公的利用につなげていくことを指向

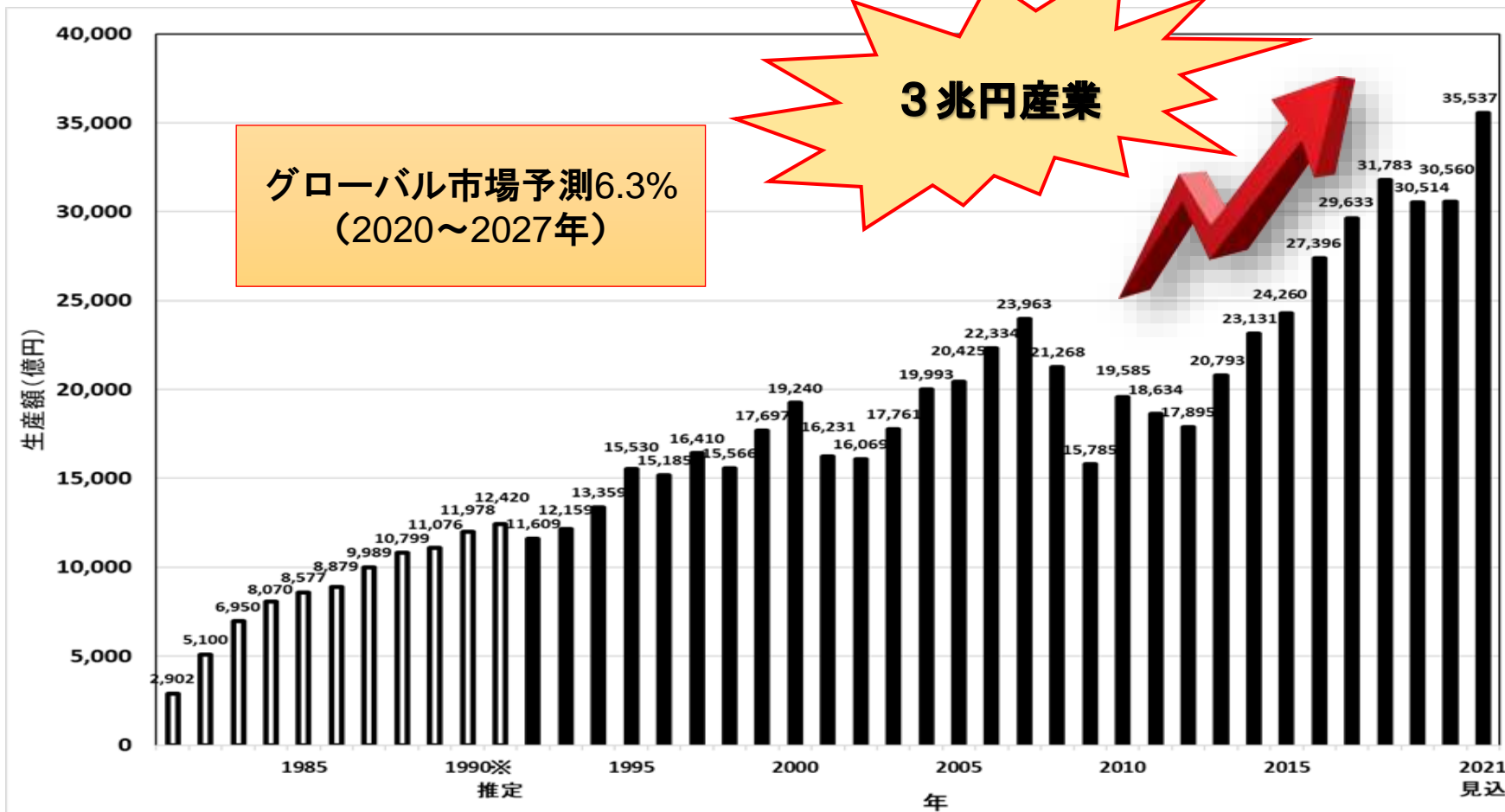


【資金の流れ】



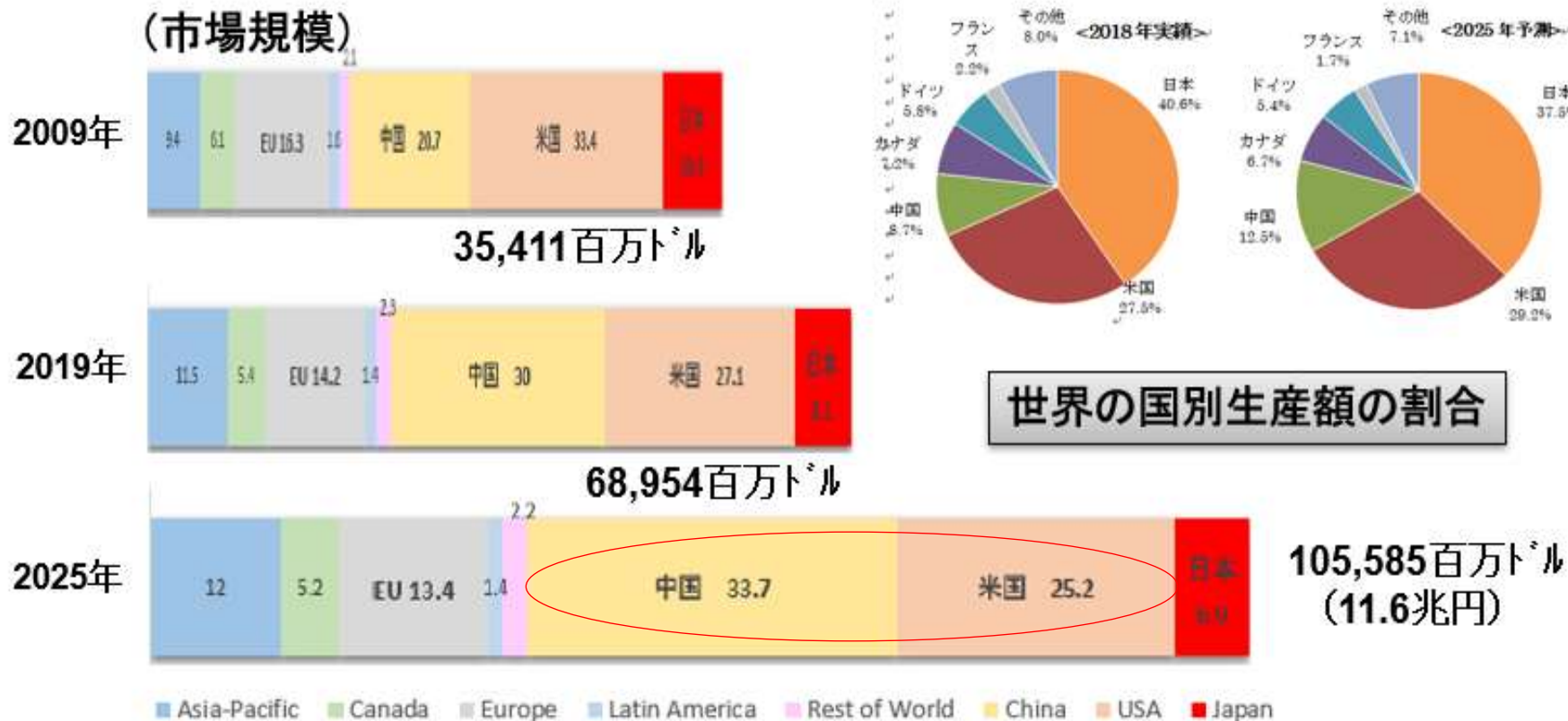
3. セラミックス産業の現状

セラミックス3.6兆円、航空機産業1.8兆円、工作機械1.6兆円



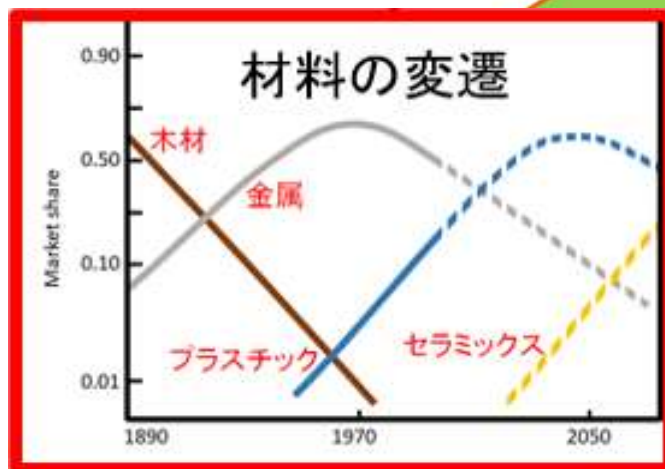
(出所) 日本ファインセラミックス協会 産業動向調査 2021年
Global Industry Analysis社 2021年

拡大するグローバル市場



(出所)「ADVANCED CERAMICS Market Analysis, Trends, and Forecasts, March 2020」、
Global Industry Analysis Inc.
富士経済、2019年8月

広がるセラミックスファミリー



2020年代
「サステイナブル材料」...

2010年代
「エネルギー材料」...SOFC、全固体電池

2000年代
「環境材料」...セラミックフィルター

1990年代
「機能材料」...積層セラミックキャパシター

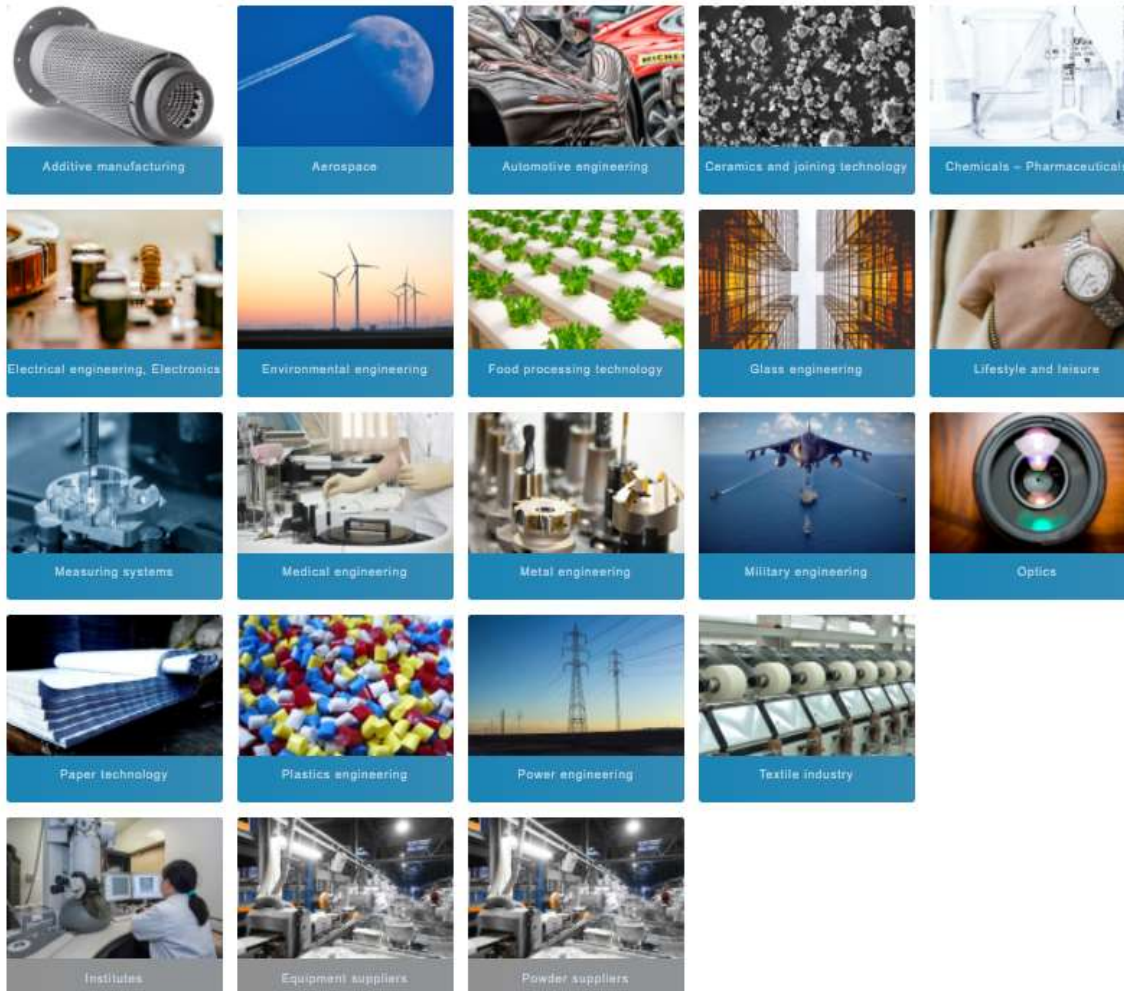
1980年代
「構造材料」...セラミックスパッケージ
(夢のセラミックエンジン)

(米国USACA)

☆Ceramics are everywhere.

☆Ceramics market potentials are endless.

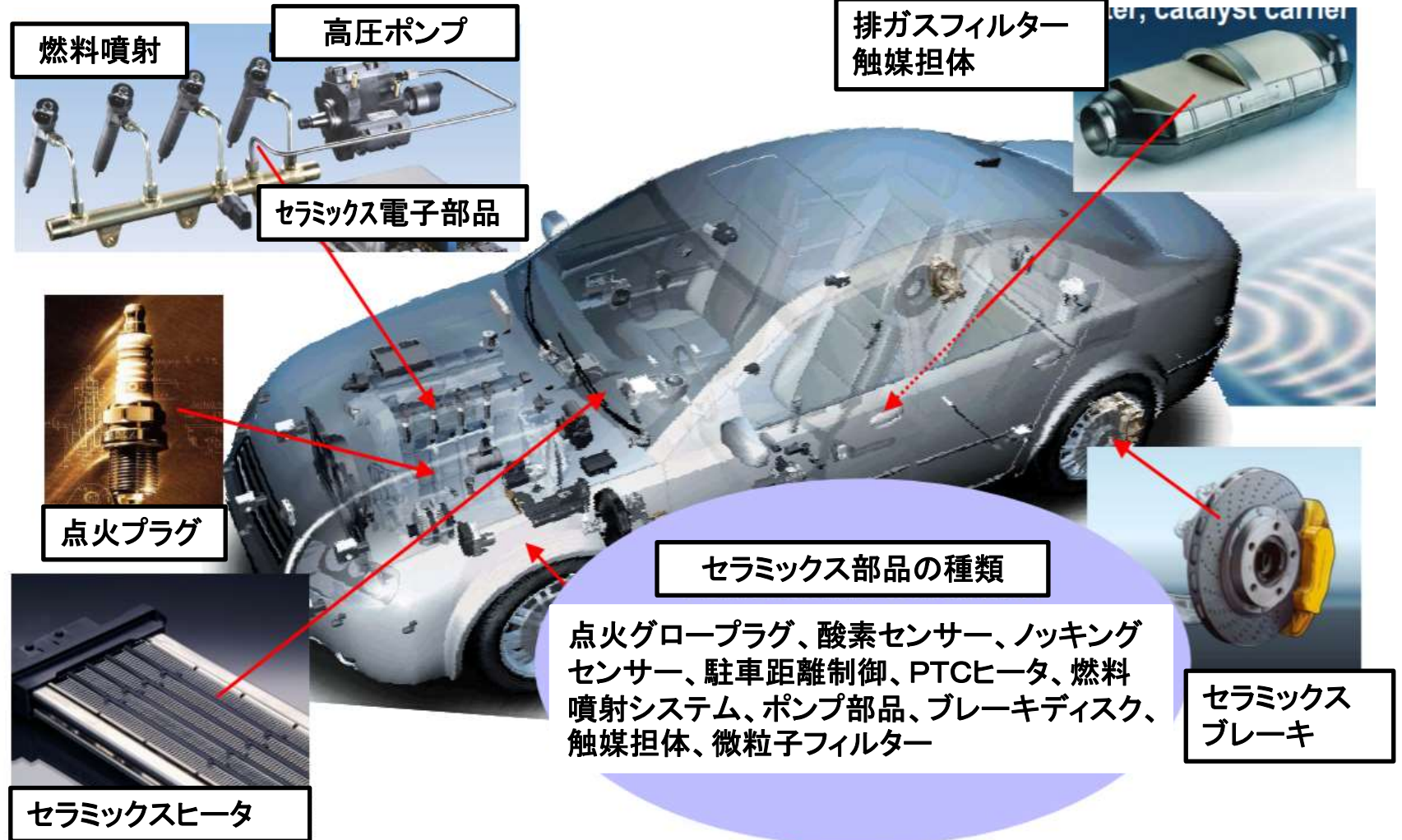
セラミックスは多方面で、多くの製品や部品に使用される



1. Additive Manufacturing
2. Aerospace
3. Automotive Engineering
4. Ceramics and Joining Technology
5. Chemicals-Pharmaceuticals
6. Electrical Engineering, Electronics
7. Environmental Engineering
8. Food Processing Technology
9. Glass Engineering
10. Lifestyle and Leisure
11. Measuring Systems
12. Medical Engineering
13. Metal Engineering
14. Military Engineering
15. Optics
16. Paper Technology
17. Plastics Engineering
18. Power Engineering
19. Textile Industry
20. Institutes
21. Equipment Suppliers
22. Power suppliers

(出所) Ceramic Application (欧州季刊誌)

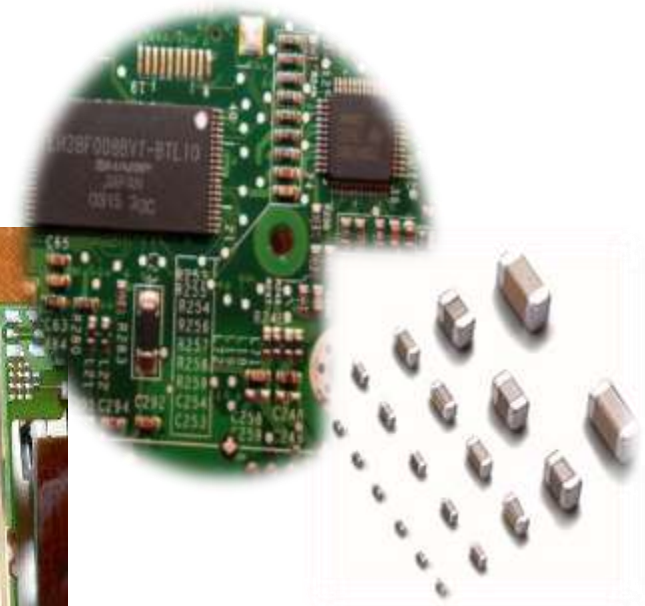
自動車に3000個のセラミックス



スマホに800個のセラミックス

スマートフォンには積層セラミックコンデンサの他、
多数のセラミックを使用した電子部品が...

「材料を究める」、「薄さを究める」、「積層を究める」、「焼成を究める」



チップ積層セラミック コンデンサ	700個
EMI除去フィルタ	25個
表面波フィルタ	20個
チップインダクタ	50個

(出所)村田製作所広報資料

拡大続ける先進セラミックス応用

○エネルギー市場

- ・全個体電池、SOFC(個体酸化物形燃料電池)
- ・熱エネルギーを保存する蓄電セラミックス



○透明セラミックス市場

- ・光学とオプトエレクトロニクス、代替ガラス
- ・高出力レーザー



○セラミックス膜、多孔質セラミックス

- ・水浄化、飲料、化学薬品、医薬品用膜フィルター
- ・CO2分離サブナノ膜



○セラミックスコーティング

- ・耐摩耗性や耐食性の付加の表面処理
- ・金属材料や高分子材料の保護膜

○セラミックス複合材

- ・SiC/SiC、Ox/Ox複合材、LEAPエンジン
- ・ポリマーセラミックス



Optical Ceramics Market, 2021-2026



Optical ceramics market is likely to witness an impressive **CAGR of 14.8%** during the forecast period. The key factor that is contributing to the demand for optical ceramics is mainly attributed to its increasing usage in various industrial applications, such as aerospace & defense, medical, and optics & optoelectronics.

2022年1月6日発行



Optical Ceramics Market, 2021-2027

Optical Ceramics market size was estimated at USD 189.3 Mn. in 2020. It is expected to grow at a **CAGR of 12.4%** from 2021 to 2027.

光学セラミックスは、航空宇宙やオプトエレクトロニクス、また、防護服やヘルメット、自動車や航空機など軍事・セキュリティ分野が重要な市場。航空宇宙、防衛、セキュリティ産業における光学セラミックスの使用も推進力。一方、光学セラミックスのコストが高いことが、予測期間中の市場拡大を阻む。将来的には、医療分野での需要増がチャンス。

Optical Ceramics Market			
Report Coverage	Details		
Base Year:	2020	Forecast Period:	2021-2027
Historical Data:	2016 to 2020	Market Size in 2020:	US\$ 189.3 Mn.
Forecast Period 2021 to 2027 CAGR:	12.4 %	Market Size in 2027:	US\$ 429.06 Mn.
Segments Covered:	by Material	<ul style="list-style-type: none"> • Sapphire, YAG, Aluminium Oxynitride • Spinel • Others 	
	by End-Use	<ul style="list-style-type: none"> • Aerospace & Defense • Energy • Electrical & Electronics • Others 	

Optical Ceramics Market, 2021-2030

The global optical ceramics market was valued at \$189.3 million in 2020, and is projected to reach \$603.4 million by 2030, growing at a **CAGR of 12.4%** from 2021 to 2030.

光学セラミックスは、民間・軍用航空機のエンジンやドーム、レドームなどの過酷な使用に耐える分野で応用されており、今後、拡大する航空宇宙・防衛、エネルギー産業での需要増加が見込まれる。

OPTICAL CERAMICS MARKET, BY END USE

- 5.1. Overview
- 5.2. Optics & optoelectronics
- 5.3. Aerospace & defense and security
- 5.4. Energy
- 5.5. Others

(Key Players)

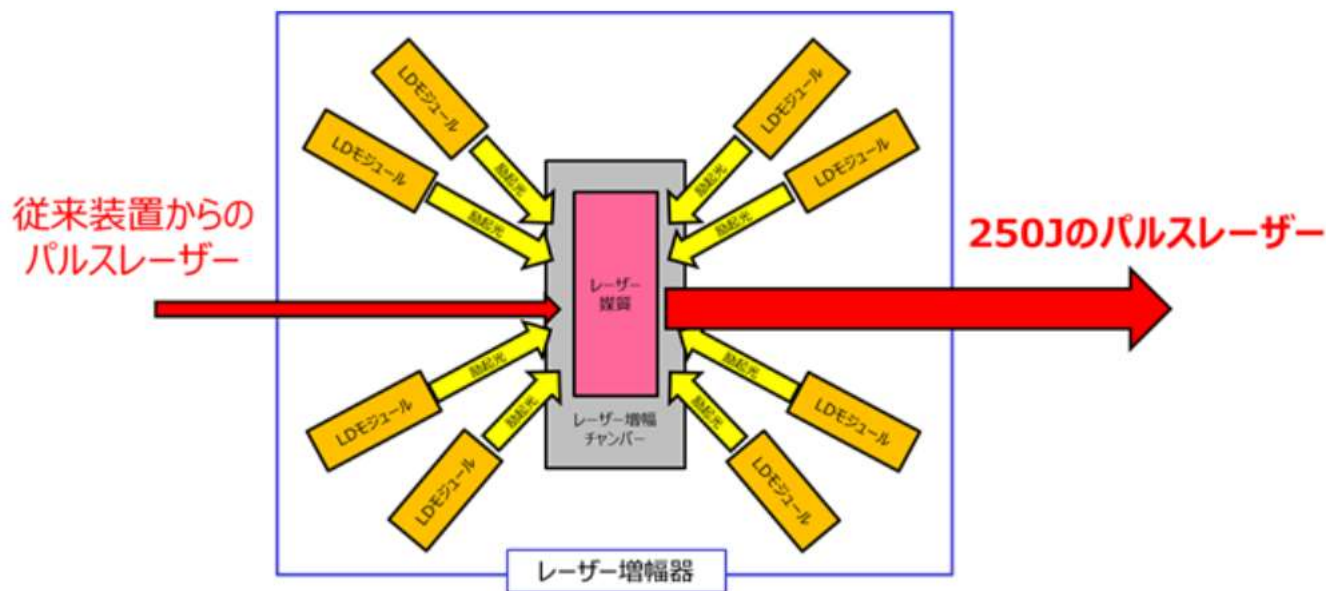
II-VI Optical Systems (US), CeraNova (US), CeramTec (Germany), Surmet Corporation (US), Schott AG (Germany), CoorsTek (US), Murata Manufacturing (Japan), Konoshima Chemicals (Japan), Kyocera (Japan), and Saint-Gobain (France).

世界最高出力250Jの産業用パルスレーザー装置を開発

—レーザー加工の効率向上により、医療・エネルギーなどの応用開拓に期待—

NEDOが進める「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発」プロジェクトにおいて、このたび浜松ホトニクス(株)はパルスエネルギーをLD励起では世界最高出力の250J(ジュール)とした産業用パルスレーザー装置を開発しました。レーザー媒質に光エネルギーを蓄える能力の向上や、ビームの高品質化などにより、従来の産業用パルスレーザー装置と比べ同程度のサイズながら2倍以上のエネルギー増幅能力を実現しました。

本装置はレーザー媒質として最適化した世界最大面積のセラミックス10枚を搭載することで、光エネルギーの蓄積能力を従来の約2倍に向上させました。



上海珪酸研究所 透明セラミックス研究センター

2016年1月、透明セラミックス研究センター設立。目的は、高度セラミックス分野における構造と機能セラミックスの新しい研究の方向性を作り出すこと。同時に戦略的研究の研究方向を強化。

(光セラミックス・複合材料グループ)

透明セラミックスは、ランプエンベロープ、レーザー、シンチレータ、窓、レンズなど多くの用途に向けて開発され、広い範囲で高い透過率をもつ熱的・機械的特性を高める。研究目的は、可視/赤外線範囲で高い透過率を持つ透明セラミックスに焦点。高圧ナトリウムランプやセラミックメタルハライドランプ、酸化イットリウム、イットリウムアルミニウムガーネット、中赤外域で使用されるアルミニウムオキシ窒化物、高屈折率透明セラミックスに使用される透明/半透明のアルミナセラミックスを研究既にいくつかは工業化されている。

(先進酸化物透明セラミックスグループ)

(透明・光機能セラミックス研究グループ)

(透明機能セラミックス・デバイス研究グループ)

長年にわたり、電気光学セラミックス、マイクロ波誘電体、フェライトの製造と応用に取り組んできた。特に、PLZT、PLMNT、NBBT透明セラミックスなどの高度な電気光学セラミックスに関する重要な成果を得た。

JFCA/米国USACA/欧州PEC連携

USACA: 先進セラミックス協会

<重点分野>

- セラミック繊維とCMC製造
(Ceramic Fiber and CMC Manufacturing)
- 透明セラミックス
(Transparent Ceramics)
- 原子力セラミックス
(Nuclear Ceramics)
- 労働力開発
(Workforce Development)

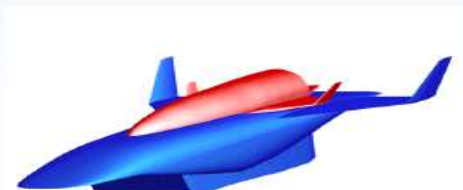
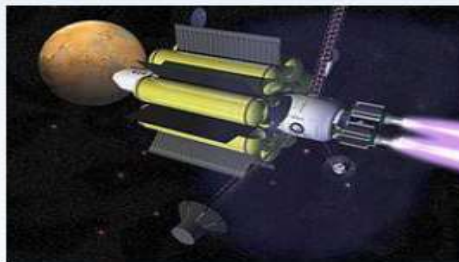
PEC: 欧州セラミックスセンター

<重点分野>

- ラグジュアリーと創造
(Luxury & creation)
- 健康、環境、住宅
(Health, Environment, housing)
- エネルギー、輸送
(Energy & transport)
- エレクトロニクス、**光学**
(Electronics & photonics)

NASAに見るセラミックス応用

Widespread Use of Ceramics in Multiple Aerospace Systems



Ceramic Matrix Composites for Hypersonic Vehicles

3000 F +
temperature
capability
required

Benefit:
Reduced
weight

Ceramic Matrix Composites



Leading Edges

Reentry TPS

Hypersonic
Control
Surfaces

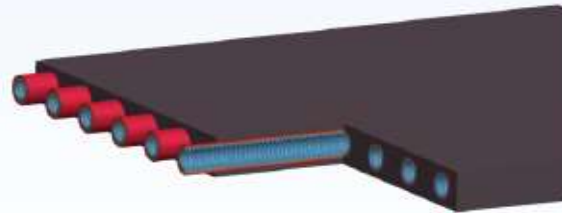
Leading
Edges

Exhaust-
Washed
Structure



In-test photo at
2600°F

Acreage TPS

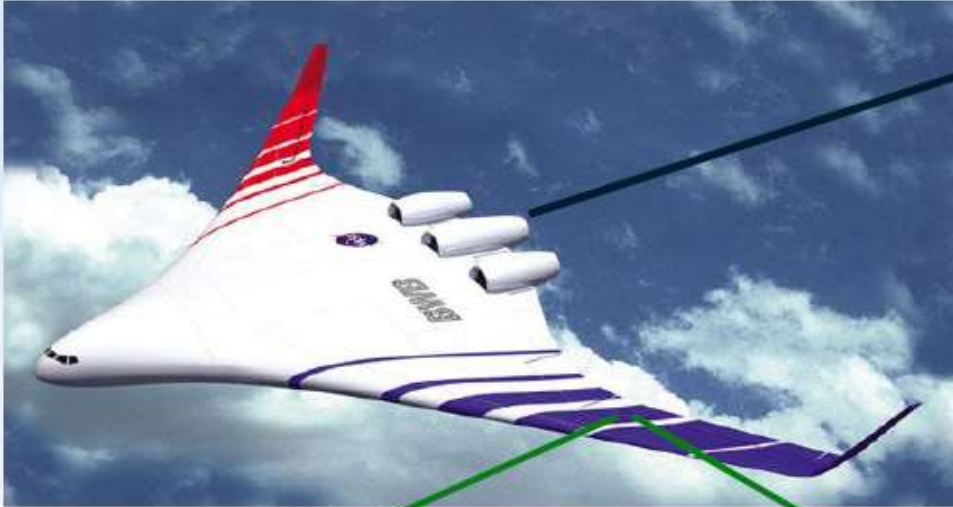


Actively Cooled CMC Combustor



Control Surfaces

Application of Piezoceramic Materials



ENGINES

Piezoelectric Devices

- Energy harvesting
- Power amplification
- Vibration suppression
- Noise suppression

AIRFRAME

Piezoresistive Devices

- Embedded pressure sensors
- Embedded strain sensors

Piezoelectric Devices

- Energy harvesting
- Cabin noise suppression
- Active flow control
- Variable control surfaces

Challenges:

- High temperature capability (>> 300°C)
- Large displacement
- Integration with structure and durability of integrated structure
- Multifunctionality

Ceramics in Satellite Communication



- Ceramic dielectric materials with engineered properties for microwave, millimeter wave communication system
- Dielectric ceramics as resonators, filters, oscillators
- Miniaturization continuing trend

Piezoceramic materials”

- Change in shape of reflector to improve signal quality
- Vibration control
- Positioning control

DOD: 競争時代の技術ビジョン

3分野、14の重要技術

1. 新しい機会をもたらすシーズ分野

- バイオテクノロジー
- 量子科学
- 未来型ワイヤレス技術
- **先端材料（極超高温、軽量、高機能）**

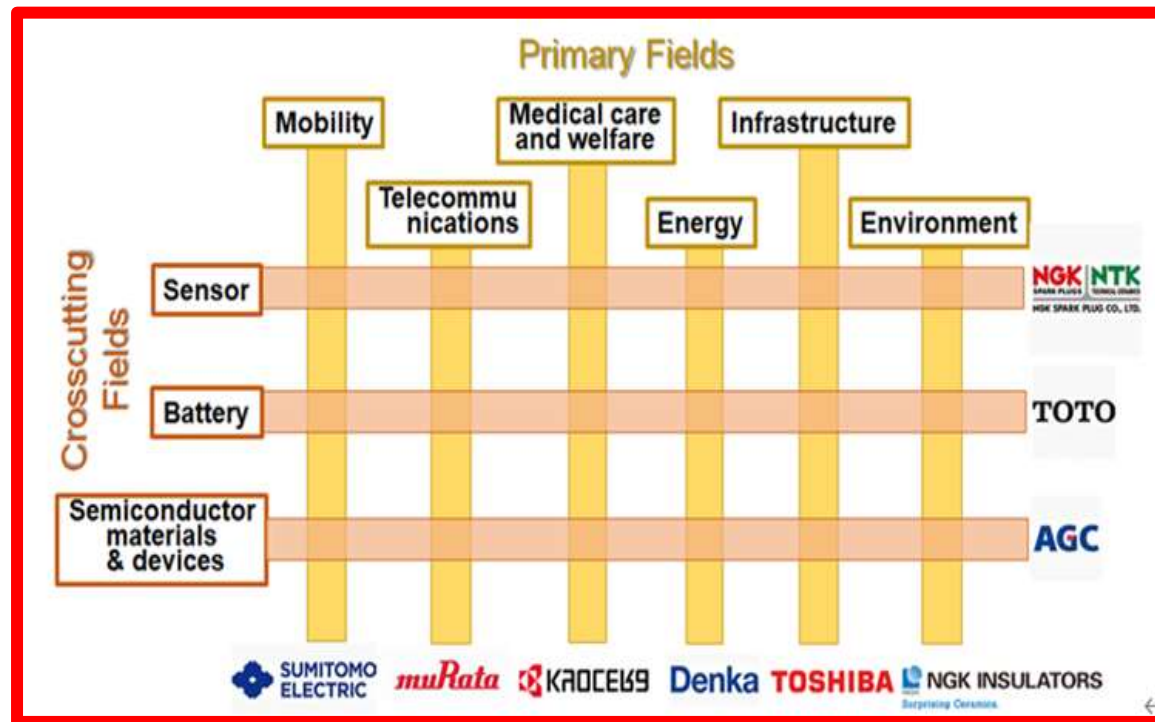
2. 既存の活気ある商業部門活動の分野

- トラステッド AI とオートノミー
- 統合ネットワーク システム・オブ・システム
- マイクロエレクトロニクス
- 宇宙技術
- 再生可能エネルギーの生成と貯蔵
- 高度なコンピューティングとソフトウェア
- ヒューマン・マシン・インターフェイス

3. 防衛関連の分野

- 指向性エネルギー（レーザー、高出力マイクロ波、高エネルギー粒子ビーム）
- Hypersonics（マッハ5の極超音速システム）
- 統合されたセンシングとサイバー（広帯域センサー）

4. FC Roadmap 2050 2021年版 (冊子)



(主要分野)モビリティ、情報通信、医療福祉、エネルギー、インフラ、環境
(横断分野)センサ、電池、半導体材料・デバイス

※ロードマップの構成

①市場ロードマップ(市場ニーズ、規模)、②製品ロードマップ(予想される機能、製品等)、③技術ロードマップ(セラミックスの必要な技術)

※図書購入は、<http://www.jfca-net.or.jp> にアクセスして下さい。

Roadmap 2050アンケート調査結果

【対象機関】

- 国内機関: JFCA会員企業 (回答数37件)
- 海外機関: 米国先進セラミックス協会、欧州セラミックスセンター、米国セラミックス学会等を通じた海外企業、海外研究者(大学等) (回答数64件)

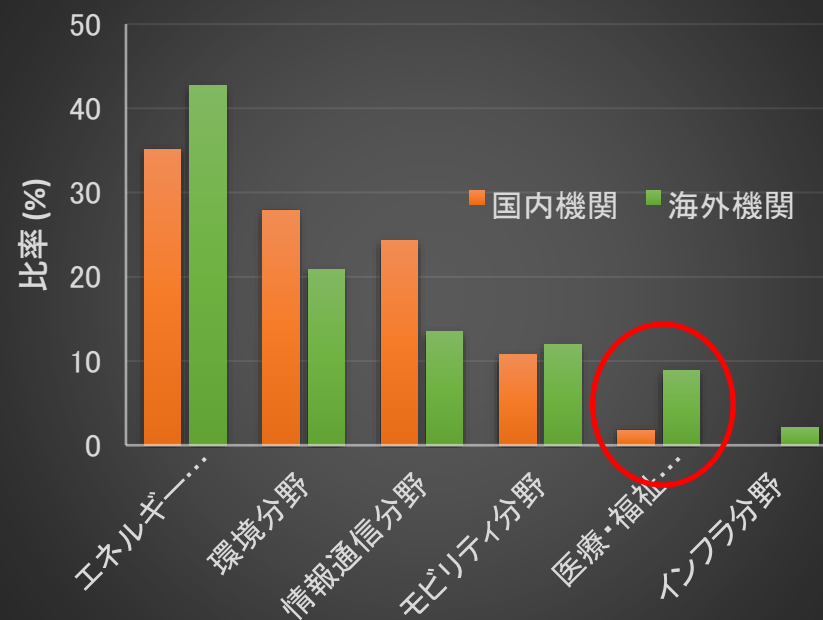
【期間】

2021年6月～7月

【質問5事項】

1. 2050年までに社会に影響を与えるメガトレンド
2. 2050年までに期待される応用分野
3. 2050年まででセラミックス発展に必要なキーテクノロジー: トップ10
4. 一般質問
5. 自由コメント

【質問2のアンケート結果分析】



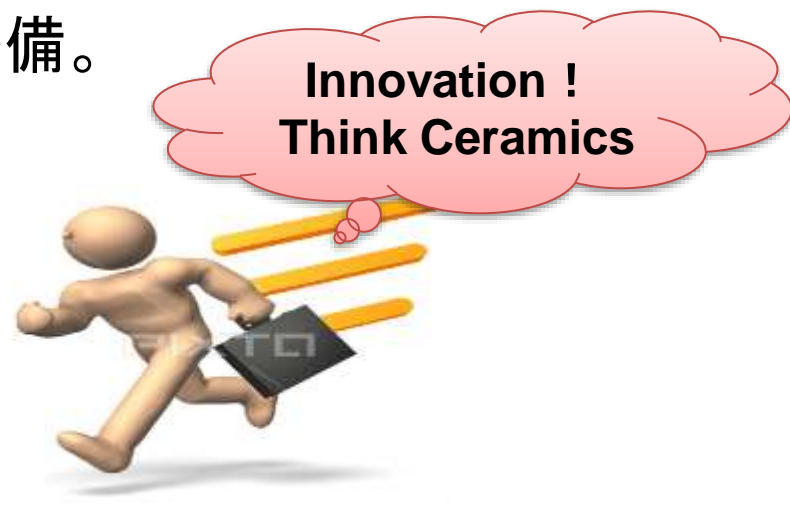
ロードマップ例 クリーン燃料発電

クリーン燃料発電		2020				2025					2030					2040	2045	2050	→		
マーケット	温室効果ガス削減目標	2013年度比 46%										カーボンニュートラル									
	電源構成目標	第6次エネルギー基本計画 再生可能エネルギー : 約36~38% 水素・アンモニア : 約1% 化石燃料 : 約41% 原子力 : 約20~22%										再生可能エネルギー : >50% 水素・アンモニア : >10% 化石燃料 : <20% 原子力 : <20%									
プロダクト	水素	水素発電システム										ガスタービン(水素混焼)、燃料電池									
	水素製造コスト	100円/Nm ³ (グレー水素)		30円/Nm ³ (高温水蒸気電解などの研究開発、実証試験(ブルー&グリーン水素))						20円/Nm ³ (新技術の社会実装の進展、普及拡大(グリーン水素))											
	アンモニア	アンモニア需要		アンモニア生産2億ton/年(1億ton:肥料用)						発電需要増加(2000千ton/年(20%混焼@2030(10円代後半/Nm ³)), 1億ton/年(専焼))						商用拡大					
	アンモニア発電システム	ガスタービン(100MW~)設備開発		ガスタービン(100MW~)実証						ガスタービン(100MW~)初期導入		ガスタービン(100MW~)本格導入									
	メタンハイドレート	ガス生産安定性検証										パイロット実証		商業化(ハイドレート価格: <26円/m ³ (LNG以下))							
テクノロジー	水素発電	タービンの耐熱性向上										水素混焼・専焼ガスタービンの課題抽出									
	タービンの耐熱性向上	水素混焼・専焼ガスタービンの課題抽出										ガスタービン部材用耐熱、耐食性セラミック膜(耐還元性遮熱コーティング(窒化物、炭化物等))の開発									
	水素製造	改質触媒										CCUS ¹⁻¹⁾									
	改質触媒	化石燃料改質触媒										CCU由来合成プラスチック分解触媒									
	メタン・DME ¹⁻²⁾ 改質	メタン分解触媒(Ru, Ni+Al ₂ O ₃)										発熱抑制・高効率化触媒(ナ/RhCo+セオライト、電場誘起Rh+CeO ₂ など)				低温反応・高効率化触媒					
	メタン・DME ¹⁻²⁾ 改質	メタン分解触媒(Ru, Ni+Al ₂ O ₃)										メタン・ジエチルエーテル分解触媒(Cu系スピネル酸化物)				低温反応・高効率化触媒					
	アンモニア改質	アンモニア改質										アンモニア分解触媒(Co-Mo-N, Ni+Ca-NHなど)				低温反応・高効率化触媒					
	水素分離膜担体	水素分離改質器(メンブレンリフォーマー(MRF ¹⁻³⁾)用 Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ 多孔体										Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ 多孔体複雑形状化 3D造形				水素透過性金属-セラミックス複合膜					
	SOEC ¹⁻⁴⁾	電解質										SOEC ¹⁻⁴⁾ 用電解質(YSZ, Sc-ZrO ₂)				高性能電解質(Mg-La-Ga-O系)					
	SOEC ¹⁻⁴⁾	電極材										SOEC ¹⁻⁴⁾ 用電極(カソード: Ni-YSZ, CeO ₂ 系、アノード: Mn, Fe系ペロブスカイト酸化物)				低コスト化、大型化、耐久性向上					
	水電気分解	アルカリ、PEM ¹⁻⁵⁾ 、AEM ¹⁻⁶⁾ 型水分解										水分解触媒 Ir+MnO ₂				水分解触媒 Irless低コスト化		海水分解触媒			
	太陽光利用水熱分解	ライン集光型太陽光										低温型波長選択膜(Si合金系半導体(<400°C, <550°C)の低積層化、実用化)				高温型波長選択吸収膜(β -FeSi ₂ +SiO ₂ (~650°C))の実証試験、実用化					
	二段階水熱分解サイクル(集光型太陽光)	酸化・還元材料(フェライト、CeO ₂)~5MW級実証										~数十MW級実証				実用化					
	熱利用水分解(ISサイクル)	硫酸分解器容器										耐熱・耐薬品SiC容器(硫酸分解器)				大型化・実用化					
	硫酸分解促進触媒	SO ₃ -SO ₂ 反応促進触媒(Cu-V-O, TiO ₂)										触媒能の向上									
	人工光合成用光触媒	アニオン複合化合物										可視光応答型光触媒の高効率化(TaN, Y-Ti-O-S系, Bi-V-O系)				新規光触媒の開発、高効率化				大面積実証、社会実装	
	有機・無機ハイブリッド	金属-ナノシート(Ca-Nb-O系)+色素増感材										変換効率向上、可視光吸収特性向上(ナノシート材、色素増感材)									
	アンモニア発電	タービンの耐熱性向上										NH ₃ 混焼・専焼ガスタービンの課題抽出									
	タービンの耐熱性向上	NH ₃ 混焼・専焼ガスタービンの課題抽出										ガスタービン部材用耐熱、耐食性セラミック膜(耐還元性遮熱コーティング(窒化物、炭化物等))の開発									
	アンモニア合成	アンモニア製造目標値										常圧(~2MPa)、常温、NH ₃ 生成量: 従来法レベル(従来法: ハーバー・ボッシュ法(高圧(10-100MPa)・高温(400-650°C)))									
アンモニア合成	低温・低圧合成技術										常圧・低温合成用触媒(Mo錯体+Sm-I)				高効率触媒ナノ担持多孔質体(ナノポーラスシリカ、セリア複合酸化物)						
低温・低圧合成技術	常圧・低温合成用触媒(Mo錯体+Sm-I)										高効率触媒ナノ担持多孔質体(ナノポーラスシリカ、セリア複合酸化物)				低圧・低温合成用触媒(Ru/CaFH ₃ , Ru/Ca-NH, Ru/12CaO·7Al ₂ O ₃)						
人工光合成技術	人工光合成技術										人工光合成用触媒(Bi-O-Cl)										

1-1) CCUS: Carbon dioxide Capture Utilization and Storage、1-2) DME: Dimethyl Ether、1-3) MRF: Membrane Re-Former、1-4) SOEC: Solid Oxide Electrolysis Cell、
1-5) PEM: Polymer Electrolyte Membrane、1-6) AEM: Anion Exchange Membrane

5. 今後の課題

- 経済安全保障と安全保障の重なる部分は、国際社会の確固たる地位確保の上で不可欠。特にコア技術は重要な戦略ツール。
- 技術優位性の保持は、企業だけが頑張っても難しい。国の戦略的な政策支援が必要。
- 最後の砦のひとつセラミックスは、先端材料として多種の部品や製品に幅広く応用される横断的なコア技術。
- セラミックス技術の向上と保持(技術漏洩)及び諸外国と伍する形で研究開発を継続的に進める制度の整備。
- 欧米、中国、韓国のセラミックス技術の継続的な技術動向調査。



ありがとうございました。

ノーベル文学賞ボブ・ディランの「時代は変わる。」「濡れたくなければ泳ぐしかない。」

yano@jfca-net.or.jp

<http://www.jfca-net.or.jp/>



あのヒロインも使っていたセラミックス

彼女が使っていた武器。。。
あれは 硬化セラミック刀。
そして 兵隊の甲冑もセラミック。

Innovation ?....

Think Ceramics !

技術革新？

セラミックスソリューションを忘れていませんか！

