4th IRアカデミー 第12回
社会変革期のVUCA時代における人材育成WS
– ロボコンなどに見るα世代の未来 -

なぜ“自社だけでは”次世代エンジニアを確保できなくなったのか

– 米中ロボット競技会に学ぶ、業界投資という選択 –

2026年3月5日

東京大学

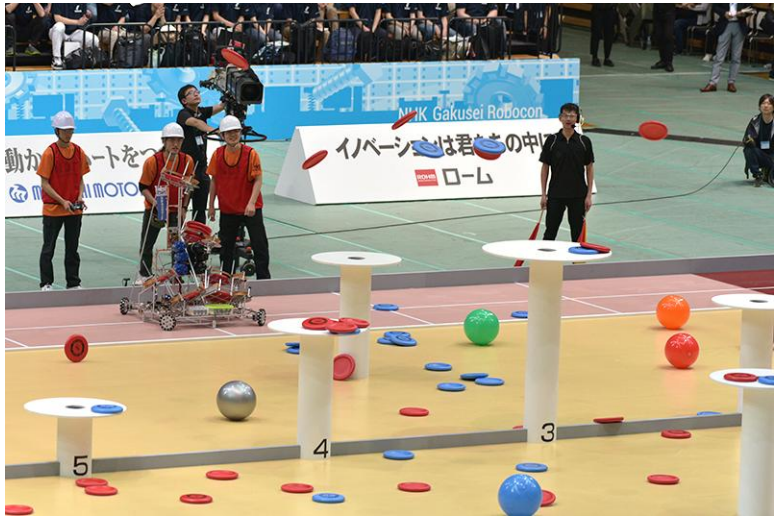
hk-igarashi (at) g.ecc.u-tokyo.ac.jp

五十嵐 広希

※ 本資料における説明内容は一個人の主観を含むものであり所属する組織を代表するものではありません

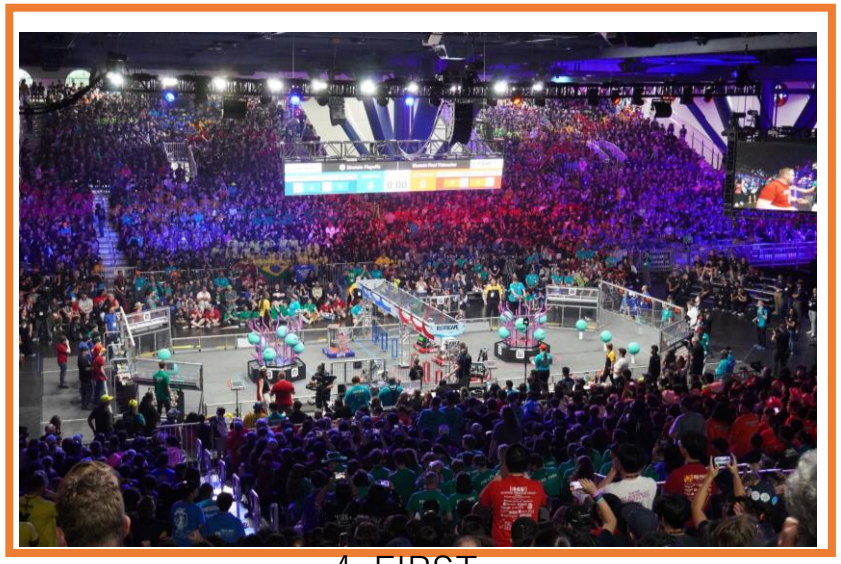
自己紹介：五十嵐 広希、博士（工学）

- **専門：**安全工学、性能評価、標準化、災害対応ロボット、**STEM教育**、未来洞察 等
  - 主なお仕事：無人航空機(ドローン)の機体型式他
- **各種ロボット競技会（ロボコン）等の運営に従事**
  1. NHK 学生ロボコン/高専ロボコンの運営 競技専門員 等
  2. RoboCup 国内/世界大会の運営
  3. 経産省主催のロボットコンテスト（WRS）のジュニア部門の運営
  4. **FIRST Robotics Competition(FRC)、FGC 国内チームの運営支援**
  5. その他 各種ロボット競技会等の運営支援、競技会やチーム立ち上げ支援 等



1. NHK 学生ロボコン
https://deviceplus.jp/event/nhk-robocon2017-review/

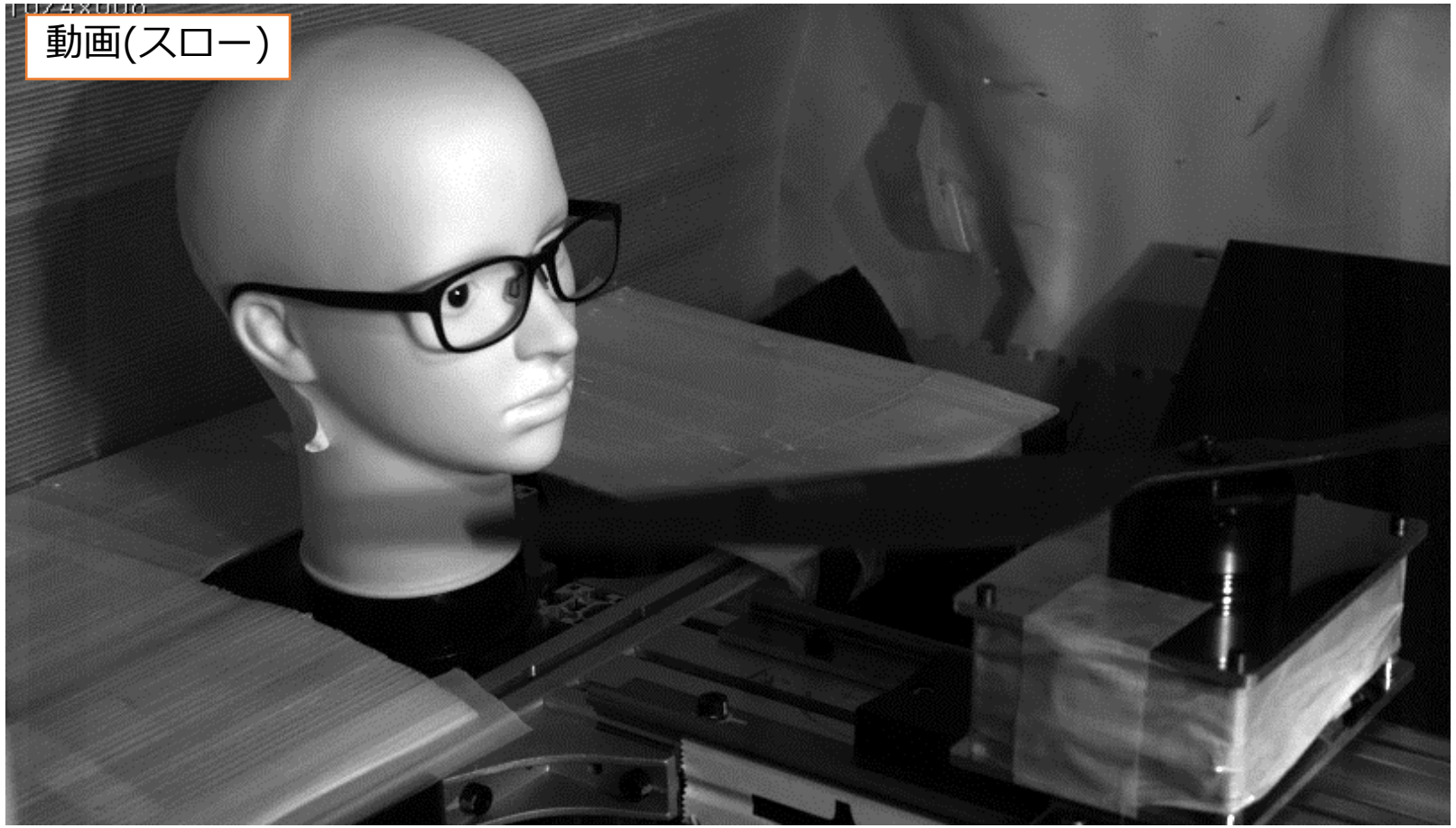
https://www.robocup.org/
2. RoboCup



4. FIRST

【研究】個人保護具：「保護メガネ」の有効性の確認

- 事故例：プロペラ直径「4インチ」から失明事例あり
- ドローンの運用リスクに応じた、保護メガネの要件や評価法について実験的な調査を実施



メガネ	
種別	視力矯正メガネ
価格	1万円
安全規格	**なし**
プロペラサイズ	22 inch

ロボコンでも保護メガネ着用しましょう（できれば2,000円ぐらい）

■ 日本のドローン（無人航空機）産業の特殊性

1. 「第三者の認証」の文化が浅い

- 産業構造として「農薬散布」「防衛省・海外メーカーの“下請け”」「ラジコン」が中心
- 仕様書と予算が下りてくる文化（「答えは発注主」にあるか、すり合わせ）
- 検査側である日本の航空局も、欧米と比較すると認証や検査の経験が浅く、認証人材が不足

2. 許可承認を踏まえたルール作りが不得意

- リスクが高い航空/医療/原子力は国の許認可、ドローンも基本は「航空」の考え方で法規制
- 日本は許認可も含めたルール作りの経験が浅いが、ルール重視（ルールベース）
  欧米は航空機と同じ基準では事業化が困難なので、リスクに応じたルールを検討中（リスクベース）

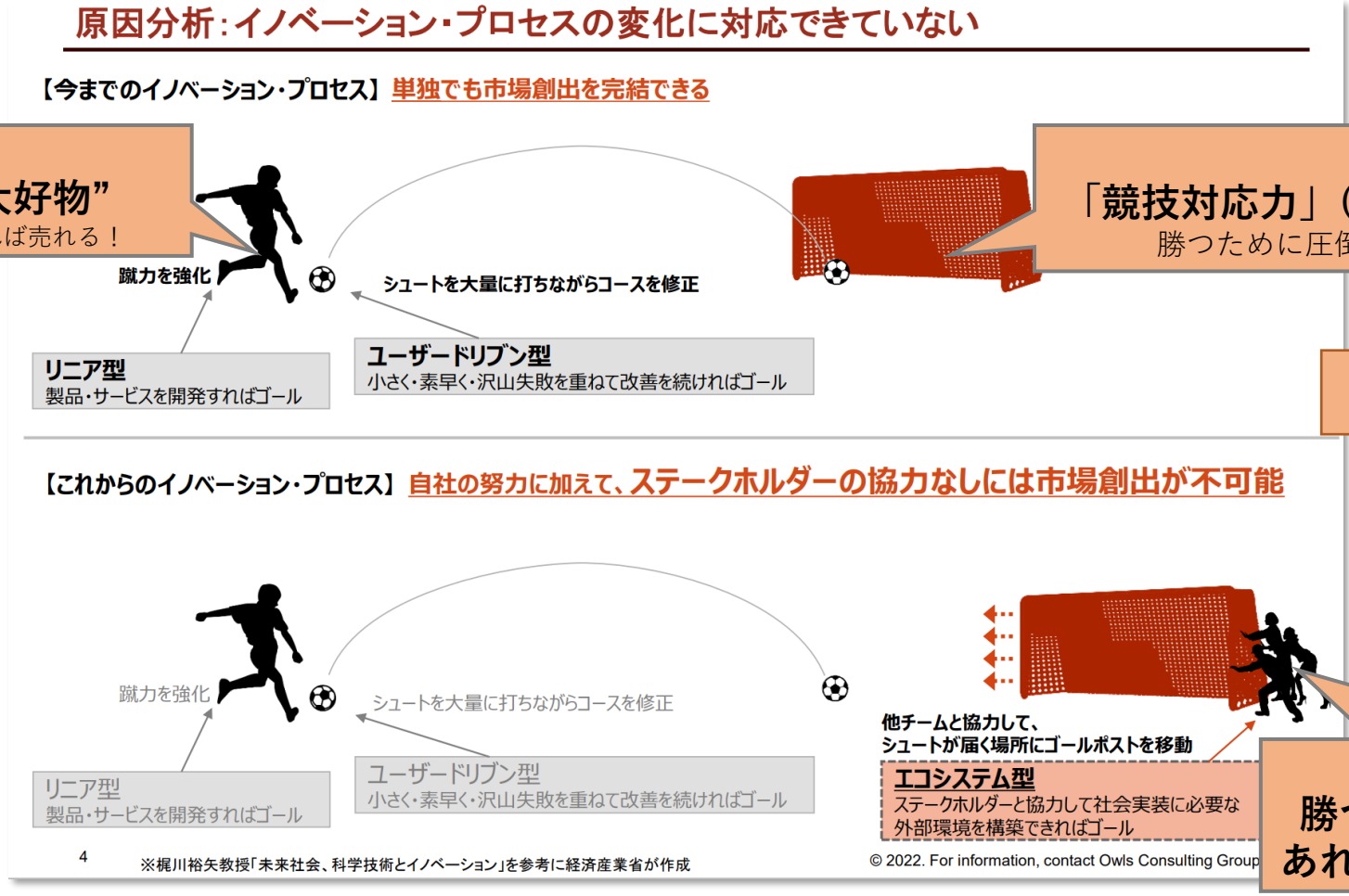
3. ドローンは「航空機」の一つの区分

- 欧米は、ドローンを航空機の一つの区分として考えて、リスクに応じた規制を検討中
- 日本は「区分ごと」（大型有人、小型有人、“空飛ぶクルマ”、無人航空機…）に、“サイロ化”(縦割り)の規制になりがちで、リスクベースの議論が不得意

4. 航空の「フォーラム(コンソーシアム)標準」への参加者が少ない

- ISO/IECなどの「デジュール標準」は2000年ごろから経産省も推し進めてきた
- 航空に限らずフォーラム標準(コンソーシアム標準)の人材育成機能が無かった

■ 何のために、どこを目指して標準・ルールを作るのか？



日本：
脚力強化が“大好物”
“脚力”(技術)を強化すれば売れる！

中国：
「競技対応力」(戦略、戦術、技術)を強化！
勝つために圧倒的な技術力と全部やる気合！

たぶん急速に
移行中

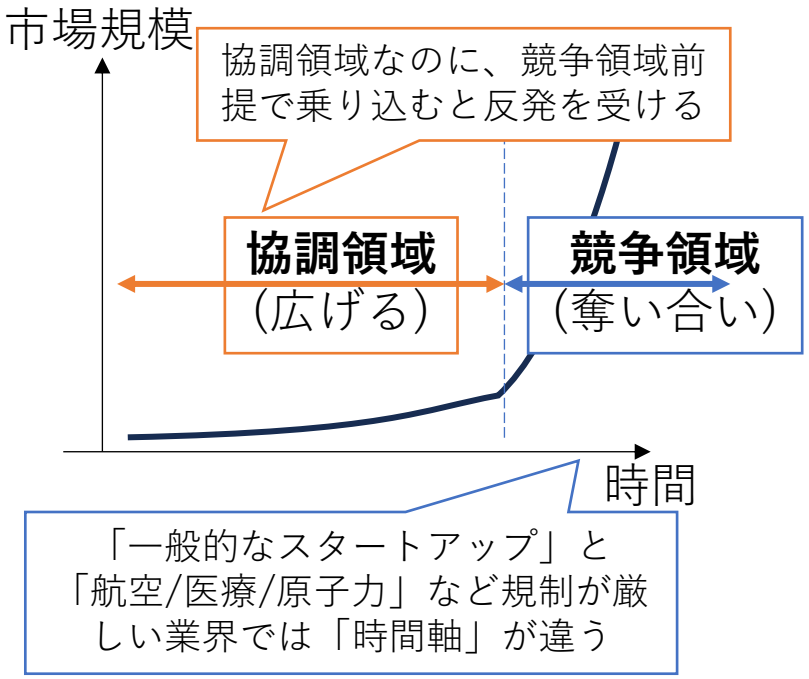
欧米：
勝つための課題を特定し、必要であれば協調して“前提条件”を変える

ココに入るための人材育成とは？
育成は「いつから」「どんな教育」が必要か？

※ 経産省「新市場創出サービスの産業マップを作成しました」
イノベーションの社会実装を支援するサービス産業に関する調査報告
https://www.meti.go.jp/press/2022/05/20220527009/20220527009.html

【標準化】航空業界は許可承認を踏まえた「共創と競争」の使い分け

- **航空産業は、認証が取れないないと事業がスタートできない**
  - ドローンはまだ黎明期なので「広げるフェーズ」が重要
  - 欧米は「自分たちが市場に入れるかどうか不安」という危機感で、「ギブ＆テイク」の考え方で、協調作業と情報収集を実施
- **日本の標準化政策は「奪い合い思考」が中心(競争思考)？？**
  - そもそも「協調」のやり方は、いつ・どうやって学ぶのか？？



市場を「広げるため」の標準化	市場の「奪い合い」の標準化
共創・協調 **ギブ・アンド・テイク**	**競争** **奪い合い**
市場を小さくしないための規格 最低限の安全を決めるため規格	**市場を奪い合う規格** 例：Blu-ray ／ 4G-5G
抽象的 考え方を示している	**具体的** 企業の能力/技術力に左右される
フォーラム規格 任意規格	**事実上の強制規格** “ある時”からデファクト化
地域やグローバルな産業で議論 欧米のが得意な標準化	**個社の議論** 日本の産官学の標準化のイメージ

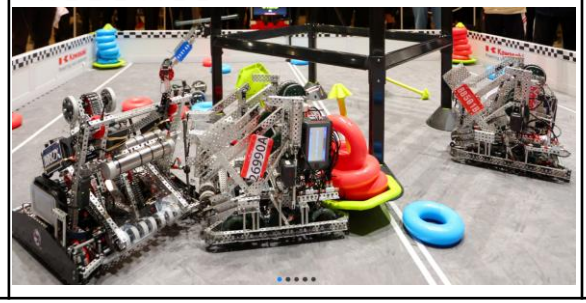
【人材育成】“モヤモヤ”出来る人材はどうやって育てるか？

ホールシステムアプローチ型	ギャップアプローチ型
「答えが無い」世界 “全体的”、ゴールが不明瞭	**「答えがある」世界** “部分的”、ゴールが明確
支援、促進、調整、質問、 自主的/主体的、全体、熟達、マスタリー、 WANT、ホラクラシー、VUCA	管理、統制、指示、命令、操作的、部分、 支配、マネジメント、MUST、ヒエラルキー、PDCA
成長型経済	コストカット型経済
主体性教育、**総合型選抜**	詰め込み型教育、**偏差値型入試**

- **どちらが「良い、悪い」ではないが、欧米は両方を「使い分け」**
  - 日本の大企業（JTC）は「ギャップアプローチ型」、博士課程などは「ホールシステム型」
- **日本は「ギャップアプローチ型」の組織が多い傾向**
  - 40代以上はの大学受験が「詰込み型」、30代以下は「主体性教育型」
  - ギャップアプローチ組織（JTC）では、ホールシステム型はしんどい
    - 「ホールシステム」を理解出来ない組織には、若手も来ないし女性も増えない
  - 「モヤモヤ」はギャップアプローチ型の人材には苦行

「モヤモヤ」できる早期の人材育成の促進が必要

U-18 “4大競技会”の比較

	FIRST	VEX	WRO	RoboCup Junior
主催	**FIRST** (米国)	**REC Foundation** (米国)	**WRO International Advisory Council** (シンガポール)	**RoboCup Federation** (スイス/米国)
目的	STEM教育の促進、リーダーシップとチームワークの強化、科学技術への興味を育む	STEM教育の促進、エンジニアリングとロボティクスのスキル育成、競技を通じた学習	STEM教育の促進、創造力と問題解決能力の育成、国際交流の促進	ロボット工学とAI技術の普及、チームワークと問題解決能力の育成
開始時期	1992年	2007年	2004年	1998年
参加国	約110か国（北米中心）	約125か国（北米中心）	約95か国（GS中心）	約45か国（欧州/GS中心）
全参加者数	合計 約85万人 (2024年)	合計 約32万人 (2024年)	合計 約10万人 (2024年)	推定 数万人 (主催からの発表無し)
世界大会開催地	米国 (ヒューストン)	米国 (テキサス州)	毎年変更 (GSメイン)	毎年変更(全世界)
特徴	• ロボット技術の他に社会貢献活動やプレゼンテーションを重視 • 主に小/中/高校生でクラス分け • 女性の参加割合が高い(4～5割) • 地区大会や世界大会は民間主導 • “別ブランド“で全世界190か国以上から各国1チーム参加のFGCも開催	• 元FIRSTの一つのカテゴリから独立、低学年はレゴのような独自キットを用いた競技 • 主に小/中/高校生でクラス分け • 日本国内予選は英語で開催 • 地区大会や世界大会は民間主導	• レゴを用いた競技から制約なしへと移行中 • グローバルサウス(GS)からの参加チームが多い • 主に小/中/高校生でクラス分け • 世界大会は行政主導が多い	• 部品をすべて設計するチームが上位を占める • 運営に教育系の研究者が多い • 競技単位で縦割り • 世界大会開催費は行政主導
				

https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1182878.html https://vexjapan.com/ https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000018.000046874.html https://www.nagoya-info.jp/en/event/detail/984/

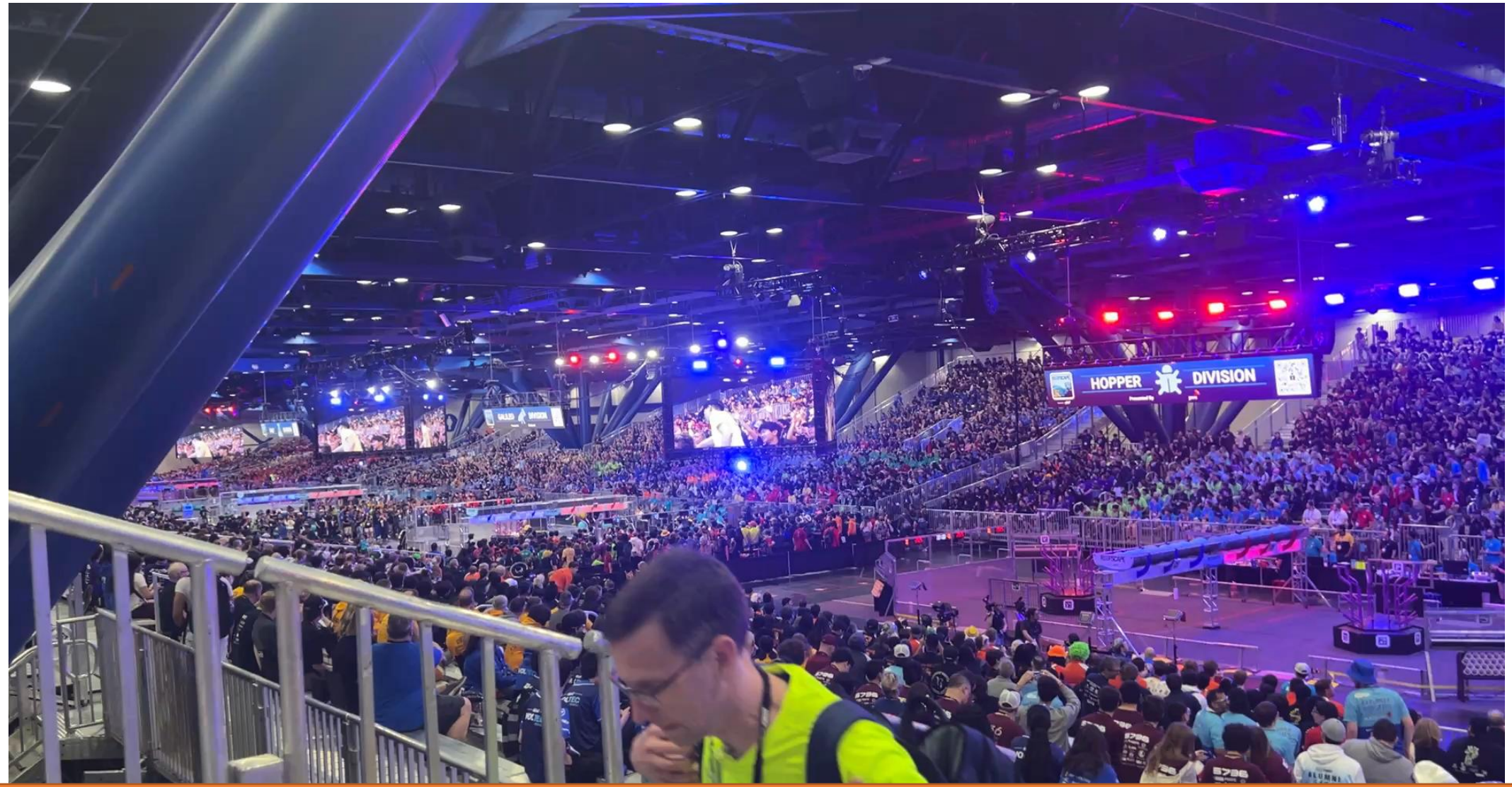
■ 米 FIRSTのSTEM教育プログラム

- **米国の非営利活動法人「FIRST」**
  - 【FIRSTのビジョン】科学・工学・技術などのスキルを身につけ，イノベーションを刺激し，自信・コミュニケーション・リーダシップなどの豊かな人間性を育み，科学技術のリーダー・イノベーターを育てる（1989年 設立）
- **毎年米国を中心に約110か国、約80万人前後の小・中・高生が参加**
- **毎年アップル社，アマゾン社，ボーイング社、クアルコム社などが各社10億円以上を寄付し，その他の民間企業からの寄付金で運営（毎年合計約140億円前後）**
  - FIRSTの運営は，ボーイング社などの民間企業の経営者やNASAの研究所の所長，大学関係者などが中心
  - 寄付金は競技会の運営の他に、競技参加者の学進学時の奨学金等としても運用

ボーイング社：FRC2022大会のメインスポンサー
- ボーイング社は“737Max”の開発失敗により2年連続で数千億円の赤字計上
- FIRSTに約10億円以上の協賛
- **2022大会のテーマは：「航空・宇宙の輸送」**

■ FIRST ChampionShip2025（決勝大会）の「決勝」の様子

■ FIRST ChampionShip2025 決勝日の朝7時の様子



決勝大会は「選手4万人、メンター1万人、ボランティア1万人以上」が参加
（ここに日本からの参加者は20名程度！）

■ FIRST Robotics Competition(FRC)

- 社会課題をメインテーマに競技設計
  - 毎年SDGsに関わる「水、エネルギー、都市開発、物流、宇宙」等をテーマに開催
  - **2022年シーズン「航空・宇宙の輸送」**、 2025年シーズン「海洋」
- 中高生（14～18歳）を対象とした“ロボット競技会（STEMプログラム）“
  - 約30か国から、8～9万人/年、3000～4000チームが参加

【特徴】

1. 「6週間でロボット」を設計・製作・競技開始
2. 競技はランダムに組み合わせた「3対3のチーム戦」
3. 初参加チームへの配慮と評価
4. ロボットの競技以外の評価を重要視
5. 大学入試と直結させた「競技設計」

「ギブ・アンド・テイクの精神」を社会とつながりながら実践的に経験

■ 特徴1：「6週間」でロボットを設計・製作・競技開始

- **ロボットを短期間で製作**
  - 重量が約50kg、サイズが縦横 約80cm、高さ 約130cmという大型のロボットを製作

- **アイデアをいかに早く実装し、競技(本番)で性能向上**
  - スタートアップ企業の原則と同じ
  - 毎年1月にルール発表、2月から各地で地区大会開始、4月に決勝大会
  - 約4か月の短期決戦　（他のロボット競技会よりも開発期間が短い）

- **上位チームは早く出来たロボットをどんどん公開（オープンソース化）**
  - 上位チームは「約2週間以内」でロボットを完成させて、SNSにどんどんUp
  - 構造設計もソフトも公開（ただし「戦術」までは公開だが「戦略」は非公開）
  - SNSでの情報交換も盛ん

- **米国を中心に、約70地区で地区大会(予選)が開催**
  - 米国内や各国で地区大会が開催され、どこの地区に出るかも各チームの戦略
  - 上位チームはほぼ毎週どかの地区大会に参加
  - 地区大会期間中に、どんどんロボットを改良

■ 特徴2：競技はランダムに組み合わせた「3対3のチーム戦」

- **予選ではすべて違う「即席チーム」で対戦**
  - 予選では2日間で約10試合前後を実施
  - 各試合「3対3」でのチーム戦
  - 各試合のチームはランダムで即席のチームを作って対戦し、合計得点で決勝へ
  - 他チームとの「協調能力」「コミュニケーション能力」が必須

- **「強いチーム」は「弱いチーム」を支援**
  - 強いチームは、自分より「弱いチームの強み」を伸ばさないと得点が増えない
  - 強いチームは、だいたい余裕があるので楽しんでるし、他チームにも楽しむ文化を伝授
  - 初参加チームも楽しめる競技設計 **（他のロボコンとは大きく違う）**
  - 初参加チームは、強いチームの戦略・戦術を「盗める」
  - 壊れたロボットを強いチームが直したり、改良をするのが当たり前の文化

- **コミュニケーションからのエコシステム化**
  - 事前のチーム間のコミュニケーションを推進
  - 地区大会では地元のチームを訪問し、作業場所等を借りる文化（ギブアンドテイク）
  - OBやOGからのメンター制度が充実し、エコシステムが形成

■ 特徴3：初参加チームへの配慮と評価

- **ロボットを動かすための基本キットが充実**
  - モータから回路まで基本キットが全チームに送付される
  - 参加費約100万円と高額ではあるが、ほぼキットの原価
  - 「お金を集める」が先で、ロボットを作るは後でも大丈夫な競技設計（日本と逆）

- **ロボットを動かすための基本的な情報はwebで公開**
  - 高度な技術もSNSでチーム間でやり取り

- **初参加チームの「賞」が充実**
  - ロボットの成績以外の賞も多くあり、初参加でも受賞可能
  - 初参加のみが対象の賞もある
  - 賞を受賞すると「決勝大会」に参加が可能

- **ロボットの基本パーツを販売する会社が多数存在**
  - 基本構成部品は購入が可能　（日本は部品を買うなどあり得ない、“車輪の再発明”型）
  - ルールが発表されると、ルールに対応したコアパーツが販売
  - パーツを販売し、自チームの活動資金にするチームも

■ 特徴4：ロボットの競技以外の評価を重要視

- **競技会の会場での振る舞いを評価**
  - 「チーム全体」や「チームリーダー」等を評価
  - 最上位は「Dean’s List Award」として評価され大学への奨学金に直結

- **ロボット製作期間以外の「アウトリーチ」(社会貢献活動)を評価**
  - 「社会課題の解決のための技術」という考え方なので「技術は手段」（日本は「技術開発が目的」）
  - チームは社会貢献活動をアピールして、地域の企業などから資金集めを実施
  - 2年前のヒアリングでは各チーム平均2000万円/年前後を集める（多いチームは2億円/年！）

- **リーダーシップ以外にも毎年のテーマに沿ったプレゼンも重要視**
  - ロボット競技以外の活動も評価されるため、他の競技会と比較して女子が圧倒的に多い

■ 特徴5：大学入試と直結させた「競技設計」

- **大学入試に必要な「活動実績」「将来のビジョン」が充実化**
  - 大会で上位に行くための、社会貢献活動やチームビルディング、リーダーシップなどが大学入試に直結
  - 学業以外は、FIRSTのプログラムに注力することで、大学入試対策になる
    （米国は“総合型選抜”、日本は“得点重視型(偏差値型)”から総合型選抜へ移行中）

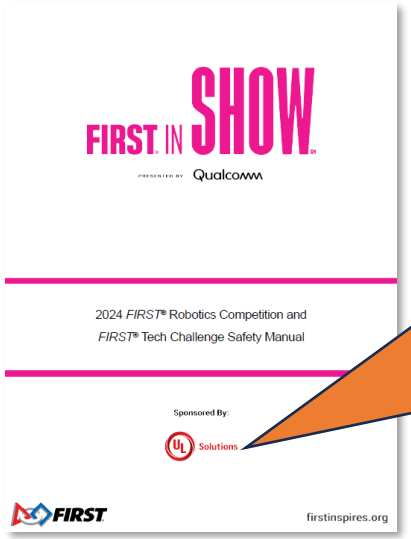
- **大学も決勝大会の会場内に出展して優秀な学生を獲得**
  - 奨学金を出して、大会での受賞者を獲得を目指す
  - 短期間の「小論文や面接」での審査ではなく、FIRSTの「プロセス」で評価された学生を獲得

- **企業も出展し優秀な生徒を奨学金で獲得**
  - 大会やチームに資金提供して「エコシステム」に参加

■ FRCの安全マニュアル

- 2024 FIRST Robotics Competition and FIRST Tech Challenge Safety Manual
  - https://www.firstinspires.org/sites/default/files/uploads/resource_library/frc/team-resources/safety/ftc-frc-safety-manual.pdf

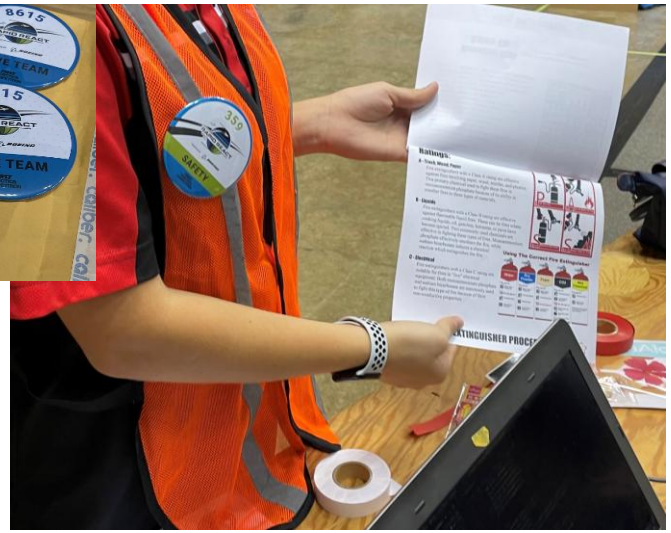
1. Safety and FIRST	
	安全の文化（安全の考え方）、安全についての学習 「安全は教育の中で一番重要！」
2. 参加者の責任	
	全参加者、メンターの責任について記載
3. 安全要件	
	ロボットの修理する際の計画、安全ガード、電気を使用する際のガイド、バッテリ安全、
4. 個人保護具	
	「保護メガネ」「保護手袋」「耳栓」「安全靴」
5. ロボットの運搬	
6. 作業場所の安全	
7. 大会中の安全	
8. 付属A：安全性のチェックリスト	
9. 付属B：予防措置の計画	
10. 付属C：安全データシート（SDS）	
11. 付属D：FRCの安全まとめ	



中高生のロボコンの安全マニュアル(ルール)を米国最大級の第三者認証/試験機関の「ULSolutions」が作成し、現地でも検査

【参考】安全管理体制

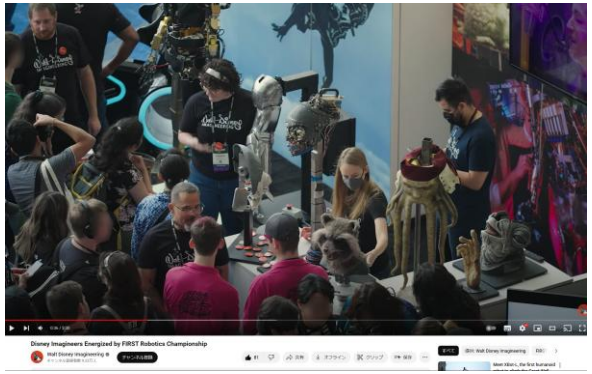
- **運営のリスクマネジメント**
  - チーム向けの安全マニュアルの作成（たぶん、運営安全マニュアルも）
  - “内部監査““記録”の徹底
- **安全マニュアルを作成し、チームに配布**
  - 米国の第三者認証機関の大手「UL社」がサポート
- **マニュアル記載内容 (事前の合意)**
  - 1)安全文化、2)安全の責任、3)安全の要件(機械/電気/作業等)、4)個人保護具、5)ロボットの運搬、6)イベント安全、付属書(チェックリスト、行動計画、MSDS等)
- **安全監視者が常時巡回 (内部監査)**
  - 地区大会でUL社を中心に4～5名程度が検査
  - **チーム内も安全管理者を配置（チーム内の内部監査）**
  - **安全対策をチームに説明させ、安全管理者も表彰対象**
  - 対外的な各責任者の所在の明確化
- **契約・記録の徹底**
  - 保護者の同意書がないと出場させない
  - ロボットのチェックリストへのサインなど契約文化
- **重大事故に対するリスク低減方策**
  - チームメンバー／メンター、運営者、観客すべてに保護メガネ着用義務(配布)



■ 各協賛企業の対応

■Disney 社

- 地区大会をDisney Worldで開催したい時期もアリ
- 2019-2020年にメインスポンサーとなり、チームがスターウォーズキャラクタを利用可
- FIRSTの映画も作成
- 世界大会には映画の「本物」を展示



https://www.youtube.com/watch?v=62R1oIYSZJA

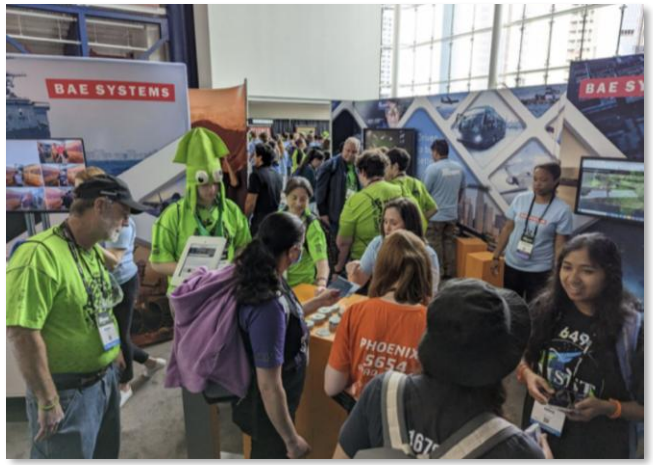
https://www.youtube.com/watch?v=bPY9Mfj7eRU

https://www.youtube.com/watch?v=AjIISbARc20

■BAE Systems社

- 大会会場では大人向けの展示会と同じような展示・出展
- SNSでも積極的な情報展開（本業の情報発信に交じって）
- 10年後、20年後の自社や業界の人材発掘に対して、小中高生への“投資”を実施し「技術者のパイ」を増やす活動

図：BAE社の大会期間中のSNSのタイムラインの一部



図：競技会場の企業ブース(BAE)の様子

【参考】FIRSTの運営役員構成(2024年時点)

会社	役職	分野
ロックウェル・コリンズ（現 レイセオン）	**CEO**	**航空宇宙**
NXP セミコンダクター	CEO	半導体
NASA JPL（ジェット推進研究所）	**所長**	**航空宇宙**
イエール大学	工学部部長	大学
DEKA Research & Development Corporation		**研究所**
元 Xerox	会長	オフィス機器
ボーイング	**副社長**	**航空宇宙**
イーストカロライナ大学	副学長	大学
Society of Women Engineers	CEO	慈善団体
XCOM Labs, Inc.	CEO	通信
Genworth Financial	元副社長	金融
ロックウェル・オートメーション	会長兼CEO	産業機器
United Therapeutics	会長兼CEO	医療機器
Two Sigma, LP.	会長	投資ファンド
Google/YouTube	マネジャー	Webサービス
フェデックス・コーポレーション社	社長	運輸
アメリカ空軍	**元将軍**	**防衛**

https://www.firstinspires.org/about/leadership

米国：人材育成のエコシステムを民間側で育てる

他運営側やチームスポンサーにも多くの企業が支援

■ NASAの小・中・高生へのSTEM/STEAM教育支援

- **NASAがSTEMを支援する主な意図**
  - オープンイノベーション加速のために「コミュニティ」「エコシステム」づくりを戦略的に実施
  - 「ギブ＆テイクの精神」「オープンソース」「セーフティ」などを教育
  - https://www.nasa.gov/learning-resources/
  - https://robotics.nasa.gov/
  - チームに資金も提供

- **NASA@JSCがチーム運営を支援**
  - 実態はほぼ”ワークスチーム“
  - https://www.118robonauts.org/
  - 開発するロボット等はSNSやWebでオープン
  - 約50人の中高生がプロジェクトに参加
  - 大会前日と終了後に、他チーム向けに“オープンハウス“を実施(写真1)
  - 優秀な生徒（高校生）はジョンソンスペースセンター（JSC）の開発現場にインターン

写真1：決勝大会の前日に開発現場や練習フィールドを公開

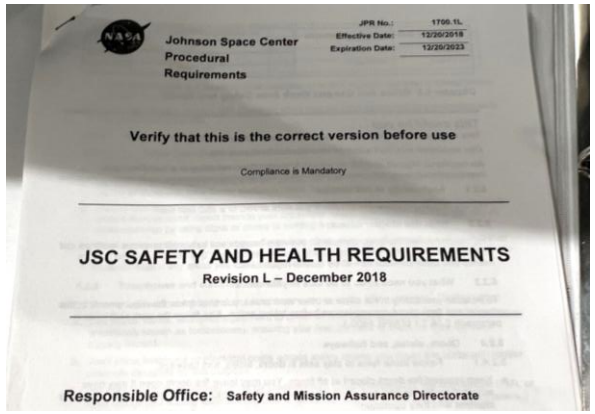


写真2：チームの安全管理はJSCの安全ガイドで運営

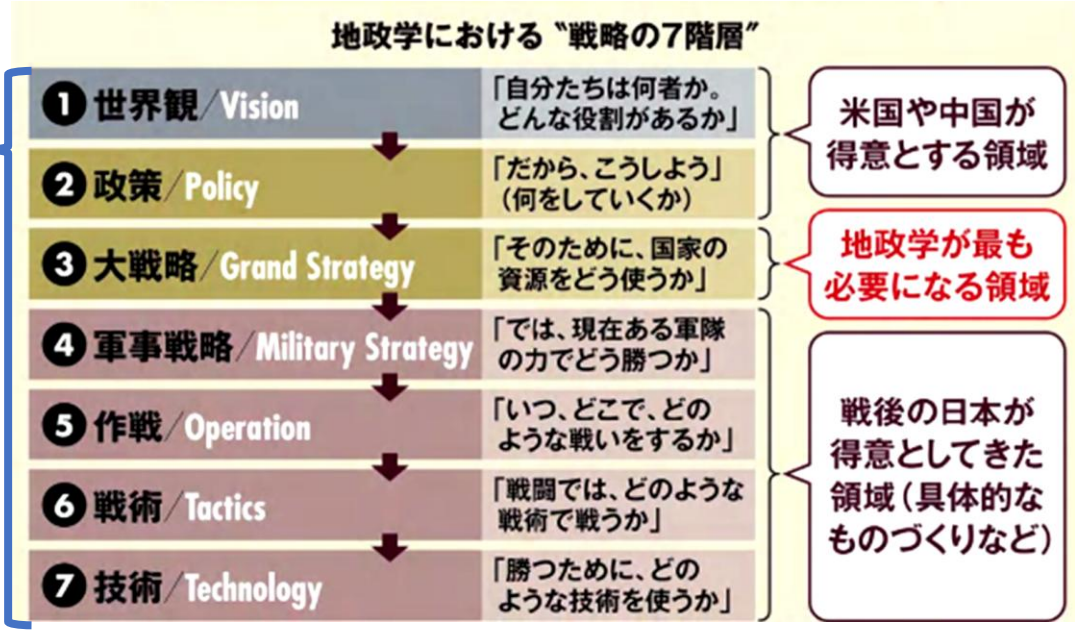
■ FIRSTは起業を想定した共創型人材の育成のための手段

- **「競争」の中での「共創(モヤモヤ)」できる人材育成を実施**
  - 米国では数十億円以上の資金で「民間」が教育イベントを開催
  - 日本：教育(人材育成)は「文科省の仕事」「人事の仕事」と他人任せ
- **技術以外にも総合的な人材育成(チーム作り)を加速させる競技設計**
  - 日本：競技会は「技術のみ」を競わせることが多く、技術開発自体が「目的化」する傾向が強い

米国：中高生からSTEAM教育で実施
FIRST：SDGs問題に対応した“ユニコーン”、グローバルNGO/NPOを立ち上げるのに必要な教育

中国：大学生のSTEAM教育で実戦
ロボマスター：“100億円のプロダクト”を作るために必要な技術/チーム形成等の教育

日本：技術のみを競う競技設計が多い傾向
多くが目的が不明瞭な傾向



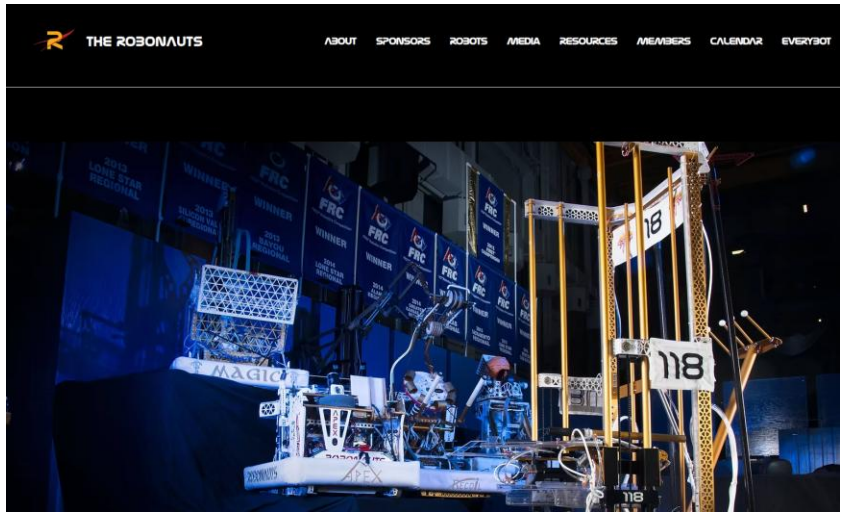
図．地政学における“戦略の7階層”（週刊ダイヤモンド、2016年2月13日）

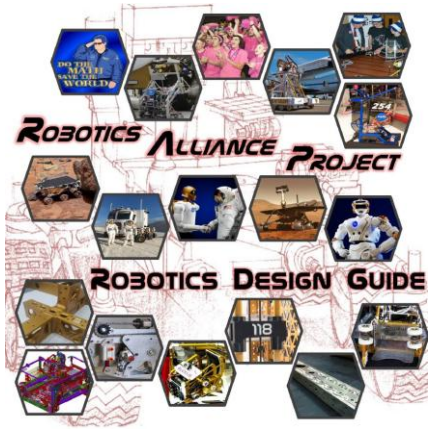
「人財育成」に必要な、それぞれの関わりとは？

＜参考＞

- **NASA Robotics Alliance Project**
  - https://robotics.nasa.gov/

- **米国 ヒューストン FRC/FTC/VEXチーム**
  - https://www.118robonauts.org/
  - **NASA RAP DESIGN GUIDE**
    - https://robotics.nasa.gov/nasa-rap-robotics-design-guide/
  - **ROBONAUTS VIRTUAL PIT（2023 Robonauts Pit）**
    - https://photos.app.goo.gl/kYF8f1dTkr3WRHQYA





【宣伝】日本ロボット学会

- **第44回 日本ロボット学会学術講演会「U18ロボティクスフォーラム」**
  - 2026年9月1日(火) 予定@金沢大学
  - 中高生を想定したオープンフォーラム
  - ポスターセッション形式での活動や取り組み紹介
  - 旅費支援アリ予定！（上限アリ）
  - https://ac.rsj-web.org/2026/
  - 予告：春以降で参加者の募集予定

- 【投稿】(解説原稿)
  五十嵐広希、川節拓実、鈴木健太郎：
  U18への戦略的人材投資と国内外の事例
  ～競技会を核とした産学連携育成の現状と課題～、
  日本ロボット学会誌
  - 2026年春頃掲載予定

第1回 2024年度の実施の様子