

ムーンショットプログラム 国際シンポジウム

分科会 1

人の持つ能力の向上・拡張等による「誰もが夢を追求できる社会の実現」

令和元年10月31日

分科会主査

国立研究開発法人 情報通信研究機構 監事
国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学 理事
土井 美和子

人の持つ能力の向上・拡張等による「誰もが夢を追求できる社会の実現」

少子高齢化の進展に鑑みて、人々が、**年齢、文化、身体能力、時間、距離等の制約を超えて社会参画**を可能とすることは急務である。

本分科会では、**人間の身体機能を拡張、補完、代替するシステム**を実現するための革新的な研究開発と**MS** 目標を検討する。具体的には、ロボットやコンピュータと生体との融合、ブレイン・マシン・インターフェース、五感のフィードバック／フィードフォワード、それらを実現するための大量情報のリアルタイム伝送技術等について議論を行う。

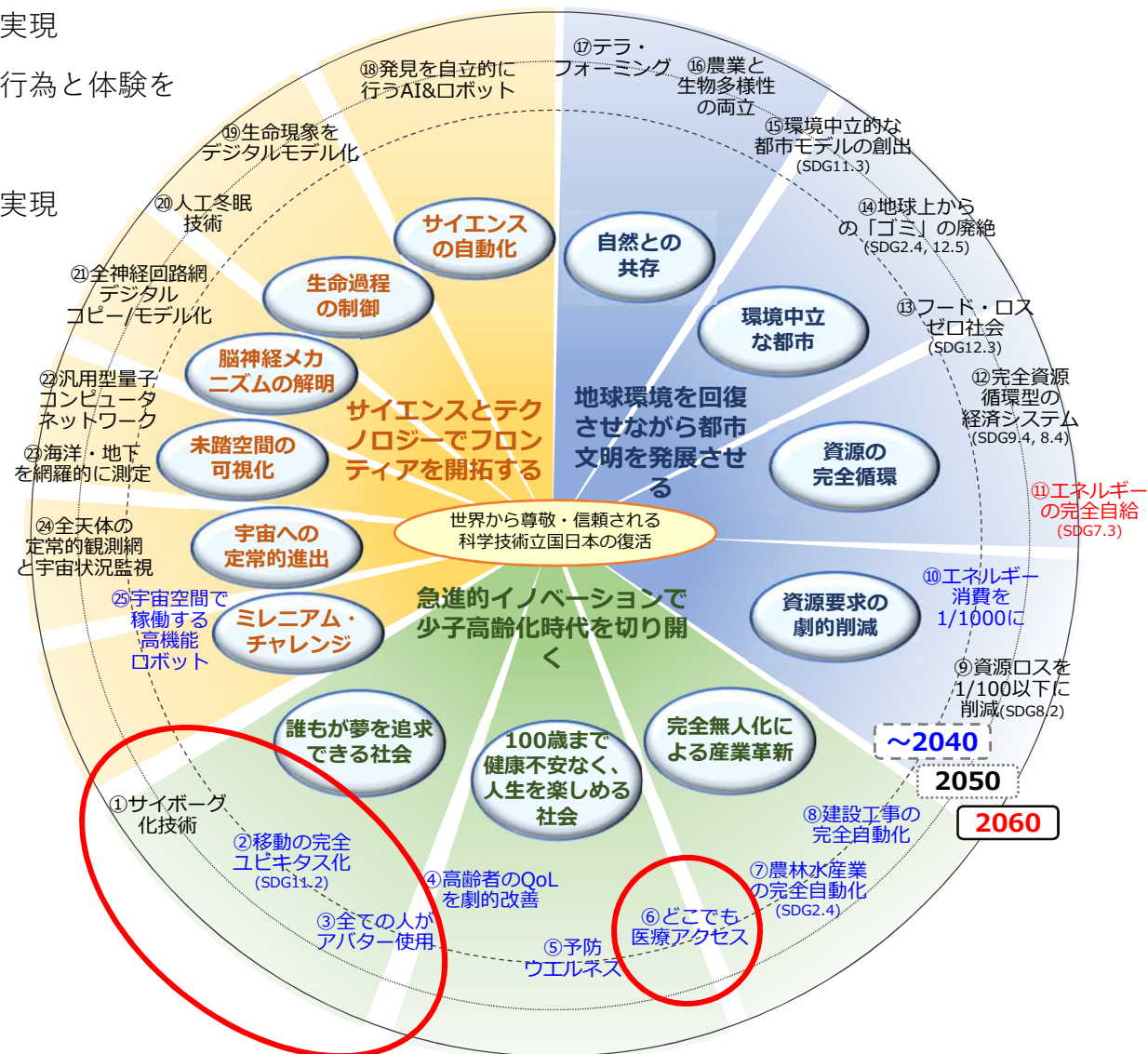
【関連する目標例】①を中心に、②、③、⑥

- ①**2050**年までにサイボーク化技術の実現（人間拡張技術）
- ②**2040**年までに移動の完全ユビキタス化を実現
- ③**2040**年までにほぼ全ての人のほぼ全ての行為と体験をアバター経由で実現
- ⑥**2040**年までに「どこでも医療アクセス」実現

分科会 1 に関連ある「目指すべき未来像及び25のミッション目標例」

【関連する目標例】

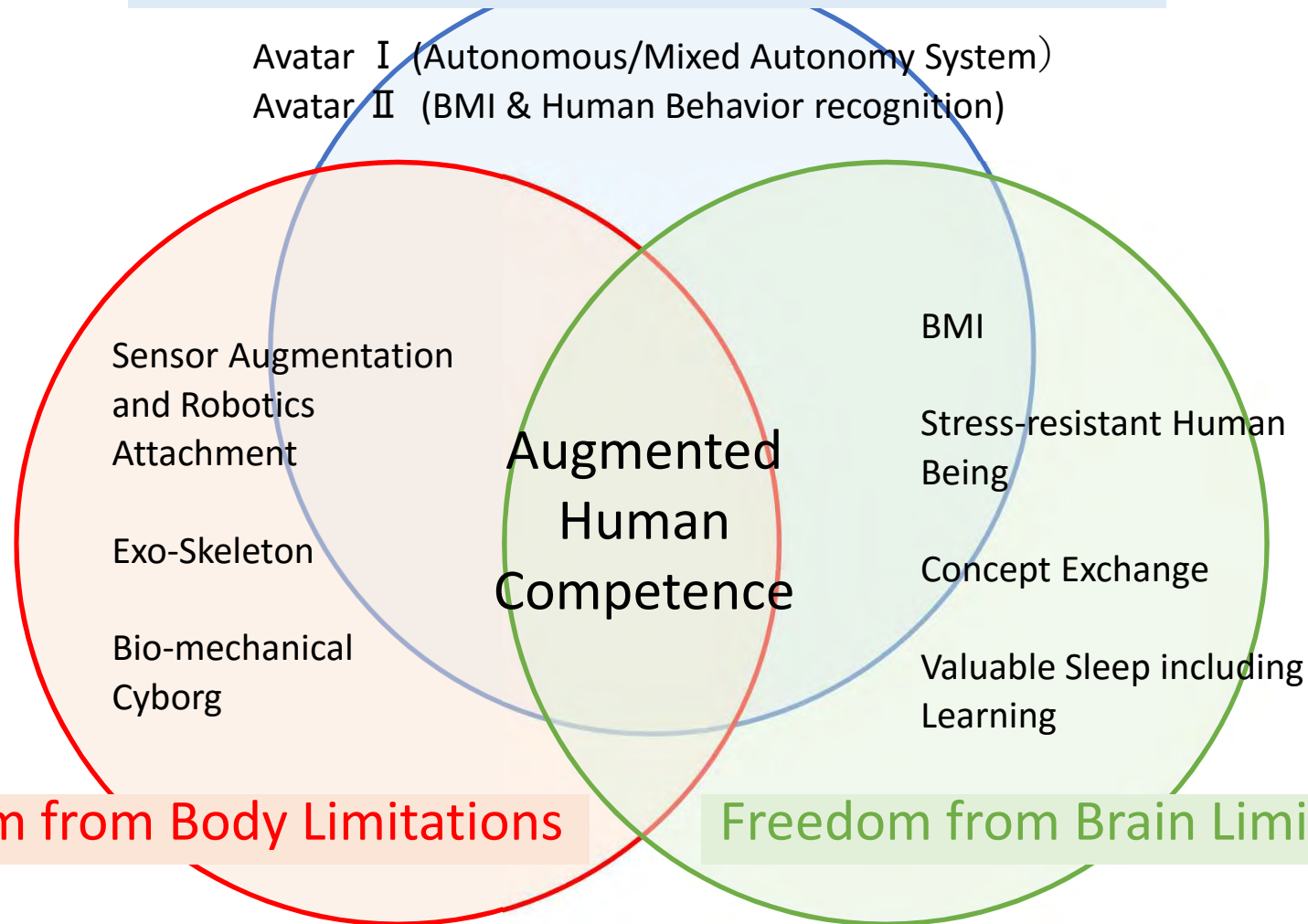
- ①2050年までにサイボーク化技術の実現（人間拡張技術）
- ②2040年までに移動の完全ユビキタス化を実現
- ③2040年までにほぼ全ての人のほぼ全ての行為と体験を
アバター経由で実現
- ⑥2040年までに「どこでも医療アクセス」実現



Freedom from Space and Time Limitations

Avatar I (Autonomous/Mixed Autonomy System)

Avatar II (BMI & Human Behavior recognition)



Freedom from Body Limitations

Freedom from Brain Limitations

日本におけるロボティクスの発展と将来の進展

1980年代以降、産業分野においてロボットが実用化され、普及拡大が進んだ。一方、非産業分野（医療・介護、物流・搬送、農業、オフィス、庭）への適用は限定的。また、災害時など変化する未知の環境下での利用も道半ば。他方、遠隔操作技術について、我が国の技術を契機とした国際的コンペティションが進められている。

1980 2000 2005 2010 2015 2020

身体

インタラクション

知覚・知能

駆動・制御

Freedom from Body Limitations

2017 MetaLimbs 複数の腕によるインタラクションを通じ、身体感覚を拡張。足指、つま先、膝の動きでロボットアームを操作する。



出典: <http://embodiedmedia.org/project/metallimbs/>

機能補完から
機能拡張へ

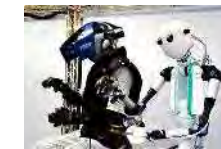
Freedom from Space and Time Limitations

2013 サービスロボットの国際安全規格を取得



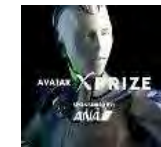
出典: <https://www.bbc.com/news/health-16632764>

遠隔化
義体化



出典: <http://embodiedmedia.org/project/telesar-4/>

2018~ ANA avater X prize開始



出典: https://www.ana.co.jp/ana_news/2018/03/29/20180329-1.html

2014~2019 ACCEL「触原色に立脚した身体性メディア技術の基盤構築と応用展開」

認知発達ロボティクス

2012頃~ 第3次AIブーム

2013 ATLAS



出典: <https://www.bostondynamics.com/atlas>

2014~2018 ImPACTタフ・ロボティクス



出典: <https://www.jst.go.jp/impact/program/07.html>

2016 創薬実験ロボットまほろ



出典: https://www.aist.go.jp/sst/ja/innovation_zone/zone11/index.html

2018~ ソフトロボティクスに関する国際会議IEEE RoboSoftが発足



出典: <http://www.robosoft2018.org/>

2015 Darpaロボティクスチャレンジ(本戦)



出典: <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/how-to-watch-the-darpa-robotics-challenge-finals-online>

2013 労働安全衛生規則改正
ISO 10218対応で人との共働可能に

ERATO 川人学習動態脳
1996-2001

1997~
第1回RoboCup
世界大会



出典: http://www.robocup.or.jp/original/photo_2007.html

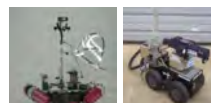
ERATO 浅田共創知能
2005-2011

2000 ASIMO



出典: <https://www.honda.co.jp/ASIMO/history/>

2011~
東日本大震災対応
に多数ロボット導入



出典: <https://www.furo.org/ja/robot/quince/120130.html>
<https://www.jaea.go.jp/jishin/kiji/kiji110627.pdf>
<http://irid.or.jp/topics/燃料取り出しに向けた調査用として水中走行遊泳?print=1>

1980年代~
産業用ロボットの普及拡大



出典: <https://global.yamaha-motor.com/jp/profile/history/stories/0027.html>

国際会議

- Augmented Human International Conference
- IROS WS



出典： <https://www.augmented-human.com/>

北米

- かつては軍主導、スタートアップも多数
- SARCOS Robotics , US Bionics , Ekso Bionics, AlterG , BTEMIA , SRI International など



出典： <https://cybathlon.ethz.ch/>



出典： <https://www.sarcos.com/>

欧州

- 補綴工学から進展
- Cybathlon
- Ottobock , Gobio Robot, GOGOA Mobility Robots など

アジア

- 韓国 KAIST , DSME ,現代など大企業が主導



出典： <http://robotics.kaist.ac.kr/>



出典： <https://gobio-robot.com/>

先進国の未来研究への取り組み



米国 Brain Initiative 2014年～

- ✓ 大統領ミッションで推進。
- ✓ \$1300M/10年を投資（官:\$100Mx10年、民:\$30Mx10年）
- ✓ IBMが脳神経回路をモデルに脳型チップ完成。
- ✓ WH,IARPA,DARPA,他 3 機関が推進
- ✓ IBM+MITにてBrain Inspired Computing for Multimedia Comprehension 研究所を設立（認知科学、脳科学 + AI研究者を集結）



米国 US Ignite/Smart City Connect 2011年～

- ✓ 5G/SDN Ready Cityを前提とした応用研究実証開発
- ✓ 全米の将来研究の社会実装を加速
- ✓ 5つの国としての優先領域にフォーカス

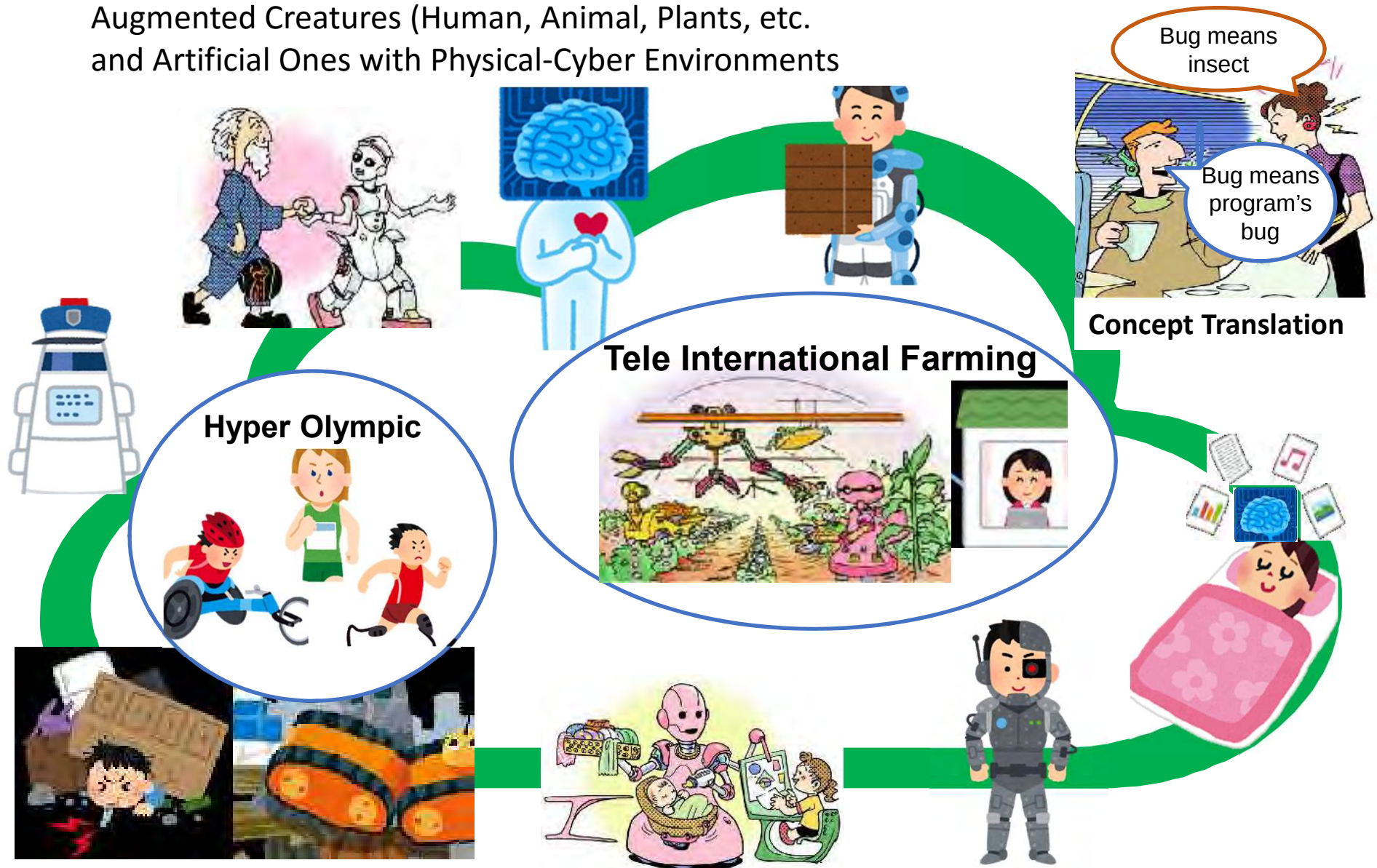


E U Human Brain Project 2013年～

- ✓ 脳神経回路の接続解明と疑似脳コンピュータ実現をめざす
- ✓ ただし**米国の取り組みに対抗するためプロジェクトを大幅に見直し、再起動**(神経回路偏重型研究から脳ふるまい、機能へ)

Symbiotic Diversity Society 2050

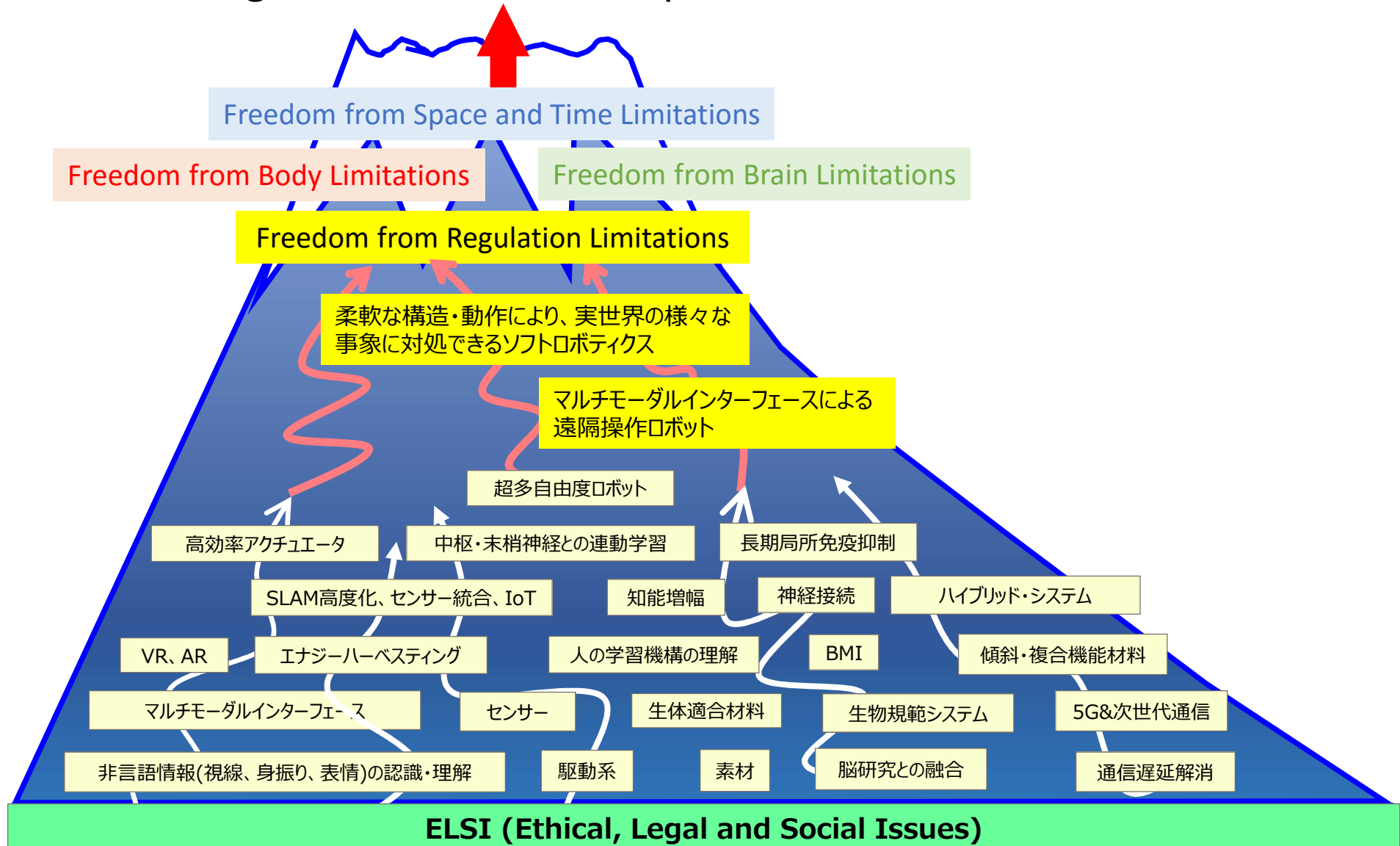
Augmented Creatures (Human, Animal, Plants, etc.)
and Artificial Ones with Physical-Cyber Environments



* 内閣府「イノベーション25」イラストで見る20のイノベーション代表例から一部抜粋

Human Centric Cyborg and Avatar

Augmented Human Competence

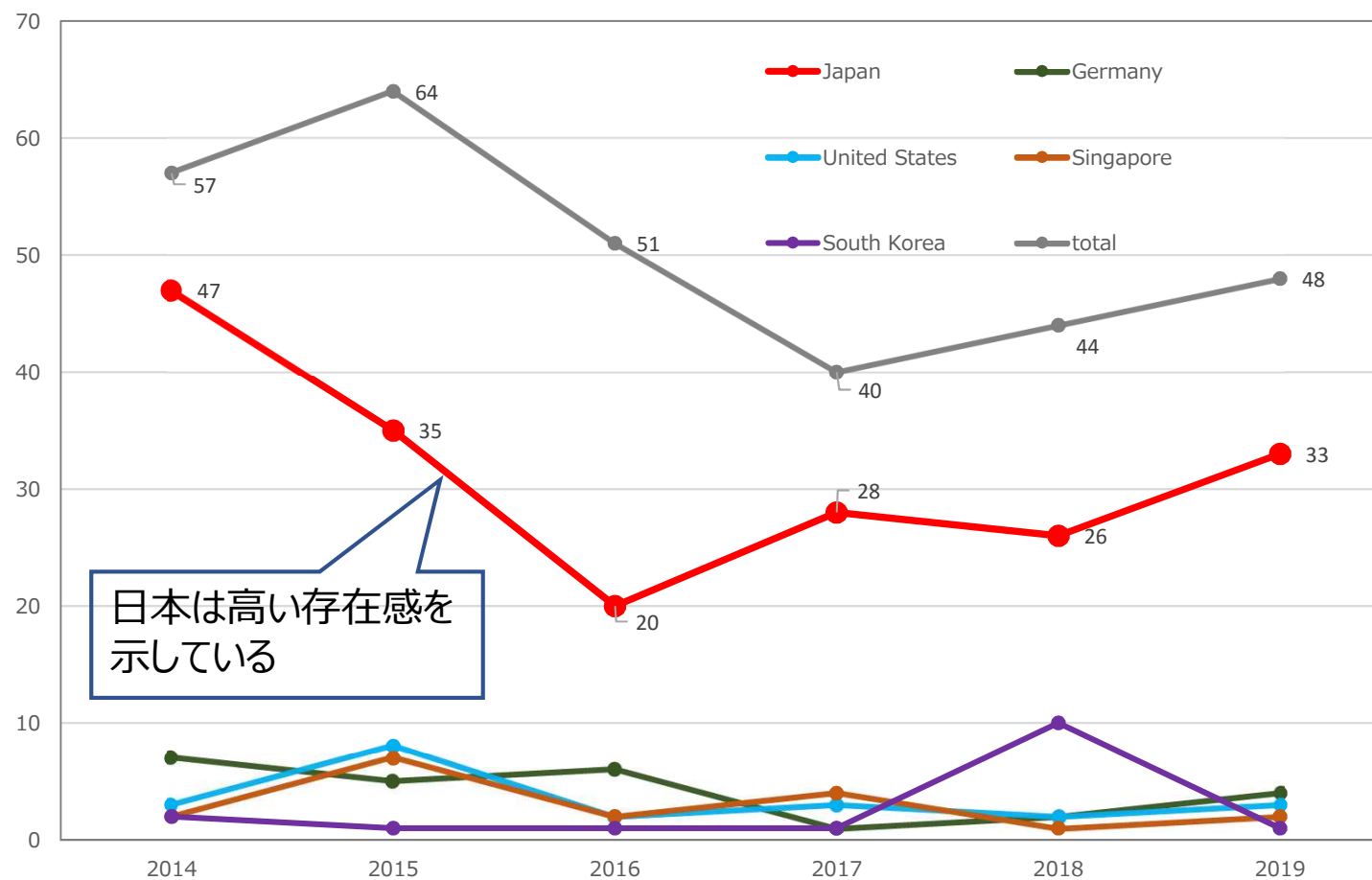


Discussion Issues at Moonshot International Symposium

- Goal of Moonshot Programs
Freedom from Body, Brain, Space and Time Limitations
- Impact of Moonshot Programs
Symbiotic Diversity Society 2050
- Concrete R&D Images
Hyper Olympic
Tele International Framing
- Social Issues
International Cooperation
Regulation Issues for New Workstyles

参考：基礎となる技術領域における日本の競争力

国際会議 Augmented Human International Conferenceにおける国別発表数(2014-2019)

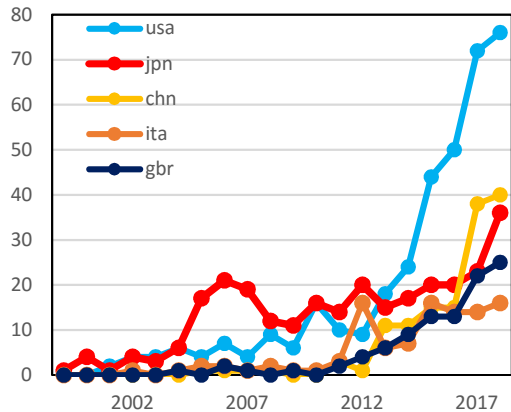


* 国際共同発表については、重複カウントをしている

基礎となる技術領域における日本の競争力

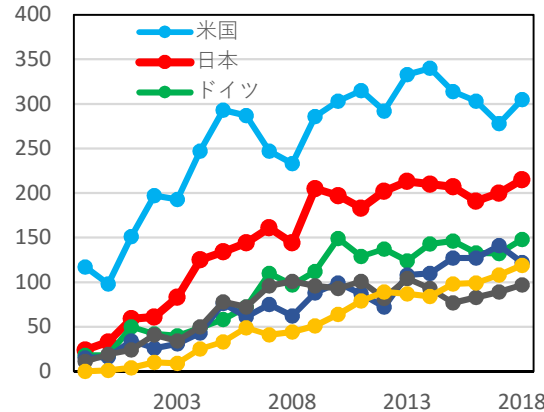
□ 日本はソフトロボティクス、ハプティクス、テレグジスタンスなど、基礎となる技術領域に強みを持っている。

ソフトロボティクス



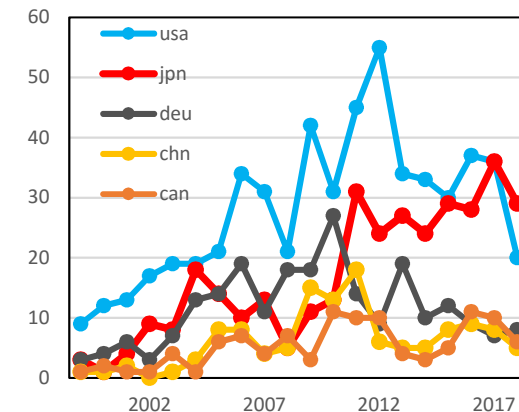
検索ワード: "soft robot" OR "soft robotics" OR "soft actuator" OR "soft bodied robot" OR ("soft material" AND robot)

ハプティクス



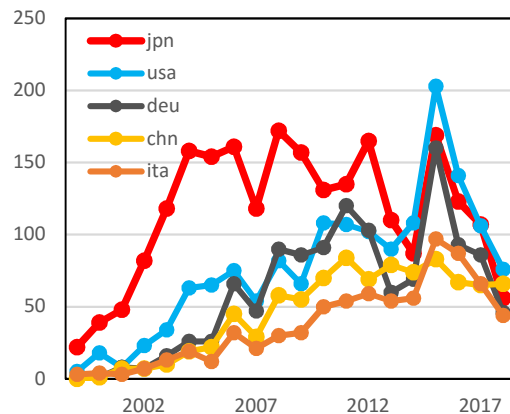
検索キーワード
"haptics" OR "Haptic interfaces"

テレグジスタンス



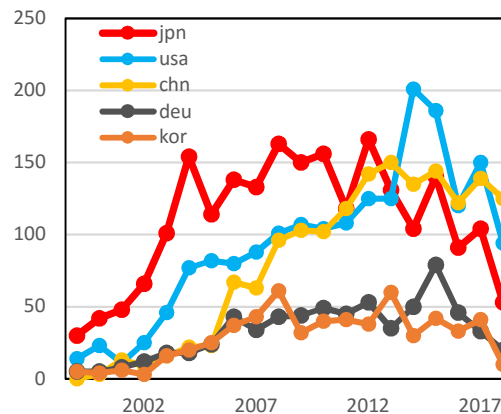
検索ワード: (teleexistence OR "tele existence" OR Tele-existence OR Telepresence) OR (avater AND robot)

ヒューマノイド



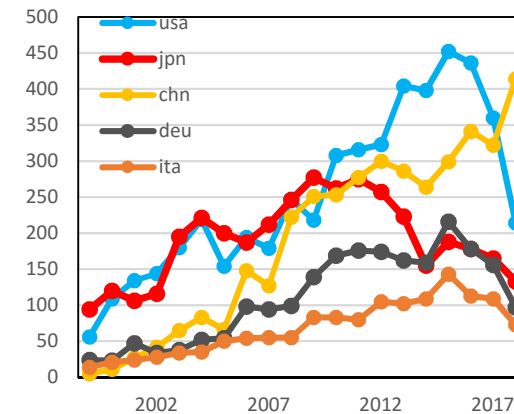
検索ワード: humanoid OR "Anthropomorphic robot"

歩行ロボット



検索ワード: (walk OR ZMP OR "Legged locomotion" OR bipedal OR "Biped locomotion") AND robot

ロボットハンド



検索ワード: ((Grasping OR Manipulation) AND robot) OR "robot hand"

(出典) エルゼビア Scopusカスタムデータを基に、JSTが集計、作成。

各国との比較

	国・地域	日本		米国		欧州		中国	
	フェーズ	基礎研究	応用研究・開発	基礎研究	応用研究・開発	基礎研究	応用研究・開発	基礎研究	応用研究・開発
生活支援 ロボット	現状	◎	○	○	◎	◎	◎	△	○
	トレンド	↗	↗	→	↗	↗	↗	↘	↗
医療 ロボット	現状	○	◎	◎	◎	○	◎	○	○
	トレンド	→	↗	→	↗	→	↗	→	↗

(註1) フェーズ

基礎研究フェーズ：大学・国研などでの基礎研究の範囲

応用研究・開発フェーズ：技術開発（プロトタイプの開発含む）の範囲

(註2) 現状

※我が国の現状を基準にした相対評価ではなく、絶対評価である。

◎：特に顕著な活動・成果が見えている、○：顕著な活動・成果が見えている、

△：顕著な活動・成果が見えていない、×：活動・成果が見えていない

(註3) ティレンド

↗：上昇傾向、→：現状維持、↘：下降傾向

各国との比較

	国・地域	日本		米国		欧州		中国	
	フェーズ	基礎研究	応用研究・開発	基礎研究	応用研究・開発	基礎研究	応用研究・開発	基礎研究	応用研究・開発
ソフト ロボティクス	現状	○	○	◎	◎	○	○	△	○
	トレンド	→	→	↗	→	→	→	↘	↗
ロボット 基盤技術	現状	○	○	◎	◎	○	○	△	△
	トレンド	→	→	↗	→	→	→	→	→

(註1) フェーズ

基礎研究フェーズ：大学・国研などでの基礎研究の範囲

応用研究・開発フェーズ：技術開発（プロトタイプの開発含む）の範囲

(註2) 現状

※我が国の現状を基準にした相対評価ではなく、絶対評価である。

◎：特に顕著な活動・成果が見えている、○：顕著な活動・成果が見えている、

△：顕著な活動・成果が見えていない、×：活動・成果が見えていない

(註3) ティレンド

↗：上昇傾向、→：現状維持、↘：下降傾向

基礎となる技術領域における日本の競争力

各国との比較

	国・地域	日本			米国			欧州			中国		
	フェーズ	基礎研究	応用研究・開発	産業化	基礎研究	応用研究・開発	産業化	基礎研究	応用研究・開発	産業化	基礎研究	応用研究・開発	産業化
BMI	現状	◎	○	○	◎	◎	○	◎	○	◎	△	×	×
	トレンド	↗	→	↗	→		→	↗	↗	→	→	→	→
人間拡張工学	現状	○	◎	○	◎	◎	○	○	○	△	×	×	×
	トレンド	↗	→	↗	→	→	→	↗	↗	→	→	→	→
HRI	現状	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	○	○	×	×	×
	トレンド	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗			

(註1) フェーズ

基礎研究フェーズ：大学・国研などでの基礎研究のレベル
 応用研究・開発フェーズ：研究・技術開発（プロトタイプの開発含む）のレベル
 産業化フェーズ：量産技術・製品展開力のレベル

(註2) 現状

※我が国の現状を基準にした相対評価ではなく、絶対評価である。

◎：他国に比べて顕著な活動・成果が見えている、○：ある程度の活動・成果が見えている、
 △：他国に比べて顕著な活動・成果が見えていない、×：特筆すべき活動・成果が見えていない（註3）トレンド
 ↗：上昇傾向、→：現状維持、↘：下降傾向

人間拡張工学：人間が生得的に有する感覚機能、運動機能、知的処理機能を物理的、情動的に補償・拡張することを目指す研究開発領域。人がやりたくない作業を代替する自動化技術に対し、自らやりたいことを身体能力に関わらず自由自在に行うための技術を確立することを目指している。機器や情報システムを自らの手足のように自然に利用する「人機一体」を実現するため、身体像獲得の機序の解明、生体インターフェースの開発、感覚刺激技術などの研究開発課題がある。

HRI：ヒューマン・ロボット・インタラクション

出典：CRDS研究開発の俯瞰報告書 情報科学技術分野（2015年）