

次世代社会インフラ用ロボットの 開発・導入の推進について

国土交通省総合政策局
施工安全企画室長
岩見 吉輝

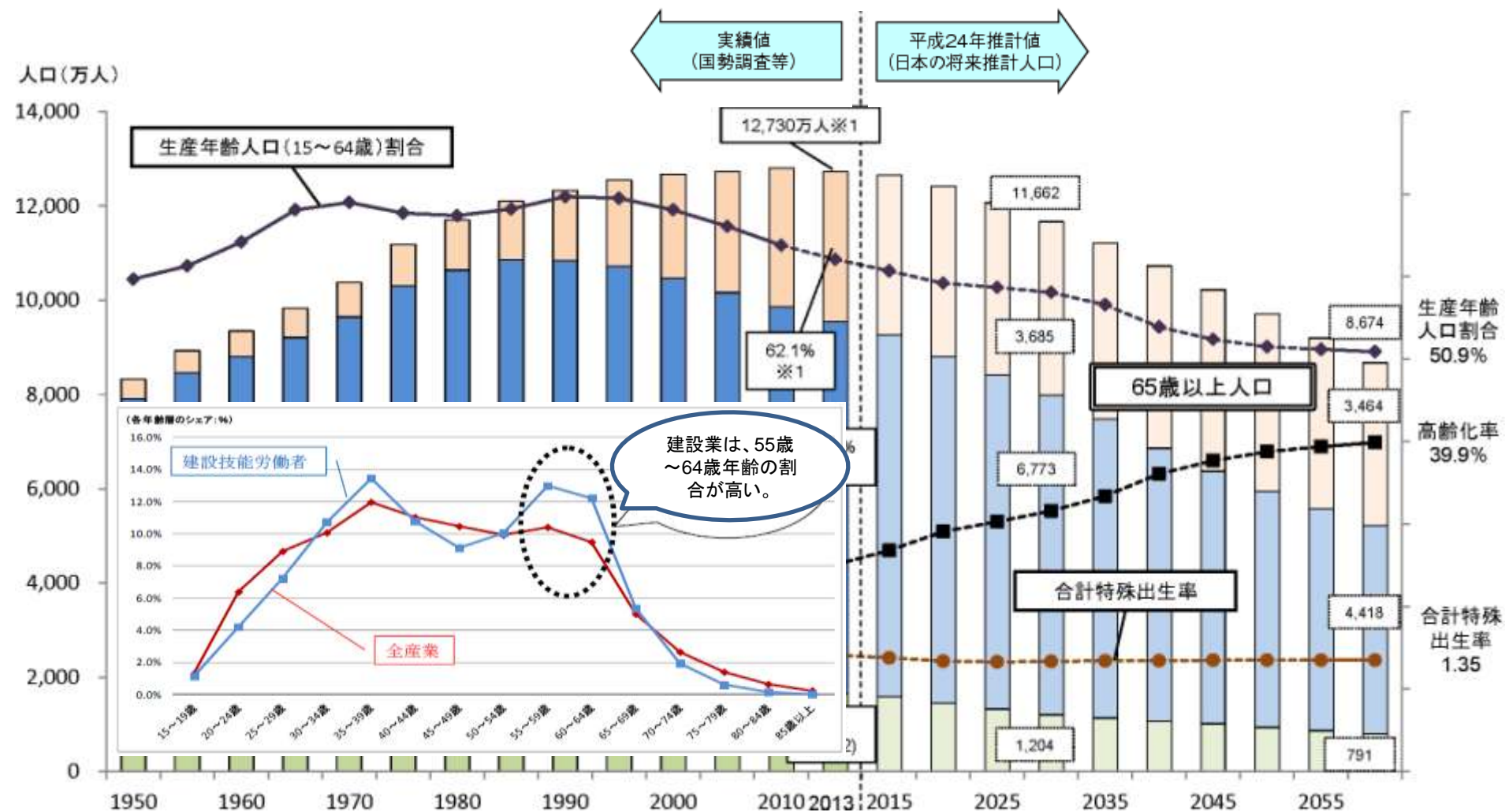
I. 次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入の推進について

- ◆ 開発・導入の背景
- ◆ 開発・導入の促進、現場検証・評価体制
- ◆ 現場検証の応募・実施状況
- ◆ 現場検証の評価
- ◆ 平成27年度 現場検証について
- ◆ 施策の意義

開発・導入の背景

人口減少・少子高齢化社会

わが国は今後、人口減少と少子高齢化の急速な進展が現実のものとなる。
さらに建設業は、55～64歳の山が他産業より大きい。



出典: 総務省「国勢調査」及び「人口推計」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成24年1月推計):出生中位・死亡中位推計」(各年10月1日現在人口)、厚生労働省「人口動態統計」 ※1:平成25年度 総務省「人口推計」(2010年国勢調査においては、人口12,806万人、生産年齢人口割合63.8%、高齢化率23.0%)

進む社会インフラ施設の高齢化

高度成長期以降に整備された道路橋、トンネル、河川、下水道、港湾等について、今後20年で建設後50年以上経過する施設の割合が加速度的に高くなる

《建設後50年以上経過する社会資本の割合》

	2013年	2023年	2033年
道路橋 [約40万橋(橋長2m以上の橋約70万のうち建設年度が明らかなもの)]	約18%	約43%	約67%
トンネル [約1万本]	約20%	約34%	約50%
河川管理施設(水門等) [約1万施設]	約25%	約43%	約64%
下水道管きよ [総延長:約45万km]	約2%	約9%	約24%
港湾岸壁 [約5千施設(水深-4.5m以深)]	約8%	約32%	約58%

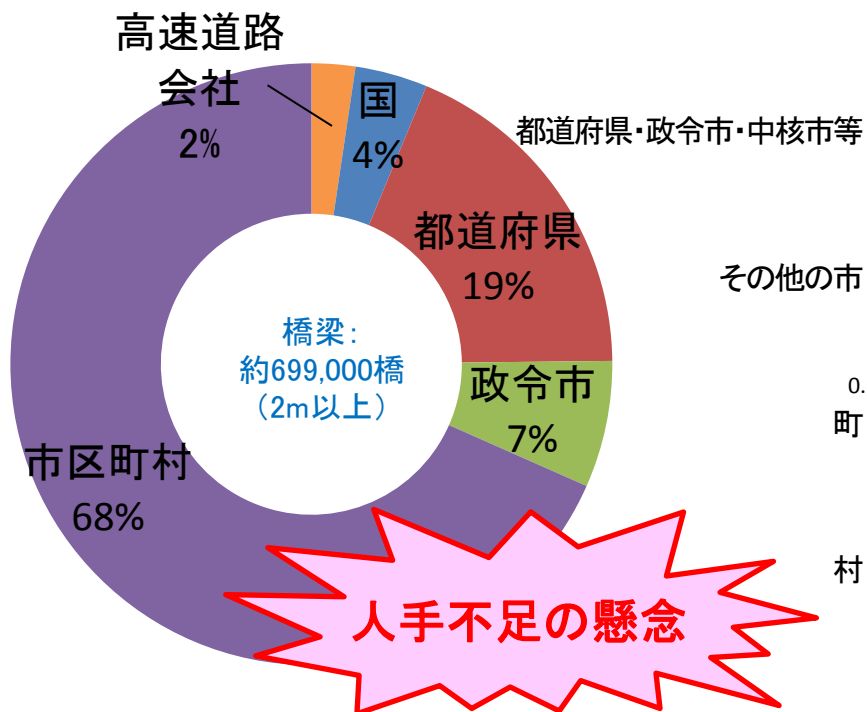
社会インフラ施設の維持管理・更新体制

- 維持管理・更新を行う必要がある施設数の多くを市区町村が管理を行っている。
- 維持管理・更新業務を担当する職員が5人以下である町村が多く、一部では担当する職員がない市町村も存在。
- 道路橋やトンネルは、5年に1回の点検が義務付け。

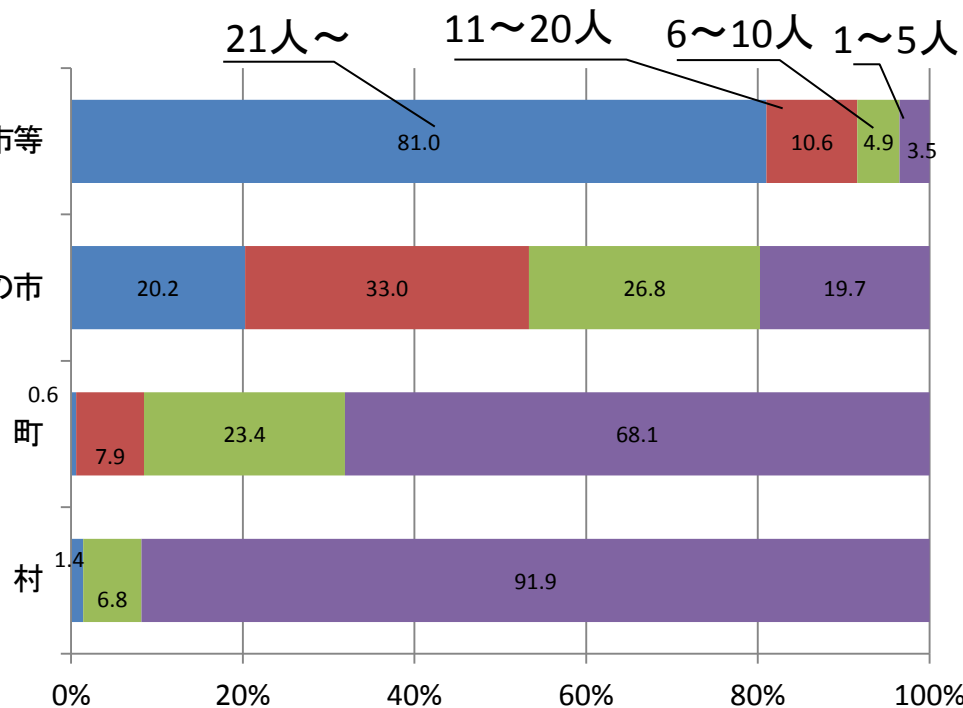


効率性・安全性・経済性に優れたロボット技術への期待大

管理者別ごとの施設数(道路)



維持管理・更新業務を担当する職員数(道路)



災害調査・災害復旧におけるニーズ

○土砂崩落、火山災害、トンネル崩落等の災害現場において、**二次災害の危険性**があることから、人命救助に係る**災害現場に進入できない等の課題**。



○遠隔操作などにより**災害現場に進入出来るロボット技術への期待大**

土砂災害(H26.8広島市)



無人化施工による災害応急復旧状況



素早い調査も必要

揖斐川町東横山地内地すべり
(中部地方整備局H18.5)

開発・導入の促進、 現場検証・評価体制

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の促進体制

民間企業・研究機関等

機器の開発

【経産省中心】

インフラ・災害現場

現場での実証等

【国交省中心】

ロボットの開発～検証～評価までの一貫性のある推進体制をつくる

次世代社会インフラ用ロボットとして、「現場検証・評価」及び「開発支援」を行う5つの重点分野とその対象技術

I 維持管理

① 橋梁

- ・近接目視を代替・支援
- ・打音検査を代替・支援
- ・点検者の移動を支援



② トンネル

- ・近接目視を代替・支援
- ・打音検査を代替・支援
- ・点検者の移動を支援



③ 水中 (ダム、河川)

- ・近接目視を代替・支援
- ・堆積物の状況を把握



II 災害対応

④ 災害状況調査 (土砂崩落、火山災害、トンネル崩落)

- ・現場被害状況を把握
- ・土砂等を計測する技術
- ・引火性ガス等の情報を取得
- ・トンネル崩落状態や規模を把握



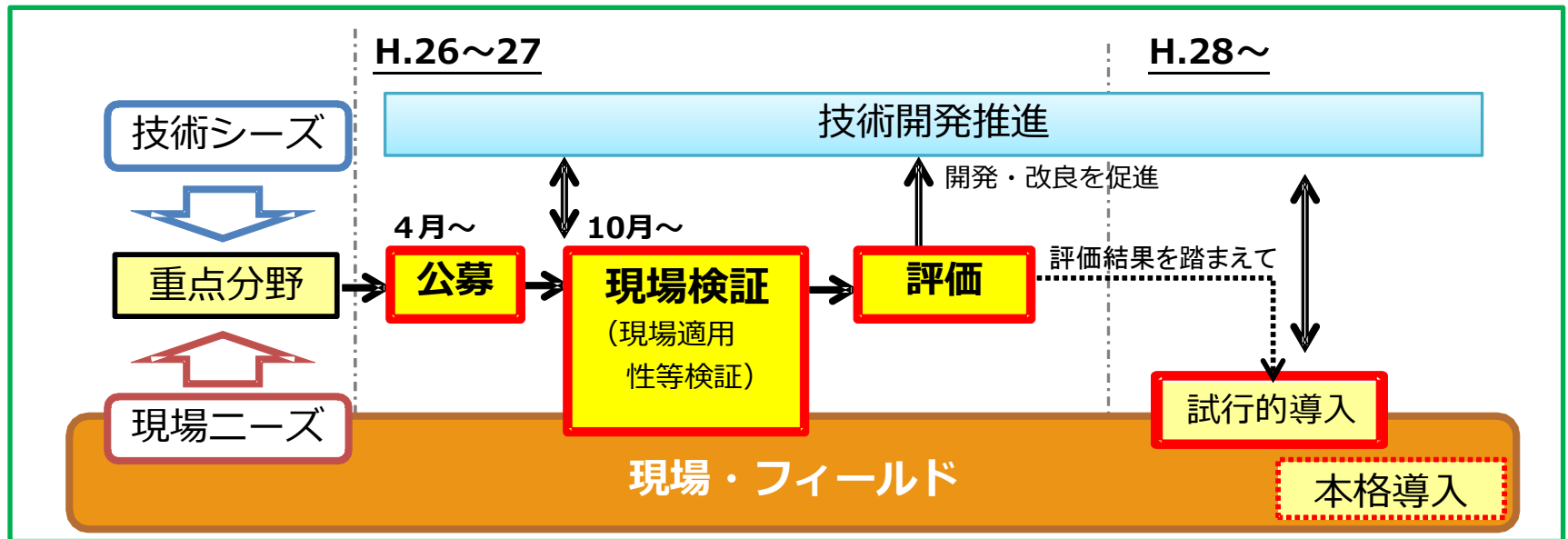
⑤ 災害応急復旧 (土砂崩落、火山災害)

- ・土砂崩落等の応急復旧
- ・排水作業の応急対応する技術
- ・情報伝達する技術



国交省直轄現場におけるフィールド検証・評価体制の構築

- 使えるロボットの開発には、実際の現場での検証・評価が必須。
- 国交省の全国の直轄現場で検証・評価体制を構築。



5つの重点分野毎に産学官の有識者で構成される部会を設置

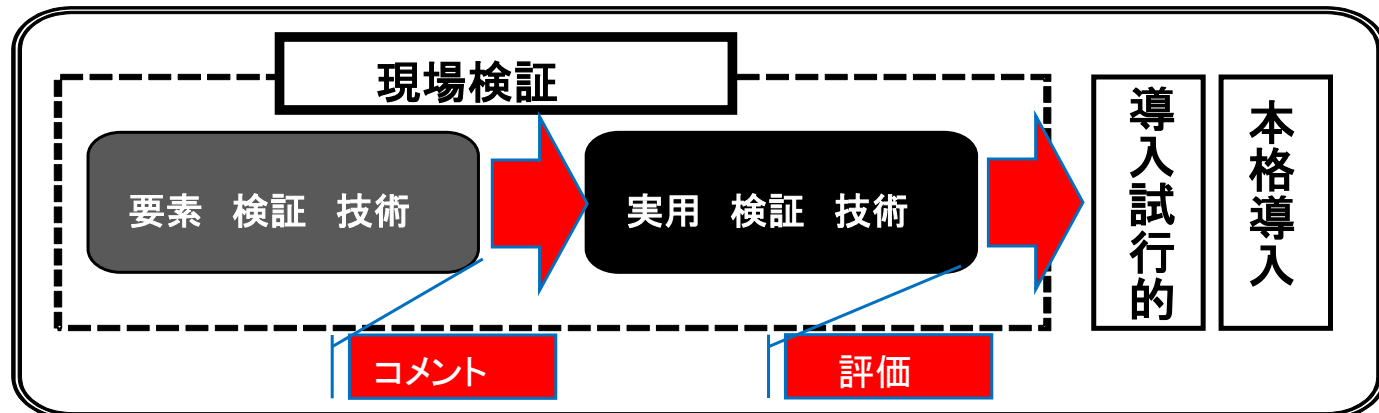
橋梁維持管理部会	部会長：藤野 陽三	横浜国立大学	上席特別教授
トンネル維持管理部会	部会長：西村 和夫	首都大学東京	教授
水中維持管理部会	部会長：角 哲也	京都大学	教授
災害調査部会	部会長：高橋 弘	東北大学	教授
応急復旧部会	部会長：建山 和由	立命館大学	教授

現場検証の応募・実施状況

現場検証・評価数（H26年度実績）

	現場検証数	
		実用検証技術数※
全体	65技術（91検証項目）・64者	39技術（53検証項目）・38者
橋梁維持管理	17技術（33検証項目）・17者	12技術（25検証項目）・12者
トンネル維持管理	8技術（12検証項目）・8者	2技術（2検証項目）・2者
水中維持管理	14技術（15検証項目）・14者	6技術（6検証項目）・6者
災害調査	19技術（22検証項目）・19者	13技術（13検証項目）・13者
応急復旧	7技術（9検証項目）・6者	6技術（7検証項目）・5者

現場検証に係る技術の分類について



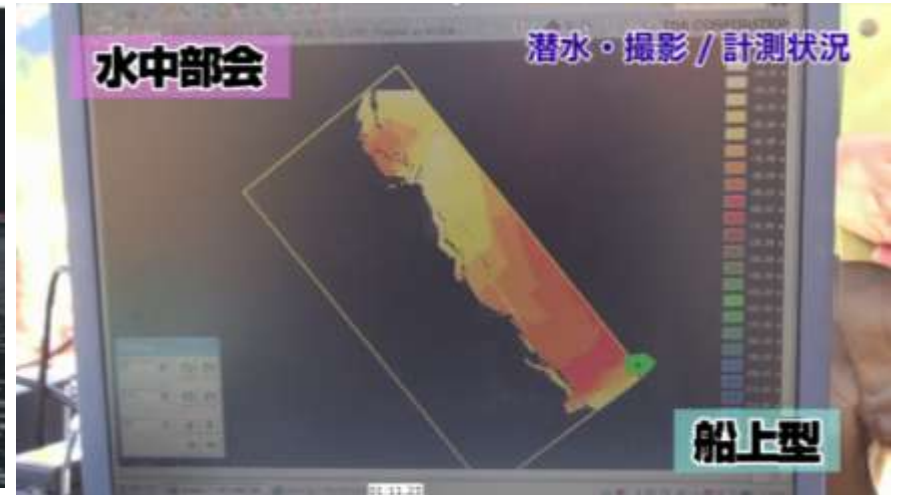
橋梁維持管理技術



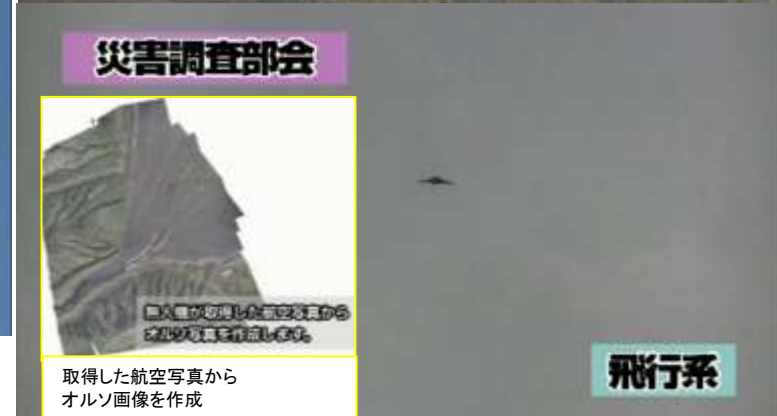
トンネル維持管理技術



水中維持管理技術



災害調査技術



応急復旧技術



現場検証の評価

国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

Press Release

平成 27 年 3 月 19 日

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入に向けた 現場検証の「評価結果」について

国土交通省及び経済産業省は、労働力不足が懸念される中、今後増大するインフラ点検を効果的・効率的に行い、また、人が近づくと困難な災害現場の調査や応急復旧を迅速かつ的確に実施する実用性の高いロボットの開発・導入を促進しています。

昨年 4 月より、「点検ロボット」及び「災害対応ロボット」の公募を開始し、産学官の各分野の専門家により、平成 26 年 10 月から平成 27 年 1 月にかけて 6.5 技術について、国土交通省の直轄現場等の 14 箇所で開催を実施して参りました。

今般、現場検証を踏まえた評価結果がとりまとめられましたのでお知らせ致します。

【総評】

今回の現場検証において、開発された各種のロボットを、実際の現場で検証することで、実用におけるロボットの効果と課題が明確となりました。

今回の評価は、2 年を予定している現場検証の中間段階の評価であり、特に、来年度実施予定の現場検証に向けた課題が明らかになり、更なる開発・改良が期待されます。

一方、既に現場への適用が推奨される技術も一部あり、これらの技術については、現場検証を通じたロボットの詳細な技術情報及び動画を公開し、適した現場において活用を促進することとしています。

【現場検証・評価数】

	現場検証数	
		実用検証技術数*
全体	65 技術 (91 検証項目)・64 者	39 技術 (53 検証項目)・38 者
橋梁維持管理	17 技術 (33 検証項目)・17 者	12 技術 (25 検証項目)・12 者
トンネル維持管理	8 技術 (12 検証項目)・8 者	2 技術 (3 検証項目)・2 者
水中維持管理	14 技術 (15 検証項目)・14 者	6 技術 (6 検証項目)・6 者
災害調査	19 技術 (22 検証項目)・19 者	13 技術 (13 検証項目)・13 者
応急復旧	7 技術 (9 検証項目)・6 者	6 技術 (7 検証項目)・5 者

※ 実用検証技術： 現段階で実現場での利用可能性が高いと判断される技術であり、実際の利用を想定した現場検証を実施した技術。

(より詳しい内容につきましては別添 1 及び 2 をご参照下さい。)

また、応募技術の詳細情報及び現場検証の状況につきましては、以下の専用サイトに、動画及び写真を用いて提示しております。

<専用サイト><http://www.c-robotech.info/> (別添 3 をご参照下さい。)

(問合せ先) 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課

企画専門官 稲垣 課長補佐 増、施工企画係長 岡本

TEL : 03-5253-8111 (内線 24903、24921、24922) 03-5253-8286 (課内直通)

FAX : 03-5253-1551

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進

橋梁維持管理技術の現場検証・評価の結果

～橋梁維持管理に役立つ技術として応募のあったロボット

技術の現場検証・評価の結果をお知らせします～

平成 27 年 3 月 19 日

次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会

橋梁維持管理部会

今回の現場検証では、ロボットによる点検結果は、従来手法による調査精度には至りませんでした。

現場検証において、多くの応募があった飛行系については、橋梁へ近し写真データを取得することが可能なものもありましたが、遠景程度のものもありました。また、風が強い状況では飛行が不安定となり、安定性についても更なる技術開発が望まれます。

車両系、ポール系、懸架系においても、損傷状況の把握の精度の向上や操作の安定性に向けての技術開発が望まれます。

なお、高精細な写真が得られている状況でもそれらを解析する技術が未熟なため、最終的な成果の精度が低くなっていることも考えられ、橋梁の損傷に関する知識や写真判読技術の向上も課題と考えられます。

今回の現場検証においては、従来手法の近接目視による調査精度のレベルには至っておらず、従来手法による点検作業の代替または全面的な支援となる技術は確認できませんでした。

一方、現場検証によってロボット技術(実用検証技術)の長所および短所が明確となり、長所としては、現行手法による点検作業で必要となる車線規制時間が短縮される可能性があること、ならびに点検作業の省力化の可能性のあることを確認しました。

また、短所としては、取得データから変状を検出する作業において、検出者の熟練度等によって、変状検出精度にばらつきが生じる可能性があることを確認しました。

今回の現場検証で、ダムのゲート設備やコンクリート構造物等の近接目視を代替・支援する技術として、光学カメラを用いた技術は、ダム湖水が比較的低濁度ではあったものの、ほぼ画像を取得することができ、一定の評価を行うことができました。また、一部技術においては、「期待する項目(より深く潜れる・ケレンができる・打音検査が出来る)」まで満足することが確認されました。

堆積物の状況の全体像を把握する技術として、音響測深機を用いた技術は、技術的に確立していることが確認できましたが、その適用条件には課題が残りました。

一方で、『概査』(損傷が疑われる箇所を抽出するための、広域を対象とする1次スクリーニング)および『精査』(1次スクリーニングで抽出された箇所の詳細調査)といった、段階的な点検計画を考慮した場合には、それぞれの段階で水中ロボットに求められる仕様が異なると考えられます。 今後は、このような水中点検を進める上での求められる精度を明らかにすることで、精度はやや劣るものの、広域かつ機動的な概査には十分活用し得る技術など、それぞれの段階に応じたニーズとシーズのマッチングを進めることも必要と考えられます。

今回の現場検証において、特に土砂災害・火山災害の分野で多くの応募があったマルチコプターは、従来の有人による飛行体を用いた技術では不可能である被災箇所への接近撮影や計測を行うことが可能で、その成果は災害調査に十分に役立つレベルであることが確認できました。ただし、特に条件の厳しい現場においては、調査結果としての成果の精度等が、運用技術(飛行計画・撮影計画の立案、オペレータの技量等)に大きく影響される点に留意が必要であることが明らかになりました。

トンネル災害においては、崩落状況及び規模を把握するための画像と映像を取得することができた一方で、移動機構や付属装置等の課題が明らかになりました。

災害時の現場環境は多様で、かつ変わり易いことを考えると、ここで使用されるロボットには、これらの環境にも対応することのできるタフさと安定性が要求されますが、今回提案された技術の多くは、この点の到達度が十分ではなかったと言えます。

掘削や土砂運搬の応急復旧技術については、いずれの技術も建設機械を遠隔で操作することは可能でしたが、操作性や安定性の課題が明らかになりました。

排水作業の応急対応技術については、技術的に完成していることが確認され、適用可能な条件下で必要な場合は導入を検討すべき技術として推薦されました。

情報伝達技術については、通信標準を用いて汎用重機を遠隔操作する技術は、技術的に完成していることが確認され、導入を検討すべき技術として推薦されました。また、高精細な画像を低遅延で伝送する技術は、所定の性能を確認することができたものの、効果的な活用場面を明確化すべきことが指摘されました。

平成27年度 現場検証について

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進（現場検証の実施状況）

- 平成26年度、91検証項目/64者について現場検証・評価を実施
- 平成27年度公募を実施(H27.5～6)。**142検証項目/69者**の応募。

分野	H26検証・評価実績	H27応募数
災害調査	22検証項目/19者	24検証項目/17者
応急復旧	9検証項目/6者	5検証項目/5者
橋梁維持管理	33検証項目/17者	83検証項目/24者
トンネル維持管理	12検証項目/8者	15検証項目/12者
水中維持管理	15検証項目/14者	15検証項目/11者
計	91検証項目/64者	142検証項目/69者

※検証項目数・応募者数は重複を含む。

H27年度現場検証 実施箇所

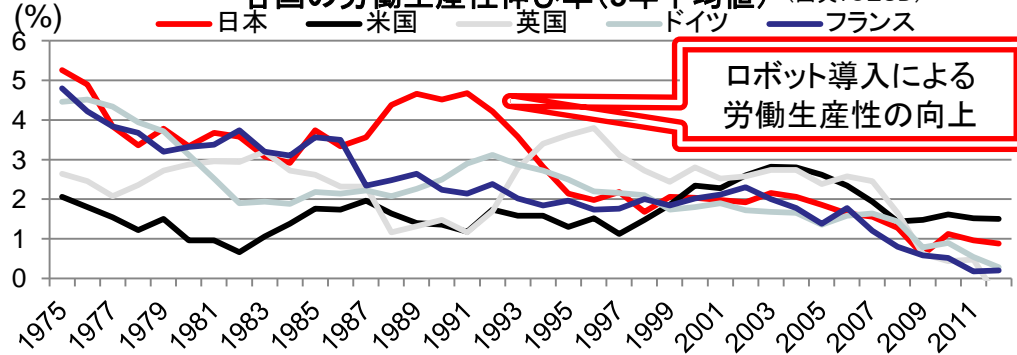


施策の意義

施策にかかる別の視点での現状認識

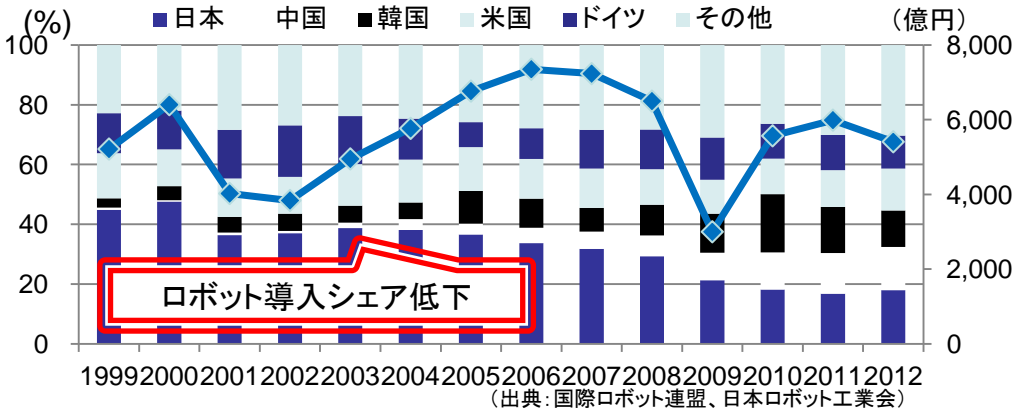
- 我が国の労働生産性の伸びは、1980年以降急成長したものの、1995年以降停滞。近年、日本の産業用ロボット導入台数は中韓に押され普及面で追いつかれつつある。
- ロボットの開発は、産業用ロボットにおける技術革新の停滞や生活支援ロボットにおける技術偏重、高価格といった現場のニーズから乖離した結果、産業面、生活面でもロボットの価値を広く享受できない状態。

各国の労働生産性伸び率(5年平均値) (出典:OECD)



日本企業は、駆動源の油圧から電動への移行に世界に先駆けていち早く適応し、世界を席巻。(電動モータに合う減速機、NC装置の製品化など)

各国のロボット導入シェアと我が国ロボット企業の出荷額



開発者の関心領域
高性能化・多機能化ロボット
2000万円程度

研究・実証市場: 10台程度

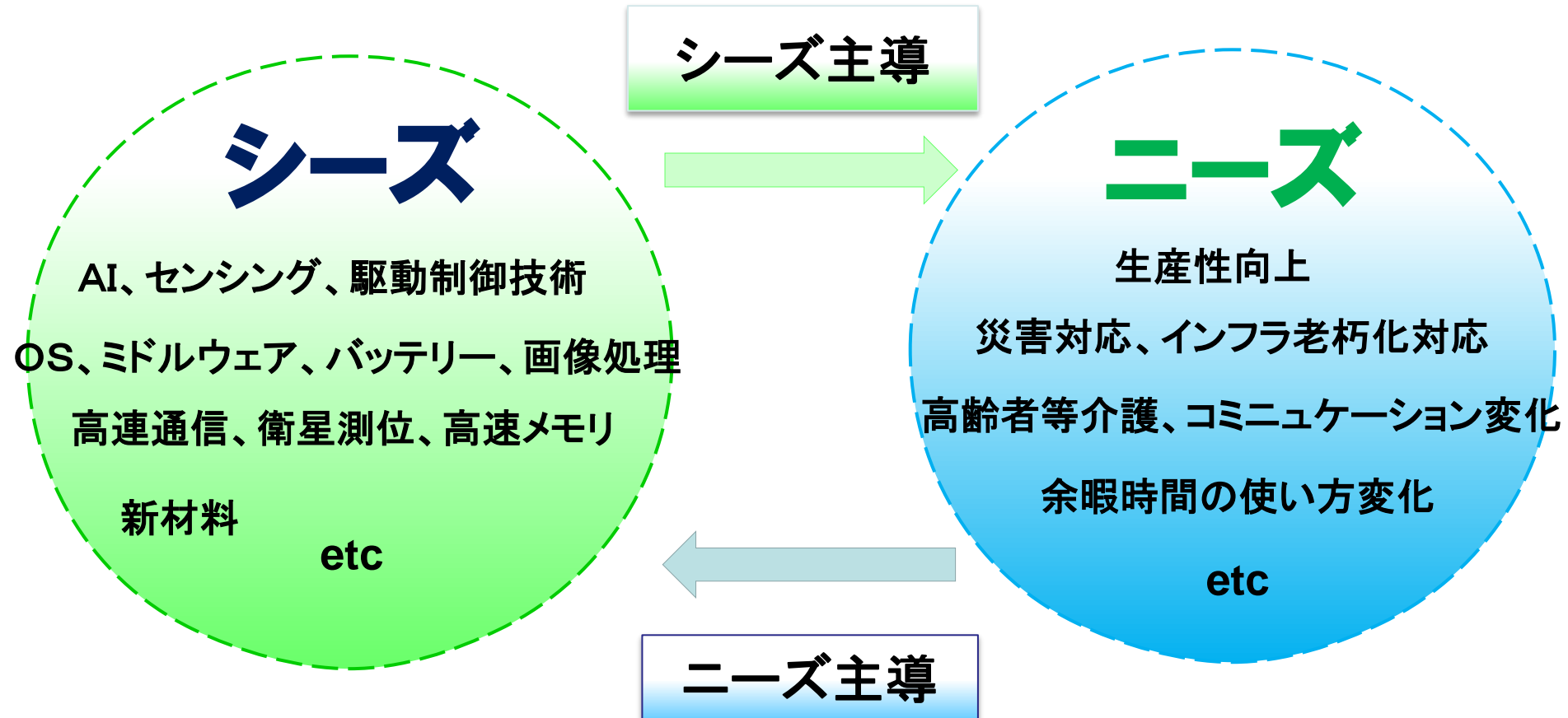
認識ギャップ

ユーザーの関心領域
単純・安価だから「使える」
10万円程度

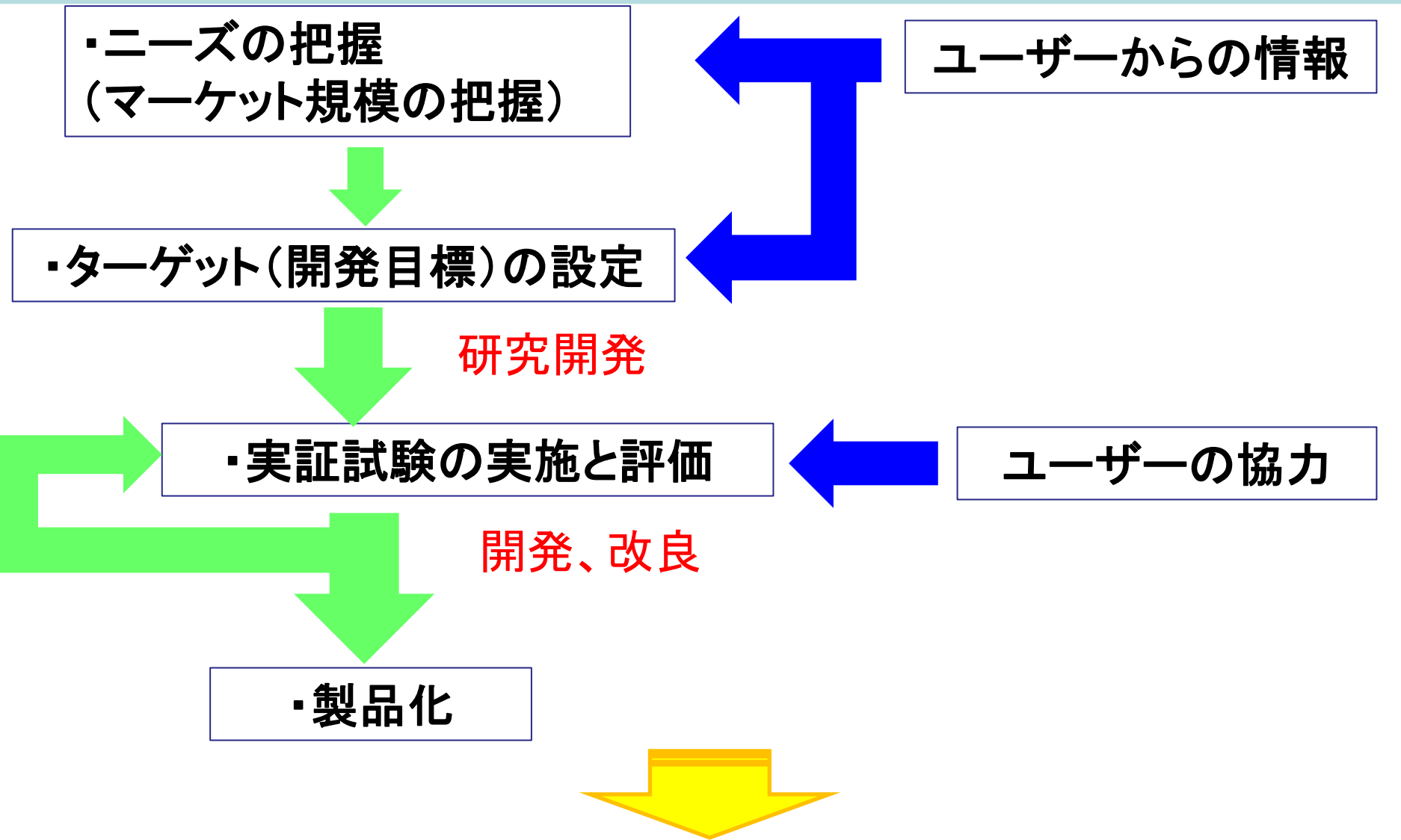
潜在市場: 100万台以上

ユーザーニーズの視点に立った
ロボットの活用で停滞の打破へ

技術開発のアプローチ



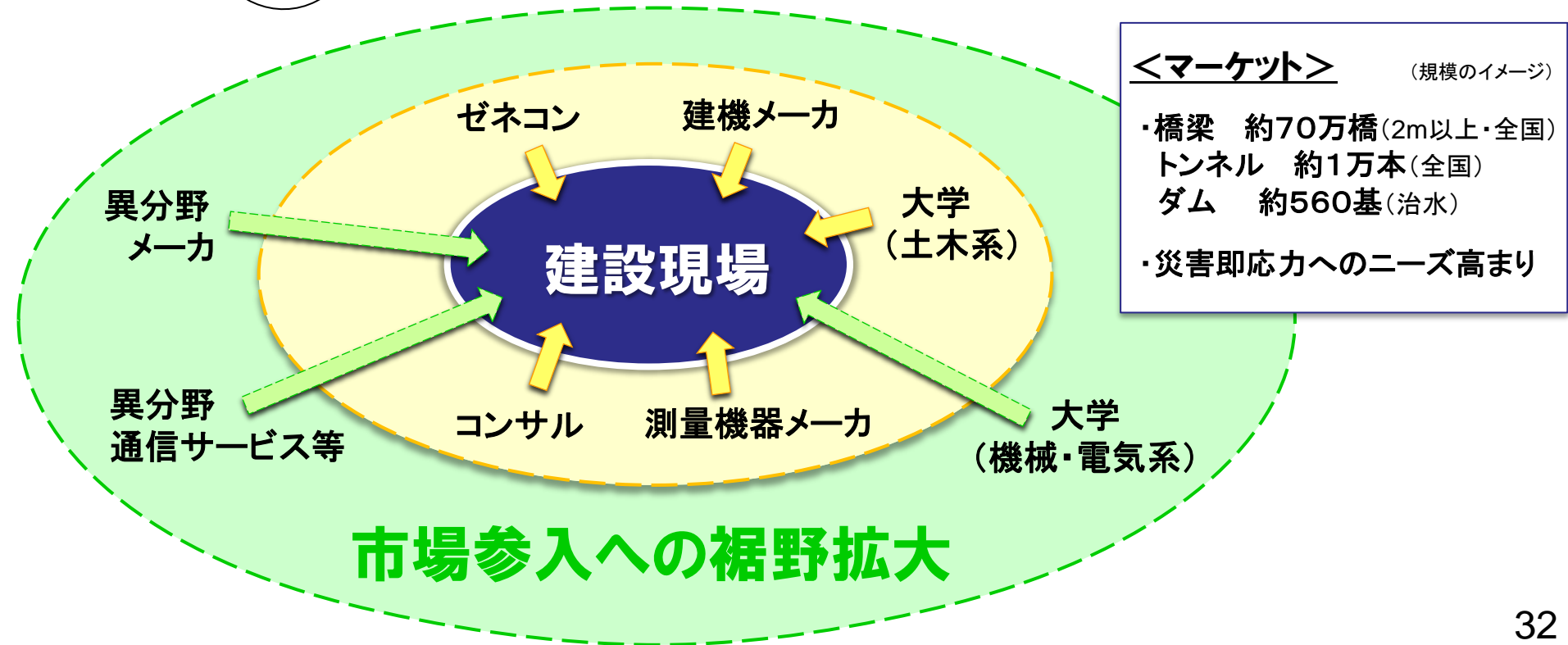
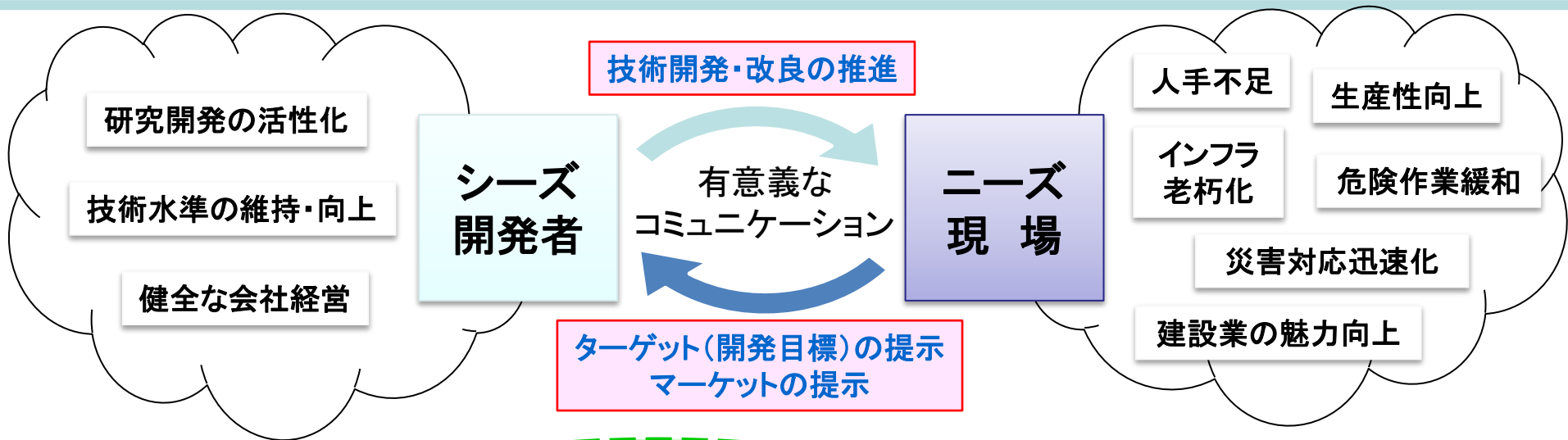
ニーズ主導による技術開発のポイント



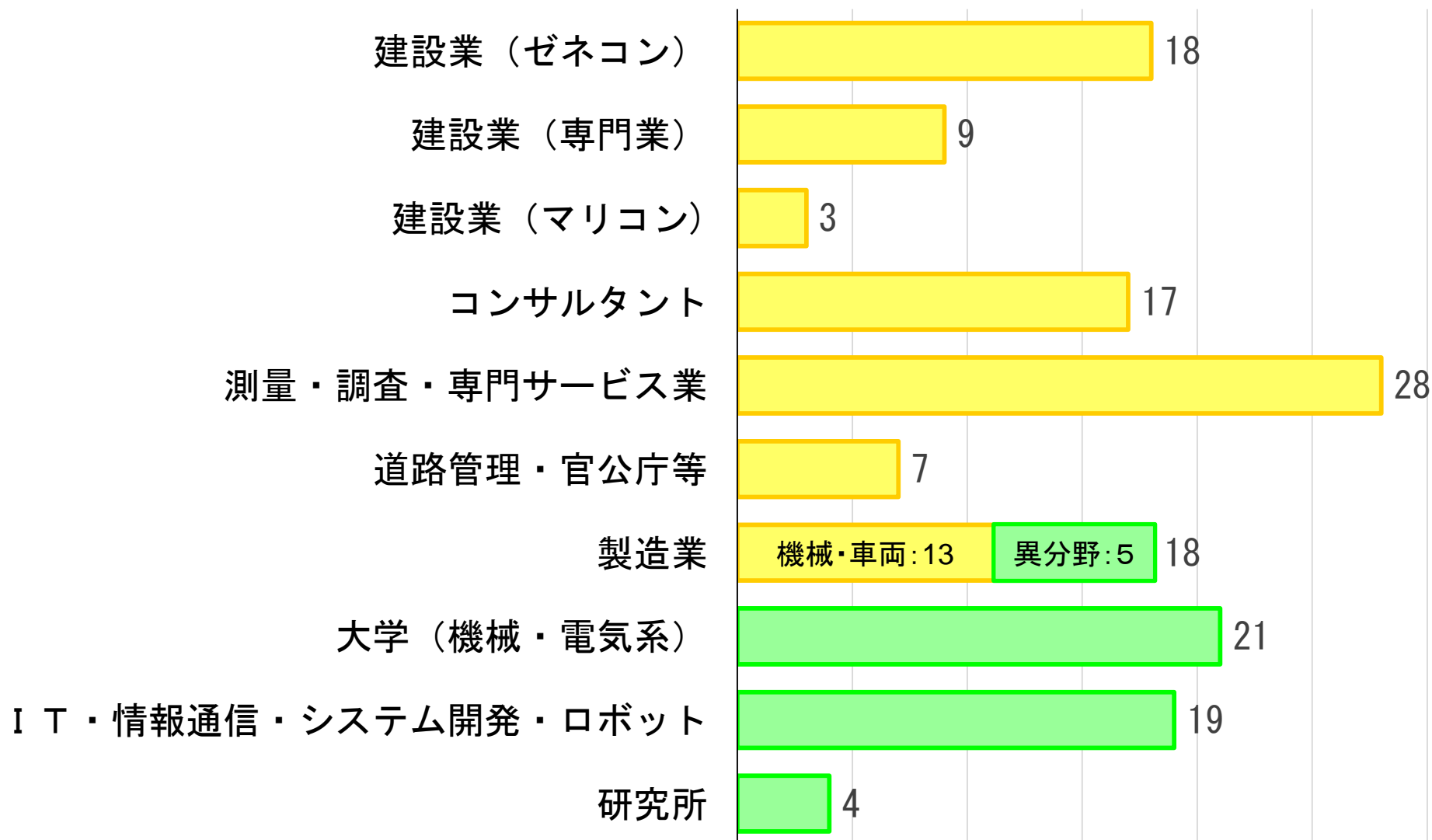
ユーザーサイドが主体的に「ニーズ主導による技術開発」を促進
(ユーザー自らのニーズを満たすため)

ユーザーニーズ主導により、
ロボット開発者にターゲット(開発目標)を与え、
かつマーケットを提示する。

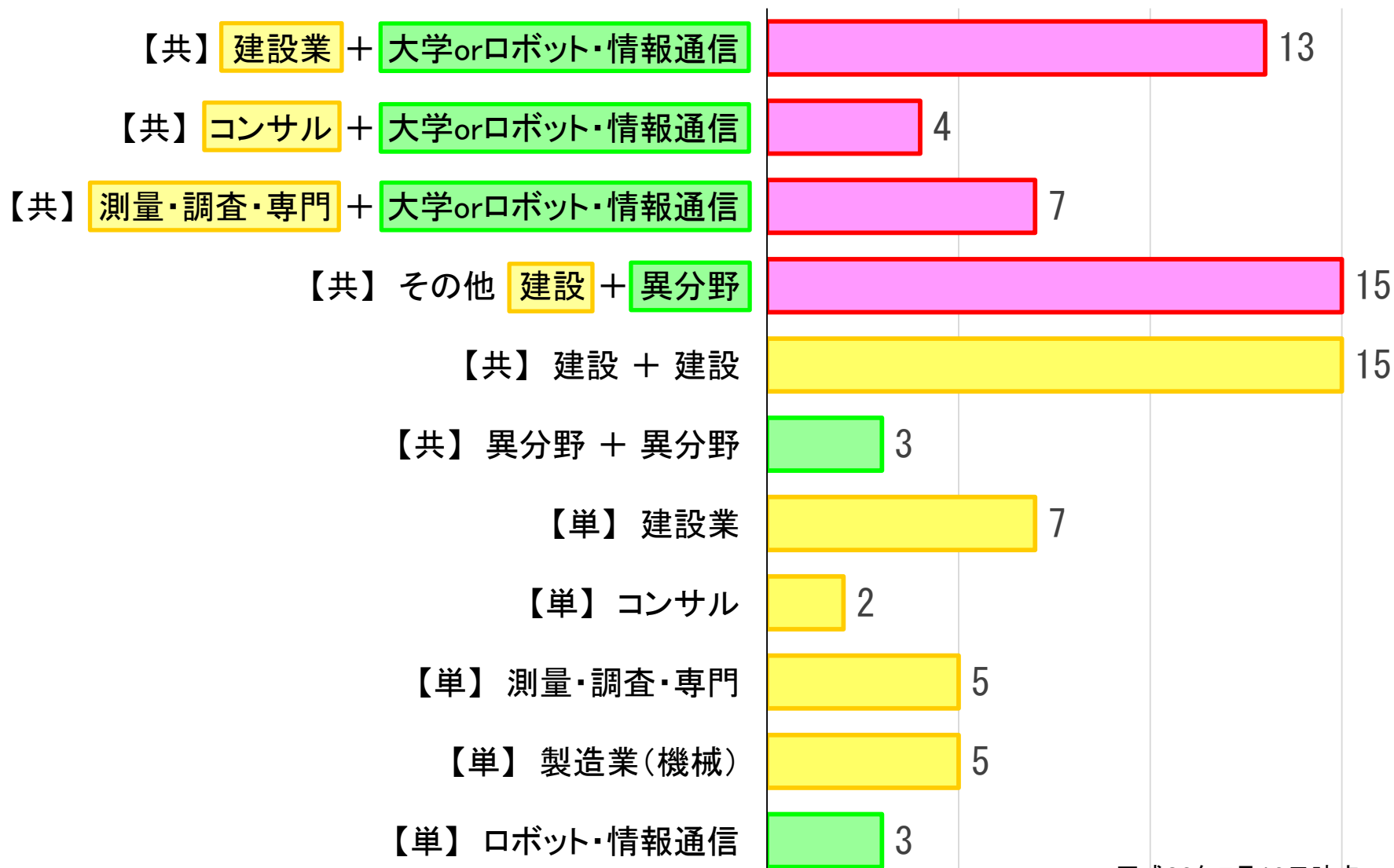
次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入 施策の意義



応募者の属性（H26年度実績）



開発体制（H26年度実績）



次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入施策の意義

ターゲットとマーケットの提示による

ニーズ主導による技術開発の促進

異分野技術のコーディネート促進