

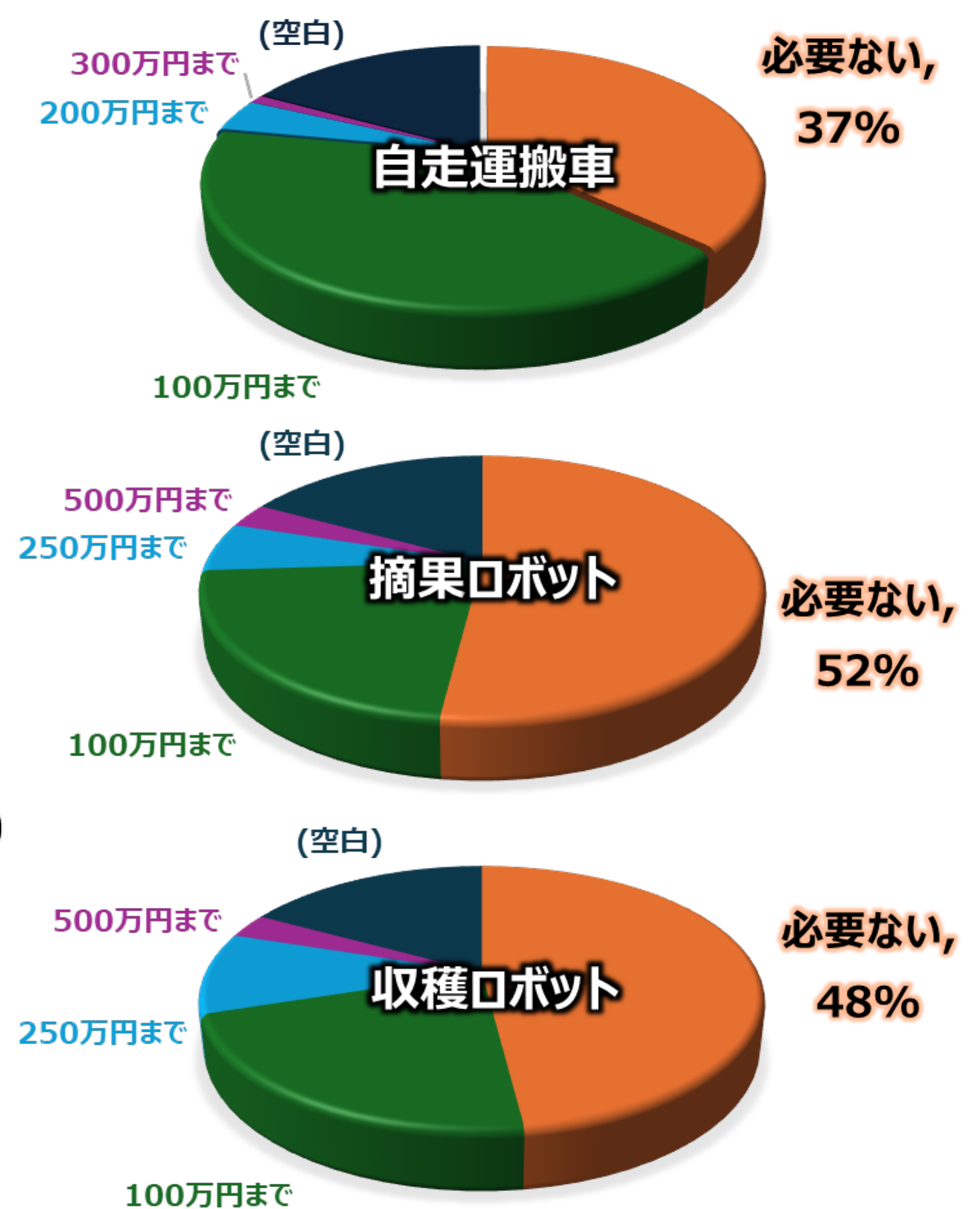
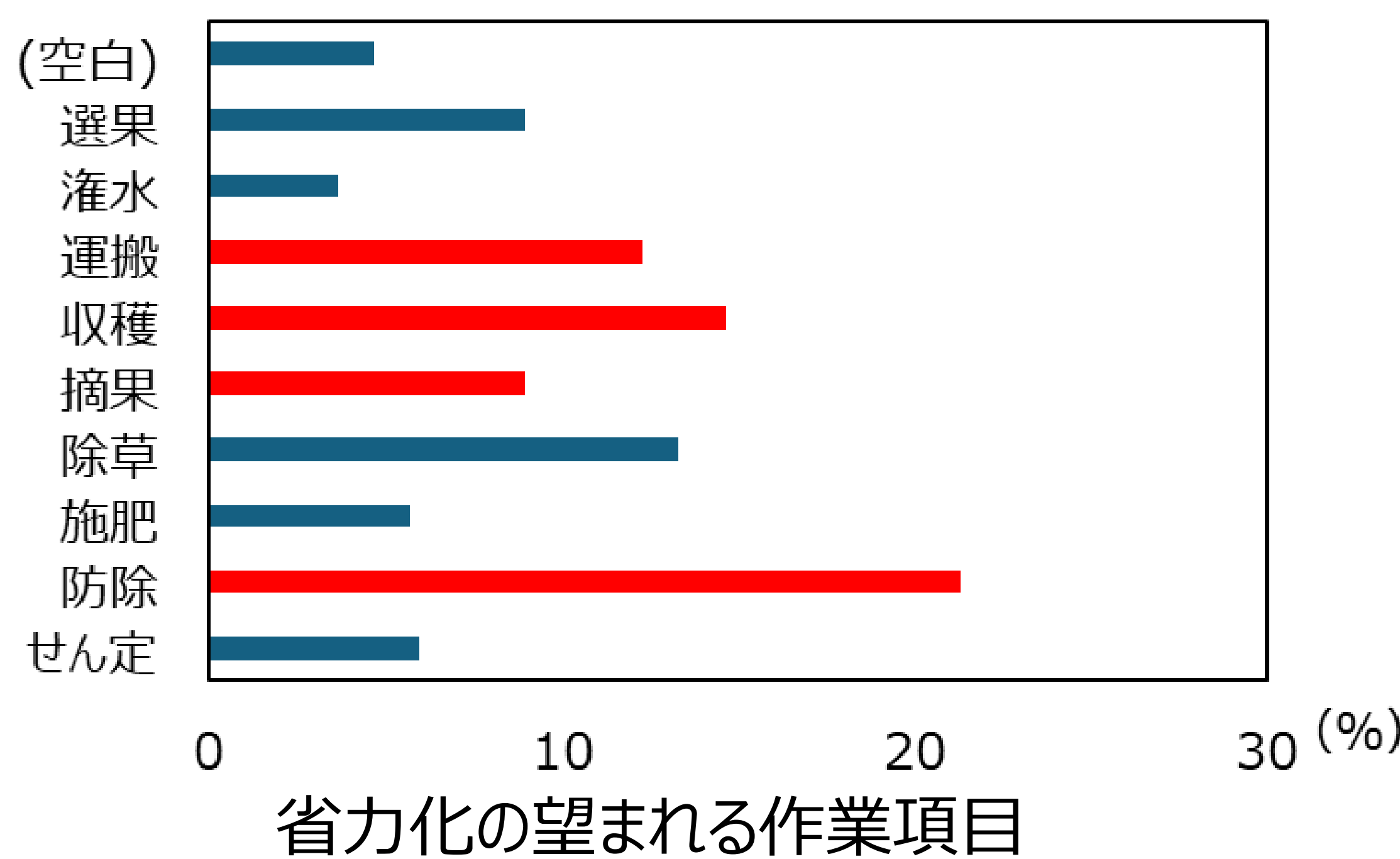
摘果・収穫・自動運搬ロボットによる 急傾斜かんきつ園の 人-ロボット協働型農業システムの開発

国立大学法人 愛媛大学

かんきつの摘果・収穫・運搬作業を省力化するための自動摘果・収穫・運搬ロボットの開発と、開発したロボットが効率的に稼働するための樹形改造や園地改良技術等の開発を同時に進め
人とロボットの協働型農作業システムの実現を目指す



2023年愛媛県が実施した「傾斜園地作業効率化モデル整備事業研修会」に参加した延べ192名を対象としたアンケート結果より



摘果・収穫ロボット



- 多様な大きさの果実に対して摘果・収穫可能なエンドエフェクタの開発
- 低コスト化のためのマニピュレータ簡素化
- AIを活用した摘果・収穫果実認識システムの開発

自動運搬ロボット



- 急傾斜地でも水平を保ちながら走行可能なリモコン操作型走行ユニットの開発
- ARマーカ等を用いた自己位置推定技術の開発
- これらを組み合わせた自動運搬ロボットの開発

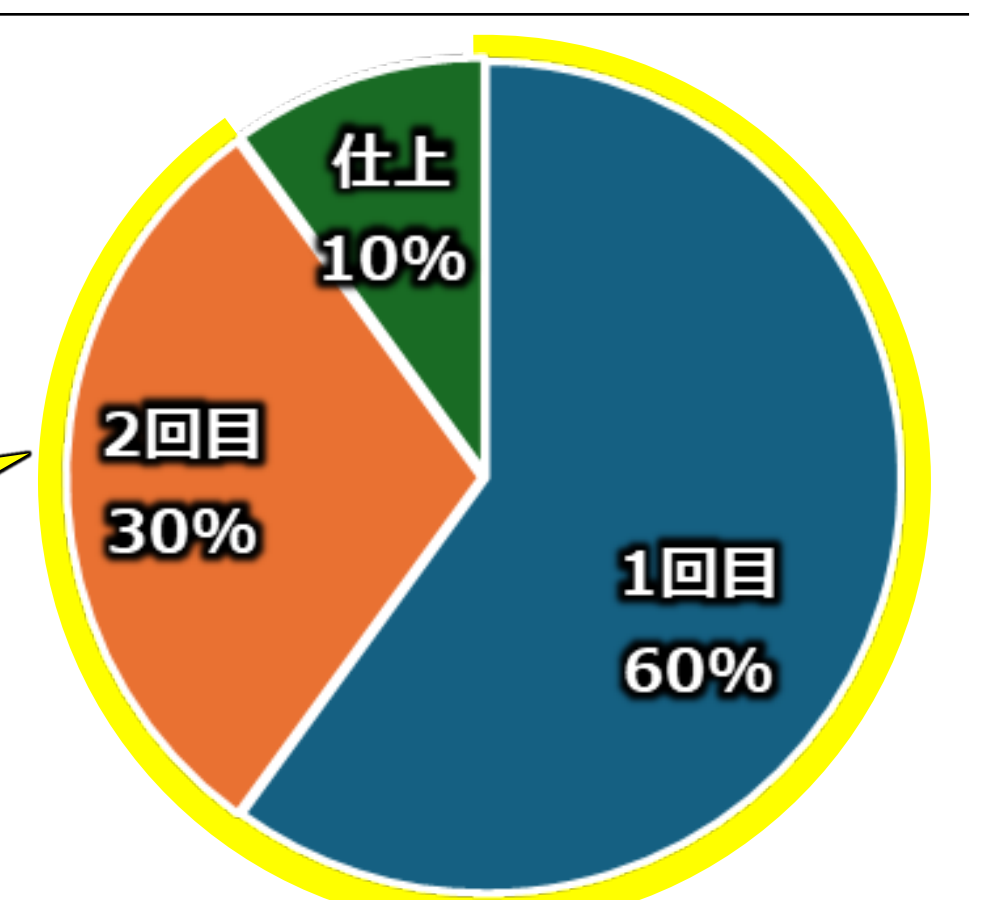
農作業のロボット化に向けて意識改革

早い段階でロボットによる摘果・収穫の可能性を示す事が必要

表1 ロボット目標性能

	作業面積	作業能率 対人作業速度	作業精度	アーム数
摘果	60%	1/1.5 (10 s/個)	70%	2本
収穫	70%	1/2 (15 s/個)	80%	2本

粗摘果1・2回目を
ロボットで対応



摘果の労働時間割合

表2 10aあたりの人-ロボットの作業時間

	ロボット稼働時間	人労働時間
粗摘果1回目	18.5 h/10a (10h×1.85日)	11.5 h/10a (8h×1.4人)
粗摘果2回目	9.3 h/10a (9.3h×1日)	5.8 h/10a (5.8h×1人)
収穫	70 h/10a (10h×7日)	24 h/10a (8h×3人)

1日で作業完了
できるレベル

粗摘果ロボット
人との協働作業が可能なレベル

収穫ロボット
人との協働作業が困難なレベル

- 作業能率の改善
- 機構の簡素化とアーム数の増加 など

急傾斜地向け走行ユニット

『戦略的スマート農業技術等の開発・改良』2022年10月～2025年3月の実施内容
【SA1-202C1】急傾斜農業の超省力化に向けた小型農業ロボットシステムの開発

走行ユニットの仕様

寸法 (全長)	長さ(mm)	1,450
	幅(mm)	870
	高さ(mm)	1,185
寸法 (荷台)	長さ(mm)	1,110~1,357
	幅(mm)	530~860
機体重量(kg)		263
荷台傾斜角	ピッチ(deg)	20
	ロール(deg)	15
走行部	クローラ幅(mm)	150
	接地長(mm)	924
	最大走行速度(km/h)	3.79
	最小走行速度(km/h)	0.65
	走行駆動(左右各1台)	750 W ブラシレスモータ
バッテリー	製品名	SIP24-23 リチウムイオン電池
	モジュール構成	2並列
	公称電圧	DC25.3 V
	定格容量(2並列)	44 Ah / 1,113.2 Wh
	仕様電圧範囲	DC16.5~29.7 V
	質量(2個分)	約16 kg



傾斜27度を走行時の様子

コンテナ3個×1~2段積載時の静的転倒角



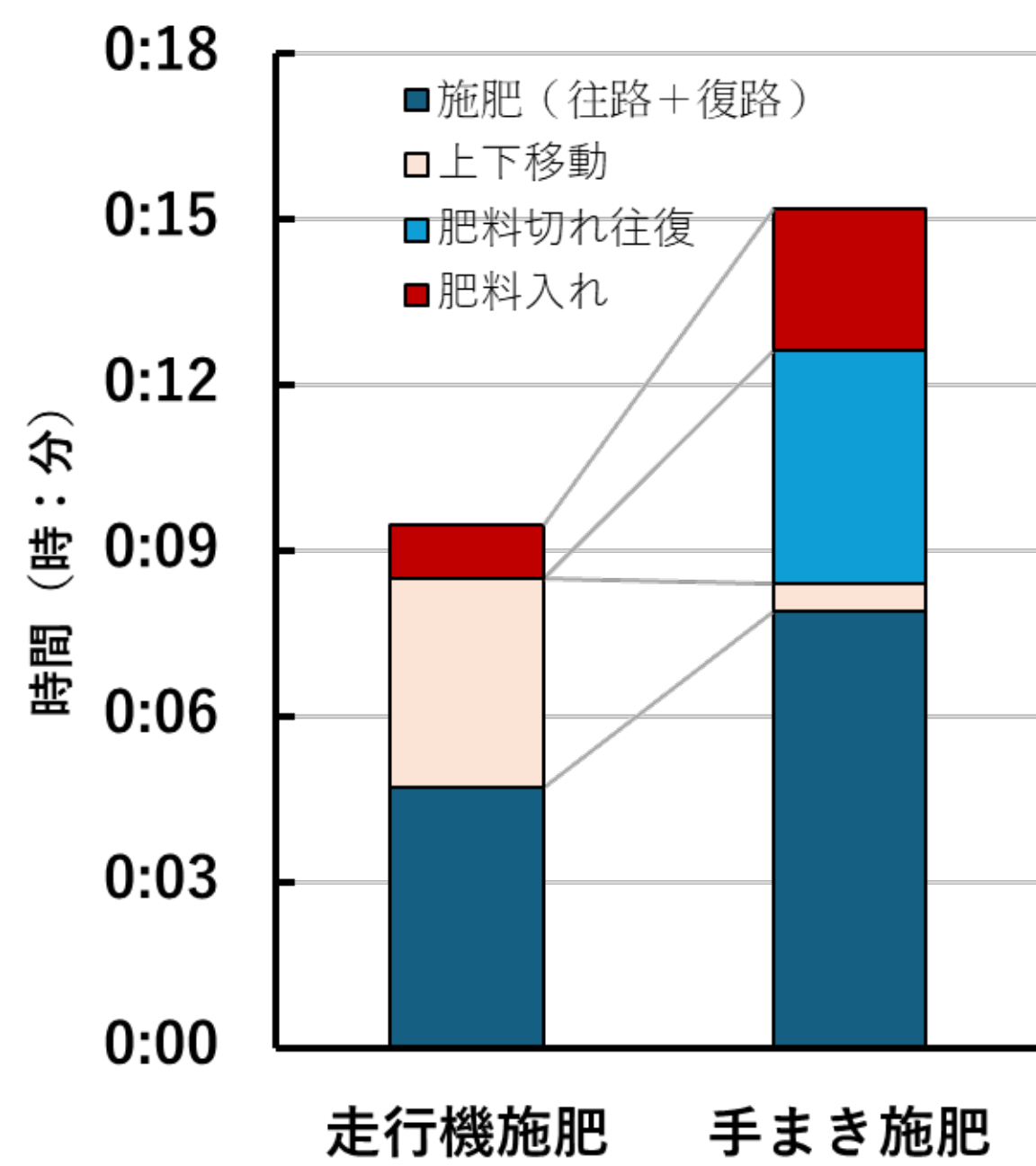
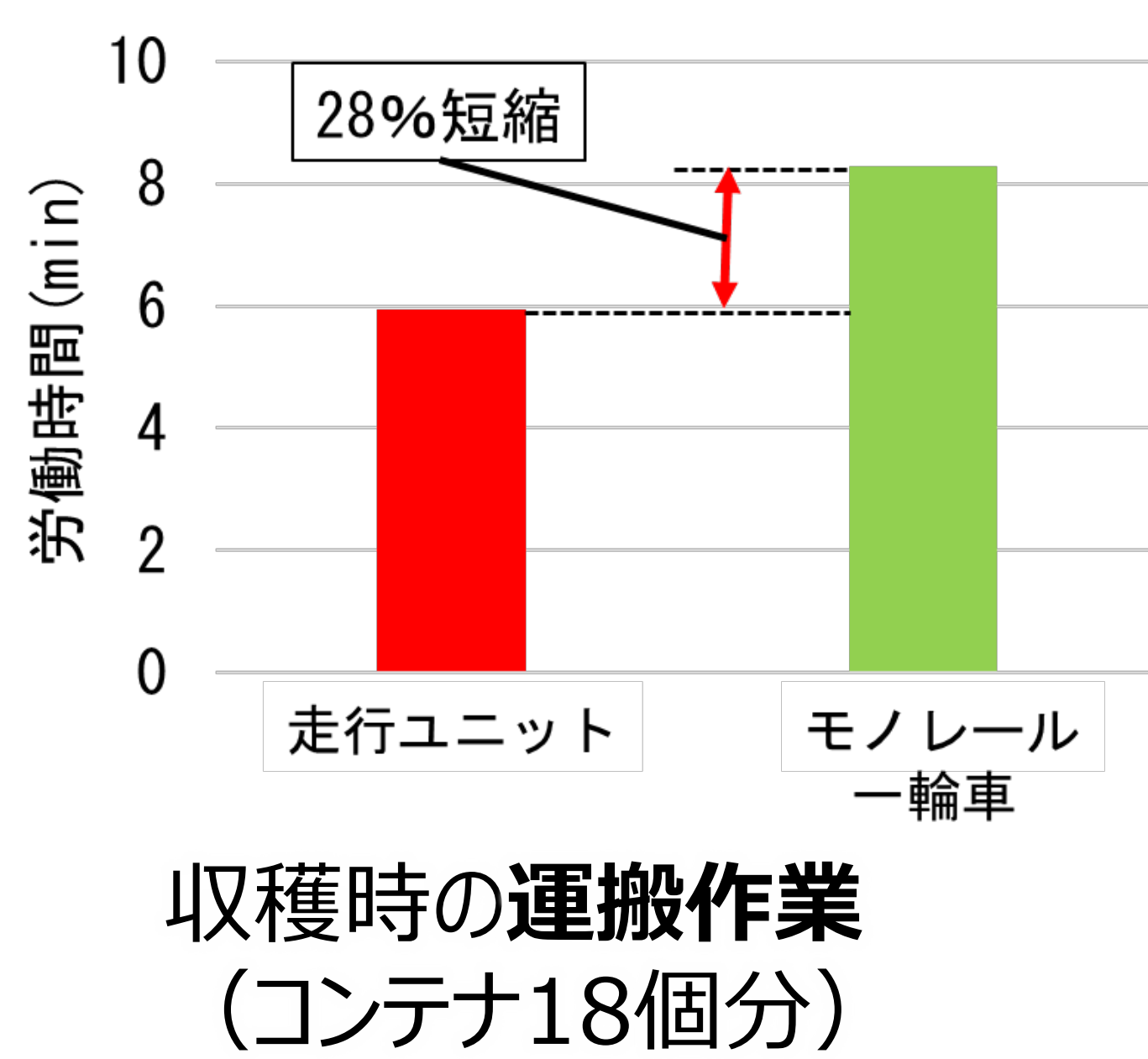
		荷台制御	0kg	60kg	120kg
ロール 方向(°)	なし		36.5	33	28
	あり		37	34	30
ピッチ 方向(°)	なし		31.5	33	31
	あり		31.5	35	35

コンテナ4個×1~2段積載時の静的転倒角



		荷台制御	0kg	80kg	160kg
ロール 方向(°)	なし		33.5	30.5	25.5
	あり		36	32	28.5
ピッチ 方向(°)	なし		27.5	29.5	28
	あり		29	32.5	33

■ 走行ユニット導入による労働時間削減効果



■ 走行ユニット対応傾斜角：27～30度

■ 園地整備対象目安傾斜：21度

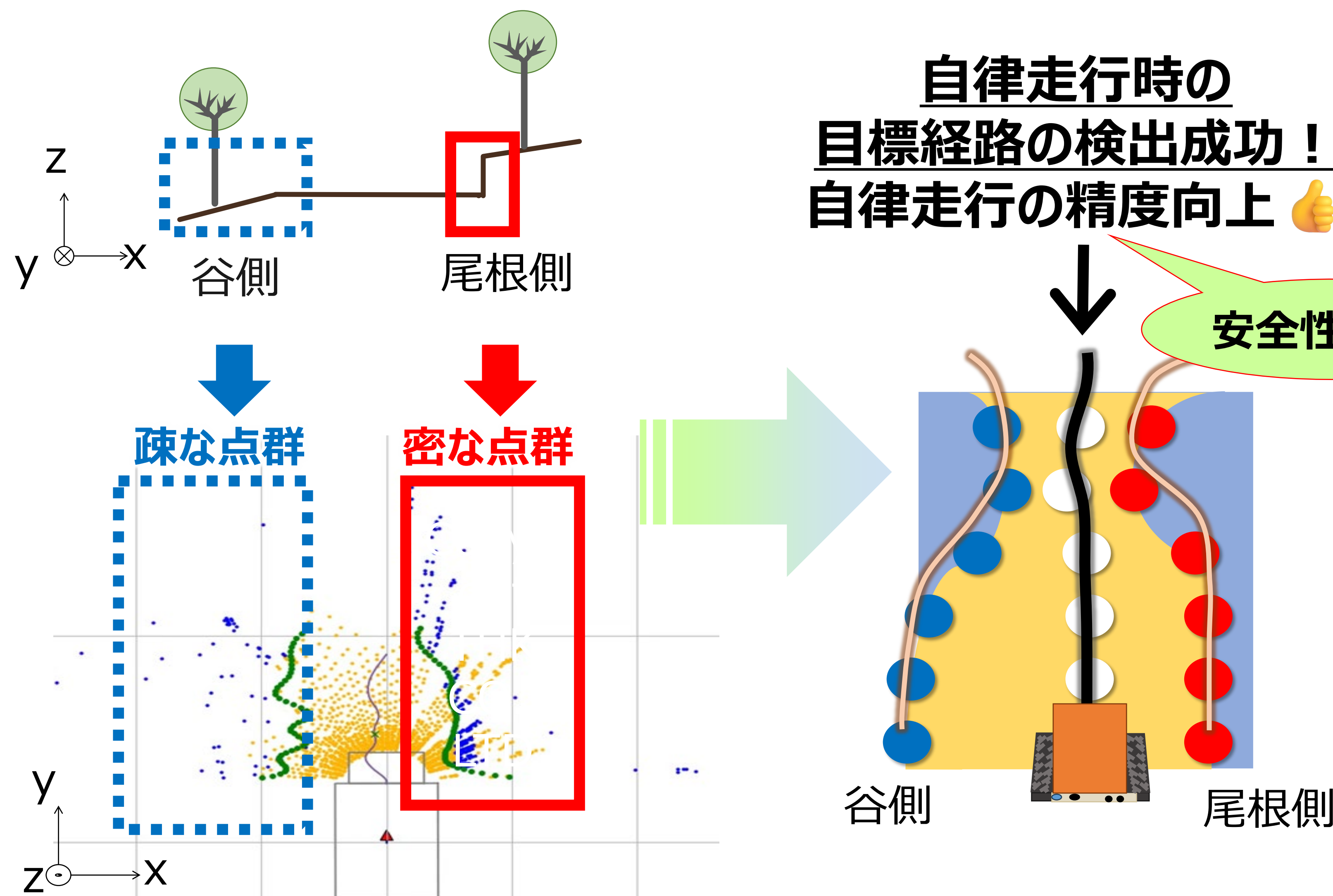
※ロボットの対応傾斜の8割程度



静的転倒角以上の傾斜(34度)

クローラの前方が浮く現象が見られた **× 危険**

園地整備 (幅1m程度の通路形成) で自動運搬ロボットを安全導入



ロボット作業性に防災性・経済性も備えた
急傾斜園地改良設計指針の確立



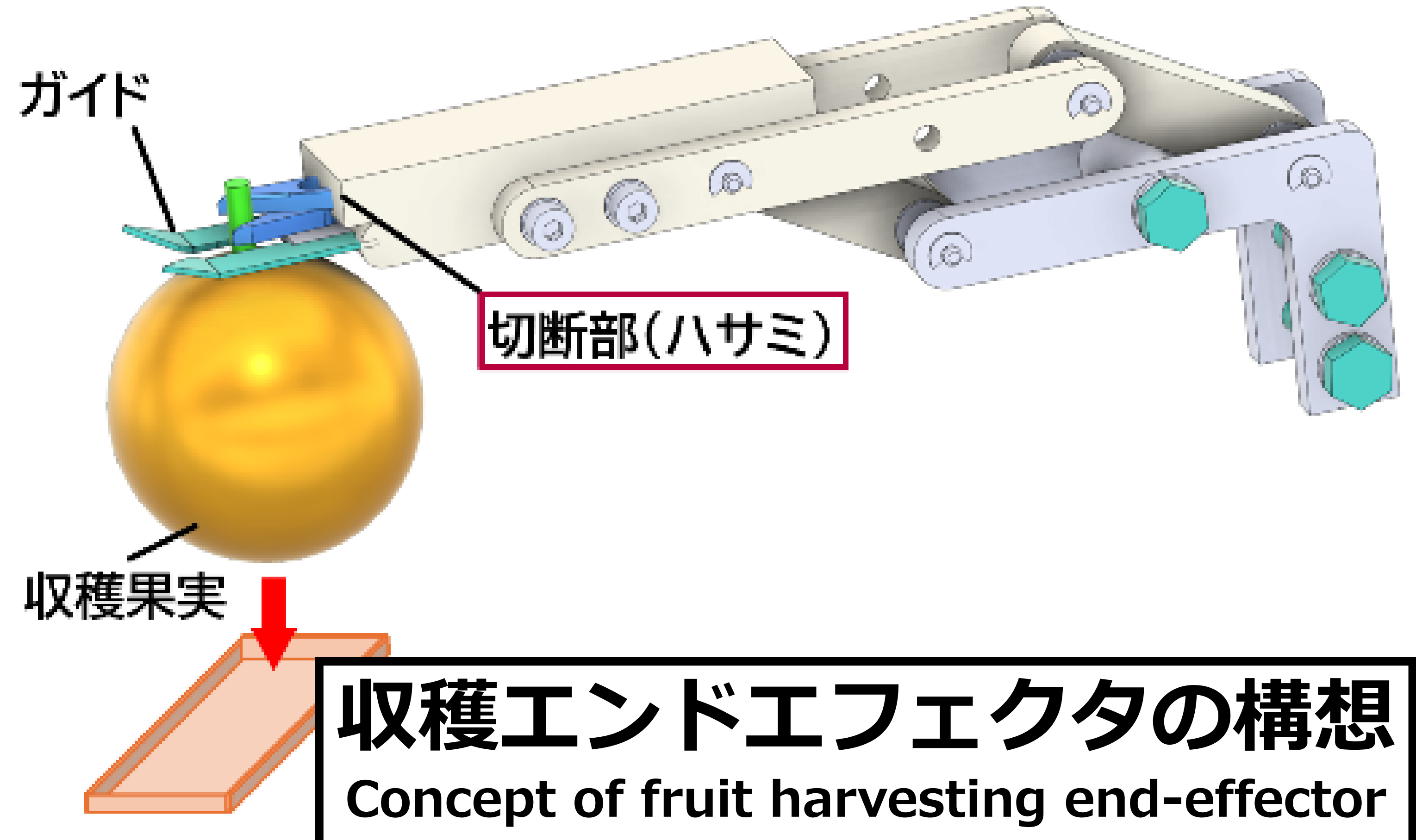
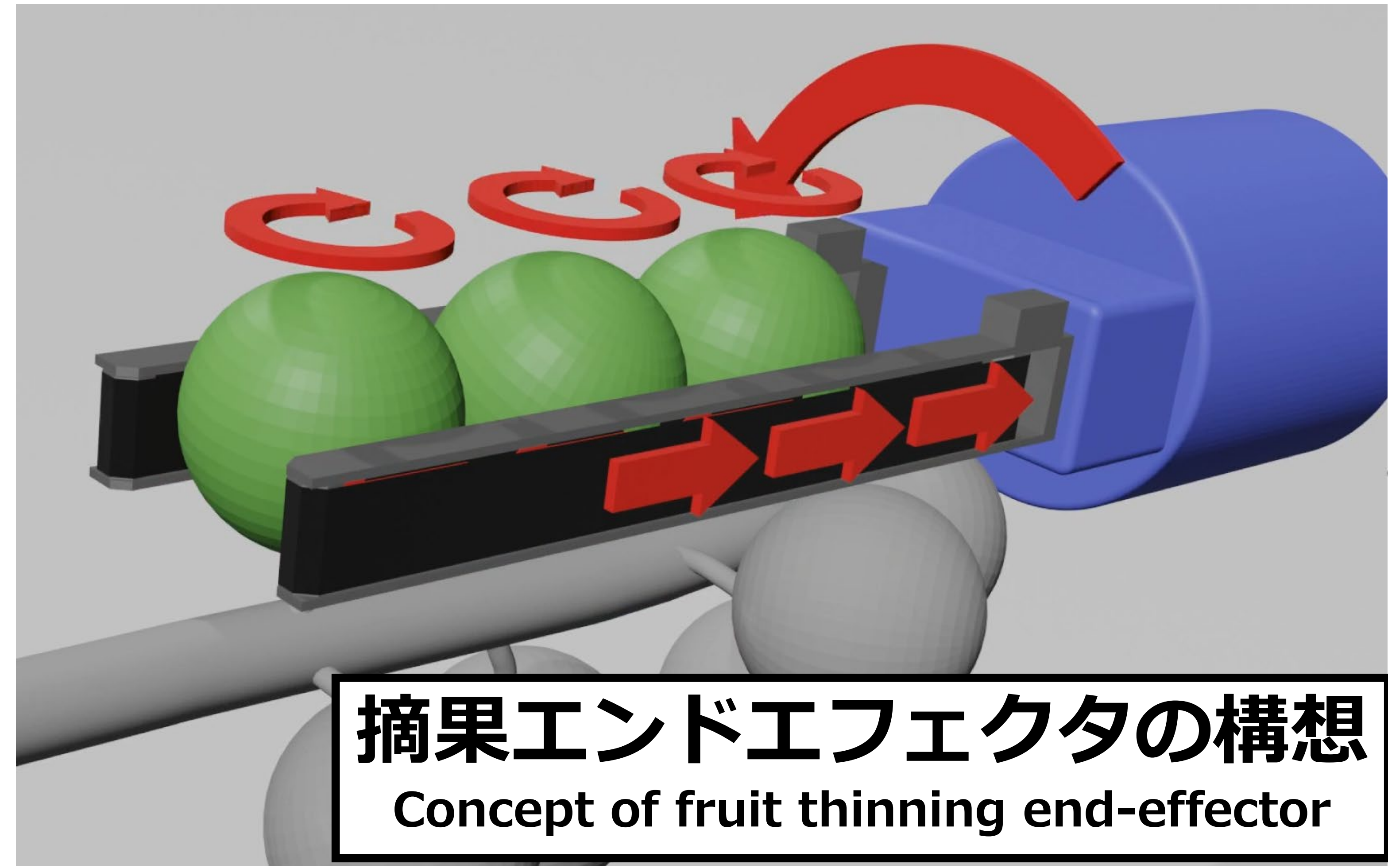
マーカを利用した自己位置推定
【マーカに位置情報や樹体番号・樹体の生育情報などを付与】
運搬ロボットや搭載する作業ユニットとマーカ情報を連携することで
柑橘園における生産性向上に資するスマート化



3D-LiDAR により取得した点群データ

樹形「双幹形」

Tree type "twin trunk type"



摘果・収穫・自動運搬ロボットによる急傾斜かんきつ園の
人-ロボット協働型農業システムの開発



摘果・収穫のイメージ

Image of fruit thinning and harvesting