全方位全自動搬送装置「ユークリータ」の月面敷設

高知工科大学 システム工学群
教授 川原村 敏幸

2024年9月12日

現在の移動搬送手段の活躍領域とその穴

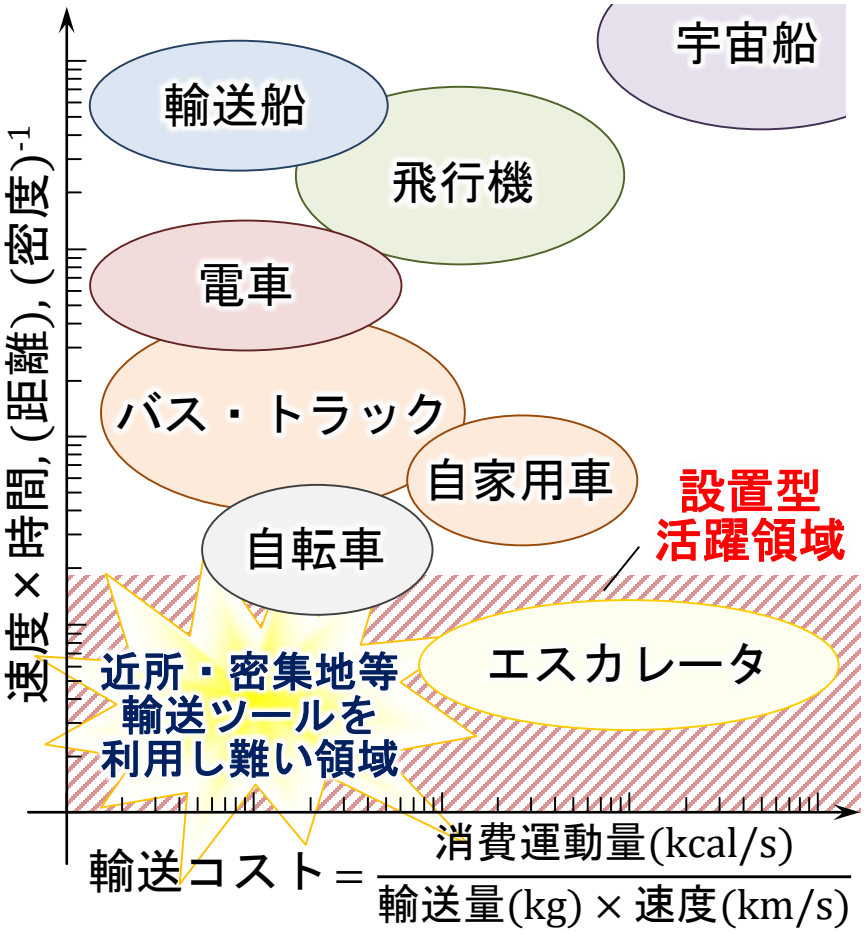


図1 各種輸送手段の活躍領域

人が負荷を感じずに、
移動･運送に費やせる時間
：精々数十分程度 (歩行で1キロ程)
勿論覚悟をすれば数時間程度も可能だが

この時間内で「距離」に応じて
移動･運送手段を選択
3 km位であれば → 自転車
10 km位だと → 自動車

密集地･徒歩圏内で
機械的に移動･運送するツールは
未だ発展途上である。

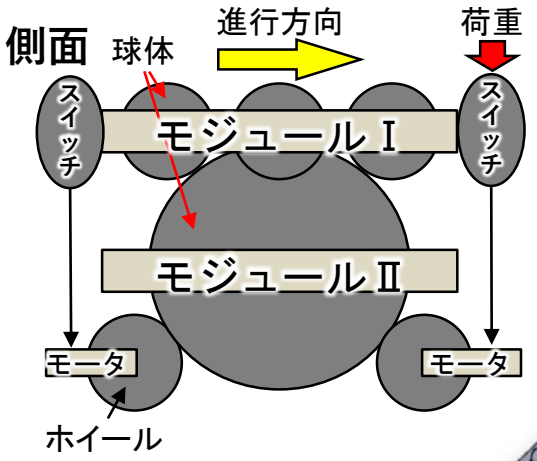
近所・密集地における
革新的移動・運送支援ツール

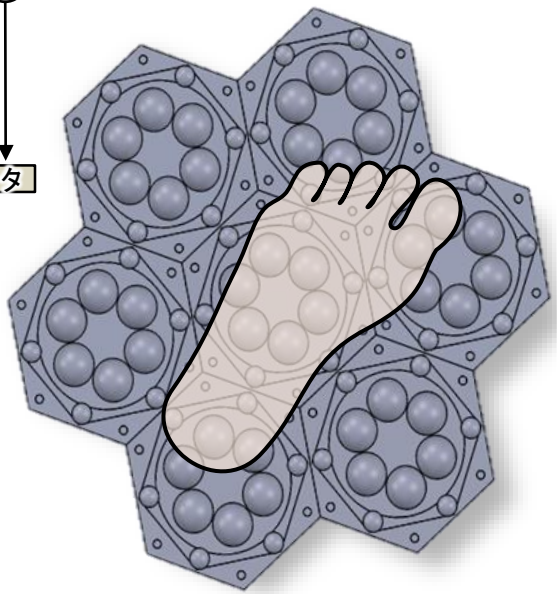
斬新な解決策：ユークリーターの提案！



初期開発概念(コンセプト) 2015~

現行技術で可能な支持手段
物体検知により動作ユニットを決定
荷重移動を感知して移動方向を決定



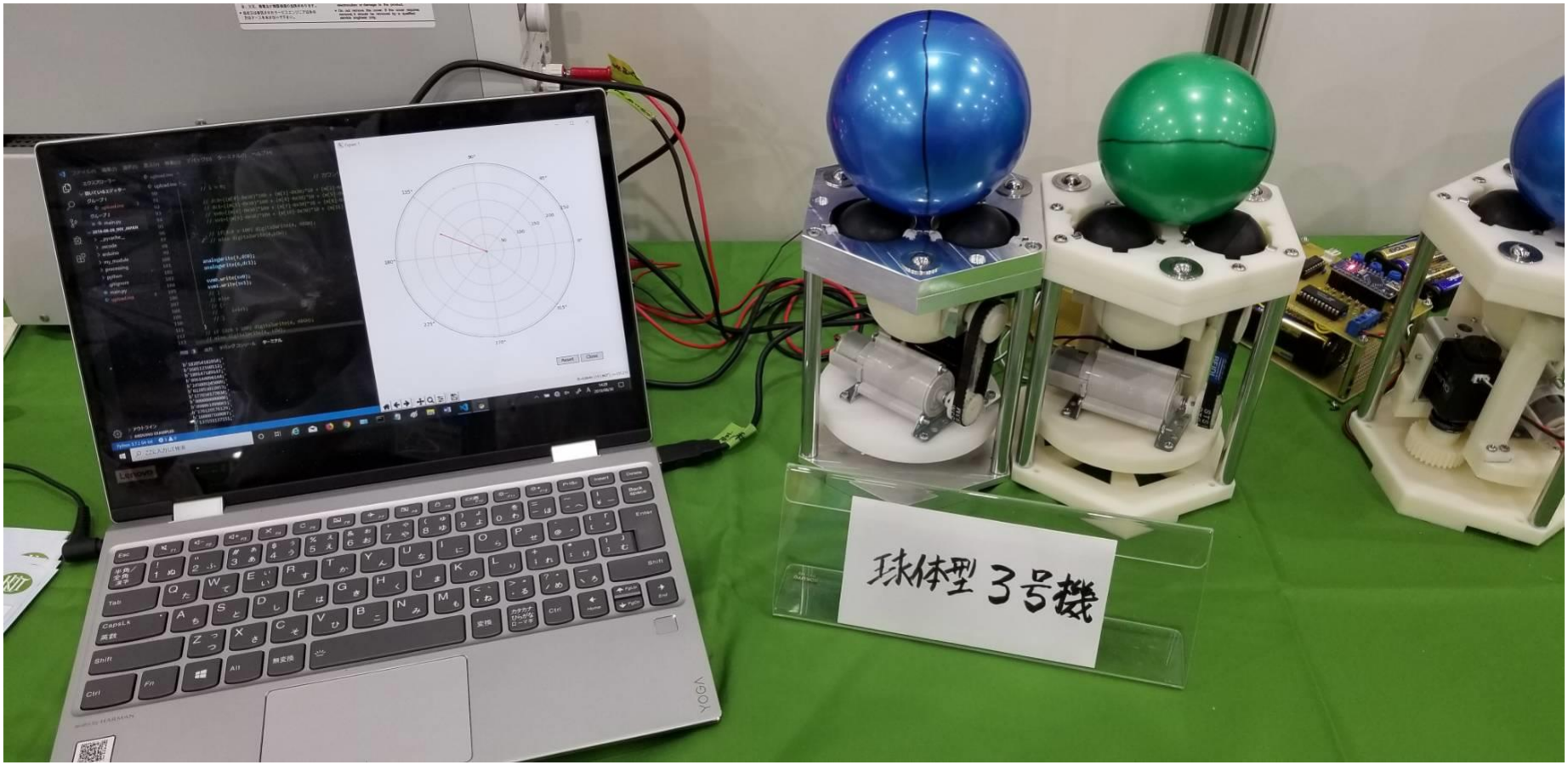


球体型第3世代



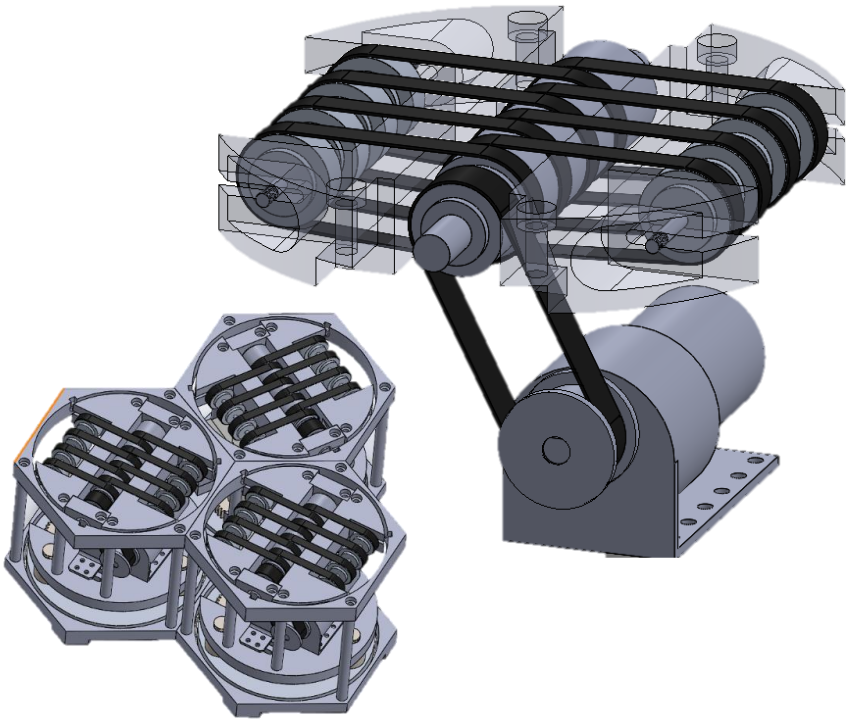
球体型3号機 (構造･機構等)

イノベーションジャパン2019にて展示
「別次元の安全を提供する未来の道」

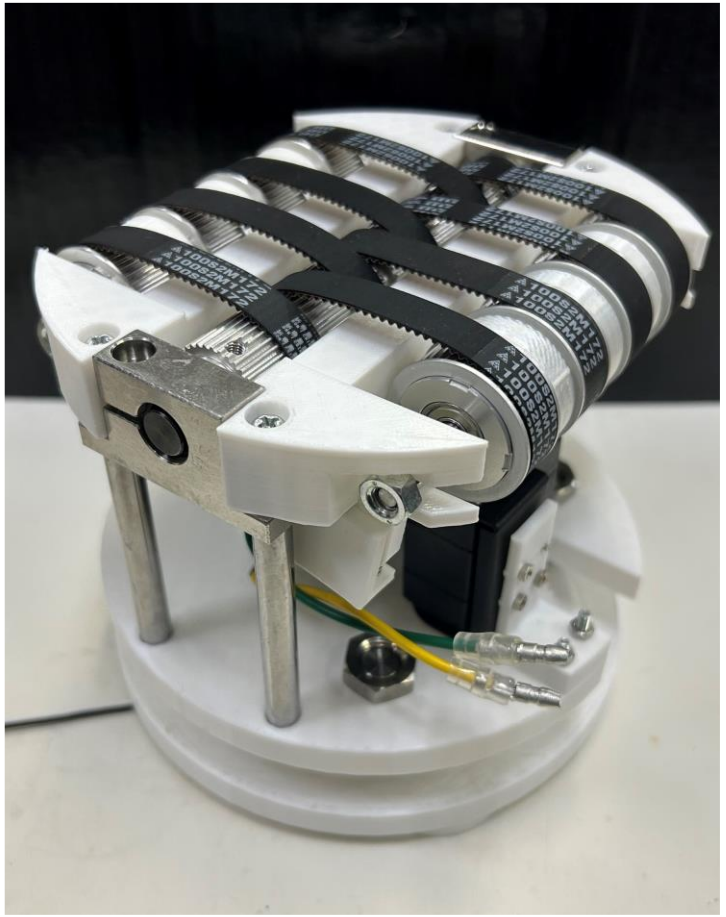


ベルト型

動力伝達効率の向上
- 球体点接触 → ベルト面接触
- 合一な従動体ベクトル
- ベルト専有面積最大化
- 中心駆動軸による常時張り側搬送

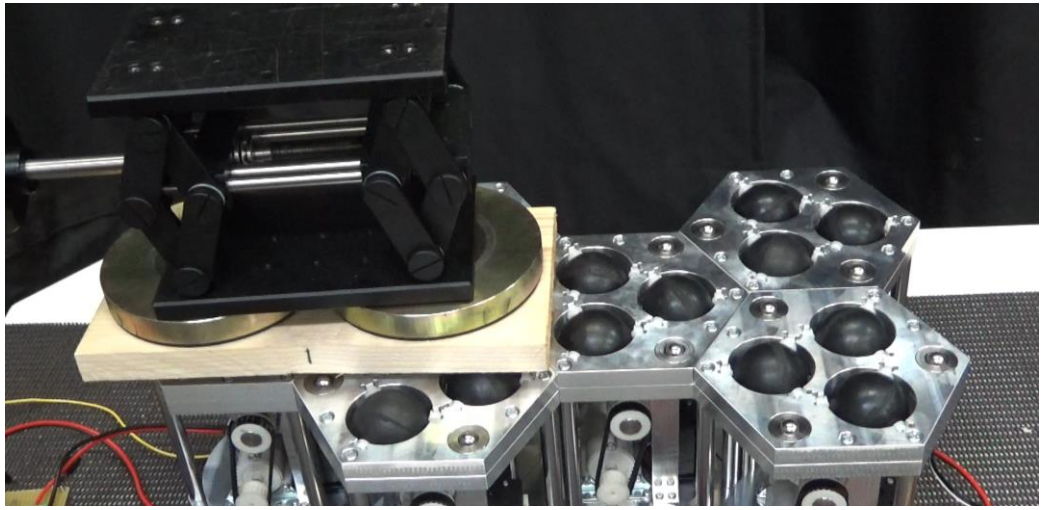


ベルト型第3世代

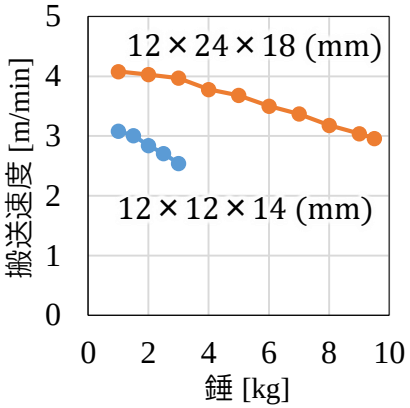


2021年頃の開発状況

搬送可能速度・重量

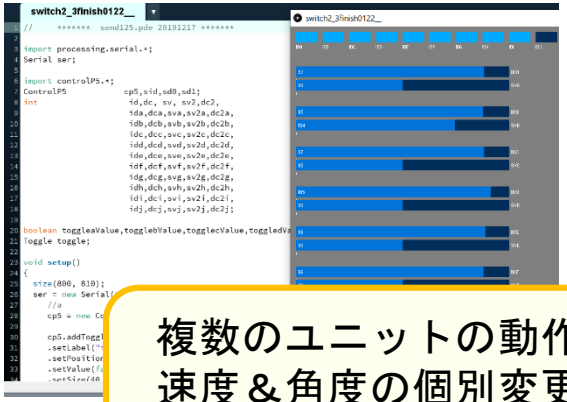


速度：4 m/min程度
重さ：数キログラム程度

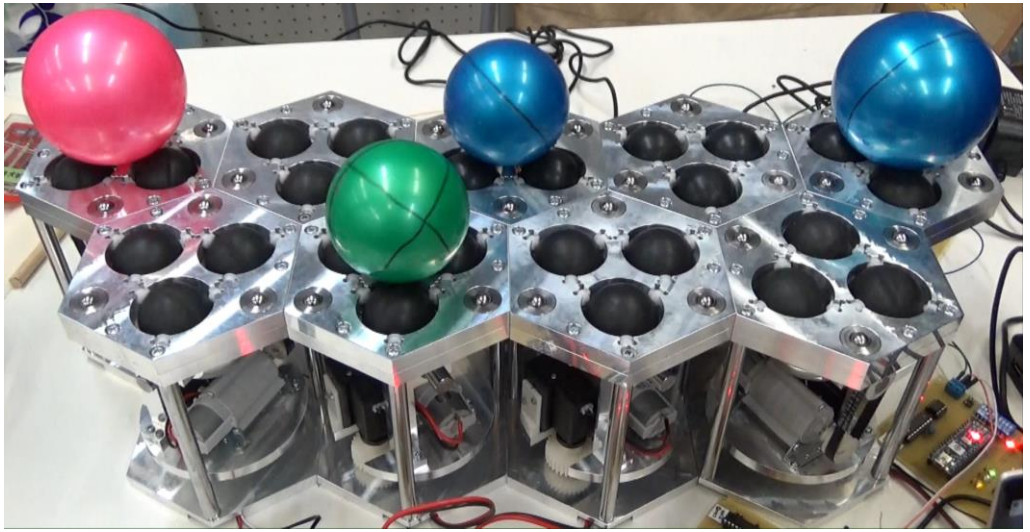


開発用途
高出力モータ選択
振動防止対策

複数ユニット制御

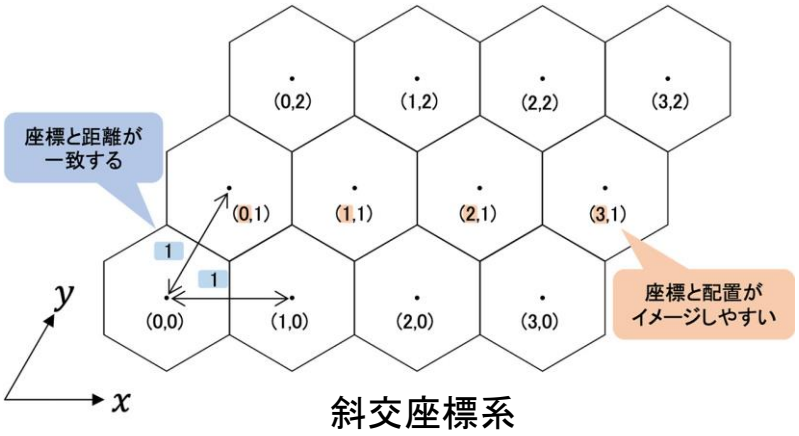


複数のユニットの動作確認
速度＆角度の個別変更可
ユニットの独立性確保



アレイ化のためのシステム開発

60°斜交座標系を導入

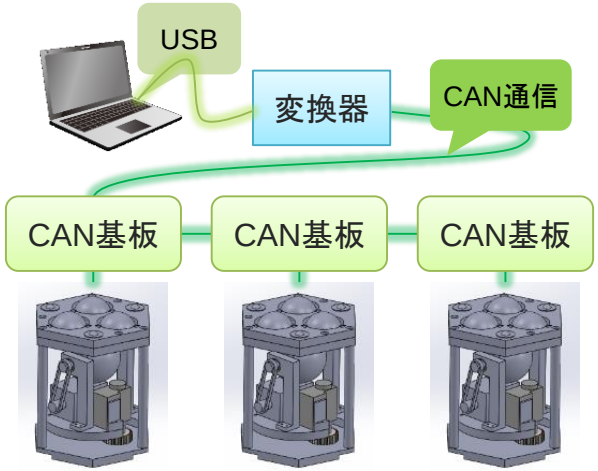


斜交座標系

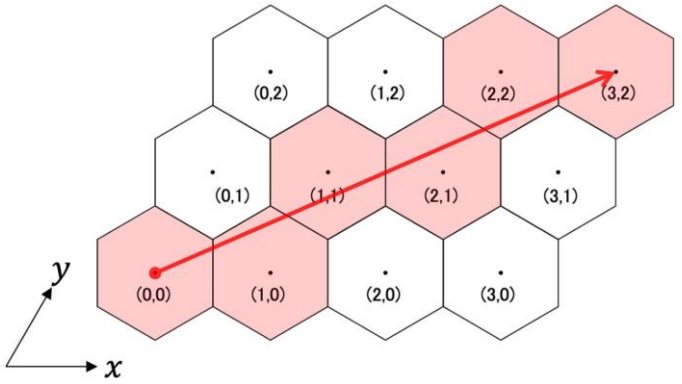
Pythonによる制御を目指して

```
188  if __name__ == '__main__':
189      array = Array(10, 10)      アレイを10×10で作成
190      obj = Object(3.5, 1.4)      オブジェクトを(3.5, 1.4)に設置
191      skewt_plt_setup()      斜交座標系のセットアップ
192
193      for unit in array.order:      アレイの数だけループ
194          unit.draw()      ユニットを描画
195          contour = mtplpath.Path(unit.contour)    ユニットの輪郭を渡す
196          flag = contour.contains_point([obj.position_x, obj.position_y])
197          if flag == True:                                    内外判定
198              unit.fill()    ユニット内にオブジェクトがあれば塗りつぶす
199
200      plt.scatter(obj.position_x, obj.position_y, marker='x', color='red')
201                                                  オブジェクトを赤のxで書き込む
202      plt.show()      書き溜めたグラフを表示
```

通信手段の選択



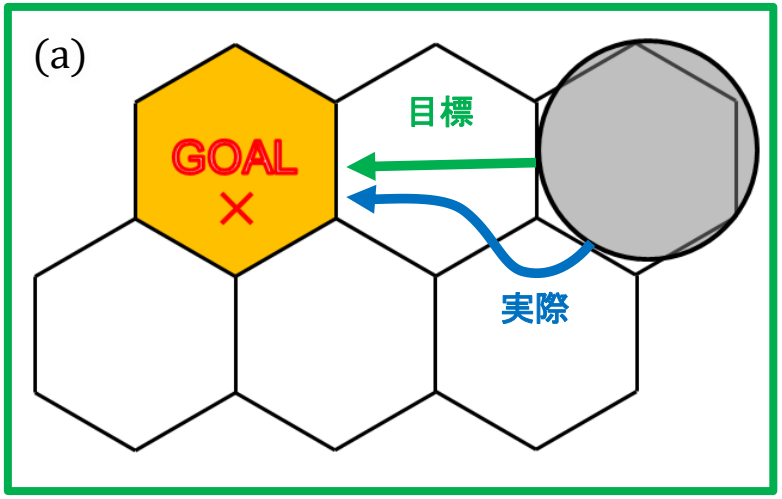
シミュレーターを試作
始点から終点の経路選択に成功



現状(2024.02)： 自動判別・自動搬送を達成！

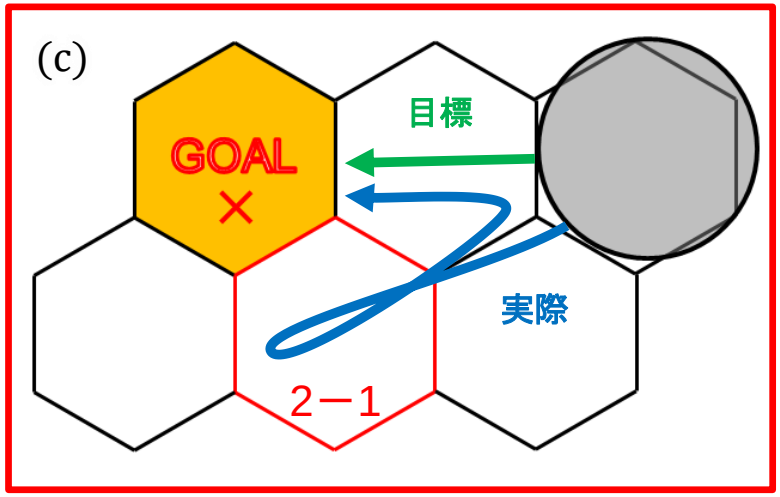


球体型ユークリータ®アレイによる自動搬送実験



(b)

自動搬送実験（正常動作）の動画
https://youtu.be/m873yVgJK-M



(d)

自動搬送実験（一部機能不全）の動画
https://youtu.be/AD2Pc9EgcI4

(a) (b) 搬送対象物の位置を自ら把握して、全自動で始点から終点まで、搬送出来ている様子が分かる。
(c) (d) ユニット(1,2)が機能不全を起こした時でも、搬送対象物を目的地へ搬送する事ができる様子。

研究成果の社会実装のアイデア 1

全方向移動機構を有したロボット、車輪(オムニホイール・メカナムホイール)、それらの電子基板の開発は、既に行われている。

例：無人搬送車(Automatic Guided Vehicle：AGV)
需要：現在 6000億円程度 → 2035年度 2.3兆円程度
搬送に際し筐体が必要

単発でない輸送要望(複数の要望が同時に別箇所で発生した場合)への対応には、台車をあらかじめ複数台用意しておくか、台車が受注者の近傍に来るまで待機しなければならない。荷物の経路変更や軌道修正等においてもシステムの改変及び、ルートマップの再構築が必要になり稼働ラインを止めてメンテナンスを行う必要が生じる

多量の輸送要望、複雑な経路設定に対応するには、
ユークリーター等の敷設システムに
大きなメリットがある

研究成果の社会実装のアイデア 2

第3世代(G3)までは、企業を中心に行う事ができる。
第4世代(G4)、特に人口密集地ではない地域を対象に進めるには、国家プロジェクト化が必至。





地球外の惑星や衛星上に築かれた都市間を人々がユークリーターを利用して移動している様子。

現在地球上で利用されている移動･搬送手段の大半は、地球外環境下で使えない可能性が高い。
国家プロジェクトを超えた国際プロジェクトをも視野に入れられる！！

学術的、経済的波及効果

もし第4世代(G4)ユークリーターが、
日本の道路(総面積：10000 km^2)の1/1000程度に敷設されたとすれば

現行の太陽電池を参考にする
(単位面積当たりの1日平均発電量(4 kWh/(m^2・day))

~8 GWh/day

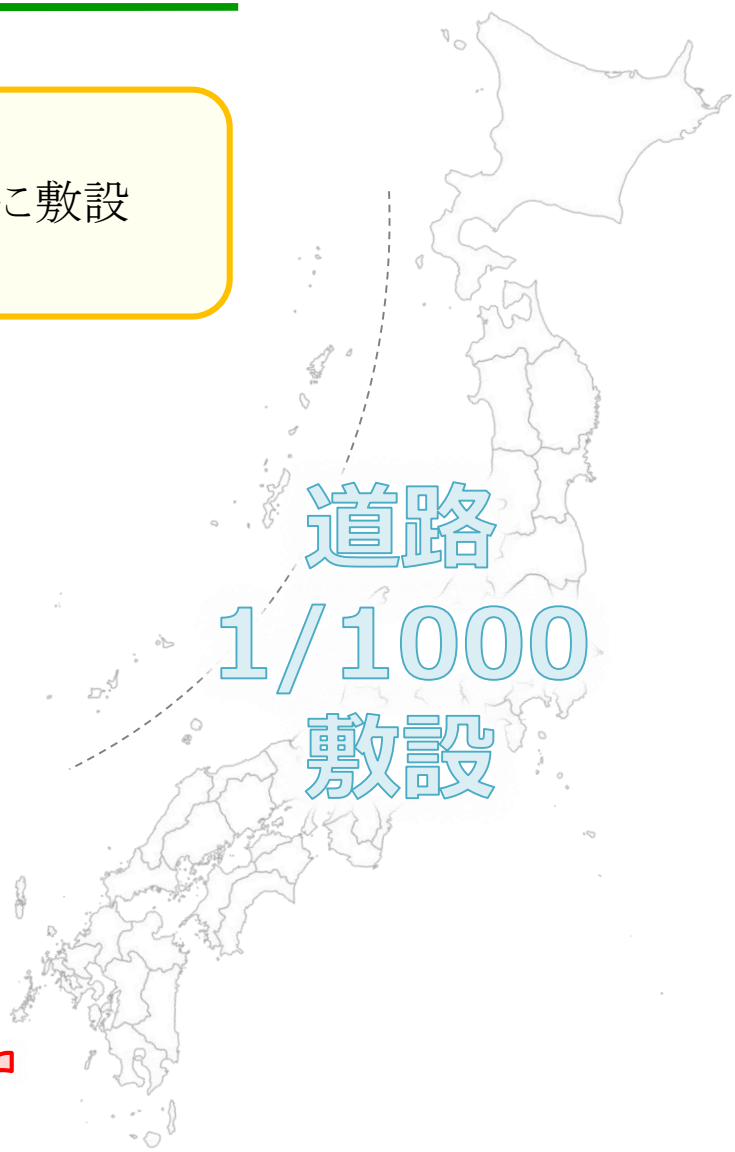
=

(原発1/3個分)

道路に必要な信号機や電灯の運用
(8.4 GWh/day)をまかなえる。

二酸化炭素削減量

1.0 Mt-CO_2/year



実用化水準と現状

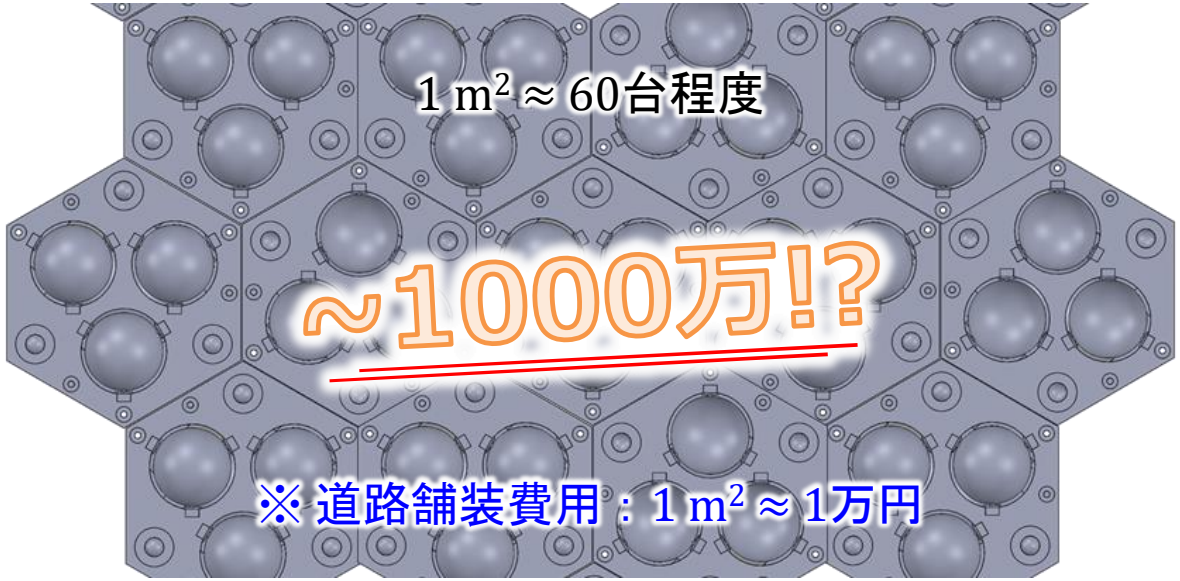
表1　試作機現状、開発目標、競合技術、類似技術の性能、推算される実用化水準

比較項目	ユークリーター®球体型 (2024.03)	ユークリーター®ベルト型 (2024.03)	物の輸送を対象とした実用化必要水準	目標	ベルトコンベア (IHI製 SCU型)	Celluveyor (cellumation)	XPlanar (Beckhoff Automation)	TDAMNEW (土佐電子)
① 速度(m/min)	3	13～	20	20	3～25	≈20	≈20	20
② 荷重								
線基準(kg/m)	～40	90～	100～	100～	150	≈100	≈15	100
面基準(kg/m^2)	～330	920～	～1000	～1000	-	～1800	～76	-
③ 搬送用筐体必要性	無	無	-	無	無	無	有	有
④ ユニット間連動性	○	○	◎	◎	◎	○	○	-
⑤ 輸送可能次元数	2	2	1	2	1	2	2	2
⑥ 各ユニット独立駆動	○	○	×	◎	×	×	○	○
⑦ 電源分散化	△	△	×	◎	×	×	×	×
⑧ 自立運転	○	○	×	◎	×	×	×	×

その他課題



現状ユークリーターユニット一式
約20万円、～200 cm^2



コスト削減・大量生産
付加価値！

知的財産権

特許

1. 特許JP6727581 (B) (2020.07.03)
   「全方向運搬装置」
   川原村 敏幸、藤川 涼平、吉本 翔斗
   特開JP 2018-002329 (A)(2018.01.11), 特願JP2016-126980 (AN)(2016.06.27)
2. 特許JP 7018180 (B) (2022.02.02)
   「全方向搬送装置及び全方向搬送システム」
   川原村 敏幸、竹中 克昭、狩野 大輝、鈴鹿 紅音、石井 和磨、長嶋 晋也
   特開JP2020-132299(A) (2020.8.31), 特願JP2019-023964 (AN)(2019.02.13)
3. 特許JP6727581 (B) (2020.07.03)
   「全方向運搬装置」
   川原村 敏幸、藤川 涼平、吉本 翔斗
   特開JP 2018-002329 (A)(2018.01.11), 特願JP2016-126980 (AN)(2016.06.27)

特願

1. 特開JP2023-103076 (A) (2023.07.26), 特願JP2022-003926 (AN)(2022.01.13)
   「全方向搬送システム」
   川原村 敏幸、安岡 龍哉、朝子 幹太、和仁原 季也、高井 友輝、澤田 陸斗、石井 和磨

商標

1. 登録 第6313573号 (2020.11.06)
   「ユークリーター【標準文字】」
   商願2020-063207（H02002）(2020.05.21)
2. 登録 第6313574号 (2020.11.06)
   「Euclitor 【標準文字】」
   商願2020-063208（H02002） (2020.05.21)

企業への期待

ユークリーターを利用したシステム開発に
開発人材・資金を投資をしていただける企業様

例えばこちらの業種

物流関係、建築・土木、建設機器、宇宙産業、
ゲーム業界、エンターテイメント業界、スポーツ業界

到達点 (for G1 below 5 years.)

1. ユニット一式30台分程度(0.5m×1.0m)のユークリーターアレイの敷設
2. 搬送速度：20 m/min、搬送荷重 線基準：100 kg/m、面基準：1000 kg/m^2
3. 外部電源を用いず太陽電池と蓄電池による自立駆動
4. 搬送対象物の位置や移動速度等を推定するプログラムの作成
5. 最短経路問題(単数)を解けるレシピの完成

案内



ご興味を持っていただければ幸いです。
お気軽にご連絡ください。

当日の発表では

開発内容・現時点の課題
類似技術との特異点、技術のポテンシャル
想定される市場規模

についてより詳しく紹介します。

博士(工学) 川原村 敏幸
Kawaharamura Toshiyuki

専門分野 化学工学 (修士課程)
電子工学 (博士後期課程)
機械工学 (現在の所属)
総合研究所 (もう一つの所属)

特筆点

ミストCVDの開発者。
関連するあらゆる知識やノウハウを有する第一人者。
右にでるものは現時点で皆無。

化学・電子・機械などあらゆる工学の分野に関して精通。
数学・反応工学・半導体物理、流体力学などについても精通。

問い合わせ先

高知工科大学

研究連携部　社会連携課

社会連携専門監

長山　哲雄

TEL：0887-57-2743

e-mail：org@ml.kochi-tech.ac.jp